UDC

中华人民共和国行业标准

CJJ

CJJ 161－2011

备案号 J 1181－2011

污水处理卵形消化池工程技术规程

Technical specification for egg-shaped digester of sewage treatment

2011－03－15 发布　　2012－01－01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部　发布

中华人民共和国行业标准

污水处理卵形消化池工程技术规程

Technical specification for egg-shaped digester of sewage treatment

CJJ 161－2011

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

实施日期：2 0 1 2 年 1 月 1 日

中国建筑工业出版社

2011 北 京

库七七 www.kqqw.com 标准下载

中华人民共和国行业标准

污水处理卵形消化池工程技术规程

Technical specification for egg-shaped digester of sewage treatment

CJJ 161－2011

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）
各地新华书店、建筑书店经销
北京红光制版公司制版
北京同文印刷有限责任公司印刷

*

开本：850×1168 毫米　1/32　印张：2¼　字数：60 千字
2011 年 8 月第一版　2011 年 8 月第一次印刷
定价：**11.00** 元
统一书号：15112・20302

版权所有　翻印必究
如有印装质量问题，可寄本社退换
（邮政编码 100037）

本社网址：http://www.cabp.com.cn
网上书店：http://www.china-building.com.cn

库七七 www.kqqw.com 标准下载

中华人民共和国住房和城乡建设部
公　　告

第 956 号

关于发布行业标准《污水处理卵形消化池工程技术规程》的公告

现批准《污水处理卵形消化池工程技术规程》为行业标准，编号为 CJJ 161－2011，自 2012 年 1 月 1 日起实施。其中，第 3.1.1、3.1.2、3.1.5、4.1.4、4.3.1、4.4.1、7.1.3、7.1.5、7.7.23 条为强制性条文，必须严格执行。

本规程由我部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2011 年 3 月 15 日

库七七 www.kqqw.com 标准下载

前　言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2008年工程建设标准规范制订、修订计划（第一批）〉的通知》（建标［2008］102号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程的主要技术内容是：1. 总则；2. 术语和符号；3. 材料；4. 结构设计；5. 构造要求；6. 防火、防腐、保温及饰面；7. 施工及质量验收。

本规程中以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

本规程由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释，由中建八局第三建设有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送至中建八局第三建设有限公司（地址：南京市尧化门新尧路18号，邮政编码：210046）。

本规程主编单位：中建八局第三建设有限公司
中国建筑股份有限公司

本规程参编单位：中国建筑第八工程局有限公司
中国市政工程中南设计研究总院
上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司
中国市政工程华北设计研究总院
同济大学
中建八局第二建设有限公司
中铁上海工程局市政工程有限公司
北京市市政四建设工程有限责任公司

库七七 www.kqqw.com 标准下载

本规程主要起草人员：王玉岭　戴耀军　肖绪文　程建军
沈兴东　薛伟辰　范民权　薛晓荣
彭春强　王长祥　马荣华　陈　军
刘雪平　马福利　苗冬梅　李忠卫
黄建勇　杨中源

本规程主要审查人员：刘志刚　王恒栋　王乃震　樊锦仁
王群依　焦永达　李　杰　冯　跃
高　海　王文治　许清风

库七七 www.kqqw.com 标准下载

目　次

1　总则 …… 1
2　术语和符号 …… 2
2.1　术语 …… 2
2.2　符号 …… 2
3　材料 …… 5
3.1　混凝土 …… 5
3.2　钢筋 …… 5
3.3　预应力用锚具、夹具和连接器 …… 6
3.4　其他材料 …… 7
4　结构设计 …… 9
4.1　一般规定 …… 9
4.2　作用分类及组合 …… 11
4.3　承载能力极限状态计算 …… 13
4.4　正常使用极限状态验算 …… 15
4.5　预应力损失计算 …… 16
4.6　静力计算 …… 21
5　构造要求 …… 22
5.1　一般规定 …… 22
5.2　无粘结预应力筋构造 …… 22
5.3　有粘结预应力筋构造 …… 23
5.4　锚固端构造 …… 23
6　防火、防腐、保温及饰面 …… 26
7　施工及质量验收 …… 28
7.1　一般规定 …… 28
7.2　地基基础工程 …… 29

库七七 www.kqqw.com 标准下载

7.3 钢筋工程 …… 29
7.4 模板工程 …… 30
7.5 脚手架工程 …… 30
7.6 混凝土工程 …… 31
7.7 预应力工程 …… 32
7.8 防腐、保温及饰面工程 …… 36
7.9 功能性试验 …… 37
本规程用词说明 …… 38
引用标准名录 …… 39
附：条文说明 …… 41

库七七 www.kqqw.com 标准下载

Contents

1 General Provisions ····· 1
2 Terms and Symbols ····· 2
2.1 Terms ····· 2
2.2 Symbols ····· 2
3 Materials ····· 5
3.1 Concrete ····· 5
3.2 Steel Reinforcement ····· 5
3.3 Anchorage, Grip and Coupler for Prestressing Tendons ····· 6
3.4 Other Materials ····· 7
4 Structural Design ····· 9
4.1 General Requirements ····· 9
4.2 Classification and Combination of Actions ····· 11
4.3 Calculation of Ultimate Limit States ····· 13
4.4 Checking Calculation of Serviceability Limit States ····· 15
4.5 Calculation of Values for Loss of Prestress ····· 16
4.6 Static Calculation ····· 21
5 Contructional Requirements ····· 22
5.1 General Requirements ····· 22
5.2 Contructional Requirements of Unbonded Prestressed Tendon ····· 22
5.3 Contructional Requirements of Bonded Prestressed Tendon ····· 23
5.4 Contructional Requirements of Anchor End ····· 23
6 Fire Protection、Anticorrision、Insulation and Facing ····· 26

库七七 www.kqqw.com 标准下载

7 Construction and Acceptance ····· 28
7.1 General Requirements ····· 28
7.2 Foundation ····· 29
7.3 Reinforcement Engineering ····· 29
7.4 Formwork Engineering ····· 30
7.5 Scaffolding Engineering ····· 30
7.6 Concrete Engineering ····· 31
7.7 Prestress Engineering ····· 32
7.8 Engineering of Anticorrision、Insulation and Facing ····· 36
7.9 Functional Test ····· 37
Explanation of Wording in This Specification ····· 38
List of Quoted Standards ····· 39
Addition: Explanation of Provisions ····· 41

库七七 www.kqqw.com 标准下载

1 总 则

1.0.1 为了规范污水处理卵形消化池工程的设计、施工及质量验收，做到技术先进、安全适用、经济合理，确保质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于后张法预应力污水处理卵形消化池工程的设计、施工及质量验收。

1.0.3 建在地震区、湿陷性黄土或膨胀土等地区的预应力污水处理卵形消化池，除应符合本规程的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

1.0.4 污水处理卵形消化池工程的设计、施工及质量验收，除应符合本规程的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

库七七 www.kqqw.com 标准下载

2 术语和符号

2.1 术　　语

2.1.1 卵形消化池　egg-shaped digester

由上下圆锥体及中部球壳组成的用于污泥消化处理的预应力蛋形构筑物。

2.1.2 变角张拉　stressing at an angle

预应力张拉作业受到空间限制，需要在张拉端锚具前安装变角块，使预应力筋改变一定的角度后进行张拉的工艺。

2.1.3 环梁基础　ring beam foundation

扩展部分构件的高度不小于宽度，可将上部结构传来的荷载通过向侧边扩展成一定底面积使作用在基底的压应力小于或等于地基土的允许承载力的基础。

2.1.4 环板基础　ring plate foundation

扩展部分构件的高度小于宽度，可将上部结构传来的荷载通过向侧边扩展成一定底面积使作用在基底的压应力小于或等于地基土的允许承载力的基础。

2.1.5 环锚　dogbone coupler

张拉端与锚固端集合在同一锚体上且适用于预应力卵形消化池环向预应力筋的游动锚具。

2.1.6 气密性试验　air tightness test

污水处理卵形消化池满水试验合格后，在设计水位条件下以空气为介质对其进行的密封功能性试验。

2.2 符　　号

2.2.1 作用和作用效应

F_{ph} ——等效水平环向侧压力标准值；

库七七 www.kqqw.com 标准下载

F_{pm}——预应力筋的平均张拉力；

G_{ik}——第 i 个永久作用的标准值；

M_k——结构自重及施工荷载的标准组合在计算截面产生的弯矩值；

N_k——结构自重及施工荷载的标准组合在计算截面产生的轴向力；

Q_{jk}——第 j 个可变作用的标准值；

R——结构构件抗力设计值；

S——作用效应的基本组合设计值；

S_d——作用效应的准永久组合设计值；

S_k——作用效应的标准组合设计值；

σ_c——在荷载效应标准组合作用下，计算截面的边缘混凝土法向应力；

σ_{cc}——相应施工阶段计算截面边缘纤维的混凝土压应力；

σ_{ct}——相应施工阶段计算截面边缘纤维的混凝土拉应力；

σ_{con}——预应力筋张拉控制应力；

σ_{li}——第 i 项预应力损失值；

σ_{pc}——扣除全部预应力损失后，计算截面上的有效预压应力；

σ_{pe}——预应力筋的有效预应力值。

2.2.2 材料性能

E_p——预应力筋的弹性模量；

f'_{ck}——与各施工阶段混凝土立方体抗压强度 f'_{cu} 相应的抗压强度标准值；

f_{cu}——混凝土立方体抗压强度；

f_{ptk}——预应力筋抗拉强度标准值；

f'_{tk}——与各施工阶段混凝土立方体抗压强度 f'_{cu} 相应的抗拉强度标准值。

2.2.3 几何参数

A_p——预应力筋的截面面积；

库七七 www.kqqw.com 标准下载

A_{ph}——高度方向每米内预应力筋的截面面积之和；

i——反弧及圆弧预应力筋中应力近似直线变化的斜率；

L——张拉端至锚固端之间的距离；

L_p——预应力筋的有效长度；

ΔL_c——混凝土构件在张拉过程中的弹性压缩值；

ΔL^0_{P2}——初应力以下的推算伸长值；

ΔL^0_{P1}——初应力至最大张拉力之间的实测伸长值；

l_1——预应力筋张拉端起点至反弯点的水平投影长度；

r——反弧及圆弧形曲线预应力筋的曲率半径；

r_h——壳体环向预应力筋水平半径；

W_0——验算边缘的换算截面弹性抵抗矩；

x——张拉端至计算截面的距离；

a——张拉端锚具变形和预应力筋内缩值；

θ——从张拉端至计算截面曲线部分切线夹角的总和。

2.2.4 计算系数及其他

γ_{Gi}——第 i 个永久作用的分项系数；

γ_{Qj}——第 j 个可变作用的分项系数；

C_{Gi}——第 i 个永久作用的作用效应系数；

C_{Qj}——第 j 个可变作用的作用效应系数；

ψ_c——可变作用的组合值系数；

ψ_{Qj}——第 j 个可变作用的准永久值系数；

μ——预应力筋与孔道壁或护套之间的摩擦系数；

k——考虑孔道或无粘结预应力筋每米长度局部偏差的摩擦系数；

$\eta_{\Delta t}$——卵形消化池池体壁面温差作用（包括湿度变化的当量温差）引起的内力折减系数；

η_{tr}——卵形消化池池体中面季节平均温差作用所引起的内力折减系数。

库七七 www.kqqw.com 标准下载

3 材　料

3.1 混 凝 土

3.1.1 污水处理卵形消化池的预应力结构混凝土强度等级不应低于 C40。其他非预应力结构构件混凝土强度等级不应低于 C30。

3.1.2 污水处理卵形消化池的混凝土应满足抗渗要求。混凝土的抗渗等级应通过试验确定，并应符合表 3.1.2 的规定。

表 3.1.2 污水处理卵形消化池的混凝土抗渗等级要求

最大水头与混凝土厚度的比值（i_w）	抗渗等级（P）
<10	P4
10～30	P6
>30	P8

注：抗渗等级 Pi 指龄期为 28d 的混凝土试件，施加 $i_w \times 0.1$MPa 水压后满足不渗水指标。

3.1.3 最冷月平均气温低于－3℃的地区，外露卵形消化池的混凝土应具有良好的抗冻性能。对最冷月平均气温在－3℃～－10℃的地区，混凝土抗冻等级应采用 F150；对最冷月平均气温低于－10℃的地区，混凝土抗冻等级应采用 F200。

