

---

## 非开挖顶管技术方案

### 1、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。

【6】在地下水位以下、顶距大于 50m 的顶管工程，宜选用封闭式顶管机械。对于地下水位以下的较长距离顶管工程，本方案建议优先采用封闭式机械顶管，可以提供工程的安全性和施工效率。

【7】在管道顶进就位后，应采用水泥砂浆或其他材料对管壁与原状土体之间的泥浆或空间进行置换填充。

【8】顶管施工影响范围内存在重要建（构）筑物、地下管线或交通要道、铁路、高速公路、堤防时，应对施工引起的地表变形和对周边环境的影响进行实时监测并采取相应的安全保护措施，制定应急预案；在油气、自来水、燃气等管道周边作业时，要制定专项安全方案并进行评估。由于顶管施工是在地下进行，地下工程有诸多不可预见的状况，同时顶管施工不可避免的会产生地面的隆起或沉降，影响周围的建筑物、管线，所以对施工引起的地表变形和对周边环境的影响进行实时监测并采取相应的安全保护措施，制定应急预案；在油气、自来水燃气等管道周边作业时，要制定专项安全方案并进行评估。

---

**【9】**顶管穿越铁路、公路或其他设施时，尚应符合铁路、公路或其他设施的有关规定。

## 2、顶管工程勘察

### **【1】**一般规定

(1) 顶管工程岩土勘察宜分阶段进行，勘察分为初步勘察、详细勘察二个阶段，必要时可进行施工勘察。应根据初步勘察成果综合判定实施顶管的可行性；对线路长、沿线情况复杂的工程，宜进行线路比选的选线勘察。初步勘察应以搜集资料和调查为主，主要包含下列内容：1 划分沿线的地貌单元，初步查明管道埋设深度内岩石的成因、类型、厚度和工程特性；2 调查沿线各种不良地质作用的分布、性质、发展趋势及其对管道的影响；3 调查沿线井、泉的分布和地下水位情况，调查沿线矿藏分布及开采和采空情况；4 初步查明拟穿、跨越河流的洪水淹没范围，评价岸坡稳定性。初步勘察采取土试样和进行原位测试应符合下列要求：1 初步勘察采取土试样和进行原位测试的勘探点应给合地质单元、地层结构和土的工程性质布置，其数量可占勘探点总数的  $1/4\sim 1/2$ ；2 采取土试样的数量和孔内原位测试的竖向间距，应按地层特点和土的均匀性确定。每层土均应采取土试样或原位测试，其数量不宜少于 6 个。详细勘察应查明沿线的岩土工程条件、岩土体及地下水对管道材料（混凝土、钢、铸铁及橡胶）腐蚀性，提出顶管工程设计所需的岩土特性参数。采取土试样和进行原位测试应符合下列要求：1 采取土试样和进行原位测试的勘探数量，应根据地层结构、土的均匀性和设计要求确定，每个顶管段不应少于 2 个；2 顶管沿线每一主要土层的原状土试样或原位测试数据不应少于 6 件（组）。

(2) 应根据勘察阶段、勘察等级制定勘察纲要，确定勘察工作量。

(3) 勘察方法和勘察手段的选择，应根据优势互补的原则，宜采用钻探、槽探、触探、工程物探等综合勘察方法，准确反映建设场地的岩土工程地质条件，获取符合工程实际情况的勘察结果。

(4) 当在顶管轴线范围内可能存在孤石或其他地下障碍物时，应采用工程物探等手段进一步探明孤石或地下障碍物范围。

---

(5) 岩土工程勘察报告应针对顶管工程的特点提出设计、施工的意见及建议等相关内容。

(6) 勘探工作完成后顶管影响范围内的勘探孔应进行全长完全封孔，封孔材料宜采用水泥砂浆或其他材料。

(7) 勘察参数除应提供常规的岩土物理力学指标外，尚应提供土与混凝土、钢和玻璃钢等材料的摩擦系数。

## 【2】工程环境勘察

(1) 工程环境勘察对象是施工现场环境，现场环境是指对工程施工有影响或施工对其有影响的事物，包括地面环境与地下环境。

(2) 地面环境勘察应满足以下要求：1 按照保护地面建筑物与维护道路交通、保证工程质量、安全、文明施工等要求，必须进行详细的现场调查工作；2 对施工可能影响到的地面各种不可移动的物体、设施、构筑物，应标明名称、用途、尺寸、稳定程度、结构形式、位置关系、使用状况；3 对于重要建（构）筑物，宜取得竣工资料，特别应了解其基础情况；4 对于正在使用的设施，应与管理单位联系，了解使用情况。工程环境勘察分为地面环境勘察和地下环境勘察。条文分别阐述了地面环境勘察和地下环境勘察的工作要求。

