

市政供水管网施工质量隐患成因与防控措施研究

王秀红

沛县水利局排灌队 江苏 徐州 221600

摘要：本文聚焦市政供水管网施工阶段的质量管控痛点，基于全流程施工工序与实体质量验收数据，系统梳理管道安装、沟槽施工、回填施工、附属设施安装四大类常见质量隐患，从人员操作、材料设备管控、工艺落地执行三个维度剖析隐患核心成因，构建覆盖人员管理、材料设备管控、工艺优化、长效机制建设的全链条防控体系，形成从源头排查、过程管控到长效闭环的完整质量管控路径，可为市政供水管网工程的施工质量提升提供标准化技术参考，有效降低管网后期运行的渗漏、破损、爆管等故障概率。

关键词：市政供水管网；施工质量；隐患成因；防控措施

引言：市政供水管网是城市供水系统的核心基础设施，其施工质量直接决定城市供水的稳定性与安全性，是保障民生用水需求的关键工程载体。当前国内市政供水管网施工仍普遍存在隐蔽工程隐患多、管控难度大、后期整改成本高等问题，部分项目投运后短时间内就出现管网渗漏、管线破裂、路面沉降、供水不畅等故障，不仅大幅提升运维成本，还直接影响城市居民的正常用水体验。在此背景下，针对性梳理施工阶段的质量隐患类型、深挖核心成因、构建全流程防控体系，对提升市政供水管网工程建设质量、延长管网服役寿命具有重要的工程实践价值。

1 市政供水管网施工常见质量隐患类型

结合市政供水管网全流程施工工序及工程实体质量验收统计数据，当前施工阶段常见质量隐患集中于沟槽施工、管道安装、非开挖拉管施工、附属设施安装、回填施工五大核心板块，各类隐蔽性隐患直接影响管网长期运行的结构稳定性与供水安全性，部分隐患通水后逐步显现，后续整改成本极高。（1）拉管施工类隐患隐蔽性极强，主要表现为管材轴向拉伸强度、环刚度未适配回拖受力要求，回拖过程中管壁产生隐性裂纹与暗损伤；成孔后管壁与孔壁间隙注浆管控缺位，水泥浆配比、注浆压力、填充连续性不满足要求，填充体强度与密实度不达标，管周土体支撑失衡，长期受地面动荷载作用易引发管道偏移、局部应力集中变形，常规检测难以覆盖，后期整改难度远高于明挖管段。（2）管道安装类隐患占比最高，涵盖接口密封失效、熔接焊口质量不合格、管材轴向径向错位、敷设坡度超规范阈值、管材进场及吊装产生隐性破损，投用后易引发接口爆管、渗水、管段漏水、局部管网积水倒灌。沟槽施工类隐患

表现为开挖断面偏差、槽底平整度不足、原状土体受扰动、边坡放坡不符合设计要求，易造成管道基础失稳，长期运行引发不均匀沉降、径向变形甚至管体断裂。回填施工类隐患为回填土质不合格、分层虚铺厚度超标、夯实密度未达规范、管侧回填不对称，易导致管网径向受力失衡，引发后期路面沉降、管道挤压变形。附属设施安装类隐患包含阀门、消火栓、支墩位置偏差、固定不牢、密封失效，直接影响管网调控功能，造成局部供水不畅、接口渗漏^[1]。

2 市政供水管网施工质量隐患核心成因

2.1 施工人员专业素养与操作规范性不足

施工人员是管网工程施工的核心主体，其专业能力、操作经验及责任意识是影响施工质量的关键人为因素。目前市政管网施工一线作业人员多为临时务工人员，未经过系统的专业技能培训，对供水管网施工的工艺标准、操作要点、质量要求认知模糊，缺乏标准化作业意识。在管道接口对接、沟槽修平、分层回填等精细化工序中，多凭借主观经验作业，存在随意简化施工流程、省略关键工序的情况。同时，现场技术交底工作落实不到位，技术人员未针对施工路段的地质条件、管网规格、施工难点开展专项交底，作业人员无法精准掌握不同工况下的施工参数。

2.2 施工材料与设备管控存在漏洞

管材、配件及施工设备的质量性能，直接决定管网工程的实体质量，材料设备管控疏漏是引发质量隐患的重要源头因素。在材料管控方面，部分进场管材、阀门、密封件等核心配件存在质量不达标问题，管材壁厚不均、材质韧性不足、密封胶圈老化变形、配件规格不