3.1.4 卵形消化池混凝土的水胶比不应大于 0.45。卵形消化池混凝土的碱含量不应高于 3.0kg/m^3。

3.1.5 污水处理卵形消化池混凝土严禁采用含有氯盐配制的早强剂及早强减水剂。

3.2 钢　筋

3.2.1 卵形消化池中的非预应力钢筋应符合现行国家标准《混

库七七 www.kqqw.com 标准下载

凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

3.2.2 预应力筋宜采用高强度低松弛预应力钢绞线，其性能应符合现行国家标准《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224 的规定。常用预应力钢绞线的主要力学性能应按表 3.2.2 采用。

表 3.2.2 常用预应力钢绞线主要力学性能

预应力筋品种	公称直径 d (mm)	极限强度标准值 f_{ptk} (N/mm²)	抗拉强度设计值 f_{py} (N/mm²)	延伸率 $l_0 \geqslant 500$mm (%)	截面面积 (mm²)	公称质量 (g/m)	弹性模量 E_S (N/mm²)
钢绞线	9.5	1720	1220	≥3.5	54.8	430	1.95×10^5
		1860	1320				
		1960	1390				
	12.7	1720	1220		98.7	775	
		1860	1320				
		1960	1390				
	15.2	1570	1110		140	1101	
		1670	1180				
		1720	1220				
		1860	1320				
		1960	1390				
	15.7	1770	1250		150	1178	
		1860	1320				

注：当采用表列以外的其他预应力筋材料时，应符合国家现行相关标准的规定。

3.2.3 无粘结预应力筋的质量要求应符合现行行业标准《无粘结预应力钢绞线》JG161 和《无粘结预应力筋专用防腐润滑脂》JG 3007 的规定。

3.3 预应力用锚具、夹具和连接器

3.3.1 卵形消化池预应力筋的锚具、夹具和连接器的性能和要求应符合国家现行标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB/

库七七 www.kqqw.com 标准下载

T 14370 和《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》JGJ 85 的规定。

3.3.2 卵形消化池预应力筋-锚具组装件的锚固性能应符合下列规定：

1 预应力筋所采用锚具的静载锚固性能应同时符合下列规定：

$$\eta_a \geqslant 0.95 \qquad (3.3.2\text{-}1)$$

$$\varepsilon_{apu} \geqslant 2.0\% \qquad (3.3.2\text{-}2)$$

式中：η_a——预应力筋-锚具组装件静载试验测得的锚具效率系数；

ε_{apu}——预应力筋-锚具组装件达到实测极限拉力时的总应变。

2 预应力筋-锚具组装件的疲劳锚固性能，应通过试验应力上限取预应力钢材极限强度标准值 f_{ptk} 的 65%、疲劳应力幅度取 80N/mm^2、循环次数为 200 万次的疲劳性能试验。

3.3.3 卵形消化池预应力筋锚具的选用，应根据预应力筋的品种、张拉应力值及工程应用环境条件选定；对于池壁的埋入式环向钢绞线，宜采用环型锚具。

3.4 其 他 材 料

3.4.1 预应力混凝土用金属波纹管或塑料波纹管的尺寸和性能应符合现行行业标准《预应力混凝土用金属螺旋管》JG/T 3013 或《预应力混凝土桥梁用塑料波纹管》JT/T 529 的规定。

3.4.2 卵形消化池的混凝土表面防腐材料宜采用聚氨酯类有机材料或水泥基等无机材料，其性能应满足现行国家标准《建筑防腐蚀工程施工及验收规范》GB 50212 的规定。

3.4.3 卵形消化池的外保温材料应符合下列规定：

1 宜采用防火、隔热性能好、轻质、高效、环保的保温材料。

2 其燃烧性能等级应不低于 B_2。

库七七 www.kqqw.com 标准下载

3.4.4 预应力筋的孔道灌浆宜采用成品灌浆材料，且应采用第Ⅰ类水泥基灌浆材料，灌浆材料的性能应符合现行国家标准《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448 的规定。

3.4.5 卵形消化池的饰面材料可选用建筑外用彩色镀锌或镀铝锌压型钢板等轻质材料，其计算和构造应符合现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的规定。

库七七 www.kqqw.com 标准下载

4 结构设计

4.1 一般规定

4.1.1 污水处理卵形消化池池体上、下锥体母线与水平面夹角宜取 45°，高度与最大内径之比宜为 1.50～1.75。

4.1.2 污水处理卵形消化池的安全等级应为二级，主体结构设计使用年限应为 50 年。

4.1.3 污水处理卵形消化池结构应采用以概率理论为基础的极限状态设计方法，以可靠度指标度量结构的可靠度，应采用以分项系数的设计表达式进行设计。

4.1.4 污水处理卵形消化池应根据承载能力极限状态及正常使用极限状态的要求，分别按下列规定进行计算和验算：

1 根据承载能力极限状态的要求，污水处理卵形消化池结构构件均应进行承载力（包括失稳）计算；必要时尚应进行结构的倾覆验算；当有抗震设防要求时，还应进行结构构件抗震的承载力验算。

2 根据正常使用极限状态的要求，对需要控制变形的结构构件应进行变形验算；对使用上要求不出现裂缝的构件，应进行混凝土拉应力验算；对使用上允许出现裂缝的构件，应进行裂缝宽度验算。

4.1.5 裂缝宽度验算应符合现行国家标准《给水排水工程构筑物结构设计规范》GB 50069 的规定。

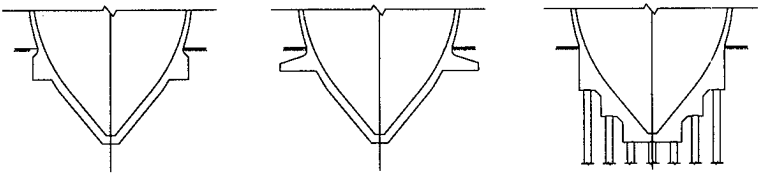
4.1.6 污水处理卵形消化池应进行地基承载力验算及地基变形计算。地基承载力和变形验算以及基础设计，应按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的规定执行。若采用桩基础时，应符合现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的规定。

4.1.7 卵形消化池基础的埋置深度应满足地基承载力、变形和

库七七 www.kqqw.com 标准下载

稳定性的要求。宜为整个池体高度的 1/3～1/5。

4.1.8 根据不同地基，卵形消化池可采用环梁基础、环板基础、桩基基础等（图 4.1.8）。



（a）环梁基础　　（b）环板基础　　（c）桩基基础

图 4.1.8　卵形消化池基础形式

4.1.9 污水处理卵形消化池预应力混凝土结构，除应根据使用条件进行承载力计算及变形、抗裂、裂缝宽度和应力验算外，尚应按具体情况分别对制作、安装及预应力张拉等施工阶段进行验算。对承载能力极限状态，当预应力效应对结构有利时，预应力分项系数应取 1.0；不利时应取 1.2。对正常使用极限状态，预应力分项系数应取 1.0。

4.1.10 预应力钢筋的张拉控制应力值 σ_{con} 不宜超过 $0.75f_{ptk}$，且不应小于 $0.4f_{ptk}$。当符合下列条件之一时，张拉控制应力限值可提高 $0.05f_{ptk}$：

1 要求提高构件在施工阶段的抗裂性能而在使用阶段受压区内设置的预应力钢筋；

2 要求部分抵消由于应力松弛、摩擦、钢筋分批张拉等因素产生的预应力损失。

4.1.11 当卵形消化池池壁的环向和竖向均施加预应力时，池壁混凝土中的主压应力不应超过 $0.33f_{cu}$。

4.1.12 当施加预应力时，所需的混凝土立方体抗压强度应经计算确定，但不宜低于设计混凝土强度等级值的 75%。

4.1.13 预应力筋锚固端应进行混凝土局部受压承载力计算，并应配置间接钢筋，其体积配筋率不应小于 0.5%。

4.1.14 卵形消化池池壁应采取有效措施防止混凝土早期干缩和

库七七 www.kqqw.com 标准下载

温（湿）度作用引起的混凝土开裂。

4.1.15 卵形消化池应考虑环向、径向预应力张拉施工顺序对预应力损失及对池体内力的影响，设计时应注明预应力筋张拉顺序和分批张拉施工的要求。

4.1.16 污水处理卵形消化池内力计算时应考虑壁面温（湿）差作用和季节温差作用。

4.1.17 计算卵形消化池池体壁面温差作用（包括湿度变化的当量温差）和中面季节平均温差作用所引起的结构内力时，内力折减系数可分别取 $\eta_{\Delta t}=0.65$、$\eta_{tr}=0.20$。

4.2 作用分类及组合

4.2.1 作用分类和作用代表值应符合下列规定：

1 卵形消化池结构上的作用可分为永久作用和可变作用两类。永久作用应包括结构自重、土的竖向压力和侧向压力、消化池内的盛水压力、永久设备自重、池内气体压力、结构的预加应力、地基的不均匀沉降等；可变作用应包括池顶活荷载、雪荷载、风荷载、地表或地下水压力（侧压力、浮力）、结构构件的温（湿）度变化作用、地面堆积荷载、施工荷载等。

2 污水处理卵形消化池结构设计时，不同作用应采用不同的代表值。对永久作用，应采用标准值作为代表值；对可变作用，应根据设计要求采用标准值、组合值或准永久值作为代表值。

3 当结构承受两种或两种以上可变作用，承载能力极限状态按作用效应基本组合计算或正常使用极限状态按作用效应标准组合验算时，应采用标准值和组合值作为可变作用代表值。可变作用的组合值应为可变作用的标准值乘以作用组合值系数。

4 当正常使用极限状态按作用效应准永久组合验算时，应采用准永久值作为可变作用代表值。可变作用的准永久值应为可变作用的标准值乘以准永久值系数。

4.2.2 永久作用标准值应符合下列规定：

库七七 www.kqqw.com 标准下载

1 结构自重的标准值可按结构构件的设计尺寸与相应材料的重度计算确定，各种材料的重度可按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定采用。构件上设备转动部分的自重及其传递的轴向力应乘以动力系数后作为标准值，动力系数可取 2.0。

2 设备自重标准值可按设备样本提供的数据采用。

3 作用在消化池池壁的侧向土压力应按现行国家标准《给水排水工程构筑物结构设计规范》GB 50069 计算。

4 消化池内的盛水压力标准值应按设计水位的静水压力计算，水的重度可取 10.5kN/m^3。

5 施加在卵形消化池结构上的竖向和环向预应力值，应按预应力筋的张拉控制应力值扣除相应张拉工艺的各项应力损失采用，并应符合下列规定：

1）沿高度分段配置的环向预应力筋张拉时，对卵形消化池壳体产生的等效均布水平环向压力可按下式计算：

$$F_{ph} = \frac{\sigma_{pe} \times A_{ph}}{r_h} \tag{4.2.2}$$

式中：F_{ph}——高度方向每米等效水平环向压力标准值（N/mm^2）；

σ_{pe}——预应力筋的有效预应力值（N/mm^2）；

A_{ph}——高度方向每米内预应力筋的截面面积之和（mm^2/m）；

r_h——壳体环向预应力筋水平半径（mm）。

2）竖向预应力筋张拉时，对卵形消化池壳体产生的压力可按本规程式（4.2.2）等效成均布压力。

3）张拉端或锚固端施加的节点力应根据预应力筋面积及有效预应力值的乘积确定，其方向与端部承压板垂直。

6 消化气体压力标准值应根据工艺要求确定，宜为 5kN/m^2～8kN/m^2，试验压力宜为压力标准值的 1.5 倍。

4.2.3 可变作用标准值和永久值系数应符合下列规定：

库七七 www.kqqw.com 标准下载

1 池顶操作平台的活荷载标准值可取 5.0kN/m²，准永久值系数可取 0.5，当实际使用活荷载大于上述值时，应按照实际情况采用。

2 雪荷载、风荷载的标准值及准永久值系数，应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定采用。

3 地表水或地下水对消化池的作用标准值应按现行国家标准《给水排水工程构筑物结构设计规范》GB 50069 的规定采用。

4 地面堆积荷载的标准值可取 10kN/m²，其准永久值系数可取 0.5。

5 卵形消化池结构的温度变化作用（包括湿度变化的当量温差）标准值，应由池壁的壁面温（湿）差确定；池壁的壁面湿度当量温差 Δt 可按 5℃～10℃采用。

4.3 承载能力极限状态计算

4.3.1 污水处理卵形消化池结构构件按承载能力极限状态进行强度计算时，应符合下式的规定：

$$\gamma_0 S \leqslant R \tag{4.3.1}$$

式中：γ_0——结构重要性系数，宜取 1.0；

S——作用效应基本组合设计值；

R——结构构件抗力设计值，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定确定。

4.3.2 卵形消化池按承载能力极限状态进行强度计算时，作用效应组合设计值应按下列规定确定：

1 强度计算的作用效应基本组合应按下式计算：

$$S = \Sigma \gamma_{Gi} C_{Gi} G_{ik} + \gamma_{Q1} C_{Q1} Q_{1k} + \psi_c \Sigma \gamma_{Qj} C_{Qj} Q_{jk} \tag{4.3.2}$$

