

# 市政给排水质量提升路径研究

文 / 方 芊 江阴市房屋建设工程有限公司

**摘要:** 针对市政给排水工程质量,特别是含深基坑等复杂工况,本文以某压力管道项目为例,基于PDCA与全面质量管理理论,系统研究并实践了覆盖事前、事中、事后的全过程质量提升路径。通过对人员、材机、工艺、环境等要素的精细化管理及危大工程专项控制,有效提升了工程实体质量,控制了施工风险,验证了该路径的实用性与有效性。

**关键词:** 市政给排水; 深基坑; 质量管理

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.17.080

## 引言

市政给排水工程质量关乎民生与城市安全。面对复杂工况,特别是深基坑等危大工程,质量控制挑战严峻,本文以某跨区域压力排水管道(含深基坑倒虹管)项目为例,基于PDCA与全面质量管理理论,系统研究并实践事前、事中、事后全过程质量提升路径,聚焦关键工序管控,旨在为市政给排水工程建设提供有效的质量保障策略与实践参考。

### 一、工程概况

某跨区域互联互通工程中的压力排水管道建设项目,采用分段施工方案,主要包含明挖敷设段和顶进施工段。其中明挖段选用公称直径1200mm的球墨铸铁污水管,特殊地质段采用壁厚12mm、外径1220mm的螺旋焊接钢管;顶管段则使用壁厚14mm的同规格螺旋钢管,工程总长度达6200米。施工过程中,K0+131.1至K0+158.3区段的倒虹吸管深基坑工程被列为超过一定规模的危险性较大分项工程,该处管道中心线最低点绝对标高为-7.1m,采用明挖法施工,沟槽底部最低点绝对标高达到-8.0m,属于开挖深度 $\geq 5$ m的深基坑工程,涉及土方开挖、支护结构及降水等专项施工内容。

### 二、项目质量需求分析

在工程项目实施过程中,关键控制点主要集中于具有较高风险性的分部分项工程,基于PDCA循环理论和全面质量管理体系,将此类重点环节的质量管控划分为三个阶段:事前、事中及事后。事前需着重关注以下要素:1) 人员资质方面,包括管理团队(涵盖项目经理、技术负责人及各专业岗位人员)的专业素养与管理能力;一线作业人员的职业素质、岗前培训及特种作业资格认证;2) 材料质量控制,涉及主辅材料的质量证明文件及现场抽检管理;3) 机械设备管理,包括自有设备的维护保养、租赁设备的进场验收及现场布置方案;4) 施工工艺的优化选择;5) 环境因素管控,需重点考虑气象条件、地质勘察及周边环境风险评估等要素。事中质量控制主要是围绕关键工序的施工标准展开,例如深井降水、钢板桩支护、型钢内支撑、土方开挖与基坑回填等重点环节的质量要求均需详细列明。事后质量检验应严格遵循“三检”制度,针对检查中发现的问题,及时制定并实施相应的纠正措施。

### 三、给排水质量提升路径研究

#### (一) 事前质量管理

在事前质量管控过程中,需要系统整合组织协调、技

术规范与质量监督三大核心要素,通过引入前沿的质量管理理论体系,结合经过实践检验的施工工艺,将理论研究成果切实转化为工程实践中的具体应用。基于现行规范标准、设计文件、设备操作规程以及建设监理单位的相关规定要求构建施工质量管控体系。在项目重难点事前管理方面,建立排水倒虹管-管道深基坑施工质量管理体系,采用4M1E方法明确管理对象,制定专项施工方案并开展方案论证。开挖前进行质量管理方案设计,就开挖段-球墨铸铁管管施工质量管理体系、采用4M1E法明确开挖段施工质量管理控制对象的方法,建立开挖段设计交底、管线交底管理制度开展管理方案设计,并对顶管段施工质量管理体系、4M1E法明确顶管段施工质量管理控制对象的方法、设计交底、管线交底管理制度的方法进行设计。

#### (二) 事中质量管理

事中质量管理要持续对每道施工工序的质量进行管理,明确质量管理控制对象,明确工序质量控制原则,创建工序三检制度。进行事中质量管理方案设计,明确深井降水施工、钢板桩施工、土方开挖施工、管节运输吊装和基坑回填施工质量的质量管理标准。

