GUOJIAJIANZHUBIAOZHUNSHEJI 22HM001-1

国家建筑标准设计图集
（海绵城市建设系列）

22HM001-1

海绵城市建设设计示例（一）

国家建筑标准设计
国家建筑标准设计
国家建筑标准设计
国家建筑标准设计
国家建筑标准设计
国家建筑标准设计
国家建筑标准设计

中国建筑标准设计研究院

给水排水专业图集简明目录

图集号	图集名称
12S101	矩形给水箱
14S104	二次供水消毒设备选用及安装
12S108-1	倒流防止器选用及安装
12S108-2	真空破坏器选用与安装
16S110	数字集成全变频叠压供水设备选用与安装
16S111	变频调速供水设备选用与安装
16S122	水加热器选用及安装
15S128	太阳能集中热水系统选用与安装
13S201	室外消火栓及消防水鹤安装
15S202	室内消火栓安装
99S203	消防水泵接合器安装
17S205	消防给水稳压设备选用与安装
07S207	气体消防系统选用、安装与建筑灭火器配置
08S208	室内固定消防炮选用及安装
12SS209	细水雾灭火系统选用与安装
16S211	高位消防贮水箱选用及安装
04S301	建筑排水设备附件选用安装
09S302	雨水斗选用及安装
09S303	医疗卫生设备安装
09S304	卫生设备安装
08S305	小型潜水排污泵选用及安装
19S306	居住建筑卫生间同层排水系统安装
14S307	住宅厨、卫给水排水管道安装
19S308	污水提升装置选用与安装
16S401	管道和设备保温、防结露及电伴热
03S402	室内管道支架及吊架

图集号	图集名称
02S403	钢制管件
02S404	防水套管
11S405-1～4	建筑给水塑料管道安装
09S407-1	建筑给水铜管道安装
10S407-2	建筑给水薄壁不锈钢管道安装
13S409	建筑生活排水柔性接口铸铁管道与钢塑复合管道安装
10SS410	建筑特殊单立管排水系统安装
10SS411	建筑给水复合金属管道安装
15S412	屋面雨水排水管道安装
S501-1～2	单层、双层井盖及踏步(2015年合订本)
05S502	室外给水管道附属构筑物
10S505	柔性接口给水管道支墩
10S507	建筑小区埋地塑料给水管道施工
04S516	混凝土排水管道基础及接口
16S518	雨水口
04S520	埋地塑料排水管道施工
12S522	混凝土模块式排水检查井
08SS523	建筑小区塑料排水检查井
16S524	塑料排水检查井——井筒直径ϕ700～ϕ1000
17S526	圆形沉井式雨水泵站
10S605	游泳池设计及附件安装
17S705	海绵型建筑与小区雨水控制及利用
14SS706	玻璃钢化粪池选用与埋设
19S707	小型生活排水处理成套设备选用与安装
16S708	餐饮废水隔油设备选用与安装
15S909	《消防给水及消火栓系统技术规范》图示

图集号	图集名称
S1(一)	给水排水标准图集 给水设备安装（一）（2014年合订本）
S3	给水排水标准图集 排水设备及卫生器具安装(2010年合订本)
S4(二)	给水排水标准图集 室内给水排水管道及附件安装（二）(2012年合订本)
S5(一)	给水排水标准图集 室外给水排水管道工程及附属设施(一)(2011年合订本)
S5(二)	给水排水标准图集 室外给水排水管道工程及附属设施(二)(2012年合订本)
09FS01	防空地下室给排水设计示例
07FS02	防空地下室给排水设施安装
07MS101	市政给水管道工程及附属设施
06MS201	市政排水管道工程及附属设施

最新出版图集

20S121	生活热水加热机组（热水机组选用与安装）(修编替代05SS121)
19S204-1	消防专用水泵选用及安装（一）（修编替代04S204）
20S206	自动喷水灭火设施安装（修编替代04S206）
19S406	建筑排水管道安装——塑料管道(修编替代10S406)
22S407-2	建筑给水薄壁不锈钢管道安装（修编替代10S407-2）
20S515	钢筋混凝土及砖砌排水检查井〔修编替代02S515、02(03)S515〕
22S701	室外排水设施设计与施工——砖砌化粪池(修编替代02S701)
22S702	室外排水设施设计与施工——钢筋混凝土化粪池(修编替代03S702)
22S803	圆形钢筋混凝土蓄水池（修编替代04S803）
22S804	矩形钢筋混凝土蓄水池（修编替代05S804）
20S805-1	雨水调蓄设施——钢筋混凝土雨水调蓄池
19S910	自动喷水灭火系统设计
22HM001-1	海绵城市建设设计示例(一)

详细内容请参见2022年国标图集目录或查询国家建筑标准设计网站(www.chinabuilding.com.cn)
国标图集热线电话：010-68799100　　联系电话：010-88426737

库七七 www.kqqw.com 标准下载

国家建筑标准设计图集
（海绵城市建设系列）

22HM001-1

海绵城市建设设计示例（一）

中国建筑标准设计研究院　组织编制

中国标准出版社

北　京

库七七 www.kqqw.com 标准下载

《海绵城市建设设计示例（一）》编审名单

编制组负责人： 郑克白　李　曼　王岩松

编制组成员：

王熠宁	任心欣	王贤萍	陈　玮	李俊奇	韩丽莉	翟立晓	赵　晔	柴宏祥	王社平	杨仙梅	刘龙志
李建业	王　宁	吕锦刚	李　胜	孙　晨	朱志红	张洪洲	姚　晗	康晓鹃	王　燕	俞　露	蒋国超
赵　昕	达周才让	童　愚	李小风	杨维宁	王耀堂	王久振	牛　樱	王月宾	周彦卿	罗　丹	张　骁
陈世杰	黄　屹	李茂林	周文献	柴勇浩	缪遇虹	孙　勃	陈世杰	吕志成	王立霞	张　悦	任军军
马　栋	张　亮	汤伟真	杨　晨	贺　阳	高　飞	吴亚男	陆利杰	房静思	楼　诚	施勇涛	郝　洁
陈清漪	杨之奎	胥　标	柴同志	李　明	凌　莉	李　亮	杜伟宁	井敏莉	张斌令	黄宁俊	刘　超
毛绪昱	黄丽萍	倪　强	周　旭	张日霞	王继斌	吴　振	张泽航	陈　勇	郭金鹏	杨进春	高燕飞

审查组长： 章林伟　丘　荣

审查组成员：（按姓氏笔画顺序）

王　研	王文红	王晓华	元海英	白伟岚	李　萍	李建琳	杨　涛	吴俊奇	张书函	陈　东	陈　重
陈　韬	和坤玲	郝亚兰	贾海峰	党春红	谢映霞						

项目负责人： 王岩松

项目技术负责人： 郭金鹏

参编单位：

深圳市城市规划设计研究院有限公司
嘉兴市规划设计研究院有限公司
厦门市城市规划设计研究院
中国建筑设计研究院有限公司
云南省设计院集团
重庆大学
武汉市政工程设计研究院有限责任公司
中国城市建设研究院有限公司
北京市园林古建设计研究院有限公司
北京市园林科学研究院
北京市市政工程设计研究总院有限公司
西安市政设计研究院有限公司
北京建筑大学
中国市政工程华北设计研究总院有限公司
新疆建筑设计研究院有限公司
深圳市水务（集团）有限公司
中铁十六局集团有限公司
中国葛洲坝集团三峡建设工程有限公司

国标图集热线电话：010-68799100　　联系电话：010-88426737
查阅国标图集相关信息请登录国家建筑标准设计网站（www.chinabuilding.com.cn）

库七七 www.kqqw.com 标准下载

海绵城市建设设计示例（一）

主编单位 北京市建筑设计研究院有限公司
中国建筑标准设计研究院(中国建筑标准设计研究院有限公司)
统一编号 GJBT-1525
实行日期 二〇二二年五月一日
图 集 号 22HM001-1

主编单位负责人
主编单位技术负责人
技 术 审 定 人
设 计 负 责 人 李曼 王熠宁 王光彬

目 录

编制说明 …… 1

第一部分 专项规划

规划说明 …… 1-0-01
1 广东省深圳市某区域海绵城市建设专项规划 …… 1-1-01
1-1某区域海绵城市建设规划说明 …… 1-1-01
1-2水系蓝线规划图 …… 1-1-21
1-3汇水分区划分图 …… 1-1-22
1-4海绵空间管控规划图 …… 1-1-23
1-5年径流总量控制率指标管控规划图 …… 1-1-24
1-6面源污染削减率指标管控规划图 …… 1-1-25
1-7东坑水综合整治规划图 …… 1-1-26
1-8鹅颈水黑臭水体治理方案规划图 …… 1-1-27
1-9汇水分区绩效目标——项目实施规划图 …… 1-1-28
2 浙江省嘉兴市某片区海绵城市修建性详细规划 …… 1-1-29
2-1某片区海绵城市建设规划说明 …… 1-1-29
2-2海绵设施平面图 …… 1-1-41
2-3雨水管线布置图 …… 1-1-42
2-4某污水管线布置图 …… 1-1-43
2-5雨水生态循环示意图 …… 1-1-44
2-6景观总平面图 …… 1-1-45

第二部分 专项设计

设计说明 …… 2-0-01
（一）建筑与小区
建筑与小区示例说明 …… 2-1-01
1 福建省厦门市某新建住宅小区海绵城市建设设计 …… 2-1-03
1-1 方案设计 …… 2-1-03
1-1-1海绵工程设计说明 …… 2-1-03
1-1-2-总1海绵设施平面图 …… 2-1-08
1-1-3-水1雨水管线平面图 …… 2-1-09
1-2 施工图设计 …… 2-1-10
1-2-1海绵工程施工图说明 …… 2-1-10
1-2-2-总1海绵设施平面图 …… 2-1-15
1-2-3-水1雨水管线平面图 …… 2-1-16
2 北京市怀柔区某新建科研、办公综合产业园海绵城市建设设计 …… 2-1-17
2-1 方案设计 …… 2-1-17
2-1-1海绵工程设计说明 …… 2-1-17
2-1-2-总1海绵设施平面图 …… 2-1-21
2-1-3-水1雨水管线平面图 …… 2-1-22

库七七 www.kqqw.com 标准下载

3 云南省昆明市某新建商业综合体海绵城市建设设计 …… 2-1-23
3-1 方案设计 …… 2-1-23
3-1-1海绵工程设计说明 …… 2-1-23
3-1-2-总1海绵设施平面图 …… 2-1-28
3-1-3-水1雨水管线平面图 …… 2-1-29
4 重庆市某新建住宅小区海绵城市建设设计 …… 2-1-30
4-1 方案设计 …… 2-1-30
4-1-1海绵工程设计说明 …… 2-1-30
4-1-2-总1海绵设施平面图 …… 2-1-38
4-1-3-水1雨水管线平面图 …… 2-1-39
5 湖北省武汉市某住宅小区海绵城市建设改造设计 …… 2-1-40
5-1 方案设计 …… 2-1-40
5-1-1海绵改造工程设计说明 …… 2-1-40
5-1-2-总1总平面布置图 …… 2-1-45
5-1-3-总2竖向设计图 …… 2-1-46
5-1-4-总3海绵设施平面图 …… 2-1-47
5-1-5-水1雨水管线平面图 …… 2-1-48
5-2 施工图设计 …… 2-1-49
5-2-1海绵改造工程施工图说明 …… 2-1-49
5-2-2-总1总平面布置图 …… 2-1-52
5-2-3-总2竖向设计图 …… 2-1-53
5-2-4-总3海绵设施平面图 …… 2-1-54
5-2-5-水1雨水管线平面图 …… 2-1-55
5-2-6-景1种植详图 …… 2-1-56
6 云南省玉溪市某特殊教育学校海绵城市建设改造设计 …… 2-1-57
6-1 方案设计 …… 2-1-57
6-1-1海绵改造工程设计说明 …… 2-1-57
6-1-2-总1总平面布置图 …… 2-1-62
6-1-3-总2竖向设计图 …… 2-1-63
6-1-4-总3海绵设施平面图 …… 2-1-64
6-1-5-水1雨水管线平面图 …… 2-1-65
7 浙江省嘉兴市某中学海绵城市建设改造设计 …… 2-1-66
7-1 方案设计 …… 2-1-66
7-1-1海绵改造工程设计说明 …… 2-1-66
7-1-2-总1竖向设计图 …… 2-1-73
7-1-3-总2海绵设施平面图 …… 2-1-74
7-1-4-水1雨水管线平面图 …… 2-1-75
8 福建省厦门市某厂区海绵城市建设改造设计 …… 2-1-76
8-1 方案设计 …… 2-1-76
8-1-1海绵改造工程设计说明 …… 2-1-76
8-1-2-总1总平面布置图 …… 2-1-80
8-1-3-总2竖向设计图 …… 2-1-81
8-1-4-总3海绵设施平面图 …… 2-1-82
8-1-5-水1雨水管线平面图 …… 2-1-83

（二）屋顶绿化

屋顶绿化示例说明 …… 2-2-01
1 陕西省西咸新区某办公楼新建花园式屋顶绿化 …… 2-2-02
1-1 方案设计 …… 2-2-02
1-1-1屋顶绿化说明 …… 2-2-02
1-1-2-景1 8号楼屋顶绿化平面图 …… 2-2-03
1-1-3-水1 8号楼屋顶排水平面图 …… 2-2-04
1-1-4-景2节点做法图 …… 2-2-05
2 浙江省嘉兴市某办公楼改建简单式屋顶绿化 …… 2-2-06
2-1 方案设计 …… 2-2-06
2-1-1 屋顶绿化说明 …… 2-2-06
2-1-2-景1屋顶绿化平面图 …… 2-2-07
2-1-3-水1屋顶排水平面图 …… 2-2-08
2-1-4-景2节点做法图 …… 2-2-09
3 贵州省遵义市某少年活动中心改造容器式屋顶绿化 …… 2-2-10
3-1 方案设计 …… 2-2-10
3-1-1屋顶绿化说明 …… 2-2-10
3-1-2-景1容器式屋顶绿化平面图 …… 2-2-11
3-1-3-水1屋顶排水平面图 …… 2-2-12
3-1-4-景2节点做法图 …… 2-2-13

（三）城市道路

城市道路示例说明 …… 2-3-01
1 甘肃省庆阳市某新建城市支路海绵城市建设设计 …… 2-3-03
1-1 方案设计 …… 2-3-03
1-1-1海绵工程设计说明 …… 2-3-03
1-1-2-总1道路平面图 …… 2-3-08
1-1-3-总2海绵设施平面图一 …… 2-3-09
1-1-4-总3海绵设施平面图二 …… 2-3-10
1-1-5-总4横断面图 …… 2-3-11
1-1-6-总5详图 …… 2-3-12
2 西咸新区某新建城市主干道海绵城市建设设计 …… 2-3-13

库七七 www.kqqw.com 标准下载

2-1 方案设计 2-3-13
2-1-1海绵工程设计说明 2-3-13
2-1-2-总1道路平面图 2-3-16
2-1-3-总2海绵设施平面图一 2-3-17
2-1-4-总3海绵设施平面图二 2-3-18
2-1-5-总4横断面图 2-3-19
2-1-6-结1路面结构图 2-3-20
3 重庆市某新建双向六车道城市主干道海绵城市建设设计 2-3-21
3-1 方案设计 2-3-21
3-1-1海绵工程设计说明 2-3-21
3-1-2-总1海绵设施平面图一 2-3-26
3-1-3-总2海绵设施平面图二 2-3-27
3-1-4-总3横断面图 2-3-28
3-1-5-总4主干道详图一 2-3-29
3-1-6-总5主干道详图二 2-3-30
4 吉林省白城市某新建市政道路泄洪通道海绵城市建设设计 2-3-31
4-1 方案设计 2-3-31
4-1-1海绵工程设计说明 2-3-31
4-1-2-总1位置示意图 2-3-35
4-1-3-总2泄洪通道平面图（一） 2-3-36
4-1-4-总3泄洪通道平面图（二） 2-3-37
4-1-5-总4横断面图 2-3-38
5 嘉兴市某双向四车道城市主干道海绵城市建设改造设计 2-3-39
5-1 方案设计 2-3-39
5-1-1海绵改造工程设计说明 2-3-39
5-1-2-总1总平面图 2-3-44
5-1-3-总2海绵设施平面图一 2-3-45
5-1-4-总3海绵设施平面图二 2-3-46
5-1-5-总4横断面图一 2-3-47
5-1-6-总5横断面图二 2-3-48
6 常德市某城市主干道海绵城市建设改造设计 2-3-49
6-1 方案设计 2-3-49
6-1-1海绵改造工程设计说明 2-3-49
6-1-2-总1位置示意图 2-3-52
6-1-3-总2海绵设施平面图 2-3-53
6-1-4-总3横断面图 2-3-54
7 陕西省西安市某城市主干道海绵城市建设改造设计 2-3-55
7-1 方案设计 2-3-55
7-1-1海绵改造工程设计说明 2-3-55
7-1-2-总1位置示意图 2-3-58
7-1-3-总2海绵设施平面图(一) 2-3-59
7-1-4-总3海绵设施平面图(二) 2-3-60
7-1-5-总4雨水利用横断面图 2-3-61
7-2 施工图设计 2-3-62
7-2-1海绵改造工程施工图说明 2-3-62
7-2-2-总1位置示意图 2-3-69
7-2-3-总2海绵设施平面图(一) 2-3-70
7-2-4-总3海绵设施平面图(二) 2-3-71
7-2-5-总4雨水利用横断面图 2-3-72
7-2-6-总5路面结构图 2-3-73

第三部分 常用设施

设施说明 3-0-01
（一）透水地面
1-1 透水地面 3-1-01
（二）生态设施
2-1 下沉式绿地和绿地排盐做法 3-2-01
2-2 植被浅沟 3-2-02
2-3 生物滞留设施 3-2-03
2-4 生物滞留带 3-2-04
2-5 生态树池（一） 3-2-05
2-6 生态树池（二） 3-2-06
（三）断接
3-1 屋面雨水立管断接 3-3-01
（四）屋顶绿化
4-1 地下室顶板排水做法 3-4-01
（五）截污、溢流、监测
5-1 截污雨水口 3-5-01
5-2 溢流雨水口 3-5-02
5-3 流量监测井 3-5-03

第四部分 设计资料

设计资料 4-01
相关技术资料

库七七 www.kqqw.com 标准下载

编 制 说 明

1 编制依据

1.1 本图集根据中华人民共和国住房和城乡建设部《关于印发〈2016年国家建筑标准设计编制工作计划〉的通知》（建质函〔2016〕89号）进行编制。

1.2 本图集依据的主要标准规范:

《室外排水设计标准》GB 50014-2021

《建筑给水排水设计标准》GB 50015-2019

《给水排水构筑物工程施工及验收规范》 GB 50141-2008

《城市排水工程规划规范》GB 50318-2017

《城镇内涝防治技术规范》GB 51222-2017

《海绵城市建设评价标准》GB/T 51345-2018

《城乡建设用地竖向规划规范》CJJ 83-2016

《透水水泥混凝土路面技术规程》 CJJ/T 135-2009

《透水砖路面技术规程》CJJ/T 188-2012

《透水沥青路面技术规程》 CJJ/T 190-2012

《种植屋面工程技术规程》JGJ 155-2013

当依据的标准规范进行修订或有新的标准规范出版实施时，本图集与现行工程建设标准不符的内容、限制或淘汰的技术或产品，视为无效。工程技术人员在参考使用时，应注意加以区分，并应对本图集相关内容进行复核后选用。

2 适用范围

《海绵城市建设设计示例》为海绵城市建设系列图集中的综合类图集，是海绵城市建设标准设计体系中的总体环节内容。本图集由多个分册组成，内容包括海绵城市建设的源头减排、过程控制和系统治理的全流程中各类建设项目的规划与设计。

本分册为海绵城市专项规划设计及海绵城市之源头减排相关设计，适用于海绵城市专项规划设计，建筑与小区、城市道路的新建和既有项目专项改造的海绵城市专项设计。可供从事规划与设计的相关专业人员参考和选用，也可供施工和审查人员使用。

3 编制原则

本分册的编制目的是通过区域和片区尺度的海绵城市建设专项规划以及建筑与小区、屋顶绿化、城市道路等建设项目的设计示例，阐述海绵城市建设之源头减排的理念和要求，解读规划和设计方法，明确参与的各专业人员需要注重的设计内容以及常用生态绿色设施的技术要点，以期能指导海绵城市建设专项规划和源头减排项目的落地。

结合国家海绵试点城市的建设经验,本图集选取了国家海绵试点城市的部分优秀工程案例，仅摘录了与海绵城市建设相关的内容，按标准化和指导性等原则进行精炼和优化，以示例的形式呈现。

3.1 专项规划

3.1.1 规划示例按照《海绵城市专项规划编制暂行规定》的要求编制，为详细规划层面的海绵城市建设专项规划。

3.1.2 为更好地衔接上层次海绵城市建设专项规划，本图集解读了海绵城市建设专项规划的编制要求和内容；梳理其与国土空间规划体系、专项规划体系的衔接要点。

3.1.3 进一步明确了详细规划层面的海绵城市建设专项规划要点，包括编制要点和成果形式等。

3.1.4 强化对项目规划设计的指导，提出项目前期工作中海绵城市建设专项规划的内容和要点；进一步结合建筑与小区、城市道路项目特点细化分类指引，指导项目因地制宜优化技术措施，保障科学落地。

3.2 专项设计

3.2.1 按照海绵城市建设理念对源头减排的要求，编制专项设计内容，因为源头减排项目存在于各类主体建设项目中，本图集按照专项（专篇）设计的形式编制海绵城市建设项目的相关内容，明确专项设计的重要内容。

3.2.2 按照海绵城市试点建设的管控经验，以新建项目规划管控、旧城改造问题导向的原则，分别明确设计内容，以及各设计阶段的文件深度要求及报审文件的目录。

3.2.3 按项目的特点进行分类，设有建筑与小区、城市道路章节。因屋顶绿化通常单独委托专业设计，故单独成节。

3.2.4 按照气候、降雨、下垫面、地质水文等特点分别选择编制了13个城市的18个项目设计示例，每个示例中均有地域相应特点的介绍和建议采取的措施等，便于读者按需求选用。

3.2.5 在每一章节的前面均有说明，概述本章节的内容、理念及方法等。

3.3 常用设施

总结海绵城市的工程实践及试点城市的标准化成果，将其中常用设施的设计和施工要点列出，是基本的、关键的要求和节点设计，以确保源头设施的有效性。如透水地面的材料要求及做法，特别是地下水文地质不同时的做法;溢流雨水口的设置要求，溢流水位、调节滞蓄水位等水位线控制要求;雨水口、监测井的做法等。

4 图集内容及章节设置

4.1 图集内容

本分册主要内容为区域和片区尺度的海绵城市建设专项规划;建筑与小区和城市道路项目的设计中海绵城市建设要求的内容，也就是海绵城市之源头减排的设计内容。

4.1.1 专项规划

图集包括区域海绵城市建设规划和片区海绵城市修建性详细规划。内容包括区域概况、基础条件分析、问题与需求、建设目标与指标体系、海绵城市建设总体思路、海绵城市指标分解及管控要求、海绵城市工程措施规划、近期建设规划、保障措施等。各地区在开展海绵城市建设专项规划时，需结合《住房城乡建设部关于印发海绵城市专项规划编制暂行规定的通知》（建规〔2016〕50号)等相关要求编制。

库七七 www.kqqw.com 标准下载

4.1.2 专项设计

1) 项目类型:

① 建筑与小区项目包括住宅、办公、商业、学校的新建和改造项目;

② 屋顶绿化项目包括简单式屋顶绿化、花园式屋顶绿化和容器式屋顶绿化;

③ 城市道路项目包括主干道、次干道、支路、泄洪通道的新建和改造项目。

2) 项目位置:

考虑到中国地域广阔，海绵适用措施不同，设计示例项目的分布涵盖了我国不同降雨分区以及华北、华中、华东、华南、西北、西南、东北地区，包括山地、平原等地形及湿陷性黄土等地质条件，方便参考。

3) 示例内容:

新建项目按照规划要求管控，在规划方案报批阶段需要提交基本的设计内容、深度及表达。海绵专项改造项目按照问题导向原则，在充分分析研究的基础上提供解决方案并结合项目其他需求，经项目使用及参与各方讨论选出最优方案，再按程序上报，其方案应表达这些内容并按要求提供项目估算。旧城改造中的项目应基于项目的功能、条件以及综合改造的要求，按照项目的可达性、合理性原则分级响应海绵建设要求，其方案应表达这些内容并按要求提供项目海绵专项估算。示例中按上述原则编制了不同项目的方案设计内容。施工图为设计方案在各专业设计中的体现，主要是设施细化设计和施工详图及做法要求等，因源头减排设计在内容上存在较多共性，示例按项目类型给出，每一类项目对应一个示例。示例以设计专篇的形式表述建设项目中涉及海绵城市建设之源头减排的内容、海绵城市建设要求及其与规划的衔接、项目设计各相关专业需设计的内容及专业间的融合。

4.1.3 常用设施

包括透水地面、屋顶绿化、生态设施、屋面雨水立管断接、溢流雨水口、流量监测井，这些源头减排最常见的海绵城市建设设施的构造、适用条件、材料要求、施工要点等，并按照不同水文地质和气候条件的不同做法分别给出图示。

4.1.4 设计资料

国家海绵建设试点城市的海绵设计基础数据表。

4.2 章节设置

本图集分为专项规划、专项设计、常用设施和设计资料四章。为避免重复，在规划和设计章中,未表达的典型海绵城市设施详图可参考常用设施或其他国家标准图集。

5 选用方法

本图集主要解决海绵城市规划与设计时所遇到的问题。图集对于参与的专业及分工配合进行了说明；设计人员可以参照图集中的设计说明编制海绵专篇，参考图集中解决问题的方法、计算、图纸的内容及深度进行相关设计，以期帮助和指导广大设计人员和施工人员理解并正确地使用相关准则、标准，提高海绵城市建设水平和质量。

我国幅员辽阔，各地区的地理位置、气候条件、水文地质条件及海绵城市建设目标需求、用地性质、项目特点等均存在差异，读者在使用时请注意各示例的适用条件，重点参考示例设计方案和图纸的设计方法和表达方式。各地区在开展海绵城市建设时，应根据项目特点，因地制宜，制定切实可行的海绵城市建设设计方案和设施，做到举一反三。

6 海绵城市建设的原则和要求

6.1 基本原则

海绵城市建设的基本原则：规划引领、生态优先、安全为重、因地制宜、统筹建设。

规划引领：海绵城市建设需要在海绵城市专项规划的指导下进行，项目设计应以规划确定的海绵城市建设目标和具体指标为依据，发挥规划的控制和引领作用。

生态优先:优先采用绿色生态设施,实现雨水的自然积存、自然渗透、自然净化和可持续水循环，提高水生态系统的自然修复能力，维护城市良好的生态功能。

安全为重:以保护人民生命财产安全和社会经济安全为出发点,在流域区域洪涝统筹体系、城市排水防涝工程体系和应急管理体系的共同作用下，采用源头径流控制、雨水管渠、排涝除险和应急管理等工程和非工程措施，并与防洪设施相衔接，增强城市防灾减灾能力，保障城市水安全。

因地制宜:各地应根据自然地理条件、水文地质特点、水资源状况、降雨规律，结合水环境保护与内涝防治要求等，合理确定海绵城市建设的目标与指标，科学规划布局和选用源头径流控制、过程控制和系统治理过程中的各项技术措施及其组合系统。

统筹建设：地方政府应结合城市总体规划，在各类建设项目审批中严格落实各层级相关规划中确定的海绵城市建设控制目标、指标和技术要求，统筹管理海绵城市的建设。项目中落实海绵城市建设理念的工程应与项目的主体工程同时规划设计、同时施工、同时投入使用。城市建成区应根据海绵城市专项规划要求，结合城市双修、生态环境恢复等多目标统筹建设，合理制定既有建筑的排涝设施建设及黑臭水体治理等的实施计划。

6.2 建设要求

海绵城市建设应确保人身安全，不应对建筑、道路、屋面等安全和正常使用造成损害或影响。

海绵城市建设应贯彻自然积存、自然渗透、自然净化的理念，注重对河流、湖泊、沟渠等城市原有生态系统的保护和修复，减少硬化（不透水）面积,优化竖向空间关系，有效引导地表径流从不透水区域到海绵设施的途径，并应落实源头减排设施、排水管渠、排涝除险设施、防洪设施的系统衔接，实现海绵城市建设目标。

海绵设施建设应强化经济性和可行性分析，减少后期管理维护工作量，降低运行维护成本。

库七七 www.kqqw.com 标准下载

第一部分 专项规划

库七七 www.kqqw.com 标准下载

规 划 说 明

1 海绵城市建设专项规划编制要求解读和规划衔接

1.1 规划原则

1.1.1 问题导向

在实施海绵城市建设前应先对自然本底进行全面摸底，并通过实地调研和分析找出在水生态、水环境、水资源和水安全方面存在的城市洪涝、水土侵蚀、径流污染、水资源短缺等问题，以主要问题为导向开展有针对性的海绵城市建设，而不是为“海绵”而“海绵”。

1.1.2 系统控制

应立足于改善城市的生态环境，从水生态、水环境、水资源、水安全等方面提出系统目标，统筹源头径流控制系统、城市雨水管渠系统、内涝防治系统及防洪系统，衔接生态保护、河流水系、污水、绿地、道路系统等，建立相互依存、相互补充的城市水系统。

1.1.3 统筹协调

海绵城市建设专项规划的成果应纳入总体规划、详细规划中，并充分统筹衔接其他相关专项规划，对城市蓝绿线、竖向、设施布局、径流控制等海绵城市建设刚性控制指标和建设任务进行空间上的融合，在不影响其他相关系统主体功能的情况下，增强复合功能，实现相互协调与衔接，发挥综合效益。

1.1.4 保护性开发

应顺应自然地貌，尽量避免大挖大填，结合蓝线和绿线的划定和管理，严格保护河流、湖泊、湿地、坑塘、沟渠等水生态敏感区，倡导自然积存、自然渗透、自然净化等规划策略。

1.1.5 分类指导

针对不同区域的水文气象条件、地理因素、城镇化情况等，因地制宜地制定海绵城市专项规划目标和指标体系，有针对性地选择相关的技术路线和设施，确保规划方案的可实施性和有效性。

1.1.6 科技支撑

对重大问题、关键指标及重要技术环节应多方论证，取得数据支持和校验，强调水文、降雨、地质等基础资料积累，并运用先进的规划辅助技术等。

1.2 编制框架

海绵城市建设专项规划是结合当地特征和需求，指导推进海绵城市建设，修复城市水生态、改善城市水环境、保障城市水安全、提高城市水资源承载能力，系统提升涉水城市基础设施建设水平，实现城市绿色发展的纲领性文件和系统工作方案。

海绵城市建设规划工作既需要开展专项规划与研究，以流域涉水相关事务为核心，以解决城市内涝、水体黑臭等问题为导向，以雨水径流管理控制为目标，绿色设施与灰色设施相结合，统筹“源头、过程、末端”的技术措施布局；又需要将成果衔接纳入国土空间规划体系，协调其他相关规划建设内容，包括土地利用布局、绿地布局、道路设施布局、竖向设计等，落实到其他相关规划成果中去。

1.3 编制要求解读

1.3.1 海绵城市建设专项规划编制要求解读

1) 海绵城市建设专项规划应提升生态性，注重系统性，落实可达性，做好本底调查，科学确定目标，在空间与竖向管控、建设控制指标、设施布局和规模、项目建设等方面提出明确、可行的措施和要求。

2) 海绵城市建设专项规划编制内容:

① 综合评价海绵城市建设条件。做好本底调查分析，包括城市区位、自然地理、经济社会现状和降雨、土壤、地下水、下垫面、排水系统、城市开发前的水文状况等基本特征，识别城市水资源、水环境、水生态、水安全等方面存在的问题。

② 确定海绵城市建设目标和具体指标。科学合理确定海绵城市在修复城市水生态、改善城市水环境、保障城市水安全、提升城市水资源承载能力等方面的规划目标和具体指标。明确近期、远期要达到的海绵城市要求的面积和比例，参照住房和城乡建设部发布的《海绵城市建设评价标准》GB/T 51345，制定海绵城市建设的指标体系。

③ 提出海绵城市建设的总体思路。依据海绵城市建设目标及“三区四线”的总体布局和现状条件，因地制宜确定海绵城市建设的实施路径。老旧小区应着重解决局部内涝、积水、管道错接混接等问题，因地制宜推进管网雨污分流及提标改造；城市新区应全面推广绿色建筑，采用生态排水措施，实现控制目标；历史文化街区、各类园区、成片开发区以目标为导向，优先保护自然生态本底，合理控制开发强度。

④ 制定海绵城市建设分区指引和竖向管控要求。识别山、水、林、田、湖等生态本底条件，提出海绵城市的自然生态空间格局，明确保护与修复要求；针对现状问题，划定海绵城市建设分区，提出建设指引。应落实保护优先的原则，科学划定“三区四线”；应进行竖向设计与管控，合理引导雨水排至天然或人工生态设施，与生态修复相结合，发挥低洼地的综合生态功能；从城市建设开发前期工作开始,确保对原有自然生态系统和原有水文环境的影响降低到最小。

⑤ 制定源头管控规划。根据雨水径流量和径流污染控制的要求，将雨水年径流总

库七七 www.kqqw.com 标准下载

量控制率目标进行分解。超大城市、特大城市和大城市要分解到排水分区；中等城市和小城市要分解到控制性详细规划单元或地块，明确提出管控要求。

⑥ 制定海绵设施布局规划。针对内涝积水、水体黑臭、河湖水系生态功能受损等问题，按照源头减排、过程控制、系统治理的原则，制定积水点治理、截污纳管、合流制污水溢流污染控制和河湖水系生态修复等措施，并提出与城市道路、排水防涝、绿地、水系统等相关规划相衔接的建议。

⑦ 明确近期建设重点。明确近期海绵城市建设重点区域，提出分期建设要求。

⑧ 提出规划保障措施和实施建议。从政策、标准、资金、社会动员、运作模式创新等方面提出海绵城市推进的保障措施。

3) 海绵城市建设专项规划产出：

① 空间管控产出。应确定山水林田湖草等自然生态空间格局，科学划定城市蓝线和绿线，明确城市河湖水系、绿地、湿地、坑塘、沟渠、低洼地等天然海绵体的保护范围和要求，为城市禁建区、限建区、绿线、蓝线的划定提供支撑。

② 竖向管控产出。要根据原始地形地貌和水文特征构建系统连续的城市竖向格局，明确城市重要地块和道路等重点节点的竖向标高管控要求，尽量保持原始地形地貌和水文特征，构建蓄排平衡的城市竖向格局。

③ 建设行为管控规划。应明确开发区域的道路竖向控制要求、年径流总量控制率、硬化场地雨水径流控制要求等海绵城市建设关键管控指标。

④ 设施布局和规模规划。应确定开发地块红线外的城市市政基础设施建设布局和规模，包括海绵型绿地、雨污水调蓄设施、污水处理厂等，明确各设施负担的水质水量控制要求和建设标准，并提出后续设计要点。

⑤ 项目建设规划。应以多规合一平台为基础，确定海绵城市建设年度计划，统筹安排城市涉水工程建设项目，保证项目的系统性、整体性。

1.3.2 海绵城市建设专项规划的衔接要点

海绵城市建设专项规划主要成果应衔接纳入市县国土空间总体规划或详细规划，并与城市竖向规划、绿地系统规划、道路交通规划、水资源规划、供水规划、污水处理与再生利用规划、排水防涝规划、防洪规划、生态环境规划、生态修复规划等专项规划在管控空间、用地竖向、规模数量指标等方面做好协调衔接，从而实现不同专项规划在同一城市空间的“多规合一”。

1) 总体规划：

市县国土空间总体规划应衔接海绵城市专项规划成果，明确城市空间管控的范围，确定水生态改善、水资源循环利用、水环境质量和水安全标准等相关指标。

2) 详细规划：

国土空间详细规划，应衔接海绵城市专项规划成果，将城市蓝绿线、竖向、设施布局、径流控制等海绵城市建设刚性控制指标和建设任务进行空间上的融合，将海绵地块管控指标纳入管控体系；在近期建设规划中纳入海绵城市建设的重点区域、重大工程规模并落实用地。

3) 城市竖向规划：

竖向管控与优化调整是实现城市雨水径流控制和塑造生态优美景观等建设目标的重要手段。竖向规划应衔接海绵城市建设要求和规划成果，结合地形、地质、水文条件、降雨量及地面排水方式等因素合理确定，并与防洪、排涝规划相协调。

4) 蓝线（水系）规划：

应衔接海绵城市建设要求和规划成果，明确水体调蓄功能和容量、泄流能力和规模，划定城市蓝线；在水系保护、岸线利用、涉水工程协调等方面落实海绵城市要求。当新增水体或调蓄空间达到一定规模或与城市水系连通时，应纳入城市蓝线（水系）规划。

5) 供水规划：

应衔接海绵城市建设要求和规划成果，体现节水优先原则，强调雨水等非常规水资源的资源化利用。

6) 排水防涝规划：

应衔接海绵城市建设要求和规划成果，明确城市排水分区；明确各分区源头径流控制系统的管控指标和要求；因地制宜设计污水和雨水管网；明确城市面源污染治理规模和方式；因地制宜合理规划管渠系统。

7) 绿地系统规划：

应衔接海绵城市建设要求和规划成果，在保障其为居民提供游憩场地和美化城市等功能的基础上，统筹考虑绿地系统自身及周边雨水径流的整体控制，因地制宜地规划雨水径流路径，合理选择雨水设施，实现复合生态功能。

8) 道路交通规划：

应衔接海绵城市建设要求和规划成果，在保障交通安全和通行能力的前提下，尽可能通过合理的横、纵断面设计，结合道路绿化分隔带，充分滞蓄和净化雨

库七七 www.kqqw.com 标准下载

水径流。

2 详细规划阶段海绵城市建设专项规划编制要点

2.1 编制要点

详细规划层次的海绵城市建设专项规划应为国土空间详细规划提供管控指标、重要管控范围边界，为近期建设规划提供海绵城市建设的重点区域、重大工程规模及用地支撑，并评估区域实施效果。有需要的地区可与系统化建设方案合并编制。除深化落实上层次规划的要求外，还应结合区域特点因地制宜，以指导海绵城市项目实施，其编制内容应包括：

2.1.1 现状分析及建设条件

落实区域海绵城市建设适宜性评价结果，量化分析存在的问题及原因。

2.1.2 海绵城市建设指标确定

明确排水分区，确定片区海绵城市建设的具体策略指标。片区海绵城市建设目标包括自然生态格局与生态岸线、源头减排、排水管渠、城市防洪、城市水环境、雨水资源利用，应参考基础条件分析，结合本地条件细化提出。

2.1.3 海绵城市建设思路和策略研究

根据“源头减排、过程控制、系统治理”的思路确定区域海绵城市建设系统思路，明确源头控制海绵措施、过程控制绿色海绵措施、灰色基础措施、河湖水体各自的作用和侧重点，系统提出海绵城市建设策略与方向。

2.1.4 地块源头管控详细规划

细化总体规划阶段的指标要求，结合监测和模型分析，选择适当的方法明确各地块的海绵城市控制指标。重点是道路、地块竖向控制要求、地块年径流总量控制率、硬化场地雨水径流控制要求等指标。

2.1.5 海绵城市措施详细规划

分区进行统筹研究，从水环境改善、水安全提升、水生态修复、水资源利用等方面，确定开发地块红线外的城市市政基础设施建设布局和规模，明确各设施负担的水质水量控制要求和建设标准。在水环境方面，可研究提出雨污合流制系统改造的可行性论证和方案、合流制溢流控制方案、水污染控制与水环境达标规划方案。在水安全提升方面，针对内涝点治理与内涝风险区，优化调蓄系统与超标雨水通道，调整局部竖向。在水生态方面，结合生态修复、河道岸线生态修复开展都市滨水空间营造。在水资源方面，结合大型调蓄设施、水体、公共建筑进行雨水资源利用。

2.1.6 近期建设方案和综合效果评估

从分区的角度，分析系统中的项目与系统整体的关系和效果，明晰主要项目、重要项目，并针对性提出实施计划、保障措施，保证实施的系统性、整体性。

2.2 成果形式要求

2.2.1 成果应包括说明书、文本、图纸及必要的研究专题。说明书和文本应包括本底分析，排水分区，目标和指标体系，源头控制方案，水环境改善规划方案，排水防涝与竖向规划方案，雨水利用规划方案，源头控制典型地块设计方案，典型项目的建设效果评估、近期建设实施方案、系统方案效果评估等。

2.2.2 规划图纸可结合规划区域条件选择，包括城市竖向图，地下水位分布图，土壤类型分布图，历史积水点分布图，黑臭水体分布图，管控单元指标分解分级图，雨水管道、调蓄区、河道、蓄涝区、污水管道、再生水管道等设施的规划图，海绵城市设施近期建设图等。

3 建设项目规划设计阶段工作指引

在海绵城市相关规划的指导下，建设项目的规划设计工作应注重从项目的特点和本地特征出发，从上层次规划中凝练目标指标，优化技术措施，实现规划目标和指标的设计落地。建设项目规划阶段涉及海绵城市的相关内容应分别纳入各专业规划说明书的相应章节及各专业图纸中，也可在此基础上形成建设项目海绵城市规划专篇。

3.1 建设项目规划阶段通用性要求

3.1.1 编制要点

建设项目前期规划阶段应以详细规划为指导，增加与海绵城市建设有关的内容，落实与分解详细规划确定的海绵城市控制指标，落实具体的设施及相关技术要求，将海绵城市的建设技术和方法吸纳到场地规划设计、工程规划设计、经济技术论证等方面，指导地块开发建设。

1) 现状分析方面：

① 对规划项目所在地区的自然气候条件进行调研分析，包括历年降雨、地形地貌、绿化植被、河湖水系及湿地等自然水体情况等内容。

② 对规划范围内的水文地质条件进行深入调研分析，包括地下水位高度、水质情况、地质剖面、土壤类型及其渗透性能、内涝灾害情况等内容，重点项目还应提前掌握规划地段地质勘探情况。了解上位规划情况及其要求，包括城市海绵分区要求、法定图则指标要求、城市排水分区情况、现有市政管网布局等内容。

库七七 www.kqqw.com 标准下载

2）竖向设计方面：

场地的竖向设计应尊重原有地形地貌地质，不宜改变原有排水方向。对包含建筑、道路、绿地等的场地进行竖向设计时，应统筹考虑自身产流及客水对建设场地的影响，综合设计场地排水系统方案。兼顾雨水重力流原则并尽量利用原有的竖向高差条件组织雨水流向，将雨水径流自高处的建筑屋顶经逐级降低的绿地系统汇入低处可消纳径流雨水的雨水设施。对最终确定竖向的低洼区域应着重明确最低点标高、降雨蓄水范围、蓄水深度及超标雨水排水出路。

3）平面布局方面：

设计不同下垫面的雨水径流路径，优化硬化地面与绿地空间布局，合理布局室外空间。校核控制性详细规划中提出的年径流总量控制目标，并进一步落实该指标（可增加绿色屋顶等指标），海绵城市控制指标可在多个地块之间统筹平衡与落实。尽可能保留天然水面、坑塘、湿地等自然空间，规划人工景观水体时优先选择现状高程低洼区。应明确工程型雨水设施的位置、占地和规模等内容。

4）主要控制指标复核：

① 明确主要经济技术指标，除原有用地面积、建筑面积、容积率、建筑密度（平均层数）、绿地率、建筑高度、停车位数量、居住人口等指标外，还应落实分解地块年径流总量控制率、雨水管网设计暴雨重现期、面源污染削减率等海绵城市强制性指标，因地制宜落实透水铺装率、绿地生物滞留设施比例、绿色屋顶率、不透水下垫面径流控制比例等引导性指标。

② 在初步方案确定后，应运用模型分析和评价的手段，进一步复核和优化上述控制指标的具体数值。

5）非常规水资源回用方面：

充分利用雨水、再生水资源作为绿化浇洒、洗车、水景等非饮用和非接触的低品质用水。设置雨水资源回用所需的雨水桶、回用池等回用设施，将其与市政再生水管网充分衔接，形成一个有机整体。

6）绿地系统方面：

绿地设计时应兼顾景观效果合理布置雨水花园、植草沟、雨水塘等雨水设施。依据不同的绿地类型、规模采用常规绿地与下沉式绿地结合布置方式，通过下沉式绿地适度消纳周边不透水场地的雨水径流；选择合适的本土植物配置，控制绿地表面的积水时间。

7）道路交通方面：

落实上位规划对道路项目海绵城市建设的有关要求，优化道路横断面设计，调整原有道路横坡和纵坡方向设计，确定道路控制点坐标、高程；将道路绿化隔离带及防护绿带设置为下凹式绿地，将雨水径流引入绿化带，适当设置雨水设施以削减道路径流量。有条件的地区，机动车道、非机动车道可采用透水沥青路面或透水水泥混凝土路面；人行道尽量设置透水铺装，地面停车场宜采用透水铺装。

8）雨水设施设计方面：

遵循保护优先原则，合理利用场地内原有的湿地、坑塘、沟渠等消纳径流雨水。可结合绿地、水体增设雨水塘、雨水湿地、渗井、蓄水池等工程型设施。编制单一小地块或城市更新地区的修建性详细规划时，因受空间限制等原因不能满足控制目标的，可与区域雨水设施布局相协调，通过雨水管渠系统，引入区域性的雨水设施进行控制。明确需要落实到绿地、公共空间等区域的非独立占地的雨水设施要求和要点。

3.1.2 成果形式要求

1）在说明书中，应分别在现状分析、规划设计方案、场地竖向、道路交通、绿地、给排水等章节增加海绵城市的相关内容；同时增加海绵城市建设专题或专项研究，详细说明径流控制目标，以及实现径流控制目标的雨水设施的类型、规模和布局等内容，并应采用模型模拟软件建立规划系统模型进行模拟分析以验证目标的落实。

2）在图纸中，应在现状图、规划总平面图、道路交通规划图、用地竖向规划图、单项或综合工程管线规划图等中落实海绵城市的相关内容，增加海绵城市相关设施的图示表达。根据需要增加场地汇水分区图、源头海绵设施图等专项图纸。

3.2 建筑与小区项目规划设计工作指引

3.2.1 主要目标和常见指标

1）建筑与小区类项目海绵城市建设目标为源头减排，实现中小降雨径流的就地消纳，控制面源污染，进行适度回用。

2）建筑与小区类项目海绵城市建设常见指标包括年径流总量控制率、面源污染削减率、透水铺装比例、绿色屋顶比例、生物滞留设施比例等。

3.2.2 规划设计要求

1）建筑与小区应合理利用场地内原有的湿地、坑塘、低凹地形和沟渠等，优化渗透、调蓄设施的场地布局，建筑物四周、道路两侧宜布局可消纳雨水径流的绿地，雨水口宜设置在绿地内，雨水口周边可利用植物对径流污染进行削减，雨水口内应设截污挂篮，并采用溢流排水的方式。

2）建筑物应充分考虑雨水控制与利用，地下室顶板和屋顶坡度小于15°的单层或

库七七 www.kqqw.com 标准下载

多层建筑宜采用绿色屋顶技术，无条件的宜采用雨水管断接或设置集水井等方式将屋面雨水引入周边绿地内小型、分散海绵建设设施，并宜通过植草沟、雨水管渠将雨水引入场地内的集中调蓄设施。

3）小区绿地的位置应结合竖向合理规划设计，在绿地内设置消纳屋面、路面、广场和停车场径流雨水的海绵设施，如下沉式绿地、雨水花园、旱溪、植草沟等；合理配置绿地植物乔灌草的比例，增强冠层雨水截流能力。

4）小区道路要优化路面与绿地的竖向关系，便于径流雨水汇入绿地内的海绵设施。可采用路缘石开口、降低绿地标高等措施，道路和停车场优先采用透水铺装。非机动车道的超标雨水应优先排入周边绿地；人行道、广场、露天停车场和庭院步道应尽量采用坡向绿地或者建设适当的雨水导引措施，使雨水流入绿地消纳。

3.2.3 常用技术措施

建筑与小区中适宜的海绵城市建设设施和技术措施因地域差异而不同，应因地制宜选用屋顶绿化、透水地面、下沉式绿地、生物滞留设施、植草沟、雨水调蓄设施、景观水体补给等。

3.3 道路项目规划设计工作指引

3.3.1 主要目标和常见指标

1）道路项目海绵城市建设应最大限度地增加滞蓄空间，通过绿色措施和灰色设施相结合控制初雨污染，削减径流总量和峰值流量。

2）道路项目海绵城市建设常见指标包括年径流总量控制率、面源污染削减率、透水铺装比例、生物滞留设施比例等。

3.3.2 规划设计要点

1）城市道路径流雨水应通过有组织的汇流和转输，经截污等预处理后排入道路红线内外的绿地内，并通过设置在绿地内的雨水渗透、储存、调节等海绵城市建设设施进行处理。海绵城市建设设施的选择应因地制宜、经济有效、方便易行等，结合道路绿化带和道路红线外绿地可优先设计下沉式绿地、生物滞留设施、人工湿地等。

2）人行道可采用透水地面，人行道与非机动车道间可设置下沉式绿化带，通过路缘石开孔，使两侧雨水汇集到绿化带中；人行道宜采用透水铺装，实现对径流总量的控制要求。雨水口可移至绿化分隔带内兼作溢流井，下渗雨水和超量径流通过溢流井流入市政雨水管渠系统。

3）城市道路红线外公共绿地设计标高低于人行道时，应根据道路坡向使红线内人行道径流、红线外径流汇入绿地中进行滞留与净化，宜结合周边地块条件设置前置塘、雨水湿地等设施，控制径流污染。当公共绿地设计标高高于人行道时，可在绿地下设置蓄渗模块，收集调蓄人行道径流和绿地径流。

4）城市道路濒临河道时路面径流宜通过地表漫流或暗渠等形式排入河道。为防止水体污染和河道冲蚀，宜在道路与河道之间设置植被缓冲带、雨水塘等措施，控制径流总量和峰值流量。

5）城市高架道路宜采用透水沥青铺装，当高架下绿化带具有较好的植被生长环境，且宽度较宽，可设置生物滞留设施，调蓄高架道路径流和周边道路雨水径流。若高架道路为立交形式，可结合立交桥附属绿地建设生物滞留设施。

3.3.3 常用技术措施

城市道路中适宜的海绵城市建设设施和技术措施，可采用透水地面、下沉式绿地、环保雨水口、截污雨水口、渗透管排放系统、生物滞留设施等。

库七七 www.kqqw.com 标准下载

1 广东省深圳市某区域海绵城市建设专项规划

1-1 某区域海绵城市建设规划说明

1 项目概况

1.1 区域位置

深圳市海绵城市试点区域位于深圳市西北部光明区凤凰城。该区域较完整覆盖了茅洲河的东坑水流域和鹅颈水流域，流域面积24.6km²，研究范围扩展至27.74km²，其中，城市建设面积16.39km²，生态区用地11.35km²，生态本底较好。



图1 试点区域范围图

1.2 示例性质

海绵城市建设专项规划（详细规划阶段）。

1.3 示例说明

本示例于2017年编制，于2019年根据国家试点区域建设进展进行了部分更新。

2 试点区域现状概况（部分略）

2.1 城市现状及发展定位

2.1.1 城市定位

试点区域的功能定位为珠三角区域交流及创新服务平台、深圳市创新型产业培育基地，以及光明区行政、商业、文化休闲及公共配套核心区。规划目标是建设国家新型城镇化试点，深化实践海绵城市的示范区，构筑宜居、宜业、宜人的田园理想城市。

2.1.2 社会经济

2.1.3 城市功能及分区

2.1.4 城市发展规划

2.1.5 建设形态

2.2 自然条件

2.2.1 自然地理

2.2.2 土壤地质

2.2.3 河湖水系

2.2.4 地质灾害等

2.3 城市涉水基础设施系统现状

2.4 水安全现状

2.5 水环境现状

2.6 水资源现状

3 试点区域海绵城市建设条件及需求分析

3.1 基础条件分析

3.1.1 发展建设概况

3.1.2 本底分析

1）降雨径流

2）土壤地质

3）地下水

4）河湖水系

5）排水管网

6）排水分区

区域内河流水系主要为鹅颈水和东坑水，根据试点区域内的河流水系、竖向高程、现状排水管渠系统可将试点区域划分为鹅颈水片区、东坑水片区、木墩河片区和茅洲河干流片区，如图2。其中，鹅颈水片区和东坑水片区面积占试点区域总面积94%以上。鹅颈水片区面积为16.12km²，东坑水片区汇流面积为7.11km²，根据试点区域内河流水系的位置、流向，结合地形分区、竖向规划、规划排水管网，将两个流域细分为74个三级排水分区。考虑到每个排水分区面积较小，且通常将1个地块或老城区划入2、3个排水分区的汇水范围，故将相邻的若干个排水分区合并成1个排水分区。合并后，试点区域划分为19个排水分区，如图3。

库七七 www.kqqw.com 标准下载



图2 试点区域片区划分图

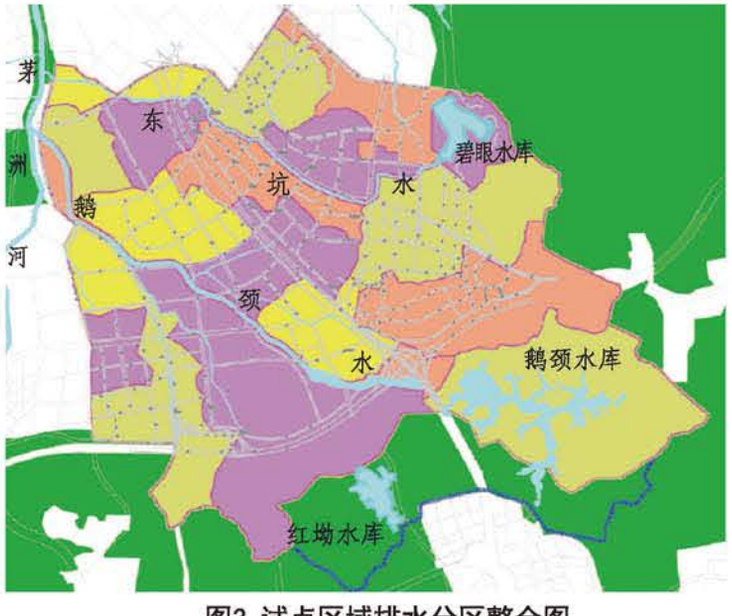


图3 试点区域排水分区整合图

7）城市排水能力及内涝风险评估

采用某水文模型对区域内现状排水管网进行排水能力评估。采用水动力模型对管网、河道和地表进行耦合模拟，对不同重现期下内涝风险进行评估。

8）海绵城市建设现状

试点区域内已开展海绵城市建设工程20余项，涉及市政道路、居住小区、公共建筑、公园绿地等类型。

3.2 问题及需求分析

3.2.1 存在问题

1）水安全方面

2015年，光明区经历了“5·11”、“5·20”和“5·23”三场特大暴雨,根据内涝调查的结果，试点区域现有6个易涝点,分布在塘明路塘家路口段、红坳市场、光明大道、观光路等处。主要原因是河道自身标准不足、沿河建筑物隐患和地面坍塌险情多、排水设施建设标准偏低、建成区高速开发建设严重破坏原有排水体系等问题。

2）水环境方面

试点区域内河道水质污染严重，东坑水和鹅颈水均存在污水入河现象，区域内管网大部分为分流制，但混流情况也比较严重，尤其是老城区。试点区域鹅颈水部分河段（广侨路至汇入口区段，4.14km，轻度黑臭）被列入了深圳市建成区黑臭水体治理清单。光明区环保水务部门组织排污口排查，在试点区域内共发现11个有水排放的排放口，其中2个有工业废水排入，主要污染物包括磷酸盐和重金属镉,其余为生活污水排放。

3）水资源方面

光明区本地常规水资源难以满足光明区的发展需求，缺口巨大。2020年光明区原水缺口高达1.92亿m^3/年,除充分利用本地水库水资源0.18亿m^3/年，以及引入外部水资源作为常规水资源开发外，必须注重非常规水资源的开发以减少引水量，包括雨洪资源、污水资源等，方可确保区域的可持续发展。

4）水生态方面

受早期城市建设管理理念和做法等历史原因制约，试点区域内重要河道的水生态遭到了一定程度的破坏。现状东坑水流经居住区、工业区、农业用地、公园等区域，河道驳岸以混凝土直立挡墙及石笼挡墙为主，河道硬质化严重，两岸绿化用地局限性较大，河岸形态及水流形态较为单一，下河台阶少。河道基本未采取生态及水利上的防护措施，沿岸部分农业用地及果林地对河道水质造成二次污染，河道沿线大部分地段杂草丛生，水土流失严重，植被凌乱，植物种类单一。

库七七 www.kqqw.com 标准下载

3.2.2 需求分析

1）提高城市水安全保障水平，全面提升防洪减灾应急能力

建立完善有效的排水防涝体系及工程布局，构建“渗、滞、蓄、净、用、排”雨水全过程管理的城市排水防涝系统，构建满足“5年～10年一遇”的雨水管渠系统及“50年一遇”城市内涝防治系统。

2）全面推进水污染治理，提升水环境质量

结合试点区域社会经济发展对水环境整治的需求，全力推进水污染治理防治，消除黑臭现象，构建区域一体化水环境基础设施体系，实现城市人口、资源、环境的协调发展。

3）落实节水优先，保障供水资源

随着经济社会快速发展、工业化和城市化快速推进、经济结构调整及人民生活水平提高，对供水总量、水质、供水保证率提出更高的要求，要加快水资源调蓄工程及非常规水资源利用建设，进一步提高供水保障能力，满足人民日益增长的用水要求。

4）恢复生态岸线，减少水土流失，改善生态环境

通过恢复生态岸线，增加地表植被，涵养水源，调节小气候，有效地改善生态环境，促进产业结构的调整。

4 规划总则

4.1 规划依据

4.1.1 法律、法规

1）《中华人民共和国城乡规划法》

2）《中华人民共和国水污染防治法》

3）《中华人民共和国水法》

4）《中华人民共和国防洪法》

5）《中华人民共和国河道管理条例》

6）《国务院办公厅关于推进海绵城市建设的指导意见》（国办发〔2015〕75号）

7）《国务院关于加强城市基础设施建设的意见》（国发〔2013〕36号）

8）《海绵城市建设绩效评价与考核办法（试行）》（建办城函〔2015〕635号）

9）《海绵城市专项规划编制暂行规定》（建规〔2016〕50号）

4.1.2 规范、标准、设计资料

1）《防洪标准》GB 50201-2014

2）《城市防洪工程设计规范》GB/T 50805-2012

3）《地表水环境质量标准》GB 3838-2002

4）《城市排水工程规划规范》GB 50318-2017

5）《室外排水设计标准》GB 50014-2021

6）《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》GB 50400-2016

7）《城市水系规划导则》SL 431-2008

8）《城市水系规划规范》GB 50513-2009（2016年版）

9）《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建（试行）》

10）《海绵城市建设评价标准》GB/T 51345-2018

11）《深圳市城市规划标准与准则》（2019年局部修订）

12）《低影响开发雨水综合利用技术规范》SZDB/Z 145-2015

13）《雨水利用工程技术规范》SZDB/Z 49-2011

14）《深圳市光明区低影响开发雨水综合利用规划设计导则》

15）《深圳市治水提质工作计划（2015-2020年）》

16）《深圳市排水（雨水）防涝综合规划》

17）《深圳市污水系统专项规划（2011-2020）》

18）《茅洲河流域（光明区）水环境综合整治工程技术方案》

19） 其他相关的法定图则、规划、设计文件等

4.2 规划原则

4.2.1 理念转变——生态为本、自然循环

改变传统思维和做法，对雨水径流实现由“快速排除”“末端集中”向“慢排缓释”“源头分散”的转变，综合运用渗、滞、蓄、净、用、排等措施，贯彻“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的治水思路，充分发挥山水林田湖对降雨的积存作用，充分发挥自然下垫面对雨水的渗透作用，充分发挥湿地、水体等对水质的自然净化作用，努力实现城市水体的自然循环。

4.2.2 系统实施——因地制宜、回归本底

坚持问题导向与目标导向相结合，因地制宜地采取“渗、滞、蓄、净、用、排”等措施。加强规划引领，因地制宜确定海绵城市建设目标和具体指标，完善技术标准规范。综合考虑自然水文条件、土壤状况、原有排水系统基础等因素，坚持因地制宜、因地施策。以规划确定的排水片区为单元全面推进海绵城市建设工作，重点结合城市道路、公园绿地、建筑小区和市政设施等建设项目统筹推进。

4.2.3 协同推进——规划引领、强化管控

海绵城市建设系统性、综合性、创新性强，应注重海绵城市建设各相关部门的统筹和协调。加强规划、财政、建设、环保等部门的联动推进、紧密合作，带动社会力

库七七 www.kqqw.com 标准下载

量和投资形成合力，共同推动试点区域海绵城市建设工作，主动示范PPP模式,吸引社会资本广泛参与海绵城市建设。

4.2.4 注重管理——政策保障、过程管理

利用深圳市的机制体制优势和深化改革的机遇，构建规划建设管控制度、投融资机制、绩效考核与奖励机制、产业发展机制等，推动海绵城市工作的规范化、标准化、制度化，保障长效推进。同时综合采用工程和非工程措施提高低影响开发设施的建设质量和管理水平，提高海绵施工质量，消除安全隐患，保障公众及建筑物安全。

4.2.5 功能与景观相结合

推广绿色雨水基础设施，统筹发挥自然生态功能和人工干预功能，实施源头减排、过程控制、系统治理；在规划设计中要重视和兼顾景观效果，实现环境、经济和社会综合效益的最大化。

4.2.6 绿色与灰色相结合

通过源头减排、过程控制和末端处理等措施，优先利用绿色雨水基础设施，并重视地下管渠等灰色雨水基础设施的建设，绿色与灰色相结合，综合达到排水防涝、径流污染控制、雨水资源化利用等多重目标。

4.3 海绵城市建设目标与指标

为推进海绵城市建设，根据试点区域水生态、水环境、水安全和水资源现状和评价，以及海绵城市建设情况，结合已经编制的相关规划，按照科学性、典型性并体现试点区域自然本地特征的原则,依据《海绵城市建设评价标准》GB/T 51345-2018等国家相关标准和政策要求，参考深圳市相关研究成果，确定了凤凰城海绵城市建设的六大类共18项指标。

表1 试点区域海绵城市建设指标体系一览表

考核类别	考核指标	目标	性质
水生态	年径流总量控制率	70%	定量（约束性）
	生态岸线的恢复	100%	定量（约束性）
	城市热岛效应	夏季（按6月～9月）日平均气温不高于同期其他区域的日均气温	定量（鼓励性）
	天然水域面积保持程度	不得低于现状值（现状天然水域面积1.24km^2，占试点区域研究范围的4.46%，蓝线保护面积4.82km^2）	定量（约束性）
水环境	水环境质量	不低于水环境功能区划确定的水质标准，地表水体水质达标率达到100%	定量（约束性）
	污染控制	基本建成雨污分流系统；雨水直排或合流制管渠溢流进入城市内河水系的，采取生态治理后入河；径流污染物削减率（以SS计）不低于60%	定量（约束性）
水资源	污水再生利用率	≥30%（含生态补水），其中替代城市自来水供水的水量达到15%	定量（鼓励性）
	雨水资源利用率	≥3%（替代自来水的比例）	定量（鼓励性）
	管网漏损控制	供水管网漏损率不高于12%	定量（鼓励性）
水安全	防洪标准	“50年一遇”，防洪堤达标率100%	定量（约束性）
	内涝防治标准	“50年一遇”	定量（约束性）
	饮用水安全	饮用水源达到现行国标《地表水环境质量标准》GB 3838中规定的Ⅲ类标准	定量（约束性）
制度建设	规划建设管控制度	制定海绵城市建设的规划（土地出让、两证一书）、建设（施工图审查、竣工验收等）方面的管理制度和机制，在试点区域率先试行	定性（约束性）
	技术规范与标准建设	制定较为健全、规范的技术文件，保障海绵城市建设的顺利实施	定性（约束性）

库七七 www.kqqw.com 标准下载

续表1

考核类别	考核指标	目标	性质
制度建设	投融资机制建设	制定海绵城市建设投融资、PPP管理方面的制度机制，在试点区域率先试行	定性（约束性）
	绩效考核机制	1. 对于吸引社会资本参与的海绵城市建设项目，须建立按效果付费的绩效考评机制、与海绵城市建设成效相关的奖励机制等； 2. 对于政府投资建设、运行、维护的海绵城市建设项目，须建立与海绵城市建设成效相关的责任落实与考核机制等	定性（约束性）
	蓝线、绿线划定与保护	划定蓝线、绿线并制定相应管理规定	定性（约束性）
	产业化	制定促进相关企业发展的优惠政策等，在试点区域试行	定性（鼓励性）
显示度	连片示范效应和居民认知度	60%以上的海绵城市建设区域达到海绵城市建设要求，形成整体效应；试点区域实现“小雨不积水、大雨不内涝、水体不黑臭、热岛有缓解”的绩效	定性（约束性）

5 海绵城市建设总体思路与策略

5.1 问题导向

试点区域存在内涝和黑臭水体等突出问题，如表2、表3所示。

针对城市内涝问题，应落实《深圳市排水（雨水）防涝综合规划》要求，从雨水径流控制、雨水管网系统建设、竖向调整、雨水调蓄、雨水行泄通道建设、内河水系治理等方面构建完善的排水防涝系统。

针对黑臭水体问题，应根据住房和城乡建设部颁布的《城市黑臭水体整治工作指南》，按照“控源截污、内源治理；活水循环、清水补给；水质净化、生态修复”的技术路线具体实施。

表2 试点区域现状内涝点及其成因分析表

编号	易涝点位置	影响程度	成因分析
1	光明大道（高速桥底至观光路）	内涝面积5000m²，积水深度0.4m，持续时间3h	排水系统不完善，垃圾、树叶堵塞雨水口
2	观光路与邦凯二路交界处	内涝面积1000m²，积水深度0.4m，持续时间4h	周边地块开发，市政管道刚建成，管养不到位
3	公园路公安局门前路段	内涝面积500m²，积水深度0.3m，持续时间2h	排水管网不完善，低点处雨水管网未布设
4	长凤路红坳市场	内涝面积1500m²，积水深度0.3m，持续时间4h	道路地势较低，道路排水管网不完善
5	东长路（光侨路-长凤路）	内涝面积3000m²，积水深度0.6m，持续时间4h	地势低洼
6	塘明路塘家路段	内涝面积1000m²，积水深度0.3m，持续时间1h	路面太低，无排水沟

表3 试点区域黑臭水体情况一览表

黑臭水体名称	长度	汇水范围	黑臭级别	黑臭成因分析
鹅颈水（光侨路-茅洲河干流）	4.14km	9.52km²	轻度	污水管网和截污不完善、水体底泥淤积

库七七 www.kqqw.com 标准下载

5.2 目标导向

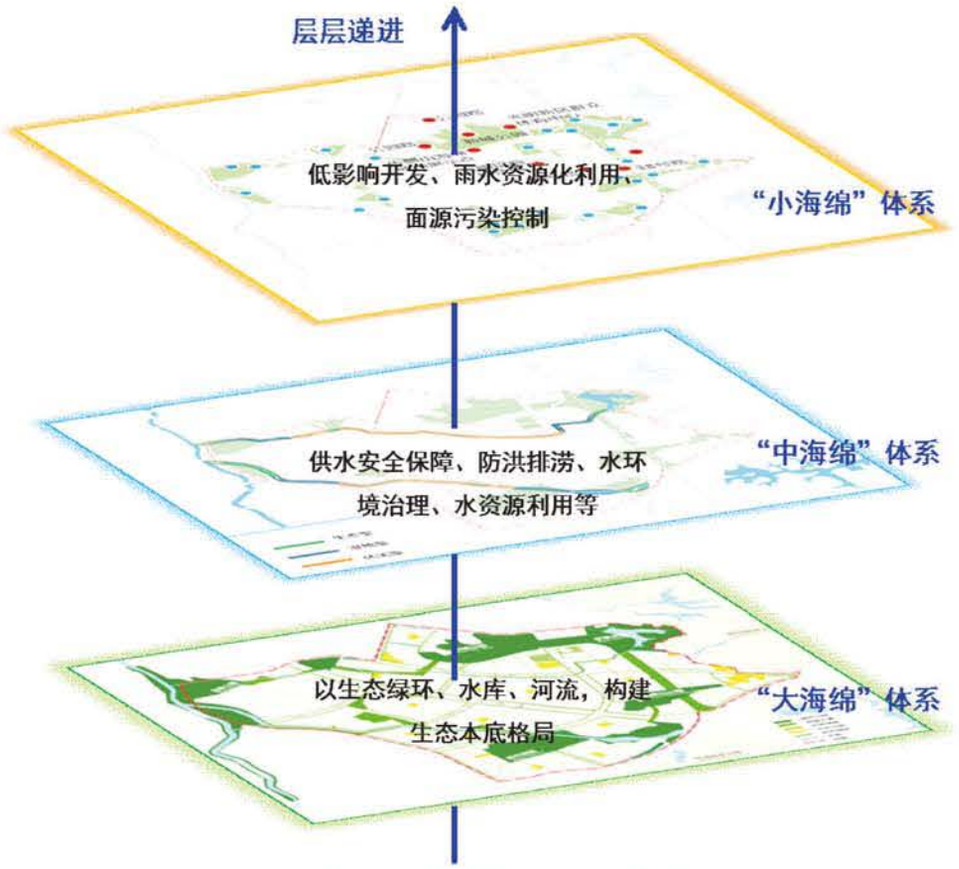


图4 试点区域海绵城市建设总体思路

试点区域率先转变城市发展理念，以规划为先导，通过海绵城市建设实现城市建设与生态保护和谐共存，构建“山水林田湖”一体化的“生命共同体”，在不同城市发展尺度上，集成构建大、中、小三级海绵城市体系。

以生态绿环、水库、河流为生态本底，保障高比例的生态用地，构建试点区域生态安全格局的“大海绵”体系；统领试点区域涉水相关规划，从安全保障、防洪排涝、水污染治理、水资源等方面，构建试点区域水安全保障度高、水环境质量提升、水资源丰盈的“中海绵”体系；落实低影响开发建设理念，源头削减雨水径流量、峰值流量，控制雨水径流污染，构建具备恢复自然水文循环功能的“小海绵”体系。通过不同层级海绵体系的层层递进，共同助力试点区域海绵城市建设。

5.2.1 试点区域生态保育和修复得以强化：强化保育和修复，系统打造山体绿地、公园绿地、道路绿地、河流湿地等生态网络系统。

5.2.2 试点区域城市建设区低影响开发达到国内领先水平：发挥建筑、道路、公园绿地对雨水的吸纳、蓄渗和缓释作用。

5.2.3 试点区域城市水安全得以提升，区域排水防涝、防洪能力得到有效提高：按照“源头治理、过程控制、系统治理”的技术理念，安排源头建设项目径流控制设施、城市排水管渠和设施、内涝防治设施，并与防洪河流综合整治工程相结合，保障水安全。

5.2.4 试点区域河流水质得到有效改善，水污染治理工作取得阶段性成果：通过控源截污、内源治理、水质净化、生态修复、再生水补水的综合运用，完成黑臭河道治理并建成生态河流。

5.2.5 试点区域水资源得以保障，非常规水资源利用率提升，节水工作实质性推进。

5.2.6 试点区域河流生态得以改善，实现“河畅、水清、岸绿、景美”。

5.3 规划思路

试点区域海绵城市建设规划主要从水生态、水安全、水环境、水资源角度出发，构建海绵城市规划体系，系统实现海绵城市建设目标。

5.3.1 水生态规划：识别生态绿环、河湖水系、湿地等重要生态节点，保障区域生态空间，落实低影响开发建设理念，源头控制雨水径流，修复自然水文和水生态系统。

5.3.2 水环境规划：开展河道、岸线生态修复，提升水系生态修复能力及水环境容量，从点源污染控制和面源污染控制出发，明确污水处理厂、管网布局，水质目标及面源污染控制目标和策略。

5.3.3 水安全规划：从城市防洪排涝安全出发，开展内涝点治理等，构建城市水安全工程体系。

5.3.4 水资源规划：分析用水量需求，从再生水利用、雨水资源化利用出发，提出切实可行的水资源利用方案。

库七七 www.kqqw.com 标准下载

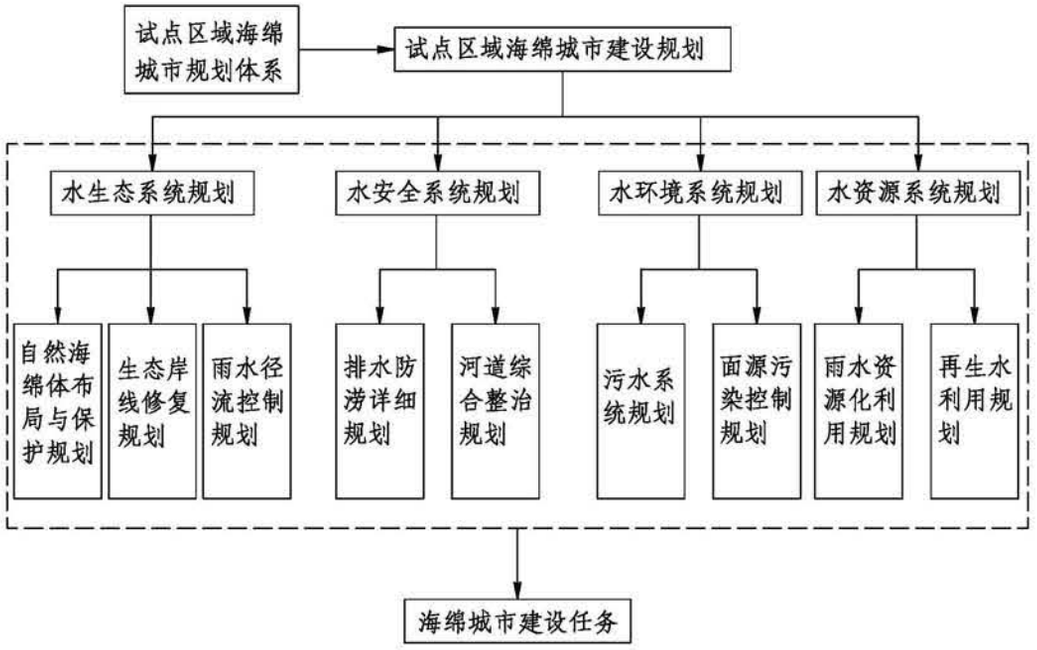


图5 试点区域海绵城市建设规划思路图

6 海绵城市源头管控详细规划

6.1 年径流总量控制率指标分解

试点区域年径流总量控制率目标为70%,对应设计降雨量为31.3mm。试点区域雨水径流控制紧扣“海绵城市”建设总体目标，尽可能采用源头设施分散控制。通过构建试点区域的水文模型，结合试点区域周边雨量站降雨资料，分类反复分解试算项目海绵城市控制指标，评估及验证控制指标的可行性。

6.1.1 指标分解思路

通过采用低影响开发建设模式，在各类建设项目中合理布局海绵设施，从而实现各类建设项目年径流总量控制率控制目标，进而实现试点区域总体目标。

海绵城市指标分解流程如图6所示，在将年径流总量控制率指标分解到地块时，依据地块的用地类型和建设状态进行了分类处理，具体流程如下。

1）地块划分

按照地块规划及现状建设情况将地块先分为新建项目、改造项目及现状保留项目。其中，新建项目和改造项目为开展径流控制的重点项目，现状保留项目不作为径流控制项目。在每个类别中，再依据各地块的用地性质，将地块分为居住类、公共建筑类、道路广场类、公园绿地类等。

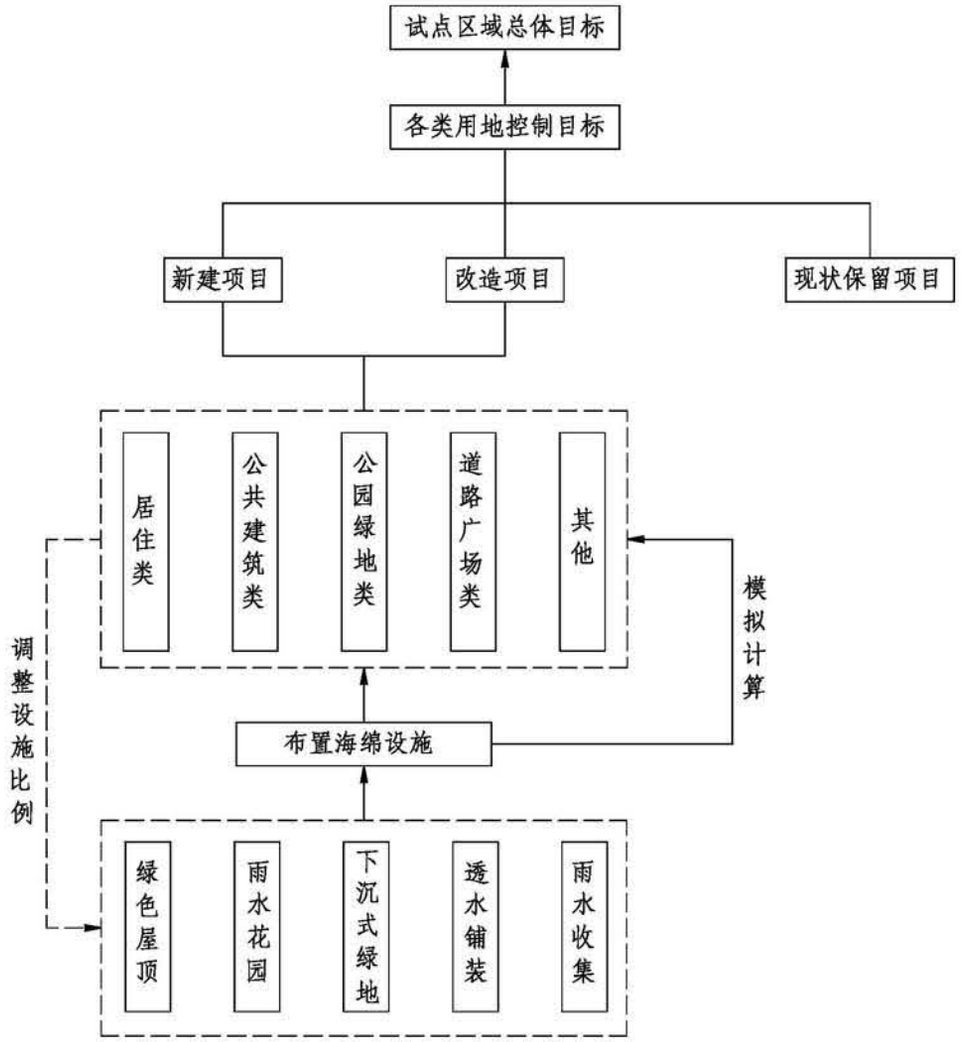


图6 指标分解流程图

2）初次设定年径流总量控制指标

在地块分类的基础上，初次设定各个地块的年径流总量控制率指标。其中，新建项目指标设定较高，改造项目指标设定较低，并结合水专项课题研究成果进行了优化。

3）布置海绵设施

库七七 www.kqqw.com 标准下载

基于地块设定的目标，根据各类用地的下垫面分布特点（建筑屋面、绿地、铺装等），布置绿色屋顶、下沉式绿地、透水铺装等。模拟评估布置的低影响开发设施是否满足地块目标，并优化设施布置。

4）调整径流控制目标

基于构建的试点区域水文模型，模拟评估各类型地块初步设定的目标是否达到区域径流控制总体目标。如果不达标，需反复调整和优化，然后得到各地块合理的年径流控制率。

5）模型输出

经模型模拟评估并优化后，得到各个地块的年径流总量控制率指标，作为各地块控制刚性指标，从而实现源头控制目标。

6.1.2 模型构建

1）此模型主要用于光明试点区域径流控制规划方案的评估，辅助年径流总量控制率指标的分解。由于本次规划年径流总量控制率尽量在源头实现，即为建筑小区、市政道路、公园绿地等建设项目雨水径流源头控制的主要指标，因此，模型不包含水体等。

2）结合试点区域的现状及规划建设情况，本次模型构建面积约16.53km^2，汇水区959个，管段962段，节点1016个。

3）模型参数主要包括水文、水力参数。其中，汇水区面积、管段长度、管径、高程等参数可以直接通过图纸获取，曼宁系数、洼蓄量等需要率定。

4）规划采用修正莫尔斯分类筛选法作为模型参数局部灵敏度分析方法，分析各参数的局部灵敏度，采用人工试错法，反复调整参数取值直至模拟结果与实测结果相吻合。

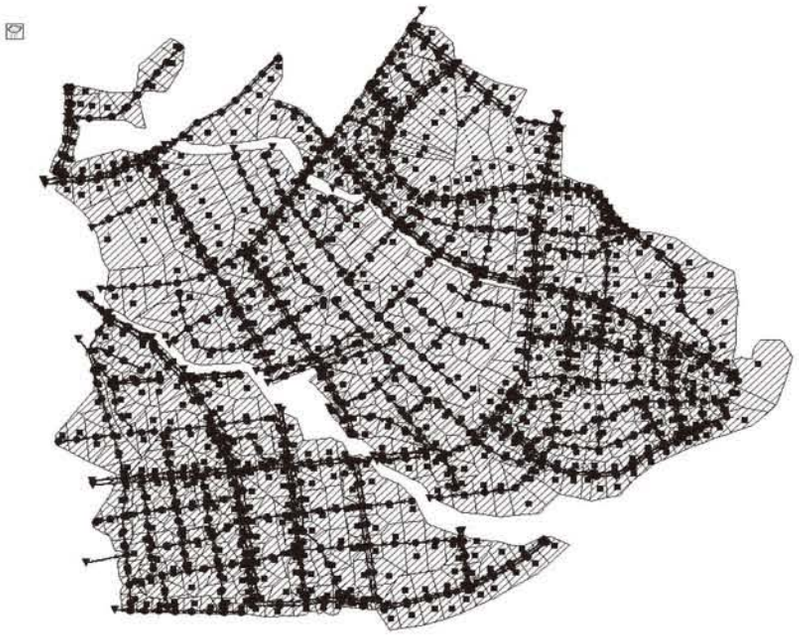


图7 试点区域模型（SWMM）界面图

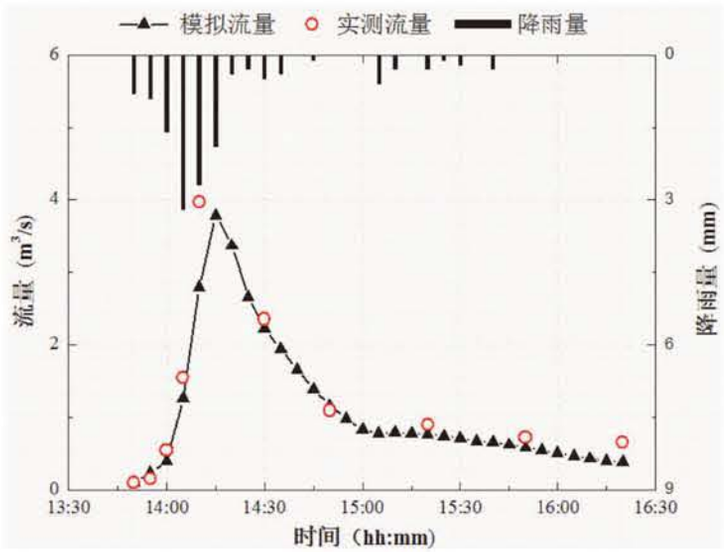


图8 模型水量参数的率定图

库七七 www.kqqw.com 标准下载

6.1.3 指标分解

1）根据以上思路，经模型反复调整和验证，试点区域各类地块年径流总量控制率指标分解如表4所示，并作为试点区域地块出让的强制性控制指标。

表4　年径流总量控制率指标分解结果一览表

土地利用类型	用地代码	年径流总量控制率	设计降雨量（mm）
商业服务业设施用地	C	70%	31.3
绿地	G	85%	52.2
行政用地	GIC	71%	31.5
工业用地	M	61%	23.8
居住用地	R	72%	33.2
主干道	S	63%	25.4
次干道		61%	23.8
快速路		36%	10.2
停车场	S	59%	22.4
公用设施用地	U	59%	22.4

2）对于试点区域内面积较小的旧工业区及旧居住区，根据用地类型，在进行改造时，其年径流总量目标在上述指标的基础上下降5%～10%。对于试点区域内部的新建设项目，需严格执行年径流总量控制率目标，以保证试点区域总体目标的实现。

6.2 年径流污染削减率指标分解

6.2.1 试点区域面源污染控制目标采用年径流污染削减率指标表征，与年径流总量控制率指标同步实现，主要是通过源头减排设施布置的调整以及优化源头减排设施的类型实现对面源污染的控制。面源污染控制目标以SS和COD削减率计。

6.2.2 通过在各类建设项目中合理布局源头减排设施，实现径流量控制的同时对面源污染实现净化处理，进而实现试点区域面源污染控制指标。

6.2.3 年径流污染削减率目标的分解思路同年径流总量控制率目标分解思路。

6.2.4 模型构建

模型构建详见年径流总量控制率指标分解章节。

1）模型中水质参数主要为各类下垫面的累积和冲刷参数的率定。本方案将下垫面类型划分为路面、屋面和绿地三类，每个用地根据开发建设情况赋予不同比例的下垫面类型，从而对不同下垫面类型的累积和冲刷参数进行率定，从而保证模型水质模拟的可靠性。

2）以试点区域内广深港高铁站门户区东坑水排放口作为水质监测点，选取暴雨、大雨和中雨3场不同场次降雨水质取样化验数据进行水质参数率定。

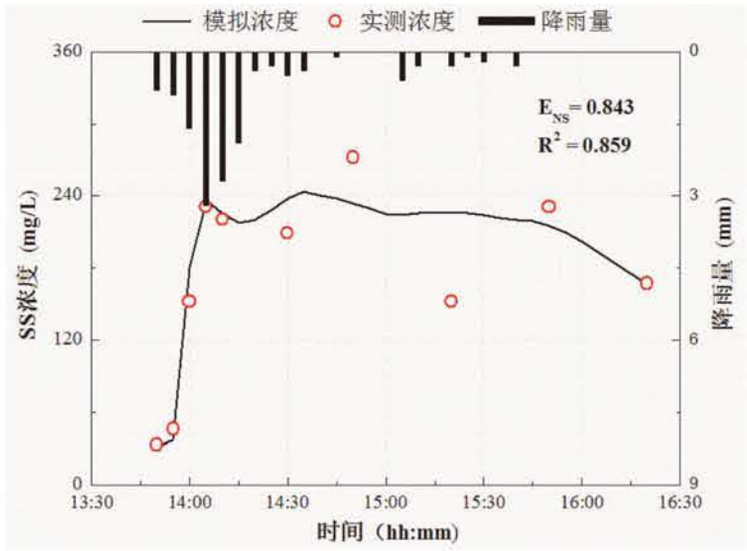


图9 模型水质参数率定图

6.2.5 指标分解

1）经模型模拟，传统开发条件下，试点区域年SS和COD排放量分别为954.11t和263.67t。通过海绵城市建设，分散布置低影响开发设施，实现年径流总量控制率目标控制的同时，有效削减面源污染物。本规划方案将面源污染物削减率指标分解至各个地块，实现“地块-排水分区-流域”污染物的削减，如表5所示。

2）经模型模拟，对不同地块赋予其削减率指标后，试点区域年SS和COD排放量分别为524.89t和142.38t，有望实现45%的SS削减率和46%的COD削减率。此外，结合试点区域内河道综合整治、水生态修复、湿地建设，将进一步实现径流污染削减率60%的目标。

库七七 www.kqqw.com 标准下载

表5　年径流污染削减率指标分解一览表

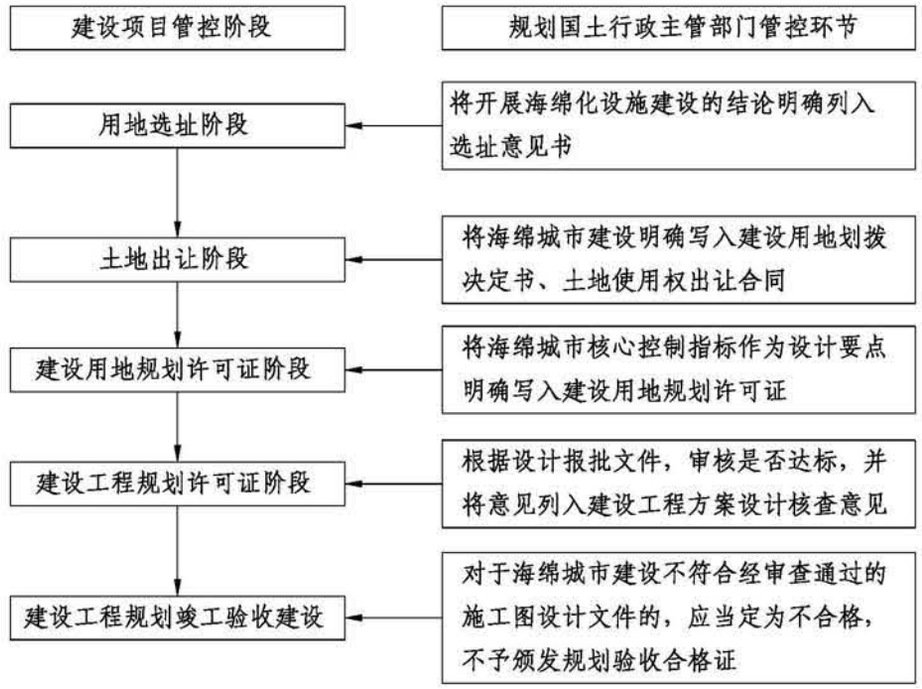
土地利用类型	用地代码	SS削减率	COD削减率
商业服务业设施用地	C	45.10%	47.19%
绿地	G	92.16%	92.01%
行政用地	GIC	44.01%	45.33%
工业用地	M	41.82%	42.65%
居住用地	R	48.53%	50.38%
主干道	S	42.74%	43.76%
次干道		40.62%	41.57%
快速路		5.80%	5.64%
停车场	S	38.22%	39.09%
公用设施用地	U	35.77%	34.75%

6.3 管控要求

6.3.1 结合法定图则修编及城市更新规划，将所在分区的径流总量控制目标、径流污染控制目标分解到建筑与小区、道路与广场、公园绿地等地块的指标，并纳入地块规划控制指标。

6.3.2 将年径流总量控制率、径流污染削减率等指标作为规划许可的管控条件，纳入规划国土行政主管部门的建设项目规划审批程序，引导和鼓励建设项目与主体工程同时规划、同时设计、同时施工、同时使用海绵设施。

6.3.3 结合现有建设项目审查审批工作要求，发改、环保、建设、水务等部门按照自身职责分别对海绵城市管控指标进行审核（管控流程详见图10）。



注：此为2017年管控流程，后根据“深圳90”改革有所调整。

图10 建设项目规划管控技术路线图

7　海绵措施详细规划

7.1 自然海绵体布局和保护详细规划

基于海绵基底现状空间布局与特征，构建试点区域海绵骨架格局，保障试点区域海绵骨架结构；合理识别需要重点保护和修复的海绵基底，确定其空间位置及相应保护及修复要求。

7.1.1 自然海绵体空间布局

1）试点区域隶属珠江口-茅洲河平原水系生态系统上游区域，位于多条蓝绿廊道交汇处，是沟通区域山水资源的重要环节，生态区位优越，保护价值高。试点区域将打造“光明绿环”项目，串联起试点区域内的山、水、田园等自然海绵体，建构凤凰城的“翡翠项链”，成为打造海绵城市的重要载体。

库七七 www.kqqw.com 标准下载

2）“光明绿环”作为城市生态系统包围下的生态敏感带，是城市区向周边生态腹地过渡的媒介，需注重在城市发展过程中对绿环的生态保护。



图11 海绵空间管控规划图

3）“光明绿环”项目总用地面积约381hm^2，全长12km，由湿地公园、新城公园、碧眼水库、麒麟山公园、都市田园等大型绿地形成基本斑块，沿东坑水、鹅颈水和高铁绿廊形成连接廊道，与光明森林公园、观澜森林公园等基质相连，形成“光明绿环”的基本框架。

7.1.2 绿地系统规划

1）把区位相邻或相关的两个公园看作统一整体定位规划，使其生态效应成倍发挥；结合现有水系，完善海绵城市生态基础设施，形成“生态环”。

2）根据绿地功能和等级，将凤凰城绿地依次分为城市公园、线性廊道、林荫大道、社区公园和社区街道绿化。绿环内包括所有城市公园、线性廊道和少部分社区公园、林荫大道和社区街道绿化。

表6 绿地系统分级规划内容一览表

绿地等级	面积（hm^2）	规划内容
城市公园	207.42	13个特色鲜明的公园成为绿环的主要斑块，使绿环功能复合多样。以800m作为城市公园的服务半径，基本可覆盖凤凰城所有社区，为市民提供休闲好去处
线性廊道	58.41	通过滨水绿廊和高铁沿线绿廊将各公园联系起来，形成完善的绿环空间体系。 高铁沿线绿廊：包括高铁沿线绿地，北至碧眼水库，南至麒麟山；滨水绿廊：包括鹅颈水和东坑水沿线绿地
林荫大道	1.13	位于城市交通性道路和主要生活性道路两侧，串联各个公园，形成纵横交错的线性绿网格局
社区公园	5.17	按照服务半径500m布置社区公园，形成完善的社区公园绿地系统，满足居民的日常生活需求
社区街道绿化	—	重要生活性道路两侧的建筑控制线后退道路红线5m～20m，为社区提供线性活动空间。打造宜人的街道环境，使绿环渗透各个社区

7.1.3 水系保护规划

试点区域范围内涉及2条河流、3座水库，划定蓝线内总面积约4.82 km^2。

表7 河道蓝线控制一览表

河流名称	防洪标准（年）	河道长度（km）	蓝线控制最小宽度（m）	蓝线内面积（m^2）
鹅颈水	50	6.12	15	350836
东坑水	50	4.88	15	268944

表8 水库蓝线控制一览表

水库名称	水库类型	蓝线内面积（m^2）	备注
鹅颈水库	小（1）型， 一级水源保护区	2549116	正常水位外延200m
碧眼水库	小（2）型	497557	集水范围
红坳水库	小（2）型	1149824	集水范围

库七七 www.kqqw.com 标准下载

7.1.4 生态修复规划

1）对于麒麟山、智慧公园一带，因开发建设，现状山体原生植被部分遭到破坏，土地裸露，容易发生水土流失并增加洪水灾害发生的可能性。因此，山体区域的建设策略为植被修复，尽量使用乡土植被及树种，并最大程度保留并恢复地形原貌。

2）对于新城公园、碧眼水库一带，应进行生态保育工作，严禁开发建设等破坏。

3）在鹅颈水、东坑水汇入茅州河的交汇处，营造人工湿地来调蓄、过滤、净化基地内收集的雨水、污水，同时作为野生动植物的栖息地。

4）在都市农田区域建设蓄水池，通过农田附近的生态草沟、雨水花园（生物滞留设施）及滞留塘收集雨水并初步过滤后输送进入蓄水池，以用于田间灌溉。

7.2 排水防涝详细规划

7.2.1 规划标准

1）雨水管渠、泵站及附属设施规划设计标准

根据《深圳市排水（雨水）防涝综合规划》，试点区新建雨水管渠、泵站及附属设施规划设计标准为5年一遇，高铁站及周边区域为10年一遇。

2）内涝防治标准

内涝灾害标准：道路积水时间不超过30min，积水深度不超过15cm；或下凹桥区积水时间不超过30min，积水深度不超过27cm。

内涝防治设计标准：试点区内涝防治设计重现期为50年，即通过采取综合措施，有效应对不低于50年一遇的暴雨。

3）与防洪标准的衔接

采用同频率衔接方式，即50年一遇降雨遭遇河道50年一遇防洪水位设计内涝防治设施。

7.2.2 模型构建

规划应用某水文模型辅助防涝规划设计，该模型由一维、二维、内涝等模块构成，并为不同模块之间提供了有效的动态连接方式，使模拟的水流交换过程更接近真实情况。

7.2.3 排水能力和内涝风险评估

1）设计暴雨

通过对深圳市近50年来的气象降雨资料进行整理和分析，结合试点区域所在流域的降雨特征，推求出不同重现期下的短历时和长历时设计暴雨。

2）下垫面解析

采用ArcGIS空间分析技术，对不同下垫面的矢量进行分类和切割，形成不同的图层数据，并为不同类型下垫面的不透水比例赋值。

表9 下垫面解析结果一览表

下垫面类型	面积（km^2）	占比	综合流量径流系数
道路	0.81	2.90%	0.90
铺装	6.39	23.9%	0.90
绿地	14.20	51.8%	0.20
屋顶	2.22	8.10%	0.90
水体	1.60	5.8%	1.0
裸土	2.20	8.0%	0.30

7.2.4 排水能力及内涝风险评估

研究区域内的现状雨水管渠，其按重力流设计，总长为52.5km。采用模型对区域内现状排水管网系统进行评估，分析管网系统的实际排水能力。若模拟结果显示管道出现超载，即管道内形成压力流，则认为该雨水管道不满足相应的重现期标准。分别采用 1年一遇、2年一遇、3年一遇和5年一遇的2h典型暴雨作为边界条件，利用模型进行管网排水能力评估。

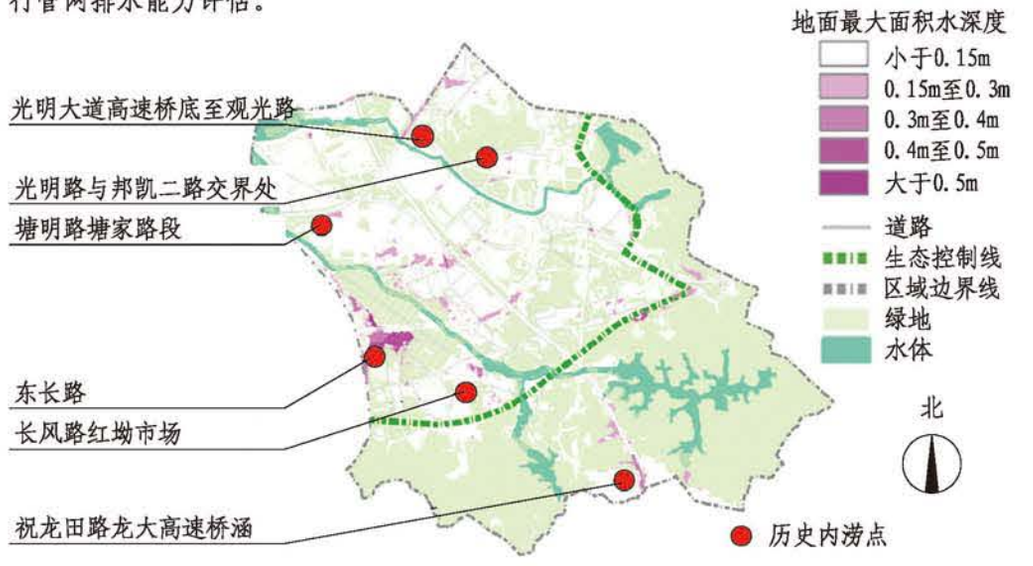


图12 内涝风险评估与现状内涝点对比图

采用模型对规划条件下的管网、河道和地表进行耦合模拟，确定城市内涝的范围及程度，对50年一遇的暴雨条件下城市的内涝风险进行评估。在结果分析中，以地面积水15cm以上、持续时间超过30min的区域作为内涝风险区加以识别。同时，与水务

库七七 www.kqqw.com 标准下载

部门提供的历史内涝点记录进行对比与校核。基于现状评估的结果，对区域的排水防涝系统提出综合整治方案。以高管网排水能力标准，消除系统中的排水系统瓶颈，保证区域内涝防治能力达到50年一遇。

7.2.5 规划方案

1）基于模型平台耦合管网水力模型与二维地表模型，管网排放口水位衔接东坑水和鹅颈水河道综合整治50年一遇设计水面线，构建排水防涝综合模型。

2）规划对区域的排水系统进行完全分流制改造。结合城市建设与城市更新，对现状合流管道逐步改造，规划远期实现完全分流制排水。至规划末期，区域内新建管网83.3km，管网设计标准为5年～10年一遇。同时，将应对现状内涝风险点的管网改造工程列入近期整治计划优先实施。

3）通过对排水管网的新建和改造工作，规划区域的内涝防治能力将得到有效提高，满足50年一遇暴雨条件下不发生内涝灾害的标准。通过模型评估，在规划条件下遭遇50年一遇暴雨的内涝模拟情景下，建成区内的主要内涝风险点均得到消除。

7.3 河道综合整治详细规划

7.3.1 设计标准

1）防洪工程设计标准：

堤防工程按照《水利水电工程等级划分及洪水标准》SL 252-2017及《堤防工程设计规范》GB 50286-2013规定，对规划标准进行复核调整，确定相应的河道防洪标准为50年一遇，堤防等级为2级。

2）水质改善工程治理标准：

完善截污系统，保证旱季100%污水收集进入污水处理厂或附近污水干管。

3）堤岸覆绿及文化景观工程标准：

蓝线范围内（河道、滞洪区）进行绿化，对驳岸进行生态化改造，提高河道的亲水性、观赏性和城市休闲功能；将滞洪区建设成为河口水功能综合区，发挥其防洪削峰、调蓄处理、湿地景观、休闲娱乐的综合水功能。

7.3.2 东坑水综合整治规划

河道综合整治包括四个方面：第一是对现状已经成型的河道进行清淤疏浚，保证防洪达标；第二采用截污治污（主要为完善点截污）、生态补水改善河道水质，满足茅洲河干流水质标准；第三对东坑水碧眼水库至光侨路段河段揭盖开放并进行生态化整治；第四对已经成型的河道堤防、驳岸进行生态软化、形式丰富、空间多种利用及交通联系贯通等多功能的改造，使东坑水不仅满足防洪基本功能，而且与城市建设、发展融为一体。

根据各河段的场地环境及功能需求，在不同的河段采用不同的设计理念和手法。根据东坑水两边用地及河道本身的断面形态，将河道驳岸空间分为两种方式塑造。

1）矩形河道驳岸：

矩形河道驳岸主要体现在光明区新城中心（光侨路-31号路），结合河道行洪、水质等要求，削减直立墙高度，减少河道空间压抑感；右岸紧邻观光路，保留现有的沿河步道和绿化带；左岸沿河设置步道、亲水平台，局部点开挖停留空间，从整体上打造城区段滨水空间。

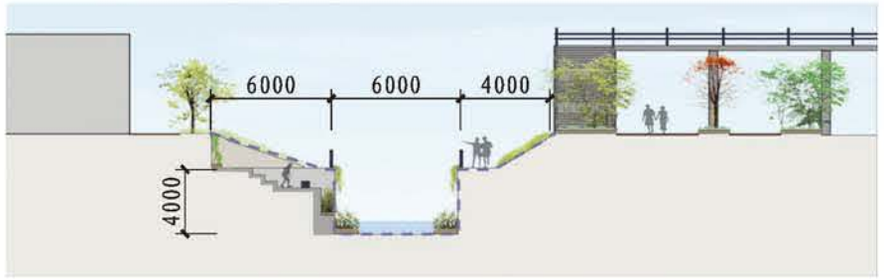


图13 矩形河段断面生态化改造图

2）梯形河道驳岸：

① 梯形河道驳岸主要体现在河道中游段（31号路-东明大道），创造为周边居民提供的滨水植被空间，让人们亲近河流、感受河流。在现状河道断面的基础上，拓宽河道，一种是台地式退让，结合地形设计亲水台地；一种是改变现状硬质的驳岸为绿坡，让人们更易亲近河流。

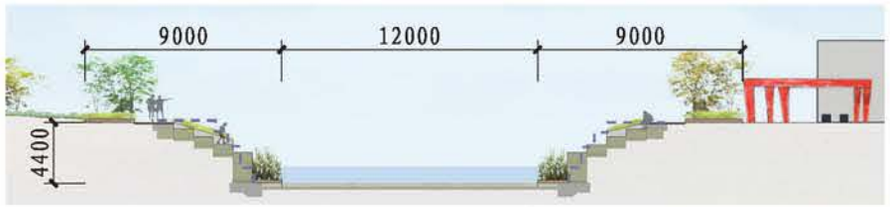


图14 梯形河段断面生态化改造图

② 河口水功能综合区建设包括滞洪区、自然湿地、华星光电人工湿地、调节池等，水功能综合区集人工湿地、自然湿地、滞洪区、初雨调蓄水池、河流等多水体形态于一体，在满足滞洪调蓄、水质净化功能的同时，为周围居民提供休闲娱乐的空间。

库七七 www.kqqw.com 标准下载

7.3.3 鹅颈水综合整治规划

1）河道堤防规划:

基本保持现状河道平面走向，堤防设计结合规划须满足形成以河道为主体的城市绿廊的要求，结合河道防洪断面要求、两岸用地条件及河道蓝线，将河道现状堤防向外偏移至河道蓝线附近，形成两岸真正绿道体系。

治理河道总长约5.6km，堤防总长约11.5km。河道断面形式以梯形为主,局部结合两岸用地条件采用复式和矩形断面，河底宽10m～20m，纵坡1/1000～5/1000。

2）滞洪区规划:

① 鹅颈水蓄滞洪区位于鹅颈水下游河口左岸,可利用土地总面积12.72万m^2,其中河道占地面积3.53万m^2。

② 蓄滞洪区的功能定位为茅洲河流域防洪安全储备，考虑充分发挥其雨洪利用、水质净化和生态湿地、城市休闲公园、绿地氧吧等综合性多功能效益，平时以水域、公共休闲设施为主，建设雨洪利用区和绿地系统，形成内湖水面面积35000m^2,绿地面积72200m^2。受河道水质条件限制,内湖与河道之间设隔离堤,隔离堤堤顶高程为13.30m，调蓄湖的正常蓄水位为11.50m，其雨水利用的最低水位为11.00m，湖底高程为10.00m，进水口门的堰顶高程为12.30m。蓄滞洪区内不作居住等功能用地，区域内风险损失小，不设安全区。

3）河道清淤:

结合河道现状冲淤及工程治理方案，按设计纵坡进行河床底泥疏浚。总清淤量为4.60万m^3，主要采用挖掘机进行清淤开挖，最终将清淤底泥运送至福永处置场进行封闭填埋处理。

7.4 生态岸线修复详细规划

合理规划试点区域内东坑水和鹅颈水两条河道的驳岸类型，通过不同边坡、宽度及植物群落的设计，实现河道景观的复兴、水环境质量的提升和生态功能的加强。试点区域河道水系岸线规划情况总结见表10、表11。

表10 规划驳岸功能和要求一览表

驳岸类型	宽度要求	边坡	功能
生态型	≥50m	1：9～1：6	满足野生生物对生境的需求，提高生物多样性
湿地型	20m～50m	1：6～1：3	保护鱼类、小型哺乳类动物；过滤面源污染物
休闲型	0m～20m	1：3～垂直	保护鱼类、小型哺乳类动物；过滤面源污染物

表11 岸线规划情况一览表

名称	岸线长度（km）	现状岸线类型	岸线修复/提升类型
东坑水	10.4	以混凝土直立挡墙及石笼挡墙为主；河道上游从碧眼水库溢洪道至光侨路段为暗渠	暗渠进行揭盖开放；规划岸线均按生态护岸进行建设，分为生态型、湿地型和休闲型三种生态驳岸
鹅颈水	11.2	大部分为天然驳岸	规划岸线均按生态护岸进行建设，分为生态型、湿地型和休闲型三种生态驳岸

7.5 污水系统详细规划

7.5.1 规划目标

1）建立布局合理、安全可靠、适度超前、运行高效的城市污水收集处理系统,改善城市水环境，提升城市污水基础设施承载力，满足未来城市高强度发展需求。

2）排水体制采用雨、污完全分流制，至2020年，污水收集处理率达到100%;合流制溢流污染控制率达100%，旱季无污水直接进入水体。

7.5.2 污水量预测

预测试点区域平均日污水量为9.49万m^3/d。

7.5.3 规划方案

1）排水体制:

试点区域排水体制采用雨、污分流制。

2）厂站布局:

根据《深圳市污水系统布局规划(2011-2020)》,试点区域属于光明污水处理厂污水系统。光明污水处理厂位于试点区域北部，茅洲河东侧，龙大公路西侧，木墩村西北侧，总占地15.7hm^2，现状规模为15万m^3/d，2020年规划规模为25万m^3/d，2030年规划规模为36万m^3/d，控制规模为40万m^3/d。

7.5.4 污水管网系统规划

试点区域内龙大路南侧区域，沿道路布置d400～d800污水管，收集沿线污水排往鹅颈水d800～d1200现状截污干管,最终排往光明污水处理厂处理。试点区域龙大路北侧区域，沿道路布置d400～d800污水管，收集沿线污水排往双明大道d1000～d1200现

库七七 www.kqqw.com 标准下载

状污水干管，最终排往光明污水处理厂处理；市政道路下污水管最小管径采用d400，污水管沿道路的西侧、北侧敷设，道路红线宽度大于40m时，宜双侧布管。

7.6 雨水资源化利用规划

7.6.1 雨水资源化利用目标

1）根据试点区域水资源建设目标与指标，试点区域雨水资源化目标为：雨水利用量替代自来水比例为3%。根据供水安全保障规划水量预测结果，试点区域需水量约为11.86万m^3/d。因此，雨水资源化利用量目标为130.0万m^3/年。

2）试点区域包含生态区与城市建设区。生态区多为林地且大多分布在生态控制范围线内，生态本底较好，生态区雨水资源化利用主要为水库收集雨水作为饮用水源或城市杂用水用水。城市建设区建筑采用绿色建筑标准要求进行建设，是城市建成区雨水资源化利用的主要对象。

7.6.2 生态区雨水资源化利用

1）生态区内本底良好，雨水水质较好，基本可以达到地表水Ⅲ类标准，是雨水资源化利用的重点区域，其主要的利用手段为通过水库收集雨水作为城市饮用水源、城市杂用水以及河道生态补水等用途。研究范围内涉及3座水库，分别为鹅颈水库、碧眼水库和红坳水库。其中，鹅颈水库为中型水库，主要功能为供水调蓄水库；碧眼水库和红坳水库为小（二）型水库，为非水源水库，主要功能为防洪、灌溉。

表12　生态区雨水资源化利用一览表

水库名称	水质情况	总库容（万m^3）	主要用途
鹅颈水库	良好	583	饮用水源
碧眼水库	良好	80	城市杂用水
红坳水库	良好	91.5	河道生态补水

2）各个水库特征及其用途如表12所示，其中，鹅颈水库主要用途为饮用水源，红坳水库作为河道补水，不计入试点区域雨水资源化利用目标。碧眼水库收集雨水作为碧眼杂用水厂水源，属于雨水资源化利用目标范畴。

7.6.3 城市建设区雨水资源化利用

建设区雨水收集回用可分为屋面雨水收集回用和其他下垫面雨水收集回用。

1）屋面雨水收集回用即直接收集屋面雨水，经初期雨水弃流及适当处理后进入蓄水池，用于浇灌绿地、浇洒道路、补充景观用水、冲厕、洗车、循环冷却补水、消防用水等。屋面雨水集水效率高，并且水质污染较轻，是雨水收集回用的首选。

2）其他下垫面，如广场、庭院、运动场、非机动车道路、绿地等环境条件较好的地面，雨水亦可收集利用。该系统由雨水汇集区（各下垫面）、输水管渠（管道、明渠、暗渠）、弃流、截污装置、储存系统（地上或地下蓄水池）、净化和配水系统等部分组成。

3）光明区为绿色建筑示范区，政府投资及社会投资项目均至少采用绿色建筑一星级标准进行建设，需要开展非常规水资源利用。据统计，试点区域内已经竣工并投入使用的绿色建筑项目共有9项，雨水资源化利用量达到17.25万m^3/年。

4）试点区域内华强创意产业园、光明区外国语学校、光明区平板显示园等正在开工建设及即将开工建设的建筑小区也执行绿色建筑的标准。根据《绿色建筑评价标准》，绿色建筑重点针对居住、办公、商业等类型建筑。因此，结合试点区域内已经开展的相关案例，本次规划雨水资源化利用重点关注居住用地、商业用地和行政办公用地等类型，估算可实现雨水资源化利用量为55万m^3/年。

5）考虑到试点区域内工业用地较为集中，本次规划推荐工业用地因地制宜开展雨水资源化利用，雨水资源化利用方向为绿化、杂用及工业回用。

综上所述，试点区域城市建设区年雨水资源化利用量达到152.25万m^3/年，可满足替代自来水3%用水量的目标。

7.7 再生水利用规划

7.7.1 再生水回用对象分析

根据《城市污水再生利用 分类》GB/T 18919-2002，城市污水回用对象分为五类：工业用水，城市杂用水，环境用水，农、林、牧、渔业用水，补充水源水。通过走访调研、问卷调研等分析，确定试点区域再生水系统的潜在用户为：工业用水、道路绿化浇洒等市政杂用水及生态用水。

7.7.2 城市杂用水用水量预测

结合现状潜在用户和区域未来规划，取一定的替代比例预测再生水量，商业用地和行政办公用地取10%，工业用地取20%，绿地和道路取80%。预测试点区域再生水最高日用水量约为2.2万m^3/d。经核算，替代城市自来水供水的水量达到15.7%。

7.7.3 再生水厂站布局

试点区再生水供水主要来自区外的光明再生水厂。光明再生水厂近期规模4万m^3/d，远期规模10万m^3/d，规划采用超滤或微滤的处理工艺，出水水质应达到深圳市《再生水、雨水利用水质规范》SZJG 32的要求，处理后的水主要用于工业用水和城市杂用水。

7.7.4 管网布局

1）试点区已建、在建及改建的部分市政道路中均已按《光明区再生水及雨洪利用详细规划》的规划成果设计了再生水管。统计结果以已批道路施工图为基础，目前已开

展再生水管设计的市政道路长约30.6km（其中综合管廊内约5.6km），但由于投资放缓的原因，原规划中的管网部分未建成。

2）落实上层次规划，依据规划新建路网，沿市政道路规划新增DN100～DN300再生水管，长约29.3km，以完善区域的再生水系统，提高供水稳定性。

7.7.5 河道生态补水

1）拟采用最小生态环境需水量预测法预测试点区的河道生态补水量，通过计算：东坑水生态补水量约为0.5万m^3/d，鹅颈水生态补水量约为1.0万m^3/d。

2）规划拟采用光明污水处理厂一级A的出水进行鹅颈水和东坑水的生态补水，补水点为2处，补水管敷设于河道蓝线范围内，总长度约为10.3km。

综上所述，试点区域内污水再生回用总量达到3.7万m^3/d，占试点区域污水量9.49万m^3/d的39%，满足污水再生回用率30%的目标。

8 近期重点建设任务

8.1 建设任务

8.1.1 根据试点区域海绵城市工程规划及建设情况，汇总各排水分区系统方案，共梳理出117项近期建设项目。

8.1.2 117项建设项目涉及城市水务与管网类、道路和广场类、公园和绿地类、建筑和小区类、综合整治类等类型，总面积达到11.13km^2，预期实施后，可以解决试点区域黑臭水体治理、城市内涝点整治、基础设施完善等方面的问题。各个排水分区近期重点建设任务如表13所示。

表13 试点区域近期重点建设任务一览表

项目类别	建设任务
公园绿地类建设项目	光明绿环项目、新城公园低影响开发雨水综合利用示范工程、行政配套北片区道路绿地低影响开发示范工程、明湖城市公园一期工程等
海绵型建筑与小区	华强文化创意产业园、科技企业加速器、光明平板显示园中小企业综合体项目、光明高新园区公共服务平台、光明区群众体育文化中心、光明区外国语学校、万丈坡拆迁安置房项目、凤凰学校建设工程、光明区文化艺术中心、光明区上市企业总部园区、旧工业区、旧居住区海绵城市改造、欧菲光新型光电元器件生产基地项目、城市广场、宝利来假日酒店等
海绵型道路与广场	二十三号路、五十六号路、四十二号路、二十四号路、五十七号路、三十五号路、五十三号路、五十一号路、十三号路、六十四号路、六十三号路、五十号路、五十四号路等计划立项道路，观光站综合服务区北片区市政道路工程，光明高新园区同观路市政工程，光明高新园区门户区蓝源路三径路凤美路等
水系整治与生态修复	茅洲河流域水环境综合整治工程（中上游段），塘家面前垄排洪渠综合整治工程，鹅颈水、观光路生态湿地工程，东坑水调蓄湖生态改造提升工程等
防洪与排水防涝	区防洪排涝类一批工程项目、碧眼水库除险加固工程、鹅颈水综合整治工程、东坑水综合整治工程等
水污染治理项目工程	光明核心片区污水支管网工程、光明区污水支管网（二期）建设工程、公明街道办长圳片区污水支管网工程、光明区公明街道松白路以东片区污水支管网工程、深圳市华星光电技术有限公司人工湿地废水深度处理工程、光明污水处理厂二期工程等
再生水系统	光明再生水厂一期、再生水补水工程
供水安全保障	光明水厂一期、光明区基层供水管网改造二期工程
管理平台建设	海绵城市监测、评估研究平台，智慧水务监控和管控平台

续表13

8.2 内涝点整治措施

针对试点区域现状6个内涝点，分析内涝成因，落实《深圳市排水（雨水）防涝综合规划》方案，从排水系统升级改造、雨水调蓄、雨水行泄通道建设、加强管理等方面开展内涝防治，近期相关工程如表14所示。

表14　现状内涝点整治措施一览表

编号	易涝点位置	成因分析	整治方案
1	光明大道（高速桥底至观光路）	排水系统不完善，垃圾树叶堵塞雨水口	加强管养和维护
2	观光路与邦凯二路交界处	周边地块开发，市政管道刚建成，管养不到位	周边地块源头减排，新建成的市政管道加强维护
3	公园路公安局门前路段	排水管网不完善，低点处雨水管网未铺设	按规划实施道路建设雨水管道，并在周边区域实施源头减排
4	长风路红坳市场	道路地势较低，道路排水管网不完善	对原有管道进行清淤，长度约900m；新建DN600雨水管132m、14座雨水箅子
5	东长路（光侨路-长凤路）	地势低洼	沿东长路道路两侧分别新建d1000雨水管道，总长度约1.2km，接入8.0m×4.0m雨水行泄通道，排入鹅颈水
6	塘明路塘家路段	路面太低，无排水沟	上游新建雨水管渠，分流雨水径流，减小排水分区；沿道路两侧新建排水措施，长约600m

8.3 黑臭水体治理措施

结合黑臭水体整治系统技术手段及本地特点，采用控源截污、内源治理、生态修复及其他技术手段开展黑臭水体治理，并安排了相应的建设任务，系统开展城市黑臭水体整治，近期相关工程如表15所示。

表15　黑臭水体治理措施一览表

技术手段	整治措施	工程概况
控源截污	鹅颈水综合整治工程	近期针对沿河排污口实施沿河截污，实现旱季污水100%截流，逐步实施源头雨污分流
	塘家面前垄排洪渠综合整治	近期针对沿河排污口实施沿河截污，实现旱季污水100%截流，逐步实施源头雨污分流
	光明区污水支管网（二期）建设工程	污水支管网建设工程、雨水系统改造工程、建筑排水立管改造工程及管道清淤工程，实现雨污分流、污水收集
	公明街道办长圳片区污水支管网工程	污水支管网建设，实现雨污分流
	光明区公明街道松白路以东片区污水支管网工程	新建雨水管道、污水管道改造，改造建筑立管、现状道路清淤，实现雨污分流、污水收集
	海绵型建筑小区、海绵型市政道路、海绵型公园绿地	落实低影响开发建设理念，源头实现雨水径流污染控制，削减入河面源污染物
内源治理	鹅颈水综合整治工程	进行河床底泥疏浚
生态修复	鹅颈水综合整治工程	保持现状自然岸线形态，建设生态驳岸、人工湿地、生态浮岛，种植水生植物，提高水体自净能力
	鹅颈水生态湿地工程	建设生态湿地，净化水质
其他	再生水补水工程	涉及鹅颈水补水点多个，管道总长10.3km

8.4 投资估算

试点区域近期建设任务共计117个，海绵城市相关投资总额约为60.6亿元。根据试点项目的项目特征与系统差异，统计各类项目投资占海绵城市总投资的比例如图15所示。其中，试点项目海绵城市总投资中城市水务与管网类占投资总数近90%，其次为建筑和小区类、道路和广场类、公园和绿地类。

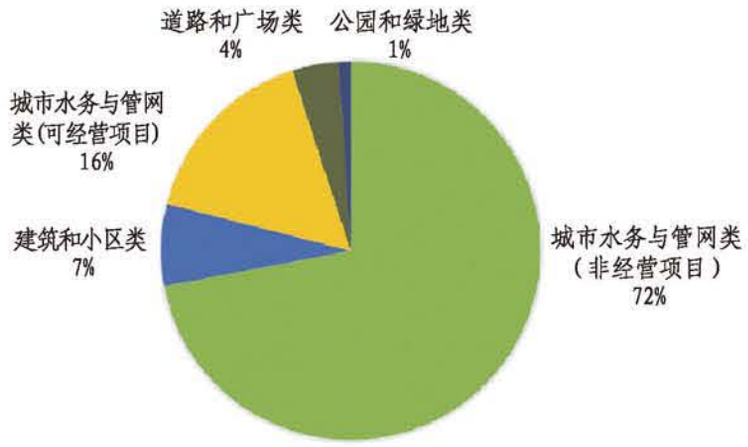


图15 海绵城市分类项目投资占比图（仅计海绵投资）

8.5 项目实施计划

在绩效目标可达性分析的基础上，结合光明区试点建设项目实际情况和进度安排，在近期117个建设项目中选取了79个项目纳入试点项目库并按照国家考核时间节点排布建设计划，建立一张图，落实项目责任人及进度，预计国家试点结束前可完成全部项目建设。

8.6 建设运营模式

8.6.1 建设运营模式的选择原则

深圳海绵城市建设试点区域项目将积极采取“技术+资本+本地资源”、总承包等方式统筹运营模式，实行合同管理、激励约束和按效付费机制，发挥协同效应，提高整体效益。

鉴于试点区域不同项目性质、进展程度及投资建设主体，以及政府有效统筹监管与管理试点区域项目的需求，实行统筹管理建设运营模式，具体分为PPP投资项目、政府投资项目、企业自筹投资项目。

8.6.2 建设运营模式分析及具体投融资安排

1）PPP投资项目

在水环境治理紧迫任务的前提下，结合茅洲河中上游水环境综合治理，优先采用“厂网一体化”的运作模式。以提高光明区污水收集和处理率为目标，将光明水质净化厂及其服务范围内的污水管网工程整体打包择优选择社会资本开展光明区“厂网一体化”PPP建设模式。

拟纳入深圳海绵城市建设试点区域PPP项目包的项目共11项，PPP项目批复总投资约15.82亿元，PPP模式的期限为30年，其中，建设期为2016年～2018年。PPP项目包因各子项目性质条件及进度不同，采用5种交易模式。光明水质净化厂改扩建工程采用DROT+DBOT（设计改造运营移交+设计建设运营移交）模式；光明水质净化厂配套存量排水管网包括污水干管、光明污水支管网一期工程（圳美、新羌、白花、楼村、田寮）、市政排水管网及已建成城中村污水管网项目等，合计约700km，采用O&M（委托运营）方式交由项目公司负责运营维护；由政府投资建设，目前处于在建状态的光明污水支管网二期工程（塘家、甲子塘、红星）、光明污水支管网二期工程（迳口、翠湖）、光明核心片区污水支管网工程、光明区公明街道松白路以东片区污水支管网工程等4个在建管网项目，管网合计约141km，将在建成后采用O&M（委托运营）方式交由项目公司负责运营维护；光明区公明办事处长圳片区雨污分流管网工程、光明区公明办事处玉律片区雨污分流改造工程、光明区公明办事处将石西片区雨污分流改造工程及华星光电G11项目污水管道工程4个子项目，将采取EPCO方式交由项目公司负责投资、建设及运营；光明水质净化厂已建污水管网接驳完善工程目前正在可研编制阶段，将采用DBTO方式交由项目公司负责设计、建设及运营。

2）政府投资项目

政府投资项目总投资为37.77亿元，占试点区域总投资62.33%。主要工程包括公共建筑类、道路和广场类、公园和绿地类、城中村综合整治类、城市水务类中不可经营部分建设。

3）企业自筹投资项目

企业自筹投资项目总投资为7.01亿元，主要涉及海绵型建筑小区、给水工程，占试点区域总投资11.57%，建设资金来源以企业自筹方式解决。

8.6.3 PPP方案（略）

1）PPP投融资结构及机制安排

2）项目收费定价机制

3）监管构架

4）项目合同结构

5）社会资本选择

6）PPP模式操作时间表

9 预期成效

9.1 增强城市防洪排涝能力

通过雨水径流的源头控制，减少降雨外排流量，削减洪峰，延迟洪峰出现时间，通过雨水管网系统建设，实现“小雨不积水”，通过河道综合整治，滞洪区建设，增加区域防洪排涝能力，从而使试点区域排水防涝能力达50年一遇，提高城市防洪排涝能力，减少因内涝灾害带来的生命财产损失。

9.2 改善河湖水质

通过海绵城市建设，控制雨水径流总量的同时，有效控制面源污染，源头削减排入水体面源污染物，径流污染物削减率（以SS计）不低于60%。采取正本清源,建成雨污分流系统，减少污水系统压力，雨水直排或合流制管渠溢流进入城市内河水系的，采取生态治理后入河，改善河流水质。

9.3 增加本底水资源涵养能力

通过海绵城市建设，开展雨洪资源的资源化利用，实现试点区域内雨水资源利用率不低于3%；生态区增加滞蓄雨水量，作为城市供水水源及杂用水源，水源涵养能力增强；建设区收集回用的雨水替代自来水，用于喷洒路面、绿地灌溉，直接减少自来水费用，从而节省远距离引水和制水成本。同时，试点区域开展再生水回用，污水再生利用率不低于30%，其中替代城市自来水供水的水量达到15%。

9.4 恢复自然生态本底

通过海绵城市建设，保护水文生态环境，修复传统开发建设模式对水文自然生态平衡的破坏，恢复100%的生态岸线。通过海绵城市建设，实现雨水“自然积存、自然渗透、自然净化”，将70%的雨水就地消纳和利用，修复自然水文循环。雨水下渗一方面补充土壤水，供植物生长，涵养水源，另一方面补充地下水，有利于缓解地下水水位下降趋势，改善城区水文地质环境。

9.5 构建亲水文化

通过“光明绿环”项目，依托绿地水系串接重要服务设施及重大建设项目的发展轴带，作为开展海绵城市建设的主要平台，构建亲水文化。通过海绵城市建设，减少地面积水、营造水景观、改善社区环境。同时，有利于增强居民惜水、爱水、节水意识，使居民在休闲、娱乐的同时，受到水资源和环境意识的教育，有利于可持续发展战略的全方面落实。

9.6 提升土地价值

通过海绵城市的建设，片区排水防涝能力将大大增强，并营造出秀丽的景观，给人们提供休闲、亲水或者运动的开放式场所。凤凰城绿环公园两岸的土地价格也将随之上升，参照上海苏州河污水治理工程前后土地升值2～3倍，项目实施后片区的土地出让金升值按每亩80万元计，则其增值效益可达30亿元。土地开发按10年考虑，则平均每年土地出让收益为3亿元。

10 保障措施（部分略）

10.1 组织分工

光明区成立试点区域海绵城市建设实施工作领导小组，主要职能是作为海绵城市建设实施的指挥决策机构，组织领导、统筹协调海绵城市建设实施工作，协调解决海绵城市建设中重大事项和问题。领导小组成员单位包括市发展和改革局、市规划和自然资源局光明管理局、生态环境局、水务局、建筑工务局、交通局、各街道办等。

10.2 审批制度构建

结合现有建设项目审查审批工作要求,编制出台涵盖工程规划建设全过程的管控制度，由发改、规划、环保、建设等部门按照自身职责分别进行审查审核。

10.3 标准规范

在深圳市《低影响开发雨水综合利用技术规范》等标准的基础上，结合光明区及试点区域特点进一步编制海绵城市相关技术标准规范及图集，包括《光明新区海绵城市规划设计导则》、《光明新区建设项目海绵城市审查细则》（修订）、《光明新区建设项目海绵城市专篇设计文件编制指南》、《光明新区建设项目低影响开发设施竣工验收要求（试行）》等，形成覆盖建设项目规划、设计、施工、维护、评价的技术标准体系。

10.4 运营管理

10.4.1 建立绩效考核与按效果付费制度

对于深圳海绵城市建设试点区域PPP投资项目,设置相应的项目绩效评价与按效果付费制度。对于政府投资项目，将其纳入政府部门绩效考核体系。对于企业自筹投资项目，实行按效果激励或补贴制度。

10.4.2 社会投资项目激励政策

10.4.3 规范运作模式

10.4.4 项目监管体系

10.4.5 监测评估方案

按照现行国家标准《海绵城市建设评价标准》GB/T 51345相关规定，试点区域将

建设覆盖“地块—排水分区—流域”的三级监测评估体系，对建成区范围内的源头项目、排水分区及建成区整体海绵进行相应的评价。

10.5 资金保障

10.6 其他能力建设

10.6.1 应急能力建设

10.6.2 技术能力建设

11　图纸目录（仅提供部分关键规划图纸，其余略）

11.1 现状图纸

11.1.1 区域区位图（略）

11.1.2 用地规划图（略）

11.1.3 现状易涝点分布图（略）

11.1.4 现状排水设施分布图（略）

11.1.5 现状海绵城市建设工程分布图（略）

11.2 规划图纸

11.2.1 水系蓝线规划图（1-2）

11.2.2 汇水分区划分图（1-3）

11.2.3 海绵空间管控规划图（1-4）

11.2.4 年径流总量控制率指标管控规划图（1-5）

11.2.5 面源污染削减率指标管控规划图（1-6）

11.2.6 雨水工程规划图（略）

11.2.7 再生水利用规划图（略）

11.2.8 污水工程规划图（略）

11.2.9 东坑水综合整治规划图（1-7）

11.2.10 鹅颈水黑臭水体治理方案规划图（1-8）

11.2.11 汇水分区绩效目标-项目实施规划图（共19张，本示例选附1张）（1-9）

木
墩
河

茅
东

洲

鹅

碧眼水库

坑

水

河

颈

水

鹅 颈 水 库

红坳水库

北

图 例

蓝线

湿地

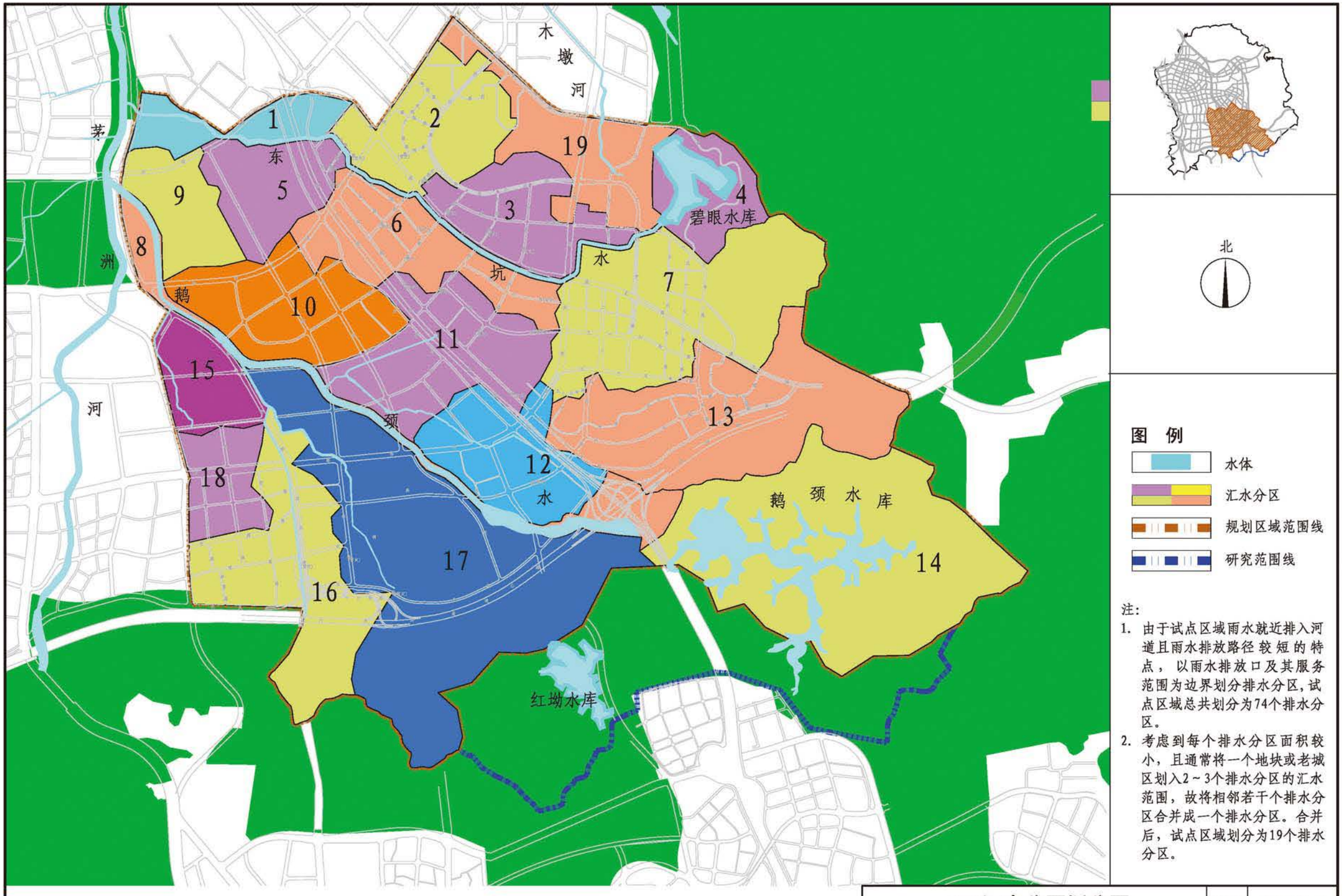
水体

规划范围线

研究范围线

1-2水系蓝线规划图

审核	郑克白		校对	任心欣		设计	杨晨		图集号	22HM001-1
									页	1-1-21



注：

1. 由于试点区域雨水就近排入河道且雨水排放路径较短的特点，以雨水排放口及其服务范围为边界划分排水分区，试点区域总共划分为74个排水分区。
2. 考虑到每个排水分区面积较小，且通常将一个地块或老城区划入2～3个排水分区的汇水范围，故将相邻若干个排水分区合并成一个排水分区。合并后，试点区域划分为19个排水分区。

1-3汇水分区划分图									图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	任心欣		设计	杨晨		页	1-1-22



1-4海绵空间管控规划图									图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	任心欣		设计	高飞		页	1-1-23



北

图　例

年径流总量控制率（%）

- ≥50
- ≥60
- ≥65
- ≥70
- ≥75
- ≥78
- ≥80
- ≥88

1-5年径流总量控制率指标管控规划图

图集号	22HM001-1
页	1-1-24

审核	郑克白		校对	任心欣		设计	高飞	



北

图 例

SS面源污染控制率（%）

- ≤10
- 10～29
- 30～39
- 40～49
- ≥50

1-6面源污染削减率指标管控规划图

图集号	22HM001-1
页	1-1-25

审核	郑克白		校对	任心欣		设计	杨晨	

台地湿地

滨水台阶

木

墩

河

DKS 0+802

DKS 1+280

茅

东

休闲广场

空中廊架

生态缓坡

湿地雨水花园

双层河道

DKS 5+156

碧眼水库

景观文化墙

洲

景观拆桥

坑

水

鹅

树池花坛

河

颈

水

鹅 颈 水 库

红坳水库

北

图 例

- 规划治理河段
- 水体
- 规划范围线
- 研究范围线

1-7东坑水综合整治规划图									图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	任心欣		设计	陆利杰		页	1-1-26

木
墩
河

茅
东

洲

碧眼水库

鹅

坑
水

光明新区污水支管网（二期）建设工程（塘家社区）

塘家面前垄综合整治工程

河

光明新区污水支管网
（二期）建设工程（甲子塘社区）

颈

鹅颈水综合整治工程

长圳片区污水支管网工程

水

Q=6万立方米/天

鹅颈水入河排污口接驳完善工程

长圳片区污水支管网工程

光明水质净化厂再生水补水工程

来自公明水质净化厂

鹅 颈 水 库

红坳水库

北

图 例

- 老区
- 雨污混流
- 水体
- 入河排污口
- 规划范围线
- 研究范围线

1-8鹅颈水黑臭水体治理方案规划图

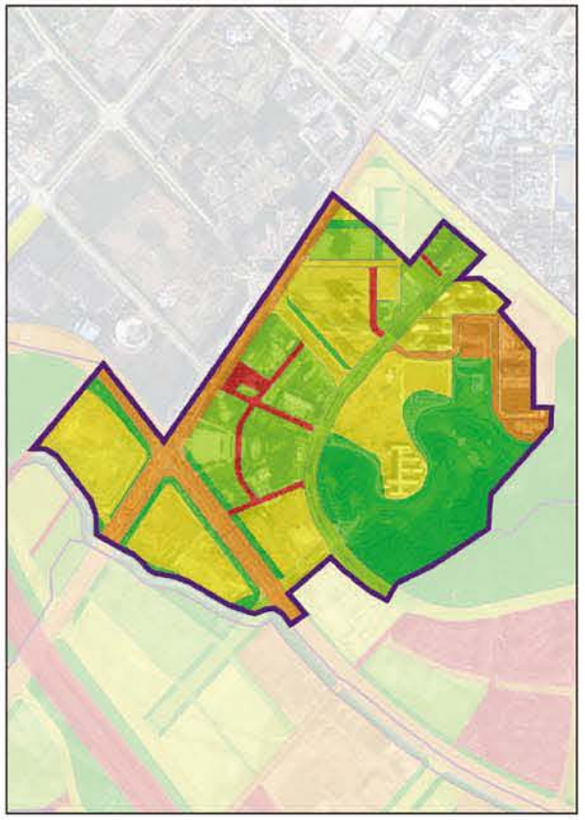
图集号	22HM001-1
页	1-1-27

审核	郑克白		校对	任心欣		设计	房静思	

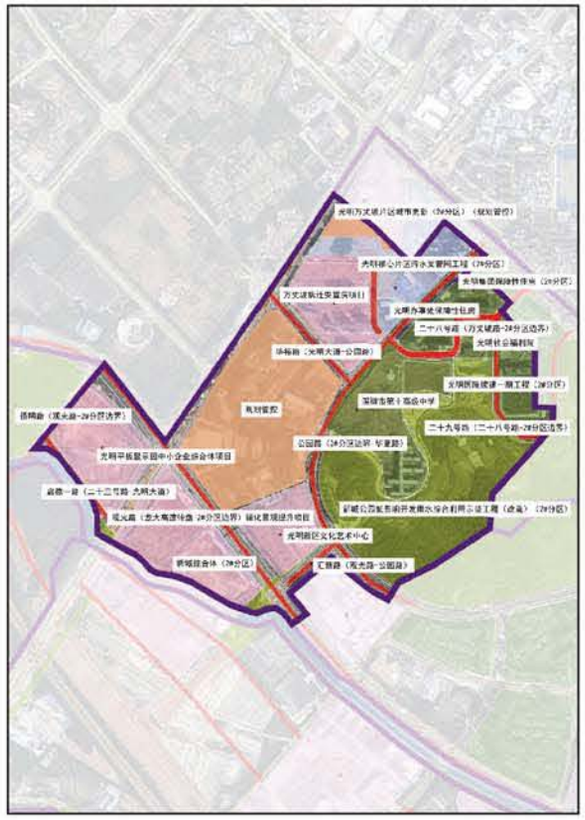
存在问题



年径流总量控制指标



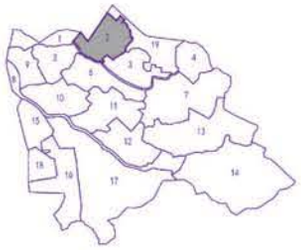
建设项目



汇水分区绩效目标及项目实施规划表

分区编号	建设目标	存在问题	解决问题项目	项目类别
2	年径流总量控制率：72% 雨污管网上分流比例：100% 初雨污染控制率(以SS计)：46.9% 内涝防治标准：50年一遇 雨水管渠设计标准：5年一遇	公园路公安局门前路段内涝点排水系统不完善	华裕路（光明大道-公园路）	源头减排、过程控制
		光明大道（高速桥底至观光路）内涝点垃圾树叶堵塞雨水口	加强日常维护管养	维护管养
		华夏路与公园路交叉口怡景园小区存在雨污合流问题	光明核心片区污水支管网工程（2#分区）	过程控制

落实目标项目	项目类别
万丈坡拆迁安置房项目（一期）	源头减排
万丈坡拆迁安置房项目（二期）	源头减排
光明社会福利院	源头减排
深圳市第十高级中学	源头减排
光明新区文化艺术中心	源头减排
光明平板显示园中小企业综合体项目	源头减排
新城公园低影响开发雨水综合利用示范工程（2#分区）	源头减排、过程控制
华裕路（原高新路）（光明大道-公园路）	源头减排
观光路（龙大高速转盘-分区边界）绿化景观提升项目	源头减排
光明核心片区污水支管网工程（2#分区）	过程控制
侨明路（观光路-东坑水）	源头减排
启德一路（二十三号路-光明大道）	源头减排
龙光新城综合体项目（北区二期）	源头减排
光明万丈坡片区城市更新	源头减排



北

图 例

- 研究范围线
- 试点范围线
- 汇水分区线

存在问题示意

- 老区范围线
- 内涝点
- 雨污混流范围
- 工业污染范围

年径流总量控制率(%)

- $\alpha<50$
- $50\leqslant\alpha<60$
- $60\leqslant\alpha<70$
- $70\leqslant\alpha<75$
- $\alpha\geqslant75$

建设项目类型

- 海绵型道路
- 规划管控区
- 城市水系
- 海绵型公园绿地
- 海绵型广场
- 海绵型建筑与小区
- 管网建设类
- 绿色建筑
- 防洪类
- 其他类

1-9汇水分区绩效目标——项目实施规划图

图集号	22HM001-1
页	1-1-28

审核	郑克白		校对	任心欣		设计	房静思	

2 浙江省嘉兴市某片区海绵城市修建性详细规划

2-1 某片区海绵城市建设规划说明

1 项目概况

1.1 项目基本情况

1.1.1 项目名称：嘉兴市某片区海绵城市修建性详细规划

1.1.2 设计单位：嘉兴市规划设计研究院有限公司

1.1.3 竣工时间：2016年8月

1.2 建设地点：该区块位于嘉兴市中心城区环城路与城南路交叉口以北，属于老城区合流制排水管网范围内。区块南侧紧邻环城路，环城南路南侧为梅湾街历史文化街区西区，环城西路西南侧为范蠡湖公园，区块西侧紧邻沈钧儒纪念馆。

1.3 案例性质：海绵城市修建性详细规划

1.4 用地规模：该区块包括嘉兴市实验初中范蠡湖校区、嘉兴市文物保护所和范蠡湖三部分，其中，市实验初中范蠡湖校区是嘉兴老城区CBD核心商圈中唯一的一所初级中学，该校区历史悠久、文化氛围浓厚，与范蠡湖关系密切；市文物保护所位于中学西侧、范蠡湖北岸；范蠡湖位于区块南侧。区块总用地面积为51186m^2。

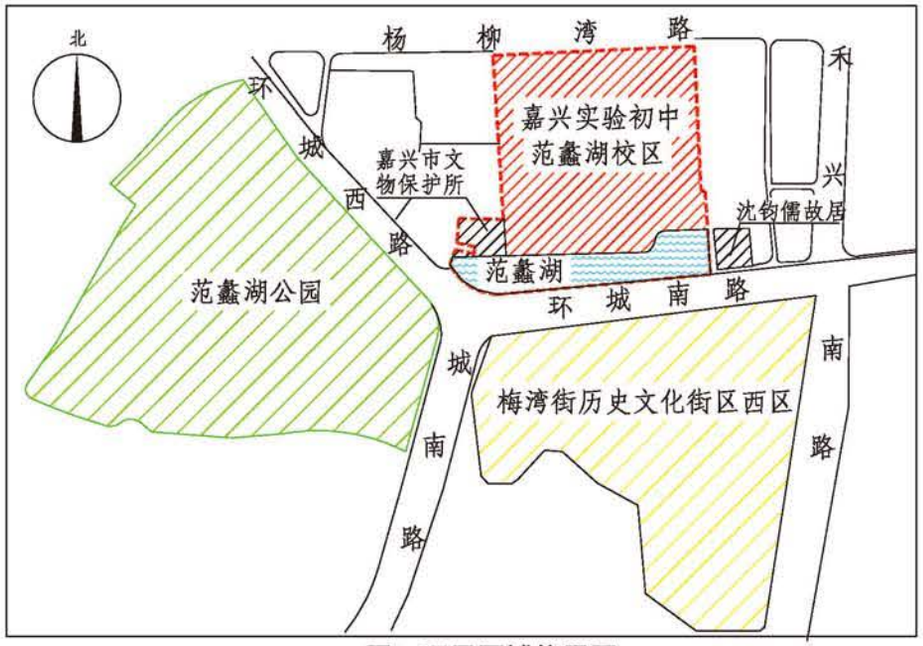


图1 项目区域位置图

2 现状分析及建设条件

2.1 自然气候条件

2.1.1 城市基础特征

嘉兴市作为长江三角洲冲积平原的一部分，地形平坦、水网密布，具有浓厚的江南水乡特色，是典型的平原河网地区，而梅雨、台风雨等季节性降雨也是嘉兴市的主要气候特点。总体来说，嘉兴市具有水流方向多样、排出口多、入河距离短、水流速度低、地下水位高、土壤渗透能力差、降雨量大且不均等特点，对水系统的建设产生一定的影响。

2.1.2 降雨规律

嘉兴市作为平原河网城市，降雨量在地域分布上差异并不大，但降雨的年际变化较大，年内分配不均。统计观测资料显示：嘉兴市多年平均降雨量为1183mm，年最大降雨量为1706mm（1999年），年最小降雨量为757mm（1978年）。嘉兴市降雨的季节性差异比较明显，全年有两个降雨高峰，即5月～7月的梅雨季节和7月～9月的台风季节，日最大降雨量为289.9mm。通过对1971年～2015年的降雨资料进行统计，嘉兴市平均降雨量最大月份为6月份（178.3mm），平均降雨量最小月份为12月份（45.7mm）。

2.1.3 年径流总量控制率

根据嘉兴市气象观测站1981年～2010年30年日降雨量资料（不包括降雪），将多年日降雨量值按大小排序，忽略2mm以下降雨之后，统计了小于某常规降雨量降雨事件的总量在总降雨量中的比率（即年径流总量控制率），见表1。

