

# 市政道路与配套管网交叉施工的质量协同管理与风险防控

文 / 卜晓文 青岛市市政公用工程质量安全监督站

高英迪 青岛市市政公用工程质量安全监督站

**摘要：**市政道路与配套管网的交叉施工在空间布局、工序时序及主体管理上高度交叉，带来质量协同难题与风险叠加效应。本文聚焦施工过程中的接口衔接、节奏协调与风险链条识别，提出“里程台账+联合见证+阈值预警”机制，以强化工序闭环和责任落地。文章结合青岛典型项目，梳理实际组织策略与应急响应体系，提炼出适用于高约束环境下的协同管理路径与防控手段，为类似工程提供实践支撑与制度借鉴。

**关键词：**交叉施工；质量协同；风险链条；市政道路；管网工程

## 引言

随着城镇化建设的不断加快，各城市的建设工作开展得如火如荼。在项目建设过程中，为加快建设进程，多个班组经常进行交叉作业，这在提升效率的同时，也极大地增加了作业风险<sup>[1]</sup>。尤其是在市政道路与地下配套管网同步推进的工程中，这种交叉作业构成了多工序、多专业、多责任主体相互交织的复杂系统。施工空间受限、作业节奏不一、信息割裂等问题交错叠加，极易引发质量失控与风险蔓延。因此构建一套聚焦交叉接口、贯穿设计至运维全过程的质量协同管理机制，并辅以分级响应的风险防控体系，已成为提升工程整体稳定性与运行安全性的关键所在。

## 一、市政道路与配套管网交叉施工的特征与风险

### （一）交叉施工的类型与流程特征

交叉形态可分为空间重叠、工序并行、主体错位三类。空间重叠指道路结构层和多类管线位于同一或毗邻断面，作业面窄，机械调度与支护彼此牵制。工序并行体现为开挖、敷设、回填、结构恢复在同一时段滚动推进，任一环节延误即引发连锁反应。主体错位，是由多专业承包、监理、运营单位差异明显、接口密集造成的。流程上“时空窗口化”和“闭环验收化”并存，前者强调夜间或交通低谷安排关键工序，设置雨季和高水位禁限窗；后者要求沟槽支护—基底处理—管材安装—分层压实—道路恢复—功能测试成闭环，并留存测量复核、材料追溯。非开挖顶管、降水、交通导改等频繁交替出现，工艺切换密集，流程控制需掌握节奏并保证衔接质量。

### （二）交叉施工中质量管理难点分析

质量控制难在接口清晰度和节奏要保持一致。道路结构和管沟回填存在耦合关系，压实度、含水率、回填粒径稍有偏离，面层早期病害就会随之出现。地下信息不完整导致开挖深度、支护型式频繁调整，检测批次和工序推进脱节。多承包并行导致资料标准不统一，隐蔽验收口径有差异，复核链时常出现断点<sup>[2]</sup>。交通导改占道使作业面被切分，机械无法成套作业。监测数据多头管理，沉降、渗漏、回弹、强度等指标散落在不同记录体系，复盘困难。经验显示，难点不止在技术细项，关

键在机制，若没有工序接口清单、质量阈值统一表、时段施工约束这三者同向施力，局部优化只会把风险从一处推向另一处，如井室周边回填达标但井盖高程偏差引起二次开挖<sup>[3]</sup>。

### （三）交叉施工中的主要风险类型

风险表现呈链式传播。质量方面，沟槽支护失稳引发基底扰动，回填压实不足又触发路面沉降及裂缝，管道接口处理粗糙诱发渗漏、错口。安全方面，交叉作业面多，人员机具混行，易出现盲区碰撞、塌方、带压作业误触发等问题。进度方面，工序并行导致关键节点相互等待，审批环节及强降雨易打乱节奏。成本方面，返工、反复开挖、临建迁改造成直接损耗，社会面交通延误成本增加。运营方面，早期质量偏差在通车后被放大，井室四角沉陷、横向接缝反射裂缝、雨季污水倒灌埋下长期隐患。风险识别需关注三类先兆信号，即基坑位移异常、压实检测离散增大、试压和通球反复不合格，需要根据这些信号及时调整组织方案和检验批划分。

## 二、市政道路与配套管网交叉施工的质量协同管理机制

### （一）协同管理的内涵与关键要素

协同管理的落在“接口清楚、节奏统一、数据同源”。在交叉场景中，任何一个专业单独达标都不足以保障系统品质，必须围绕共同目标建立一套可执行的协同框架。组织层面设置牵头单位与现场协调席位，明确决策路径和冲突处理时限。流程层面编制接口清单与工序衔接表，将沟槽支护、基底处理、管材安装、回填压实、面层恢复等关键节点写入同一里程台账，形成可追溯链<sup>[4]</sup>。技术层面依托建筑信息模型搭建集成底图，统一坐标、断面和材料参数，提前识别碰撞点与施工窗口。质量层面设定跨专业阈值，压实度、沉降、渗漏、平整度等指标采用一致口径与抽检频率。监管层面构建“问题闭环”和“验收闭环”，从发现、处置、复核到销项全程留痕。为提升可执行性，可归纳为“3清单2闭环1平台”，即接口清单、标准清单、风险清单，问题闭环、验收闭环，协同平台常态运行。