在深井施工过程中,井位选择需综合考虑设计管线走向与现场施工条件,以确定最优位置;钻孔作业推荐采用循环钻工艺,孔径控制在60-80cm范围内,采用泥浆护壁技术,同时在孔口设置防护套管以防止塌陷,并配套建设排泥沟和泥浆池系统,钻孔完成后需及时进行清孔处理;井管安装时,滤水管应准确布置于含水层区域,并在井管与孔壁间隙填充砂石滤料;待深基坑施工完毕且钢制倒虹管就位后,需在素土回填达到设计标高后方可终止降水作业。

钢板桩施工质量控制要点主要包括以下方面:1) 材料进场验收环节,针对排水倒虹管-管道深基坑工程所采用的钢板桩,需实施严格的进场检验程序,重点核查其几何尺寸参数(包括长度、宽度、厚度等)、结构完整性(平直度及锁口形态)以及表面质量等关键指标。对不符合规范要求材料予以退场处理,确保施工材料质量达标。2) 施工工艺控制方面,采用顺序插打工艺,首根钢板桩通过打桩机前臂定位夹持后,利用液压振动锤垂直施打至设计标高;后续钢板桩需与前一根形成锁扣连接,依次施打至预定深度,最终形成完整的围护结构体系,施工过程中各项技术参数允许偏差详见表1所示。

表 1 钢板桩施工误差标准表

项次	类目	允许误差
1	桩轴线偏差	±5cm
2	桩顶高程偏差	±5cm
3	桩垂直度偏差	1.5%

在工程收尾阶段需进行钢板桩的移除作业，实施拔桩前，需结合现场钢板桩的实际打设状况，制定专项拔桩方案，并同步规划桩孔回填措施。建议采用振动液压锤进行拔桩作业，通过设备产生的高频振动效应，有效破坏桩周土体的黏结力，实现土桩分离。拔桩过程中须同步实施砂料回填作业，确保桩孔及时密实填充。若回

填不及时，可能导致桩孔坍塌，进而引发地表沉降、土体位移等不良地质现象，对邻近既有建筑物及地下管线造成永久性损害。关于型钢内支撑的施工质量控制时，在支撑体系施工前，必须严格依据排水倒虹管深基坑工程安全专项方案中的节点详图，完成全面的技术交底后方可实施。土方开挖前，需按照专项方案要求，采购符合标准的支撑构件及焊接辅材。支撑材料进场时，应根据基坑实际宽度进行现场下料，并实时监测基坑开挖进度，待作业面形成后立即进行支护构件安装，具体施工工艺流程详见图 2 和图 3 所示。

