

市政给排水管道施工质量控制措施研究

王 健¹, 徐淑鹏²

(1. 济南水务集团, 山东 济南 250000;

2. 济南普利给水工程设计院有限公司, 山东 济南 250000)

摘 要 市政给排水系统作为城市水循环代谢的关键基础设施, 其管道工程施工质量直接关系到水资源利用效率和城市防洪排涝安全水平。目前, 在施工过程中普遍存在测量误差大、沟槽开挖欠标准、管道安装有缺陷、闭水试验过程不严格等诸多问题。本文针对上述问题提出了高精度的测量控制、规范化的沟槽开挖、严格的管道安装过程、标准化的闭水试验和回填土的质量管理, 以期为提高施工质量、确保管道系统的长期平稳运行提供借鉴。

关键词 市政工程; 给排水管道施工; 测量放线; 沟槽开挖; 管道安装

中图分类号: TU991

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.23.032

0 引言

市政工程给排水管道是城市基础设施中非常重要的部分, 其建设质量直接影响着城市水资源是否能够得到高效利用、水环境是否能够得到保护和居民生活质量是否能够得到提高。但目前给排水管道在建设过程中所暴露出来的很多问题, 严重地制约着工程质量的提高。针对这一情况, 本文对市政工程中给排水管道建设质量控制进行深入探究, 并且提出相应的解决策略, 以期能够对促进我国市政工程中给排水管道建设质量的提高提供有益参考。

1 市政工程给排水管道施工的意义

1.1 提高城市水资源综合利用效率

给排水管道系统是城市水循环过程中的“血管”。给排水管道系统建设质量的好坏直接关系到水资源的配置和利用效率。优质的给排水管道施工可以保证供水系统运行的稳定性、高效性, 降低由于管道破损、漏水等原因导致的水资源浪费; 与此同时, 良好的排水系统又可以有效地对城市污水及雨水进行收集、处理、排放, 预防城市内涝灾害的发生, 确保城市水环境健康安全^[1]。因此, 以提升城市水资源综合利用效率为出发点, 强化市政工程给排水管道工程建设质量控制既是实现城市可持续发展所需, 更是提高城市居民生活质量, 推动经济社会和谐发展的一项重要措施。

1.2 增强城市水污染防治与防洪排涝能力

在城市化进程中, 人口密度不断加大、工业活动规模不断扩大, 城市水体所承受的污染压力也日益加大, 有效的给排水系统是抵抗水污染、保持水生态平衡的首要防线。经过科学规划、精细施工后, 给排水

管道可以更加高效地对生活污水和工业废水进行收集、运输、处理, 降低污染物向自然水体中直接排放的危险, 使城市水污染防治水平得到显著提高^[2]。面对如暴雨导致的城市内涝这样频繁出现的极端天气事件, 完备的给排水管道网络成为城市排水系统的关键部分, 它布局合理、排水能力足够、维护状态良好是保证暴雨期间城市快速排水和缓解内涝的关键^[3]。

2 市政工程给排水管道施工现存问题分析

2.1 测量放线误差导致管道定位偏差

在管道施工中, 测量放线被视为最关键的步骤, 它的精确度会直接影响到后续的沟槽挖掘和管道的安装等步骤的基准精确度。但在实际作业中, 由于施工场地地形复杂、测量仪器的精度有限、人为操作的疏忽和环境因素的干扰等诸多因素的叠加作用, 测量放线过程很容易产生累积误差^[4]。该误差将直接传递到管道的定位环节中, 造成管道轴线的偏移和坡度的失准, 继而诱发管道接口的错位和水流的不畅乃至逆流, 不但加大后期维护的难度和费用, 而且还会导致区域排水系统的功能故障, 危及城市防洪排涝安全和水环境质量, 突出测量放线工序标准化和专业化管理的迫切性。

2.2 沟槽开挖不规范引发边坡塌陷或基底扰动

规范执行沟槽开挖需要考虑地质条件、水文环境、开挖深度、支护方案等多维参数的影响。目前在施工环节中往往由于下列因素造成系统性风险: 一是地质勘察脱离方案, 对于软土、砂砾层、富水地层这类特殊地质没有进行有针对性的支护设计, 只凭经验套用普通的坡比系数使边坡的稳定性缺乏储备; 二是由于机械挖掘方法过于简单, 没有严格按照“分层分段,

对称平衡”的原则进行,经常出现超挖和欠挖的情况,特别是在接近坡脚的区域,不规范地使用“掏根式”挖掘,导致了边坡土壤的抗剪强度急剧下降;三是支护措施落后或无效,钢板桩和土钉墙支护结构后续不及时或连接节点不牢固,再加上降水和排水措施欠缺,地下水渗流诱发孔隙水压力改变,加剧了土体软化^[6]。

