

水利工程给排水施工技术及质量控制措施研究

文 / 刘润宇 深圳市深水兆业工程顾问有限公司

摘要: 为加快现代化城市建设,有效改善城市居民的生活环境,文章选择以深圳市宝安区茅洲河流域的水环境综合整治项目的实践经验为参考,深度剖析水利水电工程给排水施工技术和质量管理措施。研究发现水利工程给排水施工技术的实施效果以管道安装、顶管与非开挖施工、深基坑施工、防水与防渗施工为关键,应结合具体场景全面掌握其操作要点。同时在给排水施工技术实施的全过程中,还要从原材料质量管理、人员管理、施工安全管理三个维度出发,采取针对性的质量控制措施,以保证工程长期稳定运行。

关键词: 水利工程;给排水施工技术;原材料

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.22.080

引言

随着我国水利事业的快速发展,水利工程建设规模持续扩大,同时其功能需求也呈现显著的多元化特征,在城市建设和发展中发挥着输送、调配水资源、排放污水等重要职能。针对近年来水利工程给排水系统频繁出现的接口损坏、基坑坍塌、管道渗漏等问题以及引发水资源浪费、生态污染等连锁反应,需深入研究水利工程给排水施工技术,建立健全质量控制体系,保障工程质量安全。

一、案例概况

针对茅洲河流域内水体现状污染严重,干支流水质茅洲河流域劣于地表水V类,水体黑臭,水生态环境亟待改善。对此,为加快推进茅洲河流域水环境整治,全面消除黑臭水体,实现水生态环境正本清源,深圳市宝安区环境保护与水务局投资建设茅洲河流域(宝安片区)水环境综合整治项目、茅洲河流域(宝安片区)正本清源工程、宝安区2019全面消除黑臭水体工程等系列工程,工程总投资约152.1亿元,共包含46个子项。采用EPC总承包模式,调配水质净化厂泵站水量,确保雨污分流管网全面覆盖宝安区沙井、新桥、松岗、罗燕4个街道,其中具体包括管网拆除新建、老旧缺陷管修复、管网清淤疏浚、污水提升泵站改造、河道防洪完善和现状渠道加固,并对10处重要节点进行生态修复。

二、水利工程给排水施工技术

(一) 管道安装技术

第一,测量放线。结合工程设计图纸与现场地质条件,精准测量管道敷设路线,应用全站仪、水准仪、GPS等精密仪器确定管道中心线、槽边线、检查井的位置及高程,严格控制管径大小、轴线与高程的偏差,将其控制在合理范围内。在本工程的管道安装技术实践操作中,对于管径 $\leq 300\text{mm}$ 的给排水管道,要求轴线偏差不得超过10mm,高程偏差不得超过5mm。

第二,沟槽开挖。在确保现场测量放线不存在误差或误差在一定范围后,即可开展沟槽开挖作业,并根据

土壤性质、地下水位勘察结果,确定合适的槽壁坡度或适宜的支护形式,在管道沟槽开挖的全过程中密切关注边坡土体状态的稳定性。一方面,采用机械化沟槽开挖模式,确保管道底部整体的平坦度;另一方面,一旦在开挖过程中发现地质问题,则及时采取钢板桩、工法桩等有效的支护措施。在沟槽开挖期间,实时追踪槽底深度,一旦发现实际开挖深度超过槽底标高 $0.2\sim 0.3\text{m}$ 时,安排施工人员及时清理,使其达到管底规定标高,避免出现超挖或触碰原槽底的情况。

第三,管道连接。全面检验管节内外的防腐性能,确保其防腐性能达到设计要求。应用柔性吊带等专用吊具,将准备好的给排水管道在汽车吊的辅助下匀速、缓慢下放至管沟内部,严禁采用拖拽、抛掷等暴力方式导致管材结构受损。根据市场上常见的给水管材类型,合理选用焊接、电熔等管道连接方式。针对承插式管材,在管道连接中应以严格控制橡胶圈的安装质量和插入深度为关键;针对焊接钢材,在管道连接中应安排持有资格证书的专业人员按照规程开展作业,并在焊接完成后完成无损探伤检测;针对塑料管材,可应用热熔或电熔连接,保证其接口均匀。

