重庆市工程建设标准

顶管工程施工及验收技术标准

Technical standard for construction and acceptance of pipe jacking

DBJ50/T-544-2026

主编单位：重庆市建筑科学研究院有限公司
中建八局西南建设工程有限公司
批准部门：重庆市住房和城乡建设委员会
施行日期：2026年6月1日

2026 重 庆

重庆工程建设

重庆工程建设

重庆市住房和城乡建设委员会文件

渝建标〔2026〕5 号

重庆市住房和城乡建设委员会
关于发布《顶管工程施工及验收技术标准》
的通知

各区县(自治县)住房城乡建委,重庆高新区建设局,万盛经开区住房城乡建设局、双桥经开区建设局、经开区生态环境建管局,有关单位:

现批准《顶管工程施工及验收技术标准》为我市工程建设地方标准,编号为 DBJ50/T-544-2026,自 2026 年 6 月 1 日起施行。标准文本可在标准备案后登录重庆市住房和城乡建设技术发展中心官网免费下载。

本标准由重庆市住房和城乡建设委员会负责管理,重庆市建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容解释。

重庆市住房和城乡建设委员会

2026 年 2 月 9 日

重庆工程建设

重庆工程建设

前　言

根据重庆市住房和城乡建设委员会《关于下达2020年度重庆市工程建设标准制订、修订项目立项计划(第一批)的通知》(渝建标〔2020〕31号)的要求,编制组调查总结了近年来重庆市在顶管工程施工、检验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,编制了该标准。

本标准主要内容包括:总则;术语、符号;基本规定;管材及管件连接;工作井和接收井施工;顶进施工;安全施工和环境保护;施工监测;质量检验。

本标准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)。

重庆工程建设

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和审查专家：

主 编 单 位：重庆市建筑科学研究院有限公司
中建八局西南建设工程有限公司

参 编 单 位：重庆建工第八建设有限责任公司
重庆建工第三建设有限责任公司
重庆市建设工程质量检验测试中心有限公司
重庆市沙坪坝区城市排水设施管理处
重庆工商职业学院
重庆钢铁集团设计院有限公司
中山大学
重庆设计集团工程管理咨询有限公司
重庆交通建设管理有限公司
重庆市鹏越工程技术咨询有限责任公司
重庆渝北城市更新建设有限公司

主要起草人：李成芳　舒云健　路雨明　李　彪　廖　研
廖建宝　王大高　魏登轮　杜仕平　詹进生
王　飞　谢红明　陈志刚　王贤金　王清江
黄　胜　彭　隽　李　军　马保松　蒋鸣凤
刘盟盟　肖永刚　张锦兵

审 查 专 家：熊启东　肖了林　来武清　任　凯　李扬秋
刘　灿　张顺斌

重庆工程建设

目　次

1　总则 …… 1
2　术语、符号 …… 2
2.1　术语 …… 2
2.2　符号 …… 3
3　基本规定 …… 4
4　管材及管件连接 …… 6
4.1　管材 …… 6
4.2　钢筋混凝土管 …… 6
4.3　钢管 …… 7
4.4　玻璃纤维增强塑料夹砂管 …… 8
4.5　球墨铸铁管 …… 8
5　工作井和接收井施工 …… 10
5.1　一般规定 …… 10
5.2　施工要求 …… 11
6　顶进施工 …… 13
6.1　一般规定 …… 13
6.2　设备安装 …… 13
6.3　始发和接收 …… 15
6.4　管道顶进 …… 16
6.5　注浆减阻 …… 20
6.6　施工测量和纠偏 …… 21
6.7　中继间施工 …… 22
7　安全施工和环境保护 …… 24
7.1　安全施工 …… 24
7.2　环境保护 …… 25

重庆工程建设

8 施工监测 …… 27
8.1 一般规定 …… 27
8.2 监测项目及测点布设 …… 27
8.3 监测频率和报警值 …… 29
9 质量检验 …… 31
9.1 一般规定 …… 31
9.2 质量验收单元的划分 …… 33
9.3 工程质量验收 …… 33
附录 A 顶管顶进力估算 …… 40
附录 B 后背墙承载力计算 …… 42
本标准用词说明 …… 44
引用标准名录 …… 45
条文说明 …… 47

重庆工程建设

Contents

1 General provisions ····· 1
2 Terms and symbols ····· 2
2.1 Terms ····· 2
2.2 Symbols ····· 3
3 Basic requirements ····· 4
4 Pipes and connection of pipes ····· 6
4.1 Pipes ····· 6
4.2 Reinforced concrete pipe ····· 6
4.3 Steel pipe ····· 7
4.4 Glass fiber reinforced plastic mortar pipe ····· 8
4.5 Ductile Iron pipe ····· 8
5 Construction of jack working pit and receiving pit ····· 10
5.1 General requirements ····· 10
5.2 Construction requirements ····· 10
6 Pipe jacking construction ····· 11
6.1 General requirements ····· 13
6.2 Installation of jacking equipment ····· 13
6.3 Pipe jacking launching and receiving ····· 15
6.4 Pipe Jacking ····· 16
6.5 Grouting for drag reduction ····· 20
6.6 Construction survey and guidance for pipe jacking ····· 21
6.7 Construction of intermediate jacking station ····· 22
7 Safe construction and environmental protection ····· 24

7.1 Safe construction ····· 24
7.2 Environmental protection ····· 25
8 Construction monitoring ····· 27
8.1 General requirements ····· 27
8.2 Monitoring items and layout of measuring points ····· 27
8.3 Monitoring frequency and alarm value ····· 29
9 Quality inspection ····· 31
9.1 General requirements ····· 31
9.2 Division of quality acceptance units ····· 33
9.3 Project quality acceptance ····· 33
Appendix A Estimation of jacking force for pipe jacking ····· 40
Appendix B Calculation of bearing capacity of the jacking back ····· 42
Explanation of Wording in this standard ····· 44
List of quoted standards ····· 45
Explanation of provisions ····· 47

