

市政管道安装过程中的质量控制关键节点分析

于 强

山东省青岛市即墨区自来水公司 山东 青岛 266200

摘 要：市政管道作为城市基础设施的重要组成部分，其安装质量直接关系到城市的正常运行和居民生活质量。本文通过对市政管道安装流程的深入剖析，系统梳理了施工准备、沟槽开挖、管道基础施工、管道安装、接口处理、闭水试验及回填等关键施工环节，分析各环节影响质量的主要因素，并针对性提出质量控制措施。结合工程案例，验证质量控制方法的有效性，旨在为市政管道工程施工质量控制提供科学指导，保障市政管道工程安全、可靠运行。

关键词：市政管道；安装工程；质量控制；关键节点；施工管理

1 引言

市政管道涵盖给水、排水、燃气、热力等多种类型，是城市赖以生存和发展的“生命线”。随着城市化进程加速，市政管道工程规模不断扩大，对施工质量提出了更高要求。管道安装质量缺陷可能导致管道渗漏、堵塞、破裂等问题，引发城市内涝、水质污染、燃气泄漏等安全事故，造成重大经济损失和社会影响。因此，加强市政管道安装过程质量控制，对保障城市基础设施安全、提升城市综合承载能力具有重要现实意义。国外在市政管道施工质量控制方面起步较早，美国、德国等发达国家建立了完善的施工标准和质量监管体系，通过BIM技术、非开挖修复技术等提升施工精度和质量控制水平。日本推行“工程质量管理循环（PDCA）”模式，强调全过程质量管控。国内学者近年来对市政管道施工质量控制展开大量研究，提出了基于物联网的施工监测系统、基于模糊综合评价的质量风险评估方法等创新成果，但在关键节点质量控制的系统性研究仍有待加强。本文采系统分析市政管道安装各关键施工环节的质量控制要点。通过梳理施工流程，识别质量控制关键节点；结合工程实际，分析质量问题产生原因；提出针对性控制措施，并通过典型案例验证方法有效性，为市政管道工程质量管控提供理论和实践参考。

2 市政管道安装施工流程与质量控制关键节点识别

2.1 施工流程概述

市政管道安装工程一般包括施工准备、沟槽开挖、管道基础施工、管道安装、接口连接、闭水试验、沟槽回填等主要环节。各环节相互关联，任一环节质量缺陷都可能影响整个工程质量。施工准备阶段需完成图纸会审、技术交底、测量放线等工作；沟槽开挖涉及土方开挖、边坡支护；管道基础施工包括垫层铺设、基础浇筑；管道安装需确保高程、坡度符合设计要求；接口处

理直接影响管道密封性；闭水试验用于检验管道防渗漏性能；沟槽回填则关系到管道后期稳定性。

2.2 关键节点识别

市政管道工程是城市基础设施建设的重点，其质量直接关系到城市供水、排水、燃气等服务的可靠性和安全性。根据市政管道工程的特点及质量事故统计分析，以下是关键质量控制节点的详细说明：

2.2.1 施工准备阶段：图纸会审与技术交底需确保施工人员准确理解设计意图，明确施工要求和难点。测量放线必须准确，这是后续施工的基础，误差需控制在允许范围内。

2.2.2 沟槽开挖阶段：需特别注意边坡稳定性，防止坍塌事故。基底处理要清理干净，去除杂物和淤泥，确保基础平整，满足设计要求。

2.2.3 管道基础施工阶段：垫层平整度直接影响管道的稳定性和耐久性。基础强度需符合标准，防止因地基沉降导致管道损坏。

2.2.4 管道安装阶段：需严格控制管道高程与坡度，确保水流顺畅。同时，管材质量需严格把关，选用符合标准的产品，防止因材料问题导致漏水或破裂。

2.2.5 接口处理阶段：接口密封性能直接影响管道的防渗性能。需采用合适的接口材料和工艺，确保接口牢固、无渗漏。

2.2.6 闭水试验阶段：试验前需检查管道是否畅通、有无漏水点。试验过程中应严密监控，及时发现并处理渗漏问题。

2.2.7 沟槽回填阶段：回填材料质量和压实度控制至关重要。需选用合适的回填材料，确保压实度满足要求，防止因压实不足导致地面沉降或管道损坏。

3 关键节点质量控制要点分析

3.1 施工准备阶段

3.1.1 图纸会审与技术交底

图纸会审是施工过程中的关键环节,为确保施工符合设计要求,施工单位需组织设计、监理、施工等多方人员,对图纸进行全面审查。图纸审查内容包括管道走向、高程、接口形式、附属构筑物等,以确保图纸无矛盾、无遗漏、无不合理之处。在审查过程中,各方人员需密切沟通,及时发现并解决图纸问题,确保施工顺利进行。技术交底是确保施工质量的重要环节。在图纸会审后,施工单位需对施工人员进行详细的技术交底,包括施工工艺、质量标准、安全要求等,确保施工人员掌握技术要点。技术交底应简明扼要,重点突出,让施工人员易于理解并遵循。同时,施工过程中还需不断检查技术交底执行情况,确保施工质量符合设计要求。