表1 嘉兴市不同降雨量对应的年径流总量控制率

设计降雨量（mm）	10	15	20	25	30	35	40	45	50
年径流总量控制率（%）	53.1	66.1	74.7	80.9	85.3	88.5	91.1	93.0	94.4

根据统计数据，绘制嘉兴市不同降雨量对应的年径流总量控制率图如图2所示：

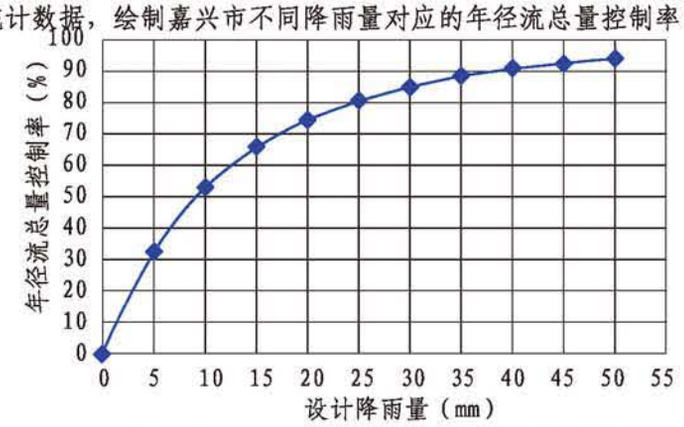


图2 不同降雨量对应年径流总量控制率图

2.1.4 水文地质

嘉兴水文站多年河道平均水位0.98m，历史最高水位2.58m（2013年），历史最低水位-0.25m（1934年），枯水位0.46m～0.66m，市区城市防洪工程建成后，遇典型降雨，可控制市区河道最高水位不超过2.16m。

根据地质勘探报告，本项目土层第①层为杂填土层，第②层为淤泥质粘土，淤泥质粘土层渗透系数在0.005m/d～0.09m/d，渗透系数不利于雨水渗透。潜水水位埋深为1.10m～2.00m，标高在1.10m～1.73m，潜水主要赋存于浅层土中，潜水位随季节变化有所升降，一般年变幅0.5m～1.5m。

2.2 片区现状问题分析

2.2.1 排水系统现状

1）范蠡湖排水现状分析

根据管道实测及相关设计资料，范蠡湖沿湖一周共有9个排出口和1个溢流通道，除东南侧2个排出口已被封堵，其余7个排出口目前仍在使用。

2）实验初中范蠡湖校区排水系统现状分析

实验初中范蠡湖校区位于范蠡湖的正北侧，占地面积47442m^2，校园主通道将范蠡湖一分为二，东侧湖域已纳入校园范围，西侧湖域呈半开放状态。校园内部目前采用合流制的排水体制，合流水的主要出路是北侧的杨柳湾路和南侧的范蠡湖，其不断排入范蠡湖的合流水是湖水污染的主要原因之一。就系统性和空间关系而言，范蠡湖与实验初中不可分割，应该作为一个整体予以考虑。

3）嘉兴市文物保护所排水系统现状分析

嘉兴市文物保护所位于范蠡湖的西北侧，占地面积3744m^2，区域内部为雨污分流制（除一处雨污混接外），但雨污水在市文物保护所西门合流后向西排入城南回收站的合流管，最终向南排入环城路的合流管。但是，区块东南侧设有一排出口，仍有一个公厕内污水通过合流管直接排入范蠡湖，是范蠡湖水质污染的源头之一。

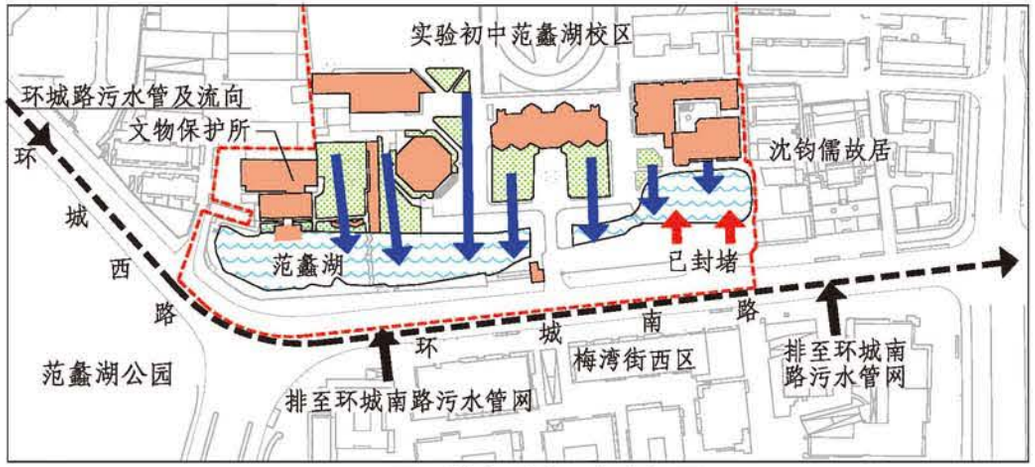


图3 排水系统现状分析图

2.2.2 下垫面现状

表2 实验初中范蠡湖校区区块下垫面情况

下垫面类型	面积（m^2）	占比（%）	径流系数	综合雨量径流系数（不含水系）
屋面	11769	22.99	0.9	0.74
市政道路	0	0	0.9	
绿化	9713	18.98	0.25	
停车位及其他	24683	48.22	0.85	
水域	5021	9.81	—	
总计	51186	—	—	

表3 环城南路（范蠡湖公园——沈钧儒故居）北半幅下垫面情况

下垫面类型	面积（m^2）	占比（%）	径流系数	综合雨量径流系数（不含水系）
屋面	0	0	0.9	0.86
市政道路	2741	60.88	0.9	
绿化	164	3.64	0.25	
人行道铺装	1597	35.47	0.85	
水域	0	0	—	
总计	4502	—	—	

2.2.3 雨水管网评估

1）根据实验初中范蠡湖校区（以下简称实验初中）和嘉兴市文物保护锁（以下简称文保所）区块内雨污水管道现状实测资料，现状实验初中和文保所内污水管线长约0.35km，雨水管网长约2.30km。两个区块内雨污水管道存在如下问题。

表4　雨污水管道现状评估结果

区域	问题				
	雨污水混接		雨水出路未明	污水出路未明	大管径接小管径
	污水进入雨水	雨水进入污水			
实验初中区块	7	0	1	0	3
文保所区块	1	0	0	0	0

2）雨污水管道混接使得大量污水直接进入范蠡湖，严重影响了范蠡湖的水环境质量和景观。

3）雨水管大管径接小管径和雨水出路未明，不但不符合现行国家标准《室外排水设计标准》GB 50014的要求，还容易造成区块内排水不畅和内涝频发等问题。

在2年一遇降雨条件下（69mm/2h），实验初中和文保所内现状雨水管道的排水能力复核结果如表5所示。

表5　实验初中和文保所排水能力复核结果

管道充满度	管长（m）	占比（%）
≥1	1555	76.79
0.5～1	297	14.67
0～0.5	173	8.54

4）根据模型评估结果，现状雨水管道共2024m，其中充满度≥1的占到了76.79%（红色），充满度在0.5～1的占比为14.67%（蓝色），充满度＜0.5的占比为8.54%（绿色）。而且实验初中内现状雨水系统中60%以上汇水区域的雨水向北排入杨柳湾路合流管，经禾兴南路合流管最终进入环城南路合流管。同时，根据《嘉兴市城市排水（雨水）防涝综合规划》，杨柳湾路（安乐路-禾兴南路）属于内涝积水的低风险区域，禾兴南路（杨柳湾路-环城南路）属于中风险区域。这在雨季时将会增加杨柳湾路（安乐路-禾兴南路）、禾兴南路（杨柳湾路-环城南路）及环城南路合流管的负荷。

2.3 周边区域现状问题分析

2.3.1 范蠡湖公园排水系统现状分析

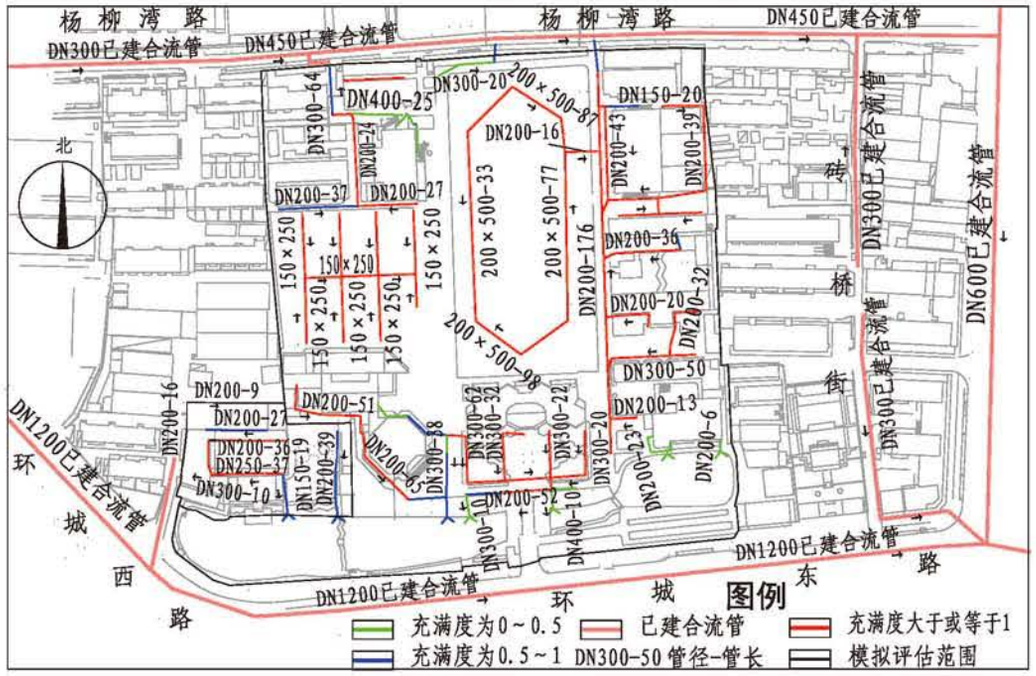


图4 现状雨水管网分析图

1）范蠡湖公园位于本区块的西南侧，根据《嘉兴市海绵城市示范区建设规划》，分区编号为L5-7，占地面积约9600m²，公园水域面积10667m²（2倍于范蠡湖）。公园内部水体与环城河之间设有溢流堰，与范蠡湖是通过下穿环城路的箱涵进行连接，但水体之间并未直接连通，连接处设有溢流堰，公园作为范蠡湖的溢流受纳水体。

2）范蠡湖本身的水体经雨污分流改造、生物技术处理、自身生态循环后，其水质能有较大幅度的提升，无需借助外界水体就能达到要求。此外，本次为了提升范蠡湖的水景观，湖水水位会做抬升处理，如二者水系直接连通，则公园水系的水位亦会相应抬高，公园淹没面积和改造难度均较大。因此，基于改善范蠡湖水质等目的，在两个水系之间实现水循环的必要性和可行性并不充分。此外，依据《嘉兴市海绵城市示范区建设规划》，公园本身已列入海绵城市改造项目，其水质改善完全可以依托自身的改造达到要求，亦不必借助范蠡湖的资源。

2.3.2 梅湾街排水系统现状分析

1）梅湾街西区位于本区块的正南侧，建成于2006年，占地面积约70295m²，是极具

江南水乡特色的仿古商业街，目前梅湾街商业较为成熟，车水马龙，是城中片商业开发的成功典范。

2）梅湾街虽然位于合流制的城中区,但在开发建设时区块内部采用了雨污分流制，四个方向均有雨污水的外排点，街区南侧雨水直接排入环城河，东西两侧雨污水各自接入市政雨污水管网，北侧统一接入了环城路的截流管。从方案阶段的管线排查情况看，并未发现梅湾街的雨污水直接接入范蠡湖，梅湾街与范蠡湖是完全独立的两个体系。梅湾街本身体量较大，区块内部的绿化空间少，且不排除个别商家存在私自的雨污混接，如其雨水向北接入范蠡湖，资源有限的范蠡湖将难以承受，可能反而导致湖水水质下降;且雨水北排，将穿越环城路，受交通影响、竖向衔接、施工困难等问题实施难度大。

2.3.3 环城路排水系统现状分析

1）环城路是城中片最为重要的交通干道之一,本工程涉及环城南路的城南路至禾兴路段，路段长度约330m，路幅宽度约28m，一块板断面，无绿化带，空间局促,交通繁忙。

2）环城南路的路面雨水目前是直接排入埋设于车道下方的环城路截流管中,未发现直接排入范蠡湖的证据，二者是相对独立的两个系统。

2.3.4 沈钧儒纪念馆排水系统现状分析

沈钧儒纪念馆位于范蠡湖东侧，经管线现状摸排,并未发现有接入范蠡湖的情况,其合流水直接向南接入了环城路的截流管中。

2.4 现状问题小结

2.4.1 影响范蠡湖水质的主要是实验初中内的合流水和文保所内一个公厕的污水。雨季时实验初中内合流水不仅容易对范蠡湖水质产生较大影响，也对城中片合流管管道负荷产生较大影响。

2.4.2 雨水收集系统，如雨水口、排水沟等较为陈旧，部分破损，对雨水的收集、排出有较大影响。

2.4.3 校园内几乎无雨水利用设施，雨水利用率低。

2.4.4 校园无雨水的净化设施，导致范蠡湖水质较差。

2.4.5 范蠡湖溢流渠与人行地道合建处，人行地道积水严重，已无法通行。

2.5 海绵城市建设条件

本区域硬化面多，除范蠡湖公园外，该区域内面和室外屋面、硬化路运动场地占比约73%，急需采用海绵城市建设的理念进行改造,规划可依托范蠡湖公园作为天然的生态雨水塘，采用低影响开发（LID）的建设方式建立海绵排水系统,在解决本区域内的雨水调蓄和径流污染控制的同时，做好污水零直排（点源污染控制）、范蠡湖水质净化、雨水的收集利用以及人行地道的积水问题。

1）源头减排建设条件：本区域内硬化面虽多,单建筑周边布置有大量的分散式绿地，适合布置源头减排措施，其中，场地内建筑均为平屋顶，且部分屋面承载力较大，适合做绿色屋顶，消纳自身雨水径流；建筑周边绿化带、花坛适合作为屋面雨水断接设施，收集屋面雨水；硬化路面周边有沿线绿地的，适合改造为雨水花园，收集、处理道路雨水，没有沿线绿地的，可改造为透水路面，将大大减少硬化铺装雨水径流量。

2）中途传输建设条件：本区域内雨污水管线可同步翻新，彻底完成雨污水分流，减少污水点源污染，在中途传输过程中防止污水对范蠡湖水质的污染。

3）末端调蓄建设条件:本区域可充分利用范蠡湖和周边的大片绿地作为末端调蓄净化设施，将绿地改造为潜流湿地，净化范蠡湖湖水，净化后的水用作雨水回用，并将湖体作为地块末端调蓄池，减少地块雨水径流排放。

本区域在建设过程中还可结合景观布置海绵宣传、介绍设施，将该项目建设成为一个海绵城市理念的宣传、教育基地，就近从娃娃抓起，实现海绵城市建设理念推广。

3 规划总则

3.1 编制依据

《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建（试行）》（住房和城乡建设部2014年10月）

《浙江省嘉兴市海绵城市建设试点城市实施方案》（嘉兴市人民政府2015年2月）

《嘉兴市海绵城市示范区建设规划》（嘉兴市规划设计研究院有限公司2015年12月）

《嘉兴市城市低影响开发规划设计导则》（嘉兴市城乡规划建设管理委员会2012年10月）

《嘉兴市城市排水（雨水）防涝规划》（嘉兴市规划设计研究院有限公司2014年12月）

《嘉兴市中心城区污水专项规划调整》（嘉兴市规划设计研究院有限公司2011年12月）

《实验初级中学及周边区域地下管线测量资料》（嘉兴市规划设计研究院有限公司2015年7月）

3.2 编制规范

《城市道路工程设计规范》CJJ 37-2012（2016年版）

《城镇道路路面设计规范》CJJ 169-2012

《透水水泥混凝土路面技术规程》CJJ/T 135-2009

《公路路基设计规范》JTG D30-2015

《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332-2002

《给水排水工程构筑物结构设计规范》GB 50069-2002

《城市道路照明设计标准》CJJ 45-2015

4 海绵城市建设指标确定

4.1 相关规划衔接

4.1.1《嘉兴市城市排水（雨水）防涝规划》

根据《嘉兴市城市排水（雨水）防涝规划》，实验初中隶属于城中片，与学校接壤的杨柳湾路现状合流管管径DN450容量已经饱和。本次规划考虑区块内新建雨水储存设施、雨水净化设备、中水回用设备等雨水净化回用系统，回用雨水可用于学校内绿化灌溉、道路浇洒和冲厕等。这不仅有效缓解了杨柳湾路现状合流管雨季时的管道负荷，还降低了杨柳湾路的内涝风险，改善了进入范蠡湖的雨水径流水质，提高了实验初中内的雨水利用率并节约了自来水用量。

4.1.2 《嘉兴市海绵城市示范区建设规划》

根据《嘉兴市海绵城市示范区建设规划》的要求，本区块位于旧城改造示范区域（L-3区），规划该地块的年径流总量控制率为80%、综合流量径流系数0.67、对应的设计降雨量24mm、雨水综合处置率100%。规划要求根据校区现状条件确定低影响开发设施类型及其规模，设计考虑道路坡向、路面与周边绿地的竖向关系等，便于径流雨水汇入下沉式绿地、植草沟、雨水花园（生物滞留设施）、入渗沟等进行处理、下渗，最终经末端净化处理后排入范蠡湖。

4.1.3 《嘉兴市中心城区污水专项规划调整》

根据《嘉兴市中心城区污水专项规划调整》，本区块隶属于城南泵站污水系统，区块南侧环城南路现状污水管径DN1200，自西往东排入城南路污水泵站。根据规划要求，该区域实验初中污水向北排入杨柳湾路DN450合流管，文保所污水向南排入环城南路DN1200截留管内。

4.2 海绵城市设计控制目标

本项目为改建工程，按照《嘉兴市海绵城市示范区建设规划》，本次实验中学位于L-3区，结合其他相关规划，对本地块提出海绵城市设计控制目标，如下：

4.2.1 水环境方面

年径流总量控制率总体目标为80%，对应的设计降雨量为24mm；年径流污染物削减率为40%，根据《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建（试行）》中第2.3条径流污染控制目标的要求，年径流污染控制率（年SS总量去除率）=年径流总量控制率×低影响开发设施对SS的平均去除率；解决目前区块内雨污水混接的问题，通过改造实现区块雨污分流。

4.2.2 水生态方面

通过综合生态工程措施，恢复湖泊净化能力，维持水生态环境的长期稳定。

4.2.3 水安全方面

雨水管渠系统的设计重现期达到2年一遇，提升区块排水防涝能力。

4.2.4 水资源方面

设计雨水回用系统，有效利用雨水资源。

5 海绵城市建设思路和策略研究

5.1 片区规划解决策略

5.1.1 规划对实验初中校园内的雨污水系统进行重新构建，杜绝合流水进入范蠡湖，在源头、中部和末端分别采用相应的技术手段，净化、控制、回用径流雨水，削减面源污染，保障入湖水质。打通校园主入口处已经破损的管道，构建人工循环设施。结合学校开辟第二课堂的需求，设置微型气象站、水质水量监测系统、技术展示系统，注重活泼性和多样化，吸引学生了解并参与到海绵城市建设中来，将其打造成一个海绵城市教育基地。

5.1.2 本方案拟对文保所实行彻底的雨污分流改造，雨污水维持排水方向现状，仅重新敷设一根管道将公厕内污水排入城南回收站南侧合流管内。同时，在区块东南侧的绿地内设置低影响设施，技术处理后的雨水排入范蠡湖。

5.1.3 规划结合本次海绵城市建设，借此契机提高区块内排水设施的排水防涝标准，同时减轻初期雨水径流对水环境的污染，改变区块雨污合流的现状，在达到年径流总量控制率总体目标的基础上，净化范蠡湖水质，提升区块景观效果。

5.2 周边区域对本片区的影响及规划解决策略

5.2.1 规划采用范蠡湖公园水系作为范蠡湖的补给水源和溢流的受纳水体，在箱涵与范蠡湖的连接处加高溢流堰标高，将溢流水位提升至1.80m，以满足范蠡湖的景观要求。

5.2.2 考虑环城路的道路资源极其有限，道路范围的雨水控制难度较大，规划拟将北侧半幅的路面雨水接入范蠡湖，通过在范蠡湖南侧带状的绿化空间范围内设置低影响

设施，对雨水进行技术处理后予以接入。

5.2.3 维持梅湾街与范蠡湖独立的排水体系，梅湾街的雨水通过在自身区域范围内构建低影响处理设施予以解决，重点做好雨污串接的整治和末端的调蓄工作，减少对范蠡湖水质的影响。

5.2.4 规划拟维持沈钧儒纪念馆与范蠡湖两个体系间相对独立的现状关系。

6 源头管控方案

根据海绵城市设计控制目标，从水环境、水生态、水资源及水生态四方面进行工程方案设计，主要通过径流污染控制和雨水径流控制实现水环境的改善；通过雨水管渠改造提升雨水管渠排水能力；建立雨水回用系统，充分利用雨水资源，同时减少地块的雨水径流排放；通过雨水管渠改造和范蠡湖雨水调蓄提升管渠排水能力及雨水调蓄量，减少地块内涝；通过设置生态岸线和生态浮岛共同提升范蠡湖水质。

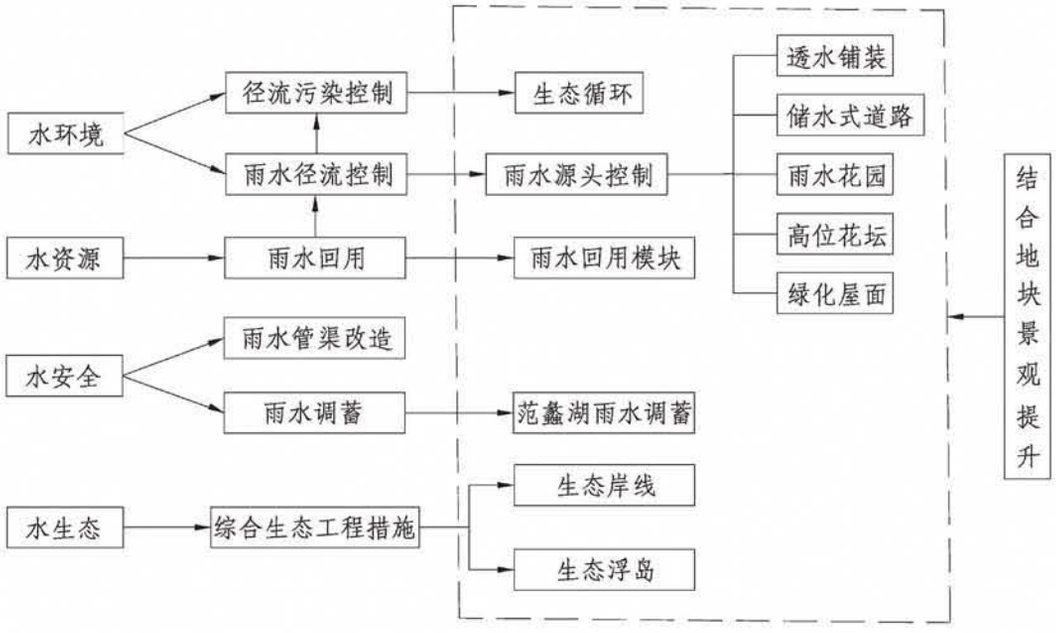


图5 源头管控方案图

7 海绵工程措施详细规划

7.1 规划主要内容

7.1.1 充分论证范蠡湖与周边区域（单位）的系统性关系。

7.1.2 对合流制的实验初中进行雨污分流改造，重新构建雨污水系统。

7.1.3 在区域内构建植草沟、雨水花园（生物滞留设施）、下沉式绿地、透水路面等雨水收集、入渗及滞留设施。

7.1.4 新建雨水净化系统、过滤池等雨水净化回用系统。

7.1.5 利用传统雨水系统进行雨水的溢流排放和错峰排放。

7.1.6 通过从源头解决初期雨水污染问题，同时设置泵房补充水源，解决范蠡湖湖水水质及水循环问题。

7.1.7 范蠡湖周边区块景观提升。

7.1.8 开辟第二课堂，让学生了解并参与到海绵城市建设中来。

7.2 海绵城市技术路线

实验初中和文保所占地面积约51186m^2,结合低影响开发技术措施及该区域绿化布置等情况，本次设计主要采用绿化屋面、雨水花园（生物滞留设施）、透水（储水）路面、高位花坛(雨水断接）、潜流湿地、生态浮岛、雨水收集回用设施等LID技术措施控制径流总量。LID技术路线如图6所示:

7.3 海绵工程措施详细方案

7.3.1 海绵城市低影响开发水文计算

1）降雨量（Q）:

$$Q=\psi qF$$

暴雨强度: $q=177.047(1+0.6751\lg P)/(t+10.647)^{0.655}$

式中: q ——暴雨强度;

P ——设计重现期（年），本区块设计重现期取值2年;

t ——降雨历时（min），本区块地面集水时间取值10min;

ψ ——综合径流系数;

F ——汇水面积（hm^2）。

2）雨水径流控制总量（V）:

根据《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建（试行）》，设计调蓄容积采用容积法进行计算。

$$V=10HF$$

式中: H ——径流控制厚度（mm）。

通过上述公式可知，实验初中和文保所区块设计降雨控制量为912.8m^3。

7.3.2 排水系统重构

规划采用实验初中和文保所内雨污水系统的彻底雨污分流以及减轻杨柳湾路、禾兴南路、环城路合流管负荷的方式进行设计。根据前期实验初中和文保所内雨污水管道的实测资料、雨水管道评估和排水能力复核的结果，对实验初中内六角楼、图书馆、科技馆、学生宿舍楼、西大楼、东教学楼的污水系统和文保所东侧厕所的污水系统进

行改造。同时，重新敷设部分雨水管道，提高区块内排水防涝能力。

1）污水系统

在实验初中内足球场东侧、行政楼西侧现状合流管原管位处重新敷设一条DN300污水主管，长约154m，污水主管收集六角楼北侧、科技馆北侧、教学楼南侧污水后自南向北排入杨柳湾路DN450合流管。在实验初中内篮球场北侧、学生宿舍楼和食堂中间新建一条DN300污水主管，长约55m，污水主管收集学生宿舍楼、食堂和西大楼污水后自南向北排入杨柳湾路DN450合流管。

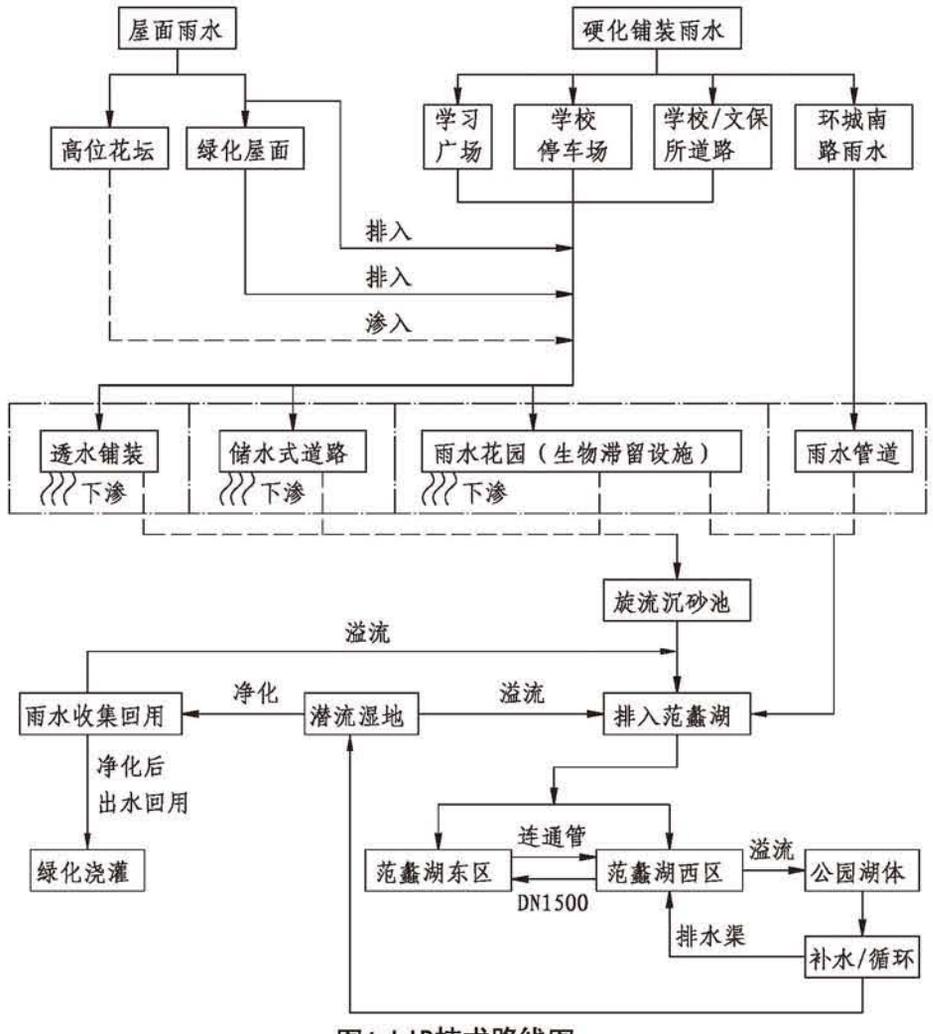


图6 LID技术路线图

文保所内，在东侧厕所处重新敷设一条DN300污水管，长约150m，污水管收集厕所和实验初中内图书馆南侧污水后自西向东再向北进入六角楼北侧DN300污水管。

2）雨水系统

实验初中内，在操场东侧新建一条DN400～DN600雨水主管，长约205m，雨水主管收集体育馆、教学楼、行政楼、科技馆雨水后，最终进入范蠡湖。在足球场西侧，新建一条DN400～DN600雨水主管，长约166m，雨水主管收集学生宿舍楼、食堂、西大楼、篮球场、图书馆和报告厅雨水后自北向南排入范蠡湖，从而实现实验初中区块内所有雨水向南排，最终进入范蠡湖。

文保所内保持雨水系统现状。

7.3.3 LID改造措施

规划LID控制设施设计应根据排水分区，结合项目周边用地性质、绿地率、水域面积率等条件，综合确定低影响开发设施的类型与布局；应注重公共开放空间的多功能使用，高效利用现有设施和场地，将雨水控制与景观相结合。

本次设计结合低影响开发技术措施及该区域的绿化布置等情况，通过雨水源头和末端相结合的方式，充分利用现状条件采用各种措施削减雨水径流量和雨水径流污染。在实验初中内拟采用绿化屋面、雨水花园（生物滞留设施）、透水铺装、高位花坛（雨水断接）、潜流湿地、生态浮岛六类LID技术措施。

本次改造LID措施及面积见表6。

表6 LID措施及面积表

LID 措施	工程量
绿化屋面	993m^2
透水混凝土路面	1516m^2
陶瓷透水砖路面	564m^2
透水沥青路面	2348m^2
花岗岩透水路面	744m^2
雨水花园（生物滞留设施）	833m^2
潜流湿地	549m^2
生态浮岛	140m^2
生态驳岸	393m
雨水断接	59处
DN225雨水管	75m
旋流沉砂井	4座

7.3.4 高程分析及汇水区域

实验初中和文保所内现状场地较为平整，除实验初中内报告厅南侧和篮球场以及文保所假山南侧高程较低，分别为2.66m、2.95m和2.14m外，其余区域平均高程在3.15m左右。设计场地的高差主要由土方堆坡产生，下沉式绿地或雨水花园（生物滞留设施）最低处为标高最低处，标高为2.84m～3.03m。

根据现状场地高程条件和LID设施设计要求，对实验初中和文保所内汇水区域进行了划分（详见图7），具体如下：

① 西大楼、篮球场东侧足球场西侧主道路和教学楼、行政楼西侧足球场东侧主道路雨水→储水式沥青道路→溢流雨水进入雨水管道→旋流沉砂井→范蠡湖；

② 图书馆和报告厅周围道路雨水→雨水管道→旋流沉砂井→范蠡湖；

③ 六角楼和科技楼周围道路雨水→储水式花岗岩道路或陶瓷透水砖路面→溢流雨水进入雨水管道→旋流沉砂井→范蠡湖；

④ 六角楼、报告厅和科技馆屋面雨水→绿化屋面→雨水断接（高位花坛）→溢流雨水进入雨水管道→旋流沉砂井→范蠡湖；

⑤ 范蠡湖南侧周围道路以及环城南路北半幅路雨水→潜流湿地→回用或范蠡湖；

⑥ 学生宿舍、食堂、报告厅、图书馆、体育馆、教学楼、行政楼、科技馆屋面雨水→雨水断接（高位花坛）→溢流雨水进入雨水管道→旋流沉砂井→范蠡湖；

⑦ 文保所建筑屋面雨水→雨水断接（高位花坛）→溢流雨水进入雨水管道→现状合流管；

⑧ 文保所东侧区域雨水→雨水花园(生物滞留设施）→溢流雨水进入雨水管道→范蠡湖；

⑨ 文保所道路雨水→现状合流管。

7.3.5 雨水回用、生态循环及水量补充

1）雨水回用

规划设计雨水回用系统。主要通过循环或补水泵房抽取范蠡湖水对范蠡湖东南角的潜流湿地进行净化处理，最终进入雨水储存和净化设施。回用雨水主要用于学校内的道路浇洒和绿化灌溉（用于六角楼、图书馆和科技馆）。

① 雨水径流量

设计收集区域进入范蠡湖调蓄的雨水径流量。

设计重现期降雨量参考嘉兴市设计重现期2年的最高日（24h）降雨量h_y=83.2mm。

规划可收集区域面积4.77hm^2，综合径流系数取ψ_c=0.78。

规划雨水设计径流总量：$W=10\psi_c \cdot h_y \cdot F=10\times4.77\times0.78\times83.2=3096m^3$。

② 雨水径流量损耗

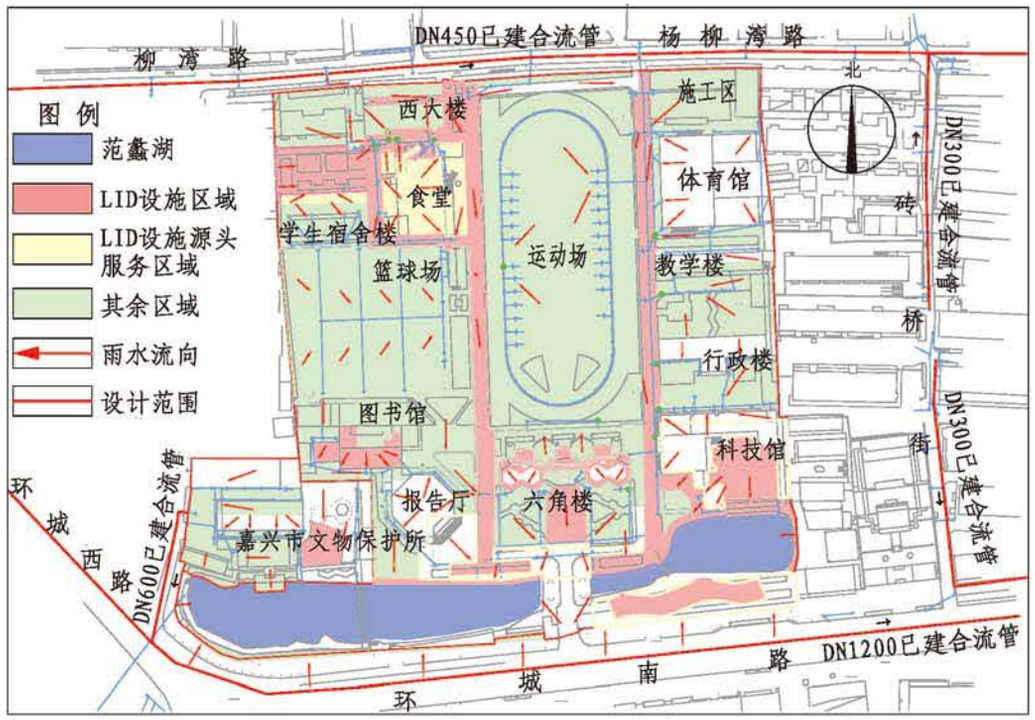


图7 汇水分区划分图

考虑收集雨水中约有10%左右损耗于蒸发、损耗和水质净化过程。

规划雨水径流量损耗：$Wq=3096\times10\%=309.6m^3$。

③ 雨水回用系统用水量

雨水回用系统用水量计算结果为11.16m^3/d。因雨水回用系统的最高日设计用水量不足集水面雨水径流总量的40%，考虑到回用系统会在3d内把日收集的雨水量用完，故雨水蓄存量按雨水回用系统的日用水量的3倍取值，则：

雨水收集池容积 $V=11.16\times3=33.48m^3$

2）生态循环及水量补充

生态循环及水量补充主要采用设置在范蠡湖西南侧的循环或补水泵站。

① 生态循环

范蠡湖水位为常水位时，泵站抽取范蠡湖西侧水体，然后进入六角楼前人工潜流湿地净化处理，最终输送至科技馆南面形成跌水景观效果，完成对范蠡湖内水体的生态循环。实验初中内范蠡湖面积为5021m^2，湖深约1.5m，水体体积约为7532m^3,考虑每天有1/15的水量在范蠡湖内完成一次生态循环，从而改善水质，因此，泵站规模约为

500m³/d，泵站每天运行8h，采用两台70m³/h潜水泵一用一备。

② 水量补充

范蠡湖水位低于常水位时，泵站抽取范蠡湖公园内水体作为补给水源，将实验初中内的范蠡湖补充至常水位。

7.3.6 范蠡湖景观提升

1）范蠡湖总体景观设计思路

主题思想：诗意空间的打造。

范蠡湖区域是本次景观打造的重点，通过对湖面四周驳岸的景观设计和设置在雨水排出口的龙吐水，配合孤植的造景树种，向学生展示一个现代功能与美学结合的景点，同学们可以在这里通过景墙上的文字及实际的雨水系统，学习到当前海绵城市的设计成果。本次改造将通过三个景观区块的景观提升来整体提升区域内景观。

2）景观节点设计

① 东侧景观区

原有范蠡湖水系打通，把原有废弃的非机动车停车场区域改建为潜流湿地，在潜流湿地上架设混凝土仿木栈道，使人可以在湿地中漫步赏玩。

潜流湿地区域现状及改造后的潜流湿地景观示意见图8、图9。



图8 潜流湿地区域现状



图9 改造后的潜流湿地景观示意

② 中部景观区

原有西施像区域比较简陋，同学经常脚踩垒石，捉鱼游玩，既不安全又无景观。本次改造通过造型绿化的掩映，杜绝安全隐患的同时起到了美观的作用。

中部南岸步道破损比较严重，本次通过透水砖的铺设及生态驳岸的打造，使环城南路上的雨水过滤后，通过透水铺装的储水层溢流入范蠡湖，使景观效果焕然一新，北侧通过下沉式绿地，并配植耐水湿的植物，使绿化效果得到进一步的提升。

中部范蠡湖现状及改造后意向照片见图10、图11。



图10 中部范蠡湖现状



图11 改造后意向照片

③ 西侧景观区

因水位提升，原有西侧的折桥已不适宜行走，本次改造将提亮此区域的景观，通过红桥的架设，使之形成万绿丛中一点红的意境，使原本幽暗的空间立显明亮鲜目的景色。

西侧曲桥改造前照片及西侧红桥示意照片见图12、图13。



图12 西侧曲桥改造前照片



图13 西侧红桥示意照片

3）湖旁植物景观

沿河种植耐水湿植物，在角位区域适当点植造型灌木，如造型无刺构骨球、造型五针松、鸡爪槭、红枫等，配上景观灯具，使原有的驳岸更生态，更富有诗意。

校园内通过植物的营造，形成富有寓意的植物意境。如碧桃、紫叶李寓意“桃李

满天下”，白玉兰林象征老师朴素悠远的情怀。

4）其他景观元素

① 湖面生态改造

在湖中增加多种植物搭配的生态驳岸，运用植物多样性，让湖面景观立体化。水质改善后，可以投入金鱼放生，流动鲜艳的色彩可增加水面的灵动性。

② 湖域景观灯改造

在湖旁及湖底增加古朴庭院灯及水下射灯，既增加了游玩的安全性，又起到了呼应景观，提亮夜景的效果。

③ 园路及汀步的改造

水位提高，原有南侧的园路也需要加高,将加铺具有古典意境的仿古石及彩色石，与周边的诗意景观统一。

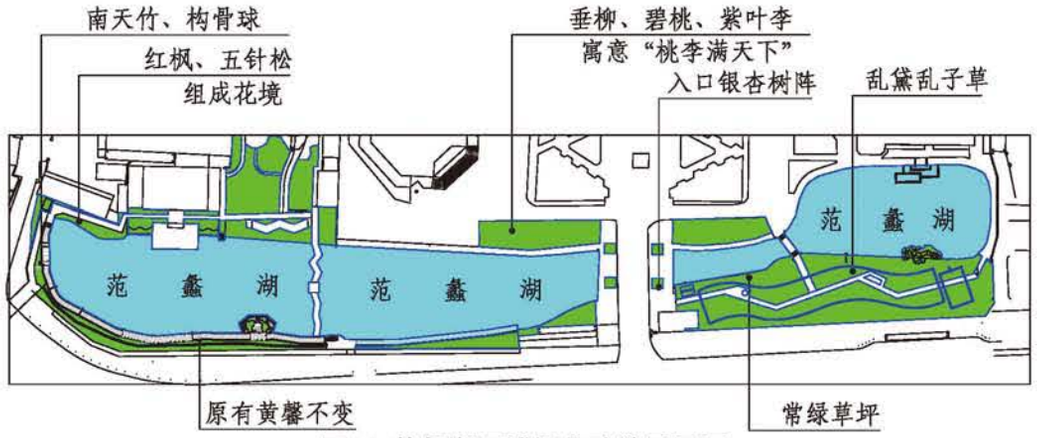


图14 范蠡湖区域绿化改造平面图

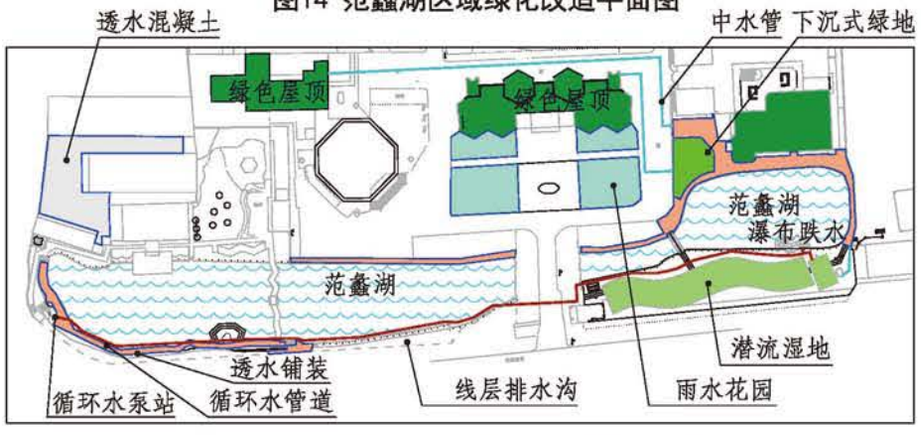


图15 范蠡湖区域景观改造总平面图

8 模型评估

8.1 海绵城市建设目标达标评估

8.1.1 评估依据

1）《浙江省嘉兴市海绵城市建设试点城市实施方案》

2）《嘉兴市海绵城市示范区建设规划》

3）实验初中和文保所LID设计总平面图

4）实验初中和文保所雨水管线设计平面图

5）实验初中和文保所汇水范围划分图

6）嘉兴市2011年4月～10月某监测站5min步长连续降雨量数据资料

8.1.2 模型参数选取标准

1）气象参数

① 蒸发量采用嘉兴市1月～12月多年每月平均蒸发量;

② 因多年连续降雨资料暂无，本次模拟降雨采用嘉兴市2011年4月1日～10月31日某监测站5min步长连续降雨量数据，总降雨量728.5mm。

2）LID措施参数

① 雨水花园（生物滞留设施）下凹深度15cm，种植土壤层厚度40cm，土壤类型为壤土，砾石层10cm;

② 高位花坛蓄水深度6cm，种植土壤层厚度30cm，土壤类型为壤土;

③ 透水混凝土透水铺装层15cm，孔隙率15%，砾石层20cm，孔隙率30%;

④ 潜流湿地深1.5m，空隙率50%，概化为深为0.75m的调蓄池;

⑤ 范蠡湖概化为调蓄池，池深2.00m，池底标高-1.00m，常水位0.50m，溢流标高0.80m。

8.1.3 建模方式

1）子汇水区域划分

本次模拟范围总汇水面积约51186m^2，建模时将其划分为118个子汇水区域。

2）雨水管线

本次模拟共设雨水管渠100段，雨水检查井86个。

3）雨水排放口

区块内共有3处雨水排放口,分别为：区块西南侧排放口（PFK1）；区块东南侧排放口（PFK2）；雨水回用排放口（PFK3）。

4）模拟结果

2011年4月～10月总降雨量为728.5mm，雨量分配表如表7所示。径流系数为0.576。模拟结果显示PFK1总排放量为0m³，PFK2总排放量为5879m³，PFK3总排放量为640m³（雨水回用，不外排），盲管排放量191m³。

表7　雨量分配表

项目	数值（mm）
总降雨量	728.500
源头径流控制措施初始存储量	0.917
蒸发量	84.381
下渗量	229.830
地表径流量	419.403
末端存储量	1.005
误差(%)	-1.224

表8　雨量排放表

排放口名称	形式	最大流量（L/s）	总排放量（m³）
PFK1	排出	0.00	0
PFK2	排出	178.81	5879
PFK3	排出	0.04	640

5）评估结果

依据《嘉兴市海绵城市示范区建设规划》中年径流总量控制率的要求，实验初中和文保所地块设计年径流总量控制率目标为80%，设计降雨量为24mm。地块汇水总面积为55688m²（含环城南路北侧半幅路），总降雨量为728.5mm，计算可得总降雨量为40568.7m³。模型模拟结果显示，地块经LID改造后总外排量为5879m³，即径流总量控制率为85.5%。查阅嘉兴市2011年水资源公报知，汛期4月～10月降雨量占年总降雨量的82.7%，因此本区块2011年年径流总量控制率可满足目标要求。

表9　控制目标评估表

控制目标	设计目标	计算控制率	是否完成建设目标
年径流总量控制率	80%	85.5%	是

由于年SS总量去除率=年径流总量控制率×低影响开发设施对SS的平均去除率，本地块SS总量去除率为85.5%×50%=42.75%。

8.2 LID改造后雨水管道排水能力复核

在2年一遇降雨条件下（69mm/2h），对实验初中和文保所内现状雨水管道的排水能力进行复核，具体结果如表10所示。

表10　实验初中和文保所排水能力结果

管道充满度	管长（m）	占比（%）
≥1	86.57	6.15
0.5～1	198.69	14.11
0～0.5	1122.95	79.74

根据模型评估结果，LID改造后雨水主管共1016m，其中充满度≥1的占到了6.15%（红色），充满度在0.5～1.0的占比为14.11%（黄色），充满度＜0.5的占比为79.74%（蓝色）。

LID改造后，雨水管道的排水能力有了较大的提升，有压管大幅减少，尤其是在靠近范蠡湖雨水主管排出口末端，绝大部分雨水管道充满度均小于0.5。

雨季时不仅提高了整个区块内的排水防涝能力和雨水径流污染削减量，还减轻了杨柳湾路（安乐路-禾兴南路）、禾兴南路（杨柳湾路-环城那路）以及环城南路合流管的负荷。

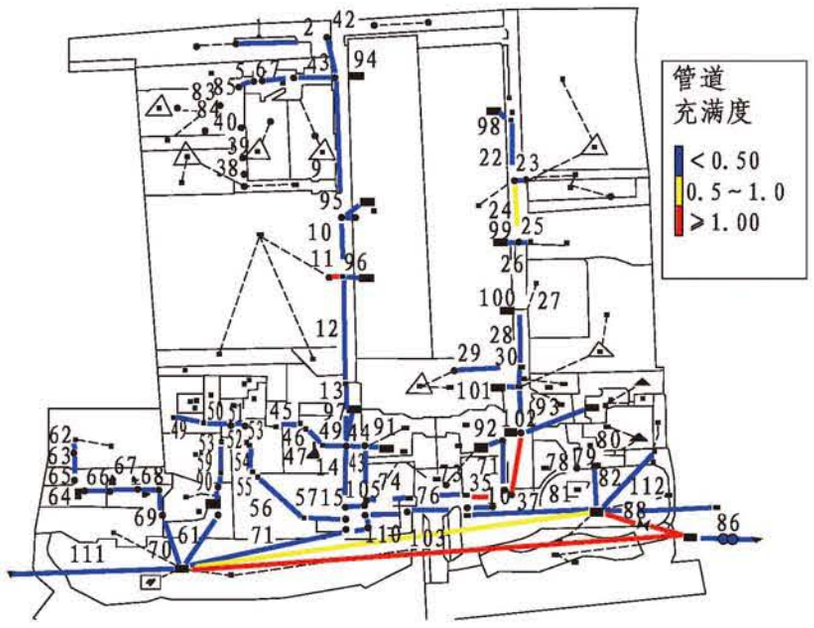


图16 管道排水能力复核

8.3 地块海绵城市建设综合评价

8.3.1 水环境方面

地块经LID改造后径流总量控制率为85.5%，年径流污染物削减率为42.75%，满足径流总量控制率为80%和年径流污染物削减率为40%的目标要求。

8.3.2 水生态方面

地块海绵城市改造后，新增生态驳岸共393m，新增生态浮岛140m^2,极大地提高了湖泊净化能力。

8.3.3 水安全方面

一方面，经雨水管网改造后，雨水管线排水能力由原来的不到一年一遇提高为二年一遇，显著提升了雨水管网的排水能力，可有效缓解地块内涝。另一方面，通过控制范蠡湖溢流水位，设计范蠡湖可容纳的雨水量为1506.3m^3，可以有效控制中学雨水径流，减轻地块内涝。

8.3.4 水资源方面

通过将范蠡湖的湖水抽入潜流湿地净化，净化后的干净雨水用作地块的道路浇洒和绿地灌溉，有效地利用了雨水资源。

综上，通过海绵城市详细规划，本地块可实现水环境、水生态、水安全和水资源不同方面的目标，有效控制源头雨水，同时实现地块景观提升。

9 工程估算

9.1 概算编制依据

《浙江省市政工程预算定额》

《浙江省建筑工程预算定额》

《浙江省园林绿化及仿古建筑工程预算定额》

《浙江省安装工程预算定额》

《浙江省建设工程施工费用定额》

《浙江省施工机械台班费用定额》

《浙江省工程建设其他费用定额》

《嘉兴造价管理信息价》

《浙江省造价信息》

9.2 其他费用及有关说明

9.2.1 场地准备及临时设施费：按工程费用的0.8%计取。

9.2.2 勘察设计费：根据国家发展计划委员会及建设部颁布的“工程勘察设计收费标准”（2002年修订本）计算，勘察费按设计费15%计取。

9.2.3 建设单位管理费及其他费：按《浙江省工程建设其他费用定额》计取。

表11 工程量估算表

序号	工程或费用名称	概算金额（万元）	备注
Ⅰ	第一部分建安工程费	737.22	—
1	污水工程	56.53	—
2	雨水工程	58.25	—
3	LID 工程	126.73	—
4	景观工程	150.70	—
5	道路工程	263.47	—
6	照明亮化工程	31.96	—
7	绿化工程	49.58	—
Ⅱ	第二部分其他基本费用	102.35	—
1	场地准备及临时设施费	5.90	0.8%
2	建设单位管理费	13.02	—
3	建设管理其他费	11.06	含招标代理费、评审费等
4	工程监理费	18.36	—
5	工程保险费	3.69	0.5%
6	勘察设计费	35.27	—
7	勘测费	7.05	含管线测量费、地形勘测费、地质勘探费
8	可行性研究费	5.00	—
9	环境评价费	3.00	—
Ⅲ	第三部分工程建设预备费	41.98	—
1	工程预备费	41.98	（Ⅰ+Ⅱ）×5%
—	合计（Ⅰ+Ⅱ+Ⅲ）	881.55	—

注：本表根据建设时的预算定额计算，仅供参考。使用时，设计人员需根据现行预算定额调整相关数值。

杨 柳 湾 路

北

图 例

雨水花园
绿色屋顶
雨水断接
潜流湿地
透水沥青路面
循环水管
花岗岩透水路面
陶瓷透水砖路面
透水混凝土路面
生态驳岸
雨水管道
中水回用管
排空管

雨水花园 S=71m²
雨水花园 S=64m²
雨水花园 S=60m²
透水混凝土路面 西大楼 S=1516m²
雨水断接
食堂
学生宿舍楼
透水沥青路面 S=1176m²
透水沥青路面 S=1172m²
运动场
篮球场
施工区
体育馆
教学楼
行政楼
绿色屋顶 S=378m²
图书馆
六角楼
绿色屋顶 S=191m²
花岗岩透水路面 S=181m²
绿色屋顶 S=424m²
科技馆
嘉兴市文物保护所
雨水花园 S=268m²
报告厅
雨水花园 S=191m²
陶瓷透水砖路面 S=105m²
花岗岩透水路面 S=563m²
雨水花园 S=179m²
陶瓷透水砖路面 S=459m²
生态驳岸 L=85m
生态驳岸 L=26m
DN1500-2 桥下敷设
生态驳岸 L=28m
生态驳岸 L=27m
生态驳岸 L=78m
生态驳岸 L=49m
循环水管 dn200 L=167.5m
生态驳岸 L=49m
潜流湿地 S=549m²
雨水收集回用设施

环 城 西 路
环 城 南 路

2-2海绵设施平面图

图集号	22HM001-1
页	1-1-41

审核	郑克白		校对	任心欣		设计	楼诚	



注：

1. 图中尺寸除管径、井径以毫米计外，其余均以米计。
2. 标高采用黄海标高系。

2-3雨水管线布置图									图集号	22HM001-1
审核	郑克白	郑克白	校对	任心欣	任心欣	设计	楼诚	楼诚	页	1-1-42

北

图 例

1.500
DN300-10
→
○ 污水井

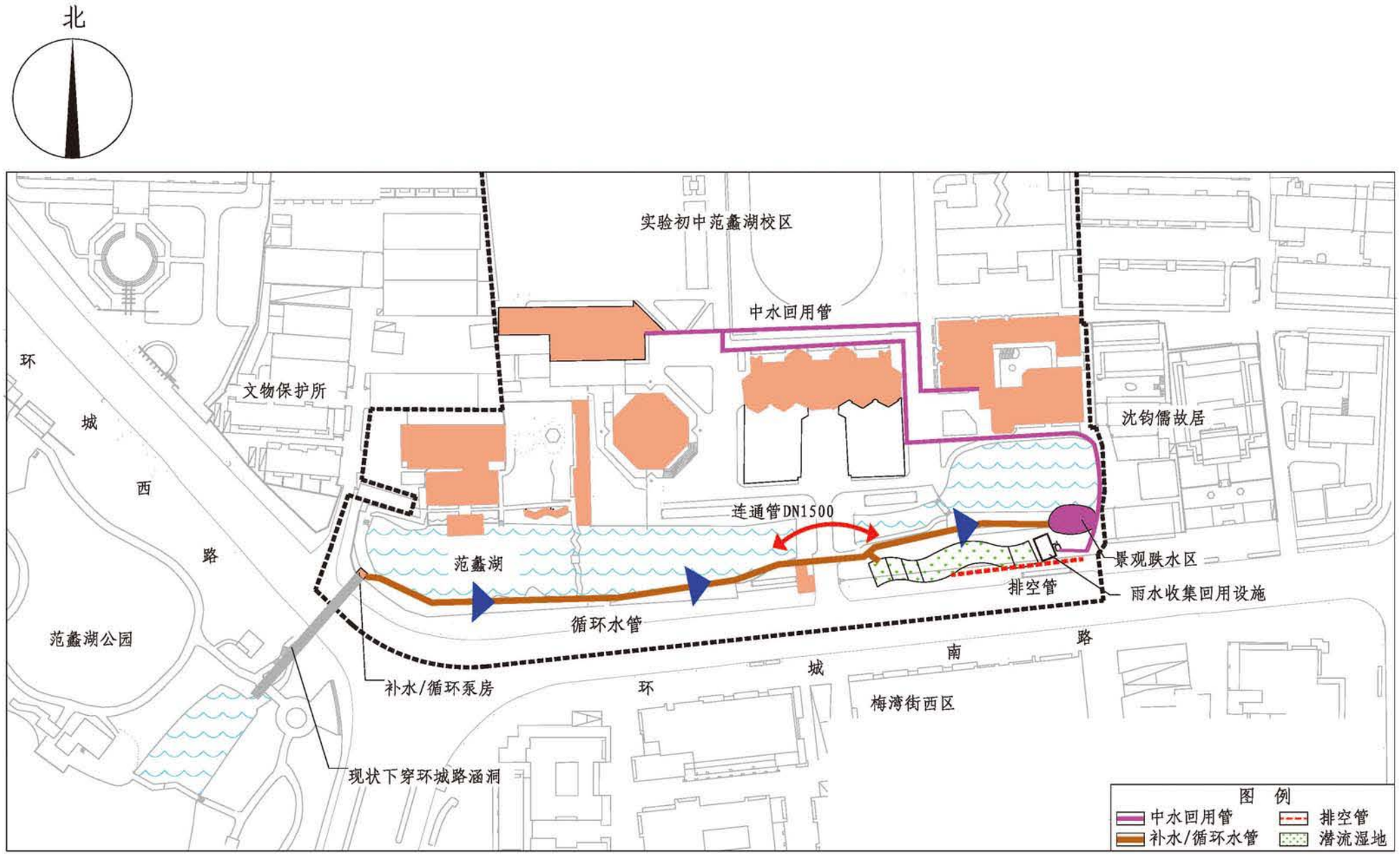
检查井编号 各方向管内底标高
管径-管长
水流方向
本次设计污水管道

注：
1. 图中尺寸除管径、井径以毫米计外，其余均以米计。
2. 标高采用黄海标高系。

杨柳湾路
DN450已建合流管
DN300已建合流管
西大楼
学生宿舍楼
食堂
篮球场
运动场
施工区
体育馆
教学楼
行政楼
图书馆
嘉兴市文物保护所
报告厅
六角楼
科技馆
砖桥街
环城西路
DN1200已建合流管
DN600已建合流管
环城南路
已建井改造
W01
W02
W03
W04
W08
W09
W10
W11
W12
W13
W14
W15
W16
W17
W18

2-4某污水管线布置图

审核	郑克白		校对	任心欣		设计	楼诚		图集号	22HM001-1
									页	1-1-43



2-5雨水生态循环示意图

图集号	22HM001-1
页	1-1-44

审核	郑克白		校对	任心欣		设计	施勇涛	

主题思想：诗意空间的打造

范蠡湖区域通过对四周驳岸的景观打造，以及收集雨水汇入湖中形成“龙吐水”，配合孤植的造景树种，向学生展示一个现代功能与美学结合的景点。同学们不仅可以在这里通过景墙上的文字及实际的雨水系统，学习到当前海绵城市的设计成果，也可以在这里感受植物季相的四季变化，还可以欣赏西施沅纱的景观节点，总体营造一股浓郁的诗意画面。



⑦ 生态驳岸



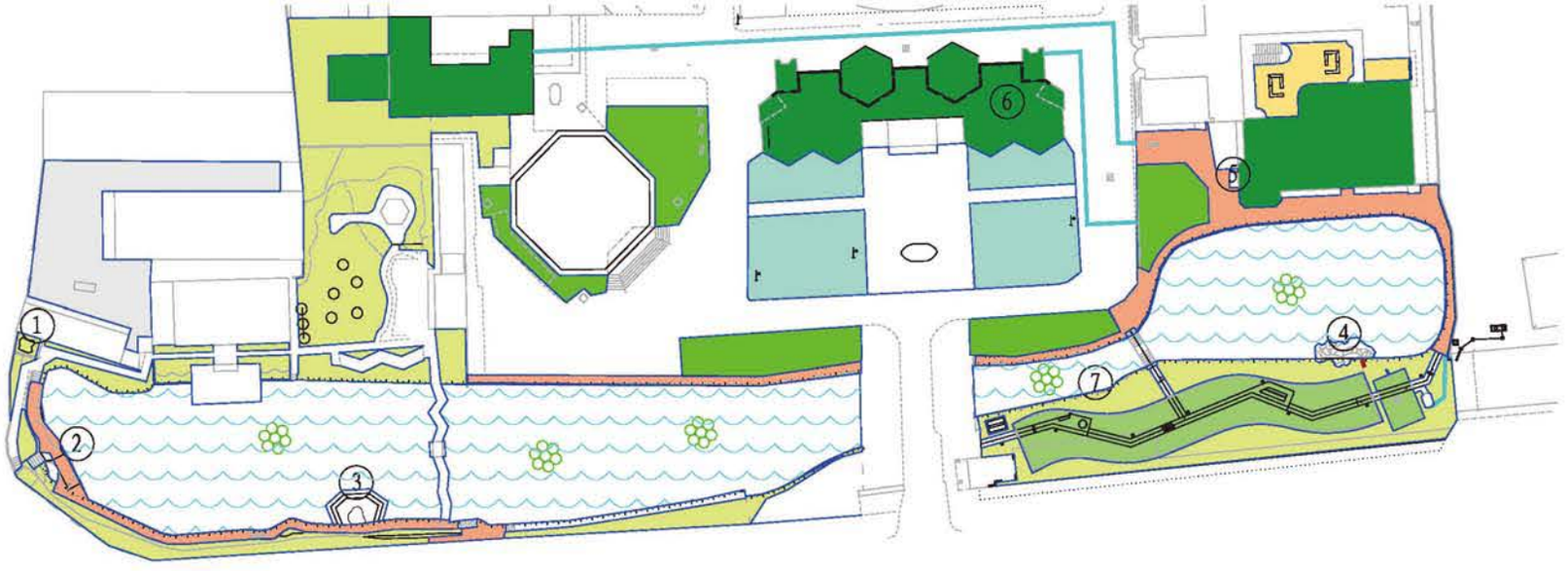
⑥ 绿色屋顶



⑤ 高位花坛



① 花坛改造





② 景观桥



③ 西施浣纱池



④ 假山跌水

2-6景观总平面图									图集号	22HM001-1
审核	郑克白	郑克白	校对	任心欣	任心欣	设计	施勇涛	施勇涛	页	1-1-45

第二部分 专项设计

设 计 说 明

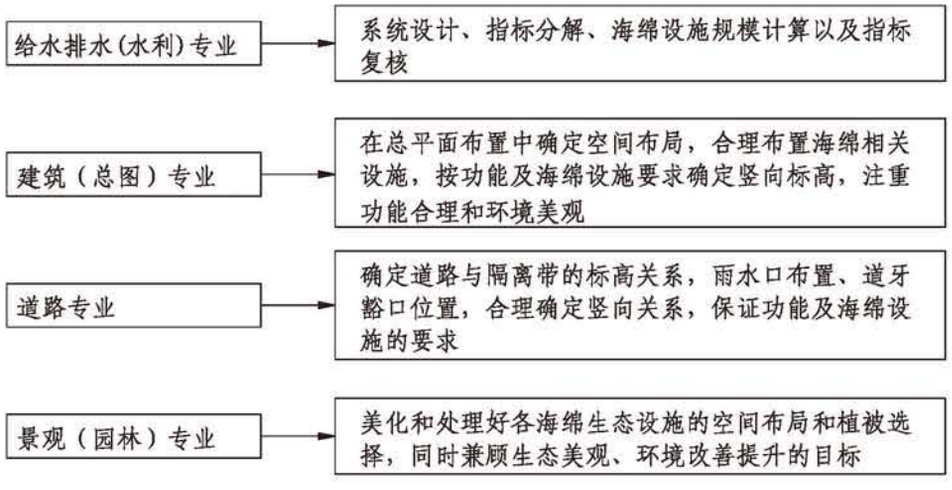
1 一般要求

1.1 建设项目立项应包括海绵城市建设内容，根据项目进展在可行性研究（项目建议书）、方案设计、初步设计和施工图设计等文件中应有海绵城市建设内容，并应按管理规定形成专篇报各阶段审查。片区改造项目和海绵专项改造工程还需进行海绵专项方案评审，因此，建设项目的设计阶段应按照海绵建设要求进行相关设计，其内容的成果应满足各项审查要求。

1.2 海绵城市专项设计应按照上位规划有关要求和控制指标，明确目标和需要解决的问题，结合项目所在区域的地理特征、周边条件、排水防涝、总图及景观方案，合理采取措施及系统组合，达到海绵城市建设要求。

1.3 海绵城市专项设计是项目设计的组成部分，需要由总图专业、建筑专业、道路专业、给水排水专业、水利工程专业、景观（园林）专业等相关专业融合完成。给水排水（水利）专业应围绕海绵建设的控制目标采用水量和水质模型进行外排水量和水质的模拟计算，确定达到目标所需的总蓄水容积和设施规模。建筑（总图）、景观、道路专业在总图设计中应合理地布置海绵相关设施，控制标高并美化环境。园林专业根据需要选配适合的植物。在建筑（总图）、景观、道路专业方案确定后，给水排水（水利）专业还需要对各项设施进行核对，复核总规模是否满足海绵城市专项规划提出的控制指标要求。最终确定总图的布局，各专业应在总图控制下进行设计，互相配合确保海绵建设目标的实现。

源头减排项目海绵专项设计中各相关专业的重点内容见图1。



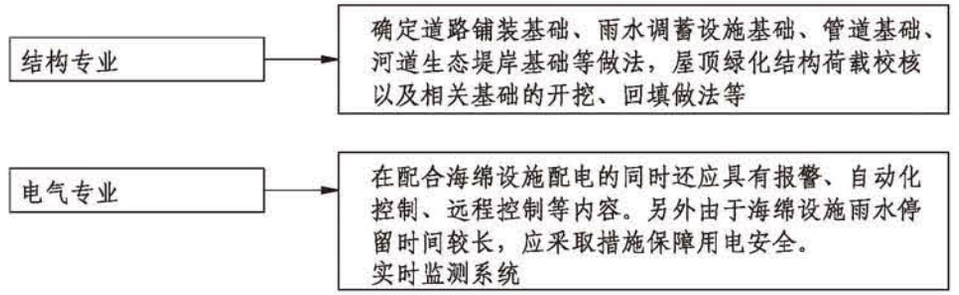


图1 源头减排项目海绵专项设计中各相关专业的重点内容

1.4 海绵城市专项设计文件编制时应满足地方相关规划、设计文件编制规定的要求。

2 设计内容

2.1 设计目标

根据上位规划或重点问题确定设计目标，结合项目需求分析明确设计思路，进行海绵设施规模计算及指标复核等工作，包括以下几个方面：

2.1.1 基础条件分析

1）自然条件：项目周边自然水体或所属流域；项目土质和地下水水位情况、气象参数、降雨资料等。

2）市政条件：现状雨水管网设计标准、排水管径等；现状排水体制情况，是雨污合流还是雨污分流。

3）重要问题：是否低洼易积水；是否属于水质污染严重区的上游；市政排水管网是否标准过低等。

4）设计目标：上位规划要求的指标。

2.1.2 设计计算

根据规划防洪水位提出地形控制标高；根据海绵指标计算出项目所需的总蓄水空间；按径流控制和污染物控制指标计算出需要的滞蓄、净化等海绵设施规模；根据总平面和竖向设计确定汇水区域，布置相应的海绵城市建设设施；复核采取的措施是否满足要求；其他雨水系统的水力计算。

2.2 设计要点

因为不同建设项目源头减排目的和措施不尽相同，本册按照建筑与小区、屋顶绿化、城市道路等项目分别给出设计示例，阐述设计思路、设施选取及规模计算、常用设施做法等内容。

2.2.1 建筑与小区

建筑与小区作为城市占地最多的功能区域，是海绵城市源头减排的重点，应作为雨水渗、滞、蓄、净、用的主体，实现源头水量和水质的控制。建设海绵型建筑与小区，应因地制宜，采取屋面雨水立管断接、屋顶绿化、透水地面、雨水调蓄与收集利用、植草沟等措施，减少硬化率，提高建筑与小区的雨水积存和蓄滞能力。建筑与小区源头减排系统图见图2。

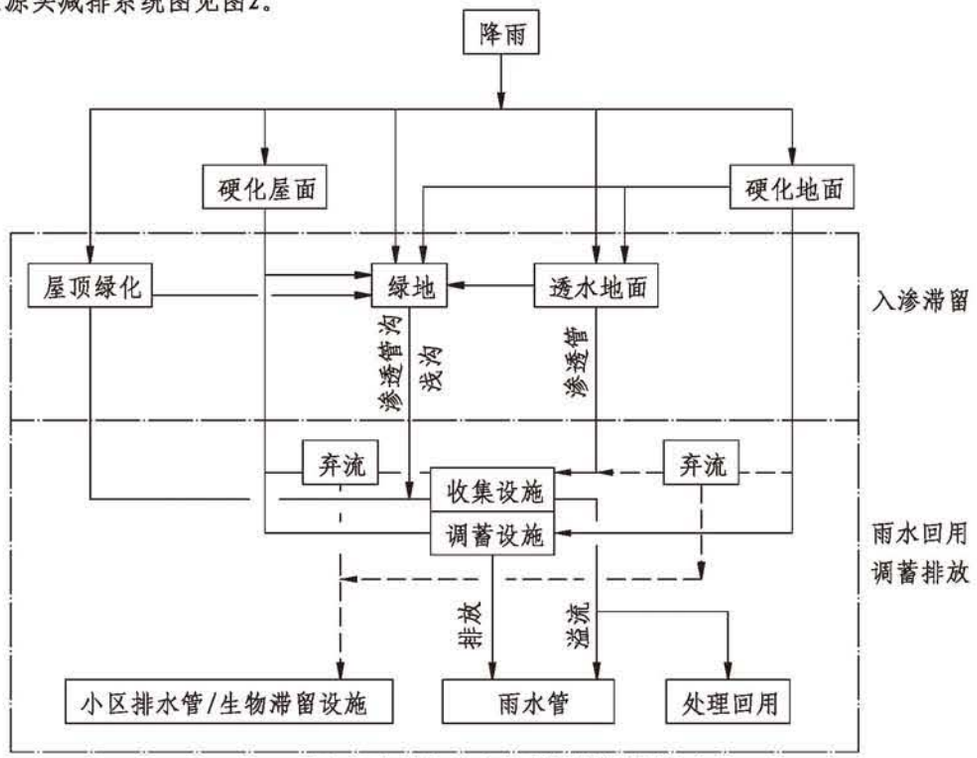


图2 建筑与小区源头减排系统图

2.2.2 屋顶绿化

屋顶绿化是海绵城市源头减排的常用设施，对初期雨水污染控制和削减径流有明显效果，同时有保温好、散热的作用，且具备美化环境和净化空气多重效果，在平屋面或坡度不大于10%的多层建筑屋面设计时宜采用。因其在海绵城市规划指标中有要求，设计时应重点关注其对降雨的削减能力。

1）屋顶绿化类型

① 花园式屋顶绿化（或屋顶农场）

覆土大于300mm，设计荷载不应小于3.0kN/m^2，应纳入屋面结构永久荷载。乔木、园亭、花架、山石等荷重较大的物体应设置在建筑承重墙、柱、梁的位置。一般覆土厚度高，对雨水径流减排及节能效果明显，观赏或经济价值高。新建公共建筑或住宅建筑的上人屋面宜采用花园式屋顶绿化。

② 简单式屋顶绿化

覆土层厚度小于150mm，荷载应不小于1.0kN/m^2，应纳入屋面结构永久荷载。植被单一的屋面，具有较好的净化雨水和保温效果。改造项目和非上人屋面、高层屋面荷载受限等情况宜采用此种形式。可进行草毯式铺设或以地被植物为主的满覆盖种植,可根据屋顶荷载和使用要求，在屋顶周边女儿墙内侧设置固定种植池，利用植物直立、悬垂或匍匐的特性，种植低矮灌木或攀缘植物。

③ 容器式屋顶绿化

在可移动组合的容器、模块中种植植物，并码放在屋面上。种植土宜选择轻量化的改良土或无机种植土，种植土厚度宜为100mm～300mm。容器种植具有安装快、灵活可更换、防根穿刺功能好、防水安全性高的特点。改造工程屋面可采用。如计入规划指标，应不能随意更改其绿化面积。

2）屋顶绿化建议性指标

表1 屋顶绿化建议性指标

绿化类型	项目	指标
花园式屋顶绿化	绿化面积占屋顶总面积	≥60 %
	绿化种植面积占绿化面积	≥85%
	铺装园路面积占绿化面积	≤12%
	园林小品面积占绿化面积	≤3%
简单式屋顶绿化	绿化面积占屋顶总面积	≥80 %
	绿化种植面积占绿化面积	≥90 %
	铺装园路面积占绿化面积	≤10 %

3）设计内容

屋顶绿化的海绵专项设计内容应包括规划指标核算、绿化屋面布局、园林方案、计算、排水设计、结构等其他专业配合设计。计算时，应校核覆土的位置、范围和厚度。基质层厚度会影响屋顶绿化的径流系数，当基质层厚度大于或等于300mm，径流系数建议取0.3～0.4；当基质层厚度小于300mm，径流系数建议取0.5。屋顶绿化往往存在机房等非绿化部位，花园式屋顶绿化还有园路、座椅和园林小品等硬化铺装，在进行海绵指标校核的时候，应注意对这些指标进行核减计算。

2.2.3 城市道路

城市道路工程应在满足现行行业标准《城市道路工程设计规范》CJJ 37中的相关要求，保证人车交通及服务周边区域等基本功能的前提下，有序开展路面及汇水区域内径流组织设计，协调径流的蓄滞及排放关系，确保不同降雨强度下路面积水满足通行要求，缓解市政管道排放压力，同时充分利用源头海绵设施消纳部分路面径流中的污染物。

城市道路径流雨水应通过有组织的汇流与转输，经截污等预处理后引入道路红线内外绿地内，并通过设置在绿地内的以雨水渗透、储存、调节等为主要功能的低影响开发设施进行处理。低影响开发设施的选择应因地制宜、经济有效、方便易行，如结合道路绿化带和道路红线外绿地优先设计下沉式绿地、生物滞留带、雨水湿地等。城市道路典型系统图见图3。

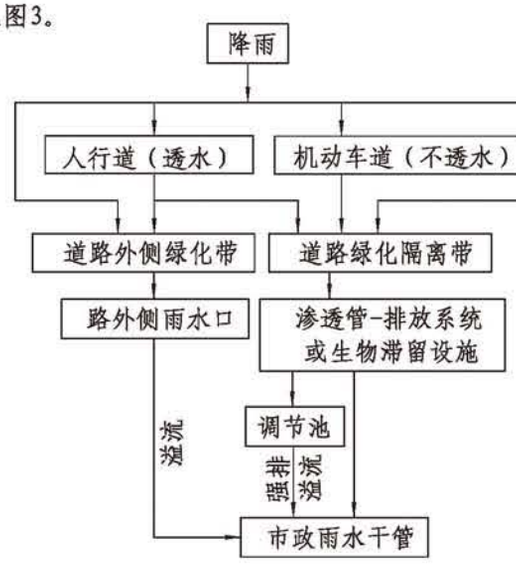


图3 城市道路典型系统图

3 设计流程

根据需要解决的重点问题、当地水文地质条件、水资源情况等设计适合的雨水控制与利用系统：雨水入渗、弃流或净化、回收利用、调蓄及转输排放系统。设计流程简图见图4。

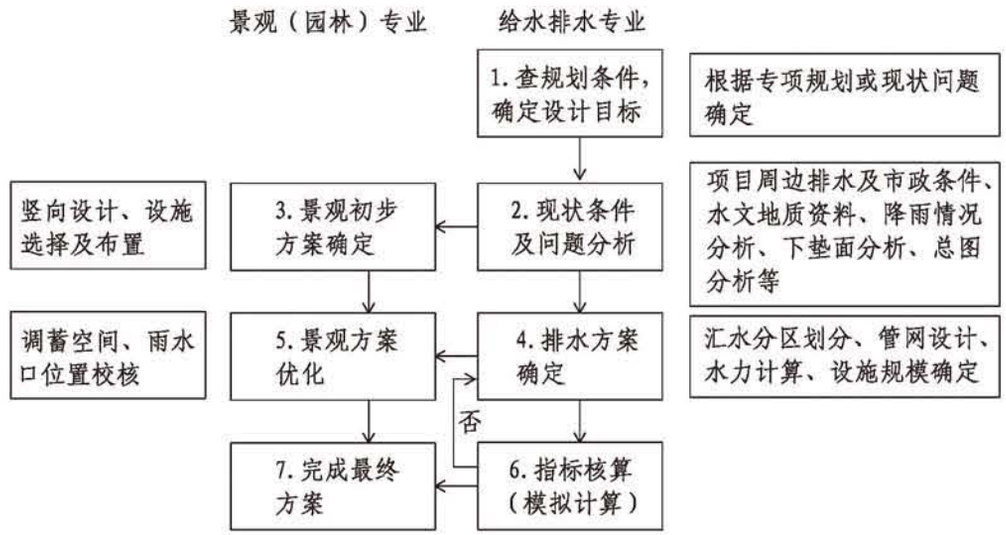


图4 设计流程简图

以某小区为例：

第1步：查规划条件，确定设计目标（给水排水专业）。

根据项目位置，查海绵专项规划条件，确定海绵城市设计目标：径流总量控制率（%）、年径流污染控制率（%）等。该项目海绵城市规划指标为年降雨总量控制率为81%（对应降雨量为25.1mm）、综合雨量径流系数不大于0.5。

第2步：现状条件及问题分析。

分析周边道路的雨水系统情况，项目最合适的雨水排放方向是北侧市政道路。在这里需要解释一下的是，城市的排水防涝体系属于依靠泵、闸、堤等城市大包围除涝系统来控制河道水位，小区块就近重力排水入河。

分析本项目情况，有下面三个特点：

1）小区内绿化分布较为集中，大多为大面积草坪。有充足的沿河绿地空间，但高差较大。

2）建筑排水方式为内排水，屋面雨水断接难度大。

3）地下室满布整个小区，覆土1.2m～1.5m。

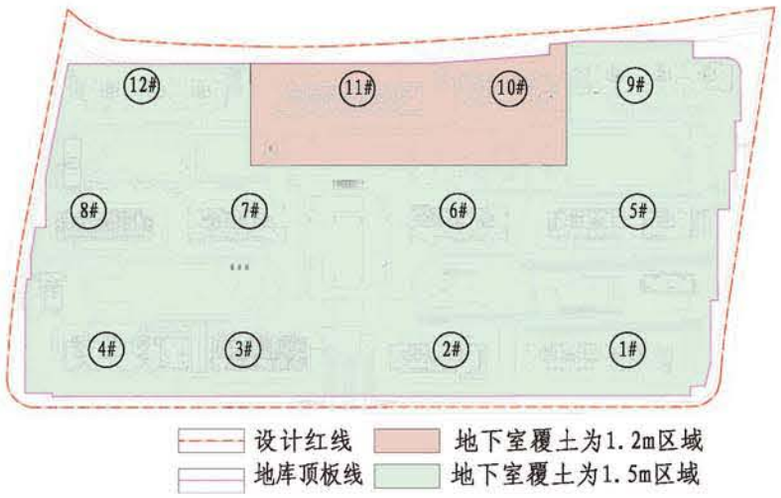


图5 地块分布图

第3步：景观初步方案确定[景观（园林）专业]。

分析本项目原景观设计的方案，可以概括为“二轴六花园一滨河空间”，原景观方案中已经考虑了部分的下沉空间，体现海绵理念。

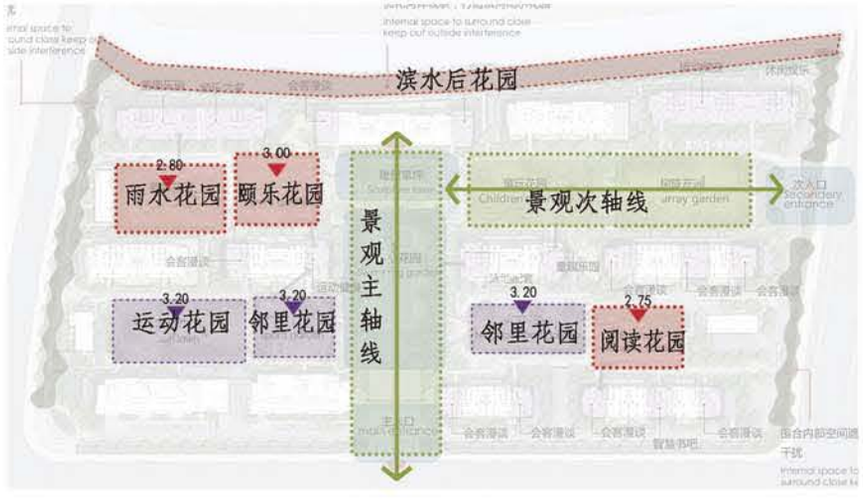


图6 景观设计图

景观（园林）专业经与给水排水专业沟通，结合海绵理念完成景观设计设施总体布置图，并进行初步竖向分析。

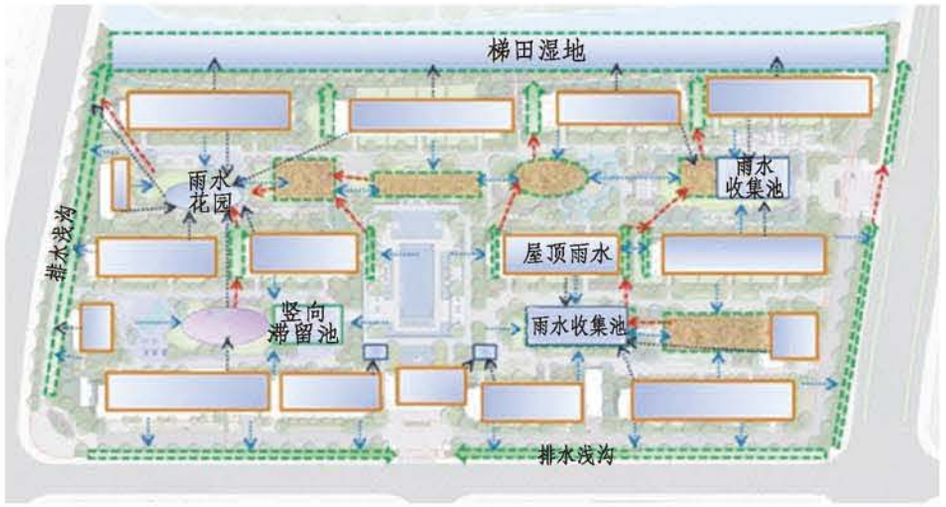


图7 海绵景观设计设施总体布置图

第4步：排水方案确定（给水排水专业）。



图8 雨水管网图

设计说明									图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	李 曼		设计	王熠宁		页	2-0-04

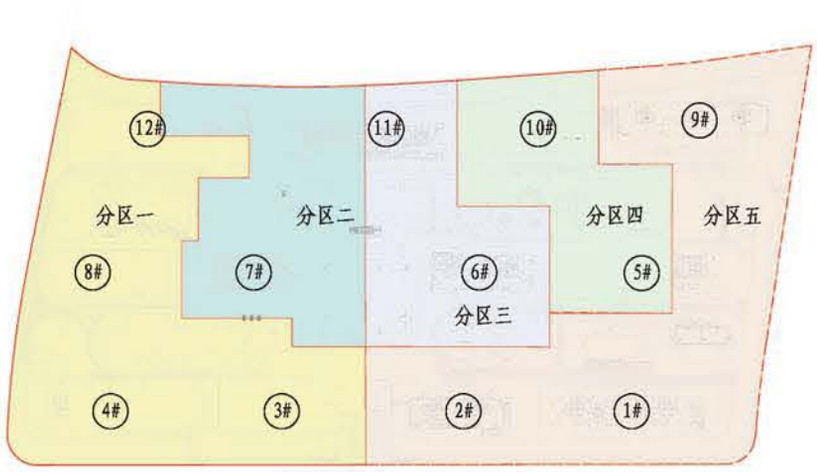


图9 汇水分区图

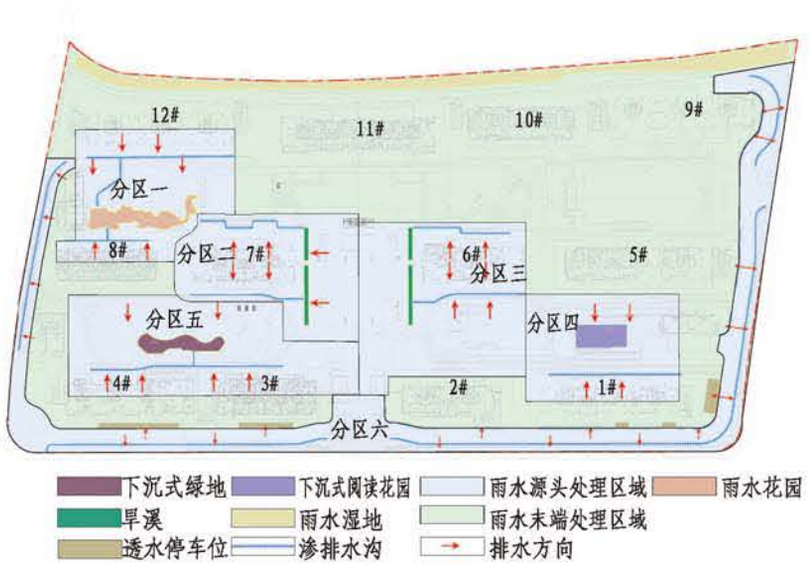


图10 海绵设施布置和服务范围图

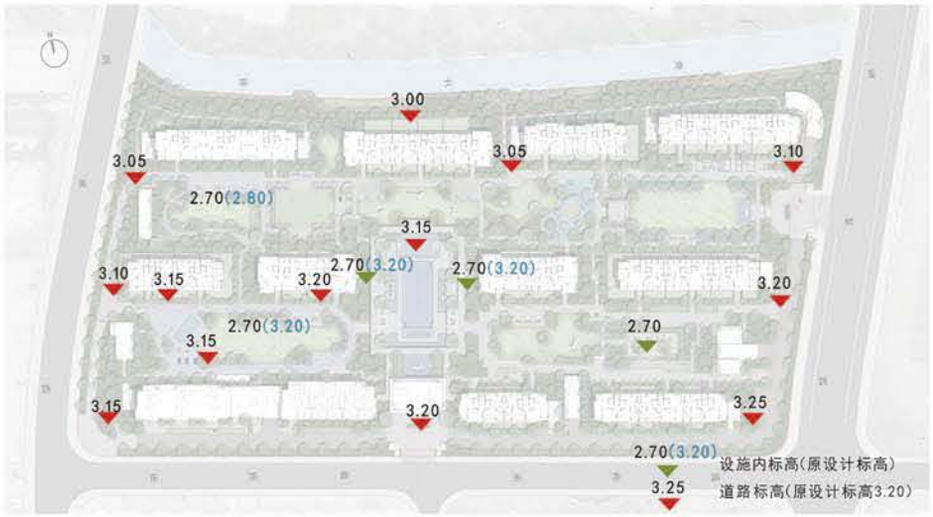


图11 竖向优化图

第5步：景观方案优化[景观(园林)专业]。

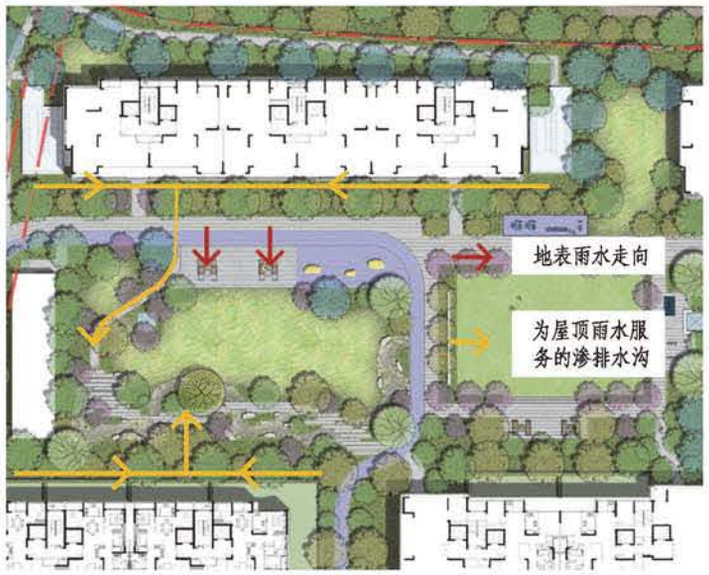


图12 雨水花园接入方式图

第6步：指标核算（给水排水专业）。

首先复核雨量径流系数，经计算，满足规划条件要求。其次复核年径流总量控制率，可以用SWMM模型进行计算。

设计说明									图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	李曼		设计	王熠宁		页	2-0-05

建筑与小区示例说明

1 示例说明

本图集选取8个建筑与小区的典型示例，涵盖居住用地、教育科研用地、商业金融用地、工业用地等不同的用地性质，取自华东、华中、华北、西南四个不同的地域，囊括分布在年径流总量控制率分区图中Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ区的不同城市，同时考虑到沿海、内陆和山地不同的下垫面及气候差异，按照新建和改建项目进行整理。本图集的示例主要以方案为主，选取厦门市某住宅小区新建和武汉市某住宅小区改建示例进行方案和施工图阶段的编制。

在每个示例的第一段均编入区域、城市的特征和存在的问题，具有该区域的普适性和参考性，又进一步给出项目功能分类及该类项目的规划指标、适宜性措施，可以针对性采用。

2 示例介绍

表1 示例概况一览表

项目名称	项目类型	地域	降雨分区	用地性质	设计阶段
福建省厦门市某新建住宅小区海绵城市建设设计	新建项目	华东地区	Ⅳ区	居住用地	方案阶段 施工图阶段
北京市怀柔区某新建科研、办公综合产业园海绵城市建设设计	新建项目	华北地区	Ⅲ区	行政办公类用地	方案阶段
云南省昆明市某新建商业综合体海绵城市建设设计	新建项目	西南地区	Ⅱ区	商业金融用地	方案阶段
重庆市某新建住宅小区海绵城市建设设计	新建项目	西南地区	Ⅲ区	居住用地	方案阶段
湖北省武汉市某住宅小区海绵城市建设改造设计	改建项目	华中地区	Ⅳ区	居住用地	方案阶段 施工图阶段
云南省玉溪市某特殊教育学校海绵城市建设改造设计	改建项目	西南地区	Ⅱ区	教育科研用地	方案阶段
浙江省嘉兴市某中学海绵城市建设改造设计	改建项目	华东地区	Ⅲ区	教育科研用地	方案阶段
福建省厦门市某厂区海绵城市建设改造设计	改建项目	华东地区	Ⅳ区	工业用地	方案阶段

3 设施选用表

表2 设施选用表

技术类型（按主要功能）	单项设施	建筑与小区						
		华北	东北	华东	华中	华南	西南	西北
渗透技术	透水砖铺装	●	※	●	●	●	※	●
	透水水泥混凝土	※	○	※	※	●	○	※
	透水沥青混凝土	※	○	※	※	●	○	※
	绿色屋顶	※	※	※	●	●	※	○
	下沉式绿地	●	●	●	●	●	●	●
	生物滞留设施	●	※	●	●	●	●	●
	渗井	●	※	●	※	※	※	●
储存技术	湿塘	●	●	●	●	●	●	●
	雨水湿地	●	●	●	●	●	●	●
	蓄水池	※	※	※	※	※	※	○
	雨水罐	※	※	※	※	※	※	※
调节技术	调节塘	●	●	●	●	●	●	※
	调节池	※	※	※	※	※	※	※
转输技术	转输型植草沟	●	●	●	●	●	●	●
	干式植草沟	●	●	●	●	●	●	●
	湿式植草沟	●	●	●	●	●	●	●
	渗管/渠	●	●	●	●	●	●	●
截污净化技术	植被缓冲带	●	●	●	●	●	●	●
	初期雨水弃流设施	●	●	●	●	※	●	●
	人工土壤渗滤	●	●	●	●	●	●	●

注：● 宜选用设施； ※ 可选用设施； ○ 不宜选用设施。

4 设计成果

在设计的不同阶段需配合建设管控编制相应深度的文件。本图集说明和图纸部分表达海绵城市设计专篇的必要内容，新建项目海绵城市设计专篇如与本项目主体设计同时报审，可根据表3内容进行调整和简化；如需单独报审时，宜包含（但不限于）表3内容。改造项目海绵城市设计专篇为单独报审，应包括（但不限于）表3内容。各阶段的报审文件要求参见当地建设管理部门相关网站。

4.1 方案阶段

方案设计成果应包含（但不限于）以下内容，详见表3。

表3 方案阶段设计成果内容简介

序号	资料清单	内容		备注
1	海绵设计专篇	项目概况	简述项目建设地点、区位，设计规模，建设性质、新建项目或改造项目	新建项目可简化
		设计依据	项目批复文件、上位规划资料、政策文件、国家规范、地方标准、技术资料（包括气象资料、降雨资料、水文地质资料、基础设施条件等）	—
		设计目标	简述项目所在规划范围及管控分区，用地性质分析，项目所在区域海绵城市专项规划、控制性详细规划等上位规划；说明控制性指标和推荐性指标要求	—
		项目分析	对项目的特点、存在问题、下垫面现状、竖向及周边管网进行分析	新建项目可简化
		设计方案	描述并绘制海绵设施技术路线，进行汇水分区划分并进行下垫面及径流系数计算、年径流总量控制率计算等、列出海绵设施一览表，包括海绵设施基本构造、主要材料及主要技术参数等内容，进行海绵指标核算	—
		工程估算	按照设计方案给出项目的工程估算	—
2	附表	海绵设施建设目标表		—
		海绵城市专项设计方案自评表		—
3	方案图	总平面（新建项目以建筑总图为准，不单独绘制）		—
		场地竖向（新建项目以建筑竖向图为准，不单独绘制）		
		海绵设施布置图		
		排水管网平面图		—

4.2 施工图阶段

施工图设计成果应包含（但不限于）以下内容，由不同的专业完成，按照海绵城市的相关要求进行整理，详见表4。

表4 施工图阶段设计成果内容简介

序号	资料清单	内容		备注
1	设计说明	项目概况	简述项目建设地点、区位，设计规模，建设性质、新建项目或改造项目	新建项目可简化
		设计依据、规范及标准	方案批复文件、上位规划资料、政策文件、国家规范、地方标准	新建项目可简化
		设计范围及内容	—	—
		修改方案说明	施工图阶段与批准的方案不符处，应说明变更原因	—
		工程设计	海绵设施规模及技术参数说明	—
	施工说明	施工及验收依据	国家、地方施工验收规范，运行维护要求等	新建项目可简化
		设施施工要求	绿色设施施工说明	
		施工注意事项	—	
		管材及构筑物施工	渗透管渠、雨水排水管道管材及施工要求，检查井、渗透雨水口等构筑物材质及施工要求	—
		种植说明及施工要求	绿化种植说明、种植施工要求	新建项目可简化
2	计算书及附表	年径流总量控制率计算表	如需进行模型模拟，提供模型构建过程和主要参数取值	—
		年径流污染控制率计算表	—	—
		工程量表	—	—
3	施工图册	总平面（新建项目以建筑总图为准，不单独绘制）		—
		场地竖向（新建项目以竖向图为准，不单独绘制）		
		海绵设施布置图		
		排水管网平面及纵断面图		—
		设施详图		
		设施种植设计图（新建项目以园林设计图纸为准，不单独绘制）		—

1 福建省厦门市某新建住宅小区海绵城市建设设计

1-1-1 海绵工程设计说明

本项目位于华东地区厦门市，属南亚热带海洋性季风气候，为低山丘陵区，地势由北往南逐渐降低，地下水位于地坪下2m～3m,降雨丰富,位于年径流总量控制率分区图的Ⅳ区。该地区主要需解决水质性缺水的问题。本项目为新建项目，以控制径流污染、减少径流总量、实现海绵目标为主，适宜采用下沉式绿地、植草沟、透水铺装等设施。

1 项目概况

1.1 建设地点：厦门市翔安区。

1.2 项目性质：项目为新建工程，性质为居住用地。

1.3 技术经济指标：用地红线面积24958m^2，总建筑面积68750.8m^2；地上建筑面积87307.8m^2；容积率1.938，建筑密度16.46；绿地率52.65%。



图1 项目区位图

2 设计依据

2.1 项目批复文件

《2014XP04地块规划设计条件》

《2014XP04地块建设工程规划许可证》

2.2 上位规划

《厦门市城市总规划》（厦门市城市规划设计研究院，2011）

《厦门市国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》（2016）

《美丽厦门战略规划》（2018）

《厦门市防洪防涝规划》（2018）

《翔安南部新城鼓锣水系海绵城市修建性详细规划》

2.3 地方标准

《厦门市海绵城市建设技术规范》（2018）

《厦门市海绵城市建设方案设计技术导则》（2018）

《海绵城市设施维护及运行标准》（2018）

《海绵城市建设工程施工图设计导则及审查要点》（2018）

2.4 技术资料

2.4.1 气象降雨

厦门地处南亚热带海洋性季风气候，冬无严寒，夏无酷暑，气候温和湿润，花草树木常青，多年平均气温20.8℃，极端最高气温38.4℃，最低2.0℃。雨量充沛,多年平均降雨量1388mm，历年最大降雨量1707mm，历年月平均最大降雨量239.7mm，2月～8月为雨季，月平均降雨量为143.4mm。全年主导风向东北,次为东南,9月至翌年4月多为东北风，为沿海大风季节，平均风力3级～4级，最大达8级～9级，7月～9月为台风季节，多年平均风速为1.8m/s～4.8m/s，最大风速为10.8m/s～28m/s,台风发生时,其过境最大风力一般达到11级，瞬时风速可达31m/s～32m/s。

本项目区属南亚热带海洋性季风气候,秋冬季（10月至翌年2月上旬）受来自大陆的干冷气流影响干燥少雨，春夏季（2月上旬至9月）受来自海洋的温暖潮湿气流影响潮湿多雨。3月～6月(梅雨季)降雨量占全年的39%；7月～10月(台风季)降雨量占全年的50%;11月至翌年2月降雨量仅占全年的11%。

项目所在区域多年平均年径流深493.4mm，由北往南逐渐递减,其变化趋势基本上和多年平均降雨量相对应。

表1 年径流总量控制率和设计降雨量对应表

年径流总量控制率（%）	75	80	85
设计降雨量（mm）	32	38.4	46.9

2.4.2 水文地质

本项目场地地下水主要接受大气降水的下渗及相邻含水层的侧向补给，并大致按地势由南向北渗流排泄。根据区域水文地质资料，场地调查地下水位年变幅在地坪以下约2m～3m。根据地方标准《厦门市海绵城市建设技术规范》(2018)第5.4.3条第1款的要求,采用土壤入渗时，土壤渗透系数宜大于10^{-6}m/s，且地下水位距渗透面高差大于1.0m，本项目地下水位在地坪下约2m～3m,可以设置雨水入渗系统。本地块地下室范围较大,约占用地面积的80%以上，因此海绵设施基本设置在回填范围内。据现场了解，回填土的土质为黄土和粉砂,土质的土壤渗透系数约在3×10^{-6}m/s～1×10^{-5}m/s的范围

内，满足前述规范要求。

2.4.3 市政条件

本项目西侧江东三路及南侧马池路下设有市政雨水、污水干线及接口，接口管径及标高详见表2。

表2 市政雨污水管线及其接口情况

管线名称	市政管线				备注
	所在街区	管径	标高	压力	
市政雨水管	江东三路	DN600	15.25	—	—
	马池路		13.98	—	—
市政污水管	江东三路	DN300	13.77	—	—
	马池路		12.23	—	—

3 设计目标

3.1 规划指标

本项目为新建工程，按照《厦门市海绵城市建设方案设计技术导则》第4.2.2条要求，根据上位规划《翔安南部新城鼓锣水系海绵城市修建性详细规划》，本项目确定径流总量控制目标为75%，对应的设计降雨量为32mm。年径流污染控制率等同于年径流污染物削减率为45%。

3.2 项目需求

根据《2014XP04地块规划设计条件》要求，本地块透水铺装面积和屋顶绿化面积合计应不少于9950m^2，假如无法满足上述面积时，每折减1m^2应设置有效调节容积不少于0.02m^3的蓄滞设施。另根据该地块规划要求，下沉式绿地面积应不少于3750m^2。

4 场地排水分析

4.1 下垫面

表3 下垫面统计指标

地面类型	场地面积（m^2）
绿地	12698.7
透水铺装	4418
硬化路面	1144.8
硬化屋面	5016
绿化屋面	220.6
水系	831.9

续表3

地面类型	场地面积（m^2）
其他硬化	628
用地面积	24958

绿化率52.63%，整体绿化率较高，有利于海绵设施的布置。

4.2 竖向

本项目周边道路为北高南低，东高西低，地块的标高均高于市政道路标高，不存在客水倒灌入地块的风险。

项目地块内北侧建筑的正负零标高为17.75m，南侧建筑的正负零标高为17.15m，建筑出入口处道路及绿地均低于正负零0.15m，不存在场地雨水进入首层地面的风险。

项目人行路及车行路的竖向按照双向坡度设计，道路按照平缘石设计，道路雨水坡向绿地，绿地通过植草沟转输至下沉式绿地滞蓄。

4.3 地下室顶板

根据建筑设计图纸中的地下室范围顶板设计标高和竖向设计资料，计算地下室的顶板覆土约1.2m。

4.4 建筑屋面

住宅建筑的屋面为平屋面，且为上人屋面；商业裙房屋面为平屋面，为不上人屋面。根据现有设计条件，考虑第五立面的视觉效果，在商业裙房等不上人屋面进行屋顶绿化设计。设置屋顶绿化处应进行结构荷载计算，保证屋面结构荷载安全。

4.5 排水分区

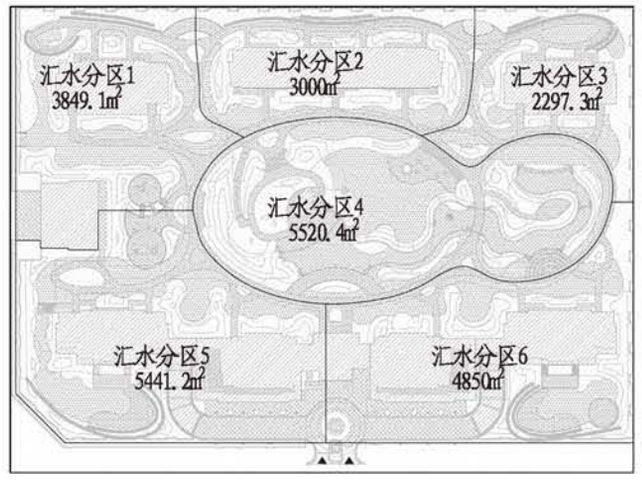


图2 排水分区图

本项目根据竖向标高将场地划分为6个排水分区：1分区面积3849.1㎡,2分区面积3000㎡，3分区面积2297.3㎡，4分区面积5520.4㎡，5分区面积5441.2㎡，6分区面积4850㎡。

4.6 雨水管网

采用雨污分流的排水方式。场地雨水分别通过西北侧和东南侧的市政接口排至道路的市政雨水管网内。按照5年设计重现期设计，南北两个排水口的排水量分别为261.5L/s、215.7L/s，排入市政的接口管径为DN600，市政管线管径DN800，满足地块的排水要求。

5 方案设计

5.1 技术路线（见图3）

本设计采用屋顶绿化、立管断接、透水地面（透水砖）、下沉式绿地、植草沟等生态技术措施。

5.1.1 在裙房屋面设置屋顶绿化，控制径流污染，雨水立管采用断接至绿地。

5.1.2 结合竖向设计，在建筑及道路周边设置下沉式绿地，承接初期弃流雨水。

5.1.3 设置植草沟将路面径流雨水通过植草沟滞蓄，排入绿地内溢流雨水口,净化水质。

5.1.4 将小区内的人行路、活动场地等设计为透水砖路面，提升路面透水性能。

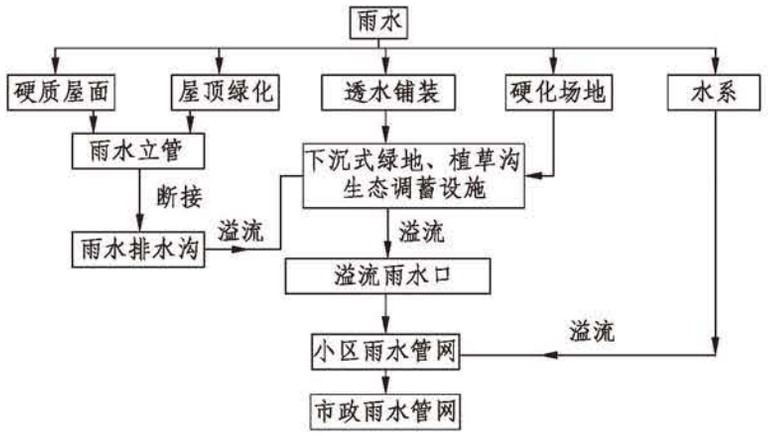


图3 技术路线图

5.2 设计计算

5.2.1 场地目标径流控制量：场地面积×设计降雨厚度32mm=798.66m³。

5.2.2 场地现状径流控制量：798.66×（1-0.42）=463.22m³。

5.2.3 场地还需控制的雨水量：798.66-463.22=335.44m³。

表4 各下垫面径流系数及面积

地面类型	径流系数	场地面积（㎡）
绿地	0.15	12698.7
透水铺装	0.35	4418
硬化道路	0.85	1144.8
硬化屋面	0.90	5016
绿化屋面	0.65	220.6
水面	1.0	831.9
其他硬化	0.85	628
综合径流系数	0.42	24958

表5 场地内各排水分区雨水控制量

排水分区	分区1	分区2	分区3	分区4	分区5	分区6
场地面积（㎡）	3849.1	3000	2297.3	5520.4	5441.2	4850
综合径流系数	0.38	0.39	0.38	0.32	0.49	0.52
设计降雨厚度（mm）	32					
目标径流控制量（m³）	123.17	96	73.51	176.65	174.12	155.2
现状径流控制量（m³）	76.37	58.56	45.58	120.12	88.8	74.5
海绵设施需滞蓄量（m³）	46.81	37.44	27.94	56.53	85.32	80.7

注：各个分区情况和面积指标详见2-1-08页。

5.3 海绵设施

5.3.1 屋顶绿化

在A1、A7裙房非上人屋面处设置简易式屋顶绿化,采用200mm高组合式种植盆的形式，面积220.6m²。种植盆内使用轻质种植土，湿容重0.8t/m³～1.5t/m³。设置种植容器式屋顶绿化，结构荷载需大于或等于1.0kN/m²。

5.3.2 透水铺装

在小区人行道、中央活动场地等处设置透水铺装4418m²。透水地面高于周边绿地5cm～10cm，透水层厚度大于或等于60cm,并坡向周边绿地。

5.3.3 下沉式绿地

将与建筑相邻的绿地和道路两侧的绿地设置为下沉式绿地，下沉式绿地面积4361.62m²，平均蓄水深度70mm，下沉式绿地滞蓄容积305.31m³。

1）人行道路旁侧绿地内设置植草沟转输并净化雨水。

2）下沉式绿地中溢流雨水口宜设置在距离路面200mm以外的绿地内，溢流雨水口顶标高应高出绿地100mm，低于道路路面20mm。

3）道路按照平缘石设计，将道路雨水引入绿地。

4）地下车库顶面的下沉式绿地底部埋设渗透管，接入雨水管网系统,避免地下室顶板上方产生积水。

5.3.4 植草沟

沿车行路周边、主要人行流线、周边及宅前绿地等地，分散布置植草沟，收集道路径流雨水，通过植草沟的生态滞蓄，去除地表径流污染物。植草沟将雨水引至生态调蓄设施，或至绿地内溢流雨水口溢流排放。本项目植草沟断面形式采用抛物线形，植草沟顶宽为1000mm，深度200mm～300mm，最大边坡（水平：垂直）宜为3：1，植草沟下方设置渗透管，每隔20m设置渗透雨水口,雨水口的算面标高低于周边路面20mm～50mm，植草沟的滞蓄空间为150mm～200mm。本项目设置植草沟总长度为242.3m，宽度约1m,植草沟面积242.3m^2。植草沟的调蓄空间计算高度150mm，滞蓄量为18.173m^3。

5.3.5 生态调蓄设施

在场地南北侧实土绿地内植草沟旁边埋设若干生态调蓄设施，并与植草沟内的溢流雨水口连通，使植草沟内的雨水能够通过模块快速入渗到绿地内，实现场地雨水增渗的效果。生态调蓄设施内设置排水沟与小市政雨水管相连，生态调蓄设施主要采用生态多孔纤维模块等方式实现,尺寸按照1.0m（L）×0.5m（B）×0.4m（H）计算,总长度为182m，有效容积率为95%，调蓄总容积为69.2m^3。

5.3.6 雨水立管断接

在住宅外侧设置若干200mm×200mm雨水暗沟（内宽×内高），将雨水立管断接至沟内，在位于绿地内排水沟的一端做溢流雨水口，将屋面雨水导至下沉式绿地。

表6 海绵设施汇总表

海绵设施规模	分区1	分区2	分区2	分区4	分区5	分区6
透水铺装（m^2）	660.44	594.72	436.89	1347.39	804.52	574.04
屋顶绿化（m^2）	0	0	0	0	110.3	110.3
下沉式绿地（m^2）	722.3	459.94	473.29	1181.46	882.03	642.6
植草沟（m^2）	55.47	67.47	46.27	0	36.13	36.8
生态调蓄设施（m^2）	24.84	20.58	18.29	0	65.49	52.63

6 指标核算

6.1 年径流总量控制率核算

表7 年径流总量控制率计算表

下垫面面积		径流系数	排水分区						总地块
			分区1	分区2	分区3	分区4	分区5	分区6	
水面		1.0	0	0	0	788.09	16.88	26.93	831.90
绿地		0.15	2201.7	1601.6	1277.6	3348.8	2311.1	1958.0	12698.7
硬化道路		0.85	115.5	0	0	0	311.95	717.35	1144.8
透水铺装		0.35	660.44	594.72	436.89	1347.39	804.52	574.04	4418
硬化屋面		0.9	871.49	788.5	546.64	0	1345.7	1463.4	5016
绿化屋面		0.65	0	0	0	0	110.3	110.3	220.6
其他硬化		0.85	0	14.97	36.22	36.08	540.77	0	628
场地面积（m^2）			3849.1	3000	2297.3	5520.4	5441.2	4850	24958
综合径流系数			0.38	0.39	0.38	0.32	0.49	0.52	0.42
下垫面面积			排水分区						总地块
			分区1	分区2	分区3	分区4	分区5	分区6	
下沉式绿地	面积（m^2）		722.3	459.94	473.29	1181.5	882.03	642.6	4361.66
	下凹深度（m）		0.07						
	调蓄容积（m^3）		50.56	32.2	33.13	82.7	61.74	44.98	305.31
湿式植草沟	长度（m）		55.47	67.47	46.27	0	36.13	36.8	242.14
	每延米调蓄容积（m^3/m）		0.075						
	调蓄容积（m^3）		4.16	5.06	3.47	0	2.71	2.76	18.16
生态调蓄设施	调蓄容积（m^3）		9.44	7.82	6.95	0	25	20	69.21
现状径流控制量（m^3）			76.37	58.56	45.58	120.12	88.8	74.5	463.92
实际径流控制量（m^3）			140.53	103.64	89.13	202.82	178.25	142.24	856.61
控制降雨厚度（mm）			36.51	34.55	38.8	36.74	32.76	29.33	34.32
年径流总量控制率（%）			78.52	76.99	80.23	78.7	75.59	72.43	76.81

表8 年径流总量控制率核算表

设计降雨厚度(mm)	目标径流控制量（m^3）	现状径流控制量（m^3）	下沉式绿地调蓄容积（m^3）	植草沟调蓄容积（m^3）	生态调蓄设施容积（m^3）	实际径流控制量（m^3）
32	798.66	463.92	305.31	18.16	69.21	856.61

由表8可知，海绵设施建设后场地可控制的雨水量为856.61m³，可控制的降雨厚度为34.32mm，大于32.0mm。年径流总量控制率大于75%，满足指标要求。

6.2 年径流污染控制率核算

根据《海绵城市建设工程施工图设计导则及审查要点》（2018），本项目低影响开发设施对SS的平均去除率为63%，年径流总量控制率为76.81%，则本项目径流污染削减率为63%×76.81%=48.4%，大于45%，满足本项目指标要求。

6.3 规划设计条件复核

本地块中透水铺装面积与屋顶绿化面积之和为4638.6m²，根据规划强制指标要求，至少需要92.77m³滞蓄设施进行折减。本地块中各项滞蓄设施共计392.68m³，大于92.77m³，满足此项指标要求。

另根据规划强制指标要求，下沉式绿地面积应不少于3750m²。本地块中下沉式绿地面积4361.66m²，大于3750m²，满足此项指标要求。

7 工程估算（略）

8 附表

表9 建设项目海绵设施建设目标表

序号	指标类型	指标名称	上位规划	方案设计
1	控制性指标	年径流总量控制率（%）	75	76.81
2		年径流污染控制率（%）	45	48.4
3		雨水管网设计暴雨重现期	3	5
4	生态指标	生态指标一（地块内滞蓄设施有效调节容积，m³）	无	392.68
5		生态指标二（地块内透水铺装与屋顶绿化面积之和，m²）	二者面积之和不小于9950	二者总面积4638.6
6		生态指标三（地块内下沉式绿地或景观水体面积，m²）	下沉式绿地面积不小于3750	4361.66
7		设计综合雨量径流系数	无	0.42

注：生态指标上位规划参数来源于甲方提供的“2014XP04地块规划设计条件”。根据该文件，当透水铺装面积与屋顶绿化面积之和无法满足上述要求时，每折减1m²应设置有效调节容积不少于0.02m³的滞蓄设施。

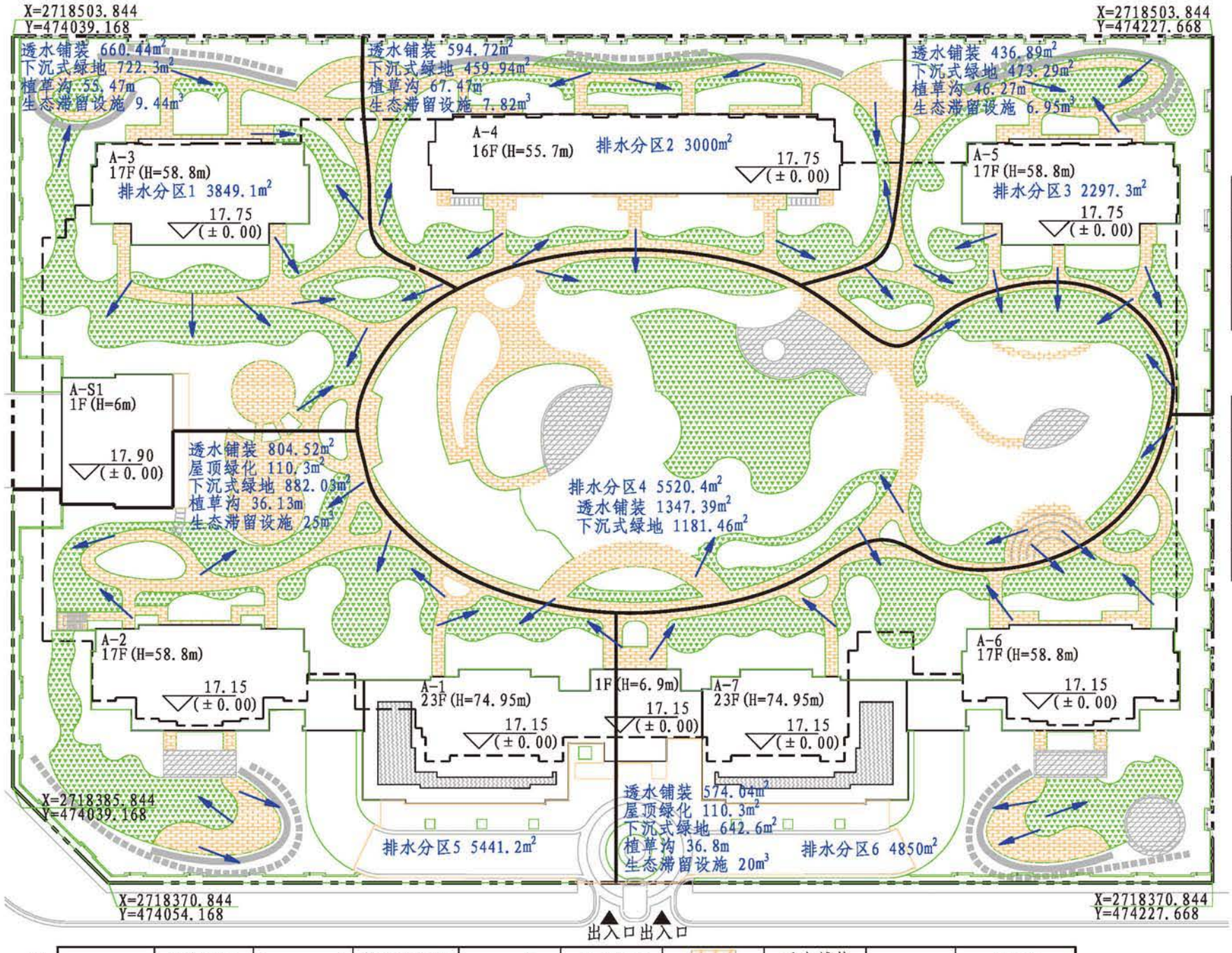
表10 建设项目海绵城市专项设计方案自评表

指标	备注
年径流总量控制目标（%）	75
年径流总量控制率目标对应设计降雨量（mm）	32

续表10

指标				备注
下垫面情况	排水分区个数	6		—
	排水口个数	2		—
	屋顶	总面积（m²）	5236.6	—
		屋顶绿化面积（m²）	220.6	—
		其他软化屋顶面积（m²）	0	—
	铺装面积	总面积（m²）	6190.8	—
		透水铺装面积（m²）	4418	—
	绿化	总面积（m²）	12698.7	—
		水体面积（m³）	831.9	—
设施核算	综合雨量径流系数	0.42		—
	具有控制容积的设施	总容积（m³）	392.68	—
		地表水体（景）调蓄容积（m³）	0	—
		生物滞留设施蓄水容积（m³）	392.68	—
		地下蓄水设施蓄水容积（m³）	0	—
		雨水桶蓄水容积（m³）	0	—
竖向用地控制	地下建筑	户外出入口挡水设施高度（m）	0.15	—
	内部场平	高出相邻城市道路高度（m）	0.25~0.75	—
	地面建筑	室内外正负零高差（m）	0.15	—
综合自评		控制性指标评价	目标值	完成值
		年径流总量控制率（%）	75	76.81
		年径流污染控制率（%）	45	48.40
		雨水管网设计重现期（年）	3	5
综合自评	生态指标		目标值	完成值
	生态指标一[地块内滞蓄设施有效调节容积（m³）]		无	392.68
	生态指标二[地块内透水铺装与屋顶绿化面积之和（m³）]		不小于9950	4638.6（滞蓄设施可折减19634.5m²）
	生态指标三[（地块内下沉式绿地或景观水体面积(m³)]		下沉式绿地面积不小于3750	4361.66
	结论	本地块控制性指标达标生态指标达标		

1-1 方案设计			1-1-1海绵工程设计说明					图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	李曼		设计	王宁	页	2-1-07



经济技术指标

总用地面积（m^2）	24958.00
总建筑面积（m^2）	68750.80
建筑占地面积（m^2）	4107.27
绿地面积（m^2）	13141.05
绿地率（%）	52.65

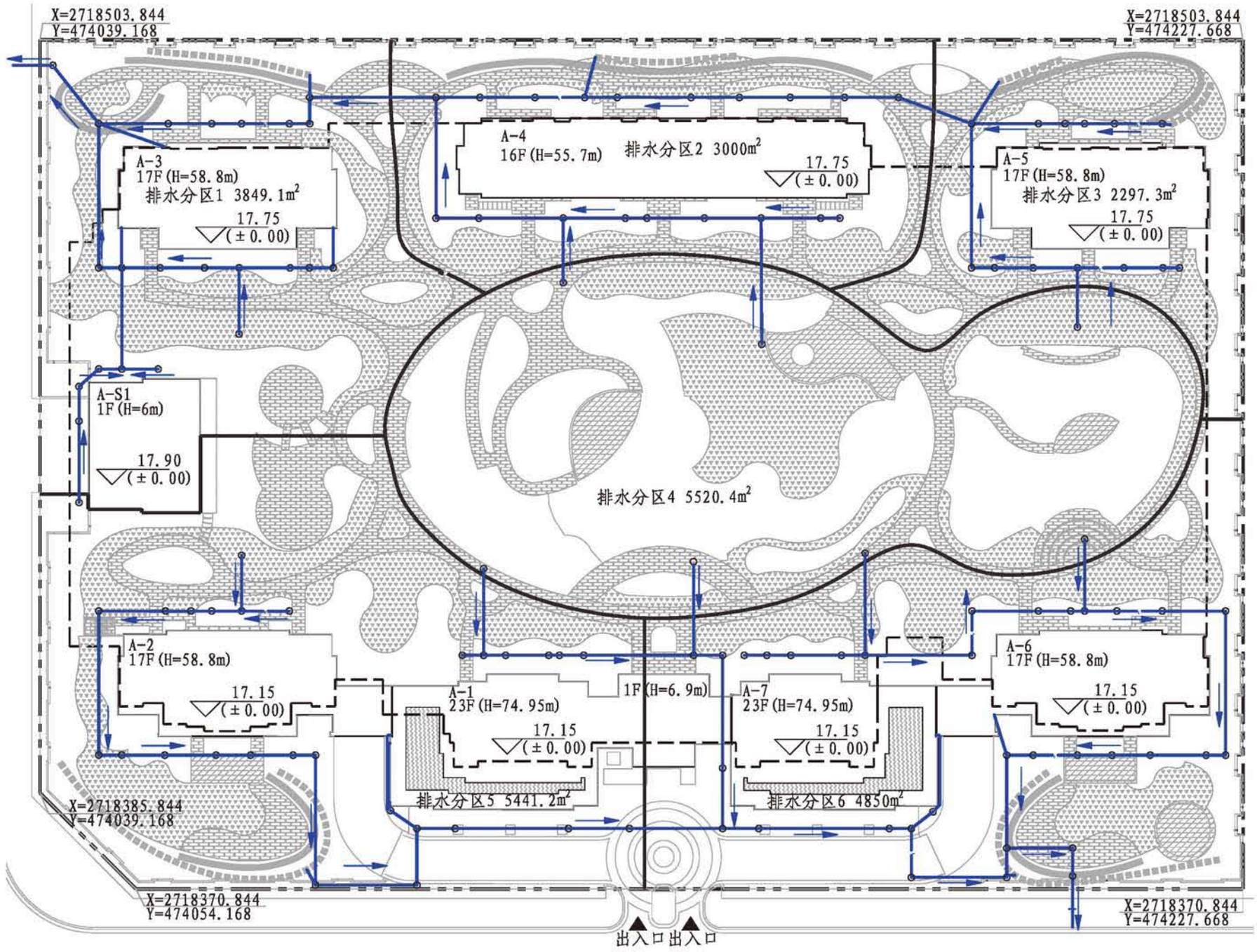
海绵设施指标

图 例	海绵类型	规 模
	下沉式绿地	4361.66m²
	透水铺装	4418m²
	屋顶绿化	220.6m²
	植草沟	242.14m²
	生态调蓄设施	69.21m³

图例

——·——·——	用地红线	———	排水分区线	——→	排水方向		透水铺装	———	植草沟
— — —	地下室范围	47.30 (±0.00)	室内设计标高		下沉式绿地		屋顶绿化	------	生态调蓄设施

1-1 方案设计			1-1-2-总1海绵设施平面图					图集号	22HM001-1
审核	郑克白	郑克白	校对	李曼	李曼	设计	王宁	王宁	页	2-1-08



图例

图例	名称
	用地红线
	地下室范围
	排水分区线
47.30 (±0.00)	室内设计标高
	雨水管
	水流方向
	检查井
	下沉式绿地
	透水铺装
	屋顶绿化
	植草沟
	生态调蓄设施

1-1 方案设计			1-1-3-水1雨水管线平面图						图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	李曼		设计	王宁		页	2-1-09

1-2-1 海绵工程施工图说明

1 项目概况

1.1 建设地点：本项目位于厦门市翔安区，用地红线面积24958m^2，总建筑面积68750.8m^2，地上建筑面积87307.8m^2； 容积率1.938，建筑密度16.46；绿地率52.65%。

1.2 项目性质：项目为新建工程，项目性质为居住用地。

2 设计依据

2.1 项目批复文件（可研批复）

2.2 上位规划

《厦门市城市总规划》（厦门市城市规划设计研究院，2011）

《厦门市国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》（2016）

《美丽厦门战略规划》（2018）

《厦门市防洪防涝规划》（2018）

《翔安南部新城鼓锣水系海绵城市修建性详细规划》

2.3 地方标准

《厦门市海绵城市建设技术规范》（2018）

《厦门市海绵城市建设方案设计技术导则》（2018）

《海绵城市设施维护及运行标准》（2018）

《海绵城市建设工程施工图设计导则及审查要点》（2018）

2.4 市政条件

本项目西侧江东三路及南侧马池路下设有市政雨水、污水管线及接口，详见表1。项目区域内的高程高于周边市政道路，无客水倒灌进入地块的风险。

表1 市政雨水、污水管线及接口情况表

管线名称	市政管线				备注
	所在街区	管径	标高	压力	
市政雨水管	江东三路	DN600	15.25	—	—
	马池路		13.98	—	—
市政污水管	江东三路	DN300	13.77	—	—
	马池路		12.23	—	—

3 设计目标

3.1 年径流总量控制率

根据上位规划《翔安南部新城鼓锣水系海绵城市修建性详细规划》，本次实施方案确定径流总量控制目标为75%，对应的设计降雨量为32mm。

3.2 径流污染削减率

根据上位规划《翔安南部新城鼓锣水系海绵城市修建性详细规划》中的要求，年径流污染控制率等同于年径流污染物削减率为45%。根据《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建（试行）》中第2.3条径流污染控制目标的要求，年径流污染控制率(年SS总量去除率）=年径流总量控制率×低影响开发设施对SS的平均去除率。

3.3 规划设计条件

根据《2014XP04地块规划设计条件》要求，本地块透水铺装面积和屋顶绿化面积合计应不少于9950m^2；当无法满足上述面积时，每折减1m^{2}应设置有效调节容积不少于0.02m^{3}的蓄滞设施。另根据规划指标要求，下沉式绿地面积应不少于3750m^2。

4 设施规模说明

本项目施工图设计采用的海绵设施类型与方案阶段相同，包括简易式屋顶绿化、透水铺装、下沉式绿地、湿式植草沟和生态调蓄设施。各类设施规模如表2所示。

表2 海绵设施设计规模表

海绵设施名称	设施规模
简易式屋顶绿化	220.6m^2
透水铺装	4418m^2
下沉式绿地	4361.66m^2
湿式植草沟	242.14m^2
生态调蓄设施	69.21m^3
200×200（内宽×内高）混凝土雨水暗沟	440m
DN200 HDPE实壁穿孔管	950m
砖砌溢流雨水口	70个
PE成品渗透雨水口	26个

5 修改方案说明

本项目在施工图阶段以海绵专项方案设计为基础，进行了以下优化调整：①结合建筑做法明确立管断接排水沟的节点做法及排水沟工程量；②结合各排水分区竖向优化雨水口布设位置及个数。

专项施工说明（给水排水专业）

1 施工及验收依据

1.1 相关规范

《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268-2008

《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242-2002

《埋地硬聚氯乙烯排水管道工程技术规程》T/CECS 122-2020

《厦门市海绵城市设施维护及运行标准》

1.2 相关图集

04S520《埋地塑料排水管道施工》

17S705《海绵型建筑与小区雨水控制及利用》

07J306《窗井、设备吊装口、排水沟、集水坑》

2 管材及构筑物施工

2.1 下沉式绿地、植草沟下的雨水渗透管采用成品HDPE实壁穿孔渗透管，管径采用DN200，材料为聚乙烯，原料级别为PE100，开孔后环刚度大于或等于8kN/m^2，开孔率1%～3%，开孔孔径为10mm～15mm。管线连接方式采用热熔连接，做法详见图集17S705中第29页。管道材料应满足现行国家标准《埋地用聚乙烯（PE）结构壁管道系统 第2部分：聚乙烯缠绕结构壁管材》GB/T 19472.2的要求。雨水渗透管周边包裹一层砾石排水层，砾石层外铺透水土工布，土工布宽度应全部包裹砾石层，土工布的要求详见本说明第2.5条内容。铺设在下沉式绿地下的雨水渗透管，根据现场地形设置在绿地低处。

2.2 雨水沟采用混凝土排水沟，碎石排水沟的做法详见图集07J306中第18页，雨水暗沟的做法详见图集07J306中第23页中②混凝土排水沟的做法。雨水暗沟的沟盖板采用100mm厚预制混凝土盖板。

2.3 渗透雨水口采用PE材质做法，详见图集17S705中第44页。溢流雨水口做法详见本图集第3-5-02页5-2溢流雨水口。采用方形铸铁溢流口，尺寸为750mm×450mm×180mm。溢流口须低于路面，且高于周边绿地3cm～5cm。

2.4 生态调蓄设施采用生态多孔纤维棉模块，单模块尺寸为1000mm×500mm×400mm，有效容积率为95%。根据图纸中的位置和现场情况进行布置。

2.5 透水土工布的要求：土工布的单位面积质量不应小于200g/m^2，透水性能不应小于0.03m/s。外观质量要求：100mm内，经纬密度偏差不允许少2根以上；不允许有大于0.5cm的破损和破洞，同一处断纱、缺纱不允许2根以上且100m^{2}不超过6处。

3 设施施工要求

3.1 开挖要求

3.1.1 渗透管及构筑物基（槽）坑开挖要求

基（槽）坑开挖与回填应符合现行国家标准《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141的相关规定，并应符合以下规定。

1）应根据设施的功能划分严格控制开挖平面尺寸、基底高程和边坡坡度；采用机械开挖时，基底和边坡应预留大于或等于200mm的高度，由人工挖至设计标高和边坡坡度；如局部出现超挖，应采用粒径10mm～15mm的天然级配砂石填平夯实，密实度要求不小于95%。

2）基底和边坡不得有树根、石块、草皮等杂物，避免受水浸泡和受冻，发现与勘查报告不符合的土质时，必须清除。

3）基底坡脚线和边坡上口应修边整齐、顺直；基底应平整，边坡顶面不得随意堆土。

4）基（槽）坑开挖至设计高程后由建设单位会同设计、勘查、施工、监理等单位共同验收；发现岩、土质与勘查报告不符或有其他异常情况时，由建设单位会同上述单位研究确定处理措施。

3.1.2 下沉式绿地、植草沟开挖要求

1）开挖施工不应降低自然土壤的渗透能力。

2）开挖后基（槽）坑底面不应反复夯实。

3）开挖后埋地渗透设施安装和敷设应连续施工。

4）基（槽）坑开挖时应避免重型机械碾压影响基层土壤渗透性能。

5）超挖时不得用超挖土回填，应用粒径10mm～15mm的天然级配砂石填充。

6）完成槽底面清理并通过沟槽开挖验收后，再实施下一道工序。

3.1.3 生态调蓄设施开挖要求

1）基坑开挖时应严格控制基底高程，避免扰动基底原状土层。机械开挖时，基底设计标高0.2m～0.3m的原状土应人工清理。如有超挖或发生扰动，可换填粒径10mm～15mm的天然级配砂石填平夯实，密实度要求不小于95%。

2）生态调蓄设施应设置在土质良好的地基基础上，地基承载力应大于100kN/m^2。对于回填土基础或承载力不满足设计要求时，应采用夯实加固或换填措施。

3.2 垫层要求

渗透管所用的中粗砂垫层应采用透水土工布与渗透土壤层隔离。

3.3 回填要求

3.3.1渗透管回填要求

1-2 施工图设计			1-2-1海绵工程施工图说明						图集号	22HM001-1
审核	郑克白	郑克白	校对	李曼	李曼	设计	周彦卿	周彦卿	页	2-1-11

1）渗透管回填材料应为开级配碎石和级配砂砾。

2）分层回填，每层厚度不超过200mm，采用平板振动器夯实，回填后的平整度及压实系数不应低于0.9。

3）碎石中的含泥量小于1%。

3.3.2下沉式绿地、植草沟回填要求

1）回填土壤应分层适度夯实达到基本稳定，严禁用机械反复碾压。

2）回填土中掺加中、粗砂时，中、粗砂粒径及掺加比例应符合设计要求。

3.3.3生态调蓄设施回填要求

生态调蓄设施回填应按设计大样在外围包裹土工布工序完毕后进行，土工布的铺设应满足以下要求:

1）土工布铺设前应对地基和其周围的渣土、尖锐物、石块、铁丝等进行清理。

2）土工布到场以后宜采用人工卷铺。铺放应平顺，松紧适度,并与土面密贴。两幅土工膜在进行搭接时焊接宽度应不小于300mm。

3）顶板土工布上应垫中粗砂保护层，铺设厚度为200mm。

回填时应对称进行，分层回填，严禁单侧回填。设施四周回填密实度应不小于95%，回填未完成时，严禁超过设计荷载的交通工具在顶板上行驶和停放。设施顶部0.5m以上回填土密实度应符合地面要求，且不应小于90%。

4　施工注意事项

4.1 施工单位应做好详细的施工组织设计。开槽及基坑距两侧建（构）筑物较近时，酌情考虑相应的保护措施。施工期间应对邻近建（构）筑物地下管线进行全程监测、记录。

4.2 施工时禁止采用大型机械，以避免对建筑地基产生扰动。

4.3 为确保邻近建（构）筑物的安全，施工过程中可根据实际情况适当调整管位及井位，尽量远离建（构）筑物。必要时应对建筑地基土体进行加固处理，以确保邻近建（构）筑物的安全。

4.4 挖土深度至2m时，应先距地面0.6m～0.8m处撑头道支撑,以防止塌方,确保沟槽安全。

4.5 施工时应做好明沟排水或井点降水，防止沟槽积水或流砂等现象的发生。

4.6 沿线管段遇暗浜（沟）、塘等淤泥或杂填土处，则应挖尽至原状土，超挖部分用7：3砂夹石层夯实回填至管基底设计高程，密实度要求0.95。

4.7 沟槽开挖、基础施工、管道铺设、基坑排水、管沟回填、闭水试验及各辅助构筑物的施工、竣工验收、质量评定等均应严格按照现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268中的有关规定执行。

4.8 雨水相关设施的竣工验收应按照相关施工验收规范和评价标准执行，由建设单位组织设计、施工、工程监理及规划、市政、园林绿化等单位部门验收，并对设施规模、竖向、进水口、溢流雨水口、绿化种植等关键环节进行专项验收，并出具核验报告，验收合格后方可交付使用。

5　建设项目海绵设施建设目标表

表3　建设项目海绵设施建设目标表

下垫面		径流系数	排水分区						总地块
			分区1	分区2	分区3	分区4	分区5	分区6	
水面面积（m^2）		1.0	0	0	0	788.09	16.88	26.93	831.90
绿地面积（m^2）		0.15	2201.7	1601.6	1277.6	3348.8	2311.1	1958.0	12698.7
硬化道路面积（m^2）		0.85	115.5	0	0	0	311.95	717.35	1144.8
透水铺装面积（m^2）		0.35	660.44	594.72	436.89	1347.39	804.52	574.04	4418
硬化屋面面积（m^2）		0.9	871.49	788.5	546.64	0	1345.7	1463.4	5016
绿化屋面面积（m^2）		0.65	0	0	0	0	110.3	110.3	220.6
其他硬化面积（m^2）		0.85	0	14.97	36.22	36.08	540.77	0	628
场地面积（m^2）			3849.1	3000	2297.3	5520.4	5441.2	4850	24958
综合径流系数			0.38	0.39	0.38	0.32	0.49	0.52	0.42
下沉式绿地	面积（m^2）		722.3	459.94	473.29	1181.5	882.03	642.6	4361.66
	下凹深度（m）		0.07						
	调蓄容积（m^3）		50.56	32.2	33.13	82.7	61.74	44.98	305.31
湿式植草沟	长度（m）		55.47	67.47	46.27	0	36.13	36.8	242.14
	每延米调蓄容积（m^3/m）		0.075						
	调蓄容积（m^3）		4.16	5.06	3.47	0	2.71	2.76	18.16
生态调蓄设施	调蓄容积（m^3）		9.44	7.82	6.95	0	25	20	69.21
入渗控制降雨容积（m^3）			76.37	58.56	45.58	120.12	88.8	74.5	463.92
控制降雨总容积（m^3）			140.53	103.64	89.13	202.82	178.25	142.24	856.61
控制降雨厚度（mm）			36.51	34.55	38.80	36.74	32.76	29.33	34.32
年径流总量控制率（%）			78.52	76.99	80.23	78.70	75.59	72.43	76.81
是否达标			是	是	是	是	是	否	是

专项施工说明（园林专业）

1　海绵设施施工要求

1.1 绿化屋顶

本项目采用简易式容器种植绿化屋顶，施工时应满足以下要求：

1）施工应在防水工程完毕并通过蓄水试验检验后进行，后续施工不得破坏屋面防水层。

2）基质层干重、湿重应满足设计要求。

3）安装前检验确保阻根层完好。

4）组合拼装时要确保容器与容器搭扣在一起，放置应平稳、固定牢固。

5）安装时应避开落水口、檐沟等部位，不得将容器安装或放置在女儿墙上和檐口部位。

6）安装后确保容器蓄排水通畅，并与屋顶排水系统相连通。

1.2 透水铺装

本项目透水铺装施工应符合以下要求：

1）透水面层铺筑施工前，应对基层进行隐蔽工程验收，符合要求后方可进行下一工序施工。

2）铺筑面层时，基准点和基准面应根据平面设计图、工程规模及透水砖规格、块型及尺寸设置。

3）铺筑时应敲实表面，并应随时检查透水砖的牢固性与平整度，不符合要求时应及时进行修整，不得采用砖底部填塞砂浆或支垫等方法进行砖面找平。需要切割时应采用切割机切割。

4）透水砖铺筑不得直接站在找平层上作业，也不得在新铺设的砖面上拌合砂浆或堆放材料。

5）透水砖接缝宽度不宜大于3mm，接缝用砂含泥量应小于1%，含水率小于2%，用砂级配如表4所示。

表4　透水砖接缝用砂级配

方筛孔尺寸（mm）	4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15
累计筛余百分率（%）	0	0～5	0～20	15～75	60～90	90～100

6）透水砖铺筑完成后，应及时清除砖面上的杂物、碎屑，砖面上不得有残留的水泥砂浆。

7）透水砖的砖面清理干净后，应对透水砖接缝进行填缝，缝隙应饱满，砖面应整洁，并应及时洒水养护。本项目找平层采用干硬性水泥砂浆，养护期不应少于7d。

1.3 下沉式绿地

下沉式绿地施工时应满足下列要求：

1）下沉式绿地的位置、范围、下凹深度、坡度、构造等应符合设计要求。开挖交界处应平缓过渡，地形自然顺畅。

2）绿地地形造型的测量放线工作应做好记录、签认。

3）绿地内的溢流口周边土壤宜以缓坡形式衔接至雨水口标高下50mm～100mm，避免雨水口裸露，地形坡起的范围应不影响雨水滞蓄和排除。

4）在绿地的雨水集中汇入口、坡度较大的区域，采用铺设卵石、消能坎、栽种永久植物等防冲刷措施。

5）种植土层厚度不小于300mm。种植基质选择以排水良好的沙性壤土为宜，保证土壤渗透能力符合规范和设计要求。

1.4 植草沟

本项目植草沟施工时应满足下列要求：

1）植草沟沟渠尺寸应满足设计要求，表面应平整。

2）植草沟的进口应与汇水面平顺衔接，出水口应与排水设施平顺衔接，当进出水口及沟纵向坡度较大时应设置卵石等消能缓冲措施。

3）施工时应注意土壤侵蚀和沉淀控制，在汇水面施工完成后，应在周边设置挡土袋等设施，防止水土冲刷对深度和纵坡造成影响；沟槽内应采取防土壤流失的措施。

4）植被布置时应先种植坡面和边坡，再种植沟底植物。在种植沟底植物前应再次确认其坡度和形状是否被破坏。

5）沟内土壤不得裸露，植被高度宜为100mm～200mm。

6）植草沟结构层外侧及底部土工布应有效搭接，搭接宽度不低于200mm，防止周围原土侵入。

2　种植说明及土质要求

2.1 植物选择

2.1.1 屋顶绿化的植物应选择生长较慢，抗风、耐寒、耐旱等抗性强的浅根性植物。不应选择根系穿刺性强的植物。

2.1.2 下沉式绿地内的植物应具有耐淹、耐旱及净化等功能，注重植物景观效果的营造。

2.1.3 植草沟内的植物应选择根系发达而叶茎短小、适宜密植的植物以提升延阻能力。选择耐短期水淹且有一定耐旱能力、耐污染能力、抗逆性强，并能在薄砂和沉积物堆积的环境中生长的植物。

2.2 种植土质要求

2.2.1 土壤pH为5.5～7.5，土质应疏松、不含建筑和生活垃圾；保证土壤渗透系数大于5×10^{-6}m/s。

2.2.2 实土区种植土应保证土壤疏松，容重不得高于3g/cm^3，土壤营养元素平衡，其中有机质含量不得低于10g/kg，全氮量不得低于1.0g/kg，全磷量不得低于0.6g/kg，全钾量不得低于17g/kg。

2.2.3 绿地地形整理应严格按照景观专业竖向设计要求进行，地形应自然流畅，同时清除碎石及杂草杂物。

2.2.4 定植前要根据植物的生长习性改良土壤结构，调整酸碱度，改善排水条件；绿化面层选用60cm良好土壤，内掺10%陶粒，粒径5mm～8mm，即不含砂石建筑垃圾。如果是回填种植土，不能是深层土，以疏松湿润、排水良好、富含有机质的肥沃冲积土为宜，故在整地控穴时最好将腐熟厩肥或饼肥拌土施入穴底；如根系球大于30cm，且要加上20cm厚的有机肥，再覆盖一层种植土，克服土壤贫瘠，使苗木今后生长强壮。

2.2.5 种植土厚度应大于植物主要根系分布深度，如5表所示：

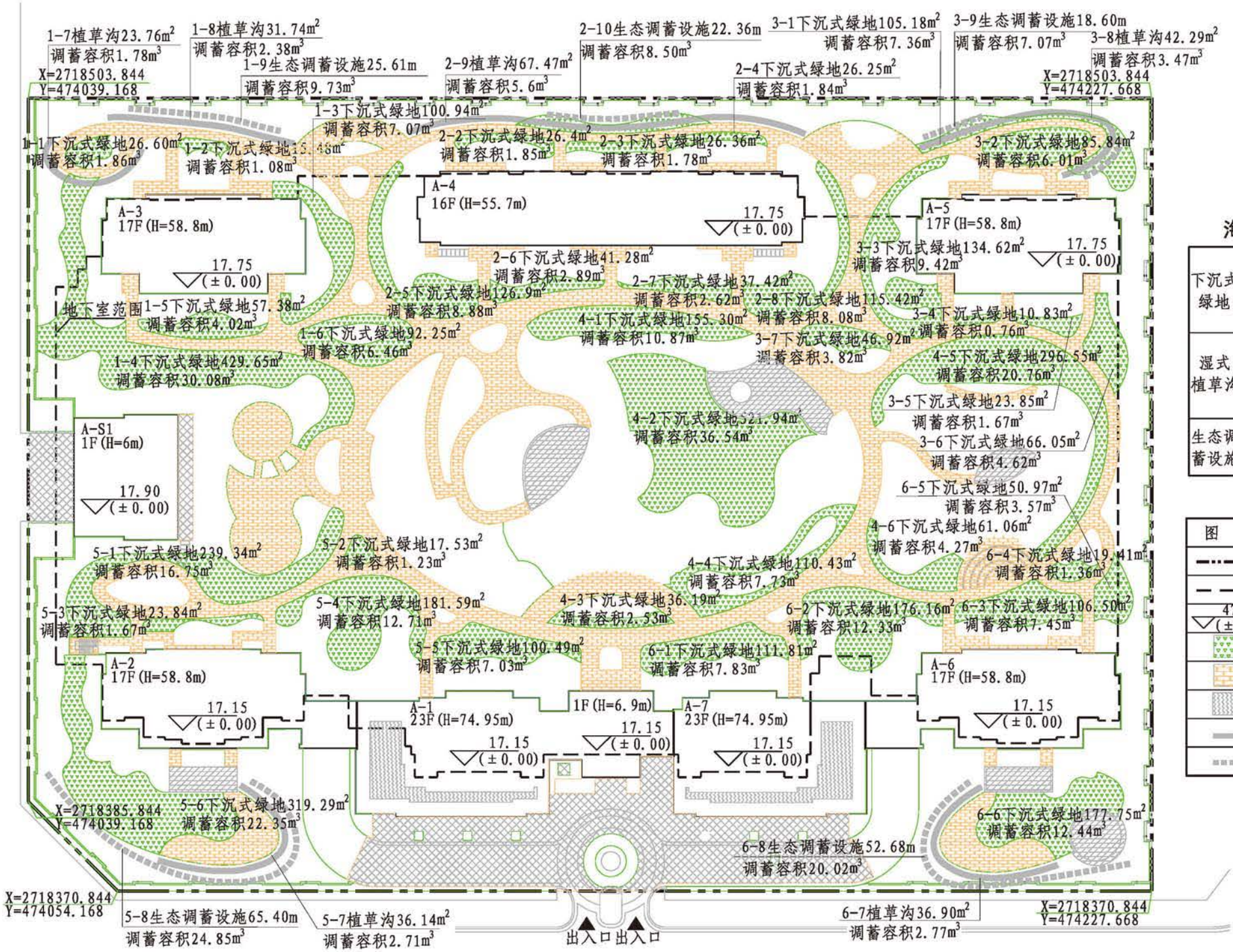
表5 植被种植土厚度表

植被选型	草本花卉	地被植物	小灌木	大灌木	浅根乔木	深根乔木
种植土厚度(cm)	30	35	45	60	90	120
允许偏差	<5%			<10%		

3 施工注意事项

1）施工时应与建筑专业周边散水及防水、保温收头做好协调。

2）本项目部分设置在地下室顶板上的下沉式绿地、透水铺装等海绵设施，受条件所限，覆土厚度不满足1.2m处应增加渗排水管线，接至小市政雨水系统。



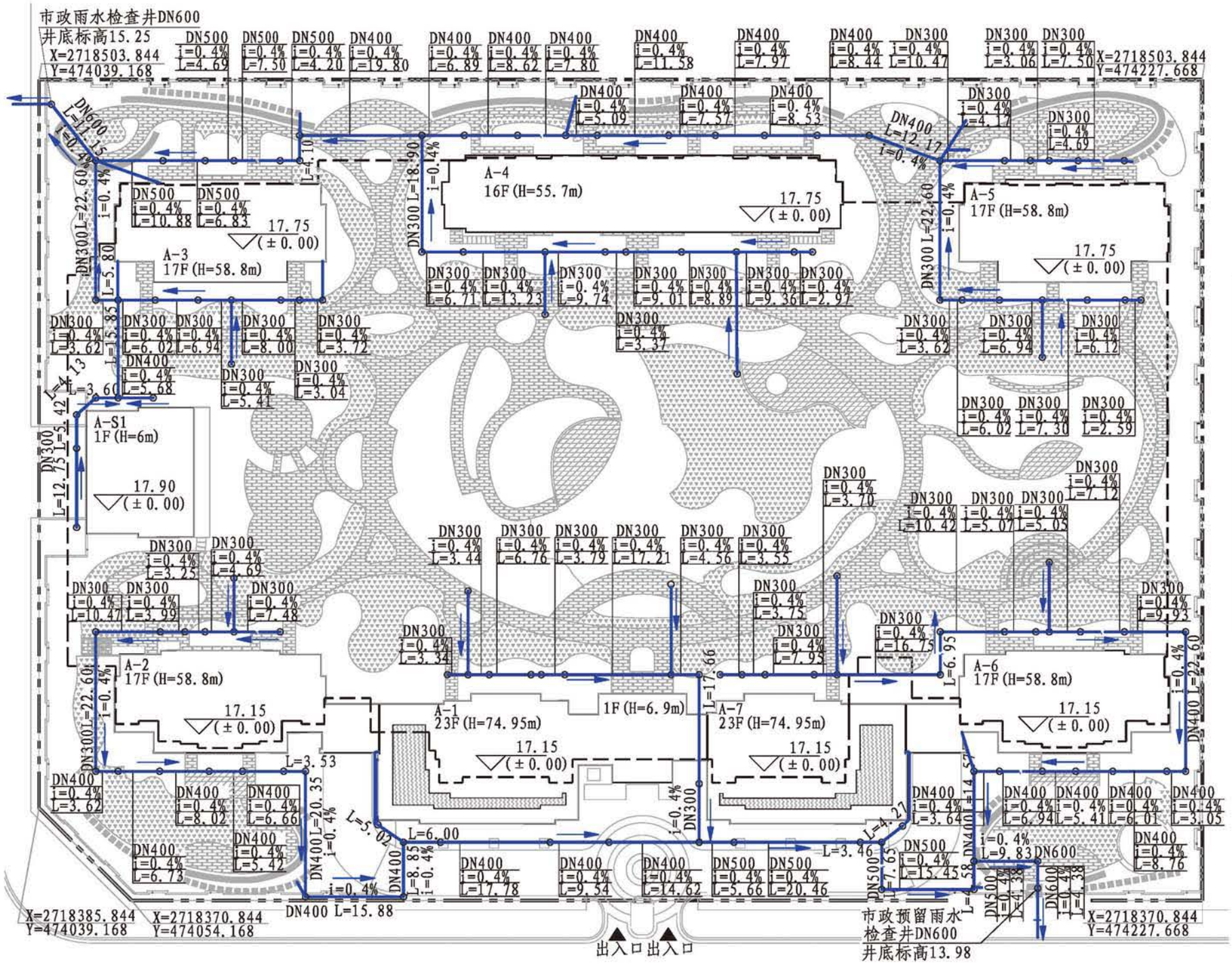
海绵设施类型

下沉式绿地	面积（m^2）	4361.66
	调蓄容积（m^3）	305.31
湿式植草沟	长度（m）	242.14
	调蓄容积（m^3）	18.16
生态调蓄设施	调蓄容积（m^3）	69.21