式中：G_{ik}——第 i 个永久作用的标准值；

γ_{Gi}——第 i 个永久作用的分项系数，当作用效应对结构不利时，对结构和设备自重应取 1.2，对其他永久作用应取 1.27；当作用效应对结构有利时，均应取 1.0；

库七七 www.kqqw.com 标准下载

Q_{1k}——第1个可变作用的标准值，当有地表水或地下水时，第一个可变作用应取地表水或地下水作用；

Q_{jk}——第 j 个可变作用的标准值；

γ_{Q1}——第1个可变作用分项系数，对地表水或地下水的作用取1.27；

γ_{Qj}——第 j 个可变作用分项系数，除地表水或地下水作用外，各项可变作用的分项系数取1.40；

C_{Gi}、C_{Q1}、C_{Qj}——分别为第 i 个永久作用、第1个可变作用和第 j 个可变作用的作用效应系数；

ψ_c——可变作用的组合值系数，取0.9；当计算工况中只有一个可变作用时，取1.0。

2 承载能力极限状态计算时，作用效应基本组合设计值应根据不同的荷载工况取不同的作用项目组合。不同的项目组合可按表4.3.2确定。

表4.3.2 承载能力极限状态荷载作用组合表

工况	永久作用						可变作用						
	结构和设备自重 G_1	池内盛水压力 F_w	消化气体压力 q_a	环向预应力 F_{ph}	径向预应力 F_{pv}	土的侧向压力 $F_{ep.k}$	池顶活荷载 Q	风荷载 w	雪荷载 s	地下水压力 $q_{fw.k}$	地面堆积荷载 q_a	壁面温(湿)差作用 $F_{\Delta t}$	中面季节平均温差作用 F_{tr}
混凝土施工阶段	√							△				△	△
环向张拉阶段	√			√				△				△	△
径向张拉阶段	√			√	√			△				△	△
闭水闭气阶段	√	√	√	√	√			△				△	△
使用阶段	√	√	√	√	√	√	√	△	△	△	△	√	△
检修阶段	√			√	√	√	√	△	△	△	△	△	△

注：1 表中有“√”的作用为应予计算的项目；有“△”的作用为应按具体设计条件确定采用；

2 不同工况组合时，应考虑对结构的有利与不利情况分别采用分项系数；

3 池顶活荷载与雪荷载不同时组合，取二者的大值。

库七七 www.kqqw.com 标准下载

4.3.3 当卵形消化池承受地下水（含上层滞水）浮力时，应进行抗浮稳定验算。验算时各作用均应取标准值，抵抗力不应包括池内盛水的永久作用和消化池侧壁上的摩擦力，抗浮稳定性抗力系数不应小于1.05。

4.4 正常使用极限状态验算

4.4.1 卵形消化池按正常使用极限状态设计时，应分别按作用效应的标准组合或准永久组合进行验算。结构的变形、抗裂度和裂缝宽度、应力计算值应满足相应的规定限值。

4.4.2 当卵形消化池结构构件处于轴心受拉或小偏心受拉时，应进行抗裂验算，应取作用效应的标准组合并应符合下列确定：

1 按正常使用极限状态验算时，作用效应标准组合的设计值应按下式计算：

$$S_k = \sum_{i=1}^{m} C_{Gi} G_{ik} + C_{Q1} Q_{1k} + \psi_c \sum_{j=2}^{n} C_{Qj} Q_{jk} \qquad (4.4.2)$$

式中：S_k ——作用效应的标准组合设计值。

2 按正常使用极限状态验算时，作用效应标准组合的设计值应按本规程表4.3.2选取不同的作用组合。

4.4.3 当卵形消化池结构构件处于受弯、大偏心受压或大偏心受拉时，应控制裂缝宽度，应取作用效应的准永久组合并应符合下列规定：

1 按正常使用极限状态验算时，作用效应准永久组合的设计值应按下式计算：

$$S_d = \sum_{i=1}^{m} C_{Gi} G_{ik} + \sum_{j=1}^{n} C_{Qj} \psi_{Qj} Q_{jk} \qquad (4.4.3)$$

式中：S_d ——作用效应的准永久组合设计值；

ψ_{Qj} ——第 j 个可变作用的准永久值系数。

2 按正常使用极限状态验算时，作用效应准永久组合的设计值应选取不同的作用项目组合。

4.4.4 污水处理卵形消化池在工作状态下混凝土环向剩余压应

库七七 www.kqqw.com 标准下载

力不应小于 0.3MPa。卵形消化池结构环向的抗裂度，应按荷载效应标准组合进行验算，并应符合下式规定：

$$\sigma_{pc} - \sigma_c \geqslant 0.3 \tag{4.4.4}$$

式中：σ_{pc}——计算截面扣除全部预应力损失后混凝土的有效预压应力（N/mm^2）；

σ_c——计算截面在荷载效应标准组合作用下的混凝土应力（N/mm^2）。

4.4.5 卵形消化池结构在预加应力作用下，混凝土竖向应符合下列规定：

1 空池状态下，最大裂缝宽度不应大于 0.15mm。

2 正常运行状态下（满池状态），截面边缘的混凝土法向应力符合下列规定：

$$\sigma_{ct} \leqslant f'_{tk} \tag{4.4.5-1}$$

$$\sigma_{cc} \leqslant 0.8 f'_{ck} \tag{4.4.5-2}$$

$$\sigma_{cc} \text{ 或 } \sigma_{ct} = \sigma_{pc} + \frac{N_k}{A_0} \pm \frac{M_k}{W_0} \tag{4.4.5-3}$$

式中：σ_{cc}、σ_{ct}——相应阶段计算截面边缘纤维的混凝土压应力、拉应力（N/mm^2）；

f'_{tk}、f'_{ck}——与各施工阶段混凝土立方体抗压强度 f'_{cu} 相应的抗拉强度标准值、抗压强度标准值；

N_k、M_k——结构自重及施工荷载的标准组合在计算截面产生的轴向力、弯矩值；

W_0——验算边缘的换算截面弹性抵抗矩。

4.5 预应力损失计算

4.5.1 预应力筋的有效预应力 σ_{pe} 应按下式计算：

$$\sigma_{pe} = \sigma_{con} - \sum \sigma_{li} \tag{4.5.1}$$

式中：σ_{con}——预应力筋张拉控制应力（N/mm^2）；

σ_{li}——第 i 项预应力损失值（N/mm^2）。

4.5.2 污水处理卵形消化池设计时，宜考虑下列各项预应力损

库七七 www.kqqw.com 标准下载

失，且预应力筋的总损失设计取值不应小于 80N/mm²。

1 张拉端锚具变形和预应力筋内缩 σ_{l1}；

2 预应力筋的摩擦 σ_{l2}；

3 预应力筋的应力松弛 σ_{l3}；

4 混凝土的收缩和徐变 σ_{l4}；

5 预应力筋由于分批张拉引起的平均预应力损失 σ_{l5}；

6 变角垫块孔道引起的预应力损失 σ_{l6}。

4.5.3 预应力筋由于锚具变形和预应力筋内缩引起的预应力损失 σ_{l1}，应根据曲线预应力筋与导管或护套壁之间的反向摩擦影响长度 l_f范围内的预应力筋变形值等于锚具变形和预应力筋内缩值的条件确定。预应力筋在反向摩擦影响长度 l_f范围内的预应力损失值 σ_{l1}可按下列公式计算：

1 反向圆弧布置（图 4.5.3-1，圆心角 $\theta \leqslant 90°$）

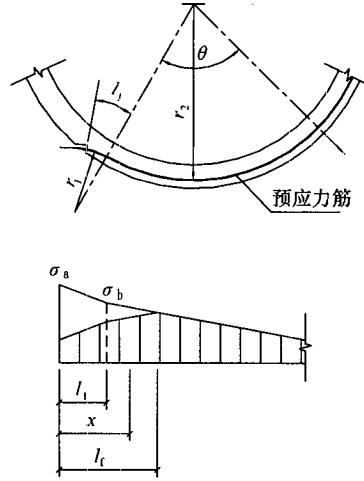


图 4.5.3-1 反向圆弧布置预应力筋的预应力损失 σ_{l1}

当 $x \leqslant l_1$ 时

$$\sigma_{l1} = 2i_1 (l_1 - x) + 2i_2 (l_f - l_1) \qquad (4.5.3\text{-}1)$$

当 $l_1 < x \leqslant l_f$ 时

$$\sigma_{l1} = 2i_2 (l_f - x) \qquad (4.5.3\text{-}2)$$

库七七 www.kqqw.com 标准下载

反向摩擦影响长度 l_f（m）可按下列公式计算：

$$l_f = \sqrt{\frac{aE}{1000 i_2} + l_1^2 - \frac{i_1}{i_2} l_1^2} \qquad (4.5.3\text{-}3)$$

$$i_1 = \sigma_a \left(k + \frac{\mu}{r_1} \right) \qquad (4.5.3\text{-}4)$$

$$i_2 = \sigma_b \left(k + \frac{\mu}{r_2} \right) \qquad (4.5.3\text{-}5)$$

式中：l_1——预应力筋张拉端起点至反弯点的水平投影长度（m）；

i_1、i_2——反弧及圆弧预应力筋中应力近似直线变化的斜率；

r_1、r_2——反弧及圆弧形曲线预应力筋的曲率半径（m）；

σ_a、σ_b——预应力筋在 a、b 点的应力；

μ——预应力筋与孔道壁或护套之间的摩擦系数，按本规程表 4.5.4 采用；

k——考虑孔道或无粘结预应力筋每米长度局部偏差的摩擦系数，按本规程表 4.5.4 采用；

x——张拉端至计算截面的距离（m）；

a——张拉端锚具变形和钢筋内缩值（mm），按本规程表 4.5.3 采用。

表 4.5.3　锚具变形和预应力筋内缩值 a（mm）

锚具类别		a
夹片式锚具	有顶压时	5
	无顶压时	6～8

注：1　表中锚具变形和预应力筋内缩值也可根据实测数据确定；

2　设计中应注明计算所采用的锚具变形和预应力筋内缩值。

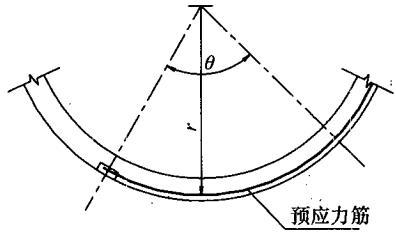
2　环型锚具布置（图 4.5.3-2，圆弧对应的圆心角 $\theta \leqslant 90°$）

$$\sigma_{l1} = 2\sigma_{con} \cdot l_f \, (\mu / r + k)(1 - x / l_f) \qquad (4.5.3\text{-}6)$$

反向摩擦影响长度 l_f（m）可按下式计算：

库七七 www.kqqw.com 标准下载

$$l_f = \sqrt{\frac{aE_p}{2\times 1000\sigma_{con}(\mu/r+k)}} \qquad (4.5.3\text{-}7)$$



