

市政道路下污水管道施工质量控制措施

黄国安

云南交投生态环境工程有限公司 云南 昆明 650000

【摘要】：市政道路污水管道施工常存在基础不均匀沉降、接口渗漏、管材暗损、回填压实度不达标等质量问题，多种病害叠加会造成管道变形渗漏、路面塌陷，大幅降低管网运行稳定性。结合现场施工条件剖析各类缺陷表现与成因，锁定沟槽基底验收、管道就位安装、分层回填碾压等核心工序管控标准。运用闭水试验、CCTV 内窥、闭气压力检测手段精准划分缺陷轻重等级，配套搭建隐蔽工程全程溯源、监理现场旁站整改、不合格工序责任追究的闭环管理机制，全方位补齐施工质量漏洞，切实增强管道结构稳固性与密封性能，为市政污水管道规范化施工与全过程质量管控提供实操依据。

【关键词】：市政道路；污水管道；施工缺陷；质量检测；闭环管控

DOI:10.12417/2705-0998.26.12.016

引言

污水管道是市政道路基础设施的核心组成部分，其施工质量直接关系城市排水系统的运行效率与道路整体结构安全。市政地下管线施工环境复杂，受地质条件、施工工艺、现场管控等多重因素影响，管道施工极易产生基础沉降、接口渗漏、管材破损、回填不密实等质量病害。若施工管控不到位，后期易出现管网积水堵塞、路面沉降破损等问题，大幅提升运维成本。为有效规避各类施工质量隐患，规范现场施工工序，结合市政污水管道施工实际工况，系统梳理施工常见缺陷成因，明确关键工序管控要点、标准化检测方法及整改管理机制，为提升市政管网施工规范化、精细化水平提供技术支撑。

1 污水管道施工典型质量缺陷特征与成因

1.1 管道基础沉降与接口脱开的表现规律

市政道路地下污水管道的基础沉降呈现不均匀差异化分布特征，多集中于路基回填土层、沟槽开挖深浅衔接段及地下水位偏高的施工区域，沉降变形呈现缓慢累积的发展态势，初期仅产生细微竖向位移，后期随道路行车荷载反复碾压与土体渗水软化，沉降差值持续扩大，造成管道整体出现倾斜、局部悬空的形态问题。管道接口脱开缺陷多伴随基础沉降同步发生，刚性管道承插接口、企口接口位置为高发区域，沉降引发的管道径向与轴向位移会直接拉扯接口密封结构，使接口缝隙呈现不规则张开状态，同时伴随橡胶圈偏移、挤压变形或脱落现象，隐蔽性脱开缝隙会逐步渗入地表水与路基杂土，持续冲刷管道基础土体，进一步加剧沉降幅度，形成缺陷恶性循环。

1.2 管材进场隐蔽裂纹与密封失效诱因

市政污水管材进场阶段的隐蔽裂纹多产生于管材生产、转运及堆放环节，此类裂纹细微且藏匿于管材管壁内侧、接口倒角等隐蔽部位，常规外观目视检查难以精准识别。管材生产过程中原料配比不均、冷却成型温差超标，会造成管壁内部产生结构性细微裂纹，随管材运输颠簸、吊装受力持续扩张。现场堆放未铺垫柔性垫层、管材堆叠高度超标、露天存放受昼夜温

差及雨水侵蚀影响，会进一步激化隐性裂纹延展扩散^[1]。管道密封失效多源于管材接口尺寸偏差、密封胶圈材质不达标及安装贴合度不足，非标胶圈耐腐蚀性、弹性收缩性能无法适配污水介质工况，管材接口端面存在毛刺、凹陷等瑕疵，会造成胶圈贴合间隙不均，外加进场后未对接口密封面进行精细化清理，残留的泥沙杂质会直接破坏密封结构的严密性。

1.3 回填压实度不足导致的管道变形形态

市政道路污水管道沟槽回填施工中，压实度未达到设计及规范标准时，管体周边回填土体存在大量孔隙、密实度不均，土体承载能力与抗变形能力大幅下降。管道铺设完成后，上部道路结构层自重、路面车辆通行荷载会持续传导至管体及周边回填土体，松散回填土会逐步发生沉降、压缩与滑移，使管道失去均匀稳定的侧向支撑与竖向依托。此种受力不均的状态会诱发管道出现多种典型变形，圆形管道易产生竖向压扁、横向扩张的椭圆化变形，管顶、管底部位出现挤压形变，管道侧壁呈现外鼓状态。局部回填薄弱区域还会造成管道单侧偏移、管壁凹陷，长距离管线会出现波浪式弯曲变形，同时伴随管道接口错台、密封胶条挤压错位等次生缺陷，持续影响管道结构稳定性与排水密封性。

