前　言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2015年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》（建标［2014］189号）的要求，标准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，编制了本标准。

本标准的主要技术内容是：1. 总则；2. 术语；3. 工程地质勘察与工程环境调查；4. 平面及断面设计；5. 结构上的作用；6. 顶管结构基本设计规定；7. 顶管结构设计与计算；8. 工作井设计；9. 防水设计；10. 顶管施工；11. 监控量测；12. 工程验收。

本标准由住房和城乡建设部负责管理，由北京市热力工程设计有限责任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，请寄送北京市热力工程设计有限责任公司（地址：北京市朝阳区幸福二村37号楼；邮编：100027）。

本标准主编单位：北京市热力工程设计有限责任公司

本标准参编单位：北京市热力集团有限责任公司
唐山市热力总公司
牡丹江热电有限公司
北京正远监理咨询有限公司
北京市特欣市政公用工程有限公司
北京城建道桥建设集团有限公司
三河京龙新型管道有限责任公司
北京远通水泥制品有限公司

本标准主要起草人员：董乐意　张玉成　董淑棉　刘艳芬
高　艳　牛小化　黄建春　吴守晔

住房城乡建设部信息公开　测试专用

	刘仰鹏	陈新栋	王莉莉	董学斌
	石忠凯	潘国庆	钱争晖	张程波
	刘国庆	伍克平	辛弘峰	王　华
	陈晓晴			
本标准主要审查人员：	陈鸿恩	刘世宇	鲁亚钦	屈新龙
	贾嘉陵	刘昌用	乐贵平	武志国
	余家兴	张国京	贺少辉	

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

目　　次

1　总则 …… 1
2　术语 …… 2
3　工程地质勘察与工程环境调查 …… 4
3.1　一般规定 …… 4
3.2　工程地质勘察 …… 4
3.3　工程环境调查 …… 6
4　平面及断面设计 …… 9
4.1　一般规定 …… 9
4.2　平面设计 …… 9
4.3　纵断面设计 …… 10
5　结构上的作用 …… 11
5.1　作用分类 …… 11
5.2　永久作用 …… 11
5.3　可变作用 …… 13
5.4　偶然作用 …… 13
6　顶管结构基本设计规定 …… 14
6.1　一般规定 …… 14
6.2　承载能力极限状态计算 …… 15
6.3　正常使用极限状态验算 …… 17
6.4　材料及耐久性 …… 17
6.5　顶管内支架设计 …… 18
7　顶管结构设计与计算 …… 19
7.1　一般规定 …… 19

住房城乡建设部信息公开浏览专用

7.2 管口承载能力验算 …… 20
7.3 管节内力计算 …… 20
7.4 顶管变形计算和抗滑移验算 …… 21
7.5 构造 …… 24
8 工作井设计 …… 26
8.1 一般规定 …… 26
8.2 顶进井 …… 26
8.3 接收井 …… 29
9 防水设计 …… 30
9.1 一般规定 …… 30
9.2 顶管接口 …… 30
9.3 检查室洞口防水 …… 32
10 顶管施工 …… 34
10.1 一般规定 …… 34
10.2 顶管机选型 …… 35
10.3 顶前准备 …… 36
10.4 工作井洞口止水及封门 …… 37
10.5 顶管及附件 …… 38
10.6 工作井及后背墙 …… 39
10.7 始发与接收 …… 39
10.8 中继间 …… 40
10.9 正常顶进 …… 41
11 监控量测 …… 44
11.1 一般规定 …… 44
11.2 监测项目与控制 …… 45
11.3 顶进方向监测项目与控制 …… 48
12 工程验收 …… 50
12.1 一般规定 …… 50

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

12.2 质量验收 …… 50
12.3 竣工验收 …… 52
本标准用词说明 …… 54
引用标准名录 …… 55

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

Contents

1 Ceneral Provisions ····· 1
2 Terms ····· 2
3 Investigation of Engineering Geological and Environment ····· 4
3.1 General Requirements ····· 4
3.2 Investigation of Engineering Geological ····· 4
3.3 Investigation of Environmental ····· 6
4 Design of Plane and Longitudinal-section ····· 9
4.1 General Requirements ····· 9
4.2 Design of Plane ····· 9
4.3 Design of Longitudinal-section ····· 10
5 Action on Structure of Pipe Jacking ····· 11
5.1 Classification of Action ····· 11
5.2 Permanent Action ····· 11
5.3 Variable Action ····· 13
5.4 Accidental Action ····· 13
6 Basic Regulations of Pipe Jacking Structural Design ····· 14
6.1 General Requirements ····· 14
6.2 Calculation of Ultimate Limit States ····· 15
6.3 Checking Calculation of Serviceability Limit States ····· 17
6.4 Material and Durability ····· 17
6.5 Design of Trestles in Pipe Jacking ····· 18
7 Structural Design and Calculation of Pipe Jacking ····· 19
7.1 General Requirements ····· 19

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

7.2 Check Calculation of Nozzle Carrying Capacity ····· 20
7.3 Calculation of Tube Coupling Internal Force ····· 20
7.4 Calculation of Pipe Deformation and Anti-slip Stabiliy ····· 21
7.5 Construction Requirements for Pipe Jacking Structure ····· 24
8 Design of Working Shaft ····· 26
8.1 General Requirements ····· 26
8.2 Jacking Shaft ····· 26
8.3 Reception Shaft ····· 29
9 Design of Waterproof ····· 30
9.1 General Requirements ····· 30
9.2 Structure of Pipe Jacking Interface ····· 30
9.3 Waterproofing of Inspection Well Opening ····· 32
10 Pipe Jacking Construction ····· 34
10.1 General Requirements ····· 34
10.2 Selection of Pipe Jacking Machine ····· 35
10.3 Construction Preparation ····· 36
10.4 Hole of Working Shaft and Sheild ····· 37
10.5 Jacking Pipe and Accessories ····· 38
10.6 Working Shaft and Reaction Wall ····· 39
10.7 Originating and Receiving ····· 39
10.8 Intermediate Jacking Station ····· 40
10.9 Normal Jacking ····· 41
11 Monitoring ····· 44
11.1 General Requirements ····· 44
11.2 Monitoring Items Design and Control Standards ····· 45
11.3 Jacking Direction Monitoring Items and Control Standards ··· 48
12 Construction Acceptance ····· 50
12.1 General Requirements ····· 50
12.2 Construction Quality Acceptance ····· 50

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

12.3 Completion Acceptance ····· 52
Explanation of Wording in This Standard ····· 54
List of Quoted Standards ····· 55

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

1 总　　则

1.0.1 为规范热力管线机械顶管工程设计、施工及验收，做到技术先进、经济合理、安全适用，确保工程质量，保护工程环境，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于热力机械顶管工程的设计、施工及验收。

1.0.3 冻土地区、塌陷区、湿陷性黄土地区及膨胀土地区热力机械顶管工程，应符合国家现行标准的有关规定。

1.0.4 热力机械顶管工程的设计、施工及验收除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

2 术　语

2.0.1　顶管　pipe jacking

利用液压顶进设备，将预制管节从顶进井顶到接收井的非开挖管道施工方法。

2.0.2　机械顶管　pipe jacking with machine

利用机械开挖土体的顶管施工方法。

2.0.3　顶管机　jacking machine

安装在顶进管道的最前端，能进行机械挖掘、排土、导向、纠偏等作业，并能结合后方顶推装置进行管道铺设作业的机械设备。

2.0.4　工作井　working shaft

顶管施工时，进行设备组装、拆卸、顶管、管节吊运、排土等使用的竖井，包括顶进井、接收井。

2.0.5　顶进井　jacking shaft

顶管始发端，放置顶进设备并进行顶进作业的竖井。

2.0.6　中继间　intermediate jacking station

将整条管道分成若干个推进单元而设置的顶进设施。

2.0.7　接收井　reception shaft

顶管终端，接收顶管机的竖井。

2.0.8　后背土体　reaction soil

承受主顶油缸反作用力的土体。

2.0.9　后背墙　reaction wall

承受主顶油缸反作用力的顶进井的墙体。

2.0.10　混凝土后背　concrete sacking base

在顶进井内制作的钢筋混凝土后背墙。

2.0.11　后背铁　steel plate of jacking base

住房城乡建设部信息公开浏览专用

安装在主顶油缸与后背墙或混凝土后背之间，用于后背墙承力面积的钢制构件。

2.0.12 导轨 guide track

固定在顶进井底板上作为顶管初始导向、管节拼接用的轨道，或者固定在接收井底板上作为接收顶管机的轨道。

2.0.13 顶进力 jacking force

在顶管施工中，为克服顶进阻力而由顶进油缸施加在顶管管节管端的作用力。

2.0.14 减阻措施 drag reduction methods

为减少管节顶进过程中的摩阻力所采取的方法。

2.0.15 姿态控制 attitude control

顶管机在顶进过程中的状态控制。

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

3 工程地质勘察与工程环境调查

3.1 一 般 规 定

3.1.1 顶管工程的结构设计和施工应以工程地质勘察及工程环境调查资料为依据。

3.1.2 顶管工程地质勘察及工程环境调查应包括钻探和物探。

3.1.3 当顶管管线范围内存在有害气体和其他有害物质时，应查明分布状态，并应采取安全措施。

3.1.4 工程地质勘察结束后，应对勘探孔进行封堵处理。

3.2 工程地质勘察

3.2.1 工程地质勘察应查明工程沿线地段的水文地质、地貌、地层结构特征、土层性质及分布空间等情况。

3.2.2 地质勘察钻孔位置及数量应符合下列规定：

1 宜在工作井位置，且应在顶管侧面布置，距离顶管外轮廓不宜大于5m；

2 当顶管穿越铁路、城市轨道交通和其他市政管线时，钻孔位置不得影响其正常运行；

3 工作井勘察钻孔位置应布置在四角，数量不应少于2个；

4 顶管勘察的钻孔沿轴线间距，Ⅰ类场地应为100m～150m，Ⅱ类场地应为50m～100m，Ⅲ类场地应为30m～50m。

3.2.3 地质勘察钻孔深度应符合下列规定：

1 顶管沿线应达到顶管管底的设计标高以下3m～5m；

2 工作井的钻孔深度应达到井底标高以下5m；

3 顶管基底存在松软土层或未经固结的回填土时，除应符合第1、2款的规定外，应加深钻孔深度；

4 顶管穿越河道时，钻孔深度应在河床最大冲刷深度以下

住房城乡建设部信息公开 测试专用

4m～6m，并应满足顶管管底的勘察深度要求；

5 顶管基底存在粉细砂可能产生流砂、管涌或地震液化地层时，应将该层钻穿；

6 工作井采取降低地下水位施工时，钻孔深度应满足降水设计要求。

3.2.4 地下水勘察应符合下列规定：

1 应调查地下水类型、含水层类型、地下水埋藏条件、补给与排泄条件、分布特征；

2 应调查地下水历史最高水位和最低水位；

3 应测定地下水的 pH 值、氯离子、钙离子和硫酸根离子等的含量以及对混凝土、工程相关金属材料及橡胶的腐蚀程度；

4 当地下有承压水分布时，应勘察承压水的分布范围和测定承压水的压力。

3.2.5 勘察报告应包括初步勘察报告、详细勘察报告和施工勘察报告，并应符合下列规定：

1 初步勘察报告应阐述场地工程地质条件、评价场地稳定性和适应性；

2 详细勘察报告应提供工作井和顶管区间，设计阶段和施工阶段所需的各岩土层物理力学性质参数，以及地下水和环境资料，并应作出分析评价、结论和建议；

3 施工勘察报告应根据设计、施工要求提供相应的资料，并应作出结论和建议。

3.2.6 勘察报告应包括下列内容：

1 勘察目的和任务要求；

2 拟建顶管工程的基本特性；

3 勘察方法和工作布置图；

4 场地地形、地质（地层、地质构造）、地貌、岩土性质、地下水位（最高水位、最低水位、勘察时水位和抗浮设防水位）及地下水压力和地下水对混凝土、钢材的腐蚀性的阐述和评价；

