
一、给水排水顶管工程施工技术标准

（一）保证措施

- 1、混凝土顶管应在管节混凝土强度达到设计强度的 90% 后进行。
- 2、管材运输时管节两端头应有支撑措施。
- 3、管材堆放场地应平整坚实，堆放时应平稳，防止滚动，不宜多层叠放。
- 4、多条平行管道采用顶管法施工的，施工顺序宜先深后浅、先大后小。
- 5、管道顶进施工在非特殊情况下应连续作业。
- 6、顶管施工停止时间超过 48h，且顶进距离达到设计距离的 50% 时，应重新进行起动顶力验算，并配备足够的主顶千斤顶。
- 7、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。

（二）施工准备

- 1、顶管施工前应熟悉施工图纸，参加施工图纸会审，掌握设计意图。
- 2、在含水砂层、复杂地层及临近水体区域，应充分掌握水文地质资料。
- 3、在环境保护要求很高的砂性土层中进行顶管施工，当地下水压力大于 98kPa，粘粒含量小于 10%，渗透系数大于 10cm/s，并有严重流砂时，宜采用泥水平衡或开挖面加注高浓度泥浆的土压平衡的顶管机施工。
- 4、在地下水位以上的顶管可采用敞开类顶管机，地下水位以下的顶管采用平衡功能类型的顶管机。
- 5、应结合工程特点、施工部署及计划安排，支护施工围挡、搭建现场临时生产和生活设施，并应制定文明施工管理措施，做好环境保护工作。
- 6、施工临时设施应根据工程特点合理设置，并有总体布置方案。对不宜间断施工的项目，应有备用动力设备。
- 7、顶管施工前应编制施工方案，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）工作井位置选择、结构类型及其洞口封门设计；
 - （4）管节、接口选型及检验，内外防腐处理；
 - （5）顶管进、出洞口技术措施，地基改良措施；

-
- (6) 顶力计算、后背设计和中继间设置；
 - (7) 减阻剂选择及相应技术措施；
 - (8) 施工测量、纠偏的方法；
 - (9) 曲线顶进及垂直顶升的技术及控制措施；
 - (10) 地表及构筑物变形与形变监测和控制措施；
 - (11) 安全技术措施、应急预案；
 - (12) 环境保护措施。

8、施工单位必须遵守国家 and 地方政府有关环境保护的法律、法规，采取有效措施控制施工现场的各种粉尘、废气、废弃物以及噪声、振动等对环境造成的污染和危害。

（三）工作井施工

1、工作井围护结构形式应根据地质资料、管道埋深、地下水位、环境条件等合理选择，工作井施工应符合现行国家标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ120的规定。

2、工作井预留洞口制作应采用圆形模板，模板尺寸允许偏差±5mm 模板的强度和刚度应符合保持洞口圆度的要求。

3、工作井（接收井）洞口封门应符合下列规定：

（1）洞口封门应考虑工作井的结构形式、深度、土质情况、顶管机形式等，合理选择封门类型；

（2）洞口应设置相应的止水措施，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；在砂性土、粉土等土层宜采用盘根止水；在粘性土土层宜采用橡胶板止水；在承压水土层中宜用组合形式止水；顶管结束后，管道与洞口的间隙应及时进行封堵；

（3）采用钢管做预埋顶管洞口时，钢管外宜加焊止水环；

（4）工作井出洞封门应拆除方便，拆除时应减小对洞门土层的扰动。钢板桩工作井可拔起或切割钢板桩露出洞口，并采取措施防止洞口上方钢板桩下落；沉井工作井拆除洞口封门，应同时清除井壁外侧的封板和其他封填物；

（5）拆除工作井进洞封门后，顶管刀盘应及时靠上开挖面，立即进行后续顶进施工；

(6) 顶管机在靠近接收井洞口时，应降低正面土压力的设定值，同时控制顶进速度与出泥量的平衡。是砖封门时，可用顶管机直接把砖封门挤倒或用刀盘慢慢将砖封门削掉；

(7) 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。

4、当采用沉井作为工作井时应考虑沉井下沉对周围土体的影响。

(四) 设备安装

1、顶管后背墙安装应符合下列规定：

(1) 后背墙设计应通过详细计算，承载能力应满足最大顶进力的需求；

(2) 后背墙所用材料应均匀一致；

(3) 后背墙表面应平直，且垂直于顶进轴线；

(4) 后背墙可采用装配式后座或整体式后座；采用装配式后座墙时，应满足下列要求：1) 装配式后背墙宜采用方木、型钢或钢板等组装，组装后的后背墙应有足够的强度和刚度；2) 后背墙墙面应平整，并与管道顶进方向垂直；3) 装配式后背墙的底端宜在工作坑底以下，且不宜小于 500mm 4) 后背墙应与后座墙贴紧，有间隙时应采用填缝材料填塞密实；5) 组装后背墙的构件在同层内的规格应一致，各层之间的接触应紧贴，并层层固定；

(5) 利用已顶进完毕的管道作后背墙时，应符合下列规定：1) 待顶管道的顶进力应小于已顶管道的顶进力。2) 后背墙钢板与管口之间应衬垫缓冲材料，保护已顶入管道的接口不受损伤；6 无原状土作后座墙时，应采用结构简单、稳定可靠、就地取材、拆除方便的人工后背墙；7 后背墙安装允许偏差如下：垂直度 $0.1\%H$ 水平扭转度 $0.1\%L$ ，其中 H 为装配式后背墙的高度 (mm)， L 为装配式后背墙的长度 (mm)。