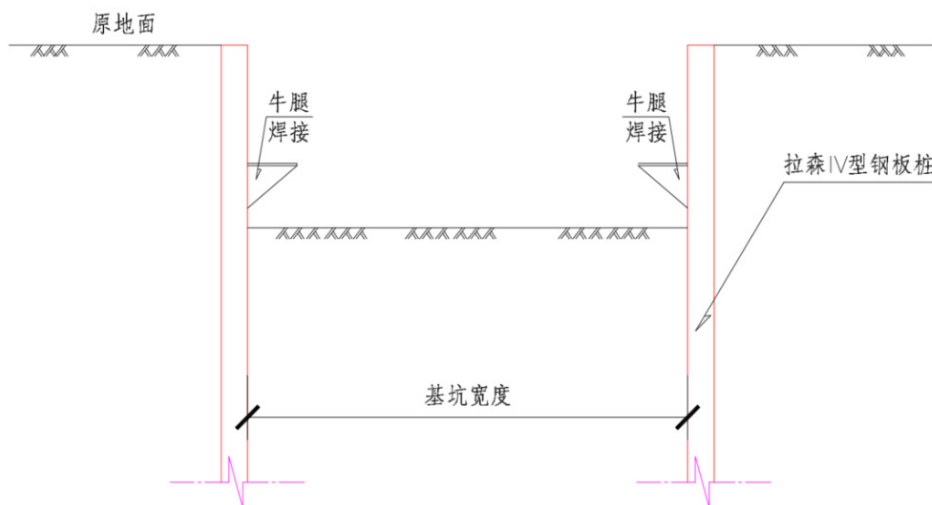


图 2 第一步在设计位置焊接角撑

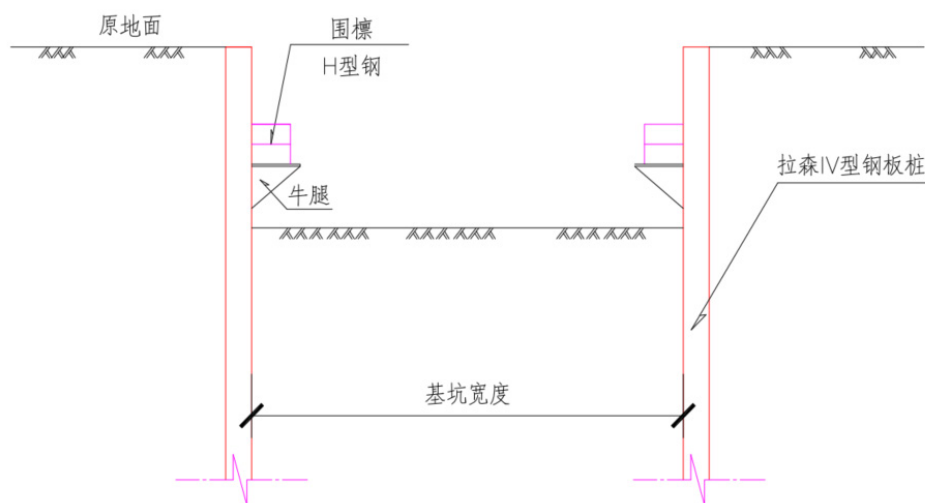


图 3 第二步将围檩吊入基坑内并与角撑钢板桩焊接

排水倒虹管深基坑土方开挖施工质量控制要点如下：1) 采用长臂挖掘机进行直槽开挖作业，配备自卸式运输车辆完成土方外运；2) 基坑底部需预留 150cm 宽施工作业面。具体实施流程为：依据安全专项方案编制施工平面布置图及基坑开挖断面图；确定开挖路线、基底标高及临时堆土区域，完成测量控制点闭合复核；采用 RTK 定位仪按设计坐标进行现场放样，通过点放样与直线放样确定开挖边界线。施工过程中由专职人员指挥机械开挖、堆土及边坡修整，严格控制开挖质量；机械开挖至设计标高以上 20cm 后转为人工

清底，并会同监理单位进行基底验收，完善相关验收程序。

排水倒虹管深基坑施工质量控制过程中，选用 D1220×12 规格螺旋焊接钢管作为主要管材。施工流程为先通过机械设备将管材运送至作业现场进行预制加工；在管道敷设环节，采用 50 吨级汽车起重机实施吊装作业，具体操作步骤包括：倾斜穿越临时支撑体系→斜靠基坑侧壁定位→调整吊点位置→逐步就位→人工辅助下放。吊装过程中须使用专业柔性吊具，确保管节平稳入沟，避免与沟槽侧壁产生剧烈碰撞。

基坑回填施工过程中，回填作业必须严格遵循专项安全施工方案确定的工艺方法，回填及覆土工序应在完成管道压力试验和冲洗验收合格后方可实施。回填材料限定为素土，严禁混入其他杂质，管底基础至管顶 0.5m 范围内采用中粗砂材料进行人工分层回填，禁止使用机械推填，管道两侧须同步回填，特殊情况下应设置台阶式接茬。严禁直接取用基坑壁土体作为回填料，素土回填时应严格控制每层虚铺厚度。

基于工程现场的具体工况，在分层虚铺厚度确定的前提下，管道周边区域（包括两侧及管顶）应采用中粗砂进行回填作业，且必须采取基坑两侧对称同步回填的施工工艺，严禁直接在管道上方进行回填；管顶至 500mm 高程区间需采用素土进行分层均匀回填，杜绝局部集中回填现象；针对排水倒虹管深基坑回填工程，应实施分层压实工艺，其中管道两侧及管顶 500mm 范围内须使用轻型压实设备进行作业，且两侧压实面高差应控制在 300mm 以内；为防止管道上浮，建议在两侧分层压实过程中采取临时限位措施。

**（三）事后质量管理**

基于全面质量管理理论与质量控制理论框架，事后质量管理首先将检测数据与标准规范进行比对分析，找出质量偏差产生的根源。制定针对性的改进方案，在排水管道施工质量控制中，采用因果分析法对不合格工序进行系统诊断。从作业人员素质、原材料及构配件质量、机械设备与检测仪器性能、施工工艺技术水平以及自然