5 地基土的稳定性评价；

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

6 岩土参数的分析及选用；

7 建议顶管选位及地基处理方案；

8 工程施工及使用期间可能发生的岩土工程问题的预测及监控、防治措施的建议和顶管工程设计及施工措施的建议；

9 勘察钻孔点的平面布置图；

10 工程地质柱状图；

11 工程地质剖面图；

12 原位测试成果图表；

13 室内试验成果图表；

14 岩土工程计算简图及计算成果图表；

15 建议地基不稳定土层的处理方案的图表。

3.2.7 勘察报告应提供岩土参数的平均值、最大值、最小值、子样数、均方差和变异系数。

3.2.8 地质勘察报告中的土层物理力学性质参数应包括下列内容：

1 颗粒分析；

2 密实度；

3 垂直和水平渗透系数；

4 黏聚力；

5 内摩擦角；

6 与混凝土、钢材的摩擦系数；

7 变形模量；

8 泊松比；

9 岩石、卵石单轴抗压强度值；

10 地基承载力及其他常规参数。

3.3 工程环境调查

3.3.1 顶管工程环境调查应分为地上环境调查和地下建（构）筑物勘察，调查时探明顶管施工影响范围内的建（构）筑物、管线等情况，并应符合下列规定：

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

1 设计、施工前应对顶管施工影响范围内的建（构）筑物进行详细调查；

2 应查明顶管施工影响范围内桥涵、道路、交通状况、架空管线等特性及分布位置；

3 对施工影响范围内的地上建（构）筑物，应标明名称、外形尺寸、功能、结构形式、与顶管的空间位置关系、修建年代等；大型和重要建筑物宜取得工程技术资料，并应了解建（构）筑物的基础形式和施工情况。

3.3.2 地上建（构）筑物调查应包括建筑层数、高度、结构形式、基础形式、基础埋深（标高）的主要设计参数、施工工艺等。

3.3.3 地下建（构）筑物调查应包括工程的平面布置、修建年代、结构形式和结构材料、外轮廓尺寸、结构厚度、顶板和底板标高、施工方法、变形缝设置、围护结构、抗浮措施及使用情况等。

3.3.4 桥涵调查应符合下列规定：

1 应对桥梁的桥墩、桥台和主要防护构筑物进行调查，对桥涵结构进行检测；

2 桥涵构筑物调查内容应包括桥梁的设计荷载、防震烈度、桥长、桥宽、结构布置、桥梁下部结构类型、跨度、墩柱基础形式、桩基或地基加固设计参数、运营年限等。

3.3.5 道路、铁路调查应包括下列内容：

1 铁路、轨道交通或道路等级、路面材料、路面宽度、路堤高度、支挡结构形式及地基与基础形式；

2 路基（路面下）下一定深度范围内的土体密实状态、可能存在的空洞等；

3 交通干道的交通流量、交通状况、附属设施。

3.3.6 架空线塔（杆）调查应包括电压等级、电线高、线塔（杆）基础形式、埋置深度等。

3.3.7 河道调查应包括河宽、河深、河床最大冲刷深度、河底

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

铺砌和河岸结构形式、标高、通航、防洪、泄洪要求等。

3.3.8 湖泊和水库调查应包括长、宽、水深、水位标高、底标高、冲刷线、防洪要求等。

3.3.9 人防工程调查应包括防护等级类型、平面位置、埋深或高程、结构形式、出入口位置等情况。

3.3.10 地下管线调查应包括管线的类型、平面位置、埋深或高程、敷设方式、材质、管节长度、接口形式、介质类型、工作压力、工作井及阀门位置、运营年限、运营状况等。

3.3.11 直埋热力管线调查应包括管线埋深、运行压力和温度、供回水管间距、直埋补偿器、固定支墩的结构等。

3.3.12 工程环境调查报告应包括下列内容：

1 调查的经过、调查方法、调查内容，并分类列出调查和测量的沿线周围建（构）筑物、管线；

2 顶管工程穿越或邻近范围内建（构）筑物、管线的影响评价；

3 穿越或临近区域允许变形控制值；

4 安全防护建议。

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

4 平面及断面设计

4.1 一般规定

4.1.1 顶管工程的平面及纵断面设计应符合城市整体规划和环境保护的要求，并应以工程地质勘察和工程环境调查为依据。

4.1.2 工作井的位置应结合热力检查室布置，并应考虑工程环境、施工条件和热力运营维护的要求。

4.2 平面设计

4.2.1 顶管管线宜采用直线，当受条件限制为曲线时，转弯弧度应满足工艺和顶管施工的最小转弯半径的要求，还应符合现行行业标准《城镇供热管网设计规范》CJJ 34 的有关规定。曲率半径可按下式计算：

$$R = \frac{L_g \times D}{X} \tag{4.2.1}$$

式中：R——曲率半径（m）；

L_g——预制管管节长度（m）；

D——顶管外径（m）；

X——相邻管节之间的最大缝隙（m）。

4.2.2 顶管邻近或穿越既有建筑、立交桥等地上建（构）筑物和地下室、人防、地铁隧道、车站等大型地下建（构）筑物时，应进行环境风险源专项设计。设计内容和要求应符合现行行业标准《城市供热管网暗挖工程技术规程》CJJ 200 的有关规定。

4.2.3 顶管管道内热力管道的滑动支架、固定支架、导向支架，应错开设置在不同的顶管管节上。

4.2.4 工作井宜采用矩形，其位置设置应符合下列规定：

1 宜设置在热力管道的直线段；

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

2 应避开车流、行人密集的地段，并应减少施工对周围环境的影响；

3 应便于排水、排泥和排土；

4 应便于顶管管节的堆放和顶管设备的吊装和运输。

4.3 纵断面设计

4.3.1 工作井宜设置在自稳能力强的地层中。

4.3.2 顶管宜设置在粉土、黏性土、砂层等土层中，并应避免设置在可液化地层中。

4.3.3 顶管的最大坡度应根据热力管道的设计要求、顶管内自然排水等因素确定，并应满足顶管机械施工能力的要求，顶管宜设置为单面坡。

4.3.4 顶管与现状市政管线的垂直距离应符合现行行业标准《城市供热管网暗挖工程技术规程》CJJ 200 的有关规定。

4.3.5 地下水地区的顶管覆土厚度应符合顶管的抗浮要求。

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

5 结构上的作用

5.1 作 用 分 类

5.1.1 作用在顶管结构上的荷载，可按表 5.1.1 进行分类。

表 5.1.1 作用分类

序号	作用分类	结构受力及影响因素
1	永久作用	结构自重
2		结构附加恒荷载
3		地层压力
4		地表水或地下水的静水压力及浮力
5		混凝土收缩和徐变影响
6		地基下沉影响
7		热力管道及设备自重
8		温度影响
9	可变作用	地面车辆荷载及其动力作用
10		支架的推力
11		施工荷载
12	偶然作用	地震作用
13		沉船/抛锚或河道疏浚产生的撞击力等

5.1.2 荷载数值应根据现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 有关规定确定，并应根据施工和使用阶段可能发生的变化，按最不利情况，确定不同荷载组合系数。

5.2 永 久 作 用

5.2.1 结构自重应按结构设计尺寸及材料计算重度计算确定，钢筋混凝土计算重度可采用 25kN/m^3，素混凝土计算重度可采

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

用 23kN/m³。结构自重还应包括顶管内部作为人行道的混凝土台及管道结构等的自重荷载。

5.2.2 结构附加恒荷载应按现行行业标准《城市供热管网暗挖工程技术规程》CJJ 200 的有关规定确定。

5.2.3 地层压力计算应符合下列规定：

1 竖向和水平地层压力应根据工程地质和水文地质条件，埋置深度等因素，结合已有的试验，测试和研究资料确定；

2 竖向地层压力计算应根据工程地质、水文地质条件和覆土厚度、土体卸载拱作用影响，以及地面和邻近其他荷载对竖向压力影响等因素确定；

3 水平压力宜按静止土压力，以及地面荷载和破坏棱体范围的建（构）筑物引起的附加水平侧压力计算。

5.2.4 围岩的分级和地层压力计算应按现行行业标准《城市供热管网暗挖工程技术规程》CJJ 200 的有关规定执行。

5.2.5 作用在顶管结构上的水压力和浮力计算应符合下列规定：

1 水压力和浮力应根据设防水位以及施工阶段和长期使用过程中地下水的变化，取最不利水位，并应按静水压力计算；

2 砂性土地层的侧向水、土压力应采用水土分算，黏性土地层的侧向水、土压力应采用水土合算；

3 施工阶段应采用常水位计算，使用阶段应按设计基准期内的最不利水位计算。

5.2.6 混凝土收缩对结构的影响应按现行行业标准《城市供热管网暗挖工程技术规程》CJJ 200 的有关规定确定。

5.2.7 地基下沉应按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的有关规定计算确定。

5.2.8 当顶管沿线存在地层不均匀、荷载突变、地下水位变化等情况时，顶管设计应计算纵向不均匀沉降对顶管结构内力的影响。

5.2.9 顶管内的热力管道及设备荷载应根据设备和管道安装、检修和正常使用的实际情况，按现行行业标准《城市供热管网暗

住房和城乡建设部信息公开 测试专用

挖工程技术规程》CJJ 200 的有关规定确定。重型设备荷载与范围尚应根据设备实际重量、动力影响、安装运输途径等确定。

5.2.10 顶管结构温度变化的影响，应根据地层和顶管内年平均温度、最冷（热）月平均温度等气温条件，及以运营环境和施工条件确定。设计时应计入结构内外壁面温差产生的结构内力。壁面温差作用标准值可按现行行业标准《城镇供热管网结构设计规范》CJJ 105 的有关规定计算确定。