2、导轨的安装应符合下列规定：

(1) 导轨应采用钢质材料制作；

(2) 导轨安全满足其整体刚度和强度要求；

(3) 导轨对管道的支承角宜为 60° ，导轨的高度应保证管道中心对准穿墙孔中心，导轨的走向应与设计轴线一致；

(4) 导轨安放前，应先复核管道中心的位置，并应在施工中经常检查校核；

(5) 安装后两导轨应顺直、平行、等高、稳固，其坡度应与管道设计坡度

一致；

(6) 导轨安装完毕后应在预留洞口内安装副导轨，副导轨的安装要求与主导轨保持一致；

(7) 顶进施工时，固定在工作井底板上的导轨不应产生位移、沉降和变形；

(8) 导轨安装的允许偏差如下：轴线位置： $\pm 3\text{mm}$ 标高： $0\sim+3\text{mm}$ 轨道内距： $\pm 2\text{mm}$

3、顶管机的安装与调试应符合下列规定：

(1) 顶管机安装前应做一次安装调试，清洗油管，保持电路系统干燥，机头运转调试各部分动作正常，液压系统无泄漏；

(2) 顶管机的尺寸和结构应完全符合实际工程要求，在吊装前应做详细的检查；

(3) 在吊装顶管机时应平稳、缓慢、避免任何冲击和碰撞；

(4) 顶管机安放在导轨上后，应测量前后端中心的方向偏差和相对高差，并做好记录，顶管机的接触面应相互吻合；

(5) 带帽檐的顶管机和封闭式顶管机应按设计要求正确定位，两边对称；

(6) 顶管机下坑后，刀盘应离开封门 1m 左右，放置平稳后重测导轨标高，高程误差不应超过 5mm 凿除封门时应凿除干净，使顶管机刀盘贴住前方土体。

4、千斤顶的配置及安装应符合下列规定：

(1) 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) 千斤顶多于一台时，应取偶数，宜规格相同，行程同步，每台千斤顶的使用压力不应大于其额定工作压力，千斤顶伸出的最大行程应小于油缸行程 100mm 左右；

(3) 千斤顶宜固定在支架上，应符合中线和顺直要求，且应以管道中心线为轴对称布置；

(4) 千斤顶的油路应并联，每台千斤顶应有进油、退油控制系统；

(5) 千斤顶活塞退回时，油压不得过大，速度不得过快；

(6) 主顶千斤顶可固定在组合千斤顶架上做整体吊装，根据其顶进力对称布置的要求，通常选用 2、4、6 只按偶数组合。

5、顶铁安装应符合下列规定：

-
- (1) 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；
 - (2) 顶铁表面应平整，尺寸符合设计和施工要求，两个受压面平行；
 - (3) 合理选用顶铁形式，优先采用整体式顶铁，因顶程不满足施工要求时，可采用分块拼装式顶铁；
 - (4) 顶铁与管口之间应设置缓冲材料；
 - (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应平行，与管轴线距离相等，并应与管口平面垂直；
 - (6) 顶铁安装完成后，顶铁轴线应与管道轴线平行、对称，顶铁与导轨和顶铁之间的接触面不得有泥土、油污；
 - (7) 顶进时，工作人员不得在顶铁上方及侧面停留，并随时观察顶铁有无异常迹象；
 - (8) 更换顶铁时，应优先选用长度大的顶铁，顶铁拼装后锁定；
 - (9) 顶铁闲置时应做好顶铁的成品保护和检查，发现有腐蚀、变形等现象及时处理。

6、油缸泵安装应符合下列规定：

- (1) 油泵应与千斤顶相匹配，油泵流量应满足顶进要求，宜设置在千斤顶附近，同时配备备用油泵；
- (2) 油泵安装完毕，应进行试运转；油管应顺直、转角少；
- (3) 导向油缸应根据管径大小、顶进方法、顶管机长度、地质条件等因素来选择吨位值；
- (4) 顶进开始时，油压应缓慢升高，待各接触部位密合后，按正常速度顶进；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。

7、注浆泵安装应符合下列规定：

- (1) 泵体应水平放置，稳固地安装在基础上；
- (2) 根据现场情况，宜选用较短吸入管缩短吸程；
- (3) 压力表宜装置在注浆泵出浆口处；
- (4) 安装高压管路及泵头各部件时，应确保各丝扣连接完好；
- (5) 输送管道宜减少弯曲，不得对管道加压或悬挂重物。

8、视频监控安装应符合下列规定：

(1) 视频监控设备应状态良好，稳固的安装于顶管机头内部；

(2) 视频监控画面应清晰流畅，并能反映顶管机各项指标及顶进方向偏差值。

9、配电设备安装应符合现行国家标准《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ46的规定。

10、根据出土方式的不同，出土设备安装应满足下列要求：

(1) 泥水平衡系统安装应符合下列规定：1) 根据场地条件设置泥浆箱或泥浆池，宜使用泥水处理器对泥水进行分离；2) 进浆泵宜靠近泥浆箱安装，使用螺杆泵以减少脉动现象，浆液应保证搅拌均匀，系统应配置减压系统，在注浆泵出口处 1m 外以及顶管机机头注浆处各安装一只隔膜式压力表，用于准确观测注浆压力；3) 泥浆箱出浆口宜高出箱底 500mm 出浆口宜设置截止阀，再通过软管与进浆泵连接；4) 排浆泵安装在井内或管道内，井内安装高度宜高出井底 500mm 管内安装宜离开顶管机 50m~70m 5) 管路拐弯处应使用弯头连接。