环境与现场作业条件等五个维度展开分析，从而准确识别质量缺陷成因，并采取相应的纠正措施。

**四、实施效果评价**

本跨区域互联互通压力排水管道工程，特别是 K0+131.1 至 K0+158.3 区段的倒虹吸管深基坑工程，在项目实施过程中全面应用了基于 PDCA 循环和全面质量管理理论的事前、事中、事后全过程质量控制策略。通过系统性地实施人员资质审查、材料进场检验、机械设备管理、施工工艺优化、环境因素分析以及针对性的专项施工方案论证与执行，项目整体质量得到了显著提升，潜在风险得到了有效控制。事前质量管理的强化，尤其是在人员培训、方案论证（如 4M1E 分析应用）、技术交底等方面的细致工作，为工程顺利实施奠定了坚实基础，有效规避了因准备不足可能引发的质量问题。事中质量控制环节，严格遵循既定标准和“三检”制度，对深井降水、钢板桩支护、型钢内支撑安装、土方开挖、管道吊装及基坑回填等关键工序进行了精细化管理，确保了各分项工程的施工质量符合设计与规范要求。例如，深基坑开挖过程中的监测数据显示，支护结构变形、周边环境沉降均在控制范围内，证明了降水与支护方案的有效性。事后质量管理的实施，通过及时的检测数据分析与反馈，对出现的细微偏差进行了快速纠正，形成了有效的闭环管理。为了更直观地展现质量提升路径的实施效果，选取了几个关键工序的质量控制数据进行对比分析，具体见表 2 所示。

表 2 关键工序实施效果分析表

序号	控制项目	控制标准 / 要求	实际检测 / 测量结果	效果评价
1	深基坑降水效果	坑内水位降至基底以下 0.5m	平均水位低于基底 0.8m	满足要求，效果良好
2	钢板桩垂直度偏差	≤ 1.5%	最大偏差 1.2%	符合要求，精度较高
3	钢板桩轴线偏差	±5cm	最大偏差 +4cm/-3.5cm	符合要求
4	基坑开挖基底标高	设计标高 ±3cm	实测标高偏差在 ±2cm 范围内	符合要求，精度高
5	管道安装轴线偏差	±20mm	最大偏差 ±15mm	符合要求
6	管道安装高程偏差	±10mm	最大偏差 ±8mm	符合要求
7	管侧及管顶回填压实度	≥ 95%	平均压实度 96.5% (抽检点)	符合并优于要求
8	管道水压试验	试验压力、持压时间、允许渗水量符合设计与规范要求	试验合格，渗水量远低于规范允许值	合格

如表 2 所示，通过实施系统性的质量提升路径研究成果，本项目在深基坑支护、土方开挖精度、管道安装质量及回填密实度等关键技术指标上均达到了设计和规范要求，部分指标甚至优于标准。特别是危大工程深基坑段，未发生重大质量或安全事故，周边环境稳定，证明了事前风险识别与方案论证、事中过程精细化控制、事后及时反馈修正的管理模式是行之有效的。对比类似工程常见的质量通病（如基坑变形超标、管道接口渗漏、回填不密实导致沉降等），本工程的质量状况表现优异，返工率极低，有效保证了工程结构安全和使用功能，实现了预期的质量目标，验证了所研究的市政给排水质量提升路径具有良好的实践价值和推广意义。

**结语**

本研究围绕市政给排水工程质量提升，以含深基坑倒虹管的压力管道项目为依托，系统构建并实践了事前策划、事中严控、事后改进的全过程质量管理路径。通

通过对人员、材机、工艺、环境等要素的精细化管控，尤其强化了危大工程的专项管理，实施效果评价数据表明工程质量显著提升，各项技术指标达标。研究提出的质量提升路径有效控制了风险，保障了工程品质，对同类项目具有重要的实践指导与推广价值。

**参考文献**

[1] 贺建海, 胡晓惠, 史成波. 市政给排水工程管道防渗漏质量控制与技术优化研究 [J]. 中国品牌与防伪, 2025, (04): 113-115.  
 [2] 王成. 市政给排水施工中的安全及质量管理问题 [J]. 大众标准化, 2025, (04): 16-18.  
 [3] 房天金. 市政道路给排水管道施工质量控制在及隐患防治策略探讨 [J]. 汽车周刊, 2025, (03): 229-231.  
 [4] 尹艺霏. 市政工程施工技术与质量管理研究 [J]. 中国科技论文在线精品论文, 2024, 17(04): 517-521.  
 [5] 黄跃明. 市政给排水管道设计及管道修复方法 [J]. 石材, 2024, (12): 52-54.