图 例

图 例	名 称
	用地红线
	地下室范围
47.30 (±0.00)	室内设计标高
	下沉式绿地
	透水铺装
	屋顶绿化
	植草沟
	生态调蓄设施

1-2 施工图设计		1-2-2-总1海绵设施平面图						图集号	22HM001-1
审核	郑克白	郑克白	校对	李曼	李曼	设计	周彦卿	周彦卿	页	2-1-15



图例

图例	名称
	用地红线
	地下室范围
47.30 (±0.00)	室内设计标高
	雨水管
	水流方向
	检查井
	下沉式绿地
	透水铺装
	屋顶绿化
	植草沟
	生态调蓄设施

1-2 施工图设计		1-2-3-水1雨水管线平面图						图集号	22HM001-1
审核	郑克白	郑克白	校对	李曼	李曼	设计	周彦卿	周彦卿	页	2-1-16

2 北京市怀柔区某新建科研、办公综合产业园海绵城市建设设计

2-1-1 海绵工程设计说明

北京市怀柔区某研究院项目位于中国华北地区，暖温带半湿润季风型大陆气候，地势平坦，处于年径流总量控制率分布图Ⅲ区。本项目为新建项目，按照北京市地标要求，室外设置50%以上的绿地区域为下沉式绿地，设置70%以上的铺装区域为透水铺装，每千平米设置30m³调蓄水池，经核算满足年径流总量控制率85%的要求。

1 项目概况

1.1 建设地点：北京市怀柔区雁栖工业开发区，西侧为雁栖路，东侧为杨雁东路，北侧为京密北四街，南侧为京密北三街。

1.2 项目规模：总用地面积为164783.48m²,其中建设用地面积为132253.92m²。园区建设分为两期，其中本次设计为一期,用地面积71732m²，建筑面积74619m²，总绿地面积24397m²。结构抗震设防：按7度设防，7度抗震措施。

1.3 项目性质：新建项目。

2 设计依据

2.1 项目批复

北京市规划委员会提供的《建设项目规划条件》〔2011规（怀）条供字0003号〕(2011.09)

北京市规划委员会提供的《规划意见复函》（2013.04）〔2013规（怀）复函字0003号〕

2.2 地方标准

《雨水控制与利用工程设计规范》DB11/685-2013

2.3 技术资料

2.3.1 气象降雨资料

北京气候属暖温带半湿润季风型大陆气候。平原年平均气温为11℃～13℃。年极端最高气温一般在35℃～40℃。年极端最低气温一般在－14℃～－20℃。年降水量空间分布不均匀，东北部和西南部山前迎风坡地区为相对降水中心，在600mm～700mm;西北部和北部深山区少于500mm,平原及部分山区在500mm～600mm。夏季降水量约占年降水量的3/4。夏季降水空间分布与全年类似:东北部和西南部山前迎风坡地区为相对降水中心,在450mm～500mm,西北部和北部深山区少于400mm,平原及部分山区在400mm～450mm。

2.3.2 水文地质资料

本项目建设用地位于北京市怀柔区东南部的平原区，土层深厚，地势平坦，无滑坡、崩塌和泥石流等地质灾害。建设场地内为新建建筑，用地地形较平坦，场地地面标高约为57.00m左右，相对高差不超过1m。地下水稳定水位深度为2.50m～10.00m,标高在47.00m～54.50m。

2.3.3 市政条件

表1 市政雨水管线情况表

管线类型	位置	管径（mm）	标高(m)	压力	备注
市政雨水管	杨雁东路	DN1000	43.175	—	—

3 设计目标

3.1 年径流总量控制率

根据《雨水控制与利用工程设计规范》DB11/685-2013和《海绵城市建设技术指南》的要求：本项目年径流总量控制率选取为85%，对应设计降雨量为32.5mm,雨水控制与利用的设计标准为降雨量32.5mm以内雨水得到控制。

3.2 雨水调蓄设施

根据《雨水控制与利用工程设计规范》DB11/685-2013,新建工程硬化面积达2000m²及以上的项目，应配建雨水调蓄设施，具体配建标准为：每1000m²硬化面积配建调蓄容积不小于30m³的雨水调蓄设施。

3.3 下沉式绿地率、透水铺装率

根据《雨水控制与利用工程设计规范》DB11/685-2013，凡涉及绿地率指标要求的建设工程，绿地中至少应有50%为用于滞留雨水的下沉式绿地；公共停车场、人行道、步行街、自行车道和休闲广场、室外庭院的透水铺装率不小于70%。

4 项目分析

4.1 竖向分析

4.1.1 本项目东北高、西南低，用地红线与市政衔接的出入口均按照地块的出入口高于市政道路设计,高差约0.1m～0.2m,不存在市政雨水倒灌至地块内的风险。建筑正负零标高按照比场地高0.3m～0.6m设计，不存在场地雨水倒灌至建筑室内的风险。

4.1.2 本项目道路按照单坡设计，设计采用平缘石，并以0.003的坡度坡向绿地,雨水口设置在绿地内。

4.2 雨水管网分析

本项目屋面雨水采用87式雨水斗收集，部分厂房屋面采用虹吸式雨水系统，通过雨水管道系统排入园区雨水收集管网。园区内雨水管线沿道路铺设，由地块的西南和西北分别向东侧收集。在雨水管末端设置初期雨水弃流井，初期弃流雨水排入污水管网，后期清洁雨水汇入调蓄水池。调蓄水池的溢流雨水排入市政雨水管。

4.3 下垫面分析

4.3.1 屋面

建筑共分为4座生产厂房、1座多功能厅和1座行政接待中心。屋面为硬质平屋面，均为非上人屋面，未设置屋顶绿化。

4.3.2 场地

本项目的场地类型有机动车道、消防车道、车库出入口等。将场地内道路全采用透水砖路面，减少硬化道路面积。透水铺装能有效入渗雨水，减少地表径流，补充地下水源，具有较好的水土保持作用。

4.3.3 绿地

将场地内路面抬高0.05m～0.10m,使大部分绿地变为下沉式绿地，以增加绿地入渗。屋顶的雨水，部分经外排管道直接排至地面散水，通过下沉式绿地入渗地下，部分经管道收集回用。

4.4 小结

4.4.1 本项目为新建项目，需要满足北京市地标《雨水控制与利用工程设计规范》DB 11/685-2013的设计要求，根据室外硬化面积计算调蓄水池的容积,并设置50%以上的绿地区域为下沉式绿地,设置70%以上的铺装区域为透水铺装。同时校核年径流总量控制率是否满足85%。

4.4.2 应尽可能地设置屋顶绿化、透水铺装、下沉式绿地等绿色生态设施,实现雨水自然下渗、自然滞蓄、自然净化。

4.4.3 无法实现就地入渗的雨水由雨水排水系统进行收集,初期5mm的雨水经过初期雨水弃流井进行弃流，后期清洁的雨水排入雨水调蓄模块单元，超越模块储水容量的雨水进入市政雨水管线，达到雨水消峰的作用。

5 设计方案

5.1 技术路线（见图1）

本项目屋面雨水由雨水斗收集，通过雨水管段接至小区雨水管网，地面雨水由设在下沉式绿地内的溢流雨水口溢流进小区雨水管网，项目雨水管沿道路铺设。初期雨水经弃流井流入污水管网，当降雨量达到一定量时，雨水进入调蓄水池。若雨水流量过大或调蓄水池已满，则通过分流井溢流进入污水管网。降雨结束后调蓄水池所设排水泵开启，将调蓄水池内雨水排出至市政雨水管网。

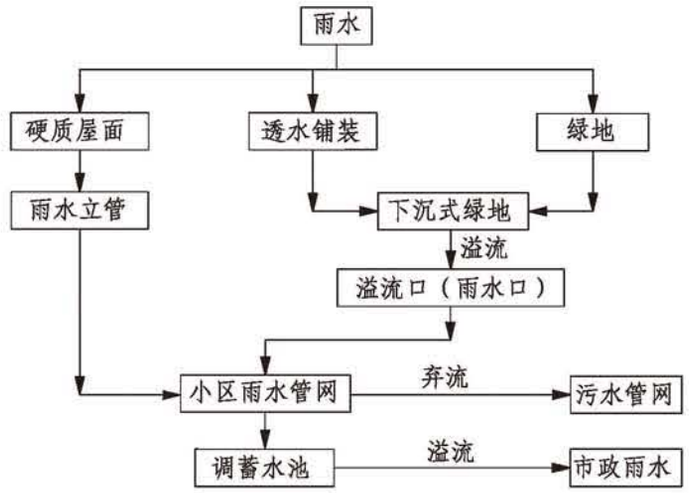


图1 技术路线图

5.2 系统分区及计算

5.2.1 系统分区（见图2）。

5.2.2 雨水控制与利用计算:

1）调蓄水池计算：根据竖向分析和道路坡向,将项目划分为2个排水分区，每个排水分区的面积指标见表2，根据每个分区分别计算雨水控制与利用径流控制量。根据表2可知，总硬化面积为28161m^2，按照地标要求，应设置调蓄水池容积为28161×0.03=844.8m^3，取845m^3。

2）下沉式绿地蓄水空间计算：按照建筑设计，下沉式绿地面积为12350m^2,按照下沉50mm计算，蓄水空间容积为12350×0.05=617.5m^3。

3）总蓄水容积计算：845+617.5=1462.5m^3。

4）雨量综合径流系数计算，详见表2，总雨量综合径流系数为0.507。

5）外排雨水流量径流系数计算：本项目设计重现期为5年,按照图集15BS14《雨水控制与利用工程（建筑与小区）》中第21页～25页的计算方法,可知本项目外排雨水流量径流系数为0.13。

6）年径流总量控制率计算。

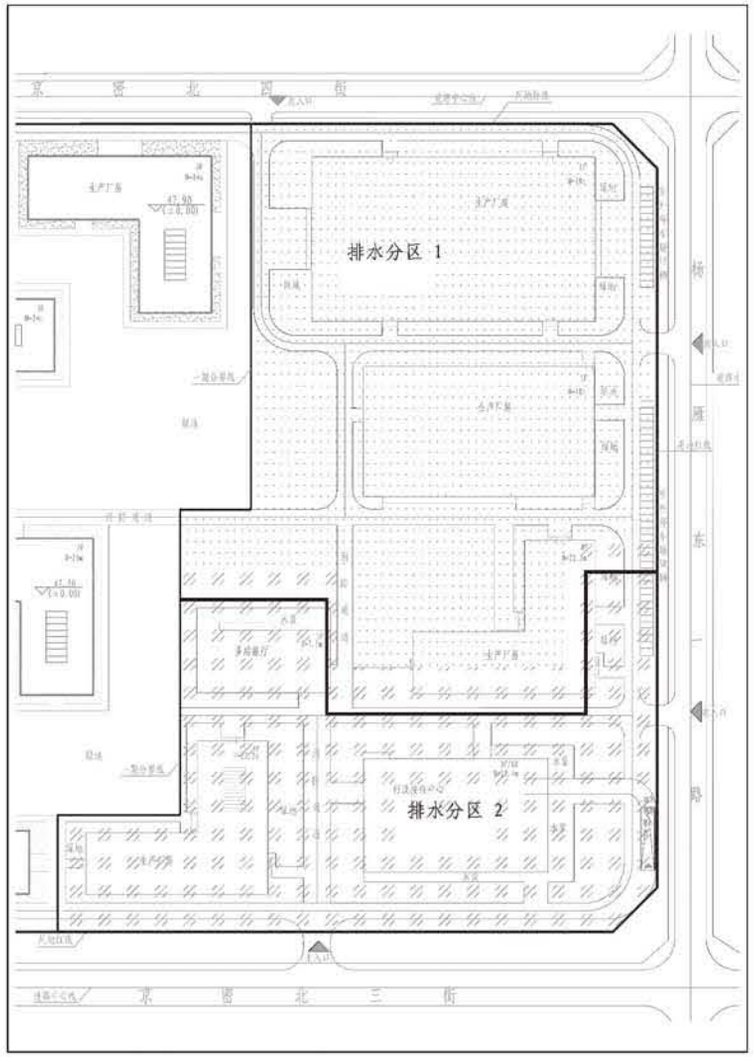


图2 排水分区图

表2 年径流总量控制目标计算表

下垫面类型	径流系数	排水分区1（m^2）	排水分区2（m^2）	总（m^2）
水景	1.0	0	1850	1850
绿地	0.15	13421.9	10975.1	24397
透水铺装	0.4	9376.3	7947.7	17324
硬质屋面	0.85	17197.4	10963.6	28161
面积合计	—	39995.6	31736.4	71732
雨量综合径流系数	—	0.510	0.504	0.507
目标径流控制量（m^3）	—	1299.9	1031.4	2331.3
现状径流控制量（m^3）	—	636.9	511.6	1149.3
海绵设施需滞蓄量（m^3）	—	662.9	519.8	1182
下沉式绿地面积（m^2）	—	7163.8	5186.2	12350
下沉式绿地深度（mm）	—	50		
调蓄水池容积（m^3）	—	516	329	845

5.3 海绵设施设计

5.3.1 下沉式绿地

本项目下沉式绿地采用沿道路设置的下沉式绿地，可接纳道路雨水，对汇集到的雨水进行入渗。下沉式绿地低于道路50mm～100mm。道路与绿地之间采用平道牙，使道路雨水顺畅地排向绿地。下沉式绿地内设置顶面高出绿地20mm～50mm的溢流雨水口，既保证了溢流雨水口表面高度低于路面，防止道路被雨水浸泡，又能使得大于重现期内的降雨及时排除，防止绿地及周边道路内出现积水的情况。

5.3.2 透水铺装

本项目广场、室外停车场等区域采用透水铺装，降低径流系数，减少雨水地表径流。透水铺装应设置透水面层、找平层和透水垫层，广场透水铺装可采用透水砖，室外停车场部分可采用草坪砖铺装。

5.3.3 弃流井（兼作分流井）

在模块前雨水末端设置初期雨水弃流井。弃流井采用钢筋混凝土结构，井内设置低于进水管顶标高100mm的挡水堰，挡水堰底部设置100mm×50mm（H）的弃流孔，将初期雨水弃流至市政雨水管网。挡水堰兼作分流作用，将高峰期部分雨水截留至调蓄水池，降低市政雨水管网的瞬时压力。

5.3.4 调蓄水池

用地范围内硬化面积28161㎡，计算雨水调蓄水量为845㎥，在场地内设置2座容积分别为515㎥和330㎥调蓄水池，降雨过后，启动潜水泵提升排出。调蓄水池采用塑料雨水收集拼装模块（PP材质），为保证整体强度，要求拼装方式为单片镶嵌方式，不使用连接件，储水率95%以上。调蓄水池由水池池体和附件组成，附件包括进水井、出水井、鼓风通气系统。调蓄水池设置溢流排水，排入市政雨水管道。

表3 海绵设施一览表

设施类型	设施总计	排水分区1（㎡/㎥）	排水分区2（㎡/㎥）
透水铺装	17324㎡	9376.3	7947.7
下沉式绿地	12350㎡	7163.8	5186.2
调蓄水池	845㎥	515㎥	330㎥
弃流井	2座	—	—

5.4 指标核算

经核算，设计径流控制量为2611.8㎥，可控制的降雨厚度为36.4mm，大于32.5mm。年径流总量控制率大于85%；雨水调蓄设施容积845㎥（每1000㎡需设30㎥计算所得）；下沉式绿地的面积为12350㎡，下沉式绿地率为50.6%；透水铺装面积17324㎡，透水铺装率100%。满足地方标准《雨水控制与利用工程设计规范》DB 11/685-2013的要求。

6 造价估算（略）

7 附表

表4 建设项目海绵设施建设目标表

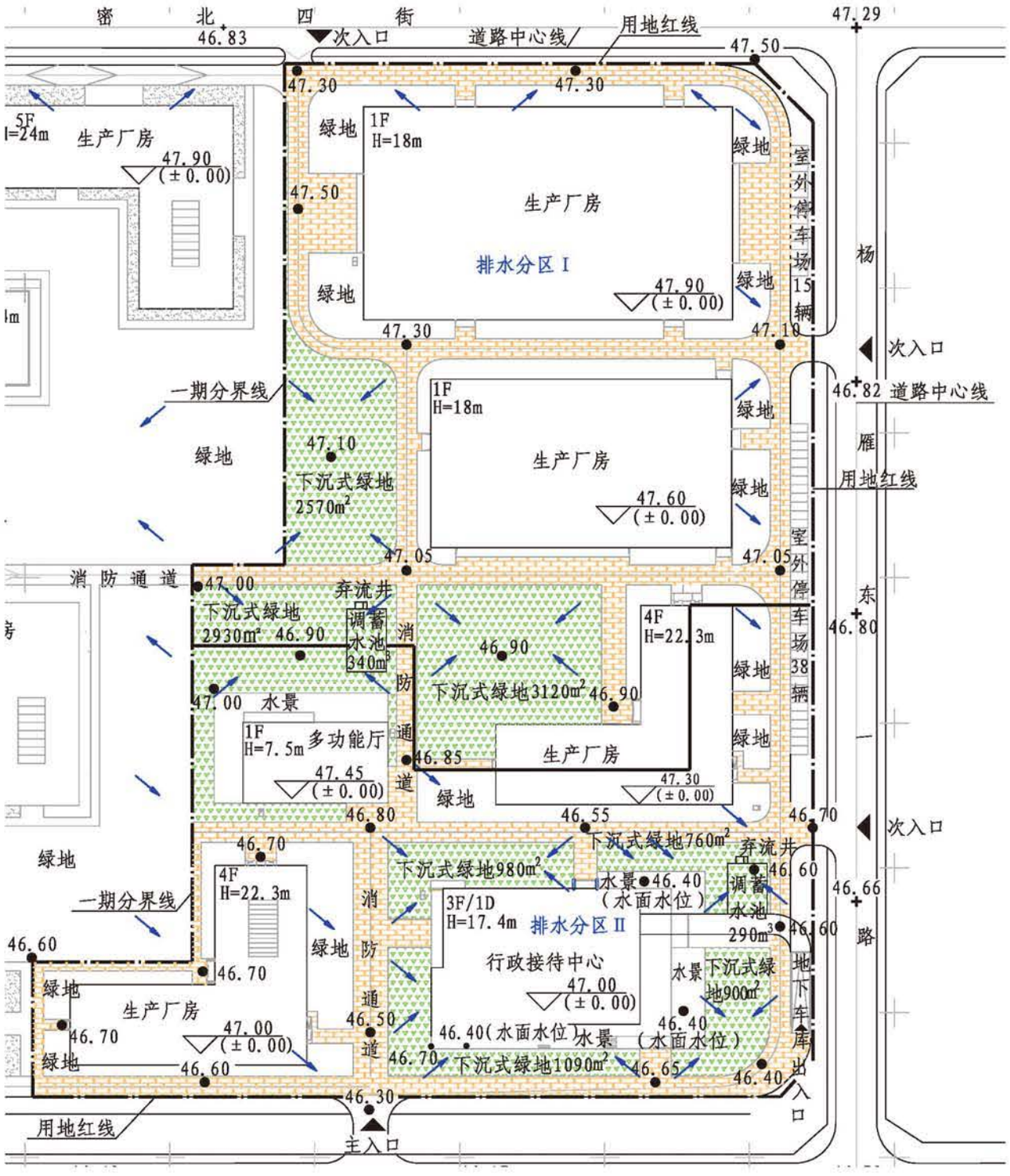
序号	指标类型	指标名称	上位规划	方案设计
1	控制性指标	年径流总量控制率（%）	85	>85
2		年径流污染控制率（%）	—	—
3		雨水管网设计暴雨重现期	1	5
4	生态指标	生态指标一（下沉式绿地率）	50%	50.6%
5		生态指标二（透水铺装率）	70%	100%
6		生态指标三（种植屋面率）	—	—

表5 指标核算表

规划面积（㎡）	目标径流控制量（㎥）	现状径流控制量（㎥）	海绵设施滞蓄量（㎥）	调蓄水池（㎥）	设计径流控制量（㎥）
71732	2331.3	1149.3	617.5	845	2611.8

表6 建设项目海绵城市专项设计方案自评表

类型	指标			备注
下垫面解析	用地面积（㎡）		71732	—
	屋顶	总面积（㎡）	28161	—
		硬化屋顶面积（㎡）	28161	—
		其他软化屋顶面积（㎡）	0.0	—
	铺装面积	总面积（㎡）	17324	—
		透水铺装面积（㎡）	17324	—
	绿化	总面积（㎡）	24397	—
		水体面积（㎡）	1850	—
	综合雨量径流系数		0.507	—
设施核算	具有控制容积的设施	总容积（㎥）	1462.5	—
		地表水体（景）调蓄容积（㎥）	0	—
		生态调蓄设施蓄水容积（㎥）	617.5	—
		地下蓄水设施蓄水容积（㎥）	845	—
		雨水桶蓄水容积（㎥）	0.0	—
竖向用地控制	地下建筑	户外出入口挡水设施高度（m）	0.15	—
	内部场平	高出相邻城市道路高度（m）	0.1~0.2	—
	地面建筑	室内外正负零高差（m）	0.3	—
综合自评		控制性指标	目标值	完成值
		年径流总量控制率（%）	85%	>85%
		年径流污染控制率（%）	—	—
		雨水管网设计重现期（年）	1	5
		生态指标	目标值	完成值
		生态指标一（下沉式绿地率）	50%	50.6%
		生态指标二（透水铺装率）	70%	100%
		生态指标三（种植屋面率）	—	—



经济技术指标

用地面积（m^2）	71732
建筑面积（m^2）	74619
绿地面积（m^2）	24397

海绵设施指标

图　例	海绵类型	规　模
	下沉式绿地	12350m^2
	透水铺装	17324m^2
	调蓄水池	845m^3

图　例

图　例	名　称
	用地红线
	排水分区线
47.30 (±0.00)	室内设计标高
47.00	地面绝对标高
	排水方向
	下沉式绿地
	透水铺装
	调蓄水池

2-1 方案设计			2-1-2-总1海绵设施平面图					图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	王熠宁		设计	郝洁	页	2-1-21

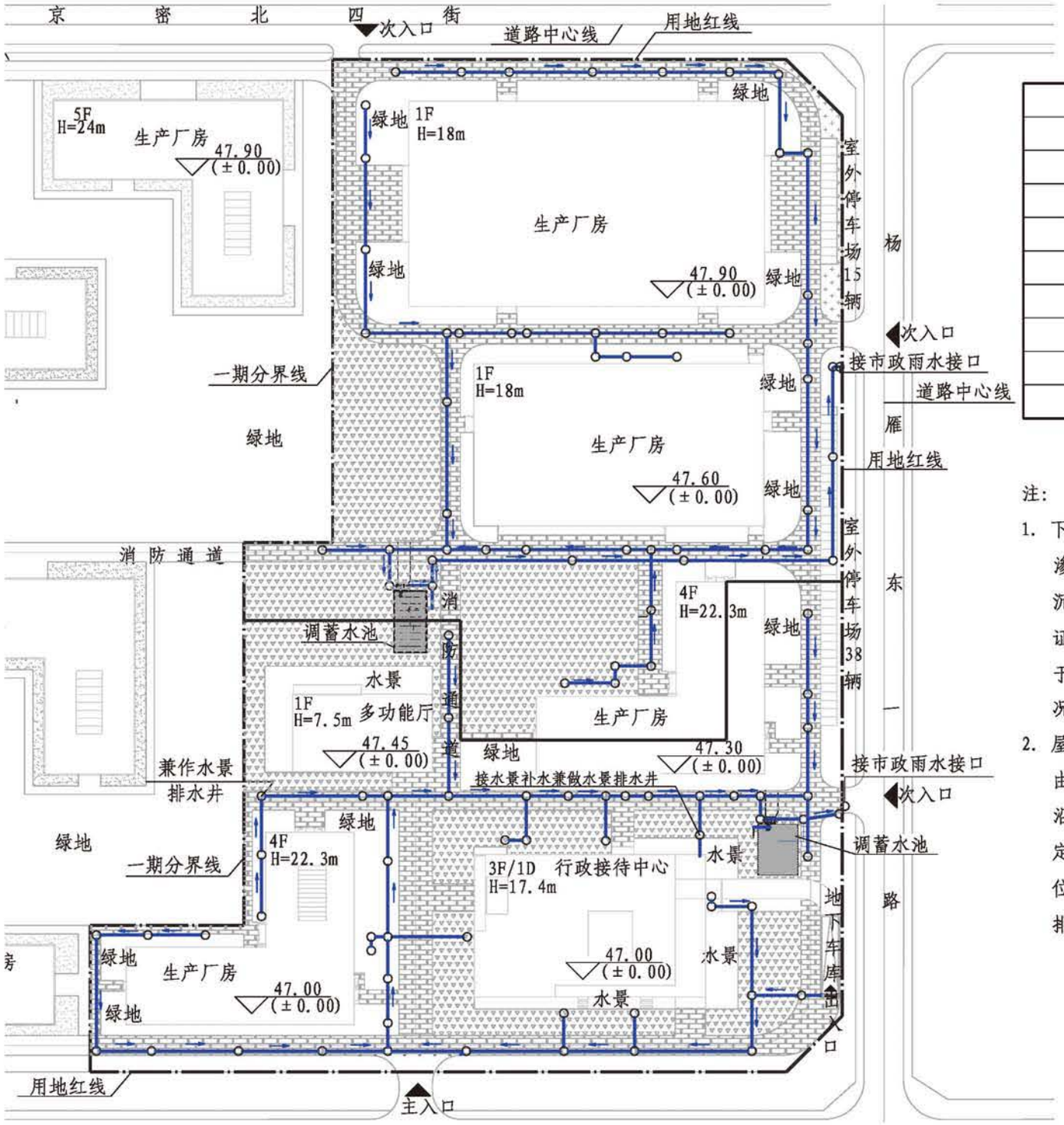


图 例

图 例	名 称
	用地红线
	排水分区线
47.30 (±0.00)	室内设计标高
	雨水管
	水流方向
	检查井
	下沉式绿地
	透水铺装
	调蓄水池

注：

1. 下沉式绿地沿道路设置，可接纳道路雨水，对汇集到的雨水进行入渗。道路与绿地之间采用平道牙，使道路雨水顺畅地排向绿地。下沉式绿地内设置有顶面高出绿地20mm~50mm高度的溢流雨水口，既保证了雨水口表面高度低于路面，防止道路被雨水浸泡，又能使得大于重现期内的降雨及时排除，防止绿地及周边道路内出现积水的情况。
2. 屋面雨水由雨水斗收集，通过雨水管段接至小区雨水管网，地面雨水由设在下沉式绿地内的溢流雨水口溢流进小区雨水管网，项目雨水管沿道路铺设。初期雨水经弃流井流入市政雨水管网，当降雨量达到一定量时，雨水进入调蓄水池。若雨水流量过大或调蓄水池达到溢流液位，则通过弃流井溢流进入市政雨水管网。降雨结束后调蓄水池所设排水泵开启，将调蓄水池内雨水排出至市政雨水管网。

2-1 方案设计			2-1-3-水1雨水管线平面图					图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	王熠宁		设计	李茂林		页	2-1-22

3 云南省昆明市某新建商业综合体海绵城市建设设计

3-1-1 海绵工程设计说明

云南省昆明市某新建商业综合体项目位于中国西南地区，温带气候特点，地势平坦，处于年径流总量控制率分区图的Ⅱ区。本项目为新建工程，海绵城市建设以目标为导向，主要解决建设前后的径流污染、径流总量问题，同时实现雨水回用，优先利用建筑周边的渗排水沟、下沉式绿地等生态设施控制雨水,实现年径流总量控制率85%的目标要求。

1 项目概况

1.1 建设地点：云南省昆明市某新建商业综合体项目位于昆明市盘龙区,世博生态城5号门左侧，北辰大道与穿金路的交叉口，与昆明市中心的直线距离约6km。

1.2 项目规模：项目规划用地面积30956.7m^2，总建筑面积144844.8m^2；地上建筑面积87307.8m^2，计容面积85273.8m^2； 地下建筑面积57537m^2。本项目地上建筑有A、B、C三座。A座为22层，建筑高度为94.1m；B座为17层，建筑高度为73.2m；C座为5层，建筑高度为22.8m。地下三层及地下二层主要功能为设备用房及停车库;地下一层为停车库及餐饮。

1.3 项目性质：项目为新建工程,项目性质为商业办公综合体。



图1 项目平面图

2 设计依据

2.1 项目批复文件（可研批复）

2.2 上位规划

《昆明市人民政府关于印发昆明市城市雨水收集利用规定的通知》（昆政发〔2009〕60号）

《昆明市城市排水（雨水）防涝综合规划》（2015年）

《云南省人民政府办公厅关于加快推进海绵城市建设工作的实施意见》（云政办发〔2016〕6号）

《昆明市人民政府关于印发昆明市海绵城市建设工作方案的通知》（昆政发〔2016〕27号）

《关于新建项目全面落实海绵城市建设要求的通知》（昆海绵办〔2016〕4号）

2.3 地方标准

《昆明市海绵城市建设技术导则（试行）》（2016年）

《昆明市海绵城市建设工程设计指南（试行）》

《昆明市建筑与小区雨水利用工程设计指南》

2.4 技术资料

2.4.1 气象降雨资料

表1 年平均降雨量表

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月
多年平均(mm)	15.8	15.8	19.6	23.5	97.4	180.9
月份	7月	8月	9月	10月	11月	12月
多年平均(mm)	202.2	204.0	119.2	79.1	42.4	11.3
多年平均年降水量：998mm		多年平均降水日数（≥0.1mm）:130.4d;其中>5mm:37.8d				

表2 年径流总量控制率和设计降雨量对应表

年径流总量控制率（%）	75	80	85
设计降雨量（mm）	18.2	21.6	26.1

注：75%、80%、85%对应设计降雨量取值来自于《昆明市海绵城市建设技术导则（试行）》（2016年）。

2.4.2 水文地质资料

本项目场地地下水稳定水位深度2.40m～8.90m。

本项目建设场地位于昆明东北部,冲、洪积剥蚀残丘沟谷地段，场地上部除存在一定厚度的人工填土外，无滑坡、崩塌和泥石流等地质灾害。用地地形较平坦，拟建场地地面标高介于1924.89m～1927.23m，相对高差2.34m。

2.4.3 市政条件

本项目北侧穿金路下设有市政雨水、污水分流管线及接口（详见表3），项目区域内的高程高于周边区域，不存在其他客水进入本项目的情况。

表3 市政雨污水管线情况表

管线名称	所在街区	管径	标高（m）	压力	备注
市政雨水管	穿金路	DN600	1922.18	—	—
市政污水管	穿金路	DN600	1921.02	—	—

3 设计目标

3.1 年径流总量控制率

根据《昆明市海绵城市建设技术导则（试行）》（2016年）的要求：昆明市雨水径流控制标准为年径流总量控制率为85%。故本项目年径流总量控制率选取为85%，对应设计降雨量为26.1mm，即降雨量为26.1mm以内雨水得到控制。

3.2 径流污染削减率

雨水经过预处理措施和低影响开发设施物理沉淀、生物净化等作用，场地内累计一年得到控制的雨水径流污染物总量（以SS计）占全年雨水径流污染物总量的比例。年SS总量去除率可用下述方法进行计算：

年SS总量去除率=年径流总量控制率×低影响开发设施对SS的平均去除率

本项目设计确定径流污染削减率为48%。

3.3 下沉式绿地率、 透水铺装率

根据《昆明市海绵城市建设技术导则（试行）》（2016年），项目所在区域属昆明市低山丘陵海绵控制区，下沉式绿地率20%～43%，透水铺装率30%～48%，屋顶绿化率无指标要求。

4 项目分析

4.1 竖向分析

4.1.1 本项目地下室顶板标高为1926.00m，板顶覆土厚度为1.8m～2.5m。

4.1.2 本项目地势东高西低，南侧市政路高于北侧市政路，东北侧穿金路车行出入口标高1925.70m,东、南侧车行出入口标高1928.00m和1927.40m,西北侧及西南侧人行出入口标高1925.20m。项目用地标高1928.5m～1925.20m,均高于市政道路及各个出入口标高，A、B栋±0.00标高1928.80，C栋±0.00标高1928.40m。建设用地红线内的场地较为平整，场地标高1928.5m～1927.7m。场地与市政道路采用台阶或绿地缓坡连接。车行道纵向坡度为0.3%～2.3%。

4.2 雨水管网分析

地块内采用雨污分流的排水方式，地块雨水管网沿竖向标高设计，排至西北侧的穿金路，排水口共计一处，地块内的排水管道的管径为DN500,市政雨水管径预留接口为DN600，满足排水要求。

4.3 下垫面分析

4.3.1 屋面

A座建筑层数为22层和19层，屋面为平屋面，均为非上人屋面；B座建筑层数分别为17层、14层、5层、4层、3层、2层、1层，裙房屋面有较多设备，未设置屋顶绿化。结合建筑和景观深化设计，B座人行楼梯的屋面设置屋顶绿化，覆土厚度为400mm，种植种类为草皮和小型灌木。

4.3.2 场地

本项目的场地类型有机动车道、人行广场、消防车道、车库出入口等。考虑车行道路荷载要求，机动车道、消防车道等按照硬化设计。人行广场按照透水铺装或者透水混凝土做法设计。

4.3.3 绿地

本项目绿地率高，车行路及建筑周边的绿地设计为下沉式绿地，集中绿地中分散布置下沉式绿地，便于雨水滞蓄。

4.4 小结

4.4.1 径流污染控制：本项目建设前为苗圃，建设后为商业办公，随着下垫面的硬化及人流活动的加剧，径流污染对该区域水环境质量的影响将逐渐增大，如何净化雨水水质、削减径流污染将是项目需要解决的主要问题。

4.4.2 径流总量及流量控制：作为新开发建设项目，需严格遵循海绵城市建设理念，加强径流总量控制，维持场地开发前后水文特征不变，同时削减径流峰值流量，缓解区域排涝压力。

4.4.3 雨水资源利用：低碳中心位于世园会北侧，区域提倡生态、低碳理念，利用中水和收集的雨水处理后回用于绿地浇洒。

5 设计方案

5.1 技术路线

本项目屋面雨水由雨水斗收集通过雨水管断接至建筑周边渗透式雨水沟及下沉式绿地进行就地渗透，超过渗蓄能力雨水由设在下沉式绿地内的溢流雨水口溢流进入小区雨水管网。项目雨水管沿道路铺设，由东北向西南方向排放。在小区雨水管网末端

设置流量型初期雨水弃流井，初期雨水弃流排入污水管。后期雨水通过分流井汇入地下中水处理站的中间水池，中间水池的水经过滤消毒后回用。中间水池满池后进水电动阀关闭，此时所有渗蓄设施饱和，雨水以溢流的方式排入穿金路市政雨水管。

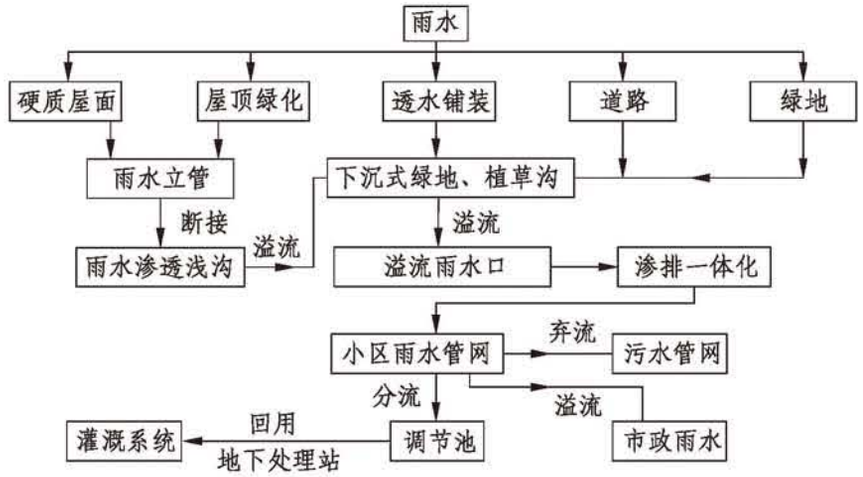


图2 技术路线图

5.2 系统分区及计算

5.2.1 年径流总量控制目标计算

根据竖向分析和道路布置将地块划分为9个排水分区，根据每个分区计算径流控制量，并结合景观微地形在道路及建筑周边设置相应的低影响开发设施，确保每个分区内部达到设计目标，详见表4。经计算，除排水分区④外，采用下沉式绿地作为绿色海绵设置滞蓄设施基本满足各个分区的要求。下沉式绿地的深度采用50mm～100mm，排水分区④若达到年径流总量控制目标要求，需要约7m^{3}调蓄空间，拟采用末端调节池的方式满足设计要求，调节池容积为10m^3。

5.2.2 年径流污染控制目标计算

根据《海绵城市建设技术指南》中表4-1低影响开发设施比选一览表中的设施污染物去除率的数值，结合本项目的技术路线，计算本项目年径流污染控制目标。本项目对SS去除较明显的海绵设施为透水铺装、渗沟（渠）、植草沟、初期弃流等，经计算，该项目年SS平均去除率为71%。



图3 排水分区图

表4 年径流总量控制目标计算表

下垫面类型	径流系数	①面积(m^2)	②面积(m^2)	③面积(m^2)	④面积(m^2)	⑤面积(m^2)	⑥面积(m^2)	⑦面积(m^2)	⑧面积(m^2)	⑨面积(m^2)
水面	1.0	37.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.0	0.0	0.0	0.0
绿地	0.15	5050.0	1244.1	1024.1	1328.5	3687.3	639.1	1000.0	554.3	1526.8
硬质场地、道路	0.80	570.0	655.6	626.9	713.0	209.1	260.0	334.0	180.0	704.2
透水铺装	0.36	300.7	118.3	26.0	112.5	0.0	186.1	184.2	77.0	404.0
硬质屋面	0.80	0.0	2006.2	425.5	1735.0	1454.0	0.0	590.0	1337.7	0.0
屋顶绿化	0.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	237.4	46.0	0.0
其他硬化	0.80	0.0	0.0	102.5	0.0	714.0	0.0	0.0	259.6	265.0
面积合计	30956.7	5957.7	4024.2	2205.0	3889.0	6064.4	1116.2	2345.6	2454.6	2900.0
雨水综合径流系数		0.23	0.59	0.50	0.57	0.40	0.36	0.44	0.63	0.40
目标径流控制量(m^3)		155.5	105.0	57.5	101.5	158.3	29.1	61.2	64.1	75.7
现状径流控制量(m^3)		120.0	43.1	28.6	44.1	94.2	18.6	34.1	23.6	45.7
海绵设施需滞蓄量(m^3)		35.5	62.0	28.9	57.4	64.1	10.5	27.1	40.4	30
下沉式绿地面积(m^2)		421.0	1116.4	295.5	508.5	650.0	112.9	280.0	405.0	330.0
调节池容积(m^3)		0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

5.3 海绵设施设计

5.3.1 下沉式绿地、植草沟

本项目沿道路及建筑周边设置下沉式绿地，接纳并转输道路、屋面雨水。道路与绿地之间采用平路牙，使道路雨水顺畅地排向绿地；下沉式绿地的下沉深度为50mm～100mm，绿地内设置溢流雨水口，其顶面标高低于路面20mm～30mm；下沉式绿地内设置耐淹植物，耐淹时间不宜小于24h。

5.3.2 透水铺装

广场、露天停车位等处采用透水性地面，加强雨水入渗，减少雨水的地表径流。透水铺装地面设透水面层、找平层和透水垫层。人行道、广场透水面层采用透水面砖，露天停车位采用草坪砖铺设。

5.3.3 屋顶绿化

B栋户外楼梯旁屋顶采用屋顶绿化。屋面依次设置陶粒填充层、防渗膜、100mm厚陶粒混凝土找平层、30mm厚排水板、土工布、50mm厚砂找平层，种植土厚度约200mm，并播撒草籽，形成草坪。

5.3.4 立管断接-渗透沟

本项目屋面立管断接的方式采用渗透沟形式，雨水立管采用内排水方式接至建筑周围的渗透沟；超过设计重现期的雨水可通过浅沟溢流至植草沟和下沉式绿地，并通过绿地内的溢流雨水口接至小区雨水管网。渗透沟本体采用砖砌$B \times H$=0.3m×0.5m，砖间留透水缝隙。沟周边部分由300mm厚碎石填充，填充碎石的孔隙率约为30%。

5.3.5 渗排一体系统

在绿地内铺设的排水系统为渗排一体化系统，由渗透雨水口和渗透管组成。管道内的雨水通过侧壁面和底面进一步渗透，未渗透雨水由下游管网排至市政雨水管道。

5.3.6 弃流井及分流井

在雨水排水管末端设置初期雨水弃流井，用于控制项目的径流污染。弃流井采用钢筋混凝土结构，井内设置流量型弃流装置。本项目初期雨水弃流厚度为2mm，弃流量61.9m^3。弃流后的雨水进入分流井，分流井采用钢筋混凝土结构。分流井溢流管高于进入调节池的雨水管。进入调节池的雨水管上设置液位控制阀和手动阀，水位达到最高水位时液位控制阀关闭，井内水位上升，雨水溢流排入市政雨水管。

5.3.7 调节池

经弃流后的雨水排至调节池，有效容积采用10m^3，用于消纳排水分区④的雨水外排水量。调节池设置在地下二层，与中水处理站的中间水池合建。水池设置两个水位：常水位和雨水水位。二者间容积即为最小雨水调蓄容积。水池内设置一组超声波液位计控制水位。平时水池运行水位控制在常水位以下。降雨时，雨水通过管道进入水池；当水位达到雨水水位时，雨水进水管上的电动阀自动关闭。雨水可直接利用中水站后续的过滤系统、消毒系统进行处理，最后通过回用变频供水系统实现雨水的回用。

5.3.8 流量计量井

在与市政排水井接驳处设置流量计量设施，以实现雨水排水的流量监控。测量雨水流量的装置，宜采用精确度高、耐腐蚀、安装简单方便的设备。本项目在市政接口前的检查井内设置超声波流量计量设备，可实时监测雨水排水流量。

表5 海绵设施一览表

设施类型	设施总计	①（m^2/m）	②（m^2/m）	③（m^2/m）	④（m^2/m）	⑤（m^2/m）	⑥（m^2/m）	⑦（m^2/m）	⑧（m^2/m）	⑨（m^2/m）
透水铺装	1408.8m^2	300.7	118.3	26.0	112.5	0.0	186.1	184.2	77.0	404.0
屋顶绿化	283.4m^2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	237.4	46.0	0.0
下沉式绿地	4119.3m^2	421.0	1116.4	295.5	508.5	650.0	112.9	280.0	405.0	330.0
渗透沟	351.6m	0.0	74.0	39.7	78.7	84.6	0.0	8.2	66.4	0.0
弃流井	1座	—	—	—	—	—	—	—	—	—
调节池	10m^3	—	—	—	10	—	—	—	—	—
流量计量井	1座	—	—	—	—	—	—	—	—	—

5.4 指标核算

5.4.1 年径流总量控制率核算

经核算，海绵设施可控制的雨水量为411.93m^3，可控制的降雨厚度为28.23mm，大于26.1mm。年径流总量控制率大于85%。下沉式绿地的面积为4119.3m^2，下沉式绿地率为26%；透水铺装的面积为1408.8m^2，透水铺装率为100%。满足《昆明市海绵城市建设技术导则（试行）》（2016年）中的要求。

表6 年径流总量控制率核算表

规划面积（m^2）	目标径流控制量（m^3）	现状径流控制量（m^3）	海绵设施滞蓄量（m^3）	调节池（m^3）	设计径流控制量（m^3）
30956.7	807.9	452	411.93	10.0	873.93

5.4.2 年径流污染控制率核算

本项目低影响开发设施对SS的平均去除率为71%，年径流总量控制率为85%，则本项目年径流污染控制率为71%×85%=60%，大于48%，满足本项目指标要求。

6 造价估算（略）

7 附表

表7 建设项目海绵设施建设目标表

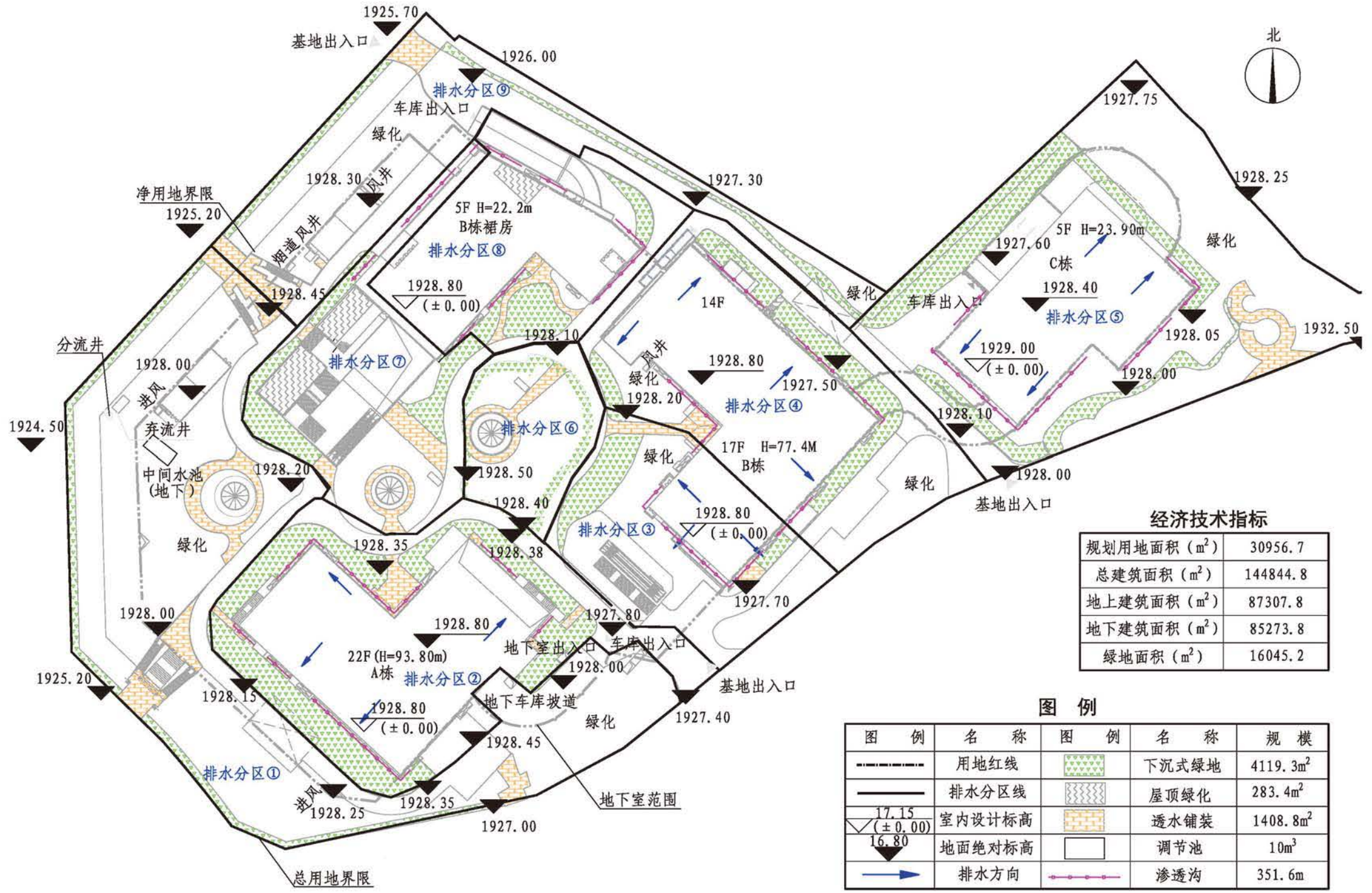
序号	指标类型	指标名称	上位规划	方案设计
1	控制性指标	年径流总量控制率（%）	85	>85
2		年径流污染控制率（%）	48	60
3		雨水管网设计暴雨重现期（年）	3	5
4	生态指标	生态指标一（下沉式绿地率）	20%～43%	26%
5		生态指标二（透水铺装率）	30%～48%	100%
6		生态指标三（屋顶绿化率）	—	—

注：按照当地要求整理此表格。

表8 建设项目海绵城市专项设计方案自评表

类型	指标			备注
下垫面解析	用地面积（m^2）		30956.7	—
	屋顶	总面积（m^2）	7831.8	—
		屋顶绿化面积（m^2）	283.4	—
		其他软化屋顶面积（m^2）	0.0	—
	铺装面积	总面积（m^2）	1408.8	—
		透水铺装面积（m^2）	1408.8	—
	绿化	总面积（m^2）	16045.2	—
		水体面积（m^2）	68.0	—
	综合雨量径流系数		0.44	—
设施核算	具有控制容积的设施	总容积（m^3）	421.93	—
		地表水体（景）调蓄容积（m^3）	0.0	—
		海绵设施蓄水容积（m^3）	411.93	—
		调节池蓄水容积（m^3）	10	—
		雨水桶蓄水容积（m^3）	0.0	—
竖向用地控制	地下建筑	户外出入口挡水设施高度（m）	0.15	—
	内部场平	高出相邻城市道路高度（m）	0.30～2.0	—
	地面建筑	室内外正负零高差（m）	0.45～0.8	—
综合自评		控制性指标	目标值	完成值
		年径流总量控制率（%）	85	>85
		年径流污染控制率（%）	48	60
		雨水管网设计重现期（年）	3	5
		生态指标	目标值	完成值
		生态指标一（下沉式绿地率，%）	20～43	26
		生态指标二（透水铺装率，%）	30～48	100
		生态指标三（屋顶绿化率，%）	—	—

注：1. 可根据当地要求调整表格内容。
2. 水体面积计入绿化面积中。



经济技术指标

规划用地面积（m^2）	30956.7
总建筑面积（m^2）	144844.8
地上建筑面积（m^2）	87307.8
地下建筑面积（m^2）	85273.8
绿地面积（m^2）	16045.2

图 例

图 例	名 称	图 例	名 称	规 模
	用地红线		下沉式绿地	4119.3m^2
	排水分区线		屋顶绿化	283.4m^2
17.15 (±0.00)	室内设计标高		透水铺装	1408.8m^2
16.80	地面绝对标高		调节池	10m^3
	排水方向		渗透沟	351.6m

3-1 方案设计			3-1-2-总1海绵设施平面图					图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	李曼		设计	杨之奎	页	2-1-28

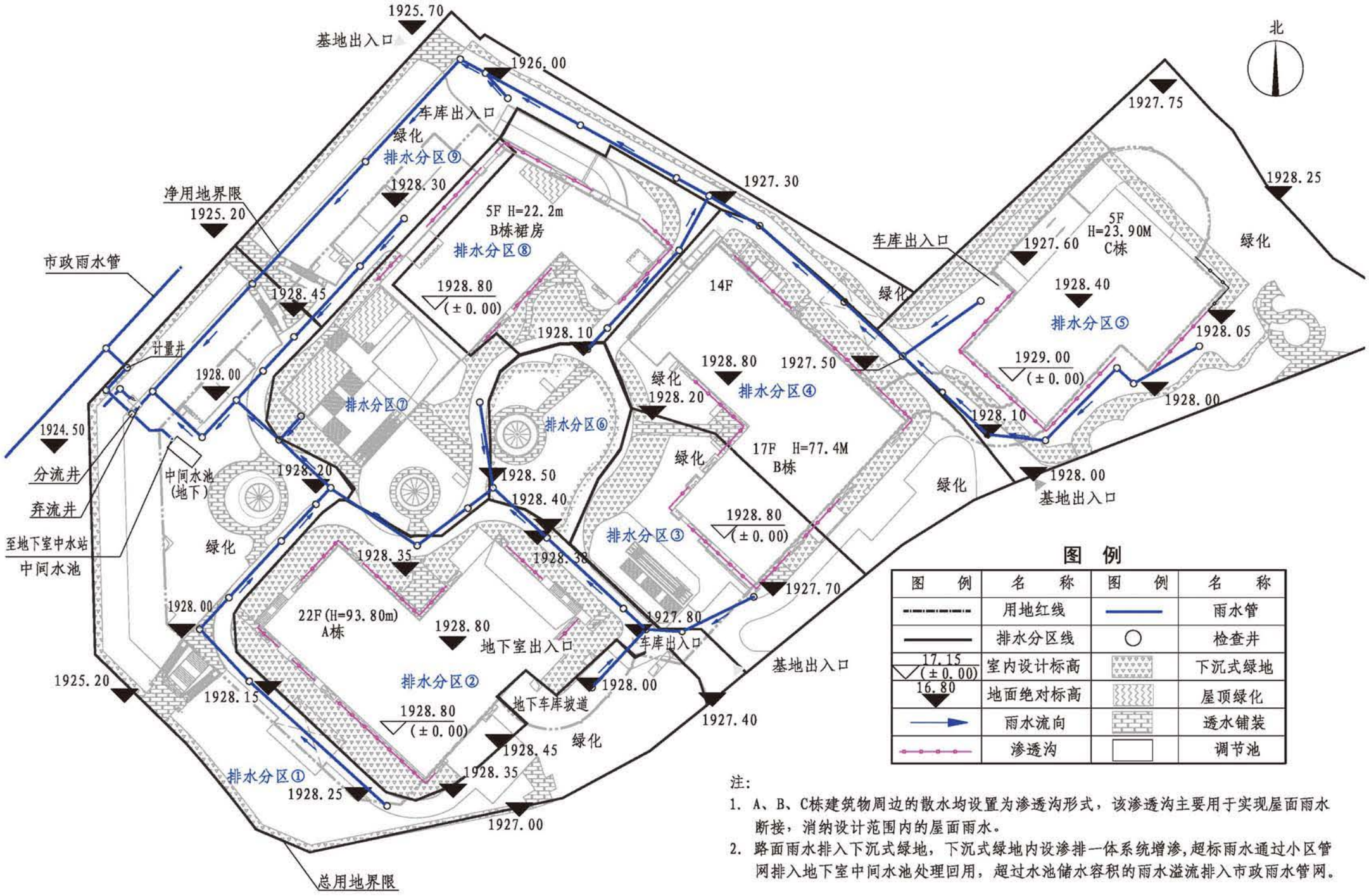


图 例

图 例	名 称	图 例	名 称
	用地红线		雨水管
	排水分区线		检查井
17.15 (±0.00)	室内设计标高		下沉式绿地
16.80	地面绝对标高		屋顶绿化
	雨水流向		透水铺装
	渗透沟		调节池

注：

1. A、B、C栋建筑物周边的散水均设置为渗透沟形式，该渗透沟主要用于实现屋面雨水断接，消纳设计范围内的屋面雨水。
2. 路面雨水排入下沉式绿地，下沉式绿地内设渗排一体系统增渗，超标雨水通过小区管网排入地下室中间水池处理回用，超过水池储水容积的雨水溢流排入市政雨水管网。

3-1 方案设计			3-1-3-水1雨水管线平面图					图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	李曼		设计	杨之奎	页	2-1-29

4 重庆市某新建住宅小区海绵城市建设设计

4-1-1 海绵工程设计说明

项目位于重庆市两江新区，所在位置属亚热带温湿季风气候区，具有雨量充沛、夜雨多等特点。本项目为新建居住小区，主要为叠拼别墅建筑和配套沿街商业，主要通过利用雨水花园、宅间下沉式绿地、蓄水池、透水铺装等设施满足年径流总量控制率80%的指标要求，实现降低径流系数的目的。

1 项目概况

1.1 建设地点：重庆市某新建住宅小区一期位于重庆市两江新区悦来组团，西依嘉陵江，东靠麓山郊野公园，距江北国际机场8km，距火车北站10km，离解放碑商圈18km，毗邻寸滩保税港区。

1.2 项目规模：项目规划建设总用地面积18436m²，实际计算面积为19118m²，含过境雨水区域682m²，总建筑面积约3.8万m²，绿地率30.05%，建筑密度0.4，项目用地南北向约118.8m，东西向约159.6m。

1.3 项目性质：项目为叠拼别墅建筑和配套沿街商业，是集居住及配套用房、临街商业和地下车库为一体的新建居住小区。



图1 项目效果图

2 设计依据

2.1 项目批复

重庆两江新区建设管理局《关于悦来会展中心北辰项目一期（C18-6/06号地块）初步设计的批复》（渝两江建审〔2017〕76号）。

2.2 上位规划

《重庆市主城区海绵城市专项规划》

《重庆市两江新区悦来新城海绵城市建设总体规划》

《重庆市海绵城市规划与设计导则（试行）》

《重庆市两江新区悦来新城海绵城市建设三年实施计划》

《重庆市两江新区悦来新城海绵城市建设试点实施方案》

2.3 技术资料

2.3.1 气象资料

项目所在位置属亚热带温湿季风气候区，多年平均降水量1077.6mm左右，降雨多集中在5月～9月，其降雨最高达746.1mm左右，日降雨量大于25mm以上的大暴雨日数占全年降雨日数的62%左右，小时最大降雨量可达62.1mm。

根据《重庆市海绵城市规划与设计导则（试行）》，年径流总量控制率和设计降雨量对应表如下：

表1 年径流总量控制率和设计降雨量对应表

年径流总量控制率(%)	50	55	60	65	70	75	80	85	90
设计降雨量H(mm)	9.0	10.1	12.7	14.1	18.1	21.9	26.8	33.4	43.5

2.3.2 水文地质

项目场区土体主要接受大气降雨补给，沿松散土体间空隙径流入渗，向地势低洼处排泄，地表蒸发或赋存于土体孔隙内形成土体孔隙水。基岩裂隙水主要赋存于基岩风化裂隙及构造裂隙中，受降雨、土层中的地下水补给。拟建场区岩土层主要由人工填土、粉质粘土、泥岩和砂岩层组成，其中：人工填土为透水层，粉质粘土为弱透水层，泥岩为场区的相对隔水层，中等风化砂岩结构较致密，为相对含水层，拟建场地整体处于构造剥蚀浅丘斜坡上部，位于排水区域，现状场地条件下无大量富集地下水的地质条件。综上所述，项目场地内地下水较贫乏，水文地质条件简单。

2.3.3 市政条件

本地块西侧宝山路上已建有一根DN1000的市政雨水管，北侧嘉岚路已建有一根DN600的市政雨水管，接口处井底标高和管径均能满足本工程雨水的排放要求。

3 设计目标

根据《重庆市两江新区悦来新城海绵城市建设总体规划》（以下简称“总规”），本项目所在位置属于张家溪流域范围第“SW-21”雨水管理分区内，应满足“年径流总量控制率大于或等于80%；年径流污染物削减率大于或等于57.5%；雨水资源利用率大于或等于4.20%；年雨量径流系数小于或等于45.50%”的要求。

4 项目分析

4.1 竖向分析

4.1.1 本项目地下车库顶板结构标高为277.20m，局部地方结构标高277.80m，板顶覆

土厚度为1.2m～1.8m。

4.1.2 项目用地南北向约118.8m，东西向约159.6m。居住区域由围（挡）墙围合，场地设计标高为279.00m～279.15m,整体较为平整。居住区域围墙外的沿街商业及市政道路整体为东高西低，北高南低；东北角处是本项目最高点（标高280.15m），西南角处是本项目的最低点（标高271.50m）。小区北面人行主入口标高277.65m，高于市政道路；南侧人行次出入口标高272.59m，东侧和南侧的车库出入口标高均与市政道路平接，与本项目平接的市政人行道路约682m^2，产生的径流雨水将一并进入室外雨水口，因此本项目海绵城市设计时将该部分场地产生的雨水按过境雨水一起纳入海绵城市设计范围。项目居住区域以外的周边场地纵向坡度1.244%～3.5%。

4.2 雨水管网分析

本项目采用雨、污分流制排水系统。根据竖向高程条件，室外雨水管网分别排至北侧和西侧的市政雨水管网。其中北侧排水管道的管径为DN500，市政雨水管管径为DN600；西侧排水管道的管径为DN500,市政雨水管管径为DN1000,满足排放要求。

4.3 下垫面分析

4.3.1 屋面

本项目的住宅建筑均为叠拼别墅类的低层建筑，屋面为坡屋面或露台，因此均未设置绿化屋面。沿街商业的屋面均为上人绿化屋面，覆土厚度0.50～1.50m不等,种植种类为草皮和小型灌木。

4.3.2 场地

本项目的场地类型主要有人行步道及道路、广场、车库出入口等，人行道路和广场等根据小区景观设计整体效果选择设置透水铺装或透水路面的范围。

4.3.3 绿地

项目绿化率较高，但因住宅均为叠拼别墅类建筑，可利用的公共区域绿化面积相对较少，本项目有机结合景观效果和建筑风格在公区绿地内分散布置雨水花园，便于滞蓄住宅屋面径流雨水；同时将宅间绿化下沉100mm用于滞蓄道路的径流雨水,以期实现雨水管控指标的同时为小区居民提供更舒适的小区环境。

5 设计方案

5.1 技术路线

5.1.1 屋面雨水通过重力式雨水斗排至建筑周边排水沟，由排水沟汇集至附近的雨水花园。

5.1.2 道路（透水铺装或硬质铺装）雨水通过地面找坡或排水沟汇集至附近的雨水花园或宅间下沉式绿地。宅间下沉式绿地完成面标高均比道路低100mm,道路雨水通过自然找坡坡向该宅间下沉式绿地，绿地内设置溢流雨水口，溢流雨水口顶标高高出覆土面40mm，作为该宅间下沉式绿地的调蓄容积。雨水花园内设溢流雨水口，溢流雨水口顶标高（WL）根据设计调蓄容积设置。超过该设计调蓄高度的雨水经溢流雨水口排至室外雨水检查井。

5.1.3 绿地内产生的径流雨水通过溢流雨水口直接排入室外雨水管网。

5.1.4 室外雨水管网将相应排水分区内的雨水最终汇集至本排水分区内的蓄水池,经处理达标后回用于本项目的道路广场浇洒和绿化浇灌。超过蓄水池溢流水位的雨水通过重力溢流至下游雨水管网，最终进入市政雨水管网。

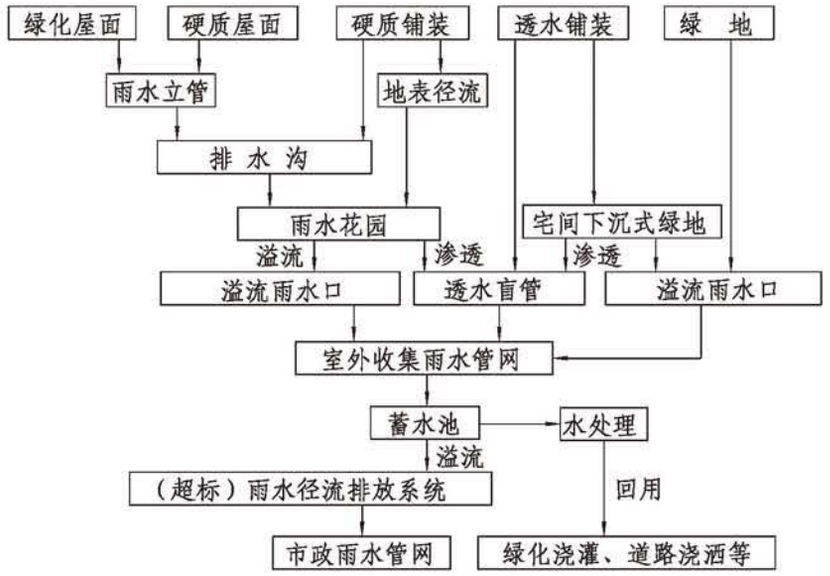


图2 技术路线图

5.2 系统分区及计算

5.2.1 系统分区

根据项目雨水排放条件，将本项目划分为3个排水分区（见图3）。

5.2.2 控制容积计算

本项目设计调蓄容积采用容积法进行计算。

$$V=10H\phi F$$

式中：V——设计调蓄容积（m^3）；

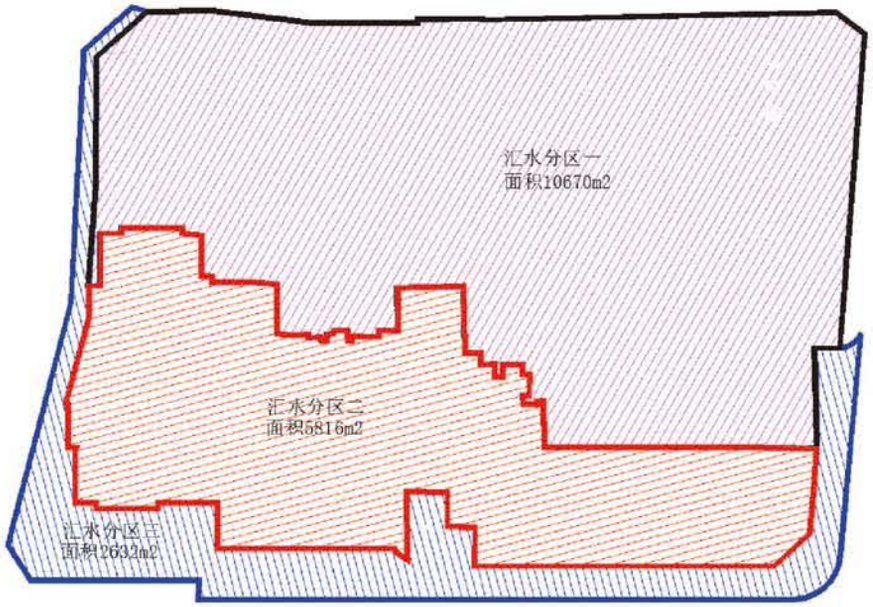


图3 排水分区图

H——设计降雨量（mm）；年径流总量控制率80%，对应设计降雨量为26.80mm；

ϕ——综合雨量径流系数；

F——排水面积（hm^2）。

本项目各排水分区根据下垫面实际情况，合理布置LID设施，项目各项海绵城市控制指标经各排水分区的海绵城市控制指标加权平均后满足要求。

5.2.3 指标分解计算

1）本项目各排水分区的年径流控制率指标计算详见表2～表4。其中，三大排水分区的年径流控制率由地块总的年径流总量控制率分解得出，每个排水分区内的各个小服务分区的年径流控制率根据海绵设施面积和服务面积的性质进行指标分解，最后进行指标校核，总地块达到80%的指标要求。

2）每个排水分区内的调蓄型海绵设施的面积是由设计者根据本区域的绿地分布设计确定。调蓄型海绵设施的平均深度取值为0.242m，调蓄设施溢流雨水进入蓄水池X01进行收集调蓄。

表2 排水分区一控制指标表

LID设施种类		服务面积（m^2）	面积占比（%）	雨量径流系数	年径流控制率（%）	控制容积（m^3）	调蓄型海绵设施面积（m^2）	蓄水池X01调蓄容积（m^3）	年径流控制率（加权值）（%）
雨水花园 Y01		400	3.75	0.84	82.0	9.89	20.0	5.05	
雨水花园 Y02		405	3.80	0.82	82.0	9.78	30.0	2.52	
雨水花园 Y03		240	2.25	0.61	90.0	6.37	60.0	0.00	
雨水花园 Y04		340	3.19	0.76	86.0	9.15	38.0	0.00	
雨水花园 Y05		325	3.05	0.76	79.0	6.38	26.0	0.09	
雨水花园 Y06		335	3.14	0.76	86.0	9.02	38.0	0.00	
雨水花园 Y07		1005	9.42	0.83	70.0	15.10	64.0	0.00	
雨水花园 Y08		300	2.81	0.80	84.0	7.70	32.0	0.00	
下沉式绿地 G01		70	0.66	0.35	90.0	1.07	23.0	0.00	
下沉式绿地 G02		50	0.47	0.37	90.0	0.80	20.0	0.00	
下沉式绿地 G03		40	0.37	0.41	87.0	0.59	13.0	0.00	82.9
蓄水池服务区域	普通屋面	885	8.29	0.90	82.0	23.45	—	23.45	
	绿化屋面	0.0	0.00	0.30	82.0	0.00	—	0.00	
	透水铺装	202.5	1.90	0.30	82.0	1.79	—	1.79	
	硬质铺装地面	748.5	7.01	0.85	82.0	18.73	—	18.73	
	水体	43.0	0.40	1.00	82.0	1.27	—	1.27	
自然受控区域	绿地	5281	49.5	0.15	85.0	—	—	—	
合计		10670	100	—	—	121.08	364.0	52.89	—

表3　排水分区二控制指标表

LID设施种类		服务面积（m^2）	面积占比（%）	雨量径流系数	年径流控制率（%）	控制容积（m^3）	调蓄型海绵设施面积（m^2）	蓄水池X02调蓄容积（m^3）	年径流控制率（加权值）（%）
雨水花园Y09		905	15.56	0.86	66.0	11.60	51.0	0.00	80.2
雨水花园Y10		210	3.61	0.33	90.0	3.01	65.0	0.00	
雨水花园Y11		70	1.20	0.55	90.0	1.67	15.0	0.00	
雨水花园Y12		315	5.42	0.81	82.0	7.51	31.5	0.00	
雨水花园Y13		680	11.69	0.82	83.0	17.15	70.0	0.21	
雨水花园Y04-2		435	7.48	0.83	78.0	8.97	38.0	0.00	
雨水花园Y05-2		115	1.98	0.36	90.0	1.80	25.0	0.00	
蓄水池服务区域	绿化屋面	1182	20.32	0.30	80.0	9.50	—	9.50	
	透水铺装	143	2.45	0.30	80.0	1.14	—	1.14	
	硬质铺装地面	92	1.59	0.85	80.0	2.12	—	2.12	
自然受控区域	绿地	1669	28.70	0.15	85.0	—	—	—	
合计		5816	100	—	—	64.48	295.5	12.98	—

表4　排水分区三控制指标表

LID设施种类		服务面积（m^2）	面积占比（%）	雨量径流系数	年径流控制率（%）	控制容积（m^3）	调蓄型海绵设施面积（m^2）	年径流控制率（加权值）（%）
下沉式绿地G04		205	7.79	0.32	90.0	2.85	56.9	68.6
自然受控区域	绿化屋面	187	7.10	0.30	70.0	—	—	
	透水铺装	1501	57.03	0.30	70.0	—	—	
	绿地	516	19.60	0.15	85.0	—	—	
无调蓄不受控区域	硬质铺装地面	188	7.14	0.85	0.0	—	—	
	水面	35	1.33	1.00	0.0	—	—	—
合计		2632	100	—	—	2.85	56.9	—

5.2.4 雨水资源化利用率计算

1）本项目雨水利用策略为收集排水分区一和排水分区二范围内屋面、道路、广场及绿地的雨水。排水分区一范围内的雨水通过室外雨水管网汇集至本地块北侧的蓄水池X01，排水分区二范围内的雨水通过室外雨水管网汇集至本地块南侧的蓄水池X02。雨水处理设备房设置于本地块东北角，毗邻蓄水池X01，南侧蓄水池X02内设潜水泵，将蓄水池X02内收集的雨水提升至蓄水池X01内，由雨水处理设备房统一处理达标后回用于本项目的道路广场浇洒和绿化浇灌。道路广场浇洒和绿化浇灌平均日用水量为18.7 m^3，蓄水池储存不小于3d的道路广场浇洒和绿化浇灌平均日用水量，为56.1m^3，蓄水池X01实际可储存水量有效容积62.6m^3，蓄水池X02实际可储存水量有效容积79.2m^3，满足雨水回用所需容积要求的同时，也满足海绵城市控制调蓄容积要求。

2）根据现行国家标准《民用建筑节水设计标准》GB 50555，并结合重庆市实际情况，本项目室外道路广场浇洒用水定额取0.5L/（m^2·次），每年浇洒天数取30次。本项目绿化年均灌水定额为0.28m^3/（m^2·a），结合重庆市的气候条件和植物种类，本项目绿化灌溉用水定额：1、2、3、4、11、12月浇灌周期为3天1次，每次浇洒定额为2L/（m^2·次）；5月～10月浇灌周期为1天1次，每次浇洒定额为2L/（m^2·次）。

表5　地块浇洒用水量计算表

序号	用水项目名称	面积（m^2）	单位	平均日节水用水定额	年用水天数（d）	用水量（m^3）		备注
						平均日	全年	
1	景观水体补水	78	每m^2每日蒸发量	5	365	0.4	142.4	按蒸发5mm/（m^2·d）计算用水
2	道路广场浇洒	3614	每m^2每次	0.5	30	1.8	54.2	按每日1次计
3	绿化灌溉	8255	每m^2每次	2	—	16.5	2311.4	按0.28m^3/（m^2·a）计算年用水
合　计						18.7	2508.0	—

3）由于逐月降雨量、雨水回用水量的不同，本项目雨水收集利用量还需进行逐月的雨水收集量与回用水量平衡计算，详见表6。

表6　雨水利用逐月水量平衡计算表

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
水面蒸发量（mm）	31.9	48.7	87.8	116	136.2	118	193.8	179.9	142.5	60.8	47	30.5
降雨量（mm）	18.7	27.2	50.9	98.3	150.8	214.6	159	144.9	101.6	86.8	49.9	23.2
屋面收集（m^3）	46.5	67.6	126.5	244.4	374.9	533.5	395.2	360.2	252.6	215.8	124	57.7
绿化屋面收集（m^3）	3.7	5.3	10	19.3	29.6	42.1	31.2	28.4	19.9	17	9.8	4.5
道路广场收集（m^3）	8.8	12.7	23.8	46	70.6	100.5	74.5	67.8	47.6	40.6	23.4	10.9
绿地收集（m^3）	10.9	15.8	29.5	57.1	87.5	124.6	92.3	84.1	59	50.4	29	13.5
月总收集（m^3）	69.8	101.5	189.9	366.7	562.6	800.6	593.2	540.6	379	323.8	186.2	86.5
雨水年总收集（m^3）	4200.2											
道路浇洒（m^3）	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
绿化浇灌（m^3）	82.6	82.6	99.1	247.7	247.7	231.1	313.7	297.2	264.2	264.2	99.1	82.6
景观水体补水（m^3）	3	4.6	8.2	10.9	12.7	11	18.1	16.8	13.3	5.7	4.4	2.9

续表6

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
月总用水量（m^3）	90.1	91.6	111.8	263	264.9	246.7	336.3	318.5	282	274.4	108	89.9
总用水量（m^3）	2477.3											
非传统水富余量（m^3）	-20.3	9.8	78.1	103.7	297.6	553.9	256.8	222	97	49.4	78.2	-3.4
非传统水利用量（m^3）	69.8	91.6	111.8	263	264.9	246.7	336.3	318.5	282	274.4	108	86.5
非传统水利用总量（m^3）	2453.6											
年均降雨量（m^3）	21525											
雨水资源利用率（m^3）	11.40%											

4）由表6可知，本项目年雨水回用水量为2453.6m^3，年均降雨量21525m^3，雨水年总收集量为4200.2m^3，雨水资源利用率为11.4%，满足“总规”指标要求。

5.2.5 年雨量径流系数计算

年雨量径流系数即区域排出的径流量占总降雨量的比值，由上述LID设施计算及雨水资源利用计算可得出本项目的年雨量径流系数为34.11%，满足“总规”指标要求。

表7 地块年雨量径流系数计算表

年设计降雨量（m^3）	年设计径流总量（m^3）	雨量径流系数	回用量（m^3）	年径流排放量（m^3）	年雨量径流系数
21524.96	9796.51	46%	2453.62	7432.89	34.11%

5.3 海绵设施设计

5.3.1 雨水花园

雨水花园通过花园内的植物截流、土壤过滤滞留处理径流雨水，并可对处理后雨水加以收集利用。一般由表面雨水滞留层、种植土壤覆盖层、植被及种植土层、砂滤层和雨水收集等部分组成；其调蓄雨水的有效深度应按工艺计算结果确定，详见LID设施总平面布置图。

5.3.2 透水铺装

本项目采用的透水铺装主要为透水砖铺装，其中嵌草砖、铺装中的鹅卵石、碎石铺装等也属于渗透铺装。

5.3.3 下沉式绿地。

本项目道路两侧的宅间绿化均设置为下沉式绿地，道路的径流雨水通过自然找坡坡向下沉式绿地。

5.3.4 蓄水池

1）本项目在地块东北角设置有约62.6m³蓄水池X01，位于排水分区一内；地块南侧景观楼梯下设置有79.2m³蓄水池X02，位于排水分区二内。进入蓄水池的雨水均通过雨水花园、下沉式绿地或透水铺装等LID设施或绿化的土壤净化后进入雨水收集管网。雨水花园、下沉式绿地和蓄水池等组成了排水分区一和排水分区二的调蓄系统。

2）排水分区一雨水收集及控制过程：降雨开始，降雨量超过4mm时，无能耗雨量弃流池拍门关闭，不再弃流，雨水开始收集到X01；雨停后一天，无能耗雨量弃流池储水雨筒水量自动排空，拍门自动抬起打开复位，等下一场降雨的到来。蓄水池X01内设有五个控制水位：*LL*1（排泥泵停泵水位），*L*1（增压泵最低停泵水位），*M*1（增压泵最低启泵水位），*H*1（最高水位），*H*11（报警水位）。排泥泵的开启时间间隔由蓄水池内沉泥量确定，由人工手动控制，达到*LL*1时，停泵；雨水原水增压泵的启停由蓄水池及清水箱水位联合控制，达到*L*1时停泵，达到*M*1及以上时，可以启泵；当清水箱达到*H*（高液位）时，增压泵关闭；当清水箱水位降到*M*（中水位）时，增压泵启动（前提是蓄水池X01水位在*M*1及以上）；达到*H*1（最高水位）时，蓄水池X02中转输泵停泵。

3）排水分区二雨水收集及控制过程：降雨开始，当弃流池水位到达水位*h*2时，第一台弃流泵启动；将初期雨水泵入污水井，同时压水管上流量传感器开始计量；到达*h*3时，第二台启动；到达*h*1时，水泵停泵；流量计的流量累计达到18m³时，水泵也停泵，不再弃流。雨停后控制柜时间继电器自动启动（可以手动），但时间超过24h后，流量计的流量清零；如再次下雨，水泵依然会根据水位启动，弃流，计量也会重新开始。蓄水池X02中转输泵由蓄水池X01和X02水位联合控制其启停，当X01中水位下降到*M*1时，启动转输泵，上升到X01最高水位*H*1时停泵，下降到X02的*L*2时也停泵，以及弃流泵未停泵时（弃流未结束时）或X02水位在*M*2时，也不能启动转输泵。

5.4 指标核算

5.4.1 年径流总量控制率核算

由前述单项指标计算，核算本项目的年径流总量控制率，见表8。

表8 地块年径流总量控制率表

排水分区	总面积（m²）	面积占比（%）	年径流总量控制率(%)	年径流总量控制率加权平均值(%)
排水分区一	10670	55.81	82.90	80.11
排水分区二	5816	30.42	80.20	
排水分区三	2632	13.77	68.60	
C18-6/06地块	19118	100.00	80.11	80.11
注：含过境雨水区域682m²。				

5.4.2 年径流污染物去除率核算

根据本项目年径流污染去除率的指标要求和海绵设施单项去除率指标，核算本项目的年径流污染物去除率为57.5%。

5.4.3 项目LID设施计算结果见表9

表9 地块LID计算结果一览表

排水分区	总面积（m²）	透水路面（m²）	绿化屋面（m²）	雨水花园（m²）	下沉式绿地（m²）	蓄水池调蓄容积（m³）
排水分区一	10670	335	0	308	56	52.89
排水分区二	5816	215	1307	295.5	0	12.98
排水分区三	2632	1546	340	0	56.9	—
总计	19118	2096	1647	603.5	112.9	65.9

综上计算可知，本项目设计年径流总量控制率为80.1%，设置雨水花园总面积603.5m²，下沉式绿地112.9m²，透水铺装2096m²，蓄水池总调蓄容积65.9m³（项目实际设置有2个蓄水池，可储存有效容积共141.8m³的雨水，调蓄容积和回用容积满足海绵指标条件下的控制容积需求）。

5.4.4 LID设施溢流排水能力校核

按照重庆市渝北区暴雨强度公式校核雨水花园的溢流雨水口排水能力：

$$q=1111\times(1+0.9451\lg P)/(t+9.713)^{0.561}\quad [L/(s\cdot hm^2)]$$

其中：屋面重现期*P*=10年，室外重现期*P*=3年。

表10　单个溢流雨水口排水能力计算表

溢流雨水口（mm）	过流量(L/S)
300×300	20.3
500×500	33.8
180×480	22.3
平算式单算雨水口	20.0
注：算前水深60mm时的过流能力。	

LID设施溢流雨水口排水能力计算见表11。

表11　LID设施溢流雨水口排水能力计算表

海绵设施服务区域	排水面积 F（m^2）	流量径流系数（加权值）V	重现期 P(年)	单个溢流口排水能力 (L/s)	实际数量（个）	实际溢流口规格(mm)
Y01服务区域	400	0.89	3	20.3	1	300×300
Y02服务区域	405	0.86	3	20.3	2	300×300
Y03服务区域	240	0.65	3	20.3	1	300×300
Y04-1服务区域	340	0.8	3	20.3	1	300×300
Y05-1服务区域	325	0.8	3	20.3	1	300×300
Y06服务区域	335	0.8	3	20.3	1	300×300
Y07服务区域	1005	0.88	3	33.8	2	500×500
Y08服务区域	300	0.84	3	20.3	2	300×300
G01服务区域	70	0.35	3	20	1	雨水口
G02服务区域	50	0.37	3	20	1	雨水口
G03服务区域	40	0.41	3	20	1	雨水口
Y09服务区域	905	0.9	3	33.8	2	500×500
Y10服务区域	210	0.43	3	20.3	2	300×300
Y11服务区域	70	0.58	3	20.3	1	300×300
Y12服务区域	315	0.86	3	20.3	1	300×300
Y13服务区域	680	0.86	3	20.3	2	300×300
Y04-2服务区域	435	0.88	3	33.8	1	500×500

续表11

海绵设施服务区域	排水面积 F（m^2）	流量径流系数（加权值）V	重现期 P(年)	单个溢流口排水能力 (L/s)	实际数量（个）	实际溢流口规格
Y05-2服务区域	115	0.38	3	20.3	1	300×300
G04服务区域	205	0.42	3	20	1	雨水口

6　运行维护

6.1 透水铺装

6.1.1 面层出现破损时应及时进行修补或更换。

6.1.2 出现不均匀沉降时应进行局部整修找平。

6.1.3 当渗透能力大幅下降时应采用冲洗、负压抽吸等方法及时进行清理。

6.2 绿化屋面

6.2.1 应及时补种修剪植物、清除杂草、防治病虫害。

6.2.2 溢流雨水口堵塞或淤积导致过水不畅时，应及时清理垃圾与沉积物。

6.2.3 排水层排水不畅时，应及时排查原因并修复。

6.2.4 屋顶出现漏水时，应及时修复或更换防渗层。

6.3 雨水花园

6.3.1 应及时补种修剪植物、清除杂草。

6.3.2 进水口不能有效收集排水面径流雨水时，应加大进水口规模或进行局部下凹。

6.3.3 进水口、溢流雨水口因冲刷造成水土流失时，应设碎石缓冲或其他防冲刷措施。

6.3.4 进水口、溢流雨水口堵塞或淤积导致过水不畅时，应及时清理垃圾与沉积物。

6.3.5 调蓄空间因沉积物淤积导致调蓄能力不足时，应及时清理沉积物。

6.3.6 边坡出现坍塌时，应进行加固。

6.3.7 当坡度导致调蓄空间调蓄能力不足时，应增设挡水堰或抬高挡水堰、溢流雨水口高程。

6.3.8 当调蓄空间雨水的排空时间超过36h时，应及时置换树皮覆盖层或表层种植土。

6.3.9 出水水质不符合设计要求时应换填填料。

7　造价估算

根据重庆市海绵城市试点区域部分已实施的低影响开发建设项目，参照《重庆市

海绵城市规划与设计导则（试行）》中的“附录E 部分低影响开发设施单价估算（重庆地区）”对本项目海绵设施进行投资估算见表12。

表12　项目海绵设施投资概算表

编号	分类	下垫面分项	面积（m^2）	单价（元）	设LID后景观造价（万元）	不设LID景观造价（万元）	设LID后景观增量造价（万元）	单位造价（元/m^2用地面积）
1	屋面	普通屋面	5524.00	—	—	—	—	—
2		绿化屋面(LID)	1647.00	250.00	41.18	—	—	—
3	绿地	普通绿地	7538.65	350.00	263.85	—	—	—
4		下沉式绿地(LID)	112.85	400.00	4.51	—	—	—
5		雨水花园(LID)	603.50	600.00	36.21	415.42	—	—
6	铺装地面	硬质铺装	1518.00	350.00	53.13	—	—	—
7		透水铺装(LID)	2096.00	410.00	85.94	—	—	—
8	蓄水池	蓄水池(LID)	78.00	1500.00	22.50	—	—	—
9	雨水回用处理	—	—	—	50.00	—	—	—
10	合计		19118.0	—	557.32	415.42	141.90	74.22

由此可知，本项目海绵城市建设的增量成本总价约141.90万元，按用地面积计算得出的单位造价增量成本约74.22元/m^2。

8　附表

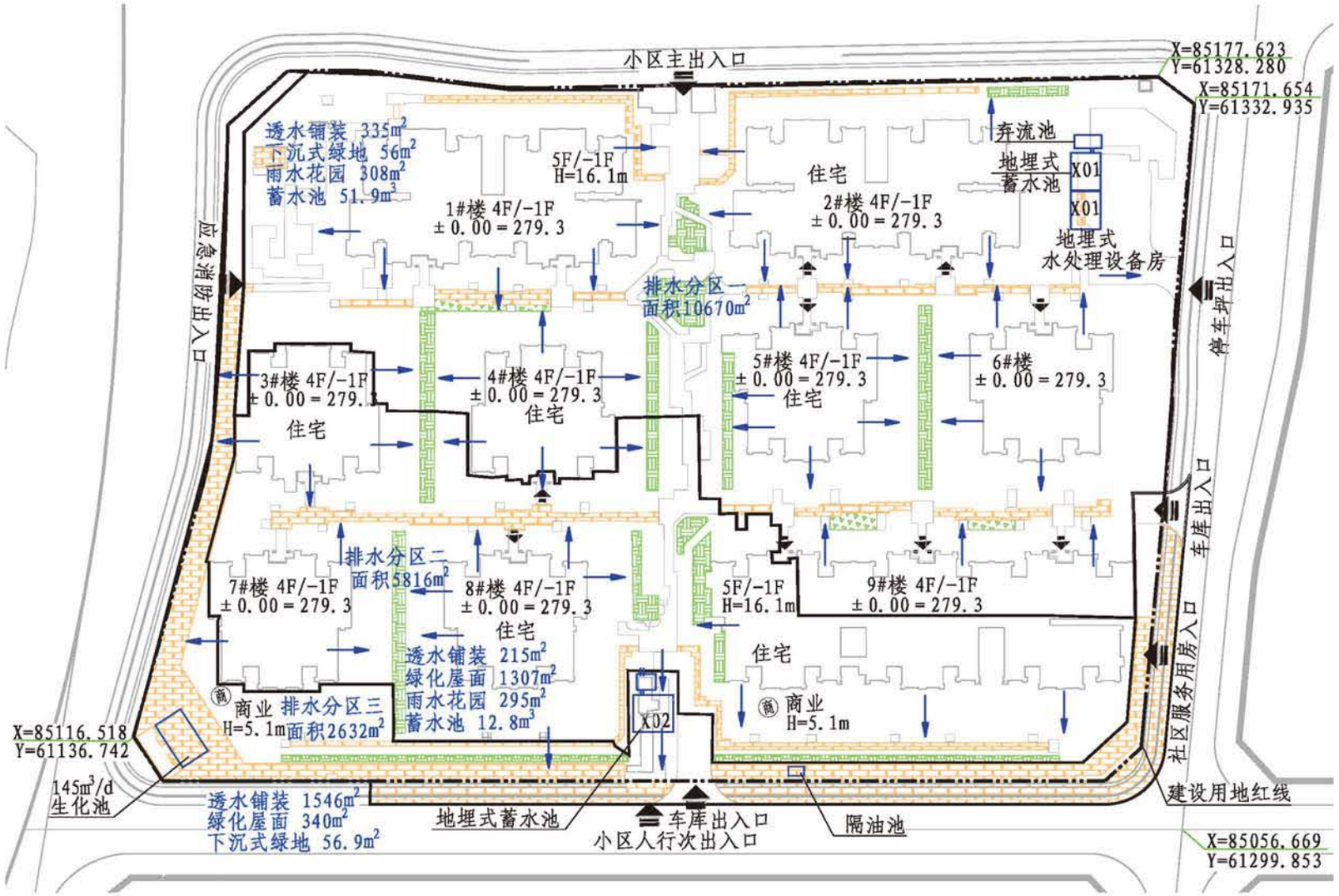
表13　地块海绵城市建设目标表

地块编号	设计面积（m^2）	指标	年径流总量控制率（%）≥	年径流污染物削减率（SS）（%）≥	雨水资源利用率（%）≥	年雨量径流系数（%）≤
C18-6/06地块	19118.00	规划值	80.0	57.5	4.20	45.50
		设计值	80.11	57.5	11.4	34.1

注：含过境雨水区域682m^2。

表14　项目海绵城市专项设计方案自评表

类型	指标			备注
下垫面解析	用地面积（m^2）		19118.00	含过境雨水区域682m^2
	屋顶	总面积（m^2）	7171.00	—
		绿化屋面（m^2）	1647.00	—
	铺装	总面积（m^2）	3614.00	—
		透水铺装（m^2）	2096.00	—
	绿地	总面积（m^2）	8255.00	—
		下沉式绿地（m^2）	112.85	—
		雨水花园（m^2）	603.50	—
	综合雨量径流系数		0.46	—
设施核算	具有控制容积的设施	总容积（m^3）	186.89	—
		地表水体（景）调蓄容积（m^3）	0.00	—
		生态调蓄设施蓄水容积（m^3）	122.30	含渗排水量
		地下蓄水设施蓄水容积（m^3）	64.7	—
		雨水桶蓄水容积（m^3）	0.00	—
综合自评	控制性评价指标		目标值	完成值
	年径流总量控制率（%）		≥80	80.11
	年径流污染去除率（%）		≥57.5	57.50
	雨水资源化利用率（%）		≥4.2	11.40
	年雨量径流系数（%）		≤45.5	34.10
	雨水管网设计重现期（年）		3.00	3.00



北

经济技术指标

总用地面积（m^2）	18436
实际计算面积（m^2）	19118
总建筑面积（m^2）	38000
绿地面积（m^2）	8255
绿地率（%）	30.05

海绵设施指标

图　例	海绵类型	规　模
	宅间下沉式绿地	112.9m^2
	透水铺装	2096m^2
	绿化屋面	1647m^2
	雨水花园	603.5m^2
	蓄水池	65.9m^3

图　例

图　例	名　称
	建筑用地红线
	排水分区线
	排水方向
	宅间下沉式绿地
	透水铺装
	绿化屋面
	雨水花园
	蓄水池

4-1 方案设计			4-1-2-总1海绵设施平面图						图集号	22HM001-1
审核	郑克白	郑克白	校对	李曼	李曼	设计	胥标	胥标	页	2-1-38

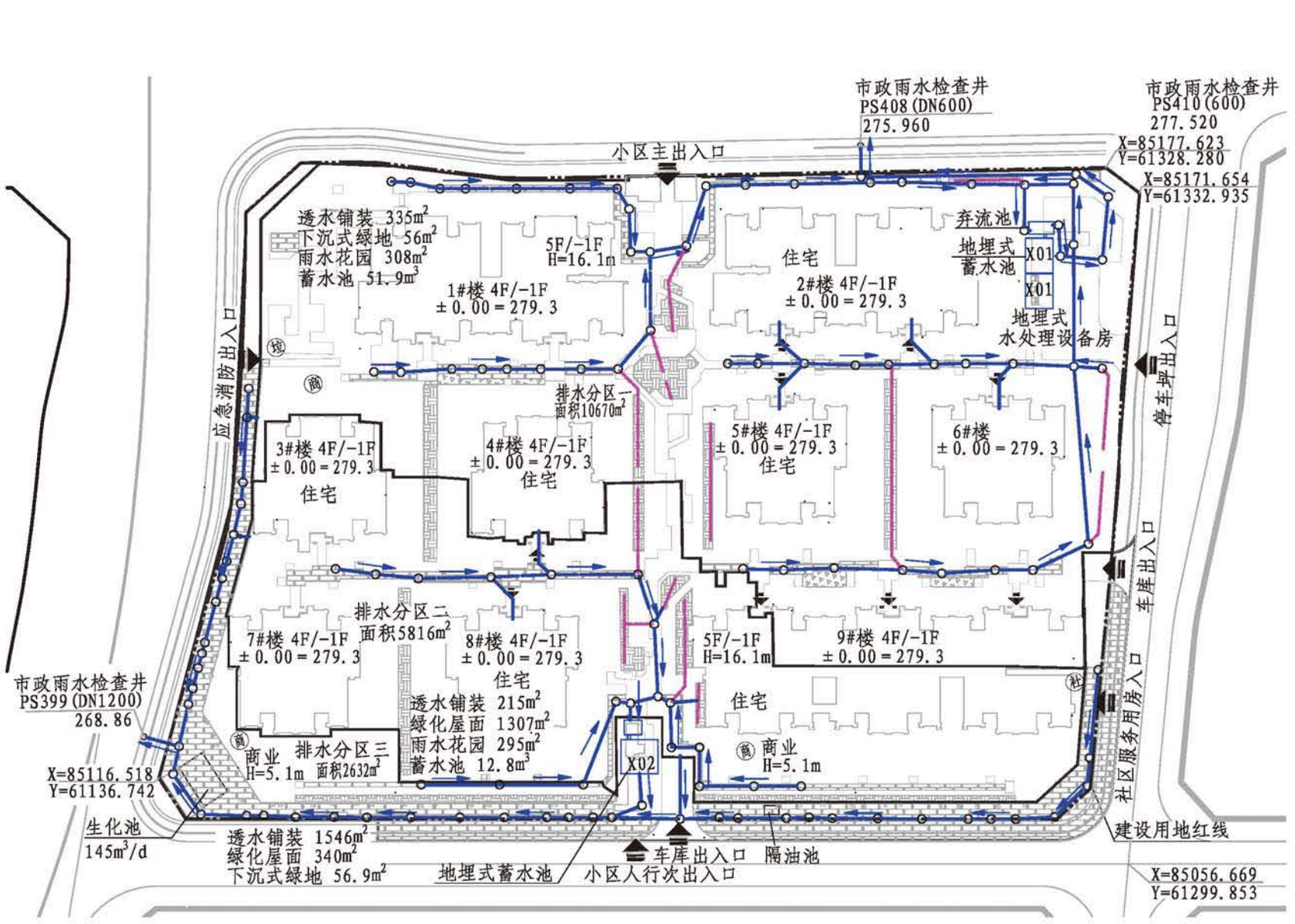


图 例

图 例	名 称
	用地红线
	排水分区线
	雨水管
	透水盲管
	水流方向
○	检查井
	宅间下沉式绿地
	透水铺装
	绿化屋面
	雨水花园
	蓄水池

4-1 方案设计			4-1-3-水1雨水管线平面图						图集号	22HM001-1
审核	郑克白	郑克白	校对	李曼	李曼	设计	胥标	胥标	页	2-1-39

5 湖北省武汉市某住宅小区海绵城市建设改造设计

5-1-1 海绵改造工程设计说明

武汉位于长江、汉江交汇处，临江多湖、地势低平，在人、水、城长期相处的过程中逐渐形成了两个对立课题，因水而盛，人口增加，城市扩张；因水而险，洪水肆虐，冲毁城市。本项目即为因地势低凹淹水严重的小区，位于武汉市汉阳区二环以南，东临长江。小区逢雨必涝，污水漫溢恶臭，居民因此一度外迁。海绵改造以问题为导向，解决小区淹水及混接问题，开展径流污染、径流总量控制设计。

1 项目概况

1.1 建设地点

本项目位于武汉市汉阳区，武汉国际博览中心以西，四新北路与江城大道西北角。

1.2 项目规模

本项目现状用地面积109210m^2，屋面39222m^2（35.9%）、路面19503m^2（17.9%）、铺装19327m^2（17.7%）、绿地31158m^2（28.5%），主体建筑32栋。

1.3 项目性质

小区建于2010年，本项目属于改造工程。

2 设计依据

2.1 项目批复文件

可研批复、初步设计批复

2.2 上位规划

《武汉市海绵城市专项规划》

2.3 国家标准、地方标准

《武汉市海绵城市规划技术导则》

《武汉市海绵城市建设技术指南》

《武汉市住宅小区海绵城市基础设施运行维护技术指南（试行）》

2.4 技术资料

2.4.1 气象

武汉地区属于我国东南季风气候区，夏季炎热、冬季寒冷、降水充沛。

表1 降雨量表

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月
降雨量（mm）	43.0	63.2	102.0	142.0	171.2	223.7
月份	7月	8月	9月	10月	11月	12月
降雨量（mm）	187.1	122.5	75.5	80.0	60.5	33.4
年均降雨量1304.3(mm)；多年平均降雨日数：76d，其中≤10mm：40场						

表2 年径流总量控制率和设计降雨量对应表

年径流总量控制（%）	60	65	70	75	80	85
设计降雨量（mm）	17.6	20.8	24.5	29.2	35.2	43.3

注：数据源自《武汉市海绵城市规划技术导则》。

2.4.2 水文地质

场地地下水主要为上层滞水，实测静止地下水位埋深为0.10m～3.90m，相当于高程18.08m～19.43m（黄海，以下同）。

场地地貌单元大部分为湖泊及湖泊堆积平原，局部为剥蚀堆积低垅岗倾斜平原，呈点状分布。

3 小区问题及原因分析

3.1 现场踏勘及走访

居民反映小区淹水严重，逢雨必涝，底层住户雨天污水无法排放。小区环境杂乱、黄土裸露严重，停车位沉降破损，混凝土路局部低凹积水。

3.2 竖向分析

小区建设用地红线内场地标高在20.80m～21.00m，竖向变化较小。南侧市政道路标高21.50m～22.00m，小区东、南、西、北四个方向各有一个出入口，出口处路面标高分别为20.90m、21.59m、21.00m、20.90m。东、西、北三侧道路高程与小区持平，但周边地块标高都在21.50m以上。

3.3 排水管网分析

小区现状采用雨、污分流制建设。

小区屋面雨落管接入小区内雨水管道。

小区内铺设dn200mm～dn500mm 雨水管道，经核算管道排水能力不足P=1年。自北向南排放，接入市政管道处管底标高18.30m；小区内敷设dn200mm～dn300mm污水管道，自北向南接入市政污水管，出口处管底标高18.05m。

小区南侧市政道路下铺设有dn600mm雨水管和dn400mm污水管，管底标高分别为19.21m和17.53m。小区北侧新建一排水主通道——渠道，设计渠底标高18.12m，设计常水位18.50m。

管线探测显示，小区内雨、污水支、干管均存在不同程度混错接，尤其是小区雨水总出口dn500mm雨水管接入dn300mm污水管道，晴天雨、污水均流入污水系统，雨天管网顶托致污水排放受阻漫溢到地面。

3.4 现状下垫面分析

3.4.1 屋面

建筑以多层为主，主体建筑32栋，建筑屋顶为硬化坡屋顶，无地下室，共计房屋1668户。

3.4.2 铺装

小区内铺装分为广场铺装、停车位铺装。广场铺装现状为卵石贴面混凝土铺装，破裂不平整。停车位为植草砖铺装，下设有100mm不透水混凝土层，因不均匀沉降，泥土裸露。

3.4.3 路面

小区路面（包括楼栋出入口）为不透水水泥混凝土路面，机非混行。路面整体较平坦，局部存在低凹积水区，路面低于周边绿化及停车位50mm～100mm。

3.4.4 绿地

小区内绿化率较高，平整微凸。种植以草皮及灌木为主，广场处均匀排列乔木，现状植被退化较严重，大量区域黄土裸露，整体景观品质不高，部分景观节点缺乏层次。

3.5 小结

3.5.1 小区地势低、管网标准低、雨水无出路，导致小区逢雨必涝。

3.5.2 雨、污管道混错接严重，导致底层住户无法排污水。

3.5.3 雨、污管道混错接导致大量污水漫溢至雨水管后进入水体。

3.5.4 绿地裸露、铺装破损导致面源污染严重。

4 设计目标

根据《武汉市海绵城市专项规划》《武汉市海绵城市规划技术导则》及相关标准规范，海绵项目目标取值包括强制性和引导性指标，本项目为改造项目，主要考虑强制性指标，包括年径流总量控制率、峰值径流系数、面源污染削减率、可渗透硬化地面占比、雨水管网设计暴雨重现期（年），各目标取值见表3。

表3 海绵项目目标取值表

序号	指标类型	指标名称	影响因素			目标值
1	强制性	年径流总量控制率	排水分区管控基准值	用地性质	建设阶段	80%
			80%	居住	新建 □ 改造 ☑	
2		峰值径流系数	—			0.6
3		面源污染削减率	—			50%
4		可渗透硬化地面占比	≥40%			40%
5		雨水管网设计暴雨重现期（年）	—			3
6	引导性	新建项目下凹式绿地（含水体）率	≥25%			—
7		新建项目景观水体利用雨水的补水量占蒸发量的比例	≥60%			—
8		新建项目中高度不超过30m的平屋面软化屋面率	100%			—

5 方案设计

5.1 技术路线

5.1.1 小区海绵改造以问题为导向，优先解决渍水、混错接问题，控制径流污染及径流量。

5.1.2 渍水解决措施包括：小区各入口、消防通道入口增加分水岭、截水沟等设施，阻截周边高地雨水；小区内因地制宜布设海绵设施，实现源头消峰和调蓄，降低径流系数，延长汇流时间；地下新建雨水主通道，向北直通渠道，打通雨水出路，解决标准内的排水问题；地上微调路面竖向，沿路面构建地表入渠通道，并在新建雨水干管末端设置阀及泵坑，用于防倒灌及临时抽排，解决超标雨水排放问题。

5.1.3 雨污混错接改造：混错接改造与渍水同步考虑，优先保留现状污水管道系统的完整，局部改建污水支管；新建雨水干管，现状雨水支管就近改接入干管；阳台水落水管（建筑内）均接入污水管系统。

5.1.4 径流污染、径流量控制：因地制宜布设海绵设施，包括透水砖铺装、植草砖铺装、透水沥青混凝土、雨水花园、雨水桶、环保雨水口等。

5.2 系统分区及计算

根据现状竖向、道路、建筑、绿地等布置将地块分为30个小排水分区。第一步，对每个排水分区进行下垫面解析，核算现状年径流总量控制率、峰值径流系数。第二步，根据目标值设计要求，布设海绵设施，核算分区设计径流量，优化设施规模，确定设施蓄水能力（下凹深度、结构层厚等参数）。最后，总体核算项目年径流总量控制率、峰值径流系数、面源污染削减率、可渗透硬化地面占比等值是否达到要求，不满足要求则进一步优化设施布置。

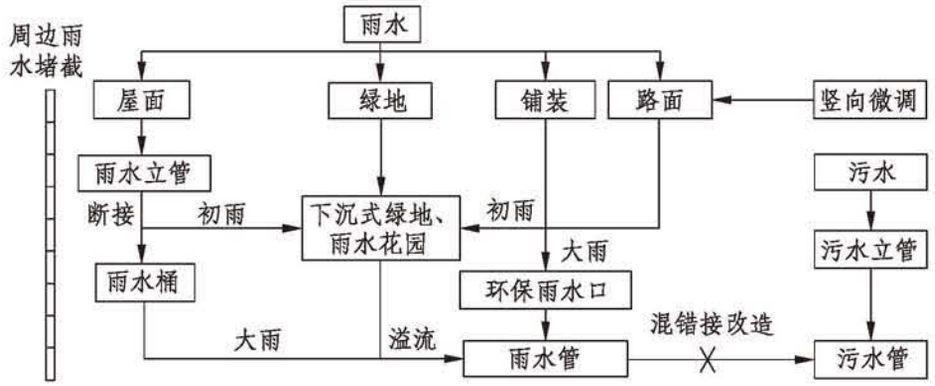


图1 技术路线图

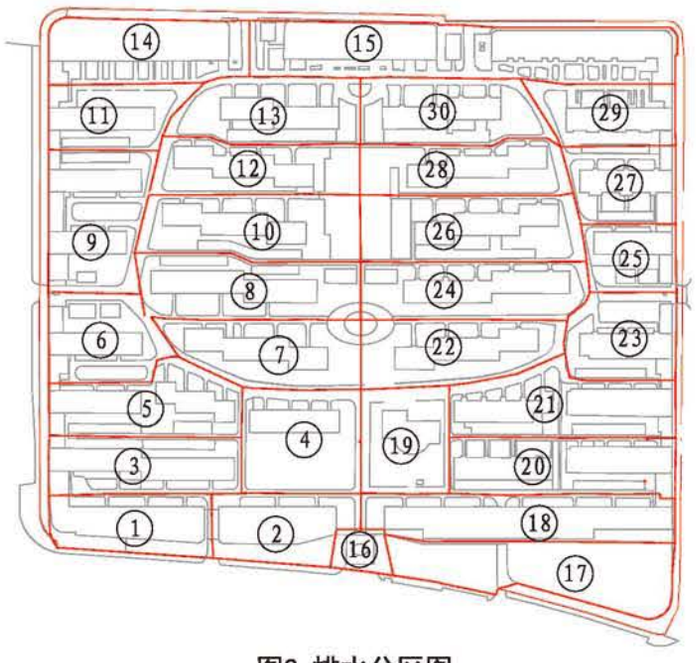


图2 排水分区图

5.3 海绵设施布设

5.3.1 管道工程

结合小区空间布置，在南北轴线上布设雨水主干管，自南向北铺设一条dn500mm～dn800mm的雨水干管，现状雨水支管就近接入。部分dn200mm～dn300mm雨水支管扩大到dn400mm～dn500mm，设计雨水管按P=3年设计核算。雨水干管末端设控制阀、临时泵坑和监测控制系统，当极端降雨时，关闭阀门，防止渠道水位过高倒流，并通过移动泵车机械强排。

5.3.2 雨水花园(下沉式绿地)

雨水花园布置在小区位置相对较低的硬化区或建筑附近绿地，将周边广场、路面及屋面雨水引入绿地，实现滞蓄净化；雨水花园竖向结构包括蓄水层100mm～300mm，植被及种植土层300mm，碎石填料层200mm～300mm。雨水花园内设置溢流雨水口、渗排管。溢流雨水口顶面比雨水花园低点高100mm～300mm，且比临近道路、广场低50mm。

5.3.3 雨落管断接

雨落管均断接，断接管上增加截渣消能装置。该装置除拦截污染物外，还可将大部分小雨分流至雨水花园或雨水桶，超标雨水直接排放。接入雨水花园前设碎石卵石消能缓冲带。

5.3.4 透水铺装

透水铺装根据使用部位分为广场透水砖铺装、停车位透水植草砖铺装两类。

5.3.5 透水路面

小区内车行道采用透水沥青混凝土加铺，微调路面竖向，构建多条超标雨水行泄通道。

5.3.6 环保雨水口

所有雨水口增加截污篮，采用一体化成品，要求具有过滤净化、超标溢流功能。

5.3.7 雨、污混接改造

雨、污水支干管均改接入各自系统。

表4　各个分区下垫面情况及指标核算表

排水分区编号		1	2	3	4	……	30
分区面积（m^2）		3202	3156	3273	3883	……	3949
现状下垫面（m^2）	屋面	1522	1273	1465	612	……	820
	路面	187	297	356	1174	……	1025
	铺装	1084	936	477	0	……	738
	绿地	409	650	975	2098	……	1367
改造后下垫面（m^2）	硬化屋面	1522	1273	1465	612	……	820
	透水路面	187	297	356	1174	……	1025
	植草砖透水铺装	104	0	364	0	……	461
	透水砖铺装	334	758	0	0	……	0
	硬化铺装	645	178	113	0	……	277
	普通绿地	362	540	910	1572	……	970
	雨水花园	47	110	65	526	……	396
指标核算	设计场均径流系数	0.68	0.54	0.53	0.34	……	0.42
	设计峰值径流系数	0.74	0.60	0.58	0.39	……	0.47
	目标蓄水容积（m^3）	77	60	61	47	……	58
	设计雨水花园水深（m）	0.30	0.30	0.30	0.30	……	0.30
	年径流总量控制率(%)	75	78	78	85	……	83
	面源污染削减率(%)	56	61	57	64	……	65

注：设计场均径流系数与设计峰值径流系数的计算方法详见《武汉市海绵城市建设设计指南》。

6　指标核算

6.1 经核算，海绵设施可控制雨水量2120m^3，年径流总量控制率81%。

表5　年径流总量控制率核算表

总面积（m^2）	综合年均径流系数	综合峰值径流系数	目标蓄水容积（m^3）	设计蓄水容积（m^3）	设计年径流总量控制率（%）
109210	0.53	0.58	2037	2120	81

6.2 查地方标准《武汉市海绵城市规划技术导则》（2019年2月15日实施）中表5.3.4，经加权平均的面源污染消减率58%。

表6　面源污染消减率表

指标	合计	硬化屋面	透水路面	植草砖铺装	透水砖铺装	硬化铺装	普通绿地	雨水花园
面积（m^2）	109210	39222	19503	5965	3965	9397	24496	6662
面源物污染削减率（%）	60	50	80	80	80	50	50	85

6.3 峰值径流系数

表7　峰值径流系数表

指标	合计	硬化屋面	透水路面	植草砖铺装	透水砖铺装	硬化铺装	普通绿地	雨水花园
面积（m^2）	109210	39222	19503	5965	3965	9397	24496	6662
峰值径流系数	0.58	0.95	0.45	0.15	0.35	0.95	0.2	0.2

6.4 可渗透硬化地面占比

根据表7核算可渗透硬化地面占比75.8%。

6.5 雨水管网设计重现期（年）

雨水管网设计重现期均按P=3年设计核算。

6.6 小结

表8　各指标数值小结表

序号	指标名称	现状值	目标值	设计值
1	年径流总量控制率	51%	80%	81%
2	峰值径流系数	0.61	≤0.6	0.58
3	面源污染消减率	—	≥50%	60%
4	可渗透硬化地面占比	—	≥40%	75.8%
5	雨水管网设计重现期（年）	<1	1	3

7　工程概算（略）

8　附表

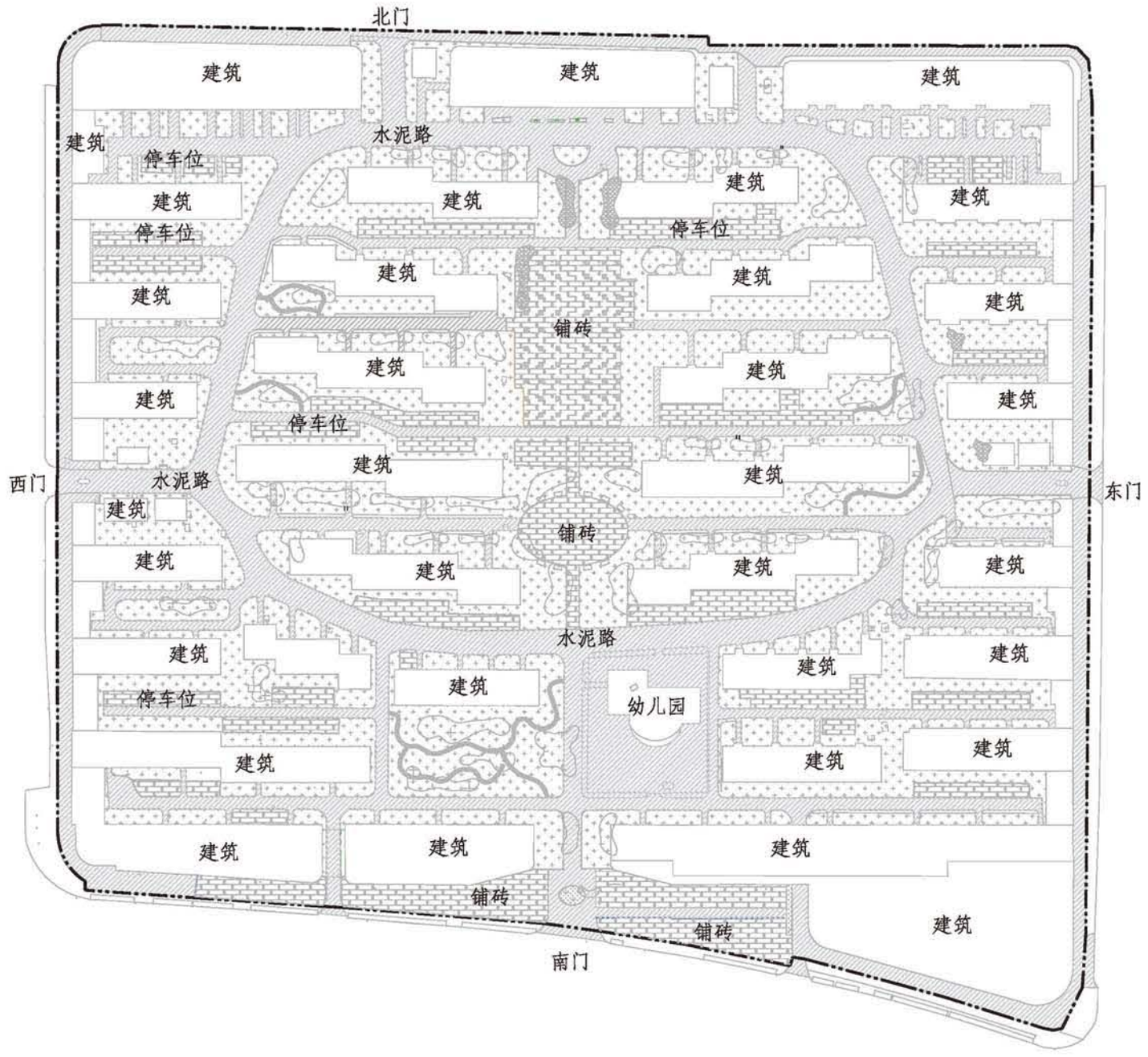
建设工程海绵城市专项设计方案自评表见表9:

表9　建设工程海绵城市专项设计方案自评表

指标					备注
下垫面解析	项目用地总面积（m^2）			109210	—
	屋面	总面积（m^2）		39222	—
		软化屋面	屋面绿化面积（m^2）	—	—
			其他软化屋面面积（m^2）	—	—
			小计（m^2）	—	—
	硬化	总面积（m^2）		38830	—
		可渗透硬化地面	可渗透机动车道路面积（m^2）	19503	—
			植草砖铺装面积（m^2）	5965	—
			其他渗透铺装面积（m^2）	3965	—
			小计（m^2）	29433	—
	绿化地面及水体	总面积（m^2）		31158	—
		下沉式绿地	水体面积（m^2）	—	—
			生物滞留设施面积（m^2）	—	—
			雨水花园面积（m^2）	6662	—
			其他下沉式绿地面积（m^2）	—	—
			小计（m^2）	6662	—
专门设施核算	蓄水设施	总容积（m^3）		2120	—
		地下蓄水设施蓄水容积（m^3）		—	—
		雨水桶蓄水容积（m^3）		7.5	—
		下沉式绿地可蓄水容积（m^3）		2112.5	—
	排水设施	雨水管网设计重现期（年）		3	—
		有无独立污水管网		有☑ 无☐	—

续表9

指标				备注
用地竖向控制	地下建筑	户外出入口挡水设施高度（m）	—	改造
	内部场平	高于相临城市道路的高度（m）	—	改造
	地面建筑	室内外正负零高差（m）	—	改造
综合评价	评价指标		目标值	完成值
	控制性	年径流总量控制率（%）	80	81
		峰值径流系数（%）	≤0.6	0.58
		硬化地面中可透水地面面积占比（%）	≥40	75.8
		面源污染去除率（以TSS计，%）	≥50	60
	引导性	下沉式绿地率（%）	—	21
		雨水资源化利用量占其绿化浇洒道路冲洗和其他生态用水总量比（%）	—	—
		软化屋面率（%）	—	—



北

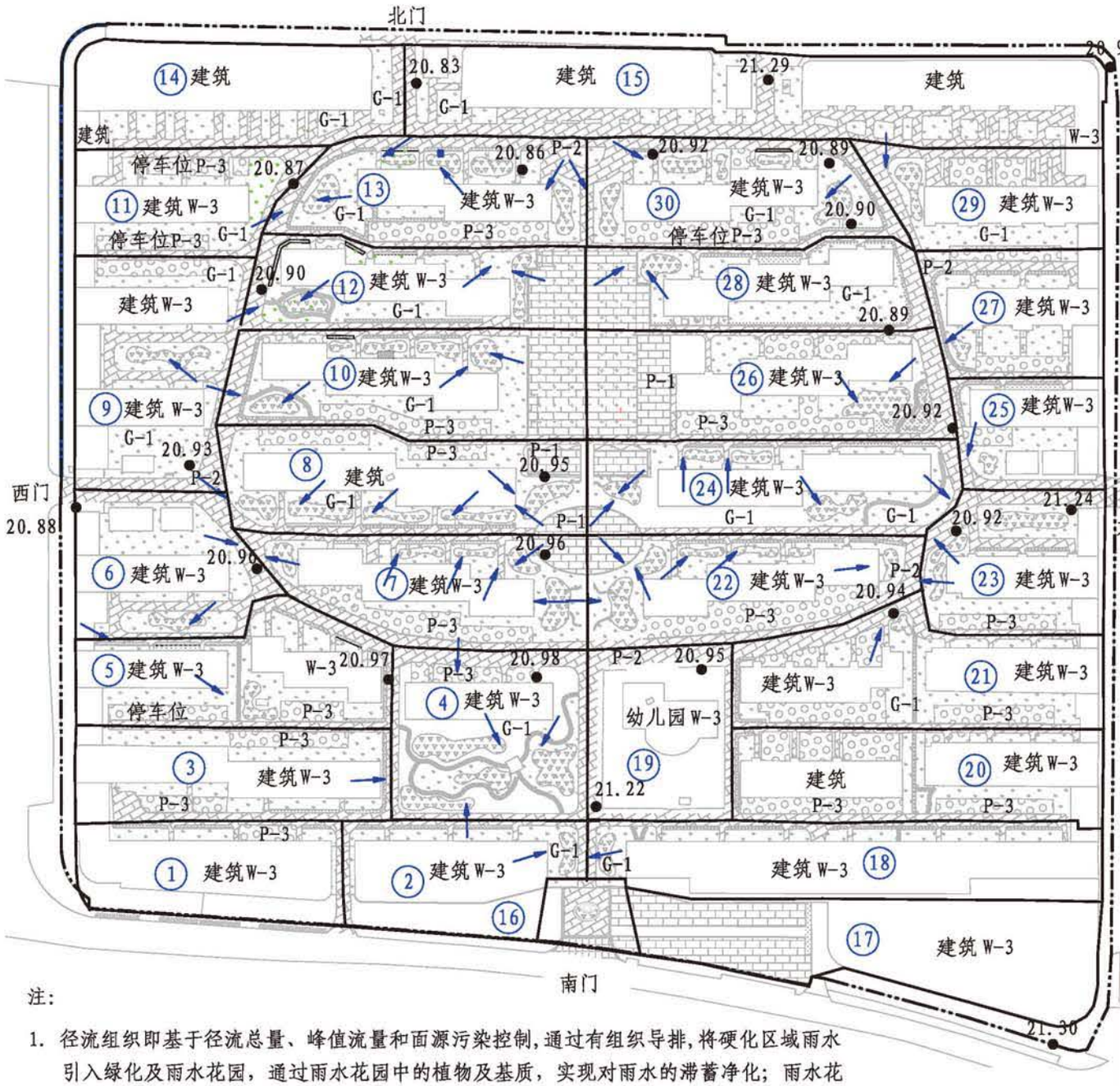
注：

1. 建设地点：小区位于武汉市汉阳区，武汉国际博览中心以西，四新北路与江城大道西北角。
2. 项目规模：小区用地面积109201m^2，现状下垫面分为屋面、路面、铺砖、绿地。

图　例

图　例	名　称
	项目红线
	绿地
	透水铺装
	路面

5-1 方案设计			5-1-2-总1总平面布置图					图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	李曼		设计	李小风	页	2-1-45



注：

1. 径流组织即基于径流总量、峰值流量和面源污染控制，通过有组织导排，将硬化区域雨水引入绿化及雨水花园，通过雨水花园中的植物及基质，实现对雨水的滞蓄净化；雨水花园中蓄积的雨水要求24h内下渗排空，多余的雨水通过溢流雨水口溢流排放至雨水管网。
2. 现状道路加铺透水沥青，微调路面竖向，消除低凹积水区，构建超标雨水行泄通道，行泄通道整体自南向北沿道路和小区出入口排往北侧水体。

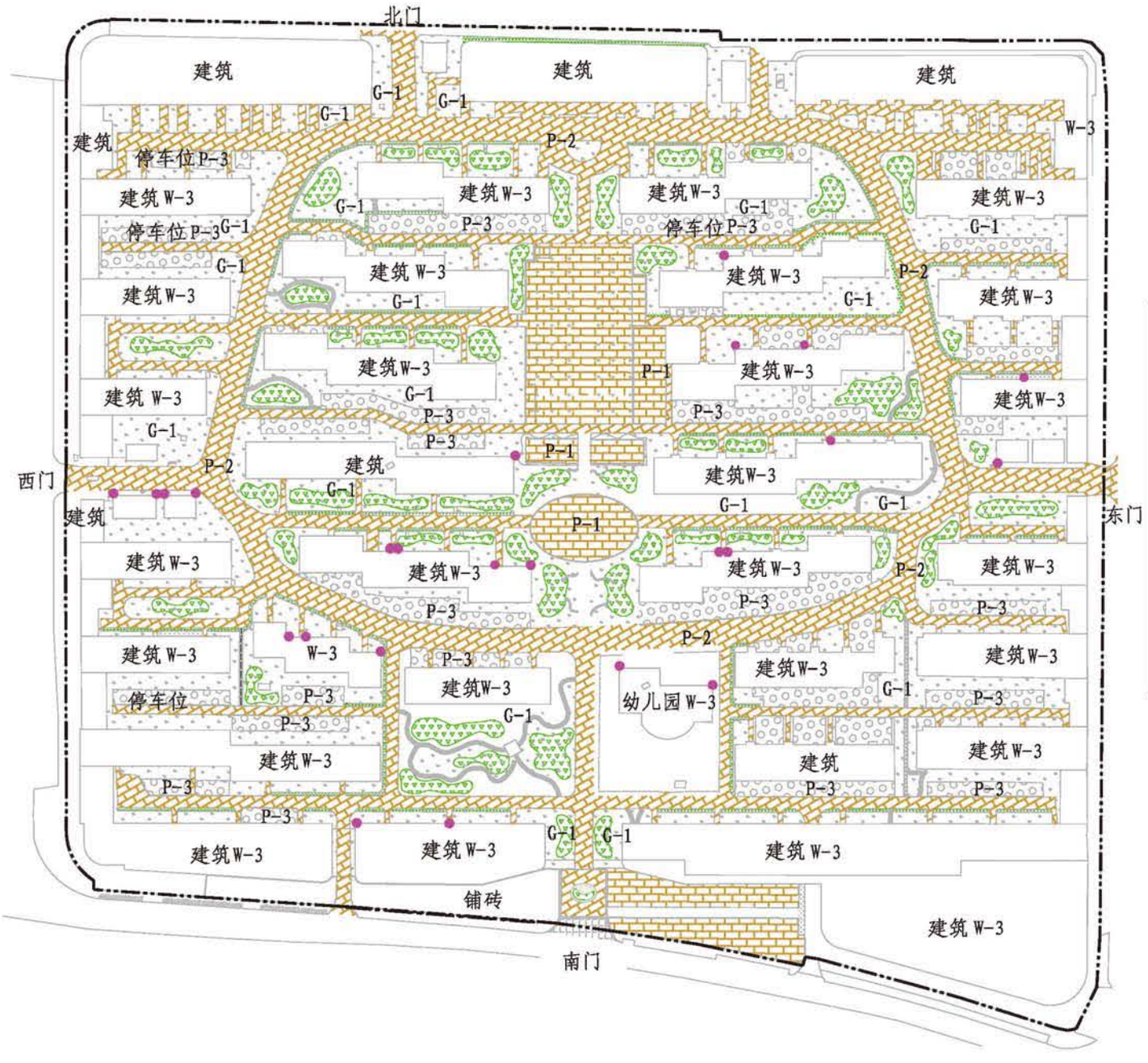
排水分区与设施规模统计一览表

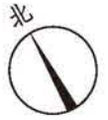
编　号	1	2	3	4	5	6	7
分区面积（m^2）	3202	3156	3273	3883	3757	2964	3810
海绵设施面积（m^2）	672	1165	786	1699	1289	750	1070
有效容积（m^3）	63	55	56	109	68	58	60
编　号	8	9	10	11	12	13	14
分区面积（m^2）	4306	4241	4250	2800	3182	3997	3862
海绵设施面积（m^2）	1450	1013	2057	1139	1280	1937	552
有效容积（m^3）	80	78	73	50	49	129	74
编　号	15	16	17	18	19	20	21
分区面积（m^2）	7130	512	5641	4612	2438	3887	4395
海绵设施面积（m^2）	2154	180	1219	858	1378	1080	1647
有效容积（m^3）	55	7	100	132	52	88	91
编　号	22	23	24	25	26	27	28
分区面积（m^2）	3915	2976	4106	2008	4166	2543	3029
海绵设施面积（m^2）	1824	1098	1009	507	1362	751	1003
有效容积（m^3）	64	65	89	66	68	49	59
编　号	29	30	—	—	—	—	—
分区面积（m^2）	3220	3949	—	—	—	—	—
海绵设施面积（m^2）	1301	1865	—	—	—	—	—
有效容积（m^3）	66	67	—	—	—	—	—

图　例

图　例	名　称	图　例	名　称
	项目红线	P-2	非植草类透水铺装（工程透水层厚度＜300mm）
	排水分区线	P-3	植草类透水铺装（工程透水层厚度≥300mm）
	排水方向	G-1	无地下建筑绿地
XX.XX	路面控制标高		雨水花园
(XX)	排水分区编号	—	—
P-1	非植草类透水铺装（工程透水层厚度≥300mm）		

5-1 方案设计			5-1-3-总2竖向设计图					图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	李曼		设计	李小风	页	2-1-46

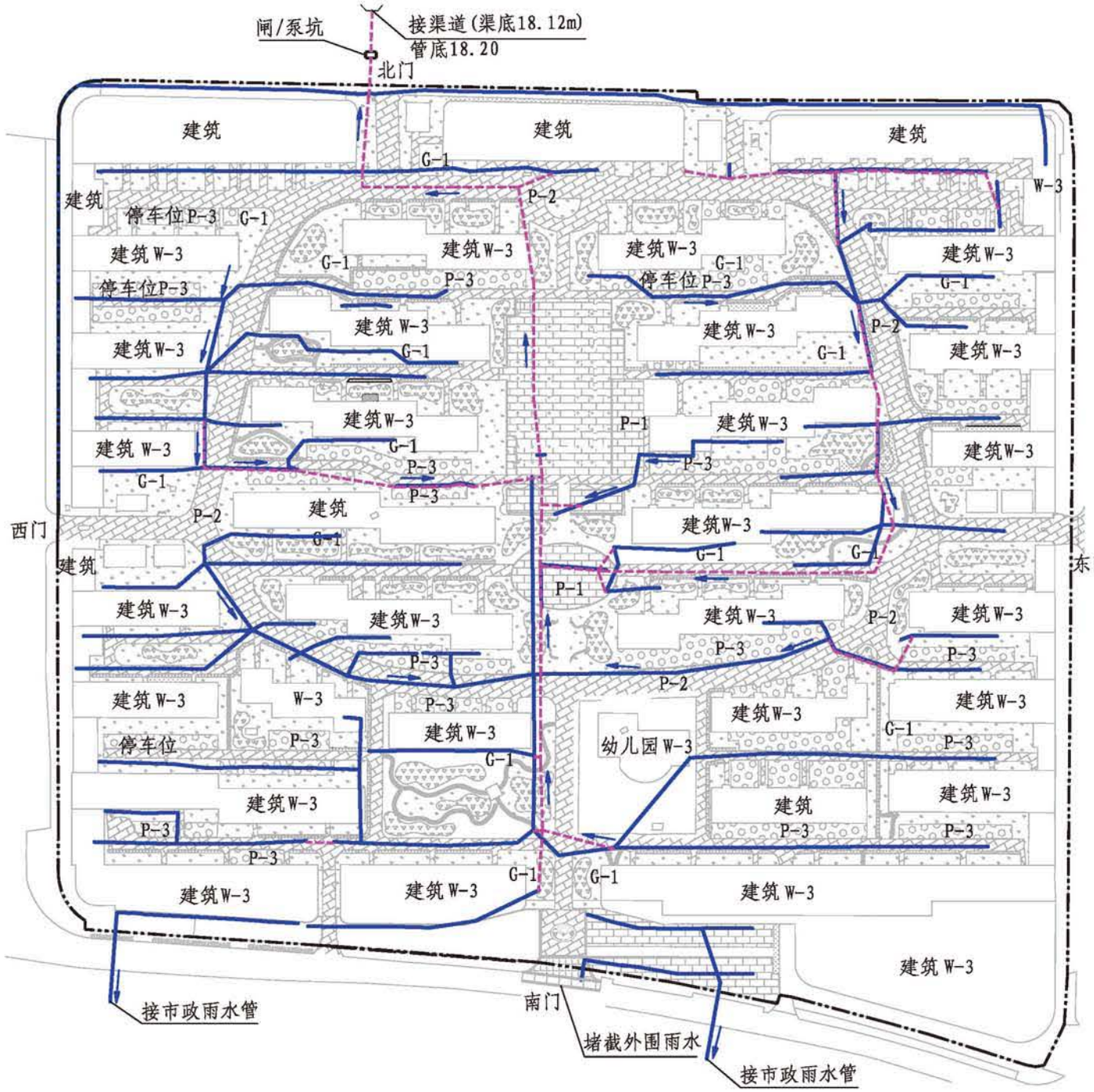




图例及设施规模

图　例	名　称	面　积	蓄水容积
	项目红线	—	—
P-1	非植草类透水铺装（工程透水层厚度≥300mm）	3965m²	—
P-2	非植草类透水铺装（工程透水层厚度＜300mm）	19503m²	—
P-3	植草类透水铺装（工程透水层厚度≥300mm）	5965m²	—
G-1	无地下建筑绿地	31158m²	—
	雨水花园	6662m²	2112.5m³
	雨水桶	—	7.5m³

5-1 方案设计			5-1-4-总3海绵设施平面图					图集号	22HM001-1
审核	郑克白	郑克白	校对	李曼	李曼	设计	李小风	李小风	页	2-1-47



北

注：

1. 通过扩大部分雨水管管径，新建一排dn500mm～dn800mm雨水干管，提高雨水管道排水能力。
2. 小区混错接雨污管全面改造，结合雨水主干管建设，形成独立的雨、污水系统。
3. 雨水花园和植草沟内设置溢流雨水口，溢流雨水口收集雨水就近接至雨水口或雨水检查井。
4. 透水铺装和下沉式绿地内，应铺设渗排管，收集下渗雨水。
5. 为控制屋面雨水径流和污染，对所有建筑雨落管断接，不得直接排入小区雨水管。断接管上增加消能、截渣及雨水分流装置。根据现场实际情况，断接后的建筑屋面雨水接入雨水花园、雨水桶等。
6. 现状及新建雨水口采用环保雨水口，要求具有过滤净化、超标溢流功能。
7. 破损、沉降雨水口及井盖更换修复，低凹点增加雨水口。

图 例

图 例	名 称
	项目红线
	现状雨水管
	设计雨水管
	水流方向
P-1	非植草类透水铺装（工程透水层厚度≥300mm）
P-2	非植草类透水铺装（工程透水层厚度＜300mm）
P-3	植草类透水铺装（工程透水层厚度≥300mm）
G-1	无地下建筑绿地
	雨水花园

5-1 方案设计			5-1-5-水1雨水管线平面图					图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	李曼		设计	李小风	页	2-1-48

5-2-1 海绵改造工程施工图说明

1 概述

1.1 项目区位：本项目是四新示范区105个子项之一，位于杨泗港快速通道以南，四新北路以北，江城大道以西。项目总用地面积109210m²，其中屋面39222m²（35.9%）、路面19503m²（17.9%）、铺装19327m²（17.7%）、绿地31158m²（28.5%），主体建筑32栋。

1.2 项目性质：小区于2010年建成，本项目为改造工程。

2 设计依据

2.1 项目批复

《武汉市海绵城市试点建设三年实施计划（2015年～2017年）》（武汉市人民政府，2015年）

《武汉市海绵城市建设试点城市实施方案》（武汉市人民政府，2015年）

《汉阳四新示范区海绵城市建设试点(芳草溪海绵改造工程等）项目建议书的批复》（武汉市发展和改革委员会，2016年7月1日）

《市发展改革委关于汉阳四新示范区海绵城市建设（芳草溪海绵改造工程等）项目可行性研究报告的批复》（武发改审批〔2016〕110号，2016年8月29日）

《市发展改革委关于汉阳四新示范区海绵城市建设（芳草溪海绵改造工程等）项目初步设计的批复》（武发改审批〔2016〕130号，2016年9月30日）

2.2 国家政策（略）

2.3 地方政策

《武汉市海绵城市专项规划（2016～2030）》（武汉市规划研究院，2016年9月）

《市国土规划局关于规范建设项目海绵城市专项设计文件的通知》（武汉市国土资源和规划局，2016年9月28日）

2.4 地方标准

《武汉市海绵城市规划技术导则》

《武汉市海绵城市建设技术指南》

《武汉市海绵城市设计文件编制规定及技术审查要点》

3 设计目标

3.1 年径流总量控制率：80%。

3.2 年径流污染削减率：≥50%。

3.3 雨水管网设计暴雨重现期：排水体制采用雨污分流制，雨水管网设计重现期3年。

4 海绵设施设计

4.1 总体布局

小区海绵设施主要包括雨水花园3496m²、下沉式绿地3166m²、植草沟1911m²、透水铺装9930m²、透水沥青混凝土19503m²等。根据小区下垫面现状，因地制宜布置海绵设施，避免雨水直排入雨水管道。

4.2 竖向设计

4.2.1 广场、道路、园路等硬化区域应坡向绿化区域，通过植草沟、碎石沟将雨水导排引入雨水花园。

4.2.2 屋面雨水经过初步截污净化后，接入雨水桶、高位花坛或绿化低凹区。

4.2.3 广场和道路边缘站石采用平缘石或开口站石。

4.2.4 雨水花园内应设置溢流设施，溢流雨水口顶面高程比植草沟或下沉式绿地低点高10cm～30cm，且比临近道路、广场低5cm。

4.2.5 降雨过程中蓄积在雨水花园内的雨水下渗到地下,宜24h内排空。雨水花园底从上往下依次铺设种植土、碎石层或沙层。碎石层中安装透水穿孔管，穿孔管接入小区雨水管道。

4.2.6 小区内依地势沿小区内道路和小区出入口构建多条超标雨水行泄通道。

4.3 管网设计

4.3.1 小区内新建一条dn600mm～dn800mm雨水干管，保留雨水接户支管。

4.3.2 保留原有污水管道系统。

4.3.3 改造雨污支管混接点。

4.4 立管断接设计

4.4.1 所有建筑雨落管断接。

4.4.2 断接管上增加污染物截流净化装置，或在出口处设碎石卵石消能缓冲带。

4.4.3 部分有条件的立管断接后接入雨水花园、雨水桶、高位花坛。

4.5 绿色生态设施设计

4.5.1 雨水花园：雨水花园结构层从上至下依次为蓄水层100mm～300mm、植被及种植土层300mm～500mm、人工填料层500mm～1200mm、砂层150mm、砾石层200mm～300mm。砾石层内设穿孔管，碎石集料压碎值不大于30%，最大粒径不宜大于26.5mm,集料中小于0.075mm颗粒含量不超过3%。

4.5.2 植草沟：植草沟宽300mm～500mm，深度100mm～200mm，线条要求蜿蜒曲折富有变化。

4.5.3 透水做法：停车位采用植草砖铺装，广场采用透水砖铺装，路面采用透水沥青混凝土。

5-2 施工图设计			5-2-1海绵改造工程施工图说明						图集号	22HM001-1
审核	郑克白	郑克白	校对	李曼	李曼	设计	柴同志	柴同志	页	2-1-49

4.6 设施规模表（表1）

表1　设施规模表

指标			
下垫面解析	项目用地总面积（m^2）		109210
	屋顶	总面积（m^2）	39222
	机动车道路	总面积（m^2）	19503
		可渗透道路面积（m^2）	19503
	铺装地面	总面积（m^2）	19327
		透水砖面积（m^2）	3965
		植草砖铺装面积（m^2）	5965
	绿化	总面积（m^2）	31158
		下沉式绿地面积（m^2）	3166
		雨水花园面积（m^2）	3496
		植草沟面积（m^2）	1911
专门设施核算	蓄水设施	总容积（m^3）	2120
		雨水桶蓄水容积（m^3）	7.5
		下沉式绿地可蓄水容积（m^3）	2112.5

5　施工说明

5.1 施工及验收依据

《武汉市海绵城市建设施工及验收规定》

《武汉市住宅小区海绵城市基础设施运行维护技术指南（试行）》

5.2 设施施工要求

5.2.1 海绵城市建设是个新理念，所涉及专业众多，技术要求高，应选择有丰富经验且具有相应资质的专业队伍施工。

5.2.2 施工单位在施工前，应对施工场地的地形、地貌进行复核。如与设计图纸差距较大时，应及时向相关单位提出。

5.2.3 本工程施工应选在枯水期，以减少施工成本及降低施工难度。施工时，应设置盲沟与集水井等，做好排水工作。

5.2.4 所有材料在使用前必须进行检验，满足规范要求后方能使用。

5.2.5 在进行排水管涵施工时，可能会影响现有的排水系统，施工时应做好施工组织设计以及施工导流。

5.2.6 铺装工程：铺装施工需要提前做好设计交底工作，施工方应充分理解设计的意图，控制好铺装样式和起铺装点，并确保完成面标高、尺寸和图纸的一致性，不得擅自调整相关数据信息。

5.2.7 施工放线：工程的平面位置和几何尺寸符合设计图纸要求，并达到合格标准；对平面及高程进行严格控制，施工单位由项目负责人控制平面坐标和高程传递，现场进行控制。

5.3 管道及构筑物施工要求

5.3.1 施工前复测与设计管道相连接的检查井井位、管径及高程，若与设计不符通知设计人员进行调整。

5.3.2 施工前应采用坑探或触探等各种简明勘察方法查明开挖范围内及周边的各类建(构)筑物及各类地下设施，并对现有的各类管涵进行保护。

5.3.3 施工前应详细复测小区内雨污管道系统，全面排查雨污管道混接点，探明出水不畅的位置。施工过程中遇到隐蔽的雨污混接、错接的应按相应要求全部进行改造。

5.3.4 本工程采用开槽施工方式，沟槽开挖宜分段快速施工，敞口时间不宜长，管道安装完毕及时验收，合格后立即回填。

5.3.5 管槽回填应沿管道两侧对称回填，分层夯实，分层厚度不得大于300mm（虚铺）。在地下水位较浅区域或降雨时，回填前应设排水沟和集水井将水位降低，回填时应采取防止管材上浮的措施。

5.3.6 管道基础处理：本项目管基主要落在杂、素填土上，采取级配砂石混合料换填处理。

5.4 施工注意事项

5.4.1 施工单位进场前应与街道、小区业主、物业等部门进行充分沟通，提前做好施工组织，尽可能降低对小区居民正常生活的影响。

5.4.2 为保证安全，下凹绿地或雨水花园周边设置了护栏或绿篱，如发现损坏缺失，施工单位应及时维修、补充。项目竣工验收后，接管单位也应做好宣传和维护工作。

5.4.3 施工过程中，应做好海绵设施半成品和成品保护，避免在透水设施上堆放材料，确需堆放时应铺设保护膜。项目竣工验收后，接管单位严格按海绵设施维护要求进行养护，以确保工程建设成效。

5.4.4 根据管线测量资料，小区内发现雨污混接现象，也存在居民将污水管私自接入雨水管的问题。施工单位施工前应进一步探查，如发现类似雨污混接问题，应及时联系各参建单位协商处理。项目竣工验收后，接管单位应加强宣传，做好管理工作，避免居民私自将污水接入雨水管道，对区域水体造成污染。

5.4.5 施工前，应探查现状建筑周边是否存在填土不密实、土质不良的问题，施工时

应进行避让。建筑边线3m范围内不得采用透水结构，5m范围内的透水结构靠近建筑一侧应考虑防渗处理。

5.4.6 小区内车行道和小区出入口为超标雨水径流排放通道，为保证小区排水安全，管理单位应保证超标雨水径流排放通道畅通，避免堆放杂物。

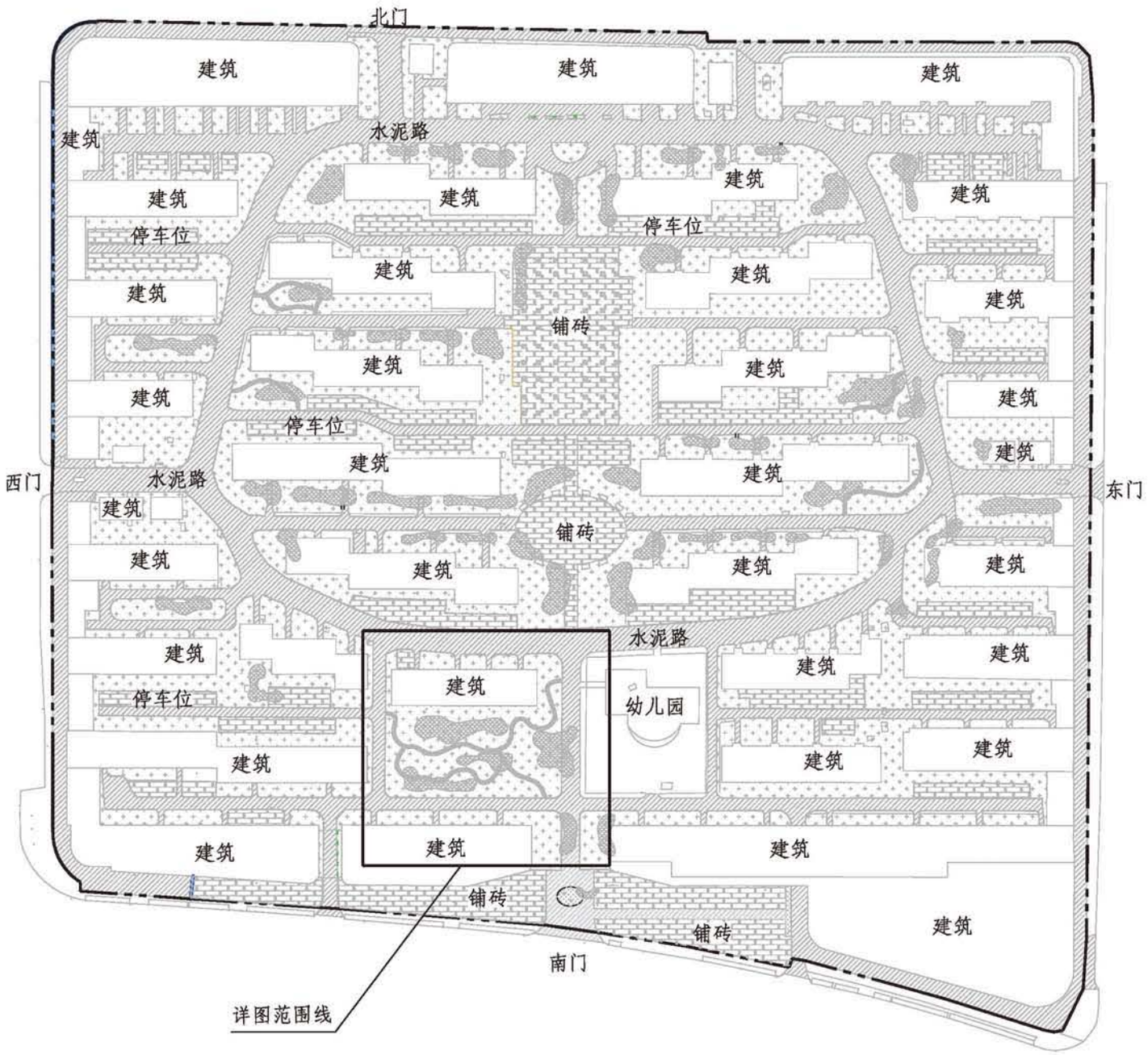
5.4.7 施工范围内影响到的树木，应加强支撑保护措施，避免树木倒伏，威胁行人、车辆安全。