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。

1.0.2 本标准适用于重庆市各类圆形顶管工程的施工及质量验收。

1.0.3 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。

重庆工程建设

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

L ——管道顶进长度；

D_0 ——管道外径；

D ——顶管机外径；

H ——工作井的深度；

H_0 ——管道埋深；

R ——曲率半径；

ΔS ——相邻管节之间接口允许的最大间隙与最小间隙之差；

B_h ——后背墙的宽度；

h_1 ——地面到后背墙顶部的高度；

h_2 ——后背墙高度；

h_3 ——后背墙深入基坑底部深度。

3 基本规定

3.0.1 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。

3.0.2 顶管工程施工前，应具备下列资料：

1 工程勘察资料；

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。

3.0.3 顶管施工方案应包括下列主要内容：

1 顶进方法比选和顶管段单元长度的确定；

2 顶管机选型及各类设备的规格、型号及数量；

3 工作井及接收井位置选择、结构类型及井壁洞口封门设计；

4 管节、接口选型及检验，内外防腐处理；

5 顶管进、出洞口选型及检验，内外防腐处理；

6 顶进力估算、后背墙承载力计算和中继间设置；

7 减阻剂选择及相应技术措施；

8 施工测量、纠偏方法；

9 地表及建(构)筑物变形监测和控制措施；

10 安全技术措施、应急预案。

3.0.4 符合下列条件之一的顶管工程，宜选用封闭式机械顶管施工：

1 管道内径 1.0m(含 1.0m)以下或 2.0m(含 2.0m)以上时；

2 管顶覆土厚度小于 3m 或 3 倍管道内径时；

3　一次顶进长度超过 50m 时；

4　处于地下水位以下时。

3.0.5　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测量基准点应设在不易扰动、视线清楚、方便校核和易于保护的地方。

3.0.6　施工中出现险情时，应加强监测并及时启动应急措施控制险情。

3.0.7　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。

重庆工程建设

4 管材及管件连接

4.1 管 材

4.1.1 顶管管材可选用钢筋混凝土管、钢管、玻璃纤维增强塑料夹砂管、球墨铸铁管、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、玻璃纤维增强塑料夹砂管；

3 管道输送腐蚀性水体时，应优先选用玻璃纤维增强塑料夹砂管、带防腐内衬的钢筋混凝土管；

4 管道处于弱腐蚀及以上腐蚀性水土介质中时，宜选用玻璃纤维增强塑料夹砂管；当采用钢筋混凝土管时应对外壁做相应的防腐处理。

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。

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。

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C45，抗渗等级

不应低于 P8。

4.2.2 钢筋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现行行业标准《顶进施工法用钢筋混凝土排水管》JC/T 640 的规定。

4.2.3 钢套圈应有良好的防腐措施，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宜采用不锈钢承插套圈。

4.2.4 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。

4.2.5 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。木垫圈宜选用内径比管道内径大 15mm～30mm、厚度为 10mm～30mm 的松木、杉木或胶合板。

4.2.6 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 和现行行业标准《顶进施工法常用钢筋混凝土排水管》JC/T 640 的规定；管节及接口的抗渗性能应符合设计要求。

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/T 700 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现行国家标准《给水排水管道工程施工及质量验收规范》GB 50268 的相关要求。

4.3.4 管材的内外防腐层宜在工厂内完成，施工质量应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及质量验收规范》GB 50268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，承口处宜加设木垫圈，连接构造及尺寸应符合现行国家标准《玻璃纤维增强塑料夹砂管》GB/T 21238的相关要求。

4.4.3 缠绕成型的玻璃纤维增强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尚应符合现行国家标准《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 球墨铸铁管质量应符合现行行业标准《非开挖铺设用球墨铸铁管》YB/T 4564的规定。

4.5.2 球墨铸铁管采用承插式柔性接头，管节传力面上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现行国家标准《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。

重庆工程建设

5 工作井和接收井施工

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 确定现场的施工条件满足工作井、接收井的施工要求；

2 确认施工现场满足顶管设备安装的空间要求；

3 确认施工通道宽度、净空高度满足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的影响在可控范围内；

5 核实顶管设备的尺寸，确认工作井和接收井的尺寸满足设备安装、始发及接收的要求。

5.1.2 工作井、接收井的位置选择应考虑下列因素：

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。

5.1.3 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，工作井和接收井施工可采用明挖顺作、明挖逆作或喷锚逆作等工艺。

5.1.4 工作井、接收井之间应建立统一的施工控制测量系统，监测控制基准点不少于3点。

5.2 施工要求

5.2.1 工作井、接收井开孔前，井口位置应准确定位放样，并应在井口位置外设置定位基准桩；安装井壁模板时，应采用井口中心点校正模板位置。

5.2.2 工作井、接收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场地 30cm 以上的井圈，井圈厚度宜比正常井壁大 15cm～20cm，成倒 L 形；

3 现浇混凝土井壁模板可拆上节、支下节重复周转使用；每挖完一节后应立即浇筑混凝土，每节护壁均应在当日连续施工完毕；模板拆除应在混凝土浇筑 24h 之后；

4 井壁混凝土应振捣密实，可根据土层渗水情况使用速凝剂；发现井壁混凝土有蜂窝、渗水等现象时，应及时修补；

5 井口上架设的垂直运输支架应搭设稳定、牢固；

6 浇筑井内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；

7 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要求：

1 后背墙应与顶进轴线保持垂直；

2 装配式后背墙可采用型钢或钢板等组装，后背墙底部埋深不宜小于工作井坑底标高以下 500mm；

3 利用已顶进完毕的管道作后背墙时，待顶管道所需的总顶进力应小于已顶管道的外壁摩阻力及管材允许顶力。

5.2.5 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。

5.2.6 工作井、接收井的施工尚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 和《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的要求。

重庆工程建设

6 顶进施工

6.1 一般规定

6.1.1 顶管类型和设备技术性能应满足工程地质条件、工程环境条件、管道功能、管道结构性能及环境保护的要求。

6.1.2 顶管施工前，应核实顶管沿线建(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，并制订相应的监测及安全保护措施。

6.1.3 在管道顶进过程中，应控制顶管机前进方向，并应根据测量结果分析偏差产生的原因和发展趋势，确定纠偏措施。

6.1.4 顶管穿越河道时，应进行施工阶段管道抗浮复核，必要时采取抗浮措施；顶管穿越轨道、铁路及公路时，尚应符合相关行业的规定。

6.1.5 顶管穿越松散填土、饱和砂土、淤泥、岩溶及地层力学特性差异较大等特殊场地时，应采取防止出现机头沉陷、上浮或掉落、顶进方向偏移等质量问题的技术措施。

6.2 设备安装

6.2.1 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 后座可采用拼装式或整体式后座；

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。

6.2.2 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，顶进施工时不应产生位移变形；

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：0mm～3mm；

轨道内距：±2mm。

6.2.3 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；允许顶进力可按本标准附录 A 相关规定进行估算；

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

3 千斤顶的油路应并联，每台千斤顶应有进油、退油的控制系统。

6.2.4 顶铁安装应符合下列要求：

1 应根据顶进方式选用弧形、马蹄形或圆形等类型的顶铁；

2 顶铁两个受压面应平整、平行；

3 顶铁应具有刚度大、稳定性好、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应与管道轴线一致；双行纵向顶铁的两条中心线应平行，并与管轴线距离相等，且应垂直于管端平面；