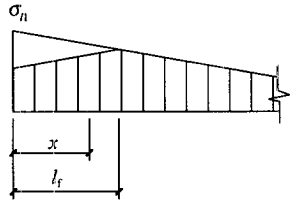


图 4.5.3-2　环锚预应力筋的预应力损失 σ_n

4.5.4　预应力筋与孔道壁或护套壁之间的摩擦引起的预应力损失 σ_{l2}，可按下列公式计算：

$$\sigma_{l2} = \sigma_{con}(1-1/e^{kx+\mu\theta}) \qquad (4.5.4\text{-}1)$$

当 $kx+\mu\theta$ 不大于 0.3 时，σ_{l2} 可按下列近似公式计算：

$$\sigma_{l2} = (kx+\mu\theta)\sigma_{con} \qquad (4.5.4\text{-}2)$$

式中：x——从张拉端至计算截面的曲线长度（m），当计算池壁竖向预应力筋时可近似取曲线在纵轴上的投影长度（m）；

θ——从张拉端至计算截面曲线部分切线夹角的总和（rad）；

k——考虑孔道每米长度局部偏差的摩擦系数，可按本规程表 4.5.4 采用；

μ——预应力筋与孔道壁或护套壁之间的摩擦系数，可按本规程表 4.5.4 采用。

库七七 www.kqqw.com 标准下载

表 4.5.4 摩擦系数

孔道成型方式或预应力筋种类	k	μ
预埋金属波纹管	0.0015	0.25
无粘结预应力钢绞线	0.004	0.09
塑料波纹管	0.0015	0.15

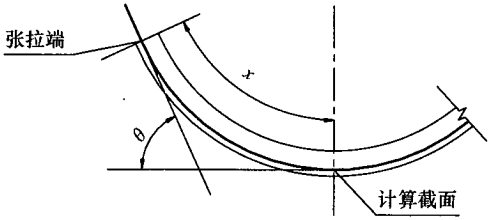


图 4.5.4 预应力筋摩擦损失计算

4.5.5 由于预应力筋的应力松弛引起的预应力损失值 σ_{l3} 可按下列公式计算：

当 $\sigma_{con} \leqslant 0.7 f_{ptk}$ 时

$$\sigma_{l3} = 0.125(\sigma_{con}/f_{ptk} - 0.5)\sigma_{con} \qquad (4.5.5\text{-}1)$$

当 $0.7 f_{ptk} < \sigma_{con} \leqslant 0.8 f_{ptk}$ 时

$$\sigma_{l3} = 0.20(\sigma_{con}/f_{ptk} - 0.575)\sigma_{con} \qquad (4.5.5\text{-}2)$$

4.5.6 混凝土收缩、徐变引起受拉区纵向预应力筋的预应力损失值 σ_{l4} 可按下列公式计算：

$$\sigma_{l4} = (55 + 300\sigma_{pc}/f'_{cu})/(1 + 15\rho) \qquad (4.5.6\text{-}1)$$

式中：σ_{pc}——受拉区纵向预应力筋合力点处混凝土法向压应力；

f'_{cu}——施加预应力时的混凝土立方体抗压强度；

ρ——受拉区预应力筋和非预应力筋的配筋率。

$$\rho = (A_p + A_s)/A_n \qquad (4.5.6\text{-}2)$$

计算预应力筋合力点处混凝土法向压应力 σ_{pc} 时，预应力损失值仅考虑混凝土预压前（第一批）的损失 σ_{l1} 和 σ_{l2}；σ_{pc} 值不得大于 $0.5 f'_{cu}$。

4.5.7 预应力筋分批张拉引起的平均预应力损失值 σ_{l5} 可按下式

库七七 www.kqqw.com 标准下载

计算：

$$\sigma_{l5} = 0.5 a_E \mu_y \sigma_{con} \tag{4.5.7}$$

式中：μ_y——预应力筋的配筋率；

a_E——钢筋弹性模量与混凝土弹性模量的比值。

4.5.8 变角垫块孔道引起的预应力损失 σ_{l6} 可通过现场摩阻试验确定，当缺乏试验资料时，无粘结预应力筋变角垫块摩阻损失可按表 4.5.8 确定。

表 4.5.8 变角垫块摩阻损失值

角度	15°	20°	25°	30°
摩阻损失	$2.7\%\sigma_{con}$	$3.0\%\sigma_{con}$	$3.5\%\sigma_{con}$	$4.5\%\sigma_{con}$

4.6 静 力 计 算

4.6.1 结构内力分析应按弹性体系计算，不考虑由非弹性变形所产生的塑性内力重分布。

4.6.2 卵形消化池为旋转薄壳结构，结构分析时，应符合下列规定：

1 应满足力学平衡条件；

2 应采用合理的材料或构件单元的本构关系。

4.6.3 卵形消化池的内力，宜用有限元方法计算。当采用有限元计算时，薄壳单元与实体单元（基础部分）的交接处应满足变形协调关系。

库七七 www.kqqw.com 标准下载

5 构造要求

5.1 一般规定

5.1.1 卵形消化池壳体内预应力筋宜采用水平环向与竖向正交布置。壳体厚度不宜小于400mm。

5.1.2 水平环向预应力筋应布置在池壁外层非预应力筋内侧，竖向预应力筋宜布置在池壁截面中线位置，预应力筋应采用S筋进行定位，S筋间距不应大于600mm。

5.1.3 水平环向预应力筋宜分2段或3段分段布置，2点或3点同步张拉，上下相邻两道预应力筋张拉点应呈60°（45°）或30°位置错开。

5.1.4 水平环向预应力筋的锚具应采用环型锚具，环型锚具应埋入池壁槽形穴位内，槽形穴位水平长度应留出安装转角张拉垫块的尺寸。

5.1.5 在卵形消化池人孔部位，当孔径不大于3倍池壁厚度时，预应力筋可分两侧绕过洞口铺设。移位后的各环向预应力筋的弯曲半径应大于3m。预应力筋与洞口边的净距不宜小于100mm，预应力筋孔道之间的净距不宜小于50mm。当孔径大于3倍池壁厚度时，可设置传力锚固架，锚固被孔洞截断的预应力筋。

5.1.6 预应力筋最小混凝土保护层厚度不应小于50mm。

5.1.7 卵形消化池池壁内非预应力钢筋应采用热轧带肋钢筋，单侧钢筋最小配筋率不应小于0.20%。

5.1.8 预应力筋锚固区混凝土内应设置锚垫板和螺旋加强钢筋。

5.2 无粘结预应力筋构造

5.2.1 无粘结预应力筋在池壁内的最小净距应满足施工要求，竖向预应力筋最大中心距不宜大于1400mm，环向预应力筋最大

库七七 www.kqqw.com 标准下载

中心距不宜大于 1000mm。

5.2.2 在预应力筋全长及锚具与连接套管的连接部位，外包材料均应连续、封闭且能防水。

5.3 有粘结预应力筋构造

5.3.1 预应力筋预留孔道之间的净距不应小于 80mm。孔道至构件边缘的净距不应小于 50mm，且不宜小于孔道直径的一半。

5.3.2 预应力筋预留孔道的直径应比预应力筋或需穿孔道的锚具或连接器的外径大 10mm～15mm，且孔道面积宜取预应力筋面积的 3.5 倍～4.0 倍。

5.3.3 预应力筋的灌浆孔道，应设置灌浆孔和排气孔，排气孔孔径不宜小于 15mm，孔距不宜大于 12m。

5.4 锚固端构造

5.4.1 夹片锚具系统张拉端可采用下列做法：

1 有粘结预应力筋张拉端的圆套筒式夹片锚具或垫板连体式夹片锚具的布置可采用凹进壳体混凝土表面的形式（图 5.4.1-1）。

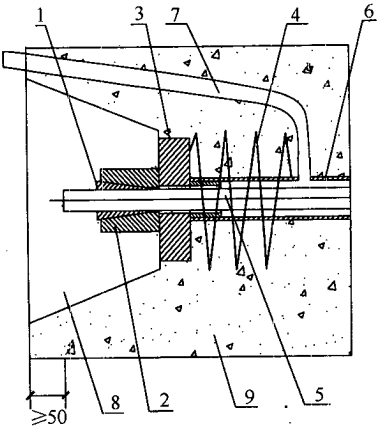


图 5.4.1-1 有粘结预应力筋张拉端锚固系统构造示意

1—夹片；2—锚环；3—锚垫板；4—螺旋筋；5—钢绞线；6—孔道预埋管；7—灌浆管；8—细石混凝土或砂浆；9—结构混凝土

库七七 www.kqqw.com 标准下载

2 无粘结预应力筋张拉端垫板连体式夹片锚具的布置可采用凹进壳体混凝土表面的形式（图 5.4.1-2）。

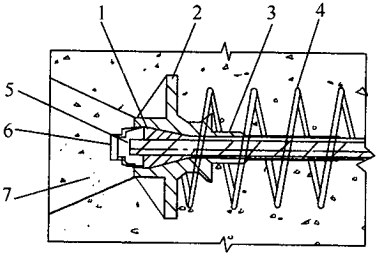
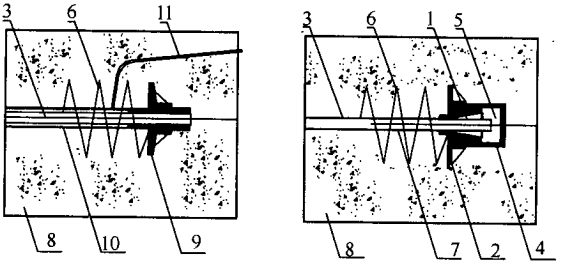


图 5.4.1-2 无粘结预应力筋张拉端锚固系统构造示意

1—夹片；2—连体锚垫板；3—塑料密封套；4—螺旋筋；5—涂专用防腐油脂；6—密封盖；7—微膨胀混凝土或专用密封砂浆

5.4.2 有粘结预应力筋固定端的挤压锚具或垫板连体式夹片锚具系统和无粘结预应力筋固定端的垫板连体式夹片锚具系统应埋设在消化池结构混凝土中（图 5.4.2）。



(a)有粘结筋锚固端构造　　(b)无粘结筋锚固端构造

图 5.4.2 固定端锚固系统构造

1—夹片；2—连体锚垫板；3—预应力筋；4—密封盖；5—防腐油脂；6—螺旋筋；7—塑料密封套；8—结构混凝土；9—挤压锚具；10—孔道预埋管；11—灌浆管

5.4.3 预应力筋锚具可采用环型锚具系统（图 5.4.3）。

库七七 www.kqqw.com 标准下载

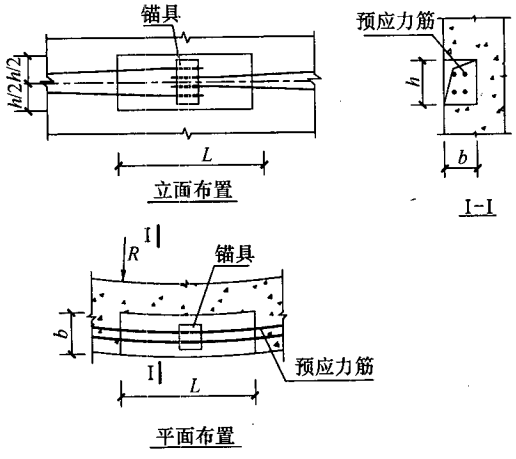


图 5.4.3　环型锚具系统构造

b—凹槽的深度；h—凹槽的高度；R—池壁内半径；L—凹槽的长度

库七七 www.kqqw.com 标准下载

6 防火、防腐、保温及饰面

6.0.1 污水处理卵形消化池防火应符合下列规定：

1 污水处理卵形消化池设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定；

2 保温层及饰面材料的可燃性及氧指数、耐火极限应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的相关规定。

6.0.2 污水处理卵形消化池防腐应符合下列规定：

1 当卵形消化池池内接触的介质或池外地下水、土对混凝土及混凝土中钢筋具有腐蚀性时，应按现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046 规定或根据专门试验确定防腐措施；