5.5 种植施工说明及施工要点（建筑与园林专业）

5.5.1 绿化施工:包括地形整理，定点放线，布置给排水设施，铺种草皮,种植乔木和后期管理等工序。绿化施工前应对场地进行处理，主要考虑地形处理、土壤改良和排灌系统。地形的控制严格按图纸施工，考虑土方的预沉量。

5.5.2 种植土应为沙壤土且肥力适中。土壤渗透系数应大于5×10^{-6}m/s,要求种植范围内清除建筑垃圾等杂物，土壤原土过筛，或进行必要的换填土。土壤肥力太好会影响雨水设施的出水水质；土壤肥力太差则影响植物生长。种植土配置要求及做法可参照现行行业标准《绿化种植土壤》CJ/T 340的规定进行。

5.5.3 植物种植可采用播种或栽植的建植方式。播种尽可能采用多年生植物种类进行科学搭配，构成稳定的植物群落，减少植物维护成本。栽植中应注意对管线的合理避让，苗木要求应符合现行行业标准《园林绿化木本苗》CJ/T 24中的相关规定。





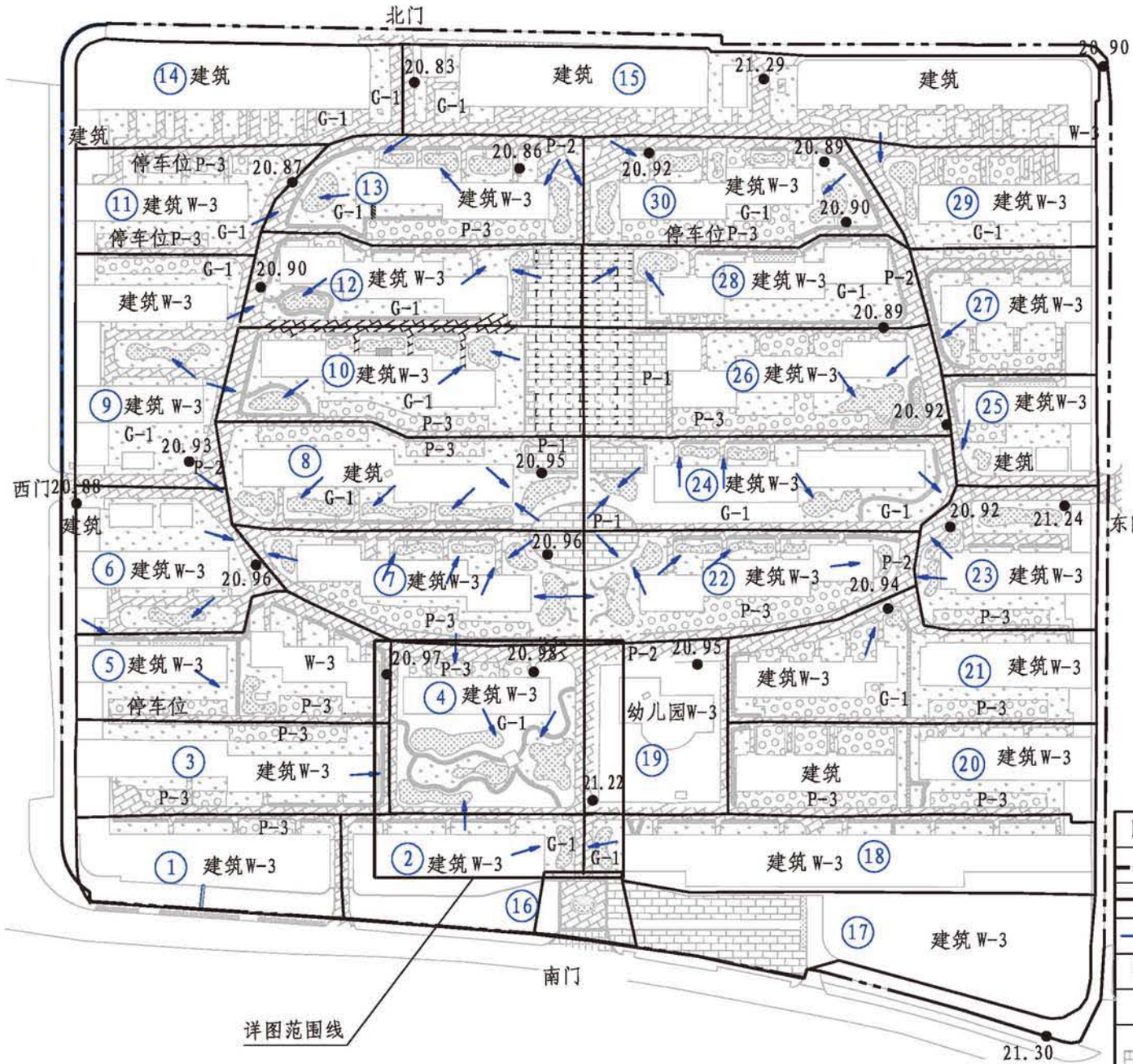
注：

1. 建设地点：小区位于武汉市汉阳区，武汉国际博览中心以西，四新北路与江城大道西北角。
2. 项目规模：小区用地面积109210m^2，现状下垫面分为屋面、路面、铺砖、绿地。

图　例

图　例	名　称
	项目红线
	绿地
	透水铺装
	水面
	路面

5-2 施工图设计			5-2-2-总1总平面布置图						图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	李曼		设计	荣同志		页	2-1-52



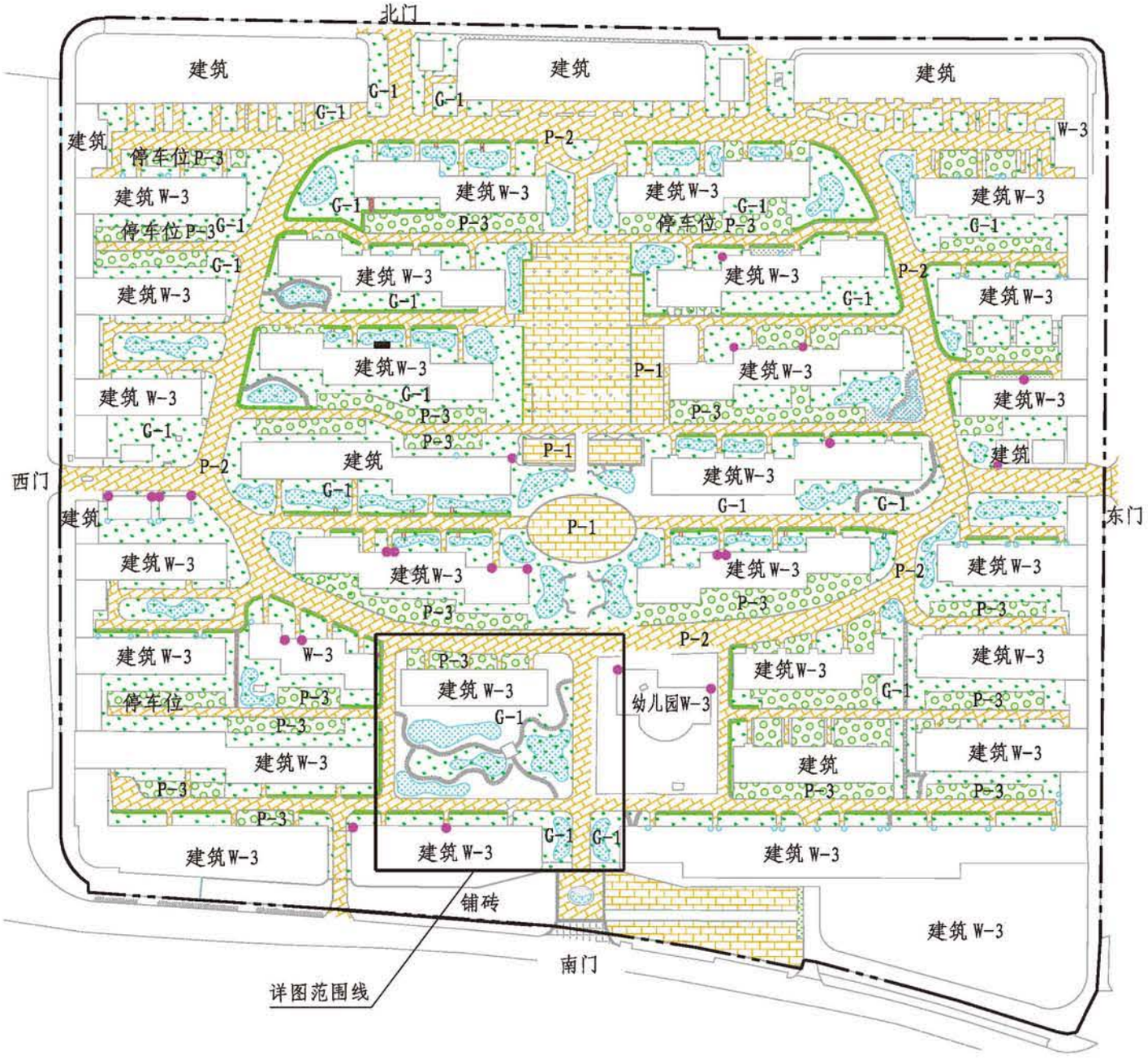
排水分区与设施规模统计一览表

编　号	1	2	3	4	5	6	7
分区面积（m^2）	3202	3156	3273	3883	3757	2964	3810
海绵设施面积（m^2）	672	1165	786	1699	1289	750	1070
有效容积（m^3）	63	55	56	109	68	58	60
编　号	8	9	10	11	12	13	14
分区面积（m^2）	4306	4241	4250	2800	3182	3997	3862
海绵设施面积（m^2）	1450	1013	2057	1139	1280	1937	552
有效容积（m^3）	80	78	73	50	49	129	74
编　号	15	16	17	18	19	20	21
分区面积（m^2）	7130	512	5641	4612	2438	3887	4395
海绵设施面积（m^2）	2154	180	1219	858	1378	1080	1647
有效容积（m^3）	55	7	100	132	52	88	91
编　号	22	23	24	25	26	27	28
分区面积（m^2）	3915	2976	4106	2008	4166	2543	3029
海绵设施面积（m^2）	1824	1098	1009	507	1362	751	1003
有效容积（m^3）	64	65	89	66	68	49	59
编　号	29	30	—	—	—	—	—
分区面积（m^2）	3220	3949	—	—	—	—	—
海绵设施面积（m^2）	1301	1865	—	—	—	—	—
有效容积（m^3）	66	67	—	—	—	—	—

图　例

图　例	名　称	图　例	名　称
	项目红线	P-2	非植草类透水铺装（工程透水层厚度＜300mm）
	排水分区线	P-3	植草类透水铺装（工程透水层厚度≥300mm）
	排水方向	G-1	无地下建筑绿地
21.30	路面控制标高		下沉式绿地
⑱	排水分区编号		植草沟
P-1	非植草类透水铺装（工程透水层厚度≥300mm）		

5-2 施工图设计			5-2-3-总2竖向设计图					图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	李曼		设计	荣同志		页	2-1-53





图例及设施规模

图　例	名　称	面　积	蓄水容积
	项目红线	—	—
P-1	非植草类透水铺装（工程透水层厚度≥300mm）	3965m²	—
P-2	非植草类透水铺装（工程透水层厚度＜300mm）	19503m²	—
P-3	植草类透水铺装（工程透水层厚度≥300mm）	5965m²	—
G-1	无地下建筑绿地	31158m²	—
	下沉式绿地+雨水花园	6662m²	2112.5m³
	雨水桶	—	7.5m³
	植草沟	1911m²	—

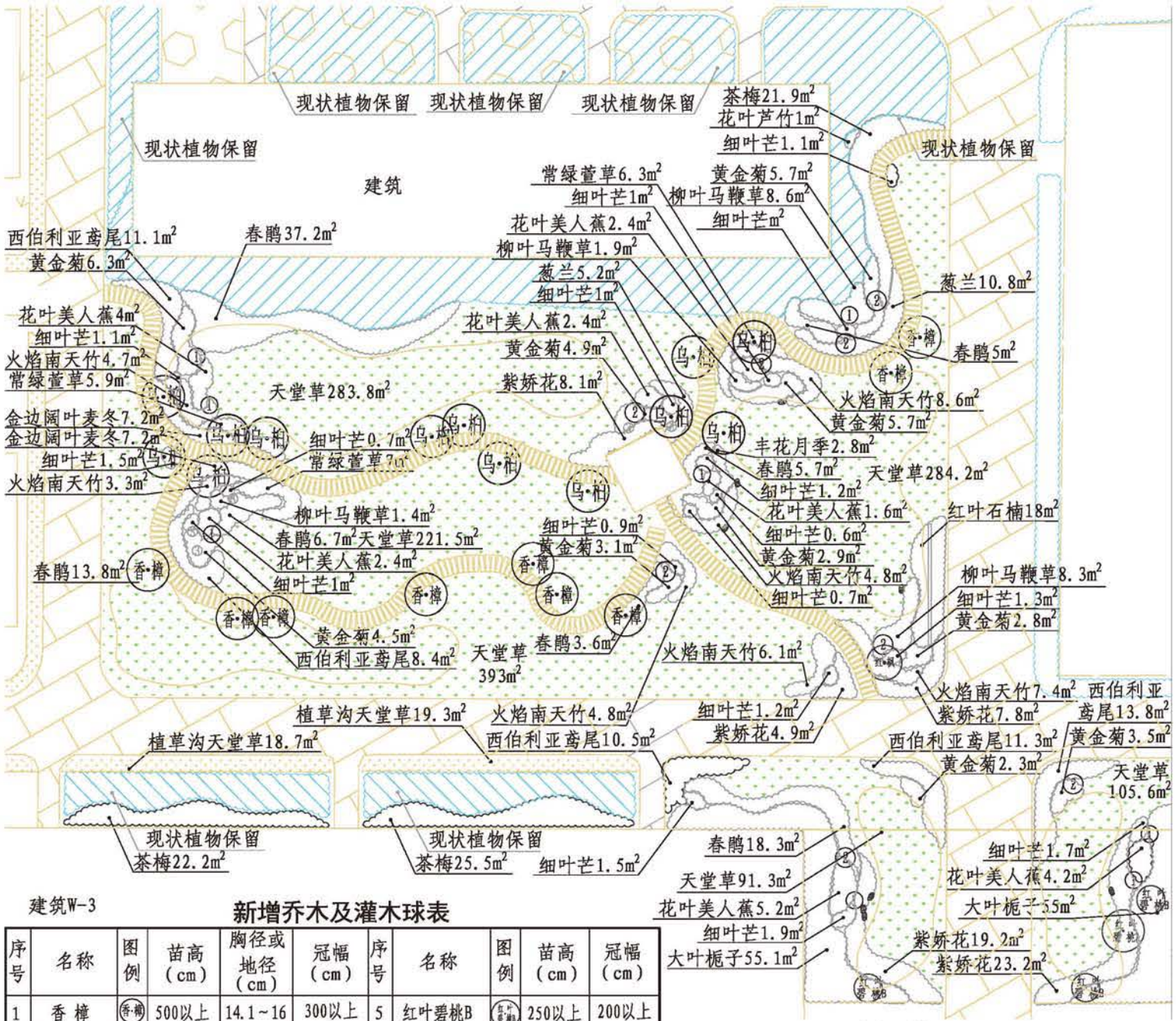
5-2 施工图设计			5-2-4-总3海绵设施平面图					图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	李曼		设计	李明		页	2-1-54



图 例

	名 称
	现状雨水管
⊕	现状雨水井
	设计雨水管道
○	设计雨水井
→	水流方向
⊞	雨水口

5-2 施工图设计			5-2-5-水1雨水管线平面图						图集号	22HM001-1
审核	郑克白	郑克白	校对	李曼	李曼	设计	柴同志	柴同志	页	2-1-55



建筑W-3

新增乔木及灌木球表

序号	名称	图例	苗高（cm）	胸径或地径（cm）	冠幅（cm）	序号	名称	图例	苗高（cm）	冠幅（cm）
1	香 樟	香·樟	500以上	14.1～16	300以上	5	红叶碧桃B	红叶碧桃B	250以上	200以上
2	红 枫	红·枫	250以上	10.1～12	180～200	6	彩叶杞柳	①	100～120	100～120
3	乌 桕	乌·桕	500以上	14.1～16	350以上	7	红叶石楠球	②	121～140	121～140
4	红叶碧桃A	红叶碧桃A	350以上	—	300以上	8	红王子锦带	③	61～70	51～70

景石类

中文名	图例	长×宽×高（cm）
鹅卵石b	景石b	L>60 W>40 H>40

小灌木及地被配置表

序号	名 称	规格(cm)		备 注
		苗高	蓬、地或胸径	
1	花叶芦竹	50～110	—	3～5芽/丛
2	金丝桃	30～40	25～30	25株/m
3	花叶络石	—	—	25株/m
4	南天竹	40～45	30～35	25株/m
5	黄菖蒲	25～30	20～25	3～5芽/丛, 25丛/m
6	深蓝鼠尾草	20～25	15～20	36株/m, 盆栽苗
7	花叶美人蕉	60～80	40～50	3～5芽/丛, 16丛/m
8	西伯利亚鸢尾	25～30	—	5～6芽/丛, 36丛/m
9	金山绣线菊	25～30	20～25	36株/m
10	黄金菊	30	20	36丛/m, 盆栽苗
11	细叶芒	30～35	—	4丛/m
12	大叶栀子	40～45	30～35	25/m
13	常绿萱草	—	—	3～5芽/丛, 36丛/m
14	丰花月季	40	30	25株/m
15	玉簪	—	—	36丛/m, 盆栽苗
16	金边阔叶麦冬	—	—	3～5芽/丛, 36株/m
17	紫娇花	25～30	20～25	64株/m，盆栽苗
18	火焰南天竹	25～30	20～25	36株/m，盆栽苗
19	柳叶马鞭草	40～45	15～20	49株/m，盆栽苗
20	葱兰	—	—	49株/m，盆栽苗
21	春 鹃	31～40	26～35	36/m
22	茶 梅	36～40	30～35	36/m
23	金叶大花六道木	26～35	26～35	36/m
24	红叶石楠	60～70	30～35	25株/m
25	天堂草	—	—	—

5-2 施工图设计	5-2-6-景1种植详图	图集号	22HM001-1
审核 郑克白	校对 李曼	设计 李明	页 2-1-56

6 云南省玉溪市某特殊教育学校海绵城市建设改造设计

6-1-1 海绵改造工程设计说明

本项目位于西南低纬高原地区的玉溪市，亚热带季风气候，地势平坦，处于年径流总量控制率分区图的第Ⅱ区。本项目为改造项目，通过合理的竖向设计，使得雨水径流有组织排放，利用雨水花园、植草沟、透水铺装、调蓄池等源头海绵措施，控制径流总量，削减径流污染，有效利用雨水资源，同时解决现状雨污合流问题，且考虑到特殊教育学校生源的特殊性，进一步完善校内无障碍设施，体现人文关怀。

1 项目概况

1.1 位置

玉溪市特殊教育学校，位于红塔区中心城区康井路44号，西南侧为乡镇小区，东侧临近命官营城中村，是一所专门招收盲、聋哑和弱智残疾儿童、少年入学就读的学校。

1.2 规模

学校占地面积16775m^2，屋面4054m^2，硬质铺装7271m^2，绿地面积5450m^2，绿化率32.5%。在校师生400余人。

1.3 性质

本项目用地性质为公共管理与公共服务用地。

2 设计依据

2.1 项目批复

可研批复、试点区海绵城市总体系统方案批复

2.2 上位规划

《玉溪市城市总体规划（2011-2030）》

《玉溪市（红塔区）海绵城市建设专项规划（2017-2030）》

《玉溪市中心城区排水专项规划（2013-2030）》

2.3 地方标准

《云南省玉溪市海绵城市建设试点城市实施方案》

《云南省玉溪市海绵城市建设试点实施计划》

《玉溪市海绵城市建设规划设计技术导则》

2.4 技术资料

2.4.1 气象

玉溪市红塔区属亚热带季风气候，具有雨热同季、干湿季分明的特点。由于同时受东亚季风和南亚季风影响，降水年际变化和季节分布差异较大。

2.4.2 水文地质

根据地质勘探报告，项目区域内土壤从上到下主要为杂填土、粘土、粉质粘土。

表1 多年平均逐月降雨量、蒸发量表

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
降雨量(mm)	17	18	19	36	91	143	182	174	97	75	45	15
蒸发量(mm)	100	126	186	215	203	145	128	133	115	107	85	80

表2 年径流总量控制率对应设计降雨量表

年径流总量控制率(%)	60	70	75	80	85	90
设计降雨量（mm）	11.1	15.2	17.9	21.8	25.8	30.2

地下水类型属潜水类型；地下水来源主要靠大气降雨及地表水补给；本区域内平均地下水深度1.5m～2.6m。平均土壤渗透性1.7×10^{-6}m/s。

2.4.3 市政接口

学校主排水管道出口在康井路。康井路原本为雨污合流盖板沟（800mm×1000mm）排水，沟内底标高1626.02m。

结合海绵城市雨污分流改造，康井路新建一条DN500污水排水管道，管内底标高1624.74m。原雨污合流盖板沟作为雨水排水管道。

3 设计目标

根据《玉溪市海绵城市试点建设系统化实施方案》指标分解成果，特殊教育学校需达到以下目标:

年径流总量控制率达到68%，对应设计降雨量为14.4mm。

年SS总量去除率达到40%。

4 项目分析

4.1 竖向

学校场地标高整体高于周边市政道路30cm～40cm,场地内地势较为平坦，标高在1626.90m～1627.10m，场地中间为较低点。

4.2 管网

建筑排水立管基本位于建筑外侧，且不存在雨水、污水立管混接现象。场地内共有污水立管20根，雨水立管56根。

场地内现状排水采用盖板沟形式，雨污合流；盖板沟断面尺寸为400mm×500mm，盖板沟密封性差，污水气味对环境影响较大。

现状排水沟接入康井路合流制盖板沟,盖板沟断面尺寸为800mm×1000mm。在本项

目改造之前，康井路已完成雨污分流改造，新建DN500污水排水管道。

4.3 下垫面

场地内下垫面分为建筑屋面、硬质路面及广场、绿地三种类型。学校内的三座教学楼、两座宿舍楼、一座综合楼及一座锅炉房，其屋面均为硬质屋面，教学楼及综合楼为上人屋面，未设置绿化屋面。

硬质铺装分为两种，花岗岩铺装现状较好，水泥路面铺装局部破损严重。学校内绿化面积相对集中，主要位于操场及周围。教师宿舍前的绿地现状较差，红土裸露，园路破损严重。

4.4 小结

铺装及道路：现状水泥铺装破损严重，水泥铺装处有盖板沟。

景观绿化：部分绿地现状较差，红土裸露。

排水问题：市政道路近期已完成雨污分流改造，学校内部排水仍为雨污合流。

场地问题：因学习儿童较为特殊，缺少便于他们活动的场地。

5 设计方案

5.1 技术路线

5.1.1 项目设计的主要技术路线总结为：

1）针对玉溪高原地区亚热带季风性气候条件，且水资源较为短缺的特点，优先采用“滞、净、蓄”措施，合理安排“渗、排”，突出“用”措施。

2）由于玉溪当地红土保水性差、渗透性差的土质特点，对海绵设施换填介质土的配比进行了实验研究。将配比与种植研究的结果反馈到设计当中，对设计进行指导。

3）在植物的选择上，采用乡土植物，主要挑选玉溪当地耐旱耐涝的本土植物，确保植物能够良好地适应玉溪当地气候环境，植物较容易存活。

4）从学校受教儿童特殊性考虑，进一步完善校园内无障碍设施，增设学生方便到达的活动场地及海绵科普区，在保证学生安全基础上体现人文关怀。

5.1.2 依据以上的原则，在本次设计当中：

1）结合场地情况，对现状易积水及破损严重的硬质铺装进行改造，由景观设计铺装颜色及图案搭配的彩色透水铺装。

2）在可上人屋面的教学楼及综合楼上设置绿化屋面，沿主教学楼布置高位花坛，收集净化建筑雨落管的雨水。

3）结合场地竖向、景观地形及排水区域布置生态草沟、雨水花园等海绵设施，经海绵设施滞蓄净化后超标雨水溢流至雨水管道。

4）部分硬化铺装及屋面雨水无法通过海绵设施进行收集，通过增加调蓄水池进行调蓄以及雨水回用。

5）新建DN300的污水管线，将现状盖板沟作为雨水系统，实现雨污分流。

5.2 系统计算

5.2.1 年径流总量控制率目标计算

根据雨水汇集情况及道路布置将场地划分为15个排水分区（见图2），计算每个排水分区应控制的年径流总量容积（见表3）。

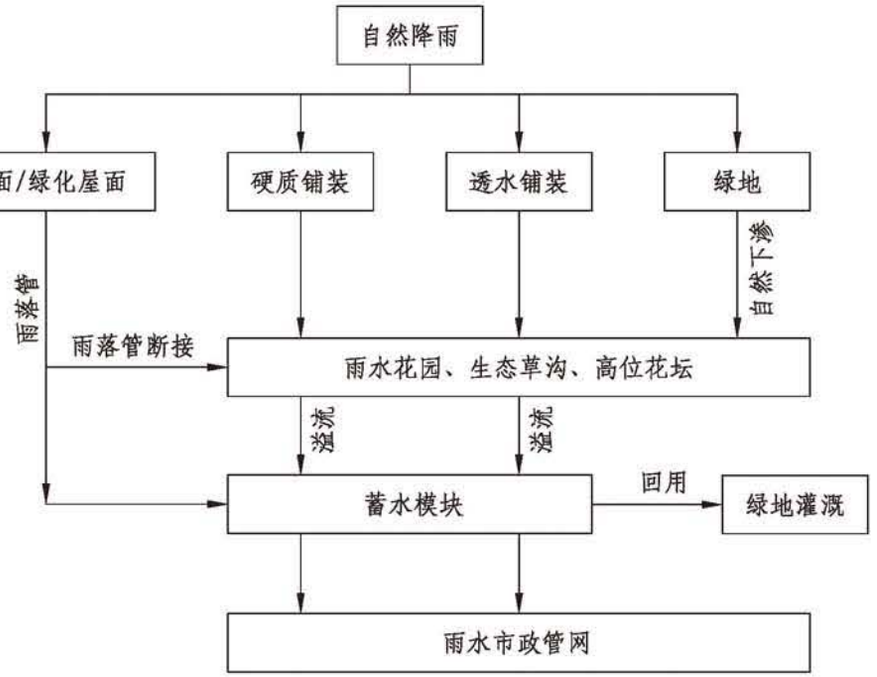


图1 技术路线图

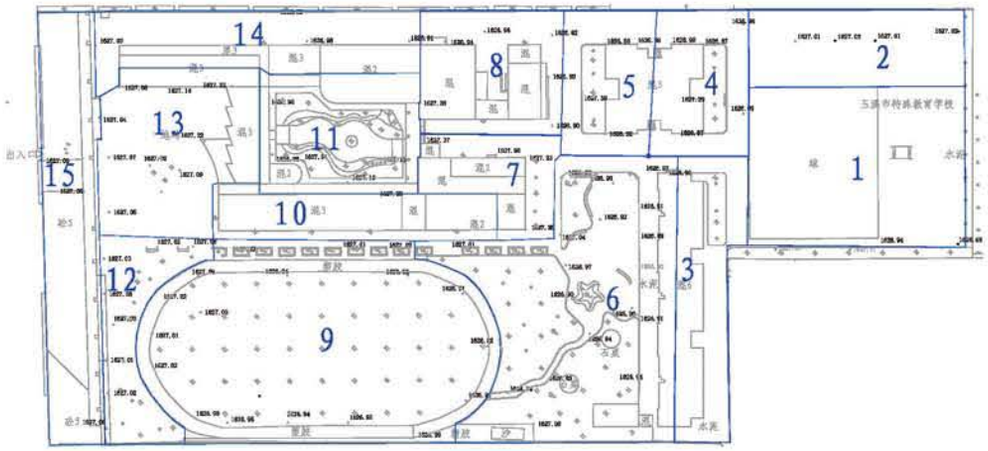


图2 排水分区图

表3 各排水分区设计调蓄容积表

排水分区编号	分区面积(m^2)	硬质铺装(m^2)	硬化屋面(m^2)	绿地(m^2)	综合径流系数	设计降雨量(mm)	设计调蓄容积(m^3)
1	1645	1645	0	0	0.90	14.4	21
2	791	791	0	0	0.90	14.4	10
3	796	429	296	71	0.81	14.4	9
4	667	347	194	126	0.74	14.4	7
5	627	316	179	132	0.73	14.4	7
6	2424	627	217	1580	0.41	14.4	14
7	516	161	244	111	0.71	14.4	5
8	841	416	361	64	0.82	14.4	10
9	3040	764	0	2276	0.34	14.4	15
10	659	126	476	57	0.80	14.4	8
11	912	117	378	417	0.54	14.4	7
12	589	179	0	410	0.38	14.4	3
13	1153	825	259	69	0.84	14.4	14
14	954	474	383	97	0.80	14.4	11
15	1161	54	1067	40	0.83	14.4	14
合计	16775	7271	4054	5450	0.64	14.4	155

在建筑周边布置高位花坛，结合景观地形设计布置相应的海绵设施。各个分区海绵设施径流控制容积计算见表4。

各类海绵的实际径流控制量，除上部的临时蓄水空间外，换填的介质土及碎石层也具有一定的蓄水能力。换填介质土孔隙率取0.2，碎石孔隙率取0.4，计算得出各类设施调蓄高度：雨水花园0.35m，高位花坛0.30m，绿化屋面0.30m，透水铺装0.04m。考虑施工及后期有效容积衰减影响，各类海绵设施调蓄容积折减系数取0.7。

经计算，除排水分区1、2、3、9外，其他排水分区均有条件改造，且满足控制率要求，排水分区1、2、3区域径流雨水可通过管道进入分区6的调蓄水池。

海绵设施实际径流控制量294m^3，大于目标调蓄量155m^3，实际年径流控制率81%。

5.2.2 年径流污染控制目标计算

径流污染物指标可采用悬浮物（SS）、化学需氧量（COD）、总氮（TN）、总磷（TP）等。城市径流污染物中，SS往往与其他污染物指标具有一定的相关性，因此，一般采用SS作为径流污染控制指标，年SS总量去除率可用下述方法进行计算：

年SS总量去除率=年径流总量控制率×低影响开发设施对SS的平均去除率

表4 各排水分区海绵设施径流控制容积表

排水分区编号	设计调蓄容积(m^3)	雨水花园(m^2)	高位花坛(m^2)	绿化屋面(m^2)	透水铺装(m^2)	生态草沟(m^2)	调蓄水池(m^3)	总调蓄量(m^3)	径流出流量(m^3)	备注
1	21	0	0	0	0	0	0	0	21	流入分区6调蓄水池
2	10	0	0	0	69	0	0	2	8	流入分区6调蓄水池
3	9	0	0	0	0	0	0	0	9	流入分区6调蓄水池
4	7	35	0	0	27	0	0	9	0	—
5	7	28	0	0	28	0	0	8	0	—
6	14	220	0	0	91	82	60	116	0	—
7	5	12	17	0	87	40	0	9	0	—
8	10	0	25	93	107	0	0	28	0	—
9	15	0	0	0	122	0	0	3	12	—
10	8	0	56	54	83	0	0	25	0	—
11	7	35	0	0	0	0	0	9	0	—
12	3	78	0	0	161	0	0	24	0	—

续表4

排水分区编号	设计调蓄容积(m^3)	雨水花园(m^2)	高位花坛(m^2)	绿化屋面(m^2)	透水铺装(m^2)	生态草沟(m^2)	调蓄水池(m^3)	总调蓄量(m^3)	径流出流量(m^3)	备注
13	14	0	21	0	821	0	0	27	0	—
14	11	0	24	0	81	0	0	7	4	—
15	14	0	23	105	0	0	0	27	0	—
合计	155	408	166	252	1677	122	60	294	54	—

低影响开发设施SS平均去除率为78%，年SS总量去除率=81%×78%=63%，大于40%，满足年SS总量去除率的目标要求。

5.3 设施设计

5.3.1 透水铺装

1）本项目透水铺装采用彩色透水混凝土，透水混凝土路面设计满足路基路面强度和稳定性等要求。透水混凝土从上至下结构层依次为50mm厚细粒透水混凝土、150mm厚原色粗粒透水混凝土、300mm级配碎石垫层、夯实素土层，其中透水面层强度不小于C25。

2）彩色透水混凝土铺装颜色及图案搭配由景观设计师负责，打造希望之星、五彩之桥等极具延伸感与想象力的立体空间。

5.3.2 绿化屋面

1）主教学楼及综合楼部分上人屋面采用种植屋面。根据业主提供的屋面结构相关图纸，经结构专业核算，满足海绵绿化屋面的荷载要求。

2）绿化屋面结构层依次是轻质种植土、透水土工布、蓄排水板、耐根穿刺复合防水卷材、水泥砂浆找平层、泡沫混凝土层、保温层、现状屋面。

5.3.3 生态草沟

生态草沟适用于道路周边，对地表径流进行净化和过滤，能够去除悬浮颗粒和部分溶解性有机物，同时承担雨水转输功能，可以替代传统的雨水口和排水管。本项目中庭硬质导流排水浅沟结合景观设计用马赛克拼贴成星河。

5.3.4 高位花坛

雨水立管全部断接，利用高位雨水花坛对屋顶雨水进行消纳、净化，调蓄容积相对较大，超标准雨水可就近排入雨水管道。

5.3.5 雨水花园

通过植草沟、雨落管断接、地表竖向等措施将径流雨水引导进入雨水花园。通过植物、土壤和微生物系统蓄渗、净化径流雨水。雨水花园平均蓄水高度350mm，溢流井溢流标高低于路面50mm。溢流井采用镂空井盖的溢流雨水口，镂空井盖高15cm，采用薄壁堰堰流形式，堰上水头按5cm考虑，过流能力56L/s，满足排水要求。

将海绵设计与景观设计相结合，将雨落管与景观的雕塑小品连接，直观展示雨水落入雨水花园的效果。

5.3.6 调蓄水池

本项目雨水收集处理后用于场地的绿化灌溉，调蓄水池系统由预处理系统、储水系统、净化系统、雨水供水系统，反冲洗系统等构成。处理工艺采用“弃流—蓄水—过滤—消毒”。经初期弃流后水质COD为70mg/L～100mg/L；SS为20mg/L～40mg/L；色度为10度~40度。经净化处理后的雨水水质符合以下指标：COD≤30mg/L；SS≤10mg/L；色度为小于或等于30度。

5.3.7 新建污水管线

新建DN300的污水管线。

6 指标核算

6.1 年径流总量控制率核算

经核算，海绵设施可控制降雨厚度22.8mm，实际径流控制量294m^3，大于目标调蓄量155m^3，实际年径流总量控制率达到81%。

6.2 年径流污控制率核算

表5 建设项目海绵设施建设目标表

序号	指标类型	指标名称	上位规划	方案设计
1	控制性指标	年径流总量控制率(%)	68	81
2		年径流污染控制率(%)	40	63
3		雨水管网设计暴雨重现期	3	3
4	生态指标	生态指标一（下凹绿地率，%）	—	9.7
5		生态指标二（透水铺装率，%）	—	23
6		生态指标三（种植屋面率，%）	—	6.3

本项目低影响开发设施对SS的平均去除率为78%，年径流总量控制率81%。年SS总量去除率=81%×78%=63%，大于40%，满足年SS总量去除率的目标要求。

7 附表

表6　建设项目海绵城市专项设计方案自评表

类型	指标			备注
下垫面解析	用地面积（m^2）		16775.0	—
	屋面	总面积（m^2）	4054.0	—
		绿化屋面面积（m^2）	252.0	—
		其他软化屋面面积（m^2）	0.0	—
	铺装	总面积（m^2）	7271.0	—
		透水铺装面积（m^2）	1677.0	—
	绿化	总面积（m^2）	5450.0	—
		水体面积（m^2）	0.0	—
	雨量综合径流系数	—	0.64	—
设施核算	具有控制容积的设施	总容积（m^3）	294.0	—
		地表水体(景)调蓄容积(m^3)	0.0	—
		生态调蓄设施调蓄容积(m^3)	234.0	—
		地下蓄水设施蓄水容积(m^3)	60.0	—
		雨水桶蓄水容积（m^3）	0.0	—

续表6

类型	指标			备注
竖向用地控制	地下建筑	户外出入口挡水设施高度(m)	0.15	—
	内部场平	高出相邻城市道路高度（m）	0.3～0.4	—
	地面建筑	室内外正负零高差（m）	0.3～0.5	—
综合自评	控制性指标	—	目标值	完成值
	年径流总量控制率(%)	—	68	81
	年径流污染控制率（%）	—	40	63
	雨水管网设计重现期（年）	—	3	3
	生态指标	—	目标值	完成值
	生态指标一（下凹绿地率,%）	—	—	9.7
	生态指标二（透水铺装率,%）	—	—	23
	生态指标三（种植屋面率,%）	—	—	6.2

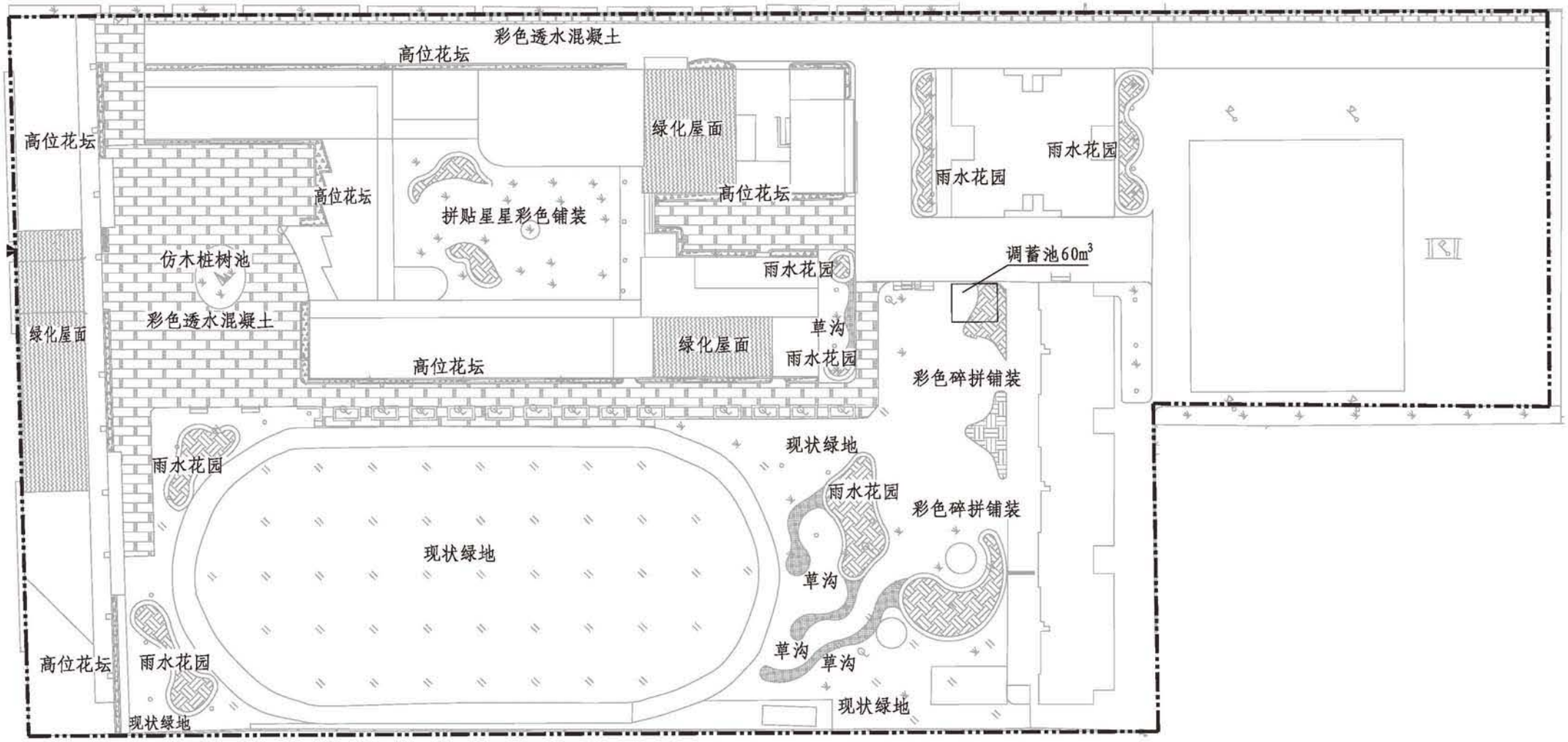


图 例

图 例	名 称
	用地红线
	雨水花园
	高位花坛
	混凝土透水铺装
	传输性草沟
	绿化屋面
	调蓄水池

6-1 方案设计			6-1-2-总1总平面布置图					图集号	22HM001-1
审核	郑克白	郑克白	校对	王燕	王燕	设计	李亮	李亮	页	2-1-62

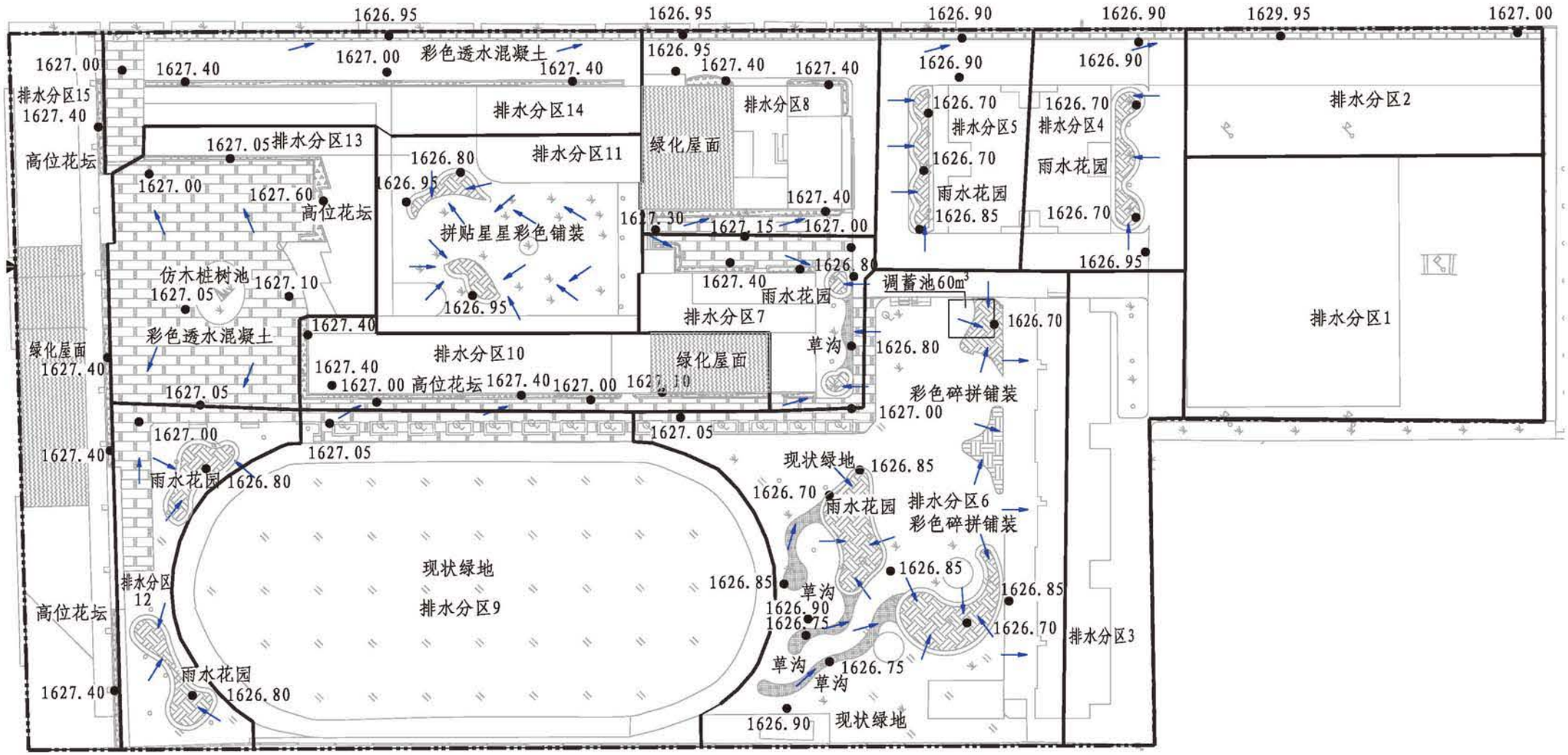
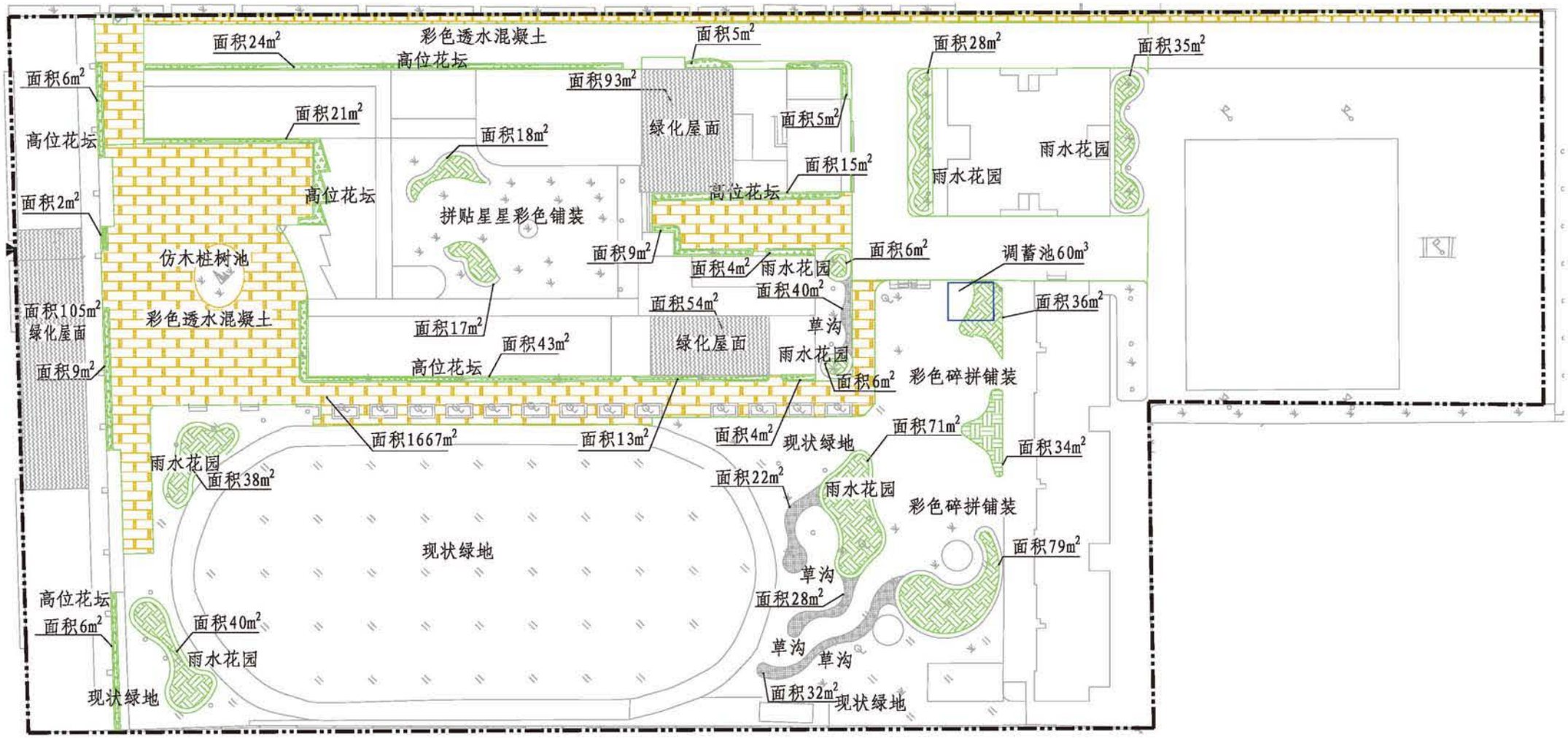


图 例

图 例	名 称	图 例	名 称
	用地红线		雨水花园
	排水分区线		高位花坛
	排水方向		混凝土透水铺装
XXXX.X	设计地面标高		传输性草沟
	调蓄水池		绿化屋面

6-1 方案设计			6-1-3-总2竖向设计图					图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	王燕		设计	李亮		页	2-1-63



图例及设施规模

图　例	名　称	规　模
	用地红线	—
	雨水花园	408m²
	高位花坛	166m²
	混凝土透水铺装	1677m²
	传输性草沟	122m²
	绿化屋面	252m²
	调蓄水池	60m³

6-1 方案设计			6-1-4-总3海绵设施平面图						图集号	22HM001-1
审核	郑克白	郑克白	校对	王燕	王燕	设计	李亮	李亮	页	2-1-64

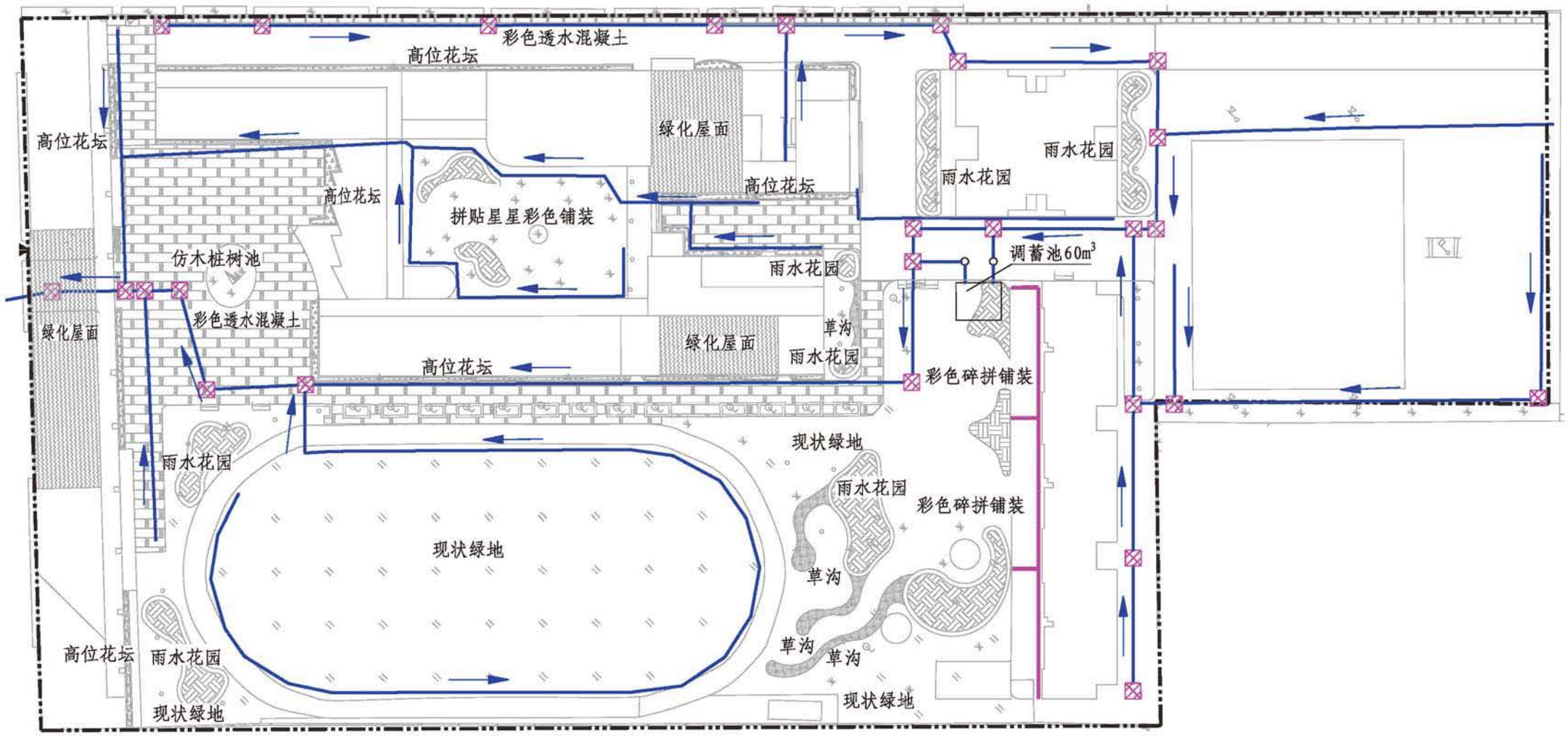


图 例

图 例	名 称	图 例	名 称
	用地红线		雨水花园
	雨水沟		高位花坛
	水流方向		混凝土透水铺装
	检查井		传输性草沟
	雨水方井		绿化屋面
	导流渠		调蓄水池

6-1 方案设计			6-1-5-水1雨水管线平面图					图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	王燕		设计	李亮		页	2-1-65

7 浙江省嘉兴市某中学海绵城市建设改造设计

7-1-1 海绵改造工程设计说明

嘉兴市某中学项目位于华东地区，属亚热带季风区，地处平原地区，降雨丰富，位于年径流总量控制率分区图的Ⅲ区，该地区主要解决水质型缺水问题。本项目为合流制区域建筑与小区改建项目，项目以改善范蠡湖水体水质、提升区块排水防涝能力为主要目标，采用屋顶绿化、生物滞留设施、雨水断接、透水铺装等海绵设施，并充分利用范蠡湖的调蓄空间滞留雨水，实现海绵城市与“五水共治”、基础设施和景观提升以及开辟第二课堂相结合，实现“海绵+”。

1 项目概况

1.1 建设地点：嘉兴市南湖区环城路范围内，以范蠡湖和实验初中为核心，东临沈钧儒故居、南接环城路、西至嘉兴市文物保护所、北到杨柳湾路，总面积约51141m²。

1.2 项目性质:项目为改建工程，性质为公共管理与公共服务用地。

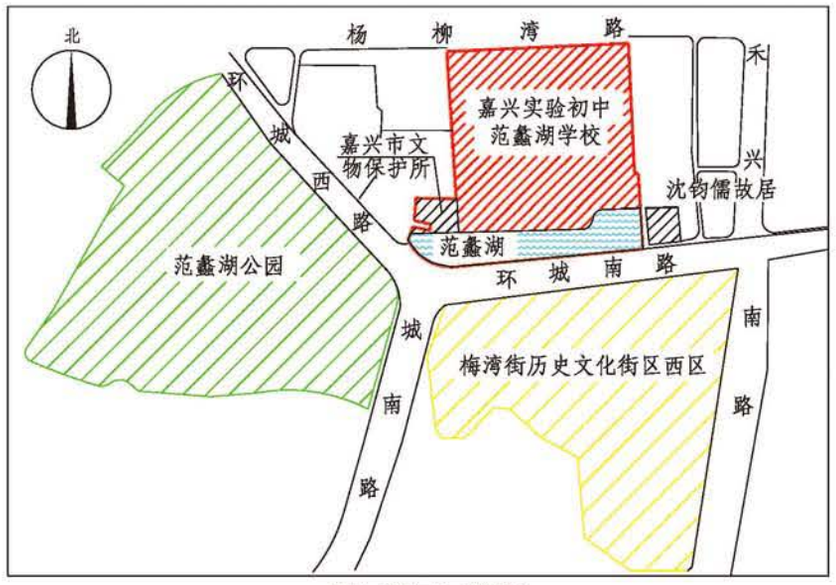


图1 项目区位图

2 设计依据

2.1 项目批复文件

《关于范蠡湖实验初中区块海绵城市改造工程项目建议书暨可行性研究报告的批复》（嘉发改〔2015〕300号）

2.2 上位规划

《嘉兴市城市总体规划》（2017年修订）

《嘉兴市城市排水（雨水）防涝规划》（2014年）

《嘉兴市海绵城市示范区建设规划》（2015年）

2.3 地方标准

《浙江省嘉兴市海绵城市建设试点城市实施方案》（2015年）

《嘉兴市海绵城市规划与设计导则（试行）》（2017年）

2.4 技术资料

2.4.1 气象降雨

嘉兴市属亚热带季风区，气候温和湿润、日照充足、流量充沛、四季分明。年平均气温15.9℃，极端最高气温40.5℃，极端最低气温-12.4℃；年平均日照2109h；相对湿度82%；静风频率8%，平均风速2.6m/s～3.4m/s，各月相差不大，全年以E和NW风向频率为大。

嘉兴地处平原地区，降水量在地域分布上差异并不大，但降水的年际变化较大，年内分配不均，据嘉兴水文站观测资料统计，多年平均降水量1199.2mm，年最大降水量为1999年的1768.1mm，年最小降水量为1978年的723.1mm，最大与最小两者之比为2.45倍。同时，降水的季节差异也较明显，嘉兴全年有两个降水高峰，即5月～7月的梅雨季节和7月～9月的台风雨，日最大降水量曾达289.9mm。嘉兴水文站多年月平均降水量中，汛期占多年平均降水量的73.3%，6月～9月占多年平均降水量的48.6%。

嘉兴市多年平均水面蒸发量见表1:

表1 嘉兴市多年平均水面蒸发量

月 份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
月平均（mm）	45.12	41.15	65.36	75.19	89.04	96.35
日平均（mm）	1.46	1.47	2.11	2.51	2.87	3.21
月 份	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
月平均（mm）	136.82	132.03	100.11	87.81	62.04	55.41
日平均（mm）	4.41	4.26	3.34	2.83	2.07	1.79

项目所在区域多年平均年径流深440.7mm，全市范围内分布较为平均。

表2 年径流总量控制率对应的设计降雨量

年径流总量控制率（%）	75	80	85
设计降雨量（mm）	20.2	24.3	29.7

2.4.2 水文地质

据嘉兴水文站资料显示多年河道平均水位0.98m，历史最高水位2.58m（2013年），历史最低水位-0.25m（1934年,枯水位0.46m～0.66m；市区城市防洪工程建成后,遇典

7-1 方案设计			7-1-1海绵改造工程设计说明						图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	李曼		设计	黄屹		页	2-1-66

型降雨，可控制市区河道最高水位不超过2.16m。

根据地质勘探报告，本项目土层第一层为杂填土层，第二层为淤泥质粘土，淤泥质粘土层渗透系数在0.005m/d～0.09m/d，渗透系数不利于雨水渗透。潜水水位埋深1.10m～2.00m,标高在1.10m～1.73m，潜水主要赋存于浅层土中，潜水位随季节变化有所升降，一般年变幅0.5m~1.5m。

2.4.3 市政条件

本项目周边道路市政排水管道均为合流管，项目北侧杨柳湾路下设有污水管线接口，区块内部南侧范蠡湖与范蠡湖公园内水体间通过下穿环城路明渠连通（中间设有溢流堰），最终进入环城河，详见表3。项目区域内的高程高于周边区域,不存在其他客水进入本项目的情况。

表3 市政雨污水管渠及其接口情况

管线名称	市政管渠				备注
	所在街区	管径或渠宽(mm)	标高(m)	压力	
市政合流管	杨柳湾路	DN400	1.06	—	—
明渠	环城路	B=450	0.47	—	最终进入环城河

3 设计目标

3.1 年径流总量控制率

本项目为改建工程，按照《嘉兴市海绵城市示范区建设规划》，本次嘉兴市某中学位于L-3区，年径流总量控制率总体目标为80%，对应的设计降雨量为24.3mm。

3.2 径流污染削减率

根据《嘉兴市海绵城市示范区建设规划》中的要求，年径流污染控制率等同于年径流污染物削减率为40%。根据《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建（试行）》中第2.3条径流污染控制目标的要求，年径流污染控制率（年SS总量去除率）=年径流总量控制率×低影响开发设施对SS的平均去除率。

3.3 雨污分流

解决目前区块内雨污水混接的问题，通过改造实现区块雨污分流。

3.4 提升排水防涝能力，改善范蠡湖水环境

雨水管渠系统的设计重现期达到2年一遇,提升区块排水防涝能力。通过综合生态工程措施，恢复湖泊净化能力，维持水生态环境的长期稳定。

4 场地现状分析

4.1 下垫面

本项目下垫面统计指标如下：区块总面积51141m^2,屋面面积11769m^2，绿地面积9713m^2,硬化铺装及停车位面积24638m^2,水系面积5021m^2。绿化率18.99%,水面率9.82%。

4.2 竖向

4.2.1 根据地形资料可知，现状区块周边道路和内部均较为平整，区块的标高高于市政道路标高，不存在雨水倒灌入地块的风险。

4.2.2 区块内除报告厅南侧和篮球场高程较低，分别为2.66m、2.95m和2.14m外,其余区域平均高程在3.15m左右，建筑的正负零标高为3.20m，均大于区块室外标高，不存在场地雨水进入首层的风险。

4.2.3 区块内车行道路及园路的竖向均按照双向坡度设计，车行道两侧采用平缘石，道路雨水坡向绿地,直接进入生物滞留带。

4.3 建筑屋面

科技楼和图书馆均为平屋面，通过计算复核在保证结构荷载安全的前提下可在上述屋面设置屋顶绿化。

4.4 排水体制

本工程改造块总面积51141m^2，其中湖泊面积约5021m^2，校园主通道将范蠡湖一分为二，东侧湖域已纳入校园范围，西侧湖域呈半开放状态。校园内部目前采用合流制的排水体制，合流水的主要出路是北侧的杨柳湾路和南侧的范蠡湖，其不断排入范蠡湖的合流水是湖水污染的主要原因之一。

4.5 排水分区

区块内现状场地整体较为平整，除沿范蠡湖区域高程为1.83m～2.33m外，其余高程在3.15m左右。根据地形和现状雨水管线的走向，将区块划分为11个主要的排水分区。排水分区如图2所示。

4.6 现状问题小结

①合流制溢流污染问题：实验初中范蠡湖区块位于城中片合流制区域，合流制溢流污染严重，周边水体水质差；②城中片内涝问题：由于该区域填河现象严重，内涝风险相对较高；③区块排水能力低：区块北侧、西侧合流管管径为DN450、DN300，不能满足区块雨水排放需求；④点源污染问题突出：区块内尚未实现彻底的雨污分流，部分合流污水未接入截流管，直接进入范蠡湖，影响范蠡湖水质；⑤范蠡湖水质差：范蠡湖与外部水体不连通，且东、西两湖也未连通，水质状况差；⑥现状硬化铺装面积较大且局部存在破损和沉降严重的现象，并存在局部积水的问题；⑦区块内现状绿化高于硬化路面，容易造成水土流失并且局部位置杂乱无章，地被植物缺乏，景观效

果差。

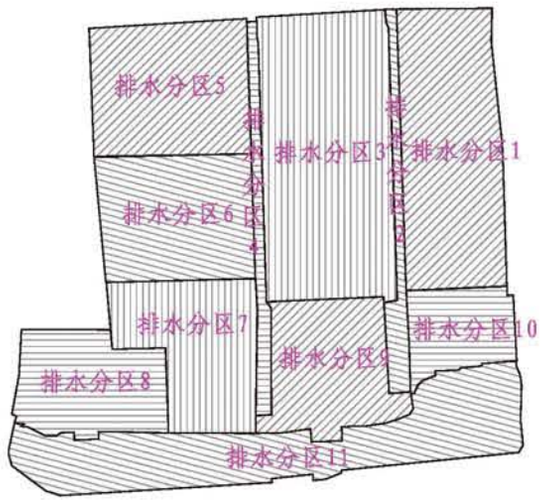


图2 排水分区图

5 方案设计

5.1 技术路线（技术路线见图3）

5.1.1 内涝治理：通过源头低影响开发构建，削减源头径流雨水；雨水管道改造，提升区块排水能力至设计重现期2年一遇，应对短历时降雨；通过控制湖泊溢流水位,增加湖泊调蓄能力，应对长历时降雨。

5.1.2 湖泊水质治理：对学校的排水系统进行雨污分流，杜绝污水进入范蠡湖；在源头、中部和末端分别采用相应的低影响开发技术手段，净化、控制径流雨水，削减面源污染，保障入湖水质；恢复桥下管涵，沟通东西湖泊，恢复水体流动性；构建人工循环设施，建设生态驳岸，建立水体自净化系统，净化湖泊水质。

5.2 竖向设计

5.2.1 竖向设计说明

1）设计原则：依据现状地形资料，按就近排入LID设施为原则划分汇水区域。

2）设计总体控制：以范蠡湖为雨水出路点，区块整体地势北高南低，整体地势平坦。

5.2.2 竖向设计布置

根据地形资料可知，现状场地较为平整，除实验初中内报告厅南侧和篮球场高程较低，分别为2.66m、2.95m和2.14m外，其余区域平均高程在3.15m左右。设计场地的高差主要由土方堆坡产生，生物滞留设施最低处为标高最低处，标高为2.84m ~ 3.03m。

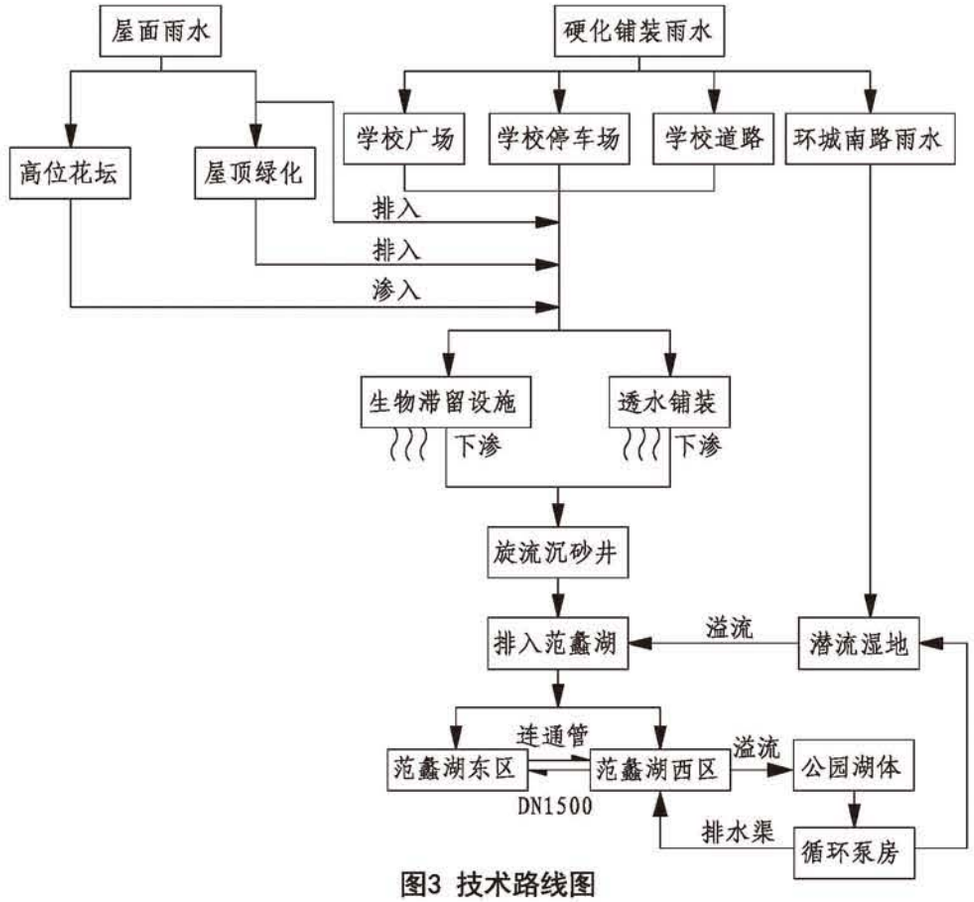


图3 技术路线图

根据现状场地高程条件和LID设施设计要求，对中学内排水区域进行了划分,共划分出11个排水分区，具体如下:

1）体育馆、东教学楼排水区（S1）:

屋面雨水→雨水断接（高位花坛）→溢流雨水进入雨水管道→旋流沉砂井→范蠡湖调蓄;

路面雨水→雨水口收集进入雨水管道→旋流沉砂井→范蠡湖调蓄。

2）东侧主路排水区（S2）:

路面雨水→透水混凝土路面→溢流雨水口进入雨水管道→旋流沉砂井→范蠡湖调蓄。

3）足球场排水区（S3）:

场地雨水→排水沟收集进入雨水管道→旋流沉砂井→范蠡湖调蓄。

4）东侧主路汇水区（S4）：

路面雨水→透水混凝土路面→溢流雨水口进入雨水管道→旋流沉砂井→范蠡湖调蓄。

5）学生宿舍及食堂汇水区（S5）：

屋面雨水→雨水断接（高位花坛)/生物滞留设施→溢流雨水进入雨水管道→旋流沉砂井→范蠡湖调蓄;

路面雨水→透水混凝土路面→生物滞留设施→溢流雨水口进入雨水管道→旋流沉砂井→范蠡湖调蓄。

6）篮球场汇水区（S6）：

场地雨水→排水沟收集进入雨水管道→旋流沉砂井→范蠡湖调蓄。

7）图书馆、报告厅汇水区（S7）：

屋面雨水→屋顶绿化或雨水断接（高位花坛）→溢流雨水进入雨水管道→旋流沉砂井→范蠡湖调蓄;

路面雨水→雨水口收集进入雨水管道→旋流沉砂井 → 范蠡湖调蓄。

8）文保所汇水区（S8）：

屋面雨水→雨水断接（高位花坛）→溢流雨水进入雨水管道→范蠡湖调蓄;

路面雨水→透水混凝土路面/生物滞留设施→溢流雨水口进入雨水管道→范蠡湖调蓄。

9）六角楼汇水区（S9）：

屋面雨水→屋顶绿化→溢流雨水进入雨水管道→旋流沉砂井→范蠡湖调蓄;

路面雨水→透水砖铺装路面或生物滞留设施→溢流雨水口进入雨水管道→旋流沉砂井→范蠡湖调蓄。

10）科技楼汇水区（S10）：

屋面雨水→屋顶绿化或雨水断接（高位花坛）→溢流雨水进入雨水管道→旋流沉砂井→范蠡湖调蓄;

路面雨水→透水砖铺装路面→溢流雨水口进入雨水管道→旋流沉砂井→范蠡湖调蓄。

11）范蠡湖汇水区（S11）：

路面雨水→生态岸线→自流汇入范蠡湖调蓄。

竖向设计详见7-1-2-总1竖向设计图。

5.3 低影响开发设计

5.3.1 规模计算

表4 各下垫面径流系数及面积

下垫面类型	面积（m^2）	占比（%）	径流系数
屋面	11769	23.01	0.90
绿地	9713	18.99	0.25
硬化铺装及停车位	24638	48.18	0.85
水域	5021	9.82	1.00
合 计	51141	100	0.76

根据年径流总量控制率目标为80%，对应的设计降雨量为24.3mm,按照径流总量计算公式，实验中学平均单日降雨控制量 $W=10\times0.76\times24.3\times5.11=943.7m^3$。

本工程源头LID设施以及末端湖泊调蓄的雨水控制规模为1756.$2m^3$,满足控制要求，具体储水容积计算见表5。

表5 储水容积规模计算

序号	设施项目	设施项目	储水容积（m^3）
1	生物滞留设施	总面积833m^2，下沉式深度取10cm，底部换填种植土壤层（掺50%中粗砂）厚度40cm，孔隙率50%	249.9
2	湖泊调蓄	面积约为5021m^2，设计有效储水高差0.3m	1506.3

5.3.2 设计计算

本工程利用水力模型对项目规模和年径流总量控制率进行计算。模型计算时划分汇水分区如图4所示。各设施详细参数见表6。

表6 低影响开发设施详细参数

低影响开发措施	表层	土壤层			蓄水层		排水层
	蓄水深度（mm）	厚度（mm）	土壤类别	土壤渗透速率（mm/h）	厚度（mm）	孔隙率（%）	盲管管位 (mm)
生物滞留设施	100	400	壤土	2.5	0	0	—
高位花坛	100	300	壤土	2.5	0	0	—
屋顶绿化	0	100	壤土	2.5	0	—	6

5.3.3 低影响开发设施设计布置

1）屋顶绿化:

对六角楼、科技楼及图书馆屋顶进行改造，设置屋顶绿化，形式采用铺装式绿化

屋面，结构层为原屋面找平层+原屋面防水层（保留）+4mm改性沥青防水卷材+隔离层（0.4mm聚乙烯膜）+20mm 1：3水泥砂浆保护层+10mm凹凸型蓄水板+200g/m^2 无纺布过滤层+10cm轻质种植土(饱和水容重不大于1100kg/m^3）+植被层。本工程设置屋顶绿化面积为993m^2。

2）生物滞留设施:

在学生宿舍楼北侧、六角楼南侧局部区域及文保所内设置生物滞留设施，总面积833m^2。生物滞留设施上部下沉式深度取10cm，底部换填种植土壤层(掺50%中粗砂）厚40cm，孔隙率50%。

3）雨水断接:

在科技馆、行政楼、教学楼、体育馆、食堂、学生宿舍及报告厅等有条件的地方设置高位花坛对雨水进行断接，雨水断接共52处。

4）透水铺装:

在足球场两侧南北向主道路通过路面翻修，设置透水混凝土路面，面积为 3690m^2，该路面结构形式采用15cm粗砂层+30cm碎石层+18cm C30水泥混凝土。

其他区域的路面翻修都采用陶瓷透水砖路面,结构形式为15cm级配碎石垫层+15cm C20透水水泥混凝土基层+2cm粗砂找平层（外侧0.5m采用M10水泥砂浆）+5.5cm陶瓷透水砖面层，翻修面积为1560m^2。

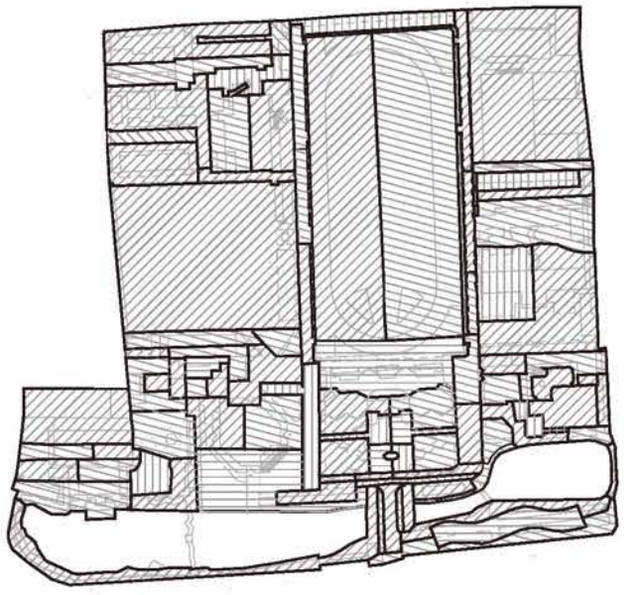


图4 模型计算汇水分区划分图

5.4 排水系统设计

5.4.1 污水系统

1）水力计算:

实验初中目前在校学生约900人，最高日用水定额取30L/（人·d），教职工约100人，最高日用水定额取50L/（人·d），职工与学生食堂按25L/（人·次），排水定额按给水定额的90%计，使用时间取8h，时变化系数取1.5。最高日最高时污水量计算如下:

$(900\times30+100\times50+25\times1000)/8\times0.9\times1.5=9619L/h=2.7L/s$

本工程设计污水管管径取DN300,坡度采用3‰,充满度取0.55，排水能力为53L/s，日排水能力为4500m^3/d，满足要求。

2）管网布置:

本次设计污水管管长约623m，自南向北铺设，污水最终向北排入杨柳弯路合流管。布置如下:

在实验初中内足球场东侧、行政楼西侧现状合流管原管位处重新敷设一条DN300污水主管，长约154m，污水主管收集六角楼北侧、科技馆北侧、教学楼南侧污水后自南向北排入杨柳湾路DN450合流管。中学内篮球场北侧,在学生宿舍楼和食堂中间新建一条DN300污水主管，长约55m，污水主管收集学生宿舍楼、食堂和西大楼污水后自南向北排入杨柳湾路DN450合流管。

5.4.2 雨水系统

1）水力计算:

中学陆域面积为46165m^2，其中汇入管网面积约3.5hm^2，其余部分通过地面径流入湖，改造完成后径流系数为0.68，按照2年一遇设计重现期计算，雨水设计秒流量为:$Q=255\times0.68\times3.5=607L/s$。

本次工程设计两条雨水干管，最大管径为DN600，坡度采用2.5‰，按满流计算，单管最大排水能力为307.5L/s，总排水能力615L/s，满足要求。

2）管网布置:

本工程设计管道总长约571m，自北往南铺设，雨水最终排入范蠡湖，布置如下:

在足球场西侧重新敷设一条DN400～DN600雨水主管，长约205m，雨水主管收集学生宿舍南侧、食堂南侧、篮球场、足球场西片及道路雨水；同时，在足球场东侧新建一条DN400～DN600雨水管，长约166m，收集足球场东片雨水及道路雨水，两条主管最终均自北向南排入范蠡湖。整个实验初中除东片体育馆、行政楼、科技馆、教学楼和西片食堂、学生宿舍北侧雨水仍然进入杨柳湾路合流管外，其余均向南排入范蠡湖。

5.4.3 湖泊治理

1）范蠡湖调蓄

范蠡湖水面面积约为5021m^2，设计溢流水位为黄海1.8m，常水位为黄海1.5m，补水位为黄海1.3m，范蠡湖设计有效储水高差0.3m，达到溢流水位时，范蠡湖可容纳的雨水量为 5021×0.30=1506.3m^3，可以有效控制中学雨水不外排。

2）范蠡湖生态循环:

在学校主路口道路下新铺一根DN1500管道，连通范蠡湖东西两侧水域。

在范蠡湖西侧设置循环水泵站，将范蠡湖的水提升至东侧的景观区和潜流湿地，通过跌水曝气和潜流湿地对湖水进行生态处理，处理后的水回流入范蠡湖，使湖水得到不断的循环，改善湖水水质。泵站采用潜水提升泵，设计流量为70m^3/h，循环管管径采用DN200，管长250m。

3）潜流湿地:

潜流湿地设置在校园东南角，潜流湿地占地面积549m^2；分两层设计,上层标高为黄海3.3m，下层标高为黄海2.3m；结构层采用70cm砾石层+10cm粘土层+10cm细砂层，设计处理能力为6m^3/h，每天运行8h。

4）生态浮岛、生态驳岸:

本工程在范蠡湖设置生态浮岛和生态驳岸。其中增设生态浮岛140m^2,位于范蠡湖中央，用于净化水体；沿范蠡湖一周设置生态驳岸，设计长度410m，通过驳岸植物、微生物、土壤的共同作用，净化水质。

6 指标核算

根据模型模拟，本项目经海绵城市改造后，在2年一遇2h(63mm)短历时降雨条件下，区块内雨水管道排水能力满足要求，在2011年～2015年长历时（1min步长）下，年径流总量控制率为83.28%。

表7 海绵改造前后对比

建设阶段	控制目标				
	年径流总量控制率	雨水综合处置率	污水收集率	综合径流系数	雨水管渠重现期
改造前	52.5%	0	60%	0.72	<1年
改造后	83.28%	100%	100%	0.69	2年

7 运行维护要求（略）

8 工程概算（略）

9 附表

表8 建设项目海绵设施建设目标表

序号	指标类型	指标名称	上位规划	方案设计
1	控制性指标	年径流总量控制率（%）	80	83.28
2		年径流污染控制率（%）	≥40（以SS计）	41.64
3		雨水管网设计重现期（年）	2	2
4	生态指标	生态指标一（下沉式绿地率,%）	—	8.58
5		生态指标二（透水铺装率,%）	—	21.31
6		生态指标三（屋顶绿化率,%）	—	8.44
7		设计综合雨量径流系数	—	0.69

表9　建设项目海绵城市专项设计方案自评表

指标				备注
年径流总量控制率目标（%）				80
年径流总量控制率目标对应设计降雨量（mm）				24.3
下垫面解析	排水分区个数	11		—
	排水口个数	1		—
	屋顶	总面积（m^2）	11769	—
		屋顶绿化面积（m^2）	993	—
		其他软化屋顶面积（m^2）	0.0	—
	铺装面积	总面积（m^2）	24638	—
		透水铺装面积（m^2）	5250	—
	绿化	总面积（m^2）	9713	—
		水体面积（m^2）	5021	—
	综合雨量径流系数	—	0.68	—
设施核算	具有控制容积的设施	总容积（m^3）	1756.2	—
		地表水体（景）调蓄容（m^3）	1506.3	—
		生物滞留设施蓄水容积（m^3）	249.9	—
		地下蓄水设施蓄水容积（m^3）	0.0	—
		雨水桶蓄水容积（m^3）	0.0	—

续表9

指标				备注
竖向用地控制	地下建筑	户外出入口挡水设施高度（m）	—	无地下建筑
	内部场平	高出相邻城市道路高度（m）	0.12～0.23	—
	地面建筑	室内外正负零高差（m）	0.0	—
综合自评		控制性评价指标	目标值	完成值
		年径流总量控制率（%）	80	83.28
		年径流污染控制率（%）	40	41.64
		雨水管网设计重现期（年）	2	2
		生态指标	目标值	完成值
		生态指标一（下沉式绿地率目标值,%）	—	8.58
		生态指标二（透水铺装率,%）	—	21.31
		生态指标三（屋顶绿化率,%）	—	8.44
		结论	本地块控制性指标达标，生态指标达标	



北

图 例

图 例	名 称
	用地红线
	汇水分区线
	汇水方向
S11	排水分区编号
3.05	地面绝对标高
	透水铺装
	透水混凝土路面
	屋顶绿化
	生物滞留设施
	潜流湿地
	高位花坛
	生态浮岛
	生态驳岸
	湖泊

7-1 方案设计			7-1-2-总1竖向设计图						图集号	22HM001-1
审核	郑克白	郑克白	校对	李曼	李曼	设计	楼诚	楼诚	页	2-1-73



北

图例及设施规模

图　例	名　称	规　模
	用地红线	—
47.30 (±0.00)	室内设计标高	—
	道　路	—
	透水铺装	1560m²
	透水混凝土路面	3690m²
	屋顶绿化	993m²
	生物滞留设施	833m²
	潜流湿地	549m²
	高位花坛	52座
	生态浮岛	140m²
	生态驳岸	558m²
	湖泊	5021m²

7-1 方案设计			7-1-3-总2海绵设施平面图					图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	李曼		设计	楼诚	页	2-1-74

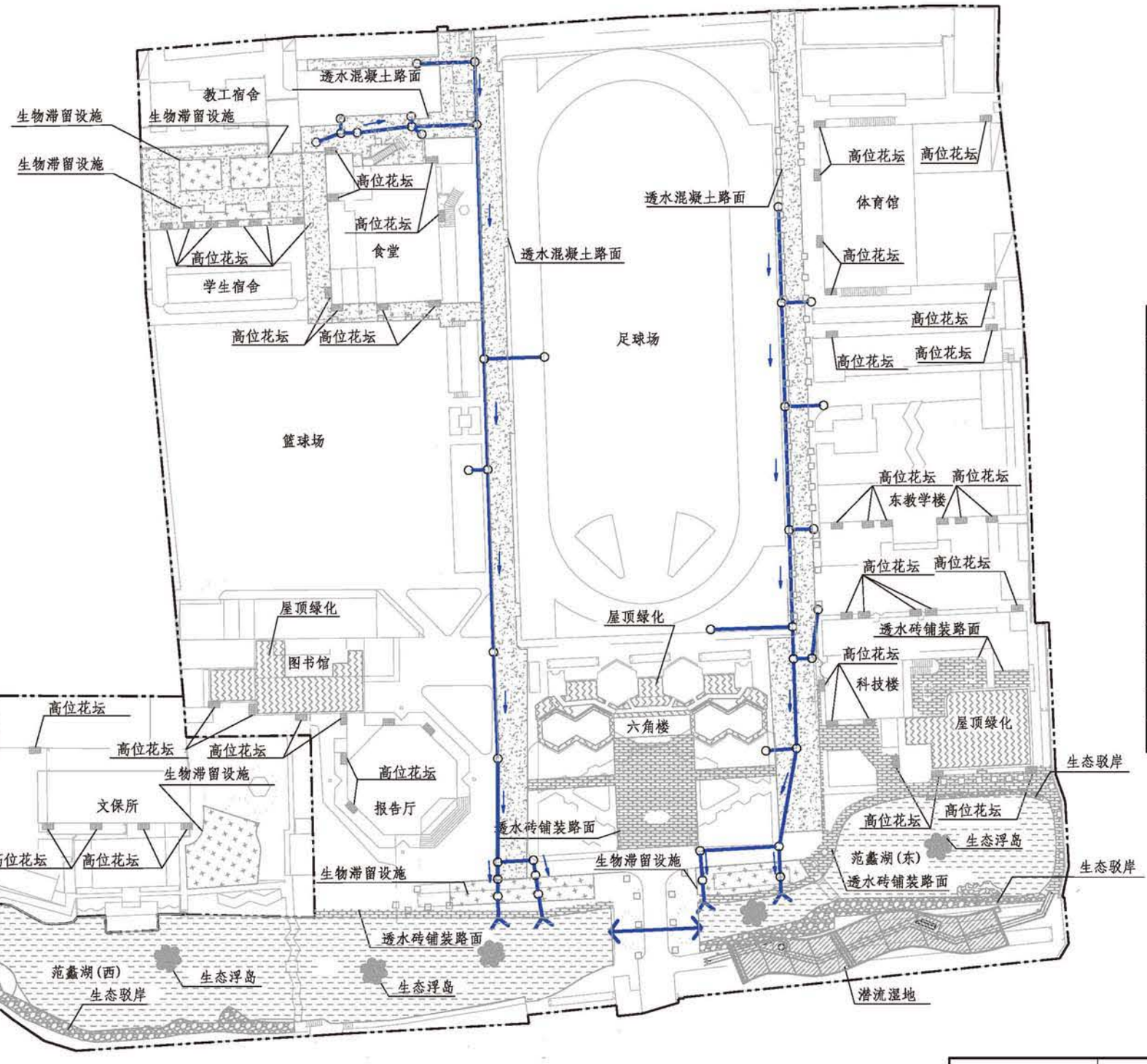


图 例

图 例	名 称
	用地红线
	雨水管
	水流方向
	检查井
	透水铺装
	透水混凝土路面
	屋顶绿化
	生物滞留设施
	潜流湿地
	高位花坛
	生态浮岛
	生态驳岸
	湖泊

7-1 方案设计			7-1-4-水1雨水管线平面图						图集号	22HM001-1
审核	郑克白	郑克白	校对	李曼	李曼	设计	楼诚	楼诚	页	2-1-75

8 福建省厦门市某厂区海绵城市建设改造设计

8-1-1 海绵改造工程设计说明

厦门市位于华东地区，属亚热带海洋性季风气候，为低山丘陵区，本项目为改造项目。海绵改造需完成现有控制指标，且在示范和推广意义上有积极作用。围绕厦门马銮湾片区海绵城市建设理念，综合运用旱溪、雨水花园、下沉式绿地、透水铺装、调蓄水池、植被浅沟、散水沟改造、雨水口引流等改造措施，实现年径流量控制率达到70%，有效控制面源污染，满足海绵城市建设要求。

1 项目概况

1.1 项目位置：项目位于厦门市海沧区阳光路南侧。

1.2 项目规模：建设用地面积216783mm^2，总建筑面积95343m^2，铺装道路面积65242m^2，绿地面积54808m^2，水体面积1390m^2。

1.3 项目性质：项目为工厂区改造项目。

2 设计依据

2.1 项目批复（建设批复）

2.2 上位规划

《厦门市海绵城市建设试点城市实施计划》

《厦门市海绵城市专项规划》

2.3 地方标准

《海绵城市建设工程材料技术标准（试行）》DB 3502/Z 5011-2016

《厦门市海绵城市建设技术规范》

2.4 技术资料

2.4.1 气象降雨

本项目属亚热带海洋性季风气候，秋冬季（10月至翌年2月上旬）受来自大陆的干冷气流影响干燥少雨，春夏季（2月上旬至9月）受来自海洋的温暖潮湿气流影响潮湿多雨。马銮湾海绵城市建设试点区多年平均降雨量1427.9mm，由西北向东南递减，在华南属少雨地区，是淡水资源匮乏的海湾城市之一。常年平均湿度为77%，10月～12月最低（69%～70%），3月～8月最高（82%～86%）。常年日照总时数为1953h，7月最多（达248h），2月最少（99h）。根据年降雨径流控制率分区图，厦门市位于第四分区，试点区径流控制率范围为70%≤α≤85%。

2.4.2 土壤及地下水

试点区勘测点土壤的渗透性和含水能力一般。试点区表层土壤为人工填土，渗透性较好，土层厚度较薄，以未压实的砂质粘土和砾石为主，渗透系数10^{-5}cm/s。第二层土壤为粉质粘土、淤泥质粘土，透水性差，土层较厚，以粘、粉颗粒和淤泥为主，渗透系数10^{-7}cm/s。第二层土壤为隔水层，以上地下水为潜水，水位变化大，受降雨影响显著；以下的地下水为承压水，由补给区补水，受上方降雨影响较少。试点区地下潜水位较高，沿湾地区地下水位高于南部地势较高地区，受降雨影响明显。所有测点的最高水位均为设计标高以下0.5m，对海绵城市设施建设影响较大。

2.4.3 水文特征

防潮标准：100年一遇；

马銮湾海域100年一遇高潮位：4.42m；

马銮湾海域50年一遇高潮位：4.33m；

防潮设施：马銮海堤、闸门和马銮湾内护岸；

马銮海堤竖向控制：7.8m；

马銮海堤运行工况：闸门平时开放，在风暴潮遇大暴雨期间关闭闸门；马銮湾内纳潮水位控制在3.56m；湾内防潮依靠湾内护岸，护岸最低高程4.5m。

2.4.4 市政接口

北侧两个排出口接入市政排洪沟；厂区内生产生活污水通过污水管线排向北侧市政污水管道。

3 设计目标

3.1 年径流总量控制率

根据《厦门市海绵城市建设试点城市实施计划》要求，厦门海绵城市年径流总量控制率为70%，对应设计降雨量为26.8mm。排水防涝标准为有效应对50年一遇24h设计暴雨，居民住宅和工商业建筑物的底层不进水；保证道路中单向至少一条车道的积水深度不超过15cm，其他地区达到相应排水防涝标准要求。

3.2 径流污染削减率及水资源利用率

根据《厦门市海绵城市建设试点城市实施计划》要求，厦门海绵城市建设中雨水径流污染、合流制管渠溢流污染需得到有效控制，径流污染总悬浮颗粒（SS）去除率需达到45%以上；实施计划还要求雨水资源利用率比例不低于3%。

4 项目分析

4.1 竖向分析

4.1.1 场地竖向：南高北低，竖向最高点位于场地东南角，高程为25.53m，最低点位于西北角，高程为24.00m。部分道路两端高程一致，无纵坡。

4.1.2 地表径流：厂区内雨水由南向北汇集；东西向雨水由次级路向邻近的主要道路汇集。

4.1.3 屋面径流：根据现有条件已知铝箔车间屋面雨水为南北两侧双坡排水，成品库打包间屋面雨水单侧向右排水。屋面雨水通过雨落管流向建筑散水，进而流入邻近绿地或道路。

4.2 管网分析

4.2.1 雨水管网：雨水通过道路两侧雨水口进入雨水管，并由南向北汇流，通过北侧两个排出口接入市政排洪沟。场地内没有雨水利用设施，雨水直接排出厂区。

4.2.2 污水管网：厂区内生产生活污水通过污水管线排向北侧市政污水管道。厂区北侧设有一处污水净化池，污水排出前进入净化池，处理后用于绿化浇灌。

4.3 下垫面分析

厂区内下垫面分为四类，分别为屋面、道路及铺装、绿地、景观水体。其中屋面占比达到44.0%，面积最大；道路及铺装次之，占比30.1%；硬化下垫面比例达到74.1%；绿地率25.3%。

5 设计方案

5.1 技术路线

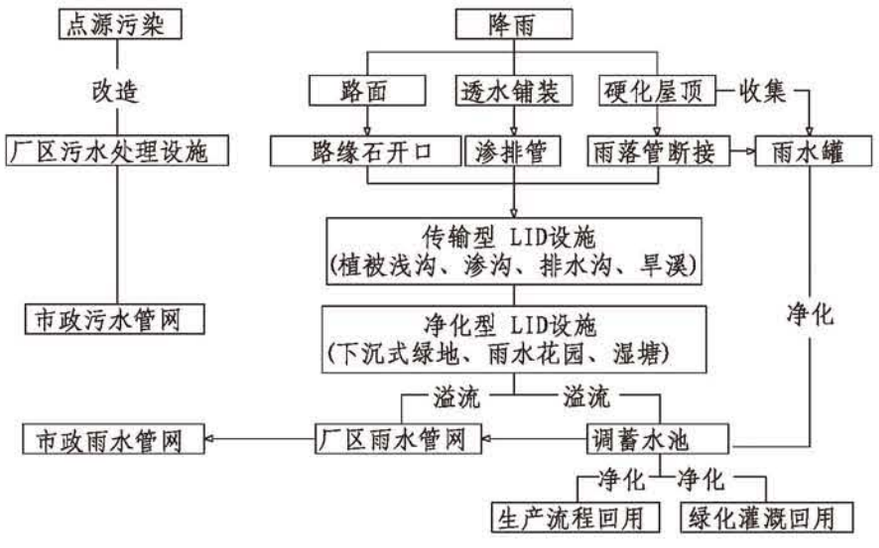


图1 技术路线图

根据厂区绿化空间条件，以绿色基础设施为主，灰色基础设施串联，构建线性LID设施净化体系：雨落管断接控制径流源头，利用植被浅沟、渗沟、排水沟、旱溪转输，延长径流路径；中间设置下沉式绿地、雨水花园、湿塘消解，配植对污染源净化功能较强的草本及花灌木植物种类，对径流调蓄净化；净化雨水通过溢流管网传输到末端地埋式蓄水池收纳回用，最终实现LID设施径流污染控制的目标。

5.2 系统计算

排水分区的确定综合考虑了厂区内地表竖向径流、地下雨水管线流向及屋顶雨水排放组织，将产流区域根据排水流向分为若干排水分区。海绵设施主要在径流进入雨水支管前以及汇入雨水干管前改变雨水流向，将其引导至雨水调蓄设施。根据这一原则本项目共分为2个排水分区。

一号排水分区总面积92712m^2，通过设置绿化屋面，将径流系数由0.72降为0.70。设置植被浅沟、雨水花园、下沉式绿地等LID设施滞蓄雨水，使调蓄容积达到1669.6m^3；另有69.7m^3雨水在场地无法消纳，则在场地北侧雨水管网末端设置120m^3的调蓄水池进行调蓄。总调蓄容积达到1789.6m^3，满足该排水分区指标要求。

二号排水分区总面积124071m^2，总产流量2227.8m^3，通过设置植被浅沟、雨水花园、下沉式绿地及湿塘等设施滞蓄雨水，使调蓄容积达到2339.2m^3，满足该排水分区指标要求（详见表1）。

表1 年径流总量控制目标计算表

下垫面类型	径流系数	面积1（m^2）	面积2（m^2）
水景	1.0	1390	0.0
绿地	0.15	20597	34211
硬质场地、道路	0.9	31500	25800
硬质屋面	0.9	32200	58993
绿化屋面	0.4	4150	0.0
透水铺装	0.4	2875	5067
面积合计	—	92712	124071
雨量综合径流系数	—	0.70	0.67
目标径流控制量（m^3）	—	2484.7	3325.1
现状径流控制量（m^3）	—	745.4	1097.3
海绵设施需滞蓄量（m^3）	—	1739.3	2227.8
下沉式绿地面积（m^2）	—	5456.0	5350.7
雨水花园面积（m^2）	—	1738.0	83.5
湿塘面积（m^2）	—	0	2113.1
植被浅沟面积（m^2）	—	1154.0	979.2
调蓄水池容积（m^3）	—	120	0

5.3 设施设计

5.3.1 绿化屋面

绿化屋面能够有效控制屋顶径流，利用植物吸纳截留雨水，起到削减径流量、延缓径流峰值的作用。考虑到厦门的季风性海洋气候条件，此次改造主要选择工业园内具有建设条件的办公楼，采用移动式种植钵的形式，成规模地设置绿化屋面，最大限度地改变下垫面径流系数。

5.3.2 透水铺装

结合工厂生产的实际情况，将主要道路保留为承载力更强的不透水铺装；对局部的广场铺装，通过面层基层全透性的形式改造；对大面积集中的停车场，采用基层不透水、面层透水的形式改造，适度增加基层的厚度，保障地面的承载力。

5.3.3 植被浅沟

本项目将道路上的现状雨水口进行封闭、该位置处的路缘石开口、植被浅沟内设置溢流雨水口，使一般雨量都能先进入海绵设施，而大暴雨时又使厂区不会有受淹的危险，减少工程量及对厂区影响小。路缘石开口使车行道上雨水通过引流槽汇入绿化带，具有展示示范性。临建筑物的绿地，雨落管断接后导入植被浅沟控制径流源头，利用植被浅沟传输，延长径流路径。

5.3.4 下沉式绿地、雨水花园、湿塘

中端设置下沉式绿地、雨水花园、湿塘，承接植被浅沟和引流槽导入的雨水。此外，散水沟结合下沉式绿地等设施改造成绿地，增加厂区绿化率。在上述设施中配置对污染源净化功能较强的草本及花灌木植物种类，充分利用绿化带的净化作用对径流调蓄净化。

5.3.5 调蓄水池

净化雨水通过溢流管网传输到末端地埋式调蓄水池收纳、净化、回用，实现LID设施径流污染控制的目标。

表2 海绵设施一览表

设施类型	设施总计（m^2/m）	①（m^2/m）	②（m^2/m）
下沉式绿地	10806.7	5456.0	5350.7
绿化屋面	4150	4150	0.0
雨水花园	1821.5	1738	83.5
湿塘	2113.1	0.0	2113.1
植被浅沟	2133.2	1154.0	979.2
透水铺装	7942	2875	5067
调蓄水池	120	120	0

5.4 指标核算

5.4.1 年径流总量控制率核算

通过指标细化核算优化低影响开发体系的布局，由于工业园区海绵改造的特殊性，厂区难以满足调蓄任务，需要将数据反馈给上位规划，在排水分区内部进行调整，或在分区末端设置大型调蓄设施来保障区域的水安全。

表3 年径流总量控制率核算表

规划面积（m^2）	目标径流控制量（m^3）	现状径流控制量（m^3）	海绵设施需滞蓄量（m^3）	设计径流控制量（m^3）
216783.0	5809.8	1842.7	3967.1	4128.8

5.4.2 年径流污染控制率核算

根据单体海绵设施的径流控制量和当地典型设施对应的径流污染削减率，加权平均得出项目海绵设施径流污染削减率，再利用项目年径流总量控制率与海绵设施径流污染削减率相乘，得出项目年径流污染控制率为51.5%。

5.4.3 雨水资源利用率核算

表4 雨水资源利用率核算表

目标调蓄容积	调蓄水池	实际调蓄容积	雨水资源利用率	雨水利用量
3967.1m^3	120.0m^3	4128.8m^3	3%	5884.44m^3/年

6 工程概算（略）

7 附表

表5 建设项目海绵设施建设目标表

序号	指标类型	指标名称	目标值	设计值
1	控制性指标	年径流总量控制率（%）	70	71
2		年径流污染控制率（%）	45	51.5
3		雨水管网设计暴雨重现期（年）	3	3
4	生态指标	下沉式绿地率（%）	—	19.7
5		透水铺装率（%）	—	12.2
6		种植屋面率（%）	—	4.4

表6　建设项目海绵城市专项设计方案自评表

指标类型	指标			备注
下垫面解析	用地面积（m^2）		216783	—
	屋顶	总面积（m^2）	95343	—
		绿化屋面面积（m^2）	4150	—
		其他软化屋顶面积（m^2）	0	—
	铺装	总面积（m^2）	65242	—
		透水铺装面积（m^2）	7942	—
	绿地和水体	总面积（m^2）	56198	—
		绿地面积（m^2）	54808	—
		水体面积（m^2）	1390	—
	综合径流系数	—	0.7	—
设施核算	具有控制容积的的设施	总容积（m^3）	4128.8	—
		地表水体调蓄容积（m^3）	0	—
		生物滞留设施蓄水容积（m^3）	2525.6	—
		湿塘蓄水容积（m^3）	1056.6	—

续表6

指标类型	指标			备注
设施核算	具有控制容积的的设施	植被浅沟蓄水容积（m^3）	426.6	—
		地下蓄水设施蓄水容积（m^3）	120	—
		雨水桶蓄水容积（m^3）	0	—
竖向用地控制	地下建筑	户外出入口挡水设施高度（m）	0.15	—
	内部场平	高出相邻城市道路高度（m）	0.3～1.0	—
	地面建筑	室内外正负高差（m）	0.45～0.8	—
综合自评	控制性指标		目标值	完成值
	年径流总量控制率（%）		70	71
	年径流污染控制率（%）		45	51.5
	雨水管网设计重现期（年）		3	3
	生态指标		目标值	完成值
	下沉式绿地率（%）		—	19.7
	透水铺装率（%）		—	12.2
	种植屋面率（%）		—	4.4

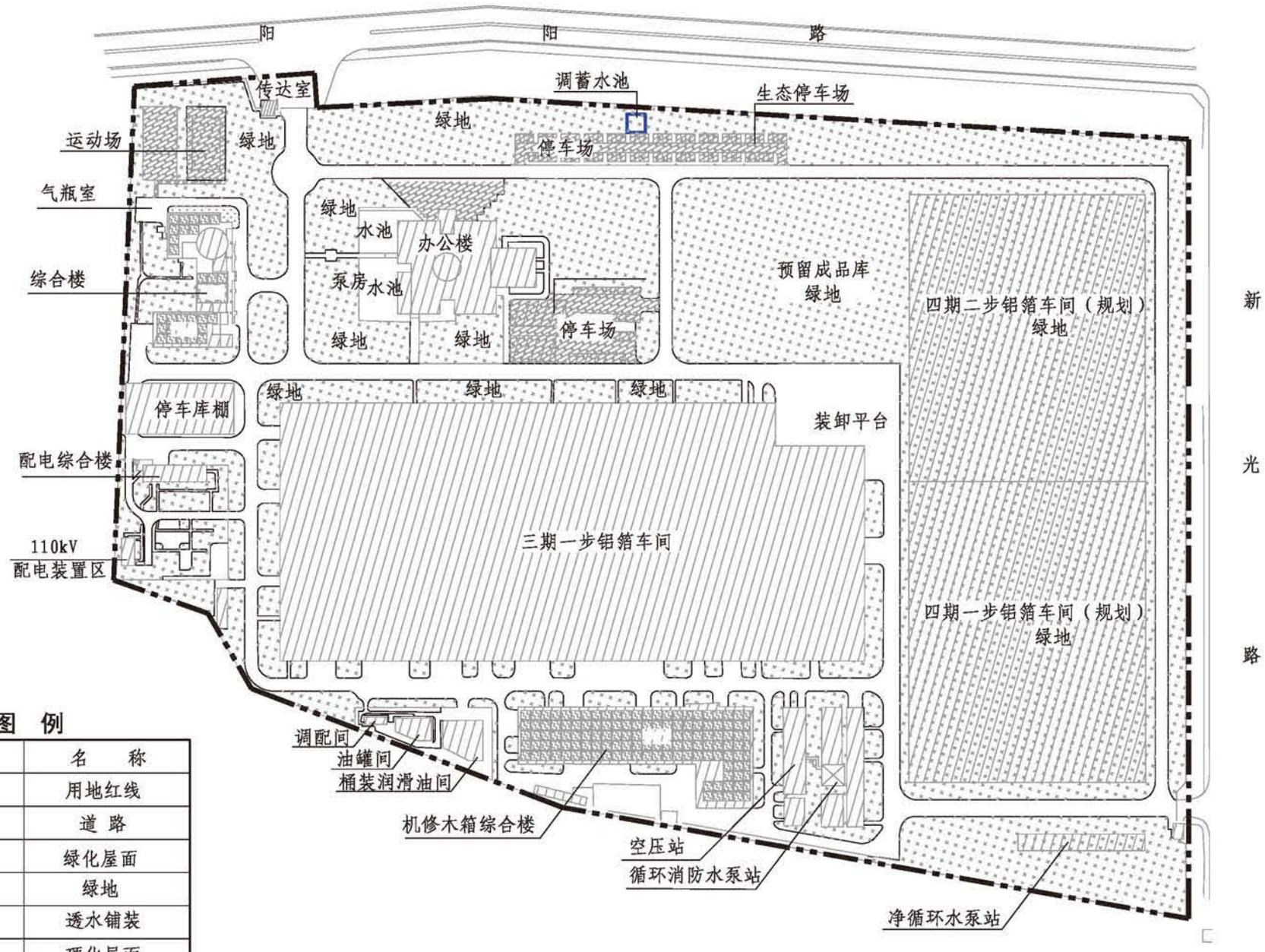


图　例

图　例	名　称
	用地红线
	道　路
	绿化屋面
	绿地
	透水铺装
	硬化屋面
	水面

8-1 方案设计			8-1-2-总1总平面布置图					图集号	22HM001-1
审核	郑克白	郑克白	校对	李曼	李曼	设计	达周才让	达周才让	页	2-1-80

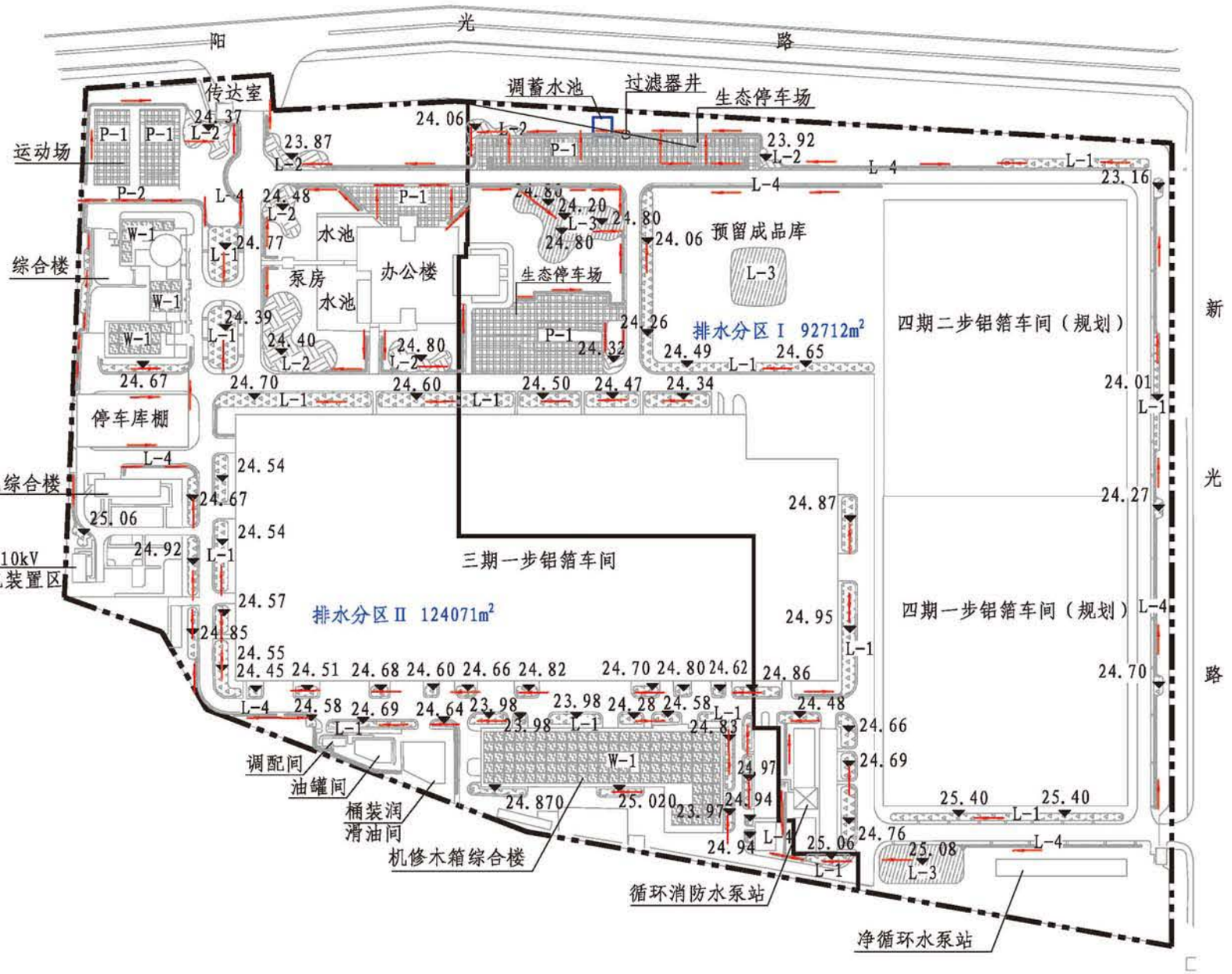
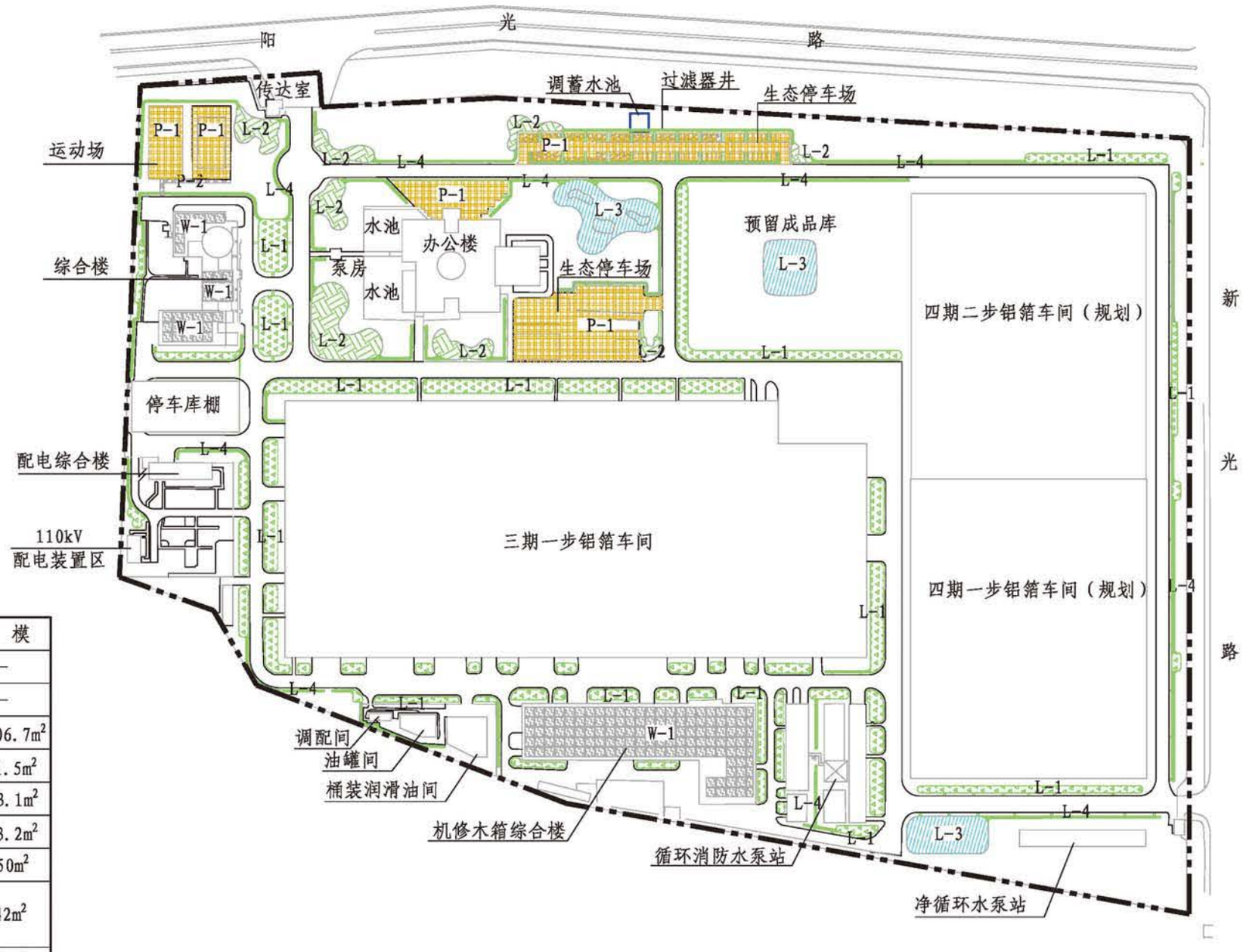


图 例

图 例	名 称	代 码
	用地红线	—
	排水分区线	—
	排水方向	—
XX.XX	地面绝对标高	—
	道 路	—
	下沉式绿地	L-1
	雨水花园	L-2
	湿塘	L-3
	植被浅沟	L-4
	承载透水铺装	P-1
	透水人行道	P-2
	绿化屋面	W-1
	调蓄水池	—

8-1 方案设计			8-1-3-总2竖向设计图					图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	李曼		设计	达周才让	页	2-1-81



图例及设施规模

图　例	名　称	代 码	规　模
	用地红线	—	—
	道 路	—	—
	下沉式绿地	L-1	10806.7m²
	雨水花园	L-2	1821.5m²
	湿塘	L-3	2113.1m²
	植被浅沟	L-4	2133.2m²
	绿化屋面	W-1	4150m²
	承载透水铺装	P-1	7942m²
	透水人行道	P-2	
	调蓄水池	—	120m³

8-1 方案设计			8-1-4-总3海绵设施平面图					图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	李曼		设计	达周才让	页	2-1-82

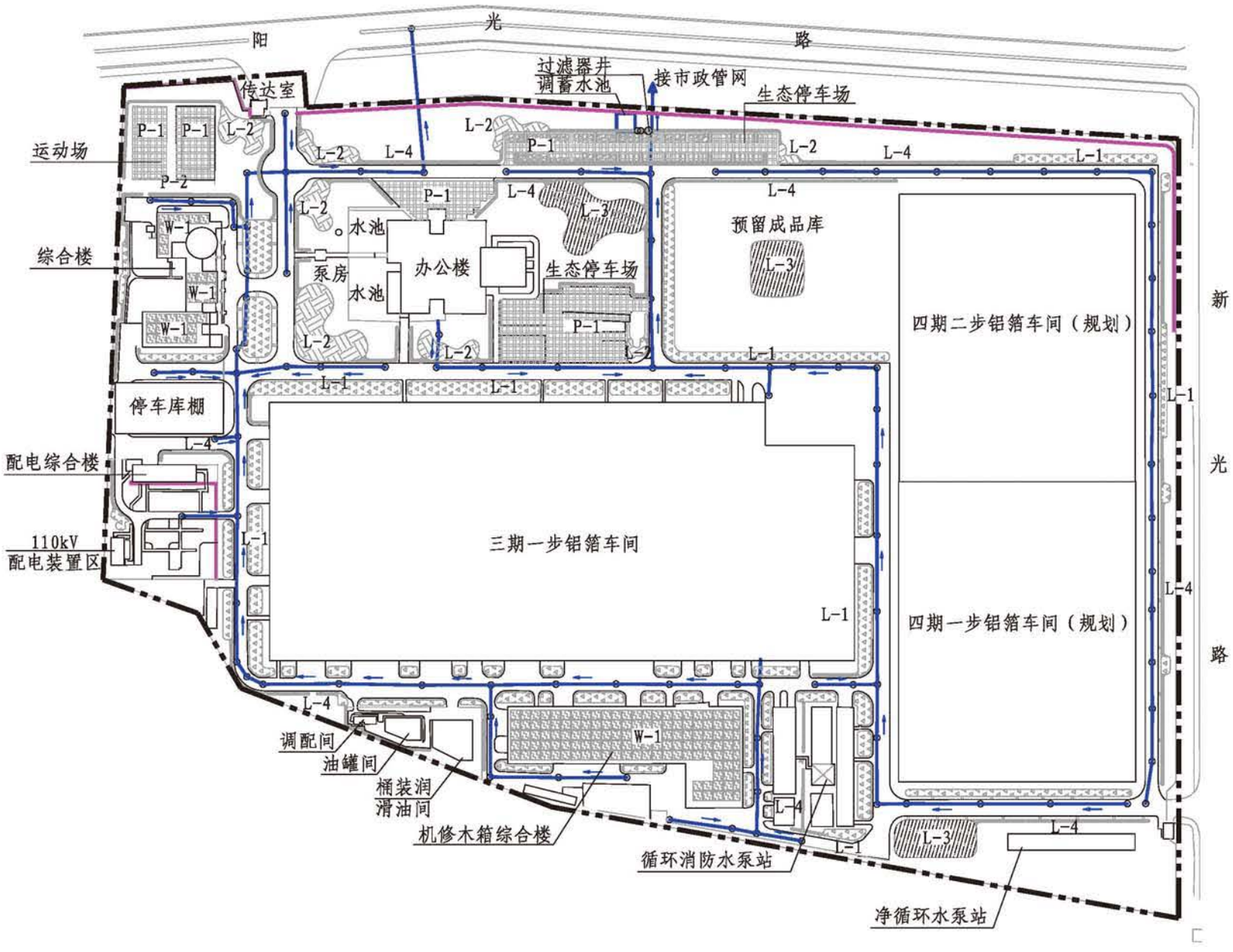


图 例

图 例	名 称	代 码
	用地红线	—
	雨水管	—
	水系设施	—
	水流方向	—
	检查井	—
	道 路	—
	下沉式绿地	L-1
	雨水花园	L-2
	湿 塘	L-3
	植被浅沟	L-4
	承载透水铺装	P-1
	透水人行道	P-2
	绿化屋面	W-1
	调蓄水池	—

8-1 方案设计			8-1-5-水1雨水管线平面图					图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	李曼		设计	达周才让	页	2-1-83

屋顶绿化示例说明

1 示例说明

本图集选取了华东、西北等不同地区已建成并具有代表性的3个案例，包括花园式屋顶绿化、简单式屋顶绿化和种植容器式屋顶绿化，涵盖了新建项目和改造项目。通过示例给出了不同类型的屋顶绿化在海绵城市雨水截流、入渗等效果方面的差异，以及屋顶绿化的指标核算。本图集示例的图纸仅表达源头减排相关内容，其他关于园林方案和平面的相关内容未表达，供设计人员、施工人员参考使用。

2 示例介绍

项目名称	项目类型	地域	降雨分区	用地性质	海绵设施类型
陕西省西咸新区某办公楼新建花园式屋顶绿化	新建项目	西北地区	II区	行政办公类	花园式屋顶绿化
浙江省嘉兴市某办公楼改建简单式屋顶绿化	改建项目	华东地区	III区	行政办公类	简单式屋顶绿化
贵州省遵义市某少年活动中心改造容器式屋顶绿化	改建项目	西南地区	III区	教育科研类	容器式屋顶绿化

3 设计流程

根据上位规划的要求，确定屋顶绿化的相关指标。屋顶绿化的覆土深度及面积应依据建筑方案和结构荷载确定，根据屋面雨水的排放进行屋面找坡，最后，绘制相关节点图纸。一般适宜地区会在海绵城市二级指标中有屋顶绿化的面积指标要求，需要计算屋顶绿化对于源头减排的贡献。

4 设计依据（专项标准）

《种植屋面用耐根穿刺防水卷材》GB/T 35468-2017
《种植屋面工程技术规程》JGJ 155-2013
《带自粘层的防水卷材》GB/T 23260-2009
《单层防水卷材屋面工程技术规程》JGJ/T 316-2013
《塑料防护排水板》JC/T 2112-2012
《喷灌工程技术规范》GB/T 50085-2007
《微灌工程技术标准》GB/T 50485-2020

1 陕西省西咸新区某办公楼新建花园式屋顶绿化

1-1-1 屋顶绿化说明

本项目位于西北地区的西咸新区，属暖温带大陆季风气候，地形平坦，雨量适中，位于年径流总量控制率分区图II区。四季分明，平均风速1.8m/s，适宜采用屋顶绿化。本项目为新建办公楼，根据屋面的使用需求不同，分别采用花园式屋顶绿化和容器式屋顶绿化，滞留、净化屋面雨水。

1 项目概况

1.1 建设地点

陕西省西咸新区。

1.2 项目概况

项目红线面积为5815.9m^2，屋面面积为3354.9m^2，其中屋顶绿化面积为3040.5m^2。

1.3 案例性质

项目为新建工程，采用花园式屋顶绿化和容器式屋顶绿化。

2 设计目标

根据西咸新区海绵城市建设指标要求，本项目海绵指标应达到年径流总量控制率85%，对应降雨量为19.2mm。结合整体现状，改善硬化情况，打造现代田园式生态建筑。

3 屋面分析

3号楼、8号楼为5层，建筑高度分别为21.9m和19.7m，为上人屋面。10号楼为2层，建筑高度为7.5m，为不上人屋面。屋面现有荷载均为2.0kN/m^2。其中8号楼屋顶有天窗及机房设备，10号楼有天窗。3号楼、8号楼屋顶排水均为建筑内排水，10号楼为立管外排水，详见图1。

4 指标核算

分别统计屋顶的绿化及铺装面积、硬化面积，计算屋面综合径流系数，见表1。

表1 屋面综合径流系数表

序号	楼名	屋顶总面积(m^2)	绿化及铺装面积			硬化面积		综合径流系数
			面积(m^2)	覆土深度(mm)	径流系数	面积(m^2)	径流系数	
1	8号楼	1222.5	1107.2	300	0.4	115.3	0.9	0.45
2	3号楼	846	740.6	300	0.4	105.4	0.9	0.46
3	10号楼	1286.4	1192.7	200	0.5	93.7	0.9	0.53
合计		3354.9	3040.5	—		314.4	—	0.48

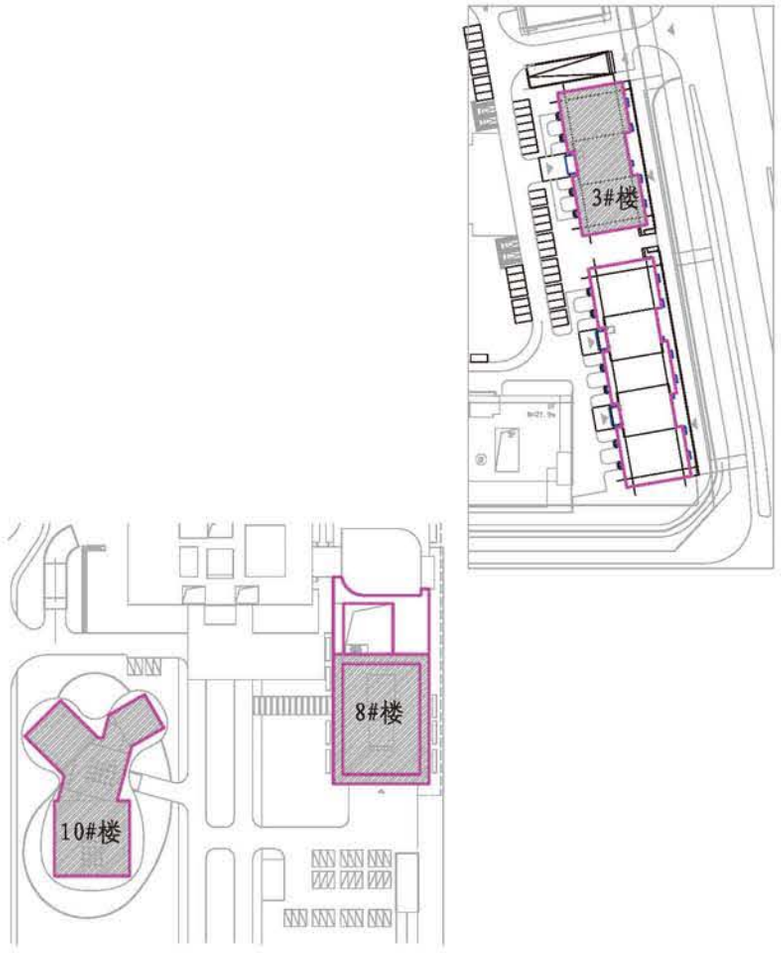
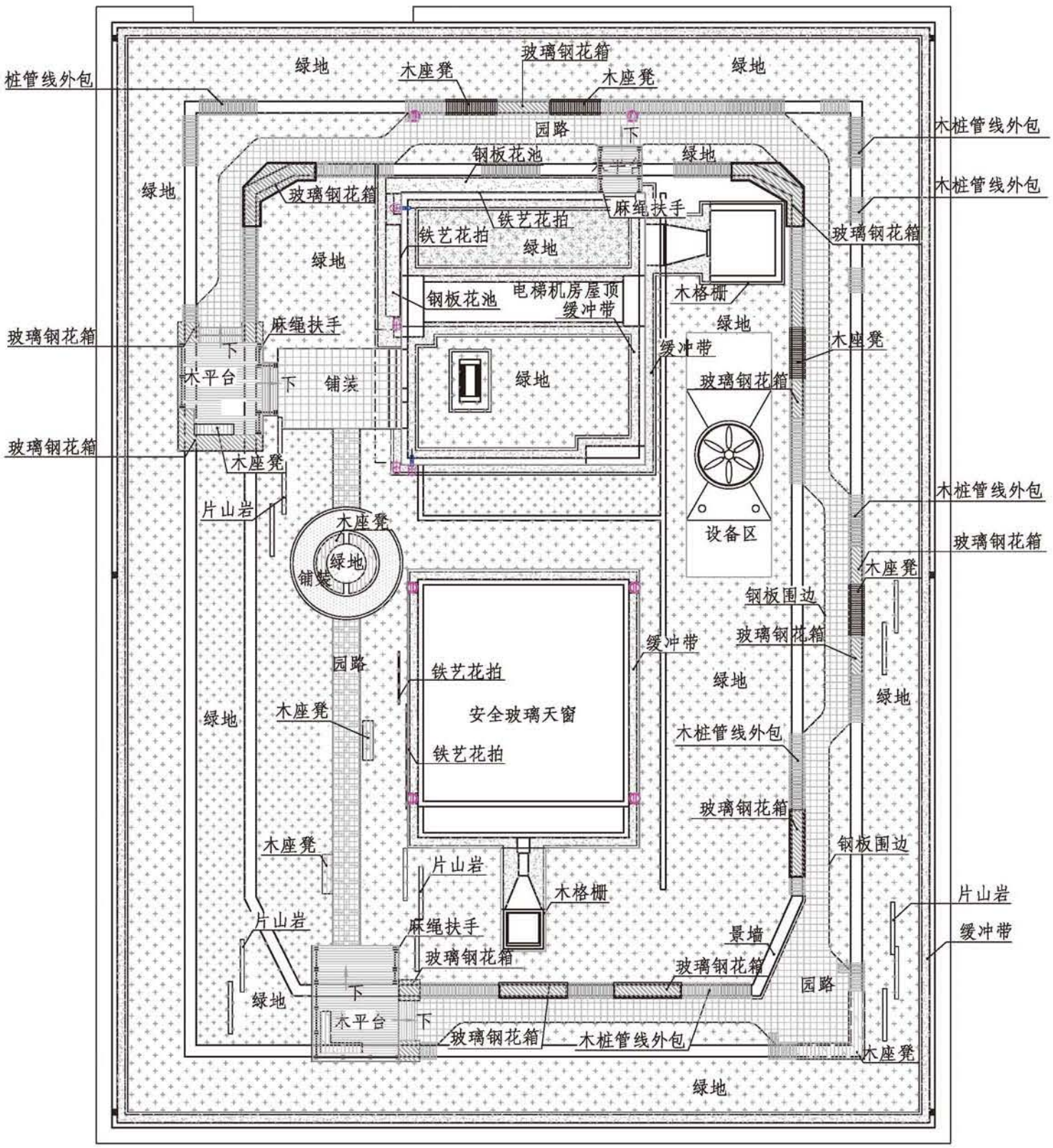


图1 总平面图

本项目屋面总面积为3354.9m^2。3号楼、8号楼采用花园式屋顶绿化，屋顶绿化区域为1847.8m^2，覆土深度300mm，径流系数取0.4。10号楼采用简易式屋顶绿化，屋顶绿化区域为1192.7m^2，覆土深度200mm，径流系数取0.5。天窗、机房等硬化面积为314.4m^2，径流系数取0.9。绿化屋顶综合径流系数为（1847.8×0.4+1192.7×0.5+314.4×0.9）/3354.9=0.48。

屋面海绵建设完成后，屋面径流量为3354.9×19.2×0.48/1000=30.92m^3，控制雨水量为3354.9×19.2×（1-0.48）/1000=33.50m^3。

1-1 方案设计			1-1-1屋顶绿化说明						图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	王熠宁		设计	王月宾		页	2-2-02

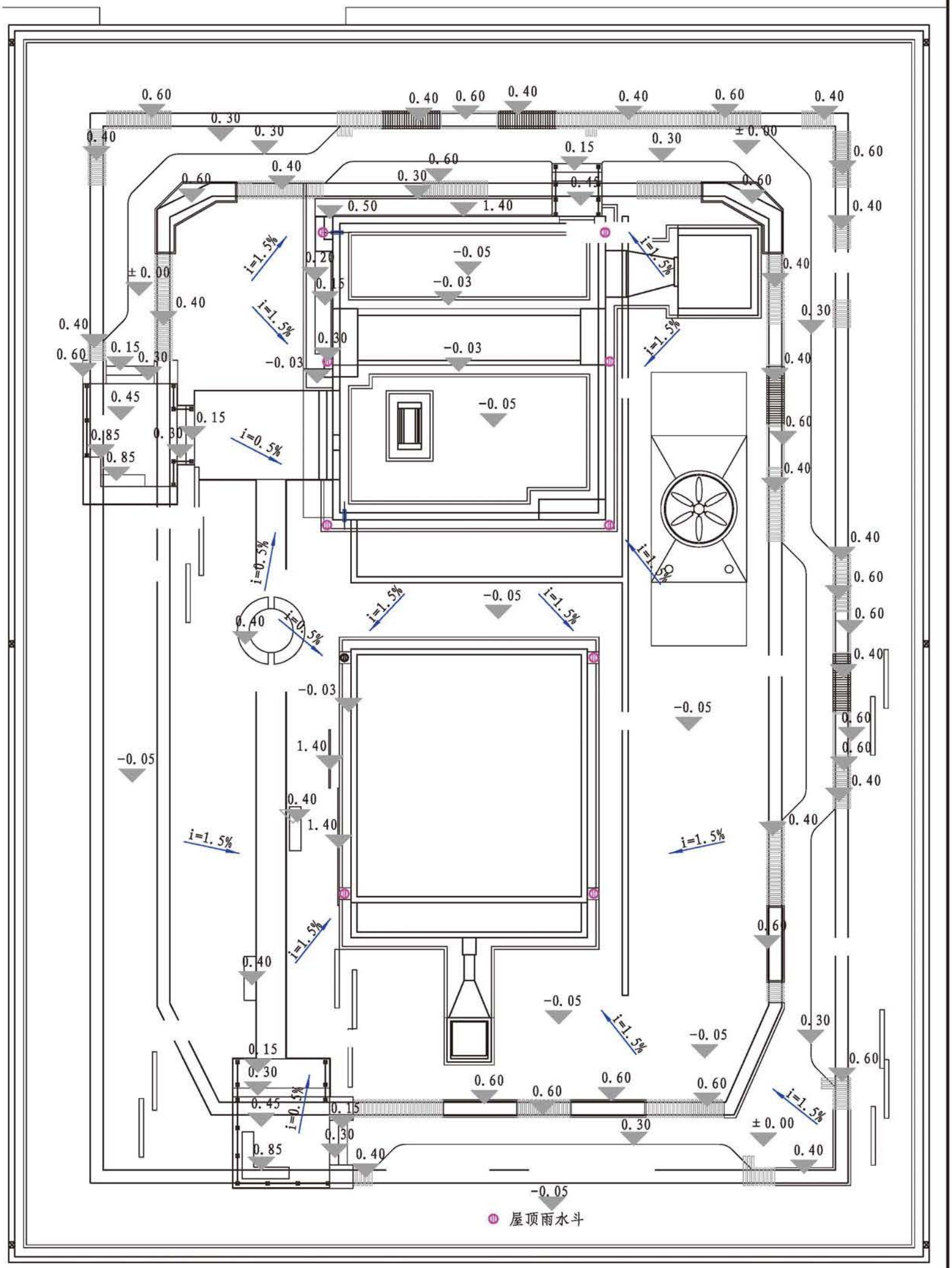


屋顶绿化　屋面透水铺装　屋面木铺装　内排水口　外排水口

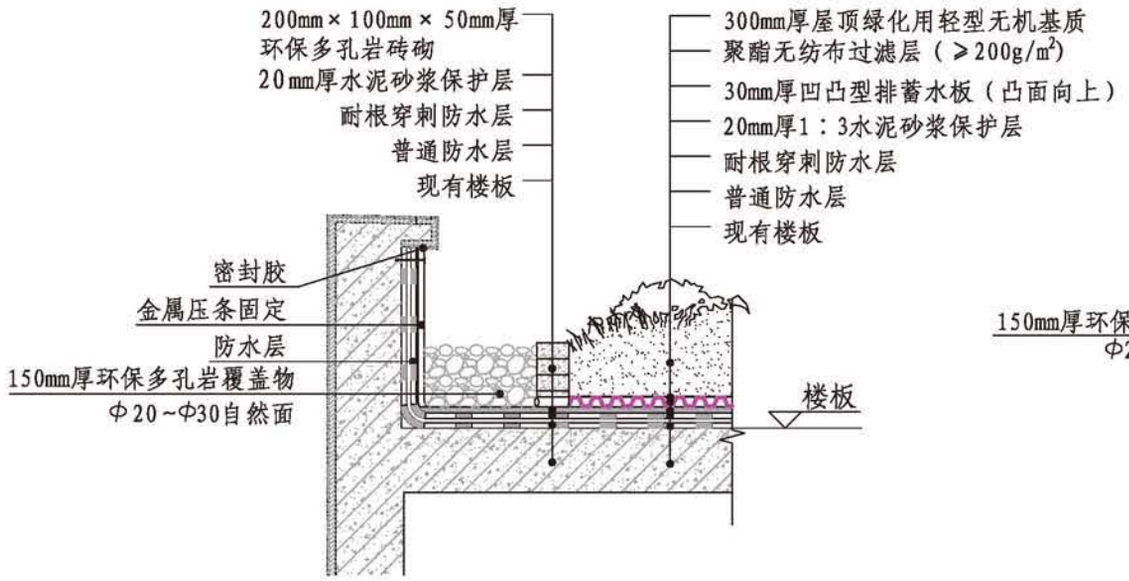
项目规模

项目	面积（m^2）	占比（%）
屋顶绿化区域	863.8	70.66
铺装	160.9	13.16
缓冲带	82.5	6.75
座凳等景观小品	12.8	1.05
天窗及机房区域	102.5	8.38
合计	1222.5	100

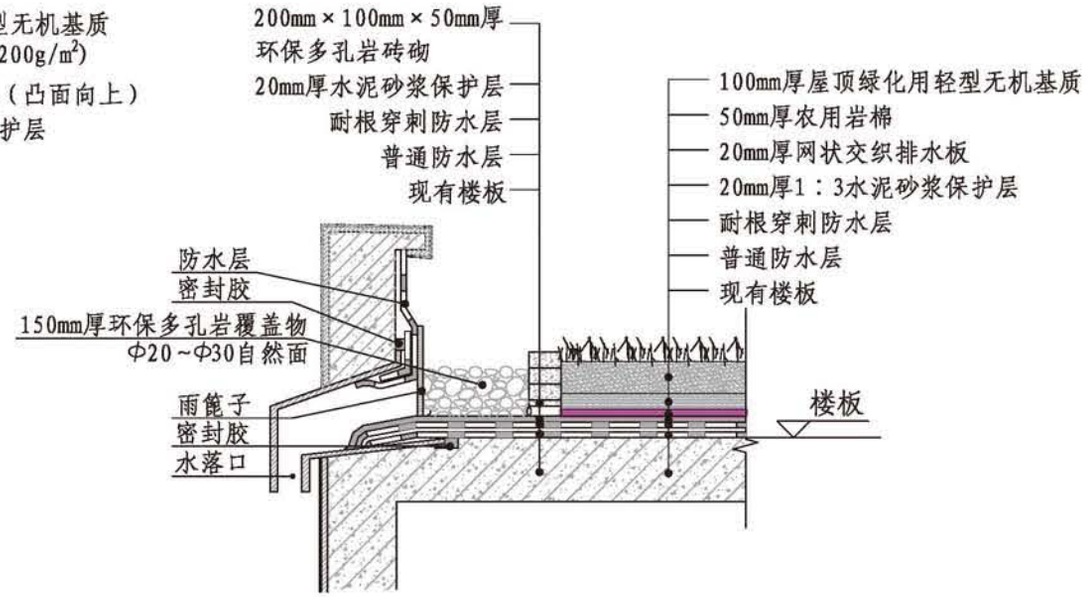
1-1 方案设计			1-1-2-景1 8号楼屋顶绿化平面图					图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	王熠宁		设计	杜伟宁		页	2-2-03



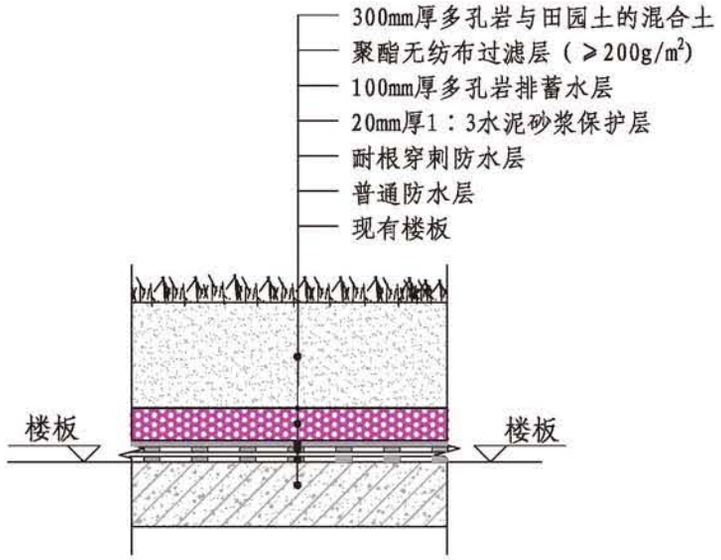
1-1 方案设计			1-1-3-水1 8号楼屋顶排水平面图					图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	王熠宁		设计	杜伟宁	页	2-2-04



女儿墙泛水构造详图

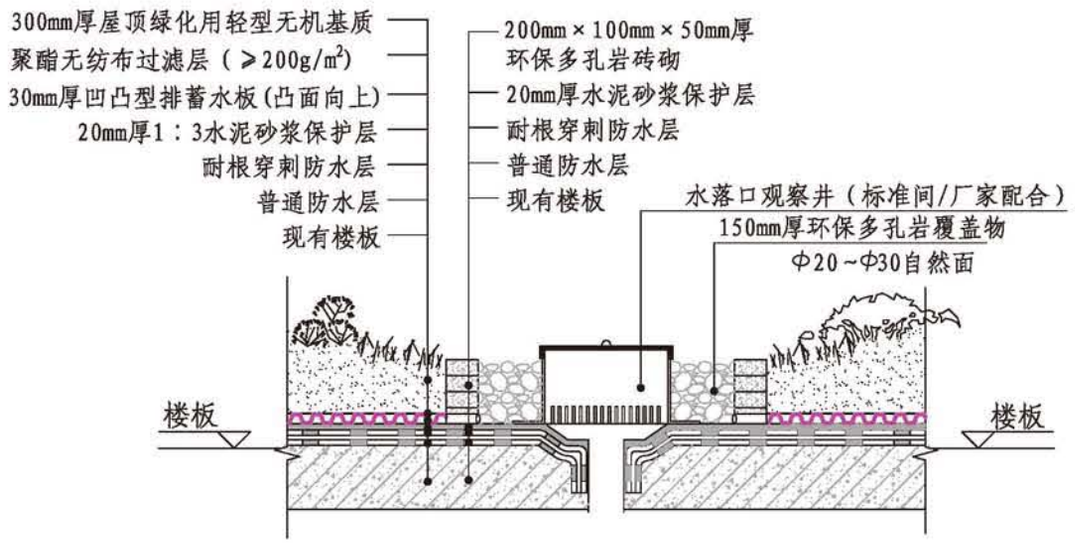


外排水节点构造详图



结构材料是应用在8号楼的试验田。

绿化构造详图



绿化部分内排雨水口做法图

1-1 方案设计			1-1-4-景2节点做法图					图集号	22HM001-1
审核	郑克白	郑克白	校对	王熠宁	王熠宁	设计	王月宾	王月宾	页	2-2-05

2 浙江省嘉兴市某办公楼改建简单式屋顶绿化

2-1-1 屋顶绿化说明

本项目位于华东地区的嘉兴市，属于亚热带季风气候，为平原河网地区，气候温和湿润、日照充足,位于年径流总量控制率分区图III区。静风频率8%,平均风速2.6m/s～3.4m/s，适宜采用屋顶绿化。本项目为既有办公楼，经屋面荷载校核，优先考虑东西配楼裙房屋面设置简易式屋顶绿化，滞留、净化屋面雨水，美化环境和第五立面，兼作人员活动场所，维护方便。

1 项目概况

1.1 建设地点

浙江省嘉兴市新城改造示范区域。

1.2 项目概况

项目红线面积13498m^2，其中屋面面积2526m^2，全部为硬化屋面。

1.3 项目性质

项目为第一批海绵试点城市海绵示范区公共建筑改造项目,采用简单式屋顶绿化。

2 设计目标

根据嘉兴市海绵城市建设指标要求,本项目海绵指标应达到年径流总量控制率78.4%,对应降雨量为22.4mm，屋顶绿化占屋顶面积比例不应低于10%。结合整体现状,本项目硬化屋面及硬化铺装面积较大，采取屋顶绿化改造，滞留、净化屋面雨水，提升整体景观效果。

3 屋面分析

3.1 屋面

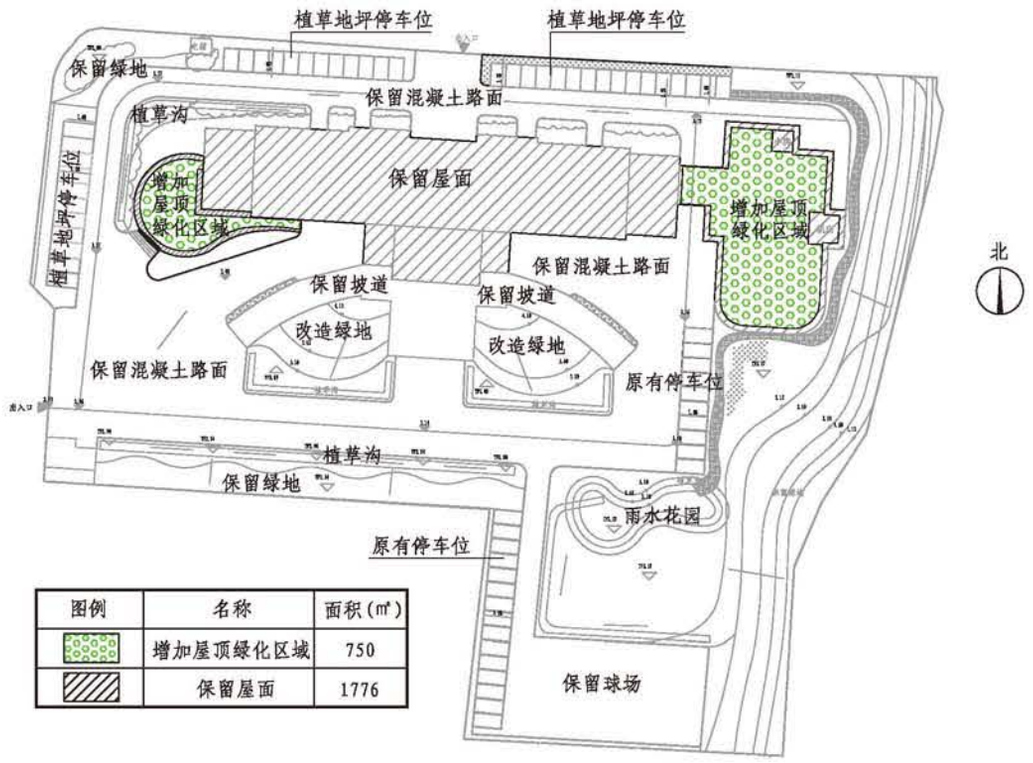
主楼建筑高度20m,为不上人屋面。东西两侧配楼建筑高度8m，为上人屋面。东西两侧配楼为平屋面，屋面设备较少，视野开阔，满足屋顶绿化空间要求。从安全考虑，对上人屋面进行屋顶绿化改造，经核验，屋面荷载满足种植荷载不小于3kN/m^{2}的要求，采用简易式屋顶绿化方案，改造面积750m^2，覆土深度200mm。

3.2 屋面雨水排水设计

原有屋面排水坡度、坡向合理，保留原屋面的排水坡向及排水沟。屋顶绿化雨水经轻质种植土净化处理后进入底层排水层。项目中与女儿墙间空隙铺砾石，保护环形排水管。保留原有排水系统，原排水槽填充砾石，以利于排水板与排水槽的畅通，下水口处直接用砾石填至面层，不回填土，以便地表径流产生的雨水能够顺利排走。

3.3 屋面雨水回用

屋面雨水经土壤、卵石缓冲带净化后进入雨落管，接至雨水回用设施，用于绿化浇灌、车辆冲洗。屋顶绿化区域产生的径流量为750×22.4×0.56/1000=9.41m^3。灌溉