6 更换顶铁时，应先使用长度大的顶铁；顶铁拼装后应锁定。

6.2.5 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。

6.3　始发和接收

6.3.1　顶管洞口的施工应符合下列要求：

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　洞口施工所影响范围内分布有不稳定岩土体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、松散填土、破碎极破碎岩体等岩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　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；

7　在软弱地层顶进时，洞口外缘宜设支撑点。

6.3.2　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。

6.3.3　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。

6.3.4　工作井洞口封门拆除应符合下列要求：

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。

6.4　管道顶进

6.4.1　顶进管材连接应符合下列要求：

1　顶进前应对成品管道、钢套环、橡胶密封及衬垫材料等进行检查验收；

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　钢筋混凝土管顶进完成后，应采用弹性密封填料或有效的其他填缝材料对管节接缝进行嵌缝；

7　钢管焊缝不应有裂缝、气孔、夹渣及融合性飞溅等缺陷；焊接坡口处必须清除铁锈、油污、水分，表面应打磨光滑，且无凹凸不平。

6.4.2　管道顶进时应符合下列要求：

1　初始顶进时，顶进速度宜控制在 20mm/min 以内，出土量

宜为理论出土量的95%；

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

3 工作面压力值应根据顶管机机型确定。

6.4.3 管道顶进中可采取以下防磕措施：

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。

6.4.4 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。

6.4.5 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。

6.4.6 当采用中继间顶进时，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，当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。

6.4.7 顶进过程应连续作业。遇下列情况之一时应暂停顶进，并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、中继间出现泥水、泥浆渗漏；

8　地层、邻近建(构)筑物及管线等周围环境的变形量超出允许值。

6.4.8　管道贯通后，工作井、接收井中的管端应按下列要求处理：

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、接收井中的长度不宜小于0.5m，且不得有接口；

3　工作井、接收井中露出的混凝土管道端部应及时浇筑混凝土基础。

6.4.9　采用人工掘进顶管工艺时，尚应符合下列要求：

1　应采用带刃口的手掘式工具管，工具管应满足施工人员在内取土、测量放线及方向纠偏等工作所需的作业空间；

2　管下部135°范围内不得超挖，管顶以上超挖量不得大于15mm；迎面超挖量，对岩层不应大于500mm，对土层不应大于300mm；

3　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；

4　施工时必须保持管道内有效的通风条件，管道内各项作业最小风量应符合每人供应新鲜空气$3m^3/min$；

5　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　在对顶施工中，当两管端接近时，可先掏小洞通视调整偏差量；

7　遇到地下障碍物时，应在采取安全措施的条件下先清除障碍物，再继续顶进；

8　在顶进过程中应采取适当措施，确保顶管机底部无积水；

9　顶进作业停顿时间较长时，应对挖掘面及时采取正面支撑或全部封闭措施。

6.4.10　采用泥水平衡顶管工艺时，尚应符合下列要求：

1　顶进前，应检查泥水压力，泥水压力宜高出开挖面水土压

力 20kPa～40kPa；

2 顶进时，应保持排土量与开挖量相平衡；

3 每段管节正常顶进完成后，在停机前宜进行 2min～3min 泥水内循环；

4 卸泥浆管时，应关闭井内泥水循环管截止阀；

5 顶管施工的余水或废浆外排应符合现行国家标准《污水综合排放标准》GB 8978 的规定；弃渣填埋应符合现行国家标准《一般工业固体废物储存、处置场污染控制标准》GB 18599 的规定。

6.4.11 采用土压平衡顶管工艺时，尚应符合下列要求：

1 顶进时，应使开挖土体充满土仓，保持排土量与开挖量相平衡；

2 泥土仓的土压力宜高出开挖面主动土压力 10kPa～30kPa；

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；

5 弃渣填埋应符合现行国家标准《一般工业固体废物储存、处置场污染控制标准》GB 18599 的规定。

6.4.12 采用挤压式顶管工艺时，应符合下列要求：

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。

6.5 注浆减阻

6.5.1 注浆减阻应符合下列要求：

1 应选择优质的触变泥浆材料，对膨润土造浆率、失水量和动塑比进行取样测试；

2 应在管道周围均匀布设注浆孔，注浆孔的设置要确保顶进时管外壁和土体之间的间隙能形成稳定、连续的泥浆套；

3 膨润土的贮藏及浆液配制、搅拌、水化时间必须按照产品的性能要求进行，使用前应先进行试验；

4 注浆应遵循“同步注浆与补浆相结合”和“先注后顶、随顶随注、及时补浆”的原则；

5 长距离顶管时，可每间隔一定距离增设压浆泵以增大压力；

6 触变泥浆注浆系统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 的相关规定。

6.5.2 触变泥浆的配合比，应根据管道周围土层的类别、膨润土的性质和触变泥浆的技术指标经试验确定，初配时可按表 6.5.2 的确定。

表 6.5.2 触变泥浆配合比

比重 (g/cm^3)	粘度 (s)	失水量 ($cm^3/30min$)	pH 值	静切力 (Pa)	稳定性
1.1～1.6	30～50	小于 25	8～10	100	静置 24h 无离析

6.5.3 地层和管道之间应保持足够的间隙，对松散地层不宜小于 20mm，对岩层不宜小于 30mm。

6.5.4 注浆以压力控制为主，注浆量控制为辅，注浆量宜为管道与周围土层之间的环状间隙体积的 1.5～2.0 倍。

6.5.5 顶管结束后，应及时采用水泥砂浆等易于固结的浆液置

换触变泥浆来填充管外侧空隙，砂浆用量不宜小于理论填充量；拆除注浆管路后，应将管道上注浆孔封闭严密。

6.6 施工测量和纠偏

6.6.1 顶管施工中应对以下参数进行测量：

1 顶进方向的水平偏差、垂直偏差；

2 顶管机机身的转动角度；

3 顶进长度。

6.6.2 管道顶进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准，并根据工作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；不能通视时可采用前方交汇法，并不少于3个测回；