2.3 管道安装工艺缺陷导致渗漏或位移

管道安装过程中的工艺质量出现了接口处理不当、承插式橡胶圈的安装没有按照“洁净—润滑—顶推”的标准过程进行等问题,造成橡胶圈变形、挤压变形或者偏心错位,减弱了密封界面的压缩和回弹性;热熔对接焊缝在加热温度、压力、冷却时间参数不可控的情况下容易形成虚焊和熔瘤等应力集中缺陷;刚性接口水泥砂浆的比例不合适或者振捣不够密实都会由于硬化收缩而导致贯穿性裂缝的出现。管道轴线控制出现故障,人工组对于没有使用激光经纬仪这种高精度校准设备的管道,只凭经验目测进行调节,造成接口错口量过大、诱发生水流紊动冲刷损坏;管道悬空铺设于沟槽中或垫层不够厚,在自重和覆土荷载的作用下发生不均匀的沉降而形成“S”型挠曲或者界面脱节。

2.4 闭水试验流程不规范影响防水性能验证

闭水试验流程实施失真的问题主要集中在如下几个流程节点上:一是试验准备阶段存在瑕疵,没有做好管道接口和检查井井壁关键位置的预处理工作,造成渗漏通道受到临时性堵塞物的遮挡;注水前没有关闭预留支管或者没有设置止水盲板形成“旁路通道”,造成试验水体渗漏;二是实验实施阶段的失准和注水速率不符合“分级慢速加载”,由于水锤效应对接口密封结构造成的影响;如果恒压持续时间低于规定的 24 小时($DN \leq 1\ 000\text{ mm}$)或 48 小时($DN > 1\ 000\text{ mm}$),会导致潜在的渗漏缺陷没有得到充分的体现;水位观测频次不足(如每日仅测 1 次),无法捕捉瞬时渗漏率波动。

3 市政工程给排水管道施工质量控制措施

3.1 施工测量精度控制

施工测量精度控制作为确保项目整体质量和运行效能发挥的核心因素,随着项目规模的不断扩大和技术要求的不断提高,高精度测量的实现需要多维度配合进行:一方面要优先选择像全站仪、GPS 定位系统这样高精度和高稳定性的测量仪器以及建设严格的校准和维护制度,通过定期校准,部件更换和日常的清洗干燥保养,并配合利用档案记录,保证仪器的长时间准确工作;另一方面重点对测量控制网进行改进,由加密控制点,提高控制网精度向加强稳定性综合发力,对控制点进行合理布设和编号标识,利用精密导线测

量, GPS 静态相对定位的先进工艺,在建立防护设施的前提下,定期进行检测和维修,抵抗自然和人为因素的干扰。另外,人员素质的提升也是必不可少的,通过专业技能的培训、规范操作、质量控制流程的制定、加强团队协作的交流等方式,从各个方面提升测量人员的专业素养和操作能力。同时,积极引进信息化技术,在 BIM 技术的支持下实现测量数据的实时共享和可视化分析、GIS 技术用于空间分析、建模辅助决策等,利用无人机测量技术的高效性和灵活性的优点来获得丰富的数据源,并通过实时传输和处理来增强测量的效率和精度,进而建立覆盖仪器设备,控制网络、人员素质和信息化技术全方位、多层次的精度控制体系为管道工程的施工提供坚实的保证。

3.2 管道沟槽开挖质量控制

在对管道工程沟槽开挖进行质量控制过程中,需要建设全周期、精细化质量管理体系,该体系涵盖开挖前期准备、开挖期间监测、开挖后期验收三个核心环节,以保证施工安全和质量双重合格。在开挖前,需要根据详细的地质勘察报告、施工图纸、现场的实际情况对开挖方案进行科学的规划,确定开挖范围、深度、坡度等重要参数,有针对性地制定分层开挖和阶梯式放坡的技术措施,完成现场清理、支护、排水的风险控制。对于软土地基,高水位区域或者地质条件复杂的地区,预先布置钢板桩和水泥搅拌桩支护结构以及降水井和排水沟,有效地防止塌方和滑坡安全事故的发生。同时组织施工人员开展技术交底和安全培训,增强作业人员控制关键参数和安全应急响应能力。开挖时需要依靠激光测距仪、全站仪、无人机巡查等先进的监测设备对沟槽尺寸精度、边坡稳定性、地下水位变化情况进行实时和动态的监测。采用数值模拟和数据分析相结合的方法,对施工参数进行动态调整,使其能够满足复杂地质条件的要求,保证开挖质量满足设计要求。同时严格按照安全操作规程进行施工,强化现场人员管理和监督,杜绝超挖、欠挖、支护结构失效质量问题。开挖后需要按照设计的要求,对槽底的平整度、坡度、宽度以及支护结构的稳定性等进行严格的验收。对于软土地基或者高水位区域采用换填和注浆加固的方法来保证槽底承载力达到管道安装的要求。通过全周期、精细化的质量管控,为后续管道安装提供安全、稳定的作业环境,保障管道工程整体质量与运行安全。