5.3 可变作用

5.3.1 地面车辆荷载的数值及排列，应按现行行业标准《公路桥涵设计通用规范》JTG D60 的有关规定确定。

5.3.2 铁路下方的顶管结构的荷载，应按现行行业标准《铁路桥涵设计规范》TB 10002 的有关规定确定。

5.3.3 顶管内部可变荷载应包括固定支架的水平推力、导向支架的水平推力及管道位移在活动支架结构上产生的水平力，并应按现行行业标准《城市供热管网暗挖工程技术规程》CJJ 200 的有关规定确定。

5.3.4 顶管结构设计时应考虑下列施工荷载：

1 设备运输荷载、吊装荷载、施工机具及人员活载；

2 地面临时堆载；

3 顶管施工时主顶油缸的推力；

4 注浆所引起的附加荷载。

5.4 偶然作用

5.4.1 顶管结构上的地震荷载，可按现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 的有关规定计算确定。

5.4.2 沉船荷载应按工程水域可能通航的最大船舶类型分析确定。

住房和城乡建设部信息公开 测试专用

6 顶管结构基本设计规定

6.1 一 般 规 定

6.1.1 本标准采用以概率理论为基础的极限状态设计方法，除验算结构抗滑移及抗浮外，均应采用分项系数的设计表达式设计。

6.1.2 顶管的结构设计使用年限应为100年。

6.1.3 顶管结构的安全等级应为一级，结构重要性系数应为1.1。施工阶段承载力验算时，结构重要性系数应为1.0。

6.1.4 顶管结构的内力分析，应按弹性体系计算，可不考虑由非弹性变形所引起的塑性内力重分布。

6.1.5 顶管结构设计计算中，荷载效应基本组合的设计值，应包括组合的弯矩、轴力和剪力设计值等，并应考虑下列两种极限状态：

1 承载能力极限状态：在热力管道安装、试压、运行及检修阶段，顶管结构或管道支架因材料强度被超过而破坏；顶管结构作为刚体失去平衡；管体因顶力超过材料强度发生破坏。

2 正常使用极限状态：在热力管道运行阶段，对应于顶管结构或结构构件正常使用或耐久性能的规定限值；钢筋混凝土顶管结构裂缝宽度超过规定限值。

6.1.6 顶管结构的承载能力极限状态设计应包括下列内容：

1 热力管道运行阶段结构的承载力计算。顶管结构应进行热力管道安装或检修阶段起吊管道时结构的承载力计算；设有热力管道支架的顶管结构，尚应进行管道试压阶段结构的承载力计算。

2 设有管道支架的顶管结构，应按刚体进行抗滑移稳定验算。

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

3 当结构位于地下水位以下时，应进行管道运行阶段的抗浮稳定验算。

4 应考虑预埋件对结构的影响。

6.1.7 顶管结构内，管道支架及滑动支墩的承载能力极限状态设计应符合现行行业标准《城镇供热管网结构设计规范》CJJ 105 的有关规定。

6.1.8 顶管结构上的预埋件设计应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

6.2 承载能力极限状态计算

6.2.1 顶管结构按承载能力极限状态设计时，除验算结构抗滑移及抗浮外，均应采用作用效应的基本组合，并应符合下式的要求：

$$\gamma_0 \times S \leqslant R_D \tag{6.2.1}$$

式中：γ_0——结构的重要性系数，不应小于 1.0；

S——荷载效应基本组合的设计值，包括组合的弯矩、轴力和剪力设计值等；

R_D——结构构件抗力的设计值，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定确定。

6.2.2 荷载效应基本组合的设计值应按下式计算：

$$S = \gamma_G \times S_{Gk} + \sum_{i=1}^{n} \gamma_{Q_i} \times \psi_{c_i} \times S_{Q_i k} \tag{6.2.2}$$

式中：γ_G——永久荷载的分项系数；

γ_{Q_i}——第 i 个可变荷载的分项系数；

S_{Gk}——按永久荷载标准值 G_k 计算的荷载效应值；

$S_{Q_i k}$——按可变荷载标准值 Q_{ik} 计算的荷载效应值；

φ_{c_i}——可变荷载 Q_i 的组合值系数；

n——参与组合的可变荷载数。

6.2.3 永久荷载的分项系数应按下列规定确定：

住房城乡建设部信息公开浏览专用

1 当永久荷载效应对结构不利时，对由永久荷载效应控制的组合，永久荷载的分项系数应取 1.35；对由可变荷载效应控制的组合，永久荷载的分项系数应取 1.20；

2 当永久荷载效应对结构有利时，永久荷载的分项系数应取 1.00。

6.2.4 可变荷载的分项系数应按下列规定确定：

1 荷载效应基本组合时，可变荷载的分项系数应取 1.4；

2 可变荷载的组合值系数应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定确定。

6.2.5 按承载能力极限状态设计时，顶管结构上的作用组合应根据顶管实际条件按表 6.2.5 选取。

表 6.2.5 顶管结构上的作用组合

工况类别	永久作用								可变作用			
	附加恒载	结构自重	顶管结构及设备自重	围岩（土）压力		静水压力（包括浮托力）	地基不均匀沉降	温度影响	地面车辆	地面堆积	管道作用	吊装荷载
				竖向	侧向							
运行工况	√	√	√	√	√	√	△	√	√	√	√	△
非运行工况	√	√	—	—	√	√	—	—	√	√	—	△

注：1 表中打“√”的作用为相应工况应予计算的项目，打“△”的作用应按具体设计条件确定；

2 地面车辆荷载和地面堆积荷载应根据不利设计条件计入其中一项，不应同时计算；

3 管道作用包括固定支架的水平推力、导向支架的水平推力及管道位移在活动支架结构上产生的水平作用；

4 运行工况为热力管道带压运行的工况。

6.2.6 结构在组合作用下的抗滑移及抗浮验算，应采用符合稳定性抗力系数的设计表达式。

住房城乡建设部信息公开 测完专用

6.2.7 当结构位于地下水位以下时，顶管结构在施工、运行、停热检修阶段均应进行抗浮稳定验算。管道运行阶段结构抗浮稳定验算时，抗力应计入管道及设备自重、结构自重、结构上的竖向土压力。施工和停热检修阶段抗力不应计入热力管道及热力设备重量。

6.3 正常使用极限状态验算

6.3.1 顶管结构按正常使用极限状态设计，应采用作用效应的准永久组合，并应符合下式要求：

$$S \leqslant C \tag{6.3.1}$$

式中：C——结构或构件达到正常使用要求的规定限值。

6.3.2 钢筋混凝土顶管结构在准永久组合作用下，最大裂缝宽度不应大于0.2mm，且不应有通缝。

6.3.3 当验算截面的最大裂缝开展宽度时，应按准永久组合作用计算。荷载效应组合的设计值应按下式计算：

$$S = \sum_{j=1}^{m} S_{G_j k} + \sum_{i=1}^{n} \psi_{q_i} \times S_{Q_i k} \tag{6.3.3}$$

式中：$S_{G_j k}$——按第 j 个永久荷载标准 G_{jk} 计算的荷载效应值；

ψ_{q_i}——可变作用的准永久值系数。

6.3.4 正常使用极限状态验算时的作用组合，应根据顶管实际条件按本标准表6.2.5确定。

6.3.5 管道支架挠度变形应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017的有关规定。

6.4 材料及耐久性

6.4.1 钢筋混凝土顶管的混凝土强度等级不宜低于C50。

6.4.2 当地下水对混凝土和钢筋具有腐蚀性时，钢筋混凝土管应采取防腐措施。

6.4.3 钢结构及钢连接件应进行防锈、防火处理，管节内钢环预埋件应进行防腐处理。

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

6.4.4 混凝土结构耐久性设计应符合现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 的有关规定。

6.4.5 防水混凝土的抗渗等级和配合比应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108 的有关规定。

6.4.6 当管道运行阶段的环境温度超过 20℃时，混凝土的强度值及弹性模量应予折减，折减系数应符合现行行业标准《城市供热管网暗挖工程技术规程》CJJ 200 的有关规定。

6.4.7 防水硅橡胶与管节粘结材料宜选用硫化型硅橡胶胶粘剂。

6.4.8 管口应针对水文地质条件进行设计。顶管管节应采取可靠成型工艺，钢圈和混凝土接口处的密实度，应使管体和管口在地下水作用下不渗水。

6.5 顶管内支架设计

6.5.1 支架宜采用型钢结构，支架锚固形式宜采用两端嵌固式。

6.5.2 支架与顶管管环之间宜采用预埋件连接，不应大量采用植筋、后锚固等方式。

6.5.3 组合型钢支架的焊缝验算应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定。

6.5.4 钢支架除锈、防腐应按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定执行。

6.5.5 钢支架底部应设钢筋混凝土护墩，护墩高度不宜小于 150mm。

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

7 顶管结构设计与计算

7.1 一 般 规 定

7.1.1 顶管结构设计应对周边环境的风险进行分析，风险控制专项设计应符合现行行业标准《城市供热管网暗挖工程技术规程》CJJ 200 的有关规定。

7.1.2 钢制顶管管材、壁厚、外防腐等应符合现行国家标准《输油管道工程设计规范》GB 50253 的有关规定。钢筋混凝土顶管管节的壁厚、钢筋配置、管口结构等应根据顶管结构上的作用、热力管道使用要求、施工条件、环境条件等，通过结构计算、工程类比和结构计算分析确定。

7.1.3 钢质顶管强度验算应符合现行国家标准《油气输送管道穿越工程设计规范》GB 50423 的有关规定，刚度和稳定性验算应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定。钢筋混凝土顶管结构应按施工顶进阶段和正常使用阶段分别进行结构承载力、刚度和稳定性计算，并应对使用阶段进行裂缝宽度和变形验算。