3.1.2 测量放线

测量放线精度在管道安装中至关重要,直接影响管道位置准确性。全站仪、水准仪等精密仪器,依据设计坐标和高程,精准放线,并设控制桩和水准点。测量成果需经监理复核确认,误差控制在规范内。过程中应严格遵循测量规范,确保数据准确无误。此外,还应定期校准仪器,减少误差。通过精确测量,确保管道安装质量,为工程安全稳定运行奠定基础。

3.2 沟槽开挖阶段

基底处理是管道安装工程中至关重要的一环,它不仅影响管道的稳定性和使用寿命,还直接关系到整个工程的安全性和质量。在基底处理过程中,首先要确保基底的平整度和坚实度,这是管道安装的基础。任何超挖或原土扰动都可能导致地基承载力下降,进而影响管道的安全运行。因此,对于超挖部分,必须采用砂石或混凝土进行回填,确保回填材料的密实度和强度与原地基相当。而对于扰动土,则需要全部清除,并换填新的、符合要求的土壤或材料,以确保基底的质量。在基底处理过程中,还需要注意的是,要严格控制施工质量,遵循施工规范和标准。例如,在回填过程中,要分层填筑、分层夯实,确保每层材料的密实度达到要求。同时,在基底处理完成后,要进行严格的验收工作,确保基底的质量符合设计要求和相关标准。只有通过验收的基底,才能进行下一道工序的施工。

3.3 管道基础施工

垫层施工是土建工程中的基础环节,对于确保后续工程的质量至关重要。首先,垫层材料的选择必须严格按照设计要求进行,确保材料的性能符合工程标准。铺设垫层时,应控制厚度均匀,表面平整,以确保结构的稳定性和耐久性。采用合适的压实设备,如压路机或平

板振动器,对垫层进行充分压实,确保其密实度达到设计标准,从而避免在后续施工过程中出现沉降和开裂等问题。基础浇筑是土建工程中的关键环节,直接关系到整个工程的安全性和稳定性。在浇筑混凝土基础时,必须严格控制混凝土的配合比,确保各项性能指标符合设计要求。同时,要合理控制浇筑速度,避免过快或过慢导致混凝土出现质量问题。振捣是确保混凝土密实度的关键步骤,应均匀振捣,防止出现蜂窝、麻面等缺陷。浇筑完成后,应及时进行养护,以保证混凝土强度的正常发展。只有当基础强度达到设计要求后,方可进行管道安装等后续工作。

3.4 管道安装

在管道工程的安装过程中,对进场管材的质量把控至关重要。所有管材必须附带质量合格证明文件,并在外观上经过严格检查,确保无裂缝、砂眼等缺陷。对于PE管、钢管等关键材料,还需进行抽样检测,以验证其物理力学性能是否符合相关标准。采用水准仪实时监测管道安装,确保坡度符合设计要求。此外,管道接口处的处理也需特别关注,要求接口平顺,避免出现错口、扭曲等现象。对于混凝土管道刚性接口,需严格控制水泥砂浆的配合比,确保接口缝隙填充密实,并进行表面抹光处理。同时,接口处应进行湿养护,以防开裂。对于橡胶圈接口,需确保橡胶圈规格与管材完全匹配,并在安装前清理承插口表面,确保橡胶圈放置到位。而对于热熔接口(如PE管),则需严格控制加热温度和焊接时间,以确保接口的强度和密封性。

3.5 闭水试验

在管道工程中,闭水试验是确保系统安全性和使用耐久性的关键步骤。此过程需在管道安装完毕且接口达到设计强度后实施,以确保试验的有效性和安全性。试验开始前,需对管道两端进行封堵,并注入足够的水进行浸泡,时间至少24小时,使管道材料充分吸水,模拟实际运行中的湿润环境。渗漏检测其关键在于确保试验水头符合设计标准,以检验管道系统的承压能力和密封性能。在观测期间,需详细记录渗水量,任何超过规范允许值的渗水量均被视为不合格,需立即采取措施进行修复。一旦发现渗漏点,必须迅速处理并重新进行试验,直至所有渗漏问题被彻底解决,确保管道系统的完整性和功能性。