第四,严密性试验。管道安装完成后进行水压试验与严密性试验。本工程采用分段封闭的方式完成水压试验,按照设计工作的1.5倍作为试验压力,控制注水速度为 $0.3\text{MPa}/\text{min}$,稳压时间不低于30min,仔细观察压力降与接口渗漏情况,在保证管道安装严密性的前提下开展土方回填作业。

(二) 顶管与非开挖施工技术

考虑到本工程规模较大、施工周期紧张的实际状况以及管线修复、新管线铺设与旧管线更新等实际需求,再加上水利工程给排水管道穿越道路、河流、建筑物等复杂场景,在给排水施工技术实施中,提出应用顶管与非开挖施工技术,严格按照如图1所示的规范流程,先地面完成工作坑的开挖作业,而后利用顶管机有序推进水利工程施工作业有序开展^[1]。

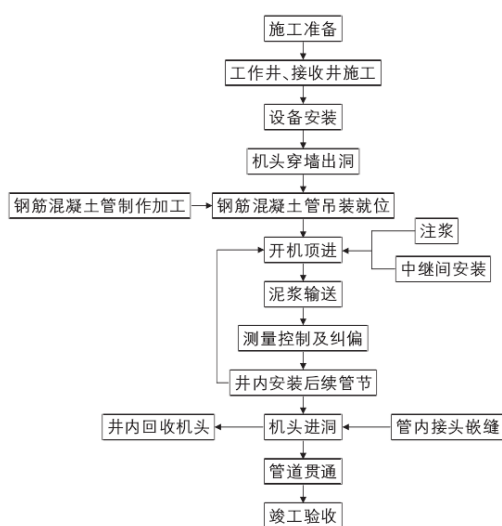


图1 顶管与非开挖施工技术工艺流程

首先，在施工准备阶段，深入施工现场，全面掌握施工区域现场环境、地质情况，将勘察结果整理成工程项目水文地质勘察报告，并做好施工场地平整工作，确保各类机械设备可以有序进场。

其次，在作业井布置环节，明确工作井和接收井两个部分，其中工作井开挖为重中之重，根据顶管机型号、管道直径、施工操作空间确定工作井的尺寸，确保在该空间可设置主顶千斤顶、照明排水设施、导向槽等各类

设备，在后续环节充分发挥抵抗掘进机推力的封闭式保护作用。一般，工作井的尺寸以比管道外径大1.2~1.5m为宜。接收井的设置需与工作井对应，位于在给排水管道的另一端，以简单的结构形式发挥接收施工设备和工具的作用。

再者，根据地质条件，合理选择土压平衡顶管机、泥水平衡顶管机等适宜的顶管机类型，在保证管道质量与性能保护不受影响的前提下，合理选择顶管管径、厚度、长度等。

最后，在做好一切准备工作后，实施顶进施工作业，遵循连续性原则，采用随挖随顶、先挖后顶的方式，有序开展顶进作业。应用顶管机的导向系统实时监测管道轴线偏差，配合激光导向仪实现精准定位，确保冲孔中心线与管材轴线重合度误差不超过0.05mm。严格按照表2所示的允许偏差标准，开展顶进施工[2]。一旦发现偏差超过允许单位，则应采用多次、慢速、小幅度的方式，微调千斤顶与工具头，并同步调整对顶进参数、出土量、注浆压力等顶进参数，保证顶管施工技术的施工质量。为避免出现地面沉降，保证顶进施工现场和周围土体结构的稳定性，在顶进过程中需同步开展注浆加固作业，通过管节外周的注浆孔注入膨润土泥浆，形成泥浆套，减少管道与土体间的摩擦力。