7.1.4 钢筋混凝土顶管结构应进行横向受力和变形计算。当遇下列情况之一时，尚应对纵向受力和变形进行计算：

1 沿线地层条件有较大变化；

2 顶管覆土厚度变化较大；

3 穿越大型建（构）筑物，承受较大局部荷载；

4 地基沿纵向产生不均匀沉降；

5 地震作用。

7.1.5 设有固定支架和导向支架的顶管隧道，应进行抗滑移验算。

住房和城乡建设部信息公开 测试专用

7.2 管口承载能力验算

7.2.1 施工阶段钢筋混凝土管管口承载能力可按下式计算：

$$F_{dc}=\frac{0.5\phi_1\times\phi_2\times\phi_3\times f_c\times A_p}{\gamma_d\times\phi_4}\times10^{-3} \quad (7.2.1)$$

式中：F_{dc}——混凝土管道允许顶力设计值（kN）；

ϕ_1——混凝土材料受压强度折减系数，取0.90；

ϕ_2——偏心受压强度提高系数，取1.05；

ϕ_3——混凝土脆性系数，取0.85；

f_c——混凝土受压强度设计值（MPa）；

A_p——管道的最小有效传力面积（mm^2）；

γ_d——顶力分项系数，取1.3；

ϕ_4——混凝土强度标准调整系数，取0.79。

7.2.2 施工阶段钢质顶管管口承载能力可按下式计算：

$$F_{ds}=\frac{0.5\phi_5\times\phi_6\times\phi_7\times f_s\times A_P}{\gamma_d}\times10^{-3} \quad (7.2.2)$$

式中：F_{ds}——钢管管道允许顶力设计值（kN）；

ϕ_5——钢材受压强度折减系数，取1.0；

ϕ_6——钢质顶管稳定系数，取0.36；

ϕ_7——钢材脆性系数，取1.0；

f_s——钢材受压强度设计值（MPa）。

7.2.3 使用阶段单根管道固定支架的轴向推力应小于顶管管口承载能力。

7.3 管节内力计算

7.3.1 顶管内力应根据顶管纵断面高程，分别选取顶部覆土最厚（薄）、水压力最大（小）、超载或偏压、顶管穿越地层条件突变处等位置进行计算。

7.3.2 钢筋混凝土顶管管节内力计算应符合下列规定：

1 宜选用荷载结构法，并宜采用平面有限元法求解；

住房城乡建设部信息公开 测试专用

2　内力计算模型可采用匀质圆环模型；

3　应考虑顶管管节与围岩的相互作用。

7.3.3　顶管管节与围岩间的相互作用应按局部弹簧（即只受压）作用模式模拟。土层弹簧受压状态的刚度应根据管节周边岩层的地层弹性抗力系数确定；地层弹性抗力系数应依据工程的地质条件和岩土工程勘察报告选取。当无详细勘察报告和试验资料时，可按表 7.3.3 选取。

表 7.3.3　地层弹性抗力系数

地层岩土名称	弹性抗力系数（MPa/m）	
	水平向	垂直向
碎石土壤、破碎片石、粘结的卵石和碎石、硬化黏土	120～200	150～250
密实黏土、坚硬的冲积土	60～120	80～150
湿砂、黏砂土、填土、泥炭、轻型黏土	50～60	40～80

7.3.4　钢筋混凝土顶管截面强度验算和裂缝宽度计算应符合下列规定：

1　应选取整环管节中最不利内力状态的截面；

2　应按混凝土矩形截面偏心受压构件进行验算；

3　应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

7.4　顶管变形计算和抗滑移验算

7.4.1　顶管结构应按荷载效应中准永久组合进行变形计算。

7.4.2　钢筋混凝土顶管直径变形不应大于 3‰顶管内径。

7.4.3　柔性接头钢承口、柔性接头钢承插口的钢筋混凝土顶管，管口间的纵向间隙应符合表 7.4.3 的规定，并应小于弹性密封垫的允许张开量。

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

表 7.4.3　管口间的纵向间隙

顶管内径（mm）	1800～2400	2600～3000	＞3000
纵向间隙（mm）	10～15	10～20	10～25

7.4.4　钢筋混凝土顶管曲线顶进时，管口接口允许的张开角度应满足管节接口的要求，并应小于弹性密封垫的允许张开量。

7.4.5　受轴向推力作用的固定支架和导向支架作用的顶进管道，抗滑移验算应符合下列公式的要求：

$$F_{pc} \geqslant K_s \times F_x \qquad (7.4.5\text{-}1)$$

$$F_{pc} = \pi D \times L_Z \times q_k \qquad (7.4.5\text{-}2)$$

式中：F_{pc}——L_Z长度范围内顶管外壁与周边围岩之间的摩阻力（kN）；

K_s——结构稳定性抗力系数，取 1.3；

F_x——单根热力管道固定支架轴向推力（kN）；

D——顶管外径（m）；

L_Z——起到轴向抗滑移作用的顶管隧道净长度（m），取支架前后共 7 节顶管长和 20m 的较小值；

q_k——管道外壁与土的单位面积平均摩阻力（kN/m²），可按表 7.4.5 选用。当有实际工程经验时，可依据经验值适当调整。

表 7.4.5　管道外壁与土的单位面积平均摩擦阻力

土体名称	土体状态	管道外壁与土的单位面积平均摩阻力（kN/m²）	
		混凝土顶管	钢质顶管
填土	—	16～20	5～7
淤泥	—	10～16	4～5
淤泥质土	—	16～20	5～7
黏性土	$I_L>1$	18～30	6～10
	$0.75<I_L\leqslant 1$	30～40	10～13
	$0.5<I_L\leqslant 0.75$	40～53	13～17

住房城乡建设部信息公开浏览专用

续表 7.4.5

土体名称	土体状态	管道外壁与土的单位面积平均摩阻力（kN/m²）	
		混凝土顶管	钢质顶管
黏性土	$0.25<I_L\leqslant 0.5$	53～65	17～22
	$0<I_L\leqslant 0.25$	65～73	22～24
	$I_L\leqslant 0$	73～80	24～27
粉土	$e>0.90$	22～44	7～15
	$0.75<e\leqslant 0.9$	42～63	14～21
	$e<0.75$	63～85	21～28
粉细砂	稍密	22～42	7～14
	中密	42～63	14～21
	密实	63～85	21～28
中砂	稍密	54～74	18～25
	中密	74～90	25～30
	密实	90～120	30～40
粗砂	稍密	90～130	30～33
	中密	130～170	33～56
	密实	170～220	56～70
砾砂	中密、密实	190～260	63～87

注：表中数值是基于顶管背后置换泥浆彻底且凝固后的计算值，泥浆置换不及时或置换量不满足要求时，表中数值应适当折减。

7.4.6 受侧向推力作用的固定支架或导向支架（图 7.4.6）处顶管隧道抗滑移应按下列公式验算：

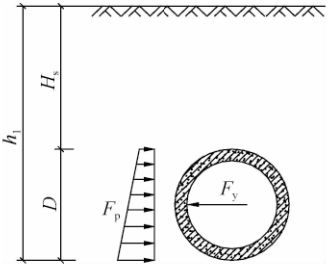


图 7.4.6 顶管受侧向推力作用示意

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

$$F_p \geqslant K_s \times F_y \tag{7.4.6}$$

$$F_p = 0.5D \times L_C \times \gamma_n \times (h_1 + D) \tan^2(45° + 0.5\phi)$$

式中：F_p——受侧向推力作用的管节侧面被动土压力（kN）；

F_y——单根热力管道固定或导向支架侧向推力（kN）；

L_C——起到侧向抗滑移作用的顶管隧道净长度（m），可取单根顶管管节的倍数；

γ_n——土的天然重度（kN/m³）；

h_1——顶管底部距地面的距离（m），$h_1 = H_s + D$，可取顶管外底到地面的距离与 $2D$ 的较小值；

ϕ——土体内摩擦角（°）；

H_s——覆盖层厚度（m）。

7.5 构　　造

7.5.1 热力供回水管道的固定支架、导向支架宜设置在直线段上，且宜分别布置在前后不同的管节上。供回水管道的滑动支墩宜设置在不同的管节上，且应避开管节连接处。

7.5.2 固定支架、导向支架位置处的顶管管节宜预埋钢板内衬，固定支架、导向支架型钢立柱与预埋钢板应焊接牢固。钢板内衬宽度宜比型钢立柱每侧宽度宽出不少于 200mm。

7.5.3 顶管机后部应设置机头管（图 7.5.3），机头管应能保证

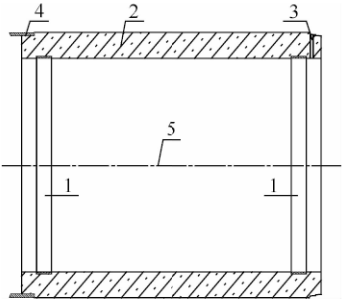


图 7.5.3　机头管

1—钢板圈；2—钢筋混凝土顶管；3—顶管结构预留注浆孔；
4—顶管管节端头钢板；5—钢筋混凝土顶管结构中心线

住房城乡建设部信息公开 仅供查阅

姿态控制。机头管的管节两端宜预埋钢板圈，钢板圈厚度不宜小于10mm，宽度不宜小于200mm。

7.5.4 顶进井和接收井位置处的顶管端部外侧，宜预埋宽度不小于200mm的封闭钢板环（图7.5.4）。工作井二衬施工前，应在预埋钢板环上焊接止水钢板翼环。

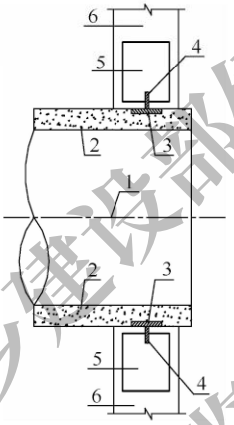


图7.5.4 工作井位置处顶管外侧埋钢板

1—钢筋混凝土顶管结构中心线；2—钢筋混凝土顶管；3—预埋封闭钢板环；4—止水钢板翼环；5—顶管外侧加强环梁；6—检查室二衬结构

7.5.5 工作井二衬范围内的顶管口部应设置加强环梁，后施做检查室部位宜通过切割钢筋混凝土管节形成开口，开口周边应施作加强环梁，见本标准图7.5.4。

7.5.6 管节注浆孔宜均匀分布在顶管周围，注浆孔的数量每个断面宜设置3个～6个。

住房城乡建设部信息公开 试读专用

8 工作井设计

8.1 一 般 规 定

8.1.1 工作井的结构形式宜根据顶管施工条件、工程地质和水文地质条件、井深度、周边工程环境等因素确定。

8.1.2 工作井平面尺寸和深度应根据顶管施工工艺、管节结构尺寸、施工场地及热力工艺要求等确定。

8.1.3 工作井宜采用封闭式。

8.1.4 工作井结构应满足承载力、刚度、稳定性和抗浮要求。

8.1.5 格栅挂网锚喷支护工作井的设计和计算应符合现行行业标准《城市供热管网暗挖工程技术规程》CJJ 200 的有关规定，钢筋混凝土灌注桩、地下连续墙工作井的设计和计算应符合现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的有关规定。