(3) 地下环境勘察应满足以下要求：1 对施工可能影响到的各种地下构筑物，应标明位置关系，应标明顶进管道与它们的间隔、距离，应标明地下构筑物的名称、用途、尺寸、结构形式、埋设年份及目前使用状况；2 取得地下构筑物的竣工资料，或开挖探洞、探沟获取详细情况；3 对于废弃的地下管道、地下构筑物应仔细地调查其类型、位置、尺寸、完好程度、残余内容物的性质以及泄露情况等；4 查明顶管沿线及影响范围内的地下建（构）筑物、各类地下管线及障碍物的现状，评价其对顶管工程的影响，必要时可进行多方公证取样存档；5 查清顶管工程范围内对人体有害的气体和其它有害物质的分布位置（考虑条文说明明确范围内）；6 在化工区内，应查明地下受工业污染的程度和分布范围。工程环境勘察分为地面环境勘察和地下环境勘察。

## 【3】工程地质勘察

(1) 工程地质勘察的对象为工程场区范围内及场区周边的岩土

---

与地下水。

(2) 地下水勘察应符合以下规定：

1 查明沿线的水文地质条件：地下水类型、含水层、地下水埋藏条件、补给与排泄条件、分布特征等；2 调查历史上地下水的最高水位、最低水位、水位变化幅度；3 测定地下水的 PH 值，氯离子、钙离子和硫酸根离子等的含量，判定地下水对管道材料（混凝土、钢、铸铁及橡胶等）的腐蚀性；4 当地下有承压水分布时，应量测承压水的压力，评价其对顶管施工的影响；5 提出地下水控制方案。

#### 【4】勘察布孔

(1) 三级场地上的顶管工程可在管道中心线布置勘探孔；其它场地及重要的顶管工程应在管道设计轴线两侧 5~10m 范围内各布置一条勘探线，两条勘探线的勘探孔交错布置。勘探孔的布孔要求依据以下几点制定：本方案规定的场地类别是引自中华人民共和国国家标准《岩土工程勘察规范》GB50021-2001 的规定。《岩土工程勘察规范》GB50021-2001 第 3.1.2 条根据场地的复杂程度，可按下列规定分为三个场地等级：1 符合下列条件之一者为一级场地（复杂场地）：1) 对建筑抗震危险的地段；2) 不良地质作用强烈发育；3) 地质环境已经或可能受到强烈破坏；4) 地形地貌复杂；5) 有影响工程的多层地下水、岩溶裂隙水或其他水文地质条件复杂，需要专门研究的场地。2 符合下列条件之一者为二级场地（中等复杂场地）：1) 对建筑抗震不利的地段；2) 不良地质作用一般发育；3) 地质环境已经或可能受到一般破坏；4) 地形地貌复杂；5) 基础位于地下水位以下的场地。3 符合下列条件者为三级场地（简单场地）：1) 抗震设防烈度等于或小于 6 度，或对建筑抗震有利的地段；2) 不良地质作用不发育；3) 地质环境基本未受破坏；4) 地形地貌简单；5) 地下水对工程无影响。参照《给水排水工程顶管技术规程》（CECS246-2008）规定顶管勘探孔布置在轴线两侧，不应布置在轴线上，以避免对顶管的不利影响。现行行业标准《市政工程勘察规范》（CJJ56-94）虽规定：“勘探孔应沿管道中线布置，当条件不允许时，勘探孔移位不宜超出预计开挖工作井范围”，但此规定中所指为采用沟埋方式施工的管道，不适宜顶管工程勘察。如在勘察条件

