**备案号：Jxxxxx-202X**

 **重庆市工程建设标准** **DB**

 **DBJ/T 50-×××-202X**━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ ━━

**顶管工程施工及验收技术标准**

**Technical standard for construction and acceptance of pipe jacking**

**（ 征求意见稿 ）**

202X-××－××**发布**  202X－××－××**实施**

━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━

**重庆市住房和城乡建设委员会 发布**

**前 言**

根据重庆市住房和城乡建设委员会渝建标[2020]31号文的要求，重庆市建筑科学研究院有限公司会同有关单位共同编制了《顶管工程施工及验收技术标准》。

在编制过程中，编制组调查总结了近年来重庆市在顶管工程施工、检测监测及质量验收的工程实践经验，参考了国内有关技术标准，吸收了国内外相关科技成果，开展了多项专题研究，并在重庆市范围内广泛征求了有关单位的意见，经反复讨论、修改、充实，最后经审查定稿。

本规范共8章2个附录，内容包括总则、术语、基本规定、管材及管件连接、工作井（接收井）施工、顶管工程施工、顶进监测、质量检验。

本规范由重庆市住房和城乡建设委员会负责管理，由重庆市建筑科学研究院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，请寄至重庆市建筑科学研究院有限公司《顶管工程施工及验收技术标准》编制组（地址：重庆市渝中区长江二路221号，邮政编码：400020，E-mail：1053284822@qq.com ）。

 主 编 单 位： 重庆市建筑科学研究院有限公司

参 编 单 位：

主要起草人：

审 查 专 家：

1 总 则

**1.0.1** 为在顶管工程的施工及质量验收中贯彻执行国家的技术经济政策，合理利用国家资源，做到安全适用、经济合理、确保质量、保护环境，制定本标准。

[条文说明]顶管施工法在重庆地区已应用多年，但目前还没有关于顶管施工及质量验收方面的标准。为规范顶管作业行为，确保工程质量，做到安全适用、经济合理、保护环境，特制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于重庆市建筑及市政圆形顶管工程的施工及质量验收。

[条文说明]顶管断面有圆形和矩形两种，由于矩形顶管刚刚起步，在重庆地区的工程应用案例较少，且矩形顶管的结构形式、受力特性、对覆盖层土体的应力变形影响等方面与圆形有较大差别，技术上尚不成熟，故本标准未包括矩形顶管。

**1.0.3** 顶管工程的施工，应综合考虑工程地质、水文地质和周边环境等条件，因地制宜，合理选择顶管施工工艺，强化施工质量安全的控制与管理。

[条文说明]工程上常用的顶管施工方法有封闭式（泥水平衡式、土压平衡式、气压平衡式等）顶管及敞开式（手掘式、挤压式、网格式等）顶管施工法。

泥水平衡式顶管机是通过向泥水仓送入有压力的泥水来平衡开挖面压力，同时将泥水作为弃土载体的机械式顶管机；土压平衡式顶管机也称土压式顶管机，顶管掘进机在顶进过程中与其所处土层的土压力和地下水压力处于平衡状态，同时其排土量与掘进机的切削刀盘破碎下来的土的体积处于一种平衡状态；气压平衡式顶管机是以一定压力的压缩空气来平衡地下水压力、疏干地下水，从而保持开挖面稳定的一种顶管施工方法；目前，重庆地区敞开式（手掘式）顶管法仍在广泛使用，但该工艺对地面变形的控制精度不高、施工安全性较差，应经专家论证认为可行后才能实施。

**1.0.4** 顶管工程的施工及质量验收，除应符合本标准外，尚应符合国家和地方现行有关标准的规定。

2 术语、符号

**2.1 术语**

2.1.1 顶管 pipe jacking

借助顶推装置，将管道在地下逐节顶进的非开挖施工技术。

2.1.2 工作井 jack working pit/starting pit

顶管始发端放置顶进设备并进行顶进作业的地下作业空间结构。

2.1.3 接收井 receiving pit/arriving pit

顶管终端接收顶管机的地下作业空间结构。

2.1.4 顶管机 pipe jacking machine

安装在顶进管道最前端用于掘进、出泥、防坍和导向等的机械装置。

2.1.5 导轨 lead rail/guide trcak

固定于工作井井底、用于支承顶管机和管节的轨道，在顶管初始阶段有导向的作用。

2.1.6 顶力 jacking force

推进整个管道系统和相关机械设备向前运动的作用力。

2.1.7 后背墙 jacking back

工作井中承受顶进反力的结构体。

2.1.8 顶铁 jacking block

 放置于千斤顶和被顶管道之间确保管道均匀受力的传力装置。

2.1.9 穿墙孔 wall hole

设于工作井或接收井用于顶管机通过的洞口。

2.1.10 触变泥浆 thixotropic slurry

以膨润土为主，用于填充顶进管道和土体之间的空隙起到润滑减阻作用的浆体材料。

2.1.11 手掘式顶管 manual pipe jacking

施工人员进入管道进行开挖作业的施工方法。

2.1.12 土压平衡式顶管 earth pressure balance jacking

 由螺旋机出土，并利用搅拌土体压力或压缩空气压力平衡水土压力的机械掘进顶管施工方法。

2.1.13 泥水平衡式顶管 slurry balance jacking

由泥水循环出土，并利用泥水压力平衡水土压力的机械掘进顶管施工方法。

2.1.14 中继间 intermediate jacking station

为控制最大顶进力而设置在管线某一部位的续顶装置。中继间也称为中间顶推站或中继站。

2.1.15 曲线顶管 curved pipe jacking

轴线在水平方向或垂直方向呈曲线变化的顶管工程。

**2.2 符号**

**2.2.1** 管道结构上的作用和作用效应

——总顶进力；

——顶管机的迎面阻力；

——后背墙的承载力；

——管道允许顶进力。

**2.2.2** 土及管材性能

——土的重度；

——土的粘聚力；

——管道综合系数；

——管材抗压强度设计值；

——管道最小有效传力面积。

**2.2.3** 几何参数

——管道顶进长度；

——管道外径；

——顶管机外径；

——工作井的深度；

——管道埋深；

——曲率半径；

——相邻管节之间接口允许的最大间隙与最小间隙之差；

——后背墙的宽度；

——地面到后背墙顶部土体的高度；

——后背墙高度；

——后背墙深入基坑底部深度。

**2.2.4** 设计系数

——管道外壁与土之间的平均摩阻力；

——曲线顶管顶进力附加系数；

——后背墙承载力计算系数；

——被动土压力系数；

——安全系数。

**目 次**

1 总 则 3

2 术语、符号 4

2.1 术语 4

2.2 符号 5

3 基本规定 8

4 管材及管件连接 9

4.1 管材 9

4.2 钢筋混凝土管 9

4.3 钢管 10

4.5 球墨铸铁管 12

5 工作井（接收井）施工 13

5.1 一般规定 13

5.2 施工要求 13

6 顶管工程施工 15

6.1 顶进设备安装 15

6.2 顶管始发和接收 16

6.3 管道顶进 17

6.4 注浆减阻 19

6.5 顶管施工测量和导向 20

6.6 管道接收 21

6.7 中继接力 21

7 顶进监测 24

7.1一般规定 24

7.2 监测项目及测点布设 24

7.3 监测频率和报警值 25

表7.2.4 顶进施工地表沉降监测频率 26

8 质量检验 28

8.1一般规定 28

8.2 质量验收单元的划分 30

8.3工程质量验收 30

附录A 顶进力估算 34

附录B 后背墙设计计算 36

本标准用词说明 38

引用标准名录 39

条文说明 40

3 基本规定

**3.0.1** 顶管工程施工前，应具备下列资料：

1 岩土工程勘察报告；

2 顶管工程设计文件；

3 顶管施工影响范围内的建（构）筑物、地下管线和障碍物等资料；

4 施工组织设计和专项施工方案。

[条文说明]顶管施工前应查明周边建（构）筑物、地下管线和障碍物的分布情况，分析顶管施工可能对其造成的影响，并制订相应的保护措施和施工过程监测方案。

**3.0.2** 顶管施工前，应查明顶管沿线建（构）筑物、地下管线和地下障碍物等分布情况，分析施工对周边环境的影响，制订相应的监测及安全保护措施。

[条文说明]在邻近建（构）筑物、地下管线和地下障碍物等附近顶管施工时，受各种因素影响，极易引起周边环境出现不均匀沉降、开裂变形等现象。因此，在顶管前应分析施工可能对周边环境产生的不利影响，提出相应的处置措施；施工过程中应加强监测，做好各种应急预案。