3 顶进施工过程中，每次测量前应对井内的测量控制基准点进行复测，发现工作井有明显位移、沉降、变形时，应及时对基准点进行调整。

6.6.3 顶管高程测量应符合下列要求：

1 采用水准测量或三角高程测量时，应达到四等水准测量的精度；

2 水准仪配合吊钢尺，每次应独立观测3个测回，每测回均应变动仪器高度，3个测回测得的井上和井下水准点的高差均应小于3mm。

6.6.4 管道顶进施工测量应符合下列要求：

1 出工作井进入土层时，每顶进300mm，测量不应少于一次；正常顶进时，每顶进1000mm，测量不应少于一次；

2 进入接收井前30m应增加测量，每顶进300mm，测量不应少于一次；

3 纠偏量较大或频繁纠偏时应增加测量次数；

4　每节管道顶进结束后，应进行复测，并绘制含管道高程、方向、顶进力曲线等参数的管道顶进轨迹图；

5　顶管始发前应测定顶管机头的轴线和标高，并将测量数据及时反馈进行调整；顶进施工中的原始数据记录应连续、准确、完整。

6.6.5　纠偏应符合下列要求：

1　纠偏应在管道推进和刀盘旋转的过程中进行；

2　应采用小角度纠偏方式，反复、多次进行纠偏操作；

3　开挖面土体应保持稳定；采用挖土纠偏方式时，超挖量应符合地层变形控制和施工设计要求；

4　刀盘式顶管机应有纠正顶管机旋转措施。

6.7　中继间施工

6.7.1　中继间所提供的顶进力和布设位置应符合下列要求：

1　中继间所施加的顶进力应小于管材允许顶力，且应留有足够顶力安全系数；

2　中继间的布设位置应根据预估顶进力计算确定；

3　第一个中继间所能提供的顶进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；后续中继间所能提供的顶进力应能克服两个中继间之间的管道外壁摩擦阻力。

6.7.2　中继间的结构形状应符合相应管道接头的要求，且应带有木质的传压环和钢制的均压环，端面的尺寸应与作用于其上的顶进力相适应。

6.7.3　中继间的允许转角宜大于 1.2°，合力中心应可调节。

6.7.4　中继间的安装及运行应符合下列要求：

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；当油缸规格不全相同时，其行程应同步，并应将同规格的油缸对称布置；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；

3 中继间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；

4 中继间外壳在伸缩时，滑动部分应具有止水性能和耐磨性，且滑动时应无阻滞；

5 超长距离顶管工程的中继间应具有可更换密封止水圈的功能。

6.7.5 中继间拆除应符合下列要求：

1 中继间的拆除应由前向后依次进行；

2 拆除中继间时，应将间体复原成管道，其强度和防腐性能应满足设计要求；

3 当中继间的外壳不拆除时，应在安装前进行防腐处理；

4 对有抗浮要求的钢管管道，中继间拆除后应在薄弱断面处加焊内环。

重庆工程建设

7 安全施工和环境保护

7.1 安全施工

7.1.1 施工前应对作业人员进行安全用电、防火、防毒、防缺氧等施工安全常识教育。有限空间作业安全管理应按现行国家标准《有限空间作业安全技术规范》GB46768 的相关要求执行。

7.1.2 顶管作业的相关机具工作时应有专人指挥，任何人员不得在工作回转半径范围内停留或通过。

7.1.3 遇特殊天气时，施工现场应停止作业。

7.1.4 工作井、接收井及管道顶进施工安全应符合下列要求：

1 井口顶部应设置防雨棚，四周应设置护栏及挡水墙；护栏高度应满足安全防护规定，并设置警示标志；

2 提升使用的电葫芦、吊笼应配有自动卡紧保险装置，超高限位器、吊钩防脱钩装置等应齐备；卷扬机钢丝绳应排列整齐，滚筒上缠绕圈数不少于 3 圈；

3 作业人员上下井时应挂好配有自动卡紧保险装置的防坠器；

4 孔内应设置直径不小于 14 mm 的钢筋爬梯或应急软爬梯；

5 提升设备挖出的土石方应及时运离孔口，不得堆放在孔口周边 1m 范围内；

6 竖井及管道内的作业人员应配带有毒有害气体检测设备，井上同时应配备专人监护，并同竖井及管道内人员保持通讯联络；

7 每次下井作业前，应检测孔内有毒有害气体，并向孔内持续送风，风量不宜少于 25L/s；短距离顶管可采用鼓风机通风，长距离顶管宜采用压缩空气通风；

8 应配置抽水设备，及时将井底的地下水抽排至地表。

7.1.5 现场施工用电应符合下列要求：

1 应定期对用电设备、电缆线路进行检查。用电设备必须按“一机、一闸、一漏电开关”的控制保护的原则安装施工机具，严禁“一闸”或“一漏电开关”控制和保护多台用电设备；

2 竖井及管道内照明应采用36V低压电源，潮湿时电压不超过24V，安全灯具应选用带有防水罩的产品；管内供电系统应配备防触电漏电装置；

3 顶管施工用电输出端宜分为井上供电系统、井下顶管用电系统和主千斤顶用电系统；

4 电缆线路应采用埋地或架空敷设，严禁沿地面明设，并应避免机械损伤和介质腐蚀；埋地电缆路径应设方位标志；

5 施工现场临时用电尚应符合现行行业标准《建筑与市政工程施工现场临时用电安全技术标准》JGJ/T 46的规定。

7.2 环境保护

7.2.1 施工前应对施工场地的环境因素进行辨识，形成环境因素清单，制订相应的措施。

7.2.2 顶管施工应采取措施控制噪声、扬尘、废水、废弃物以及有毒有害物质等对工程场地、周边生态环境和人身健康带来的危害。

7.2.3 施工现场应设置排水系统，排水系统严禁与稳定液循环系统串联，严禁向排水系统排放废浆液，排水沟的废水应经沉淀过滤达到标准后方可排入市政排水管网。

7.2.4 施工机械的废油废水，必须采用隔油池等有效措施加以处理，不得超标排放。

7.2.5 施工过程产生的废土、渣土及废弃稳定液应及时外运。

外运车辆应为密封车或有遮盖的自卸车。

7.2.6 施工现场出入口处应设置冲洗设施、污水池和排水沟，由专人对进出车辆进行清洗保洁。

重庆工程建设

8 施工监测

8.1 一般规定

8.1.1 顶管施工过程中，应对顶管支护结构及施工影响范围内的岩土体、周边建(构)筑物进行监测。

8.1.2 监测工作实施应符合下列要求：

1 监测实施前应编制监测方案；

2 监测工作应采用仪器监测与现场巡查相结合的方法；

3 监测工作应从顶管工程施工前开始，直至工程结束为止；

4 监测精度不应低于现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 中二等变形测量的精度要求；

5 监测单位应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时应立即通报建设及相关各方。

8.1.3 变形监测网基准点、工作基点的设置应符合下列要求：

1 基准点应选择在施工影响范围以外不受扰动的位置，基准点应稳定可靠；

2 工作基点应选择在相对稳定和方便使用的位置，在通视条件良好、距离较近的情况下，宜直接将基准点作为工作基点；

3 工作基点应与基准点进行组网和联测。

8.2 监测项目及测点布设

8.2.1 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。

8.2.2 工作井、接收井施工期间，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。

8.2.3 顶进施工期间，应对管道顶进轴线两侧不小于3倍管道埋深范围内的道路、管线、桥隧、建(构)筑物等保护对象的变形进行监测。纵横向监测断面及监测点的布设应符合下列要求：