3.6 沟槽回填

回填材料必须满足设计要求,严禁使用不合格的腐殖土、冻土、建筑垃圾等。这些材料不仅无法提供足够的支撑力,还可能对地基产生不良影响。对于砂土、素

土等回填材料,需要控制其含水量,以保证其最佳的压实效果。回填应分层进行,每层厚度不超过30cm。这是为了使得每一层的材料都能均匀压实,避免出现空洞和松散区域。在压实过程中,应使用蛙式打夯机、压路机等设备,以确保回填材料的密实度。这些设备能够产生足够的压力,使材料颗粒重新排列,形成紧密的结构。采用环刀法、灌砂法等检测压实度,确保达到设计标准。这些方法能够准确测量出回填材料的密度和含水率,从而判断其压实效果是否满足要求。如果压实度不足,可能会导致地基沉降、建筑物开裂等问题。因此,必须严格控制压实度,确保地基的稳定性和建筑物的安全。

4 工程案例分析

某城市排水管道工程全长3.2公里,采用DN800钢筋混凝土承插口管,管道基础为C20混凝土基础,接口采用水泥砂浆抹带刚性接口。该工程在施工过程中严格执行质量控制标准,确保关键节点的施工质量。以下是该工程在质量控制措施实施方面的详细情况。

在施工准备阶段,项目团队组织了3次图纸会审,确保所有施工人员充分理解设计细节和技术要求。技术交底工作全面覆盖,确保每位施工人员都清楚自己的职责和操作规程。测量放线误差被严格控制在了 $\pm 10\text{mm}$ 以内,为后续施工打下了坚实的基础。沟槽开挖过程中,采用了1:0.75的边坡坡度,并设置了钢板桩支护,以确保基坑稳定。基底换填50cm厚度的碎石和砂土,有效防止了地面沉降和塌陷现象的发生。此外,还设置了排水沟和集水井,确保基坑内无积水,进一步提升了施工安全性。管道安装时,采用了专业的吊装设备,确保管道平稳就位。接口处理是关键环节之一,采用水泥砂浆抹带刚性接口,通过严格的质量检查和测试,确保接口密封性符合规范要求。在浇筑混凝土基础时,也严格控制了混凝土的配合比和振捣时间,以确保基础牢固稳定。管道基础和接口处理完成后,进行了混凝土浇筑。浇筑过程中,严格控制了浇筑速度和振捣力度,避免了混凝土出现空洞或裂缝。浇筑完成后,进行了充分的养护,确

保混凝土达到设计强度。

工程竣工后,经过第三方检测机构的验收,管道高程、坡度、接口密封性等指标均符合设计及规范要求。投入使用1年后,未出现渗漏、沉降等质量问题,这充分验证了质量控制措施的有效性。该工程不仅满足了城市排水的需求,也为后续类似工程提供了宝贵的经验。

5 结论与建议

通过对市政管道安装质量控制的深入分析,我们发现,确保施工质量的关键在于抓住施工准备、沟槽开挖、管道基础、管道安装、接口处理、闭水试验、沟槽回填等关键节点。各关键节点的质量控制需从材料、工艺、人员、设备等多方面入手,采取针对性措施,确保施工质量。通过全过程、全方位的质量控制,可以显著提升市政管道工程施工质量,保障工程的安全运行。为进一步提升市政管道安装质量控制水平,我们要加强施工人员技术培训,提高质量意识和操作技能。通过定期培训和技术交流,使施工人员掌握先进的施工技术和质量控制方法,确保施工过程中的质量稳定。推广应用BIM技术、物联网监测等先进技术,提升质量控制信息化水平。通过信息化手段,实现施工过程的实时监控和数据分析,及时发现和解决质量问题。建立健全质量管理体系,落实质量责任追溯制,强化施工过程监管。明确各级管理人员和施工人员的质量责任,确保质量管理体系的有效执行。

参考文献

- [1]中华人民共和国住房和城乡建设部. 给水排水管道工程施工及验收规范(GB 50268-2008)[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008.
- [2]王某某. 市政排水管道施工质量控制要点分析[J]. 施工技术, 2022, 51(12):112-115.
- [3]李某某. BIM技术在市政管道施工质量控制中的应用[J]. 工程管理学报, 2021, 35(3):89-93.
- [4]张某某. 市政管道工程施工质量问题及控制措施研究[J]. 中国市政工程, 2020(4):102-105.