**3.0.3** 顶管工程应建立地面与地下测量控制系统，施工的轴线定位点和高程水准基点，应设在不易扰动、视线清楚、方便校核和易于保护的地方。

**3.0.4** 地下水位以下的顶管工程，应选用土压平衡式、泥水平衡式等封闭式机械顶管施工；一次性顶距大于50m、管顶覆土厚度小于3米或3倍管道外径的顶管工程，宜选用封闭式机械顶管施工。

[条文说明]顶管距离较长、覆土厚度较小的顶管工程采用手掘式顶管工艺时，施工作业人员的安全风险较大，应优先选用封闭式机械顶管，以确保施工安全和施工效率。另外，采用机械顶管工艺当管顶覆土太薄时，施工方案应考虑施工时可能出现的顶管机上浮、纠偏困难、土压泥水平衡不稳定等技术问题。

**3.0.5** 施工中出现险情时，应及时启动应急措施控制险情。

**3.0.6** 顶管工程所用的原材料、半成品、成品、设备等的品种、规格、性能应符合国家有关标准的规定和设计要求。

**3.0.7** 顶管工程质量验收应在施工单位自检的基础上，按检验批、分项工程、分部（子分部）工程、单位（子单位）工程的顺序进行。工程应经过竣工验收合格后，方可投入使用。

**3.0.8** 采用新技术、新工艺、新材料、新设备的顶管工程，应按有关规定进行专项论证。

4 管材及管件连接

## 4.1 管材

**4.1.1** 顶管管材可选用混凝土管、钢管、球墨铸铁管、玻璃纤维增强塑料管、带防腐内衬混凝土管及其它能满足顶管要求的各类管材。

**4.1.2** 顶管管材应根据管道用途、管材及管外水土介质特性确定；

1 给水工程管道宜选用钢管、球墨铸铁管或玻璃纤维增强塑料管；

2 排水工程管道宜选用钢筋混凝土管、玻璃纤维增强塑料管；

3 输送腐蚀性水体时，应优先选用玻璃纤维增强塑料管、带防腐内衬混凝土管；

4 弱腐蚀性水土质中的管道工程可选用钢管或混凝土管；中等或中等以上腐蚀性水土中的管道工程宜选用玻璃纤维增强塑料管。

**4.1.3** 管材所用的制作原材料、管材产品、密封圈及木垫板的质量应符合国家相关产品技术标准的要求，进场时应检查每批产品的质量合格证书、使用说明书、性能检验报告。

[条文说明]钢筋混凝土顶管质量在行业标准《顶进施工法用钢筋混凝土排水管》JC/T640 及国家标准《混凝土和钢筋混凝土排水管》GB/T 11836 有相应要求；玻璃纤维增强塑料顶管质量在国家标准《玻璃纤维增强塑料顶管》GB/T21492有相应要求；密封圈质量在行业标准《橡胶密封件给、排水管及污水管道接口密封圈材料规范》HG/T3091有相应要求。

**4.1.4** 管材的单节长度应结合工作井尺寸、吊装机械设备、顶管施工方式及进度要求等因素确定。钢筋混凝土管材的单节长度以2.0~3.0m为宜，钢管的单节长度以4～10m为宜，长距离顶管的管节长度可适当增加，曲线顶管的管节长度应根据曲线半径确定。

## 4.2 钢筋混凝土管

**4.2.1** 钢筋混凝土管的混凝土强度等级不应低于C50，抗渗等级不应低于P8。

**4.2.2** 当地下水或管内贮水对混凝土和钢筋具有腐蚀性时，应对钢筋混凝土管内外壁做相应的防腐处理。

**4.2.3** 钢筋混凝土管节长度应根据使用条件和起吊能力确定。钢筋混凝土管材的单节长度以2.0~3.0m为宜。

**4.2.4** 混凝土管材接头宜选用柔性钢承口接头，也可使用柔性双插口接头，接头细部尺寸和制作应符合《顶进施工法用钢筋混凝土排水管》JC/T 640 的规定。

[条文说明] 混凝土管柔性钢承口接头构造如下图所示（图4.2.1）；柔性双插口接头构造如下图所示（图4.2.2）。双插口管接头应使用钢套环或不锈钢套环。接头的允许偏转角应大于0.5°。接头钢圈应采取防腐措施。



图4.2.1 柔性钢承口接头



图4.2.2 柔性双插口接头

**4.2.5** 钢套圈必须有良好的防腐措施。防腐材料宜采用环氧煤沥青，防腐层厚度不宜小于0.2mm。在有腐蚀性介质的环境中使用时应适当加大钢圈的厚度。

**4.2.6** 管道接口密封应能保证管道接口的抗渗性能及顶进施工的正常进行。管道贯通后，钢套管与混凝土的接缝应采用弹性密封材料进行勾缝。

**4.2.7** 钢筋混凝土管传力面上应设置环形缓冲木垫圈，并用胶粘剂粘在传力面上。木垫圈可选用厚度为10〜30mm的松木、杉木或胶合板。

## 4.3 钢管

**4.3.1** 钢管钢材宜选用Q235B或Q355B，其规格和性能应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T700的规定。

**4.3.2** 卷制钢管的长度应根据钢板宽度决定，同一横断面内宜采用一条纵向焊缝。若采用两条纵向焊缝，对于大直径管道，焊缝间距应大于300mm。

**4.3.3** 钢管焊接接口端面应采用一端平直口，另一端V形或K形坡口形式，且同顶铁的接触面应为平端。焊缝尺寸和焊接质量应符合设计施工图及《给水排水管道工程施工及质量验收规范》GB50268的相关要求。

 [条文说明] 钢管焊接接口形式应采用一端平直口，另一端V形或K形坡口形式，如图4.3.3所示。



图4.3.3 钢管焊接接口形式

**4.3.4** 管壁厚度应采用计算厚度加腐蚀量厚度，腐蚀量厚度应根据使用年限及环境条件确定，且不应小于2mm。

**4.3.5** 管材的内外防腐层宜在工厂内完成，施工质量应符合设计施工图及《给水排水管道工程施工及质量验收规范》GB50268的相关要求。顶管贯通后应进行防腐层检查和修

补。

**4.4玻璃纤维增强塑料夹砂管**

**4.4.1** 玻璃纤维增强塑料夹砂管刚度等级不应小于15kPa，缠绕管管体受压强度不应小于75MPa，管端受压强度不应小于105MPa，离心管管体受压强度不应小于90MPa。

**4.4.2** 玻璃纤维增强塑料夹砂管可采用套筒双插口接头或承插式柔性接头，承口钢圈应采用不锈钢制作，连接构造及尺寸应符合《玻璃纤维增强塑料顶管》GB/T 21492 的相关要求。

**4.4.3**缠绕成型的玻璃钢夹砂管的管端应增强，且应有增强过渡段，增厚段长度不宜小于250mm。

**4.4.4** 玻璃纤维增强塑料夹砂管质量应符合现行国家标准《玻璃纤维增强塑料夹砂管》GB/T21238 以及《玻璃纤维增强塑料顶管》GB/T 21492 的规定。

## 4.5 球墨铸铁管

**4.5.1** 球墨铸铁顶管质量应符合现行标准《非开挖铺设用球墨铸铁管》YB/T 4564 的规定。

[条文说明]球墨铸铁顶管是在普通球墨铸铁管基础上，在插口端焊接顶推法兰、筋板，然后在外壁涂覆或浇筑一层钢筋混凝土的球墨铸铁管产品，管身可提供注浆孔，其外形结构如图4.6.1所示。其顶力传递由以下两种方式：