(2) 土压平衡顶管施工的排渣设备安装应符合下列要求：1) 采用泥土泵排土时，送土管应平直、少弯道，送土管间连接应严密，送土管间的折角不宜超过 2°；2) 采用轨道车装泥时，道轨对接错位水平向不应大于 5mm 高低不应大于 2mm 轨道两端应设置轨道车防撞装置；3) 采用卷扬机牵引轨道车时，卷扬机的线速度不宜大于 0.5m/s。

11、起重设备安装应符合下列规定：

(1) 顶管施工应配备起重吊装设备，其起重性能应满足如下各项工作要求：

1) 顶管机和顶进设备的装拆；2) 顶进管道的吊放和顶铁的装拆；3) 土方和材料的垂直运输。

(2) 设备进场安装后应进行质量验收，合格后方可投入使用；

(3) 起重设备应建立现场维修保养、定期检查和交接班制度，并按照起重机械相关安全操作规程执行。

(五) 顶管始发

1、始发前应对顶管允许顶力、管材的允许顶力、后背墙土体允许顶力及反力架的刚度和强度进行验算复核，验算通过后方可顶进施工。

2、顶管洞口施工应符合下列规定：

-
- (1) 顶管洞口位置应符合设计和施工方案的要求；
 - (2) 洞口周围根据水位情况采用有效降水措施；
 - (3) 施工前，顶管洞口应根据工程的水文地质条件、顶管机类型、工作井围护结构形式、周围环境等因素进行合理加固；
 - (4) 加固后，应检测加固体的强度、抗渗性能，合格后方可始发顶进；
 - (5) 洞口应干净，顶管机始发时，导轨上管道应与洞口的止水装置保持同轴，避免损坏洞口的止水装置；
 - (6) 软弱地层时洞口外缘宜设支撑点。
- 3、在开始顶进前应检查下列内容，确认条件具备时方可开始顶进：
 - (1) 全部设备经过检查并经过试运转。主要包括液压、电器、压浆、气压、水压、照明、通讯、通风等操作系统是否正常工作，各种电表、压力表、换向阀、传感器、流量计等是否能正确显示其处于正常工作状态，然后进行联动调试，确认没有故障后，方可准备顶管始发；
 - (2) 顶管机在导轨上的中心线、坡度和高程应符合规定；
 - (3) 采取了防止流动性土或地下水由洞口进入工作坑的措施；
 - (4) 开启封门的措施完备。
 - 4、顶管机始发时应设置延伸导轨，其轴线应与工作井内导轨一致。
 - 5、顶管设备吊装应根据顶管设备部件的最大重量和尺寸选用吊装设备，吊装设备应符合安全要求。
 - 6、顶管组装完成后，应对各项系统进行空载调试然后再进行整机空载运行。
 - 7、顶管始发时，千斤顶应均匀顶进，防止反力架受力不均而倾覆。
 - 8、顶管始发时应保证洞口止水效果，顶管尾端通过洞口后，应立即进行补充二次注浆，尽早稳定洞口。
 - 9、顶管内各个后配套系统必须布置合理，机车运输系统、人行系统、配套管线布置必须保持必要的安全间距，严禁发生交叉。
 - 10、建（构）筑物、地下管线的安全保护应制定技术措施，并应标出施工区域内和外的建（构）筑物、地下管线的分布示意图。

（六）顶管顶进

- 1、顶管顶进阶段应符合下列规定：

(1) 顶管顶进应根据不同的地质情况，施工监测结果、试顶进经验等因素选用合适的顶进参数；

(2) 土压平衡顶进时，应使开挖土体充满土仓，排土量与开挖量相平衡；

(3) 泥水平衡顶进时，应保持泥浆压力与开挖面的水土压力相平衡、排土量与开挖量相平衡；

(4) 顶管顶进时应控制顶管机姿态，顶进过程中确保管道轴线与设计一致，轴线偏差超过 10mm 时，禁止一次纠偏到位；

(5) 顶管通过河、湖地段时应详细查明工程地质和水文地质条件和河床状况，设定适当的开挖面压力，加强开挖面管理与顶进参数控制，防止冒浆和地层坍塌；

(6) 下穿或近距离通过既有建（构）筑物、地下管线前应根据实际情况对其地基或基础进行加固处理，并控制顶进参数，加强沉降、倾斜观测。

2、顶管机进入土层后的管端处理应符合下列规定：

(1) 进入接收坑的顶管机和管端下部应设枕垫；

(2) 管道两端露在工作坑中的长度不得小于 0.5m，且不得有接口；

(3) 钢筋混凝土管道端部应及时浇筑混凝土基础。

3、管材连接应符合下列规定：

(1) 管道接头用的橡胶密封圈断面形状、尺寸及材质应符合设计要求；

(2) 顶进前应对钢套环、橡胶密封圈及衬垫材料作检测和验收；

(3) 承插接头施工前，应用粘结剂将橡胶密封圈正确固定在槽内，并应涂抹对橡胶无腐蚀作用的润滑剂，承插时外力必须均匀，承插后橡胶密封圈不应移位且不应反转。承插后，应对双道橡胶密封圈进行单口打压试验，合格后方可进行顶进作业；

