

# 水利供水工程管道安装施工及质量控制措施

刘泽勇

中国葛洲坝集团路桥工程有限公司

**摘要:** 供水工程建设的工作重点是跨越地域传输饮用水, 以做到对自然资源的科学合理调节, 并最大化地提升水质。水利供水工程管道安装的常规步骤。值得注意的是, 具体的安装过程可能因工程的规模、技术要求和地理条件等因素而有所不同。在进行安装前, 一定要充分考虑设计、安全和环境保护等方面的要求, 并遵循相关标准和规范进行操作。

**关键词:** 供水工程; 管道; 质量

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.18.066

## 一、供水工程的重要性

为了健全供水工程建设结构、适应干旱地区供应需要、提高饮用水质量, 近年来随着供水工程建设规模的日益扩大, 供水工程管道施工技术规范也在实际应用上进行了创新与改进, 从而大幅提高了供水工程建设管线的安装效果与服务质量。

## 二、供水工程管道建设工作与前期准备

在管线建设中运用新方法和新手段, 最大限度减少供水管路的建设投入。在实施管线安装前, 首先要对施工地的状况进行检查, 为供水工程管道建设做好整体规划和准备。对管线施工过程中所需的建筑材料、器具进行认真检查; 对管线内部进行检测和处理, 确保管内未出现其他杂质, 采用随机取样的抽验。PCCP和DIP管材的供应商按照监理人同意的供应计划进行供货。PCCP及DIP管需要有出厂质量证明文件, 方可运往建筑施工现场。从运抵沟边的运输车上验收材料, 经环保部门、管道企业和监理人审核、合格。检验通过后, 方能卸管。多数管道直接卸至壕沟边, 小部分管道卸至壕沟附近的临时存管点。管材及时做好入库登记, 并保存有关工序交接凭证。需暂时存放的, 及时通知监理人和发包方予以落实, 并签署暂时存管的文书。全部使用兜底吊, 不得使用钢丝绳穿心式吊装。使用柔性材料将管道系牢, 并将车厢捆扎牢固。管道的外表, 不能有裂缝或有阻碍工作凹凸不平的状况; 用橡胶圈柔性连接的球磨铸钢管, 承插口的内部工作面和承插口的外部工作面都要洁净光滑, 也不能有排水沟槽、凸脊等缺点。管材和管道零配件均宜先进行承口端内作业面、插口端外作业面的清洗冲刷处理, 以保证管壁清洁度良好。而橡胶圈的安装要待检查符合规范要求后, 才能完成管材装配。

## 三、水利工程管道顶管施工技术

引水隧洞洞长约1.7km, 设计引水流量 $0.7\text{m}^3/\text{s}$ 。除在隧洞中段穿越东涧沟处设转角为 $47^\circ$ 的转弯段外, 其余洞线均为直线, 隧洞初设为城门洞形断面, 断面尺寸

为 $1.6 \times 1.9\text{m}$  (宽 $\times$ 高), 现采用顶管施工, 净断面尺寸为直径1.5m圆形。隧洞均为无压隧洞, 洞身为15cm厚C50钢筋混凝土预制管。以上述工程为例, 采用顶管法施工, 引水隧洞中间拐点浅埋段设工作井, 两端设接收井, 供水隧洞延长后在两条洞中部设工作井, 两条洞的两端洞口设接收井。顶管贯穿后, 管壁与围岩缝隙采取水泥砂浆置换方式填充。管线施工方式是供水工程建设的关键与难点, 由于常规管线施工方式须经过施工、敷设、焊接、回填等过程, 施工步骤也十分复杂, 因此顶管施工方式的应用在较大程度上克服了常规施工方式的缺点, 施工工艺应选用优质迅捷的方法。

### (一) 顶管施工技术概述

顶管施工比较于普通管线施工法有着无须大量挖掘、施工效率高、工程量较少、安全性能好的优点, 地基产生冲击小, 可以提前完成坑井开挖, 直接把管线从坑井中顶入, 然后从顶出的井中穿出即可实现整段开挖过程。应用顶管施工方法是利用螺旋千斤顶将钢管在施工井口中央方向顶进, 油缸带动螺旋千斤顶逐渐增加顶进压强, 驱动刀盘顶进过程中不断切割前方土层, 同时手动将切割出的土层送入土仓内, 其顶入会增加周边土层的压强, 提高周边土层的紧密性。不同的土壤结构、含水量、摩阻具有一些不同, 为可以增加切割速度, 盾构机刀盘面可涂刷砂浆、水泥、添加剂等, 使切割土层具有可塑性、流动性, 从而减少顶进摩擦力, 避免卡阻现象。顶入参数要根据土壤特点合理选择顶入压力, 否则易出现顶入压力大、管道偏移的现象出现。