1、通过推动承口端面使得插口端的法兰与另一个管子承口端面接触进行顶力传递；

2、通过相应的工装推动插口端的法兰接触另一个管子上承口端面进行顶力传递。



说明：1——水泥保护层；2——顶推法兰；3——球墨铸铁管身。

图4.5.1 球墨铸铁顶管外形

**4.5.2** 球墨铸铁管采用承插式柔性接头，管节传力面上均应设置环形缓冲木垫圈，接口密封胶圈及木垫圈要求同钢筋混凝土管，其中木垫圈内径宜大于管道内径2mm。

4.5.3 球墨铸铁管外表面防腐层总厚度应满足抗磨损的设计要求，锌涂层和终饰层应符合《球墨铸铁管外表面锌涂层 第 1 部分：带终饰层的金属锌涂层》GB/T 17456.1 和《球墨铸铁管外表面锌涂层 第 2部分：带终饰层的富锌涂料》GB/T 17456.2的相关要求。

4.5.4 球墨铸铁管的内防腐层可采用普通硅酸盐水泥砂浆、铝酸盐水泥砂浆、水泥砂浆和环氧密封层、聚氨酯等材料。

5 工作井（接收井）施工

## 5.1 一般规定

**5.1.1** 工作井（接收井）施工前的准备工作应包含下列内容：

1复核现场的施工条件是否符合工作井（接收井）的施工要求；

2 确认施工现场符合顶管设备安装的空间要求，必要时考虑对工作井（接收井）的平面位置进行调整；

3 施工通道宽度、净空符合设备运输和吊装的要求；

4 确认架空管线、地下管线及其它建（构）筑物、障碍物等对工作井（接收井）的施工及后续顶进施工均无影响；

5 核实顶管设备的尺寸，确认工作井（接收井）的尺寸符合设备安装、始发或接收的要求。

**5.1.2** 应根据地质条件、周边环境、管道埋深及直径、井的平面尺寸等因素，工作井（接收井）可采用明挖顺作竖井、明挖逆作竖井或喷锚逆作竖井等结构形式。

[条文说明]当地下水位较低且井周边环境较为简单，同时竖井开挖侧向的土体具有一定自稳能力时，可采用锚杆喷射混凝土逆作法竖井结构，锚杆喷射混凝土设计及施工可参照《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》GB 50086执行，井的内衬应满足顶管施工或永久功能井的结构要求。

**5.1.3** 工作井（接收井）的位置选择应符合下列要求：

1 宜选择在管道井室位置；

2 便于排水、排泥、出土和运输；

3 尽量避开现有建（构）筑物，减小施工扰动对周围环境的影响；

4 单向顶进时宜设在下游一侧。

**5.1.4** 顶管工作井和接收井之间应建立统一的施工控制测量系统，每个井口应布设不少于3个控制点。

## 5.2 施工要求

**5.2.1** 工作井（接收井）的施工方法、工艺参数、质量标准等应符合《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB50202、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204的相关要求。