(4) 钢筋混凝土管施工完成后，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；

(5) 钢管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) 钢管焊缝不应有裂缝、气孔、夹渣及融合性飞溅等缺陷；

(7) 钢管拼装后待焊缝冷却，应进行无损探伤试验检测；

(8) 钢管与工作井、接收井的井墙均采用刚性连接时，必须验算温差作用下井墙强度变形和管道的连接强度；

(9) 钢管焊缝质量检查应符合设计文件及现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB50236与《现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范》GB50683的要求；

(10) 玻璃纤维增强塑料夹砂管在顶进时，应在每根管节接口端面、顶铁及中继间接触面加设木衬垫。

4、采用人工顶进顶管法时，应符合下列规定：

(1) 人工顶进顶管法应配置工具管施工；

(2) 手掘式挖土工具管应满足施工人员在工具管内作业取土、测量放线及方向纠偏等工作所需的作业空间；

(3) 工具管适用条件：1) 适用于手掘式挖土顶管施工；2) 地下自稳性能好的土质或通过相关处理措施后有良好自稳性能的土质。4 顶管机接触或切入土层后，应自上而下分层开挖；顶管机迎面的超挖量应根据土质条件确定；

(4) 顶管机接触或切入土层后，应自上而下分层开挖；顶管机迎面的超挖量应根据土质条件确定；

(5) 在开始顶进 5m~10m 的范围内，允许偏差应为：轴线位置 3mm 高程 0mm~+3mm 超过允许偏差时，应采取措施纠正。在软土层中顶进混凝土管时，为防止管节偏移，可将前 3~5 节管与顶管机联成一体；

(6) 在顶管机后接入第一节管道时，顶管机尾部应至少有 200mm~300mm 处于导轨上，并应立即进行管道和顶管机的连接；

(7) 在允许超挖的稳定土层中正常顶进时，管下部 135° 范围内不得超挖；管顶以上超挖量不得大于 15mm 管前超挖应根据具体情况确定，并制定安全保护措施；

(8) 在对顶施工中，两管端接近时，可在两端中心先掏小洞通视调整偏差量；

(9) 在顶进过程中应采取适当措施，经常保持顶管机底部无积水，如遇积水，应及时排除，防止土体基底软化；

(10) 挖土遇到地下障碍物时，应在采取安全措施的前提下，先清除障碍物，

然后再继续顶进，遇特殊或紧急情况，应及时采取应变技术措施；

(11) 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。

5、采用土压平衡顶管法时，应符合下列规定：

(1) 打开顶管机操作台上的总电源开关，保证信号指示灯和工作照明灯正常工作，电表上的指示压力值也应在允许的范围内；

(2) 合上各分系统的电源开关，使切削刀盘、纠偏油缸、螺旋输送机、控制系统处于工作状态；

(3) 开启注油泵，向刀盘内圈及支承环之间的密封中注入油脂；

(4) 按照操作要求，将刀盘控制开关置于“自动”或“手动”位置，然后启动刀盘使其开始旋转工作；

(5) 开启土压平衡控制系统的电源开关，将经计算所得的平衡压力值输入控制器，检查各压力计的实测值，并予以调整；

(6) 检查激光经纬仪和倾斜仪是否正常工作，确定纠偏方向；启动液压动力站，将纠偏千斤顶进行编组作业；

(7) 主顶系统进入工作状态，将出土车置于螺旋输送机的出土口位置；

(8) 启动螺旋输送机及主顶千斤顶时，应保证切土、排土、顶进和注浆作业同步进行；

(9) 调节螺旋输送机的转速，使实测的土压值稳定在设定的平衡土压值，在顶进中压力波动不大时，可使控制器进入自动调节状态；

(10) 在顶进过程中，应密切注意顶进方向的偏差情况，随时调整千斤顶进行微量纠偏，以控制机头方向；

(11) 暂停顶进作业时，停机操作应按以下程序进行操作：1) 停止主顶系统的推进；2) 关闭螺旋输送机的出土阀门；3) 关闭加泥润滑系统；4) 停止刀盘前的注浆；5) 停止机头内纠偏油泵；

(12) 采用土压平衡顶管机时，施工土层作为平衡介质应具备以下性能：1) 施工土层宜为透水性较弱的土质；2) 平衡介质内摩擦力和研磨性应选择小值，利于和破碎下来的土混合以及减小切削刀具的磨损和所需顶进功率；3) 平衡介质应具有类似触变性流体的粘塑性变形行为，保持对工作面的平衡作用和防止介

质分解和固化；4) 平衡介质应具有一定可压缩性，以克服在平衡压力调节过程中出现的压力波动；5) 切削下来的土体应具有较小的粘附性，保证顺利地排土；6) 平衡介质浓度应满足在螺旋钻杆中形成的泥塞具有保持压力和密封作用。

6、采用泥水平衡顶管法时，应符合下列规定：

(1) 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》GB8978的规定。顶管施工的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》GB18599的规定；

(2) 管内运输应考虑土层的性质、顶管机选型、管内作业空间、每次顶进的出土量、顶进长度等因素；

(3) 顶进工作开始前应检查如下事项：1) 检查液压动力站的液压油是否加注充分；2) 应确保液压管路和泥浆管路各接头连接正确、可靠；3) 操纵台上的所有控制开关都应处于空档或停止位置；4) 确保供电电源符合要求；5) 电动机的旋转方向正确无误。