### (二) 设备选型、配置、安装

#### 1. 导轨安装

通过装配式轨道, 使之紧固于混凝土基层表面, 而在后续顶进施工中承担荷载功能, 保证不致发生大的变形、位移、下沉等状况。轨道布置时对管中心位置经过审核, 按照规划管底高度布置导轨面, 顶进实施时对轨道经过复测调节, 保证顶进轴线精准合格。

#### 2. 设置承压壁

为防止顶入力引起土层损伤, 必须确保承压水的刚度、质量合格。承压墙承压的主体材质为钢板、道木, 钢板最厚为15cm左右, 而道木尺寸为 $20\text{cm} \times 20\text{cm}$ , 并垂直于顶进轴线。在承压墙浇筑完成后用铁丝捆扎, 在顶进后能保持稳固。

#### 3. 其他设备安装

导轨、承压墙在安装完成后安放好顶进装置的管节, 在沉井放样中心线, 再放置好齿轨、设备、管机等, 在中心线上吊装以保证安全性, 最后放入到施工的

地点后由人工进行安装，直至所有管节组装全部完工。

### （三）顶管施工技术在水工程管道施工中的应用

#### 1. 钢管接头测量控制

一旦顶进时发生了管道接口焊接移位情形，继续顶进会造成管道受力变形、焊缝部位松动，所以在顶进施工之前需要进行精准检测工作，保证顶进方向不偏离、顶进强度适中。如果测出顶进偏移须第一时间调换顶进方向，检查顺直程度和接口状况，并进行换管处理。

#### 2. 顶进施工细节控制

保证顶进压力与混凝土物理性能相平衡，不然极易引起地面沉降。实时观察偏心点状况，发现偏移后要及时修正钢管轴线偏移。为防止顶进的压力过大，可在钢管外壁涂刷一次改性石蜡，也可相应加大顶管高度。土壤长期不稳也可能存在变化、移动的现象，因此要制定注浆等措施，并做好土壤检测，严禁超挖，以保持顶管轴线的稳定。

#### 3. 地下障碍物处理

地下障碍物是影响顶管施工的主要原因，岩石土层中的废弃管道、石块等应当及时清理。为防止障碍物对建筑产生危害，工程建设前在开展现场勘测时要检查一下在顶管段是不是有障碍物出现，前期设计应做好规划管线位置，也可通过提前挖掘或钢节套方法将障碍物拔出，纠正推进误差。

#### 4. 纠正偏向的管道及测量顶管轴线

检测顶管轴线时采用地下导线检测，利用全站仪、检测控制箱、工作井测站、计算机控制台等仪器设备，确定检测精度要求，偏差不能大于2mm。在顶入土层30cm后检测一次管轴线，顶入到100cm时再检测一次，顶管轴线发生位移时应按照实际状况加大检测频次，根据多次检测的数据确定位移是否会扩大。调整各种油压情况的螺旋千斤顶机头尺寸，缓慢修正偏离管道（每次修正偏差 $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ ），直至满足设计轴线标准。

#### 5. 地面沉降控制

供水管道施工时不可避免地要碰到建筑物，可能会给建筑物造成干扰，使得地基发生下沉。一旦建筑物和顶管轴线相距过近，则管线穿过地层的安全就不好，很容易发生局部下陷。对地面沉降的主要限制包括：采取掘进方法的建筑，在建筑施工阶段严控挖掘时混凝土压强（最好水压为等于土壤压0.01MPa），以保证顶管浇筑层的安全；在顶管施工时，管内山嶂背的土可能会对土壤产生干扰，从而造成建筑结构土壤的缝隙，因此在管外外侧建立了触变性混凝土润滑套，能有效填补土壤与建筑物的缝隙；顶进施工结束以后，在拆除触变性混凝土的压注孔接头以前，可以利用触变性混凝土替代压注孔内的混凝土砂浆；置换泥浆的过程中，实时观测管道沉淀量，并总结监测数据；同时通过加固法，保持土层稳定。

