

水利工程自来水供水管道施工技术

文 / 许道明 山东省济南市平阴县自来水公司

摘要: 水利工程中的自来水供水管道项目多位于地质条件复杂、施工环境多变的区域, 这些特点对供水管道的技术水平提出了更高要求。为有效减少水管渗漏对供水系统的影响, 提升整体供水效率与质量, 本文引述某自来水供水管道工程项目为例, 通过对比3pe防腐钢管、水泥管及PE管道在成本效益、施工便捷性等方面的综合表现, 最终选定3pe防腐钢管作为基础施工材料。在项目实施过程中, 严格遵循3pe防腐钢管的安装规范, 确保供水管道系统的稳固性与耐久性, 为城市供水安全提供了坚实保障。

关键词: 水利工程; 自来水; 供水管道; 施工技术

【DOI】 10. 12254/j. issn. 2096-6539. 2025. 03. 074

引言

随着现代城市化建设的迅猛推进, 供水管道建设面临的挑战日益严峻。地质条件的复杂性、施工环境的多样性以及管道材料选择的广泛性, 均对供水管道的施工建设和后期运行水平构成了显著影响, 进而可能制约城市的发展步伐。与此同时, 尽管现代科学技术的发展为供水管道施工带来了诸多先进的技术和工艺方案, 但由于部分施工人员专业技能的滞后, 未能充分掌握和应用这些新技术, 导致施工效果未能达到预期^[1]。鉴于此, 积极引入并应用先进的施工技术和设备于供水管道工程中, 不仅能够有效解决当前存在的问题, 提升施工质量和效率, 还能为城市化进程的持续健康发展和社会整体进步贡献积极力量。

一、工程概况

某水利工程自来水供水管道项目建设长度在5km左右, 施工工期为6个月。由于该项目作为城市内部重要基础设施, 关系到周边居民的用水安全, 所以在施工过程中选择合理施工技术和质量控制措施构建完善自来水供水管道, 为当地居民生活水平提升以及城市建设发展提供支撑。

二、方案比选

本工程项目在供水管道材质选择过程中, 对现场的地质条件、建设成本、材料性能、施工要求等多方面进行分析, 对比3pe防腐钢管、水泥管、PE管道等应用广泛的供水管道管材, 综合性分析确定最佳管材材质。由于本工程项目所在地区地质条件比较复杂, 管道投入使用的过程中容易造成损坏问题, 对管道的抗压、抗腐蚀、耐久性方面要求较高。经过上述各方面因素进行分析, 发现3pe防腐钢管的强度比较高, 耐腐蚀性能优越, 虽然初期投入成本较高, 但其使用寿命比较长, 长期投入使用后具备较高的经济效益。与之对比来说, 虽然水泥管道在初期施工中成本较低, 但在复杂地质条件下容易出现破损、开裂等现象, 并且其自重比较大, 现场施工难度较高, 对后续的运营和维护方面产生不利影响。PE管材虽然轻便安装, 但在极端条件下容易产生损

坏问题, 比如高温、高压、强腐蚀等导致管材使用条件受到较大限制。经过上述多个方面分析, 综合考虑到多方面因素, 最终选择使用3pe防腐钢管作为本项目供水管道施工管材。

三、供水管道的施工工艺

(一) 测量放线

根据本供水管道项目施工要求, 按照设计方案进行现场测量放样, 确定管道施工位置, 达到工程建设精度要求。该阶段选用全站仪作为测量设备, 对设备性能进行测试和调整确保其检测精度达到技术标准。第一, 按照设计标准进行测量放线, 确定管道中心坐标以及高程参数。根据测量要求在规定位置安装全站仪精准对正管道位置, 确保后续施工作业过程中管道位置精度合格, 安装的精准度达标。第二, 在全站仪测量过程中输入已知控制点的坐标和高程, 为后续参数测量提供基础并且校正设备偏差, 防止出现严重偏差影响供水管道的运行效果。第三, 开启全站仪测量模式, 沿着设计管线走向间隔50m设置一个临时控制点, 并且落实现场标记工作, 达到清晰、准确性要求。该过程中全站仪作为测量主要设备进行3点坐标测量, 根据显示数据和设计参数值进行对比, 调整测量位置直到允许偏差在合理范围内。通常来说, 测量时保证水平位置误差在 $\pm 5\text{mm}$ 以内, 高程误差在 $\pm 10\text{mm}$ 内^[2]。