匹配等问题较为常见。同时,材料进场验收环节管控宽松,未严格核查材料外观、性能参数、适配性,不合格材料直接投入施工。施工现场材料存放管理不规范,管材露天堆放、未做好防护措施,易受日晒、雨淋、碾压影响,出现管材老化、变形、开裂等问题,为后期管网运行埋下隐患。在施工设备方面,沟槽开挖机械、夯实设备、试压设备等未定期开展检修校准,设备运行精度不足。挖掘机操作偏差易造成沟槽超挖、欠挖、槽底土体扰动;夯实设备功率不匹配、运行故障,会导致回填夯实密度不达标;试压设备精度偏差,无法精准检测管网密封性能,导致施工质量缺陷无法及时排查^[2]。

2.3 施工工艺落实不到位与现场管控缺失

市政供水管网施工工序繁杂,各环节工艺标准要求严格,工艺执行不规范、现场质量管控缺失是质量隐患产生的主要原因。在沟槽开挖工序中,未根据现场地质条件精准控制开挖坡度、开挖深度和槽底平整度,软土地质未做好槽底加固处理,直接进行管道铺设,导致管道基础承载力不足。管道安装过程中,未严格控制管道轴线、坡度、间距,接口焊接、粘接、热熔施工的温度、时间、压力参数把控不当,造成接口密封失效、连接强度不足。回填施工是最易出现质量问题的关键工序,施工现场普遍存在回填土筛选不严格,夹杂石块、建筑垃圾、硬块杂物的情况,且未严格按照分层回填、分层夯实的标准作业,回填厚度超标、夯实不均匀,管道两侧及管顶回填压实度不达标,使管道长期处于受力不均的状态。同时,施工现场质量巡检、旁站管控流于形式,隐蔽工程验收不细致,对施工过程中的违规操作、质量缺陷未能及时发现和整改,全过程质量管控闭环未形成。

3 市政供水管网施工质量隐患防控措施

3.1 强化人员管控,规范标准化作业流程

针对人为操作引发的质量隐患,需从人员培训、技术交底、作业管控三方面落实防控工作,全面提升施工队伍专业水平。首先,建立常态化岗前培训机制,对所有一线作业人员、现场技术人员开展专项技能培训,重点讲解管网施工各工序的操作标准、工艺要点、质量通病及防控方法,考核合格后方可上岗作业,杜绝无经验、无技能人员参与施工。其次,细化技术交底工作,结合施工路段的地质环境、管网设计参数、施工重难点,开展分级、专项技术交底,明确各工序的施工参数、操作规范、质量验收标准,确保每位作业人员清晰掌握施工要求。最后,规范现场作业行为,严禁简化施工工序、违规操作,强化作业人员质量责任意识,落实

岗位质量责任制,将施工质量责任细化到个人,从人为层面杜绝操作不规范引发的质量隐患^[3]。

3.2 严格材料设备管控,从源头把控施工质量

构建全流程材料设备管控体系,严把进场、存放、使用、运维关口,从源头规避材料设备引发的质量问题。在材料进场环节,建立严格的验收机制,对管材、阀门、密封配件、回填材料等所有施工材料,逐一核查外观质量、规格参数、适配性,杜绝变形、老化、破损、规格不符的不合格材料进场。针对核心管材,开展抽样检测,随机抽取相应数量材料送相关检测机构检测,检测合理后方可用于施工项目中,确保材料性能符合施工质量标准。规范施工现场材料存放管理,划分专属存放区域,对管材、配件进行分类堆放,做好防晒、防雨、防碾压、防变形防护措施,避免材料在存放期间出现质量损耗。在设备管控方面,建立设备定期检修、校准、保养制度,施工前对开挖设备、夯实设备、试压设备等进行全面调试,确保设备运行精度、性能达标。施工过程中定期检查设备运行状态,及时排查故障,避免设备精度偏差影响施工质量,同时根据施工工况匹配对应施工设备,保障各工序施工质量达标。

3.3 优化施工工艺,落实全过程现场质量管控

针对施工工艺不规范、现场管控缺失问题,进一步优化施工工艺,细化各工序质量管控标准,落实全过程精细化管理。沟槽施工阶段,结合现场地质条件精准控制开挖坡度、深度及槽底平整度,避免超挖、欠挖,对软土、松散土体等特殊槽底开展平整、夯实、加固处理,保障管道基础承载力均匀稳定。拉管施工阶段严格执行非开挖专项工艺管控,进场管材额外开展轴向拉伸强度、环刚度专项复检,匹配回拖作业受力要求。定向钻进全程校准轨迹精度,避免管材受剪切产生隐性损伤。成孔后按设计配比配置水泥浆,采用分段带压注浆工艺,精准控制注浆压力与填充量,确保管壁与孔壁间隙填充密实,同步留存注浆全过程台账,杜绝填充盲区,从工艺源头消除拉管段后期沉降、管体变形隐患。管道安装阶段,严格把控管道轴线、坡度、安装间距,精准控制热熔、焊接、粘接、胶圈等接口施工参数,确保接口密封严密、连接牢固,安装完成后及时排查管道错位、破损等问题。回填施工阶段,严格筛选回填土质,清除建筑垃圾、硬块杂物,严格执行分层回填、分层夯实标准,严控每层回填厚度,重点强化管道两侧及管顶区域的夯实作业,保证回填压实度均匀达标,避免管道受力失衡。同时,完善施工现场质量管控体系,设置专职质量巡检人员,对施工全流程开展动态巡检,重