---

有限的情况下，必须将勘探孔布置在顶管轴线上，则应参照《市政勘察规范 CJJ56-942.0.11 条款》对勘探孔进行封孔处理。

(2) 勘探孔的深度应达到管底设计标高以下 3~5m，如遇下列情况之一，应适当增加勘探孔的深度。1 当管线穿越河谷时，勘探孔深度应达到河床最大冲刷深度以下 5~10m；2 当管线基底下存在松软土层、湿陷性土及可能产生流砂、潜蚀或液化地层时，勘探孔深度应加深或钻穿该类地层；3 在必须采取降低地下水位来进行管线施工的地段，勘探孔孔深应在管线中心以下 5~10m，且应穿透主要含水层；4 当管线下部有承压强透水层时，勘探孔应适当加深，或钻穿承压水层，并测量其水位；5 顶进井和接收井的勘探孔深度一般可取井底下 5m，在深厚软土、强透水层等特殊情况下应适当加深，并穿透该层。

#### 【5】勘察报告

(1) 不同阶段的勘察报告应分别满足工程规划、设计、施工阶段的技术要求。

勘察报告内容应根据任务要求，勘察区域的地理、地质特征和工程地质环境特征，以及顶管工程项目的具体情况确定。为了便于工作，本节规定了勘察报告内容的基本要求，这些内容可根据上述原则作适当增减。对地质条件简单和勘察工作量小的工程，勘察报告可适当简化，采用图表形式，并附必要的文字说明。

(2) 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，推荐管道最优线路方案，为合理确定平面布置、选择顶进标高，防治不良地质现象提供依据。

(3) 详细勘察报告，应评价岩土工程条件，应提供顶管和工作井设计、施工所需的岩土层物理力学性质指标，以及地下水资料，对工作井和顶管设计、施工方案提出建议，并作出针对性的分析评价。

(4) 岩土的物理力学性能指标应包括下列数据：1 土的颗粒分析、密实度、压缩模量、变形模量、渗透系数、粘聚力、内摩擦角指标等常规物理指标；2 土的标准贯入试验等原位测试数据；3 土与混凝土、钢和玻璃等材料的摩擦系数；4 地基承载力的建议值及

---

其他设计所需参数。

(5) 勘察报告文字部分应包含以下内容：1 勘察目的和任务要求；2 勘察方法和工作布置；3 拟建顶管工程的基本特性；4 场地地形、地质（地层、地质构造）、地貌、岩土性质、地下水及不良地质现象的阐述和评价；5 岩土的物理力学性能指标、地基承载力及地震动参数；6 地下水的勘察和腐蚀性；7 场地岩土工程与顶管适宜性评价；8 地基稳定性评价及建议地基处理方案。

(6) 勘察报告图表部分应包括以下内容：1 勘探点平面布置图；2 工程地质柱状图；3 工程地质剖面图；4 原位测试成果图表；5 室内试验成果图表。

### 3、顶管管材及管件连接构造

**【1】** 顶管管道根据横断面可划分为圆形、矩形及其它形状。

**【2】** 顶管管材应根据管道用途、管材特性及当地具体情况确定，顶管的管材类型为钢管、钢筋混凝土管、钢筒混凝土管、玻璃纤维增强塑料夹砂管、球墨铸铁管和其它能满足顶管要求的各类管材。给水工程常用钢管，排水工程及电力套管常用根据混凝土管，玻璃纤维增强塑料夹砂管在给排水工程中已普遍使用，钢筒混凝土管和铸铁管在各类顶管工程中也有应用，各地可根据具体情况选用。

**【3】** 顶管管材应具有优良的力学性能，除满足一般埋地管道受力要求外，尚应有较高的轴向承载能力。

**【4】** 顶管管材应保证精确的尺寸，包括管口紧密的配合、管端垂直度、管材椭圆度等，管道轴向上应保证平直。顶管管道及其接口应有抵抗管道内、外化学腐蚀和机械损伤的能力，管道防护措施应与管道顶进过程、地层条件相适应；管道接口应具有传递轴向载荷的能力；非整体连接管道接口在保证密封性的条件下，应有一定角度的径向偏转性能。

**【5】** 顶管管材应有质量合格证书、按规定复试合格的证明文件，必要时使用单位可对交付使用的管材进行复检。

**【6】** 顶管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

---

2m~3m为宜，钢管的单节长度以4m~10m为宜，球墨铸铁管的单节长度以6m~8m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、顶管工程施工