8.1.6 工作井顶管洞口井壁结构应进行加固。

8.1.7 顶进井后背墙及背后土体承载力应满足顶管施工最大顶力。

8.1.8 热力中间检查室宜在顶管贯通后施工。

8.2 顶 进 井

8.2.1 顶进井净长度尺寸应符合下列规定：

1 当顶管机长度大于单根管节长度时，顶进井净长应按下式计算：

$$L_s = L_1 + L_2 + T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + L_3 \quad (8.2.1\text{-}1)$$

式中：L_s——顶管井净长（m）；

L_1——顶管机长度（m）；

L_2——主顶油缸长度（m）；

T_1——环形顶铁厚度（m）；

住房城乡建设部信息公开 试读专用

T_2——钢后背厚度（m）；

T_3——钢筋混凝土后背墙厚度（m），一般取0.4m～0.6m；

T_4——洞口止水圈的安装厚度（m）；

L_3——操作空间长度（m），不宜小于1.0m。

2 当顶管机长度小于单根管节长度时，顶进井净长应按下式计算：

$$L_s = L_2 + T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + L_3 + L_4 + L_5 \tag{8.2.1-2}$$

式中：L_4——单节顶管长度（m）；

L_5——前一节顶进管的预留长度（m），不宜小于0.5m。

8.2.2 顶进井净宽度应按下式计算：

$$B = D + B_S \tag{8.2.2}$$

式中：B——顶进井净宽度（m）；

B_S——顶管作业操作宽度（m），每侧不宜小于1.0m～1.5m。

8.2.3 顶进井净深度应按下式计算：

$$H = (h_4 - h_5) + h_3 \tag{8.2.3}$$

式中：H——顶进井净深度（m）；

h_4——井位处地面标高（m）；

h_5——顶管结构外侧底标高（m）；

h_3——导轨安装高度（m）。

8.2.4 顶进井后背土体抗力应符合下式要求：

$$R_L \geqslant 1.4P_z \tag{8.2.4}$$

式中：R_L——顶进井后背土体抗力（kN）；

P_z——总顶进力（kN）。

8.2.5 顶管的总顶进力应按下列公式计算：

$$P_z = \pi D \times L \times q_k + N_F \tag{8.2.5-1}$$

$$N_F = \frac{\pi}{4} D_g^2 \times P \tag{8.2.5-2}$$

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

$$P = \gamma(H_s + D/2) \tag{8.2.5-3}$$

式中：L——管道设计顶进长度（m）；

N_F——顶管机的迎面阻力（kN）；

D_g——顶管机外径（m）；

P——预设土压力（kN/m^2）；

γ——土的重度（kN/m^3）；

H_s——覆盖层厚度（m）。

8.2.6 当顶进井为格栅挂网喷锚支护结构形式时，顶进井后背土体抗力应按下列公式计算：

$$R_L = B_h\left(\gamma \times H_h^2 \times \frac{K_p}{2} + 2c \times H_h \times \sqrt{K_p} + \gamma \times h \times H_h \times K_p\right) \tag{8.2.6-1}$$

$$K_p = \tan^2\left(45° + \frac{\bar{\phi}}{2}\right) \tag{8.2.6-2}$$

式中：B_h——后背墙宽度（m）；

H_h——后背墙的高度（m）；

K_p——被动土压力系数；

c——土的黏聚力（N/m^2）；

h——地面到后背墙顶部土体的高度（m）；

$\bar{\phi}$——后背墙背后土体加权内摩擦角（°）。

8.2.7 当顶进井为钢筋混凝土灌注桩、地下连续墙等结构形式时，顶进井后背土体抗力应按下式计算：

$$R_L = \gamma \times B_h \times (h + H_h) \times \frac{K_p}{2}(h + 2H_h + h_2) \tag{8.2.7}$$

式中：h_2——桩墙锚固深度（m）。

8.2.8 后背土不能扰动的土体长度应按下式计算：

$$L_t = \sqrt{\frac{P_z}{B_h}} + L_a \tag{8.2.8}$$

式中：L_t——后背土不能扰动的土体长度（m）；

L_a——附加安全长度（m），砂土可取 2，亚砂土可取 1，黏土或亚黏土可取 0。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

8.2.9 后背墙的承载力、刚度和结构尺寸应满足施工顶力要求。当不能满足顶力要求时，应进行加固处理。

8.2.10 钢筋混凝土后背墙宜与顶进井同宽，且不应小于后靠铁的宽度和高度。

8.2.11 顶进井顶管洞口应设置止水圈。

8.2.12 双向和多向顶进的顶进井应对已顶进顶管管口进行保护，并应符合下列规定：

1 顶管结构管口不宜高于钢筋混凝土后背墙墙面；

2 后背铁与管口之间应设置缓冲衬垫。

8.3 接 收 井

8.3.1 接收井长度应满足顶管机在井内拆除和吊出的需要，并应按下式计算：

$$L_j = L_1 + L_3 \tag{8.3.1}$$

式中：L_j——接收井长度（m）。

8.3.2 接收井洞口应设置止水圈，接收井宽度应满足施工要求。

8.3.3 接收井深度应按下式计算：

$$H = h_4 - h_5 \tag{8.3.3}$$

住房城乡建设部信息公开浏览专用

9 防水设计

9.1 一般规定

9.1.1 检查室和顶管隧道的结构防水设计，应根据工程地质、水文地质、使用功能和温度变化范围、不同的结构部位等因素确定。

9.1.2 顶管隧道的防水，应遵循以防为主、刚柔结合、多道防线、因地制宜、综合治理的原则。

9.1.3 顶管隧道的防水等级不应低于二级。

9.1.4 顶管隧道防水设计范围，应包括顶管工作井（热力检查室）、管节接口及顶管进出检查室的穿墙洞口。

9.1.5 顶管工作井（热力检查室）结构防水应符合现行行业标准《城市供热管网暗挖工程技术规程》CJJ 200 的有关规定。

9.1.6 顶管混凝土管抗渗等级不应小于 P8。结构防水设计应采取预防结构混凝土早期裂缝的措施。

9.1.7 处于侵蚀介质中的混凝土顶管，其耐侵蚀系数不宜小于 0.8。

9.2 顶管接口

9.2.1 顶管接口结构设计应符合下列规定：

1 顶管结构接头应具有传递轴向荷载的能力，当发生一定角度的偏斜时，应仍具有防水能力；

2 密封材料应有耐热、耐老化、防潮等性能；

3 顶管结构防水接头应设置在顶管结构壁内，不应突出于顶管结构的内外壁。

9.2.2 顶进管节接口防水形式宜采用柔性钢承口或柔性钢承插口，并应包括遇水膨胀胶条、密封胶圈、外压承口钢环。当地层无水时，顶管管节接头橡胶密封圈可采用单胶圈（图 9.2.2-1）；

住房和城乡建设部信息公开 浏览专用

当地层含水量较大时，宜采用双胶圈（图 9.2.2-2）。

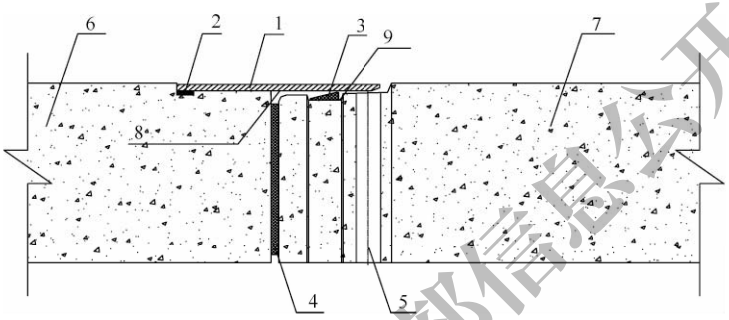


图 9.2.2-1　柔性钢承口顶管接口布置

1—承口钢板；2—遇水膨胀胶条；3—胶圈（耐热硅橡胶）；
4——垫板（耐热硅橡胶）；5—注浆孔；6—承口体；
7—插口体；8—承口工作面；9—插口工作面

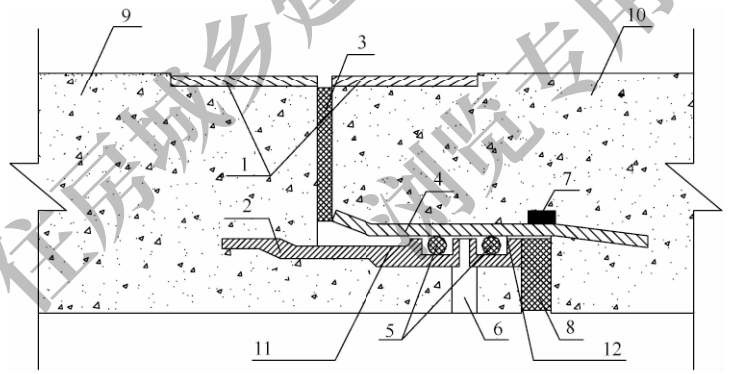


图 9.2.2-2　柔性接口钢质承插口布置

1—钢环；2—插口钢环；3—胶垫（耐热硅橡胶）；4—承口钢环；
5—O 形密封圈（耐热硅橡胶）；6—接头试验进水孔；7—遇水膨胀胶条；
8—胶板（耐热硅橡胶）；9—插口体；10—承口体；11—插口工作面；
12—承口工作面

9.2.3　顶管接口胶圈密封材料及端面胶板应适应高温高湿环境，宜选用硅橡胶作为主防水材料，并应符合下列规定：

1　橡胶材料性能指标应符合表 9.2.3 的规定；

住房城乡建设部信息公开浏览专用

表 9.2.3　橡胶材料性能指标

项目		单位	胶圈	端面胶板
硬度		邵尔 A	65±5	55±5
拉伸强度		MPa	≥8	≥8
扯断伸长率		%	≥350	≥350
压缩永久变形（150℃×24h）		%	≤20	≤20
热空气老化（150℃×96h）	硬度变化	邵尔 A	≤+8	≤+8
	拉伸强度变化率	%	≥−20	≥−20
	扯断伸长变化率	%	≥−30	≥−30
防霉等级		级	0～1	0～1