(4) 地面泥浆处理及弃渣处置应符合下列规定：

1) 地面泥浆处理系统应符合现行国家标准《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB12523的规定；2) 顶管施工弃渣用于基础工程地基、管道基槽及沟槽回填时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》GB50202和现行国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB50330的规定；3) 泥浆处理系统应配置脱水设备，弃渣含水率低于30%，满足车装外运的要求；4) 配套的泥浆处理系统宜采用振动筛、压滤机、离心机等固控脱水设备与助滤剂等设备与药剂的结合进行泥浆脱水处理，也可采用固化剂对泥浆固化脱水；

(5) 泥水平衡顶管机应按如下操作步骤进行：1) 启动之前，所有按钮开关和选择开关都应处于“断开”或“停止”位置；2) 合上电源开关，指示灯亮，接通电视监控器；3) 调整测斜仪到零位；4) 启动基坑旁路装置的进泥泵和排泥泵；5) 按下液压动力装置的“启动”按钮；6) 把泥浆送入顶管机后，调整泥浆压力达到稳定值；7) 启动切削刀盘，使其开始旋转切削土层；8) 起始顶进时，调整电视监控屏上土压表的显示的压力数值，使之保持在设定的压力值范围内；9) 确保顶管机工作平稳，切削刀盘位移指示器指在“零位”左右时，表明顶管机处于良好工作状态中；10) 顶管机在正常作业过程中，操作人员还应经常通过

电视监控器上仪表的显示进行适当调整，主要操纵内容包括：调整土压力，控制切削刀盘位移，启闭主切削刀具，纠偏油缸行程的伸缩，操作泥浆截止阀，操纵旁通阀，泥浆流向变换，抽除顶管机内积水等；

(6) 暂停顶进作业时，停机操作应按下面程序进行操作：1) 主顶千斤顶停止顶进作业；2) 停止切削刀盘转动；3) 把机内“旁通阀”开关拨到“开启”位置；4) 把“泥浆截止阀”拨到“闭合”位置；5) 关闭“机内液压动力机组”开关；6) 关闭“进泥泵”和“排泥泵”；7) 开启“放泄阀”；8) 关闭“工作回路”开关；9) 关闭电视监控器及主电源。

7、采用网格水冲式顶管法时，应符合下列规定：

(1) 在粘性土层中顶进时，网格应全部切入土体后，方可采用高压水枪破碎挤入的条状土块。在遇到粉砂层时，为减少顶进的迎面阻力，可将网格内的部分土体先破碎，但应控制好破碎范围，严防发生正面土体坍塌；

(2) 高压泵应布置在工作坑附近，保证进水管路顺直、连接可靠、不渗漏。进水应采用不含泥沙和其它杂质的清水。在粉砂地层中顶进，在地下水位以下的粉砂层中的进水压力宜为 **0.4MPa~0.6MPa**；在粘性土层中施工，进水压力宜为 **0.7MPa~0.9MPa**；

(3) 在施工中，排出的泥浆的泥水比例一般可控制在 1：8 左右，顶管机内的泥浆应先通过筛网过滤，然后由设置在密封舱板下部的吸泥设备，通过泥浆管路压送至地面的储泥池中作分离处理；

(4) 网格水冲法作业程序如下：1) 开启高压水泵和进水阀门，建立相应的工作水压力；2) 按纠偏要求确定冲刷部位，开启相应位置的水枪进行冲刷作业；3) 泥水舱内的泥水浓度达到要求时，开动排泥泵开始排泥；4) 注意调节进水量和排泥量，使二者达到相互协调、平衡；5) 开动液压动力站，启动主顶千斤顶；6) 顶进时应对管道与土层的环状空间进行同步注浆，注浆量应根据顶进速度确定并与之保持一致；7) 在顶进中应及时测量顶管机的轴线偏差，以便及时调整水枪的破土位置和范围；8) 为控制地表变形，应根据网格内土体的稳定性和地下水位确定应的局部气压值和相应的进气量；9) 停止顶进时，应先关闭高压油泵，然后同步关闭高压水泵和排泥泵；10) 为保持开挖面的稳定，应保持网格切入土体中。

8、采用挤压式顶管法时，应符合下列规定：

(1) 顶管始发前应保持顶管机垂直中心位置正确，其左右面对称，保证顶管机喇叭口的垂直中心线位置能与土斗车很好衔接；

(2) 采用挤压式顶管时，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) 顶管机开始顶进和接近顶完时，应采用人工挖土缓慢顶进；4) 顶进时，应防止顶管机转动；发生转动时应采取措施及时纠正；临时停止顶进时，应将喇叭口全部切入土层。