(二) 沟槽开挖

水利工程自来水供水管道在施工过程中沟槽开挖作为最初工序, 对于后续各项工作顺利开展产生积极作用。该环节中选择小型挖掘机进行开挖作业, 按照测量放线的结果进行开挖施工, 确保开挖精度合格, 尺寸符合施工要求。第一, 按照已经测量确定的管道中心线和设计要求确定槽宽, 并且开启小型挖掘机缓慢进入到作业现场。开挖过程中严密监控, 根据开挖作业要求使用挖掘机铲斗进行精准深度控制, 并且利用铲斗的旋转、摆动等使槽底部达到平整性要求, 坡度设定为1:0.5~1:1之间。开挖作业阶段定期使用水准仪、激光水准尺等进行检测确定, 尺寸精度合格, 防止出现超

挖、欠挖等问题影响施工效果。第三，如果开挖过作业过程中遇到软土、湿陷性土等土质及时调整开挖工艺方案，确保开挖效果不受影响。针对边坡稳定性下降等情况及时采取边坡加固措施，并将土方及时转运到规定地点存放，现场整洁有序防止造成沟槽结构损坏。

（三）管道支墩设置

根据本供水管道项目建设要求，管道支墩设置作为核心工序关系到管道运行的稳定性以及可靠性。按照现场施工作业标准，自来水供水管道的弯管、三通、水管尽头堵头、缩管等位置，发生水流方向改变、压力集中、管道形态变化等使管道承受过大的应力和拉力。为保证上述各位置运行达到稳定性要求，现场布置管道支墩结构确保结构稳定性合格，预防管道出现移位、破裂等情况。第一，管道支墩严格按照设计方案要求进行设计。管道支墩设计过程中根据实际情况进行布置，确保支墩的位置、尺寸、材料、构造等信息符合施工要求。混凝土支墩砌筑作业阶段确保其凝固时间在7天以上，内部混凝土结构充分水化，强度符合要求满足结构承载力的标准。第二，根据现场施工要求进行管道支墩的结构构造设计。管道支墩设计过程中考虑到管道运行实际情况，特别是分析管道投入使用后的极端情况，确保其承载力合格且后续维护方便。支墩设置过程中保证地面结构达到平稳、牢固的要求，管道或者管件接触紧密，能够有效分散管道应力确保运行效果达到技术标准。第三，管道支墩建设过程中选择合适地基条件。如果在现场施工过程中发现管道支墩位置的地基条件不符合要求，需进行地理条件改善确保其支撑能力达到技术标准。按照现场施工作业需求，针对不合格的地基条件利用换填、注浆、设置桩基等结构形式保证承载力合格，满足管道支墩的运行需求。第四，精准把握管道支墩修筑时机。按照现场施工作业要求，通常在管道接口位置施工结束且管道固定后进行管道支墩修筑，支墩支撑效果达到标准。之所以选择该时机开展建设，只是因为管道安装作业阶段其位置、形态往往因为施工操作发生改变，只有在管道位置固定完成后才能够确定管道支墩施工位置，确保支撑效果达到技术标准。与此同时，为防止因为过早拆除临时固定支架而造成的管道移位或者损坏，需要在支墩位置砌筑砂浆或者混凝土达到强度要求后再进行拆除^[3]。

（四）阀门安装

按照设计方案要求和现场具体情况，确定阀门安装的位置、高度等参数。根据现场施工作业要求对阀门进行开箱检查，确保规格、型号、材质等符合设计标准且外表面没有损坏等情况，各项配件达到齐全的要求满足阀门的安装和运行需求。针对阀门安装要求进行阀门的清洁、润滑等工作，确保内、外部件位置没有杂物，各转动位置灵活。按照管道流向进行标记，正确安装阀门