图例	名称	面积(m^2)
	增加屋顶绿化区域	750
	保留屋面	1776

图1 总平面图

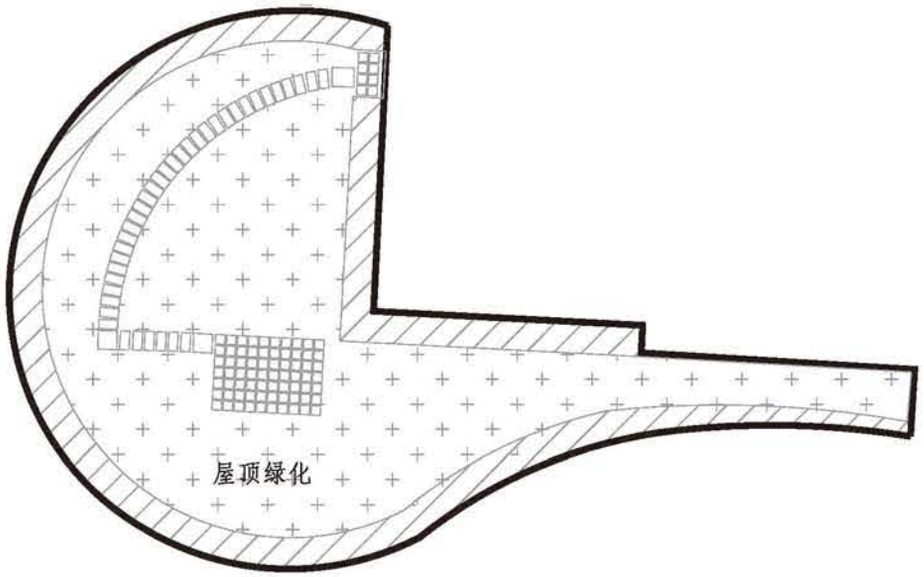
定额取3L/(m^2·d),屋顶绿化每日所需用水量为750×3/1000=2.25m^3。收集量大于用水量，满足要求。

4 指标核算

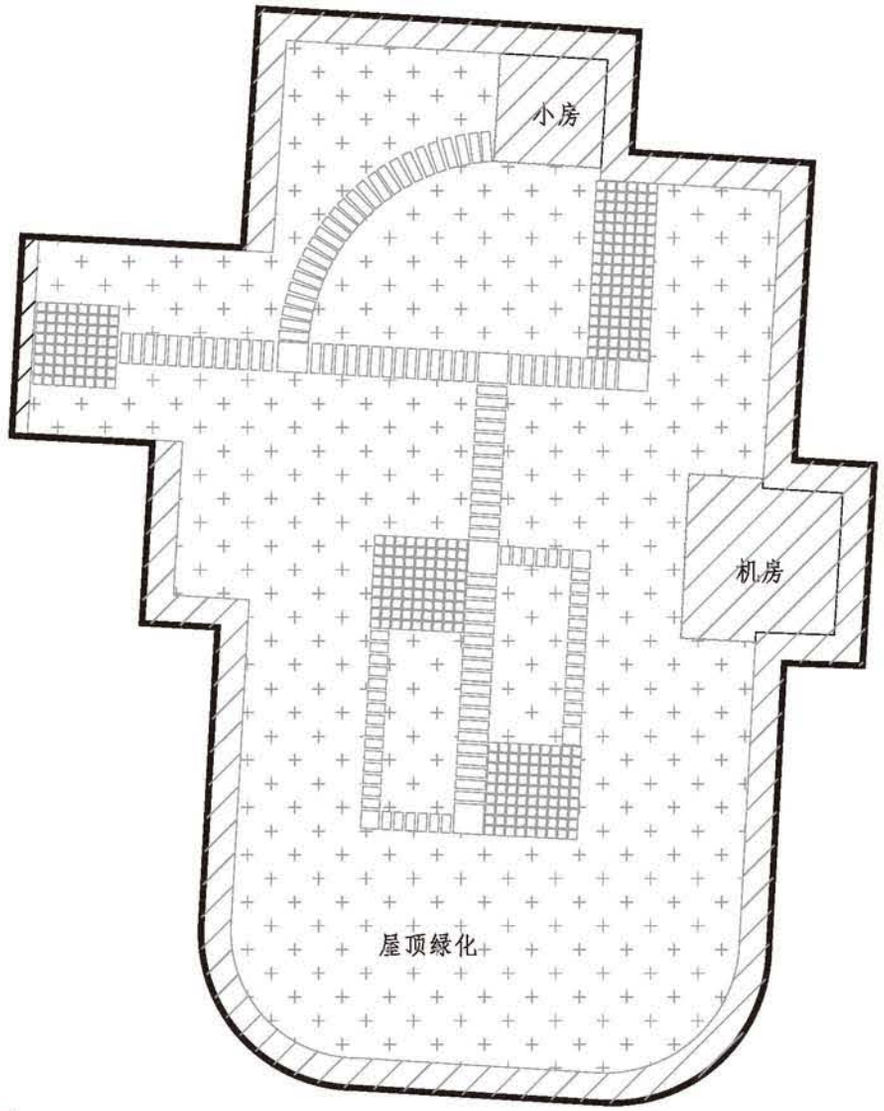
本项目屋面总面积为2526m^2，改造前为硬化屋面，径流系数取0.9，屋面径流量为2526×22.4×0.9/1000=50.92m^3。

东西配楼屋顶绿化区域为643m^2，采用简易式屋顶绿化，覆土深度200mm,径流系数取0.5。石材铺装面积为87m^2，径流系数取0.6。机房面积为20m^2，径流系数取0.9。绿化屋顶综合径流系数为（643×0.5+87×0.6+20×0.9）/750=0.52。

屋面海绵改造完成后，屋面径流系数为（750×0.52+1776×0.9）/2526=0.79,产生径流量为2526×22.4×0.79/1000=44.70m^3,比改造前减少径流量50.92-44.70=6.22m^3,控制雨水量为2526×22.4×（1-0.79）/1000=11.88m^3。



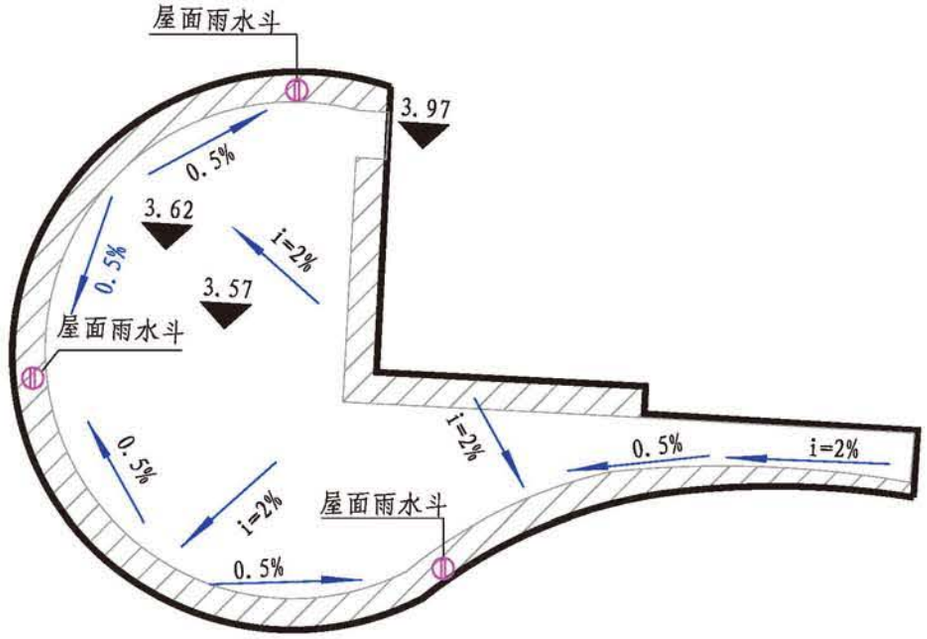
1 西侧配楼平面



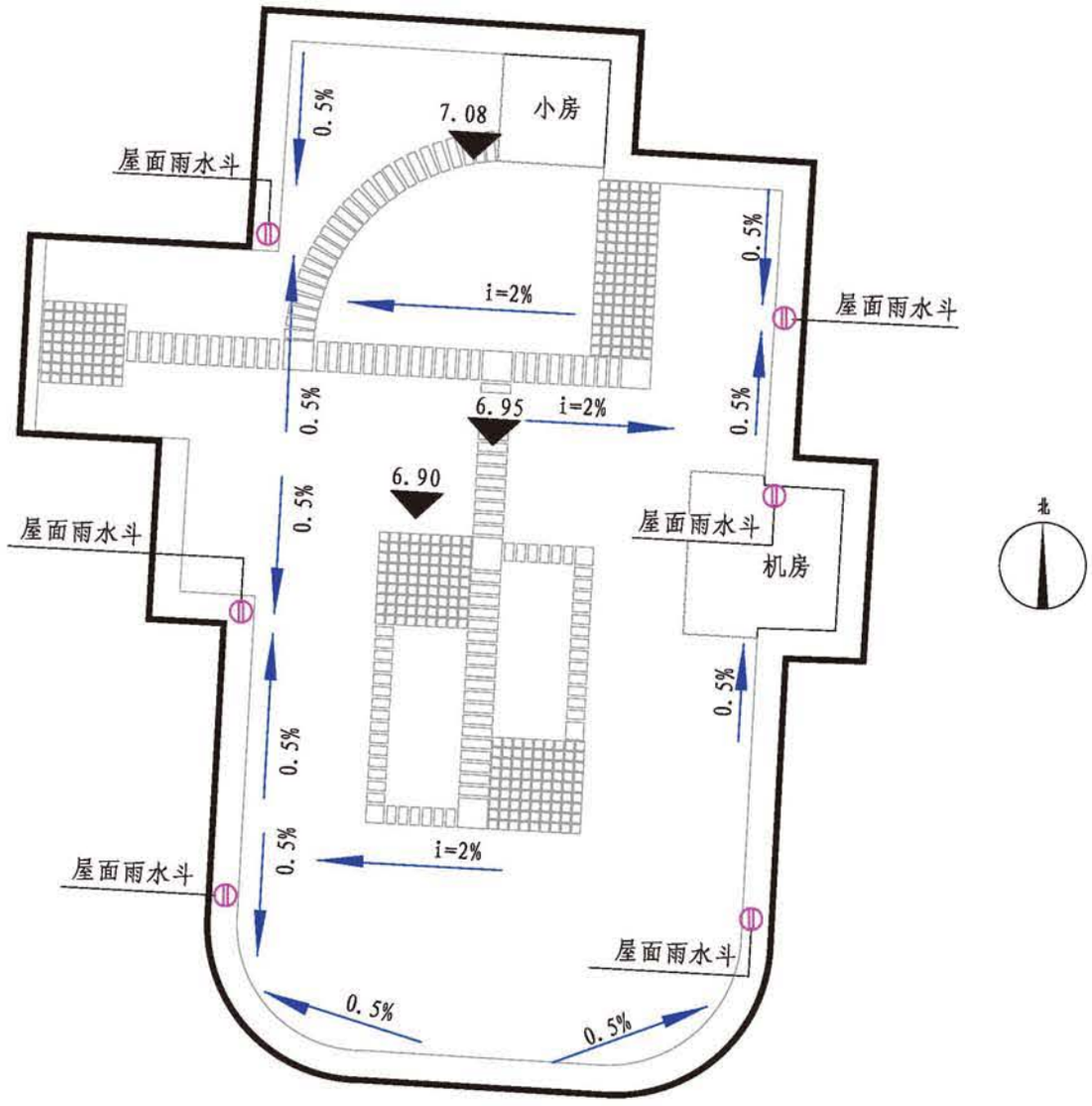
2 东侧配楼平面

图 例

图 例	名 称	面积(m^2)	占比(%)
	屋顶绿化区域	643	85.73
	石材铺装区域	87	11.6
	保留硬化区域	20	2.67
合 计		750	100

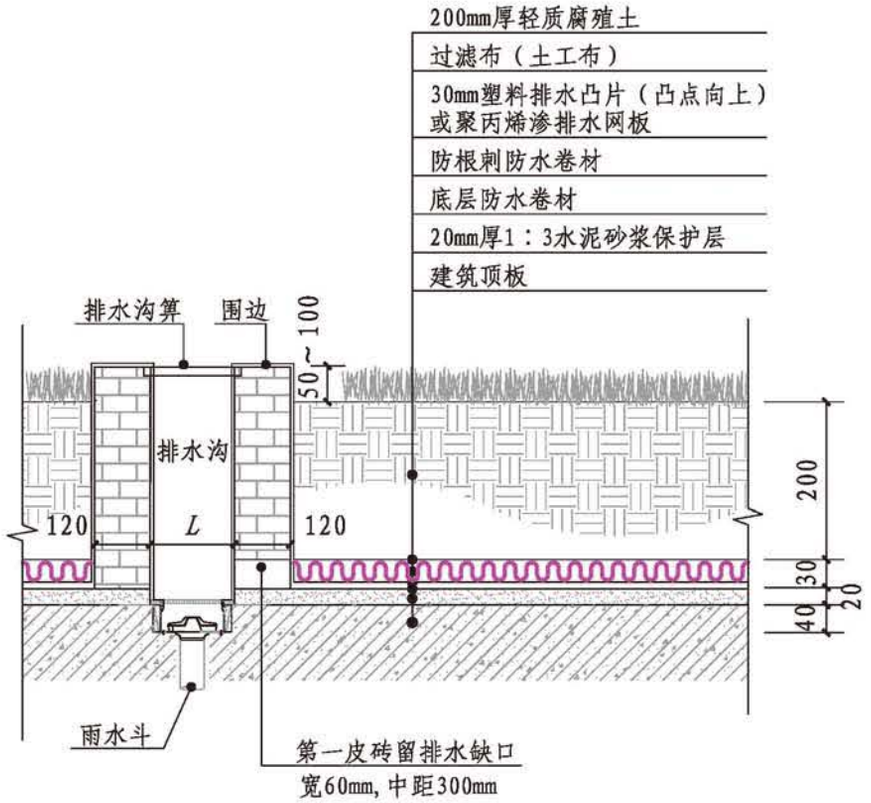


1 西侧配楼屋顶排水平面

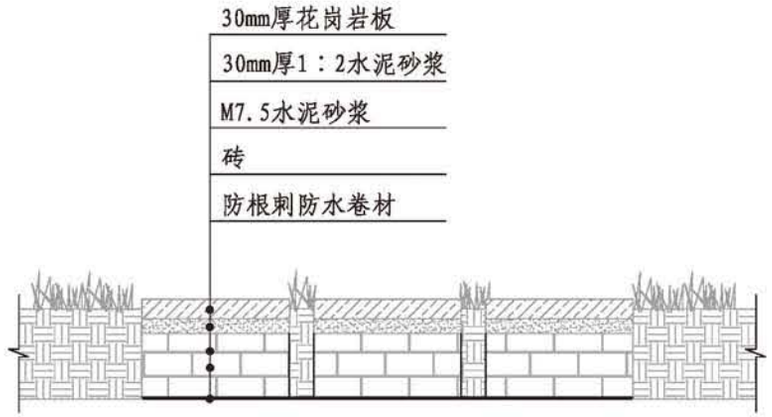


2 东侧配楼屋顶排水平面

2-1 方案设计			2-1-3-水1屋顶排水平面图						图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	王熠宁		设计	张 骁		页	2-2-08



1 屋顶绿化改造做法



2 屋顶绿化汀步做法

注：L根据现状屋面排水沟及雨水斗的尺寸定。

2-1 方案设计			2-1-4-景2节点做法图						图集号	22HM001-1
审核	郑克白	郑克白	校对	王熠宁	王熠宁	设计	张骁	张骁	页	2-2-09

3 贵州省遵义市某少年活动中心改造容器式屋顶绿化

3-1-1 屋顶绿化说明

本项目位于西南地区的遵义市，属于中亚热带高原湿润季风区，处于云贵高原向湖南丘陵和四川盆地过渡的斜坡地带，雨水较丰沛，雨热同季，位于年径流总量控制率分区图Ⅲ区。平均风速0.9m/s～2.2m/s，适宜采用屋顶绿化。本项目为既有少年活动中心，经屋面荷载校核，优先考虑在屋面设置容器式屋顶绿化，滞留、净化屋面雨水，施工方便，维护简单。

1 项目概况

1.1 建设地点

贵州省遵义市新浦湿地公园内。

1.2 项目概况

项目红线面积为40100m²，屋面面积为14849m²,其中屋顶绿化面积为12000m²。

1.3 项目性质

项目为海绵试点城市海绵示范区公共建筑改造项目，采用容器式屋顶绿化。

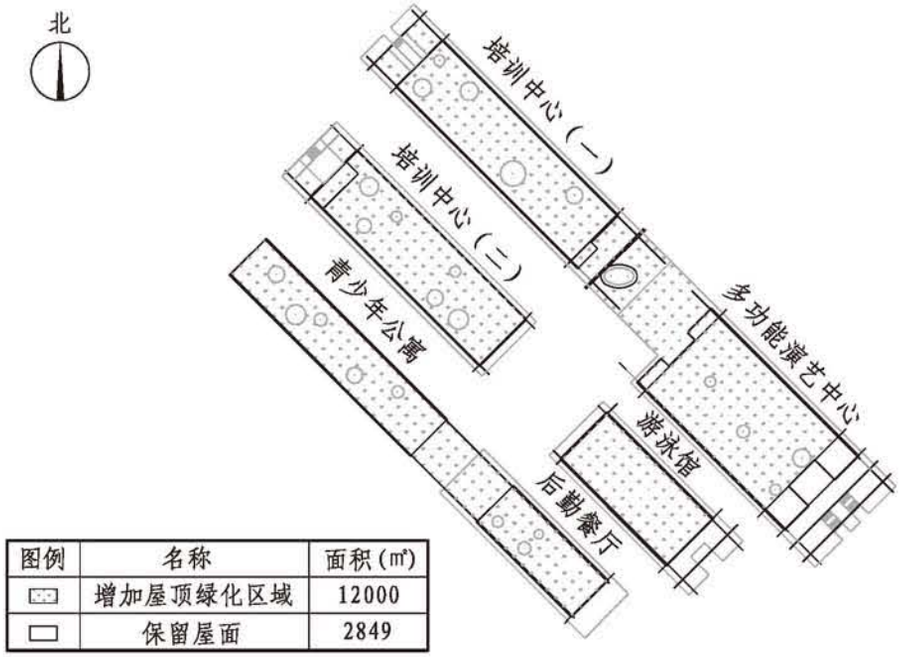
2 设计目标

根据遵义市海绵城市建设指标要求，本项目海绵指标应达到年径流总量控制率70%，对应降雨量为18.4mm（参考贵阳）。结合整体现状,本项目硬化屋面及硬化铺装面积较大，以屋顶绿化改造、绿地地形调整、透水铺装为主，综合控制雨水径流、去除径流污染。

3 屋面分析

少年活动中心由6个单元组成，包括2个培训中心、青少年公寓、后勤餐厅、游泳馆和多功能演艺中心。6个单元建筑屋面均为曲面形坡屋面设计，面积约为14849m²，屋面最大坡度为36°。本次施工设计对象为少年活动中心6个单元建筑的屋面绿化。其中多功能演艺中心屋面面积约为3692m²，最大坡度为27°；培训中心（一）屋面面积约为3433m²，最大坡度为21°；游泳馆屋面面积约为1554m²,最大坡度为36°；培训中心（二）屋面面积约为2543m²，最大坡度为26°；后勤餐厅屋面面积约为1570m²,最大坡度为24°；青少年公寓楼屋面面积约为2057m²，最大坡度为23°。

本建筑群最大高度为18m,均为上人屋面。屋顶种植荷载不小于3kN/m²,采用简易的容器式屋顶绿化方式。



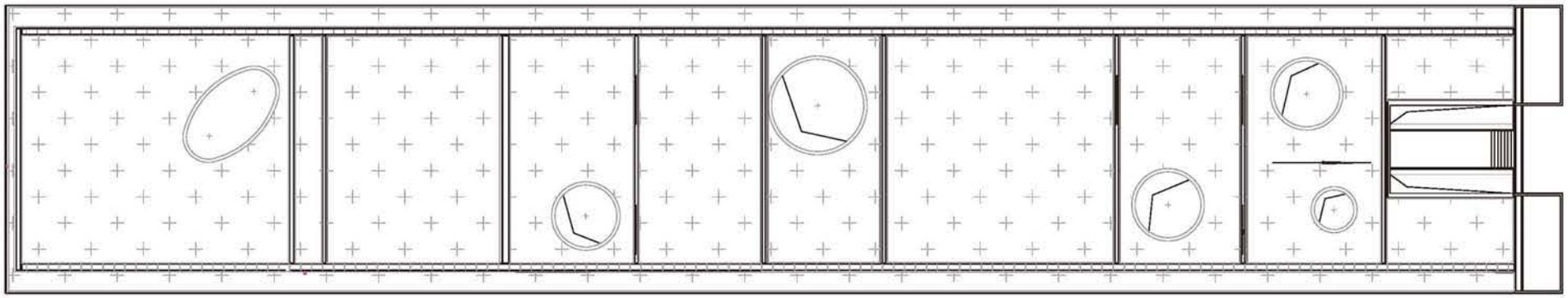
图例	名称	面积(㎡)
	增加屋顶绿化区域	12000
	保留屋面	2849

图1 总平面图

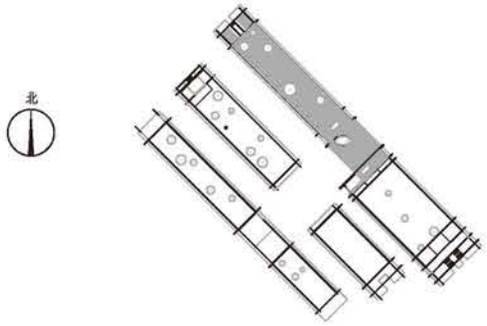
改造后屋顶绿化区域为12000m²，容器基质厚度65mm,容器蓄水深度15mm，径流系数取0.5。无绿化的硬质水泥屋面面积2849m²，径流系数取0.9。屋面海绵改造完成后，屋面综合径流系数为（12000×0.5+2849×0.9）/14849=0.58。

屋面改造前产生的径流量为14849×18.4×0.9/1000=245.9m³，屋面海绵改造完成后，屋面产生径流量为14849×18.4×0.58/1000=158.47m³，比改造前减少径流量为245.9-158.47=87.43m³，控制雨水量为14849×18.4×（1-0.58）/1000=114.75m³。

3-1 方案设计			3-1-1屋顶绿化说明						图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	王熠宁		设计	王月宾		页	2-2-10



培训中心（一）屋顶绿化平面

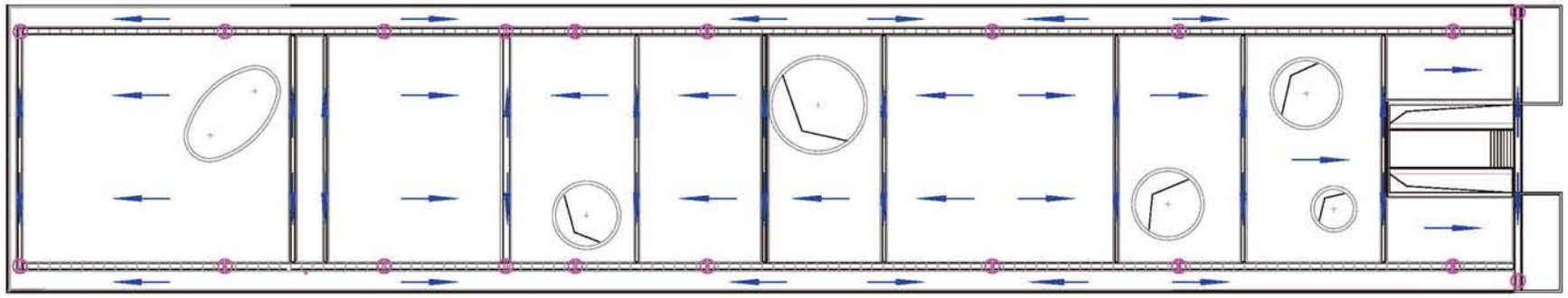


区位示意图

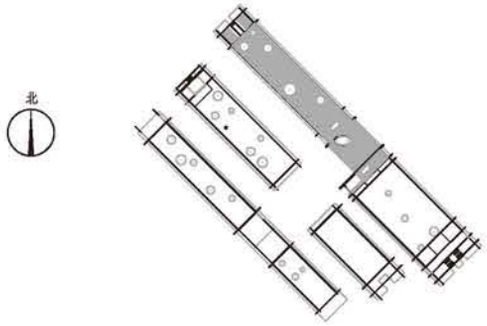
图例及设施规模

图 例	名 称	面积(m^2)	占比(%)
	屋顶绿化区域	2856	83.19
	采光天窗	228	6.64
	其他硬化区域	349	14.14
—	合计	3433	100

3-1 方案设计			3-1-2-景1容器式屋顶绿化平面图					图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	王熠宁		设计	杜伟宁	页	2-2-11



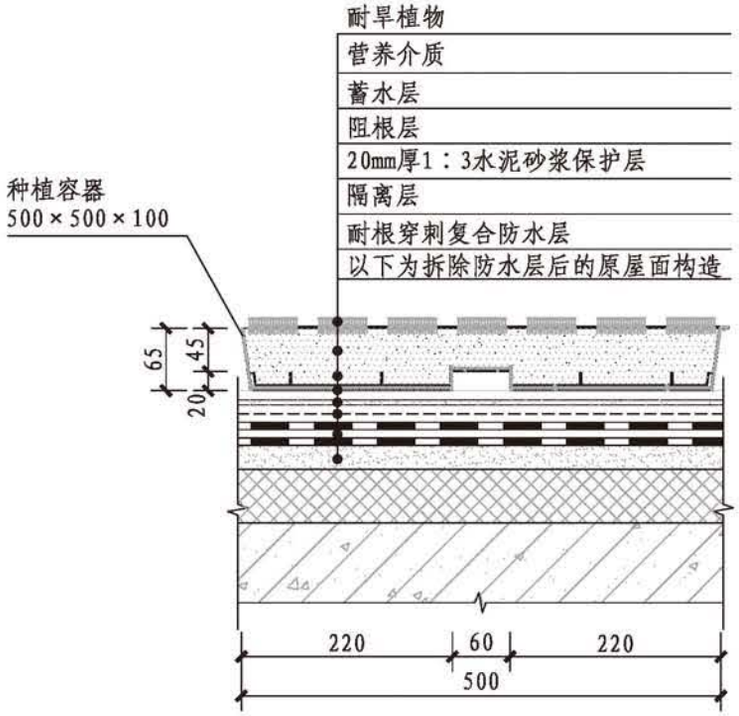
培训中心（一）屋顶排水平面图



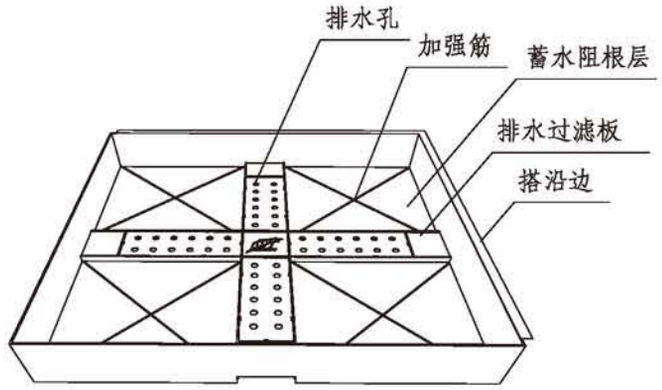
区位示意图

3-1 方案设计			3-1-3-水1屋顶排水平面图						图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	王熠宁		设计	杜伟宁		页	2-2-12

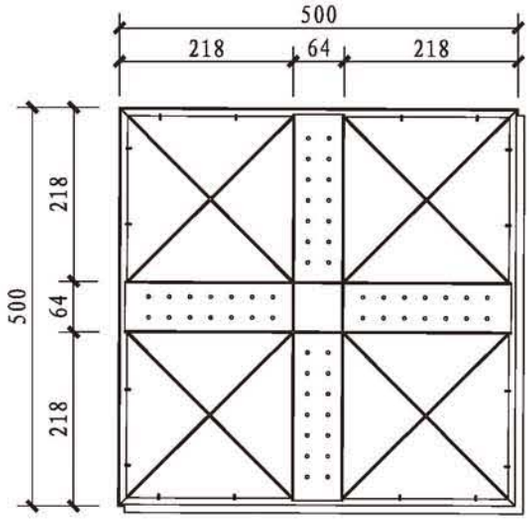
(一)建筑与小区
(二)屋顶绿化
(三)城市道路



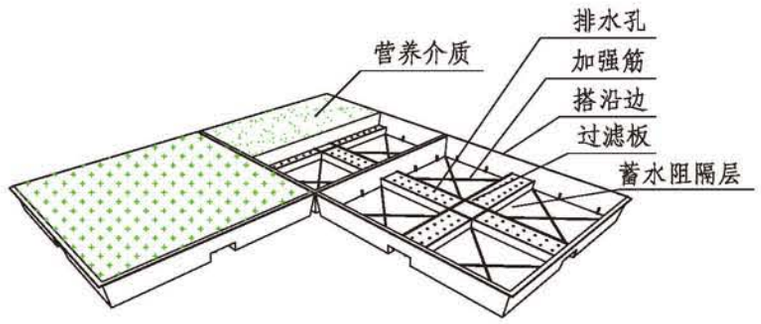
1-1 种植容器剖面图



种植容器透视图



种植容器底视图



种植容器拼装透视图

3-1 方案设计			3-1-4-景2节点做法图						图集号	22HM001-1
审核	郑克白	郑克白	校对	王熠宁	王熠宁	设计	王月宾	王月宾	页	2-2-13

城市道路示例说明

1 示例说明

本图集选取7个城市道路的典型示例，涵盖城市主干路、城市支路、泄洪通道等道路性质，取自西北、东北、华东、华中、华北、西南六个不同的地域，囊括分布在Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ区降雨分区的不同城市,同时考虑到沿海、内陆和山地不同的下垫面及气候差异，按照新建和改建项目进行整理。本图集的示例主要以方案为主，选取西安市某城市主干路的改建示例进行方案和施工图阶段的编制。

2 示例介绍

表1 示例概况一览表

项目名称	项目类型	地域	降雨分区	道路分类	设计阶段
庆阳市某城市支路	新建项目	西北地区	Ⅰ区	城市支路	方案阶段
西咸新区某城市主干路	新建项目	西北地区	Ⅱ区	城市主干路	方案阶段
重庆市某城市主干路	新建项目	西南地区	Ⅲ区	城市主干路	方案阶段
白城市某泄洪通道	新建项目	东北地区	Ⅱ区	泄洪通道	方案阶段
嘉兴市某城市主干路	改建项目	华东地区	Ⅲ区	城市主干路	方案阶段
常德市某城市主干路	改建项目	华中地区	Ⅲ区	城市主干路	方案阶段
西安市某城市主干路	改建项目	西北地区	Ⅱ区	城市主干路	方案阶段 施工图阶段

表2 设施选用表

技术类型（按主要功能）	单项设施	城市道路						
		华北	东北	华东	华中	华南	西南	西北
渗透技术	透水砖铺装	●	※	●	●	●	※	●
	透水水泥混凝土	※	○	※	※	●	○	※
	透水沥青混凝土	※	○	※	※	●	○	※
	下沉式绿地	●	●	●	●	●	●	●
	生物滞留设施	●	※	●	●	●	●	●
	生态树池	●	※	●	●	●	●	●
	渗井	●	※	●	※	※	※	●
储存技术	湿塘	●	●	●	●	●	●	●
	雨水湿地	●	●	●	●	●	●	●
	蓄水池	※	※	※	※	※	※	○
调节技术	调节塘	●	●	●	●	●	●	※
	调节池	※	※	※	※	※	※	※
转输技术	转输型植草沟	●	●	●	●	●	●	●
	干式植草沟	●	●	●	●	●	●	●
	湿式植草沟	●	●	●	●	●	●	●
	渗管/渠	●	●	●	●	●	●	●

注： ● 宜选用设施； ※ 可选用设施； ○ 不宜选用设施。

3 设计成果

在设计的不同阶段需配合建设管控编制相应深度的文件，本图集说明和图纸部分表达海绵城市设计专篇的必要内容，对新建项目海绵城市设计专篇，如与本项目主体设计同时报审，内容可根据项目说明内容进行调整和简化，如需单独报审时，应包括以下内容。改造项目海绵城市设计专篇均为单独报审，应按照表3整理。各阶段的报审文件要求参见当地建设管理部门相关网站。

3.1 方案阶段

方案设计成果应包含（但不限于）以下内容，详见表3。

表3 方案阶段设计成果内容简介

序号	资料清单	内容		备注
1	海绵设计专篇	项目概况	简述项目建设地点、区位；设计规模；建设性质、新建项目或改造项目	新建项目可简化
		设计依据	项目批复文件、上位规划资料、政策文件、国家标准、地方标准、技术资料（包括气象资料、降雨资料、水文地质资料、基础设施条件等）	—
		设计目标	简述项目所在规划范围及管控分区，用地性质分析，项目所在区域海绵城市专项规划、控制性详细规划等上位规划；说明控制性指标和推荐性指标要求	—
		项目分析	对项目的特点、存在问题、现状下垫面、竖向及雨污水管网进行分析	新建项目可简化
		设计方案	描述并绘制海绵设施技术路线；下垫面及径流系数计算、年径流总量控制率计算等；海绵设施设计、主要材料及主要技术参数；列出海绵设施一览表；核算海绵指标	—
		工程估算	按照设计方案给出项目的工程估算	—
2	附表	海绵设施建设目标表		—
		海绵城市专项设计方案自评表		—
3	附图	道路平面图(新建项目以道路图为准，不单独绘制)		—
		海绵设施布置图		—
		横断面图(新建项目以道路图为准，不单独绘制)		—
		路面结构图(新建项目以道路图为准，不单独绘制)		—

3.2 施工图阶段

施工图设计成果应包含（但不限于）以下内容，由不同的专业完成，按照海绵城市的相关要求进行整理，详见表4。

表4 施工图阶段设计成果内容简介

序号	资料清单	内容		备注
1	设计说明	项目概况	简述项目建设地点、区位；设计规模；建设性质、新建项目或改造项目	新建项目可简化
		设计依据	方案批复文件、上位规划资料、政策文件、国家规范、地方标准	—
		设计范围及内容	—	—
		修改方案说明	施工图阶段与批准的方案不符处，应说明变更原因	—
		工程设计	海绵设施规模及技术参数说明	—
	施工说明	施工及验收依据	国家、地方施工验收规范、运行维护要求等	新建项目可简化
		设施施工要求	绿色设施施工说明	
		施工注意事项	—	
		管材及构筑物施工	渗透管渠、雨水管道管材及施工要求，检查井、渗透雨水口等构筑物材质及施工要求	—
		种植说明及施工要求	绿化种植说明、种植施工要求	新建项目可简化
2	计算及附表	年径流总量控制率计算表	如需进行模型模拟，提供模型构建过程和主要参数取值	—
		年径流污染控制率计算表	—	—
		工程量表	—	—
3	施工图册	道路平面图(新建项目以道路图为准，不单独绘制)		—
		海绵设施布置图		—
		道路横断面图(新建项目以道路图为准，不单独绘制)		
		路面结构图(新建项目以道路图为准，不单独绘制)		—
		设施详图		—
		种植设计图(新建项目以园林设计图为准，不单独绘制)		—

1 甘肃省庆阳市某新建城市支路海绵城市建设设计

1-1-1 海绵工程设计说明

本项目位于西北地区的庆阳市，属暖温带大陆性季风气候，地势南低北高，东、西、北三面隆起，中南部低缓。庆阳市四季分明，降雨量南多北少，多集中在7月至9月间，位于降雨分区图的第Ⅰ区，该地区主要解决的是资源型缺水问题。本项目为新建项目，适宜的设施为生物滞留设施、植草沟、下沉式绿地、透水铺装等。按照规划指标要求，通过人行道透水铺装及设置绿化带生物滞留设施等实现年径流总量控制率为55%的要求，且由于本区域为湿陷性黄土地区，需对人行道透水铺装和生物滞留设施进行防水隔断及防渗设计。

1 项目概况

1.1 建设地点：宁县东路位于庆阳市南城区，西起陇东大道，东至北京大道。

1.2 项目规模：道路红线宽度为24m，为城市支路，设计速度30km/h。道路全长583.744m。

1.3 项目性质：本项目是新建项目，配合宁县东路（陇东大道-北京大道）道路工程进行配套海绵工程设计，包括雨水工程、污水工程、雨水渗滤收集工程等3部分。

2 设计依据

2.1 上位规划

《庆阳市中心城区海绵城市建设专项规划（修编）（2016-2030）》

《庆阳市城市总体规划（2009-2025）》

《庆阳市城市排水工程专项规划（2011-2030）》

《庆阳市西峰城区雨水工程专项规划（2013-2025）》

《庆阳市排水（雨水）防涝规划（2015-2030）》

《庆阳市城区“十三五”污水基础设施发展规划（2015-2025）》

《庆阳市城市总体规划（2009-2025）》

2.2 地方标准

《庆阳市海绵城市建设技术指南》

《庆阳市海绵城市建设雨水花园系统实用技术指南》

《庆阳市海绵城市建设生物滞留带系统实用技术指南》

《庆阳市海绵城市建设透水铺装系统实用技术指南》

2.3 地方资料

2.3.1 气象降雨

庆阳市城区属暖温带大陆性季风气候，四季分明，降雨量南多北少，庆阳年平均降水量414mm～592mm。空间分布由东南向西北递减。降水量的时间分布差异较大，最多年降水量663mm～869mm(2003年)，最少年降水量258mm～411mm（1995年）。庆阳市平均降雨量特征见表1。受冬夏季风交替影响，季度降水呈现由冬到夏逐渐增多和由夏到冬逐渐减少的特征，由于受季风环流影响，全市常年降水还表现为两个多雨期和两个少雨期的特点。年径流总量控制率对应的控制雨量见图1。

表1 庆阳市平均降雨量统计特征

降雨量均值（mm）	年径流变差系数 C_v	不同频率降雨量(mm)			
		20%	50%	75%	95%
468.1	0.17	532.9	462.5	411.8	347.5

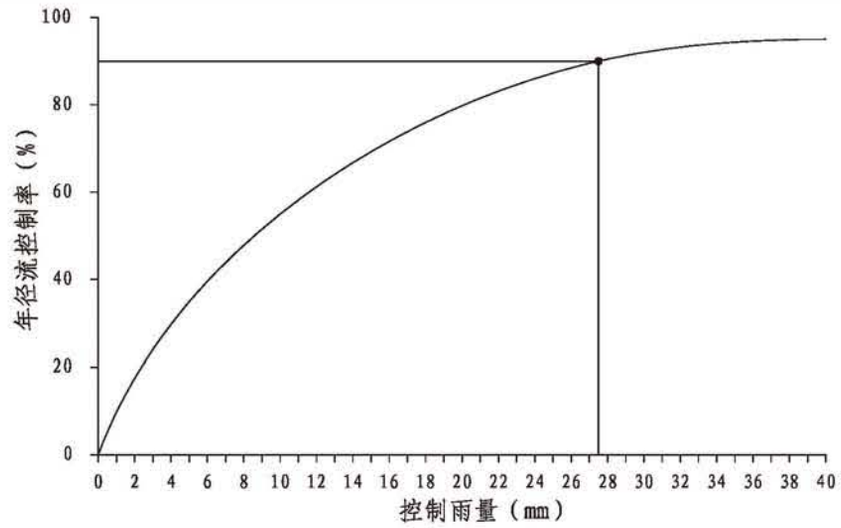


图1 年径流总量控制率对应的控制雨量

2.3.2 水文地质

庆阳市地处陕甘宁盆地南部，位于董志塬西部，塬面侵蚀微弱，地形平坦，相对高差较小。黄土层厚达150m～200m，质地均一，具垂直节理。由于长期河流切割，形成塬高谷深、沟壑纵横的地貌景观。根据《湿陷性黄土地区建筑标准》GB 50025-2018，由试验结果分析可知，该场地具有Ⅱ级（中等）自重湿陷性。

庆阳城区所在的董志塬塬面无河流水系分布，多年来，庆阳市一直以地下水作为城市供水的主要水源，据2011年调查，年开采地下潜水约762.2万m^3。经过多年大规模集中开采，庆阳市地下水位持续下降，西峰城区、十里湾村水源地区域形成面积约20km^2的降落漏斗，地下水位年降幅0.80m～4.93m，规划区周边水位下降28m。现规划区内地下水位埋深大部分大于50m，漏斗区可达80m～100m。

本区域第四系地层主要为：填土层、上更新统马兰黄土层、中更新统离石黄土层、下更新统午城黄土层。下伏基岩为白垩系碎屑岩。本场地勘探深度范围内地层较简单，

自上而下依次为第四系人工填土层、第四系上更新统马兰黄土及第四系中更新统离石黄土。对该场地②-1马兰黄土层采用双环试验法进行渗水试验，根据试验结果结合区域水文资料推荐该场地②-1马兰黄土层的渗透系数K=0.009m/d～0.160m/d（1.04×10^{-5}cm/s～1.85×10^{-4}cm/s）。根据地质勘察报告场地地基土湿陷性评价，宁县东路整段都属于II级自重湿陷性路段，采用垫层法处理本工程路基。

2.3.3 排水规划条件

宁县东路（陇东大道-北京大道)排水工程包括雨水工程、污水工程和海绵城市建设工程。雨水工程：雨水管单侧布置，位于道路南侧，距道路中心线3.5m，管道直埋敷设，主管管径DN800，管道长约528m，预埋支管及接户管管径DN400，管长约145m。污水工程：污水管单侧布置，位于道路南侧，距道路中心线5.5m，管道直埋敷设，主管管径DN400，管道长约512m，预埋支管及接户管管径DN300，管长约145m。海绵城市建设工程：新建穿孔收集管双侧布置，位于两侧绿化带下，管径为dn225,管长约978m。

3 项目分析

3.1 竖向分析

宁县东路为新建道路,道路起点相交于陇东大道（现状路）,终点相交于北京大道（规划路）。根据《庆阳市北部城区控制性详细规划调整》中的竖向规划，控制宁县东路竖向高程由西向东1395.7m～1388.8m，竖向纵坡为1.3%。本项目竖向高程与两端现状路接顺。

竖向高程结合两侧地块标高进行设计，道路起点与陇东大道相交处10m范围内,结合现状进行接顺处理。宁县东路两侧地块处于未开发阶段，本项目填挖高度在2m以内，边坡进行临时边坡防护处理，待地块开发完成后进行衔接处理，道路两侧做临时植草边沟。根据现场调查，拟建场地地势开阔、平坦，周边无地表流水。洪水对场地不产生影响。

3.2 雨水管网分析

本项目排水体制为分流制。暴雨重现期设计标准:本项目道路重现期设计采用5年一遇。道路雨水管采用单侧布置形式，雨水管径DN800,平均埋深约为2.9m；管线每隔120m左右在道路两侧设置雨水接户管，便于道路两侧地块雨水支管的接入,雨水管道最终汇入北京大道现状DN1200雨水管。

3.3 下垫面分析

3.3.1 人行道

本项目车行道两侧布置有2.5m宽的人行道,采用透水铺装设计。面层:60mm预制彩色透水砖；找平层:30mm中粗砂;上基层:100mmC20水泥混凝土；下基层:150mm12%石灰土；人行道采用200mm×100mm×60mm彩色透水砖。

3.3.2 车行道

本项目车行道两侧布置有双向7.5m宽的车行道，路面结构上面层：AC-13C细粒式粗型改性沥青混凝土40mm；下面层：AC-20C中粒式沥青混凝土60mm；下封层：ES-25mm；基层：5%水泥稳定砂砾200mm；底基层：石灰土（12%）200mm。

3.3.3 绿地

本项目车行道两侧布置有2.0m宽的绿化带，将绿地下沉建成生物滞留设施，便于雨水滞蓄。

3.4 小结

针对庆阳市城市建设面临的问题，本项目海绵设计的意义如下:

3.4.1 径流总量控制——水土保持、固沟保塬需求

雨水径流冲刷是庆阳市水土流失的源头和主要原因，由于庆阳市塬区降水集中，强度大，降水绝大部分集中在7、8、9三个月，占全年降水总量的68%。泥沙占64.5%。为了解决雨洪对塬面的冲刷，导致塬面表层土随雨洪流走，沟壁垮台，沟头前进的问题，首要需求是对径流总量进行控制，将雨水就地消纳，减少雨水下塬排放量。

3.4.2 削减溢流污染

全面削减开发建设项目内因雨水径流导致的污染，采用海绵城市建设的生物滞留、土壤过滤和吸附、雨水净化等措施实现。

3.4.3 充分利用雨水中水资源——解决水资源短缺需求

庆阳市非常规水资源利用率仅20%,主要是雨水景观湖补水。庆阳市年降雨量较丰富，采用源头、分散式的雨水收集利用措施，提高非常规水资源利用率，是庆阳市海绵城市建设的目标之一。提高城市景观、市政环卫、绿化、工业回用等方面的非常规水资源利用率，有效补充城市公共水资源的不足，减少雨、污水的排放，减少碳排放。规划到2017年庆阳市非常规水源利用率达到30%以上，2025年达到35%。

4 设计目标

开展海绵城市建设的市政道路类新建建设项目，可选用各类用地的年径流总量控制率及各低影响开发设施比例控制目标（如表2所示）作为海绵城市建设的规划设计（技术导则）和《庆阳市中心城区海绵城市建设专项规划（修编）（2016-2030）》的规划控制指标要求，规划控制性指标和建议性指标见表2。

表2　规划控制性指标和建议性指标统计表

用地类别			建设类型	建议低影响开发控制指标				
				控制性指标		建议性指标		
大类	中类	类别名称		年径流总量控制率	TSS去除率	绿色屋顶比例	下沉式绿地比例	透水铺装比例
S	S1	城市道路用地	新建	55%	40%	—	50%	20%
			改建	50%	35%	—	45%	20%

4.1 径流总量控制

根据《庆阳市中心城区海绵城市建设专项规划(修编)(2016-2030)》的规划要求:本项目属于规划控制片区四新建道路，径流总量控制率目标为55%。

4.2 溢流污染控制

本项目路面雨水在排入水体前经过建设的生物滞留、土壤过滤和吸附，从源头实现对雨水净化，径流污染物去除率目标为40%。

4.3 水资源回收利用率

综合考虑庆阳市年径流总量控制率目标的要求，水资源供需、城市防洪的空间，规划雨水资源化利用率目标为30%。

4.4 下沉式绿地比例

根据《庆阳市海绵城市建设规划设计技术导则》，新建道路的下沉式绿地比例指标为50%。

4.5 透水铺装比例

根据《庆阳市海绵城市建设规划设计技术导则》，新建道路的透水铺装比例指标为20%。

5　方案设计

5.1 技术路线

庆阳地区属严重的自重型湿陷性黄土场地，应结合地质勘查报告，综合评估海绵设施系统的建设可能引发的土壤塌陷所带来的安全隐患，规划设计除满足《庆阳市海绵城市建设技术指南》外，还应满足现行国家标准《湿陷性黄土地区建筑标准》GB50025等相关规范的安全要求。湿陷性黄土区域开展海绵城市建设，原则上应当避免采用深层、大型入渗型低影响开发设施，采用浅层、小型入渗设施时,应采取防渗措施。具体应视黄土厚度等工程地质条件，经详细论证后确定建设方案。

道路海绵城市建设工艺由以下设施构建：开口路缘石+截污设施+侧绿化生物滞留设施+溢流雨水口+雨水调蓄设施利用系统+排水管网+人行道透水铺装。道路雨水经路面汇集至开口侧石，经截污挂篮后进入侧绿化带生物滞留设施，经生物滞留设施吸收吸附、种植土和过滤介质的拦截吸附净化，雨水通过排水管网进入雨水调蓄设施；人行道地面雨水通过透水铺装下渗，排向侧绿化带生物设施；汇集雨水液位超过设计标高通过溢流口排向市政雨水管网。

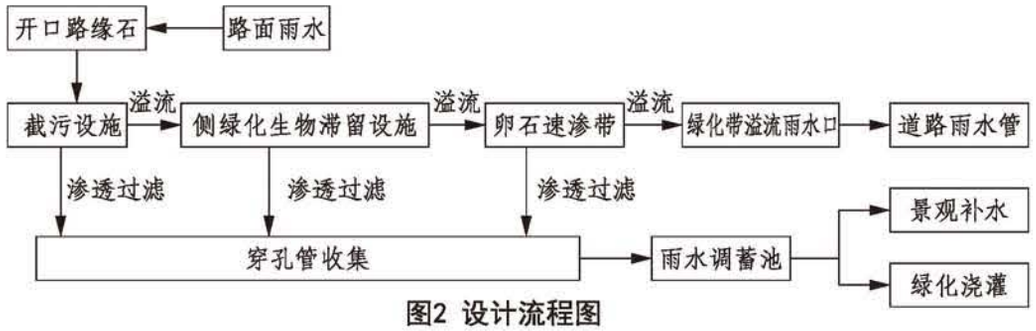


图2 设计流程图

5.2 系统计算

根据庆阳降雨特点和本项目排水设计标准，本项目选取重现期为5年的降雨,依照现有的庆阳市雨强分析资料，计算了不同设计参数下生物滞留设施的溢流时间。选取不同历时的降雨进行频率分析，得到重现期为5年的降雨历时120min降雨强度I为0.306mm/min；据有关资料显示，庆阳地区黄土入渗性能良好，本项目种植土换土后，入渗系数K值为5×10^{-5}m/s。

表3　综合径流系数计算

道路长度（m）	绿化带宽度（m）	透水铺装宽度（m）	硬化路面宽度（m）	硬化路面	绿化带	透水铺装	综合雨量径流系数	总面积（m^2）
				径流系数				
				0.85	0.15	0.25		
				面积（m^2）				
584	4	6	14	8176.00	2336.00	3504.00	0.58	14016.00

表4　生物滞留设施蓄水容积计算

设施	汇水分区	面积（m^2）	实际蓄水容积（m^3）	折合蓄水深度（mm）	植草沟平均宽度（m）	计算宽度（m）
生物滞留设施	1	2336.00	233.6	100	2.00	0.5

表5　径流总量控制率计算

分区	综合径流系数	汇水分区面积（m^2）	径流目标控制量（m^3）	设计降雨量（mm）	海绵设施蓄水容积				对应径流总量控制率
					蓄水池容积（m^3）	生物滞留设施（m^3）	合计（m^3）	对应降雨量（mm）	
1	0.58	14016.00	112	8	50.00	233.6	283.6	20	83%

表6　径流污染控制率计算

单项设施	消纳面积（m^2）	径流污染消减率（以SS计，%）	综合径流污染控制率加权平均（以SS计，%）
下沉式绿地	10512	70	75
透水铺装	3504	90	
合计	14016	—	

表7　雨水资源化利用率计算

用地面积（m^2）	平均年降雨量（mm）	综合径流系数	总降雨产流量（m^3）	海绵设施自身蓄水容积（m^3）	蓄水池容积（m^3）	年均雨水回用量（m^3）	雨水资源回用率（%）
14016.00	468.1	0.58	3805.3	233.6	50.00	1401.6	36.8

5.3 设施设计

5.3.1 雨水口设计

1）溢流雨水口

溢流雨水口布置在道路侧绿化带局部低处，约每40m设置一座，溢流雨水口面应高于绿化带100mm，同时最少低于道路面100mm。

2）环保型雨水口

环保型雨水口设置在道路交叉口雨水汇流低点，环保型雨水口截污篮采用20目尼龙网，雨水口无砂混凝土过滤砖渗透系数不小于2.0×10^{-2}cm/s。

雨水口连接管坡度不得小于1%。

5.3.2 生物滞留设施

道路绿化带低于路面，建成生物滞留设施；道路雨水通过绿地综合处置后溢流至雨水管道；绿化带应采用阶梯式；设施采取必要的防渗措施（侧壁防水挡墙，敷设两布一膜），防止径流雨水下渗对道路路面及路基的强度和稳定性造成破坏。道路径流雨水进入生物滞留设施前，采取截污提篮预处理设施进行初期弃流，防止径流雨水对绿地环境造成破坏。

1）生物滞留设施结构层外侧及底部设置透水土工布，防止周围原土侵入，土工布单位质量为300g/m^2，防止对道路设施造成塌陷风险。或者拟将底部出水进行集蓄回用时，需在生物滞留设施底部和周边设置防渗措施。

2）生物滞留设施的蓄水层深度应根据植物耐淹性能和土壤渗透性能来确定，一般为200mm，并应设100mm的超高。

3）换土层介质类型及深度应满足出水水质要求，还应符合植物种植及园林绿化养护管理技术要求；为防止换土层介质流失，换土层底部一般设置透水土工布隔离层，土工布单位质量为300g/m^2。

4）砾石层起到排水作用，厚度一般为250mm～300mm，在其底部埋置管径为dn225mm的穿孔花管，砾石应洗净且粒径不小于穿孔管的开孔孔径；为提高生物滞留设施的调蓄作用，在穿孔管底部可增设一定厚度的砾石调蓄层。

5.3.3 防水隔断设计

1）人行道防水隔断

人行道透水铺装下层采用混凝土进行防水隔断。

2）生物滞留设施、生态树池防水隔断

生物滞留设施底部、侧边三面采用防渗土工膜包封进行防水隔断，生态树池侧边四周采用防渗土工膜包封进行防水隔断。

5.3.4 植被选择

采用适合当地气候、满足海绵建设要求及园林专业要求的植被。

5.3.5 土壤要求

1）种植土参数

种植土渗透速率不小于5.0×10^{-5}m/s，溶解性有机质含量不大于30%，种植乔木厚度不小于1.5m、灌木不小于1.0m、草皮不小于0.5m。

2）砾石层参数

填料层粒径范围为25mm～40mm，渗透系数大于或等于2.0×10^{-2}m/s，厚度300mm。

5.3.6 渗透雨水收集设计

生物滞留设施过滤雨水采用dn225穿孔花管，管道穿孔率1%～3%，孔径采用15mm；管道布置在道路侧绿化带下，距路缘石1.0m处，穿孔花管外包透水土工布。

5.3.7 人行道透水铺装设计

1）透水砖

人行道透水砖顶面的防滑性能指标BPN值不小于60、抗折强度等级达到R_f4.0、透水系数大于或等于2.0×10^{-2}cm/s。

5.3.8 开口侧石设计

开口侧石布置在汇水区域局部低点，约20m设置一组。

5.3.9 卵石速渗带

卵石速渗带40m间距设置一处及绿化带末端设置一处，速渗带雨水通过穿孔收集管收集，如果绿化带末端没有穿孔收集管，就近排入市政雨水口。

5.3.10 挡流堰

挡流堰设置在溢流雨水口（雨水口）下游1m～2m，用以减缓流速，提高设施蓄渗功能，采用土坎的形式（堰高与溢流雨水口齐平）。

5.3.11 再生水工程设计

本工程再生水水质必须达到现行国家标准《城市污水再生利用 城市杂用水水质》GB/T 18920和《城市污水再生利用 景观环境用水水质》GB/T 18921等相关规范对各项的水质要求。

根据道路标准横断面的特点，本工程给水及再生水管道横断面设计按照现行国家标准《城市工程管线综合规划规范》GB 50289要求，再生水管为单侧布置，布置于道路北侧，距离道路中心线2.0m。设计道路再生水管设计管径为dn160，每隔150m左右布置一条预埋管，管径为dn110。

5.4 指标核算

本项目年径流总量控制率：83%，大于55%；

TSS去除率：75%，大于40%；

下沉式绿地比例：100%，大于50%；

透水铺装比例：30%，大于20%。

6 运行维护

6.1 透水路面的维护工作主要可分为日常巡视与检测、清洗保养、小修工程、中修工程、大修工程等。对于透水路面的损坏，应根据损坏程度及时进行相应的修复。

6.2 道路两边绿化带的生物滞留设施等海绵设施，主要维护要点包括：

1）及时补种、修剪植物，清除杂草，植物生长季节修剪不少于1次/月。

2）若在雨季发现道路周边海绵设施进水口不能有效汇集周边道路雨水径流时，应对海绵设施进行局部的竖向调整或对进水口位置进行调整。

3）进水口、溢流口应采取相应的防冲刷设施，防止水土流失。

4）路牙豁口处拦污槽（框）应定期检查、清理树叶碎片、垃圾等杂物，并根据堵塞情况进行冲洗，必要时进行填料更换。检查周期：每次大雨之后；填料更换周期根据堵塞状况不同，2年～3年左右一次。

5）设施调蓄空间因沉积物淤积导致调蓄能力不足时，应及时清理沉积物。

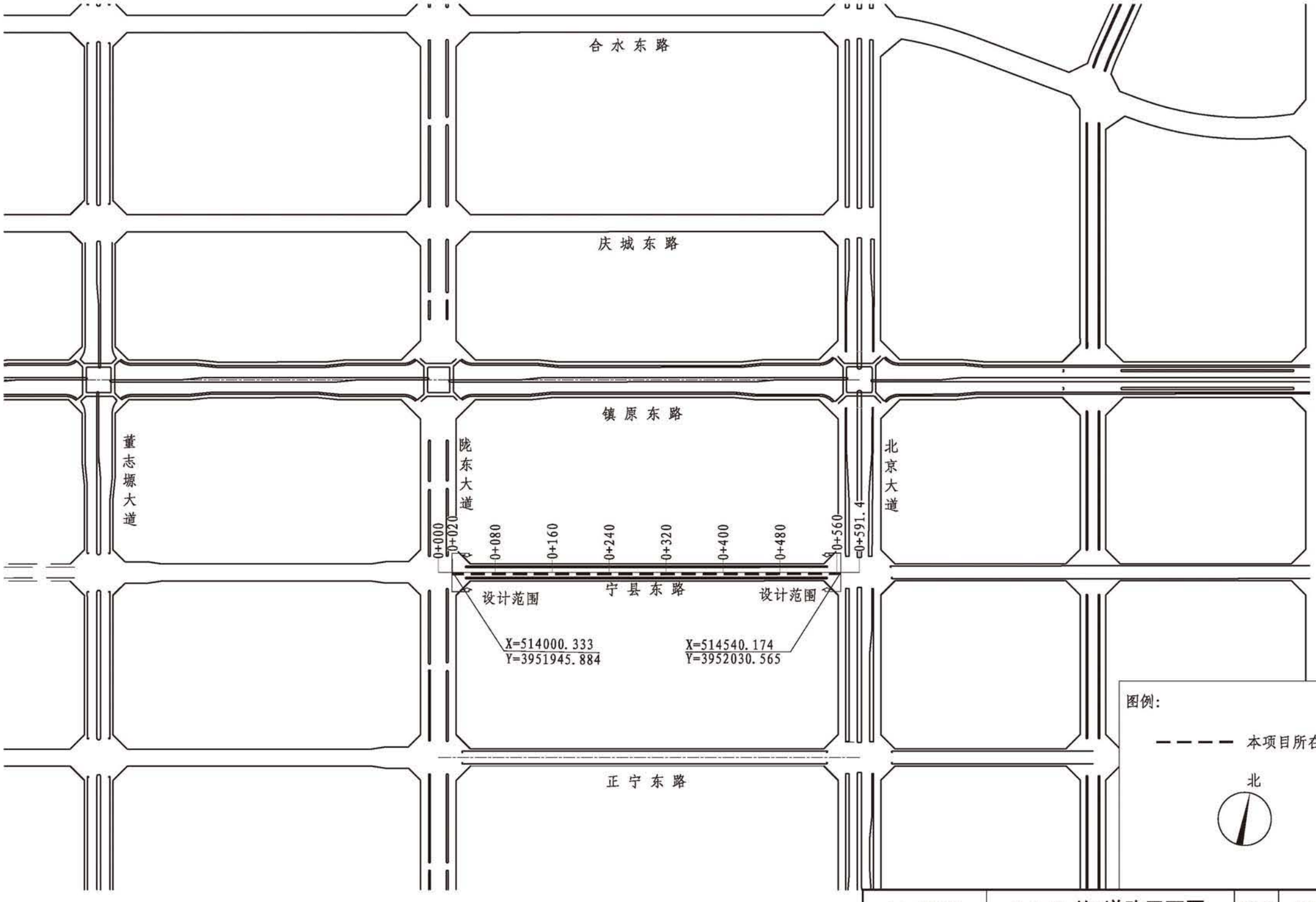
7 工程概算（略）

8 附表

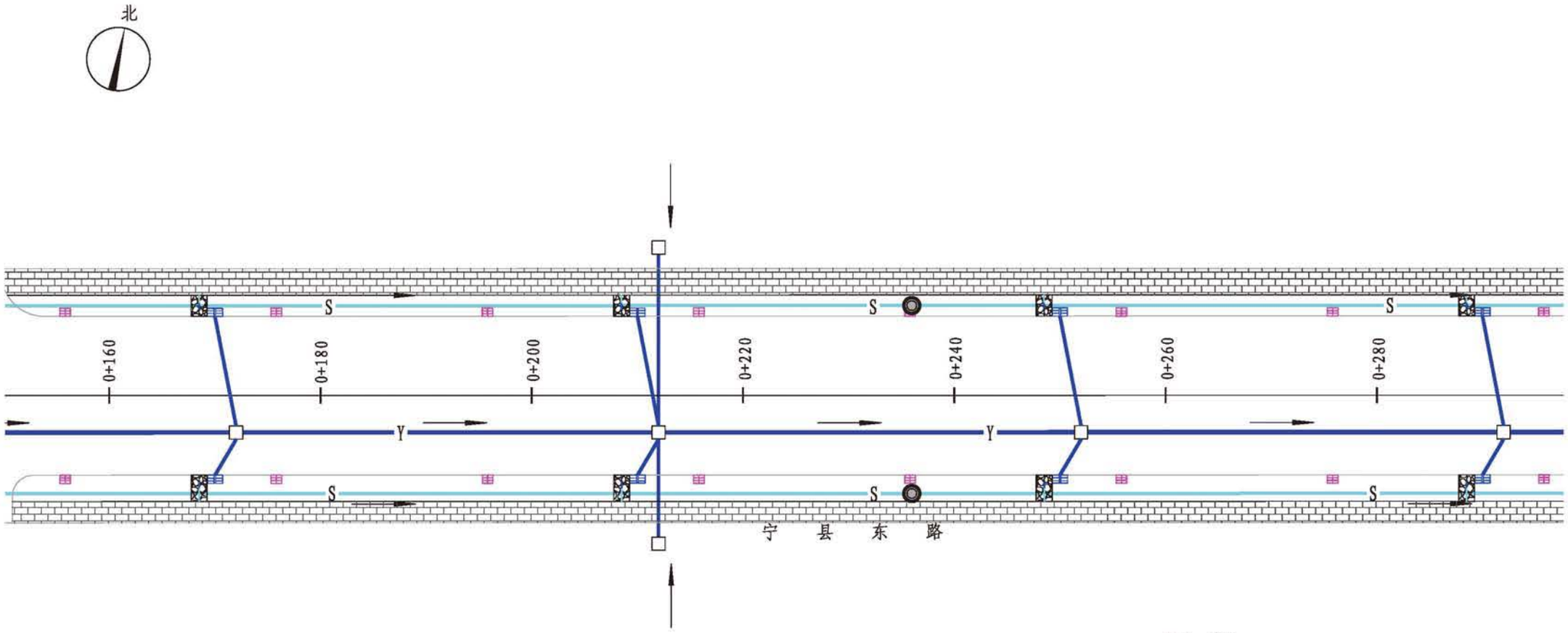
表8 建设项目海绵城市设施建设目标及评价表

序号	指标类型	序号	指标名称		目标值	设计值
一	控制性指标	1	年径流总量控制率（%）		55	83
		2	年径流污染控制率（%）		40	75
		3	雨水资源化利用率		30	36.8
二	下垫面解析	4	下垫面总面积（m^2）	14016	—	—
		5	绿地总面积（m^2）	2336	—	—
		6	下沉式绿地面积（m^2）	2336	—	—
		7	下沉式绿地率（%）	100	50	100
		8	沥青路面总面积（m^2）	8176	—	—
		9	沥青路面透水面积（m^2）	0	—	—
		10	沥青路面透水铺装率（%）	0	—	—
		11	人行道总面积（m^2）	3504	—	—
		12	人行道透水面积（m^2）	0	—	—
		13	透水铺装率（%）	30	20	30
		14	综合径流系数	0.58	—	—
		15	其他指标	—	—	—
三	综合自评	16	控制性指标的设计值大于或等于目标值		合格	—

注：透水铺装率的计算按照人行道总面积除以沥青道路和人行道路的面积和。



1-1 方案设计			1-1-2-总1道路平面图						图集号	22HM001-1
审核	郑克白	郑克白	校对	姚晗	姚晗	设计	李胜	李胜	页	2-3-08



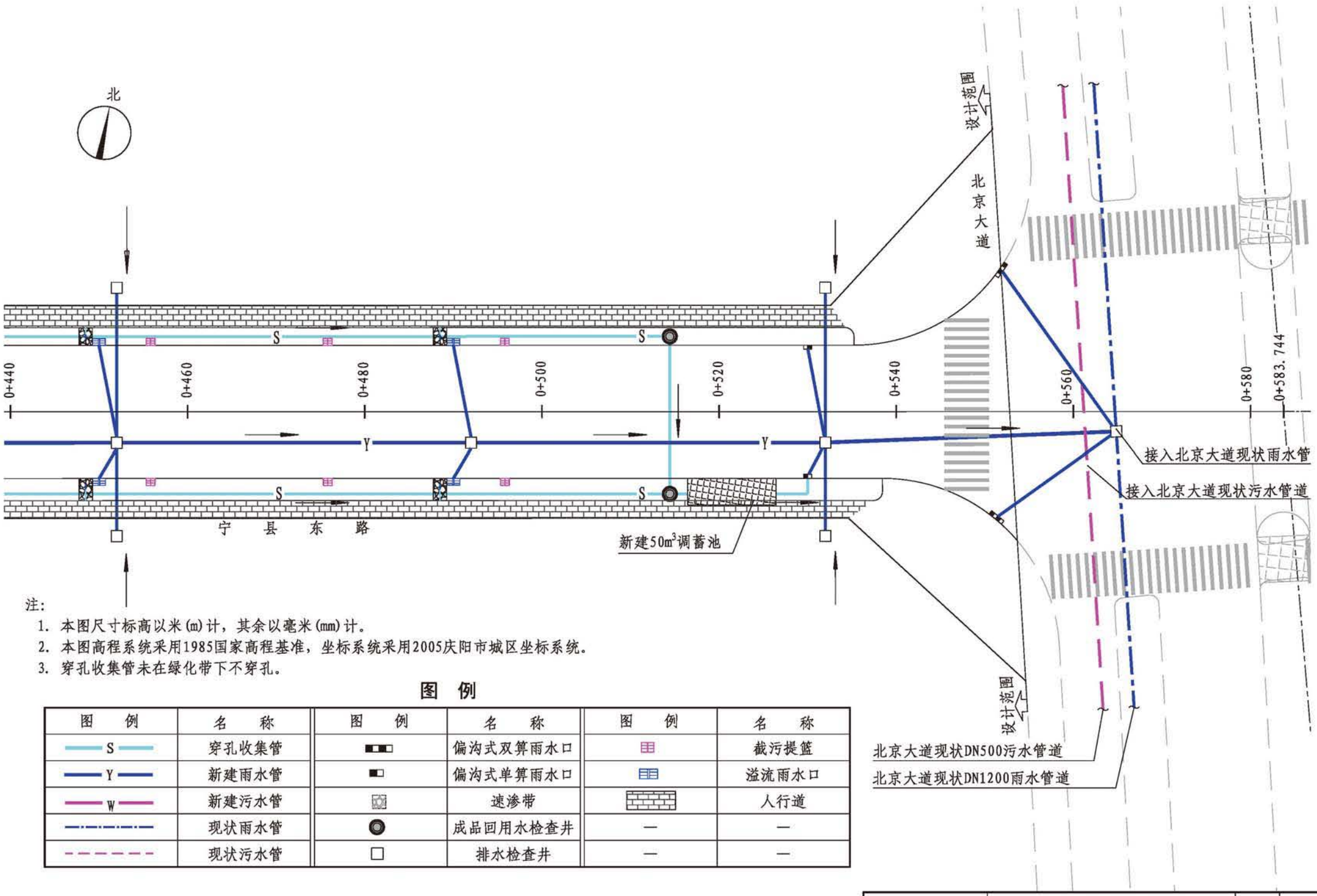
注：

1. 本图尺寸标高以米(m)计，其余以毫米(mm)计。
2. 本图高程系统采用1985国家高程基准，坐标系统采用2005庆阳市城区坐标系统。
3. 穿孔收集管未在绿化带下不穿孔。

图 例

图 例	名 称	图 例	名 称
S	穿孔收集管		成品回用水检查井
Y	新建雨水管		排水检查井
	速渗带		截污提篮
	偏沟式双算雨水口		溢流雨水口
	偏沟式单算雨水口		人行道

1-1 方案设计			1-1-3-总2海绵设施平面图一						图集号	22HM001-1
审核	郑克白	郑克白	校对	姚晗	姚晗	设计	李胜	李胜	页	2-3-09



注：

1. 本图尺寸标高以米(m)计，其余以毫米(mm)计。
2. 本图高程系统采用1985国家高程基准，坐标系统采用2005庆阳市城区坐标系统。
3. 穿孔收集管未在绿化带下不穿孔。

图 例

图 例	名 称	图 例	名 称	图 例	名 称
S	穿孔收集管		偏沟式双箅雨水口		截污提篮
Y	新建雨水管		偏沟式单箅雨水口		溢流雨水口
W	新建污水管		速渗带		人行道
	现状雨水管		成品回用水检查井	—	—
	现状污水管		排水检查井	—	—

1-1 方案设计			1-1-4-总3海绵设施平面图二					图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	姚晗		设计	李胜	页	2-3-10

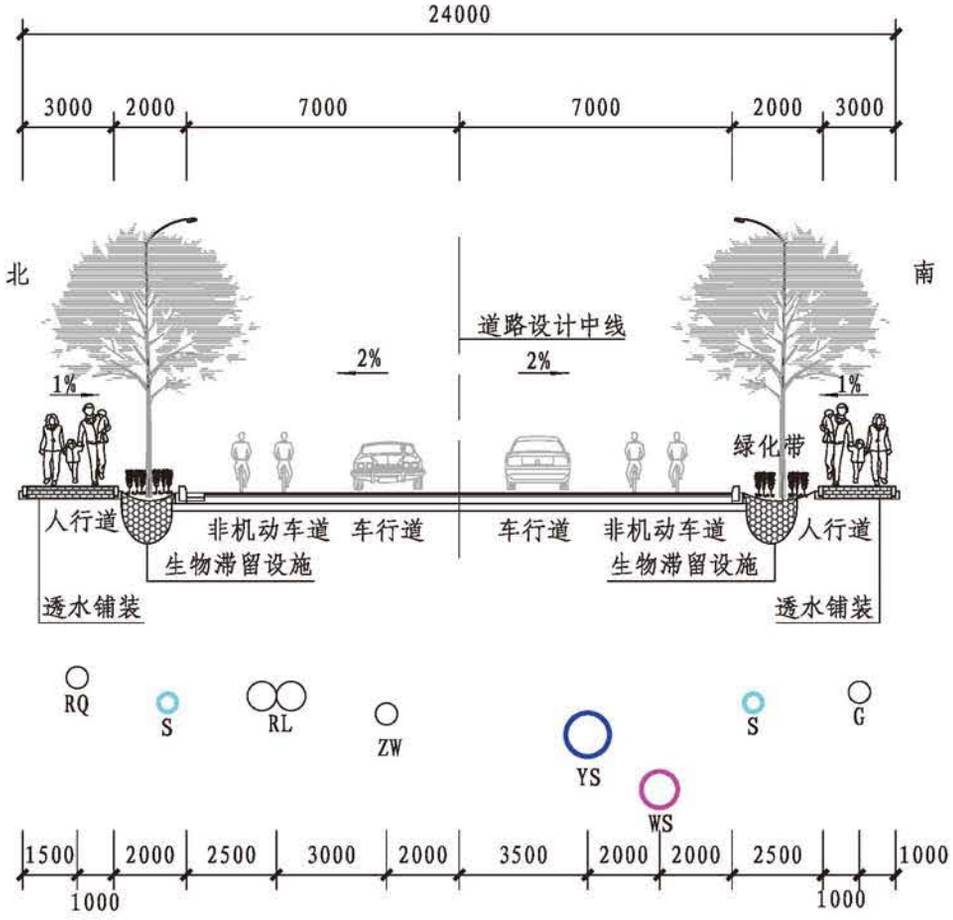
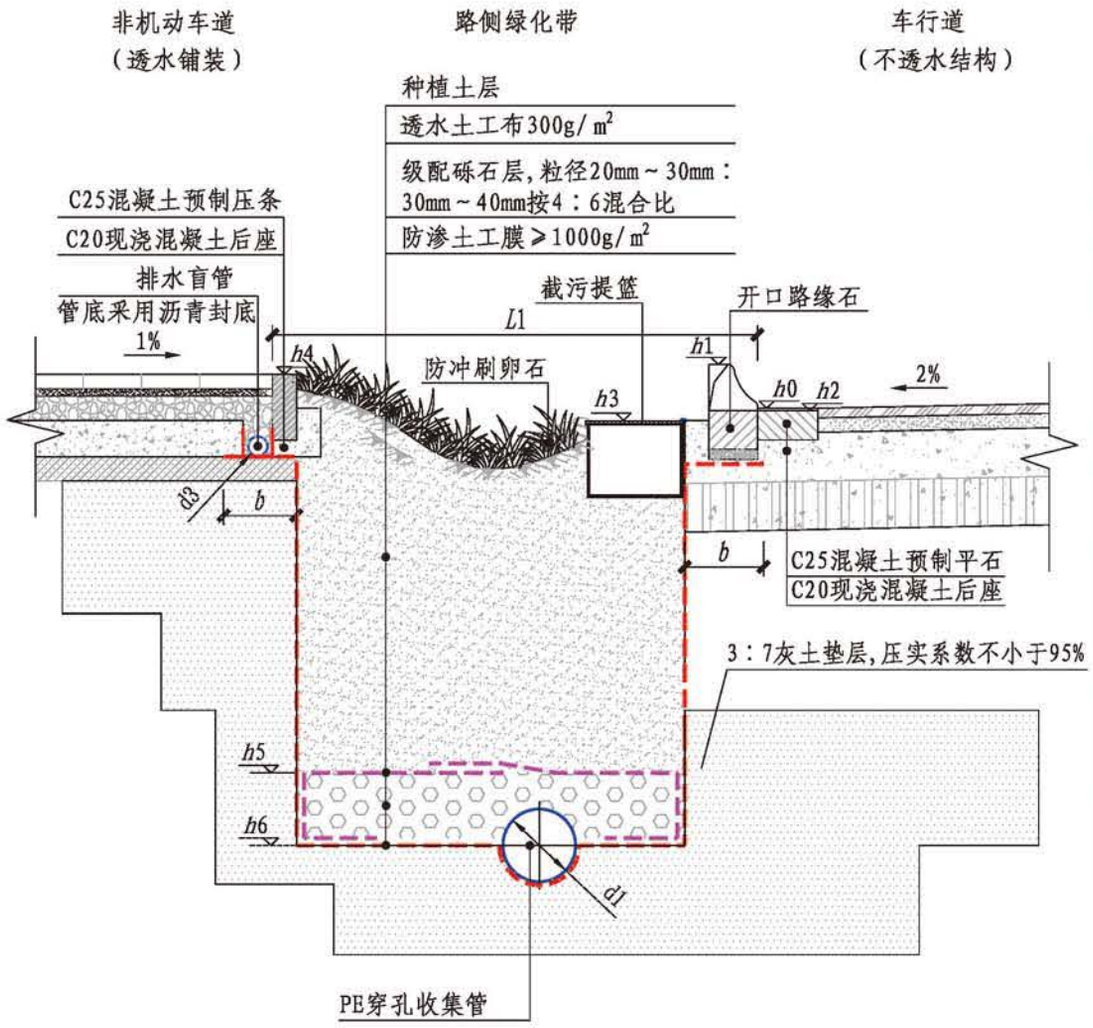


图 例

图 例	名 称	图 例	名 称
WS	新建污水管线	DL	电力管线
YS	新建雨水管线	RL	热力管线
S	新建穿孔收集管	RQ	燃气管线
G	给水管线	TG	通信管线
ZW	新建再生水管线	—	—

注：本图长度单位以毫米(mm)计。

1-1 方案设计			1-1-5-总4横断面图						图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	姚晗		设计	李胜		页	2-3-11



生物滞留设施进水口标准断面图

设计参数表

序号	项目	尺寸或规格	备注
1	种植土层	—	腐殖酸质土≤30%，渗透系数≥5.0×10^{-5}m/s
2	砾石排水层	—	粒径范围为25mm～40mm，渗透系数≥$2.0\times10m^{-2}$/s
3	防渗土工膜压入道路结构长度	$b\geq1000$	—
4	土工布搭接长度	≥300	—
5	透水土工布	300g/m²	—
6	穿孔收集管$d1$	dn225	开孔率控制在3%，开孔$\phi15$
7	排水盲管$d3$	dn100	开孔率控制在3%，开孔$\phi25$
8	$L1$	$L1$=2000	侧绿化带宽度
9	$h0$	±0.000	混凝土预制平石顶面标高
10	$h1$	0.180	开口路缘石顶面标高
11	$h2$	-0.010	开口路缘石处混凝土预制平石顶面标高
12	$h3$	-0.050	截污提篮顶面标高
13	$h4$	0.200	混凝土预制树池压条顶面标高
14	$h5$	-1.500	种植土层底面标高
15	$h6$	-1.800	砾石排水层底面标高

注：1. 本图标高单位以米(m)计，其余单位均以毫米(mm)计。
2. 本图标高采用相对高程，以混凝土预制平石顶面为±0.000。
3. 开口路缘石处混凝土预制平石顶面标高为-0.010。
4. 开口路缘石、截污提篮、雨水溢流井等各种井类间隔布置。
5. PE穿孔收集管管径应根据现场实际情况进行调整，并不应小于dn100。

1-1 方案设计			1-1-6-总5详图					图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	姚晗		设计	李胜	页	2-3-12

2 西咸新区某新建城市主干道海绵城市建设设计

2-1-1 海绵工程设计说明

本项目位于西北地区的西咸新区，属暖温带大陆季风气候，地形平坦，7月、9月为两个明显降水高峰月，位于降雨分区图的第Ⅱ区，该地区主要解决的是资源型缺水问题。本项目为新建项目，以控制雨水径流总量及面源污染为目标。雨水年径流总量控制率为85%。适宜的设施为生物滞留设施、植草沟、下沉式绿地、透水铺装等。由于项目所在区域地质为Ⅰ级非自重湿陷性黄土场地，所以生态滤沟两侧采取防渗措施保证道路安全，结合试验研究成果，采用填料换填加速雨水下渗，增强污染物去除率，设置取样装置进行后期跟踪研究。

1 项目概况

1.1 建设位置

天元路位于陕西省西咸新区沣西新城核心区中部，为沣西新城东西向城市主干道。规划天元路西起渭东路，东至沣柳路，道路长度6430.753m。

1.2 建设规模

本工程范围西起渭东路，东至秦皇大道，长度为3445.141m,其中咸户路以西长度为515.701m，红线宽度为40m（其中机动车道宽16m，两侧分隔带各宽5m，两侧非机动车道各宽3m，两侧人行道各宽4m）；咸户路以东段长度为2929.44m，红线宽度为60m（其中机动车道宽23m，两侧分隔带各宽6m，两侧辅路各宽7m，路侧带各宽5.5m）。

1.3 示例性质

项目为新建工程，建设用地开发前为农田，建成后为城市主干道。

2 设计依据

2.1 上位规划及设计标准

《海绵城市建设技术指南》（住房和城乡建设部，2014年10月）

《陕西省人民政府办公厅关于推进海绵城市建设的实施意见》（陕政办发〔2016〕20号）

《西咸新区海绵城市建设总体规划》（深圳市城市规划设计研究院有限公司，2016年1月）

《沣西新城核心区低影响开发专项研究报告》（广州珠水环境科技有限公司，2016年3月）

《西咸新区海绵城市建设——低影响开发技术指南（试行）》（2018年10月）

《西咸新区海绵城市建设规划设计技术导则（试行）》(陕西省西咸新区开发建设管理委员会，2016年1月）

2.2 技术资料

2.2.1 气象条件

西咸新区属暖温带大陆季风气候，四季分明；春季多风，夏季炎热，冬季寒冷；秋末冬春少雨，夏季初秋多雨，雨热同季。年平均降水量485.22mm，年最大降水量897.80mm（2003年），年最小降水量302.20mm（1997年），年际相差595.60mm。年内降水分布不均，降水量主要集中在汛期的5月～10月，约占全年降水量的80%,多年平均蒸发量970mm。

表1 不同年径流总量控制率对应的设计降雨量

年径流总量控制率（%）	60	65	70	75	80	85	90
设计降雨量（mm）	8.6	9.9	11.5	13.5	15.9	19.2	24.1

2.2.2 地质概况

本工程道路沿线约440m路段有大量1、2层砖混结构民房需要拆迁；约600m路段穿过秦都区苗木花卉基地，有大量苗木需要迁移；其余路段多穿过农田及蔬菜大棚。道路沿线地势总体平坦、地物较简单。

据地勘资料，天元路沿线主要由第四系全新统冲积黄土状土、上更新统冲积黄土状土及中砂组成，表层为耕土层。其层序和各层土的特征如下：

1）耕土：黄褐色，以黄土状土为主,土质疏松,含大量植物根系。耕土层厚度0.4m～0.5m，素、杂填土层最大厚度10.0m。本层层底标高380.00m～390.00m。

2）黄土状土：褐黄色，大孔隙发育，土质疏松，含蜗牛壳。本层稍湿,呈硬塑-可塑状态。厚度0.8m～3.8m，层底埋深1.3m～4.3m，层底标高385.40m～388.60m。

3）中砂：褐黄色，砂质纯净，以石英、长石为主要成分，本层上细下粗。本层稍湿-湿，稍密-中密。厚度0.5m～8.9m，层底深度为8.9m～10.5m，层底标高为378.40m～380.20m。

4）中粗砂：灰黄色，砂质纯净，以石英、长石为主要成分。本砂层湿-饱和，密实。该层未钻穿，最大揭露深度19.0m，揭露厚度9.0m。

根据土工试验结果，场地2）层黄土状土的自重湿陷系数均小于0.015,依据《湿陷性黄土地区建筑标准》GB 50025-2018判定，本场地属非自重湿陷性黄土场地。

勘察期间测得稳定地下水位埋深9.8m～13.6m（按自然地面计算），稳定水位标高376.50m～378.60m。地下潜水补给主要为大气降水和渭河径流侧渗,排泄条件主要为取水井人工开采。据区域地下水监测资料，场地地下水位年内季节性变化幅度约2.0m左右。

2.2.3 地震设防

抗震设防烈度8度，设计基本地震加速度值0.20g。

2.2.4 市政条件

天元路为新建道路，无现状管线，沿线与现状咸户路相交，咸户路为二级公路，宽度为12m，沥青混凝土路面；其余相交的现状道路多为田间小路。

3 设计目标

该道路为“陕西省西咸新区沣西新城雨水净化与利用技术研究与应用示范”的示范工程之一，按照《海绵城市建设技术指南》分区位于Ⅱ区，对应的年径流总量控制率为80%～85%。该工程将通过雨水下渗实现道路年径流总量控制率85%（对应的设计降雨量为19.2mm），雨水经调蓄后安全排放，提高绿化带土壤保水量，降低绿化用水量。

4 项目分析

结合低影响开发原则，尽量将雨水进行下渗利用，补充地下水，减少泵站提升外排量，节省泵站运行费用。项目地质条件为Ⅰ级非自重湿陷性黄土场地，生态滤沟两侧采取防渗措施，保证道路安全；生态滤沟根据试验研究阶段成果，采用填料换填加速雨水下渗，增强污染物去除率；同时设置取样装置，后期进行跟踪研究。

5 设计方案

5.1 方案概况

天元路为新建道路，海绵城市主要解决雨水面源污染，径流总量控制，对雨水进行下渗利用，补充地下水。由于天元路在咸户路东、西两侧道路断面不同，西侧为40m红线，东侧为60m红线，分别采用不同的布置形式。

本工程道路雨水收集采用下沉式绿地收水。绿地低于路面20cm。通过在道牙处设置进水口，将路面雨水引入绿带内进行下渗，补充地下水；绿带内设置溢流雨水口，溢流雨水口进水部位高于绿带顶面5cm，溢流雨水口顶面高于绿带14cm；当雨量过大时，多余的雨水溢流排入溢流雨水口，通过雨水管道进行排放。具体设计流程如下：

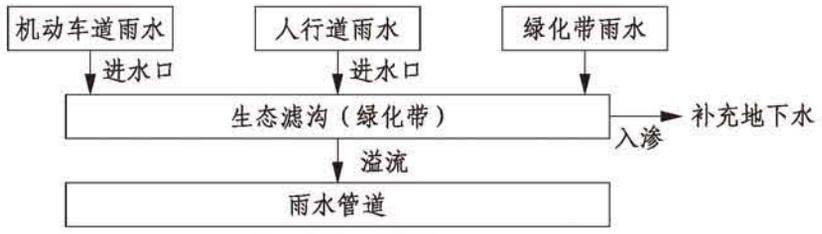


图1 设计流程图

本工程根据“陕西省西咸新区沣西新城雨水净化与利用技术研究及应用示范项目”试验研究的阶段成果，同时考虑沣西新城的具体地质情况、绿带种植情况。沣西新城地质，上层为黄土，层厚0.20m～2.70m；下层为砂土；由于黄土状土透水率较小，设计适当提高填料换填深度，增加渗透。由于天元路绿带均较宽，需要种植乔木、灌木及草，填料主要采用种植土，以增加土壤下渗性能，利于植物生长。结合试验成果，高炉渣孔隙率高、吸附性好，利于雨水下渗和污染物去除，因此辅助填料采用高炉渣。同时考虑管道施工时，下层砂土挖出，砂土可作为辅助填料。

本工程采用种植土作为主要填料，高炉渣和砂土作为辅助填料；填料设置两层，从上至下依次为400mm厚种植土层、400mm厚高炉渣+中粗砂层。

本工程在道路桩号$K0+300$～$K0+450$段道路南侧、$K1+660$～$K1+800$段道路北侧、$K3+000$～$K3+200$段道路南侧的机非分隔带内设置取样管3组，每组3个，以监测本工程雨水入渗设施的运行情况，同时开展试验研究，为后续工程提供经验借鉴。

5.2 设计参数及计算

5.2.1 设计参数

1）雨水暴雨强度公式：$q=\dfrac{2785.833\times(1+1.651\lg P)}{(t+16.813)^{0.932}}$ [L/(hm^2·s)]。

2）径流系数：沥青路面：$\psi=0.80$，人行道：$\psi=0.4$，绿地：$\psi=0.15$。

3）管道设计雨水重现期：P=2年。

4）年径流总量控制率85%（对应的设计降雨量为19.2mm）。

5）土壤渗透厚度公式：$Is=\alpha\cdot K\cdot J\cdot t$，其中$\alpha$取0.8，$K$取2m/d，$J$取1.0，$t$取1h。则$Is$=0.057m。

5.2.2 设计计算

具体数据详见表2。

1）控制容积=（渗透容积+蓄水容积）×安全系数

=（29650×0.057+29650×0.05）×0.8=2538m^3。

2）控制雨量=控制容积/（汇水面积×综合径流系数×10）

=2538/（19.64×0.597×10）=21.6mm。

查表1，21.6mm对应的降雨控制率为87.5%。

3）年径流污染控制率=年径流总量控制率×污染物去除率

=87.5%×80%=70%。

注：污染物去除率按《海绵城市建设技术指南》表4-1取值，本次按复杂型生物滞留设施取80%。

5.3 采用的排水方式及组织

依据规划，沣西新城区域内均采用雨污分流排水体制，本工程雨水管道以咸户路为界分为YA、YB（YB′）两部分设置。渭东路-咸户路段雨水管道为单排布置；咸户路-秦皇大道段雨水管道为双排布设，其中南侧为干管，北侧为支管，支管分段接入干管。总体流向为两端向中间咸户路汇集，经咸户路主干管提升后排入渭河。

5.4 单项设施说明

5.4.1 溢流雨水口：溢流雨水口约40m一座，原则上两处进水口对应一座溢流雨水口。溢流雨水口采用砖砌三算溢流雨水口；道路凹点采用六算溢流雨水口，中间隔墙预留ϕ500圆孔连通；雨水口算子采用球墨铸铁雨水口算子。溢流雨水口算子均安装防盗链。

5.4.2 溢流雨水口连接管：溢流雨水口连接管采用DN400 I 级钢筋混凝土承插口管，坡度i大于或等于0.01，120° 混凝土基础，承插橡胶圈接口。为防止雨水下渗侵入路基，位于路面下的连接管基础下加设300mm厚3：7灰土垫层及300mm厚素土垫层，密实度均大于或等于95%，宽度为混凝土基础两侧各外放100mm。

5.4.3 进水口：为了使路面雨水快速汇流入绿化带内，按计算流量在道牙上开孔，开孔尺寸为$L\times H$=250mm×100mm，每处连续三块路缘石开孔，间距约为20m，位置见第2-3-17页、2-3-18页。同时在进水口处设置雨水篦箅，进水口处路面比周围路面低30mm，范围为$L\times B$=2500mm×500mm。

5.4.4 填料：为保证土壤下渗性能，利于植物生长，有效去除雨水中的污染物，填料采用种植土、高炉渣+中粗砂。下层高炉渣+中粗砂层比例为1：1；种植土可采用现状地面的耕（表）土，不得采用素土代替种植土。采用人工压实，不得采用机械压实。

5.4.5 为保证道路安全，防止滤沟内雨水侧向渗透侵入道路基层，造成路基沉陷，在绿化带两侧设置1.35m高、120mm厚砖砌防水墙，采用M10水泥砂浆砌MU10砖，墙内用1：2防水水泥+5%防水剂抹面，抹面厚20mm。墙底设置150mm厚C15混凝土垫层，宽度为每边外放50mm。

5.4.6 在120mm厚砖砌防水墙后设置砾石沟，砾石粒径50mm～100mm；进水口处连续设置 7块铅丝网笼成品块，每块尺寸为$B\times H\times L$=500mm×300mm×300mm，进行配水及防止冲刷。为便于后期对铅丝网笼成品块进行清理，在铅丝网笼与种植土之间设置420mm高、120mmh厚砖墙。

5.4.7 土工布：为防止填料之间掺混，在两层填料之间铺设透水土工布，单位面积质量大于或等于400g/m^2，厚度大于或等于2.8mm，断裂伸长率大于或等于50%，垂直渗透系数大于或等于1.0cm/s。搭接长度大于等于50mm，砖墙边缘处沿砖墙向上铺设400mm。

5.4.8 取样管：采用dn100PVC管加工。

5.4.9 路面结构：路面结构采用常规设计，主路路面结构厚度690mm，辅路结构厚度620mm，人行道结构厚度280mm。路面结构外侧采用120mm厚砖墙防止雨水渗入道路路基。

6 运行维护

6.1 为保证雨水利用设施正常有效运行，应安排专门人员进行运行管理。

6.2 在雨季来临前及每次雨后应对进水口、溢流雨水口、绿化带内的垃圾、树枝、树叶等进行清理，防止杂物堵塞雨水利用设施。

6.3 在雨季来临前及雨季期间至少每个月对铅丝网笼进行清理、冲洗，以保障对雨水的配水及防冲刷作用。

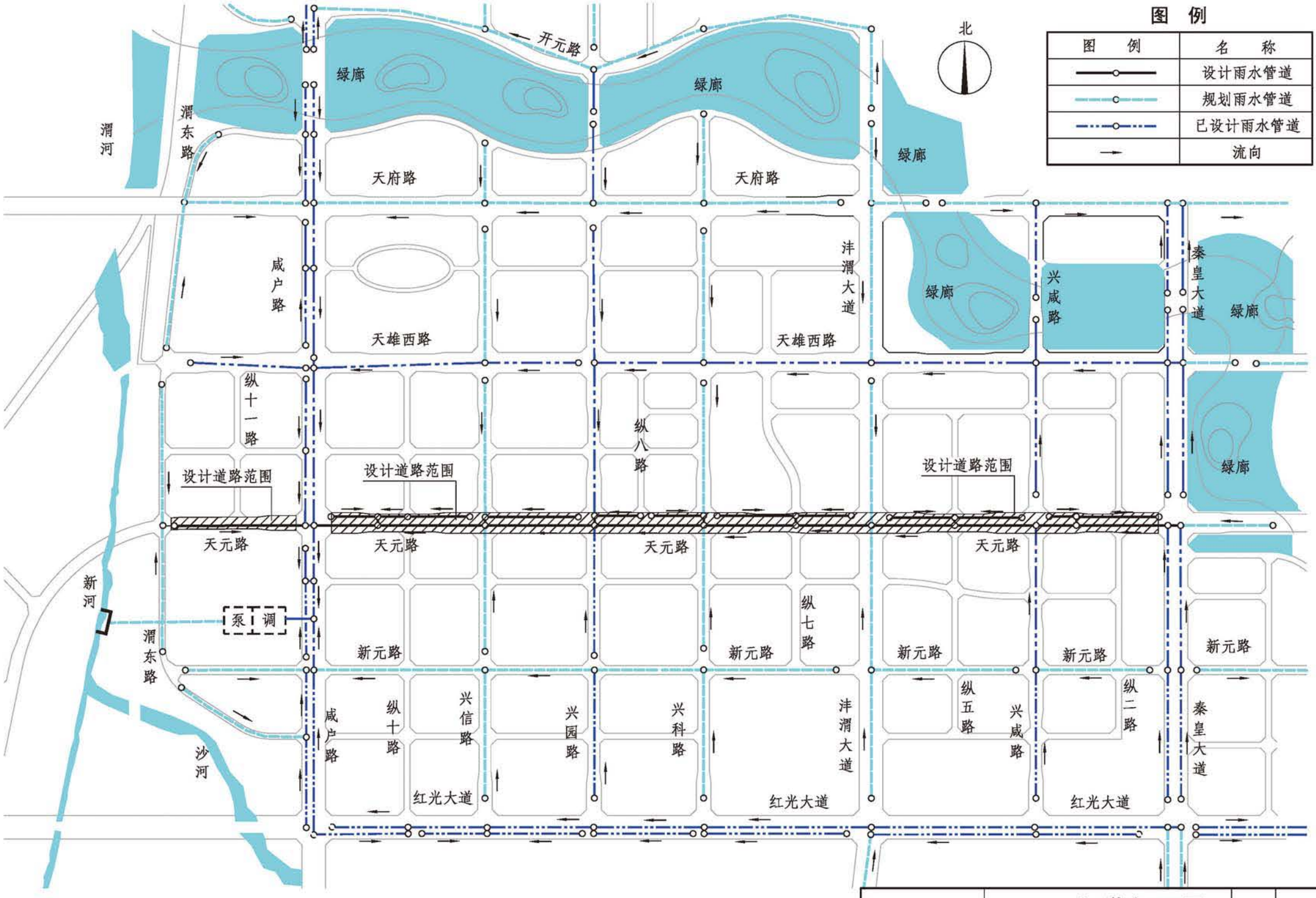
6.4 对上层种植土层应每年至少进行一次松土，或根据景观要求进行松土。

7 造价估算（略）

8 附表

表2 建设项目海绵城市设施建设目标及评价表

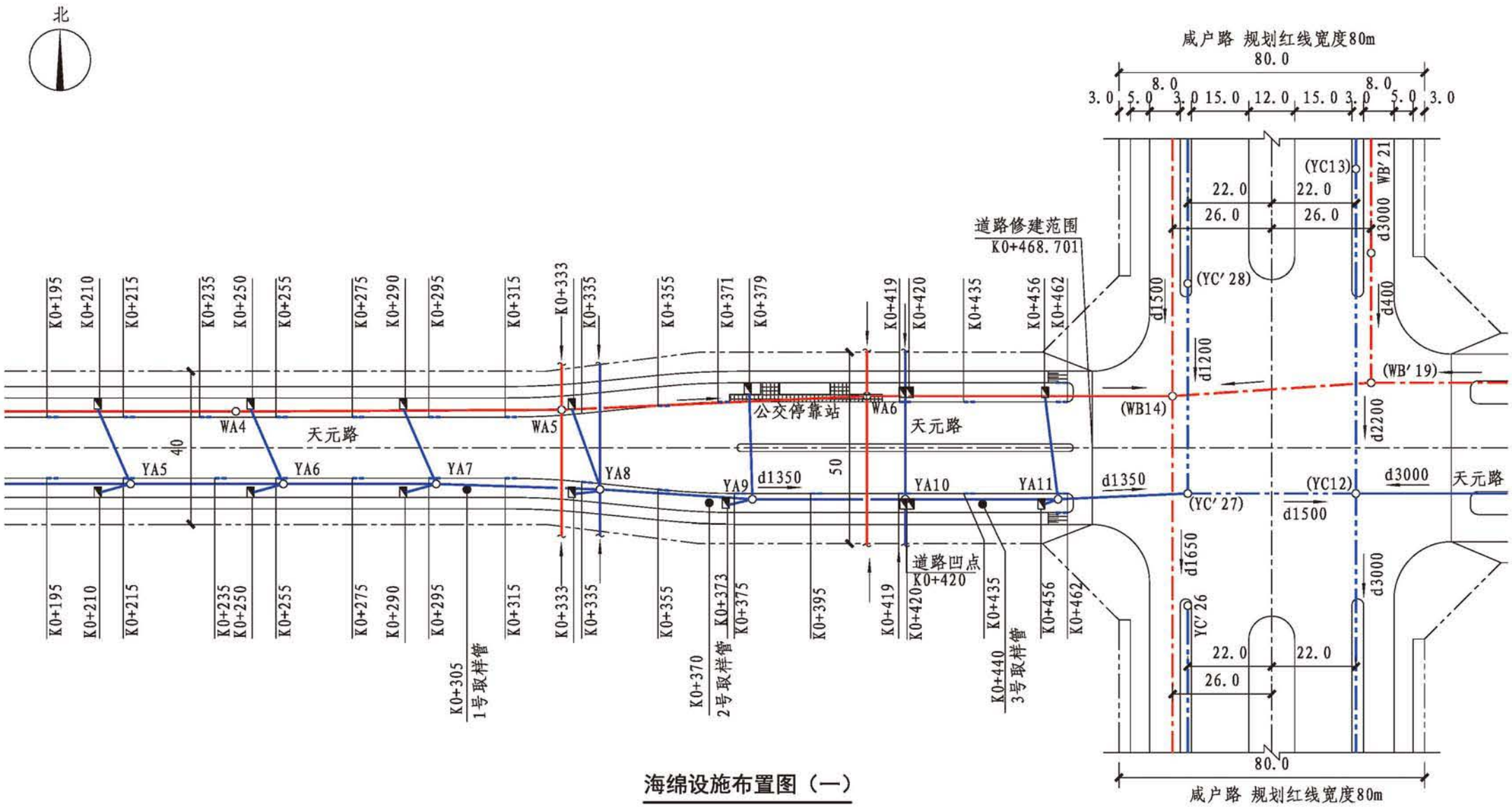
序号	指标类型	序号	指标名称		目标值	设计值
一	控制性指标	1	年径流总量控制率（%）		85	87.5
		2	年径流污染控制率（%）		60	70
		3	雨水管网设计重现期（年）		2	2
二	下垫面解析	4	下垫面总面积（m^2）	196394	—	—
		5	绿地总面积（m^2）	46261	—	—
		6	下沉式绿地面积（m^2）	29650	—	—
		7	下沉式绿地率（%）	64	30	64
		8	沥青路面总面积（m^2）	125501	—	—
		9	沥青路面透水面积（m^2）	0	—	—
		10	沥青路面透水铺装率（%）	0	—	—
		11	人行道总面积（m^2）	24632	—	—
		12	人行道透水面积（m^2）	0	—	—
		13	人行道透水铺装率（%）	0	—	—
		14	综合径流系数	0.597	—	—
		15	其他指标	—	—	—
三	综合自评	16	控制性指标的设计值大于或等于目标值		合格	—



图例

图例	名称
	设计雨水管道
	规划雨水管道
	已设计雨水管道
	流向

2-1 方案设计		2-1-2-总1道路平面图						图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	王燕		设计	井敏莉	页	2-3-16



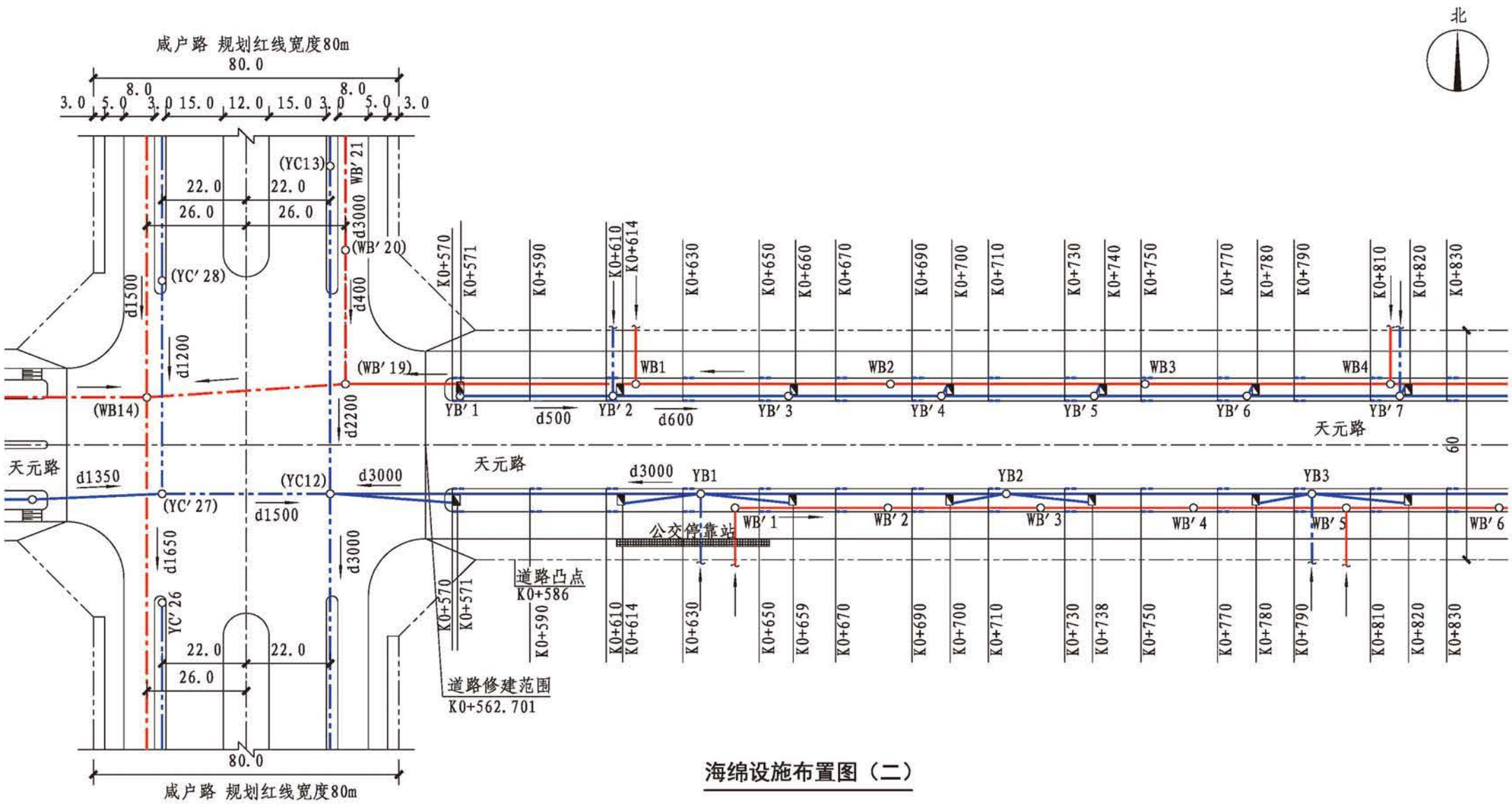
海绵设施布置图（一）

图 例

图 例	名 称	图 例	名 称
Y#	设计雨水管道	(Y#)	已设计雨水管道
W#	设计污水管道	--	进水口
(W#)	已设计污水管道		绿化带溢流雨水口及连接管

注：图中尺寸除管径以毫米（mm）计外，其余均以米(m)计。

2-1 方案设计			2-1-3-总2海绵设施平面图一					图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	王燕		设计	张斌令	页	2-3-17



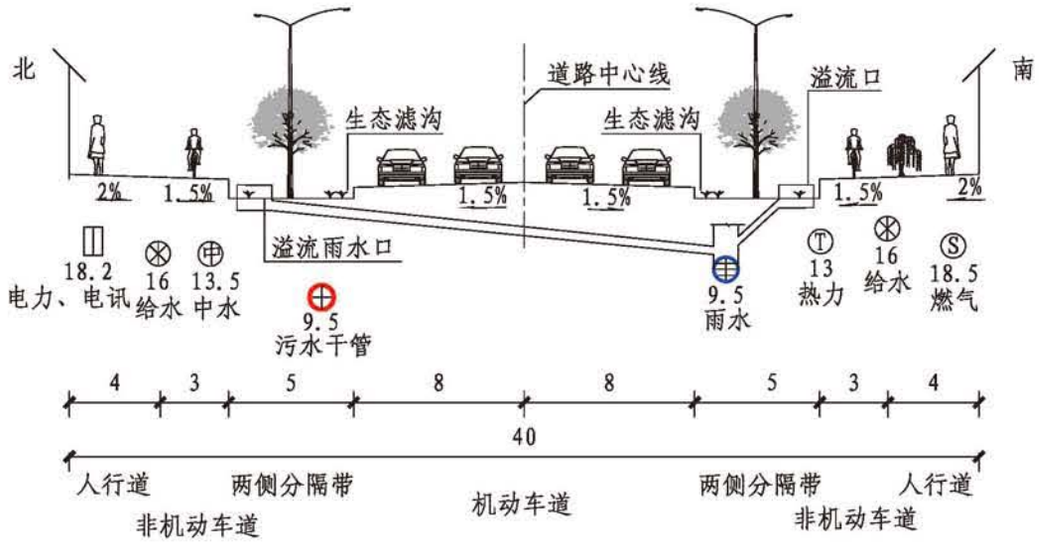
海绵设施布置图（二）

图 例

图 例	名 称	图 例	名 称
Y#	设计雨水管道	(Y#)	已设计雨水管道
W#	设计污水管道		进水口
(W#)	已设计污水管道		绿化带溢流雨水口及连接管

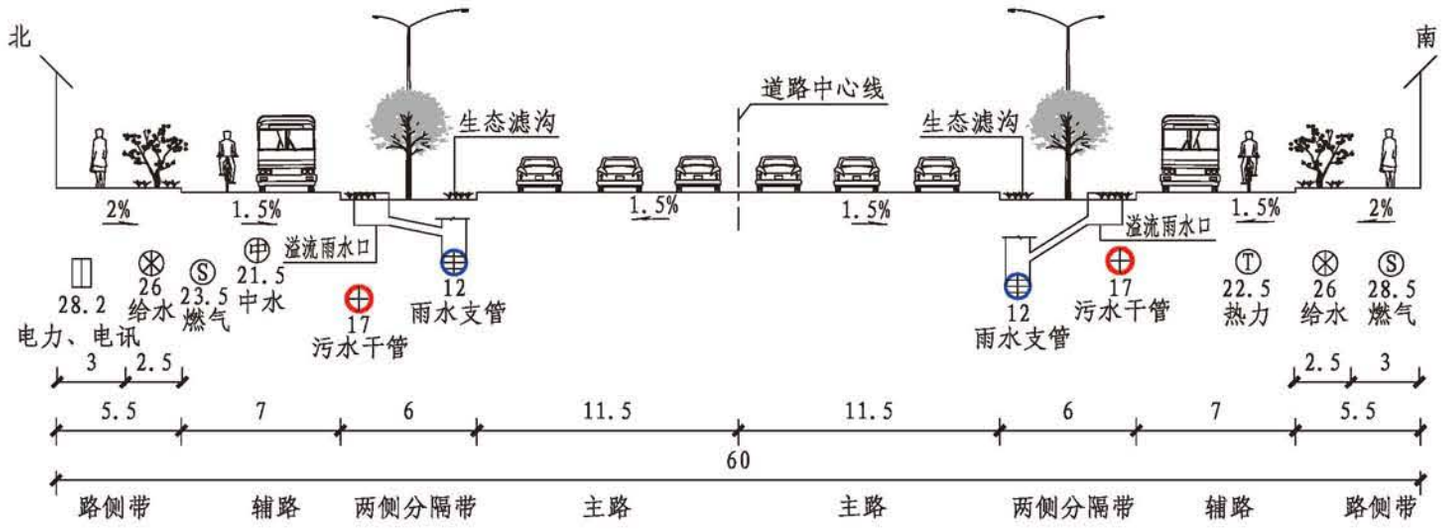
注：图中尺寸除管径以毫米（mm）计外，其余均以米(m)计。

2-1 方案设计			2-1-4-总3海绵设施平面图二					图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	王燕		设计	张斌令	页	2-3-18



道路横断面管位示意图（一）

（咸户路以西段）

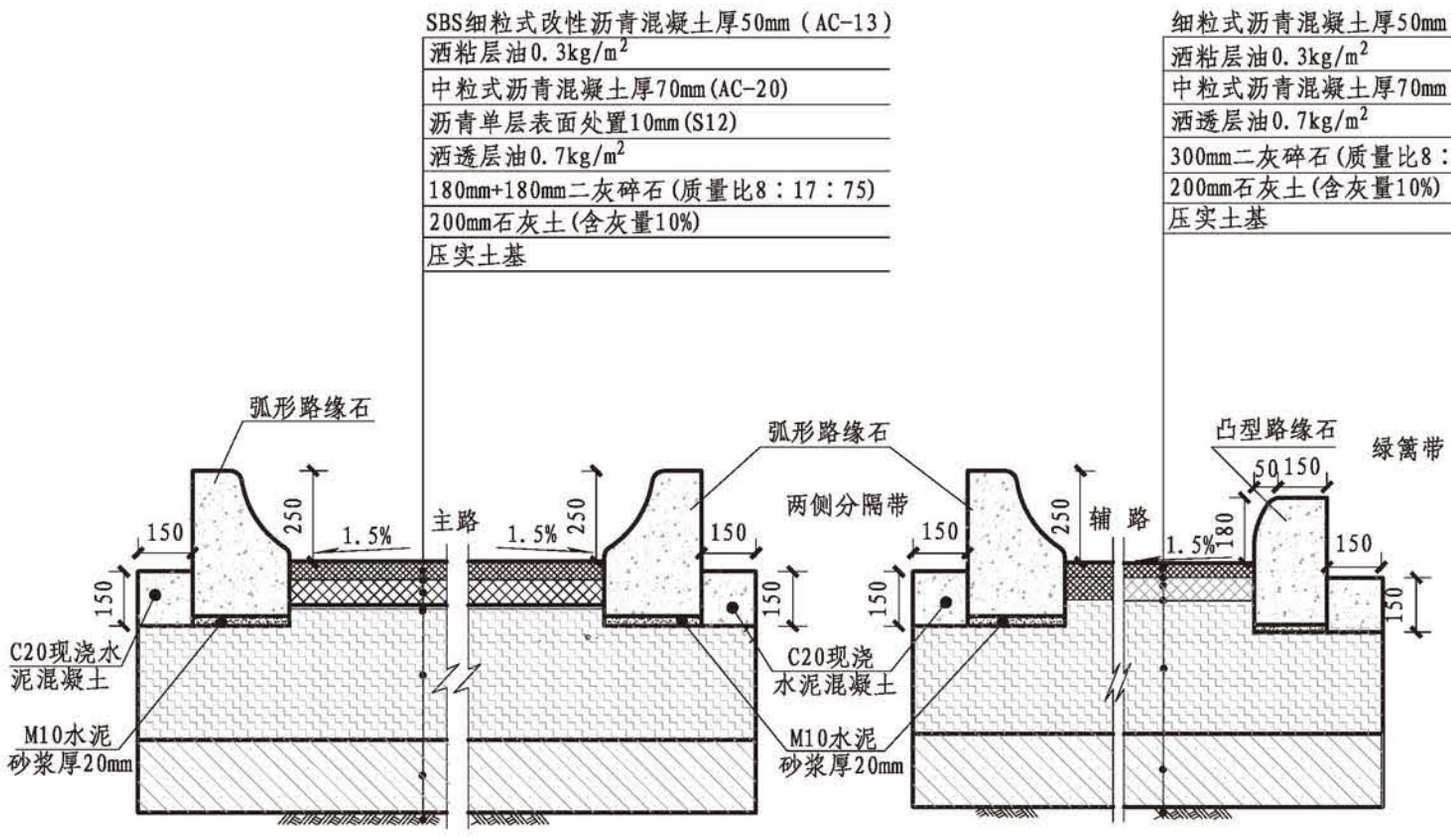


道路横断面管位示意图（二）

（咸户路以东段）

注：
1. 图中尺寸单位均以米(m)计。
2. 图中数字表示管道中心距道路中心线距离。

2-1 方案设计			2-1-5-总4横断面图					图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	王燕		设计	黄宁俊	页	2-3-19



注：
1. 图中尺寸单位为毫米(mm)。
2. 适用于一般湿陷性黄土地质。
3. 弧形路缘石采用C50混凝土预制。

2-1 方案设计			2-1-6-结1路面结构图					图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	王燕		设计	刘超		页	2-3-20

3 重庆市某新建双向六车道城市主干道海绵城市建设设计

3-1-1 海绵工程设计说明

本项目位于西南地区的重庆市，属于亚热带季风性湿润气候，地形总体上南低北高，西低东高，局部段较陡，年平均降水量较丰富，降水多集中在5月～9月，占全年总降水量的69%，位于降雨分区图的第Ⅲ区。该地区主要解决的是水质型缺水的问题。本项目为改造项目,适宜的设施为生物滞留设施、透水铺装、生态树池等。建设目标为设计控制降雨量下道路路面无积水、延缓雨水径流、控制径流面源污染。学堂路海绵城市改造工程采用阶梯式生物滞留设施、透水铺装和生态树池三种海绵设施，在不改变现状道路雨水管道系统的前提下，将绿化带改造为生物滞留设施带，汇集并处理道路红线范围内雨水。与此同时，由于山地陡坡城市道路径流快，为减缓生物滞留带内径流流速，确保蓄滞容积充分利用，采用设置拦水堰的阶梯形生物滞留带，并将原有人行道硬化下垫面和树池改造为透水铺装及生态树池，来达到建设目标。

1 项目概况

1.1 项目位置（见图1）

学堂路海绵城市改造工程横跨重庆市悦来新城12、13和17雨水管理分区，本次设计路段为K1+441.699～K4+840，起于嘉岚路交叉口，向北延伸，分别与国博大道、宝山路、小湾路相交，经过会展公园东大门、北大门，与阳光路平交后，终点止于椿萱大道北侧。



图1 学堂路海绵城市改造工程区位图

1.2 项目规模

本工程为双向六车道，长3.4km、宽36m，道路等级为城市主干道，设计速度为40km/h。横断面尺寸为: B=6m（人行道）+12m（机动车道）+12m（机动车道）+6m（人行道）= 36m。道路机动车道横坡采用1.5%，人行道横坡采用2.0%,人行道设置净宽2.0m的生物滞留设施。

1.3 项目性质

本项目已有完善的雨、污水管道及绿化系统，为海绵城市道路改造工程。

2 设计依据

2.1 上位规划及设计标准

《重庆市城乡总体规划（2007～2020）》

《两江新区总体规划》

《重庆市两江新区悦来新城海绵城市建设试点实施方案》(重庆市市政设计研究院2015年2月)

《重庆市悦来新城海绵城市建设试点实施计划》（重庆市市政设计研究院，2015年5月）

《重庆市城乡总体规划（2018～2035）》

《重庆市两江新区总体规划》

《重庆悦来生态城总体城市设计》

《城镇道路路基设计规范》DBJ 50-145-2012

2.2 技术资料

2.2.1 气象

项目所在区域多年平均气温18.3℃，月平均最高气温在8月为28.1℃,月平均最低气温在1月为5.7℃。降雨多集中于5月～9月，约占全年降雨量的69%,7月～9月常有大雨或大暴雨。按2003年～2013年降雨量计算，年平均降水量为1078mm。

表1 不同年径流总量控制率对应的设计降雨量

年径流总量控制率（%）	60	65	70	75	80	85	90
设计降雨量（mm）	12.7	14.1	18.1	21.9	26.8	33.4	43.5

2.2.2 水文地质特征

地形总体上南低北高，西低东高，局部段较陡，区内高程在210.00m～355.00m，相对高差约145m。设计路段区域总体地势沿道路纵向波状起伏，场地局部沟谷地段发育有季节性冲沟，地表土层薄，厚度约0.5m～4.5m,下覆基岩。

3 设计目标

根据本工程所在雨水管理分区指标要求,年径流总量控制率大于或等于80%。该工程设置相关LID设施对道路路幅范围内初期雨水进行净化滞蓄，削减洪峰,满足总目标提出的年径流总量控制率80%（对应的设计降雨量为26.8mm）的指标要求，且实现每万平方米硬质地面缓排容积130m³。

4 现状分析

悦来新城为山地城市，地势陡，雨水径流速度快，雨水豁口常规开口方式集水能力低，生物滞留设施滞蓄能力弱。根据山地城市道路收水试验研究结果，将豁口进水处路面下沉约50mm，形成低于周围道路标高的小型浅收水槽，产生局部跌水促使车行道雨水径流顺利进入生物滞留设施；同时根据坡度在生物滞留设施内设置挡水堰或者采用阶梯式生物滞留设施，以降低流速充分利用容积；悦来新城雨水泥沙含量大，为避免生物滞留设施堵塞及处理能力下降，在雨水豁口处后端设置沉砂井。

5 设计方案

5.1 方案概况

道路红线范围内的雨水通过生物滞留设施的路缘石开口流入沉砂井，并经沉砂井雨水箅子溢出，进入卵石区实现均匀布水和过滤，然后汇入种植区，通过种植区植物、土壤和微生物系统的下渗和缓冲作用，净化径流，缓排雨水；超标雨水溢流时，溢流雨水排入现有雨水系统。人行道通过透水砖铺装下渗，且通过横坡设置，使得人行道超标雨水流向生物滞留设施。具体流程如下：

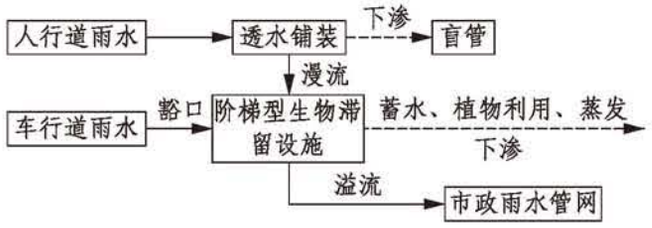


图2 设计流程图

5.2 设施设计

5.2.1 生物滞留设施

1）平面布置：利用现状绿化带进行生物滞留设施改造。将现状绿化带（现状绿化带净宽1.8m左右）均拓宽至2.27m，内部净宽2.0m。具体详见第2-3-28页。

2）纵断面布置：生物滞留设施蓄水层高度200mm。当道路坡度小于或等于2%时，生物滞留设施纵坡同道路坡度；当道路坡度大于2%且小于7%时，为保证生物滞留设施充分发挥对雨水的过滤、储存等作用，采用阶梯式生物滞留设施；道路坡度大于或等于7%时，雨水基本顺道路坡向流向下游，生物滞留设施收水功能较小，故本次设计在道路坡度大于或等于7%时不设生物滞留设施，保留原有绿化带。

阶梯式生物滞留设施内每级内部上游隔墙顶距离土层最低点,按照0.5m控制；每级内部下游隔墙顶距离土层最低点，按照0.3m控制，生物滞留设施纵断面设置参考表2，未列情况按内插取值。

表2 阶梯式生物滞留设施每段长度

路面坡度i（%）	滞留设施坡度I'（%）	生物滞留设施每段长度L(m)
2	0	10
3	0	6.7
4	0	5
5	1	4
6	1	4
7	2	4

3）竖向布置：

生物滞留设施带最小深度：

$$H = H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5$$

式中：H_1 —— 最小种植土厚度，为了满足灌木生长需求取500mm;

H_2 —— 设计持水区深度（mm），取200mm;

H_3 —— 砂滤层厚度（mm），取100mm;

H_4 —— 砾石层厚度（mm），取300mm;

H_5 —— 超高（mm），雨水豁口与最高持水区高差，100mm。

详见第2-3-29页。

4）生物滞留设施设计计算：

以下容量计算均为每延米的容量。

① 生物滞留设施设计进水量：

海绵城市径流控制指标设计调蓄量（容积法）：

$$V=10H_s(\Psi A+A_0)$$

式中：V —— 设计调蓄容积（m³）；

H_s —— 设计降雨量（mm），按照年有效径流控制率80%计，取26.8mm;

Ψ —— 综合雨量径流系数，按照用地性质加权（透水铺装地面取0.3，道路取0.9）；

A —— 滞留设施外汇水区域面积（hm²），半幅车行道宽度11.75m，单侧透水铺装宽度4m，路缘石及花带石宽度0.25m;

A_0 —— 滞留设施直接接受降雨的面积（m^2），滞留设施净宽2.0m。

生物滞留设施的设计有效调蓄容积:

$$V_s = V - W_p$$

式中：V_s —— 生物滞留设施的设计有效调蓄容积（m^3）（本次设计将设施顶部蓄水空间作为有效调蓄容积，设施结构内部的介质主要是作为雨水的过滤和缓排作用层）；

W_p —— 渗透量（m^3）。

根据现行国家标准《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》GB 50400，渗透设施的渗透量按照下式（达西定律）计算:

$$W_p = \alpha K J A_s t_s$$

式中：α —— 综合安全系数，一般可取0.5～0.8;

K —— 土壤渗透系数（m/s），本次设计取10^{-6}m/s（覆土层以粘性土夹砂岩、砂质泥岩块石、碎石、粘性土为主；粗颗粒粒径一般为20mm～100mm,最大可达500mm以上，含量30%～70%，稍湿，厚度一般为2.00m～10.00m）；

J —— 水力坡降，一般可取J=1.0;

A_s —— 有效渗透面积（m^2）；

t_s —— 渗透时间（s），本次设计取7200s。

② 生物滞留设施实际有效调蓄容量校核:

a.比较$V_{实}$与V_s，若$V_{实}$>V_s，设计生物滞留设施能有效控制80%的雨水径流。

b.单位硬地面积的调蓄容量$V_{实}'$=$V_{实}/S$。

式中：$V_{实}'$—— 单位硬地面积的调蓄容量（m^3/hm^2）；

S —— 滞留设施每延米硬地汇水面积（hm^2）。

c.生物滞留设施缓排能力校核:

绿地植物的耐淹时间过长将会影响绿地植物的正常生长，因此在渗透设施容积深度确定以后，需要用绿地的淹水时间进行校核。绿地淹水时间与持水深度、土壤渗透系数有关，校核是按照最不利情况进行计算，即空池标准水深（渗透设施蓄水高度达到挡水堰的高度）时，雨水全部下渗所需的时间。

$$t_0 = h_2/3600K_0$$

式中：t_0 —— 有效蓄水容积排空时间(h);

h_2 —— 设计持水区深度（m），取0.2m;

K_0 —— 滞留设施介质层渗透系数(m/s)，本次设计取10^{-5}m/s。

生物滞留有效蓄水容积排空时间既能够起到一定缓排作用，也能保证蓄水时间不会过长，以免影响植物正常生长。校核结果如表3所示。

表3 生物滞留设施校核计算

生物滞留设施宽度	A(m^2)	Ψ	A_0(m^2)	V(m^3)	W_p(m^3)	V_s(m^3)	$V_{实}$(m^3)	$V_{实}'$(m^3/hm^2)	t_0(h)
双侧布置 净宽2.0m	16	0.68	2	0.37	0.115	0.255	0.320	200	5.56

经校核可见，$V_{实}$大于V_s，设计生物滞留设施能有效控制80%的雨水径流，$V_{实}'$=200m^3/hm^2，大于130m^3/hm^2，满足每万平方米硬地缓排容积为130m^3的要求；t_0 =5.56h，能够起到缓排作用，且避免蓄水时间过长影响植物生长。

d.雨水豁口流量校核:

路缘石雨水开孔为立孔式侧向进水，进水状况类似于侧堰，可按宽顶堰堰流公式计算。由于侧孔前的水深是沿纵向变化的，其误差用系数K修正，即:

$$Q_{max}=K\times 0.385B\sqrt{2g}h^{3/2}$$

式中：B —— 雨水豁口宽度（m）；

K —— 修正系数，0.52;

h —— 雨水豁口高度（m）；

Q_{max} —— 雨水豁口最大过流能力（m^3/s）。

本次设计路缘石豁口$B\times H$=0.5m×0.15m，经计算雨水豁口过流能力为25.8L/s，本次设计每隔15m布置一处雨水豁口（小孔），每隔30m布置雨水豁口（大孔），经校核满足路面迅速排水要求。

e.生物滞留设施阶梯跌落挡水堰流量校核:

生物滞留设施阶梯跌落挡水堰开孔为有底坎直角进口宽顶堰流，可按宽顶堰堰流公式计算:

$$Q_{max}'=\delta_c m b\sqrt{2g}h^{3/2}$$

式中：b —— 雨水溢流口宽度（m）；

h —— 雨水溢流口高度（m）；

δ_c —— 侧收缩系数，取0.922（参照《给水排水设计手册》第5册城镇排水第二版第106页表2-30）；

m —— 自由溢流的流量系数，取0.32（参照《给水排水设计手册》第5册城镇排水第二版第103页公式2-39）。

5）其他附属设施:

① 种植土:

种植土层厚度视植物类型确定,当种植的草本植物高度大于或等于400mm、灌木高度大于或等于500mm、乔木高度大于或等于1000mm时,土壤透水性能力不宜小于10^{-5}m/s,为增加渗透性能,种植土可掺入20%细砂;为保证渗透系数要求可调整比例进行改良。

② 砂滤层:

砂滤层厚度为100mm,采用中粗砂。

③ 砾石层:

砾石层厚度为300mm,砾石直径为16mm~32mm。

④ 透水盲管及土工布:

透水盲管的铺设坡度同路面坡度。盲管周围应包裹透水土工布,规格300g/m^2。选用的塑料管的直径为DN150,环刚度不应小于8kN/m^2。

⑤ 防渗膜:

防渗膜布置原理:生物滞留设施或透水铺装与车行道路基之间、与污水检查井交界处均应采用防渗措施,与车行道路基之间按下列原则敷设防渗膜:小于或等于6m的填方段道路半包;大于6m的高填方道路全包;在填挖交界处防渗应与土工格栅相协调。

⑥ 路缘石及雨水豁口:

当路缘石雨水豁口低于道路路面50mm时,每隔15m布置一处小孔,每隔30m布置一处大孔。路缘石应有足够的埋设深度、合适的背后支撑,填土应夯实。路缘石应以干硬砂浆铺砌,保证砌筑稳固,路缘石背后及基础以下填土按设计要求夯实,避免出现差异沉降后产生路缘石失稳倾斜现象。除雨水豁口外保留现状路缘石,应根据现状路缘实际情况安装,并保证现状路缘石稳定。

⑦ 溢流雨水口:

每隔30m左右布置一处溢流雨水口。当现状雨水检查井布置于生物滞留设施时,将雨水检查井改建为圆形溢流雨水口;当生物滞留设施中无雨水检查井时,需每隔30m左右新建方形溢流检查井;连续布置的生物滞留设施需要设置溢流雨水口,避免雨水溢流到路面;溢流雨水口按高于滞留设施底200mm设计,根据设计需要溢流水位标高可调整。铸铁溢流口为成品,采用铸铁材料,满足现行行业标准《铸铁检查井盖》CJ/T 511的要求,承载等级满足轻型井盖强度要求。方形、圆形溢流雨水口最大过流量分别为30L/s、50L/s,方形溢流雨水口井体参考16S518《雨水口》中第26页单箅雨水口做法,圆形溢流雨水口井体参考20S515《钢筋混凝土及砖砌排水检查井》中雨水检查井做法。

⑧ 沉砂井:

沉砂井需达到井体C30混凝土现浇,井内壁扁光,地基承载力大于0.2MPa。若未达到要求,应通知设计解决。沉砂井周边设置卵石,对溢流雨水进行缓冲及均匀布水,卵石自沉砂井雨水箅子出水口开始散铺,平面距离约500mm,垂直最高处约250mm。

⑨ 管网防水处理:

位于生物滞留设施内的污水检查井宜采用塑料检查井或对井身采取有效防渗措施。

5.2.2 透水铺装

根据建设方提供的学堂路K1+441.699~K4+840的施工图纸,学堂路人行道现状采用透水砖铺装,透水砖材料为200mm×100mm×60mm,找平层为30mm透水粗砂,基层为150mm级配碎石,基本满足海绵城市道路建设理念,故本次设计不对现状学堂路人行道铺装材料进行更换。但是由于生物滞留设施的宽度是在现在绿化带的基础上拓宽,影响了现状盲道的布置,故本次设计盲道铺装退后至盲道中心线距离路缘石2.87m,盲道材料利用现状盲道砖。

1)透水砖铺装排水设计:

① 透水砖路面的排水可分表面排水和内部排水。应结合市政管网、绿化景观、生态建设及雨水综合利用系统进行综合设计,并应符合现行行业标准《城市道路工程设计规范》CJJ 37的规定。

② 对人行道全幅敷设透水砖段,路面内部雨水通过HDPE多孔盲管管道就近引入雨水口后排入雨水系统,管径dn50,每隔30m布置一处。

③ 透水盲管的铺设坡度同人行道横坡坡度。盲管周围应包裹透水土工布,规格为300g/m^2,垂直渗透系数0.001cm/s~1cm/s,断裂强力大于或等于14kN/m,有效孔径0.07mm~0.2mm。选用盲管的直径为dn50,环刚度不应小于8kN/m^2。

④盲管敷设后按照现状人行道结构层进行还原。

2)路基防水:

透水铺装与车行道路基之间应敷设防渗膜,防渗膜采用两布一膜防渗土工膜,规格400g/m^2,断裂强度大于或等于8.0kN/m,耐静水压0.4MPa。防渗膜敷设后按照现状人行道结构层进行还原。

6 运行维护

生物滞留设施中植物定植后,为了保证其良好运行,需要进行建植后养护和日常维护。

6.1 建植后的养护措施

6.1.1 当植物定植后，为了阻止杂草的生长，保持土壤的湿度，避免土壤板结而导致土壤渗透性下降，需要在滞留设施内覆盖50mm左右的覆盖物，最好选择高密度的材料。

6.1.2 雨水较大，流速较快，容易侵蚀滞留设施床底，将少许石块、卵石放在沉砂井周边，能有效降低径流系数，防止滞留设施床底的侵蚀。

6.1.3 最初几周每隔1d浇1次水，并且要经常去除杂草，直到植物能够正常生长并且形成稳定的生物群落。

6.2 日常维护措施

6.2.1 应及时补种修剪植物、清除杂草。

6.2.2 进水口不能有效收集径流雨水时，应加大进水口规模或进行局部下凹等。

6.2.3 进水口、溢流雨水口因冲刷造成水土流失时，应设置碎石缓冲或采取其他防冲刷措施。

6.2.4 进水口、溢流雨水口调蓄空间堵塞或淤积导致过水不畅时，应及时清理垃圾与沉积物。

6.2.5 由于坡度导致调蓄容积不足时，应增设挡水堰或抬高挡水堰、溢流口高程。

6.2.6 调蓄空间雨水的排空时间超过36h时，应及时置换树皮覆盖层或表层种植土。

6.2.7 出水水质不符合设计要求时，应更换填料。

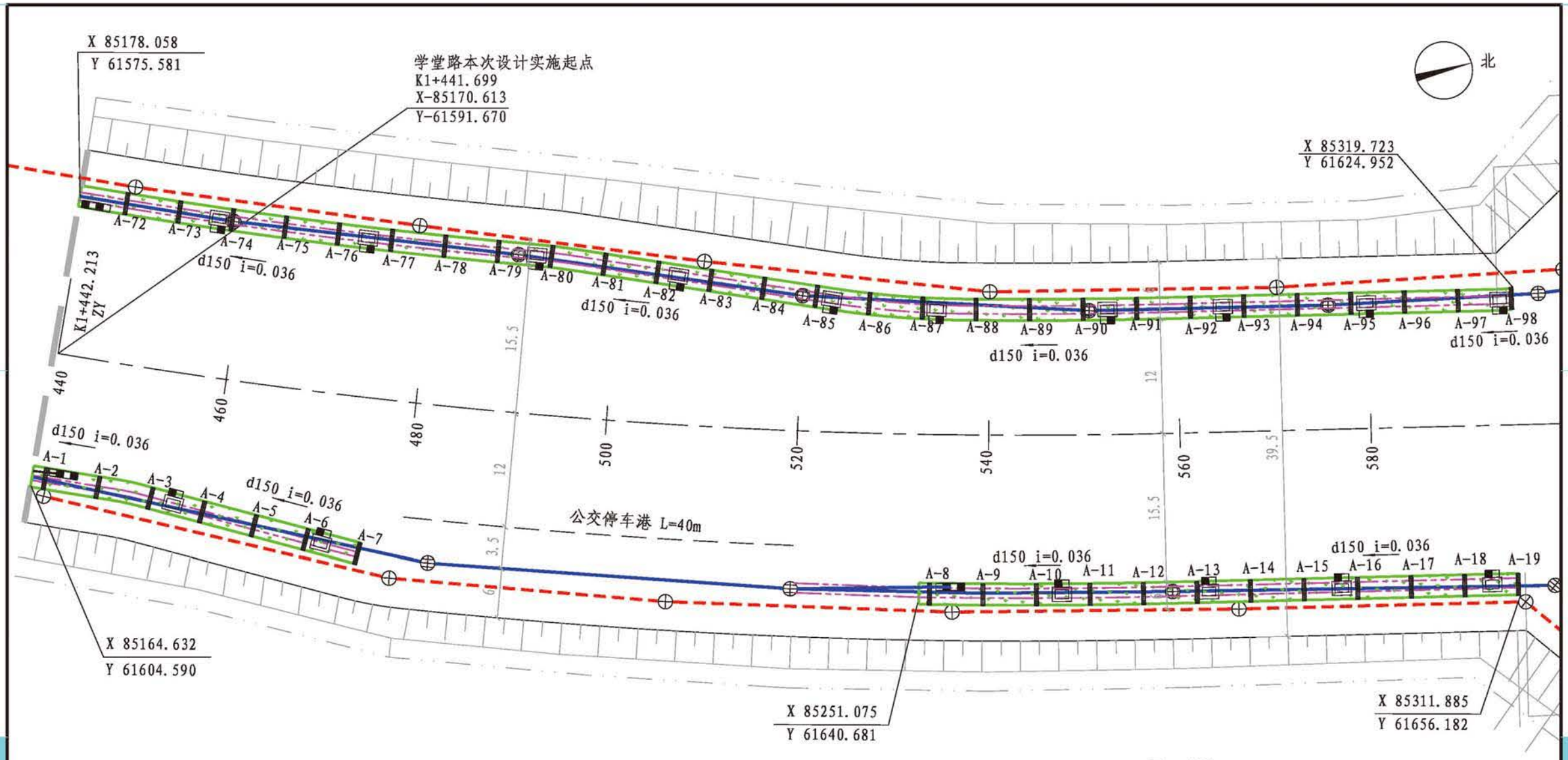
7 造价估算（略）

8 附表（计算略）

表4 建设项目海绵城市设施建设目标及评价

序号	指标类型	序号	指标名称		目标值	设计值
一	控制性指标	1	年径流总量控制率（%）		80	80.2
		2	年径流污染控制率（%）		50	56
		3	雨水管网设计重现期（年）		5	5
二	下垫面解析	4	下垫面总面积（m^2）	122328	—	—
		5	绿地总面积（m^2）	12016	—	—
		6	生物滞留设施面积（m^2）	10791	—	—
		7	生物滞留设施率（%）	90	—	—
		8	沥青路面总面积（m^2）	81552	—	—
		9	沥青路面透水面积（m^2）	0	—	—
		10	沥青路面透水铺装率（%）	0	—	—
		11	人行道总面积（m^2）	28760	—	—
		12	人行道透水面积（m^2）	28760[a]	—	—
		13	人行道透水铺装率（%）	100	—	—
		14	综合径流系数	0.68	—	—
		15	其他指标	—	—	—
三	综合自评	16	控制性指标设计值大于或等于目标值		合格	—

[a] 本工程原有的透水铺装面积。



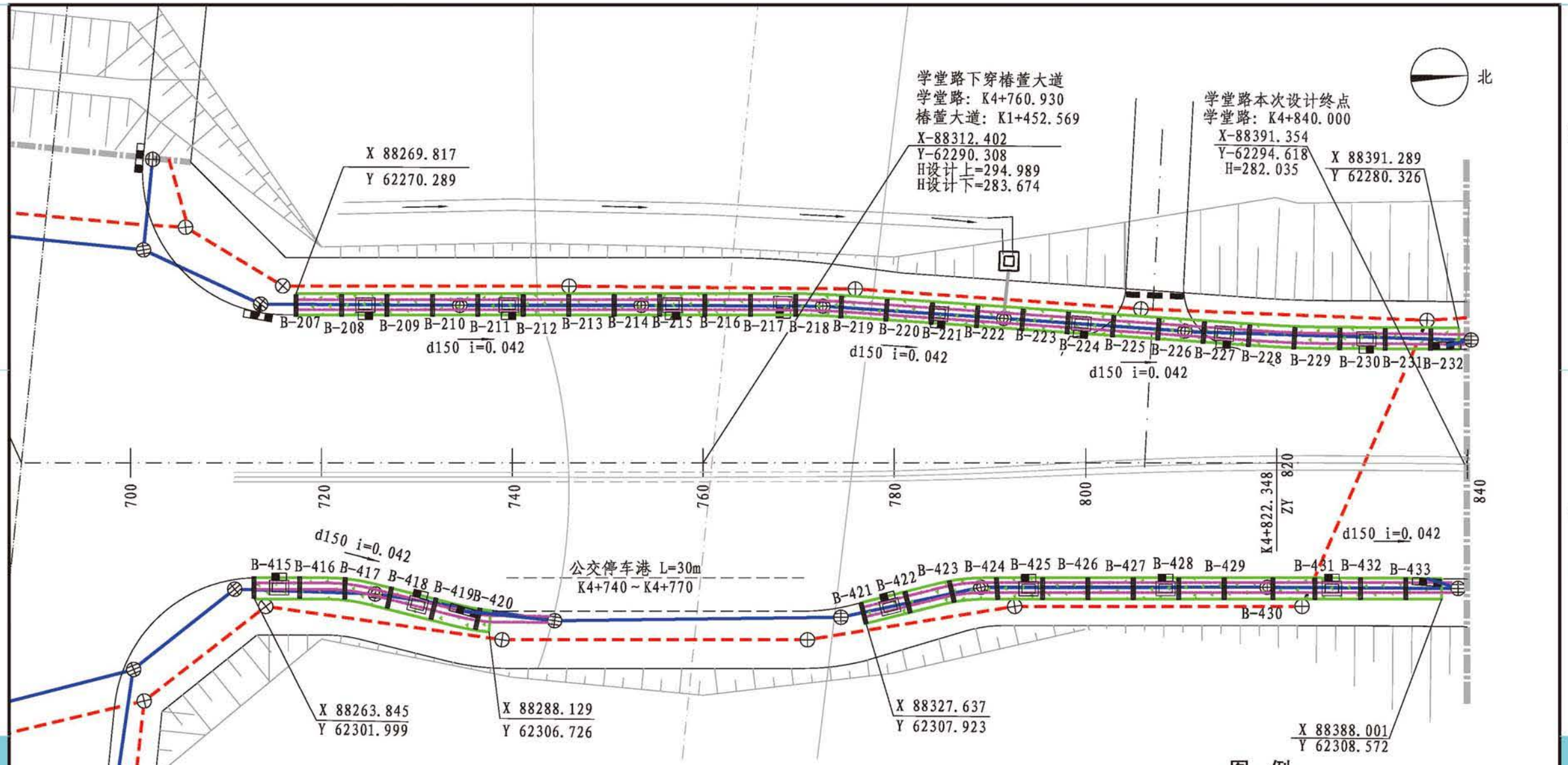
注：

1. 尺寸除管径以毫米(mm)计外均以米(m)计。
2. 本图采用重庆独立坐标系，高程采用1985年黄海高程。
3. 新建生物滞留带内部净宽2.0m。
4. 公交停车港及道路交叉口处不布置生物滞留带，并保留现状雨水口布置。
5. 位于生物滞留带内的污水检查井需采用塑料检查井或对井身采取有效防渗措施。
6. 在道路坡度渐变段相邻挡水堰间距可根据实际情况进行微调。
7. 若部分挡水堰位置在平面上与检查井重叠，可根据实际情况微调该挡水堰位置。

图 例

名 称	图 例	名 称	图 例
新建生物滞留设施		进水孔与沉砂池	
现状污水管线		盲管	d150 i=0.04
现状雨水管线		挡水堰	
井盖改造溢流雨水口		溢流雨水口	B-122

3-1 方案设计			3-1-2-总1海绵设施平面图一					图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	姚晗		设计	黄雨萍	页	2-3-26



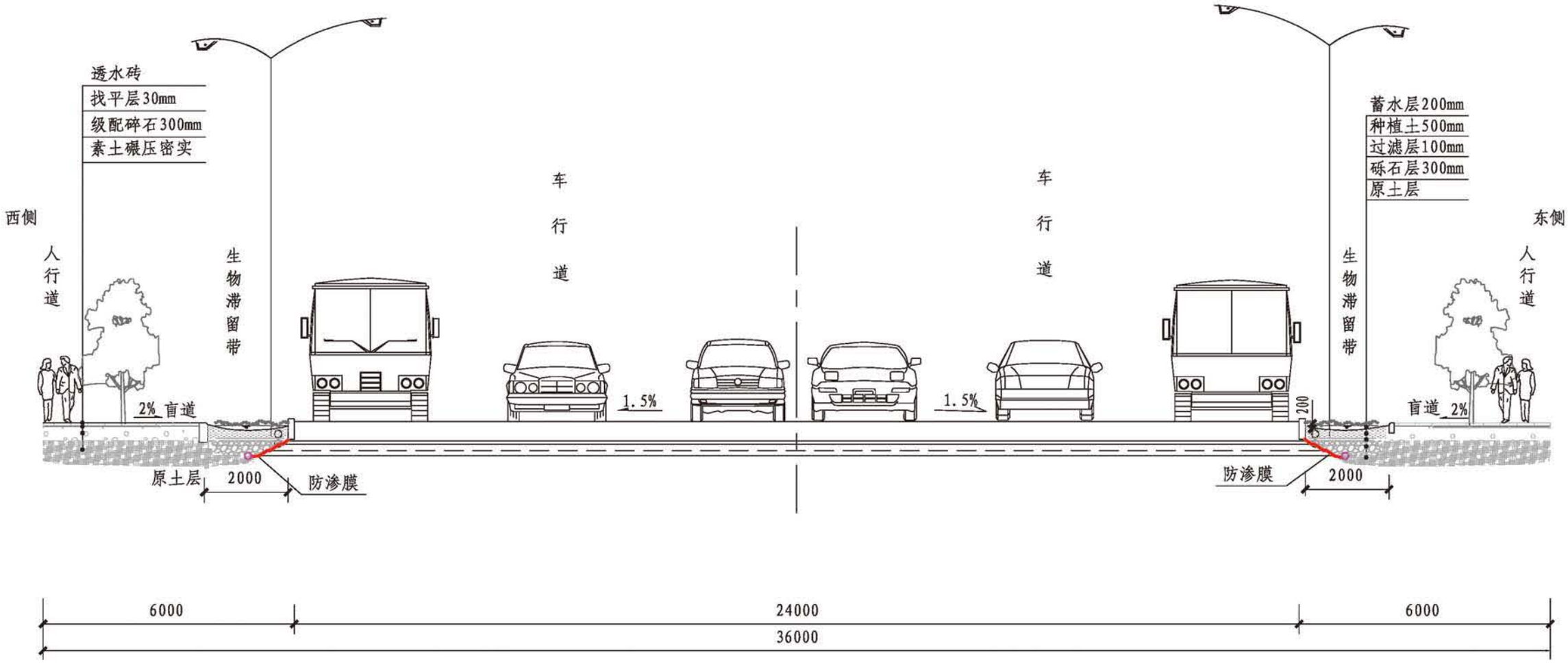
注：

1. 尺寸除管径以毫米(mm)计外均以米(m)计。
2. 本图采用重庆独立坐标系，高程采用1985年黄海高程。
3. 新建生物滞留带内部净宽2.0m。
4. 公交停车港及道路交叉口处不布置生物滞留带，并保留现状雨水口布置。
5. 位于生物滞留带内的污水检查井需采用塑料检查井或对井身采取有效防渗措施。
6. 在道路坡度渐变段相邻挡水堰间距可根据实际情况进行微调。
7. 若部分挡水堰位置在平面上与检查井重叠，可根据实际情况微调该挡水堰位置。

图 例

名 称	图 例	名 称	图 例
新建生物滞留设施		进水孔与沉砂池	
现状污水管线		盲管	d150 i=0.04
现状雨水管线		挡水堰	
井盖改造溢流雨水口		溢流雨水口	B-122

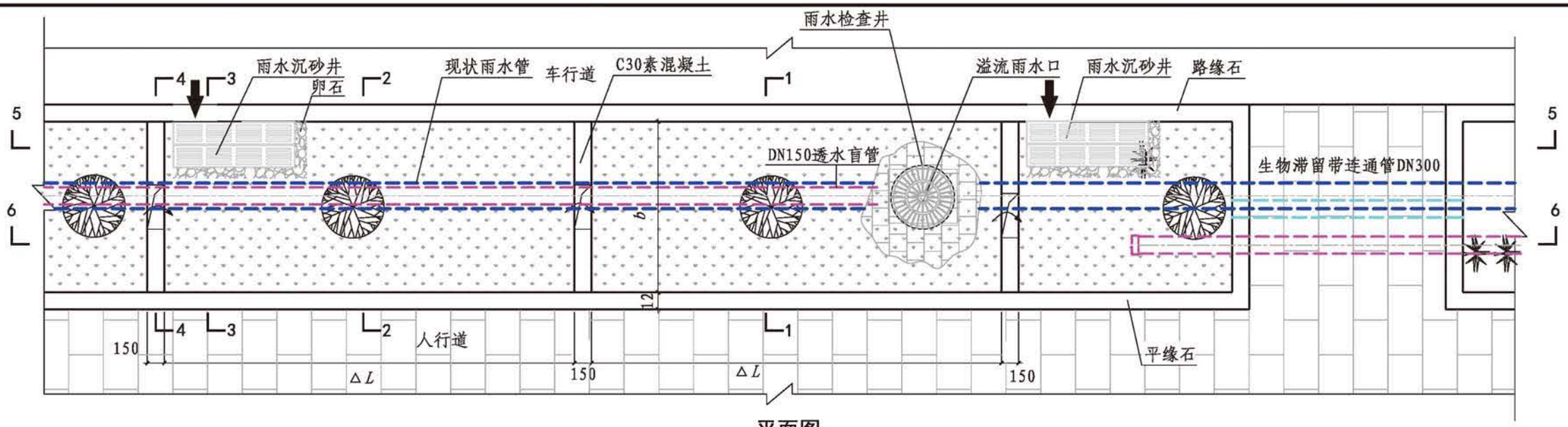
3-1 方案设计			3-1-3-总2海绵设施平面图二					图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	姚晗		设计	黄雨萍	页	2-3-27