9、采用挤密土层顶管法时，应符合下列规定：

(1) 管前应安装管尖或管帽。采用管尖时，其中心角宜为：砂性土层，不宜大于 60° ；粉质粘土，不宜大于 50° ；粘土，不宜大于 40° ；

(2) 为防止相邻管道损坏及地面隆起，应根据施工设计控制与相邻管道间的净距及距地面的深度。

10、长距离顶管施工应满足下列规定：

(1) 长距离顶管施工应进行有效注浆；

(2) 在管节上预埋压浆孔，压浆孔设置应有利于在管节周围形成均匀的浆套；

(3) 膨润土进场后应先进行试验，合格后方可投入使用；

(4) 压浆方式要以同步注浆为主，补浆为辅。在顶进过程中，应经常检查各推进段的浆液形成情况；

(5) 注浆设备和管路应具有足够的耐压和良好的密封性能。在注浆孔中设置一个单向阀，使浆液管外的土不能倒灌而堵塞注浆孔，从而影响注浆效果；

(6) 注浆工艺应由专人负责，定期检查；

(7) 注浆泵选择脉动小的螺杆泵，流量与顶进速度相应配；

(8) 由于顶管线路长，为使全程注浆压力不致相差过大，宜每隔 400m 增设压浆泵以增大压力。

(七) 注浆减阻

1、注浆减阻措施方案应包括以下内容：

(1) 确定浆液种类及配合比、压浆数量和压力；

(2) 注浆系统构成、浆液制备和运送主要设备安装规定；

(3) 注浆孔布置及注浆方法；

(4) 顶进洞口泥浆封闭措施；

(5) 顶进管外浆液处理。

2、注浆管道分为主管和支管两种，主管道宜选用直径为 40mm~50mm的钢管，支管可选用 25mm~30mm的橡胶管。

3、注浆孔位置应均匀分布在管道周围，数量和间距依据管道直径和浆液在地层中的扩散性能而定。

4、带有注浆装置管道之间的纵向距离，一般宜为 9m~15m。

5、注浆量宜按照管道与周围土层之间的环状间隙体积的 1.5~2.0 倍计算。

6、减阻浆液的配合比应根据土层类别和浆液的技术指标，经试验确定。

7、采用触变泥浆时，应符合下列规定：

(1) 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》GB50268的相关规定；

(2) 触变泥浆的配合比，应按照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确定；

(3) 顶管施工所用触变泥浆性能参考以下 6 个指标进行控制：1) 比重：用于顶管施工的泥浆比重通常为 1.1g/cm³ ~1.16g/cm³；2) 静切力：测定静切力一般用 1min 和 10min 两个标准的终切力，一般很小，约 100Pa 左右，在实际顶管施工中可以不予考虑；3) 粘度：现场施工一般采用漏斗粘度，用漏斗粘度计进行测量，单位是秒 (s)。顶管施工采用的触变泥浆粘度较大，一般大于 30s；

4) 失水量：用于顶管的泥浆要求有较小的失水量，大于 25cm³/30min 的，不宜用于顶管施工；5) 稳定性：指泥浆性能保持不变的持久性，以 24 小时后从泥浆中离析出来的水分与原体积的比作为稳定指标。用于顶管的泥浆要求无离析水；

6) PH值：在钢管顶进中，要求 PH值小于 10，以防对钢管腐蚀的不良作用发生；

(4) 在施工过程中，应充分考虑地层的水文地质条件对注浆和摩擦力的影响；

(5) 顶管结束后应进行触变泥浆置换，置换时应采取下列措施：1) 采用水泥砂浆、粉煤灰水泥砂浆等易于固结或稳定性较好的浆液置换泥浆填充管外侧空

隙；2) 拆除注浆管路后，将管道上注浆孔封闭严密；3) 清洗注浆设备。

8、注浆施工时应符合下列规定：

(1) 注浆前应确认注浆设备及管路正常；

(2) 注浆工艺应由专人负责、专人检测；

(3) 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。

(4) 注入浆液应在搅拌均匀后灌注；

(5) 每个注浆孔宜安装控制阀门，遇机械故障、管路堵塞、接头渗漏等异常情况时，应停止施工，经处理后方可继续顶进；

(6) 注入润滑液应均匀地覆盖于整个管道表面，注浆压力及注入量应适时监控，避免对管道及邻近建筑物破坏；

(7) 在注浆时应密切关注沉降量及地面冒浆，并实时进行观测；

(8) 对于浆液容易到达的区域，可通过管道上的注浆孔进行注浆；对于浆液难以到达的区域，可在切削刀盘位置或顶管机的尾部进行注浆，注浆结束后应对注浆孔进行密封；

(9) 要达到注浆减阻目的，应符合下列规定：1) 地层和管线之间的环状间隙应足够大，在松散地层最小应为 **20mm** 在岩层中环状间隙甚至要达到 **30mm** 在整个施工过程中和整个施工管段均应保持同样的间隙；2) 注浆材料在任何施工阶段都应保持其流动性，不得通过孔壁漏失到地层中。

9、在铁道下面进行顶管施工，在超挖空间进行注浆支护时，对于管径大于 **1000mm** 的软土地层，其超挖量允许值不应大于 **10mm** 不进行注浆作业，超挖量不应大于 **5mm**