2　承口钢环应选用 Q235 及以上标号的板材，板材厚度不应低于 10mm；

3　承口钢环应防腐，防腐蚀量应小于 0.1mm/年。

9.3　检查室洞口防水

9.3.1　顶管进出检查室的穿墙洞口处，应采用穿墙套管止水环结构（图 9.3.1）。钢质顶管进出检查室的穿墙洞口的防水应考

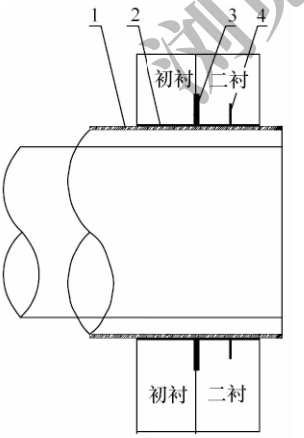


图 9.3.1　穿墙套管止水环结构

1—穿墙套管；2—遇水膨胀橡胶膏；

3—遇水膨胀橡胶条；4—钢板止水环

住房城乡建设部信息公开浏览专用

虑钢管伸缩的影响，止水环应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108 的有关规定。

9.3.2 钢质顶管伸入检查室部分不应小于 100mm。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

10 顶管施工

10.1 一般规定

10.1.1 顶管工程施工前应对下列施工现场的情况进行核查：

1 现场地形、地貌、河流、沟渠等水文地貌情况；

2 顶管路由上及附近的建（构）筑物、桥梁、公路铁路等相关建筑、设施；

3 现状地下管线、地下构筑物、地铁等市政设施和其他障碍物情况；

4 架空电缆电线、灯杆线杆、树冠等施工占地，施工用水排水、用电、交通运输等。

10.1.2 顶管工程施工前应编制顶管施工方案，并应包括下列内容：

1 施工标准及依据；

2 工程概况、工程量；

3 施工组织与管理措施；

4 顶管技术措施；

5 监测措施；

6 设备选择；

7 现场布置；

8 工程质量要求及保证措施；

9 工程安全、文明施工和环境保护措施；

10 应急预案。

10.1.3 工作井的施工应符合现行行业标准《城市供热管网暗挖工程技术规程》CJJ 200 的有关规定。

10.1.4 当顶管内进行涂装、防水、防腐、明火及焊接等作业时，应进行连续机械通风。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

10.1.5 顶管内的照明及通风应符合国家现行标准《盾构法隧道施工及验收规范》GB 50446 和《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46 的有关规定。

10.2 顶管机选型

10.2.1 顶管设备选型应根据顶管穿越土层的地质水文情况、地下障碍物、施工条件和施工环境等因素，在保证施工安全、工程质量前提下，经技术、经济比较后确定。顶管机选型可根据表 10.2.1 综合确定。

表 10.2.1 顶管机选型

地层类型		土压平衡式	泥水平衡式	气压平衡式
无地下水	胶结土层、强风化岩	★	★	—
	稳定土层	★★	★★	—
	松散土层	★★	★★	—
有地下水	淤泥	★★	★★	★
	黏性土	★★	★	★
	粉性土	★★	★★	★
	砂土 $k<10^{-4}$ cm/s	★	★★	★
	砂土 $k=(10^{-4}\sim10^{-3})$ cm/s	★	★★	—
	砂砾	★	★	—
	卵石、岩石	—	—	★
	含可排除障碍物	—	—	★★

注：“★★”为宜用，“★”为可用，“—”为不宜用。

10.2.2 含大粒径的卵石层应选用具有相应破碎能力的泥水平衡顶管机。

10.2.3 当对地面沉降有要求时，应选择对正面压力有精确计量装置的平衡式顶管机。

10.2.4 当超长距离、曲线顶管时，可选择有倾角测量装置、自

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

动测站和计算机联控的自动测量导向系统的顶管机。

10.3 顶 前 准 备

10.3.1 导轨的整体强度和刚度应满足施工要求，导轨安装的坡度应与设计坡度一致，安装固定应牢固，管道顶进时不得产生位移，并应符合下列规定：

1 导轨对管道的支承角宜为 60°，导轨的高度应使管中心线与准洞口中心线一致；

2 导轨安装的轴线位置允许偏差 3mm，顶面高程允许偏差 0～＋3mm，两轨净距允许偏差±2mm。

10.3.2 顶铁的安装应符合下列规定：

1 顶铁的强度、刚度应满足最大允许顶力，安装轴线应与管道轴线平行、对称。顶铁在导轨上滑动应平稳，且应无阻滞现象。

2 顶铁与管端面之间应采用木垫圈等缓冲材料衬垫，两个受压面应平整、互相平行。

10.3.3 主顶油缸、油泵等主顶进装置的安装应符合下列规定：

1 主顶油缸宜固定在支架上，并应与管道中心垂线对称、与管道轴线平行，其合力应在管道中心的垂线上。主顶油缸应对称布置，规格应相同，且应为偶数。

2 油泵应与主顶油缸相匹配，管道应顺直。

3 主顶油缸、油泵、换向阀及连接高压油管等安装完毕后，应试运转。整个系统应满足耐压、无泄漏要求，主顶油缸顶进速度、行程和各主顶油缸同步性应符合施工要求。

10.3.4 顶管机在进入现场前应做全面的调试运转，并应符合下列规定：

1 油管应清洗干净，电路系统应保持干燥，液压系统应无泄漏；

2 顶管机安放在导轨后，应测量前后端中心的方向偏差和相对高差，顶管机的接触面应相互吻合；

住房和城乡建设部信息公开 测试专用

3　顶管机放置平稳后，高程误差不应超过±5mm。

10.3.5　顶管施工宜采取注浆措施来减少管壁摩阻力，注浆应遵循先注后顶、随顶随注、同步注浆与补浆结合的原则。

10.3.6　每个注浆孔内应安装单向阀，注浆孔的设置应符合下列规定：

1　第一组注浆孔应靠近顶管机布置，后续数节管注浆孔间距宜为6m～15m；

2　每隔15m宜设置一个具有排气与检测功能的注浆孔。

10.3.7　注浆管管件宜选用拆卸方便、密封可靠的管件，管件抗压能力应符合输送浆液的要求。

10.3.8　注入浆液应搅拌均匀，制浆、注浆过程应由专人负责，专人检测。

10.3.9　注浆量宜按管道与周围土层之间环状间隙体积的1.5倍～2.0倍计算。

10.3.10　顶管后宜注入水泥砂浆或粉煤灰水泥砂浆，置换触变泥浆填充管外空隙。注浆量宜按计算空隙量的150%控制。

10.3.11　拆除注浆管路后，应对管道上的注浆孔进行封闭。

10.4　工作井洞口止水及封门

10.4.1　锚喷护壁工作井洞口止水应符合下列规定：

1　洞口止水环中心线应与洞口中心线一致；

2　止水圈应安装牢固，止水环压板螺栓应拧紧，压板应贴实、压紧。

10.4.2　旋喷桩工作井洞口止水应符合下列规定：

1　洞口的穿墙钢套管应在主体结构施工时预埋完成；

2　凿除洞口位置的围护结构混凝土前，应在洞口围护结构的上、中、下位置施工水平探测孔，并应检查洞门土体的加固情况；

3　混凝土凿除后，应立即进行洞口止水板施工。

10.4.3　止水装置安装应符合下列规定：

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

1 在渗透系数较小的黏性土层，当地下水压力不大于0.08MPa时，可使用板式橡胶止水装置或套筒式止水装置；

2 在透水性较好的粉土、砂土、砾石层，当地下水压力大于0.08MPa时，可使用盘根式止水装置；

3 当覆土深、地下水丰富、顶进距离较长时，在顶进井内可增设充气式止水圈备用；

4 止水橡胶圈应具有一定的耐磨性和较大抗拉性。

10.4.4 当采用钢管作洞门钢套管时，钢套管外宜加焊止水环，并应焊牢。

10.4.5 工作井洞口封门应符合下列规定：

1 洞口封门应保证背后土体稳固，且应无漏水和流砂现象；

2 洞口封门应在顶进前拆除，并宜采用静力法拆除；

3 拆除封门时，应保证作业安全，不得超挖，拆除深度宜为300mm～500mm。

10.5 顶管及附件

10.5.1 施工现场顶管管节及附件的储存数量应满足连续顶进施工要求。

10.5.2 顶管管材应符合下列规定：

1 钢筋混凝土成品管质量应符合现行国家标准《混凝土和钢筋混凝土排水管》GB/T 11836的有关规定；

2 钢质顶管宜选用Q235，其质量应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700和《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268的有关规定和设计要求，焊缝等级不应低于Ⅱ级，外防腐结构层不应小于2mm。

10.5.3 橡胶圈应与管节粘附牢固，表面应平顺，并应符合下列规定：

1 材质应符合现行国家标准《橡胶密封件　给、排水管及污水管道用接口密封圈　材料规范》GB/T 21873的有关规定；

2 应由管材厂配套供应；

住房城乡建设部信息公开浏览专用

3 外观应光滑平整，不得有裂纹、破损、气孔、重皮等缺陷；

4 每个接头的橡胶圈不得超过 2 个。

10.6 工作井及后背墙

10.6.1 施工前应对后背土体进行抗力验算，必要时应对后背土体进行加固。

10.6.2 后背墙平面与顶进轴线应保持垂直，表面应坚实平整，与背后结构或土体应贴紧。

10.6.3 后背墙材料的材质应均匀一致，整体与竖井结构应连接牢固，组装构件的规格应一致。

10.6.4 双向或多向顶进时，后背墙上预留洞口应满足顶进受力和密封要求，洞口预留尺寸应根据顶管机外径和止水需要确定，洞口密封止水装置应与后背墙可靠连接。

10.6.5 后背墙的允许偏差应符合表 10.6.5 的规定。

表 10.6.5 后背墙的允许偏差

项目	允许偏差（mm）	检验方法
垂直度	$0.1\%H_h$	挂水平线、垂线，钢尺检查
水平扭转度	$0.1\%B_h$	

注：H_h为后背墙高度，B_h为后背墙宽度。

10.7 始发与接收

10.7.1 顶管始发顶进应符合下列规定：

1 始发前应做好顶管机械、设备的相关检查和联动试运转，应无故障始发；

2 拆除封门后，顶管机应连续顶进，直至洞口及止水装置发挥作用为止；

3 始发时，顶管机与后方 2 节～3 节机头管应采用刚性连接；

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

4 顶管机刀盘全部进洞后，洞口止水圈与顶管机的间隙应均匀、密封应良好；

5 始发阶段，当端面土体压力过大时，应采取止退措施；

6 始发阶段，应控制顶进的速度和方向，采取防转措施；

7 始发阶段，应设定试验段，并应观察和记录水文地质情况、地层变形、基坑变化等监控量测数据，并应监控顶力、刀盘扭矩、机身旋转、电流及泥土仓压力等数据。

10.7.2 到达顶进应符合下列规定：

1 应按设计要求进行洞口土体加固（止水），顶管机进井前，接收井应清理干净，准确测量底板标高。接收装置应预先准备就位，并应调整至适当标高。接收装置、临时支撑的承载力、刚度和稳定性应经过验算合格后方可使用。