1 地表纵向监测断面应布设在管道顶进轴线正上方，监测断面上监测点间距可按表8.2.3确定；

表8.2.3 顶进施工地表变形监测点纵向间距

管道埋深	监测范围内保护对象分布情况	纵向监测断面上测点间距(m)
$H_0 \leqslant 2.5D_0$	有	<5
	无	5～10
$H_0 > 2.5D_0$	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 每一纵向监测点处宜布置一横向监测断面，且该断面上的监测点数不宜少于5点；

3 监测范围内保护对象监测点的布设应按照现行国家标准《建筑基坑工程监测技术规范》GB 50497《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911相关要求执行。

8.2.4 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。巡查包括下列主要内容：

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。

8.3　监测频率和报警值

8.3.1　工作井和接收井的支护结构及周围地表土体、监测范围内保护对象的监测频率可按表 8.3.1 确定。

表 8.3.1　工作井和接收井监测频率

施工开挖深度(m)	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

8.3.2　地表及监测范围内保护对象的监测频率可按表 8.3.2 确定。

表 8.3.2　顶进施工地表变形监测频率

管道埋深	监测范围内保护对象分布情况	监测频率
$H_0 \leqslant 2.5D_0$	有	(1～2)次/1d
	无	1 次/(3～5)d
$H_0 > 2.5D_0$	有	1 次/(2～3)d
	无	1 次/(5～10)d

注：1　顶管工程在填土地层中顶进施工时，宜增加监测频率。

2　距顶管机头距离大于纵向监测点间距的 5 倍且变形稳定的监测点，可适当降低其监测频率。

8.3.3　工作井和接收井的支护结构、基坑周边地表土体、顶进管道上方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 8.3.3 确定。

表 8.3.3　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
道路路基沉降	2～3	20～30
建(构)筑物变形	2～3	小于建(构)筑物地基变形允许值

注：H 为工作井和接收井设计深度(m)。

8.3.4　现场巡查过程中发现下列情况之一时，应立即报警：

1　工作井和接收井的支护结构、顶管结构出现明显开裂变形；

2　工作井和接收井、顶管管道地层出现严重渗漏水；

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。

重庆工程建设

9 质量检验

9.1 一般规定

9.1.1 顶管工程所用的原材料、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。

9.1.2 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，并应符合下列要求：

1 各施工工序之间应进行交接质量检验；

2 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；

3 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；

4 检验批的质量应按主控项目和一般项目进行验收。

9.1.3 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。

9.1.4 检验批质量验收应符合下列要求：

1 主控项目的质量经抽样检验合格；

2 一般项目中的实测（允许偏差）项目抽样检验的合格率应达到 80%，且超差点的最大偏差值应在允许偏差值的 1.5 倍范围内；

3 主要工程材料的进场验收和复检合格，试块、试件检验合格；

4 主要工程材料的质量保证资料及相关试验检测资料齐

全、正确；具有完整的施工操作依据和质量检查记录。

9.1.5 分项工程质量验收应符合下列要求：

1 分项工程所含检验批的质量验收全部合格；

2 分项工程所含检验批的质量验收记录应完整、正确；有关质量保证资料和试验检测资料应齐全、正确。

9.1.6 分部工程质量验收应符合下列要求：

1 分部工程所含分项工程的质量验收全部合格；

2 质量控制资料应完整；

3 分部工程中混凝土强度、管道接口连接、管道位置及高程、管道设备安装调试、水压试验等的检验和抽样检测结果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的规定。

9.1.7 单位工程质量验收应符合下列要求：

1 单位工程所含分部工程质量验收全部合格；

2 质量控制资料应完整；

3 单位工程所含分部工程有关安全及使用功能的检测资料应完整；

4 外观质量验收应符合要求。

9.1.8 顶管施工工程质量验收不合格时，应按下列要求处理：

1 经返工重做或更换材料、构件、管节、管件、管道设备等的分项工程（检验批），应重新进行验收；

2 经有相应资质的检测单位检测鉴定能够达到设计要求的验收批，应予以验收；

3 经有相应资质的检测单位检测鉴定达不到设计要求，但经原设计单位验算认可，能够满足结构安全和使用功能要求的验收批，可予以验收；

4 经返修或加固处理的分项工程、分部工程，改变外形尺寸但仍能满足结构安全和使用功能要求，可按技术处理方案文件和协商文件进行验收。

9.1.9 通过返修或加固处理仍不能满足结构安全或使用功能要求的分部工程、单位工程，不得通过验收。

9.2 质量验收单元的划分

9.2.1 顶管工程中分部(子分部)工程、分项工程的划分应符合表 9.2.1 的规定。

表 9.2.1 顶管工程分部(子分部)工程、分项工程的划分

单位工程	分部(子分部)工程	分项工程
顶管工程	工作井和接收井	钢筋、模板与支架、混凝土、现浇结构
	顶管	导轨安装、顶进装置安装及调试、中继间安装、注浆系统配置、管道顶进、管道连接(焊接、承插)、管道防腐、排水、试验与调试

9.2.2 检验批可按工程量、施工段、施工时间等进行划分。工作井、接收井结构可按一个基坑作为一个检验批，管道可按每 50 节～100 节作为一个检验批进行验收。

9.2.3 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 9.2.1 未涵盖的分部工程及分项工程的划分，由建设单位组织监理、施工等单位按实际情况共同确定。

9.3 工程质量验收

9.3.1 工作井、接收井支护结构施工质量验收标准应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141 的规定执行。

9.3.2 工作井、接收井质量验收应符合下列要求：

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检报告。

2）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。

3）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）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、接收井施工允许偏差应符合表 9.3.2 的规定。

表 9.3.2　工作井、接收井施工允许偏差

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	井壁预留洞口	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%h_2	每座	1 点	垂线及尺量
		水平扭转度		0.1%B_h			

注：h_2 为后背墙的高度（mm）；B_h 为后背墙的宽度（mm）。

9.3.3　顶管管道质量验收应符合下列要求：

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。

2）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。

3）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）管道接口端部应无破损、顶裂现象，接口处无滴漏。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察。