2 施工过程关键工序的质量干预节点

2.1 沟槽基底验槽与承载力复核操作

污水管道沟槽开挖至设计标高后，需清理基底表层松散土体、淤泥及杂物，修整基底坡面与边缘，保障基底整体平整密实、无坑洼积水，严格匹配设计断面尺寸与高程参数（见图1）。依托市政管道施工规范标准，针对不同土质基底选用适配检测方式，原状土基底采用轻型触探试验检测承载力，回填土质基底需开展压实度专项检测，逐段、逐点完成全覆盖检测作业。检测点位按照沟槽宽度、分段长度均匀布设，深度严格契合设计及规范要求，精准采集各项检测数据并做好原始记录。若检测数值未达到设计承载力标准，需划定不合格基底区域，采取换填级配砂石、灰土分层夯实等方式进行基底加固处理，加固

完成后再次复核检测，直至基底各项指标完全满足管道铺设施工条件。



图1 沟槽基底验槽与承载力复核流程图

2.2 管道安装中线控制与接口密封验收

管道安装作业中需依托施工现场布设的精密水准点与中线控制点开展全程测控，利用全站仪、水准仪等专业设备对每节管道的轴线位置、水平偏移数值进行实时检测校准，严格限定管道中线偏差数值，确保整段管道线形顺直、贴合施工设计轴线标准，规避管道偏移、错位等问题。管道对接安装完成后，重点核查接口部位的施工质量，检查橡胶密封圈的安装位置、完整度与贴合紧实度，杜绝密封圈扭曲、移位、破损、缺失等缺陷。同步检测管道接口缝隙均匀度，把控承插口对接间隙参数，对接口外侧密封填料的填充密实度、厚度均匀性进行精细化核验，保障接口无空隙、无松动^[2]。针对不同管径的污水管道，匹配对应的密封验收标准，排查接口渗漏隐患，全方位保障管道接口的密闭性与整体施工质量达标。

2.3 分层回填厚度与压实机械参数匹配

污水管道沟槽回填施工中，分层铺设厚度需根据压实机械的作业性能、碾压幅度及冲击力精准适配，杜绝厚度超标或厚薄不均影响压实效果。小型手扶式压实设备适配沟槽窄幅区域、管道周边及井室周边精细化回填作业，铺设厚度严格控制在150mm至200mm区间。大型振动压路机适用于沟槽开沟表层回填区域，匹配的分层回填厚度可控制在200mm至300mm，设备振动频率、碾压速度需与回填厚度同步校准，保持匀速碾压作业。不同回填土质的密实度需求需结合机械参数微调厚度，粉质土、砂性土等松散回填材料，需适当缩减回填厚度、匹配高频低幅压实参数，保障土体颗粒紧密咬合，规避局部虚铺、压实度不足、沉降变形等施工质量问题。

3 常用质量检验手段与缺陷判定标准

3.1 闭水试验渗漏量测定与允许值对照

市政污水管道闭水试验渗漏量测定需依托标准化实测流程开展，试验前需封堵管道两端管口，完成管段注水浸泡作业，

浸泡时长严格契合管材规格要求，确保管道接口、管壁缝隙充分浸润稳定^[3]。试验水头需根据管道内径、覆土厚度精准设定，保持水头高度恒定且稳压时长达标后，通过刻度观测设备精准记录规定时间内的水位降落数值，结合试验管段长度、管道内径参数核算实际渗漏量。各类管径污水管道均对应国家市政施工规范专属允许渗漏极值，管径越小，单位管长允许渗漏量数值越低，大管径管道因过水截面、接缝长度增加，允许渗漏量同步依规上调。实测渗漏量数值与规范标准数值逐一比对，实测数值未超出对应管径允许值范围，判定为管段密闭性质量合格，数值超标则判定为存在渗漏缺陷。

3.2 CCTV检测影像判读与缺陷等级划分

市政污水管道CCTV检测影像判读需依托高清管道内窥镜摄像采集的全程影像数据，结合城镇排水管道检测相关技术规范开展精细化甄别，精准捕捉管道内部各类结构性与功能性病害。影像判读工作需全面核查管道管壁完整性、接口密封性、管线顺直度及内部洁净度，重点识别管道开裂、变形、错口、脱节、渗漏、淤积、结垢、树根侵入等各类常见施工及后期运维缺陷。缺陷等级划分以病害影响范围、破损程度、危害风险为核心判定指标，将管道缺陷划分为轻微、一般、严重、重大四个等级，轻微缺陷为局部细微结垢、轻微划痕等不影响管道通水及结构安全的问题，一般缺陷为少量淤积、轻微接口渗漏等仅小幅影响排水效率的问题，严重缺陷为管道明显变形、接口错口、大面积渗漏等威胁结构稳定的问题，重大缺陷为管道开裂、脱节、坍塌等可引发管道堵塞、路面沉降的高危病害。