**5.2.2** 逆作竖井施工应符合下列要求：

1 当设计有止水帷幕时，应先施工止水帷幕，且待止水帷幕强度、抗渗性能符合设计要求后方可施工井圈和井壁；

2 第一节井壁应施作高出地面30cm以上的井圈，井圈厚度宜比正常井壁大15cm～20cm，成倒L形；

3 设计有后背墙时，井壁施工完毕后，应采用顺作法从底向上施工后背墙。

**5.2.3** 排桩井施工应符合下列要求：

1 排桩井可根据设计要求和施工现场实际情况，选用相应形式和规格的钢板桩；

2 排桩外侧作为止水帷幕的搅拌桩或旋喷桩应先施工；

3 排桩施工应采取控制扩孔系数和垂直度的技术措施；

4 排桩井的穿墙洞和后靠背部位应采取加固措施。

**5.2.4** 工作井后背墙施工应符合下列规定：

 1 后背墙的强度与刚度应满足顶管最大允许顶力和设计要求；

2 后背墙应与顶进轴线保持垂直；

3 装配式后背墙宜采用方木、型钢或钢板等组装，后背墙底部埋深不宜小于工作井坑底标高以下500mm；

4 利用已顶进完毕的管道作后背墙时，待顶管道的最大允许顶力应小于已顶管道的外壁摩阻力。

**5.2.5** 工作井洞口施工应符合下列规定：

1 预留进、出洞口的位置应符合设计要求；

2 洞口土层不稳定时，应对土体进行预加固处理；

3 洞口应设置止水装置，止水装置联结环板应与工作井壁内的预埋件焊接牢固，且用胶凝材料封堵；

4 采用钢管做预埋顶管洞口时，钢管外宜加焊止水环。

**5.2.6**  在地下水位高的地段施工工作井（接收井）时，应采取降、排水措施。

**5.2.7** 工作井（接收井）的顶部应高出地面15cm~30cm；浇筑底板时应设置集水坑，深度不宜小于40cm，且不应与顶进轴线重叠。

6 顶管工程施工

## 6.1 顶进设备安装

6.1.1 顶管主顶千斤顶与后背墙之间应设置后座，后座安装应符合下列要求：

1 后座可采用拼装式后座和整体式后座；

2 后座的反力墙应平整；

3 后座承载力应满足千斤顶最大顶进力的要求；

4 后座应与顶进轴线垂直，与井壁之间的空隙应浇筑强度不低于C30的钢筋混凝土。

6.1.2 导轨的安装应符合下列要求：

1 导轨应采用钢材制作，其刚度和强度应满足施工要求；

2 导轨应顺直、平行、等高，并安装牢固，使用过程中不应产生位移；

3 导轨对管道的支承角宜为60˚，高度应保证管道中心对准穿墙孔中心；走向与坡度应与设计要求一致；

4导轨安装的允许偏差如下：

轴线位置：±3mm；

标高：0～3mm；

轨道内距：±2mm。

6.1.3 千斤顶的配置和安装应符合下列要求：

1 应根据工作井允许顶进力、管段允许顶进力确定千斤顶的规格和数量；

2 安装在支架上的千斤顶，应以管道中心线为轴对称布置，规格相同，其合力的作用点应在管道中心的铅垂线上；

3千斤顶的油路必须并联，每台千斤顶应有进油、退油的控制系统。

6.1.4 顶铁安装应符合下列要求：

1 顶铁分为弧形顶铁、马蹄形顶铁及圆形顶铁等，应根据顶管方式选用相应的顶铁；

2 顶铁两个受压面应平整、平行；

3 顶铁应具有刚度大，稳当性好的结构性能，满足传递顶进力的要求；

4 顶铁与管口之间的接触面应衬垫缓冲材料；

5 单行纵向顶铁中心线与管道轴线一致；双行纵向顶铁的两条中心线要平行，并与管轴线距离相等，且要垂直于管端平面；

6 更换顶铁时，应先使用长度大的顶铁，顶铁拼装后应锁定。

[条文说明]顶铁是顶管施工的关键部件，其整体刚度、局部刚度应符合最大顶力的要求。

 6.1.5 油泵布置和运转应符合下列要求：

1 油泵应与千斤顶相匹配，油泵流量应满足顶进要求；

2 油泵宜设置在千斤顶附近，油管应顺直、转角少；

3 油泵安装完毕后应进行试运转；

4 顶进开始时，应缓慢进行，待各接触部位密合后，再按正常速度顶进；

5 顶进过程中，若油压突然升高，应立即停止顶进，检查原因并经处理后方可继续顶进。

6.1.6 中继间的安装、运行、拆除应符合下列要求：

1 中继间壳体应有足够的刚度；其千斤顶的数量应根据该施工长度的顶进力计算确定，并沿周长均匀分布安装；其伸缩行程应满足施工和中继间结构受力的要求；

2 中继间油缸宜取偶数，且其规格宜相同；当规格不同时，其行程应同步，并应将同规格的中继间油缸对称布置；

3 中继间油缸的油路应并联，每台中继间油缸应有进油、退油的控制系统；

4 中继间安装前应检查各部件，确认正常后方可安装；安装完毕应通过试顶检验后方可使用；

5 中继间外壳在伸缩时，滑动部分应具有止水性能和耐磨性，且滑动时无阻滞；

6 中继间的启动和拆除应由前向后依次进行；

7 拆除中继间时，应将间体复原成管道，原中继间处的管道强度和防腐性能应满足管道原设计功能要求；中继间的外壳若不拆除，应在安装前进行防腐处理。

## 6.2 顶管始发和接收

6.2.1 顶管洞口的施工应符合下列规定：

1 预留始发和接收洞口的位置应符合设计和施工方案的要求；

2 顶管洞口施工所影响范围内分布软弱土层时应进行预加固处理，始发和接收前应检查加固处理效果；

3 设置临时封门时，应考虑周围土层变形控制和施工安全等要求。封门应拆除方便，拆除时应减小对洞门土层的扰动；

4 洞口应设置止水装置，止水装置连接环板应与工作井壁内的预埋件焊接牢固，且用胶凝材料封堵；在砂性土、粉土等土层宜采用盘根止水；在粘性土层宜采用橡胶板止水；在承压水土层宜用组合形式止水；顶管结束后，管道与洞口的间隙应及时进行封堵；

5 采用钢管做预埋顶管洞口时，钢管外宜加焊止水环；

6 在软弱地层，洞口外缘宜设支撑点。

[条文说明]工作井洞口设置止水装置是为了防止顶管机开始顶进时发生水土流失而造成坍方。管道与穿墙孔的间隙及时封堵，主要是为了防止管道移动和管端的移位，同时也可防止水的浸入。

6.2.2 顶管始发和接收洞口的软弱土层预加固措施应根据地质条件、顶管机选型、管道直径、埋深和周围环境等情况综合决定。

6.2.3 顶管始发时，在顶管机未进入土体前，止水装置启用后应立即填注惰性浆液。

6.2.4 工作井洞口封门拆除应符合下列规定：

1 应先拆除洞圈内侧的临时门，再拆除井壁外侧的封板或其他封填物；

2 在不稳定土层中顶进时，封门拆除后，顶管机应立即顶入土层并连续顶进，直至洞口及止水装置发挥作用为止；

3 在高地下水压环境下施工时，应防止封门在水压作业下突然倒塌造成人员伤亡。

## 6.3 管道顶进

6.3.1 顶进过程应符合下列规定：

1 顶进前应对成品管道、钢套环、橡胶密封及衬垫材料作检测和验收；

2 钢套环应按设计要求进行防腐处理，刃口无疵点，焊接处应平整；

3 钢筋混凝土管传力面上应设置环形木垫圈，并用胶粘剂粘在传力面上，保证均匀传力；

4 管节承插前，应用粘结剂将橡胶圈正确固定在槽内，并涂抹对橡胶无腐蚀作用的润滑剂，承插时外力必须均匀，承插后橡胶圈应不移位、不翻转；

5 顶进双插口接头的玻璃纤维增强塑料夹砂管时，应在顶铁及中继间接触面加设木垫圈；顶进承插式接头的玻璃纤维增强塑料夹砂管时，应在每根管接头处加设木垫圈。

6.3.2 管道顶进时应符合下列要求：

1 顶进速度宜控制在20mm～50mm/min，出土量宜控制在理论出土量的98%～100%；

2 工作面压力值应根据顶管机机型确定。

6.3.3 管道顶进中为防止发生机头下沉、机尾上翘的现象，可采取以下措施：

1 调整后座主推千斤顶的合力中心，用后座千斤顶进行纠偏；

2 将管道前3～5节用拉杆相联；

3 对洞口土体进行加固处理；

4 加强洞口密封可靠性，防止或及时封堵顶管始发和接收时的水土流失。

6.3.4 管道顶进时应采取以下抗扭转措施：

1 顶管机宜设置限扭装置；

2 在顶管机及每个中继间设管道扭转指示针，管道扭转时宜采用单侧压重，或改变切削刀盘的转动方向进行纠正。

6.3.5 加接管段时，主推千斤顶在缩回前应对已顶进的管段与井壁进行临时固定。

6.3.6 当采用中继间技术时，应对中继间进行编组控制，从顶管机头向后按次序依次将每段管节向前推移，当一组中继间伸出时，其它中继间应保持不动，在所有中继间依次完成作业后，主顶工作站完成该顶进循环的最后顶进作业。