5）竣工后管道功能性检验合格。

检查数量及方法应符合 9.3.3-1 的规定。

表 9.3.3-1　管道功能性验收表

类别	检查方法	检查数量
无压管道	闭水试验或闭气试验	按井段数量抽检，选取不少于 1/3 进行试验
压力管道	水压试验	按井段数量全数检查，井段长度大于 1000m 时应分段试验
所有管道	缺陷检测	按井段数量抽检，选取不少于 1/3 进行试验

2　一般项目

1）管道与井壁进、出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 9.3.3-2 的规定。

重庆工程建设

表 9.3.3-2　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
				钢筋混凝土管、玻璃纤维增强塑料夹砂管、球墨铸铁管	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	D_0<1500	+30,-40	+60,-60			用水准仪或水平仪测量
			D_0≥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≤150D_0	水平曲线	150				用经纬仪测量
			竖曲线	150				
			复合曲线	200				
		R>150D_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≤150D_0	水平曲线	+100,-150				用水准仪测量
			竖曲线	+150,-200				
			复合曲线	±200				
		R>150D_0	水平曲线	+100,-150				
			竖曲线	+100,-150				
			复合曲线	±200				

续表 9.3.3-2

检查项目			允许偏差		检查频率		检查方法
			钢筋混凝土管、玻璃纤维增强塑料夹砂管、球墨铸铁管	钢管	范围	点数	
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		≤0.03D_0				
8	对顶时两端错口		50				

注：L——顶进长度(m)；△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)。

9.3.4 顶管工程验收时应具备下列资料：

1 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。

重庆工程建设

附录 A　顶管顶进力估算

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　直线顶管总顶进力可按下式估算：

$$F = \pi D_0 L f_k + F_0 \tag{A.0.2}$$

式中：F——直线顶管总顶进力(kN)；

L——管道顶进长度(m)；

f_k——管道外壁与土之间的平均摩阻力(kN/m²)，可通过试验确定；当采用触变泥浆减阻技术时，其取值可参照表 A.0.2 选取；

F_0——顶管机的迎面阻力(kN)，可参照表 A.0.3 进行计算。

表 A.0.2　采用触变泥浆减阻时管壁单位面积平均摩阻力 f_k(kN/m²)

土层类型		粘性土	粉土	粉细砂	中粗砂、碎石土、卵石土	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
	玻璃纤维增强塑料夹砂管	1.5～2.0	2.0～3.0	4.0～5.0	5.0～7.0	1.0～2.0

注：1　球墨铸铁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。

A.0.3　对于不同的顶进方式，顶管机的迎面阻力计算可按表 A.0.3中公式进行。

表 A.0.3　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	$F_0 = \pi(D-t)t_r P_r$	t_r ——刃口厚度(m)
挤压式	$F_0 = \frac{\pi}{4}D^2(1-e)P_r$	e ——开口率
网格挤压式	$F_0 = \frac{\pi}{4}D^2\alpha_0 P_r$	α_0 ——网格截面参数,可取 0.6～1.0
气压平衡式	$F_0 = \frac{\pi}{4}D^2(\alpha_0 P_r + P_n)$	P_n ——气压(kN/m²)
土压平衡式 泥水平衡式	$F_0 = \frac{\pi}{4}D^2 r_s H_0$	γ_s ——土的重度(kN/m²); H_0 ——管道埋深(m)

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

A.0.4　曲线顶管总顶进力可按下式估算:

$$F' = kF \tag{A.0.4}$$

式中:k——顶进力附加系数,可根据曲率半径 R 值按表 A.0.4 选取。

表 A.0.4　曲线顶管顶进力附加系数 K 值

R	300 D_0	250 D_0	200 D_0	150 D_0	100 D_0
k	1.1	1.15	1.2	1.25	1.3

R——曲率半径(m)。

A.0.5　钢筋混凝土管、钢管及玻璃纤维增强塑料夹砂管管材允许顶力可按下式计算:

$$F_p = \psi\sigma_p A_p \tag{A.0.5}$$

式中,F_p ——管材允许顶力(kN);

ψ ——管材综合系数,钢筋混凝土管可取 0.391,钢管可取 0.346,玻璃纤维增强塑料夹砂管可取 0.277;

σ_p ——管材抗压强度设计值(kN/m²);

A_p ——管道最小有效传力面积(m²)。

附录 B　后背墙承载力计算

B.0.1　后背墙结构应符合以下要求：

1　后背墙的强度不应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　结构应简单、装拆方便。

B.0.2　利用已顶进的管道承受后座反力时，应符合下列要求：

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　应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　后背墙承载力可按照下式计算：

$$R_c = S_0 \cdot B_h \cdot \left(\gamma_s \cdot h_2^2 \cdot \frac{K_p}{2} + 2C \cdot h_2 \cdot \sqrt{K_p} + \gamma_s \cdot h_1 \cdot h_2 \cdot K_p\right) \tag{B.0.4}$$

式中：R_c——后背墙承载力(kN)；

S_0——后背墙承载力计算系数，取 1.5～2.5；

B_h——后背墙的宽度(m)；

h_2——后背墙的高度(m)；

γ_s——土的重度(kN/m³)；

K_p——被动土压系数，可按 $K_p = \tan^2(45 + \varphi/2)$ 计算，其中 φ 为土体内摩擦角；

C——土的粘聚力(kN/m²)；

h_1——地面到后背墙顶部土体的高度(m)。

B.0.5 后背墙承载力也可分别用下列公式计算：

不考虑后背支撑情况时：

$$R_c = \frac{K_p \cdot \gamma_s \cdot H}{\eta} \cdot B_h \cdot h_2 \qquad (B.0.5\text{-}1)$$

考虑后背支撑情况时：

$$R_c = \frac{K_p \cdot \gamma_s \cdot B_h \cdot H}{2 \cdot \eta}(h_1 + 2h_2 + h_3) \qquad (B.0.5\text{-}2)$$