2 污水处理卵形消化池内壁液面以上及液面以下 2m 范围内应进行加强防腐处理，防腐等级可按强腐蚀要求执行，池壁其余部分均应进行防腐涂层处理。

6.0.3 污水处理卵形消化池保温应符合下列规定：

1 污水处理卵形消化池外表面应采用高发泡聚氨酯、玻璃棉、聚苯乙烯泡沫塑料等材料进行保温，保温层厚度不宜小于 100mm；

2 计算卵形消化池壁的壁面温差时应考虑保温层的隔热作用。

6.0.4 污水处理卵形消化池外饰面应符合下列规定：

1 所选用的饰面板、连接件应具有足够的承载力和刚度，且饰面板应具有良好的防水性能；

2 饰面构架的立柱与横梁在风荷载标准值作用下，钢型材的相对挠度不应大于 $l/300$（l 为立柱或横梁两支点间的跨度），绝对挠度不应大于 15mm，铝合金型材的相对挠度不应大于 $l/180$，绝对挠度不应大于 20mm；

库七七 www.kqqw.com 标准下载

3 饰面板应通过横梁、立柱、预埋件与主体结构连接，预埋件应在主体结构混凝土施工时准确埋入。

6.0.5 消化池应配备池内气体压力控制装置。

库七七 www.kqqw.com 标准下载

7 施工及质量验收

7.1 一 般 规 定

7.1.1 承担污水处理卵形消化池施工的单位应具备相应的资质。

7.1.2 开工前应编制施工组织设计，关键的分项、分部工程应分别编制专项施工方案。施工组织设计和专项施工方案的编制应符合现行国家标准《建筑施工组织设计规范》GB/T 50502 的要求。施工组织设计和专项施工方案必须按规定程序审批。

7.1.3 污水处理卵形消化池施工过程质量控制应符合下列规定：

1 各分项工程施工完成后，应进行检验；

2 相关各分项工程之间，应进行交接检验；

3 隐蔽工程应在隐蔽前进行验收；

4 未经检验或验收不合格不得进行下道分项工程施工。

7.1.4 污水处理卵形消化池的平面控制网和主轴线应根据复核后的控制桩或坐标点准确地测量，标高控制网应根据复核后的水准点或高程点引测。施工测量的允许偏差应符合表 7.1.4 的规定。

表 7.1.4 施工测量允许偏差

项 目		允许偏差
水准线路测量高程闭合差	平地	$\pm 20\sqrt{L}$(mm)
	山地	$\pm 6\sqrt{n}$(mm)
导线测量方位角闭合差		$\pm 40\sqrt{n}(")$
导线测量相对闭合差		1/3000
直接丈量测距两次校差		1/5000

注：1 L 为水准测量闭合线路的长度(km)；

2 n 为水准或导线测量的测站数。

库七七 www.kqqw.com 标准下载

7.1.5 污水处理卵形消化池所用主要原材料、半成品、构（配）件等产品，进入施工现场时必须进行进场验收。进场验收时，应检查每批产品的质量合格证书、性能检验报告、使用说明书等，并应按国家现行相关标准规定进行复验，验收合格后方可使用。

7.1.6 污水处理卵形消化池的施工及质量验收除应符合本规程规定外，尚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、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 和《城市污水处理厂工程质量验收规范》GB 50334 的相关规定。

7.1.7 施工过程中，各种材料应远离火源，并应指派专人负责施工现场的防火安全。

7.2 地基基础工程

7.2.1 污水处理卵形消化池地基与基础应严格按设计要求施工，并应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202 的有关规定。

7.2.2 污水处理卵形消化池土方应分层开挖、严禁超挖，开挖顺序应与设计工况相一致。

7.2.3 基坑开挖应确保其平面位置、水平标高和边坡坡度的准确。挖至设计标高后，应对坑底进行保护，经验槽合格后，及时进行垫层施工。

7.2.4 根据污水处理卵形消化池的基础结构特点，可按截面尺寸变化情况沿竖向分段施工。

7.3 钢 筋 工 程

7.3.1 卵形消化池环向钢筋应先预弯成型，误差应控制在 5mm 范围内，钢筋连接不应采用绑扎搭接接头，且接头宜相互错开。

7.3.2 钢筋安装时，宜设置承重定位支架，将竖向筋、环向筋和径向筋与支架点焊形成整体骨架体系。

7.3.3 池体孔洞等特殊部位钢筋应根据设计要求进行处理。

库七七 www.kqqw.com 标准下载

7.4 模板工程

7.4.1 卵形消化池模板施工前，应根据结构形式、施工工艺、设备和材料等条件进行模板及其支架设计。模板及其支架的强度、刚度及稳定性必须满足要求。

7.4.2 卵形消化池模板体系可采用组合钢模和适量的特制异形钢模相组合而成，或采用专门的模架系统。当采用组合钢模时，应符合现行国家标准《组合钢模板技术规范》GB 50214 的规定。采用专门的模架系统应经专家论证。

7.4.3 模板安装的顺序应根据模板设计工艺进行确定，池体最大直径以下宜先安外模，后安内模（或吊模）；以上部分宜先安内模，后安外模。应采取有效的措施避免模板上浮和下滑。

7.4.4 封模前，应对钢筋（包括预应力筋）、预埋件和锚垫板等进行验收。

7.4.5 每段模板安装后，应检查曲率半径、壁厚、标高及内外高差等数据，经校正、加固，验收合格后，方可进行下一道工序。

7.4.6 水平构件模板应在混凝土强度达到设计要求后方可拆除。拆除顺序应根据模板的设计工艺确定。

7.5 脚手架工程

7.5.1 脚手架应根据结构特点、施工工艺、模板设计等情况进行确定。

7.5.2 脚手架应进行设计计算，并应符合国家现行相应标准的规定。

7.5.3 卵形消化池池内宜设置中心塔架及放射状水平杆。

7.5.4 卵形消化池池外应搭设落地脚手架，在卵形消化池最大半径处应采用双排脚手架。脚手架应与模板系统分离，并应设置连墙件、斜撑和剪刀撑。

7.5.5 池内支撑脚手架可在池壁内防腐和管道安装完成并做满

库七七 www.kqqw.com 标准下载

水、闭气试验结束后，从上向下分段拆除，从人孔或池顶运出。外脚手架的拆除应待池壁保温、装饰完成后方可进行。

7.6 混凝土工程

7.6.1 混凝土应进行配合比试配，并应严格控制计量。

7.6.2 混凝土宜采用强制式搅拌机搅拌，泵送施工，混凝土坍落度不宜大于 180mm±20mm。

7.6.3 大体积混凝土施工前，应根据气温、使用的材料和现场条件进行热工计算，确定合理的浇筑顺序及有效的养护措施，且应符合现行国家标准《大体积混凝土施工规范》GB 50496 的规定。

7.6.4 混凝土浇筑应分层、对称、连续进行，且不得产生冷缝。分层浇筑高度应通过设计计算确定，且不宜大于 500mm。穿墙管件处、张拉端、锚固端及钢筋密集处混凝土应充分振捣密实。

7.6.5 卵形消化池不得留置垂直施工缝。壳体水平施工缝处应采取止水措施。水平施工缝留置部位应符合设计要求，并应符合下列规定：

1 避开池体结构主应力最大处；

2 处于模板分层处；

3 方便混凝土入模和振捣，便于施工处理。

7.6.6 施工缝处继续浇筑混凝土时，应符合下列规定：

1 已浇筑混凝土的抗压强度不应小于 2.5MPa；

2 施工缝处混凝土表面应凿毛和冲洗干净，并保持湿润，但不得积水；

3 浇筑前，施工缝处应先铺一层与混凝土强度等级相同的水泥砂浆，其厚度宜为 15mm～30mm；

4 混凝土应振捣密实，使新旧混凝土紧密结合。

7.6.7 混凝土浇筑完成后，应按施工方案及时采取有效的养护措施，养护时间不应少于 14d。

库七七 www.kqqw.com 标准下载

7.7 预应力工程

7.7.1 预应力筋进场时，应按现行国家标准《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224 的规定抽取试件进行力学性能检验，其质量必须符合国家现行有关标准的规定。无粘结预应力筋还应按照现行行业标准《无粘结预应力钢绞线》JG 161 的规定对防腐润滑脂质量和护套厚度进行检验。

7.7.2 预应力筋使用前应进行外观检查，其质量应符合下列规定：

1 有粘结预应力筋展开后应平顺，不得有弯折，表面不应有裂纹、小刺、机械损伤、氧化铁皮和油污等；

2 无粘结预应力筋护套表面应光滑、无凹陷、无可见钢绞线轮廓、无裂缝、无气孔、无漏油、无明显皱褶和机械损伤，油脂应饱满，护套厚度应均匀，不得过松或过紧。

7.7.3 锚具、夹具和连接器进场后应对外观检查验收，核对数量、型号及相应配件，进场锚具应无锈蚀、机械损伤和裂纹，尺寸满足允许偏差，并应按要求取样复试其硬度、静载锚固试验等相关指标。

7.7.4 有粘结预应力筋施工中的预埋孔道可采用金属波纹管或塑料波纹管等，其规格应按照设计图纸要求采用，并应符合下列规定：

1 金属波纹管进场时外观检查应无锈蚀、孔洞和不规则的皱褶，咬口应无开裂脱扣等现象；

2 塑料波纹管管材内外壁不应有气泡、裂口、分解变色线及明显的杂质；内壁应光滑，不应有明显的波纹，外壁应均匀，管材的两端应平整并与轴线垂直。

7.7.5 预应力筋下料时应采用砂轮锯或切断机切断，不得采用电弧切割。

7.7.6 计算预应力筋的下料长度时，应根据设计的分段尺寸并考虑到工作锚的尺寸以及张拉千斤顶所需要的长度，当采用变角

库七七 www.kqqw.com 标准下载

张拉时，尚应考虑变角块的长度。

7.7.7 无粘结预应力筋铺设前应仔细检查预应力筋外皮破损情况，严重破损的预应力筋应予以报废。当存在局部破损时，可用水密性胶带缠绕修补，胶带搭接宽度不应小于胶带宽度的1/2，缠绕层数不应少于2层，缠绕长度应大于破损长度每边50mm。

7.7.8 预应力筋端头锚垫板和螺旋筋的埋设位置应准确，可用螺栓固定于模板内表面。应确保锚垫板表面与浇筑混凝土表面平整，且应保持预应力筋与锚垫板板面垂直。

7.7.9 预应力筋端部为固定端，挤压锚具制作时压力表读数应符合操作说明书的规定，挤压后预应力筋外端应露出挤压套筒5mm～10mm。

7.7.10 有粘结预应力筋的孔道铺设，应符合下列规定：

1 孔道的规格、数量、位置和形状应符合设计要求；

2 预埋孔道安装前，应按设计要求确定预应力筋的曲线坐标位置，孔道的定位应牢固，浇筑混凝土时不应出现移位和变形；环向预应力筋孔道的水平位置允许偏差±5mm～±10mm；

3 孔道应平顺，波纹管孔道中心线与端部锚垫板面应保持垂直；孔道波纹管应密封良好，接头应严密不得漏浆，波纹管外径应与锚垫板口径配套，接头处应封裹严密；

4 孔道波纹管在安装过程中，应避免反复弯曲；当绕过洞口时，应根据设计要求的曲线平滑平稳过渡，并应避免电焊火花等造成损伤；

5 灌浆孔的设置应保证灌浆质量，灌浆孔间距不宜大于12m，灌浆孔和泌水孔的孔径应能保证浆液畅通，内径不宜小于15mm。

7.7.11 有粘结预应力筋穿束过程中应注意对孔道的保护，应避免孔道的移位和损伤。浇筑混凝土前穿入孔道的预应力筋应采取防锈蚀的措施。

7.7.12 无粘结预应力筋的铺设应符合下列规定：

1 无粘结预应力筋（束）在池体内的定位应牢固，浇筑混

库七七 www.kqqw.com 标准下载

凝土时不应出现移位和变形，端部的预埋锚垫板应垂直于预应力筋；

2 当采取集束配置多根无粘结预应力筋时，应逐根理顺，不得相互扭绞；

3 在无粘结预应力筋绑扎以及其他焊接过程中应避免造成无粘结预应力筋的外皮损伤；

4 无粘结预应力筋固定端锚垫板应事先组装好，并按设计要求的位置可靠固定；当池体同一截面有多个固定端时，应适当错开布置。

7.7.13 预应力筋张拉时，混凝土强度应符合设计要求。张拉前应计算预应力筋张拉伸长值。

7.7.14 预应力筋采用变角张拉时，变角不宜超过 30°。

7.7.15 预应力筋的张拉顺序和张拉工艺应符合设计要求。

7.7.16 预应力筋张拉控制应力应根据设计要求确定，对于后张法预应力筋，控制应力 σ_{con} 不宜大于 $0.75f_{ptk}$。当施工需要超张拉时，最大张拉应力不应超过 $0.8f_{ptk}$。