3.3 管道埋设安装工艺控制

市政给排水管道施工复杂系统中管道埋设与安装过程的控制是工程质量确定的关键环节之一。这一流

程需要施工团队既要按照严格的工艺标准进行施工,又要根据现场情况进行灵活调整,才能保证管道系统能够长期平稳地运行。一是管道材料选择及预处理非常关键,要根据设计要求选择合格管材,安装前要经过充分质量检验,包括外观检查、尺寸测量以及为消除潜在缺陷而进行的必要性能测试。二是管道对接安装过程中,要采取准确的定位技术和牢固的支撑措施来保证管道轴线顺直、界面紧密,以免出现错位或者渗漏等情况而造成后期养护困难。对特殊地质条件或者复杂的施工环境也需要有专门的施工方案来满足地基沉降或者温度变化所产生的效应,例如使用柔性接口和加装补偿器。三是在施工过程中还应加强现场监督和记录,追溯各道工序的质量,保证追溯性和责任到人。通过该系列精细化工艺控制措施不仅能够显著提高管道埋设安装质量水平,而且能够有效地延长管道使用寿命和减少后期运维成本,为城市给排水系统安全、高效地运行打下坚实的基础。

3.4 闭水试验标准与实施

闭水试验是市政工程给排水管道系统质量验收工作中的核心步骤,它的规范和执行直接影响着管道能否长期平稳运行和城市水资源能否得到合理开发利用。为保证测试的规范性和有效性,必须严格按照国家和地方有关规范进行测试,并对测试水压、持续时间、观测指标等特定参数进行明确规定,使得试验条件和实际运行工况高度一致,从而为管道系统性能评价提供真实可信的依据。执行时精细的预检查是关键。需要对管道做全面的检测,主要包括接口密封性、管体完整性以及周围环境条件,消除一切可能存在的漏水隐患以保证测试工作的顺利开展。利用分段封堵和逐步加压等手段对管道各段进行单独或者组合检测,并通过对检测条件的精确控制,可以更加准确地确定渗漏点位置,从而为后续的整改工作提供清晰的方向。同时采用高精度水位计和压力传感器等先进的监测设备实时记录 and 数据分析测试过程。这些装置能准确地捕捉到水位变化和压力波动等重要参数,从而为测试结果的准确性和可靠性提供强有力的保证。对试验数据进行深入分析,能够及时发现可能存在的问题,从而为管道系统优化和完善提供科学的依据。对测试过程中出现的问题须立即纠正至通过复验。另外,闭水试验记录和报告要详细齐全,包括试验条件、试验过程、试验结果,以便对后续工程进行验收和运维管理。严格按照闭水试验标准和规范执行,能够有效地促进市政工程给排水管道系统整体品质的提高,保证其能

够长期平稳地运行,有利于城市水资源合理利用和环境保护。

3.5 回填土施工质量管理

回填土既要还原地面原貌,又要对管道进行均匀而充分的侧向支撑可避免不均匀沉降造成管道的变形或损坏。所以,回填土的施工质量管理要重点关注材料选择、分层夯实、质量检测这三个核心要素。在选材时,需要根据工程地质条件和管道材质科学地选择合适的回填土,并严格控制土料含水量和粒径分布,尽量避免采用腐殖土和淤泥质土这些不良土质。在分层夯实的过程中,坚持“分层填筑、层层夯实”的策略,并根据管道的埋深和土壤的特性来确定合适的分层厚度和压实标准,通过机械和人工两种夯实方式保证各层回填土满足设计所需密实度。同时加强现场监督和过程控制,实时监控和调整回填土分层厚度、压实遍数、含水量等主要指标。在质量检测中,要综合采用环刀法和灌砂法两种现场检测手段并结合室内测试数据,综合评价回填土压实度和承载力等性能指标,以保证回填土品质符合工程安全和使用要求。

4 结束语

市政工程中给排水管道的建设质量控制是一项系统性的工程,涉及多个环节。本文对目前存在的施工问题进行剖析,并提出诸多质量控制措施,主要涉及施工测量精度、沟槽开挖、管道埋设与安装、闭水试验以及回填土的施工质量管理。施工单位需要有责任心和专业素养,建立良好的质量管理体系和监督机制,保证工序规范的落实。通过精细管理、标准化操作、加强监督等措施,可以提高施工质量,确保管道系统的平稳运行,为城市的可持续发展做出贡献。未来,技术和管理理念上的革新将会把质量控制推向一个新的台阶。

参考文献:

- [1] 洪安娥. 市政工程给排水管道顶管施工技术研究[J]. 工程技术研究, 2024,09(19):49-51.
- [2] 李亚昆,王雪瑶. 市政工程给排水管道施工技术要点探析[J]. 百科论坛电子杂志, 2024(07):91-93.
- [3] 陈子嘉. 在市政工程给排水管道施工中质量的控制对策[J]. 城市情报, 2023(09):151-153.
- [4] 李赛鹏. 市政给排水施工的顶管技术应用分析[J]. 建筑技术研究, 2023,06(02):37-39.
- [5] 孙玉娟. 市政工程给排水管道施工中质量的控制[J]. 城镇建设, 2024(22):76-78.