#### 6. 管道功能性试验

管线在顶进建设完毕以后要检查管线使用，并根据

相应规范，对管线现场实际压力予以及时检测，当压力 $>0.1\text{MPa}$ 时应当开展水压力测试。

### 四、水利供水工程管道安装施工质量控制策略

#### （一）施工方案和设计文件审查

对施工方案和设计文件进行严格审查是确保水利供水工程管道安装施工质量的重要步骤。审查管道的布置方案，包括管道的走向、坡度、高程等。确保管道布置符合设计要求和规范要求，能够实现供水系统的正常运行。审查管道的支架设施设计，包括支架类型、间距、固定方式等。确保支架设施能够提供稳固的支撑，保证管道的安全和稳定。审查管道连接方式，包括焊接、螺纹连接、法兰连接等。确保连接方式选择正确，符合规范要求，并达到所需的密封性和强度。确保安装方法合理可行，符合相关规范和安全要求。审查所选用的管道材料是否符合设计规范，包括管道材质、规格、强度等。

#### （二）材料验收和质量检测

对管道材料进行验收，并进行相应的质量检测。包括检查管道材料的规格、质量证明文件、外观质量等。对关键性材料，如管道连接件、阀门等，进行必要的抽样检测，确保其质量符合要求。对管道材料进行验收和质量检测是确保水利供水工程管道安装质量的重要环节。以下是相关的验收和检测步骤：

**规格检查：**对管道材料的规格进行检查，确保其符合设计要求。检查管道直径、壁厚、长度等参数是否与设计文件一致。

**质量证明文件：**检查管道材料的质量证明文件，如生产厂家提供的质量证明书、产品检验报告等。核实材料的生产批次、标准执行情况等信息。

**外观质量：**检查管道材料的外观质量，包括表面光洁度、无明显裂缝、破损、变形等问题。确保材料表面没有划痕、氧化和腐蚀等质量问题。

**抽样检测：**针对关键性材料，如管道连接件、阀门等，进行必要的抽样检测。抽样检测可包括力学性能、化学成分分析、耐腐蚀性能等方面的测试，以确保其质量符合要求。

**承压试验：**在管道安装前，进行承压试验，以验证管道的密封性和抗压能力。承压试验应按照相关规范进行，记录试验参数、测试压力、试验时间等。

**接口连接检查：**检查管道连接的质量，确保接口连接牢固、密封可靠。根据管道连接方式进行相应的检查，如焊缝检验、法兰连接的平齐度和严密性等。

以上验收和检测工作应由经验丰富的专业人员进行，并遵循相关规范和标准要求。质检部门或第三方机构可以参与其中，对材料进行全面的质量检测和评估，确保管道材料质量符合设计和工程要求。检测结果和质量记录应及时记录和保存。

#### （三）测量和标志控制

使用专业的测量仪器和方法进行精确测量，例如全站仪、水准仪、测量标尺等。确保测量设备的准确性和

精度，以获得可靠的测量结果。在管道安装前，对管道的位置进行测量，包括管道的水平位置和垂直位置。测量的目的是确保管道的准确布置，以满足设计要求和规范要求。测量管道的高程，确保管道在设计高程范围内合理安装。需要注意测量要点的选择和参考标准的确定，以保证测量结果的准确性。在供水工程中，管道的坡度是确保水流畅通的关键因素。进行管道坡度的测量，确保管道坡度符合设计要求，以保证水流顺畅，并避免积水和堵塞等问题。对测量结果进行标志控制，例如使用测量钉、标志杆等在地面上进行标记，确保施工人员按照标志进行管道的准确安装。