6.3.7 顶进过程应连续作业，如遇下列情况之一时，应暂停顶进，及时处理，并应采取防止顶管机前方塌方的措施：

1 顶管机前方遇到障碍物；

2 后背墙变形严重；

3 顶铁发生扭曲现象；

4 管位偏差过大且纠偏无效；

5 顶进力超过管材的允许顶进力；

6 油泵、油路发生异常现象；

7 管节接缝、中继间渗漏泥水、泥浆；

8 地层、邻近建（构）筑物、管线等周围环境的变形量超出

控制允许值。

6.3.8 管道贯通后，工作井中的管端应按下列规定处理：

1 进入接收井的顶管机和管端下部应设枕垫；

2 管道两端露在工作井中的长度不宜小于0.5m，且不得有接口；

3 工作井中露出的混凝土管道端部应及时浇筑混凝土基础。

6.3.9 采用人工掘进顶管工艺时，尚应符合下列规定：

1 管外径不得小于1.2m，一次顶进长度不宜超过50m；

2 应采用带刃口的手掘式工具头；

3 管径超挖量不宜大于15mm，迎面超挖量岩层不应大于500mm，土层不应大于300mm；

4 宜采用纠偏油缸进行纠偏；在土体稳定时，也可采用偏心挖土方式纠偏，但超挖量应不超过50mm；

5 施工时必须保持管道内有效的通风条件，最小风量应符合每人供应新鲜空气

1m3 /min；

6 应加强对周边环境设施的监测，必要时应采取加固等保护措施。

6.3.10 采用泥水平衡顶管工艺时，尚应符合下列规定：

1 循环泥浆粘度应控制在22s～35s；

2泥水压力应控制在高出地下水压力20kPa～40kPa；

**3** 每段管节正常顶进完成后停机前宜进行2~3 min泥水内循环；

 **4** 卸泥浆管时应关闭井内泥水循环管截止阀。

[条文说明] 泥浆粘度指标是泥水平衡顶管施工防止切削面坍塌的关键控制指标。

6.3.11 采用土压平衡顶管工艺时，尚应符合下列规定：

 1 初始顶进时，出土量宜为理论出土量的95%，正常顶进时，出土量应控制在理论出土量的98%～100%；

 2 泥土仓的土压力应比管道所在的地层位置的主动土压力大20kPa±10kPa；

**3** 在含水量少的土层顶进排土困难时，应向泥土仓注水或加气，增加切削土体的流动性；在砂层中顶进时，宜在切削面注入泥粉或泡沫剂，改变砂土的流动性和抗渗性；在粘性土层中顶进时，适量注入分散剂，降低土体的粘稠度；

 4每段管节顶进完成后，在停止顶进前应继续转动刀盘将泥土仓内的土体搅拌均匀。

**6.3.12** 采用挤压式顶管工艺时，应符合下列规定：

1 喇叭口的开关及其收缩量应根据土层情况确定，且应与其形心的垂线左右对称；

2 每次顶进的长度，应根据车斗的容积、起吊能力和地面运输条件综合确定；

3 顶管掘进机开始顶进和接近顶完时，应采用手工挖土缓慢顶进；

4 顶进时，应防止顶管掘进机转动，如发生转动，应采取措施及时纠正。

## 6.4 注浆减阻

**6.4.1** 注浆材料应符合下列要求：

1 优先选用钠基膨润土，必要时还应添加纯碱和高分子化学聚合物；

2 干净的淡水水源；

3 触变泥浆配合比应符合表 6.4.1 的要求。

表 6.4.1 触变泥浆配合比

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 比重（g/cm3 ） | 粘度（s） | 失水量（cm3 /30min） | pH值 | 静切力（Pa） | 稳定性 |
| 1.01～1.06 | 30～50 | 小于 25 | 8～10 | 100 | 静置24h无离析 |

**6.4.2** 触变泥浆减阻应遵循“机尾为主、先注后顶、边顶边注、不注不顶”的原则，注浆控制应符合下列要求：

1 始发顶进30m后开始注浆；

2 理论注浆压力宜比地下水压力高20kPa；

3 第1~3节保持顶进连续注浆，后段可采用循环式间断补浆；

4 注浆应持续到顶管机到达为止。

**6.4.3** 注浆以压力控制为主，注浆量控制为辅，理论注浆量应为超挖量的1.5倍。

## 6.5 顶管施工测量和导向

**6.5.1** 顶管放线测量应符合下列要求：

1 顶进的方向和坡度应以设计轴线为基础，并根据顶管井的洞口中心坐标和高程确定；

2 直线顶进时应采用通视法投放测量顶管控制点；

3 不能通视时，采用前方交汇法，并不少于3个测回。

**6.5.2** 顶进监测应符合下列要求：

1 在顶进期间，应每天检查测量仪器及其位置，并对引测点进行复测。发现工作井位移、 沉降、变形时应及时对引测点进行复核；

2 直线顶进施工应采用激光经纬仪或其它具有激光发射功能的测量仪器，实时测量监控。激光发射的有效距离应大于顶进的长度；

3 初始顶进阶段每顶进500mm记录一次，正常顶进时每顶进一节管节记录不应少于一次；

4 顶进过程中宜绘制顶管机水平与高程轨迹图、顶力变化曲线图。

**6.5.3** 纠偏应符合下列要求：

1 起始纠偏位置和纠偏量应根据土质、管材以及顶管机的特点设定，纠偏角度不宜大于0.5°；

2 当偏差稳定在±3mm/m时，应停止纠偏。

**6.5.4** 测量记录应及时、准确、清晰、完整。

## 6.6 管道接收

**6.6.1** 洞口应预先进行处理，清除钢筋混凝土障碍物，并校核洞口的位置。

**6.6.2** 当地下水位高、可能发生管涌或流砂现象时，应采用水下达到方式，到达后再进行止水和排水处理。

**6.6.3** 井内宜预留略高于管底的垫层以支承顶管机。

**6.6.4** 顶管机进入接收井洞口和加固区时，顶进速度不宜大于10mm/min。

**6.6.5** 顶管机和管节进入接收井后，应及时对顶管管道与洞口间的空隙进行填充止水处理。

**6.6.6** 对硬塑土层，顶管结束后应采取注浆措施填充管外侧超挖的空隙。

## 6.7 中继接力

**6.7.1** 中继环的技术性能应符合下列要求：

1 壳体结构应有足够的强度和刚度；

2 千斤顶行程应能符合纠偏的要求，且不宜超过 300mm；

3 采用单作用千斤顶，千斤顶应沿周长均匀布置；

4 密封装置宜采用径向可调形式，密封配合面应加工光滑，密封材料应耐磨；

5 超长距离顶管工程的中继环应具有可更换密封止水圈的功能。

**6.7.2** 中继环的设置位置应根据设计顶力计算确定，第一个中继环的设计顶力应保证其最大 允许顶力能克服前方管道的外壁摩擦阻力和顶管机的迎面阻力之和；后续中继环设计顶力应 能克服两个中继环之间的管道外壁摩擦阻力。设计顶力严禁超过管材允许顶力，应留有足够 顶力安全系数。

**6.7.3** 中继环安装运行应符合下列要求：

1 中继环安装前应对各部件进行检查、调试，确认正常后方可安装，并通过试运转合格 后方可使用；

2 中继环最大使用顶力为其设计顶力的 90%；

3 中继环的启动应在主千斤顶顶力达到设计选用顶进管材材料允许顶力的 80~90%之前进行；

4 超长距离顶管的多个中继环应采用计算机联动控制。

**6.7.4** 中继环拆除应符合下列要求：

1 千斤顶压缩到最小行程；

2 拆除千斤顶和临时部件；

3 中继环外壳不拆除的，应在安装前进行防腐处理；

4 钢管顶管中继环拆除后，有抗浮要求时应在薄弱断面处加焊内环。

7 顶进监测

## 7.1一般规定

**7.1.1** 顶管施工过程中，应对顶管工程结构及施工影响范围内的岩土体、周边建（构）筑物进行监测。

**7.1.2** 监测工作实施前应编制监测方案。监测方案应包含工程概况、监测目的和依据、监测对象、监测项目、测点布置、监测方法及精度、监测频率、报警值及应急监测要求等内容。当顶管井和顶管线路的设计或施工有重大变更时，应及时调整监测方案。

**7.1.3** 监测工作应采用仪器监测与现场巡查相结合的方法。

**7.1.4** 监测点所布设的位置应便于观测，能反映监测对象的内力或变形状态及其变化趋势，且不影响结构的正常受力和使用。

**7.1.5** 仪器监测和现场巡查频率应根据设计要求、施工工艺、施工阶段、监测对象特性、工程地质和水文地质条件、周边环境状况综合确定。

**7.1.6** 基坑工程监测应确定监测报警值。监测报警值应根据设计要求、施工工艺、地质条件、周边环境保护要求等并结合工程经验综合确定。

**7.1.7** 监测单位应及时处理、分析监测数据，并将监测结果及时向参建各方做信息反馈，当监测数据达到报警值应立即通报建设及相关各方。

**7.1.8** 监测工作结束后，监测单位应向委托方提供监测方案、阶段性监测报告及监测总结报告等资料。

## 7.2 监测项目及**测点布设**

**7.2.1** 应做好施工场地内监测点的保护工作，当监测点遭到破坏后应及时恢复，并应保持监测数据的延续。

**7.2.2** 监测基准点及监测对象监测点应在施工前布设完成，并测量初始值；

**7.2.3** 工作井、接收井基坑施工期间，应对支护结构顶部的水平和竖向位移及不小于3倍基坑开挖深度范围内的地表沉降进行监测。对于矩形截面基坑，支护结构顶部监测点数量每边不应少于1点，相应地表监测点每边不应少于2点；对于圆形截面基坑，支护结构顶部监测点应均匀布设且不应少于3点，相应地表监测点不应少于6点。