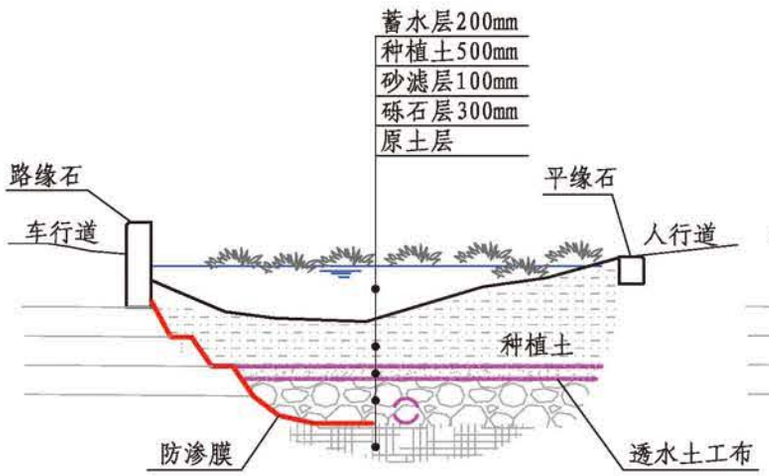
学堂路海绵城市改造工程横断面图

注：图中尺寸单位除注明外均以毫米(mm)计。

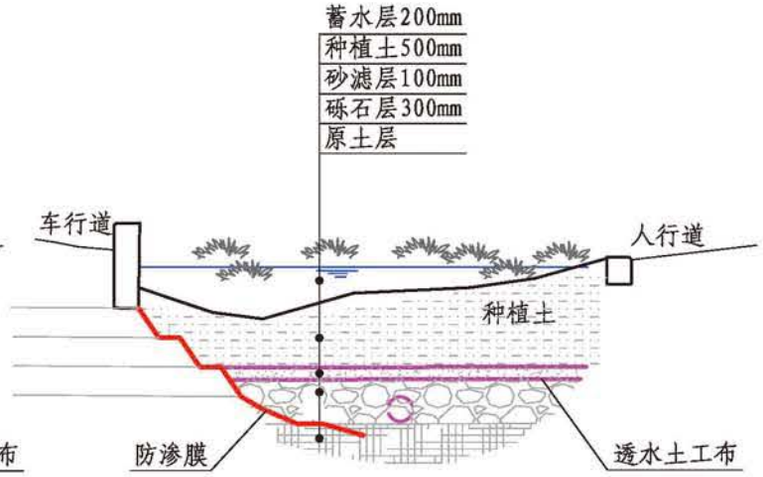
3-1 方案设计			3-1-4-总3横断面图						图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	姚晗		设计	黄丽萍		页	2-3-28



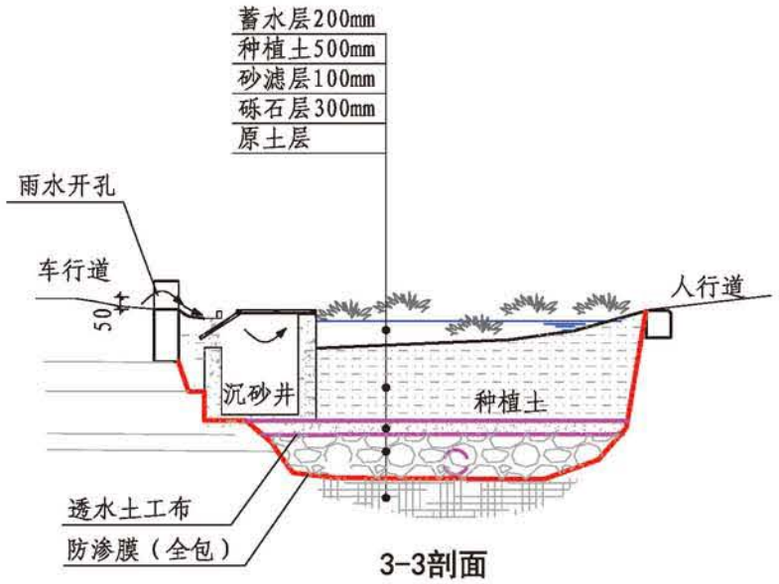
平面图



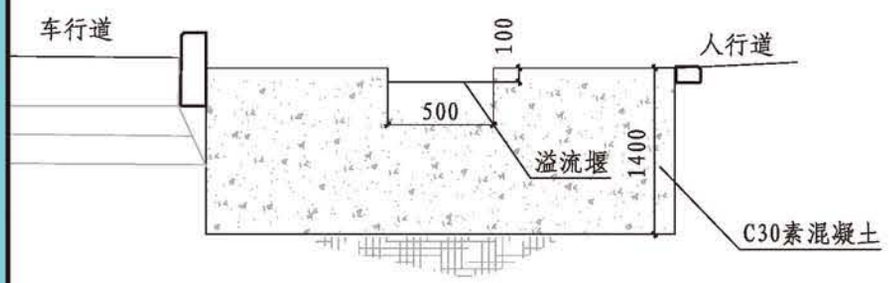
1-1剖面



2-2剖面



3-3剖面



4-4剖面

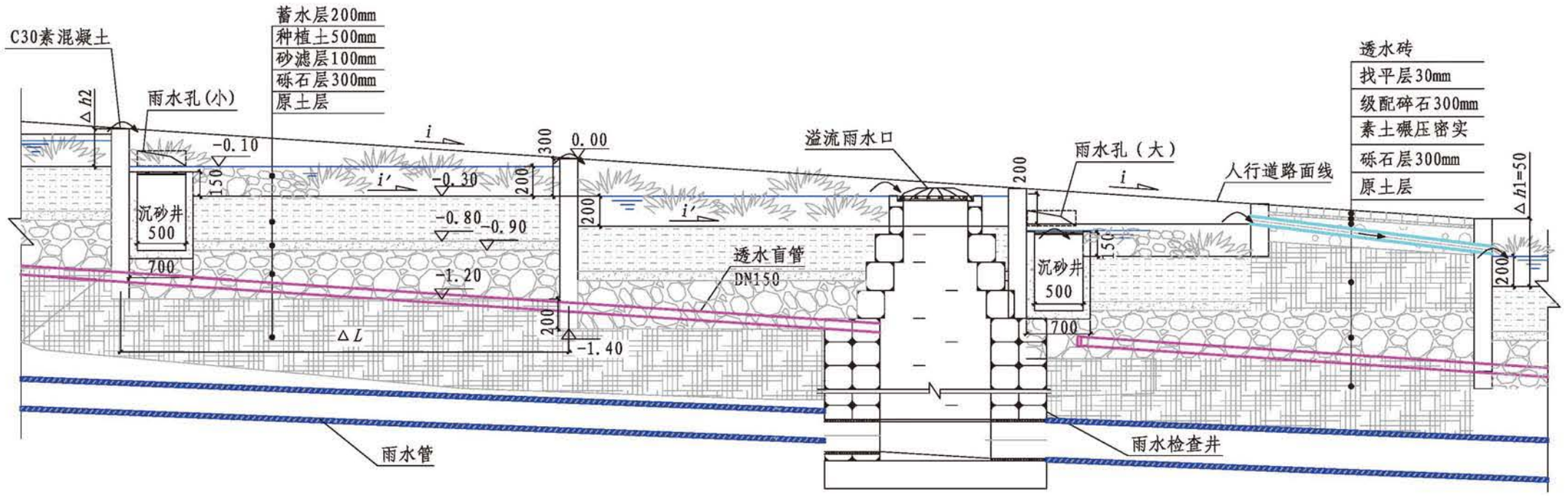
注：

1. 本图尺寸除标高以米(m)计外，其余均以毫米(mm)计。
2. 图中b代表生物滞留带净宽，学堂路为2.0m。
3. 路缘石每隔15m设置雨水孔（小），每隔30m设置一处雨水孔（大），雨水立算经沉砂井溢流至卵石过滤缓冲层后排入种植区。
4. 防渗膜的布置：小于6m的填方段道路半包（参照1-1剖面），大于6m的高填方道路全包（参照3-3剖面），在填挖交界处防渗应与土工格栅相协调。

3-1 方案设计			3-1-5-总4主干道详图一						图集号	22HM001-1
审核	郑克白	郑克白	校对	姚晗	姚晗	设计	黄丽萍	黄丽萍	页	2-3-29



5-5剖面



6-6剖面

阶梯式生物滞留带每级长度

路面坡度 i（%）	滞留带坡度 i'（%）	生物滞留带每级长度 ΔL（m）
2	0	10
3	0	6.67
4	0	5
5	1	5
6	1	4
7	2	4

注：

1. 本图尺寸除标高以米(m)计外，其余均以毫米(mm)计。
2. 当路面纵坡为2%～7%时需采用阶梯状生物滞留带，每级内部上游隔墙顶距离生物滞留带表层最低点高差 $\Delta h1$ 按照0.5m控制，每级内部下游隔墙顶距离生物滞留带表层最低点高差 $\Delta h2$ 按照0.3m控制，跌落尺寸参照表“阶梯式生物滞留带每级长度”，未列坡度按内插取值。
3. 透水盲管的铺设坡度同路面坡度，盲管底部距离砾石层最底部5cm～10cm，直径为DN150，盲管周围应包裹透水土工布，规格300g/m^2。

3-1 方案设计			3-1-6-总5主干道详图二						图集号	22HM001-1
审核	郑克白	郑克白	校对	姚晗	姚晗	设计	黄丽萍	黄丽萍	页	2-3-30

4 吉林省白城市某新建市政道路泄洪通道海绵城市建设设计

4-1-1 海绵工程设计说明

本项目位于东北地区的白城市，属温带大陆性季风气候,地势由西北向东南依次为低山、丘陵、平原，西南略有抬升。春季干燥多风，降水集中在夏季，秋季温和凉爽且短暂，冬季干冷，雨雪较少。白城市位于降雨分区图的第Ⅱ区。本项目为新建项目，适宜的设施为植草沟、生物滞留设施、下沉式绿地、透水铺装等。本项目的特点是在调蓄水体建设的基础上，结合片区整体竖向条件，利用市政道路路面及道路防护绿地构建道路径流行泄通道，有效应对周边0.71km^{2}范围内20年一遇暴雨形成的径流峰值流量，通过论证和模拟计算，可有效降低区域内涝风险，提升周边地块防灾减灾能力，美化环境。

1 项目概况

1.1 位置

本项目位于白城市南部的白城市生态新区。东侧为居住用地，西侧为行政办公用地，起点紧邻山地公园，末端为规划一河。

1.2 规模

横五路西起山地公园，东至纵十三路，长度0.2km。纵十三路北起横五路,南至规划一河，全长0.5km，红线控制宽度30m,红线外两侧各有15m绿化退让。根据海绵城市试点建设目标要求,横五路与纵十三路实施源头减排与道路径流行泄通道工程。

1.3 性质

项目建设时横五路和纵十三路道路主体与地下管网已修建完成，雨水管网管径为DN800～DN1000，道路绿化带与防护绿地未建设，项目性质为道路防护绿地新建工程。

2 设计依据

2.1 项目批复文件（可研批复）

2.2 上位规划

《白城市海绵城市专项规划（2015～2030）》

《白城市雨水径流排放管理规定》（白城市人民政府令1号）

《白城市海绵城市规划管理规定》（白规发〔2015〕11号）

2.3 国家、地方标准

《白城市城市总体规划（2014～2030）》

《白城市生态新区控制性详细规划》

《白城市海绵城市建设试点城市实施计划》

《白城市纵十三路道路设计施工图》

甲方提供的相关电子文件及图纸

国家及吉林省相关设计标准法规及规定

2.4 技术资料

2.4.1 气象

白城市属温带大陆性季风气候。春季少雨多旱，多大风，夏季雨水集中，秋季天气晴朗，阳光充足。冬季天气晴朗，少雪，寒冷。年平均气温为4.4℃，7月份最高平均气温为23.30℃,1月份最低平均气温为-17.20℃。年降雨量平均为381mm。多集中在6～9月份,占全年降水量的83%。平均风速为3.8m/s。最大风速为40m/s。白城市年平均日照时数2915.30h。

表1 不同年径流总量控制率对应的设计降雨量

年径流总量控制率（%）	50	60	70	75	80	85
设计降雨量（mm）	7.8	10.7	14.8	17.4	20.6	24.6

2.4.2 水文地质

根据对现场勘探、原位测试及室内土工试验成果的综合分析，按地层岩性及其物理力学数据指标，将拟建场地最大勘探深度17.00m范围的地基土进一步划分为5个大层。按照自上而下的顺序分述如下:

第1层，杂填土，杂色，主要由粉质黏土、建筑垃圾回填而成，受人为活动影响，该层结构松散，密实度不均。该层全场分布，本次勘探所揭穿层厚为0.50m～6.00m。

第2层，淤泥质粉土，灰黑色，湿，稍密，流塑状态，高压缩性。该层局部缺失，本次勘探所揭穿层厚为2.20m～3.80m。

第3层，粉土，褐黄色、灰黄色，稍湿、湿，中密状态，可塑状态，中压缩性,无光泽，干强度低，韧性低。该层局部缺失，本次勘探所揭穿层厚为1.40m～3.50m。

第4层，圆砾，灰黄色、灰褐色，饱和，中密，分选较好，砾石磨圆度比较好,大多呈亚圆形，个别具有棱角状。成分由中酸性火成岩组成，粒径约3cm～8cm，场地分布均匀。该层全场分布，本次勘探所揭穿层厚为5.40m～6.50m。

第5层，圆砾，灰黄色～灰褐色，饱和，中密、密实，分选较好,砾石磨圆度比较好，大多呈亚圆形，个别具有棱角状。成分由中酸性火成岩组成，粒径约3cm～8cm，最大粒径为10cm。该层局部未钻穿，本次勘探所揭穿最大层厚为7.50m。

地下水水位埋深3m～10m。含水层透水性好，富水性强，单井涌水量大于100t/h。矿化度小于0.5g/L，水化学类型以重碳酸钙型水为主，pH值略大于7。

3 海绵城市控制目标

考虑白城地区地形地貌特征、水资源利用情况、生态示范区开发程度及设施建设的经济性，白城市生态新区建设目标如下:

3.1 以源头减排、末端调蓄为主综合实现年径流总量控制率85%（设计降雨量24.6mm）。

3.2 通过源头减排使现状雨水管渠设计重现期标准由现状1年一遇提高到2年～3年一遇。

3.3 通过道路径流行泄通道、末端多功能调蓄水体等排涝除险系统的构建，结合源头减排与雨水管渠系统，综合达到20年一遇内涝防治设计重现期标准。

4 项目分析

本项目雨水系统排水下游为规划一河，排口位于河道水面以下，淹没出流导致排水不畅；雨水未经任何处理直接排入河道，影响水体水质。为解决内涝难题，排涝除险体系构建是关键，白城市强调“蓄排结合”，优先采用绿色设施，构建调蓄公园和道路径流行泄通道，可有效降低20年一遇区域内涝风险，同时对于中小降雨径流，也可充分过滤净化，不仅提升了周边防灾减灾能力，而且美化了环境。

5 设计方案

5.1 技术路线

地表径流行泄通道的设计，应综合分析源头减排系统、排水管渠系统、大排水系统、防洪系统在设计暴雨情景下的耦合作用；此外，地表漫流主要通过竖向规划设计实现，良好的竖向控制作为“非设计地表径流行泄通道”是最简单、有效的内涝防治措施，应给予足够重视。地表径流行泄通道的设计流程如图1所示。当汇水面积较大，地形、相关子系统较为复杂时，宜采用模型模拟分析。

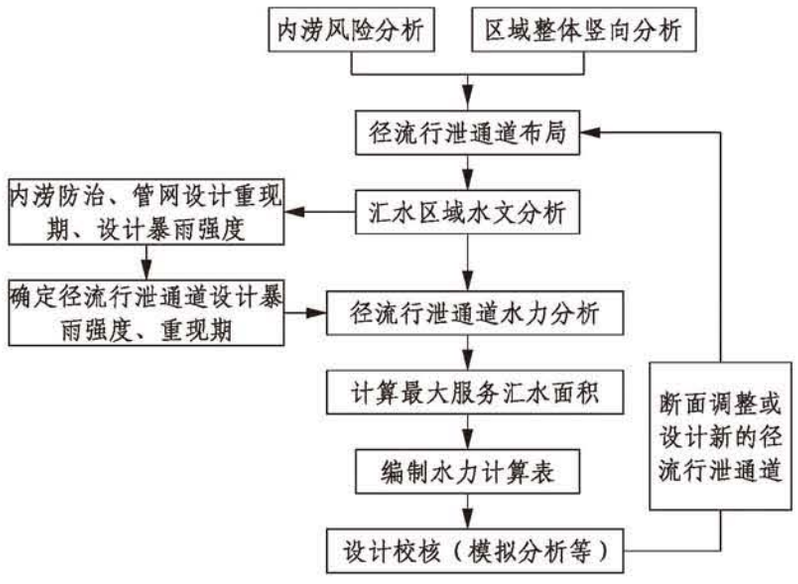


图1 地表径流行泄通道规划设计流程

5.2 系统计算

5.2.1 红线内设施规模计算

纵十三路红线宽度30m，红线内道路雨水径流通过有组织的汇流与转输，进入绿化带，绿化带宽2m，设置生物滞留设施，超过设施能力后溢流进入市政雨水管网。生物滞留设施规模核算如表2所示。

表2 生物滞留带设施规模计算表

汇水面	汇水面积（hm^2）	径流系数	设计雨量（mm）	径流量（m^3）
沥青路面	1.08	0.9	24.6	239.1
人行道	0.59	0.85	24.6	123.4
人行道	0.2	0.15	24.6	7.4
需控制径流总量（m^3）				369.9
生物滞留设施调蓄量（m^3）				400
调蓄量-径流量（m^3）				30.1
年径流总量控制率（%）				达到85

5.2.2 行泄通道规模计算

结合示范区积水情况分析，对横五路道路径流行泄通道（路面）及纵十三路径流行泄通道（生态沟渠）的排水能力进行评估。

1）设计降雨强度计算：

汇流时间取15min，内涝防治系统、雨水管渠系统、大排水系统的设计降雨强度计算如表3所示，根据内涝防治和现状管渠设计重现期标准，保守计算得到道路径流行泄通道设计降雨强度，如下式所示：

$$ {}^{P}I_{15} = {}^{20}I_{15} - {}^{1}I_{15} = 178\,[L/(s \cdot hm^2)] $$

式中：${}^{P}I_{15}$ —— 道路径流行泄通道设计降雨强度 $[L/(s \cdot hm^2)]$；

${}^{20}I_{15}$ —— 内涝防治设计降雨强度 $[L/(s \cdot hm^2)]$；

${}^{1}I_{15}$ —— 雨水管渠设计降雨强度 $[L/(s \cdot hm^2)]$。

表3　各系统不同重现期设计降雨强度计算表

各系统设计标准	重现期(年)	设计降雨强度[L/(s·hm²)]
内涝防治设计降雨强度$I_{总}$	20	327
	15	309
	10	284
	5	241
	3	209
	2	184
管道设计降雨强度$I_{管}$	1	149

2）水力计算：

横五路和纵十三路地下管网、道路径流行泄通道及其汇水面积如图2所示，对道路径流行泄通道的A1、B1、C1过水断面进行水力计算，并得到最大服务汇水面积，通过与实际汇水面积进行对比，判断是否满足设计标准，水力计算表如表4所示，并据此进行相应的断面调整。



图2 大排水通道水力计算示意

表4　水力计算表

断面	道路车道宽或沟渠宽	纵坡	最大过流流量（m^3/s）	最大服务汇水面积（hm^2）	实际汇水面积（hm^2）	对比	备注
A1	11.5m	0.7%	1.5	13.8	12.2	13.8>12.2	满足
B1	10m	0.1%	12.1	113	8.4	113>8.4	满足
C1	10m	0.1%	12.1	113	23.9 (12.2+11.7)	113>23.9	满足

A1 断面：横五路道路路面最大过水能力$Q_{道路}$计算如下式所示：

$$Q_{道路}=0.376S_X^{1.67}S_L^{0.5}T^{2.67}/n=1.5m^3/s$$

式中：$Q_{道路}$——道路最大过流流量，m^3/s；

S_X ——道路横向坡度，为1.5%；

S_L ——道路纵向坡度，为0.7%；

T ——道路最大过水断面宽度，m；

n ——粗糙系数，取0.013。

行泄通道可服务最大汇水面积A计算如下式所示，大于实际汇水面积12.2hm^2，满足设计要求。

$$A=Q_{道路}/(\varphi\cdot I_{道路})=13.8\ hm^2$$

式中：A ——行泄通道可服务最大汇水面积，hm^2；

φ ——汇水面综合径流系数，取0.6；

$I_{道路}$——道路内涝防治设计降雨强度，$m^3/(s\cdot hm^2)$。

B1、C1 断面：纵十三路生态沟渠最大过水能力计算如下式所示：

$$Q_{沟渠}=A_gR^{0.667}i^{0.5}/n_g=12.1m^3/s$$

式中：$Q_{沟渠}$——生态沟渠最大过流流量，m^3/s；

A_g ——过流断面面积，m^2；

R ——水力半径，m；

i ——生态沟渠纵向坡度，为0.1%；

n_g ——粗糙系数，取0.011。

可服务最大汇水面积计算如下式所示，大于实际汇水面积(11.7+12.2)=23.9 hm^2、8.4 hm^2，满足设计要求。

$$A=Q_{沟渠}/(\varphi\cdot I_{道路})=113hm^2$$

3）总平面布置与断面：

横五路以道路一侧单幅路面与路缘石构成的三角形偏沟作为行泄通道，如图3所示；纵十三路以道路两侧带状生态沟渠作为行泄通道，断面如图4所示。

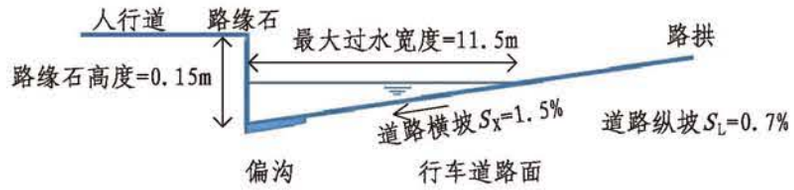


图3 横五路道路路面径流行泄通道断面

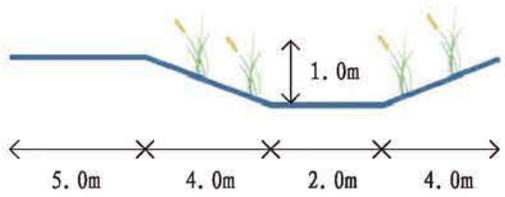


图4 纵十三路生态沟渠径流行泄通道断面

5.3 设施设计

将纵十三路道路两侧各15m宽绿化带设计为生态沟渠径流行泄通道，汇集周边区域超标雨水。其中，右侧行泄通道承接横五路道路路面径流。超过排水管道能力的雨水径流通过道路最低点人行道（渐变下凹）、小区出入口道路(护栏打开,渐变下凹）汇入行泄通道，最终汇入规划一河。主要设计要点及竖向衔接关系如下：

5.3.1 生态沟渠沿线预留雨水检查井，可将小区雨水管线接入生态沟渠，管线出口设置自然石堆砌消能设施。

5.3.2 小区出入口与道路衔接处，通过护栏打开、渐变下凹等将雨水径流汇入行泄通道，出入口处道路按1%坡向行泄通道。

5.3.3 道路最低点处人行道渐变下凹与机动车道顺接，1.5%坡向生态沟渠，沟渠内设置渗渠、湿地等对雨水径流进行过滤净化后排入规划一河。

5.4 指标核算

年径流总量控制率为85%；SS总量削减率在70%以上；达到20年一遇内涝防治设计重现期标准。对海绵城市建设前后区域内涝风险进行模拟分析（20年一遇），通过蓄排系统对超标降雨的调蓄排放，有效降低了区域内涝风险。

6 运行维护

本项目由政府投资建设，维护责任主体是城管执法局，具体由城管执法局的园林处负责道路生物滞留设施的植被维护，市政维护处负责道路其他各设施的维护，保障海绵设施的正常运行。

7 工程概算（略）

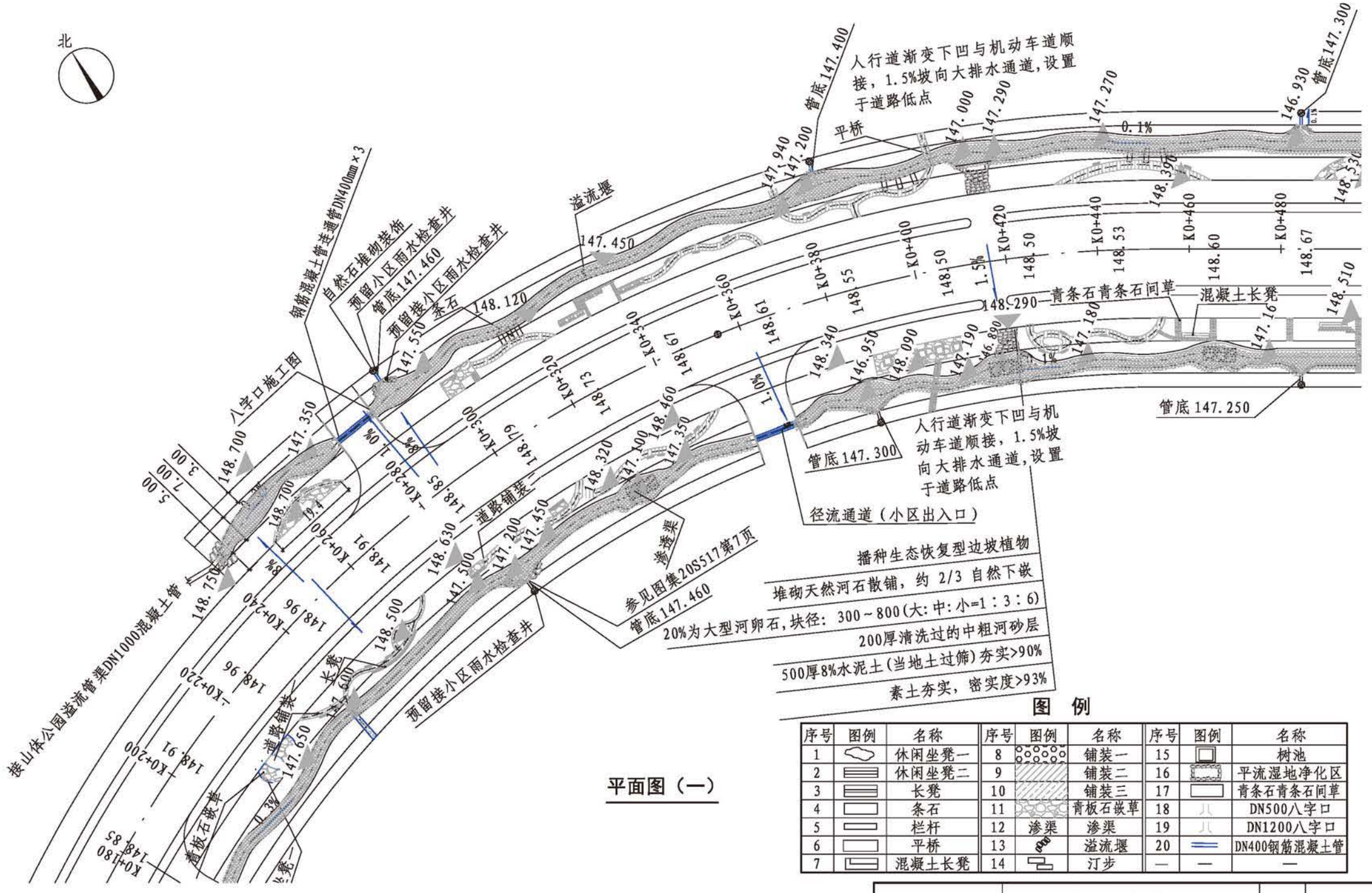
8 附表

表5 建设项目海绵城市设施建设目标及评价表

序号	指标类型	序号	指标名称		目标值	设计值
一	控制性指标	1	年径流总量控制率（%）		85	85
		2	年径流污染控制率（%）		70	70
		3	雨水管网设计重现期（年）		2	2
		4	内涝防治设计重现期（年）		20	20
二	下垫面解析	5	下垫面总面积（m^2）	35580	—	—
		6	绿地总面积（m^2）	26292	—	—
		7	下沉式绿地面积（m^2）	26292	—	—
		8	下沉式绿地率（%）	100	—	—
		9	沥青路面总面积（m^2）	10764	—	—
		10	沥青路面透水面积（m^2）	0	—	—
		11	沥青路面透水铺装率（%）	0	—	—
		12	人行道总面积（m^2）	5980	—	—
		13	人行道透水面积（m^2）	0	—	—
		14	人行道透水铺装率（%）	0	—	—
		15	其他指标	—	—	—
三	综合自评	16	控制性指标设计值大于或等于目标值		合格	



4-1 方案设计			4-1-2-总1位置示意图						图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	姚晗		设计	荣勇浩		页	2-3-35



平面图（一）

图例

序号	图例	名称	序号	图例	名称	序号	图例	名称
1		休闲坐凳一	8		铺装一	15		树池
2		休闲坐凳二	9		铺装二	16		平流湿地净化区
3		长凳	10		铺装三	17		青条石青条石间草
4		条石	11		青板石嵌草	18		DN500八字口
5		栏杆	12	渗渠	渗渠	19		DN1200八字口
6		平桥	13		溢流堰	20		DN400钢筋混凝土管
7		混凝土长凳	14		汀步	—	—	—

4-1 方案设计			4-1-3-总2泄洪通道平面图(一)							图集号	22HM001-1
审核	郑克白	郑克白	校对	姚晗	姚晗	设计	柴勇浩	柴勇浩		页	2-3-36

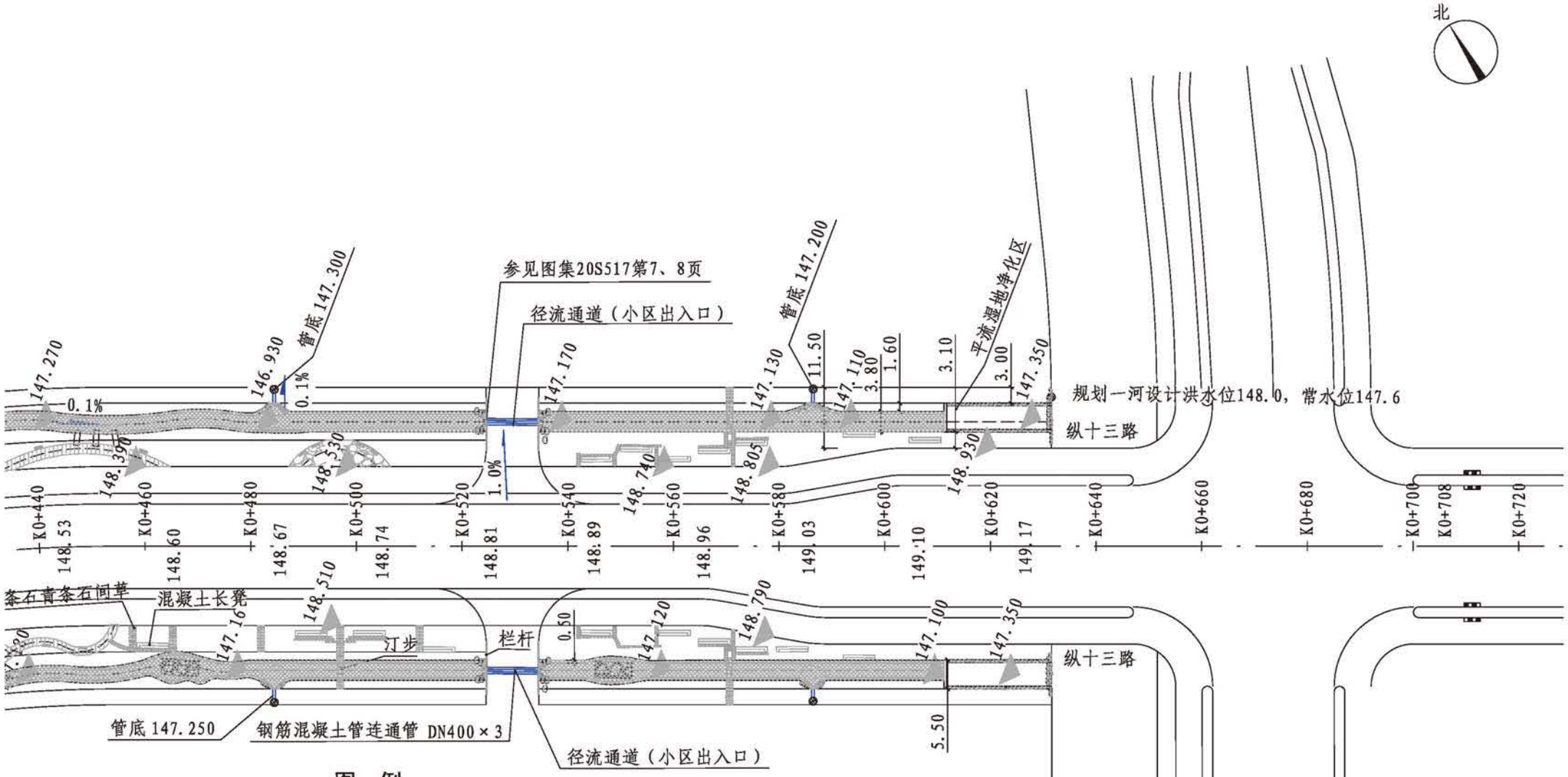
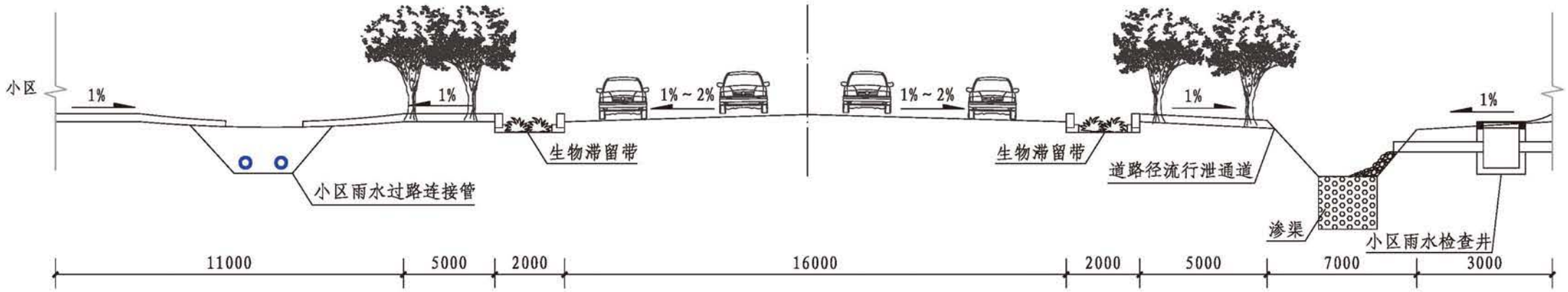


图　例

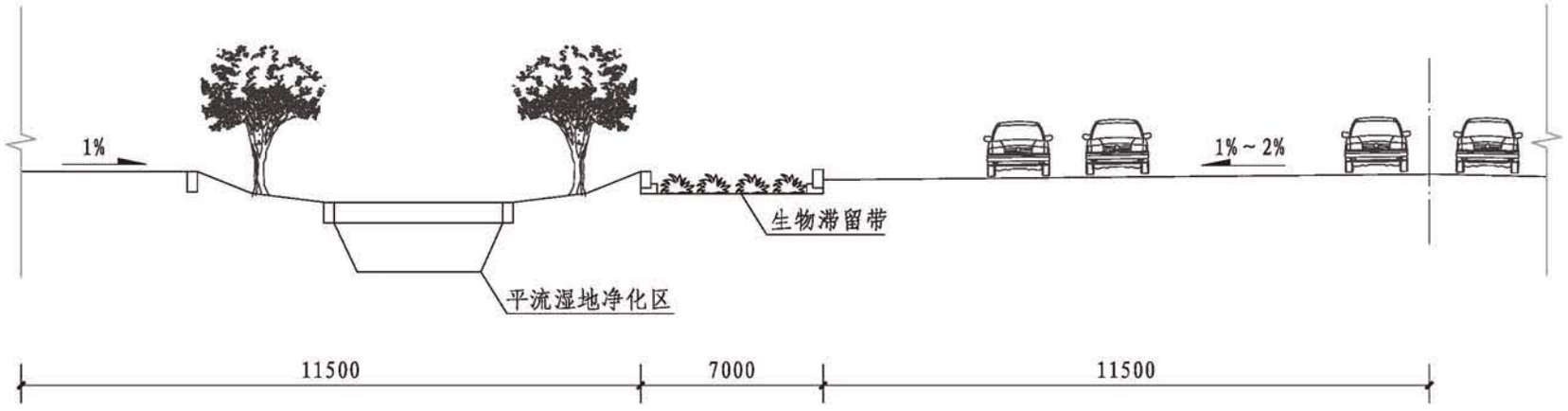
序号	图例	名称	序号	图例	名称	序号	图例	名称
1		休闲坐凳一	8		铺装一	15		树池
2		休闲坐凳二	9		铺装二	16		平流湿地净化区
3		长凳	10		铺装三	17		青条石青条石间草
4		条石	11		青板石嵌草	18		DN500八字口
5		栏杆	12		渗渠	19		DN1200八字口
6		平桥	13		溢流堰	20		DN400钢筋混凝土管
7		混凝土长凳	14		汀步	—	—	—

平面图（二）

4-1 方案设计			4-1-4-总3泄洪通道平面图(二)				图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	姚晗		设计	荣勇浩		页	2-3-37



地表行泄通道横断面



地表行泄通道出口横断面

4-1 方案设计			4-1-5-总4横断面图						图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	姚晗		设计	荣勇浩		页	2-3-38

5 嘉兴市某双向四车道城市主干道海绵城市建设改造设计

5-1-1 海绵改造工程设计说明

本项目位于华东地区的嘉兴市，属亚热带季风区，地处平原地区，项目地形平坦，地质以黏土为主，土壤下渗能力较差，道路内外绿地较少，改造难度较大。降水大部分集中在3月～9月，位于降雨分区图的第Ⅲ区，该地区主要解决的是水质型缺水问题。本项目为改造项目，以源头控制雨水、净化水质为主要目标，适宜的设施为生物滞留设施、下沉式绿地、透水铺装等。在保证道路交通功能的基础上，主要利用人行道和两侧绿化带进行源头减排设施改造，设置透水铺装、自然下渗设施和雨水集蓄利用措施，实现道路雨水的净化、入渗和分散收集、调蓄。

1 项目概况

1.1 建设位置

本项目位于嘉兴市老城区，为嘉兴市海绵城市试点示范区东侧边缘线，是进出核心老城区的一条重要城市主干道。

1.2 建设规模

本工程范围南起中环南路，北至甫里街,道路红线宽度42m，工程范围内路段总长2.7km。

1.3 项目性质

本工程为现状已建成通车道路的海绵城市改造工程，充分尊重现状道路的基本功能属性，不改变道路红线内外的用地性质，在现有基础上构建源头减排设施。

2 设计依据

2.1 项目批复、上位规划及地方设计标准

嘉兴城市建设投资有限公司组织召开的“海绵城市建设工程——纺工路北段、滨河路工程初步设计评审会议”纪要

《嘉兴市海绵城市示范区建设规划》（2015.12）

《嘉兴市城市低影响开发规划设计导则》（2012.10）

2.2 技术资料

2.2.1 水文气象

嘉兴市属亚热带季风区，气候温和湿润、日照充足、流量充沛、四季分明。年平均气温15.9℃，极端最高气温40.5℃，极端最低气温-12.4℃；年平均日照2109h；相对湿度82%；静风频率8%，平均风速2.6m/s～3.4m/s，各月相差不大，全年以E和NW风向频率为大。

嘉兴市区多年平均降雨量1199.2mm，年最大降雨量1768.1mm（1999年），年最小降雨量723.1mm（1978年），降水大部分集中在3月～9月,月季分配呈现梅雨型和台风型的双峰型降水特征。

嘉兴水文站多年平均水位0.98m，历史最高水位2.58m（2013年），历史最低水位-0.25m（1934年），枯水位0.46m～0.66m，市区城市防洪工程建成后，遇典型降雨，可控制市区河道最高水位不超过2.16m。

2.2.2 地形地貌

嘉兴市属于长江三角洲冲积平原的一部分，地形平坦、水网密布，具有浓厚的江南水乡特色，是典型的平原河网地区，具有地下水位高、土壤渗透能力差、降雨量大等特点。市区内地势平坦，平均地面高程2.16m，其中南部略高，约2.66m。市区环城河内旧城区标高2.16m～4.16m，内有部分低洼地区和沿河低洼地带，地面标高2.16m以下；西部和北部则地势相对偏低，低洼地区仅1.56m～1.76m。

2.2.3 市政条件

改造道路沿线排水体制为雨污分流制，排水系统情况较好。雨水管道系统以快速收集、就近排放为原则，全路段雨水共分为六段进行排放，主管管径DN380～DN1000（部分为混凝土管）。经复核，沿线雨水管道排水能力满足规划要求，不需进行雨水管道扩容改造。

道路污水主管管径DN400～DN600。管道系统以烟雨路为界，分两段排放。烟雨路以北污水管道就近排入南溪路DN800现状污水管；烟雨路以南污水管道由北往南排入中环南路DN1350现状污水主管。

3 设计目标

本工程为已建道路海绵化改造，结合道路周边绿地及现有设施，重点从源头控制雨水，达到净化水质、提升道路绿化景观、改善居住环境的目的。按照《浙江省嘉兴市海绵城市建设试点城市建设规划》，本工程具体建设目标如下:

3.1 本工程范围内（包括红线外绿地），年径流总量控制率（不直接外排）为75.82%，设计降雨量21mm。

3.2 总目标分解到N2、N3、N11、N20、N20-4五个区域，具体指标如下:

表1 区域指标分解表

指标	红线内					
	N2	N3	N11	N20	N20-4	汇总
指控率（%）	80	80.64	68.2	75	79.86	75.82
设计降雨量（mm）	24	25	16.2	20	24	21

3.3 南溪西路-南堰桥路段西侧红线外绿地需结合利用，绿地的年径流总量控制率按照80%考虑，对应设计降雨量为24mm。

4 项目分析

本工程是市政道路，道路两侧主要为现状小区和规划建设用地，道路两侧可利用的绿地面积有限。需结合道路内绿化带和道路两侧可利用绿地进行雨水下渗减排，同时设置雨水集蓄利用措施。

此外，充分尊重现状道路的基本功能属性，不中断交通，不改变道路红线内外的用地性质，在现有基础上构建源头减排设施。

5 设计方案

5.1 技术路线

本次海绵城市建设改造技术路线如下：

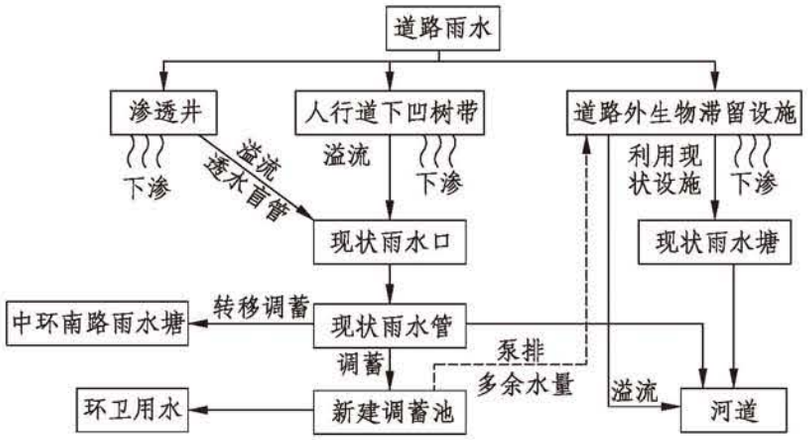


图1 设计流程图

本工程主要采用以下技术措施：

5.1.1 根据道路工程需要，本次将部分品质较差的人行道铺装进行翻修，改为透水铺装，部分路段增设透水铺装人行道，减少雨水径流，提高城市品质。利用人行道透水铺装改造，在透水铺装内设置渗井，实现道路雨水分散收集、调蓄和入渗，消纳道路径流雨水。

5.1.2 本工程道路为现状道路，道路现状绿化（中央分隔带、机非隔离带、人行道树带）植被完好，且较为高档，不宜进行大规模改动。本次仅对透水铺装人行道改造中新建的人行道树带进行下凹式绿化建设，消纳道路径流雨水。对于现状机非隔离带和人行道树带，本次不进行大规模改动，本次在现状绿化带内设置渗井，实现道路雨水分散收集、调蓄和入渗，消纳道路径流雨水。

5.1.3 利用道路红线范围外的绿地，设置生物滞留带，消纳道路路面径流雨水和调蓄设施调蓄的雨水。生物滞留带内根据现状条件设置溢流雨水口排除超额部分的雨水。雨水主管排河前设置格栅井进行拦污，部分需废弃的现状雨水口进行封闭改造。

5.1.4 在南堰桥南设置雨水调蓄池一座，调蓄雨水经初步处理后，回用于环卫用水。

5.2 设计标准、设计参数及计算

5.2.1 设计标准

1）雨水管道排放标准：经复核，现状纺工路的雨水管道系统的重现期为2年，满足《嘉兴市防洪排涝规划》的相关要求，本次不予改造。

2）源头减排设施溢流设计标准：满足2年一遇的降雨溢流要求。

5.2.2 设计参数

1）土壤渗透速度取0.06m/d，换填后土壤渗透速度取0.20m/d。碎石孔隙率取0.3。

2）日平均蒸发量取2.5mm/d，日平均蒸腾量取1.8mm/d。

3）地下水位平均高程取黄海1.2m。

4）绿地及调蓄设施排空时间为24h。

5）可渗透路面的设计降雨量采用嘉兴市2年一遇，持续60min降雨量为47mm。

6）径流系数：道路 $\psi=0.9$，常规绿地 $\psi=0.25$，下凹式树带、生物滞留带 $\psi=0.15$，普通铺装 $\psi=0.85$，透水铺装 $\psi=0.25$，其他 $\psi=0.85$。

5.2.3 设计计算

径流总量计算公式：$W=10\psi hF$

式中：W —— 径流总量，m^3；

ψ —— 综合雨量径流系数；

h —— 设计降雨量（mm）；

F —— 汇水面积（hm^2）。

根据本次设计的实际情况，污染物去除率按《海绵城市建设技术指南》表4-1取值55%。

5.2.4 设施规模计算

本工程设施规模主要由年径流总量控制率确定。按照本次建设目标，本次改造道路总长2.7km。受道路红线范围内的绿化带面积限制，局部路段需借用道路红线范围以外的现状绿地进行雨水径流处理，主要涉及南溪路至南堰桥之间的道路两侧绿地和N20-4绿地。道路无其他地块的水汇入。

根据设计范围内所有下垫面情况综合统计，改造前综合径流系数为0.755，设施的

设计规模根据《海绵城市建设设计指南》中容积法计算，$V=10H\psi A$，得出最终需控制径流总容积为1972.28m³。

5.3 竖向及绿化设计原则

5.3.1 竖向设计说明

设计原则：不改变现状道路的既有坡向（尤其是车行道），利用现状纵坡和横坡对径流雨水的汇集作用，合理设置雨水设施，实现对目标雨水的控制。

5.3.2 道路横断面

1）一般断面：

道路路拱顶点位于道路中央，车行道径流雨水流向红线外侧，断面最低点位于人行道侧石内侧，在此处设置收水设施。存在机非分隔带的路段，在机非分隔带内侧设置收水设施。

2）特殊断面：

路段沿线局部存在非机动车道横坡坡向道路内侧的情况，遇此类情况，在机非分隔带两侧均设置收水设施。

5.3.3 道路纵断面

路段全线设置纵坡，最小纵坡大于或等于0.3%，最大纵坡位于桥梁两侧引坡，沿道路坡向设置收水设施，尤其是部分渗透井因存水空间有限，须设置在现状雨水口上游，保障超出设计标准的径流雨水仍可由现状雨水口排走。道路注点尤其注意收水设施的布设。

5.3.4 植物选择原则

本次绿化设计主要包括三方面内容：生物滞留设施绿化设计、重要节点方案设计及其他一些细节处理。

1）保留原场地内的香樟、桂花、雪松等长势较好的大树，清除中下层灌木及地被，对原有退化的草坪进行清理并结合海绵措施进行设计。

2）从实际情况入手，园林绿化的提升改造建立在低影响开发措施的系统之上，通过改造后建立的下沉式绿地、雨水花园（生物滞留设施）使绿化得以重点提升。

3）遵守重点突出原则、满足使用要求原则，对人流量集中的区域进行重点绿化的打造，有通行需求的地块设置道路、活动平台及坐凳。

5.4 雨水系统说明

5.4.1 设施设计

1）生物滞留设施设计：

生物滞留设施是本段道路重要的源头减排设施，主要设置在道路两侧人行道以外的现状绿地内。根据计算，共需设置生物滞留设施3423m²，通过表层进行储水，有效储水深度为20cm，排空时间按24h设计。

生物滞留设施自下而上设计，依次为原状土+50cm种植土换土层+10cm种植土覆盖层+20cm蓄水层。

2）下凹式树带设计：

由于道路两侧红线范围以外可利用的绿地有限，下凹式树带的设置成为本段道路重要的源头减排设施。本工程下凹式树带设置在新建的人行道树带处。局部道路受制于非机动车道反坡的影响，下凹式树带仅考虑收集和储存人行道和绿化带自身的径流雨水。

本工程共设置下凹式树带945m²，通过表层进行储水，有效储水深度为5cm，排空时间按24h设计。

下凹式树带（同时利用人行道透水铺装碎石层储水）自下而上设计，依次为原状土+防水土工布+30cm种植土换土层+10cm种植土覆盖层+5cm蓄水层。

3）透水人行道铺装设计：

道路人行道铺装部分采用透水铺装，共计面积约6275m²。考虑上车等因素，透水路面结构层自上而下设计，依次为8cm透水砖+3cm粗砂找平层＋15cm C25透水混凝土（粒径10mm～20mm）＋30cm碎石垫层（底部设透水盲管）。

由于人行道高出路面，仅在透水铺装与人行道树带共同实施时计算底部碎石层储水量，碎石层孔隙率取0.3。

4）渗透井设计：

本工程在不进行大规模改造的现状机非隔离带、人行道树带以及部分人行道透水铺装下设置渗透井，本工程共设置渗透井97个。

5）雨水截污设计：

本工程在渗透井和溢流雨水口内均设置截污挂篮拦截杂物（挂篮的设置不影响收水能力），同时利用中环南路规划雨水塘和长中港现状雨水塘进行拦污处理。在无法利用其他设施的雨水排河口前设置格栅井进行拦污。截污挂篮采用不锈钢材质。另设雨水末端格栅井5个。

5.4.2 指标核算

本工程径流总量控制容积为1972.28m³，本次设计通过分散式源头控制方式，将控制目标分解至5个区块内。道路雨水主要采用侧石开孔及排水沟引流的方式就近引入附近下凹式树带、生物滞留设施和渗透井内，通过下凹空间和垫层孔隙实现储存、滞留、渗透；另外在部分管网末端设置调蓄和回用设施处理超量溢流的雨水，最终达到总量

控制（不直接外排）指标。

本次设计下凹式树带945m²；生物滞留设施3423m²；透水铺装6275m²；渗透井97座；雨水调蓄水池一座，可调蓄容积共计300m³。雨水回用清水池一座，可调蓄容积共计150m³。

经核算，海绵设施可控制的雨水量为1998.8m³，大于容积法计算最终需控制径流总容积1972.28m³。通过对方案进行模型分析计算，得到该地块年径流总量控制率为76.8%，改造后的综合径流系数为0.72，雨水综合处置率100%，满足控制指标要求。

表2　源头减排设施规模计算表

序号	设施项目	设施规模	储水容积	合计
1	下凹式树带	945m²	47.2m³	1998.8m³
2	生物滞留设施	3423m²	684.6m³	
3	透水铺装	6275m²	564.8m³	
4	渗透井	97座	52.2m³	
5	雨水调蓄	—	300m³	
6	转移至滨河路调蓄	—	200m³	
7	中环南路雨水塘	—	150m³	

5.4.3 现状雨水塘利用

现状路段（南溪西路-南堰桥）西侧绿地内现有一座雨水塘，作为该段道路的雨水末端处理设施。本次设计继续利用该塘作为本段道路的雨水末端处理设施，并对雨水塘四周的绿地进行改造，加强道路路面雨水的源头控制和消纳。

5.4.4 雨水调蓄

考虑改造道路南堰桥以南段路况条件好，海绵设施改造难度大，因此设置海绵设施规模较小。本次将国鸿加油站处原雨水排河管进行改造，新建雨水主管将道路雨水引至N20-4绿地内，在绿地内设置雨水调蓄水池一座，原排河管作为溢流通道使用。

调蓄水池用于调蓄南堰桥以南段道路径流雨水，超量雨水溢流入河，调蓄水池雨水经沉淀及过滤后排至清水池储存，用于环卫用水，多余雨水就近排入生物滞留设施处理。

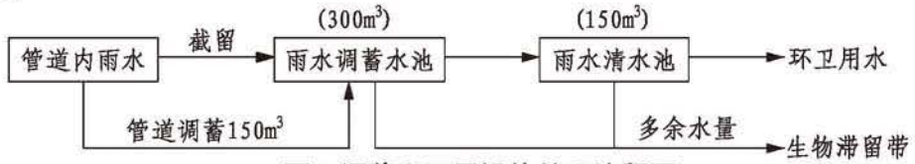


图2 调蓄和回用设施处理流程图

1）雨水调蓄设施设置如下：

① 雨水调蓄水池一座（含水泵），有效容积300m³；

② 过滤装置一套（成品砂滤罐，过滤能力30t/h）；

③ 清水池一座，有效容积150m³；

④ 紫外线消毒设备一套（成品，处理能力30t/h）。

同时，建设雨水进水管，管径DN800，长约100m；建设雨水出水管，管径DN300，长约175m，工艺管线若干；另设格栅井一座、回用水取水井一座、河水取水井一座、溢流井一座。

2）雨水指标调剂：

因本路段改造难度大，道路两侧可用绿地设施较少，而周边中环南路和滨河路改造条件较好，因此，设计借用两条道路的部分海绵设施，实现首尾相助共同完成海绵城市建设目标。

① 借用中环南路雨水塘调蓄指标：150m³；

② 借用滨河路雨水处理指标：200m³。

5.5 雨水利用的水量平衡分析

5.5.1 可利用径流雨水规模分析

本工程雨水调蓄及回用设施设置在纺工路与烟雨路交叉口西北侧的现状公园内，采用末端截流调蓄工艺。可利用径流雨水规模计算如下：

雨水收集量=10×雨水汇水面积×综合径流系数×降雨量-海绵体储水量

=10×4.12hm²×0.755×83.2mm-100m³=2488m³

其中降雨量参考杭州地区两年一遇最高日降雨量83.2mm。

5.5.2 雨水利用需求分析

本次设计雨水回用途径为环卫道路冲洗用水。经与环卫部门沟通，本次改造道路附近具备长期取水需求的洒水车预计为3辆～6辆，每日加水补水次数为2次～4次。本方案按此用水需求进行水量分析，具体需求如表3所示：

表3　环卫用水需求统计表

环卫设备	规模	单位	数量	频率（次/d）	用水量（t/d）
洒水车	储水量18t	辆	2	3	108
洒水车	储水量18t	辆	1	2	36
合计					144

由上可知，回用日用水量小于雨水收集量×40%，故本工程调蓄规模按照3d日用水量计取，即为450m³。

5.5.3 雨水调蓄设施分析

本工程雨水调蓄设施设置于烟雨路以北、纺工路以西的现状公园绿地内。结合海绵指标控制，本次设置调蓄设施的总调蓄规模为450m³。由于绿地空间限制，本方案设置雨水调蓄池一座（300m³）、雨水清水池一座（150m³），剩余调蓄空间利用常水位以下市政排水管道进行临时调蓄。

各单体设施规模如表4所示：

表4 调蓄设置资料表

调蓄设施	尺寸（底面积×高×数量）	调蓄规模	回用规模
雨水调蓄水池	$8m^2 \times 4.7m \times 8$	$300m^3$	—
市政管道调蓄	$0.5m^2 \times 160m + 0.28m^2 \times 440m$	$150m^3$	—
雨水清水池	$8m^2 \times 4.7m \times 4$	—	$150m^3/d$

注：1. 由于嘉兴河道常水位高于改造道路雨水管道管底标高，故管道内雨水无法完全自流排空，这部分积存雨水可自流排入雨水调蓄水池内。管道平时排空，雨天用于临时调蓄。

2. 根据地下管线资料，位于河道常水位以下的雨水主管有DN800管（160m）及DN600管（440m），其有效调蓄容积超过180m³。

6 运行维护

6.1 为保证雨水利用设施正常有效运行，应安排专门人员进行运行管理。

6.2 在雨季来临前及每次雨后应对进水口、溢流雨水口、绿化带内的垃圾、树枝、树叶等进行清理，防止杂物堵塞雨水利用设施。

6.3 透水铺装应每年至少进行2次清洗，或根据实际情况进行清洗养护。

6.4 生物滞留设施、下凹绿地内种植土应每年至少进行1次松土，或根据景观要求进行松土。

7 造价估算（略）

8 附表

表5 建设项目海绵城市设施建设目标及评价表

序号	指标类型	序号	指标名称		目标值	设计值
一	控制性指标	1	年径流指标控制率（%）		75.8	76.8
		2	年径流污染控制率(%)		41.7	42.2
		3	控制径流总容积（m^3）		1973	1998.8
二	下垫面指标	4	下垫面总面积（m^2）	120894	—	—
		5	下凹式树带面积（m^2）	945	—	—
		6	生物滞留设施面积（m^2）	3423	—	—
		7	透水铺装面积（m^2）	6275	—	—
		8	渗透井（座）	97	—	—
		9	雨水调蓄（m^3）	300	—	—
		10	转移至滨河路调蓄（m^3）	200	—	—
		11	中环南路雨水塘（m^3）	150	—	—
		12	综合径流系数	0.72	—	—
三	综合自评	13	控制性指标设计值大于或等于目标值		合格	



图 例

图 例	名 称	图 例	名 称
	下凹式树带		设计透水盲管
	透水铺装	★	调蓄回用设施
	生物滞留设施	●	溢流雨水口
○	设计渗井	⬟	排出口

下垫面情况统计表

下垫面类型	面积（m^2）	占比（%）	综合雨量径流系数
车行道沥青路面	83339	68.9	0.72
人行道铺装	11548	9.6	
道路红线内绿化	18274	15.1	
道路红线外绿化	7733	6.4	
总面积	120894	100	

综合自评

控制目标表

指标	红线内						红线外
	N2	N3	N11	N20	N20-4	汇总	
控制率 (%)	80	80.64	68.20	75	79.86	75.82	80
设计降雨量 (mm)	24	25	16.2	20	24	21	24

5-1 方案设计			5-1-2-总1总平面图				图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	姚晗		设计	周旭	页	2-3-44

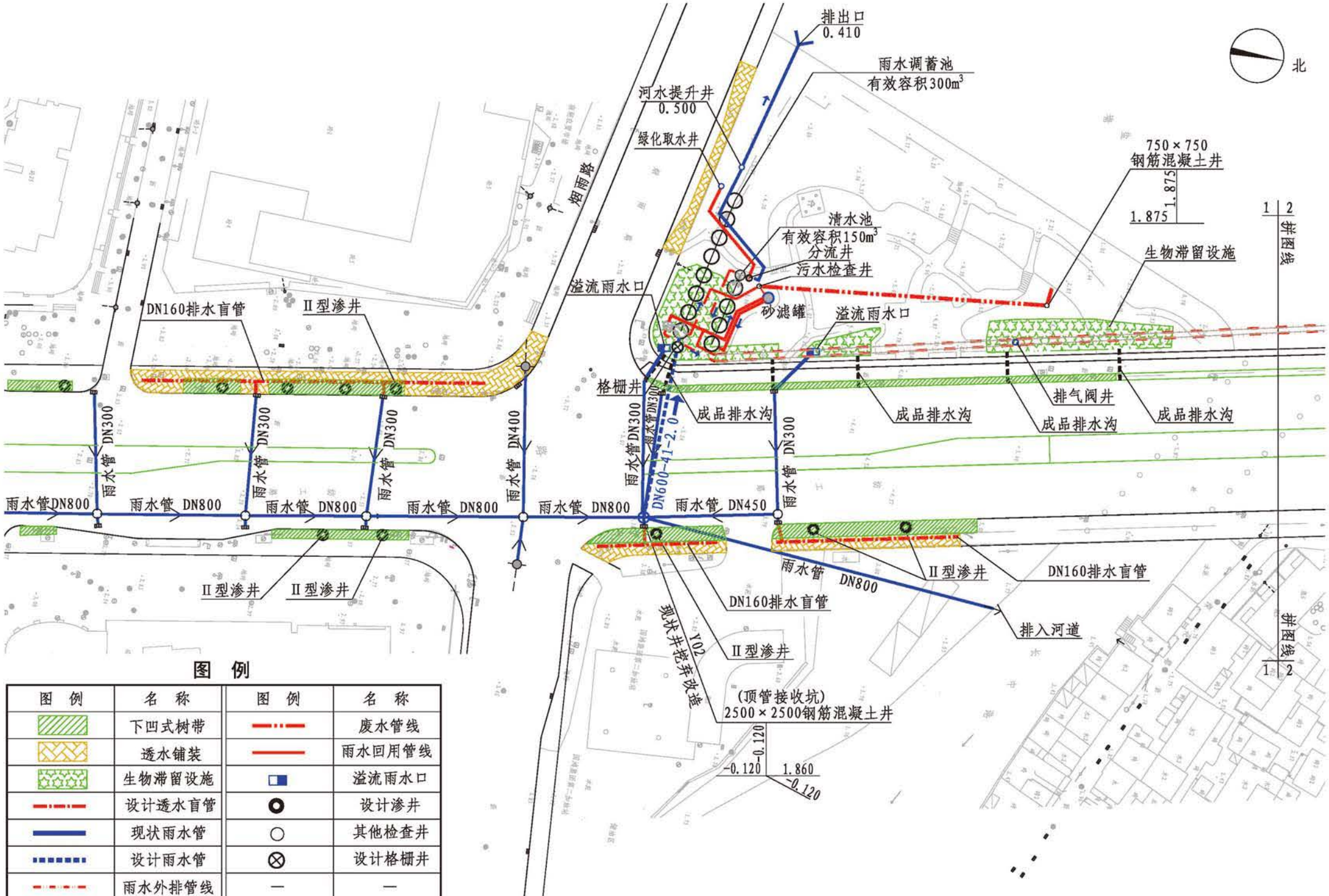


图 例

图 例	名 称	图 例	名 称
	下凹式树带		废水管线
	透水铺装		雨水回用管线
	生物滞留设施		溢流雨水口
	设计透水盲管		设计渗井
	现状雨水管		其他检查井
	设计雨水管		设计格栅井
	雨水外排管线	—	—

5-1 方案设计			5-1-3-总2海绵设施平面图一						图集号	22HM001-1	
审核	郑克白	郑克白	校对	姚晗	姚晗	设计	周旭	周旭	页	2-3-45	

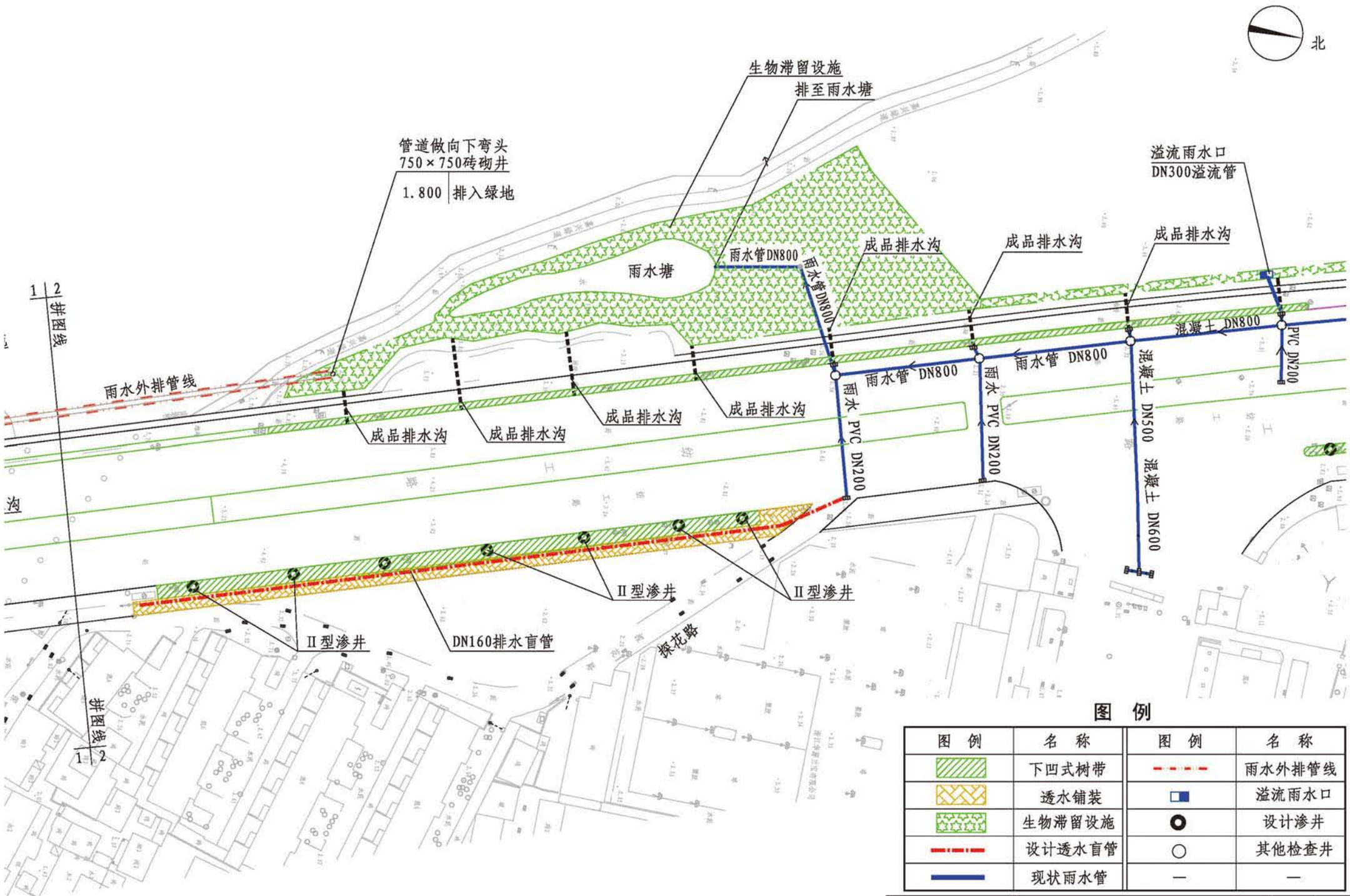
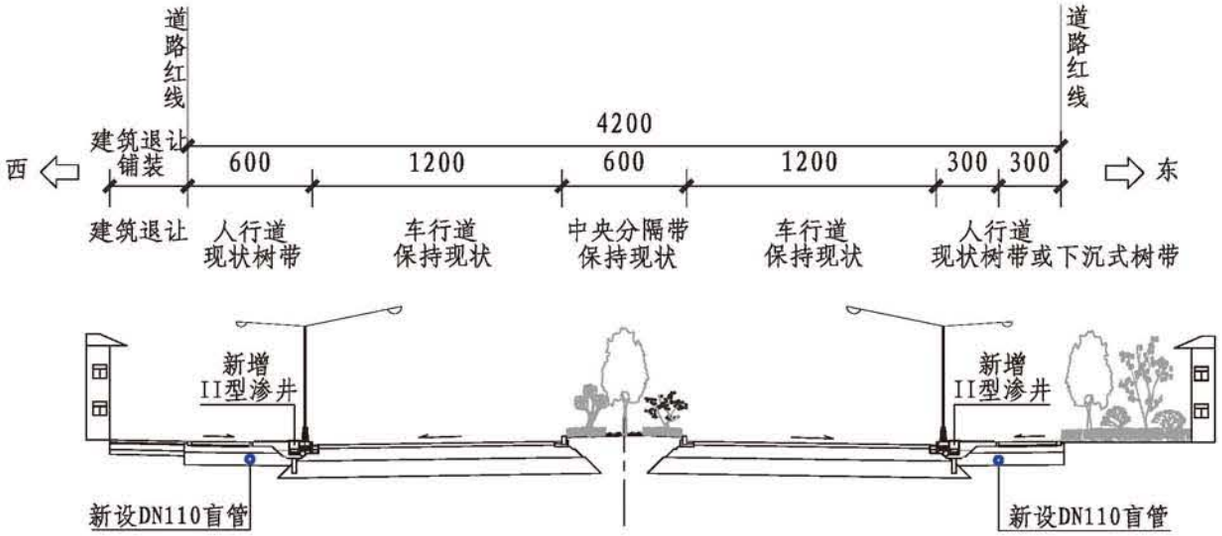


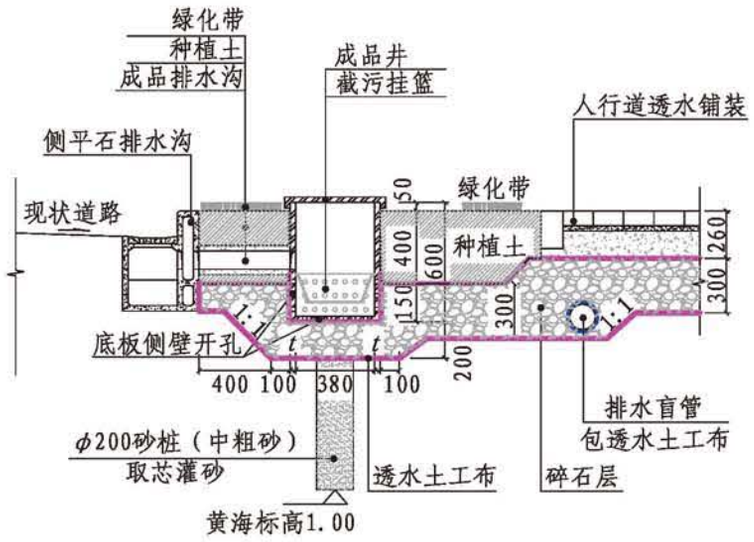
图 例

图 例	名 称	图 例	名 称
	下凹式树带		雨水外排管线
	透水铺装		溢流雨水口
	生物滞留设施		设计渗井
	设计透水盲管		其他检查井
	现状雨水管	—	—

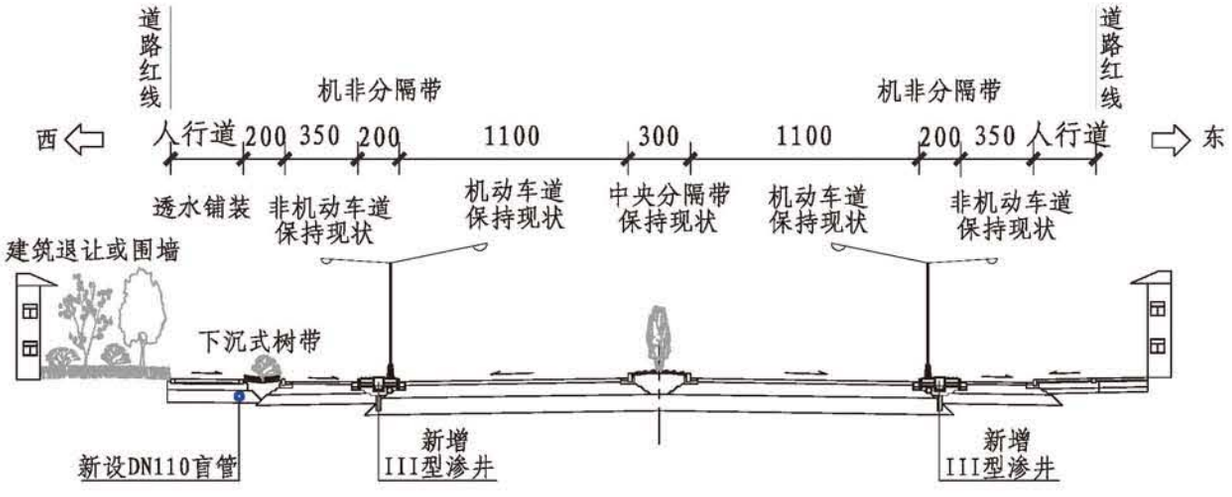
5-1 方案设计			5-1-4-总3海绵设施平面图二						图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	姚晗		设计	周旭		页	2-3-46



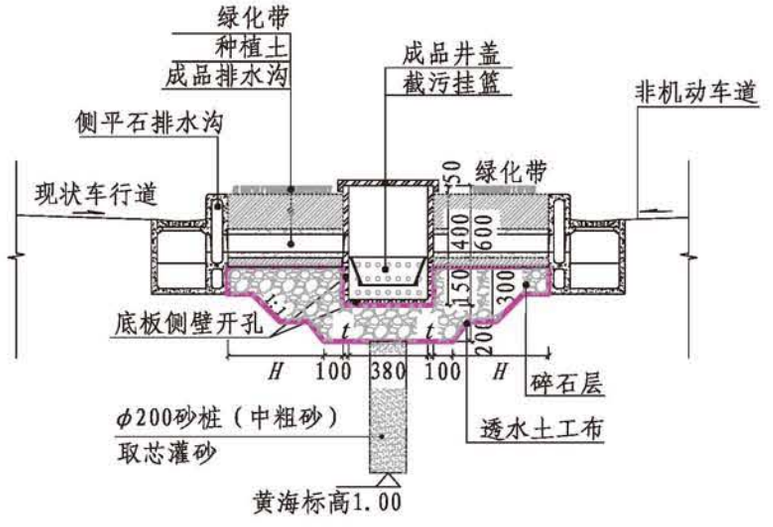
标准横断面设计图（一）



II型渗井剖面图



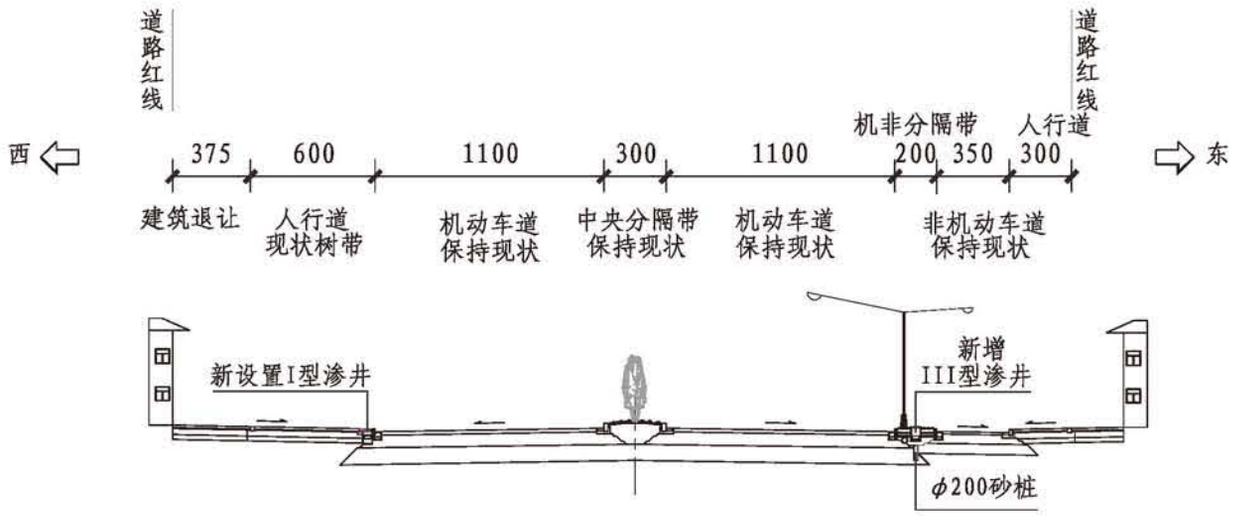
标准横断面设计图（二）



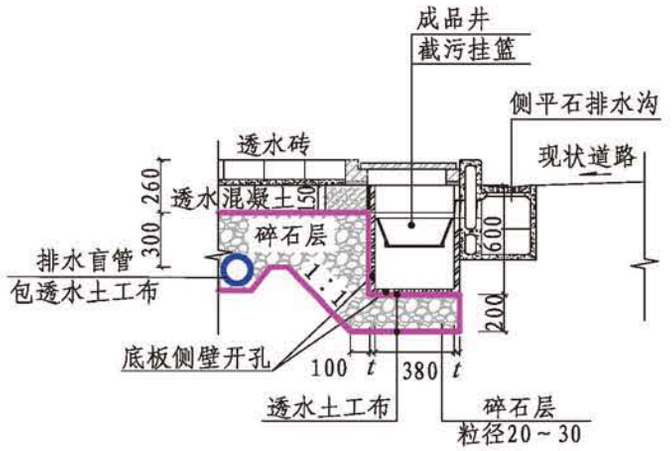
III型渗井剖面图

注：
1. 本图尺寸单位均以毫米（mm）计。
2. 成品井底及井壁处开孔，开孔率约为10%，孔直径10mm，成品井壁厚t应根据荷载、周边土壤和地下水情况，结合产品材质综合确定。

5-1 方案设计			5-1-5-总4横断面图一						图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	姚晗		设计	周旭		页	2-3-47



标准横断面设计图（三）



I 型渗井剖面图

注：
1. 本图尺寸单位均以毫米（mm）计。
2. 成品井底及井壁处开孔，开孔率约为10%，孔直径10mm，成品井壁厚 t 应根据荷载、周边土壤和地下水情况，结合产品材质综合确定。

5-1 方案设计			5-1-6-总5横断面图二						图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	姚晗		设计	周旭		页	2-3-48

6 常德市某城市主干道海绵城市建设改造设计

6-1-1 海绵改造工程设计说明

本项目位于华中地区的常德市，属于中亚热带湿润季风气候向北亚热带湿润季风气候过渡的地带，雨量丰沛，位于降雨分区图的第Ⅲ区，此地区主要解决的是水质型缺水问题。本项目为改建工程，主要解决建设前后的径流污染、径流总量问题。充分利用辅路的边侧绿化带进行改造，通过下渗模块、带状下沉式绿地等低影响设施调控、过滤雨水，实现年径流总量控制率48%的目标要求。适宜的设施为下沉式绿地、生物滞留设施、透水铺装等。

1 项目概况

1.1 建设位置

本市政主干道项目位于常德市武陵区，紧邻穿紫河北岸，道路范围西起武陵大道、东至荷花路，是一条重要的东西向主干道。沿线由东向西依次与沙河路、朗州路、通海路、荷花街、荷花路平面相交，该城市主干道全线长度为19.1km，此次改造段长度为1.8km。

1.2 建设规模

道路全长1.8km，道路红线宽度为50m,四幅路。道路横断面：5.0m(人行道)+5.0m（非机动车行道）+2.0m～5.0m（边侧绿化带）+12.0m（车行道）+2.0m(中央分隔带)+12.0m（车行道）+2.0m～5.0m（边侧绿化带）+5.0m(非机动车行道）+5.0m(人行道)

最大纵坡：0.499%　　最小纵坡：0.149%

车行道横坡：双向1.5%直线坡　　人行道横坡：反向2.0%直线坡

全线纵坡度均小于横坡度。

1.3 性质

项目为改建项目，项目性质为城市市政主干道。

2 设计依据

2.1 项目批复文件（可研批复）

2.2 上位规划及设计标准

《常德海绵城市专项规划（2015-2030）》

《常德市海绵城市建设试点实施计划（2015-2018）》

《常德柏子园区域海绵建设工程总体方案设计》

《常德市海绵城市建设设计导则（试行）》

2.3 技术资料

2.3.1 气象条件

常德属于中亚热带湿润季风气候向北亚热带湿润季风气候过渡的地带。气候温暖，四季分明，春秋短，夏冬长；热量丰富，春温多变，夏季酷热，秋雨寒秋，冬季严寒。常德市年平均气温16.7℃。

2.3.2 水文地质条件

水文：常德四季有雨，雨量充沛、年降水量1200mm～1900mm，汛期4月～9月。地下水分层结构明显，浅层地下水主要赋存于上层的杂填土中。下层为孔隙承压水，赋存于圆砾卵石层中埋深3m～9m，汛期时可上升至距地面1.5m处。

地质：道路海拔高程31.7m～32.5m，原工程场地属沅水北岸Ⅰ级阶地，场地内地层为第四系全新统（Q4）填筑土、素填土、淤泥、粉质粘土、粉土、圆砾组成。其中粉质地液限粘土具有湿陷性，湿陷等级为Ⅰ级非自重湿陷性。经现场实测绿化带土壤渗透系数9.5×10^{-5}m/s。

3 设计目标

3.1 年径流总量控制率

根据《常德海绵城市专项规划（2015-2030）》《常德市海绵城市建设试点实施计划（2015-2018）》和2018年《常德柏子园区域海绵建设工程总体方案设计》的要求：本项目年径流总量控制率选取为48%，对应设计降雨量为8.5mm。

3.2 径流污染削减率

雨水经过预处理截污措施和雨水模块物理、生物净化等作用，道路内累计一年得到控制的雨水径流污染物总量（以SS计）占全年雨水径流污染物总量的比例。

年SS总量去除率可用下述方法进行计算：

年SS总量去除率=年径流总量控制率×低影响开发设施对SS的平均去除率

本项目设计确定径流污染物削减率为31.8%。

4 项目分析

本项目市政雨水管网下游为集中处理机埠设置（夏家垱），主要设施为雨污水泵站、调蓄池和生态滤池。常德市整体地势平坦，内涝风险较为频发。结合低影响开发原则，尽量将雨水进行源头下渗利用，减少调蓄池和生态滤池运行负荷，避免合流制溢流入穿紫河。项目地质条件为Ⅰ级非自重湿陷性黄土场地，雨水模块、植被浅沟底部做防渗措施，保证市政道路路基安全；雨水模块根据试验研究阶段成果，采用填料换填加快雨水下渗，增强污染物去除率。

5 设计方案

5.1 技术路线（见图1）

本项目保留原有非机动车道及人行道路面结构不变。在人行道边侧绿化带增加下沉式雨水设施+卵石渗透沟（渗透沟新增花岗岩立石），收集人行道地表径流雨水。非机车行道雨水径流通过绿化带道牙开口进入绿化带内雨水设施；车行道雨水径流通过现状雨水箅子进入市政管网。

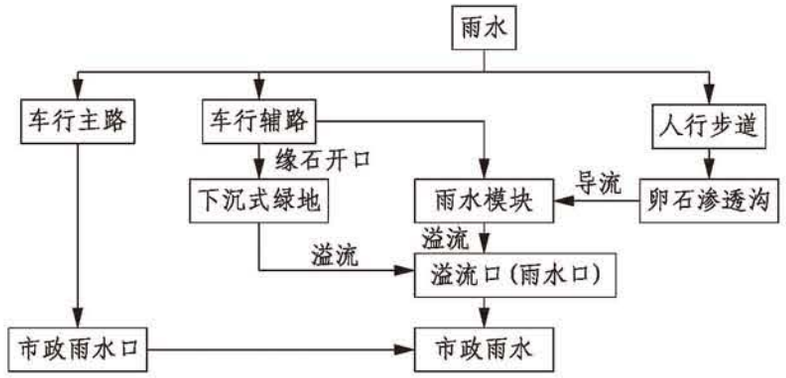


图1 设计流程图

5.2 设计参数及计算

5.2.1 设计参数:

1）雨水暴雨强度公式

根据《常德市城市排水（雨水）防涝专项规划（含暴雨强度公式修编）》，规划采用2014年新修编的暴雨强度公式:

$$q = \frac{1451.442(1+0.9971\lg P)}{(t+8.226)^{0.654}} \quad [L/(s \cdot hm^2)]$$

式中: q —— 设计暴雨强度 [L/(s · hm²)];

P —— 设计重现期（年）;

t —— 降雨历时（min）。

2）径流系数: 沥青路面 ϕ=0.90，人行道 ϕ=0.4，绿地 ϕ=0.15。

3）管道设计雨水重现期: P=2年。

4）年径流总量控制率48%（对应的设计降雨量为8.5mm）。

5.2.2 设计计算（见表1）

根据竖向分析和道路布置将地块划分为1个汇水分区,根据现状下垫面计算出目标径流控制量，并结合现状道路及绿化带条件设置相应的低影响开发设施，确保海绵设施滞蓄量达到设计目标。

1）控制容积=渗透容积+蓄水容积=0.5×44+1796×0.3=560.8m³。

2）控制雨量=控制容积/（汇水面积×综合径流系数×10）

=560.8/（7.8×0.78×10）=9.2mm

根据年径流总量控制率对应设计降雨量曲线表，9.2mm对应降雨控制率为52%。

表1 年径流总量控制目标计算

下垫面类型	径流系数	面积（m²）
绿地	0.15	12376
沥青道路	0.90	52377
不透水铺装	0.90	12489
透水铺装	0.40	780
面积合计		78022
目标径流控制量（m³）		518
海绵设施滞蓄量合计（m³）		560.8
下沉式绿地面积（m²）		1796
下沉式绿地深度（mm）		300
雨水模块个数（个）		44
单个雨水模块调蓄容积（m³）		0.5

3）年径流污染控制率=年径流总量控制率×污染物去除率=52%×66.4%=34.5%。

5.2.3 年径流污染物控制目标计算

结合本项目的技术路线，计算本项目年径流污染物控制目标，本项目对SS去除较为明显的海绵设施为透水铺装、雨水模块、带状下沉式绿地，详见表2。经计算，该项目设施SS平均去除率66.4%，年SS去除率为34.5%。

表2 年径流污染物控制目标计算

设施类型	SS去除率（%）	消纳面积（m²）	SS平均去除率（%）	年SS去除率（%）
雨水模块	70	264	66.4	34.5
下沉式绿地	60	1796		
透水铺装	80	780		

5.3 单项设施说明（雨水模块设施、卵石渗透沟、下沉式绿地、透水铺装、溢流雨水口等）

5.3.1 雨水模块和卵石渗透沟

本项目通过立缘石开口和市政道路边侧绿化带内设置雨水模块设施，收纳并净化车行道路径流雨水，雨水进入设施前经截污槽过滤；通过卵石渗透沟收纳并净化人行道铺装径流雨水。雨水模块调蓄深度为70mm，模块内设置溢流雨水口，其顶面标高高

于绿地70mm，超标雨水通过雨水箅子进入市政管网；模块内栽植耐旱耐水湿植物。

5.3.2 带状下沉式绿地

本项目通过立缘石开口和市政道路边侧绿化带内设置带状下沉式绿地，收纳并净化车行道路径流雨水，雨水进入设施前经截污槽过滤；下沉式绿地的调蓄深度为300mm，设施内设置溢流雨水口，其顶面标高高于绿地300mm，超标雨水通过雨水箅子进入市政管网；设施底部铺设砾石进行二次过滤截污。

5.3.3 透水铺装

露天停车位等处采用透水砖铺面改造，加强雨水入渗，减少雨水的地表径流。透水铺装地面做法详见第三部分常用设施1-1透水地面。

5.3.4 溢流雨水口

溢流雨水口按照每个单独雨水模块设置一座溢流井的原则设置，溢流井底部与现状市政雨水管网连通；带状下沉式绿地按照每40m间距设置一座溢流雨水口的原则。溢流雨水口形式采用砖砌单篦雨水口，水泥砂浆抹平，篦子材质为球墨铸铁，详见第3-5-02页。

6 运行维护

6.1 为保证雨水模块设施正常有效运行，应安排专门人员进行运行维护管理。

6.2 在雨季来临前及每次雨后应对进水口、溢流雨水口、设施内垃圾、树叶和设施附近垃圾等进行清理，防止杂物堵塞雨水利用设施，避免设施无法正常运行。

6.3 在雨季来临前及雨季期间至少每月对截污框进行清理、冲洗，以保障对下一次初期雨水的过滤功能。

6.4 对上层种植土层应每年至少进行一次松土，或根据园林专业植物要求进行松土。

7 工程概算（略）

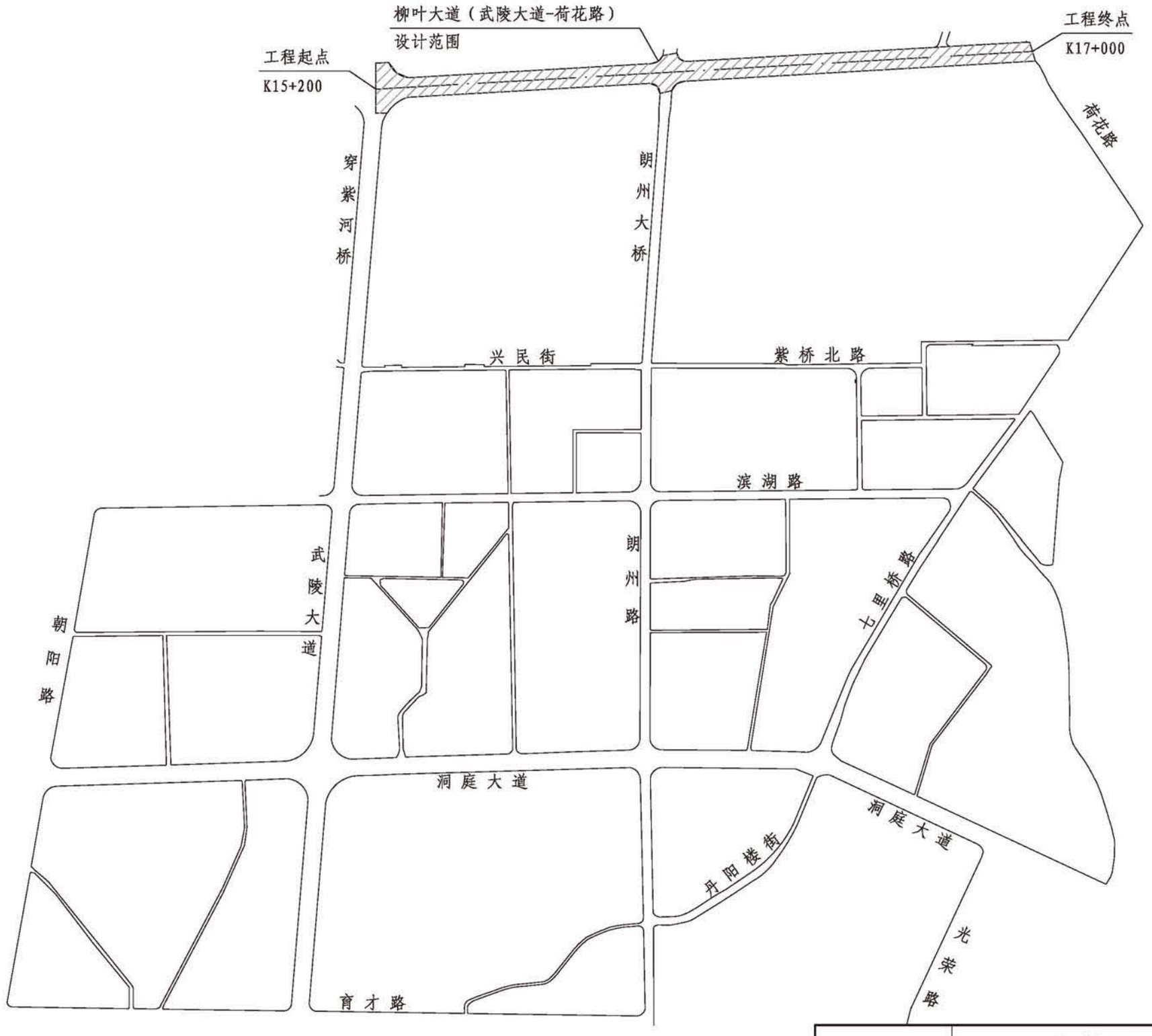
8 附表

表3 建设项目海绵城市设施建设目标及评价表

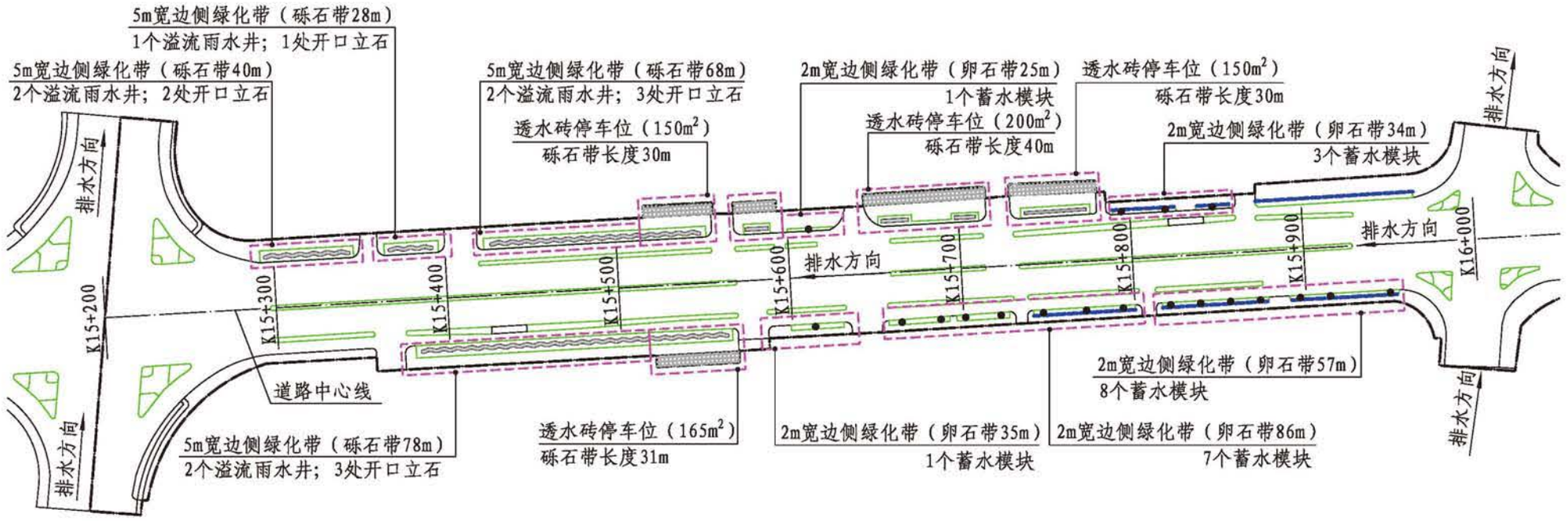
序号	指标类型	序号	指标名称		目标值	设计值
一	强制性指标	1	年径流总量控制率（%）		48	52
		2	年径流污染控制率（%）		31.8	34.5
		3	雨水管网设计重现期（a）		2	2
二	下垫面解析	4	下垫面总面积（m^2）	78022	—	—
		5	绿地总面积（m^2）	12376	—	—
		6	下沉式绿地面积（m^2）	1796	—	—
		7	下沉式绿地率（%）	14.5	—	—
		8	人行道总面积（m^2）	13269	—	—
		9	人行道透水面积（m^2）	780	—	—
		10	人行道透水铺装率（%）	5.9	—	—
		11	综合径流系数	0.71	—	—
三	综合自评	12	控制性指标设计值≥目标值	合格		

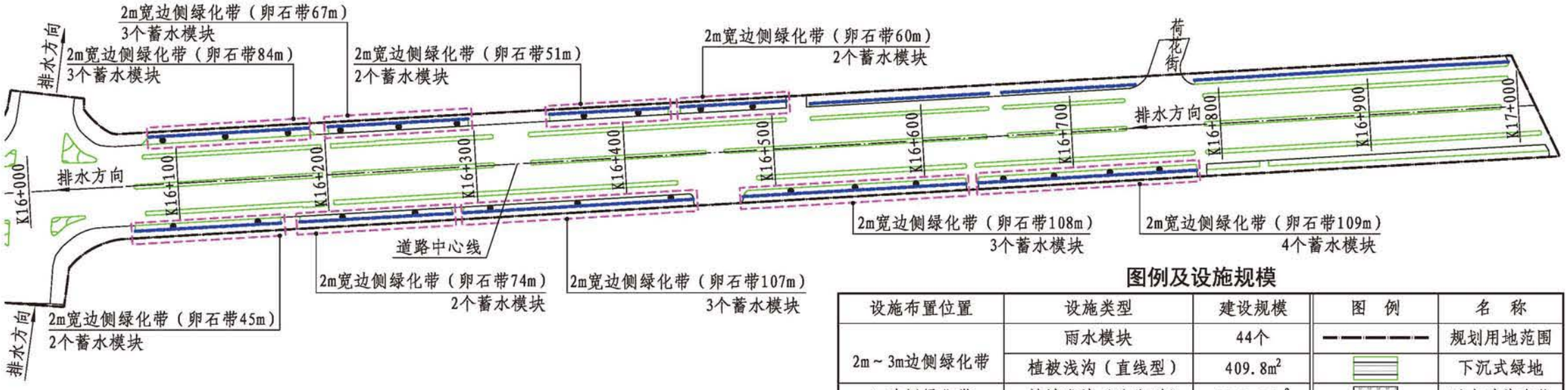
表4 建设项目海绵设施一览表

设施布置位置	设施类型	工程措施	建设规模
2m～3m边侧绿化带	雨水模块	缘石开口+截污槽+砾石层+回填土层+石笼网（卵石填充）+植物+景观置石+溢流井	44个
	下沉式绿地（直线型）	缘石开口+缓冲带+砾石覆盖层+回填土层+土工布+植物+溢流井	409.8m^2
5m边侧绿化带	下沉式绿地（曲线型）	缘石开口+缓冲带+砾石覆盖层+回填土层+土工布+植物+溢流井	1385.95m^2
停车位改造	透水砖停车场	透水砖+30mm厚水泥砂浆粘结层+150mm厚C25透水混凝土+200mm厚级配碎石	780m^2



6-1 方案设计			6-1-2-总1位置示意图					图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	王燕		设计	孙晨	页	2-3-52



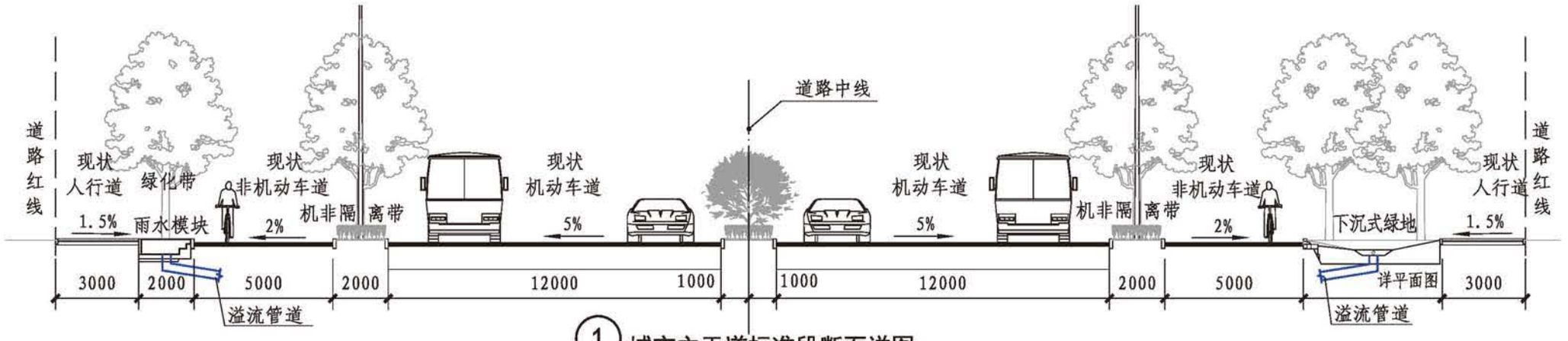


北

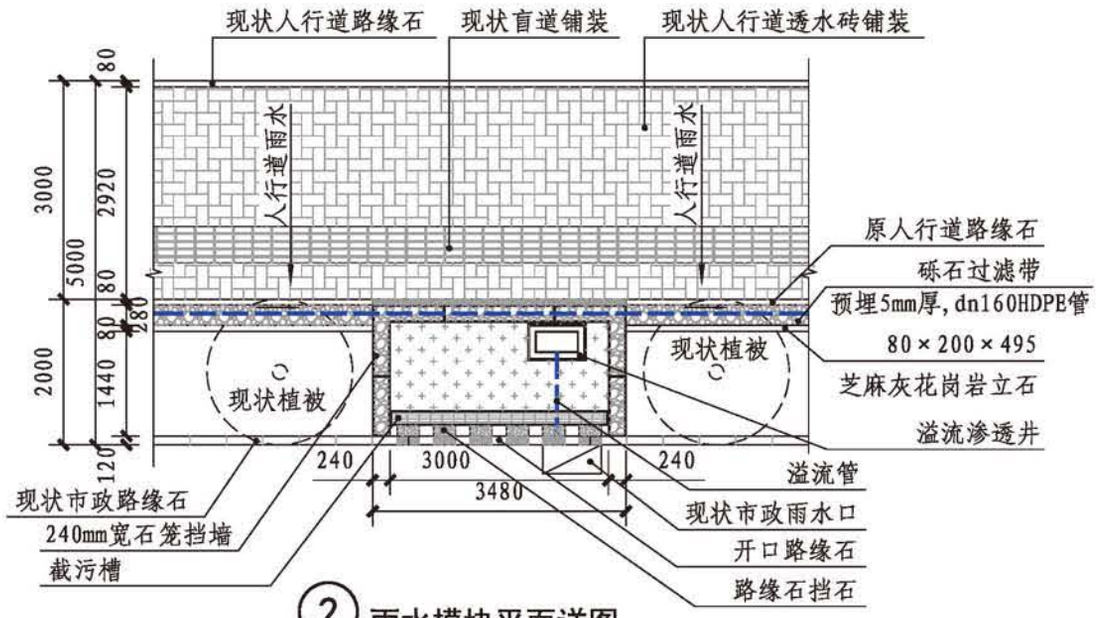
图例及设施规模

设施布置位置	设施类型	建设规模	图　例	名　称
2m～3m边侧绿化带	雨水模块	44个		规划用地范围
	植被浅沟（直线型）	409.8m²		下沉式绿地
5m边侧绿化带	植被浅沟（曲线型）	1385.95m²		透水砖停车位
停车位改造	透水砖停车场	780m²		雨水模块
—	—	—		卵石渗透沟

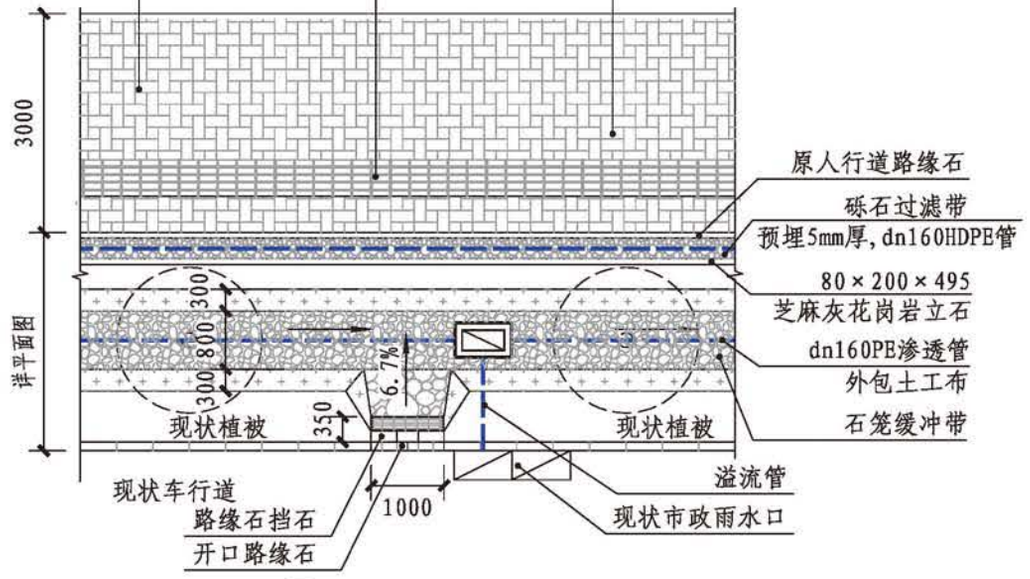
6-1 方案设计			6-1-3-总2海绵设施平面图					图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	王燕		设计	孙晨	页	2-3-53



① 城市主干道标准段断面详图



② 雨水模块平面详图



③ 下沉式绿地平面详图

6-1 方案设计			6-1-4-总3横断面图					图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	王燕		设计	孙晨	页	2-3-54

7 陕西省西安市某城市主干道海绵城市建设改造设计

7-1-1 海绵改造工程设计说明

本项目位于西北地区的西安市，属暖温带大陆季风气候，地形平坦，年内降水分布不均，降水量主要集中在汛期的5月～10月，位于降雨分区图的第Ⅱ区,该地区主要解决的是资源型缺水问题。本项目为改造项目，适宜的设施为生物滞留设施、下沉式绿地、植草沟等。道路两侧规划绿地地势较低，西侧幸福渠为雨水出路，内涝风险较低。红线内外绿地充足，地质为一般湿陷性黄土和砂土场地，下渗性能较好，结合示范工程性质，主要对雨水进行下渗利用、调蓄、回用和监测，提高雨水资源化利用水平，实现雨水年径流总量控制率85%的目标要求。

1 项目概况

1.1 基本情况：西铜路是西安市向北对外联系的快速通道，目前现状为一级公路，双向四车道，道路西侧为现状幸福渠，道路红线东侧为现状西铜高速新线，为全高架形式。南起凤城十二路，北至草滩渭河大桥，道路全长约7406.748m（见图1）。

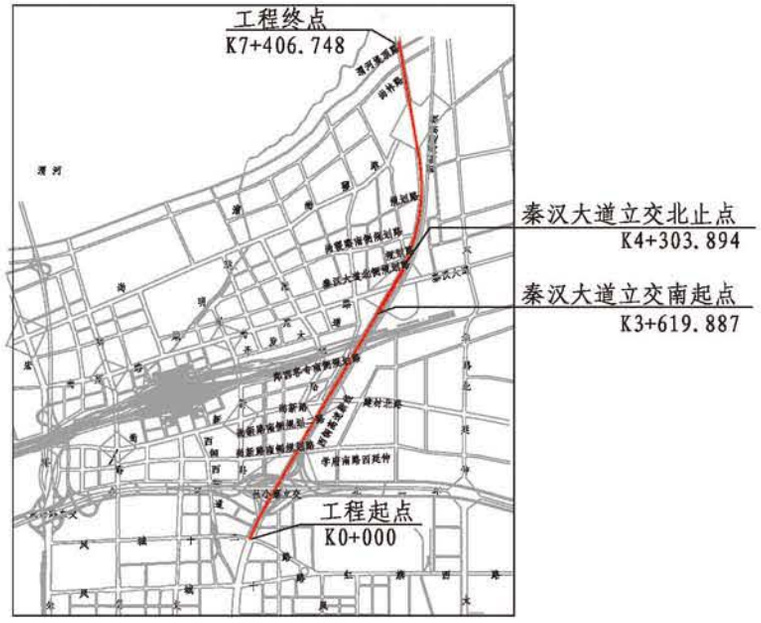


图1 位置示意图

1.2 道路规模：道路南起凤城十二路,北至草滩渭河大桥，道路全长约7406.748m；红线宽60m，其中中分带宽2.0m，主路宽12.0m，两侧分隔带4.5m，辅路9.5m，人行道宽3.0m。

1.3 项目性质：项目为改建工程，建设前西铜路为一级公路，建成后为城市主干道。

2 设计依据

2.1 项目批复：“西安市城乡建设委员会关于西铜高速城市段（未央收费站-渭河南岸）市政工程方案设计的复函”。

2.2 上位规划：西安市暂未编制海绵城市专项规划，暂无相关上位规划。

2.3 地方标准：《陕西省人民政府办公厅关于推进海绵城市建设的实施意见》（陕政办发〔2016〕20号）。

2.4 技术资料

2.4.1 气象条件：西咸新区属暖温带大陆季风气候，四季分明；春季多风，夏季炎热，冬季寒冷；秋末冬春少雨，夏季初秋多雨，雨热同季。年平均降水量485.22mm，年最大降水量897.80mm（2003年），年最小降水量302.2mm（1997年），年际相差595.6mm。年内降水分布不均，降水量主要集中在汛期的5月～10月，约占全年降水量的80%,多年平均蒸发量970mm。

表1 不同年径流总量控制率对应的设计降雨量

年径流总量控制率（%）	60	65	70	75	80	85	90
设计降雨量（mm）	8.6	9.9	11.5	13.5	15.9	19.2	24.1

2.4.2 地质资料：拟建场地沿线地形较平缓，地貌单元属渭河高漫滩。参考周边场地地勘，西铜路（凤城十二路——秦汉大道与西铜路立交段）按一般湿陷性黄土场地进行处理；西铜路（秦汉大道与西铜路立交——渭河堤顶路段）按砂土场地进行处理，地下水位按照地下6m以下进行考虑。

2.4.3 地震设防：场地地震动峰值加速度为0.2g，相应的地震基本烈度为Ⅷ度，特征周期分区为1区，地震反应谱特征周期为0.35s。

2.4.4 市政条件：西铜路为原西铜一级路，现状道路下无市政管线，道路两侧有现状幸福渠管涵、燃气及国防光缆等管线。

3 设计目标

该道路为“西安市海绵城市技术研究与应用示范”的示范工程之一，按照《海绵城市建设指南》分区位于Ⅱ区，对应的年径流总量控制率为80%～85%。本工程初期雨水按照5mm进行截留。其余设施按照19.2mm不外排雨量进行核算,使西铜路雨水年径流总量控制率达到85%，雨水经调蓄后安全排放，提高绿化带土壤保水量,降低绿化用水量。

4 项目分析

由于道路两侧地势较低，规划为绿地，且道路西侧的幸福渠为雨水出路，内涝风险较低。两侧绿化带较宽，适宜采用多种措施。南段为一般湿陷性黄土场地，应渗、

蓄、排相结合；北段为砂土场地，应加强渗透。本工程为快速路，道路等级高，须做好路基防护。对南段道路东侧辅道不能滞、蓄的初期雨水进行弃流，提高污染物去除率。对南段采用雨水回用可减少绿化用水量，提高径流控制率。结合示范工程性质，本次主要对雨水进行下渗利用、调蓄和回用，提高雨水资源化利用水平。同时设置在线监测装置，后期进行跟踪研究。

5 设计范围及内容

5.1 海绵城市系统工艺说明

本道路整体地形南高北低，雨水管道由南向北排放，沿线分5段分段排至幸福渠管涵。本次结合排水管道及两侧用地规划，在西铜路全段进行雨水利用，共分5种雨水利用方式（见图2）。

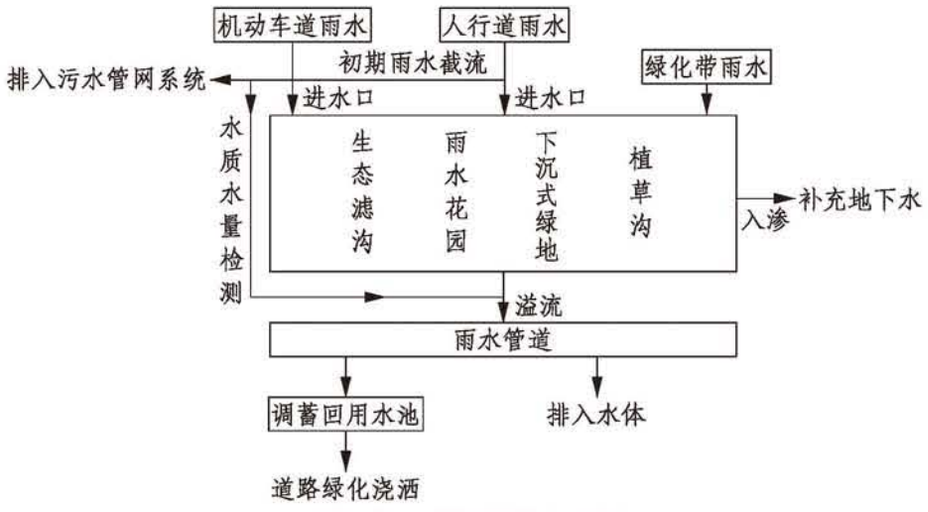


图2 雨水利用流程示意图

5.1.1 初期雨水截流（见图3）

由于雨水溶解了空气中的大量酸性气体、汽车尾气、工厂废气等污染性气体，降落地面后，又由于冲刷屋面、沥青混凝土道路等，使得初期雨水中含有大量污染物质，水质太差，排入水体后对下游水体污染程度较高，故对初期雨水进行截流，排入污水厂进行处理。由于目前初期雨水尚未有统一标准，本次按5mm雨量进行设计。

由于尚新路南侧规划路——尚新路段道路东侧为西铜高速新线桥梁，为保证桥梁安全，东侧辅道及人行道雨水不能进入东侧绿地内进行雨水利用。因此对此段雨水管道内初期雨水进行截流，排入初期雨水收集池。结合周边道路污水管道情况，目前尚新路污水管道已经设计且正在实施，其余道路污水管道均为规划，因此本次设计在尚

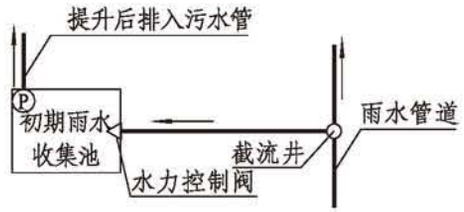


图3 初期雨水截流示意图

新路南侧雨水管道A段上设置截流井，对K1+370段～K2+100段初期雨水进行截流，排入初期雨水收集池，经泵提升后排入尚新路污水管道，最终排入西安市第四污水处理厂进行处理。截流管道管径DN600，长度90.00m，初期雨水收集池总容积372m³，有效容积240m³，雨停后初期雨水经泵提升排入尚新路DN500已设计污水管道。初期雨水收集池位于尚新路与西铜路交叉口西南角绿地内。

5.1.2 生态滤沟（见图4）

两侧分隔带宽度为4.5m，渠化段宽度2.5m。本次将两侧分隔带作为生态滤沟，收集快车道雨水，滤沟顶面低于路面0.2m，主路路面及上面层结构内雨水通过道牙进水口进入两侧分隔带内进行下渗利用，补充地下水；滤沟内设置溢流雨水口，溢流雨水口进水部位高于滤沟顶面50mm，溢流雨水口顶面高于滤沟140mm；当雨量过大时，多余的雨水溢流排入溢流口，通过雨水管道进行排放。生态滤沟填料设置两层，从上至下依次为400mm厚种植土层，400mm厚高炉渣+中粗砂层。

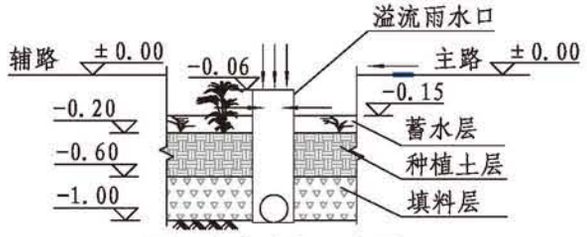


图4 生态滤沟示意图

5.1.3 雨水回用

在K3+200处东侧设置1座蓄水池，收集后期较干净的雨水，收集雨水用于浇洒路面及绿化等。蓄水池采用钢筋混凝土结构，为地下式，蓄水池尺寸为40m×12m×2.0m，有效容积960m³。蓄水池内配置回用水泵。

5.1.4 雨水花园、下沉式绿地、植草沟

尚新路南侧规划路——草滩渭河大桥段利用道路外绿化带采用雨水花园进行雨水下渗、处理。由于尚新路南侧规划路——秦汉大道立交段(道路桩号K1+800段～K3+525段)

道路东侧为西铜高速新线，距离道路较近，为保证西铜高速新线桥梁安全，本段红线外绿化带不进行雨水收集利用。其余部分道路红线外绿化带均采用雨水花园、下沉式绿地、植草沟对人行道及辅道雨水进行收集。

人行道及辅道雨水采用转输雨水口将路面雨水转输至红线外绿地内，在绿地内设置雨水花园、下沉式绿地、植草沟，对雨水进行渗蓄利用，多余的雨水经溢流口溢流至雨水管道进行排除。溢流口共设置30座，每座深度0.7m，雨水花园面积合计3199m^2。雨水花园与转输雨水口之间采用植草沟连接。植草沟断面尺寸为500mm×200mm（宽×深），边坡为1∶0.5。

5.1.5 计量、监测

本次设计设置计量检查井2处，在线监测5处。

1）计量：在尚新路南侧雨水管道上设置计量检查井，采用电磁流量计（非满流）进行计量，计量范围0L/s～800L/s。为保证计量准确，根据设备要求，将局部管道改为DN800钢管，坡度改为0.003。

2）在线监测：在管道初期雨水收集池、回用水池及泵站水池设置取样管，由取样泵通过取样管进行取样，送至水质监测间，水质监测间设置在线监测仪器监测水质。取样泵均单独设置检查井。

通过对比雨水流量、水质情况及初期雨水水质情况，评价生态滤沟对雨水收集下渗、初期雨水污染处理等雨水利用措施的效果。

5.2 雨水设计参数及计算

5.2.1 设计参数

1）暴雨强度公式：$q=\dfrac{2785.833\times(1+1.651\lg P)}{(t+16.813)^{0.932}}$ [L/(s·hm^2)]。

2）径流系数：绿地 ψ=0.15，沥青路面 ψ=0.80，人行道 ψ=0.40。

3）设计重现期：P=5年，其中吕小寨立交慢行系统下穿段P=10年。

4）降雨历时：$t=t_1+t_2$，t_1=5min～10min。

5）土壤渗透系数：砂层段K取5m/d，湿陷性黄土段K取2m/d。

5.2.2 设计计算

具体数据详见表2。

1）控制容积=初期雨水弃流+雨水回用+（花园蓄水容积+滤沟蓄水容积）×安全系数

=240+960+（3199×0.7+38200×0.05）×0.8=4519m^3。

2）控制雨量=控制容积/（汇水面积×综合径流系数×10）

=4519/(32.17×0.649×10)=21.6mm。

查表，21.6mm对应的降雨控制率为87.5%。

3）年径流污染控制率=年径流总量控制率×污染物去除率=87.5%×80%=70%。

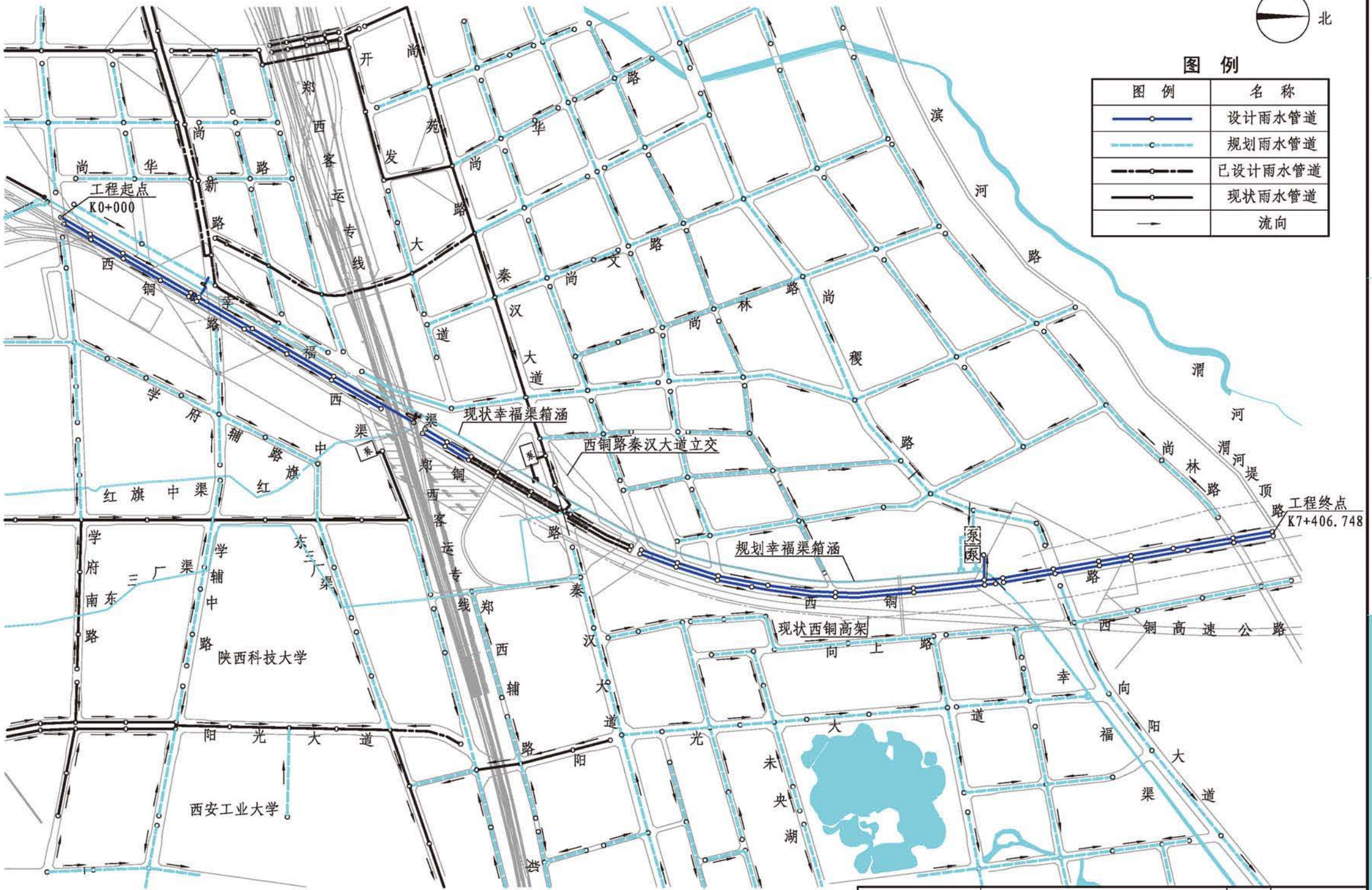
注：污染物去除率按《海绵城市建设技术指南》表4-1取值，本次统一按80%取值。

6 造价估算（略）

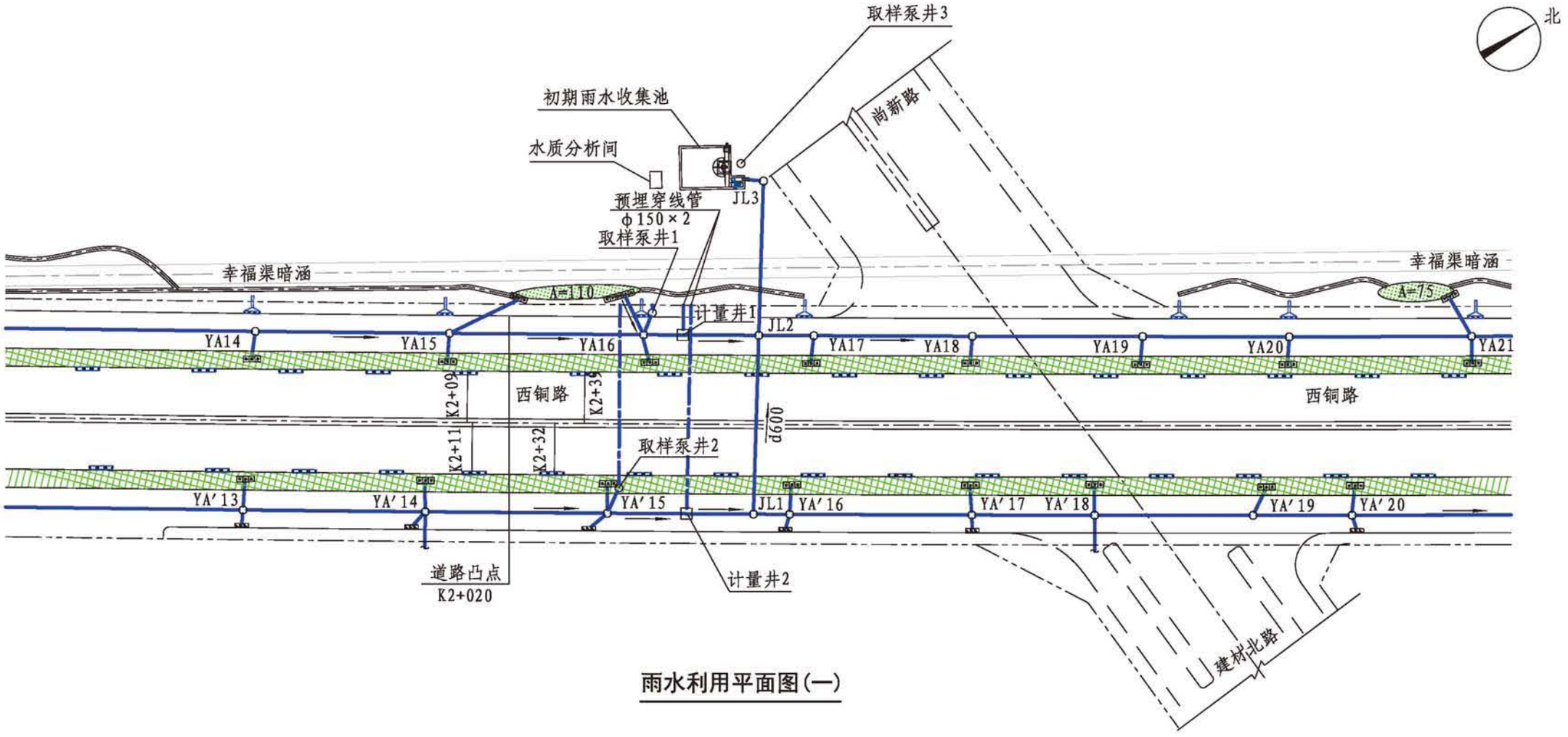
7 附表

表2 建设项目海绵城市设施建设目标及评价表

序号	指标类型	序号	指标名称		目标值	设计值
一	控制性指标	1	年径流总量控制率（%）		85	87.5
		2	年径流污染控制率（%）		60	70
		3	雨水管网设计重现期（a）		5～10	5～10
二	下垫面解析	4	下垫面总面积（m^2）	321704	—	—
		5	绿地总面积（m^2）	54618	—	—
		6	下沉式绿地面积（m^2）	38200	—	—
		7	下沉式绿地率（%）	70	30	70
		8	沥青路面总面积（m^2）	234403	—	—
		9	沥青路面透水面积（m^2）	0	—	—
		10	沥青路面透水铺装率（%）	0	—	0
		11	人行道总面积（m^2）	32683	—	—
		12	人行道透水面积（m^2）	0	—	—
		13	人行道透水铺装率（%）	0	—	—
		14	综合径流系数	0.649	—	—
三	其他	15	雨水花园面积（m^2）	3199	—	—
		16	生态滤沟面积（m^2）	38200	—	—
		17	初期雨水弃流量（m^3）	240	—	240
		18	雨水回用量（m^3）	960	—	960
		19	水质水量监测（处）	5	—	5
		20	其他指标		—	
四	综合自评	21	控制性指标设计值大于或等于目标值		合格	



7-1 方案设计			7-1-2-总1位置示意图						图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	李曼		设计	张日霞		页	2-3-58



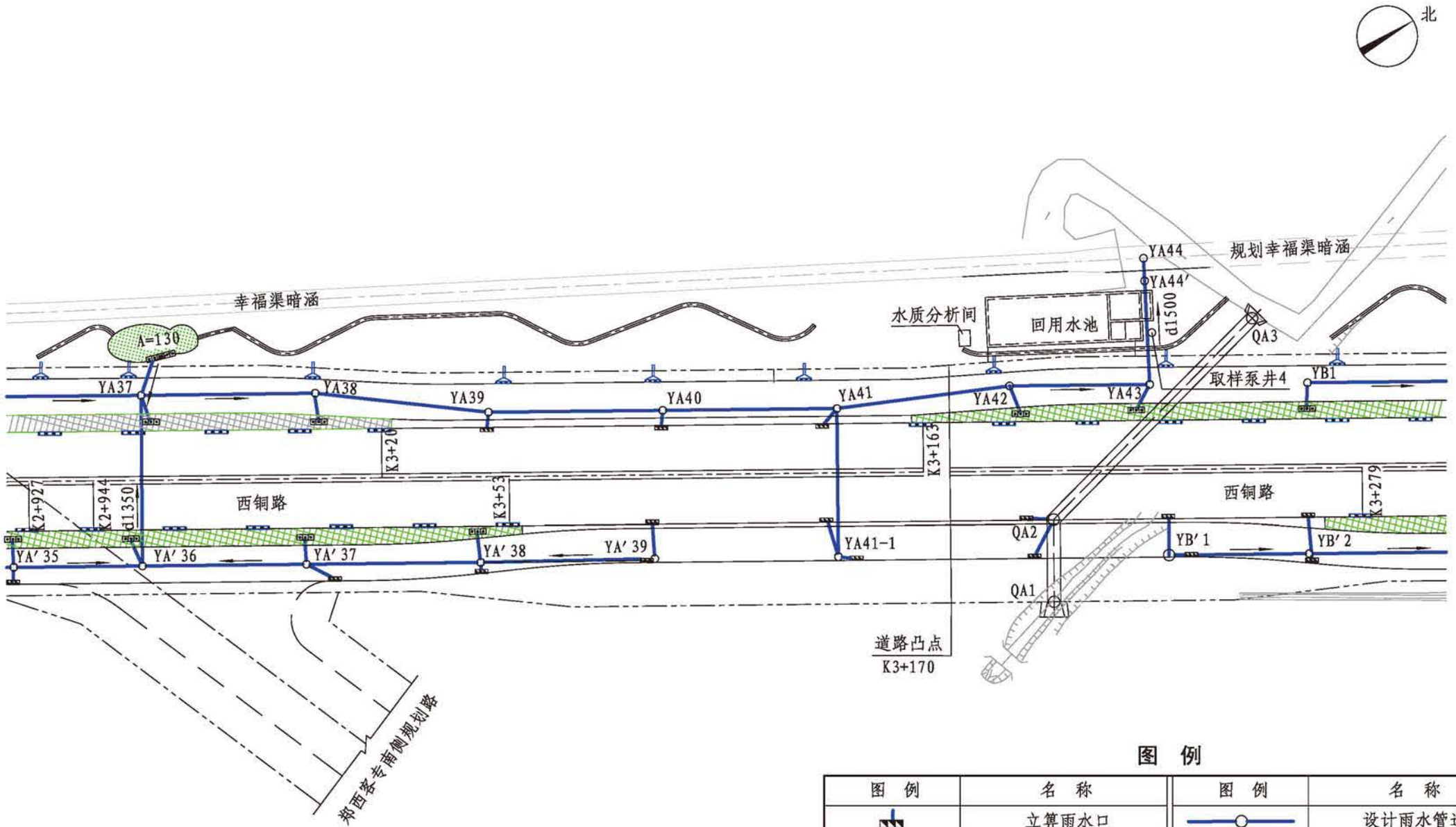
雨水利用平面图(一)

图 例

图 例	名 称	图 例	名 称
	立算雨水口		设计雨水管道
	溢流雨水口		已设计雨水管道
	道牙进水口		雨水口（溢流雨水口）连接管
	转输雨水口	d600	设计管径及流向
	生态滤沟		植草沟
	雨水花园	A=50	面积(m^2)

注：道牙进水口除注明外，其余间距均为22m。

7-1 方案设计			7-1-3-总2海绵设施平面图(一)					图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	李曼		设计	张斌令	页	2-3-59



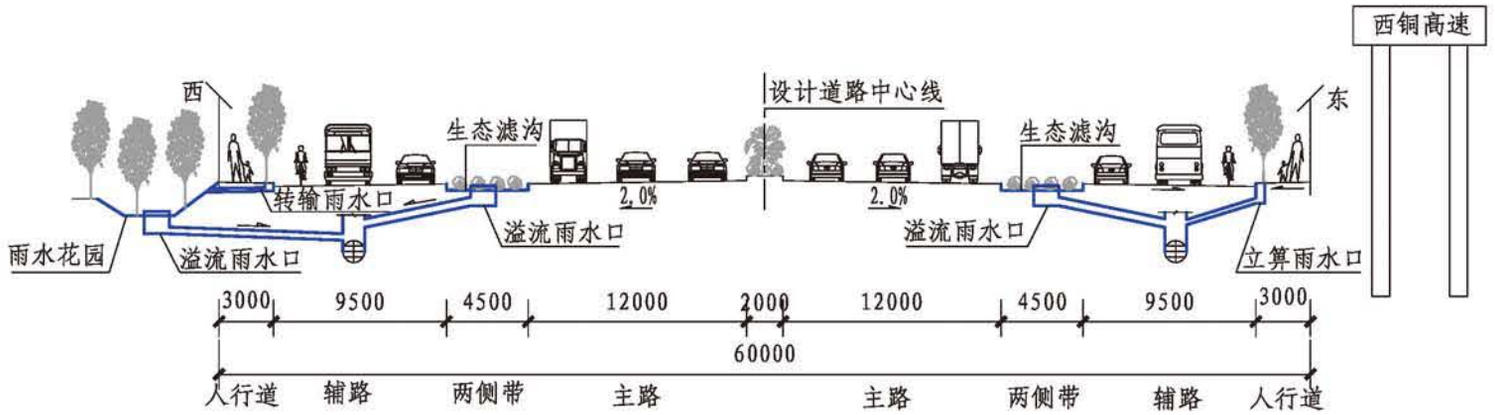
雨水利用平面图(二)

注：道牙进水口除注明外，其余间距均为22m。

图 例

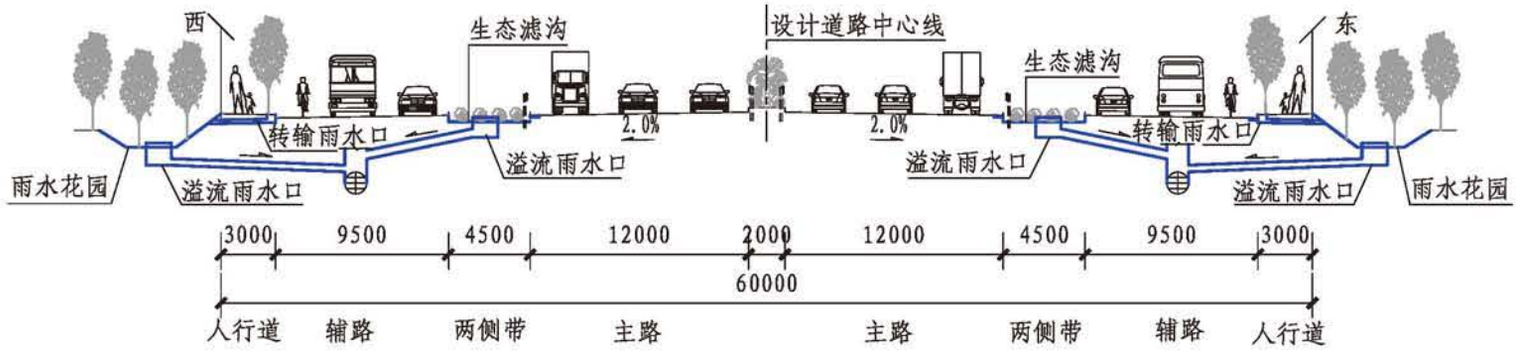
图 例	名 称	图 例	名 称
	立算雨水口		设计雨水管道
	溢流雨水口		已设计雨水管道
	道牙进水口		雨水口（溢流雨水口）连接管
	转输雨水口	d600	设计管径及流向
	生态滤沟		植草沟
	雨水花园	A=50	面积(m^2)

7-1 方案设计			7-1-4-总3海绵设施平面图(二)					图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	李曼		设计	张斌令	页	2-3-60



雨水利用横断面图(一)

(尚新路南侧规划路-秦汉大道立交)



雨水利用横断面图(二)

(秦汉大道立交-草滩渭河大桥)

注：图中尺寸单位均以毫米（mm）计。

7-1 方案设计			7-1-5-总4雨水利用横断面图					图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	李曼		设计	王继斌	页	2-3-61

专项施工说明（给水排水专业）

7-2-1 海绵改造工程施工图说明

本项目位于西北地区的西安市，属暖温带大陆季风气候，地形平坦，年内降水分布不均，降水量主要集中在汛期的5月～10月，位于降雨分区图的第Ⅱ区，该地区主要解决的是资源型缺水问题。本项目为改造项目，适宜的设施为生物滞留设施、下沉式绿地、植草沟等。道路两侧规划绿地地势较低，西侧幸福渠为雨水出路，内涝风险较低。红线内外绿地充足，地质为一般湿陷性黄土和砂土场地，下渗性能较好，结合示范工程性质，主要对雨水进行下渗利用、调蓄、回用和监测，提高雨水资源化利用水平，实现雨水年径流总量控制率85%的目标要求。

1　项目概况

1.1 基本情况：西铜路是西安市向北对外联系的快速通道，目前现状为一级公路，双向四车道，道路西侧为现状幸福渠，道路红线东侧为现状西铜高速新线，为全高架形式。南起凤城十二路，北至草滩渭河大桥，道路全长约7406.748m（见图1）。

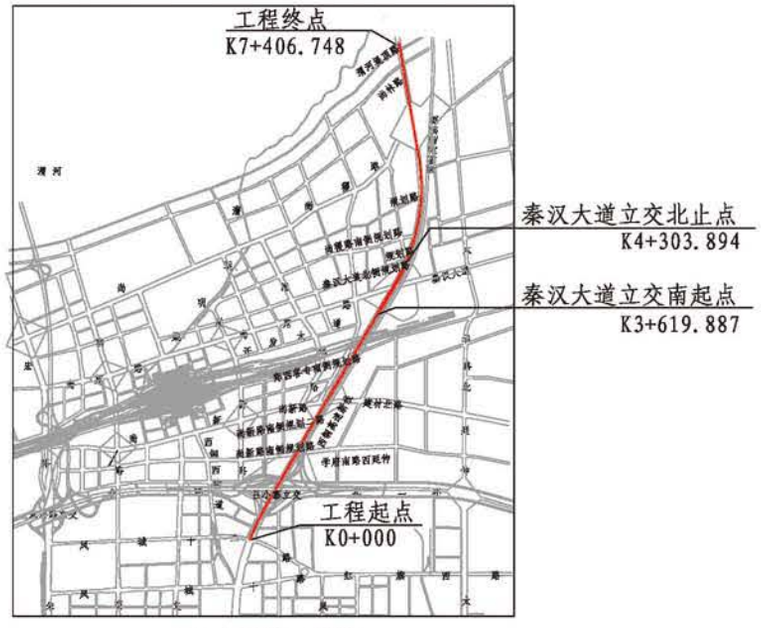


图1 位置示意图

1.2 道路规模：道路南起凤城十二路，北至草滩渭河大桥，道路全长约7406.748m；红线宽60m，其中中分带宽2.0m，主路宽12.0m，两侧分隔带4.5m，辅路9.5m，人行道宽3.0m。

1.3 项目性质：项目为改建工程，建设前西铜路为一级公路，建成后为城市主干道。

2　设计依据

2.1 项目批复：“西安市城乡建设委员会关于西铜高速城市段(未央收费站-渭河南岸）市政工程方案设计的复函”。

2.2 上位规划：西安市暂未编制海绵城市专项规划，暂无相关上位规划。

2.3 地方标准：《陕西省人民政府办公厅关于推进海绵城市建设的实施意见》(陕政办发〔2016〕20号）。

2.4 市政条件：西铜路为原西铜一级路，现状道路下无市政管线，道路两侧有现状幸福渠管涵、燃气及国防光缆等管线。

3　设计目标

该道路为“西安市海绵城市技术研究与应用示范”的示范工程之一，按照《海绵城市建设指南》分区位于Ⅱ区，对应的年径流总量控制率为80%～85%。本工程初期雨水按照5mm进行截留。其余设施按照19.2mm不外排雨量进行核算，使西铜路雨水年径流总量控制率达到85%，雨水经调蓄后安全排放，提高绿化带土壤保水量，降低绿化用水量。

4　设施规模说明

本项目施工图设计采用的各类海绵设施规模如表1所示。

表1　海绵设施设计规模表

海绵设施名称	设计规模
下沉式绿地	38200m²
沥青路面透水	0m²
雨水花园	3199m²
生态滤沟（砂土地质）	23606m²
生态滤沟（黄土地质）	14594m²
植草沟	6158m(500mm×200mm)
回用水池	1座(40m×12m×2m)

5　设施施工要求

5.1 初期雨水收集池

为地下钢筋混凝土结构，配套水力控制阀、潜水泵、智能喷射器及水质检测仪器；尺寸为10m×12m×2.0m，有效容积240m³。降雨时，初期雨水经截流井截流进入初期雨水收集池，水池水位上升至366.600m后，水力控制阀依靠浮力自动关闭，后期雨水经雨水管道排除。降雨停止后，人工启动潜水泵及智能喷射器，将初期雨水排入尚新路

污水管道；当水位下降至364.600m时，潜水泵和智能喷射器停止工作，初期雨水排除完毕。当需要进行检修时，关闭水池外JL3闸槽井。初期雨水收集池配置潜水泵2台，一用一备，库房备用；流量240m^3/h，扬程为15m，功率22kW，自动耦合固定安装，要求有切割功能。为防止池底积泥，配备智能喷射器一台，用于清洗池底。智能喷射器流量280m^3/h，扬程12m，功率15kW，冲洗角度260°，采用化学螺栓锚固安装。

5.2 回用水池

为地下钢筋混凝土结构，配套手电动铸铁镶铜方闸门、CF-700型回转式固液分离机、智能喷射器、回用潜水泵、清洗排水潜水泵及水质检测仪器。尺寸为40m×12m×2.0m，有效容积960m^3。YA及YA′段雨水首先进入回用水池，当回用水池水位达到368.260m时，雨水不再进入回用水池，通过溢流排入幸福渠。当需要进行回用时，开启回用潜水泵。当水位降至366.860m时，回用潜水泵停止工作，开启智能喷射器20min，进行水池清洗，清洗完毕后开启尾水排水泵，将尾水排入幸福渠；当水位降至366.260m时，尾水排水泵关闭，准备下一次进水运行。配备回用潜水泵2台，一用一备，流量50m^3/h，扬程为12m，功率3kW，自动耦合固定安装；排水潜水泵2台，一用一备，流量240m^3/h，扬程为12m，功率15kW，自动耦合固定安装；手电动铸铁镶铜方闸门一套，用于检修时关闭进水，闸板尺寸为1200mm×1200mm，功率1.5kW，正向承压。为防止雨水中垃圾及大颗粒杂物进入回用水池，配备CF-700型回转式固液分离机2台，格栅宽度700mm，出渣口高度1.5m，安装角度65°，栅条间隙2mm，配备240L渣桶两个，尺寸为600mm×740mm×1020mm（长×宽×高），PE材质，带轮子，人工倾倒。为防止池底积泥，配备智能喷射器2台，用于清洗池底，智能喷射器流量280m^3/h，扬程12m，功率15kW，冲洗角度260°，采用化学螺栓锚固安装。回用水管道设置取水栓两座，用于洒水车接水使用。

5.3 计量

采用电磁流量计（非满流）进行计量，设计流量0L/s～800L/s，电磁流量计安装在检查井内，检查井采用矩形钢筋混凝土给水阀门井（井下操作）（尺寸2800mm×2800mm），详见04S531-4《湿陷性黄土地区给水阀门井》第8、13页；要求盖板施工前需预先安装电磁流量计，电磁流量计下设置混凝土支墩，支墩尺寸由厂家提供。

5.4 道牙

为了使路面雨水快速汇流入生态滤沟内，本次设计在道牙上按照计算流量进行开孔，道牙进水口采用路缘石开口，路缘石尺寸为790mm×400mm×150mm（长×高×厚），开口尺寸为630mm×210mm（长×高），为保证结构安全，对路缘石进行配筋设计。道牙进水口间距为22m一处，每处连开三孔。在进水口处设置雨水篦箅，进水口处路面应比周围路面低50mm，范围为3200mm×500mm，道牙进水口安装球墨铸铁箅子。

5.5 生态滤沟

生态滤沟顶面低于路面0.2m，砂层地质填料采用种植土、高炉渣+中粗砂，高炉渣+中粗砂比例为1∶1；黄土地质填料采用种植土，中间设置ϕ160-PVC穿孔管，穿4×ϕ5孔，两端接入溢流口，周围采用500mm×500mm的砂砾包裹。

为了保证雨水充分下渗，种植土可采用现状地面的耕（表）土，不得采用素土代替种植土。采用人工压实，不得采用机械压实。

为保证道路安全，在生态滤沟两侧设置1.35m高、120mm厚砖砌防水墙，防水墙后设置防渗复合土工膜。防水墙采用MU15烧结普通砖或MU20混凝土普通砖砌筑，墙内用M10防水水泥砂浆抹面，抹面厚20mm。墙底设置150mm C20混凝土垫层，宽度为每边外放50mm。要求复合土工膜单位面积质量大于或等于400g/m^2，厚度大于或等于2.8mm，断裂伸长率大于或等于50%，搭接长度大于或等于500mm。在道牙进水口处设置铅丝网笼成品块，宽度2400mm，每块尺寸为$B\times H\times L$=500mm×300mm×300mm；进行进水配水及防止雨水冲刷。

5.6 溢流雨水口、雨水口

生态滤沟及红线外雨水花园内设置溢流雨水口，溢流雨水口采用砖砌结构，溢流雨水口箅子采用球墨铸铁溢流雨水口箅子；雨水口采用砖砌立箅式雨水口。

溢流雨水口连接管均采用DN400～DN500Ⅰ级钢筋混凝土承插口管，以$i\geqslant$0.01的坡度坡向检查井。雨水口连接管基础采用120°混凝土基础，参见04S516《混凝土排水管道基础及接口》第21页；承插橡胶圈接口，详见04S516《混凝土排水管道基础及接口》第23页；橡胶采用氯丁橡胶，使用寿命不少于50年；橡胶圈性能标准详见04S516《混凝土排水管道基础及接口》第40页。位于路面下的雨水口连接管基础下加设300mm厚3∶7灰土垫层，密实度大于或等于95%，宽度为混凝土基础两侧各外放300mm。

秦汉大道立交以南西侧、秦汉大道立交以北两侧辅道及人行道雨水需穿过人行道引至红线外绿化带时采用转输雨水口，转输雨水口由道牙进水口、集流口及导流管组成。导流管出口处用500mm×200mm（宽×深）植草沟将雨水引至雨水花园。