10、顶管二次注浆工艺应符合下列规定：

(1) 二次注浆工艺一般适用于钢筋混凝土管材黏性土的顶进施工；

(2) 二次注浆工艺施工时应制定合理施工方案，保证二次注浆工艺的有效实施；

(3) 混凝土管外径及顶管机外径应比作业钢管外径略小些，在施工时，作业钢管表面应涂上一层聚四氟乙烯；

(4) 二次注浆材料与配比应符合设计要求。

(八) 中继间施工

-
- 1、中继间设计应满足刚度、强度及水密性的要求，并且安拆方便。
 - 2、中继间应根据顶进管材的不同设置不同形式的中继间。
 - 3、中继间顶进力计算应有一定富余量，第一个中继间不宜小于 40%，其余不宜小于 30%。
 - 4、曲线顶管过程中，中继间最小管径不宜小于 1400mm 中继间的允许转角宜不大于 1.2° ，合力中心应可调节。
 - 5、超深、超长距离顶管工程，中继间应采用密封性能可靠、密封圈压紧度可调及可更换的密封装置。
 - 6、中继间的安装、运行、拆除应符合下列规定：
 - (1) 中继间应由钢制外壳、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；
 - (2) 中继间安装前应检查各部件，确认各项工作部件正常后方可安装；
 - (3) 中继间油缸应安装在顶进管道的中间部位，固定在支架上，与管道中心的垂线对称，其合力的作用点应在管道中心的垂直线上；
 - (4) 中继间油缸数量宜取偶数，且规格相同对称布置；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；
 - (5) 中继间油缸供油油路应并联，每台中继间油缸应有进油、退油的控制系统；
 - (6) 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；
 - (7) 处于松动状态或者一端固定于前面管道的钢制中继间外壳的长度应该和中继间油缸的行程相一致；
 - (8) 安装完毕应后通过试顶检验后方可使用；
 - (9) 中继间的启动和拆除应由前向后依次进行；
 - (10) 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。
 - 7、多组中继间施工应符合下列规定：
 - (1) 通过操纵台实现中继间的控制，每一个中继间应有独立的的液压供油

管线；在长距离施工中减少循环中油路的压力损失，可设置多个不同的液压装置分别对不同的中继间供油；

(2) 中继间应进行编组操纵，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；

(3) 第一个中继间一般应安装于顶管机后 20m~40m，中继间间距一般宜为 100m~150m。施工中摩擦阻力比预期小时，可相应加大中继间间距；摩擦阻力比预期大时，可适当减小中继间间距；

(4) 总推力达到中继间总推力 40%~60%时，应设置第一个中继间；达到中继间总推力 70%~80%时，安放第二个中继间，以此类推；主顶千斤顶达到中继间总推力 90%时，应启用中继间。

8、超长距离顶管中继间应符合下列规定：

- (1) 中继间有效行程应不小于 300mm
- (2) 中继间液压站油箱容量宜为 3 倍千斤顶满腔容量；
- (3) 中继间启用宜采用组合联动系统。

9、中继间施工完成后，将前后壳体焊接成一体，焊接质量应符合现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范》GB50683的规定。

10、管道内径不小于 800mm 的中继间宜采用丢弃式中继间。

11、高水压或覆土厚度特别大时，应采用密封和止水性能较好的中继间。

(九) 顶进接收

1、顶管出洞方案应根据地下水文地质、埋设深度、管径大小、周边环境和工作井的结构形式等综合因素研究决定。

2、顶管机到达接收孔前应确认顶管机姿态、制定线形控制方案、安装好接收洞口止水装置，宜设置应急排水系统并在接收坑内设置接收导轨。

3、顶管接收阶段应符合下列规定：

- (1) 顶管机接近接收孔加固段时应缓慢连续顶进作业；
- (2) 出洞前，洞口土体应提前采取加固措施，控制洞口土体的强度和均匀性；
- (3) 洞口应设置止水密封装置，保证止水效果；