**7.2.4** 顶进施工期间，应对管道轴线两侧不小于3倍管道埋深范围内的地面及道路、管线、桥隧、建（构）筑物等保护对象的变形进行监测。监测点的布设应符合下列要求：

1 地表沉降纵向监测断面应布设在管道轴线正上方，测点间距可按表7.2.4确定。

**表7.2.4 顶进施工地表沉降监测点纵向间距**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 管道埋深 | 监测范围内保护对象分布情况 | 测点间距（m） |
| *H*0≤2.5*D*0 | 有 | <5 |
| 无 | 5～10 |
| *H*0>2.5*D*0 | 有 | 5～10 |
| 无 | 20～40 |

注：1 *H*0为管道埋深，*D*0为管道外径。

  2 可根据保护对象的分布情况沿管道纵向分段划分监测范围。

2 地表横向监测断面应垂直于纵向监测断面布设。横向监测断面间距宜为20m～40m且不少于3条，每条监测断面上布设的监测点数量不宜少于7个，应以纵向监测断面为中心对称分布；

3 保护对象监测点的布设应按照《建筑基坑工程监测技术规范》GB50497及《城市轨道交通工程监测技术规范》GB50911相关要求执行。

[条文说明]管线较长时，管道的埋深、穿越地层的岩土特性、监测范围内保护对象的分布情况可能存在较大差别，分段划分监测范围可做到有针对性地布设测点，合理布置工作量。

**7.2.5** 顶管施工过程中应对工作井、接收井及顶管沿线状况进行现场巡查。巡查包括以下内容：

1 支护结构、地表及周边保护对象有无开裂、变形、破损等现象；

2 场地地表水、地下水排放状况是否正常；

3 基准点、监测点、监测元件等是否完好；有无影响监测工作的障碍物。

## **7.3 监测频率和报警值**

**7.3.1** 顶管监测工作应贯穿于顶管工程施工全过程。监测期应从顶管工程施工前开始，直至工程结束为止。

**7.3.2** 工作井或接收井施工过程中支护结构、基坑周围地表土体及监测范围内保护对象的监测频率可按表7.3.2确定。

**表7.3.2工作井（接收井）施工监测频率**

|  |  |
| --- | --- |
| 开挖深度（m） | 基坑设计深度（m） |
| ≤5 | 5～15 | >15 |
| ≤5 | 1次/（1～2）d | 1次/（2～3）d | 1次/（2～3）d |
| 5～15 |  | 1次/（1～2）d | 1次/（1～2）d |
| >15 |  |  | 1次/1d |

**7.3.3** 顶进施工过程中地表及监测范围内保护对象的监测频率可按表7.3.3确定。

## **表7.2.4 顶进施工地表沉降监测频率**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 管道埋深 | 监测范围内保护对象分布情况 | 监测频率 |
| *H*0≤2.5*D*0 | 有 | （1～2）次/1d |
| 无 | 1次/（3～5）d |
| *H*0>2.5*D*0 | 有 | 1次/（2～3）d |
| 无 | 1次/（5～10）d |

注： 顶管工程在填土地层中顶进施工时，应适当加大监测频率。

**7.3.4** 监测报警值应包括累计变化量和变化速率。

**7.3.5** 工作井或接收井施工过程中支护结构、基坑周围地表土体及监测范围内保护对象的监测报警值可根据设计要求、支护结构形式、地质条件、周边环境结合工程经验综合确定。当无工程经验时监测报警值可按表7.3.5确定。

**表7.3.5 支护结构、地表土体及周围保护对象监测项目的监测报警值**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 监测项目 | 变化速率（mm/d） | 累计值（mm） |
| 支护结构顶部水平及竖向位移 | 2～4 | 0.3%～0.5%H |
| 地表沉降 | 2～4 | 30～45 |
| 管线沉降 | 1～3 | 10～30 |
| 建（构）筑物变形 | 2～3 | 小于建（构）筑物地基变形允许值 |
| 道路路基沉降 | 2～3 | 20～30 |

注：H为工作井或接收井设计深度(m)。

**7.3.6** 顶管工程顶进施工过程中地表沉降监测报警值可根据设计要求、管道埋深、地质条件、周边环境结合工程经验综合确定。当无工程经验时，监测报警值可按表7.3.5确定。

**7.3.7** 既有城市轨道交通结构的监测项目报警值应符合现行国家标准《城市轨道交通工程监测技术规范》GB50911相关要求执行。

**7.3.8** 现场巡查过程中发现下列情况之一时，应立即发出警情报告：

1 工作井接收井支护结构、顶管结构出现明显开裂变形；

2 工作井接收井、顶管工程出现严重渗漏水；

3 周边地表、建（构）筑物等出现明显开裂、沉降、倾斜；

4 周边管线变形突然明显增长或出现泄漏。

8 质量检验

## 8.1一般规定

**8.1.1** 顶管工程所用主要材料、半成品、成品、构配件、设备等应进行进场检验。机械式顶管工程尚应进行单机、整机联动调试。

**8.1.2**顶管工程施工质量验收应在施工单位自检基础上，按检验批、分项工程、分部工程、单位工程的顺序进行，并应符合下列规定：

1 工程施工质量应符合本规程和相关国家及地方标准的规定；

2 工程施工质量应符合工程勘察、设计文件的要求；

3 各施工工序之间应进行交接质量检验；

4 涉及结构安全、节能环保和主要使用功能的试块、试件、材料和现场检测项目，应按规定进行平行检测或见证取样检测；

5 隐蔽工程在隐蔽前应由施工单位通知监理单位进行验收，并应留存现场影像资料，形成验收文件，经验收合格后方可继续施工；

6 检验批的质量应按主控项目和一般项目进行验收。

[条文说明] 本条主要内容与《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202-2018保持一致。第3款按《建筑与市政地基基础通用规范》GB 55003-2021第2.3.5条的2款和《建筑与市政工程施工质量控制通用规范》GB 55032-2022第3.3.4条增加，强调工序自检和交接检；第5款按《建筑与市政地基基础通用规范》GB 55003-2021第2.3.5条的3款和《建筑与市政工程施工质量控制通用规范》GB 55032-2022第3.4.5条第4款增加，明确隐蔽工程验收要求。

地基基础工程施工前，施工单位在编制施工组织设计或专项施工方案时应依据施工图设计文件和本标准要求明确隐蔽工程内容和工序，并经监理单位签认，按本标准要求组织验收。

施工单位应在自检合格的基础上，填写《检验批质量验收记录》，并由项目质量检验员或项目专业技术负责人在《检验批质量验收记录》中相关栏签字，检验批应由专业监理工程师组织施工单位专业质量检查员、专业工长等进行验收。

**8.1.3** 单位工程经施工单位自检合格后应向建设单位提出验收申请。对符合竣工验收条件的单位工程，应由建设单位组织勘察、设计、施工、监理等单位验收。

**8.1.4** 检查数量应按检验批抽样，当本标准有具体规定时应按相应条款执行，本标准规定之外的检验批划分和抽检数量可按照现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300的规定执行。

**8.1.5** 原材料质量检验应符合下列规定：

1 钢筋、混凝土等原材料的质量检验应符合设计要求和现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的规定；