式中：H——工作井的深度(m)；

h_3——后背墙埋入工作井基坑底部深度(m)；

η——安全系数，通常取 $\eta \geqslant 1.5$。

图 B.0.5 后背墙土压力计算简图

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（或要求）”或“应按……执行”。

重庆工程建设

引用标准名录

1 《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202

2 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204

3 《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268

4 《建筑基坑工程监测技术规范》GB 50497

5 《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911

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

10 《玻璃纤维增强塑料夹砂管》GB/T 21238

11 《建筑与市政地基基础通用规范》GB 55003

12 《建筑与市政工程施工质量控制通用规范》GB 55032

13 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300

14 《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205

15 《橡胶密封件给、排水管及污水管道接口密封圈材料规范》HG/T 3091

16 《碳素结构钢》GB/T700

17 《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

18 《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

19 《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》GB 50086

20 《污水综合排放标准》GB 8978

21 《一般工业固体废物储存、处置场污染控制标准》GB 18599

22 《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46

重庆工程建设

重庆市工程建设标准

顶管工程施工及验收技术规程

DBJ50/T-544-2026

条文说明

2026 重 庆

重庆工程建设

重庆工程建设

目　次

1　总则 …… 51
3　基本规定 …… 52
4　管材及管件连接 …… 54
4.1　管材 …… 54
4.2　钢筋混凝土管 …… 54
4.3　钢管 …… 55
4.5　球墨铸铁管 …… 56
5　工作井和接收井施工 …… 58
5.1　一般规定 …… 58
6　顶进施工 …… 59
6.1　一般规定 …… 59
6.2　设备安装 …… 59
6.3　始发和接收 …… 60
6.4　管道顶进 …… 60
6.5　注浆减阻 …… 61
6.6　施工测量和纠偏 …… 61
6.7　中继间施工 …… 61
7　安全施工和环境保护 …… 63
7.1　安全施工 …… 63
8　施工监测 …… 64
8.1　一般规定 …… 64
8.2　监测项目及测点布设 …… 64
8.3　监测频率和报警值 …… 65
9　质量检验 …… 66

重庆工程建设

9.1 一般规定 …… 66
9.2 质量验收单元的划分 …… 66
9.3 工程质量验收 …… 67
附录 A 顶管顶进力估算 …… 68
附录 B 后背墙承载力计算 …… 69

重庆工程建设

1 总 则

1.0.1 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。本标准中所称的顶管工程，含工作井、接收井和管道顶进施工。

1.0.2 顶管断面有圆形和矩形两种，由于矩形顶管的结构形式、受力特性、对覆盖层岩土体的应力变形影响及顶管施工工艺等方面与圆形顶管存在差别，且重庆地区的顶管施工以圆形为主，积累的工程经验较为丰富，故本标准未包括矩形顶管。

重庆工程建设

3 基本规定

3.0.1 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,根据国家住建部及重庆市相关管理规定,采用该工艺时,应经专家论证认为可行后方可实施。

3.0.2 城区顶管工程的周边环境及实施条件较复杂,经常穿越既有建(构)筑物、地下管线等,在没有地勘资料及周边建(构)筑物、地下管线和障碍物等相关资料条件下,因施工而引发工程质量事故的案例屡见不鲜,因此本条强调在顶管施工前,必须取得勘察报告和影响范围内建(构)筑物、地下管线和障碍物等资料。

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。顶管工程施工安全应符合现行行业标准《建筑施工安全检查标准》JGJ 59、《市政工程施工安全检查标准》CJJ/T 275 的有关规定。

顶管工程施工应具有施工管理体系，建立质量控制和检验标准，并应采取安全和环境保护措施。

3.0.4 顶管距离较长、管顶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。根据重庆地区工程经验并参考福建、吉林、广东等地顶管工程技术要求，提出手掘式顶管工艺一次顶进长度不宜大于50m的要求。另外，当管顶覆土厚度较薄而采用机械顶管工艺时，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、地面沉降、地表水体疏干等问题。

重庆工程建设

4 管材及管件连接

4.1 管 材

4.1.1～4.1.3 顶管材质应根据管道用途、管材特性及工程项目地的实际情况综合确定。设计有专门要求时应按设计施工图，设计没有特别要求时，可按 4.1.1～4.1.3 确定管材及构配件。

钢筋混凝土顶管质量在现行行业标准《顶进施工法用钢筋混凝土排水管》JC/T 640 及现行国家标准《混凝土和钢筋混凝土排水管》GB/T 11836 中均有相应要求；玻璃纤维增强塑料顶管质量在现行国家标准《玻璃纤维增强塑料顶管》GB/T 21492 中有相应要求；密封圈质量在现行行业标准《橡胶密封件给、排水管及污水管道接口密封圈材料规范》HG/T 3091 中有相应要求，可参照执行。

4.1.4 钢筋混凝土管材的单节长度以 2.0m～3.0m 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 现行行业标准《顶进施工法用钢筋混凝土排水管》JC/T 640 要求制管用混凝土强度等级不得低于 C40，现行国家标准《混凝土和钢筋混凝土排水管》GB/T 11836 要求制作顶管的混凝土强度等级不应低于 C45，本条取 C45。

4.2.2 混凝土管柔性钢承口接头构造如下图所示(图 1)；柔性双插口接头构造如下图所示(图 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。

1—钢套环固定钢筋；2—钢套环；3—木垫圈；4—密封圈。

图 1　柔性钢承口接头

1—钢或不锈钢圈；2—木垫圈；3—密封圈。

图 2　柔性双插口接头

4.2.5　环形缓冲木垫圈的主要作用是提供一个缓冲区域，以减少管材在顶进过程中受到的压力冲击。这种垫圈能够吸收部分应力，防止管材在顶进过程中因为直接接触而造成的损坏。此外，环形缓冲木垫圈还能帮助维持管材之间的正确对齐，确保顶管施工的顺利进行。

4.3　钢　管

4.3.3　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 3 所示。

图 3　钢管焊接接口形式

4.5　球墨铸铁管

4.5.1　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 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。

1—水泥保护层；2—顶推法兰；3—球墨铸铁管身。

图 4　球墨铸铁顶管外形

重庆工程建设

5 工作井和接收井施工

5.1 一般规定

5.1.3 当地下水位较低、井周边环境较为简单、且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现行国家标准《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。

重庆工程建设

6 顶进施工

6.1 一般规定

6.1.2 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,在顶管施工前应核实周边建(构)筑物、地下管线和障碍物等分布情况,并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。

6.1.5 顶管施工时应综合考虑场地的工程地质、水文地质条件,并针对特殊的地质条件可能遇到的工程问题提出相应的处置措施,如饱和砂土在机械振动后易发生液化、软土在开挖扰动后强度出现急剧下降,均可能引起顶管设备沉陷;顶管穿越软硬较大差异地层时易出现顶进方向偏移,穿越松散填土地层时易出现管内塌方及地面沉降;穿越岩溶场地遇溶洞出现机头掉落;水下作业引起顶管机上浮等的处理措施。

6.2 设备安装

6.2.3 千斤顶安装方式对顶管顶进质量有重要影响,一般情况下,安装的千斤顶数量宜为偶数,且主顶站使用顶进力不宜超过满负荷的60%。为防止管道穿墙时下偏,千斤顶合力中心应低于管中心标高,一般可取为管道外径的1/10~1/8。