点管控隐蔽工程施工质量,落实每道工序验收制度,上道工序验收合格后方可开展下道工序施工,及时发现并整改施工质量缺陷,形成全过程质量管控闭环^[4]。

4 施工质量长效防控保障措施

4.1 建立质量常态化巡检机制

构建覆盖日常巡检、专项巡检、隐蔽工程核查的三级常态化巡检体系,打破传统阶段性管控断点,实现市政供水管网施工全流程无盲区动态监管。日常巡检按固定频次开展现场巡查,重点核查一线作业工艺合规性、进场材料设备使用状态、各工序初检达标情况,对违规操作第一时间叫停并下达整改通知。专项巡检针对沟槽开挖、管道接口处理、回填夯实等隐患高发工序,配置专项检测设备开展定向核验,排查常规巡检易遗漏的隐蔽性问题。所有隐蔽工程完工后,立即组织建设、监理、施工三方开展全覆盖验收,同步留存施工影像与纸质验收记录。建立标准化分级质量隐患台账,对排查问题按一般、较大、重大等级分类登记,明确整改标准与闭环时限,安排专人跟踪整改进度、核验结果并开展回头看复查,从机制层面杜绝同类隐患重复出现。

4.2 优化施工现场精细化管理模式

全面推行市政供水管网施工现场精细化管理模式,细化建设、监理、施工各部门的质量管控权责边界,明确现场技术人员、专职巡检人员、一线作业班组的质量管控权限与岗位责任,构建覆盖全岗位的全员质量管控体系,消除质量管控责任盲区。针对管网施工全流程所有工序编制专项标准化作业指导手册,统一各环节的施工操作流程、工艺参数阈值、质量验收判定标准,让现场施工作业、质检核验工作完全做到有据可依,从操作层面减少人为误差。同步优化现场施工统筹管理机制,合理排布各工序的衔接时序,明确不同专业交叉作业的避让规则,规避无序交叉施工、不合理工序穿插对管网实体质量造成的外力破坏。提前梳理不同地质条件、不同施工场景下的潜在质量风险点,分级制定针对性前置防控预案,将质量管控端口前移,全面提升现场质量管控的主动性和精准性。

4.3 强化施工质量复盘与技术优化

依托项目全周期质量管控台账、检测数据与验收记录,按施工节点定期组织多方责任主体开展质量复盘,系统梳理各类施工质量隐患,统计其发生频次、分布工序与诱发因素,总结隐患演化规律与现有管控体系的薄弱环节,针对性优化对应工序的工艺参数与质量管控方案。结合现场地质条件、周边环境约束、地下管线分布选用适配性施工工艺,针对老旧管网原位改造、城市核心区复杂路段管网铺设等特殊场景,编制专项定制化施工技术方案,提前规避特殊工况下的质量风险。工程完工阶段同步完成全段管网 GPS 精准定位测绘,对拉管隐蔽管段、阀门、消火栓等关键设施逐一采集三维坐标,形成完整管网空间信息台账并接入城市智慧供水管理平台,为后期巡检、漏点排查、改扩建精准避让提供数据支撑,沉淀多场景管控经验,动态完善全流程防控体系,实现质量隐患长效防控^[5]。

结束语

本文系统梳理了市政供水管网施工五大类核心质量隐患,从人员、材料、工艺三个维度厘清隐患生成逻辑,构建覆盖源头管控、过程精细化治理、长效机制支撑的全链条防控体系,针对性补齐非开挖拉管等隐蔽工序的管控短板。该研究形成的标准化管控路径,可直接为县域及城市市政供水管网工程建设提供实操参考,有效降低管网投运后的渗漏、爆管、沉降等故障概率,对延长管网服役周期、保障城市供水系统稳定运行具备明确的工程应用价值。

参考文献

- [1] 刘明旺.市政排水管网雨期溢流风险防控及排水能力提升施工研究[J].山西建筑,2026,52(13):102-105.
- [2] 崔大兴,马燕.市政工程检查井回填施工技术研究及应用[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2026,(4):147-150
- [3] 吕强.水利工程填方渠道防渗应急处置和永久整治研究[J].四川水利,2026,47(1):66-69.
- [4] 吴和富.市政桥梁防撞护栏施工质量通病及防控研究[J].城镇建设与科学,2025,8(15):95-97.
- [5] 黎梓聪.市政给水工程管网施工措施探讨[J].建材发展导向,2026,24(4):112-114.