表1 土压平衡顶管施工允许偏差

项目	允许偏差 /mm	检验频率		检验方法
		频率	范围	
中线位移	$L \leq 100 \text{ mm}$	30		经纬仪
	$L > 100 \text{ mm}$	50		检测
管底位移	$L \leq 100 \text{ mm}$	$D \leq 1\ 500$	+30, -40	每节管 1 水准仪 检测
	$L > 100 \text{ mm}$	$D > 1\ 500$	+40, -50	
		$D \leq 1\ 500$	+30, -40	
		$D > 1\ 500$	+40, -50	
相邻管错口	钢筋混凝土管	≤ 20		钢尺检测

(三) 深基坑施工技术

针对水利工程给排水系统中泵站、蓄水池等构筑物在建设、维护等环节设计的深基坑施工技术，既要维护这类构筑物在城市给排水系统中发挥的重要作用，还有深入分析深基坑施工所面临的土地失稳、基坑降水、周边沉降等风险。

基坑开挖环节，编制专项施工方案，根据开挖深度的不同，采用一次性放坡开挖、分层放坡开挖等多种方式，明确各个区域的开挖顺序、分层厚度、支护方式、降水措施，经过专家论证合格后方可实施。

基坑支护环节除了关注基坑深度外，还要综合考虑地质条件和周边环境，选择合适的支护形式，具体包括土钉墙支护、钢板桩支护、SWM工法桩支护等。其中土

钉墙支护适用于深度不超过12m的粘性土或粉土基坑，在该项技术操作中，需按照设计间距，在其中打入长度为基坑深度1.2~1.5倍的土钉，喷射C20、厚度为80~100mm的混凝土面层。钢板桩支护适用于深度超过12m、周围环境较为复杂的基坑，应用钢板桩形成支护结构，配合止水帷幕防止基坑渗水。SWM工法桩则是应用钻掘搅拌机钻进一定深度，借助其喷出的水泥系强化剂与地基土充分混合，形成水泥土柱列式挡墙，并在其中插入H型钢补强应力，形成无缝、连续、完整且刚度与强度较高的地下墙体。此外，在深基坑施工环节的支护方式选择中，除了从技术层面上，保证基坑稳定性外，还从成本控制的角度出发，按照表2所示内容，比较不同支护方案的经济性[3]。

表 2 不同地质条件下支护结构的单方造价

土层类型	地下水埋深 (m)	主要支护形式	支护结构单方造价 (元 / m ²)
黏土为主, 局部夹杂砂层, 土质较硬	5	土钉墙支护, 局部辅以少量灌注桩	300—350
深厚软黏土, 含水量高	2	水泥土搅拌桩重力式挡墙 + 内支撑, 灌注桩加固关键部位	600—700
砂土, 颗粒较粗, 透水性强	3	地下连续墙 + 多道锚杆支护	1000—1200
粉质黏土, 土层较均匀	4	悬臂式灌注桩支护	450—550

基坑降水环节, 以地下水位高低作为选择降水方式的重要依据。针对地下水位埋深不超过 6m 的区域, 则应用轻型井点实现基坑降水; 针对地下水位埋深超过 6m 的区域, 则需选用管井井点完成基坑降水。在降水过程中, 实时监测地下水位的变化, 确保地下水位低于基坑底面 0.5 ~ 1.0m, 避免基坑积水影响施工。

(四) 防水与防渗施工技术

围绕本工程老旧缺陷管修复工程以及生态恢复的实际需求, 为确保水利工程给排水系统的使用寿命, 在给排水施工技术中, 应高度重视防水与防渗施工技术的有效实施。针对工程的混凝土结构, 可在施工环节选用抗渗等级超过 P6 的抗渗混凝土, 配合强度等级超过 42.5MPa 的普通硅酸盐水泥和连续级配碎石与中砂, 添加适量防水剂与膨胀剂, 改善混凝土的抗渗性能。与此