6.2.4 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。

6.3 始发和接收

6.3.1 井壁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。

6.4 管道顶进

6.4.2 管道初始顶进时应控制顶进速度，不宜过快，在此过程中应根据顶进地层条件总结分析设备顶进相关参数，为正常顶进提供依据。顶管正常顶进时应控制开挖量与出土量的平衡。顶进压力应根据顶管机机型确定，一般情况下，土压平衡式顶管机的土压力值宜设定在静止土压力值与被动土压力值之间；气压平衡顶管机的气体压力值宜高出地下水压力 10kPa 以上；泥水平衡顶管机泥水压力值宜等于地层和地下水压力之和。

6.4.3 由于工作井施工时周围土体被扰动，顶管机出洞时，洞外土体易流失，同时顶管机自重太重，所以要采取防“磕头”措施。

6.4.4 顶进过程中由于周围土质的变化，纠偏的影响及管内设备的不均布置，造成管道推进时发生不同程度的扭转，所以要采取防扭措施。

6.4.9 工具管是指安装在被顶进管道前方，供顶管施工人员在里面进行挖土、纠偏和测量等作业的钢制管节。

开始人工挖土前，应先将顶管机的刃口部分切入周边土体中。挖土程序按自上而下分层开挖，严防正面坍塌，必要时可辅以降水或注浆加固等施工措施，以保证土体的稳定。

6.4.10 泥水平衡顶管主要是通过泥水仓内的泥浆压力平衡开挖面水土压力，而泥浆粘度的大小可影响泥浆压力的稳定性。粘度适中的泥浆能有效平衡土压力，减少对周围土体的扰动；粘度

过低可能导致泥水仓压力不足，引发开挖面坍塌和地面沉降，过高粘度则可能增加顶进阻力，间接导致土体挤压隆起。因此，泥水压力的大小在一定程度上可通过泥浆粘度控制。

6.5 注浆减阻

6.5.1 管道顶进过程中须采取措施减小管壁摩擦阻力，常用向管外壁与土体间注入润滑浆的方式进行减阻。应保证顶进进管道外壁与土体之间形成稳定的、连续的泥浆套，其效果可通过顶进力降低程度来验证。顶进过程中，要求经常检查各推进段的浆液形成情况。

长距离顶管线路长，每间隔一定的距离增设压浆泵的目的是，确保全程注浆压力不致相差过大。

6.5.2 触变泥浆的粘度通常采用漏斗粘度进行测量，单位是秒(s)。稳定性指泥浆性能保持不变的持久性，以 24h 后从泥浆中离析出来的水分与原体积的比作为稳定指标。

6.6 施工测量和纠偏

6.6.5 施工过程中轴线及高程管控应实时进行，测量保证勤纠偏、少纠偏，避免偏差较大而一次纠偏到位，影响顶进质量。刀盘式顶管机纠偏时，可采用调整挖土方法、调整顶进合力方向、改变切削刀盘的转动方向、在管内相对于机头旋转的反向增加配重等措施。

6.7 中继间施工

6.7.4 中继间主要用于长距离顶管施工中，当主顶千斤顶的顶力不足以克服管道与土壤之间的摩擦力时，需要设置中继间来分

段顶进，以分散顶力，确保施工的顺利进行。中继间一般由钢制外壳、顶进管道、千斤顶组、千斤顶紧固件、密封件和电器、液压等操纵系统组成。

重庆工程建设

7 安全施工和环境保护

7.1 安全施工

7.1.1 顶管工程中工作井、接收井及管内施工均属于有限空间作业，作业安全管理要求应严格按《有限空间作业安全技术规范》GB 46768 规定执行，确保作业人员安全。

重庆工程建设

8 施工监测

8.1 一般规定

8.1.1 本条对顶管工程在施工阶段的监测对象提出了要求。顶管工程的监测对象主要包括顶管工作井和接收井支护结构、周围岩土体和周边环境。顶管施工的影响范围含支护结构和管道顶进施工影响范围两部分。周边建(构)筑物主要包括施工影响范围内的建筑物、地下管线、市政道路、桥梁、既有轨道交通以及其他城市基础设施。

8.1.2 监测实施前应编制监测方案,监测方案的内容通常包含工程概况、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。当工作井、接收井或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。

仪器监测可以取得定量的数据、进行定量分析,巡检以目测为主,可以起到定性、补充的作用,两种方法互为补充、相互验证。

8.2 监测项目及测点布设

8.2.1 岩土体及周边环境的初始变形情况应在支护结构土石方开挖前及管道顶进施工前进行首次测试,以得到稳定的初始值,若在施工过程中才开始布点测试,将无法采集到完整的数据信息,将给监测数据分析及预报带来困难,甚至出现漏报现象。

8.2.3 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。

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。

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。

8.3 监测频率和报警值

8.3.1、8.3.2 监测频率不是一成不变的，应根据基坑开挖深度及顶管工程施工进程并结合施工对周边环境的影响情况及时做出调整。对于基坑工程，随着开挖深度增加，支护结构处于逐渐加载状态，结构的受力变形逐渐增加，失稳破坏的风险也同步增大，因此应提高监测频率。管道顶进过程中，顶管机机头附近的岩土体受土石方开挖卸荷影响变形量较大，应加密监测，而距机头距离较远的区域，岩土体变形逐渐稳定，可适当降低监测频率。

8.3.3 监测报警是顶管工程实施监测的主要目的之一，是预防工程事故、确保顶管工程及周边环境安全的重要措施。受地基条件及周边环境复杂性、支护结构及岩土体的变形计算理论尚不成熟等影响，目前尚不能给出较为合理的理论变形计算值，本条中给出的监测报警值是工程经验的总结。当设计要专门要求时，应以设计施工图提出的报警值为准。

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》GB 50911 相关要求执行。

9 质量检验

9.1 一般规定

9.1.2 本条主要内容与国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202、重庆市地方标准《建筑与市政工程地基基础施工质量验收标准》DBJ 50-125 的规定保持一致。第 1 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 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 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。

9.2 质量验收单元的划分

9.2.2 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。

9.3 工程质量验收

9.3.3 闭水试验、闭气试验及水压试验的相关试验要求可按现行国家标准《给水排水管道施工验收规范》GB 50268 的相关规定执行；缺陷检测可按现行行业标准《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181 的相关规定执行。

9.3.4 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。

重庆工程建设

附录 A　顶管顶进力估算

A.0.2　表 A.0.2 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》GB 50268 及福建、广东等相关地方标准给出的参考值。

A.0.3　管道外壁与土之间的平均摩阻力 f_k 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。

重庆工程建设

附录 B　后背墙承载力计算

B.0.1　顶管工作站是指在顶管工作井内设置的，用于开展顶管施工作业的工作站点，包含各种顶管施工所需的设备和装置等，通过这些设备装置的协同工作，推动顶管施工的进行。

B.0.5　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。

重庆工程建设