3.3 井室与管道连接处闭气压力衰减测试

井室与管道连接处闭气压力衰减测试针对污水管道衔接部位密封性能开展专项检测，适配市政地下污水管线密闭性质量核验工作^[4]。测试前需封堵测试管段两端管口及井室预留孔洞，保障测试体系完全密闭，杜绝外界气流干扰检测数据。设备调试完成后向密闭管段与井室连接腔体内部充入洁净空气，使内部气压稳定维持在规范规定的试验压力数值，静置稳压规定时长后，精准读取气压初始数值。全程精准记录固定测试时长内的气压衰减变化数据，严格对照市政污水管道施工验收规范中的压力衰减允许偏差指标核验性能。若测试时段内气压衰减量超出标准限值，或出现气压骤降、稳压失效等现象，判定连接处存在密封缺陷，多为接口砂浆填充不密实、密封圈安装错位、衔接缝隙未封堵严实等施工问题，需标记缺陷点位并落实整改复核。

4 质量问题责任追溯与整改闭环管理

4.1 隐蔽工程影像记录与施工班组签字确认

依据云南省住房和城乡建设厅关于隐蔽工程验收的相关规定，每段污水管道在沟槽开挖、管道基础、管材安装、闭水试验、沟槽回填等关键工序完成后，须留存带时间戳及GPS

定位的现场影像资料。以曲靖市麒麟区 2024 年排水管网检测项目为例,该项目完成 883.83 公里管网普查,通过 CCTV 检测建立可视化档案,每处隐蔽部位验收时设立包含工程名称、部位、人员、结论的公示牌进行举牌验收并留存照片。施工班组作为直接作业主体,在覆盖前由班组长、质量员、监理共同对沟槽基底承载力、管底高程、管道坡度、回填压实度等指标实测确认,各方在隐蔽工程验收记录表上签字后方可进行下道工序。管道接口橡胶圈安装位置、垫层厚度等关键点须留存施工前后对比影像,作为责任追溯依据。

4.2 监理旁站发现问题通知单与限时整改

在昆明市晋宁区城区雨污分流工程中,针对监理旁站发现进场管材环刚度不符合规范的质量缺陷,监理机构立即签发《质量问题通知单》,责令暂停该批次管材使用并限期 3 日内退场。保山市腾冲市玉泉路改造工程在现场核查时,发现管材无生产标识且存在外力破损,监理单位随即下达书面整改指令,要求施工单位在 24 小时内对破损管材进行更换,并对已埋设段落扩大抽检。整改过程中,监理人员实行全程跟踪复查,施工单位完成整改后需提交书面回复单,附整改前后影像资料,经专业监理工程师签认后方可进入下道工序。对于未在规定的时限(一般整改项为 3-5 天,严重项为即时或 1 天)内完成闭环的,监理机构依据合同条款启动黄色预警并上报建设单位,通过经济处罚与工序停工双重手段强化执行力,确保沟槽开挖、管道安装及闭水试验等关键环节的质量隐患得到根治。

4.3 不合格单元工程返工验收与责任考核

市政道路污水管道不合格单元工程返工须严格遵循市政给排水施工规范与设计图纸实施专项整改,针对管道坡度偏移、接口渗漏、基础沉降、回填压实度不足等不同质量缺陷编制专属返工方案,清晰划定施工工艺、整改区域、技术指标与完工时限^[5]。返工作业结束后开启专项复检验收,质检部门联合监理单位对整改区域全面检测,核验管道安装准确度、密封效果、基底稳固程度及回填质量,同步核验原始施工资料与整改记录完整真实度。验收达标才可归入工程质量台账,未达标工序必须再次整改复检。依托质量追责机制,按照不合格工序诱因、影响规模与整改投入,对施工班组、技术及现场管理人员实施分层责任考评,考评结果直接关联绩效等级与岗位履职评价,以此防范同类质量缺陷反复出现,稳固整体管道施工质量管控成效。

5 结语

市政道路污水管道施工多发基础不均匀沉降、接口密封失效、回填压实度不足等质量缺陷,各类病害互相叠加恶化,恶性循环之下严重削弱管线运行稳定性,缩短道路整体使用年限。严格管控沟槽基底核验、管道规范安装、分层回填压实关键工序,推行闭水试验、CCTV 内窥检测、闭气压力测试标准化检测方式,精准排查潜藏施工隐患。构建隐蔽工程资料溯源、监理旁站监督、不合格工程追责返工的闭环管控模式,规范施工程序、落实各方管控责任。全流程精细化质量管控能从源头遏制管道病害滋生,稳定污水管道施工品质,为市政管线长期安全平稳运维筑牢技术支撑。

参考文献:

- [1] 马勤标.市政道路和雨水污水管道施工质量控制措施研究[J].清洗世界,2022,38(12):132-134.
- [2] 夏晓光.市政道路和雨污水管道施工技术与管理控制分析[J].工程建设与设计,2022,(20):197-199.
- [3] 方俊杰.市政道路雨污水管道施工质量控制及研究[J].建筑与预算,2021,(10):53-55.
- [4] 江玮骏.论市政道路雨污水管道施工质量控制及预防[J].四川建材,2021,47(4):186-187.
- [5] 薛秀.市政道路雨污水管道施工质量控制及研究[J].价值工程,2022,41(14):10-12.