7.7.17 预应力筋当采用应力控制方法张拉时，应校核预应力筋的伸长值。当施工需超张拉时，预应力筋的张拉程序宜为：0→初应力→$0.6\sigma_{con}$→$1.0\sigma_{con}$→$1.03\sigma_{con}$（超张拉）→锚固。初应力取值应根据预应力筋的分段情况和布筋形状等具体条件确定，宜为 $(0.1\sim0.2)\sigma_{con}$，实际施工时应根据摩擦阻力等实际情况调整。

7.7.18 预应力筋张拉伸长值（ΔL_p^c）可按下式计算：

$$\Delta L_p^c = \frac{F_{pm}L_p}{A_pE_p} \tag{7.7.18}$$

式中：F_{pm}——预应力筋的平均张拉力（kN），取张拉端的拉力与固定端（两端张拉时取跨中）扣除摩阻损失后拉力的平均值；

L_p——预应力筋的有效长度（mm）；

A_p——预应力筋的截面面积（mm^2）；

E_p——预应力筋的弹性模量（kN/mm^2）。

库七七 www.kqqw.com 标准下载

7.7.19 当采用张拉应力控制张拉时，宜在初应力为张拉控制应力10%左右时开始校核预应力筋的实际伸长值，分级记录。其实际伸长值（ΔL_p^0）可由量测结果按下式计算确定：

$$\Delta L_p^0 = \Delta L_{p1}^0 + \Delta L_{p2}^0 - \Delta L_c \qquad (7.7.19)$$

式中：ΔL_{p1}^0 ——初应力至最大张拉力之间的实测伸长值；

ΔL_{p2}^0 ——初应力以下的推算伸长值，可根据弹性范围内张拉力与伸长值成正比的关系推算确定；

ΔL_c ——混凝土构件在张拉过程中的弹性压缩值。

7.7.20 预应力筋实际伸长值与计算伸长值的偏差不应超过±6%，当超出允许偏差时应停止张拉，经分析原因并采取措施后方可继续张拉。

7.7.21 在锚固阶段，张拉端锚具和预应力筋的内缩量应符合设计要求。当设计无具体规定时，其内缩量应符合现行行业标准《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ 92 的相关规定。

7.7.22 预应力筋张拉锚固后实际建立的预应力值与规定检验值的相对偏差不应超过±5%。

7.7.23 预应力筋张拉过程中应避免预应力筋断裂或滑脱。当发生断裂或滑脱时，其数量严禁超过结构同一截面预应力筋总根数的3%，且每束预应力筋中不得超过1根，当超过时应采取补救措施。

7.7.24 后张法有粘结预应力筋张拉完毕经检验合格后，应尽早孔道灌浆。灌浆时，应符合下列规定：

1 水平向孔道灌浆顺序宜先灌下层孔道，后灌上层孔道；

2 竖向孔道应自下向上压浆；灌浆应缓慢连续进行，并应排气通顺；

3 在灌满孔道封闭排气孔后，应再继续加压至0.5MPa～0.7MPa，稳压1min～2 min，然后封闭灌浆孔；

4 采用真空辅助孔道压浆时，尚应符合下列规定：

1）宜采用塑料波纹管孔道，灌浆前应切除外露的多余钢绞线并进行封锚；

库七七 www.kqqw.com 标准下载

2）灌浆时孔道真空度应达到－0.08MPa～－0.1MPa 并保持稳定，然后启动灌浆泵开始灌浆；

3）水平向孔道应在一端抽真空，在另一端压浆；竖向孔道应在上端抽真空。压浆结束后，应稳压 1min～2min。

7.7.25 预应力筋锚固后的外露部分应采用机械方法切割，其外露长度不应小于预应力筋直径的 1.5 倍，且不应小于 30mm。

7.7.26 无粘结预应力筋的封锚应符合设计要求，当设计无具体要求时，应符合下列规定：

1 在夹片及无粘结预应力筋端头外露部分应涂专用防腐油脂，并用密封盖进行封闭，该防护帽与锚具应可靠连接；

2 应采用后浇微膨胀混凝土或专用密封砂浆进行封闭，并在张拉完成 1 周后完成；

3 无粘结预应力筋及其两端的锚具系统组成的预应力筋组件应进行防水密封，并应采用与构件同强度等级的细石混凝土加以保护，封锚处混凝土保护层的厚度不应小于 50mm。

7.8 防腐、保温及饰面工程

7.8.1 防腐工程施工前应对基层进行检查。基层混凝土应坚固、密实，严禁渗漏，不得有起砂、脱壳、裂缝、蜂窝麻面等现象。消化池内壁防腐涂料的基面应干燥，湿度应符合相应材料的施工要求。

7.8.2 防腐涂料应喷涂均匀，涂层不应出现脱皮、漏刷、流坠、皱皮、厚度不均、表面不光滑等现象。防腐工程的施工和质量验收还应符合现行国家标准《建筑防腐蚀工程施工及验收规范》GB 50212 的规定。

7.8.3 板状保温材料施工时，板块上下层接缝应错开，接缝处嵌料应密实、平整。现浇整体保温层施工时，铺料厚度应均匀、密实、平整。

7.8.4 饰面工程施工时，龙骨及饰面板应根据池体各部位的尺

库七七 www.kqqw.com 标准下载

寸进行放样、加工。安装应牢固准确，确保安全、耐久。

7.9 功能性试验

7.9.1 污水处理卵形消化池结构施工完毕后，应进行满水试验。满水试验应符合下列规定：

1 向池内注水应分 3 次进行，第 1 次注水为设计水深的 1/2，其余 2 次注水为设计水深的 1/4；

2 满水试验合格标准为污水处理卵形消化池池壁不得出现渗漏。

7.9.2 满水试验合格后，还应进行气密性试验。检验方法和要求应按现行国家标准《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141 的规定执行。

库七七 www.kqqw.com 标准下载

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1） 表示很严格，非这样做不可的：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2） 表示严格，在正常情况下均应这样做的：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3） 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4） 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

库七七 www.kqqw.com 标准下载

引用标准名录

1 《建筑地基基础设计规范》GB 50007
2 《建筑结构荷载规范》GB 50009
3 《混凝土结构设计规范》GB 50010
4 《建筑设计防火规范》GB 50016
5 《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018
6 《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046
7 《给水排水工程构筑物结构设计规范》GB 50069
8 《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141
9 《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202
10 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
11 《建筑防腐蚀工程施工及验收规范》GB 50212
12 《组合钢模板技术规范》GB 50214
13 《城市污水处理厂工程质量验收规范》GB 50334
14 《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448
15 《大体积混凝土施工规范》GB 50496
16 《建筑施工组织设计规范》GB/T 50502
17 《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224
18 《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB/T 14370
19 《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》JGJ 85
20 《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ 92
21 《建筑桩基技术规范》JGJ 94
22 《无粘结预应力钢绞线》JG 161
23 《无粘结预应力筋专用防腐润滑脂》JG 3007
24 《预应力混凝土用金属螺旋管》JG/T 3013
25 《预应力混凝土桥梁用塑料波纹管》JT/T 529

库七七 www.kqqw.com 标准下载

中华人民共和国行业标准

污水处理卵形消化池工程技术规程

CJJ 161－2011

条 文 说 明

制 定 说 明

《污水处理卵形消化池工程技术规程》CJJ 161－2011 经住房和城乡建设部 2011 年 3 月 15 日以第 956 号公告批准、颁布。

在规程编制过程中，编制组对我国污水处理卵形消化池工程的实践经验进行了总结，对污水处理卵形消化池工程的设计、施工及质量验收等分别作出了规定。

为便于广大设计、施工、科研、院校等单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，《污水处理卵形消化池工程技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明，还着重对强制性条文的强制性理由作了解释。但是，本条文说明不具备与规程正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

目　次

1　总则…… 45
2　术语和符号…… 46
2.1　术语 …… 46
2.2　符号 …… 46
3　材料…… 47
3.1　混凝土 …… 47
3.2　钢筋 …… 47
3.3　预应力用锚具、夹具和连接器 …… 48
3.4　其他材料 …… 48
4　结构设计…… 49
4.1　一般规定 …… 49
4.2　作用分类及组合 …… 51
4.3　承载能力极限状态计算 …… 51
4.4　正常使用极限状态验算 …… 51
4.5　预应力损失计算 …… 52
4.6　静力计算 …… 52
5　构造要求…… 53
5.1　一般规定 …… 53
5.2　无粘结预应力筋构造 …… 55
5.3　有粘结预应力筋构造 …… 55
5.4　锚固端构造…… 55
6　防火、防腐、保温及饰面…… 56
7　施工及质量验收…… 57
7.1　一般规定 …… 57
7.2　地基基础工程 …… 57

7.3 钢筋工程 …… 58
7.4 模板工程 …… 58
7.5 脚手架工程 …… 59
7.6 混凝土工程 …… 59
7.7 预应力工程 …… 60
7.8 防腐、保温及饰面工程 …… 61
7.9 功能性试验 …… 61

1 总　则

1.0.1 制定本规程的目的，即规范污水处理卵形消化池工程的设计、施工及验收。

1.0.2 本规程的适用范围。本规程的直接服务对象是设计、施工和监理人员。

1.0.3 对承受偶然作用的或建造在特殊地基上的污水处理卵形消化池，其设计应遵照我国现行的相关标准执行，本规程不再重复规定。

1.0.4 本条规定了本规程和其他标准的关系。凡国家现行标准中已有明确规定的，本规程原则上不再重复。在设计、施工及验收中除应符合本规程的要求外，尚应满足国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术　　语

术语是根据本规程内容表达的需要而列出。尚有不少常用和重要的术语，在其他相关标准中已有规定，本规程不再重复。

2.2 符　　号

符号主要根据现行国家标准《给水排水工程构筑物结构设计规范》GB 50069 和现行行业标准《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ 92 等给出。

3 材　料

3.1 混 凝 土

3.1.1 污水处理卵形消化池一般采用双向高强度低松弛预应力钢绞线，因此必须采用较高强度等级的混凝土，才可充分发挥两者的作用，大幅度提高承载力，有效地减少池壁厚度。其他非预应力结构构件混凝土强度等级根据《预应力混凝土结构抗震设计规程》JGJ 140 的要求确定不应低于 C30。

3.1.2 本规程根据《给水排水工程构筑物结构设计规范》GB 50069 的有关要求和污水处理卵形消化池的特点，确定卵形消化池应采用的抗渗等级。

3.1.3 本条与抗渗等级相似，用以控制混凝土必要的抗冻性能。结合规范《给水排水工程构筑物结构设计规范》GB 50069 的要求和污水处理卵形消化池的结构特点，确定卵形消化池应采用的抗冻等级。

3.1.4 本条文是依据《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《混凝土结构耐久性设计规范》GB 50471，结合规程编制组对混凝土研究的结果提出。

3.1.5 氯盐早强剂是一种典型的强电质无机盐，易造成钢筋电化学腐蚀，破坏钢筋表面钝化膜，而且氯盐早强剂混凝土表面有析盐现象及对表面的金属装饰产生盐蚀，因此根据国内目前混凝土发生的问题并结合国内外同类产品技术说明增加此限制性条款。

3.2 钢　筋

3.2.2、3.2.3 本规程预应力筋推荐采用高强度低松弛预应力钢绞线，预应力筋的选取主要参考《预应力混凝土用钢绞线》GB/

T 5224 和《无粘结预应力钢绞线》JG 161 等标准的有关规定。当工程中有特殊需要时，经供需双方同意也可采用表 3.2.2 所列规格和强度级别以外的预应力钢绞线。当工程设计或施工中需要时，钢绞线可采用实测的弹性模量。污水处理卵形消化池地下部分的钢绞线可采用缓粘结钢绞线。