5.7 雨水花园

雨水花园采用植草护坡，每座深度0.7m，具体形状可结合绿化进行调整。雨水花园边坡要求距离红线大于5.0m，雨水花园与转输雨水口之间采用植草沟连接，植草沟断面尺寸为500mm×200mm（宽×深），边坡为1∶0.5。

5.8 水质监测及取样

采用取样泵进行取样，取样泵采用自吸泵，进出水管道均为DN25镀锌钢管，水泵出口设置DN25止回阀。取样泵额定流量1.5m^3/h，额定扬程20m，最大扬程36m，额定功

率0.37kW，最大吸程8.0m。除泵站处设取样泵外，其余取样泵安装在检查井内，检查井深度3.0m，检查井采用 ϕ1800圆形砖砌给水阀门井，详见04S531-4《湿陷性黄土地区给水阀门井》第6页。取样泵下设置混凝土支墩，支墩尺寸0.4m×0.2m×0.3m（长×宽×高），采用膨胀螺栓固定。取样泵安装井1、3、4井盖及支座高出地面0.3m。

水质需监测COD、BOD、氨氮、总氮、总磷、SS、pH值等。水质分析间废水排至就近的检查井内（JL3、YA44′），排水管道采用dn300 HDPE双壁波纹管，环刚度大于或等于8kN/m^2。承插橡胶圈接口，开槽施工，砂基础。

5.9 取样泵安装井及计量井

设置 ϕ150镀锌钢管，用于取样管及电力线、信号线穿线使用，埋设深度位于路面以下1.0m。要求内外防腐。

6 施工及验收依据

《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268-2008

《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141-2008

7 施工注意事项

7.1 施工前应首先对水准点联测，闭合后方可使用；同时对预接入管道高程进行复测，与设计相符后方可施工。

7.2 施工前应进一步调查设计道路及相交道路的现状地下管线情况，特别是燃气、给水和光缆等管线，避免开挖时造成不必要的损失。

7.3 检查井按图注坐标或标定位置放线施工，中间井段以不切断管子为原则可做适当调整。

7.4 凡选用标准图施工时必须详细阅读各图总说明及各分项说明。

7.5 施工时，如遇砂土、杂填土、垃圾土、软土、地裂缝等不良地质，应及时通知设计人员进行现场处理；如遇地下水，施工时应首先采取降水措施。

7.6 施工前要进一步调查道路下各种管线的埋设情况，以免造成不必要的损失。

7.7 施工时需与道路、雨水、污水工程等专业图纸进行核对，工艺图、结构图及其他相关图纸相互结合施工。

7.8 由于图集篇幅有限，仅摘录示例的海绵设施平面图、道路断面图、道路结构图，其他相关的施工图纸以图纸目录列出，详见表4。

8 附表

表2 建设项目海绵城市设施建设目标及评价表

序号	指标类型	序号	指标名称		目标值	设计值
一	控制性指标	1	年径流总量控制率（%）		85	87.5
		2	年径流污染控制率（%）		60	70
		3	雨水管网设计重现期（年）		5~10	5~10
二	下垫面解析	4	下垫面总面积（m^2）	321704	—	—
		5	绿地总面积（m^2）	54618	—	—
		6	下沉式绿地面积（m^2）	38200	—	—
		7	下沉式绿地率（%）	70	30	70
		8	沥青路面总面积（m^2）	234403	—	—
		9	沥青路面透水面积（m^2）	0	—	—
		10	沥青路面透水铺装率（%）	0	—	0
		11	人行道总面积（m^2）	32683	—	—
		12	人行道透水面积（m^2）	0	—	—
		13	人行道透水铺装率（%）	0	—	—
		14	综合径流系数	0.649	—	—
三	其他	15	雨水花园面积（m^2）	3199	—	—
		16	生态滤沟面积（m^2）	38200	—	—
		17	初期雨水弃流量（m^3）	240	—	240
		18	雨水回用量（m^3）	960	—	960
		19	水质水量监测（处）	5	—	5
		20	其他指标		—	
四	综合自评	21	控制性指标设计值大于或等于目标值		合格	

注：1. 综合径流系数未计道路红线外绿化带及雨水花园面积；
2. 道路K0+0~K1+1361段为公路形式，雨水散排，未计算在内。

表3　主要工程数量表

序号	名称	规格(mm)	单位	数量	备注
1	Ⅰ级钢筋混凝土承插口管	d400	m	3000	雨水口(溢流雨水口)连接管
2	Ⅰ级钢筋混凝土承插口管	d500	m	350	溢流雨水口连接管
3	Ⅲ级钢筋混凝土钢承口管	d600	m	5	—
4	Ⅲ级钢筋混凝土钢承口管	d800	m	84	—
5	PE100	dn225	m	180	初期雨水弃流出水管道
6	镀锌钢管	ϕ150	m	185	—
7	初期雨水弃流池	10m×12m×2m	座	1	数量详见图纸
8	回用水池	40m×12m×2m	座	1	数量详见图纸
9	计量井	2800×2800	座	2	—
10	矩形90° 三通钢筋混凝土雨水检查井	1650×1650	座	1	JL1
11	矩形90° 四通钢筋混凝土雨水检查井	2200×1700	座	1	JL2
12	污水混凝土闸槽井	1800×1800	座	1	JL3
13	矩形直线砖砌雨水检查井	1800×1100	座	1	YA44’
14	生态滤沟	—	m^2	23606	砂土地质
15	生态滤沟	—	m^2	14594	黄土地质
16	砾石	—	m^3	795	包裹穿孔管
17	穿孔管	ϕ160	m	3455	—
18	防渗砖墙	H=1.35m	m^2	17982	墙厚120mm
19	复合土工膜	$h\geqslant$2.8	m^2	17982	—
20	道牙进水口	—	座	403	—
21	砌立算式雨水口	—	座	79	—
22	溢流雨水口	—	座	264	—
23	转输雨水口	—	座	160	配拦污槽
24	雨水花园	—	座	30	总面积3199m^2
25	植草沟	500×200	m	6158	—
26	水质监测仪器	—	套	5	详见电气图纸
27	取样泵(Q=1.5m^3/h, H=20m, P=0.37kW)	—	台	5	配止回阀
28	取样管	DN25	m	264	含弯头
29	取样泵安装井	ϕ1800	座	4	—

续表3

序号	名称	规格(mm)	单位	数量	备注
30	HDPE双壁波纹管	dn300	m	100	—
31	重型可调式球墨铸铁井框、盖	ϕ700	套	10	—
32	防坠网	—	个	10	—

表4　图纸目录

序号	图纸名称	序号	图纸名称
给排水专业		7	回用水池构造图
1	位置示意图	8	回用水池钢筋构造图
2	海绵设施平面图一~十五	9	回用水池防水构造图一~七
3	雨水利用横断面图	10	回用水池预留洞口加固图一、二
4	初期雨水截流管道纵断面图	电气专业	
5	生态滤沟大样图	1	动力总平面图
6	砖砌溢流雨水口	2	电缆表
7	球墨铸铁溢流雨水口箅子	3	箱式变电站配电系统图
8	砖砌立箅式雨水口	4	动力平面图
9	道牙进水口箅子	5	水质分析间电气平面图
10	人行道转输雨水口	6	水质分析间仪表配电平面图
11	雨水花园大样图	7	箱式变电站基础图
12	取样管安装示意图	建筑及建筑结构部分	
13	泵站取样泵安装示意图	1	建筑设计说明一、二、三
14	道牙进水口大样图	2	水质分析间　用料说明及门窗表
15	初期雨水弃流池工艺图	3	水质分析间　平面图、立面、剖面图
16	回用水池工艺图一、二	4	水质分析间结构图一
结构专业		5	水质分析间结构图二
1	结构设计说明	自控仪表部分	
2	道牙进水口构造图	1	自控仪表施工图设计说明
3	初期雨水弃流池结构图一、二	2	初期雨水收集池水质分析间位置图
4	初期雨水弃流池钢筋构造图一~四	3	初期雨水收集池水质分析间仪表布置图
5	初期雨水弃流池洞口加固图	4	回用水池水质分析间位置图、仪表图
6	初期雨水弃流池防水构造图	5	水质分析间仪表连接示意图、布置图

专项施工说明（结构专业）

1　采用的设计荷载

1.1 池顶临时局部堆载10kN/m^2。

1.2 土壤条件：抗浮验算时池顶覆土重度取16kN/m^3;承载能力极限状态和正常使用极限状态验算时池顶覆土重度取18 kN/m^3。池壁侧向土压力计算时，地下水以上土的重度取18 kN/m^3，地下水以下土的重度取20kN/m^3；土内摩擦角 ϕ取20°，不计粘聚力。

1.3 混凝土重度：抗浮验算时混凝土重度取24kN/m^3；强度计算时混凝土重度取25kN/m^3。

2　蓄水构筑物的设计要求

2.1 主要技术标准

1）设计使用年限：50年。

2）结构安全等级：二级，结构重要性系数1.0，限制裂缝宽度小于或等于0.2mm。

3）抗震设防类别为乙类,场地地震动峰值加速度为0.2g,相应的地震基本烈度为Ⅷ度，特征周期分区为1区，地震反应谱特征周期为0.35s。

4）地基反力按照直线分布假定计算。

5）最大覆土厚度：初期雨水弃流池5.7m；回用水池1.84m。

2.2 结构设计

初期雨水收集池顶板、侧壁厚均为60cm,底板厚75cm。蓄水池正中间设置一根50cm×50cm立柱。蓄水池底板下设15cm厚C15混凝土垫层，襟边15cm。

回用水池净顶板、侧壁厚均为40cm，底板厚50cm。蓄水池长度方向间距5m设置一根40×40cm立柱。蓄水池底板下设15cm厚C15混凝土垫层,襟边15cm。初期雨水收集池及回用水池均采用明挖现浇施工。

2.3 附属工程设计

1）防水设计：池体底板外包一层防水卷材;顶板临土面自上而下依次为5cm C15混凝土+化学耐根穿刺防水卷材+基层处理剂(0.4kg/m^2)；内表面和其他临土面涂刷水泥基渗透结晶型防水涂料；池体和管道接缝处用聚硫密封膏填实。

2）水池地基处理及两侧回填：蓄水池底板下设15cm厚C15混凝土垫层,50cm厚3∶7灰土。垫层底下原状土基础均应压实，压实度不得小于95%,设计要求地基承载力容许值[f_a]大于或等于160kPa（初期雨水弃流池为220kPa）。基底如遇不良地质，应报设计单位决定处理方案。顶板顶部及两侧采用原状土回填。

2.4 主要建筑材料

1）混凝土:

池体混凝土：C30混凝土，混凝土抗渗等级:结构埋深大于或等于10m为P8,埋深小于10m为P6，抗冻等级F150。

回用水池后浇带：C30微膨胀混凝土（水中14d限制膨胀率大于或等于1.5×10^{-4};空气中28d限制收缩率小于或等于2.5×10^{-4}）。制作蓄水池的混凝土材料要求有良好的级配,石子强度等级不低于MU30，水泥采用普通硅酸盐水泥，最大水灰比0.5，最小水泥用量320kg/m^3。最大氯离子含量不超过水泥用量的0.2%，最大碱含量3.0kg/m^3,施工前应进行混凝土配比试验。为加强混凝土的抗渗和表面抗裂性能,每立方米C30混凝土中掺加0.9kg聚束型聚丙烯网状纤维。

垫层混凝土强度等级：C15。

2）钢筋:

设计采用普通钢筋，“Φ”为HPB300光圆钢筋，“Φ”为 HRB400螺纹钢筋。普通钢筋必须符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第1部分:热轧光圆钢筋》GB/T 1499.1及《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2 的规定,钢筋抗拉、抗压设计强度为:

HPB300钢筋：f_{sd}= f_{sd}'=270MPa。

HRB400钢筋：f_{sd}= f_{sd}'=360MPa。

7-2 施工图设计			7-2-1海绵改造工程施工图说明						图集号	22HM001-1
审核	郑克白	郑克白	校对	李曼	李曼	设计	吴振	吴振	页	2-3-66

专项施工说明（道路专业）

1 透水路面

本工程结合海绵城市雨水利用,主路、辅路上面层均采用4cm透水降噪细粒式橡胶改性沥青混凝土透水路面。它具有以下优点:

1.1 缓解城市“热岛效应”。由于中面层不透水，水分通过道路两侧大空隙平石，排入两侧分隔带及道路红线外侧下沉式绿地后溢流进入雨水收集系统。

1.2 降低路面噪声。由于上面层发达的空隙，起到了多孔吸声材料的作用，同时轮胎底部空气压缩而后释放产生的“声爆”音由于压缩空气通过连通空隙消散而得到抑制，一般可降低噪音3dB以上。雨天由于消除了水体的“声爆”，其降噪量更为显著，可达8dB。

1.3 提高路面行车安全。增加抗滑性能，特别是雨天路面的抗滑性能；减少高速“水漂”的危险，使得在路表有水的情况下，仍能够维持轮胎与路面的良好接触。雨水产生的溅水和水雾可大大降低，可视性能良好；提高雨天和夜间的可视性，夜间开车反射光可被路面结构分散，眩光很少。

2 湿陷性黄土地质处理

2.1 生态滤沟处理

由于本工程局部路段为湿陷性黄土地质，为避免下渗雨水渗入路床下，对道路路基产生破坏，在生态滤沟两侧设置1.35m高、120mm厚砖砌防水墙，防水墙后设置复合土工膜。防水墙采用M10防水水泥砂浆砌MU15烧结普通砖或MU20混凝土普通砖,墙内用M10防水水泥砂浆抹面，厚20mm。墙底设置150mm C20混凝土垫层，宽度为每边外放50mm。要求复合土工膜单位面积质量大于或等于400g/m^2，厚度大于或等于2.8mm，断裂伸长率大于或等于50%，搭接长度大于或等于500mm。

2.2 道路路面、路基处理

路面结构采用透水沥青路面Ⅰ型结构,路表水进入表面层后排入邻近排水设施(两侧分隔带内）。

湿陷性黄土路段，重点考虑不让路表水进入路床，在两侧分隔带与路面结构间设置砖砌防水墙及复合土工膜，透水平石底部刷防水漆，侧面设置橡胶沥青防水密封膏。

本工程地基土湿陷等级为Ⅰ级（轻微），路床顶面以下采用6%生石灰处理30cm,同时路床施工时，提高压实标准，相应压实度均提高一级。

2.3 水池基础处理

本工程区域内可能存在的不良地基为湿陷性黄土。湿陷性黄土地基可采用垫层法（换填法）、强夯法、土或灰土挤密桩法等方法进行处理，处理后的地基承载力应满足设计要求，且其下卧层顶面的承载力不应小于下卧层顶面的附加应力与自重之和。处理后的地基干密度不应小于1.6t/m^3。

1）垫层法:

在湿陷性黄土地基上可设置灰土垫层，灰土垫层按石灰与土3：7拌和,在设计和施工中应符合下列要求。

① 采用优质石灰，与土料拌和均匀，加水至最佳含水量后充分闷料;

② 灰土垫层应分层压实或夯实，分层厚度不大于150mm,按重型击实标准，压实度不小于95%;

③ 灰土垫层下宜设置一层1.0m～1.5m的素土垫层，其基底应夯实。

2）强夯法:

① 强夯前应进行试夯;

② 被处理地基的天然含水量宜低于塑限含水量的1%～3%。当含水量低于10%时，宜加水至塑限含水量；当土天然含水量大于塑限含水量3%时，宜采取措施适当降低含水量。

3）灰土挤密桩法:

① 湿陷性黄土地基采用灰土挤密桩法，石灰和土的比例可取2：8～3：7;

② 石灰应选用新鲜消石灰，其颗粒不应大于5mm;

③ 灰土填料中的土料宜选取蒙脱石、高岭石、伊利石等矿物成分的黏土且不应含有有机物；土料pH值不宜小于7，且土颗粒不应大于15mm。

7-2 施工图设计			7-2-1海绵改造工程施工图说明						图集号	22HM001-1
审核	郑克白	郑克白	校对	李曼	李曼	设计	杨维宁	杨维宁	页	2-3-67

专项施工说明（电气专业）

1　供电系统

1.1 供电概况

为了给初期雨水收集池、回用水池动力设备及仪表设备等供电，在初期雨水收集池、回用水池旁设80kVA箱式变电站各一座。西铜路雨水泵站水质分析间仪表设备由西铜路雨水泵站变配电室直接供电。负荷等级：本工程负荷为三级负荷，其中初期雨水弃流池安装容量为46.61kW；回用水池安装容量为50.5kW。

1.2 供电电源

1）电源由市政电网10kV线路引来（电源部分业主确定）。

2）电能计量：初期雨水弃流池箱式变电站、回用水池箱式变电站分别采用低压侧集中计量，计量装置由当地供电部门确定。

3）无功补偿：在初期雨水弃流池箱式变电站、回用水池箱式变电站分别设24kvar无功功率自动补偿柜，以提高功率因数至0.92以上。

4）初期雨水弃流池箱式变电站、回用水池箱式变电站分别选用ZBW12-12/0.4型箱式变电站。

1.3 供配电系统及线路敷设

1）0.4kV动力系统、照明系统采用放射式供电。

2）低压电缆选用YJV-1kV型铜芯交联聚乙烯绝缘聚乙烯护套电力电缆。动力电缆采用镀锌钢管护套，其中沿墙、地坪、顶板暗敷或直埋敷设至现场低压控制箱或照明配电箱，控制箱至弃流池、回用水池电力电缆由厂家配套提供并敷设。

3）现场低压控制箱由厂家成套配置，11kW及以上动力选用软启动器启动，现场控制箱设手动控制按钮，现场控制箱设安全锁以防非工作人员任意操作。

4）1AC-3、1AC-4、1AC-5、2AC-7箱为高液位启泵、低液位停泵。

1.4 防雷及接地

1）根据防雷计算，本建筑物可不设防雷。

2）电气设备保护接地、自控仪表系统接地等共用统一的接地装置。利用独立柱基础内钢筋做接地体，并利用连梁内4根主筋（大于或等于 ϕ16）焊接为闭合接地体，要求接地电阻小于或等于1Ω，达不到要求时补打人工接地极。

3）配电柜（箱）外壳、穿线钢管、工艺电气设备外壳、金属栏杆等均须作等电位连接，电缆桥架连接处采用编制铜带跨接。

4）配电箱内由盘柜生产厂家配套相应的浪涌保护器（SPD）。

1.5 节能措施

1）变压器选用SCB13节能型变压器。

2）水质分析间选用T5荧光灯。

2　自动控制系统

为配合雨水利用工程，全面准确掌握雨水利用工程中的各种水质参数的变化及雨水流量的大小，为雨水收集下渗、初期雨水污染处理等雨水利用措施提供具体数据，本工程设置检测仪表。

2.1 监控、远程控制及在线监测

1）监测设置：

根据工艺要求，在初期雨水收集池水质分析间设有三组水质分析仪表，仪表供电电源为AC220V，输出信号4mA～20mA。每组水质分析仪表包括：COD检测仪、BOD检测仪、NH-N检测仪(氨氮)、TP检测仪(总磷)、pH/T检测仪、SS检测仪。仪表均为流通式在线检测仪表。三组水质分析仪的取样水分别来自初期雨水收集池、取样泵井一、取样泵井二。为保证来自三处的取样水满足分析仪表对流速的要求，在上述初期雨水收集池及两个取样井内分别设有取样泵。为测量雨水流量大小，在初期雨水收集池雨水管附近设置两个非满管流电磁流量计井，电磁流量计算显示仪表放置在初期雨水收集池水质分析间，以方便维护人员查看。

2）取样泵控制：

为控制取样泵的开停，在取样井内设置了浮球式液位开关，开关无源接点信号，低液位时停止取样泵，高液位时开启取样泵。取样泵的操作分为手动、液位控制两种方式。当选择开关在手动位置时，可在取样泵控制箱上就地控制。在液位控制位置时，根据高、低浮球液位开关信号控制取样泵的开停。

3）水质分析仪：

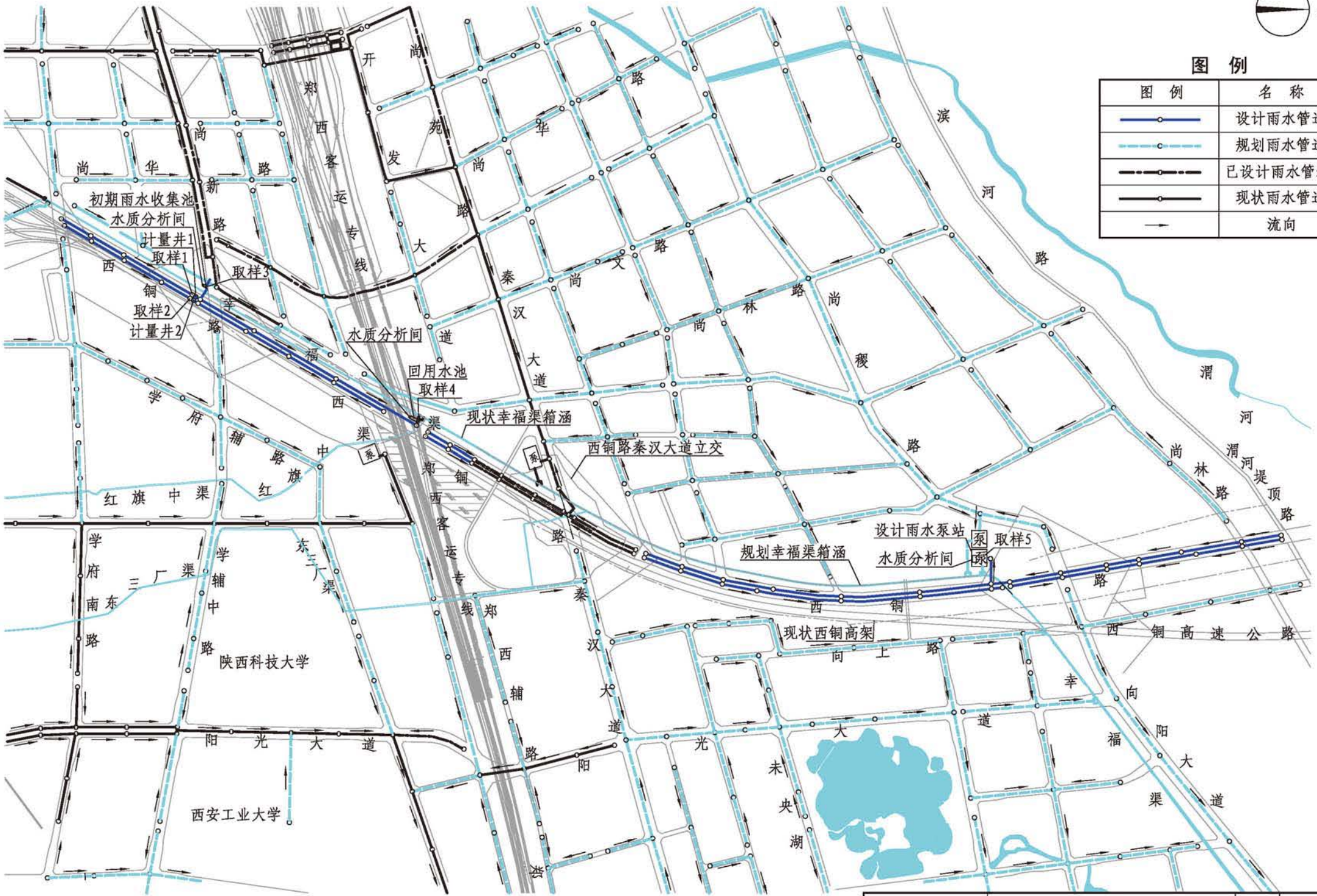
在回用水池、泵房水质分析间各设置一组水质分析仪表，仪表供电电源为AC220V，输出信号4mA～20mA。每组水质分析仪表包括：COD检测仪、BOD检测仪、NH-N检测仪(氨氮)、TP检测仪(总磷)、pH/T检测仪、SS检测仪。仪表均为流通式在线检测仪表。回用水池水质分析间内的取样水来自回用水池，泵房内水质分析间内的取样水来自调蓄水池。为保证来自两处的取样水满足分析仪表对流速的要求，在回用水池及调蓄水池内分别设有取样泵。

2.2 电源

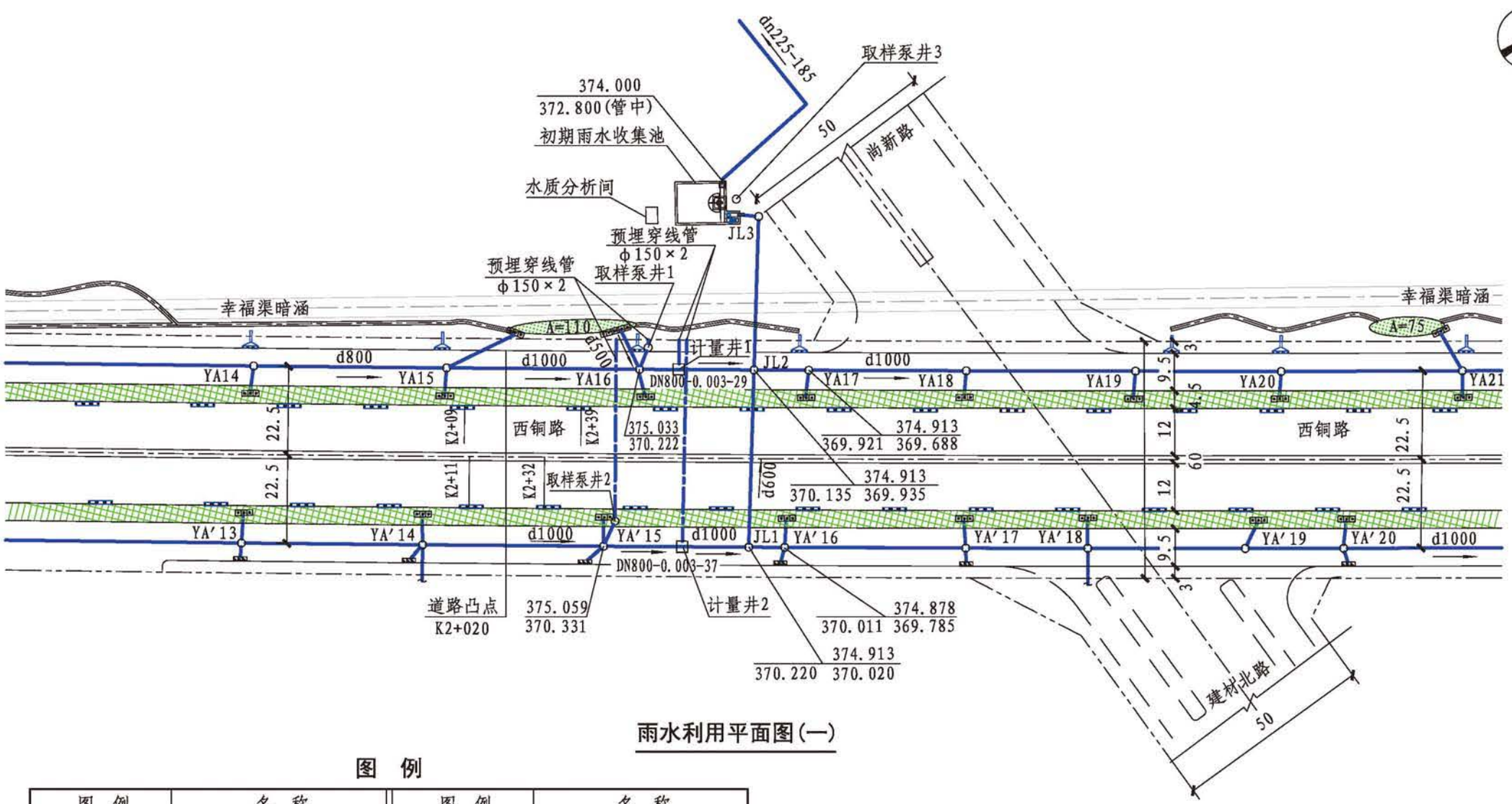
仪表电源来自电气配电箱，电源电压AC220V。

2.3 接地

所有仪表电缆屏蔽层均在水质分析间一侧接地，仪表外壳接地及穿管接地均应与电气接地网相连。



7-2 施工图设计	7-2-2-总1位置示意图							图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	李曼		设计	张日霞		页	2-3-69



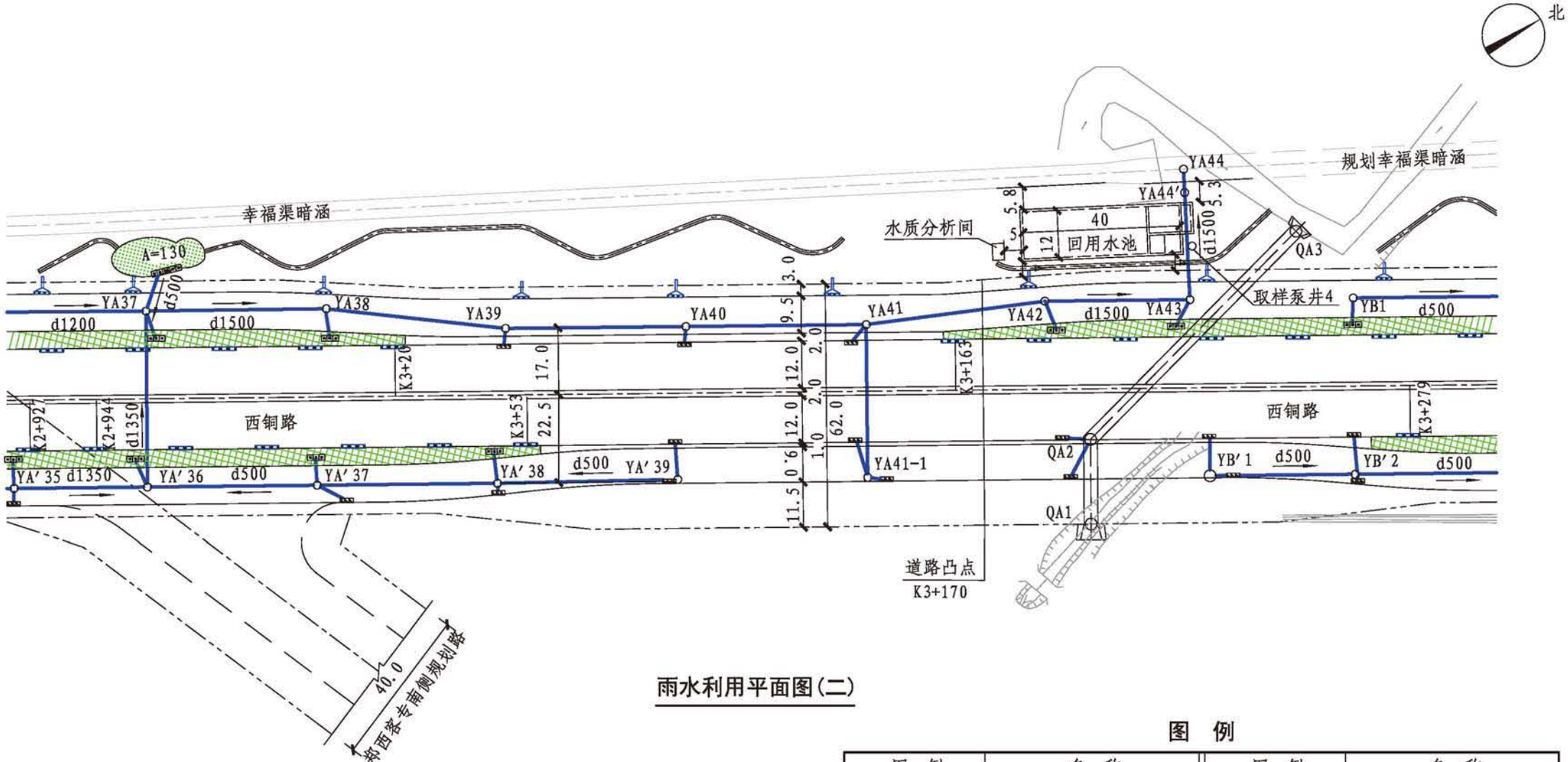
雨水利用平面图(一)

图 例

图 例	名 称	图 例	名 称
	立算雨水口		设计雨水管道
	溢流雨水口		已设计雨水管道
	道牙进水口		雨水口（溢流雨水口）连接管
	转输雨水口	d600	设计管径及流向
	生态滤沟		植草沟
	雨水花园	A=50	面积(m^2)
375.059 370.331	井地面高程 管内底高程	—	—

注：道牙进水口除注明外，其余间距均为22m。

7-2 施工图设计			7-2-3-总2海绵设施平面图(一)					图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	李曼		设计	张斌令	页	2-3-70



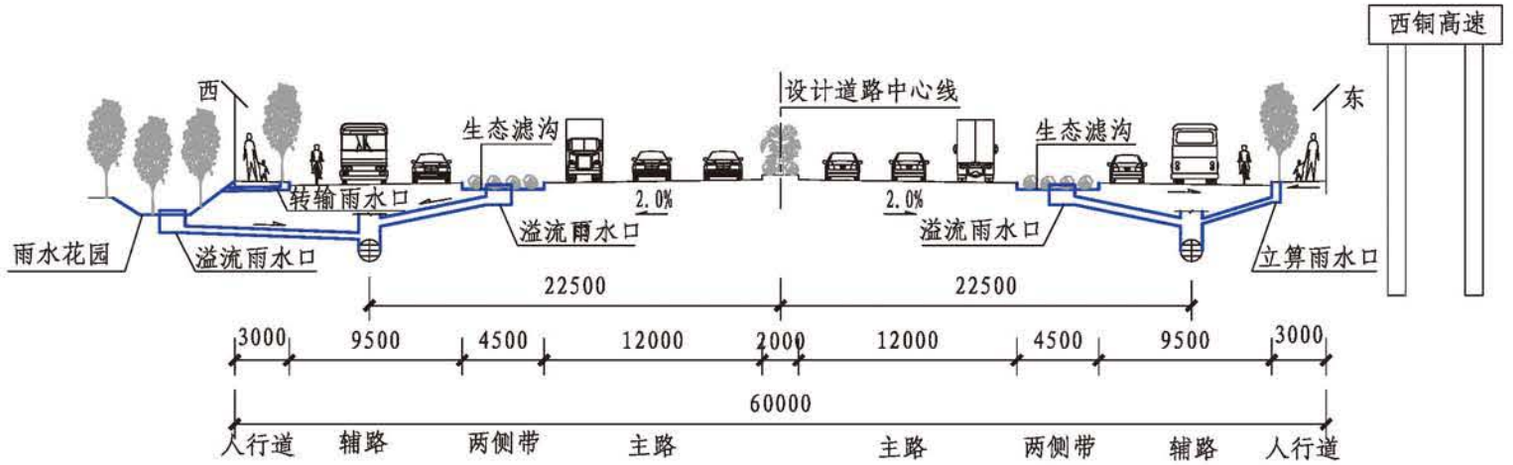
雨水利用平面图(二)

注：道牙进水口除注明外，其余间距均为22m。

图 例

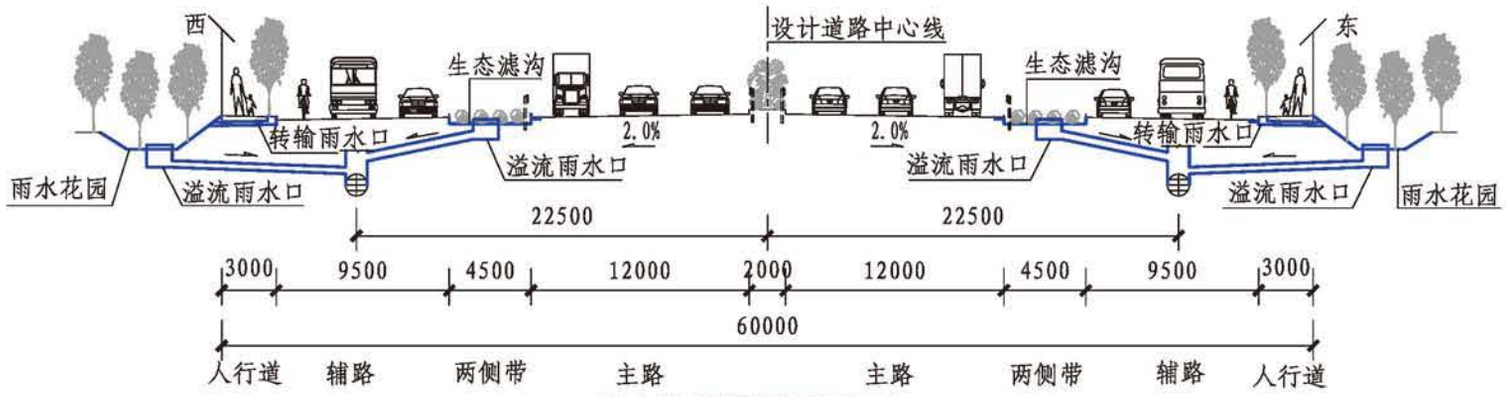
图 例	名 称	图 例	名 称
	立算雨水口		设计雨水管道
	溢流雨水口		已设计雨水管道
	道牙进水口		雨水口（溢流雨水口）连接管
	转输雨水口	d600	设计管径及流向
	生态滤沟		植草沟
	雨水花园	A=50	面积(m^2)
375.059 370.331	井地面高程 管内底高程	—	—

7-2 施工图设计			7-2-4-总3海绵设施平面图(二)					图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	李曼		设计	张斌令	页	2-3-71



雨水利用横断面图(一)

(尚新路南侧规划路-秦汉大道立交)

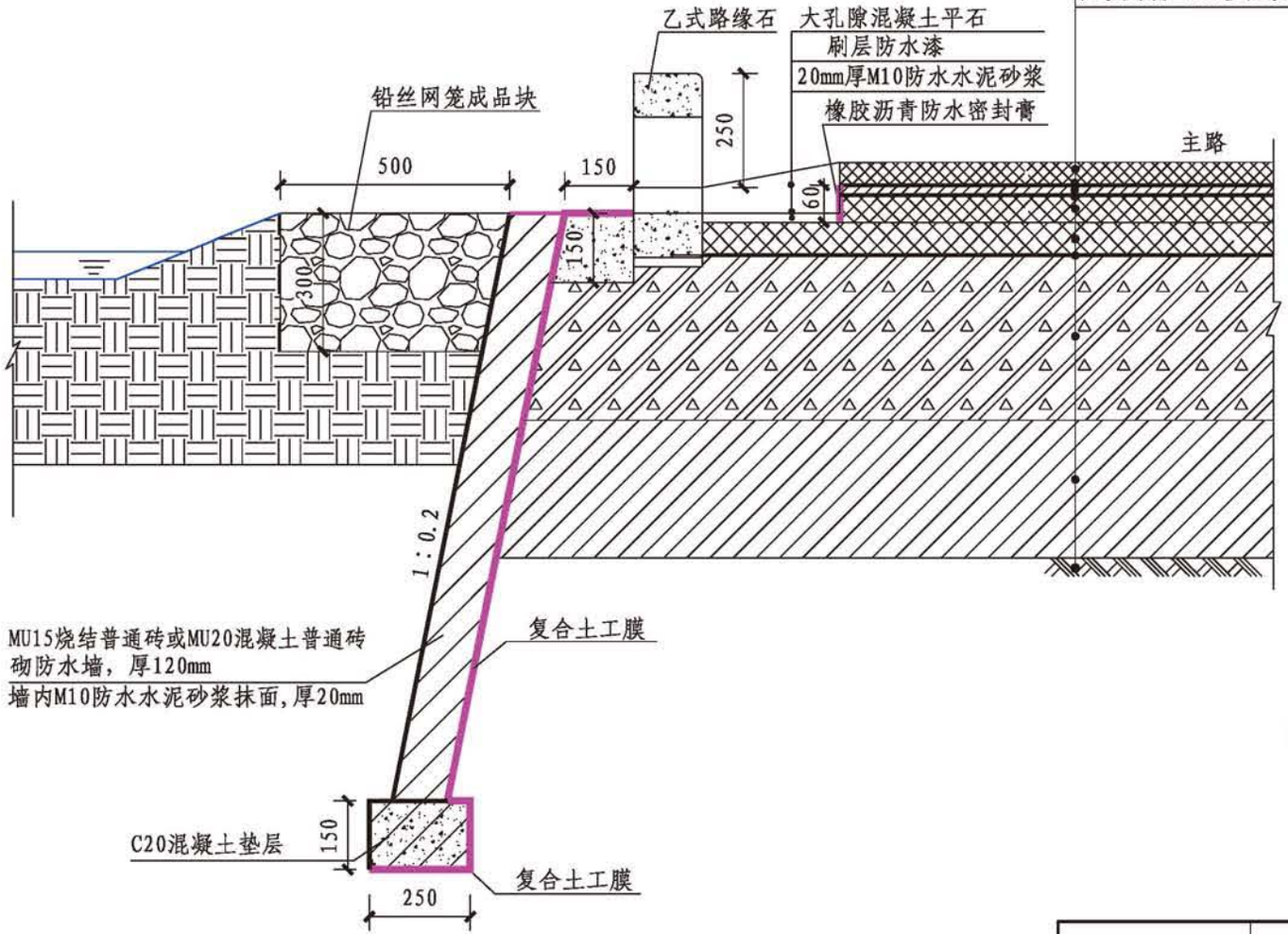


雨水利用横断面图(二)

(秦汉大道立交-草滩渭河大桥)

注：图中尺寸单位均以毫米（mm）计。

7-2 施工图设计			7-2-5-总4雨水利用横断面图						图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	李曼		设计	王继斌		页	2-3-72



40mm透水降噪细粒式橡胶改性沥青混凝土（OGFC-13）
洒粘层油1.0kg/m²
60mm中粒式沥青混凝土（AC-20）（添加0.4%抗车辙剂）
洒粘层油0.3kg/m²
70mm粗粒式沥青混凝土（AC-25）
沥青单层表面处治10mm(S12)
洒透层沥青0.7kg/m²
180mm+180mm厚二灰碎石（7：13：80）
300mm厚灰土（质量比10%）
压实路床（重型压实）

注:1. 图中尺寸单位均以毫米（mm）计。
2. 适用于黄土、砂土地质。

7-2 施工图设计			7-2-6-总5路面结构图					图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	李曼		设计	陈勇	页	2-3-73

第三部分 常用设施

设施说明

1　海绵设施总说明

本部分选取了适用性较强的源头减排海绵设施，包括透水地面、下沉式绿地、植被浅沟、生物滞留设施、绿化屋面、屋面雨水立管断接、溢流雨水口、截污雨水口、计量井等设施。海绵设施借鉴了30个海绵试点城市标准图集中的相关做法，具有一定的代表性和参考性。

表1　海绵设施汇总表

设施种类	组成
透水地面	透水砖地面、嵌草砖透水地面、缝隙透水砖地面、透水塑胶地面、透水混凝土地面、透水沥青地面
生态设施	下沉式绿地、植被浅沟、生物滞留设施、生态树池、绿地除盐设施
功能雨水口、检查井	截污雨水口、溢流雨水口、计量井
雨水立管断接	内排水雨水立管断接、外排水雨水立管断接
绿化屋面	地下建筑顶板种植排水做法

成品海绵设施由于有统一生产标准，在此不再纳入。

2　透水地面

2.1 透水地面定义及分类

透水地面是具有一定厚度、空隙率及分层结构的地面。透水地面根据结构不同分为半透水地面和全透水地面。其中半透水地面结构自上而下依次为：透水面层、不透水基层、地基；全透水地面结构自上而下为：透水面层、透水找平层、透水基层、透水底基层、垫层、地基。地面水只能渗透至不透水基层的地面结构体系为半透水地面结构，不透水基层和透水面层之间应设导水设施；地面水能够直接通过面层和基层向下渗透至地基中的地面结构体系为全透水地面结构。

我国大部分地区适合推广使用透水地面，在不同地区、不同地质条件下其做法有所不同。在湿陷性黄土地区、高盐高寒地区、地下水位高（透水面距地下水水位小于1m）地区使用透水地面时，必须采取相应措施。

2.2 透水面层执行标准及一般要求

透水地面根据面层不同，又可分为透水砖地面、嵌草砖透水地面、缝隙透水砖地面、透水混凝土地面及透水沥青地面等。不同透水面层材料应满足表2要求。

表2　透水面层材料执行标准表

透水地面构造	执行标准	适用范围
透水砖地面	《透水路面砖和透水路面板》GB/T 25993	人行路、步行街、广场等非机动车道
	《透水砖路面技术规程》CJJ/T 188	
嵌草砖透水地面	《混凝土实心砖》GB/T 21144	人行路、步行街、广场、停车场及回转车道等轻型荷载道路
缝隙透水砖地面	《天然花岗石建筑板材》GB/T 18601	
	《天然大理石建筑板材》GB/T 19766	
	《天然砂岩建筑板材》GB/T 23452	
	《天然石灰石建筑板材》GB/T 23453	
	《建筑材料放射性核素限量》GB 6566	
透水混凝土地面	《透水水泥混凝土路面技术规程》CJJ/T 135	
透水沥青地面	《透水沥青路面技术规程》CJJ/T 190	轻型荷载道路

2.2.1 透水砖

透水砖的力学性能、透水性能、物理性能等技术要求应符合现行国家标准《透水路面砖和透水路面板》GB/T 25993以及现行行业标准《透水砖路面技术规程》CJJ/T 188的规定。

透水砖接缝采用级配填缝砂，含泥量不应大于1%（按质量计）。接缝用砂级配详见表3。

表3　透水砖接缝用砂级配表

筛孔尺寸（mm）	10	5	2.5	1.25	0.63	0.315	0.16
通过质量百分率（%）	0	0	0～5	0～20	15～75	60～90	90～100

注：本表摘自《透水砖路面技术规程》CJJ/T 188-2012。

2.2.2 嵌草砖、缝隙透水砖

嵌草砖、缝隙透水砖通常为混凝土砖，嵌草砖的力学性能、物理性能等技术要求应符合现行国家标准《混凝土实心砖》GB/T 21144的规定。

嵌草砖之间的土壤类型为黄土粗砂（砂：土=1：1）。

缝隙透水砖缝采用粗砂或碎石屑填缝。

2.2.3 透水混凝土

透水混凝土路面面层分为普通透水混凝土路面、露骨料透水混凝土路面等。透水混凝土的原材料、配合比、厚度要求、透水性能、力学性能等技术要求应符合现行行业标准《透水水泥混凝土路面技术规程》CJJ/T 135的有关规定。

当透水混凝土面层施工长度超过30m,应设置胀缝。在透水混凝土面层与侧沟、建筑物、雨水口、铺面的砌块、沥青路面等其他构造物连接处，应设置胀缝。胀缝采用浸油软木条等柔性材料填充。

当透水混凝土采用双层组合施工时，上面层应在下面层初凝前进行铺筑。

当室外最高气温达到32℃及以上时，不宜施工；当室外平均气温连续5天低于5℃时，透水混凝土面层不得施工。

透水混凝土面层施工完毕后，宜采用塑料薄膜覆盖等方法养护。养护时间根据透水混凝土强度增长情况确定，养护时间不宜少于14天，养护期间透水混凝土面层不得通车，透水混凝土面层未达到设计强度前不得投入使用。

透水混凝土面层的强度，应以透水混凝土试块强度为依据，同时以现场取芯实测强度为参考，综合评定现场透水混凝土面层的强度。

2.2.4 透水沥青

透水沥青分为三种结构形式：透水沥青路面Ⅰ型，用于需要减小降雨时的路表径流量和降低道路两侧噪声的各类新建、改建道路；透水沥青路面Ⅱ型，用于需要缓解暴雨时城市排水系统负担的各类新建、改建道路；透水沥青路面Ⅲ型，用于路基土壤渗透性能好的公园、小区道路、停车场、广场和中、轻型荷载道路。透水沥青路面结构形式可根据道路所处地域的年降雨量和道路使用环境确定。对软土、膨胀土、湿陷性黄土、盐渍土、粉性土等地质条件特殊的路段，不宜直接铺筑Ⅲ型透水沥青路面。

透水沥青路面的透水面层应采用高黏度改性沥青作为结合料，高黏度改性沥青宜采用成品高黏度改性沥青；基层可采用高黏度改性沥青、改性沥青或普通道路石油沥青。高黏度改性沥青应采用成品沥青；Ⅰ型和Ⅱ型透水结构层下部应设置封层，封层材料的渗透系数不应大于80mL/min，且应与上下结构层黏性良好。Ⅲ型透水路面的路基顶面应设反渗隔离层，可选用粒料材料或土工织物。

透水沥青混合料中粗集料宜采用轧制碎石，透水沥青路面透水面层的细集料应采用机制砂。高黏度改性沥青技术要求、透水沥青混合料中粗集料技术要求、透水沥青路面透水面层的细集料技术要求、透水沥青混合料配合比、透水基层混合料配合比应符合现行行业标准《透水沥青路面技术规程》CJJ/T 190的有关规定。

透水沥青路面结构设计要求、封层技术要求、垫层技术要求、路基技术要求应符合现行行业标准《城镇道路路面设计规范》CJJ 169的有关规定。

2.3 透水面层下方透水层、附属设施做法及一般要求

2.3.1 找平层

找平层材料一般为中粗砂或1∶5～1∶7干硬性水泥砂浆，其透水性能不宜低于面层的透水性能，厚度宜为30mm～50mm。

找平层和透水基层或透水基层之间需设透水土工布分隔。透水地面可不设找平层，若透水面层与透水结构层不是同时施工或材质不同，两者要通过找平层实现结合；若透水面层与透水基层同时施工，且两者可以很好粘合，可不设找平层。

2.3.2 透水基层

透水基层主要起承载和透水作用，同时对防止渗入地基的水或地下水因毛细现象上升，缓解含水土基冻胀对路面结构整体稳定的影响也具有一定作用。透水基层可选用排水式沥青稳定碎石、级配碎石、大粒径透水性沥青混合料、多孔隙水泥稳定碎石基层和透水水泥混凝土。半透水地面结构和承载较小的轻型透水地面无透水基层。

透水基层采用多孔隙水泥稳定碎石基层时，其含泥量不应大于1%（按质量计），其级配详见表4。

表4　多孔隙水泥稳定碎石基层级配表

筛孔尺寸（mm）	26.5	19	13.2	9.5	4.75	2.36	0.075
通过质量百分率（%）	100	85～95	65～80	55～70	55～70	0～2.5	0～2

透水基层采用透水混凝土时，其含泥量不应大于1%（按质量计），其级配详见表5。

表5　透水混凝土基层级配表

筛孔尺寸（mm）	31.5	26.5	19	9.5	4.75	2.36
通过质量百分率（%）	100	90～100	72～89	17～71	8～16	0～7

2.3.3 透水底基层

透水底基层主要作用是防止渗入地基的水或地下水因毛细现象上升，缓解含水土基冻胀对路面结构整体稳定的影响。透水底基层目前应用最多的是级配碎石，级配砾石，天然级配砂砾，部分砾石经轧制掺配而成的级配碎、砾石，填隙碎石等材料。在地下水较高的地区、严寒地区以及地下室顶板覆土内，透水底基层内应设置渗透管，渗透管材质应满足地面承压、抗冻胀的要求。渗透管应接至附近雨水口或雨水检查井，也可单独收集至雨水收集池。半透水地面结构无透水底基层。

透水底基层采用级配碎石时，其含泥量不应大于1%（按质量计），其级配详见表4。

透水基层与透水底基层均属于柔性和半刚性基层，其设计符合现行行业标准《城镇道路路面设计规范》CJJ 169的有关规定。

2.3.4 垫层

垫层主要用于地下水位高、排水不良、路基经常处于潮湿或过湿状态的路段，应有一定的强度和良好的水稳定性。当透水地面土基为黏性土时，宜设置垫层。当土基为砂性土，可不设置垫层。

垫层可改善土基在含水量饱和时的承载能力，并有效阻止黏土粒料上浮或毛细现象发生，导致对结构层产生不利影响。垫层的主要作用为改善土基的湿度和温度状况，保证面层和基层的强度稳定性和抗冻胀能力，扩散由基层传来的荷载应力，以减小土基所产生的变形。

垫层可采用粗砂、沙砾、碎石等透水性好的粒料类材，其0.075mm以下颗粒含量不应大于5%，也可采用无公害工业废渣。工程中采用中砂或粗砂，厚度40mm～50mm就能达到找平、反渗的效果。透水沥青路面的垫层不宜小于150mm，重冰冻地区潮湿、过湿路段可适当增厚。

2.3.5 地基

地基必须密实、均匀、稳定，应具有足够的强度、稳定性、抗变形能力和耐久性，压实度不应低于93%。路基顶面设计回弹模量值，对快速路和主干路不应小于30MPa；对次干路和支路不应小于20MPa。当不能满足上述要求时，应采取措施提高路基的回弹模量。

透水沥青Ⅲ型透水路面的路基土壤渗透系数宜大于7×10^{-5}cm/s，并应具有良好的水稳定性。Ⅲ型透水路面的路基顶面应设置反滤隔离层，可选用粒料类材料或土工织物。

2.3.6 湿陷性黄土地区

我国湿陷性黄土地区分布详见《湿陷性黄土地区建筑标准》GB 50025-2018附录B和附录C；海绵设计注意事项详见《湿陷性黄土地区建筑标准》GB 50025-2018第5.5节相关内容。

2.4 其他附属设施要求及做法

2.4.1 透水土工布

透水土工布，起到分隔、过滤作用。透水土工布可采用长丝纺粘针刺非织造土工布，单位面积质量不应小于300g/m^2，其物理、力学性能详见现行国家标准《土工合成材料长丝纺粘针刺非织造土工布》GB/T 17639的有关规定。

2.4.2 土工膜和复合土工膜

土工膜是以高分子聚合物为基本材料制成的不透水膜；复合土工膜是以土工布为基材，与防水膜复合而成的具有一定强度和耐久性，能与土工布有机结合和有效防止水流渗透的膜，亦称防渗土工膜。

土工膜执行现行国家标准《土工合成材料 聚乙烯土工膜》GB/T 17643，采用普通高密度聚乙烯土工膜，厚度不应小于0.75mm。

复合土工膜执行现行国家标准《土工合成材料 非织造布复合土工膜》GB/T 17642，复合土工膜的厚度应根据水压、土压、气候条件和使用寿命等因素经计算确定，可采用两布一膜结构，单层膜材厚度不应小于0.75mm。

2.4.3 渗排水管

渗排水管材质一般为聚乙烯PE管、硬聚氯乙烯PVC-U管等。开孔率不超过3%，孔径一般为8mm～12mm。渗排水管开孔后的环刚度不应小于4kN/m^2。渗排水管管径和布置间距应计算确定，渗排水管的排水能力应不小于地表入渗量和地下水入渗量。

渗排水管不可现场打孔，应为预制打孔管。

表6 透水面层下方透水层、附属设施一览表

名称	组成、要求	作用	备注
找平层	中粗砂或1∶5～1∶7干硬性水泥砂浆	找平、粘贴	找平层可不设
透水基层	排水式沥青稳定碎石、级配碎石、大粒径透水性沥青混合料、多孔隙水泥稳定碎石基层和透水混凝土	承载和透水	半透水地面结构和承载较小的轻型透水地面无透水基层
透水底基层	级配碎石，级配砾石，天然级配砂砾，部分砾石经轧制掺配而成的级配碎、砾石，填隙碎石	防止渗入地基的水或地下水因毛细现象上升，缓解含水土基冻胀对路面结构整体稳定的影响	在地下水位较高、严寒地区其内部应设渗排水管
地基	路基顶面设计回弹模量值，对快速路和主干路不应小于30MPa；对次干路和支路不应小于20MPa	承重作用	现行行业标准《城镇道路路面设计规范》CJJ 169

续表6

名称	组成、要求	作用	备注
垫层	粗砂、沙砾、碎石等透水性好的粒料类材、工业废渣	改善土基的湿度和温度状况，保证面层和基层的强度稳定性和抗冻胀能力，扩散由基层传来的荷载应力，以减小土基所产生的变形	地下水位高、排水不良、路基经常处于潮湿或过湿状态的路段，土基为黏性土的地段
透水土工布	透水土工布采用长丝纺粘针刺非织造土工布，单位面积质量不应小于300g/m^2	分隔、过滤	现行国家标准《土工合成材料 长丝纺粘针刺非织造土工布》GB/T 17639
土工膜和复合土工膜	土工膜采用高密度聚乙烯膜，厚度不应小于0.75mm；复合土工膜采用两布一膜，膜材厚度不应小于0.75mm	阻水、防渗漏	现行国家标准《土工合成材料 聚乙烯土工膜》GB/T 17643和《土工合成材料 非织造布复合土工膜》GB/T 17642
渗排水管	聚乙烯PE管、硬聚氯乙烯PVC-U管；开孔率不超过3%，孔径一般为8mm～12mm。渗排水管环刚度不小于4.8kN/m^2	导水、输水、排盐	—

注：

1. 湿陷性黄土地区分布和海绵设计详见现行国家标准《湿陷性黄土地区建筑标准》GB 50025有关规定。
2. 透水基层和透水底基层设计应满足现行行业标准《城镇道路路面设计规范》CJJ 169的有关规定。

3 生态设施

海绵城市建设源头减排常用的生态设施有下沉式绿地、植被浅沟、生物滞留设施（也称雨水花园）等。

3.1 下沉式绿地

下沉式绿地宜分布在道路、广场、建筑周边，用于滞蓄雨水，道路、广场、建筑屋面要采取措施使雨水流向下沉式绿地。下沉式绿地下凹深度一般为50mm～200mm。下沉式绿地内一般不做渗透层，不需要选择耐淹植物。下沉式绿地内应设溢流雨水口，溢流雨水口高度应根据汇水面高度确定。

3.2 植被浅沟

植被浅沟主要分布在道路、广场的周边，用于转输、滞蓄雨水。植被浅沟从下而上为素土层、砾石层、土工布、种植土、蓄水层。当地下水位较高时，砾石层内应设渗排水管；当地下水位较低时可不设渗排水管；当以转输为主时下方可不设碎石层及渗排水管。当植被浅沟纵坡大于1%时，宜设水堰或水坎，靠路基一侧需进行防渗处理。植被浅沟主要起转输作用，兼顾入渗，需要在其末端设置溢流雨水口接至下游。

3.3 生物滞留设施

生物滞留设施主要用于滞蓄、净化径流雨水，从下而上为素土层、砾石层、土工布、种植土、蓄水层。生物滞留设施内应设溢流雨水口，高度应根据生物滞留设施的调蓄水量或深度确定，调蓄水深不宜超过300mm。砾石层内应设渗排水管，确保雨水能及时入渗、排空。

3.4 绿地除盐

绿地除盐是去除绿地内的盐碱成分，保证植物正常生长的一种措施，常用在土壤含盐碱量较高地区。绿地除盐排盐系统管材宜采用渗透管，坡度不小于1‰，排盐支管间距宜5m～10m布置，末端用堵头封堵。淋水层厚度不应小于100mm，淋水层使用碎石垫层，粒径15mm～20mm，种植土层与淋水层之间敷设透水土工布。淋水层不得出现断层，相邻排盐层有高差时应平滑衔接。排盐支管接入排盐检查井雨水管网或其他排水设施。

花坛、树池下方可不设排盐管，只需将花坛、树池内的盐碱土取出再回填30cm的粗砂和20cm的碎石，并用种植土将花坛、树池填满后种植花卉、树木。

3.5 生态树池

生态树池作为分散蓄水设施，可运用在广场、公园的乔木旁，也可用在小区内部路边的行道树旁，就近消纳周边径流雨水。

4　雨水立管断接

雨水立管断接就是通过将屋面雨水接到地面透水设施中，通过渗透、储存等方式达到削减径流、净化水质的效果。住宅及多层办公建筑应做雨水立管断接，大屋面、高层屋面排水不宜做雨水立管断接。

5　绿化屋面

绿化屋面可分为三种类型：简单式、花园式、容器式。简单式绿化屋面仅种植地被植物、低矮灌木，种植土宜选择轻量化的改良土壤或无机种植土，种植土厚度宜为100mm～300mm；花园式绿化屋面种植乔灌木和地被植物，并设置园路、坐凳、水池等休憩、观赏设施。种植土宜选用无机种植土，也可选用改良土壤或田园土。种植土厚度宜为300mm～600mm，当种植大乔木时，局部可加厚种植土；容器式绿化屋面可在移动组合的容器、模块中种植植物，并码放在屋面上。种植土宜选用轻量化的改良土或无机种植土，种植土厚度宜为100mm～300mm。

绿化屋面基本构造层次从上而下依次为：植被层、种植土、过滤层、排（蓄）水层、保护层、隔离层、耐根穿刺防水层、屋面基本构造（普通防水层、找平层、找坡层、保温隔热层等）。可根据气候特点、屋面形式、植物种类，增减屋面构造层次。绿化屋面防水层应满足一级防水等级设防要求，且必须至少设置一道具有耐根穿刺性能的防水材料。耐根穿刺防水材料应通过耐根穿刺性能试验，试验方法应符合现行国家标准《种植屋面用耐根穿刺防水卷材》GB/T 35468的规定。耐根穿刺防水材料应具有耐霉菌腐蚀功能。改性沥青类耐根穿刺防水材料应含有化学阻根剂。耐根穿刺防水层上方应设保护层，当采用水泥砂浆和细石混凝土做保护层时，保护层下方应铺设隔离层。

绿化屋面工程结构设计时应计算种植荷载，并纳入屋面结构永久荷载。既有建筑屋面改造为绿化屋面时，应对原结构进行鉴定，应以结构鉴定报告为设计依据，确定种植形式。既有建筑屋面改造为绿化屋面时，宜选用轻质种植土种植地被植物，选择容器种植。原有防水层仍具有防水能力时，应在其上增加一层耐根穿刺防水层；原有防水层已无防水能力时，应拆除，并按现行行业标准《种植屋面工程技术规程》JGJ 155的要求重做防水层。既有屋面做绿化屋面前应在原构造层上做保护层。

简单式绿化屋面耐根穿刺防水层以上的荷载应不小于1kN/m²；花园式绿化屋面耐根穿刺防水层以上的荷载应不小于3kN/m²。

常用排（蓄）水层的材料有成品排（蓄）水板、级配碎石、卵石、陶粒等。排（蓄）水层应具备通气、排水、储水、抗压强度大、耐久性好的性质，排（蓄）水层做法及主要技术要求见表7。

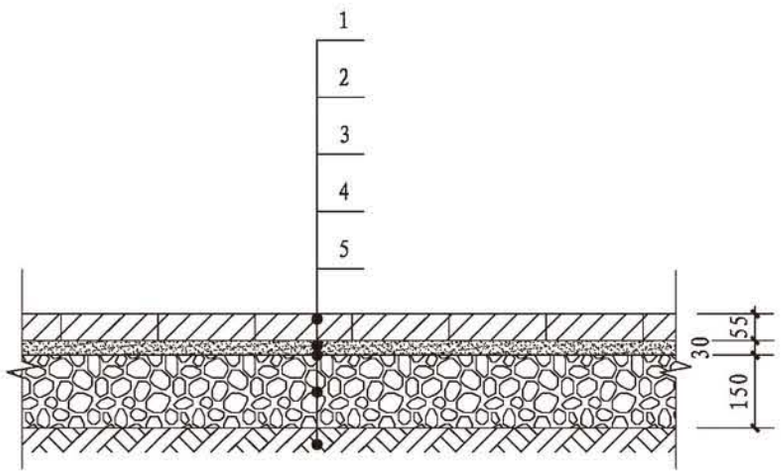
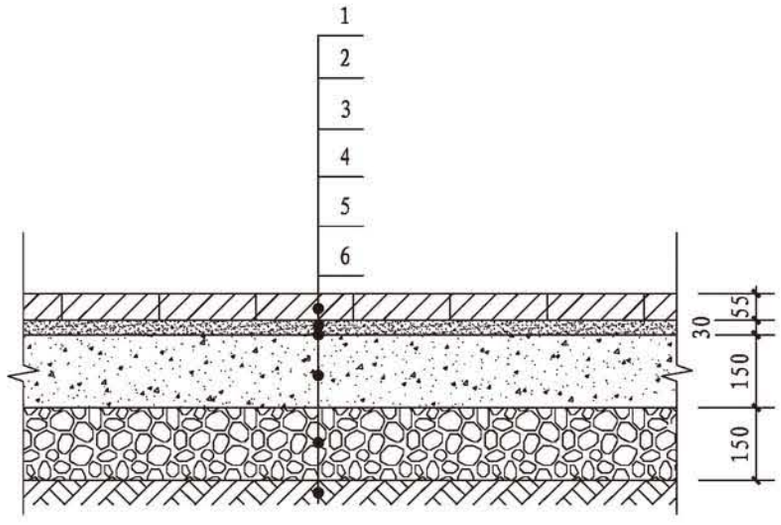
透水土工布过滤层空铺于排（蓄）水层之上，搭接采用粘合或缝合固定，搭接宽度不应小于200mm，边缘沿种植挡墙上翻时应与种植土高度一致。

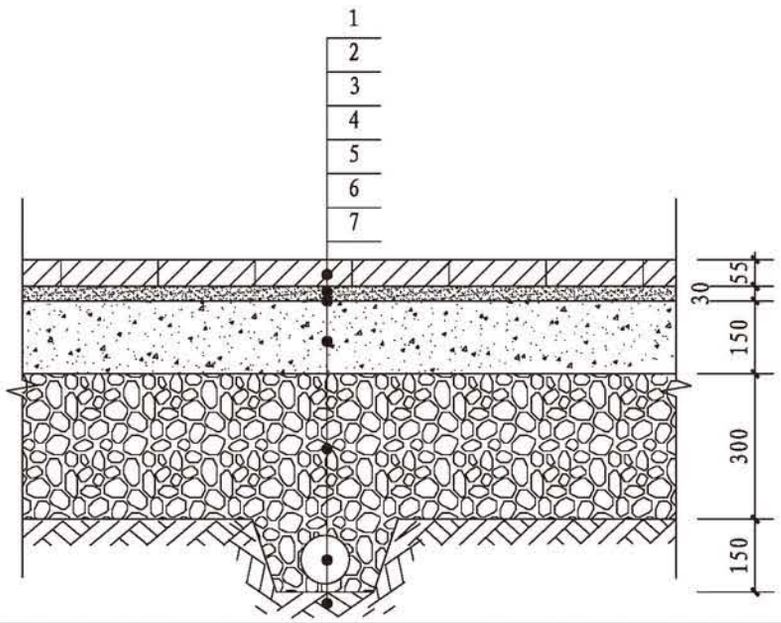
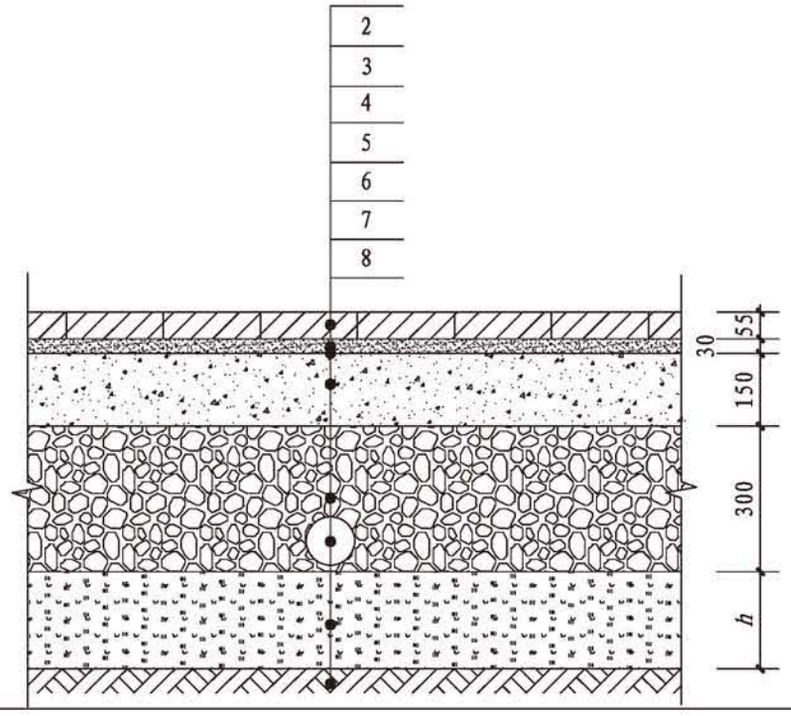
绿化屋面的女儿墙、周边泛水、屋面檐口等部位应设置缓冲带，其宽度不应小于300mm。在地下建筑顶板种植植物时，缓冲带宽度不应小于500mm。缓冲带一般由卵石构成，可结合卵石带、园路或排水沟等设置。水落口位于绿地内时，水落口上方应设置雨水观察井，并应在周边设置不小于300mm的卵石缓冲带。

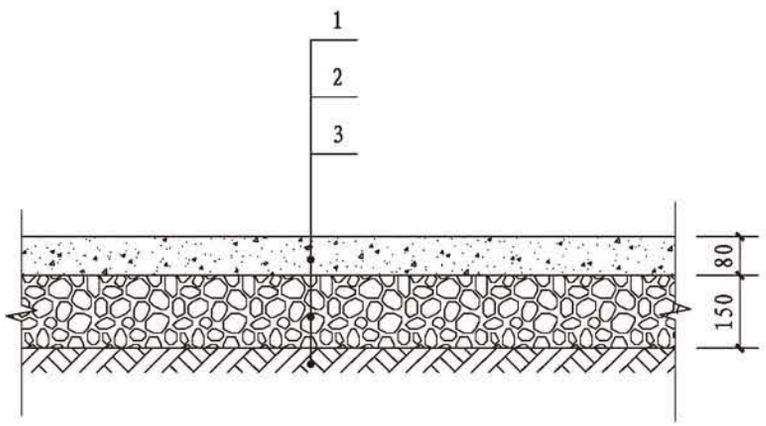
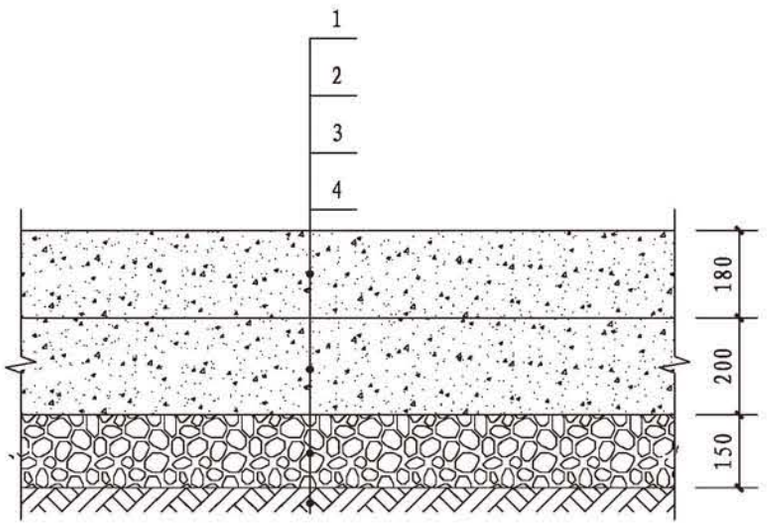
屋面防水层的泛水高度应高出种植土250mm；地下建筑顶板防水层的泛水高度应高出种植土500mm。

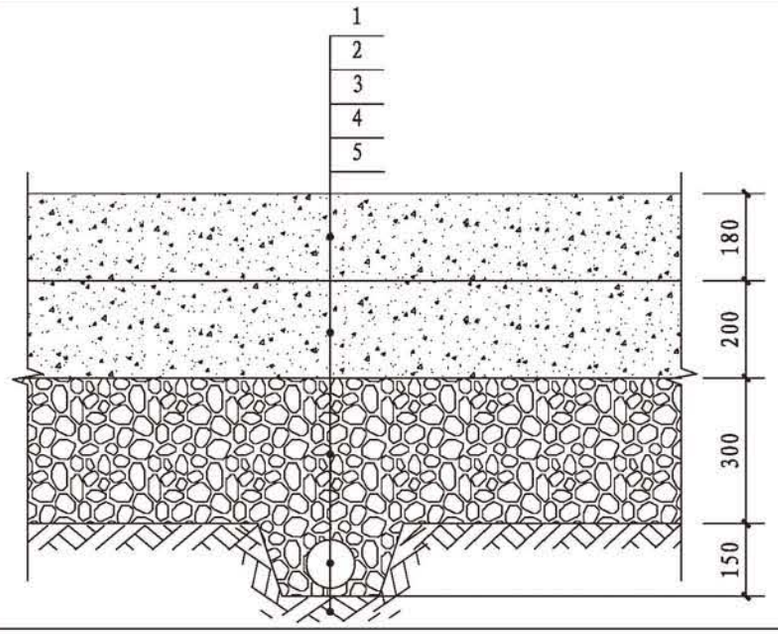
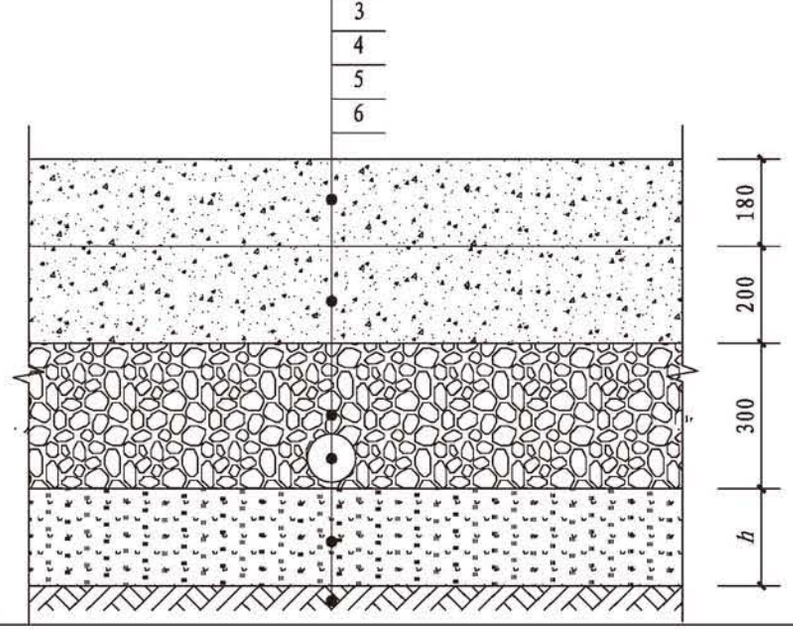
表7　排（蓄）水层做法选用表

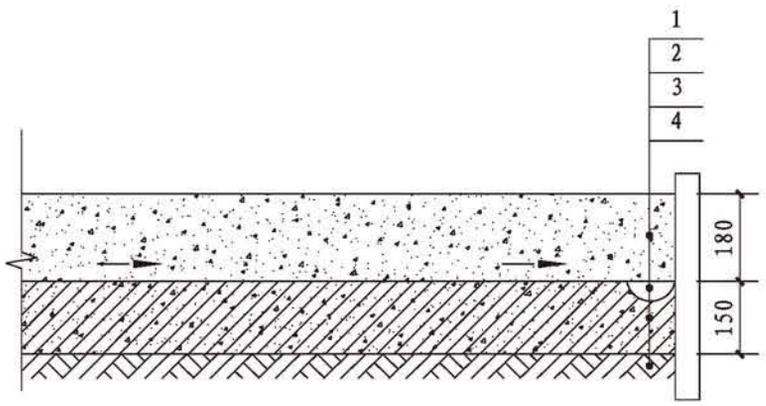
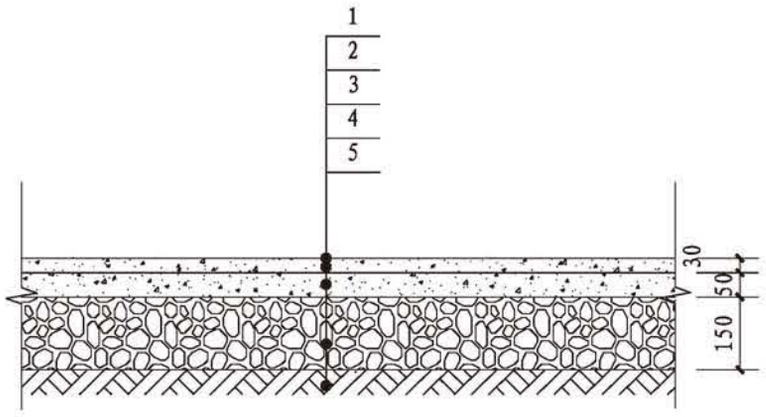
编号	材料做法	技术要求	
P1	凹凸型排（蓄）水层	压缩率为20%时最大强度	≥150kPa
		纵向通水量（侧压力150kPa）	≥10cm³/s
P2	网状交织型排水板	抗压强度	≥50kN/m²
		表面开孔率	≥95%
		通水量	≥380cm³/s
P3	级配碎石	粒径宜10mm～25mm，铺设厚度≥100mm	
P4	卵石	粒径宜25mm～40mm，铺设厚度≥100mm	
P5	陶粒	粒径宜10mm～25mm，铺设厚度≥100mm	

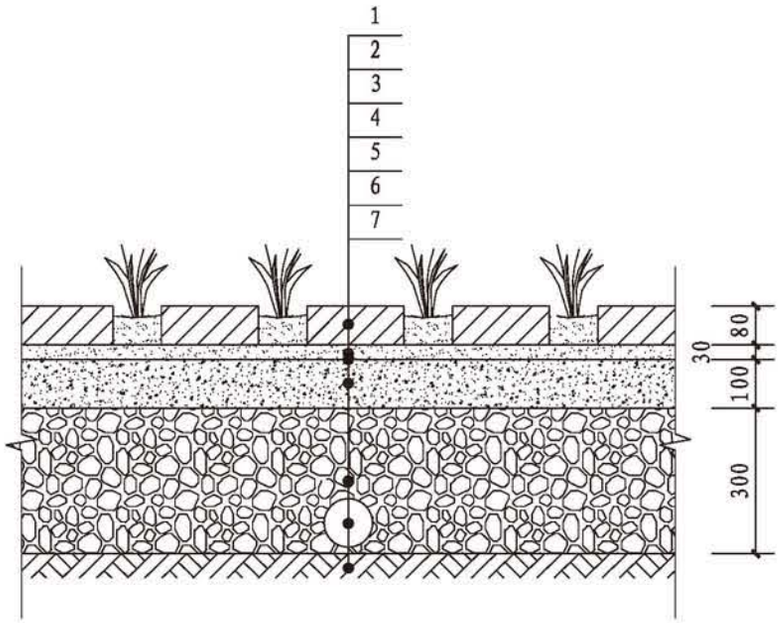
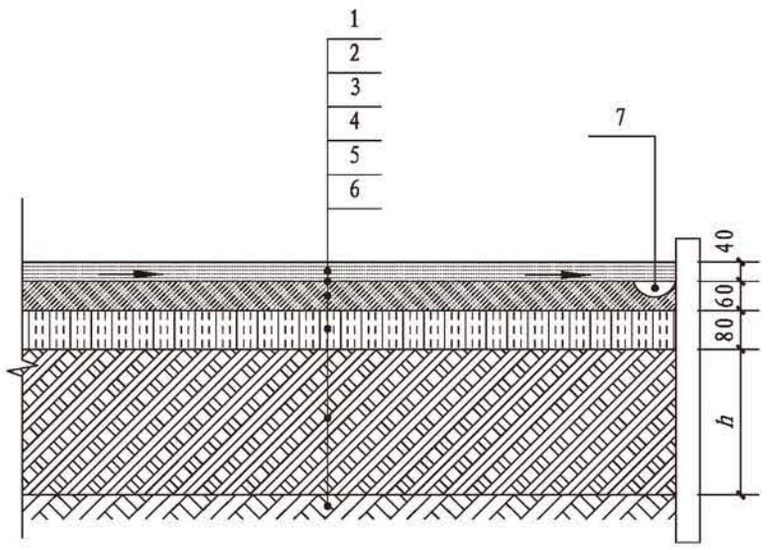
编号	名称	厚度	用料及分层做法	构造做法	备注
1	透水砖地面	235		1. 55mm厚透水路面砖，粗砂扫缝，洒水封缝; 2. 30mm级配粗砂(或1：6干硬性水泥砂浆); 3. 透水土工布; 4. 不小于150mm天然级配砂石碾实; 5. 素土夯实，压实系数≥0.93 注：面层也可为缝隙式透水砖，粗砂或石屑扫缝。	适用于人行道路
2	透水砖地面	385		1. 55mm厚透水路面砖，粗砂扫缝，洒水封缝; 2. 30mm级配粗砂(或1：6干硬性水泥砂浆); 3. 透水土工布; 4. 不小于150mmC20无砂大孔混凝土基层(浇筑前将级配砂石垫层用水湿润); 5. 不小于150mm天然级配砂石碾实; 6. 素土夯实，压实系数≥0.93 注：面层也可为缝隙式透水砖，粗砂或石屑扫缝。	适用于非机动车道、广场

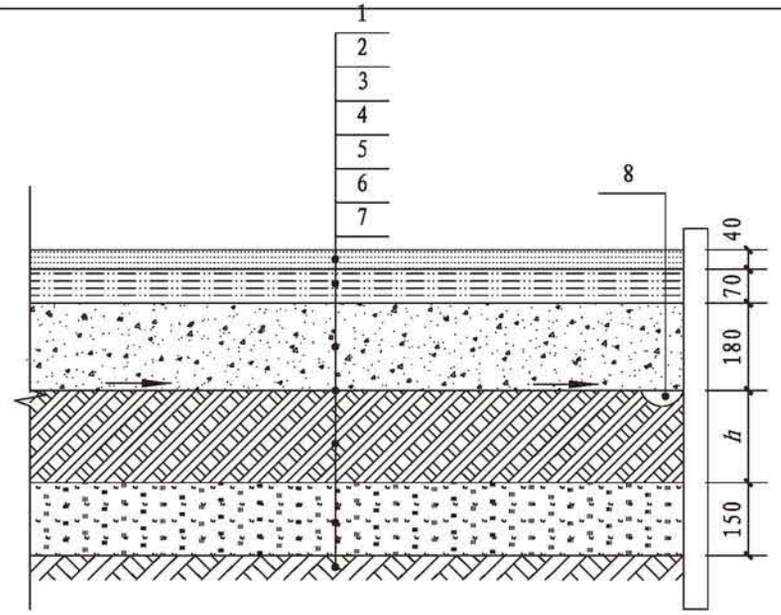
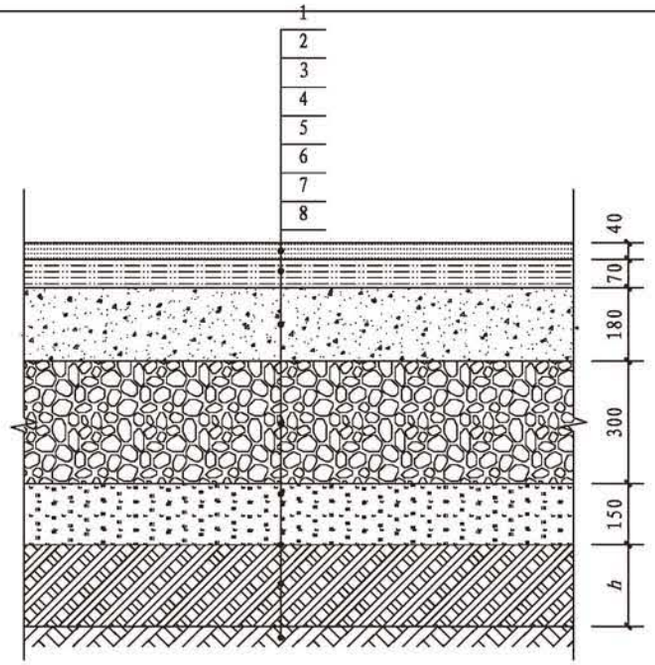
编号	名称	厚度	用料及分层做法	构造做法	备注
3	透水砖路面	685		1. 55mm透水路面砖，粗砂扫缝，洒水封缝； 2. 30mm级配粗砂(或1：6干硬性水泥砂浆)； 3. 透水土工布； 4. 不小于150mmC20无砂大孔混凝土基层(浇筑前将级配砂石垫层用水湿润)； 5. 300mm天然级配砂石碾实； 6. 渗排水管(适用于湿陷性黄土地区、严寒地区、地下水水位较高地区)； 7. 素土夯实，压实系数≥0.93 注：1. 湿陷性黄土地区还应在碎石层与素土层之间设置防水土工膜； 2. 面层也可为缝隙式透水砖，粗砂或石屑扫缝。	适用于非机动车道、广场
4	透水砖路面	535+		1. 55mm透水路面砖，粗砂扫缝，洒水封缝； 2. 30mm级配粗砂(或1：6干硬性水泥砂浆)； 3. 透水土工布； 4. 不小于150mmC20无砂大孔混凝土基层(浇筑前将级配砂石垫层用水湿润)； 5. 300mm天然级配砂石碾实； 6. 渗排水管； 7. 粗砂或碎石垫层（严寒地区和地下水位小于1m、排水不良地区以及路基经常处于潮湿、过湿状态的路段）； 8. 素土夯实，压实系数≥0.93 注：1. 垫层材质及厚度根据当地地质情况确定； 2. 面层也可为缝隙式透水砖，粗砂或石屑扫缝。	适用于非机动车道、广场

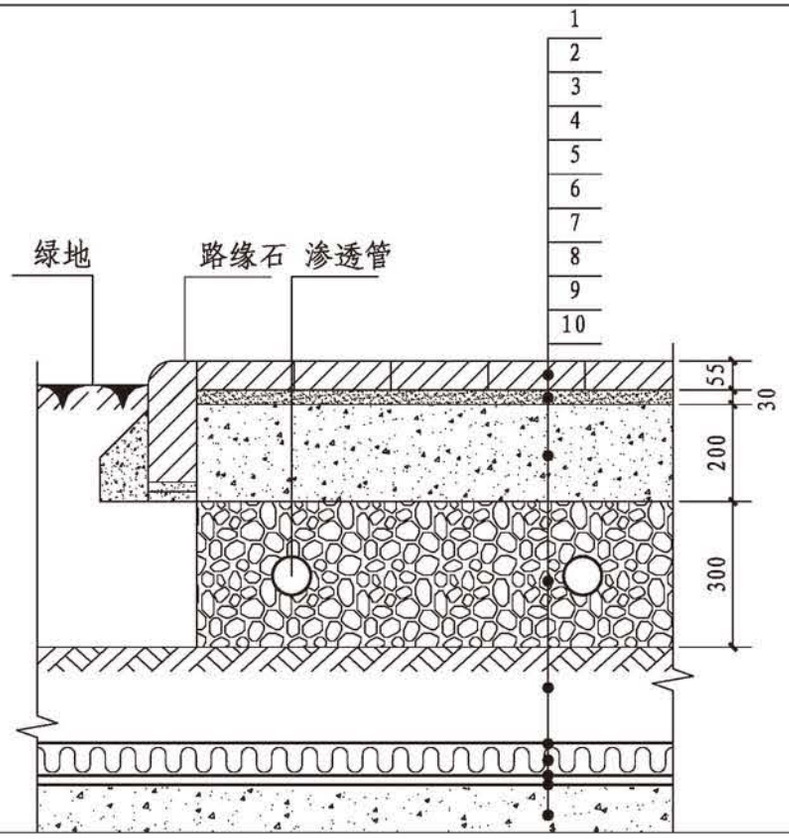
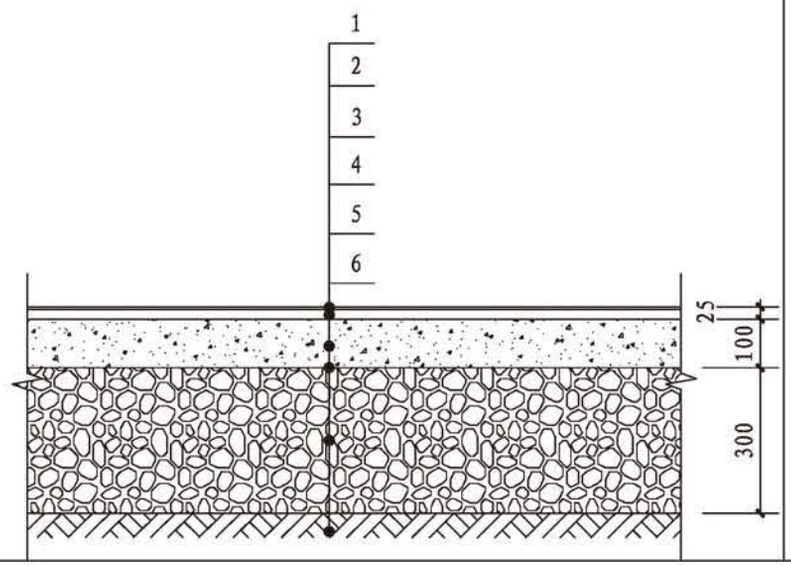
编号	名称	厚度	用料及分层做法	构造做法	备注
5	透水混凝土路面	230		1. 不小于80mmC20无砂大孔混凝土（或露骨透水水泥混凝土），面层分块捣制，随打随抹，每块长度不大于6m，缝宽20mm，浸油松木条嵌缝; 2. 不小于150mm天然级配砂石碾实; 3. 素土夯实，压实系数≥0.93	适用于人行路、园路等人行道路
6	透水混凝土路面	530		1. 180mmC30透水混凝土，面层分块捣制，随打随抹，每块长度不大于6m，缝宽20mm，浸油松木条嵌缝; 2. 不小于200mm厚C30透水混凝土; 3. 不小于150mm厚天然级配砂石碾实; 4. 素土夯实，压实系数≥0.93 注：双层透水混凝土组合施工时，上下层应同时施工，上面层最晚应在下面层初凝前进行铺筑。	适用于停车场、回车道及非机动车道

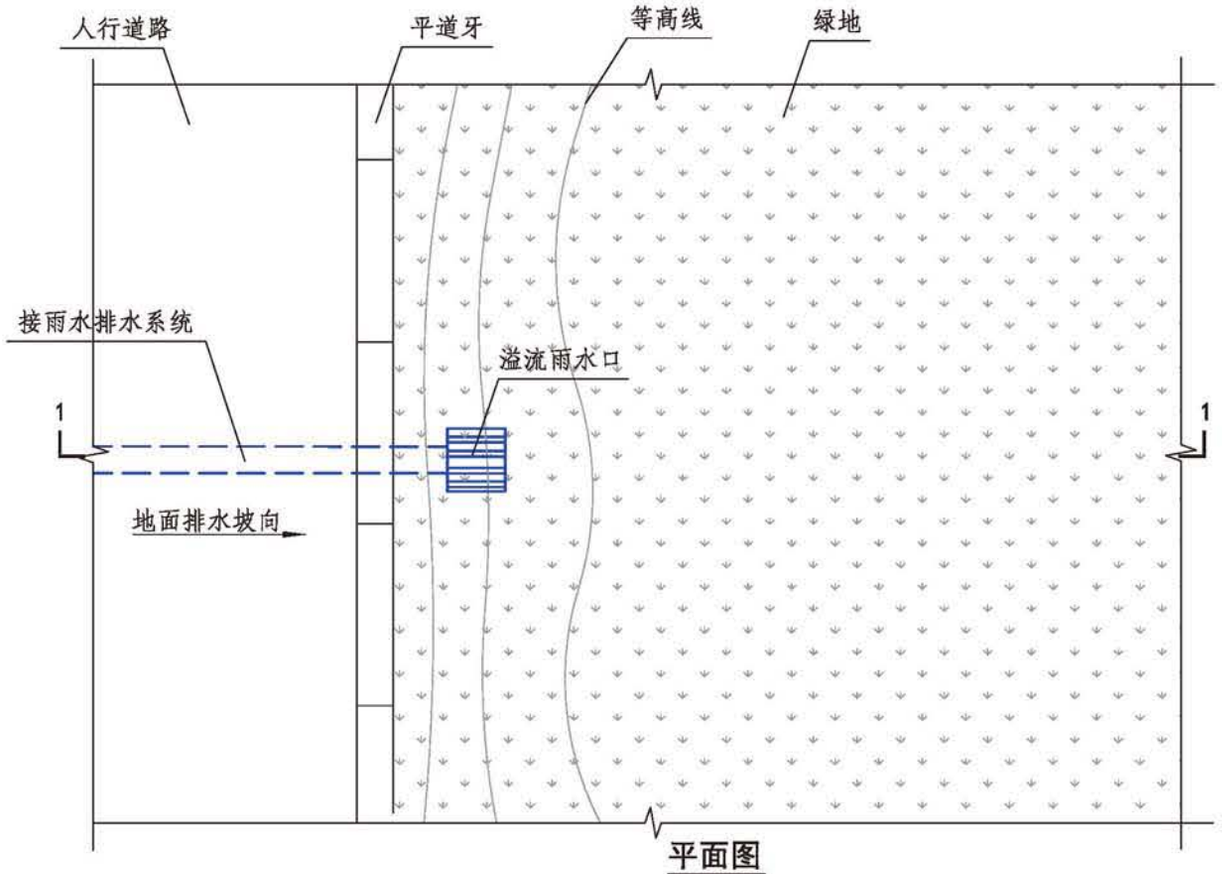
编号	名称	厚度	用料及分层做法	构造做法	备注
7	透水混凝土路面	830		1. 不小于180mm厚C30透水混凝土，面层分块捣制，随打随抹，每块长度不大于6m，缝宽20mm，浸油松木条嵌缝； 2. 不小于200mm厚C30透水混凝土； 3. 300mm天然级配砂石碾实； 4. 渗排水管(适用于湿陷性黄土地区、严寒地区、地下水水位较高地区)； 5. 素土夯实，压实系数≥0.93 注：1. 湿陷性黄土地区还应在碎石层与素土层之间设置防水土工膜； 2. 双层透水混凝土组合施工时，上下层应同时施工，上面层最晚应在下面层初凝前进行铺筑。	适用于停车场、回车道及非机动车道
8	透水混凝土路面	680+		1. 不小于180mm厚C30透水混凝土，面层分块捣制，随打随抹，每块长度不大于6m，缝宽20mm，浸油松木条嵌缝； 2. 不小于200mm厚C30透水混凝土； 3. 300mm天然级配砂石碾实； 4. 渗排水管(适用于湿陷性黄土地区、严寒地区、地下水水位较高地区)； 5. 粗砂或碎石垫层(严寒地区和地下水位小于1m、排水不良地区以及路基经常处于潮湿、过湿状态的路段)； 6. 素土夯实，压实系数≥0.93 注：1. 垫层材质及厚度根据当地地质情况确定； 2. 双层透水混凝土组合施工时，上下层应同时施工，上面层最晚应在下面层初凝前进行铺筑。	适用于停车场、回车道及非机动车道

编号	名称	厚度	用料及分层做法	构造做法	备注
9	透水混凝土路面	330		1. 不小于180mm厚C30透水混凝土，面层分块捣制，随打随抹，每块长度不大于6m，缝宽20mm，浸油松木条嵌缝; 2. 排水盲沟; 3. 混凝土不透水基层; 4. 素土夯实，压实系数≥0.93	适用于停车场、回车道及非机动车道
10	彩色透水整体地面	230		1. 涂刷靓固保护剂; 2. 30mm彩色透水整体路面面层，强度C20，摊铺、找平、收光; 3. 50mm透水整体路面面层，强度C20，摊铺、收光; 4. 150mm级配碎石碾实; 5. 路基碾实，压实系数≥0.93 注：1. 双层透水混凝土组合施工时，上下层应同时施工，上面层最晚应在下面层初凝前进行铺筑; 2. 彩色透水混凝土颜色、样式应由设计确定。	适用于人行路、园路等人行道路

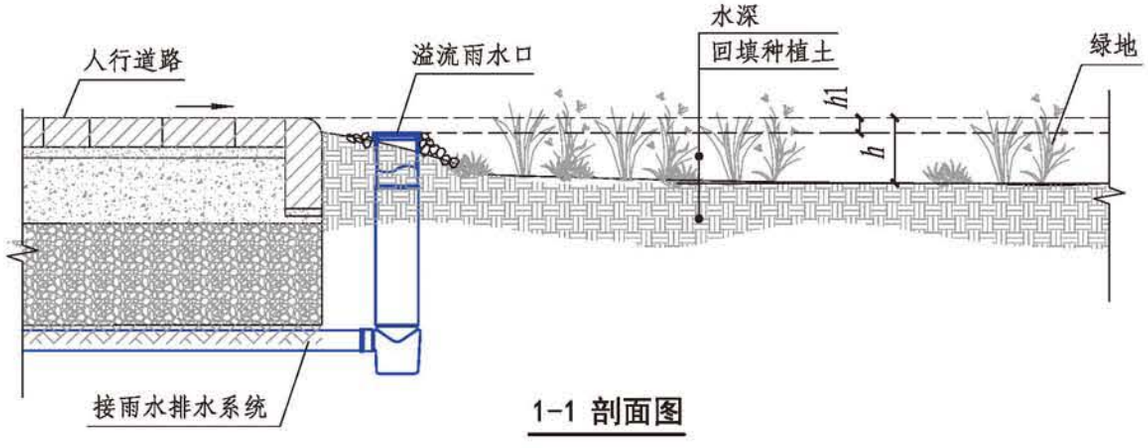
编号	名称	厚度	用料及分层做法	构造做法	备注
11	嵌草砖地面	510		1. 80mm预制嵌草水泥砖，砖孔及砖缝处填种植土内掺草籽; 2. 30mm黄土粗砂（砂：土=1：1）; 3. 透水土工布; 4. 100mmC20无砂大孔混凝土基层（浇筑混凝土前需将级配砂石垫层用水湿润）; 5. 300mm天然级配砂石碾实(内设渗透管); 6. 渗排水管（湿陷性黄土地区、严寒地区、地下水位高地区）; 7. 素土夯实，压实系数≥0.93 注：1. 垫层材质及厚度根据当地地质情况确定; 2. 湿陷性黄土地区还应在碎石层与垫层之间设置防水土工膜。	适用于行车荷载小于或等于5t的绿化停车场地
12	透水沥青地面	180+		1. 40mm细粒式改性透水沥青PAC-13C; 2. 封层; 3. 60mm中粒式沥青AC-16; 4. 80mm粗粒式沥青AC-25; 5. 不透水基层; 6. 路基，压实系数≥0.93; 7. 排水盲沟 注：基层厚度根据地质条件确定。	适用于机动车主干道

编号	名称	厚度	用料及分层做法	构造做法	备注
13	透水沥青地面	440+		1. 40mm细粒式改性透水沥青PAC-13C; 2. 70mm中粒式沥青AC-16; 3. 180mm透水基层; 4. 封层; 5. 不透水基层; 6. 150mm垫层; 7. 路基，压实系数≥0.93; 8. 排水盲沟 注：基层厚度根据地质条件确定。	适用于机动车次干道
14	透水沥青地面	740+		1. 40mm细粒式改性透水沥青PAC-13C; 2. 70mm中粒式沥青AC-16; 3. 180mm透水基层; 4. 300mm级配碎石碾实; 5. 150mm垫层; 6. 反渗隔离层; 7. 不透水基层; 8. 路基，压实系数≥0.93 注：基层厚度根据地质条件确定。	适用于行车荷载小于或等于5t的绿化停车场地

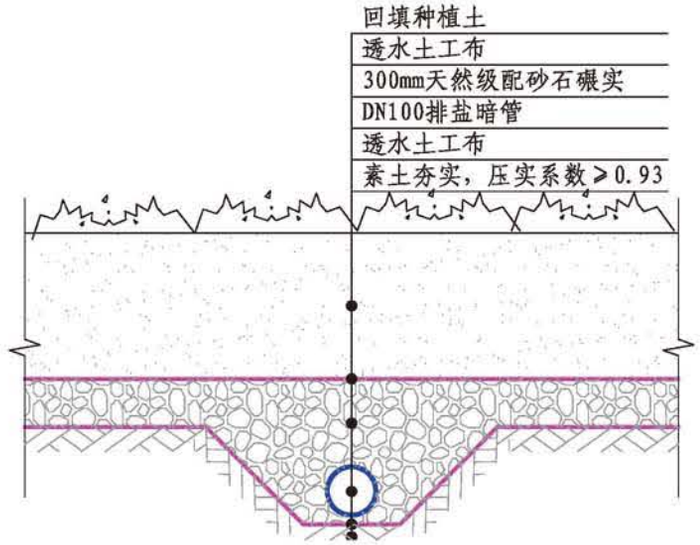
编号	名称	厚度	用料及分层做法	构造做法	备注
15	地下建筑顶板透水铺装	—		1. 55mm透水路面砖，粗砂扫缝，洒水封缝； 2. 30mm级配粗砂(或1：6干硬性水泥砂浆)； 3. 200mmC20无砂大孔透水混凝土结构层； 4. 300mm天然级配砂石碾实(内设渗透管)； 5. 素土夯实，压实系数≥0.93； 6. 过滤布（土工布）； 7. 20mm~30mm塑料排水凸片（凸点向上）或聚丙烯渗排水网板； 8. 耐根穿刺防水层； 9. 防水层； 10. 细石混凝土找平层 注：若为人行路，可取消透水结构层。	适用于建筑顶板停车场、轻载地面
16	透水塑胶地面	425		1. 5mm透水塑胶面层； 2. 20mm透水塑胶下面层； 3. 100mmC20无砂大孔混凝土基层(浇筑前将级配砂石垫层用水湿润)； 4. 透水土工布； 5. 300mm天然级配砂石碾实； 6. 素土夯实，压实系数≥0.93 注：透水塑胶应符合现行国家标准《中小学合成材料面层运动场地》GB 36246中的规定。	适用于露天体育场、公园步道、儿童和老年人活动场所



平面图



1-1 剖面图



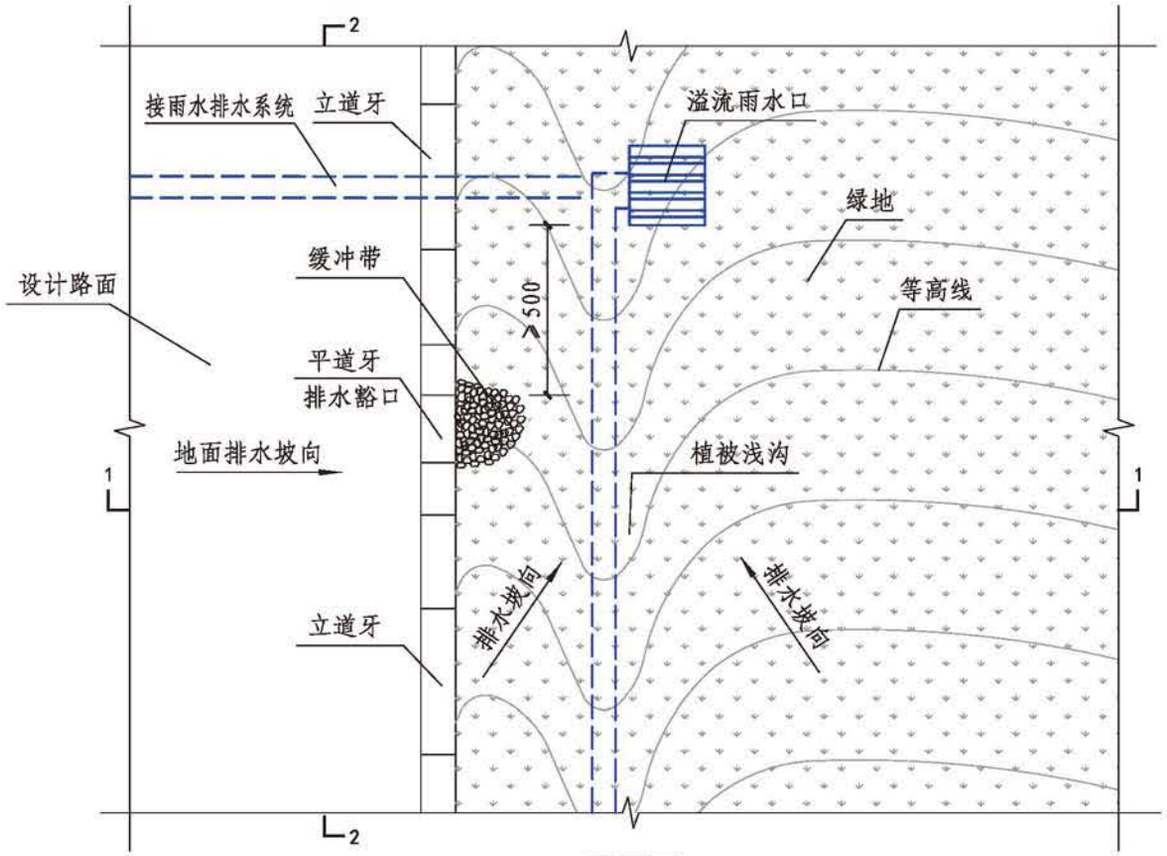
绿地排盐做法

适用于盐碱地种植土内排盐

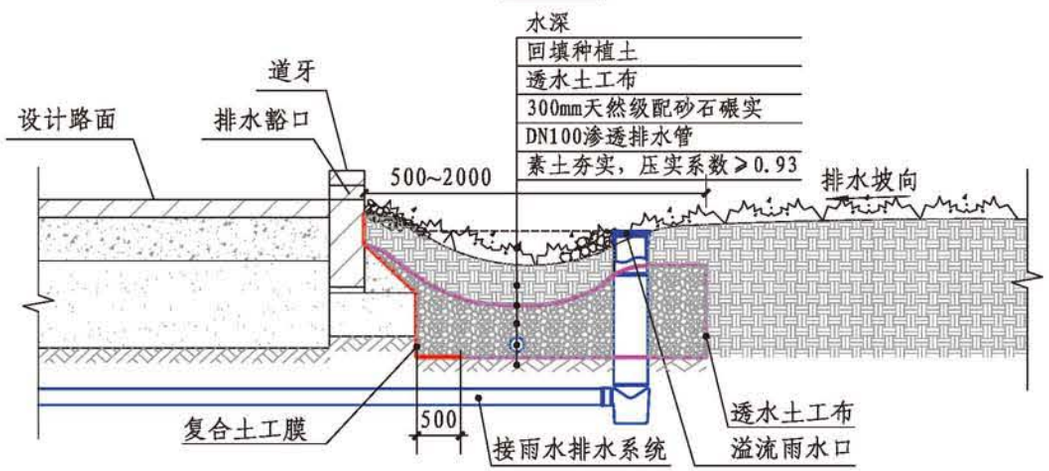
注：

1. 下沉式绿地宜布置在道路、广场、建筑物周边。
2. 下沉式绿地的下凹深度h应根据汇水区的产流量或调蓄需求计算确定，宜为50mm～200mm。
3. 溢流雨水口边缘与路基的距离应大于200mm，溢流雨水口的顶面与路面的标高差$h1$宜为30mm～50mm。
4. 溢流雨水口数量应根据汇水区的高度和设计调蓄水量、雨水口排水量计算确定。
5. 植物宜选用耐淹耐旱类灌木及草花类植物。

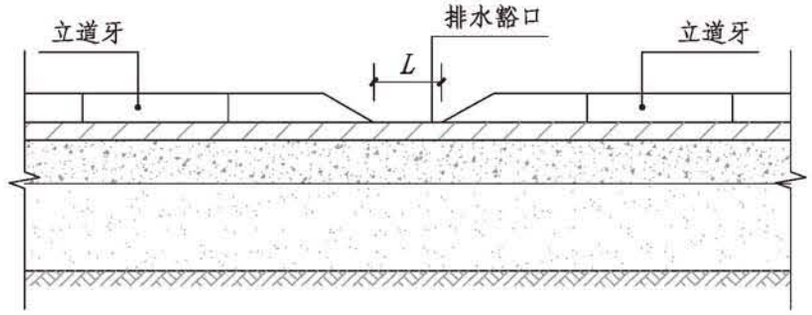
2-1 下沉式绿地和绿地排盐做法								图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	李曼		设计	翟立晓	页	3-2-01



平面图



1-1 剖面图

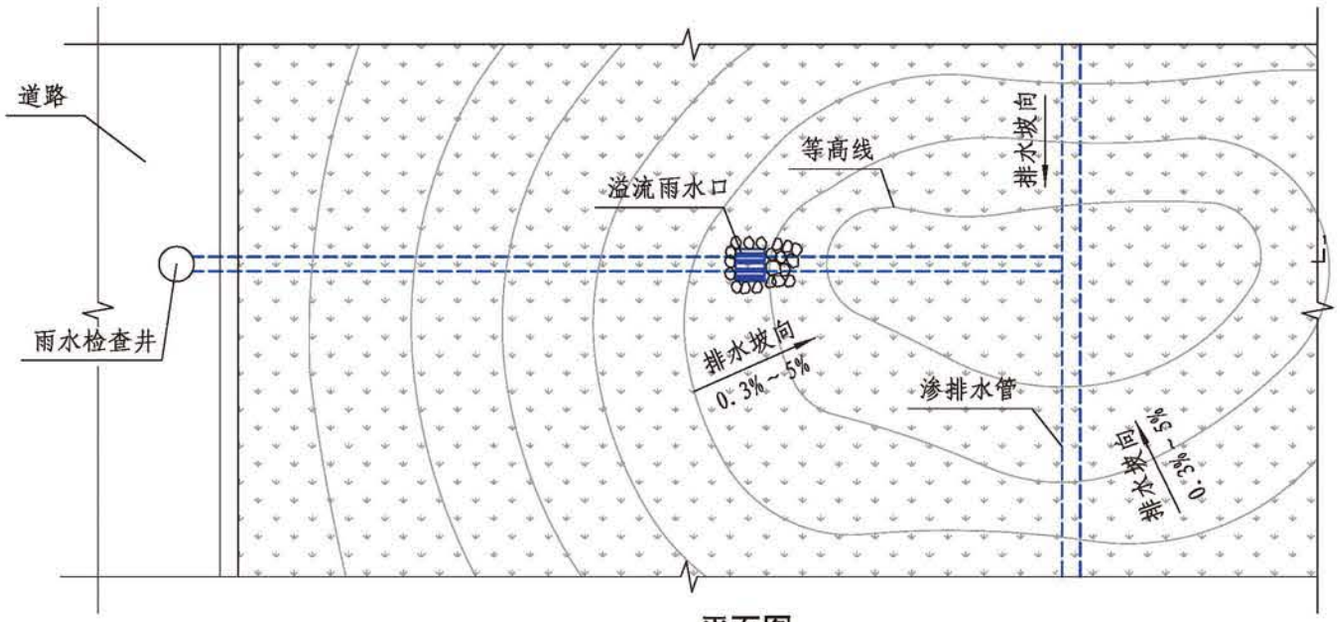


2-2 剖面图

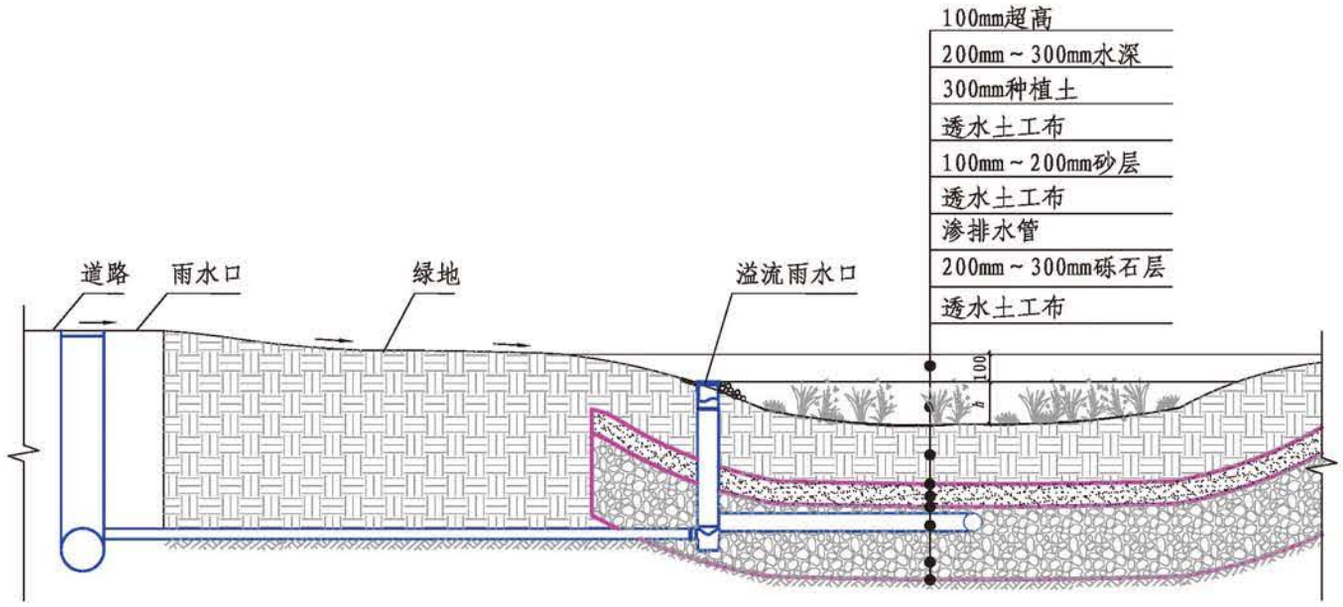
注：

1. 植被浅沟宽度宜为500mm~2000mm，深度宜为50mm~250mm。
2. 植被浅沟的排水纵坡宜设置为0.3%~4%，沟长一般不小于30m。
3. 植被浅沟内宜设置渗排水管和碎石层，当用于以下情况时不设置：
   （1）以转输作用为主时；
   （2）当地下水位较低时；
   （3）当植被浅沟的排水纵坡大于5%时。
4. 雨水由硬化或透水地面汇入植被浅沟。当采用立道牙时，应预留排水豁口，排水豁口处道牙改为平道牙，长度L宜设置为200mm~500mm，亦可根据工程设计确定，间隔30m~40m。
5. 植被浅沟应在末端设置溢流雨水口接至下游。已设置渗排水管的植被浅沟宜每隔30m~40m处增设溢流雨水口。溢流雨水口的算面高度宜低于路面30mm~50mm。
6. 植物宜选用耐淹耐旱类灌木及草花类植物。

2-2 植被浅沟								图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	李曼		设计	翟立晓	页	3-2-02



平面图

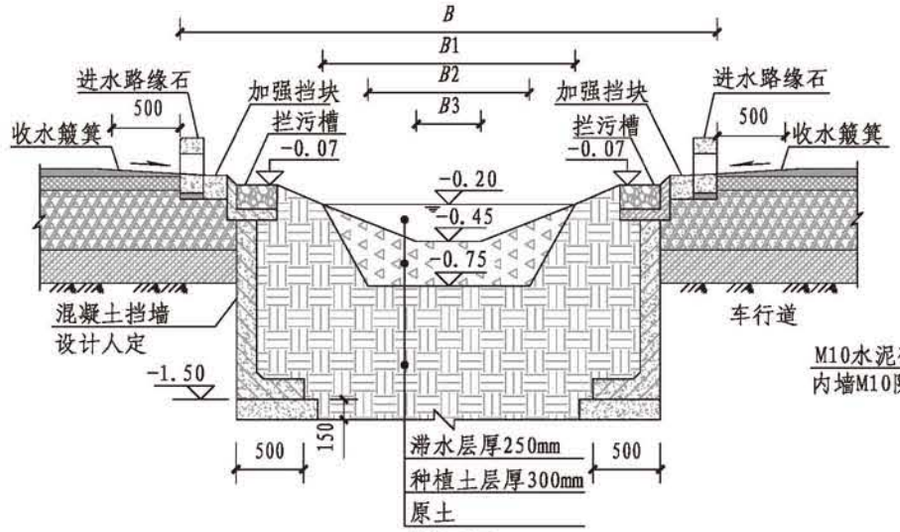


1-1 剖面图

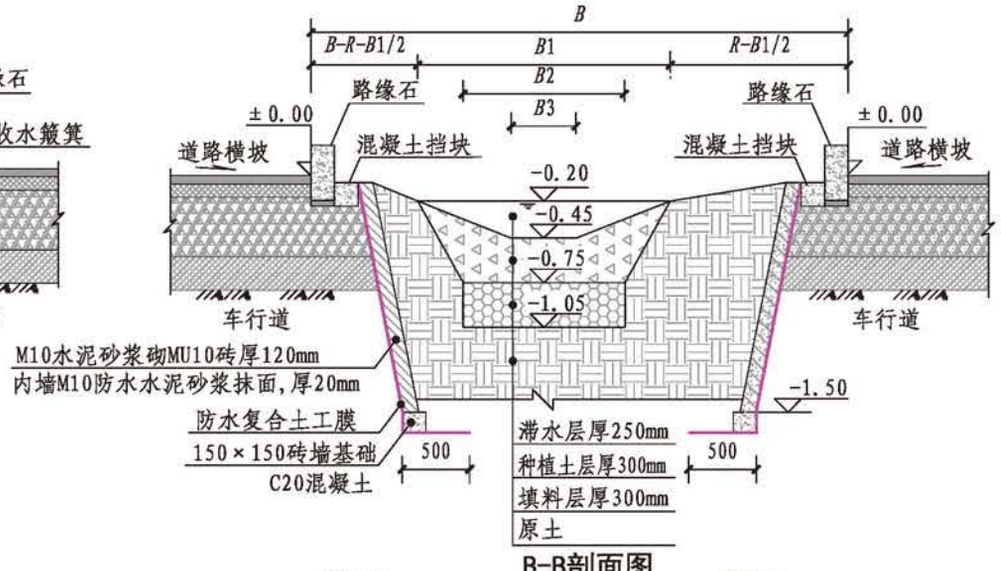
注：

1. 生物滞留设施调蓄水深h需根据生物滞留设施面积以及其承担的汇水面积的来水量确定，宜为200mm~300mm，并设置100mm超高。
2. 当生物滞留设施用于滞留径流污染较重雨水时，宜在砾石层之上设置100mm~200mm粗砂作为填料层。
3. 砾石层厚度宜为200mm~300mm，孔隙率不宜小于30%，可在底部埋设渗排水管。当土基渗透系数小于或等于10^{-6}m/s时，应在砾石层中设置渗排水管。
4. 生物滞留设施排水纵坡宜设置为0.3%~5%。
5. 溢流雨水口周围铺设卵石等截污装置，过滤树叶、泥草等杂质。
6. 生物滞留设施内植物宜选用耐淹耐旱类灌木及草花类植物。
7. 生物滞留设施应用于湿陷性黄土场地时，底部应进行防渗处理。

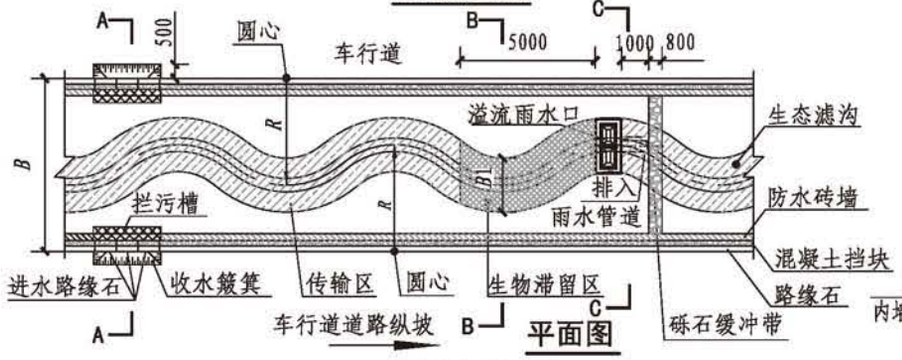
2-3 生物滞留设施								图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	李曼		设计	翟立晓	页	3-2-03



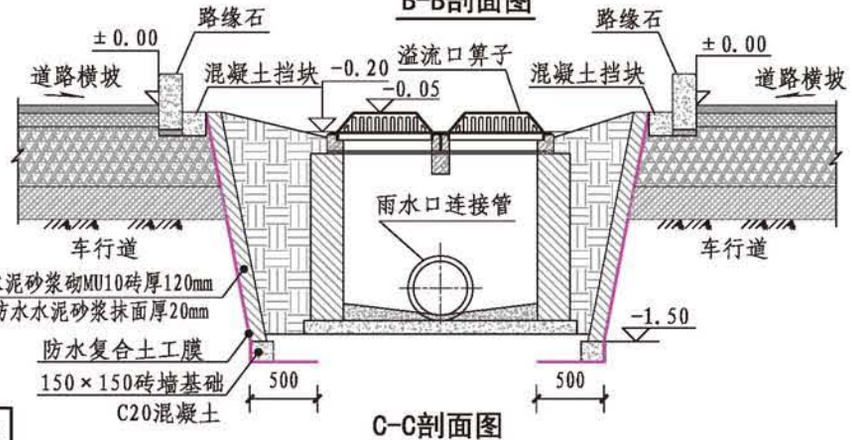
A-A剖面图



B-B剖面图



平面图



C-C剖面图

设计选型表

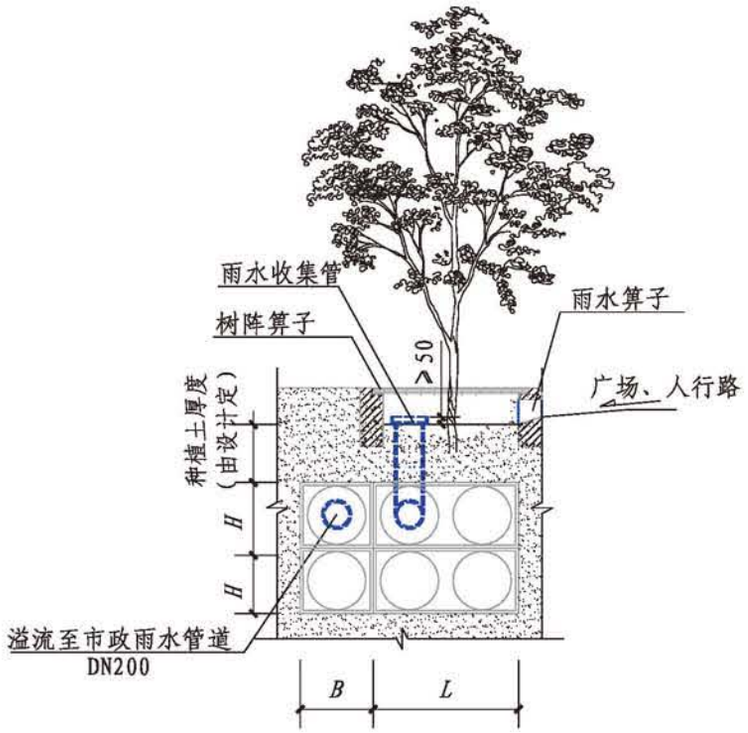
序号	两侧分隔带 B（m）	设计滤沟顶宽 $B1$（m）	设计滤沟底宽 $B2$（m）	滞水区底宽 $B3$（m）	滤沟转弯半径 R（m）	滞水层厚度（m）	每延米滞水容积（m^3/m）
1	3.0	1.0	0.4	0.4	1.75	0.25	0.1750
2	3.5	1.5	0.9	0.5	2.00		0.2500
3	4.0	2.0	1.4	0.5	2.25		0.3125
4	4.5	2.0	1.4	0.5	2.50		0.3125
5	5.0	2.5	1.9	1.0	2.75		0.4375
6	5.5	3.0	2.4	1.5	3.00		0.5625
7	6.0	3.0	2.4	1.5	3.50		0.5625

注：
1. 本图适用于市政道路的中央绿化带及两侧分隔带。
2. 进水路缘石开孔需要经计算确定，正常段路缘石及混凝土挡块由具体工程道路专业设计人员设计。
3. 砖墙在绿化带端头处需进行封闭；与钢筋混凝土挡墙衔接处采用砖补齐，
并抹M10防水水泥砂浆，厚20mm。
4. 本图生物滞留区为渗透型，如设置为非渗透型，可取消300mm厚填料层。
5. 溢流雨水口的数量、形状和设置方向根据工程实际情况设计。
6. 拦污槽采用30mm～50mm砾石筐，砾石筐宽度由设计人确定，不宜小于0.5m。

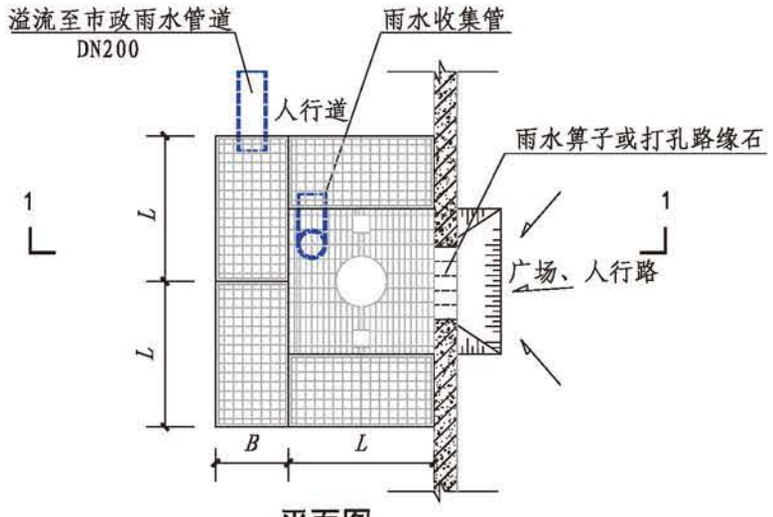
2-4 生物滞留带

图集号	22HM001-1
页	3-2-04

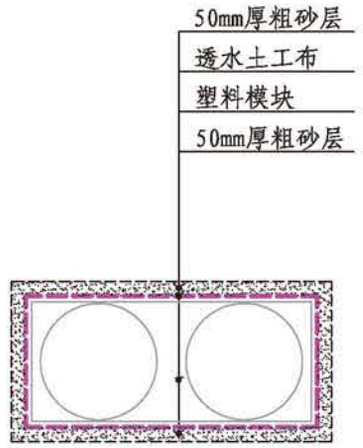
审核	郑克白		校对	李曼		设计	张斌令	



1-1剖面图



平面图

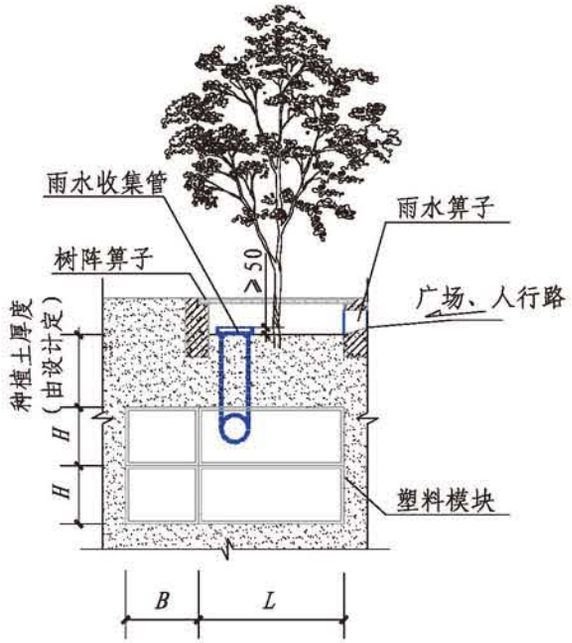


塑料模块大样图

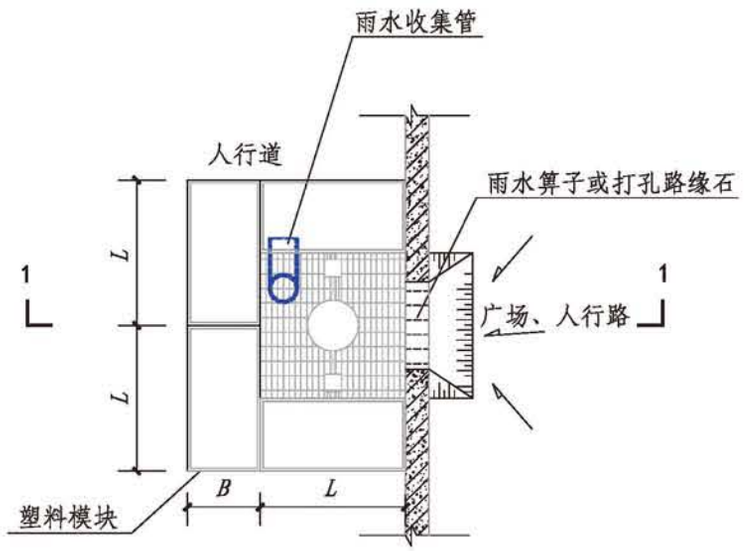
注：

1. 滞蓄树池适用于广场、人行道等地面较清洁的地方，兼有雨水口、沉泥和调蓄的功能。
2. 路缘石侧壁开孔间距根据行道树间距及道路宽度确定，不宜大于20m。
3. 滞蓄树池内种植土应有较快渗透速度，根据种植土土质配比不同比例的中砂，建议中砂不少于40%。
4. 雨水收集管管径需根据设计条件确定。
5. 种植土与行道树种类由绿化专业统一考虑。
6. 模块水池不应对树木的正常生长造成影响。
7. 塑料模块及其配件应符合现行行业标准《模块化雨水储水设施》CJ/T 542的有关规定；模块施工及验收应符合现行行业标准《模块化雨水储水设施技术标准》CJJ/T 311的有关规定。

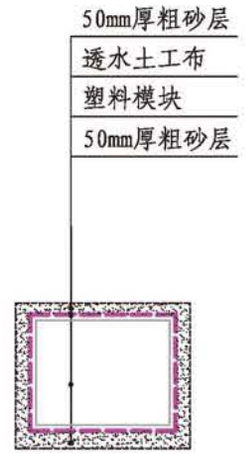
2-5 生态树池（一）									图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	李曼		设计	翟立晓		页	3-2-05



1-1剖面图



平面图

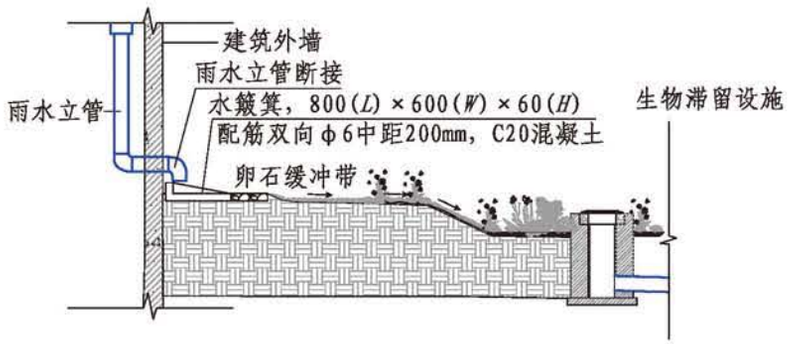


塑料模块大样图

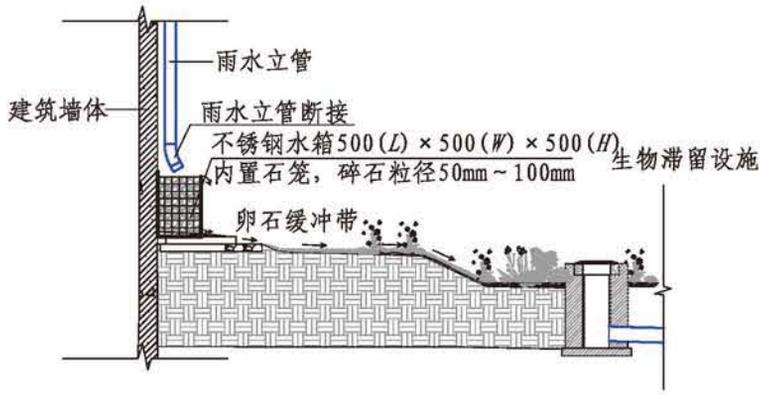
注：

1. 滞蓄树池适用于广场、人行道等地面较清洁的地方，兼有沉泥和调蓄的功能，不能兼作雨水口。
2. 路缘石侧壁开孔间距根据行道树间距确定。
3. 滞蓄树池内种植土应有较快渗透速度，根据种植土土质配比不同比例的中砂，建议中砂不少于40%。
4. 雨水收集管管径需根据设计条件确定。
5. 种植土与行道树种类由绿化专业统一考虑。
6. 模块水池不应对树木的正常生长造成影响。
7. 塑料模块及其配件应符合现行行业标准《模块化雨水储水设施》CJ/T 542的有关规定；模块施工及验收应符合现行行业标准《模块化雨水储水设施技术标准》CJJ/T 311的有关规定。

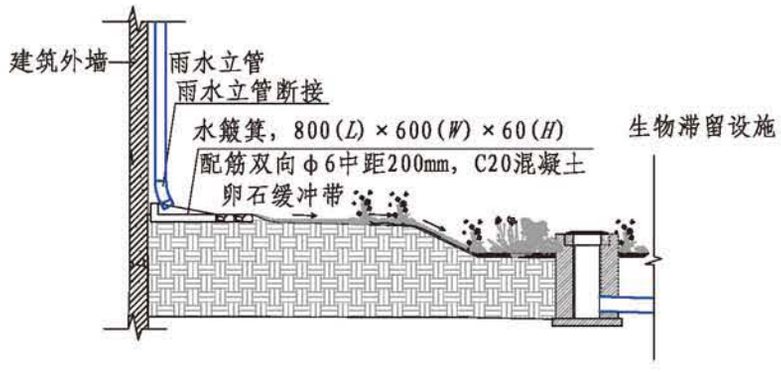
2-6 生态树池（二）									图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	李曼		设计	翟立晓		页	3-2-06



屋面雨水立管断接做法一



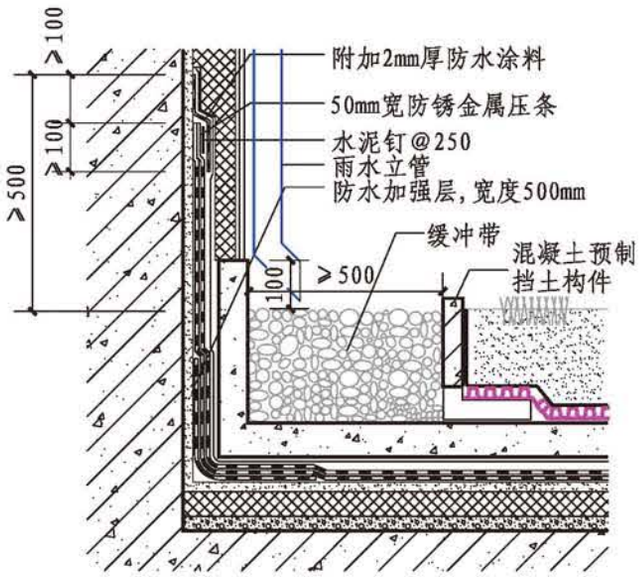
屋面雨水立管断接做法三



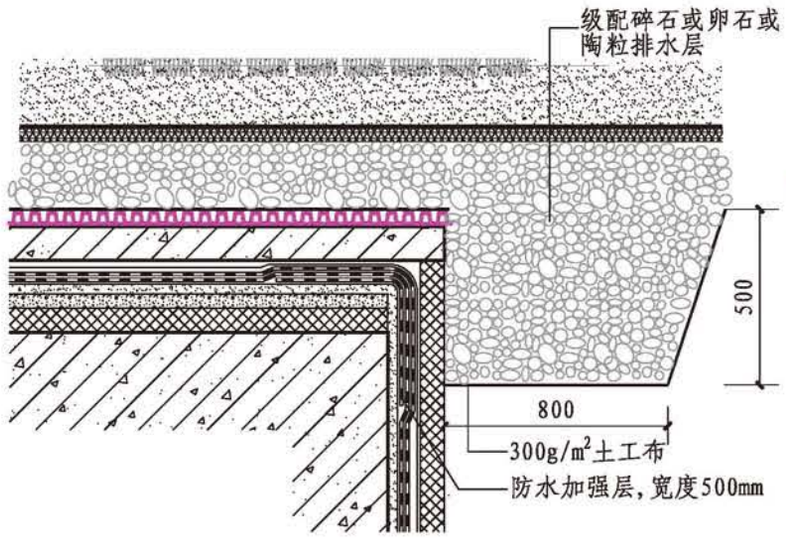
屋面雨水立管断接做法二

注：
1. 本图适用于雨落管断接做法。
2. 水簸箕的混凝土标号为C20，钢筋φ-HPB300。
3. 图中做法不适用于高层雨水立管、虹吸雨落管断接。

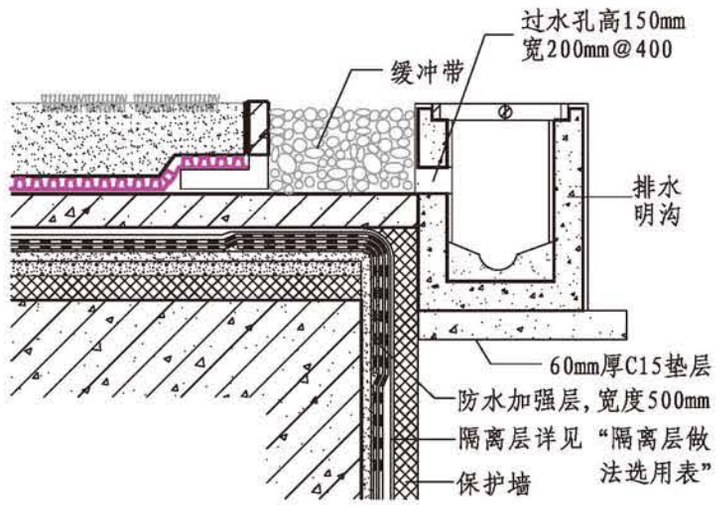
3-1 屋面雨水立管断接									图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	李曼		设计	翟立晓		页	3-3-01



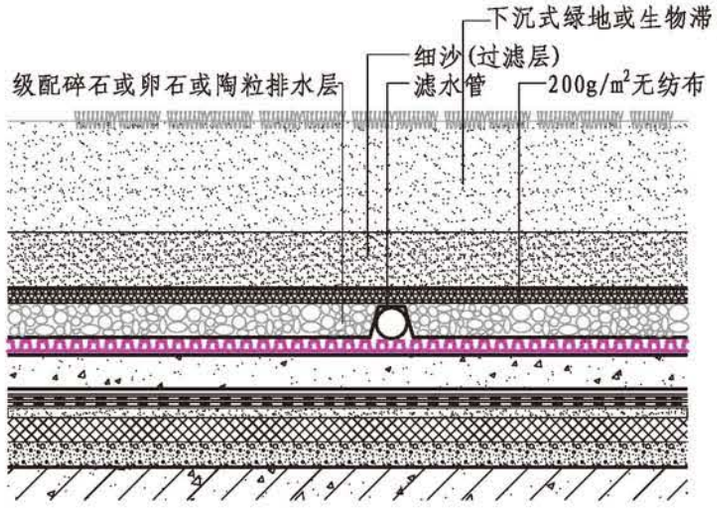
① 立墙泛水



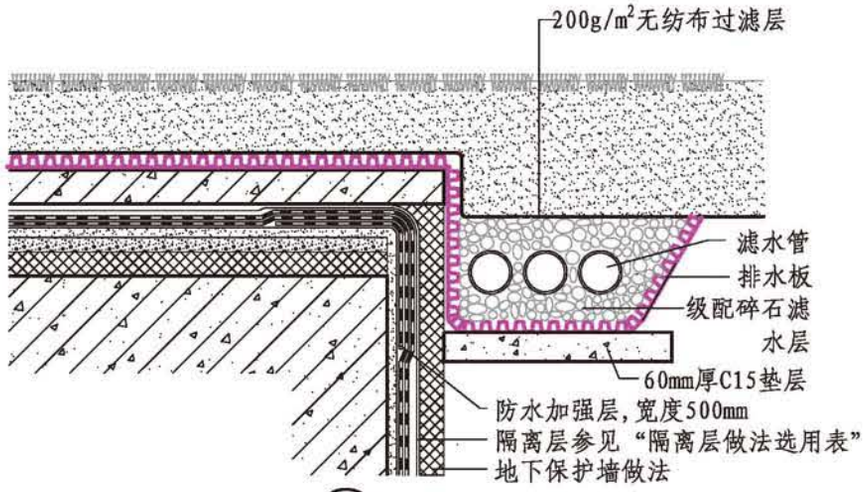
② 散渗排水



③ 转角明沟排水



④ 渗水管排水



⑤ 转角盲管排水

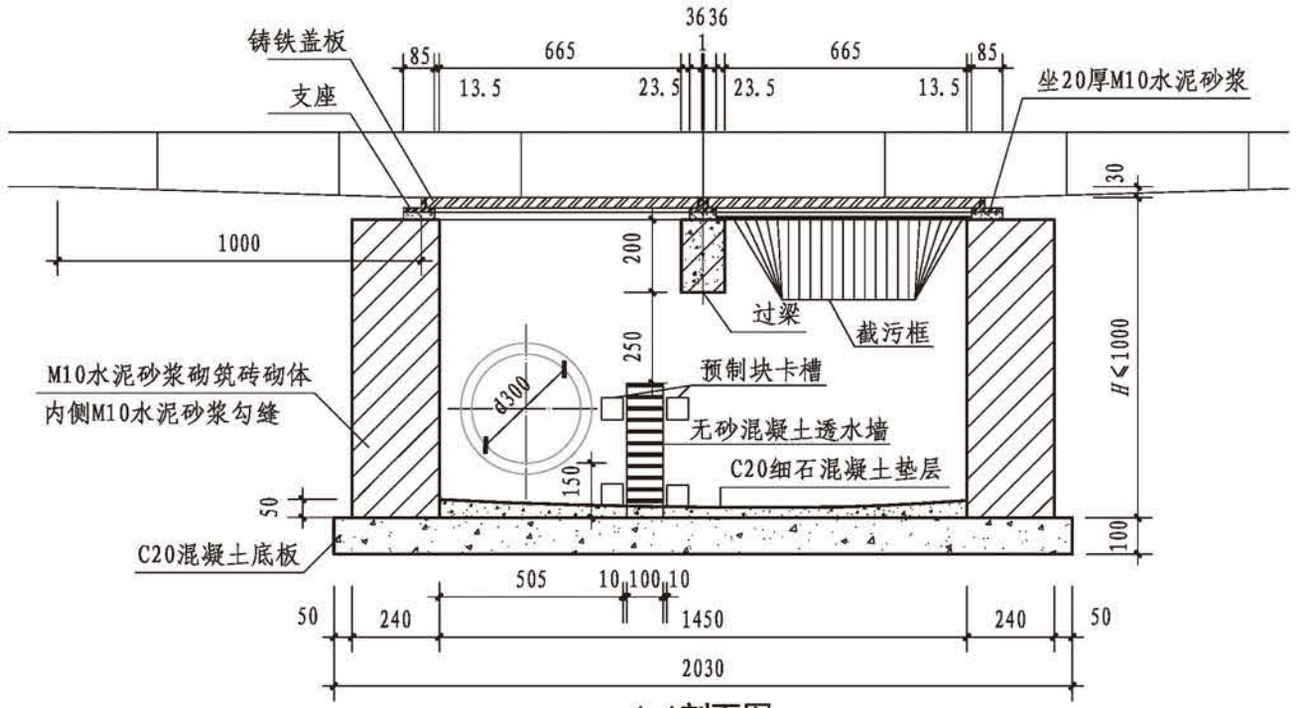
注：1. 当地下室顶板面积较大、放坡困难时，应分区设置排水沟、盲沟、渗排水管等雨水收集排放系统。
2. 当地下建筑顶板坡度不足时，应设置渗排水管等渗排水措施。
3. 本图未尽事宜详见14J206《种植屋面建筑构造》。

隔离层做法选用表

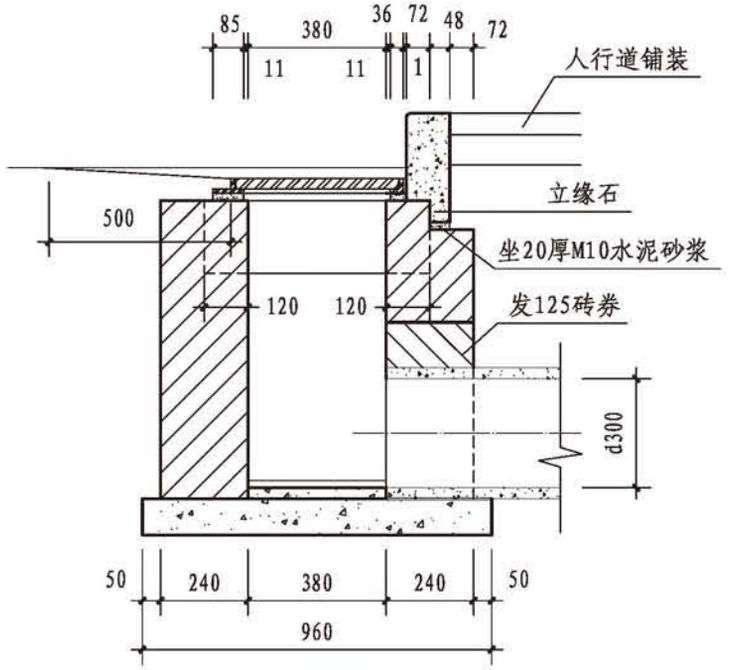
编号	材料做法	适用范围
G1	0.4mm厚聚乙烯膜	水泥砂浆保护层
G2	3mm厚发泡聚乙烯膜	
G3	200g/m²聚酯无纺布	
G4	石油沥青卷材一层	
G5	10mm厚黏土砂浆，石灰膏:砂:黏土=1:2.4:3.6	细石混凝土保护层
G6	10mm厚石灰砂浆，石灰膏:砂=1:4	
G7	5mm厚掺有纤维的石灰砂浆	

注：本表摘自图集14J206《种植屋面建筑构造》总说明表7。

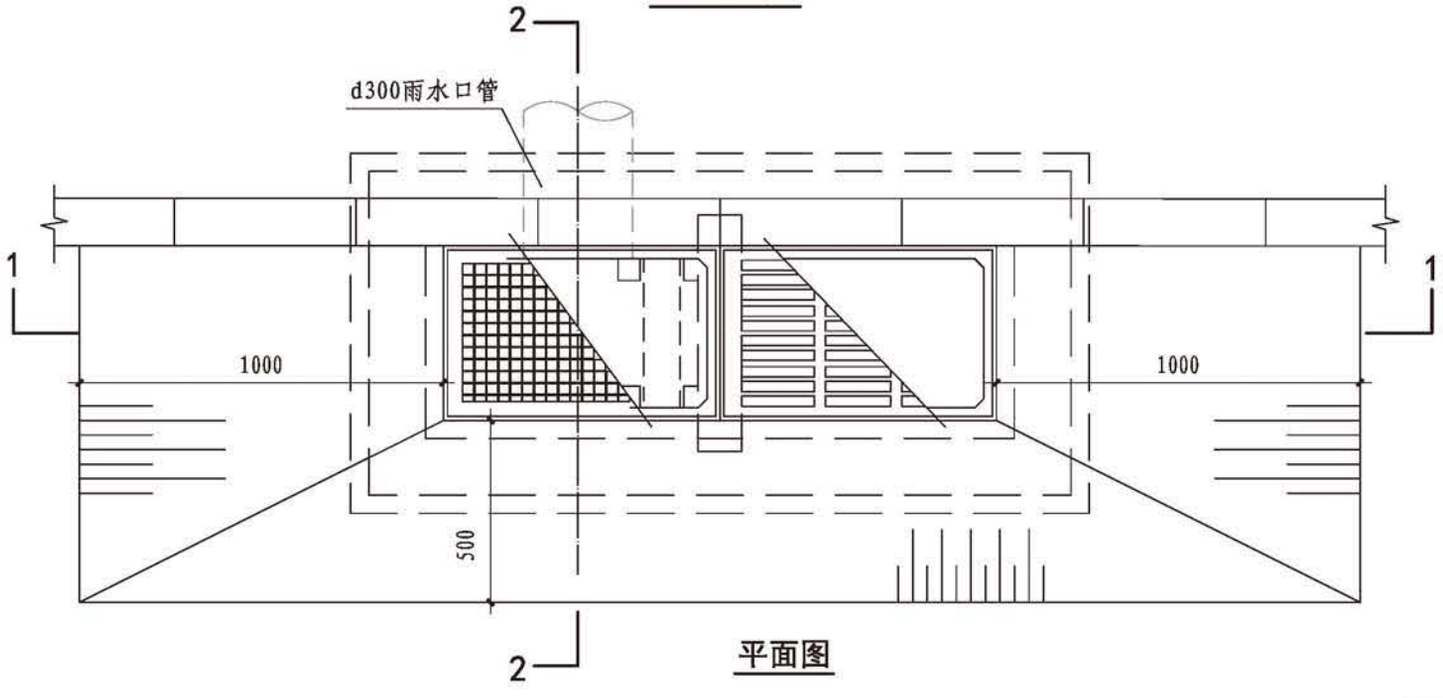
4-1 地下室顶板排水做法									图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	李曼		设计	翟立晓		页	3-4-01