2 拆除洞口封门时应采取措施减少对土体的扰动。

3 当顶管机到达接收井洞口土体加固段时，应逐渐降低掘进速度，并应加强接收井及周围地表监测。当变形超过预警时，应采取有效措施后方可继续顶进。

10.8 中 继 间

10.8.1 顶管的最大顶力不应大于管节或工作井后背墙的允许顶力。当顶距较长、计算顶力大于管节或后背允许顶力时，应在管线适宜位置增设中继间。

10.8.2 中继间的数量可按下式确定：

$$n_1 = \frac{\pi D(L + l_0) \times q_{ik}}{0.7F_{dc}} - 1 \qquad (10.8.2)$$

式中：n_1——中继间数量，向上取整数；

l_0——长度经验值，取 50m。

10.8.3 采用中继间顶进时，应符合下列规定：

1 中继间的允许顶力不应大于管节相应设计转角的允许顶力；

2 中继间在轴线偏差段运行时，应及时调整合力中心，中

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

继间转角不应扩大；

3 超长距离顶管的中继间宜采用计算机联动控制；

4 在顶管正常情况下，当主顶油缸的顶力达到中继间设计顶力的60%时，应设置第一个中继间，此后，每当主顶油缸顶力达到中继间设计顶力60%～70%时，应设置一个中继间；

5 中继间顶力余量，第一个中继间不宜小于40%，其余不宜小于30%。

10.8.4 中继间的安装、运行、拆除应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268的有关规定。

10.8.5 中继间合龙应符合下列规定：

1 合拢时应拆除中继间内部组件，并应由后部中继间或主顶油缸的顶力将拆除部分的中继间段合拢；

2 合拢应由前向后依次进行；

3 合拢后应对中继间接缝进行封闭处理；

4 钢质顶管中继间合拢后，应在薄弱断面处加焊内环。

10.9 正常顶进

10.9.1 管道顶进过程中，应遵循勤测量、勤纠偏、微纠偏的原则。

10.9.2 顶管过程中应有相应记录，并应包括日期、时间、顶进长度、顶进总长度、启动顶力、正常顶力以及中继间油压记录等。

10.9.3 顶进开始后应连续作业，并应实行交接班制度。每班作业前，应对机械、设备检查和试运行，确认合格并记录后，方可作业。

10.9.4 顶进过程中，严禁在工作井内竖向运输作业，施工人员不得在顶铁上或两侧停留。

10.9.5 顶进时，应随时观测顶管机切削功率变化情况，切削功率应稳定，且不得大于额定功率。

10.9.6 顶进过程中出现下列情况之一时，应立即停止顶进，并

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

应采取相应技术措施，确认正常后，方可恢复顶进：

1 开挖面前方地面出现严重沉陷或隆起；

2 遇到障碍物无法顶进；

3 后背变形、位移超过规定；

4 顶铁出现弯曲、错位现象；

5 顶力骤然增大或超过控制顶力；

6 管道接口出现错位、劈裂或管道出现裂缝；管道或中继间接口出现大量漏浆；

7 影响区内地面、地下管线、建（构）筑物的沉降、倾斜度、结构裂缝和变形等量测数据有突变或超过限值；

8 顶管机的切削功率大于额定值；

9 管道偏差过大且纠偏无效；

10 油泵、油路等设备发生异常现象。

10.9.7 顶管内设置有固定支架、导向支架预埋钢环时，施工前应对每个管节进行编号，并应按编号顺序顶进。

10.9.8 顶进施工停顿期间，不应停止注入触变泥浆。

10.9.9 当在软土层中顶进钢筋混凝土管顶管时，应将前3节～5节管节与顶管机连成一体。

10.9.10 初始顶进应缓慢进行，待各接触部位密合后，再按正常顶进速度顶进。当顶进中出现油压突然增高，应立即停止顶进，并应经处理后方可继续顶进。主顶油缸活塞退回时，油压不得过大，速度不得过快。

10.9.11 管路拆接应符合下列规定：

1 拆接电路、油管和泥、浆、水管时，应在卸压、断电后进行；

2 拆接泥、浆、水管时，应在作业点采取控制和收集遗洒物的措施；

3 管路拆接后，应检查接口密封状况，确认无渗漏方可使用。

10.9.12 顶进过程中，应连续观察土（泥）仓压力，并应保持

住房和城乡建设部信息公开浏览专用

压力稳定。

10.9.13 顶管机姿态控制应符合下列规定：

1 顶管机进洞前应验收导轨高程、中线，调整好顶管机进洞姿态，并应记录初始值；

2 每顶进一节管节应测量一次顶管机的姿态偏差，在出洞进洞以及纠偏过程中应加大测量频次；

3 施工过程中每次纠偏角度不应大于0.5°。

10.9.14 钢管不宜用于曲线段顶进。曲线顶进钢筋混凝土顶管应符合下列规定：

1 曲线段前几节管接口处可预埋钢板、预设拉杆；

2 顶进阻力计算可按相同条件下直线顶管的顶进阻力估算，并应考虑曲线段管外壁增加的侧向摩阻力，以及顶进作用力轴向传递中的损失影响；

3 当存在中继间时，应缩短第一个中继间与顶管机以及后续中继间之间的间距；

4 管节接口在一定角变位时应保持密封。

10.9.15 钢质顶管顶进时，管节长度不宜小于4m，并应符合下列规定：

1 钢管对口焊接应保持内壁平齐，内壁错边量不得大于2mm。焊接定位焊缝时，应采用与根部焊道相同的焊接材料和焊接工艺。

2 管节焊接过程中，多层焊时层间接头位置应错开。

3 每条焊缝宜一次连续焊完。当中断焊接时，再次焊接前应检查焊层表面，确认无裂纹后，方可按原工艺要求继续焊接。

10.9.16 顶管工程贯通后，应及时进行泥浆置换，并应对注浆孔进行封闭处理。

住房和城乡建设部信息公开 浏览专用

11 监控量测

11.1 一般规定

11.1.1 施工竖井和隧道应进行监控量测设计。工作井、顶管、地下管线、地上建（构）筑物等的监测方案应根据工程地质、地下管线和周边建（构）筑物等条件确定。

11.1.2 施工中应及时监测，并对监测数据进行分析、预测最终位移值，判断工作井、顶管、地上建（构）筑物和地下管线的稳定性。

11.1.3 监控量测的测点初始值可取三次观测数据的平均值；顶管外测点应在顶进前测读，顶管内测点应在顶进完成 24h 内测读。

11.1.4 顶管施工过程中应设置专职检查员，对顶管隧道内外随时巡视、观察并记录。顶管隧道内观察项应包括管节变形、开裂、错台、掉块、拼装缝渗漏水、顶管顶力、排土情况等。顶管隧道外观察项应包括地表开裂、地表隆沉、建（构）筑物开裂、倾斜、隆沉等。

11.1.5 顶管结构上的监测布点应在顶管加工时完成。

11.1.6 顶管穿越既有建（构）筑物，监测应符合下列规定：

1 高层、高耸结构监测项目应包括沉降、倾斜、裂缝。应根据建（构）筑物外观和与顶管的距离，沿建（构）筑物周边或靠近顶管的一侧基础轴线上对称布点。

2 桥体观测项目应包括沉降、倾斜、裂缝，测点应布置在桥（墩）桩、桥梁、桥面板上。

3 地下构筑物和地下管线应沉降监测，沿地下构筑物顶部结构中心线和地下管线顶部中轴线对称布点。

住房城乡建设部信息公开 测试专用

11.2 监测项目与控制

11.2.1 锚喷工作井监测项目及要求应符合表 11.2.1 的规定。

表 11.2.1 锚喷工作井监测项目及要求

项目	监测类别	测点布置	监测频率
地质状况描述及支护观察	A	—	施工过程中每天进行
竖井圈梁水平位移	B	锁口圈周边	施工过程中 2 次/d；竖井开挖后 2 周内，1 次/2d；开挖后 3 周～4 周，2 次/周；开挖 4 周以后到二衬完成前，1 次/周
竖井圈梁沉降	A	锁口圈周边	
竖井井壁收敛	A	竖井井壁周边，3m 一个断面	
临时支撑变形	A	2 个点/单根支撑	同上
竖井周边地表沉降	A	锁口圈开挖范围外 5m～10m 范围	同上
格栅钢筋应力	B	每开挖 5m 选 1 个断面，每个断面取 5 个～10 个测点，视断面尺寸定	竖井封底初始顶进前 2 次/d；顶进 10m 后 2 次/周，竖井二衬前 1 次/周
应力影响范围内的建（构）筑物变形、沉降观测	A	—	同竖井圈梁沉降

注：1 A 类为必测项目，B 类为选测项目，在一定条件下 B 类监测项目可转化为 A 类项目；

2 若情况复杂或出现异常情况时应加大监测频率；

3 锁口圈梁水平位移、沉降布点可取同一监测点；监测点应对称布置在竖井中轴线两侧，并应根据竖井平面尺寸沿长边每隔 5m～7m 设一对监测点，短边 3m～5m 设一对监测点；

4 临时支撑每开挖 4m～6m 或土质变化处设一对监测点；

5 圈梁水平位移、沉降、竖井井壁收敛等项目在拆除临时支撑后均应加大监测频率。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