3.3 预应力用锚具、夹具和连接器

3.3.1、3.3.2 本条主要参考标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB/T 14370 和《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》JGJ 85 等制定；对抗震设防烈度为 7 度以上的地区，预应力筋-锚具组装件还应满足循环次数为 50 次的周期荷载试验，试验应力上限为钢绞线极限强度标准值的 80%，应力下限为极限强度标准值的 40%。

3.3.3 本条综合了国内外近年来的使用经验，提供了选用污水处理卵形消化池预应力筋锚具的一般原则、方法及常用锚具的品种。

3.4 其 他 材 料

3.4.4 水泥基灌浆材料是一种由水泥、集料（或不含集料）、外加剂和矿物掺合料等原材料，经工业化生产的具有合理组分的干混料，加水拌合均匀后具有可灌注的流动性、微膨胀、高的早期和后期强度、不泌水等性能。本规程推荐使用成品灌浆材料。灌浆前宜选择有代表性的孔道进行灌浆试验。灌浆过程中，不得在水泥基灌浆材料中掺入其他外加剂、掺合料。

4 结构设计

4.1 一般规定

4.1.1 在考虑污泥搅拌效率及壳体受力条件的基础上，为便于池底排泥及满足上部集气、易清除浮渣的要求，卵形消化池池体上、下锥体母线与水平面夹角一般宜取45°，卵形消化池中部为圆形球壳。

卵形消化池选型时应尽量使单位容积的表面积最小，以减少热能损失，达到良好的保温效果。根据国内已建工程的统计，卵形消化池的高度与最大内径之比宜为1.50～1.75。

4.1.3 本规程按现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068采用荷载分项系数、材料分项系数、结构重要性系数进行设计。

4.1.4 本规程采用以概率论为基础的极限状态设计方法，明确规定了结构构件应满足承载能力和正常使用两种极限状态。

4.1.7 卵形消化池结构本体具有良好的受力特性，可根据地质情况采用环梁基础、环板基础或桩基础等。消化池的埋置深度是根据国内工程的实际情况而定的，一般埋深越深，则基础处理费用越高。

4.1.9 卵形消化池结构应根据混凝土结构施工、环向（竖向）预应力张拉顺序、闭水、闭气、正常运行时的实际情况，分别进行强度、抗裂度、裂缝、变形的计算。预应力张拉对池体底部的径向非预应力筋影响较大，故必须对施工阶段进行验算。

在承载能力极限状态下，预应力作用分项系数应按预应力作用的有利或不利，分别取1.0或1.2。当不利时，如后张法预应力混凝土构件锚头局压区的张拉控制应力，预应力作用分项系数应取1.2。在正常使用极限状态下，预应力作用分项系数通常

取 1.0。

4.1.10～4.1.13 本条是结合卵形消化池的特点，遵照《混凝土结构设计规范》GB 50010 与《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ 92 的规定制定的。

4.1.14 由于卵形消化池体积较大，在池体混凝土中，可掺入符合国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 规定的抗裂防水微膨胀外加剂，以提高混凝土的密实度、抗渗性及防腐蚀能力，补偿混凝土的收缩变形，可有效预防混凝土早期裂缝的产生。

另外，在池体混凝土中，亦可加入符合国家标准的钢纤维或聚丙烯有机纤维。将钢纤维或聚丙烯有机纤维均匀拌混于混凝土中，可有效抑制混凝土干缩、温（湿）度变化作用等因素引起的裂缝，阻止裂缝的形成与发展，改善混凝土的物理力学性能。

4.1.15 施工时，施加预应力的顺序对结构内力有较大影响，若对最大水平直径以下部分首先一次性施加全部环向预应力，则卵形消化池底部基础与上部壳体交接处的池壁外侧径向就会产生较大的弯矩。所以，在环向预应力筋张拉时，为避免上部壳体与下部基础块体交接处产生过大的外侧弯曲拉应力，同时为减少环向、径向预应力分批张拉时的相互影响，环向预应力筋宜采用隔圈往返张拉的工艺，首次张拉值宜为控制应力的 60%～80%，然后张拉径向预应力筋，最后再对环向预应力筋进行隔圈往返补足张拉，使张拉值达到设计要求。这样，可避免基础块体外侧交接处配置过密的径向非预应力筋，同时减少预应力损失，使结构更趋合理。

4.1.16、4.1.17 计算壁面温差作用（包括湿度变化的当量温差）及中面季节平均温差作用所引起的结构内力时，由于混凝土收缩、徐变等因素的影响，能显著降低结构的温湿度效应，故内力折减系数一般可分别取 $\eta_{\Delta t}=0.65$、$\eta_{tr}=0.20$。

4.2 作用分类及组合

4.2.1～4.2.3 卵形消化池设计中遇到的各种作用，系根据现行国家标准《给水排水工程构筑物结构设计规范》GB 50069 的规定，将作用区分为永久作用和可变作用。当平面布置有多个卵形消化池时，宜进行风洞试验。

在永久作用中，根据压应力相等的原则，给出了环向预应力和竖向预应力的等效均布荷载计算公式。

4.3 承载能力极限状态计算

4.3.1 明确了卵形消化池结构按极限状态方法设计，与现行国家标准《给水排水工程构筑物结构设计规范》GB 50069 相衔接，结构的重要性在一般情况下为二级。

4.3.2 本条针对卵形消化池可能承受的作用，对按承载能力极限状态计算的作用效应组合作出了明确的规定，各种作用的分项系数系根据《给水排水工程构筑物结构设计规范》GB 50069 的有关规定确定。

4.4 正常使用极限状态验算

4.4.1～4.4.3 按正常使用极限状态设计结构构件时，分别按作用效应的标准组合或准永久组合进行验算，条文中给出了作用效应组合的一般公式。

4.4.4 卵形消化池环向由抗裂度控制，环向预应力筋张拉时，当环向混凝土剩余压应力较大时，必然会引起基础块体与上部壳体交接处外侧径向弯矩增加，使此处非预应力筋用量增加，这显然是不经济的，故设计时可控制截面边缘的剩余压应力不小于 0.3MPa 即可。

4.4.5 卵形消化池在完成环向、竖向预应力张拉，且在空池时，为其最不利状态，此时允许池壁竖向出现裂缝，以减小池体钢筋用量；在正常运行时，即满池状态下，构件竖向应力将减小，为

确保结构安全，对截面边缘的混凝土法向应力进行了限制。

4.5 预应力损失计算

4.5.1～4.5.7 本条是结合卵形消化池的特点，遵照《混凝土结构设计规范》GB 50010 与《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ 92 的规定制定。

4.5.8 卵形消化池壳体均不设锚固肋，环向、竖向预应力筋均需采用变角张拉工艺，故设计中必须考虑变角垫块孔道内的预应力损失。

变角垫块摩阻损失值与变角角度、变角垫块内孔道摩擦系数及预应力筋的张拉力有关。变角垫块制作时，其组装件孔道内应平顺光滑，以减小孔道摩擦所引起的预应力损失。表 4.5.8 中数值为部分已建工程的试验值。

4.6 静 力 计 算

4.6.1 本条规定了卵形消化池结构内力分析时的基本要求，考虑到卵形消化池抗渗、闭水、闭气、耐久性的要求，不允许结构内力达到塑性重分布状态，明确按内力处于弹性阶段的弹性体系进行结构分析。

4.6.2、4.6.3 卵形消化池为环向、竖向均有曲率且池壁厚度远小于曲率半径的旋转薄壳结构，由于池壁厚度、曲率半径的变化，荷载分布的不均匀性，壳体除薄膜应力外，尚存在弯曲应力，理论上的解析很困难，因此，进行结构分析时，通常将池壁分割成变厚度的有限元壳体模型，采用有限元进行数值分析。另外其计算结果的正确性与所建立的有限元模型的合理性有着密切的关系，故必须对计算结果进行判别与校核。

5 构造要求

5.1 一般规定

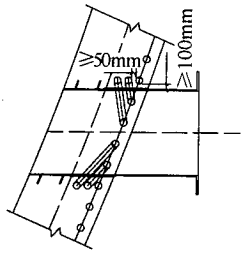
5.1.1、5.1.2 条文主要对卵形消化池壳体内预应力筋的布置作出规定。卵形消化池环向预应力筋张拉时，为改善混凝土局部应力，预应力筋宜布设在池壁外侧。卵形消化池环向预应力筋张拉时，在壳体与下部块体交接处，壳体外侧将产生较大的径向拉应力，故竖向预应力筋宜在池壁截面中线位置且偏向外侧布置。

5.1.3 在卵形消化池预应力总损失中，σ_{l1}和σ_{l2}叠加值约占总损失的60%以上，环向预应力筋采用每圈分段同步张拉工艺张拉可减少预应力损失。另外通过分析，卵形消化池环向上下预应力筋张拉端锚固槽交错角取30°、45°、60°较为合理，这样，σ_{l1}和σ_{l2}所引起的预应力损失在每个循环段内叠加后的平均值较小，当张拉端交错角度取90°时，壳体受力的均匀性较差，建立的有效预应力将减少，和交错角30°、45°、60°布置时相比，循环段内环向平均预应力损失$\Sigma(\sigma_{l1}+\sigma_{l2})$在张拉端和预应力筋中部处将增加30%左右。

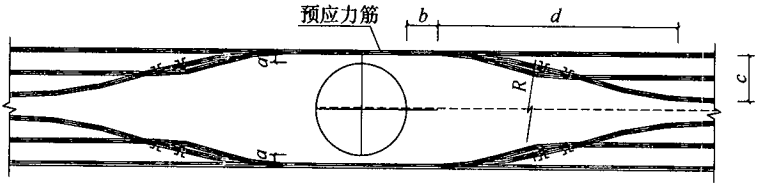
5.1.4 卵形消化池预应力筋锚具的选用，应根据预应力筋的品种、张拉力值及工程应用环境条件选定。对常用的钢绞线有粘结预应力筋，其张拉端宜采用垫板连体式夹片锚具；埋入式固定端锚具宜采用挤压锚具或垫板连体式夹片锚具；对无粘结预应力筋，其张拉端及埋入式固定端锚具均宜采用垫板连体式夹片锚具。对于池壁的埋入式环向钢绞线预应力筋，可采用环型锚具(连接器)。为避免锚固槽尺寸不足而引起预应力筋张拉施工困难，锚固槽设计时应充分考虑锚具、张拉设备和壳体混凝土施工引起的误差，预留必要的设备操作空间以保证张拉的顺利进行。

5.1.5 圆形孔洞和矩形孔洞相比，开洞处的应力集中较小，故

卵形消化池开设孔洞时宜成圆形，并设置钢套管。孔洞边预应力筋的布设构造系根据国内外工程经验作出规定。下图1为预应力筋分两侧绕过洞口铺设的示意图。



(a)剖面图



(b) 立面图

图1 洞口预应力移位布置示意

注：当 $c:d>1:6$ 时，宜配置U形筋。

5.1.6 从结构耐久性要求考虑，规定了保护层的最小厚度。当地下水、土具有腐蚀性或处于沿海环境等恶劣条件时，保护层应适当增加。

5.1.7 为改善混凝土性能，使混凝土壁板具有必要的刚度和抗偶然偏心作用的能力，同时，卵形消化池壁板在预应力筋张拉前必须具有足够的强度，以抵抗前期温度作用和预应力张拉所引起的结构内力，故对钢筋的类别和最小配筋率提出了要求。

5.1.8 为了提高预应力锚固区混凝土的局部承压能力，本条规定预应力筋锚固区混凝土局部内应设置螺旋加强钢筋和锚垫板，且锚垫板与预应力筋（或孔道）在锚固区及其附近应相互垂直。

5.2 无粘结预应力筋构造

5.2.1 为建立壳体均匀有效的预压应力，避免预应力筋间距过大后出现径向弯矩，同时结合国内外的工程经验，对卵形消化池环向、径向预应力筋间距进行了限制。

5.2.2 国内外工程经验表明，应从无粘结预应力筋与锚具系统的张拉端及固定端组成的整体来考虑防腐蚀做法，本条根据《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ 92 规定进行制定。