#### （四）焊接和连接质量控制

对管道的焊接和连接质量进行严格控制。确保焊缝的焊接质量、管道连接的紧密度和稳固性。进行必要的焊接工艺试验，遵循焊接规范和操作规程。对水利供水工程管道的焊接和连接质量进行严格控制是确保供水系统安全和可靠运行的重要步骤。在施工前进行必要的焊接工艺试验，以确定最佳的焊接方法和参数。试验应包括焊接工艺的可行性、焊接接头的强度和强度等方面。通过试验，选择合适的焊接工艺和操作流程，以确保焊缝的质量和强度符合设计要求和相关规范。对参与焊接工作的人员进行资质审查和技能培训。焊接人员应具备相应的证书和经验，熟悉焊接规范和操作规程。确保焊接工作由熟练的人员完成，提高焊缝的质量和可靠性。选择合适的焊接材料，并进行相应的准备工作。焊接材料应符合设计要求和相关标准，包括焊条、焊丝、气体、流量及纯度等。确保焊接材料的质量和稳定性，对于管道连接件，如法兰、弯头等，需要确保其质量和尺寸符合要求。进行焊接质量的检验和控制。包括焊缝外观质量的检查、焊缝的尺寸和几何形状的检测、焊缝强度的试验等。确保焊缝的紧密度、无裂纹、无气孔和夹渣等缺陷，并符合相关焊接规范的要求。及时记录焊接工作的相关信息，包括焊接参数、焊接人员、焊接位置等。建立焊接质量档案和溯源记录，以备将来的审查和维护需求。

#### （五）施工现场管理和监督

进行施工进度的跟踪和协调，及时解决工程进展中的问题和障碍，保证施工进度顺利推进。建立材料采购、验收和使用管理制度。核对材料的规格、质量，确保符合设计和规范要求。制定材料使用计划，合理控制材料的消耗，减少浪费。建立设备使用和维护管理体系，确保施工所需设备的及时调配和维护保养。制定设备使用规范和操作指南，保障设备的正常运行和施工效率。委托第三方检测机构进行实时监督和检查。他们具有专业知识和经验，能够发现和解决施工中的问题，并提供及时的建议和改进措施。进行施工现场的实时监督和检查，确保施工活动符合相关规范和要求。定期组织工作会商和巡视，对施工进度进行评估和沟通。对发现的问题和不符合要求的情况，及时采取纠正措施。建立

问题整改的机制，跟踪和核实问题的整改情况，并进行记录和评估。制定并执行严格的安全操作规程，确保施工现场的安全。建立安全意识和培训体系，提高施工人员的安全意识和素质。以上措施有助于建立严格的施工现场管理制度，确保施工质量和进度的控制。

#### （六）管道试验和验收

按照设计要求，进行管道试验和验收。包括管道的水压试验、泄漏测试、压力和流量测试等。确保管道系统的密封性和稳定性，并符合规范要求。按照设计要求进行管道试验和验收是确保供水工程管道系统安全和可靠性的关键环节。以下是相关试验和验收项目：

**水压试验：**对管道进行水压试验，即在管道内充水或施加水压，以验证管道的密封性和承压能力。测试压力应按设计要求确定，并保持一定时间，观察是否有渗漏和变形等现象。

**泄漏测试：**进行管道系统的泄漏测试，识别和定位可能的泄漏点。常用的方法包括压力丧失测试和气密性测试，通过检测系统压力变化或气体渗入情况，判断是否存在泄漏或渗漏现象。

**压力和流量测试：**对管道进行压力和流量测试，检测管道系统的运行参数，例如静态压力、动态压力和流量等。测试结果应与设计要求进行比较，确保管道系统的水力性能符合规范要求。

**阀门和控制设备测试：**对阀门和控制设备进行功能和操作性能测试，确保其正常工作和可靠性。包括开关操作、密封性能、调节性能等方面的测试。

**检查外观和安装质量：**检查管道的外观质量和安装质量，包括连接件的紧固情况、法兰连接的平齐度和严密性等。确保管道系统安装符合设计要求和相关规范。

**验收文件和记录：**及时记录试验和验收的结果，包括试验参数、测试数据、验收记录等。生成管道试验和验收报告，作为重要的参考文档，用于工程验收和后续维护管理。

在试验和验收过程中，要确保试验设备的准确性和可靠性，并严格按照设计要求和相关规范进行操作。发现问题时，应及时进行整改和改进措施，确保管道系统的安全性、稳定性和可靠性。

## 五、结语

供水工程管道安装施工，最重要的是要确实保证各施工环节配合紧密，在接缝连接时必须快、准、稳，在管件放置时应与管件轴线一致；在配件与管材装配过程中，应顺着水流方向连接大小头；并要严格按照施工规范要求反复核对确认管道本身及安装质量，以确保施工质量合格达标。

## 参考文献

- [1] 供水工程管理与水源地保护问题及对策探讨[J]. 许亚杰. 水利科学与寒区工程, 2020(04)
- [2] 供水工程管理与水源地保护问题的有效对策[J]. 姜洋. 黑龙江水利科技, 2021(09)