同时, 严格控制混凝土配合比、坍落度和搅拌时间, 并在浇筑环节采用分层浇筑、振捣密实的方式, 避免因操作不当而导致混凝土结构出现蜂窝、麻面等缺陷, 进而容易出现渗漏问题。

三、质量管理措施

(一) 原材料质量管理措施

以管道质量控制作为水利工程给排水施工质量控制的重点, 根据输送介质、压力等级和环境要求, 参照表 3 所示的管材特性和适用场景, 选择适宜的管道材料^[4]。在材料进场后环节严格检查其出厂合格证与性能检测报告, 通过外观检查与确保管道结构表面无裂纹、凹陷、腐蚀等缺陷, 采用抽样送检的方式, 确保压力试验、抗渗性能检测结果符合工程要求, 实现材料质量的有效控制。

表 3 水利工程给排水施工常用管材特性与适用场景

管材类型	优点	缺点	适用场景
焊接钢管 (SP)	承压能力极强, 适应性强	内外防腐要求高, 造价高	泵站进出水管、穿越河道、高压管段
球墨铸铁管 (DIP)	强度高, 韧性好, 抗腐蚀	造价较高	重要输配水管、穿越复杂地段
玻璃钢管 (RPM)	内部光滑, 耐腐蚀, 重量轻	抗冲击性较差, 施工要求严格	腐蚀性介质输送, 穿越地区
高密度聚乙烯管 (HDPE)	柔韧性好, 耐腐蚀, 重量轻	承压相对较低, 抗紫外线差	非开挖牵引、地源热泵、配水管网
预应力钢筋混凝土管 (PCCP)	承压高, 耐久性好, 造价适中	自重较大, 抗地基变形能力较差	大型输水干线, 压力主干管

对于其中钢筋、水泥、止水带、抗渗混凝土等关键原材料, 按规范要求抽样送检, 控制送检频率的同时, 强调检测项目的完整性, 在确保各类原材料检测合格后方可进场使用, 严禁不合格原材料流入施工现场。

(二) 人员管理措施

在水利工程给排水施工全过程的监理工作中, 监理单位应正确认识人员专业技能与责任意识对施工质量造成的重要影响, 在人员管理中, 除了组建高素质、专业化的监理团队外, 还要督促施工单位加强人员管控。建立合格人员名录, 保证特殊工程持证上岗, 并优先选用具备相应职业资格证书或者具有同类工程施工经验的人员进入工作岗位。

(三) 施工安全管理措施

建立“全员参与、全程管控、全方位覆盖”的安全管理体系。编制专项安全施工方案。对施工实体质量情况进行现场查看, 并审查相应的施工资料, 及时签字确认施工过程中的隐蔽工程验收和检验批验收资料。加强现场安全巡查, 每日对施工现场的安全防护设施、施工设备、用电情况等进行检查, 及时发现并整改施工现场的安全隐患。

结语

综上所述, 水利工程给排水施工在具体实施过程中, 往往涉及复杂多样的技术体系, 且其质量控制环节较为繁琐, 在具体的施工技术实施和质量管理的实践中, 需明确各环节的操作要点与注意事项, 同时构建覆盖施工全流程的质量工资体系, 加强施工技术与质量控制的协同配合, 助力我国水利事业可持续发展。

参考文献

[1] 刘立栋. 市政给排水工程长距离顶管施工技术研究——以株洲市污水系统综合治理项目为例 [J]. 城市开发, 2025, (12): 151-153.

[2] 孙娜娜, 王康. 水利工程中给排水施工相关技术研究 [J]. 张江科技评论, 2025, (03): 110-112.

[3] 黄建荣. 水利工程给排水施工常见问题与控制策略探讨 [J]. 水上安全, 2024, (18): 151-153.

[4] 上官嘉宝. 新时期市政给排水施工技术及其质量控制的有效措施 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2024, (14): 173-175.

作者简介: 刘润宇 (1992 年 7 月 -), 男, 汉, 湖南省汨罗市, 本科, 初级工程师, 研究方向为水利给排水。