并且通过法拉连接或者螺纹连接等方式将阀门和管道紧密连接，确保其连接稳定性达到要求。在阀门安装过程中合理设置垫片，密封性达到要求，避免投入使用过程中出现泄漏风险。

（五）管道吊装

根据本自来水供水管道项目施工要求，在管道运输的作业现场后采用吊装方式运输到规定部位。吊装过程中根据管道的尺寸、重量、吊装现场条件等选择合适吊装起重设备，确保吊装精度合格、安装效果达到标准。按照吊装作业需求准备钢丝绳、吊具、卡环等工具，使设备运行达到安全性的标准、调整作业精度符合要求。吊装作业现场进行全面的清理和平整，现场杂物清理干净并且布置隔离和警示装置，确保吊装作业过程中没有无关人员和设备进入作业现场。按照管道安装的位置以及高度等尺寸，通常吊装到地面以上3m高度位置进行对接安装，精准计算吊点的位置、数量等，确保吊装作业过程中管道达到平衡、稳定性的要求。吊装作业开始后由地面人员统一指挥，各岗位人员尽力配合确保管道吊装顺利完成。吊装到预定位置后由工作人员进行轻微调整，确定下落的速度、方向等使管道安装位置精度合格。管道对接开始前，对于对接口位置展开检测并进行清洁检查，表面没有任何杂物、损伤等情况并且涂抹一定量的密封性材料，符合密封性要求。管道对接结束后及时进行固定和支撑，确保后期投入使用过程中不会出现位移、变形等问题^[4]。

（六）接管

根据本供水管道的施工建设要求，在管道接管作业阶段制定精细化工作流程确保接管效果达到要求。第一，对3pe防腐钢管表面进行修口处理，这是接管前的必要步骤。该过程中由工作人员按照设计方案要求进行管道接口位置的修整和打磨，确保管道端口位置、坡口角度、钝边以及圆度等符合技术标准，通常坡口角度设定为 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ ，钝边在2mm以内，从而确保焊接效果达到技术标准。第二，对口过程中确保两根管道内壁达到齐平的要求。该环节中安装作业人员使用直尺沿着内壁周围进行细致找平，使其错口偏差在合理范围内，即不超过壁厚的0.2倍且在2mm以内。该过程中保证纵向焊缝采取交错设置方式，交错距离如下：管径 $<600\text{mm}$ 时错开距离在100mm以上；管径 $\geq 600\text{mm}$ 时，错开间距在300mm以上，防止因为焊缝重叠出现应力集中影响结构的性能。第三，严格按照要求进行环向焊缝焊接作业。在环形焊缝焊接过程中严格执行工艺方案，保证焊缝和支架的距离在100mm以上，并且相同直管段上相邻环向焊缝间距在200mm以上。第四，不同壁厚的钢管对口焊接时执行设计标准要求进行。焊接过程中保证两个管道厚度之间相差在3mm以内，防止因为壁厚不均匀导致焊接缺陷。接管作业阶段现场设置十字焊缝方式，防止应

力过于集中导致结构强度、安全不达标。

(七) 钢管焊接

根据自来水供水管道的施工要求制定详细钢管焊接工艺和流程，并落实细节监控工作确保施工效果合格。在钢管加工过程中往往存在偏差问题，需要进行测量和编号并按照不同施工部位、规格、型号等进行确定，钢管焊接效果达到技术标准。3pe防腐钢管焊接过程中由专职质检人员进行焊接效果检测，确保没有任何焊接缺陷，焊缝性能达到技术标准。焊接作业阶段随时监测焊缝状态，防止存在裂纹、烧穿、焊瘤、夹渣、气孔等缺陷问题导致钢管连接效果无法达到标准。焊口位置进行平直度、尺寸的精准测量，严格执行技术标准规范进而确保焊接接头位置、强度、密封性符合技术要求。焊接前以及焊接过程中对管道接口焊接位置进行清洁、除锈等处理，没有任何杂物影响焊接强度。首先将管道内部的泥土、污垢清理干净，并且将焊口边缘及两侧10~15mm范围内彻底清理干净，裸露金属光泽营造良好的焊接作业环境^[5]。