##### 【1】一般要求

(1) 顶管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。

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

(3) 顶管工程专项施工方案和应急预案应根据顶管类型、地质条件和工程实际制定。

(4) 施工现场的场地应满足工作井、管材堆放、浆液设施、供电设施、控制室等生产设施用地和施工运输要求。

(5) 顶管施工宜实施项目信息化管理，配置远程监控系统。

(6) 顶管施工期间应对邻近的建（构）筑物、地下管线、道路与轨道交通线路等进行监测，并应对重要或有特殊要求的建（构）筑物采取必要的技术措施。

##### 【2】施工组织设计

(1) 顶管施工前应编写施工组织设计，顶管工程专项施工方案必须满足管线设计文件与合同协议的要求，在现场踏勘的基础上，综合考虑各方面因素，根据实际情况选用设备和选择最优施工方法与工艺，满足管线铺设与使用的要求，必要时可对设计进行优化，根据实际情况调整施工参数，确保工程质量和获取最佳的经济效益。顶管施工属于地下工程，影响施工的因素很多，除了施工工艺方法多、技术要求差异大等特点外，工程地质条件、原有地下设施和地下障碍物情况以及施工现场环境等因素均可对施工进度、工程质量、施工安全和施工成本造成影响。为了保证顶管施工项目的顺利进行，取得良好的经济效益和社会效益，编写好顶管施工技术组织设计是十分关键的。

(2) 施工组织设计应包括如下主要内容：1 施工标准及依据；2 工程概况：主要包括施工场地的特征、水文地质和工程地质概

---

况、地面建筑及地下障碍物等内容；3 施工现场总平面布置；4 工作井技术措施；5 顶管技术措施；6 设备选择：应根据管径、顶管长度、估算的总顶力、顶进施工方法等确定顶管设备类型，包括顶管机、中继间、泥浆泵、主顶泵站、主顶油缸、泥浆搅拌机等，注明主要设备的性能参数，以及顶管施工参数的选定；7 工程施工安排：包括施工进度计划、机械设备计划及劳动力安排计划等；8 监测措施；9 工程质量要求及保证措施；10 工程安全文明措施；11 应急预案；12 施工组织与管理措施。

(3) 顶管技术措施，应包括下列内容：1) 总顶力估算、后背承载力估算及后背墙设计；2) 后背、止水圈、基坑导轨、顶管机、油泵、油缸的安装方法，应附安装图；3) 顶管始发和接收措施及安全控制；4) 管材的选择及管节长度的确定，管节的连接与防水；5) 管节的内外防腐；6) 顶进减阻措施，触变泥浆的配制与管理；；7) 排渣方式和渣土的处置，附渣土暂存位置图；8) 顶进纠偏措施；8) 顶进纠偏措施；9) 管道定位和测量方法，采用的测量仪器，测量精度分析；10) 地面变形的控制措施，对周边环境影响的控制措施；11) 中继间的布设、安装、使用与拆除措施；12) 顶管施工时的通风、供电、通讯措施；13) 顶管施工中的垂直运输措施；14) 工程重点部位的技术措施；15) 管道贯通后的处理措施，泥浆置换的措施和方法；16) 特殊顶管技术措施：比如长距离、曲线、大坡度、卵砾石地层、岩石地层等。

### 【3】顶进设备安装

(1) 顶管后座钢板应符合下列要求：1 厚薄均匀一致，应与后背墙结构紧密接触，均匀受力；2 表面要平直，且必须垂直顶进轴线；3 可采用装配式后座或整体式后座；4 承载能力要满足最大顶进力的要求，其整体刚度和强度应满足施工要求；5 连续顶进时，可利用已顶进完毕的管道作为后背支撑。后背墙为沉井或地下连续墙结构时，可采用拼装式后座；后背墙为 SMW 法、旋喷桩、深层搅拌桩等结构形式时可采用整体式后座。后背墙的面积应满足土体承载力的要求，强度、刚度应满足最大顶进力要求。

(2) 导轨的安装应符合下列要求：1 导轨支架应采用钢材制



---

作，固定在工作井底板上的导轨在管道顶进时不应产生位移，其整体刚度和强度应满足施工要求；2 导轨对管道的支承角宜为  $60^\circ$ ，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；3 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) 千斤顶的配置和安装应符合下列要求：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 千斤顶不宜使用单支，使用多台时，宜为偶数，应围绕管道中心轴对称布置，多台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；3 千斤顶应固定在组合架上，与管道中心的垂线对称排列，合力的作用点应在管道中心垂线上，合力作用中心须在管道端面的范围内。本条文列出了千斤顶的配置和安装要求：1 千斤顶数量宜为偶数；2 主顶站使用顶进力不宜超过满负荷的  $60\%$ ，可用限压阀调节；3 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，一般宜为管道外径的  $1/10\sim 1/8$ 。