11.2.2 桩撑工作井监测项目及要求应符合表 11.2.2 的规定。

表 11.2.2 桩撑工作井监测项目及要求

监测项目	监测类别	测点布置	监测频率
地质状况描述及支护观察	A	—	施工过程中每天进行
井周边地表沉降	A	桩外皮 5m～10m 范围	施工过程中 2 次/d；井开挖后 2 周内，1 次/2d；开挖后 3 周～4 周，2 次/周；开挖 4 周以后到二衬完成前，1 次/周
围护桩顶水平位移和垂直位移	A	沿工作井长边设置不少于 2 个、短边设置不少于 1 个主测断面，在桩顶设置测点	工作井开挖期间，开挖深度≤5m 时 1 次/3d；5m＜开挖深度≤10m 时 1 次/2d；10m＜开挖深度≤15m 时 1 次/1d；开挖深度＞15m 时，2 次/d。 工作井开挖完成以后，1d～7d，1 次/d；7d～15d，1 次/2d；15d～30d，1 次/3d；30d 以后，1 次/周，经数据分析确认达到基本稳定后，1 次/月
井壁收敛	A	井结构的长、短边中点，沿竖向 3m～5m 高一个监测断面，每个监测断面不少于 2 条测线	
围护桩变形	A	沿工作井长边设置不少于 2 个、短边设置不少于 1 个主测断面，在桩顶设置测点	
支撑轴力	B	全面监测，测点一般布置在支撑的端部或中部，宜同时监测端部和中部的沉降和位移	
应力影响范围内的建（构）筑物变形、沉降观测	A	—	施工过程中 2 次/d；井开挖后 2 周内，1 次/2d；开挖后 3 周～4 周，2 次/周；开挖 4 周以后到二衬完成前，1 次/周

注：1 A 类为必测项目，B 类为选测项目，在一定条件下 B 类监测项目可转化为 A 类项目；

2 若情况复杂或出现异常情况时应加大监测频率。

住房城乡建设部信息公开 测试专用

11.2.3 顶管隧道监测项目及要求应符合表 11.2.3 的规定。

表 11.2.3 顶管隧道监测项目及要求

监测项目	监测类别	测点布置	监测频率
顶管隧道内外观察	A	—	施工过程中每天进行
地表沉降或隆起	A	10m～30m 一个监测断面	顶进过程中，（1～2）次/d
土体分层沉降	B	每个代表性地段 1 个～2 个监测断面	顶进过程中，（1～2）次/d
建（构）筑物变形和沉降监测	A	符合一般规定要求	穿越过程中 2 次/d，穿越后 2 周内 1 次/d；2 周～1 月 1 次/周。

注：1 A类为必测项目，B类为选测项目，在一定条件下B类监测项目可转化为A类项目；

2 若情况复杂或出现异常情况时应加大监测频率。

11.2.4 施工引起的变形控制应符合下列规定：

1 工作井沉降及控制值应符合表 11.2.4-1 的规定。

表 11.2.4-1 工作井沉降及控制值

控制值（mm）	预警值（mm）	报警值（mm）	位移平均速率控制值（mm/d）	位移最大速率控制值（mm/d）
30	18	24	2	5

注：位移平均速率为任意 7d 的位移值，位移最大速率为任意 1d 的最大位移值。

2 地表变形及控制值应符合表 11.2.4-2 的规定。

表 11.2.4-2 地表变形及控制值

变形	控制值（mm）	预警值（mm）	报警值（mm）	位移平均速率控制值（mm/d）	位移最大速率控制值（mm/d）
地表下沉	20	12	16	2	5
地表隆起	10	6	8	1	2.5

注：位移平均速率为任意 7d 的位移值，位移最大速率为任意 1d 的最大位移值。

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

11.2.5 施工引起的变形控制值应符合路政管理部门对道路隆沉的变形控制和周边建（构）物的沉降控制要求。

11.2.6 当出现下列情况之一时，应加强监测，提高监测频率，并应及时向相关单位报告监测结果：

1 监测数据达到报警值；

2 监测数据变化量较大或速率加快；

3 存在勘察中未发现的不良地质条件；

4 邻近的建（构）筑物、周边地面出现异常。

11.2.7 监测数据整理后上报，当实测数据达到（或超过）预警值时，应即刻报警，及时采取相应措施确保施工和周围环境的安全，并对超限数据标记警示。

11.3 顶进方向监测项目与控制

11.3.1 管顶施工进过程中应对顶进方向进行监测。

11.3.2 钢筋混凝土顶管顶进的允许偏差及检查方法应符合表11.3.2的规定。

表11.3.2 钢筋混凝土顶管顶进的允许偏差及检查方法

监测项目		允许偏差（mm）	检查频率		检查方法
			范围	点数	
顶管水平轴线	顶进长度＜300m	50	每管节	1点	经纬仪或挂中线用尺测量
	300m≤顶进长度	100			
顶管内底高程	顶进长度＜300m	＋30，－40			用水准仪测量
	300m≤顶进长度	＋60，－80			
相邻管间错口		15%壁厚，且≤20			用尺测量

11.3.3 钢质顶管顶进的允许偏差及检查方法应符合表11.3.3的规定。

住房城乡建设部信息公开
测试专用

表 11.3.3　钢质顶管顶进的允许偏差及检查方法

监测项目	允许偏差（mm）	检查频率		检查方法
		范围	点数	
轴线偏差	±50mm	每管节	1 点	经纬仪
高程偏差	±50mm	每管节	1 点	水准仪

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

12 工 程 验 收

12.1 一 般 规 定

12.1.1 工程质量验收应按检验批、分项、分部、单位工程划分。

12.1.2 单位工程验收应在分部工程、分项工程、检验批验收合格后进行。

12.1.3 单位工程完工后，施工单位应组织有关人员检查评定，并应向建设单位提交工程验收报告，由建设单位项目负责人组织接收管理单位、施工单位、勘察设计单位、监理单位进行验收。

12.1.4 顶管结构施工完成，经分部工程验收合格后，方可进行后续施工。

12.1.5 工程验收应包括下列内容：

1 管道顶进情况；

2 结构防水效果；

3 承重和受力结构；

4 竣工资料。

12.2 质 量 验 收

12.2.1 检查室质量验收应符合下列规定：

1 检查室内结构施工、回填应符合现行行业标准《城市供热管网暗挖工程技术规程》CJJ 200 的有关规定。

2 顶管管节和附件、管节连接的工程质量检验与验收除应符合本标准要求外，尚应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的有关规定。

3 检查室的原材料、成品、半成品的产品质量应符合现行行业标准《城市供热管网暗挖工程技术规程》CJJ 200 的有关

住房城乡建设部信息公开 浏览专用

规定。

检验数量：全数检查；

检验方法：检查产品质量合格证、出厂检验报告和进场复试报告。

4 检查室的结构承载力、刚度和尺寸应符合设计要求，结构应无滴漏和线流现象。

检验数量：全数检查；

检验方法：观察检查，按现行行业标准《城市供热管网暗挖工程技术规程》CJJ 200 的规定执行，监理单位应见证试验。

12.2.2 顶管隧道质量验收应符合下列规定：

1 顶管管材及附件的质量应符合现行产品标准和设计要求，管材长度、直径、厚度和强度应符合设计要求。在物资进场报验时应提供管材出厂合格证，钢筋混凝土特殊管的预埋件材质、位置、尺寸等应符合设计要求。管口止水钢环、止水胶圈等管口止水设施安装位置应正确，并应无位移、脱落现象。

检验数量：全数检查；

检验方法：检查管材质量合格证明文件、观察检查、尺量和取样试验。

2 顶管的中线、高程应符合设计要求。

检验数量：施工单位初始顶进时每 0.2m 对管道高程及中心偏差记录一次；正常顶进时，每顶进 1m 记录一次；纠偏时，每 0.2m 记录一次；每顶进一节管，核对激光经纬仪是否出现移位，水平角、竖直角是否出现偏差。监理单位应每日对偏差记录检查。偏差应设定预警值，当偏差超过预警值时应立即停止顶进施工，上报监理共同分析偏差原因并解决。

检验方法：激光经纬仪、全站仪、水准仪测量。

3 管道接口端部应无破损、顶裂现象，接口处应无滴流和线流现象。

检验数量：全数检查；

检验方法：观察检查，其中渗漏水程度检查应按现行行业标

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

准《城市供热管网暗挖工程技术规程》CJJ 200 的规定执行。

4 顶管施工的最大允许偏差应符合现行行业标准《城市供热管网暗挖工程技术规程》CJJ 200 的有关规定。

检验数量：全数检查；

检验方法：观察和使用量尺。

5 管道内应线形平顺，无突变、变形现象；一般缺陷部位应修补密实、表面光洁；管道应无明显滴漏和线流现象。钢管防腐层及焊缝处的外防腐层及内防腐层验收合格。

检验数量：全数检查；

检验方法：观察检查，按现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的规定执行。

6 管道顶进过程中止水环无漏水现象。止水环拆除前注浆完毕，拆除后管道与检查小室进出洞口的间隙连接密实牢固，无漏水现象。

检验数量：全数检查；

检验方法：观察检查。

7 顶进不得造成管节结构出现管体裂缝。

检验数量：全数检查；

检验方法：观察和使用量尺。

12.3 竣 工 验 收

12.3.1 竣工验收时施工单位应提供施工技术资料和施工管理资料。

12.3.2 施工技术资料应包括施工组织设计、竣工测量资料、竣工图等。

12.3.3 施工管理资料应包括下列内容：

1 材料的产品合格证、材质单、分析检验报告和设备的产品合格证、质检部门核发的特种设备质量证明文件和设备竣工图、安装说明书、技术性能说明书和备件的移交证明；

2 施工单位检查、检验和记录等资料。

住房城乡建设部信息公开浏览专用

12.3.4 竣工验收应鉴定，鉴定方法可按现行行业标准《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 的有关规定执行。

12.3.5 顶管工程验收合格后，建设单位应按照基本建设程序，对工程勘察、设计、施工、监理等评价，内容包括验收时间、程序、内容和组织形式，验收意见等。

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，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”。

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

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 《钢结构设计标准》GB 50017

5 《地下工程防水技术规范》GB 50108

6 《地铁设计规范》GB 50157

7 《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205

8 《输油管道工程设计规范》GB 50253

9 《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268

10 《油气输送管道穿越工程设计规范》GB 50423

11 《盾构法隧道施工及验收规范》GB 50446

12 《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476

13 《碳素结构钢》GB/T 700

14 《混凝土和钢筋混凝土排水管》GB/T 11836

15 《橡胶密封件　给、排水管及污水管道用接口密封圈材料规范》GB/T 21873

16 《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28

17 《城镇供热管网设计规范》CJJ 34

18 《城镇供热管网结构设计规范》CJJ 105

19 《城市供热管网暗挖工程技术规程》CJJ 200

20 《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46

21 《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120

22 《公路桥涵设计通用规范》JTG D60

23 《铁路桥涵设计规范》TB 10002

住房和城乡建设部信息公开 浏览专用