(4) 顶管距接收井洞口 10m 时，应调整顶进参数、开挖压力等参数，减少推力、降低推进速度和刀盘转速，控制出土量并监视土仓内压力；

(5) 控制基坑导轨、主顶油缸架、承压壁、出洞口轴线，保证出洞精度；

(6) 应增加地表沉降监测的频次，并及时反馈监测结果指导施工；

(7) 采取有效措施防止顶管机偏位。

(十) 顶进后处理

1、顶管机进入接收坑洞口时，应及时破碎接收坑洞口填充物，调节止水装置，启动排水系统，直至将顶管机完全顶到接收井内。

2、顶管顶进接收井后应符合下列规定：

(1) 顶进设备应在完全断电的情况下进行拆除；

(2) 顶进工作坑、接收坑洞口宜采用注浆封堵，浆液分批注入，直至洞口无水渗出，方能拆除洞口止水设施。浆液宜选用水泥砂浆或水泥与水玻璃混合砂浆；

(3) 顶进管外根据底层情况宜利用减阻注浆管注入水泥砂浆或粉煤灰水泥砂浆填充管外空隙；

(4) 顶进管外注浆填充情况宜进行雷达检测；

(5) 顶进结束后应对顶进管道内的悬吊螺钉孔和顶进管道的内接缝按设计要求进行处理。

(十一) 施工测量

1、顶管测量应包括地面控制点复测、地面控制网的布设、地下平面、高程测量和贯通、竣工测量。

2、顶管首级控制点复测和地面控制网的测量应符合导线测量的技术要求。

3、顶管首级控制点和复测贯通面洞门的控制点应为相同点。

4、井上和井下定向的平面测点应采用固定观测墩的形式。

5、长距离顶管和曲线顶管宜采用自动测量系统。

6、自动测量系统应符合下列规定：

(1) 自动测量系统应由软件系统和硬件系统组成，软件系统应具备控制及测量数据处理的功能，硬件系统应包括测量仪器、通信线缆及接头等；

(2) 全站仪站点数量和位置应根据顶管线路及施工进度进行合理布置，并

应进行软件预模拟；

(3) 测量初期应根据实际情况进行人工辅助，调整测量仪器和站点位置。

7、顶管工程高程测量、线路测量、地下管线测量、变形测量等内容尚应符合国家现行规范《工程测量规范》GB50026的相关要求。

(十二) 施工安全与环境保护

1、施工现场应使用全封闭围挡，并设置相应警示标志。

2、临边防护应符合下列规定：

(1) 临边防护外侧应设置截、排水设施，施工区域及周边应排水良好，不得有积水；

(2) 井口周围应设置高度不应低于 1.2m 安全栅栏和安全门，应设醒目的安全警示标识；

(3) 临边作业的防护栏杆应由横杆、立杆及挡脚板组成，并符合相应要求。

3、工作井、接收井施工安全应符合下列规定：

(1) 工作井、接收井内渣土应及时运输至弃土场，严禁在基坑周边堆放；

(2) 工作井、接收井开挖应严格控制开挖进尺、及时设置施工初期支护，保证初期支护及时封闭；

(3) 工作井、接收井内应设置集水井，防止积水对工作井、接收井底部侵蚀，防止发生坍塌；

(4) 工作井、接收井作业面距离地面达到一定距离后应设置送风管，保证井内通风顺畅；

(5) 工作井、接收井内应设置应急逃生通道及安全梯。

4、焊、割作业点与氧气瓶、乙炔瓶、易燃易爆物品的距离及动火作业等相关要求应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016的规定。

5、施工用电、起重机械等安全标准应符合现行国家标准《建筑施工安全检查标准》JGJ59 的规定。

6、施工过程的环境保护应符合现行国家标准《建筑施工现场环境与卫生标准》JGJ146 的有关规定。

7、管内排土运输应根据土体性质、选用机械、管内作业空间等选择合理。排土运输遵守有关的安全技术规定。施工过程中产生的废土、渣土及废泥浆应集中

堆放。

8、废土、渣土、废泥浆的处置应符合有关部门的规定。

9、施工现场应设置排水系统，严禁向排水系统排放泥浆。排水沟的废水应经沉淀过滤达到标准后排入市政排水管网。

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

11、施工期间噪声应符合现行国家标准《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB12523的规定。

12、夜间施工应办理相关手续，并应采取措施减少声、光的不利影响。

(十三) 其它

1、顶管施工用电及照明应符合下列规定：

(1) 顶管施工用电输出端宜分为三路，分别为工作井井上供电系统，井下顶管系统和主千斤顶用电系统；

(2) 管内照明电源应与动力电源分开，设置独立电源控制；

(3) 管内照明电压应采用低压，电压一般采用 36V、24V、12V、6V，管道内严重潮湿时宜采用 6V 电源；

(4) 管道内照明应满足清晰地看清管道内的环境；

(5) 管内供电系统应配备防触电、漏电装置；

(6) 顶管距离超过 800m 时，宜采用调压器配电，或将高压电引进管内，增设变压器进行供电；

(7) 用电机具进场应由电工检测绝缘电阻、检查电器附件是否完好无损，用电设备应按“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；

(8) 定期对电气设备、电缆线路进行检查；

(9) 现场施工用电应符合现行国家标准《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ46 的规定。

2、施工时工作面、井内与地面的通信应保持畅通。

3、顶管施工通风应符合下列规定：

(1) 施工人员进入管道内作业或检查维修设备时，应在进入管道前 30min

进行通风；

(2) 临时进入长时间没有对管道内通风的管道作业时，应对管道内通风30min后，并对管道内进行毒气监测，确认安全后才能进入管道内作业；

(3) 管道内焊接作业，水汽、烟雾对测量激光束有影响时，应进行通风作业，并增大通风量；

(4) 顶进地层中存在有害气体时，应采用封闭式顶管机连续通风作业，并增大通风量；

(5) 顶进施工过程中应保持连续对管道内通风作业；

(6) 采用压缩空气通风时应设油烟过滤装置；

(7) 小管径、长距离顶管宜采用压缩空气通风；短距离顶管可采用鼓风机通风；

(8) 长度超过50m的顶管应采取通风措施及安装有毒有害气体检测报警装置；

(9) 送风口宜设在距顶管机12m~15m处，平均每人供气量应不小于25m³/h~30m³/h且通风空气质量应满足环保要求。

二、给水排水工程顶管施工技术

(一) 基本要求

1、顶管工程在设计和施工前，应按基本建设程序进行岩土工程勘察和工程环境调查，并对地下障碍物、地下构筑物及地下管线等进行调查，必要时可进行探查。

2、地下障碍物对顶管工程较大影响，障碍物类型、分布等对顶管选线、顶管施工方式、顶管机选型有决定性影响，前期未查明的地下障碍物可能导致顶管工程的失败，故本方案建议加强对地下可能存在的障碍物宜加强勘察强度。

3、顶管工程应综合考虑工程地质、环境条件、施工条件和工期等因素，因地制宜合理选择适宜的顶管类型、管材及施工工艺，并强化施工质量安全的控制管理。

4、顶管工程所用的原材料、半成品、成品等产品的品种、规格、性能应符合国家有关标准的规定和设计要求；接触生活用水的产品应符合有关卫生要求。

5、顶管工程应进行管道结构及工作井设计。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/698003010122007005>