(4) 顶铁安装应符合下列要求：1 弧形顶铁适用于土压平衡式等多种方式的顶管，马蹄形顶铁仅用于泥水平衡式顶管；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。

(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。油泵流量宜满足顶进速度  $100\text{mm}/\text{min}$  左右。

(6) 顶管掘进机的安装应符合下列要求：1 安装前，顶管掘进机应作保养、调试，液压系统应无泄漏、电路系统应正常、机械运转应平稳、各部分动作应正常；2 吊装顶管掘进机须采用专用吊

---

具、吊绳；3 安放时，顶管掘进机与基坑导轨的接触面须吻合；4 掘进机就位后，应重新测量基坑导轨的中线、高程，并应测量掘进机前端、后端的中线偏差和高程偏差；5 开顶前，应对掘进机的电路、油路、水路、气压管道、泥浆管道、控制系统等全面检查和试运行，各部件应安装正确、连接牢固、配合紧密、运转正常；6 开顶前，应统一调试掘进机的测量导向设备，并须记录原始数据。

#### 【4】始发和接收

(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的土层宜进行预加固处理，始发和接收前应检查加固处理后的土体强度和渗漏水情况；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；顶管结束后，管道与洞口的间隙应及时进行封堵；5 长距离顶管施工或富水松散地层施工时，宜设置双层洞门密封；6 采用钢管做预埋顶管洞口时，钢管外宜加焊止水环；7 软弱地层，洞口外缘宜设支撑点；8 富水松散地层宜增加水下贯通措施；9 高水压富水松散地层施工时宜增加管节止退装置。

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，造成大量坍方，并保证顶管机迅速穿墙，使顶管机快速顶入土体，止住渗漏。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，止水装置有盘根止水及橡胶止水二种，也可采用组合形式止水。1 当为粘性土且地下水压力较高时宜采用橡胶板止水，并应加快进、出洞的施工速度；2 当为粉土且有地下水时，宜采用盘根止水，可采取措施降低地下水位，并缩短进、出洞时间，无法降水时，应对土体进行固结处理；3 当为砂土时，宜采用盘根止水并应加固洞口外的土体，降低土体的渗透系数。顶管始发和接收洞口的加固形式有土体加固和钢封门加固及两种形式组合工法。其土体加固的范围宜为离洞口正前方 6m，上下方各 3m~4m，左右各 3m~4m。

---

(2) 软土地区，进洞时应采取以下措施防止顶管机倾斜下沉：  
1 基坑导轨前端应尽量接近洞口，缩短顶管机的悬空长度；2 进、出洞作业应迅速连续不可停顿；3 宜在洞口内设置支撑顶管机的临时装置。

(3) 顶管始发和接收洞口的土体加固应根据地质资料、顶管机选型、管道直径、埋深和周围环境等情况决定。

(4) 顶管始发时，应符合下列规定：1 出洞前，应降低顶进速度，减小迎面土压力，减轻对接收坑的不利影响；2 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；3 接收井内可安装掘进机临时支架，防止掘进机下落；4 处于地下水较丰富的砂性土层时，应对洞口处土体进行固结处理；5 出洞后应立即封闭洞口间隙，防止水土流入坑内。

(5) 工作井洞口封门拆除应符合下列规定：1 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的钢板桩下落；2 工作井的围护结构为沉井工作井时，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；3 在不稳定土层和高地下水压环境下施工中顶进时，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；4 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，同时，利用顶管机头直接磨穿顶进封门，确保顶管机进洞的安全。

### 【5】管道顶进

(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。

---

(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。1 顶管正常顶进时应控制开挖量与出土量的平衡，管道初始顶进时应控制顶进速度，不宜过快，在此过程中应摸索顶进的相关数据，为正常顶进提供依据；2 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 0.1bar；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。

(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 宜将管道前 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。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。

(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。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。

(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) 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。

(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

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/396125221013011013>