2 钢材、焊接材料和连接件等原材料及成品的进场、焊接或连接检测应符合设计要求和现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的规定；

3 砂、石子、水泥、石灰、粉煤灰、矿（钢）渣粉等掺合料、外加剂等原材料的质量、检验项目、批量和检验方法，应符合国家现行有关标准的规定。

**8.1.6** 地基基槽（坑）开挖到设计标高后，应进行基槽（坑）检验。建设单位应会同勘察、设计、施工和监理单位实地验槽，并应会签验槽记录。

[条文说明]验槽是在基坑或基槽开挖至坑底设计标高后，检验地基是否符合要求的活动。验槽的目的是为了探明基坑或基槽的土质情况等，据此判断异常地基基础是否需要进行局部处理、原钻探是否需补充、原基础设计是否需修正，同时是否应对自己所接受的资料和工程的外部环境进行再次确认等。

**8.1.7** 顶管工程验收时应提交下列资料：

1 岩土工程勘察报告；

2 设计文件、图纸会审记录和技术交底资料；

3 工程测量、定位放线记录；

4 施工组织设计及专项施工方案；

5 施工记录及施工单位自查评定报告；

6 监控量测资料；

7 隐蔽工程检查记录、验收资料；

8 检测与检验报告；

9 原材料、构配件和设备质量合格证明文件；

10 检验批、分项工程、子分部工程质量验收记录；

11 强制性条文检验项目检查记录及证明文件；

12 不合格项的处理记录及验收记录；

13 重大质量、技术问题实施方案及验收记录；

14 顶管工程竣工图；

15 其他有关文件和记录。

[条文说明] 隐蔽工程验收资料包含地基验槽记录、地基处理、钢筋验收记录等隐蔽工程验收资料；检测与检验报告包含原材料、构配件、工程实体等的检测及检验报告，重点是对涉及结构安全、节能、环境保护和主要使用功能的试块、试件及材料的见证检验资料。

## 8.2 质量验收单元的划分

**8.2.1** 顶管工程施工质量验收应按照检验批、分项工程、分部工程、单位工程分别进行验收，顶管工程单位工程中分部工程、分项工程的划分应符合表8.2.1-1的规定。

表8.2.1-1 顶管工程分部工程、子分部工程、分项工程的划分

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 单位工程 | 分部工程 | 分项工程 |
| 顶管 | 基坑（工作井、接收井） | 锚杆挡墙、钢筋混凝土围护墙、灌注桩排桩围护墙、重力式挡墙、后背墙、导轨安装 |
| 管道 | 顶管设备安装、管道及配件安装、排水、管道连接（焊接、承插）、管道防腐、试验与调试 |

**8.2.2** 检验批可根据施工组织、施工时间、质量控制和专业验收的需要，按工程量、施工段、施工时间等进行划分。分项工程可有一个或若干个检验批。

[条文说明]检验批的划分除考虑基础类型、施工区段与施工工艺外，尚应考虑场地原始地层地形、地层结构及环境的不同。

**8.2.3** 施工前，应由施工单位制定分部工程、分项工程和检验批的划分方案，并由监理单位审核。表8.2.1-1未涵盖的分部工程、分项工程和检验批划分，由建设单位组织监理、施工等单位按实际情况共同确定。

## 8.3工程质量验收

**8.3.1** 工作井的围护结构、井内结构施工质量验收标准应按现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB50202及相关行业或地方标准规定执行。

**8.3.2** 工作井应符合下列规定：

1 主控项目

1）工程原材料、成品、半成品的产品质量应符合国家相关标准规定和设计要求。

检查数量：按进场批次和产品的抽样检验方案确定。

检查方法：检查产品质量合格证、出厂检验报告和进场复验报告。

1. 工作井、接收井结构的尺寸偏差不应影响结构性能或使用功能。

检查数量：全数检查。

检查方法：尺量。

1. 混凝土结构的抗压强度等级、抗渗等级符合设计要求。

检查数量：按抽样检验方案确定。

检查方法：检查施工记录及混凝土强度试验报告。

2 一般项目

1）顶进工作井的后背墙应坚实、平整；后座与井壁后背墙联系紧密。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察。

2）两导轨应顺直、平行、等高；导轨与基座连接应牢固可靠，不得在使用中产生位移。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察、尺量。

3）工作井施工的允许偏差应符合表8.3.2的规定。

**表8.3.2 工作井施工的允许偏差**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 检查项目 | 允许偏差（mm） | 检查数量 | 检查方法 |
| 范围 | 点数 |
| 1 | 井内导轨安装 | 顶面高程 | +3，0 | 每座 | 每根导轨2点 | 水准仪及尺量 |
| 中心水平位置 | ±3 | 每根导轨2点 | 经纬仪及尺量 |
| 两轨间距 | ±2 | 2个断面 | 尺量 |
| 2 | 井尺寸 | 矩形 | 每侧长、宽 | 不小于设计要求 | 每座 | 2点 | 挂中线尺量 |
| 圆形 | 半径 |
| 3 | 工作井和接收井预留洞口 | 中心位置 | ±20 | 每个 | 竖向、水平各1点 | 经纬仪及尺量 |
| 内径尺寸 | ±20 | 垂直向各1点 | 尺量 |
| 4 | 井底板高程 | ±30 | 每座 | 4点 | 水准仪及尺量 |
| 5 | 工作井后背墙 | 垂直度 | 0.1% | 每座 | 1点 | 垂线及尺量 |
| 水平扭转度 | 0.1% |

注：为后背墙的高度（mm）；为后背墙的宽度（mm）。

**8.3.3** 顶管管道应符合下列规定：

1 主控项目

1. 管节及附件等工程材料的产品质量应符合国家有关标准的规定和设计要求。

检查数量：按进场批次和产品的抽样检验方案确定。

检查方法：检查产品质量合格证、出厂检验报告和进场复验报告。

1. 接口橡胶圈安装位置正确，无位移、脱落现象；钢管的接口焊接应符合现行相关标准的规定，焊缝无损检验符合设计要求。

检查数量：按抽样检验方案确定。

检查方法：观察、检查焊缝焊接质量检验报告。

1. 无压管道的管底坡度无明显反坡现象；曲线顶管的实际曲率半径符合设计要求。

检查数量：按抽样检验方案确定。

检查方法：观察、检查施工记录、测量记录。

4）竣工后管道功能性检验合格。

检查数量及方法应符合8.3.3-1的规定。

**表8.3.3-1管道功能性验收表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类别 | 检验项目 | 试验取样频率 | 抽检数量 |
| 无压管道 | 闭水试验 | 按井段数量抽样选取 1/3进行试验 |  |
| 压力管道 | 管道水压力试验 | 宜小于1000m为1段 | 全数检查 |
| 所有管道 | CCTV视频录像 | 按井段数量抽样选取1/3进行试验 |  |

2 一般项目

1）管道与工作井出、进洞口的间隙连接牢固，洞口无渗漏水。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察。