5.3 有粘结预应力筋构造

5.3.1、5.3.2 根据我国污水处理卵形消化池工程实践经验并结合理论分析，提出了有粘结预应力筋孔道的净间距和保护层最小厚度。有粘结预应力筋孔道的内径，应根据预应力筋根数、曲线孔道形状、穿筋难易程度等确定。预留孔道之间净距、孔径和灌浆孔、排气孔的要求是保证壳体混凝土浇筑和孔道灌浆质量的施工措施。

5.4 锚固端构造

5.4.1～5.4.3 条文主要列出了目前国内外污水处理卵形消化池工程实践中的锚具的布置构造的几种形式及做法。为了提高耐久性，无粘结筋的锚具选型及构造做法应考虑全程防水密封的问题。

6 防火、防腐、保温及饰面

6.0.1 污水处理卵形消化池池内产生的沼气可能泄漏而容易引起燃烧，污水处理卵形消化池区域应按防火规范要求进行设计。卵形消化池的保温层及饰面材料应选用符合防火规范要求的材料，其可燃性及氧指数、耐火极限应符合防火规范相关要求。

6.0.2 在污泥消化过程中，污水中的厌氧细菌将其中的硫酸盐转变为硫化氢，附着于混凝土壁面，同时，好氧菌又将硫化氢转化为硫酸，腐蚀混凝土，所以，卵形消化池内侧，特别是液面上下部分必须使用有高耐久性的抗酸防腐涂料，提高结构的耐久性。内防腐应进行必要的定期检查和维护。

6.0.3 污泥消化时，池内需要相对恒定的温度，另外，为避免壁面温差引起较大的壳体表面拉应力，卵形消化池外壁必须设置一定厚度的保温层。

6.0.4 污水处理卵形消化池的饰面板应根据面积、使用年限及性能要求，分别选用铝合金单板（简称单层铝板）、铝塑复合板、铝合金蜂窝板（简称蜂窝铝板）、不锈钢板。饰面板及横梁、立柱可按现行行业标准《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ 133的规定进行设计。在重力荷载、设计风荷载、地震作用、温度作用和主体结构变形影响下，饰面构件应具有安全性。饰面进行温度作用效应计算时，所采用的年温度变化值可取 80℃。饰面的主要受力构件（横梁和立柱）及连接件、锚固件所承受的地震作用，应包括由饰面板传来的地震作用和由于横梁、立柱自重产生的地震作用，饰面在设防烈度地震作用下经修理后应仍能使用，在罕遇地震作用下骨架不得脱落。

6.0.5 在污泥消化过程中，池内会生产沼气，为安全起见，消化池应配备池内气体泄压控制装置。

7 施工及质量验收

7.1 一般规定

7.1.1 本规程对承担污水处理卵形消化池施工和检测的单位的资质提出了要求，特别是预应力分项工程的施工应由专业化预应力施工单位承担。

7.1.2 本条规定了用于指导工程施工的施工组织设计以及关键的分项、分部工程专项施工方案编制要求和审批的规定。《建筑施工组织设计规范》GB/T 50502 对施工组织设计和专项施工方案编制的内容和审批的程序提出了具体规定。

7.1.3 本条为强制性条文，给出了污水处理卵形消化池施工过程质量控制的基本规定。强调了各分项工程应在施工完成进行检验（自检）、各分项工程之间应进行交接检验（互检）、所有隐蔽工程应进行隐蔽验收，规定未经检验或验收不合格不得进行下道分项工程施工。

7.1.4 本条列出污水处理卵形消化池施工测量的基本规定和允许偏差。

7.1.5 本条为强制性条文，规定污水处理卵形消化池所用的主要原材料、半成品、构（配）件等产品进入现场时必须进行进场验收，并按国家相关标准规定进行复验，验收合格后方可使用。

7.1.7 施工过程中，应对各种材料进行控制，配备足够的消防器材，严格动火审批程序。

7.2 地基基础工程

7.2.1～7.2.4 污水处理卵形消化池地基与基础施工前，必须根据基础结构图纸、地质勘察资料和现场施工条件，通过调查和计算，制定地下水控制、基坑支护、土方开挖和基础结构的施工

方案。

7.3 钢筋工程

7.3.1 本条主要对污水处理卵形消化池基础（地下部分）钢筋的制作安装作出了规定。

7.3.2、7.3.3 为了确保卵形消化池壳体钢筋的位置准确，可通过内部脚手架的径向钢管架设成环形支架，将结构钢筋绑扎在环形钢管上，支模板前将环形、径向钢管拆除。为了便于流水作业，池体钢筋支架应比结构钢筋安装高出 2～3 个施工段，钢筋绑扎作业面应比模板安装要高出一个施工段的距离。应设置足够的定位筋，确保钢筋位置准确。施工时，可对钢筋进行编号以便于钢筋绑扎安装。

7.4 模板工程

7.4.1～7.4.6 卵形消化池体形独特，施工前应根据结构形式、施工工艺、设备和材料等条件进行模板及其支架设计，确保安全、可靠、适用。目前一般采用组合钢模和特制的异形钢模相互拼装而成的“异形模板体系”，也有工程的模板采用木板、复合板制作。模板内、外楞一般采用肋环（径向、环向）型模板框架体系，经向纵肋为主肋，沿卵形池母线方向分段，从下到上可交替使用，设计为定长、同曲率半径便于重复安装；环向肋为连系杆，每一环同一规格，赤道上下可对称重复应用。

在国内外也有工程采用大模板体系，由面板系统、支撑系统、操作平台系统及连接件等组成。大模板的面板应选用厚度不小于 5mm 的钢板制作，材质不应低于 Q235A 的性能要求，模板的肋和背楞宜采用型钢、冷弯薄壁型钢等制作，材质宜与钢面板材质同一牌号，以保证焊接性能和结构性能。大模板的支撑系统应能保持大模板竖向放置的安全可靠和在风荷载作用下的自身稳定性。组成大模板各系统之间的连接必须安全可靠。

7.5 脚手架工程

7.5.1、7.5.2 卵形消化池脚手架工程可结合模板系统，统一规划设置。设计时，应考虑到模板支架安装及其拆除、混凝土浇筑、预应力张拉、防腐、设备安装等所有工序的使用方便。

7.5.3 卵形消化池地面以下基础部分混凝土体积较大，内模系统主要承受浇筑混凝土时由混凝土侧压力产生的径向轴力和上浮力。故内模系统中间设中心塔架，水平杆呈放射状布置。地面以上壳体部分的支撑系统，除减少了部分斜杆及增加了立杆外，平面结构形式与地面以下基础部分基本相同。

中心塔架可采用钢管搭设而成，或者采用贝雷架构成塔架，且可作用辅助施工平台。

池内脚手架立杆底部位于曲面上时，立杆底部应与预埋在混凝土中的铁件进行焊接。立杆相互之间尚应增加拉结措施，防止立杆滑动。

7.5.4 卵形消化池外脚手架可采取外形为全封闭的内悬挑式脚手架体系。在卵形消化池最大半径处采用双排脚手架，下部增设一排收缩脚手架，上部沿着卵形消化池外壁的圆弧双曲变化搭设成悬挑式脚手架。外脚手架与模板系统分离，立杆间距可为1.2m～1.5m，水平杆步距应不大于1.8m，与池壁间距约300mm，可利用对拉螺栓将连墙杆与池壁联系起来，并应设置横向斜撑和环向剪刀撑。为增加外架稳定性，必要时可设风缆、连墙（壳）件或与内架拉结等措施。每座卵形消化池的外脚手架上需搭设施工人员上下斜道。

7.6 混凝土工程

7.6.1、7.6.2 条文参考《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141的规定，对混凝土制备和施工提出了要求。

7.6.3 污水处理卵形消化池的基础承台一般属于大体积混凝土，因此本条文依据《大体积混凝土施工规范》GB 50496的规定，

对大体积混凝土施工提出了具体要求。

7.6.4 承压板后面混凝土的浇筑质量，直接关系到预应力筋的张拉效果。工程实践表明，穿墙管件处、张拉端、锚固端及钢筋密集处混凝土施工质量的好坏是关系到污水处理卵形消化池施工成败的关键。

7.6.5、7.6.6 条文规定了污水处理卵形消化池的主体结构施工缝的要求。一般情况下，卵形消化池底板和顶板为连续浇筑不留施工缝，壳体池壁可沿水平向划分成若干个施工段，施工缝处应设置止水带连续浇筑。

7.7 预应力工程

7.7.1～7.7.4 条文主要规定了有粘结、无粘结预应力筋以及锚具、夹具、连接器、波纹管的进场验收要求，由于卵形消化池预应力部分的重要程度很高，因此必须强化材料的进场验收。

7.7.5 电火花将损伤钢绞线和锚具，为此不得采用电弧切断预应力筋。

7.7.6 预应力筋下料前应根据预应力筋的布置曲线，并考虑张拉工艺的要求计算下料长度。当采用变角张拉时，尚应考虑变角块的长度。

7.7.7 根据以往的工程实践，无粘结预应力筋的轻微局部破损可采用局部修补的措施，但破损严重的应予以报废。由于卵形消化池使用环境等方面的影响，与民用工程中的类似情况相比，应采取更严格的控制措施。

7.7.11 预应力筋的穿束方法宜采用卷扬机整束牵引，束的前端应装有穿束网套或特制的牵引头，对于大批量的单根预应力筋宜采用穿束机穿束。竖向孔道的穿束，宜采用整束由下向上牵引工艺，也可采用单根由上向下控制放盘速度穿入孔道。对于预应力筋成束布置的情况，在穿束和布筋的过程中应注意防止钢绞线的扭绞。

7.7.15 本条规定预应力筋的张拉顺序和张拉工艺应严格按照设

计要求实施。若设计没有规定时，宜先张拉环向预应力筋，后张拉竖向预应力筋。环向预应力筋可采用“隔一拉一”的方法由池底张拉到池顶，再由池顶张拉到池底的方法进行；竖向预应力筋可采用分批沿直径方向对称张拉的方法进行。

7.7.17 本条给出了工程中常用的预应力筋张拉程序，初应力的取值 $0.1\sigma_{con}\sim0.2\sigma_{con}$，实际施工时应根据摩擦阻力等实际情况调整。

7.7.23 污水处理卵形消化池对抗裂要求较高，发生预应力筋断裂的影响很大，尤其对于无粘结筋更是如此。因此，张拉中要适当控制张拉速度，并采取有效措施避免断筋的连锁发生。

7.7.24 灌浆及封锚能够保护预应力筋和锚具不受侵蚀，并使预应力筋和混凝土构件结合成一体。处于高应力状态的预应力筋易被腐蚀，应尽早灌浆。

7.7.26 本条文提出了对卵形消化池采用无粘结预应力筋时应有一套完整的防水密封装置，以保证无粘结预应力筋及其两端的锚具组成的预应力筋组件与外部腐蚀性介质完全隔离，从而有效地保证其耐久性和可靠性。

7.8 防腐、保温及饰面工程

7.8.1～7.8.3 污水处理卵形消化池的防腐与保温的施工，是保证正常运行的重要环节，因此防腐工程施工前应对基层进行检查。“板状保温材料”是指由生产厂家生产的板状保温产品；“现浇整体保温层”一般指在施工现场直接喷于消化池混凝土外表的聚氨酯发泡形成的整体保温层。

7.9 功能性试验

7.9.1、7.9.2 为满足污水处理卵形消化池在正常生产运行过程中不渗水、不漏气的设计要求，消化池完工后，每座池必须做满水及气密性试验。根据多年的对污水处理卵形消化池的研究结果，本规程对《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB

50141 的满水试验有关规定进行了修订。对污水处理卵形消化池来说，正确的注水要求应该是第一次注水为设计水深的 1/2，其余两次注水为设计水深的 1/4，每次注水后，应观测池体的沉降量，当沉降速率不大于 0.1mm/d，方可继续注水。且提出满水试验合格标准为卵形消化池池壁不得出现渗漏。



1511122030 2

统一书号：15112·203
定　　价：11.00