(八) 进行闭水试验

水利工程自来水供水管道施工结束之后进行密封性、承压性能检测，是确保其运行效果合格的关键。通常来说，闭水试验过程中严格按照规定流程进行，先选择长度1000m以上的管段进行试验分析，主要从管道运行情况展开检查，随后再进行正式闭水试验。该阶段中使用M7.5红砖进行两侧堵板砌筑，堵板厚度设定为24cm，表面涂抹1:2防水砂浆，使堵板结构的密实度、强度符合要求。根据闭水试验要求，在试验开始前对管道进行全面检测，没有裂缝、破损等情况。准备工作结束后将清水注入到试验管段内，持续24h进行浸水试验，模拟管道运行的正常情况以确保管道的实验顺利开展。根据管道试验要求，在充水过程中按照管道从低到高的流入方式开启各个阀门，直到最上部位管道没有气泡冒出及时关闭阀门并且停止供水。该阶段中做好各环节监测工作，随时查看各管道位置运行情况，闭水观测时间为30min，本工程部分技术检测结果见表1所示。

表1 闭水检测结果

序号	技术指标	测试标准	测试结果	判定标准
1	试验管段长度	根据设计图纸及现场实际情况确定	100m	-
2	试验水位高度	管道顶部以上至少0.5m，但不超过上游检查井井口	1.2m	符合设计要求
3	观测时间	一般不少于24小时，可根据实际情况调整	48小时	≥24小时
4	渗漏量(允许范围)	根据管道材质、管径及设计要求确定，通常要求非常小	无可见渗漏	无可见渗漏
5	水压变化	记录试验开始和结束时的水压，以及过程中的变化	初始: 0.2MPa	变化≤0.01MPa
6	管道外观检查	试验前后检查管道是否有裂缝、变形等异常情况	无异常	无异常
7	井室及接口检查	检查井室及管道接口处是否有渗漏现象	无渗漏	无渗漏

(九) 回填沟槽

自来水供水管道施工结束且检验检测合格后，即可按照施工规范进行沟槽回填作业。该环节施工中先进行管道两侧材料回填，并且采用轻微夯实方式处理，防止强度过高造成管道结构损坏。回填作业阶段及时将内部杂物、积水等清理干净，预防损坏管道结构或者回填强度无法达到要求。管项上部0.7m范围内采用人工回填作业方式，利用滚压设备进行夯实、回填等处理。回填作业过程中随时监测回填土质的含水量，确保密实度合格，含水量达到标准。

结语

水利工程自来水供水管道作为人们日常生活的重要基础设施，关系到人们幸福生活以及现代社会的发展，也是提高管道运行水平的重要举措。通过技术人员进入到现场进行全面勘察掌握地质条件，确定合理施工方

案、明确管道材质并优化改进施工工艺措施，确保施工效果合格。与此同时，引入先进工程技术落实各项施工控制措施，进而确保水利工程自来水供水管道施工效果合格，为我国现代化事业建设和发展做出贡献。

参考文献

[1] 纪克尚. 自来水给水管道安装施工中的问题分析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2020, (11): 28.
 [2] 于雷. 供水管道安装质量控制要点分析[J]. 中国科技投资, 2021, (01): 143+145.
 [3] 施紫启. HDPE供水管道安装技术在某苗圃工程中的应用[J]. 福建建材, 2021, (07): 73-75.
 [4] 林福金. 跨海管廊供水管道安装施工要点探讨[J]. 江西建材, 2022, (07): 276-278.
 [5] 刘磊. 农村自来水供水管道的安装策略探析[J]. 四川建材, 2024, 50(03): 227-228+231.