1-1剖面图



2-2剖面图

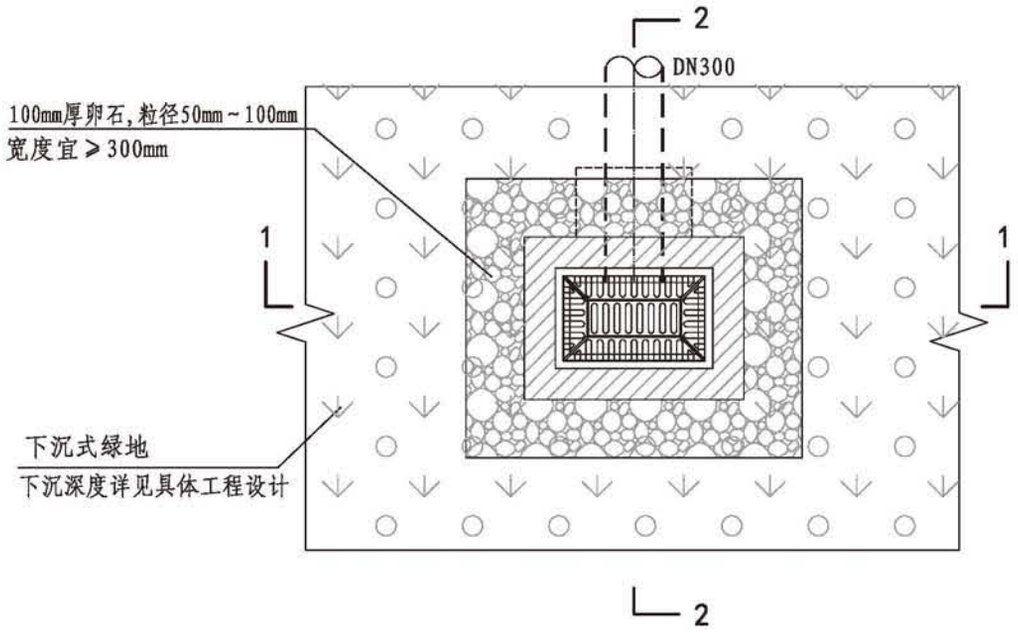


平面图

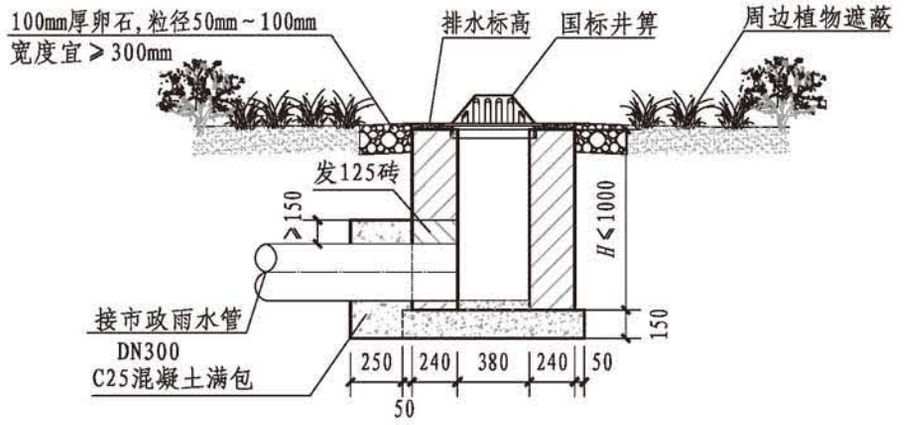
注:

1. 雨水口圈表面高程应比该道路路面低30mm,并与附近路面顺接。
2. 位置、尺寸应符合设计条件，平面尺寸误差不超过10mm，高程误差不超过10mm。
3. 砌体材料:采用强度等级为MU15的烧结普通砖或强度等级为MU20的混凝土普通砖。砖体材料应满足国家和当地环保要求。采用M10水泥砂浆砌筑。
4. 雨水口管在雨水口侧墙外300mm范围采用满包C25混凝土加固,满包以外范围做法由工程设计确定。
5. 图中的过梁、井壁、雨水箅子等未尽事宜详见16S518《雨水口》。
6. 盖板用于检修和维护排水管道,盖板材质可根据项目需要进行设计和选用。

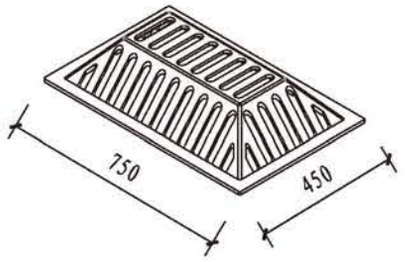
5-1 截污雨水口									图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	李曼		设计	翟立晓		页	3-5-01



平面图



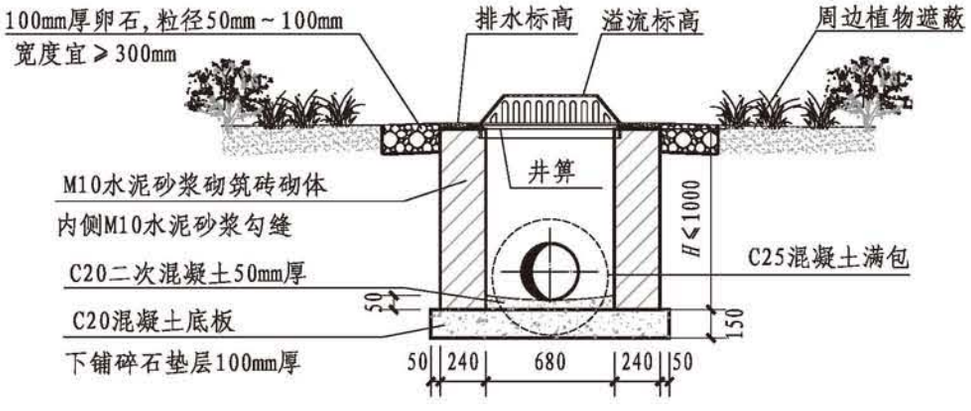
2-2



工程量表

H (m)	工程量（m^3）			箅子（个）	支座（个）
	底板C25混凝土	垫层C25细石混凝土	砖砌体		
0.7	0.121	0.013	0.46	1	1
1.0	0.121	0.013	0.68	1	1

井箅立面图

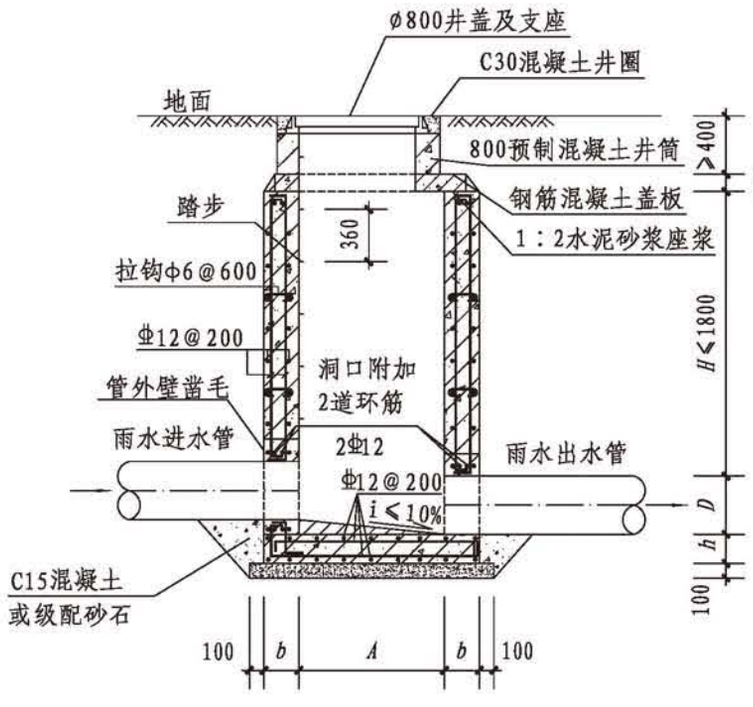


1-1

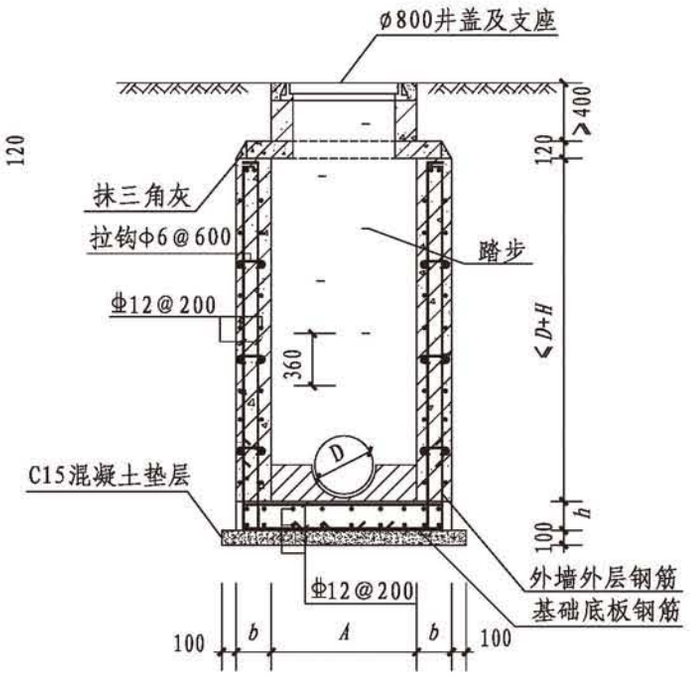
注：

1. 本图尺寸除注明外，其余均以毫米（mm）为单位。
2. 适用条件：下沉式绿地、生物滞留设施内溢流雨水口。
3. 雨水口箅面标高应由设计确定，周边土回填至排水标高下150mm，再铺卵石或碎石至排水面。
4. 砖砌体采用强度等级为MU15的烧结普通砖或强度等级为MU20的混凝土普通砖。砖体材料应满足国家和当地环保要求。
5. 雨水口管在雨水口侧墙外300mm范围采用满包加固，满包以外范围做法由工程设计确定。
6. 井箅采用球墨铸铁QT500-7，箅子及支座做法详见16S518《雨水口》。

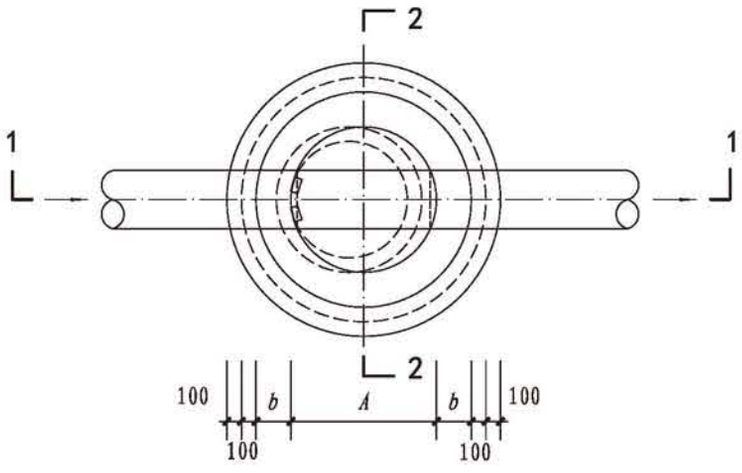
5-2 溢流雨水口									图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	李曼		设计	翟立晓		页	3-5-02



1-1 剖面图



2-2 剖面图



计量井平面图

井室尺寸及配筋表（mm）

管径	各部分尺寸			钢筋	管口
D	A	b	h	d0	环筋
200～600	1000	200	220	Φ12	2Φ12
600～800	1250	200	220	Φ12	2Φ12
800～1000	1500	200	220	Φ12	2Φ12

注：1. 适用于预留雨水控制与利用系统的雨水流量监控设施的检查井，主要用于监测末端雨水排水流量，设置在市政接口（或排入河道前）的检查井内。
2. 监测计量设备宜安装于直线井内，不宜有其他支线汇入。
3. 流量监测设备可选用多普勒超声波流量计或其他监测设备，且监测设备应能满足监测满管及非满管流的情况。
4. 井墙及底板混凝土为C30、S6；钢筋 Φ-HPB300、Φ-HRB400；钢筋锚固长度:Φ-30d、Φ-35d。钢筋连接接头宜采用机械接头或焊接接头，若采用绑扎钢筋接头，其搭接长度：Φ-42d、Φ-49d（d为钢筋直径，钢筋接头率均应不大于50%），混凝土净保护层厚度40mm。
5. 坐浆、抹三角灰均用M10防水水泥砂浆。
6. 流槽用C15混凝土浇筑或用M10水泥砂浆砌MU10流槽专用砖，M10防水水泥砂浆抹面，厚20mm。
7. 接入管道超挖部分用混凝土或级配砂石填实。
8. 管道与墙体、底板间隙应混凝土浇筑或砂浆填实、挤压严密。
9. 井室高度自井底至盖板底净高一般为D+1800，埋深不足时酌情减少。
10. 井筒及井盖、盖板等做法详见20S515《钢筋混凝土及砖砌排水检查井》，本图未尽事宜详见20S515《钢筋混凝土及砖砌排水检查井》。

5-3 流量监测井									图集号	22HM001-1
审核	郑克白		校对	贺阳		设计	翟立晓		页	3-5-03

第四部分 设计资料

序号	城市	地域	年径流总量控制率分区	规划设计标准、基本设计参数							备注
1	白城	东北	Ⅱ区	年径流总量控制率	新建	85%					1.《白城市海绵城市建设规划设计导则（试行）》2016年6月 2.通过年径流总量控制实现径流控制达标的，不再做径流峰值削减要求 3.年径流总量控制率指标适用于占地面积超过10000m²的新建、改扩建项目
					改扩建	70%					
				径流污染削减率		2020年削减率达到40%以上；到2030年达到45%以上					
				径流峰值控制	新建	2年一遇24h设计暴雨，径流峰值不高于开发前（开发前下垫面以农田计）					
					改扩建	2年一遇24h设计暴雨，径流峰值不高于改造前0.33年一遇24h设计暴雨的径流峰值					
				排水防涝标准		排水管渠达到2年一遇；作为大型调蓄设施、径流行泄通道等排涝除险设施的城市公园绿地、道路、水系等，应满足20年一遇内涝防治设计重现期标准					
				防洪标准		50年一遇					
				暴雨强度公式		短历时暴雨强度公式（P=0.25年～100年，$t \leqslant 180$min）：$q=\frac{3193.708\times(1+1.0071\lg P)}{(t+18.152)^{0.885}}$ 长历时暴雨强度公式（P=0.25年～100年，180min$<t\leqslant$1440min）：$q=\frac{2986.895\times(1+1.0861\lg P)}{(t+18.080)^{0.881}}$					
				不同年径流总量控制率对应设计降雨量（mm）		60%	70%	75%	80%	85%	
						10.7	14.8	17.4	20.6	24.6	
2	大连庄河	东北	Ⅳ区	年径流总量控制率		庄河市中心城区年径流总量控制率达到75%。对应的设计降雨量为29mm					《大连庄河市海绵城市建设规划设计导则》（2017年2月）
						在老城区改造及改建项目，因地制宜地进行指标选取，但需做到汇水片区达标					
						在新建区域，严格按照海绵城市相关规划控制指标执行					
				径流污染削减率		≥50%					
				排水防涝标准	新建区	一般地区：3年一遇；中心城区：3年一遇；中心城区的重要地区：5年一遇					
						排涝泵站设计重现期：20年一遇					
					建成区	排水管渠设计重现期：3年一遇					
						排涝泵站设计重现期：不低于20年一遇					
				内涝防治标准	新建区	20年一遇					
					建成区	改造区域不能出现地面积水；具体条件地区因地制宜建设行泄通道					
				暴雨强度公式		$q=\frac{1152.455\times(1+0.6201\lg P)}{(t+8.082)^{0.592}}$					
				不同年径流总量控制率对应设计降雨量（mm）		60%	70%	75%	80%	85%	
						17	24.2	29	34.9	43	

序号	城市	地域	年径流总量控制率分区	规划设计标准、基本设计参数						备注
3	迁安	华北	Ⅲ区	年径流总量控制率	≥76%（对应降雨厚度29.6mm）					《迁安市海绵城市（低影响开发）建设规划设计导则》
				径流污染削减率	≥50%					
				径流峰值控制	一般地段雨水管渠：2年设计重现期；重点地段雨水管渠：3年设计重现期 立交泵站、中心城区地下通道和下沉广场：10年设计重现期 新建区：综合径流系数控制为在0.4～0.5;老旧城区：综合径流系数控制在0.55～0.65					
				雨水资源化利用率	≥10%					
				水环境控制目标	滦河Ⅲ类水质；三里河Ⅳ类水质					
				防洪排涝标准	三里河的排涝标准：20年一遇;城市规划区涝防治：20年一遇；滦河生态防洪工程东侧大堤：50年一遇					
				暴雨强度公式	$q=\frac{2837\times(1+0.6411\lg P)}{(t+11)^{0.786}}$					
				不同年径流总量控制率对应设计降雨量（mm）	60%	70%	75%	80%	85%	
					17.1	23.8	28.5	34.6	42.6	
4	北京	华北	Ⅱ、Ⅲ区	年径流总量控制率	新建建筑与小区≥85%；既有建筑与小区≥70%					《雨水控制与利用工程设计规范》DB11/685-2013
				暴雨强度公式	第Ⅰ区设计暴雨强度应按公式： $q=\frac{3064\times(1+0.741\lg P)}{(t+11.35)^{0.912}}$ 适用范围为：$t\leqslant 180$min，P=0.25年～100年。 $q=\frac{2001\times(1+0.8111\lg P)}{(t+8)^{0.711}}$ 适用范围为：$t\leqslant 120$min，$P\leqslant 10$年。 第Ⅱ区设计暴雨强度根据降雨历时和重现期的不同应分别按下列公式计算： $q=\frac{1378\times(1+1.0471\lg P)}{(t+8)^{0.642}}$ 适用范围为：$t\leqslant 120$min，$P>10$年。 $q=\frac{2313\times(1+1.0911\lg P)}{(t+10)^{0.759}}$ 适用范围为：$360\text{min}\geqslant t>120$min，$P\leqslant 10$年。 $q=\frac{1913\times(1+1.3211\lg P)}{(t+10)^{0.744}}$ 适用范围为：$360\text{min}\geqslant t>120$min，$P>10$年。 北京市分为2个暴雨分区。以镇级行政区作为划分基础单元。房山区的史家营乡、大安山乡、佛子庄乡，门头沟区的清水镇、斋堂镇、雁翅镇、妙峰山镇、大台街道、王平镇、潭柘寺镇，昌平区的流村镇、阳坊镇、马池口镇、南口镇，海淀区的上庄镇，延庆县的八达岭镇、康庄镇、大榆树镇、井庄镇、延庆镇、沈家营镇、张山营镇、旧县镇、永宁镇、香营乡、刘斌堡乡、四海镇、大庄科乡、千家店镇、珍珠泉乡，怀柔区的宝山镇、九渡河镇、汤河口镇、长哨营满族乡、喇叭沟门满族乡等乡镇划为第Ⅰ区；其余地区划为第Ⅱ区					
				不同年径流总量控制率对应设计降雨量（mm）	60%	70%	75%	80%	85%	
					13.7	19.0	22.5	26.7	32.5	

序号	城市	地域	年径流总量控制率分区	规划设计标准、基本设计参数						备注
5	天津	华北	IV区	年径流总量控制率	新建	居住用地(R1, R2, R3)≥75%; 公共管理与公共服务设施用地(A1, A5, A6≥75%; A2, A3, A4≥80%); 商业服务业设施用地(B1, B2, B3, B4)≥75%; 工业用地(M1, M2)≥80%; 物流仓储用地(W1, W2)≥90%; 绿地与广场用地(G1, G2≥85%; G3≥80%)					1.《天津市海绵城市建设技术导则》(2016年6月1日) 2.年径流总量控制率指标适用于大于或等于3hm²的地块，局部改建项目应根据项目改建情况确定适宜的年径流总量控制率
					整体改建	居住用地(R1, R2, R3)≥70%; 公共管理与公共服务设施用地(A1, A5, A6≥55%; A2, A3, A4≥60%); 商业服务业设施用地(B1, B2, B3, B4)≥55%; 工业用地(M1, M2)≥70%; 物流仓储用地(W1, W2)≥70%; 绿地与广场用地(G1, G2≥85%; G3≥70%)					
				径流污染削减率		≥40%				
				径流峰值控制		当地区整体改建时，对于相同的设计重现期，改建后的雨水峰值流量不得超过原有峰值流量; 对于设计重现期提高的区域，改建后排入市政管网的雨水峰值流量不应超过市政管网接纳能力				
				暴雨强度公式		第Ⅰ区设计暴雨强度应按公式: $q=\frac{2141\times(1+0.7562\lg P)}{(t+9.6093)^{0.6893}}$ 适用范围为: 5min≤t≤180min, P=2年~100年 第II区设计暴雨强度应按公式: $q=\frac{2828\times(1+0.7672\lg P)}{(t+13.4757)^{0.7386}}$ 适用范围为: 5min≤t≤180min, P=2年~100年 第III区设计暴雨强度应按公式: $q=\frac{3034\times(1+0.7589\lg P)}{(t+13.2148)^{0.7849}}$ 适用范围为: 5min≤t≤180min, P=2年~100年 第IV区设计暴雨强度应按公式: $q=\frac{2583\times(1+0.7780\lg P)}{(t+13.5721)^{0.7677}}$ 适用范围为: 5min≤t≤180min, P=2年~100年 I区适用于和平区、南开区、河西区、河东区、河北区、红桥区、北辰区、东丽区、津南区和西青区; II区适用于滨海新区; III区适用于静海区、宁河区、武清区、宝坻区和蓟县的平原区; IV区适用于蓟县北部山区(20m等高线以上)				
				不同年径流总量控制率对应设计降雨量(mm)		60%	70%	75%	80%	85%
						14.9	20.9	25	30.4	37.8
6	济南	华北	IV区	年径流总量控制率		≥75%				1.《济南市海绵城市建设试点区系统性实施方案》 2.《海绵城市设计规程》DB37/T 5060-2016 J13469-2016
				径流污染削减率		≥60%				
				生态岸线修复长度		≥10km				
				地表水环境质量		≥IV类, 80%				
				雨水资源利用率		12%				
				内涝防治标准		50年一遇				
				防洪标准		济河、砧子山河防洪标准为100年一遇; 石青崖河、扳倒井河、十六里河、历阳河、玉绣河、四里山沟、千佛山沟防防洪标准至少 50年一遇				
				暴雨强度公式		$q=\frac{1421.481\times(1+0.9321\lg P)}{(t+7.347)^{0.617}}$				
				不同年径流总量控制率对应设计降雨量(mm)		60%	70%	75%	80%	85%
						16.7	23.2	27.7	33.5	41.4

序号	城市	地域	年径流总量控制率分区	规划设计标准、基本设计参数								备注
7	青岛	华北	Ⅳ区	总体目标	到2020年城市建成区25%以上的面积达到海绵城市建设要求； 到2030年城市建成区80%以上的面积达海绵城市建设要求							《青岛市海绵城市建设规划设计导则》（2019年12月）
				径流污染削减率	2020年≥60%；　2030年≥65%							
				生态岸线恢复率	2020年≥80%；　2030年≥90%							
				多年平均径流总量控制率(%)	标准	建筑与小区				城市道路	绿地与广场	
						R	A/U	B	M/W	S	G1/G2	G3
					新建项目	75～85	80～85	60～70	70～80	60～75	80～90	75～85
					改扩建项目（2000年前建成）	60～70	60～70	50～60	55～65	40～50	75～80	75～80
					改扩建项目（2000年后建成）	70～80	70～80	55～65	65～75	50～60	75～90	75～85
				内涝防治标准	50年一遇							
				城市防洪标准	到2020年防洪堤达标率达到95%，到2030年防洪堤达标率达到100%							
				雨水资源利用率	2020年≥6%，2030年≥8%							
				暴雨强度公式	$q=\frac{1909.009\times(1+0.9971\lg P)}{(t+10.740)^{0.738}}$							
				不同年径流总量控制率	60%	65%	70%	75%	80%	85%		
				对应设计降雨量（mm）	16.2	19.3	22.9	27.4	33.6	42.2		
8	庆阳	西北	Ⅰ区	年径流总量控制率	90%							《庆阳市海绵城市建设技术指南》DBJ 25-91-2020
				径流污染削减率	60%							
				径流峰值控制	基本实现现状峰值流量减少							
				生态岸线恢复率	100%							
				雨水资源化利用率	30%							
				管渠排水标准	一般地区按2年一遇；重要地区按5年一遇；特别重要地区按10年一遇							
				内涝防治标准	城区排水防涝标准为30年一遇设计暴雨不成灾							
				防洪标准	100年一遇							
				暴雨强度公式	$q=\frac{1035.6\times(1+1.0611\lg P)}{(t+7.881)^{0.7329}}$							
				不同年径流总量控制率	60%	70%	75%	80%	85%	90%		
				对应设计降雨量（mm）	9	12.3	14.6	17.5	21.5	27.5		

序号	城市	地域	年径流总量控制率分区	规划设计标准、基本设计参数								备注
9	西宁	西北	Ⅰ区	年径流总量控制率	≥85%							《西宁市海绵城市建设设计导则（试行）》DBJT26-53
				径流污染削减率	≥65%							
				管渠排水标准	2年一遇							
				内涝防治标准	30年一遇							
				暴雨强度公式	$q=\frac{461.9\times(1+0.9931\lg P)}{(t+3)^{0.686}}$							
				不同年径流总量控制率	50%	60%	70%	75%	80%	85%	90%	
				对应设计降雨量（mm）	4.6	6.1	8.0	9.2	10.7	12.7	15.6	
10	固原	西北	Ⅰ区	年径流总量控制率	≥85%							《固原市海绵城市设计导则（试行）》（2018年12月）
				径流污染削减率	≥40%；水源地≥60%							
				管渠排水标准	中心城区：2年一遇；中心城区重要地区：5年一遇；中心城区地下通道和下沉广场等：20年一遇							
				内涝防治标准	30年一遇							
				雨水资源利用率	新建≥12%；改扩建≥8%							
				暴雨强度公式	$q=\frac{689\times(1+1.251\lg P)}{(t+6)^{0.729}}$							
				不同年径流总量控制率	60%	70%	75%	80%	85%			
				对应设计降雨量（mm）	7.4	10.1	11.9	14.3	17.5			
11	西咸新区	西北	Ⅱ区	年径流总量控制率	80%～85%（建议取85%）							《西咸新区海绵城市建设低影响开发技术指南》（2018年10月）
				径流污染削减率	≥60%							
				管渠排水标准	一般地区：2年一遇；中心城区：3年一遇；中心城区重要地区：5年一遇；中心城区地下通道和下沉广场：20年一遇							
				内涝防治标准	50年一遇							
				防洪标准	渭河、沣河：100年一遇；新河：50年一遇							
				雨水资源利用率	10%～15%							
				水环境质量	沣河沣峪口至沣河口段执行地表水环境Ⅲ类标准，其余水体水质标准执行地表水环境Ⅳ～Ⅴ类标准							
				暴雨强度公式	$q=\frac{6789.002\times(1+2.297\lg P)}{(t+30.251)^{0.1.141}}$							
				不同年径流总量控制率	60%	70%	75%	80%	85%			
				对应设计降雨量（mm）	8.6	11.5	13.5	15.9	19.2			

序号	城市	地域	年径流总量控制率分区	规划设计标准、基本设计参数						备注
12	玉溪	西南	Ⅱ区	年径流总量控制率	2030年，试点区年径流总量控制率目标为82%					《玉溪市海绵城市建设规划设计技术导则》（修订稿）（2019年11月）
				径流污染削减率	2030年≥45%					
				水质标准	河道2030年水质目标为Ⅳ 类标准					
				管渠排水标准	3年～5年一遇					
				内涝防治标准	30年一遇					
				防洪标准	玉溪大河、东风大沟、玉带河、中心沟城区段按50年一遇；白龙河、红旗河、新西河、张东河、密罗河、八里沟等城区段按20年一遇；其他乡、街道主要河道按20年一遇；其他河道按10年一遇					
				暴雨强度公式	$q=\frac{167A_1\times(1+C\lg P)}{(t+b)^n}$　$t\leqslant 120\text{min}$，$A_1=1282.15$，$b=20.93$，$C=1.54$，$n=0.97$； t在120min至1440min之间，$A_1=1027.03$，$b=37.99$，$C=1.43$，$n=0.90$					
				不同年径流总量控制率	60%	70%	75%	80%	85%	
				对应设计降雨量（mm）	10.5	14.3	16.8	20.0	23.7	
13	重庆	西南	Ⅲ区	年径流总量控制率	居住用地≥70%（绿地率＜30%），≥75%（30%≤绿地率＜35%），≥80%（35≤绿地率）；公共管理与公共服务设施用地≥70%（绿地率＜30%），≥75%（30%≤绿地率＜35%），≥80%（35≤绿地率）；商业服务业设施用地≥65%（绿地率≤15%），≥70%（绿地率＞15%）；工业工地≥65%；物流仓储用地≥65%；交通设施用地≥70%；绿地与广场用地≥80%；公共设施用地≥70%；道路≥65%（路侧带宽度比＜30%），≥70%（30%≤路侧带宽度比＜40%），≥75%（40≤路侧带宽度比）					1.《低影响开发雨水系统设计标准》DBJ50/T-292-2018 2.《山地城市室外排水管渠设计标准》DBJ50/T-296-2018 3.《重庆市海绵城市规划与设计导则（试行）》（2016年12月）
				径流污染削减率	新建项目≥50%；改扩建项目≥30%					
				管渠设计标准	一般地区：3年～5年一遇；重要地区及汇水面积大于50hm²及以上地区：10年一遇；特别重要地区或内涝发生能引起较严重后果的地区：＞10年一遇；主城区地下通道和下沉广场等的雨水管渠：30年～50年一遇；其他地区：20年～30年一遇；重要影响地段：30年～50年一遇；立体交叉道路：≥10年一遇；重要的立体交叉道路：20年一遇；中心城区重要地区的立体交叉道路：20年～30年一遇					
				内涝防治标准	主城区：50年 ～ 100年一遇；其他地区：20年 ～50年一遇					
				建筑与小区	透水铺装率：新建≥40%，改扩建≥20%；下凹绿地率：新建≥20%；绿化屋面：新建≥30%					
				暴雨强度公式	沙坪坝区：$q=\frac{1132\times(1+0.9581\lg P)}{(t+5.408)^{0.595}}$ 渝北区：$q=\frac{1111\times(1+0.9451\lg P)}{(t+9.713)^{0.561}}$ 巴南区：$q=\frac{1898\times(1+0.8671\lg P)}{(t+9.480)^{0.709}}$ 沙坪坝区适用范围：长江和嘉陵江之间的地区，包括沙坪坝、渝中、九龙坡、大渡口区和部分北碚区（嘉陵江以南区域）；渝北区适用范围：长江和嘉陵江以北的地区，包括渝北、江北区和大部分北碚区（嘉陵江以北区域）；巴南区适用范围：长江以南地区，包括巴南和南岸区；主城区外各区暴雨强度公式详见《山地城市室外排水灌渠设计标准》DBJ50/T-296					
				不同年径流总量控制率	60%	70%	75%	80%	85%	
				对应设计降雨量（mm）	12.7	18.1	21.9	26.8	33.4	

序号	城市	地域	年径流总量控制率分区	规划设计标准、基本设计参数						备注
14	遂宁	西南	Ⅲ区	年径流总量控制率	总体≥70%；公园绿地、防洪绿地、广场、停车场≥85%；其他类型用地＜85%					1.《遂宁市海绵城市规划设计导则（试行）》（2016年5月） 2.《遂宁市海绵城市建设设计导则（修订）》（2018年6月）
				径流污染削减率	≥45%					
				排水管渠设计标准	中心城区：2年～5年一遇；重要地区：5年～10年一遇					
				内涝防治标准	30年一遇					
				防洪标准	2030年中心城区：100年一遇；其余河流：30年一遇					
				雨水资源利用率	≥1%					
				暴雨强度公式	$q=\frac{1802.687\times(1+0.7631\lg P)}{(t+17.331)^{0.658}}$					
				不同年径流总量控制率	60%	70%	75%	80%	85%	
				对应设计降雨量（mm）	14.2	20.9	25.7	32.1	41.1	
15	贵安新区	西南	Ⅲ区	年径流总量控制率	中心区：75%；示范区：80%；马场科技新城：75%；花溪大学城：75%					《贵安新区直管区海绵城市规划设计导则（试行）》（2018年6月）
				径流污染削减率	中心区：45%；马场科技新城：40%～60%；花溪大学城：80%					
				生态岸线比例	中心区：85%；花溪大学城：75%					
				水环境质量	中心区：Ⅲ类；示范区：80%；马场科技新城：建新河、红云溪、腰堤港Ⅲ类，永兴河Ⅳ类；花溪大学城：Ⅳ类					
				雨水资源利用率	中心区＞8%；马场科技新城＞4%；花溪大学城＞3%					
				内涝防治标准	中心区：50年一遇；马场科技新城：50年一遇；花溪大学城：50年一遇					
				防洪标准	中心区：车田河干流为100年一遇标准；其余支流采用50年一遇的设计标准，并按照100年一遇标准进行校核。马场科技新城：主干河道达到100年一遇；穿过镇区、城市支流河道达到50年一遇。花溪大学城：思丫河、翁岗河为100年一遇。					
				暴雨强度公式	短历时暴雨强度公式：$q=\frac{2849.187\times(1+0.71\lg P)}{(t+22.6)^{0.743}}$ 适用范围为：5min≤t≤180min，P=2年～100年 长历时暴雨强度公式：$q=\frac{2794.411\times(1+0.71\lg P)}{(t+22.3)^{0.740}}$ 适用范围为：5min≤t≤1440min，P=2年～100年					
				不同年径流总量控制率	60%	70%	75%	80%	85%	
				对应设计降雨量（mm）	13	19	23	27	34	

序号	城市	地域	年径流总量控制率分区	规划设计标准、基本设计参数						备注
16	武汉	华中	Ⅳ区	年径流总量控制率	试点区范围内指标详见《武汉市海绵城市规划技术导则》图7.2.1（A）和图7.2.1（B）；不在试点区范围内的指标按70%；城市绿地建设工程取85%					1.《武汉市海绵城市建设设计指南》（2019年2月） 2.《武汉市海绵城市规划技术导则》（2019年2月）
				径流污染削减率	试点区范围内指标详见《武汉市海绵城市规划技术导则》图7.3.1。试点区外区域：水质目标为Ⅱ、Ⅲ类的湖泊汇水区，其面源污染削减率70%；水质目标为Ⅳ类的湖泊汇水区，其面源污染削减率60%；其他湖泊及江河、港渠汇水区，其面源污染削减率50%					
				峰值径流控制目标	居住用地≤0.6；公共管理与公共服务设施用地≤0.6；商业服务设施用地≤0.65；工业工地≤0.65；物流仓储用地≤0.65；交通设施用地≤0.65；绿地≤0.2；其他用地≤0.2					
				管渠设计标准	非中心城区：2年～3年一遇；中心城区：3年～5年一遇；中心城区重要地区：5年～10年一遇；中心城区地下通道和下沉广场：30年～50年一遇					
				内涝防治目标	50年～100年一遇					
				雨水资源化利用目标	景观补水利用雨水的补水量占水体蒸发量的比例不宜低于60%					
				暴雨强度公式	P=0.5年～10年 $q=\frac{885\times(1+1.581\lg P)}{(t+6.37)^{0.604}}$	P=10年～50年 $q=\frac{577\times(1+0.961\lg P)}{(t+2.26)^{0.432}}$	P=100年 $q=\frac{1057}{(t-0.57)^{0.317}}$			
				不同年径流总量控制率对应设计降雨量（mm）	60%	70%	75%	80%	85%	
					17.6	24.5	29.2	35.2	43.3	
17	常德	华中	Ⅲ区	年径流总量控制率	78%					《常德市海绵城市建设技术导则（试行）》修订版，(2015年6月)
				径流污染削减率	≥50%					
				管渠设计标准	示范区雨水管渠排放标准应达到2年一遇重现期，重要地区和一般地区内的重要道路达到3年～5年一遇重现期					
				内涝防治目标	30年一遇					
				防洪标准	100年一遇					
				雨水资源利用率	≥7%					
				暴雨强度公式	$q=\frac{1150.63\times(1+0.9071\lg P)}{(t+4.367)^{0.602}}$					
				不同年径流总量控制率对应设计降雨量（mm）	60%	70%	75%	80%	85%	
					11.7	15.8	19.0	23.0	28.2	
18	鹤壁	华中	Ⅲ区	年径流总量控制率	新建	居住用地、公共管理与公共服务设施用地、商业服务设施用地、公共设施用地≥80%；工业工地、物流仓储用地、交通与交通设施用地≥70%；绿地与广场工地≥80%				《鹤壁市海绵城市建设项目规划设计导则》(2016年3月)
					改扩建	居住用地、公共管理与公共服务设施用地、商业服务设施用地、公共设施用地≥70%；工业工地、物流仓储用地、交通与交通设施用地≥60%；绿地与广场工地≥80%				
				峰值径流控制	雨水管渠设计重现期内的外排雨水峰值流量不大于市政管网的接纳能力					
				管渠设计标准	一般地区取2年～3 年，重要地区取3年～5年，地下通道和下沉式广场等取10年 ～20年					
				暴雨强度公式	$q=\frac{3968\times(1+0.6941\lg P)}{(t+16.7)^{0.858}}$					
				不同年径流总量控制率对应设计降雨量（mm）	60%	70%	75%	80%	85%	
					16	23	26.2	32	38.2	

序号	城市	地域	年径流总量控制率分区	规划设计标准、基本设计参数								备注
19	萍乡	华中	Ⅲ区	年径流总量控制率	总体75%							《萍乡市海绵城市建设规划设计导则》（2018年7月）
				径流污染削减率	—							
				水环境质量	市区、县城规划区内的河湖水系地表水水质目标应按《江西省地表水（环境）功能区划》的要求执行							
				雨水管渠设计标准	萍乡市城市规划区中心城区一般地区：2～3年一遇；非中心城区：2～3年一遇；中心城区重要地区：5年一遇；下穿立交、隧道（地）道和下沉式广场等：10～20年一遇							
				内涝防治标准	主城区：30年一遇；各县城规划区：20～30年一遇							
				防洪标准	防护等级Ⅰ重现期：200～100年；防护等级Ⅱ重现期：100～50年；防护等级Ⅲ重现期：50～20年							
				暴雨强度公式	$q=\frac{1074.385\times(1+0.724\lg P)}{(t+5.586)^{0.568}}$							
				不同年径流总量控制率对应设计降雨量（mm）	60%	70%	75%	80%	85%			
					14.1	19.2	22.8	27.1	32.9			
20	深圳光明新区	华南	Ⅴ区	年径流总量控制率	总体	80%建成区70%						《光明新区海绵城市规划设计导则（试行）》（2018年6月）
					新建或拆除重建	居住小区：70%；公共建筑：73%；新型产业用地：68%；工业级仓储：67%；公园绿地：76%						
					综合整治	居住小区：55%；公共建筑：57%；工业级仓储：55%；公园绿地：65%						
					道路	绿化带宽度≤1.5m：支路：55%；次干路：40%；生活性主干路：50%；交通性主干路：55%；高快速路：70%						
						绿化带宽度＞1.5m：支路：63%；次干路：50%；生活性主干路：58%；交通性主干路：65%；高快速路：70%						
				生态岸线恢复率	80%							
				径流污染削减率	≥50%							
				雨水管渠设计标准	光明城区副中心、光明凤凰城：5年一遇；高铁光明城站：10年一遇；其他地区：3年一遇							
				内涝防治标准	50年一遇							
				防洪标准	茅洲河干流：100年一遇；主要一级支流：50年一遇；其余支流：≥20年一遇							
				水环境质量	近期Ⅴ类，远期Ⅳ类							
				雨水资源利用率	≥3%							
				暴雨强度公式	$q=\frac{1453.067\times(1+0.5941\lg P)}{(t+11.13)^{0.555}}$							
				不同年径流总量控制率对应设计降雨量（mm）	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%
					14.3	16.9	20	23.5	27.8	33.1	40.1	49.5

序号	城市	地域	年径流总量控制率分区	规划设计标准、基本设计参数				备注
21	珠海	华南	Ⅴ区	年径流总量控制率		珠海市市域层面（专指建设用地范围） 年径流总量控制目标为 70%。 各区（功能区）的年径流总量控制目标加权综合应满足全市域层面（专指建设用地范围）年径流总量控制目标，具体值以各区（功能区）海绵城市建设规划为准。控制性详细规划层面年径流总量控制目标以所在区（或功能区）海绵城市建设规划为准		《珠海市海绵城市建设规划设计标准与导则（试行）》（2019年11月）
					新建	居住用地≥70%；公共管理与公共服务设施用地≥70%；商业服务设施用地≥60%；公共设施用地≥60%；工业用地、物流仓储用地≥60%；道路与交通设施用地≥60%；绿地与广场用地≥90%	地块面积≥3万m^2，在对应年径流总量控制率基准值上加5%；1万m^2≤地块面积＜3万m^2，维持年径流总量控制率基准值不变；地块面积＜1万m^2，在对应年径流总量控制率基准值上减去5%；道路类项目、绿地与广场用地不设置调整系数；直接临磨刀门、鸡啼门、虎跳门、崖门或直接临海的地块、道路，在对应年径流总量控制率基准值上加5%。若项目属于以上及两种及以上情况，取其中最大值作为年径流总量控制目标	
					改扩建	居住用地≥60%；公共管理与公共服务设施用地≥60%；商业服务设施用地≥50%；公共设施用地≥50%；工业用地、物流仓储用地≥50%；道路与交通设施用地≥50%；绿地与广场用地≥90%		
				径流污染削减率		达到 50%		
				水功能区水质达标率		2020年达到85%；2030年达到88%		
				雨水资源利用率		2020年达到0.2%；2030年达到0.8%		
				暴雨强度公式		$q=\frac{822.407\times(1+0.7761\lg P)}{(t+5.000)^{0.390}}$ 适用于高新区、香洲区、横琴新区、金湾区、高栏港区	$q=\frac{3932.790\times(1+0.5681\ln P)}{(t+27.331)^{0.706}}$ 适用于斗门区	
				不同年径流总量控制率对应设计降雨量（mm）		60% | 65% | 70% | 75% | 80% | 85% | 90%		
						20.7 | 24.6 | 28.5 | 34 | 40.5 | 48.4 | 59.5		
22	南宁	华南	Ⅳ区	年径流总量控制率	新建	建筑与小区≥80%；双向四车道以上或者红线宽度大于30m的城市道路≥70%；城市绿地及广场用地≥90%		《南宁市海绵城市建设规划设计导则（试行）》（2015年08月）
					改扩建	建筑与小区≥70%；双向四车道以上或者红线宽度大于30m的城市道路≥60%；城市绿地及广场用地≥85%		
				径流污染削减率		≥50%		
				管渠设计标准		一般地区取3～5年一遇，重要地区和一般地区的重要道路取5年一遇，其他地区3年一遇，地下通道和下沉式广场等取20～30年一遇		
				内涝防治标准		50年一遇		
				合流制溢流污染控制标准		典型降雨年，近期（2015～2017 年）合流制排水系统年均溢流频率不超过20%，远期（2018～2025年）合流制排水系统年均溢流频率不超过10%。改建的截流式合流制管网的截留倍数不小于3倍		
				防洪标准		中心城区防洪堤按50年一遇标准建设，郊区防洪堤按20年一遇标准建设。百色水利枢纽完全发挥防洪功能后，通过堤库结合，中心城区防洪标准提高到100年一遇；郁江中游老口水利枢纽建成后，滞洪消峰，中心城区防洪标准达到200年一遇		
				暴雨强度公式		$q=\frac{10500\times(1+0.7071\lg P)}{(t+21.1)^{0.119}}$		
				不同年径流总量控制率对应设计降雨量（mm）		60% | 65% | 70% | 75% | 80% | 85% | 90%		
						16.9 | 19.8 | 22.7 | 26 | 33.4 | 40.4 | 54.5		

序号	城市	地域	年径流总量控制率分区	规划设计标准、基本设计参数						备注
23	三亚	华南	Ⅴ区	年径流总量控制率	中心城区≥60%；海棠湾片区≥70%；崖州湾片区≥65%					1.《三亚市海绵城市建设总体规划》（2016年3月） 2.《三亚市海绵城市规划设计导则（试行）》修改版，（2016年6月）
				径流污染削减率	水质目标为Ⅱ类、Ⅲ类的地表水水质标准汇水区：70%；水质目标为Ⅳ类的地表水水质标准汇水区：60%；其他地表水水质标准汇水区：50%					
				峰值流量控制	居住用地≤0.6；公共管理与公共服务设施用地≤0.6；商业服务设施用地≤0.65；工业工地≤0.65；物流仓储用地≤0.65；交通设施用地≤0.65；绿地≤0.2；其他用地≤0.2					
				管渠设计标准	新建雨水管渠的设计标准为2年～3年一遇，重要地区为3年～5年一遇					
				内涝防治标准	≥30年一遇					
				防洪标准	100年一遇					
				雨水资源化利用目标	公共绿化项目，新建：占其绿化浇洒、道路冲洗和其他生态用水量的25%以上；改造：占其绿化浇洒、道路冲洗和其他生态用水量的20%以上					
					建筑与小区项目，新建：占其绿化浇洒、道路冲洗和其他生态用水量的20%以上；改造：占其绿化浇洒、道路冲洗和其他生态用水量的15%以上					
				暴雨强度公式	$q=\frac{822.407\times(1+0.7761\lg P)}{(t+5.000)^{0.390}}$					
				不同年径流总量控制率对应设计降雨量（mm）	60%	70%	75%	80%	85%	
					25.3	35.4	43	51.7	64	
24	福州	华东	Ⅲ区	年径流总量控制率	试点区域取值范围控制在60%～85%，对于有条件的新建区域，年径流总量控制率可以高于85%，但不能超过95%					《福州市城区海绵城市建设（低影响开发雨水系统）技术导则（试行）》（2016年1月）
					在新建区域、绿化空间较大或有资金保障的场地，宜按照高控制目标选取，且年径流总量控制率不低于80%					
				径流污染削减率	40%～60%					
				管渠设计标准	一般地区：2年一遇；中心城区：3年一遇；中心城区重要地区：5年一遇；中心城区地下通道和下沉式广场等：20年一遇					
				内涝防治标准	30～50年一遇					
				暴雨强度公式	$q=\frac{2457.435\times(1+0.6331\lg P)}{(t+11.951)^{0.724}}$					
				不同年径流总量控制率对应设计降雨量（mm）	60%	70%	75%	80%	85%	
					14.8	20.4	24.1	28.9	35.7	
25	厦门	华东	Ⅳ区	年径流总量控制率	年径流总量控制率取值范围宜为60%～85%；未编制海绵城市专项规划的区域，新建、改建、扩建项目雨水年径流总量控制率不宜低于70%					1.《厦门市暴雨强度公式修编技术报告》 2.《厦门市海绵城市建设方案设计技术导则》（2018年8月）
				管渠设计标准	一般道路：3年一遇；城市主干道、重要地区：5年一遇；汇水面积＞1hm²的雨水干管、特别重要地区：10年一遇；下沉广场、主干道下穿：≥50年一遇；其他下穿道路：≥20年一遇					
				内涝防治标准	50年一遇					
				雨水资源利用	绿地系统中，新建绿地项目的雨水资源利用率不宜低于10%，改建绿地项目的雨水资源利用率不宜低于3%					
				暴雨强度公式	短历时暴雨强度公式：$q=\frac{928.15\times(1+0.7161\lg P)}{(t+4.4)^{0.5348}}$ 适用范围为：5min≤t≤180min，P=2年～100年 长历时暴雨强度公式：$q=\frac{1123.95\times(1+0.7591\lg P)}{(t+6.3)^{0.5824}}$ 适用范围为：5min≤t≤1440min，P=2年～100年					
				不同年径流总量控制率对应设计降雨量（mm）	60%	70%	75%	80%	85%	
					20.1	26.8	32	38.4	46.9	

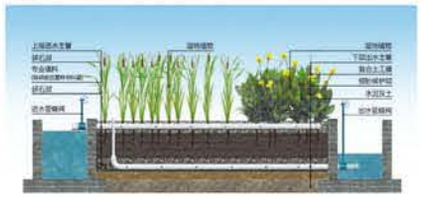
序号	城市	地域	年径流总量控制率分区	规划设计标准、基本设计参数							备注
26	上海	华东	Ⅲ区	年径流总量控制率	约束性	新建≥80%；改建≥75%					1.《上海市海绵城市建设指标体系(试行)》 2.《海绵城市建设技术标准》DG/TJ 08-2298-2019 3.《上海市海绵城市专项规划(2016-2035)》
				径流污染削减率		新建≥80%；改建≥75%					
				绿地占建设用地比例		≥15%					
				河湖水面率		≥10.5%					
				雨水资源利用率	鼓励性	≥5%					
				管渠设计标准		中心城及新城：5年一遇；其他地区：≥3年一遇；地下通道和下沉广场等：30～50年一遇					
				内涝防治标准		100年一遇24h降雨量275mm					
				区域除涝标准		20～30年一遇（20年24h降雨量200mm；30年24h降雨量220mm）					
				暴雨强度公式		$q=\frac{1600\times(1+0.8461\lg P)}{(t+7.000)^{0.656}}$					
				不同年径流总量控制率对应设计降雨量（mm）		60%	70%	75%	80%	85%	
						13.4	18.7	22.2	26.7	33	
27	宁波	华东	Ⅲ区	年径流总量控制率		居住用地(R)：75%；公共管理与公共服务设施用地(A)：80%；商业服务设施用地(B)：75%；工业用地(M)：65%；仓储用地(W)：65%；交通设施用地(S)：70%；公用设施用地(U)：70%；绿地与广场用地(G)：90%					《宁波市海绵城市规划设计导则》(2019涌DX-08)
				径流污染削减率		当新建项目的年径流总量控制率不低于75%时，项目年径流污染总量（以悬浮物SS计）削减率不宜小于70%；新建项目的年径流总量控制率低于75%时，项目年径流污染总量(以悬浮物SS计)削减率宜在40%～70%。改扩建项目年径流污染总量(以悬浮物SS计）削减率不宜小于40%					
				下沉式绿地率		既有居住区改造中，对有条件的居住区经论证后实施下沉式绿地改造；新建区域，下沉式绿地率不宜低于10%					
				硬化地面率		建筑与小区新建项目硬化地面率不宜大于40%；改扩建项目硬化地面率不应大于改造前原有硬化地面率，且不宜大于70%					
				绿色屋顶覆盖率		绿色屋顶覆盖率可参照《宁波市建（构）筑物立体绿化实施导则》及相关规范确定					
				雨水管渠标准		中心城区：3～5年一遇；非中心城区：2～3年一遇；重要地区：5～10年一遇；地下通道和下沉广场等：30～50年一遇					
				内涝防治标准		宁波市中心城区的城市内涝防治设计重现期50年，其他区域参照相关规范条例的规定					
				合流制溢流污染控制		非降雨时段，合流制管渠不得有污水直排水体。对于宁波市区截流倍数，建议排三江管道取1～2，排内河管道取3～4，但也需结合污水系统的接纳能力及受纳水体的保护要求综合考虑确定					
				雨水资源化利用		≥5%					
				暴雨强度公式		$q=\frac{6576.744\times(1+0.6851\lg P)}{(t+25.309)^{0.921}}$					
				不同年径流总量控制率对应设计降雨量（mm）		60%	70%	75%	80%	85%	
						13.1	17.8	20.7	24.7	30.2	

序号	城市	地域	年径流总量控制率分区	规划设计标准、基本设计参数						备注
28	嘉兴	华东	Ⅲ区	年径流总量控制率	75%（60%）①					《嘉兴市海绵城市规划与设计导则（试行）》（2017年5月）
				雨水资源利用率	≥8%（2020年）；≥10%（2030年）					
				雨水管渠设计标准	内环：5年一遇；内环～中环：3年一遇；中环～外环：2～3年一遇；外环以外的其他区域：2年一遇；立交泵站：10～20年一遇					
				内涝防治标准	中心城区：30年一遇；其他建制镇：20年一遇					
				防洪标准	中心城区：100年一遇；乡镇镇区：50年一遇					
				暴雨强度公式	$q=\frac{1777.047\times(1+1.6751\lg P)}{(t+10.647)^{0.655}}$					
				不同年径流总量控制率对应设计降雨量（mm）	60%	70%	75%	80%	85%	
					12.7	17.3	20.2	24.3	29.7	
29	池州	华东	Ⅳ区	年径流总量控制率	72%					《池州市海绵城市规划设计导则（试行）》（2016年9月）
				径流污染削减率	40%					
				水环境质量	平天湖Ⅲ类；天堂湖Ⅳ类；清溪河Ⅳ类					
				合流制溢流污染控制	经过截污整治的片区旱季雨水管不产生大量径流；合流制溢流控制平均每年溢流小于10次					
				雨水资源利用率	3%					
				管渠设计标准	一般地段：3年一遇；重点地段：5年一遇；下立交、地道：20年一遇					
				内涝防治标准	30年一遇					
				防洪标准	平天湖50年一遇，为100年一遇留出路；江堤及白洋河堤防54年型洪水；赵圩及观湖圩堤防98年实测洪水					
				暴雨强度公式	$q=\frac{783.524\times(1+0.5811\lg P)}{(t+1.820)^{0.461}}$					
				不同年径流总量控制率对应设计降雨量（mm）	60%	70%	75%	80%	85%	
					15.4	22.6	26.8	32.5	40.3	
30	镇江	华东	Ⅳ区	年径流总量控制率	75%～85%					《镇江市海绵城市典型设施技术规程》（2016年）
				径流污染削减率	60%					
				内涝防治标准	30年一遇					
				透水铺装比例	≥40%					
				生态调蓄设施比例	下凹式绿地、雨水花园或有调蓄雨水功能的绿地和水体等面积之和占绿地面积的比例≥40%					
				非传统水源利用率	住宅建筑≥4%；办公类建筑≥8%；酒店类建筑≥1%；商场类建筑≥2.5%					
				暴雨强度公式	$q=\frac{167\times(38.3623+39.02671\lg P)}{(t+19.1377)^{0.975}}$					
				不同年径流总量控制率对应设计降雨量（mm）	60%	70%	75%	80%	85%	
					14.1	19.7	23.6	28.6	35.3	

① “（）”内数值为不外排的年径流总量空置率。

相关技术资料

北京东方园林生态股份有限公司相关技术资料

产品名称	规模	性能特点	适用范围	工程实例或产品图片	备　注
IMAT一体化多级自回流技术(专利号ZL 2006 20060557.5、ZL 20071 0030628.6)	500～30000t/天	1. IMAT技术是一种多级变相的污水处理工艺。 2. 不需要污泥回流系统，嵌套式结构，高效生物降解，除磷脱氮，形状不受限制，占地面积小 	大中型村镇的污水处理	 湖南省华容县中环污水处理厂  广东罗定市第二生活污水处理厂	针对不同规模、水质及景观要求，可配备多种解决方案，模块化设计，确保各种规模连续应用
垂直流人工湿地技术	针对不同规模、水质及景观要求，可配备多种解决方案	1. 垂直流人工湿地的硝化能力强，用于处理含氨氮浓度较高的污水。 2. 填料层中铺设高效的除磷脱氮专利填料（自有专利）  垂直流人工湿地	针对不同规模、水质及景观要求，可配备多种解决方案	 成都高新区10万吨中水回用工程	
雨洪管理系统BMPs技术 BMPs是BestManagement Practices的缩写，是指经过长期实践的总结、分析和提升而得到的综合雨洪管理体系。雨洪最佳管理措施（BMPs）是通过原始数据库以及标准计算法则对基地雨洪流量流速进行预测，并通过模型模拟得到相应的最佳管理措施。其中常用的措施包括滞洪池、生态调节池以及植被洼地等	为中、小型场地提供雨洪解决方案	1. 通过BMP Sizing计算方法和HSPF模型模拟计算出适用于基地的最高效的雨洪管理措施。 2. 以基于数据库和标准计算法则的定量分析，对选定的雨洪管理措施进行相关参数计算，为设计提供精准的数据参考	—	 圣地亚哥低影响开发设计	—

注：本页根据北京东方园林生态股份有限公司提供的技术资料编制。

北京东方雨虹防水技术股份有限公司产品相关技术资料

1　产品简介

东方雨虹海绵城市种植屋面防水系统由耐根穿刺防水层及普通防水层构成：耐根穿刺防水层由ARC-711/701聚合物改性沥青耐根穿刺防水卷材及PMH热塑性聚烯烃（TPO）防水卷材构成；普通防水层由PMH-741弹性体（SBS）改性沥青防水卷材、TZH特种非固化橡胶沥青防水涂料及PMC-421聚合物水泥基防水灰浆构成。

2　适用范围

种植屋面及地下建筑种植顶板。

3　产品规格

产品名称	规格型号（mm）	备注
ARC-701聚合物改性沥青耐根穿刺防水卷材（聚酯胎）	4、5	阻根剂化学阻根
ARC-711聚合物改性沥青耐根穿刺防水卷材（复合铜胎）	4、5	阻根剂及Gu^{2+}离子阻根
PMH热塑性聚烯烃（TPO）防水卷材	1.2、1.5	FM认证，彩色
TZH特种非固化橡胶沥青防水涂料	2.0	耐热性：90℃ 粘度：1.7dps(130℃) ≤5℃
PMH-741弹性体（SBS）改性沥青防水卷材	3、4、5	—
PMC-421聚合物水泥基防水灰浆	2.0	执行标准为JC/T 2090-2011

4　性能特点

4.1 ARC-701/711聚合物改性沥青耐根穿刺防水卷材

该材料是以长纤聚酯纤维毡、特殊复合铜胎基卷材胎基，为进口化学阻根剂的SBS/APP改性沥青为涂盖材料，两面覆以聚乙烯膜、细砂或矿物粒料等隔离材料制成的改性沥青防水卷材；具有防水和阻止植物根穿透双重功能，能够承受植物根须穿刺，长久保持防水功能；分为聚酯胎和复合铜胎两种型号。

4.2 PMH热塑性聚烯烃（TPO）防水卷材(耐根穿刺防水层)

兼有乙丙橡胶优异的耐候性和耐久性与聚丙烯的可焊接性；无需添加任何易使材料变脆的增塑剂；具有高柔韧性、高拉伸性能；耐疲劳性能、耐穿刺性能、耐化学性能及耐高低温性能优异；搭接采用热焊接，可形成高强度的密封层；分为均质型、增强型及自粘型。

4.3 TZH特种非固化橡胶沥青防水涂料

TZH特种非固化橡胶沥青防水涂料是由橡胶、沥青、沥青改性材料和特殊化学添加剂组成，采用特殊化学技术制成的弹性膏状体材料，在现场熔化喷涂或刮涂于基面，可形成连续无接缝且在空气中永不硬化的防水膜。该材料的突出优点是可以吸收基层开裂产生的拉应力，适应基层变形能力强，并具有自愈性；尤其具有高耐热性和高温抗下垂性，既可用于平面也可用于立面。该材料还具有高耐热性能下的低黏度，使其可在低温下喷涂或刮涂，无烟气产生，环保。该材料一般与卷材共同组成复合防水层。

4.4 PMH-741弹性体（SBS）改性沥青防水卷材

该材料引入进口天然湖沥青产品体系，改善材料对温度的敏感性，提高耐老化性能，抗氧化，耐久性好，稳定性强，延长使用寿命；聚酯胎基布作为增强层，耐穿刺、耐硌破、耐撕裂，提高材料强度，有效抵御来自上下表面的损伤和破坏；抗拉强度高，延伸率大，对基层收缩变形和开裂的适应能力强；高温不流淌，低温无裂纹，使用温度范围广（高温90℃，低温-20℃）；可形成高强度防水层，抵抗压力水能力强；烘烤时易出油，添加有效改性成分，增大单位受热面积，降低熔点，有效降低加热温度，减少气体排放。

4.5 PMC-421聚合物水泥基防水灰浆

水性涂层材料，无毒无害，无污染，是环保型涂料；易混合，施工方便，可直接在混凝土表面涂刷或批刮；冷施工，操作方便，基层含水率不受限制，可缩短工期；粘结性能优异。

5　工程实例或产品图片



国家体育场（鸟巢）



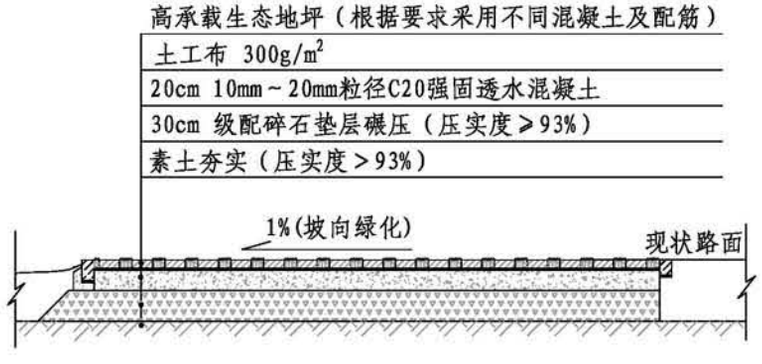
上海世博演艺中心

注：本页根据北京东方雨虹防水技术股份有限公司提供的技术资料编制。

相关技术资料

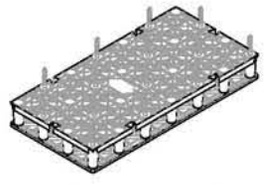
泰宁雨水控制与利用建设设施系列相关技术资料

产品名称	规格型号	性能特点	适用范围	备　注
自动供水型屋顶绿化种植箱	1000mm×400mm×70mm	竖向承压能力不小于40t/m²，储水深度0cm～7cm	用于屋顶绿化区域，增加屋顶蓄水量的同时，自动供水绿化浇灌	已完成多项奥运及奥运配套工程、香山雨水面源污染控制及景观水体水质改善工程等一批国家、省、市级重点工程。 参与南宁、镇江、嘉兴、池州、遂宁、厦门、北京等多个海绵示范城市的申报，示范项目建设及设计标准制定等工作
截污环保雨水口	400mm×400mm×450mm～900mm（h），接管DN200	Q=8.0L/s，承压能力2.5t	绿地、公园及小区步道	
虹吸式桥面雨水口	DN150：550mm×450mm; DN200：600mm×500mm	Q=10L/s～100L/s,承重能力12.5t～40t	市政道路及高架桥梁	
树脂混凝土渗透排水沟	宽90mm～360mm，高85mm～480mm	Q=4L/s～180L/s,承压等级150kN，开孔直径8mm～12mm，开孔率1%～3%	步行街、自行车路、公园绿地等	
储水罐	0.5m³～5m³	PE材质，仿山石等景观储罐及其他类型	立管雨水截流利用	
下沉绿地LID溢流口	方形：750mm×450mm×180mm 圆形：φ800，H180mm	Q=30L/s～40L/s,铸铁材质	雨水花园等下沉绿地溢流排水系统	
生物滞留池溢流口	400mm×400mm×450mm	Q=12L/s～20L/s,树脂材质	生物滞留池溢流排水系统	
植草沟溢流口	DN150～DN200	Q=8L/s～10L/s,PP材质	植草沟溢流排水系统	
塑料多孔渗透管	DN200～DN400	开孔径8mm～12mm，开孔率1%～3%，环刚度≥4kN/m²	绿地、公园及小区步道	
高承载停车场植草地坪	单体尺寸:600mm×600mm×100mm（h）	根据停车场要求，可为C20、C25、C30	植草停车场、植草人行道	
塑料模块组合水池	单体尺寸：800mm×400mm×440mm（h） 单体尺寸：1000mm×500mm×400mm（h）	竖向承压能力20t/m²～60t/m²	根据场合选用不同承载力的产品，可适用于建筑小区及市政道路等区域	
旋流沉淀井	φ1200,进水管、出水管、收集管DN300	井深≤4m	市政管网末端、雨水收集系统前端	
塑料槽式雨水弃流井	井筒φ900，进水管、溢流管（弃流管）DN300～DN500，收集管DN300	井深≤6m	一般道路、绿地、铺装地面等场所	

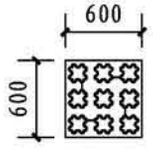


高承载停车场植草地坪

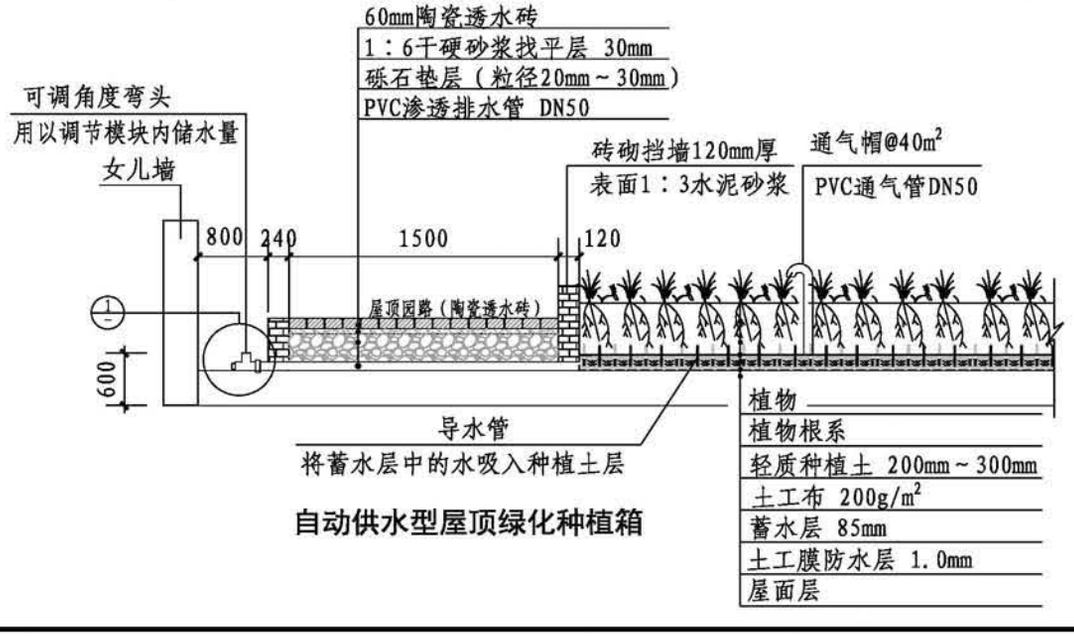
注：透水混凝土垫层根据项目需求选配（实际工程可不设置）。



屋顶绿化雨水模块



植草地坪单体



自动供水型屋顶绿化种植箱

注：本页根据北京泰宁科创雨水利用技术股份有限公司提供的技术资料编制。

宝路七星管业有限公司产品相关技术资料

1　聚乙烯缠绕结构壁管

1.1 产品简介

采用高密度聚乙烯为原料，在热熔状态下通过缠绕成型工艺制成，并在热态未脱模前，通过滚动风冷方式冷却，是一种内壁光滑、外壁为中空螺旋形状加强肋，由螺旋卷绕工艺制成的结构壁管材，属柔性管材。采用承插式电熔连接，管道两端在生产时被加工成承口和插口，并在承口端嵌入电熔丝，在管道连接时，只需接入电源即可完成焊接，并且可以使管道系统具有整体结构性，实现零渗漏。

1.2　适用范围

雨水管网、污水管网、废水管网、透水管网。

1.3 产品规格

DN/ID200～DN/ID3500。

1.4 性能特点

1.4.1 强度高，使用寿命长：聚乙烯缠绕结构壁管采用100%高密度聚乙烯在热熔状态下整体制成，其结构整体性好，化学性能稳定，强度高，使用寿命长。

1.4.2 耐腐蚀，抗老化性能好：聚乙烯结构缠绕壁的原材料为高分子成分聚乙烯，它能有效地抵抗酸、碱、盐等介质的腐蚀及未经处理的工业废水和生活污水的侵蚀，同时其抗老化性能也优于其他管材。

1.4.3 柔韧性好：聚乙烯缠绕结构壁管属柔性管，延伸性能好，能适应地基较差条件下的施工，能够大幅度适应不均匀沉降。

1.4.4 输水性好，耐磨损，管道内壁光滑，摩阻系数小。

1.4.5 密封性好，管道采用电熔连接，管口处的两端管材完全融为一体，确保零渗漏。

1.4.6 安装便捷，施工快、工期短。

1.5 产品图片



聚乙烯缠绕结构壁管

2　塑料多孔渗透管

2.1 产品简介

根据设计要求在成型的管材上开孔制成的兼有渗透、调蓄和排水功能的管材。塑料多孔渗透管按照管材类型分为硬聚氯乙烯（PVC-U）平壁管、聚乙烯（PE）平壁管、硬聚氯乙烯（PVC-U）双壁波纹管、聚乙烯（PE）双壁波纹管、聚乙烯（PE）缠绕结构壁管（B型管）。管道质量应满足产品标准要求。

2.2 适用范围

绿地、公园、建筑小区步道、操场、学校等的雨水渗透。

2.3 开孔后环刚度剩余百分比

渗透管管材类型	开孔率	1%	2%	3%
聚乙烯(PE)双壁波纹管 SN4 DN/ID300（10mm孔）	环刚度保持	99.5%	95.2%	92.9%
聚乙烯(PE)双壁波纹管 SN4 DN/ID200（6mm孔）	环刚度保持	98.7%	95.7%	93.7%
硬聚氯乙烯(PVC-U)平壁管 dn200（6mm孔）	环刚度保持	90.6%	91.3%	91.6%

注：相邻两环任意3个孔之间呈等腰三角形分布。

试验依据：《热塑性塑料管材 环刚度的测定》GB/T 9647。

2.4 性能指标

项目	平壁管指标	双壁波纹管指标	试验方法
密　　度	≥5g/cm³	—	GB/T 1033
纵向回缩率	≤5%	—	—
落锤冲击试验（20℃）	TIR≤10%	TIR≤10%	GB/T 14152
环刚度	SN4，SN8	SN4，SN8	GB/T 9647
连接密封试验	接口处不渗漏	接口处不渗漏	GB/T 6111

2.5 产品规格

DN/ID200mm～DN/ID800。

2.6 性能特点

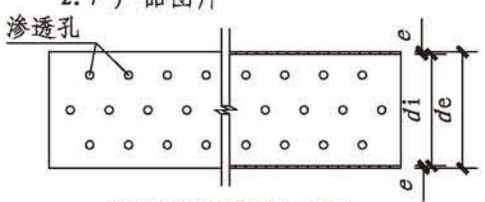
2.6.1 产品强度高，抗压、耐冲击、耐腐蚀、耐老化性好。

2.6.2 内壁摩阻小，安装方便快捷，使用寿命长。

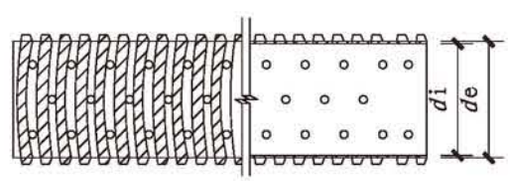
2.6.3 产品可直埋，透水效率高。

2.6.5 开孔孔径8mm～12mm，开孔率为1%～3%。

2.7 产品图片



平壁渗透管构造图



双壁波纹渗透管构造图

注：本页根据宝路七星管业有限公司提供的技术资料编制。

高密度聚乙烯(HDPE)缠绕结构壁管材节流式柔性连接技术相关技术资料

1 产品介绍

1.1 节流式连接型高密度聚乙烯(HDPE)缠绕结构壁管

执行国家标准《室外排水设计标准》GB 50014-2021和《埋地用聚乙烯(PE)结构壁管道系统 第2部分：聚乙烯缠绕结构壁管材》GB/T 19472.2-2017。

1.2 节流式柔性接口

根据国家标准《室外排水设计标准》GB 50014-2021第5.3.4条“管道接口应根据管道材质和地质条件确定，并应符合现行国家标准《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB 50032的有关规定。当管道穿过粉砂、细砂层并在最高地下水位以下，或在地震设防烈度为7度及以上设防区时，应采用柔性接口”的要求，飞跃管业提供了一种全新的柔性连接技术。



节流式接头(插口)



节流式橡胶圈



节流式接头(承口)



节流式连接示意图

节流式柔性连接，采用流体力学节流原理。具有同材质连接和有垫连接的双重保障；插口设计有阻流作用的多重节流环，且环形圈凸起呈鲸须状，其外径与承口内径过盈配合，充分利用高密度聚乙烯(HDPE）的柔韧性，达到良好的密封性能；在地质状况无沉降情形时，整管由节流装置同材质密封，整管系统如同一整根管；在地质沉降或遇到地质扰动时，由节流式橡胶圈在接口维护管材系统的弹性变形，确保整个管材系统的完整和无渗漏；承口外圆周的加强交叉筋肋结构和埋地的“肋土”共同作用，大大增强了接口的密封性能和接口的可靠性，有效地解决了因地质沉降造成的污水管脱节和污水渗漏问题。

承插口过盈尺寸参数 (mm)

公称尺寸 DN/ID	最小平均内径	最小内层壁厚	公称尺寸 DN/ID	最小平均内径	最小内层壁厚
200	195	1.5	900	885	5.0
250	245	1.8	1000	985	5.0
300	294	2.0	1100	1085	5.0
400	392	2.5	1200	1185	5.0
500	490	3.0	1300	1285	5.0
600	588	3.5	1400	1385	5.0
700	673	4.0	1500	1485	5.0
800	785	4.5	—	—	—

2 工艺特点

2.1 管体一体化成型，质量可靠。节流式接头与管身结合处经3D电磁加热熔融后，采用热缠绕工艺与管身在线熔为一体。



接头与管身结合处

2.2 对施工环境要求低。可在沟槽积水、雨天、冬季低温等情形下施工，对其他工况条件要求相对简单。



施工

2.3 节流式接头采用注塑成型，接头上具有节流结构专利技术与节流式优质胶圈双重密封保证，比电热熔承插连接更容易、更密封。



节流式接头

2.4 低碳环保的新型3D电磁加热工艺，在大幅度提升质量和效率的同时有效避免火焰加热不均匀引起的瑕疵。



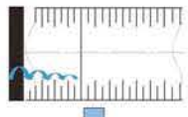
3D电磁加热工艺

2.5 施工方便、快捷。节流式连接型高密度聚乙烯(HDPE）缠绕结构壁管采用具有节流装置的胶圈连接，施工中不需使用大型设备，一般人力或普通工具即可完成管道连接。



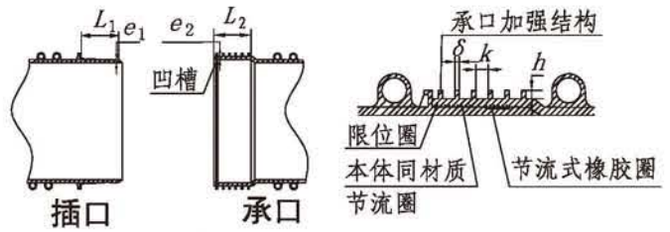
管道连接

3 承插节流式缠绕管柔性连接技术设计原理





4 产品技术规格参数



节流式连接方式示意图

聚乙烯缠绕结构壁管材(B型)承插节流式柔性连接接头技术规格 (mm)

规格	最小壁厚尺寸		最小插口长度L_1	最小承口长度L_2	密封件部位最小壁厚	本体同材质节流圈高度	承口加强结构最小尺寸		承口加强结构最大间距k
	e_1	e_2					高度h	厚度δ	
DN200	6.8	6.0	85.0	87.0	4.9	1.0~2.0	5.8	3.8	13.7
DN250	7.6	6.9	105.0	107.0	6.0	1.0~2.0	6.8	4.4	17.0
DN300	9.6	8.3	112.0	118.0	6.9	1.2~2.0	7.8	4.8	20.3
DN400	12.9	11.1	136.0	139.0	9.9	1.2~2.5	10.8	5.8	20.3
DN500	15.9	13.8	165.0	168.0	12.9	1.5~3.0	12.7	5.8	20.7
DN600	15.9	13.8	187.0	190.0	12.9	1.5~3.5	22.0	7.2	26.1
DN700	15.9	13.8	200.0	201.0	12.9	2.0~4.0	22.0	7.5	37.0
DN800	15.9	14.2	200.0	201.0	12.4	2.0~4.0	25.0	7.5	37.0
DN900	16.1	15.0	205.0	206.0	12.6	2.0~4.2	25.0	7.5	37.0
DN1000	16.1	15.0	215.0	215.0	12.9	2.0~4.5	29.6	7.5	37.0
DN1100	16.4	16.0	235.0	235.0	12.9	2.0~4.8	32.6	8.5	37.0
DN1200	16.5	16.0	255.0	255.0	13.0	2.5~5.0	36.0	9.5	37.0
DN1300	16.6	16.2	255.0	255.0	13.0	2.5~5.0	36.0	9.5	37.0
DN1400	16.7	16.3	255.0	255.0	13.1	2.5~5.0	36.0	9.5	37.0
DN1500	16.8	16.5	255.0	255.0	13.1	2.5~5.0	36.0	9.5	37.0

5 柔性连接VS刚性连接

柔性连接
承插口密封件连接
延伸性好
抗地震，地面下沉、地质和热胀冷缩影响小
适合: 容易出现地面下沉、抗震要求、检查井连接等



刚性连接
承插口焊接连接
延伸性差
热胀冷缩、地震、地面下沉易导致接口断裂泄漏
不适合: 容易出现地面下沉、抗震要求、检查井连接等

注：本页根据飞跃(台州)新型管业科技有限公司提供的技术资料编制。

联塑海绵城市雨水管理系统相关技术资料

1　海绵城市技术方案

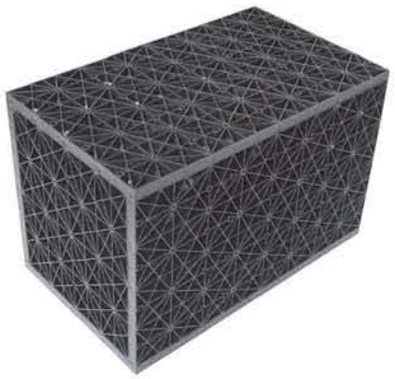
在整个海绵城市建设中，广东联塑科技实业有限公司的海绵城市技术方案包括海绵城市整体设计、施工、雨水工程措施解决方案等，具体内容如下：1）海绵城市专项设计；2）海绵城市整体施工总承包；3）城市黑臭水体治理、土壤修复；4）雨水入渗系统解决方案；5）雨水收集回用系统解决方案；6）雨水调蓄排放系统解决方案；7）城市雨水管道系统；8）超标雨水提升泵站系统解决方案；9）海绵城市智能监控系统。

2　联塑海绵城市蓄水模块

雨水储蓄水池由雨水蓄水模块拼装而成，蓄水模块采用聚丙烯原材料注塑而成，耐酸碱腐蚀、抗老化、无异味、不滋生细菌、使用寿命长；模块可以任意组合，适应不同的开挖结构；组合后的模块水池具有极高的抗垂直荷载能力；模块拼装施工简单，速度快；模块可根据不同设计要求，按照不同施工工艺实现收集回用、调蓄排放、渗透等多种功能。



蓄水模块 I

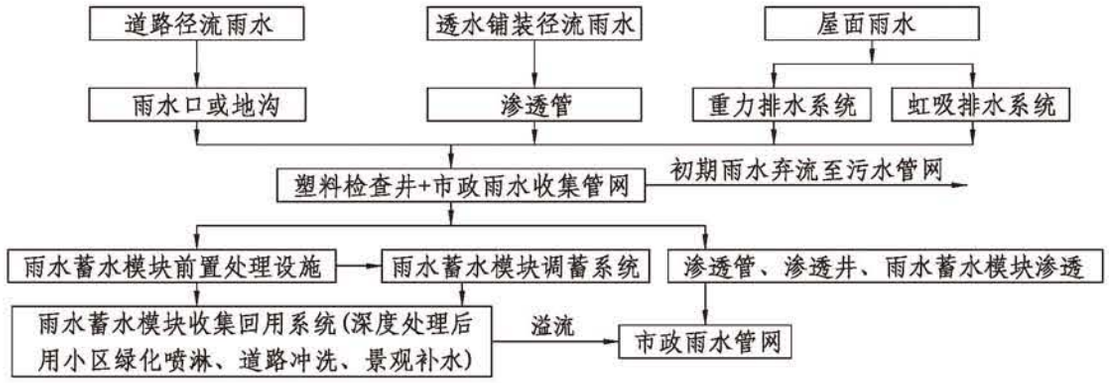


蓄水模块 II

3　联塑海绵城市雨水管理系统应用领域及技术方案

3.1 建筑与小区

建筑屋面和小区路面径流雨水应通过有组织的汇流与转输，经截污等预处理后引入绿地内的以雨水渗透、储存、调节等为主要功能的设施。建筑与小区低影响开发雨水系统典型流程如下图所示：



建筑与小区低影响开发雨水系统典型流程

建筑与小区典型雨水应用方案：



建筑小区人行道透水铺装雨水收集　　建筑小区路面雨水收集回用



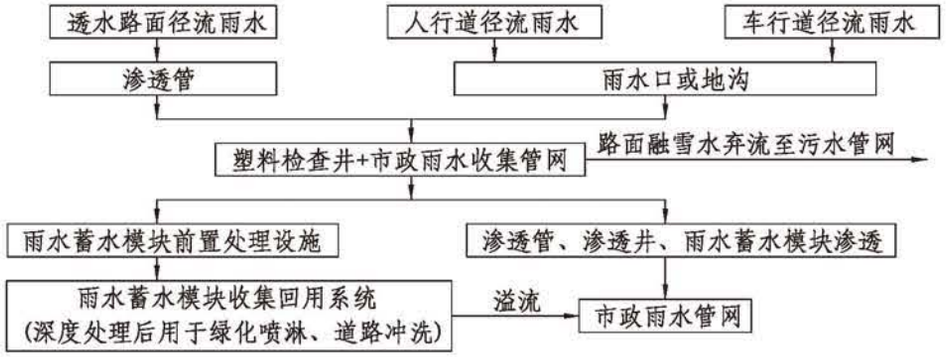
屋面雨水收集回用　　建筑小区雨水调蓄排放

3.2 城市道路

城市道路径流雨水应通过有组织的汇流与转输，经截污等预处理后引入道路红线内外的绿地内，并通过设置在绿地内的以雨水渗透、储存、调节等为主要功能的设施进行

注：本页根据广东联塑科技实业有限公司提供的技术资料编制。

处理。城市道路低影响开发雨水系统典型流程如下图所示:



城市道路低影响开发雨水系统典型流程

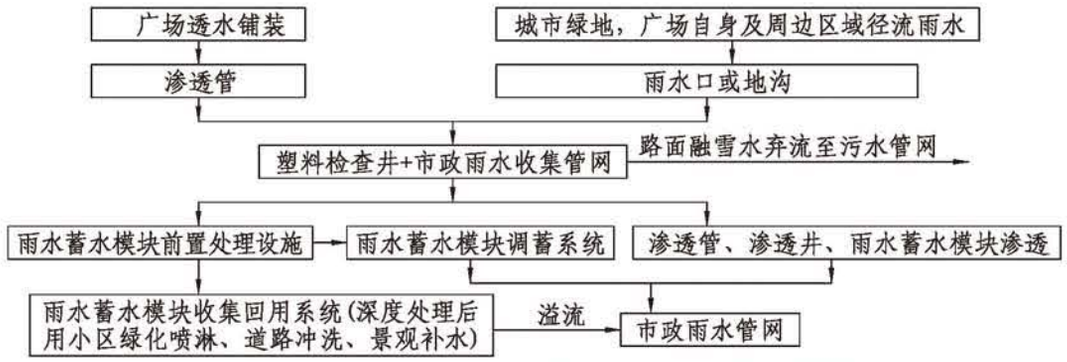
城市道路典型雨水应用方案:



城市道路雨水渗透排放一体化系统　　**城市路面雨水收集回收**

3.3 城市绿地与广场

城市绿地、 广场及周边区域径流雨水应通过有组织的汇流与转输,经截污等预处理后引入城市绿地内的以雨水渗透、储存、调节等为主要功能的设施，消纳自身及周边区域径流雨水，并衔接区域内的雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统，提高区域内涝防治能力。城市绿地与广场低影响开发雨水系统典型流程如下图所示:



城市绿地与广场低影响开发雨水系统典型流程

注：本页根据广东联塑科技实业有限公司提供的技术资料编制。

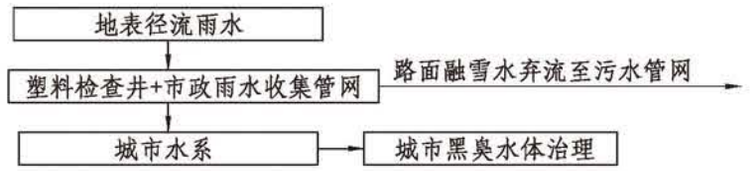
城市绿地与广场雨水应用方案:



城市广场透水铺装雨水收集　　**城市绿地、广场雨水收集回用**

3.4 城市水系

城市水系在城市排水、防涝、防洪及改善城市生态环境中发挥着重要作用，是城市水循环过程中的重要环节，湿塘、雨水湿地等末端调蓄设施也是城市水系的重要组成部分，同时城市水系也是超标雨水径流排放系统的重要组成部分。城市水系雨水系统典型流程如下图所示:



城市水系雨水系统典型流程

4　联塑海绵城市雨水管理系统产品系列

4.1 建筑排水系列

4.1.1 虹吸式屋面雨水排水系统。

4.1.2 PVC-U排水管道系统。

4.2 埋地排水系列

4.2.1 缠绕结构壁管材PE A(HDPE增强中空壁缠绕管):规格范围DN200～DN2400,环刚度等级有SN4、SN8、SN12.5。

4.2.2 HDPE双壁波纹管：规格范围DN110～DN800,环刚度等级有SN4、SN8。

4.2.3 钢带增强PE螺旋波纹管：规格范围DN200～DN2400,环刚度等级有SN8、SN12.5、SN16。

4.2.4 缠绕结构壁管材PE B（克拉管）：规格范围DN200～DN2000，环刚度等级有SN4、SN6.3、SN8、SN10、SN12.5、SN16。

4.2.5 PVC-U双壁波纹管：规格范围DN63～DN1000,环刚度等级有SN4、SN8。

4.3 塑料检查井系列

注塑一体成型的流槽井和沉泥井，规格范围DN315～DN1200。

4.4 渗透管系列

4.4.1 HDPE实壁排水渗透管：规格范围DN110～DN315,环刚度等级SN4、SN8、SN16、SN32。

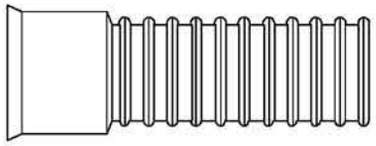
4.4.2 PVC-U实壁排水渗透管：规格范围DN110～DN315，环刚度等级有SN4、SN8。

顾地科技股份有限公司相关技术资料

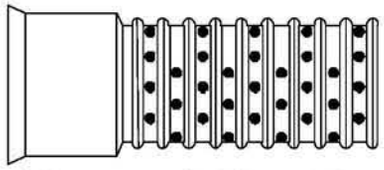
排水排污管、渗透管、储罐系列产品相关技术资料

产品名称	性能特点	适用范围
聚丙烯(PP)缠绕结构壁管（B型）	1.主要采用“承插式电熔”连接方式，方便; 2.采用缠绕成型方式，口径最大可达3000mm; 3.质量轻，与同规格PE结构壁管比可节省材料30%左右; 4.耐腐蚀、抗老化、耐磨损、使用寿命可达50年; 5.环刚度高，抗震性好	适用于海绵城市、市政道路、建筑小区、绿化场地、大众工程等雨污水排放输送管道
聚乙烯热态缠绕结构壁管(B型)	1.采用“承插式电熔”连接方式，安装方便，零渗漏，无需辅助材料; 2.采用缠绕成型方式，口径最大可达3000mm; 3.耐腐蚀、抗老化、耐磨损、使用寿命长; 4.抗震性好	
承插式钢带增强聚乙烯螺旋波纹管	1.采用全新胶圈承插或电熔承插连接方式，管道连接更方便快捷，零渗漏; 2.特殊管道接口生产技术保证管端面钢带不外露,不腐蚀; 3.管道采用全新PE料生产，使用寿命长	
埋地用高强度聚丙烯（PP-HM）双壁波纹管	1.选用专用高模量聚丙烯原料生产，产品环刚度最高可达16kN/m^2; 2.质量轻，比同规格等级的PE双壁波纹管可节约原材料30%左右; 3.耐候性、防腐性能卓越，连接方便，安全可靠	
高密度聚乙烯（HDPE）大口径结构壁雨水储罐	1.采用热态缠绕工艺，无弯曲残余应力，性能优; 2.焊接和安装方便可靠，零渗漏; 3.可修复性强、结构灵活多变、储水体积可无限延伸; 4.耐腐蚀、抗老化、耐磨损	适用于海绵城市、城市住宅区、市政公共道路、广场、工业园区、绿地等的雨水储存、调蓄
聚烯烃(PO)热态缠绕结构壁雨水渗透管	1.产品包含聚乙烯(PE)热态缠绕结构壁雨水渗透管和聚丙烯（PP)热态缠绕结构壁雨水渗透管; 2.采用承插胶圈或承插电熔连接，对施工要求低，便于安装、维修; 3.开孔率为1%～3%,且最大孔径不得超过结构壁波谷宽度的2/3; 4.开孔孔径一般为6mm～16mm	适用于海绵城市、城市住宅区、市政公共道路、广场、工业园区、绿地、球场、垃圾填埋场等的雨水收集、储存、渗透、调蓄、景观补水、绿植喷灌
聚烯烃（PO)双壁波纹雨水渗透管	1.产品包含聚乙烯（PE)双壁波纹雨水渗透管和聚丙烯(PP)双壁波纹雨水渗透管; 2.采用承插胶圈连接，对施工要求低，便于安装、维修; 3.开孔率为1%～3%，且最大孔径不得超过结构壁波谷宽度的2/3; 4.开孔孔径一般为6mm～16mm	
聚烯烃(PO)实壁雨水渗透管	1.采用热熔对接技术，管道整体强度高; 2.开孔率为1%～3%; 3.开孔孔径一般为6mm～16mm; 4.产品抗冲击性能好	
硬聚氯乙烯(PVC-U)实壁雨水渗透管	1.采用承插胶圈连接或胶粘连接，施工方便快捷,便于维修; 2.开孔率为1%～3%; 3.开孔孔径一般为6mm～16mm; 4.产品刚性，抗冲性能优	

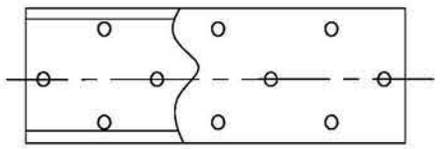
顾地科技股份有限公司主要生产以PVC、PE、PP材料为主的管道系统产品，其广泛应用于建筑内给排水、电线电缆护套管、市政给水、燃气建筑采暖、市政排水排污及海绵城市建设等领域。目前公司六大系列产品已先后成功入选全国海绵城市建设先进适用技术与产品目录,如“埋地用聚烯烃（PO）结构壁雨水渗透管”“高密度聚乙烯（HDPE)大口径结构壁雨水储罐”等。



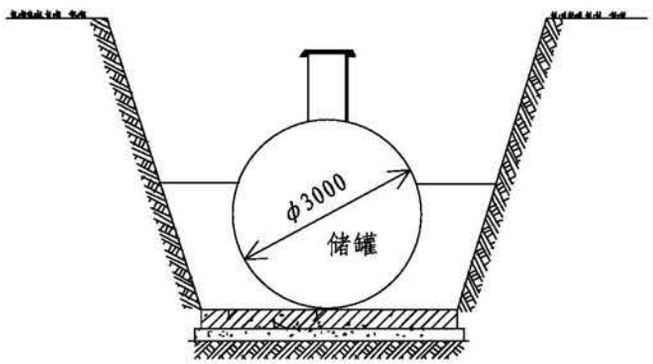
埋地用高强度聚丙烯(PP-HM)双壁波纹管



聚烯烃(PO)双壁波纹雨水渗透管



实壁渗透管



高密度聚乙烯（HDPE)大口径结构壁雨水储罐纵剖面示意图

埋地用高强度聚丙烯(PP-HM)双壁波纹管
聚烯烃（PO)双壁波纹雨水渗透管尺寸表

序号	尺寸（mm）	序号	尺寸（mm）
1	200	6	500
2	225	7	600
3	250	8	800
4	300	9	1000
5	400	10	1200

实壁渗透管尺寸表

序号	尺寸(mm)	序号	尺寸(mm)	序号	尺寸(mm)
1	110	7	280	13	560
2	160	8	315	14	630
3	180	9	355	15	710
4	200	10	400	16	800
5	225	11	450	17	900
6	250	12	500	18	1000

高密度聚乙烯(HDPE)大口径结构壁雨水储罐尺寸表

尺寸(mm)	长度(m)	容积(m^3)	材质	结构
1000	6	5	PE、PP	热态缠绕
1500	6	10	PE、PP	热态缠绕
2000	6	20	PE、PP	热态缠绕
2500	6	30	PE、PP	热态缠绕
3000	6	40	PE、PP	热态缠绕

注：本页根据顾地科技股份有限公司提供的技术资料编制。

格兰富一体化预制泵站、一体化轴流预制泵站、一体化泵闸系统相关技术资料

1　一体化预制泵站

格兰富一体化预制泵站是一种全新地埋式整体解决方案。该泵站的筒体采用先进的强化玻璃钢(GRP)自动化铸造而成。泵站主体由GRP井筒、水泵、管道、阀门、传感器、控制系统和通风系统等部件组成。所有设备和管配件在出厂前就已经通过测试并安装完毕。



一体化预制泵站

格兰富一体化预制泵站的优势:

- 占地面积小，通常仅为传统混凝土泵站的1/3;
- 施工速度快，基坑开挖完成后，仅需一周的时间即可安装、调试完成;
- 预制泵站为全地埋式，景观效果好;
- 自清洁底部设计，解决淤积和臭气问题，无需人工清淤;
- 远程控制，无人看守，配备先进的泵站专用监测系统和远程管理系统。

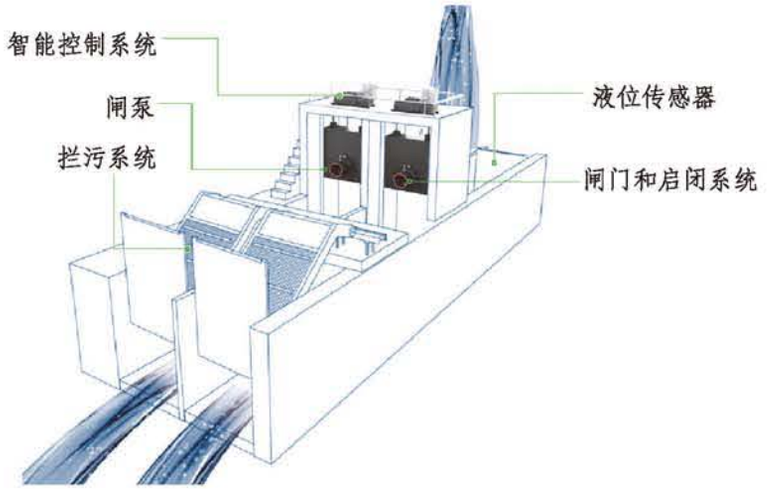
2　一体化轴流预制泵站

随着国家排水设计标准的提高、海绵城市发展及综合管廊建设节奏的加快，对于大流量泵站的需求日益增长。为了应对这迅速发展的市场需求，格兰富基于欧洲大流量预制泵站的先进技术,同时结合国内的实际应用需求,推出了专注于市政、水利等领域的大流量输送一体化轴流预制泵站——雨洪系列,最大排水能力由以前的单筒1m³/s,扩大到单筒3m³/s,目前国内已建成的一体化轴流预制泵站项目最大设计流量达27m³/s。

3　一体化泵闸

随着国家对海绵城市建设及黑臭河道整治的重视，城市建设中的水环境、水生态和内涝治理需求越来越多。为支持国家水资源管理实践，助力城市建设方式转型，格兰富基于其遍布全球的、成功的泵闸项目经验，并结合国内实际应用需求，进一步研发出适用于中国市场的一体化泵闸系统。

一体化泵闸广泛应用于河道整治和内涝治理，不仅可以实现单向排水，还可满足双向补水和水循环。



一体化泵闸

格兰富一体化泵闸将水泵和闸门合二为一,是集成了启闭系统、拦污系统、液位监控、水质监测、智能控制等多种附属设施为一体的集成化系统。

闸门开启方式主要有三种：卷扬机垂直启闭、液压侧翻启闭、液压上翻启闭。

一体化泵闸与传统泵闸站对比:

一体化泵闸与传统泵闸站对比表

方案对比	传统泵闸站	一体化泵闸
初期投资成本	设备种类多，安装调试成本高	一体化设备成套供货,安装调试简单、工期短、成本低
土建成本	单独分开布置泵房和闸站，占地面积大，须建泵房，意味着更高的土地成本和土建费用	占地减少1/3，无须建泵房，大大减少土建费用
运行成本	水泵性能一般，系统阻力损失大，效率不高，运行能耗高	专为泵闸系统设计的闸泵，系统匹配性高，阻力损失小，效率高，可有效降低泵运行功率，降低能耗
维护成本	各设备间配合度低，系统稳定性差，后期维护成本高	系统一体化整体设计，配合度及稳定性更高，后期维护成本低

注：本页根据格兰富水泵（上海）有限公司提供的技术资料编制。

江苏河马井股份有限公司产品相关技术资料

雨水模块	结构形式	适用范围
	全塑型提升装置	储存、渗透、调蓄
	立柱型叠加拼接	

雨水模块系统是由聚丙烯一次注塑成型单元体组装成的结构整体，用于雨水收集、入渗、储存、处理



雨水模块系统安装图



模块单体图

雨污分流装置	结构形式	适用范围
	浮球开关、集污提篮	小区雨污分流
	中间隔板、雨污管口	

通过雨污水浮力自动控制通口，实现混合管网前的雨污分流，分流装置规格(短井筒承口）OD450×OD110/OD160，进出水口为OD110/OD160





雨污分流装置施工图

雨水线性排水沟	结构形式	适用范围
	搭配线性排水沟接头	小区、公园、广场
	搭配不同承压的盖板	

线性排水沟设施搭配线性排水沟接头，可快速安装、缩短工期；优化的过水断面使水力性能得到提升，易于使盖板保持平整和安全稳固



排水沟体



四通接头



现场施工图

非开挖修复锁扣式短管	结构形式	适用范围
	螺纹自锁结构	新建或管网损坏严重

用于修复埋设地下已经发生损坏的雨水污水管网。通过相同的短管单元串联，首部与尾部采用锁扣快速连接的方式在原有管网内部形成新的管道



短管图



短管施工图

雨水面源污染处理系统	结构形式	适用范围
	容量式	雨水径流污染
	旋流分仓过滤式	
	分体式	

雨水面源污染处理系统是一种由弃流装置、前置处理装置、隔油沉砂装置组成的用于解决面源污染的系统，可单独使用，也可组合使用







弃流装置 前置处理装置 隔油沉砂装置

模块化人工湿地	结构形式	适用范围
	定向水流指向	生活污水、黑臭水体、养殖废水
	网格填料更换	
	轻质虑料便于清洗	

模块化人工湿地技术是高效的污水处理技术。可有效解决人工湿地施工团队专业性低和湿地运行的堵塞问题，突破人工湿地建设大兴土木的传统模式，具有湿地模块工厂生产、施工现场拼装、水流定向流动、局部堵塞更换的特点



人工湿地施工图





水平潜流交流图

浅层蓄滞净化系统	结构形式	适用范围
	U形、一次注塑成型	老小区改造、雨水调蓄
	底部可设置缓排装置	

由注塑蓄滞净化渠、盖板、侧板和相关配件组成，通过雨水口直接接入或者通过顶部绿地渗入装置内，结合缓排装置将蓄积的雨水排入雨水管网，底部沉积物通过排泥槽进入污水管网





施工安装图

非开挖热塑性膨胀修复管	结构形式	适用范围
	折叠式成品	非结构性损坏的管网修复
	现场热膨胀内衬	

热塑性膨胀修复工艺是将衬管加热软化，牵引置入原有管道内部，通过加热加压与原管紧密贴合，然后冷却形成内衬管



施工图



产品图

雨水花园成品框	结构形式	适用范围
	细孔框式	雨水成品花园
	内部滤水小孔	
	高强度加强筋	

雨水花园成品框由高分子材料一次注塑而成，底部设有滤水细孔，适合不同介质的雨水填料。在雨水基质堵塞时，可快速清理维护





雨水成品花园效果图

环保雨水口	结构形式	适用范围
	立式分层、单篦/多篦	小区、城市道路、广场
	内置截污提篮	
	抗冲击高分子材料	

环保雨水口经过优化设计，主要用于排除雨水并控制城市面源污染，初期雨水经过提篮式过滤网后依次进入底部滤网和内筒，然后逐渐净化，最后排入市政雨水管道





环保雨水口效果图

根系优长系统	结构形式	适用范围
	立柱组合式	道板树、小区、广场

一种完全生长的根系系统，实现面源处理、改善环境、碳中和等功能



产品效果图



产品施工图

智能式污水提升装置	结构形式	适用范围
	耦合结构U形提篮	农村污水的收集和运输
	智能远程控制	
	高抗冲聚丙烯外壳	

智能式污水提升装置用于污水提升，可用于生活区和农村污水的收集和运输，是一种使用方便、质量可靠、成本较低的新型设备，可作为中小型传统混泥土泵站的替代品



产品图

注：本页根据江苏河马井股份有限公司提供的技术资料编制。

科顺种植顶板(屋面)雨水管理系统相关技术资料

1　产品简介

近年来，随着极端天气的频繁出现，城市的排水能力受到了社会各界的广泛关注，其中车库渗水、顶板积水、路面“看海”等城市排水问题日益增多，对人们的生活造成了严重的安全隐患，传统顶板排水做法难以满足发展需求，因此亟需一套技术先进、安全可靠、经济有效的系统解决方案。

1.1 种植屋面和建筑顶板绿化工程面临最大的两个问题:

1.1.1 防水层及建筑结构的防护：要求能抵抗植物根系穿刺，避免破坏防水层和建筑物。

1.1.2 蓄排水的有效控制：要求保证种植土正常所需的水分，排除多余水分。

1.2 科顺种植顶板(屋面)雨水管理系统

科顺种植顶板（屋面）雨水管理系统是一种全新的海绵城市种植顶板防排水解决方案。该系统实现了防水材料和排水系统有机结合。排水主体采用进口高密度聚乙烯（HDPE）为原材料，采用国家专利独有的三层共挤生产工艺，在熔融状态下经真空吸塑和对辊滚压成型，系统主体由种植顶板复合防水系统、奇封高分子防护排水系统、雨水回用系统（包括水泵、液位控制器、自动补水系统、管道、阀门及地面一体化过滤系统）组成，详见“系统工艺原理图”。

2　主要性能特点

2.1 科顺种植顶板（屋面）雨水管理系统具有以下优势:

2.1.1 “防+排+用”三位一体,三个子系统互为补充，增强了屋面防水和排水的可靠性。

2.1.2 优化了屋面构造层次，节省了建设成本。

2.1.3 排水系统大面施工采用预铺反粘，渗流导排系统和蓄水装置采用装配式施工工艺，安装方便快捷。

2.1.4 雨水系统材料全部为高分子材料，绿色环保，安全可靠。

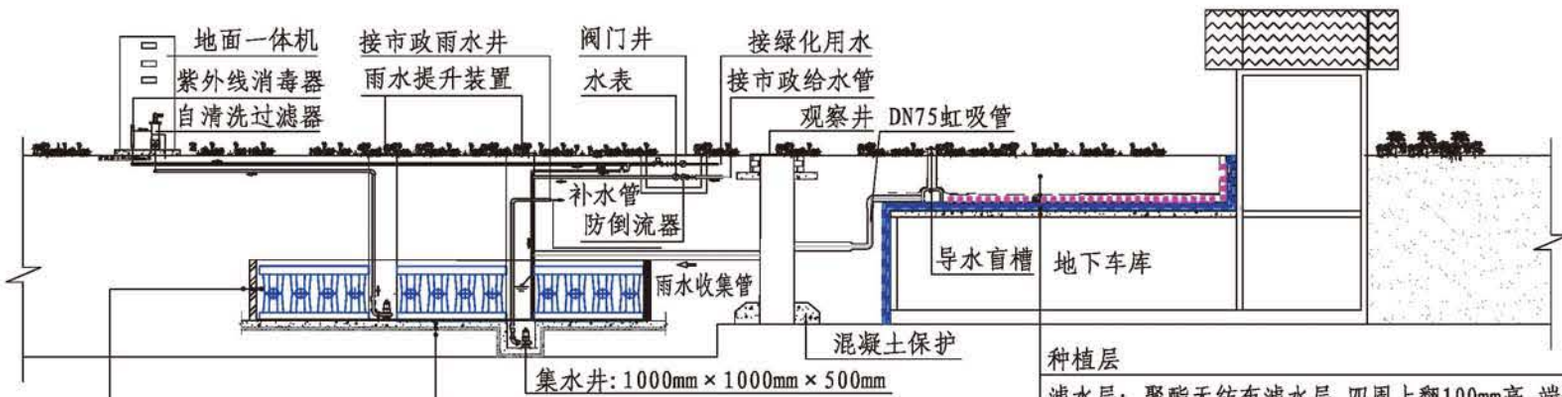
2.1.5 针对雨水系统中雨水预处理产生的杂质沉积等问题，系统采用自动反冲洗设计，无需人工清理。

2.1.6 配备先进的雨水监控系统和远程管理系统,实时动态观测并保证系统正常运行。

2.2 主要设备

主要设备表

名　称	规　格
HDPE高分子防护排水板	材质：HDPE；材料尺寸：12000mm×2750mm×20mm
导水盲槽	材质：PP；材料尺寸：1000mm×200mm×110mm
丁基自粘胶带	材质：丁基；宽幅：400mm/200mm
APF-3000压敏反应型卷材	材质：高密度聚乙烯膜+压敏反应自粘胶,厚度规格:1.5mm/2.0mm
PP模块雨水蓄水池	材质：PP;单体尺寸:1000mm×500mm×500mm;孔隙率:95%;承载力:60t
复合防渗膜	材质：PE；单位每平万米克重：900g
雨水专用组合液位计	组合式浮球感应
地上一体化处理机	全自动处理器（15m³/h）+控制柜+紫外线消毒器（15m³/h）
雨水提升装置	Q=10m³/h，H=10m，N=0.75kW/380V



系统工艺原理图



某城市内涝积水照片



种植屋面构造

注：本页根据科顺防水科技股份有限公司提供的技术资料编制。

岭南水务海绵城市建设相关技术资料

1 海绵城市建设技术体系

岭南水务的海绵城市建设技术体系包括：面源污染生态净化技术、点源污染生态净化技术、分散式地表雨水径流回收利用技术和集成净化技术，切实做到“渗、滞、蓄、净、排、用”，削减暴雨径流量峰值，减少城市洪涝，降低雨污合流，净化初期雨水，改善城市水循环系统和生态环境。该技术体系适用于落实海绵城市理念的建筑与小区、城市绿地与广场、城市道路、城市水系等。

2 技术介绍

2.1 面源污染生态净化技术

2.1.1 技术介绍

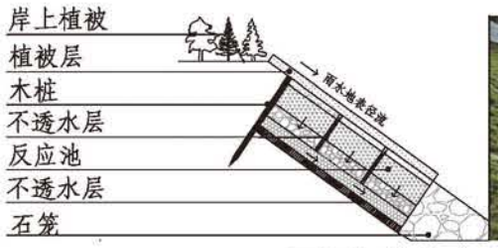
采用一套完善的除氮渗滤系统，对含氮量较高的面源污染物具有显著的去除效果。渗滤系统通过提高外来面源污染物质在渗滤系统中的停留时间，使污染物在该系统的各层级进行充分的生物化学反应，最终达到污水净化的目的。

2.1.2 适用范围

适用于雨水径流、河道、湖泊、人工湿地、景观水体等汇流雨水的生态净化。

2.1.3 技术特点

该系统主要由木桩、反应池和不透水层组成。反应池由多层净化结构组成，实现物理吸附过滤、植物吸收、微生物分解的综合净化功能。相邻反应池之间铺设一层垂直于坡面的不透水层，底部保持相通。该系统不需要任何动力，仅靠重力势差使面源污染物在每一个反应池有序进行生物化学反应，被净化后的水体沿着反硝化层流经石笼，最终进入河湖。





面源污染生态净化技术

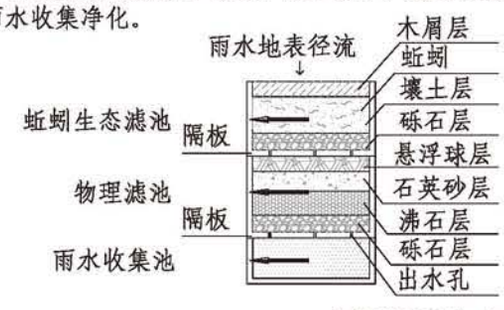
2.2 点源污染生态净化技术

2.2.1 技术介绍

该技术采用蚯蚓生态滤池与物理滤池串联的方式，组成雨水生态过滤系统，对过滤后的雨水实现清洁收集。

2.2.2 适用范围

本技术可适用于车行道、停车场、广场等的雨水收集净化，也可适用于以沥青防水为主的屋面雨水收集净化。





点源污染生态净化技术

2.2.3 技术特点

该系统包括蚯蚓生态滤池、物理滤池和雨水收集池。系统顶端略低于地面，收集的雨水顺次流经蚯蚓生态滤池、物理滤池及雨水收集池，将雨水收集、生物过滤、物理过滤、雨水利用有机结合，从而形成局部的清洁水循环，具有结构简单、雨水过滤净化能力强、使用寿命长等特点，具有推广应用价值。

2.3 分散式地表雨水径流回收利用技术

2.3.1 技术介绍

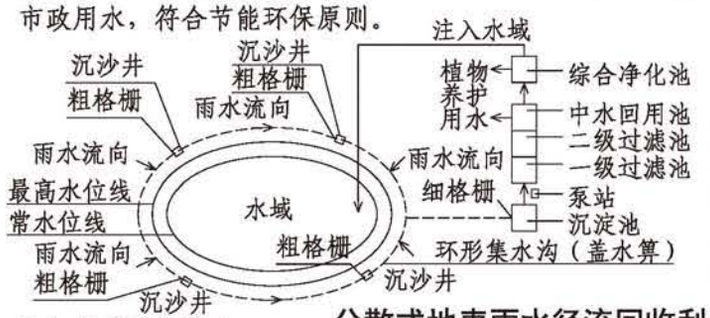
该技术包括水质保护和雨水回收利用两部分，是由截水沟、沉沙井、沉淀池等组成的多级过滤收集、净化系统，用于实现雨水清洁收集和回收利用。

2.3.2 适用范围

适用于景观水体、湿地、河流、湖泊等人工水域和自然水域，以及地表径流回收利用。

2.3.3 技术特点

该系统包括截水沟、沉沙井、综合净化池、中水回用池、一级过滤池、二级过滤池、沉淀池等。该系统通过坡度为1.5‰的截水沟将地表雨水径流汇入沉沙池，经粗、细格栅后流入沉淀池，水流由沉淀池再依次流经一级过滤池、二级过滤池、中水回用池、综合净化池。该技术可有效回收利用地表雨水径流，净化后的雨水可直接用于园林养护，大量供给市政用水，符合节能环保原则。





分散式地表雨水径流回收利用技术

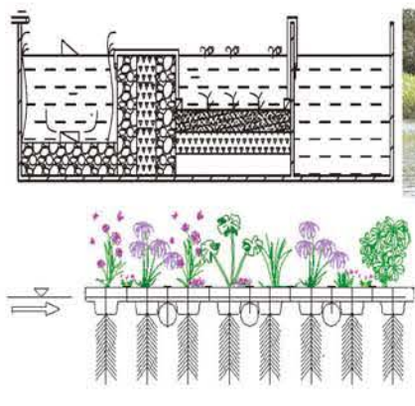
2.4 集成净化技术

2.4.1 技术介绍

该技术包括自有知识产权的多功能吸附性微生态浮岛技术、前期雨水人工湿地技术、水生植物净化技术、湿地缓冲带等综合应用的集成净化技术。

2.4.2 适用范围

适用于景观水体、湿地、河流、湖泊等人工水域和自然水域的雨水径流污染控制。







集成净化技术

注：本页根据岭南水务集团有限公司提供的技术资料编制。

马克菲尔海绵城市建设相关技术资料

1 技术类型及适用范围

马克菲尔（长沙）新型支档科技开发有限公司拥有格宾网系列产品、土工合成材料、钢纤维等，适用于生态防护、市政排水、路面加固等领域。

<table>
<tr><td rowspan="12">生态防护技术</td><td colspan="2">结构形式</td><td>适用范围</td><td rowspan="12">市政排水技术</td><td colspan="2">结构形式</td><td>适用范围</td></tr>
<tr><td rowspan="2">坡式防护</td><td>雷诺护垫</td><td>护坡和护底</td><td rowspan="2">水平排水</td><td rowspan="2">麦克排水垫</td><td>人造草坪足球场排水</td></tr>
<tr><td>加筋麦克垫</td><td>常水位以上护坡</td><td>屋顶花园排水</td></tr>
<tr><td rowspan="3">墙式防护</td><td>格宾挡墙</td><td>护岸或压脚</td><td rowspan="3">垂直排水</td><td rowspan="3">麦克排水垫</td><td>挡墙墙后排水</td></tr>
<tr><td>加筋格宾挡墙</td><td>护岸或压脚</td><td>地下结构防渗排水</td></tr>
<tr><td>绿色加筋格宾挡墙</td><td>常水位以上护坡</td><td>真草足球场排水</td></tr>
<tr><td colspan="2">景观支挡结构形式</td><td>适用范围</td><td>隧道排水</td></tr>
<tr><td>重力式支挡</td><td>格宾挡墙</td><td>墙高≤6m的边坡</td><td>钢纤维预制管片</td><td>钢纤维</td><td>管涵排水</td></tr>
<tr><td rowspan="2">加筋土支挡</td><td>加筋格宾挡墙</td><td rowspan="2">填方边坡及占地充足的挖方边坡</td><td rowspan="3">路面加固技术</td><td colspan="2">结构形式</td><td>适用范围</td></tr>
<tr><td>绿色加筋格宾挡墙</td><td rowspan="2">面层水平加筋</td><td rowspan="2">路面加筋网</td><td rowspan="2">主要应用于新建、改造和拓宽等路面工程</td></tr>
<tr><td colspan="3">注：可根据工程实际情况，将各结构形式进行组合，采用组合式生态护岸</td></tr>
</table>

2 主要性能特点

2.1 生态边坡防护技术

生态边坡防护技术包括雷诺护垫防护技术和加筋麦克垫防护技术，适用于城市水系的生态护岸及市政边坡的生态绿化。

雷诺护垫是由防腐处理的低碳钢丝经机器编织而成的双绞合六边形钢丝网，制作成符合要求的工程构件。在工程现场装填石料，形成具有柔性、透水性和整体性的工程结构，被称为“会呼吸的堤岸”。

加筋麦克垫是将立体聚丙烯材料挤压于机编六边形双绞合钢丝网面上形成的加筋三维土工垫，与高性能生态基材、土壤增活有机基质等不同功能产品的组合，实现边坡的冲刷防护及快速绿化，适用于土石混合边坡及岩质边坡的生态修复。



雷诺护垫生态护坡



加筋麦克垫生态护坡

2.2 景观支挡结构——格宾挡墙

格宾是由经防腐处理的低碳钢丝经机编而成的六边形双绞合钢丝网面制作的网箱结构，在工程现场装填石料，因其粗狂质朴的视觉特性及拼装的灵活性，根据工程需要可将造型设计和生态恢复融入结构中，使之成为与周边环境融为一体的，具有一定观赏性的支挡结构，解决了景观营造与工程防护难以协调的矛盾。



格宾公园挡墙



格宾建筑小品

2.3 景观支挡结构——加筋格宾挡墙

加筋格宾和绿色加筋格宾是由防腐处理的低碳钢丝经机编而成的六边形双绞合钢丝网面组合而成的工程构件，面墙与筋材为同一网面制成。加筋格宾面墙网箱填充石料，可做成直立式或阶梯式的加筋结构；绿色加筋格宾全面墙可绿化，具有极佳的景观效果。

注：本页根据马克菲尔（长沙）新型支档科技开发有限公司提供的技术资料编制。

加筋格宾挡墙采用工厂预制，现场组装的施工方式，最大限度地实现就地取材，与混凝土挡墙相比：地基承载力要求降低约30%、造价降低20%～50%，二氧化碳的排放量降低80%以上，且结构整体性好，抗震性强，对地基的不均匀沉降变形适应性好，施工速度快。



别墅区绿色加筋格宾挡墙



机场复合加筋格宾挡墙

2.4 市政排水技术

麦克排水垫是以聚丙烯长丝连续挤压形成固定排水通道的结构为芯材，与两层聚丙烯长丝纺粘土工布热粘形成的新型三维排水材料，相对于碎石排水层，排水能力强、施工便捷且质量可控、造价低15%～30%，且能降低开山采石和河道采砂对环境的破坏，广泛应用于市政、球场、建筑、道路等工程的排水结构。



足球场水平排水



挡墙垂直排水

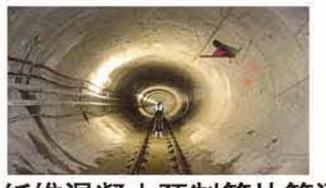
2.5 钢纤维混凝土技术

钢纤维是钢质原材经过冷拉工艺成型，特殊刀具切断制成的具有两端弯钩、中间平直的细小纤维，将钢纤维均匀分散至混凝土中制成的钢纤维混凝土具有全方位加筋、抗剪强度与弯曲韧性高、抗渗性好、耐久性好、施工简便等特点。

钢纤维混凝土技术主要应用于市政排水系统中的圆形排水管、排水涵洞、大型盾构排水管道及城市内河水闸部位高应力区局部增强（高水流流速区域抗冲磨）、防空蚀区增强、防渗结构。



钢纤维混凝土地坪



钢纤维混凝土预制管片管涵

2.6 路面加固技术

路面加固技术是采用柔性的金属路面加筋网对路面结构进行加固的技术。路面加筋网由热浸镀锌或高尔凡防腐处理的低碳钢丝，经机编成六边形双绞合金属网与横向加筋棒组成的一种自锁式双向受力的三维立体金属网面，在路面施工时布设在沥青面层中间或底部，与路面材料嵌固咬合，形成一层高强的加筋层，有效改善路面结构受力，提高沥青集料的抗拉和抗剪模量，延缓裂缝的发生，降低车辙变形的影响，延长路面使用寿命，主要应用于各等级道路新建、改造和拓宽等路面工程中。



园区道路路面加筋网加固



高速公路路面加筋网加固

仁创生态环保科技股份有限公司硅砂透水滤水产品相关技术资料

硅砂透水滤水产品选用表

产品名称	规格型号	性能特点	适用范围
硅砂透水砖	300mm×150mm×65mm 600mm×300mm×80mm 900mm×450mm×80mm 产品规格可依据设计需求定做	1.以沙漠风积沙为原料，免烧结挤压成型，节能环保，化害为利； 2.透水滤水，下雨不湿鞋，下雪不结冰； 3.可再生循环利用	适用于人行道、广场、甬道等非机动车道路面铺装；硅砂滤水石、硅砂滤水岩适用于慢行车道、停车场等路面铺装
硅砂蓄水池	由六边形硅砂井室拼装而成，蓄水池容积根据需求可做成任意大小	1.蜂巢结构稳定，安全可靠，储水率高达90%以上； 2.因地制宜，不占地面空间； 3.过滤与净化同步,储存与保鲜一体	适用于公园、绿地、停车广场等地下管网较少的区域
透气防渗毯	内含0.3cm厚透气防渗砂； 内含0.6cm厚透气防渗砂； 内含0.9cm厚透气防渗砂	以沙漠风积沙为原料，具有透气不透水的功能	适用于河道、湖泊、景观水体等防渗
硅砂现制路面	硅砂彩色面层厚度1mm； 底层为透水混凝土基础	1.同样以风积沙作为原料，现场压制成型，节能环保,施工快速便捷； 2.透水滤水的同时，其一体化的面层可以制作成多色拼接的曲线图案	适用于绿道、广场等面积较大，需要景观效果或满足图案设计的场景，可以用作人行和车行的各类型的路面
硅砂透水路缘石	500mm×150mm×300mm 1000mm×150mm×300mm 产品规格可依据设计需求定做	以沙漠风积沙为原料，免烧结挤压成型，具有透水滤水透气的功能	适用于市政、园林道路等

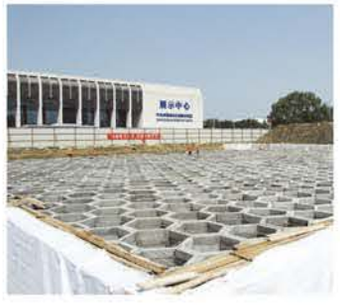
注：硅砂透水滤水产品的施工与验收应满足现行中国工程建设标准化协会标准《硅砂雨水利用技术规程》CECS 381的有关规定。



砂基透水砖



硅砂透水井



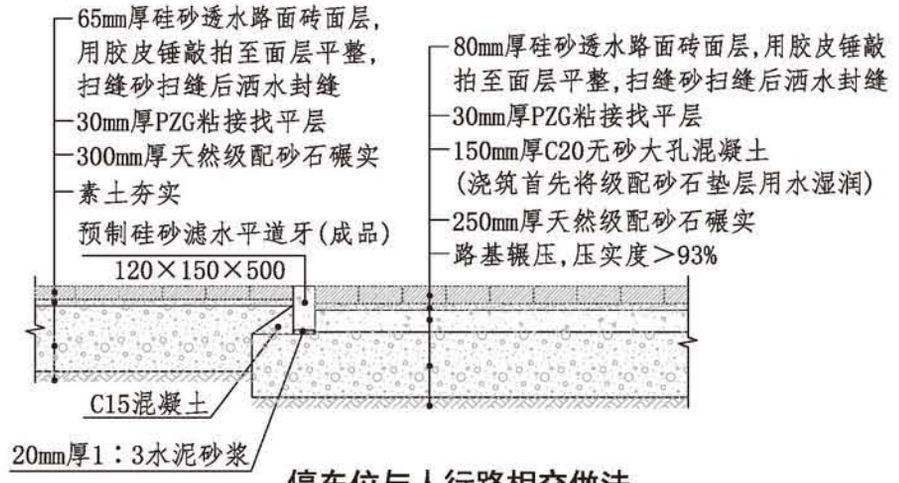
硅砂蜂巢蓄水池



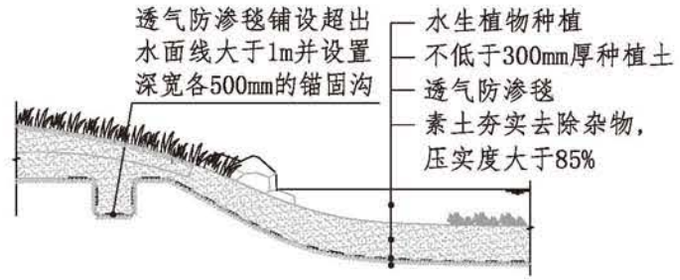
透气防渗毯



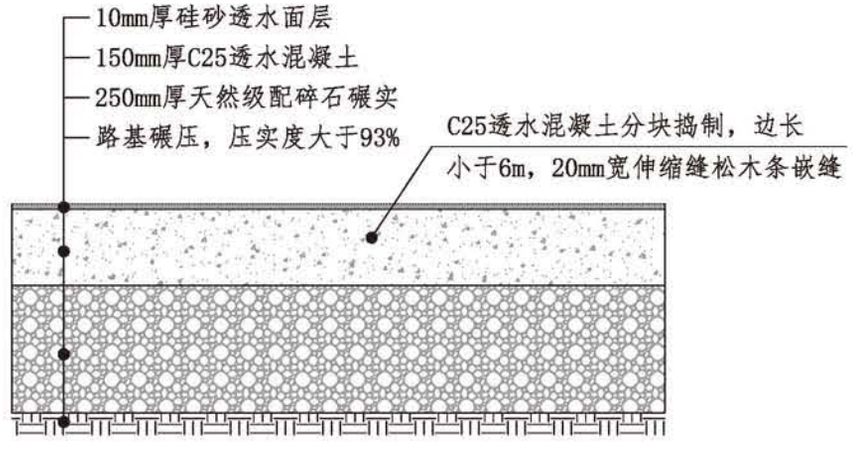
某公园透水铺装



停车位与人行路相交做法



透气防渗毯水塘铺设做法



硅砂现制路面一般做法

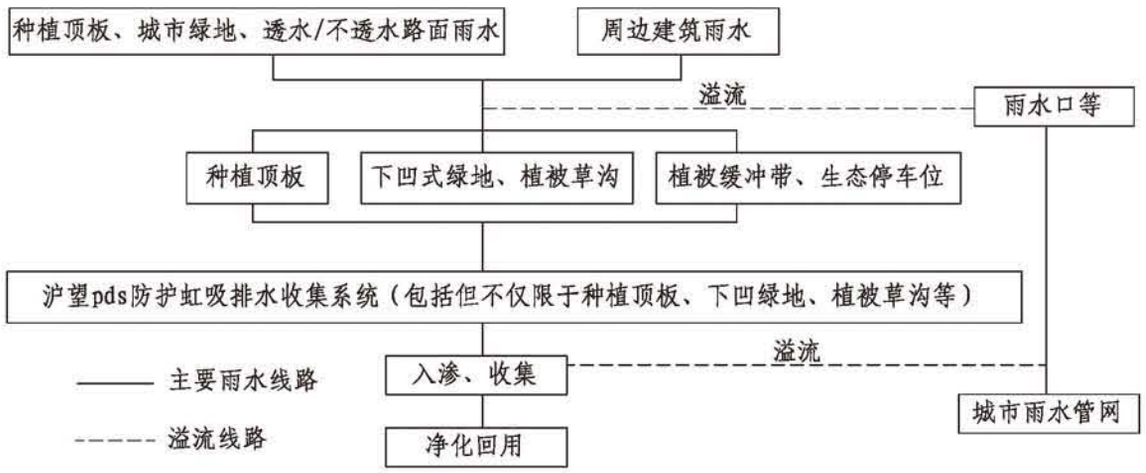
注：本页根据仁创生态环保科技股份有限公司提供的技术资料编制。

沪望pds防护虹吸排水收集系统相关技术资料

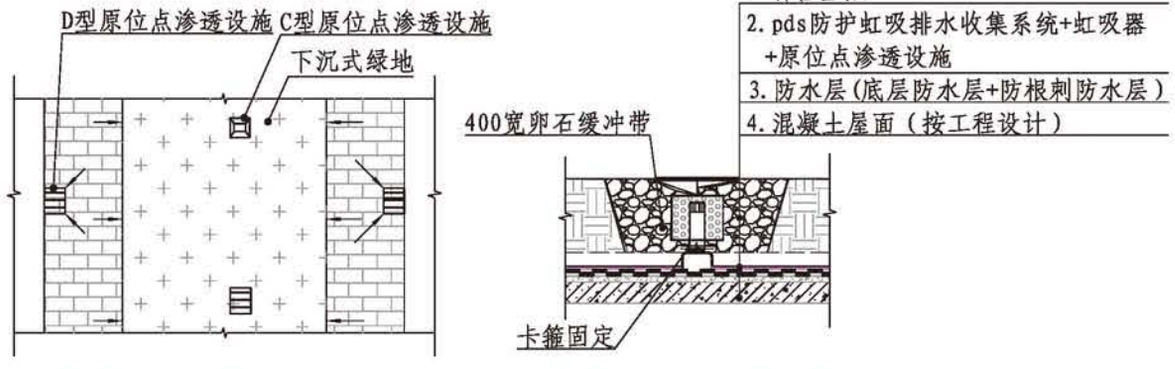
沪望pds防护虹吸排水收集系统主要由高分子防护排（蓄）水异型片、塑料虹吸排水槽、虹吸管、透气观察管、沉淀观察井、雨水收集系统等组成。该系统将种植顶板工程中的透水路面、下凹式绿地、植被草沟、植被缓冲带、生态停车位等部位的入渗水有组织排出并收集。实现海绵城市渗、滞、蓄、净、用、排六字技术方针，满足绿色节能建筑标准。沪望pds防护虹吸排水收集系统在全国各地项目中得到了很好的使用和验证。

2016年2月住房和城乡建设部组织专家讨论通过：沪望科技开发的pds防护虹吸排水收集系统为国家海绵城市建设重点推广产品。该系统在《海绵城市建设先进适用技术与产品目录（第一批）》评审结果的公示中排序第一。该系统尤其适用于顶板面积较大、放坡困难的工程，符合海绵城市倡导排水及雨水收集再利用的绿色节能要求。

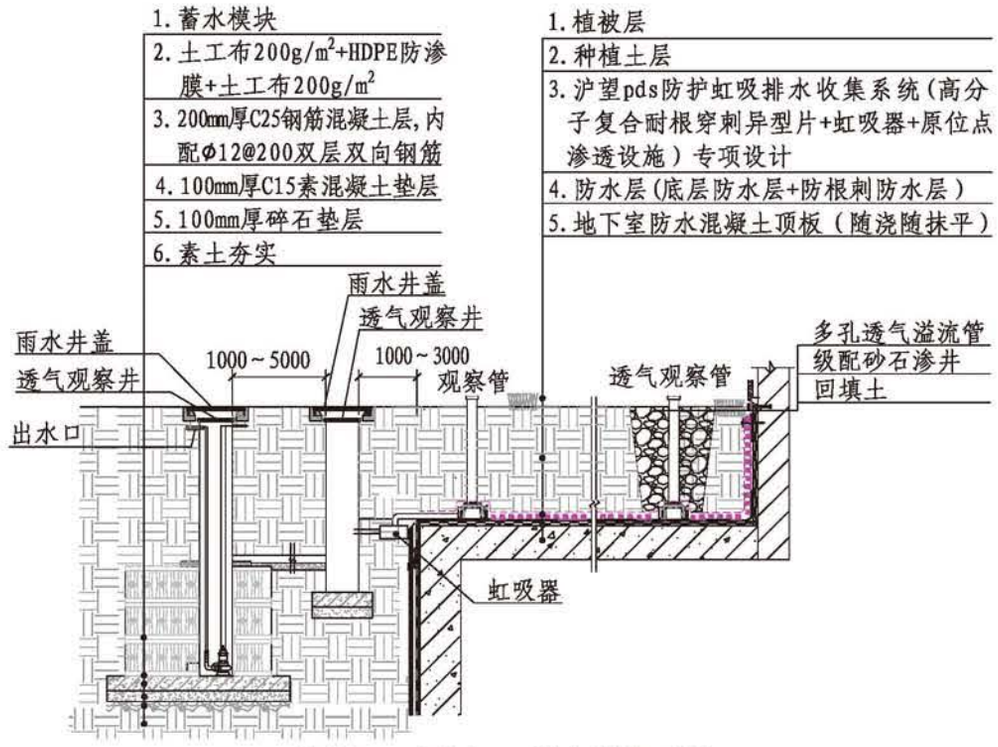
适用范围：该系统适用于新建、改建、扩建的民用及工业建筑屋面绿化工程和地下工程建筑顶板绿化工程以及下凹式绿地、雨水收集、海绵城市等相关工程。



沪望pds防护虹吸排水调蓄系统典型流程图

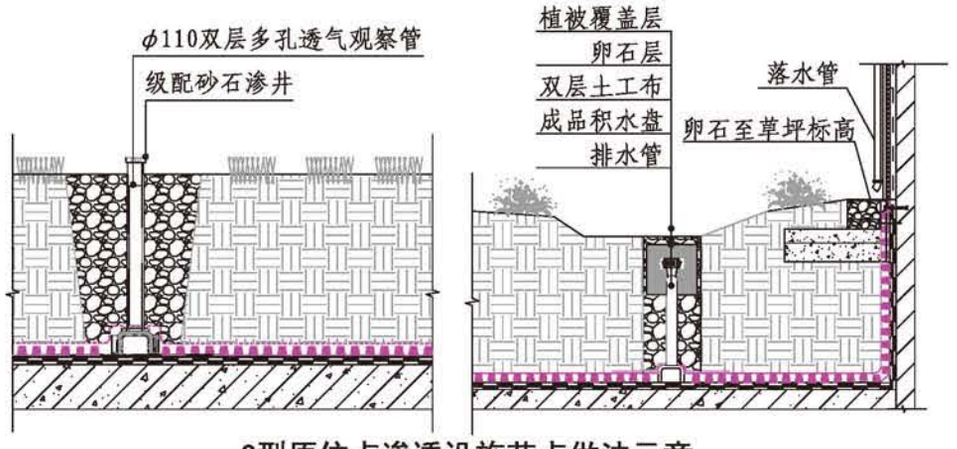


海绵设施平面布置示意图　　D型原位点渗透设施节点做法示意



沪望pds防护虹吸排水收集系统

注：pds防护虹吸排水收集系统的设计、布置及敷设需经计算进行确定。



C型原位点渗透设施节点做法示意

注：1. 透水铺装可用硬质铺装（内含原位点渗透设施）等效替代。
2. 高分子复合耐根穿刺异型片具备两年以上耐根穿刺实验检测报告，并有国家检测机构公示。
3. 溢流口可采用成品溢流口形式，溢流口的数量和布置应按汇水面积所产生的流量确定。

注：本页根据上海沪望建筑科技发展有限公司提供的技术资料编制。

上海中卉生态科技股份有限公司屋面绿化材料筑植板相关技术资料

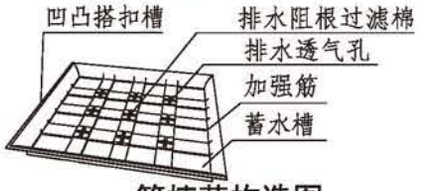
1　产品简介

上海中卉生态科技股份有限公司的屋面绿化材料——筑植板系列产品，集蓄水层、排水层、过滤层、基质层及耐旱植物为一体，具有透气、阻根、隔热、保温等功能。材料设计新颖合理，植物色彩美观，培植工艺先进。产品均为成品，可直接在屋面安装,符合现行国家和行业相关标准的要求，可作为绿色建筑屋面绿化及海绵城市建设材料应用。

2　产品类型

2.1 筑植草产品（适合于草坪式屋顶绿化，可用于种植低矮、耐旱、耐贫瘠、根系为须根系等植物，以多肉植物为主）：

筑植草容器规格为两种：500mm×500mm×65mm（适用于长江以南）,500mm×500mm×100mm（适用于长江以北）。筑植草产品具有完善的蓄水、排水、过滤、透气、阻根、隔热、保温等功能。成品主要应用于非上人屋面的简单式屋顶绿化，可直接在屋面安装组合，施工方便快捷，湿重60kg/m²（干重30kg/m²），符合建设海绵城市的需求，不会对屋顶造成负荷影响。对屋面的降温效果明显，据检测，每19.35m²的房间每天可省电2.35°，可降低室内表面温度3℃～4℃,有效节能达到80%以上。



筑植草构造图





遵义青少年宫曲线型屋面绿化

2.2 筑植灌产品（适合于组合式屋面绿化，可用于种植地被、灌木等）：

筑植灌产品规格为500mm×500mm×100mm（适合国内大部分区域），适用于种植灌木。成品主要应用于上人屋面的组合式屋顶绿化，具有蓄水、排水、过滤、透气、阻根、隔热、保温等功能,可直接在屋面拼装组合,施工方便快捷。湿重 120kg/m²（干重60kg/m²）。



筑植灌构造图

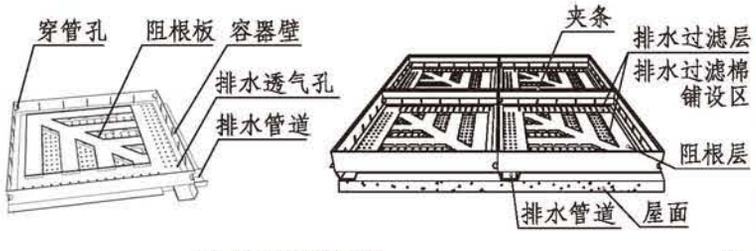




北京屋面绿化

2.3 筑植树产品（适合于花园式屋面绿化，可种植草坪、地被、灌木、乔木等）：

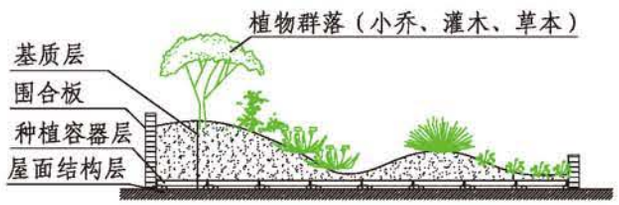
筑植树容器规格为500mm×500mm×285mm，适用于种植植株高度一般在3.5m以下的小乔木或大灌木,也可通过微地形处理种植较大乔木。成品主要应用于上人屋面的花园式屋顶绿化，湿重350kg/m²（干重150kg/m²）。



筑植树构造图



福建省建设厅办公楼屋面绿化



组合花园式剖面示意图

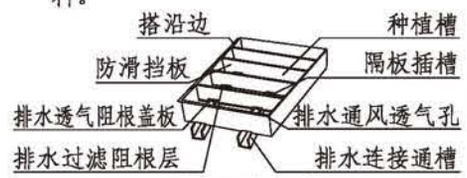


厦门中航紫金广场屋顶景观绿化

荣获2018年度科学技术-工程技术奖（金禹奖）金奖

2.4 筑植坡产品（适合于组合坡式屋顶绿化）：

筑植坡容器规格为500mm×400mm×85mm，主要应用于建筑坡屋面的绿化材料。



筑植坡构造图



重庆斜屋面绿化



贵州云谷坡屋面绿化

3　主要设计技术参数和要求：

3.1 容器采用聚丙烯（PP）料，在长江以南使用，壁厚不得低于2.2mm;在长江以北使用，壁厚不得低于2.5mm。

3.2 组合容器与容器之间必须有搭扣连接，以保证绿化系统的整体性，防止台风或外力破坏。

3.3 容器应具有排水、蓄水、过滤和阻根功能，保证屋面的排水顺畅和防水层安全。同时屋面绿化使用还能符合建设海绵城市的需求,起到屋面绿化对雨水的截留和对雨水的蓄、净、排等功能。

3.4 营养基质至少应含有泥炭土30%以上,其干重和湿重应符合的参数要求见表1。

表1 营养基质干重和湿重参数要求

产品类型	干土质量 (kg/m²)	含水饱和质量 (kg/m²)	可滞留雨水量 (kg/m²)	蓄水率 (%)	推迟雨水达峰时间 (min)
筑植草	30	60	30	50	10～30
筑植灌	60	120	50	50	20～45
筑植树	150	350	150	50	30～90
筑植坡	40	80	40	50	10～20

3.5 采用成品安装的,植株密度应在95%以上，植物选用适合屋顶绿化种植的不同区域的植物，应具有浅根性、抗风、耐贫瘠、耐寒、耐旱等特性。

4　筑植系列产品技术优点

4.1 成品组合拼装，施工方便快捷，施工工期短，可随意变换植物配置。

4.2 荷载轻，不会对屋顶造成负荷影响。

4.3 高分子材料聚丙烯（PP）容器，自身具有对植物根系的物理阻根作用，因此，使用筑植容器不易造成屋顶漏水，对屋面结构起到保护作用。

4.4 因容器具有蓄水功能，营养基质可有效保水，因此后期维护成本低，部分材料免维护。

4.5 屋面绿化材料的使用，一次性解决了传统方式屋顶绿化在建筑承重、建筑防水、排水、防根穿刺、植物水分供给、保温隔热等方面的难题。

注：本页根据上海中卉生态科技股份有限公司提供的技术资料编制。

参编企业、联系人及电话

（排名不分先后）

北京东方园林生态股份有限公司	李玉春	010-59388794
北京东方雨虹防水技术股份有限公司	许　宁	010-59031921
北京泰宁科创雨水利用技术股份有限公司	高俊斌	010-60775579
倍适莱茵（北京）节能科技有限公司	魏文月	18713341827
宝路七星管业有限公司	唐月刚	13901217566
飞跃（台州）新型管业科技有限公司	冯　平	13606682388
广东联塑科技实业有限公司	张慰峰	0757-23379375
顾地科技股份有限公司	李贤梅	0711-3356321
格兰富水泵（上海）有限公司	陆宗雷	13917344364
江苏河马井股份有限公司	周敏伟	0519-86538199
科顺防水科技股份有限公司	叶　吉	0757-28603333-6802
岭南水务集团有限公司	佟　镇	13516094422
马克菲尔（长沙）新型支档科技开发有限公司	张勇强	0731-87744577
仁创生态环保科技股份有限公司	秦升益	010-62987799
上海沪望建筑科技发展有限公司	吴晓根	021-36367166
上海中卉生态科技股份有限公司	柯思征	13818852198

图集简介

22HM001-1《海绵城市建设设计示例（一）》为海绵城市建设系列图集中的综合类图集，是海绵城市建设标准体系中的总体环节内容。图集由多个分册组成，内容包括海绵城市建设的源头减排、过程控制和系统治理的全流程中各类建设项目的规划和设计。

本分册适用于海绵专项规划设计，建筑与小区、城市道路的新建和既有项目专项改造设计中的海绵城市之源头减排相关内容。

该图集通过设计示例加深对海绵城市建设理念的理解及活学活用。主要解决在进行海绵城市规划，以及建筑与小区、城市道路与广场等工程设计时所遇到问题。图集适合有一定设计经验，但对海绵城市相关工程设计不熟悉的单位和个人使用。图集结合国家海绵试点城市的建设经验，编制了区域和片区尺度的海绵城市专项规划和建筑与小区和城市道路项目设计中海绵城市之源头减排的设计内容；选取了国家海绵试点城市的部分优秀工程案例，按标准化和指导性等原则，进行梳理并重新编制。考虑到中国地域广阔，海绵适用措施不同，设计示例项目的选取考虑了我国不同降雨分区以及华北、华中、华东、华南、西北、西南、东北地区，包括山地、平原等地形及湿陷性黄土等下垫面条件；专业涵盖规划、给水排水、建筑、园林、道路等。图集对专业分工、工种配合以及设计流程方面进行了明确说明；设计人员可以参照图集中的设计说明编制海绵专篇，参考图集中解决问题的方法、计算、图纸的内容及深度进行相关设计。部分节点详图施工单位可直接选用，审查人员和学校教学也可参考使用。

相关图集介绍：

20S805-1《雨水调蓄设施——钢筋混凝土雨水调蓄池》国家建筑标准设计图集适用于市政排水、绿地广场等初期雨水收集、削减排水洪峰流量、径流污染控制等工程，也可用于雨水资源化利用工程。建筑与小区的钢筋混凝土雨水调蓄池的设计与施工可参考本图集。

本图集编制了矩形地下式钢筋混凝土雨水调蓄池，按功能设计有多种类型，有效容积范围为 200m³～5000m³；主要内容包括接收池、通过池、联合池、格栅井以及附属设施等。接收池设计了门式、射流器、真空三种冲洗方式，并根据冲洗设备的使用条件,经技术经济比较,确定了不同冲洗方式适宜的池型。射流器冲洗的池容范围为 200m³～3000m³；门式冲洗方式全系列均可采用，池容范围为 200m³～5000m³；真空冲洗更适合较大型的调蓄池，在有效容积为 4000m³、5000m³ 时使用。通过池分为有、无水力颗粒分离器两种形式，根据进水流量或建设用地情况选择。当用地面积受限时，宜采用安装水力颗粒分离器的通过池。联合池由接收区和通过区两部分组成，各区容积应根据初期雨水量、后续水量和水质特征确定，本图集设计了总池容为 5000m³ 的一种规格作为范例。

17S705《海绵型建筑与小区雨水控制及利用》国家建筑标准设计图集适用于新建、改建和扩建的民用建筑及小区、工业建筑及厂区雨水控制及利用的设计与施工；不适用于雨水作为生活饮用水水源的雨水利用工程。图集中的雨水入渗设施适用于土壤渗透系数 10^{-6}m/s～10^{-3}m/s 的工程，不适用于湿陷性黄土、膨胀土、高含盐土、永久性冻土土壤。雨水回收利用设施宜用于年均降雨量大于 400mm 的地区。图集的主要内容包括雨水入渗系统、雨水回收利用系统、雨水调蓄排放系统、屋面雨水收集排放系统的设计要点及场地雨水排除、超标雨水处置等设施的做法。本图集是对 10SS705《雨水综合利用》的修编，修改补充了海绵型建筑与小区雨水控制及利用工程的渗、滞、蓄、净、用、排等技术措施，为实现雨水的径流总量控制、径流峰值控制，径流污染控制和雨水资源化利用的目标提供技术支撑、起到积极作用。

16S518《雨水口》国家建筑标准设计图集适用于室外道路、广场、绿地等室外排水工程。

图集的主要内容包括砖砌体雨水口、混凝土模块砌体雨水口、预制混凝土装配式雨水口；不同井体材料的平箅式、偏沟式、联合式、立箅式的安装图；球墨铸铁雨水箅子及井圈、球墨铸铁复合树脂雨水箅子及井圈、防沉降球墨铸铁雨水箅子及井圈、钢格板雨水箅子及井圈等的典型外形图；雨水口过流曲线图。本图集为施工安装图集，可用于指导、规范施工和安装，设计人员可直接选用，施工人员可照图施工。

本图集是对 05S518《雨水口》的修编，其中的雨水口过流曲线图是经大量试验工作而得，具有很好的指导意义。