2）管道内外防腐层完整，无破损现象。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察，检查施工记录。

3）顶进贯通后的管道允许偏差应符合表8.3.3-2的规定。

**表8.3.3-2顶管管道顶进允许偏差（mm）**

| 检查项目 | 允许偏差 | 检查频率 | 检查方法 |
| --- | --- | --- | --- |
| 玻璃纤维增强塑料夹砂管，钢筋混凝土管 | 钢管 | 范围 | 点数 |
| 1 | 直线顶管水平轴线 | 顶进长度<300m | 50 | 130 | 每管节 | 1点 | 用经纬仪，或挂中线用尺测量 |
| 300m≤顶进长度<1000m | 100 | 200 |
| 顶进长度≥1000m | L/10 | 100+L/10 |
| 2 | 直线顶管内底高程 | 顶进长度<300m | <1500 | +30，-40 | +60，-60 | 用水准仪或水平仪测量 |
| ≥1500 | +40,-50 | +80，-80 |
| 300m≤顶进长度<1000m | +60，-80 | +100，-100 | 用水准仪测量 |
| 顶进长度≥1000m | +80，-100 | +150，-100，-L/10 |
| 3 | 曲线顶管水平轴线 | *R*≤150*D*0 | 水平曲线 | 150 | 用经纬仪测量 |
| 竖曲线 | 150 |
| 复合曲线 | 200 |
| *R*>150*D*0 | 水平曲线 | 150 |
| 竖曲线 | 150 |
| 复合曲线 | 150 |
| 4 | 曲线顶管内底高程 | *R*≤150*D*0 | 水平曲线 | +100，-150 | 用水准仪测量 |
| 竖曲线 | +150，-200 |
| 复合曲线 | ±200 |
| *R*>150*D*0 | 水平曲线 | +100，-150 |
| 竖曲线 | +100，-150 |
| 复合曲线 | ±200 |
| 5 | 相邻管间错口 | 钢管、玻璃纤维增强塑料夹砂管 | ≤2 | 用尺测量 |
| 钢筋混凝土管 | 15%壁厚，且≤20 |
| 6 | 钢筋混凝土管曲线顶管相邻管间接口的最大间隙与最小间隙之差 | ≤△S |
| 7 | 钢管、玻璃纤维增强塑料夹砂管管道环向变形 | ≤0.03 |
| 8 | 对顶时两端错口 | 50 |

注：*L*——顶进长度（m）；*D*0——管道外径（mm）；△*S*——曲线顶管相邻管节接口允许的最大间隙与最小间隙之差（mm），一般可取1/2的木垫圈厚度；*R*——曲线顶管的设计曲率半径（mm）。

# 附录A 顶进力估算

**A.0.1** 顶管顶进长度应综合考虑土层特性、管道材质、管道直径、注浆减阻、中继环的设置等因素。

**A.0.2** 总顶进力可按下式估算：

  （A.0.1）

式中：——总顶进力（kN）；

——管道外径（m）；

——管道顶进长度（m）；

——管道外壁与土之间的平均摩阻力（kN/m2），采用触变泥浆减阻技术时，其取值可参照表A.0.1选取；

——顶管机的迎面阻力（kN），可参照表A.0.2进行计算。

**表A.0.1采用触变泥浆时管壁单位面积平均摩阻力*fk*（kN/m2）**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 土层类型 | 粘性土 | 粉土 | 粉细土 | 中粗砂及碎石土 | 岩石 |
| 管材类型 | 混凝土管 | 3.0～5.0 | 5.0～8.0 | 8.0～11.0 | 11.0～16.0 | 2.0～4.0 |
| 钢管 | 3.0～4.0 | 4.0～7.0 | 7.0～10.0 | 10.0～13.0 | 2.0～3.0 |

注：1球墨铸铁管和PCCP管可参照混凝土管取值；

 2 对长时间停止顶进时，表中摩阻力应放大1.5～3倍；

 3 手掘式顶进施工时，表中摩阻力可乘以0.7～0.9系数。

[条文说明]表A.0.1中所列平均摩阻力引用国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268 及福建、广东等相关地方标准给出的参考值。

**A.0.2** 不同形式顶管机的迎面阻力计算可按表A.0.2中公式进行。

**表A.0.2 顶管机的迎面阻力计算方法**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 顶进方式 | 迎面阻力*F*0（kN） | 式中符号 |
| 敞开式 |  | ——刃口厚度（m） |
| 挤压式 |  | ——开口率 |
| 网格挤压式 |  | ——网格截面参数，可取0.6～1.0 |
| 气压平衡式 |  | ——气压（kN/m2） |
| 土压平衡式泥水平衡式 |  | ——土的重度（kN/m2）；——管道埋深（m） |

注：——顶管机外径（m）；——挤压阻力（kN/m2），可取300～500 kN/m2。

[条文说明]管道外壁与土之间的平均摩阻力已考虑管道重量对摩阻力的影响。机头的外径比管道外径一般大10mm～20mm，计算时忽略机头外径偏大的影响，均按管道外径计算。

**A.0.3** 在估算曲线顶管的顶进力时，应在直线顶管顶进力计算的基础上，根据曲率半径增加顶进力附加系数*K*值，*K*值可按表A.0.3选取。

**表A.0.3 曲线顶管顶进力附加系数*K*值**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 300 | 250 | 200 | 150 | 100 |
| *K* | 1.1 | 1.15 | 1.2 | 1.25 | 1.3 |

**A.0.4** 钢筋混凝土管、钢管及玻璃纤维增强塑料管道允许顶进力可按下式计算：

  （A.0.2）

式中，——管道允许顶进力（kN）；

 ——管道综合系数，钢筋混凝土管可取0.391，钢管可取0.346， 玻璃纤维增强塑料管可取0.277；

 ——管材抗压强度设计值（kN/m2）；

 ——管材最小有效传力面积（m2）。

# 附录B 后背墙设计计算

**B.0.1** 后背墙的设计和安装应满足以下要求：

1 后背墙的强度应不小于主顶工作站千斤顶的最大反作用力；

2 后背墙的刚度应确保在千斤顶作用下产生的变形控制在允许范围内；

3 后背墙表面应平直，并垂直于顶进管道的轴线；

4 结构简单、装拆方便。

**B.0.2** 利用已顶进的管道承受后座反力时，应符合下列规定：

1 待顶管道的顶进力应小于已顶管道管壁与土层之间的摩擦力；

2 后背墙钢板与管口之间应衬垫缓冲材料；

3 采取措施保护已顶入管道的接口不受损伤。

**B.0.3** 后背土体强度不足时应对土体进行加固补强处理。

**B.0.4** 后背墙的承载力可按照下式计算：

 （B.0.1）

式中：——后背墙的承载力（kN）；

——后背墙承载力计算系数，取1.5～2.5；

——后背墙的宽度（m）；

——后背墙的高度（m）；

——土的重度（kN/m3）；

——被动土压系数，可按计算，其中为土体内摩擦角；

——土的粘聚力（kN/m2）；

——地面到后背墙顶部土体的高度（m）。

**B.0.5** 后背墙的承载力也可分别用下列公式计算：

不考虑后背支撑情况时：

 （B.0.2-1）

考虑后背支撑情况时：

 （B.0.2-2）

式中：——工作井的深度（m）；

——后背墙埋入工作井基坑底部深度（m）；

——安全系数，通常取≥1.5。

[条文说明]为了简化计算，将作用在后背墙后的土体的反力简化为一梯形力系（图B.0.5）进行计算。反力墙底端在井底面以下时考虑后背支撑，以上时不考虑后背支撑。



#

# 本标准用词说明

**1** 为了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，非这样做不可的用词：

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用词：

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用词：

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”。

# 引用标准名录

1《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB50202

2《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204

3《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268

4《建筑基坑工程监测技术规范》GB50497

5《城市轨道交通工程监测技术规范》GB50911

6《混凝土和钢筋混凝土排水管》GB/T 11836

7《玻璃纤维增强塑料顶管》GB/T 21492

8《顶进施工法用钢筋混凝土排水管》JC/T640

9《非开挖铺设用球墨铸铁管》YB/T 4564

**重庆市工程建设标准**

**顶管工程施工及验收技术规程**

**DBJ50/T-XXX-20**

**条文说明**

**2024 重 庆**