### (二) 设计阶段的协同管理策略

设计阶段决定交叉质量的上限。起步应形成“共底图”，道路、给排水、燃气、电力、通信在同一坐标系内表达，权属、标高、保护层厚度一一对应。理念上强调“施工可达性”，井室位置、检修空间、导改路线提前落盘，避免后期反复开挖。BIM 三维模型用于冲突预判与工序排序模拟，给出分段开挖长度、回填层次、交通维持方案的组合建议。对易变更部位设定“设计冻结点”，超过冻结点需经专门评审，防止节奏被频繁打断。成果交付应包含里程化控制表和接口编号体系，对每个交叉点给出责任主体、控制指标和检验方法。雨季、高水位区、软土段单列专项构造与材料选型，减少后期补救。设计说明中应植入联合验收要件与缺陷处置触发条件，使后续阶段有章可循。

### (三) 施工阶段的协同管理策略

现场管理的核心是把“计划节拍”与“空间推进”对齐。建议采用滚动计划，设置周度协调会与日度碰头机制，问题当天提报、限时闭合。作业面实行“里程包干”，每包明确开挖长度、设备配置、交通导改方式和恢复时点，避免多头交叉干扰。质量控制围绕三条红线展开，安全系数不得降级，回填压实度不得降档，通车平整度不得让位于赶工。检测体系要求同源数据，一套坐标与检验批划分标准贯穿道路和管网。关键工序设置联合见证，管线试压、通球、闭水合格且回填检测达标，方可移交道路结构层施工。资料管理强调“实时上云”，隐蔽工程影像、检测报告、测量记录在协同平台同步归档。变更控制坚持“小变更就地裁决、大变更集中评审”的原则，减少等待时间<sup>[5]</sup>。常见风险点如井室周边回填不密、接口节点渗漏、导改标志缺失，应配置预案和现场快处清单，缩短故障恢复时间。

### (四) 验收及运维前期协同保障

交付质量取决于验收标准的一致和后续监测的连续。建议实施联合验收，按分段、分专业、分节点组织，形成一份覆盖道路结构、地下管线、交通恢复、环境修复的综合验收记录。指标体系以功能性和耐久性为主，沉降限值、渗漏指标、平整度、构造深度、井盖高程差统一口径，抽检比例与失效判据在开工前就约定好。运维前期设置回访机制，通车后第 6 个月与第 12 个月进行复

核，重点核对沉降带、横缝反射、井室四角和雨季溢流点。数字化资料同步移交，包含竣工 BIM 模型、试验检测台账、地下管线实测成果、交通组织恢复记录，为后期维修提供可信底图。缺陷责任与保修资金绑定整改效果，整改合格方可解冻。为避免“交付即脱节”，可设立运维过渡期，由施工单位、监理单位和运营单位共同值守，对突发病害实施快核快修，将隐患消散在早期窗口。

## 三、市政道路与配套管网交叉施工的风险识别与防控策略

### (一) 风险识别机制

交叉场景的风险识别宜从“源、事、果”三条线并行展开，聚焦触发因子、过程偏差、后果表征三类信息，形成可追溯的风险画像。源头识别围绕地质水文、既有管线状态、交通需求与施工窗口，优先梳理高敏感区段与关键接口位点；过程识别注重工序耦合处的时空冲突，如沟槽支护与交通导改的先后关系、试压闭水与回填压实的衔接强度；后果识别以早期征候为抓手，提取沉降突增、试压反复不合格、井室四角松散、雨季积水回溢等信号，设置可量化阈值与处置路径。识别方法采用静态清单与动态监测结合，专家研判与案例复盘同向发力。近年市域排水系统整治推进较快，雨污合流管网基本清零并开展全面排查，风险底图的质量明显提升，为交叉工程的识别环节提供更扎实的数据底座。

### (二) 风险预警与监控体系

预警体系的核心在于把离散数据变成连续“叙事”，让风险从出现到处置始终在场。建议建立“监测—研判—响应—回溯”闭环（如图 1 所示），监测层面统一坐标与采样频率，沉降、回弹、压实度、渗漏量、交通拥堵指数、噪声粉尘浓度进入同一平台，并在关键时段放大采样密度。研判层面引入阈值树与分级规则，既关注单点越限，也识别多指标的协同偏移，避免局部异常被噪声掩盖。响应层面明确到小时的措施与责任席位，包含限行圈定、降水加固、回填加检、围挡调整等动作包。回溯层面将告警序列与处置效果关联，为下轮施工窗口优化提供证据。市内管网建设正推广在线感知设备与远程运维思路，热、气、水等管网改造中已提出安装感知监测装置，这一趋势为道路交叉作业的预警体系提供现成载体，只需补强数据口径与时序同步即可顺畅融入。

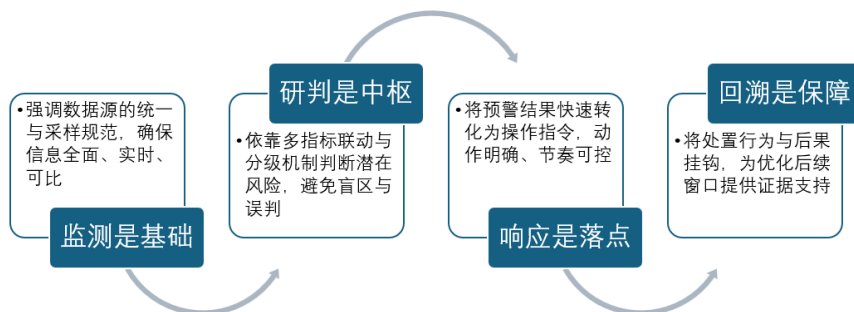


图 1 “监测—研判—响应—回溯”闭环体系

### （三）风险防控策略

防控策略以“减暴露、稳接口、强见证、快闭环”为抓手。减暴露强调缩短受扰动时间与面积，采用分幅分段开挖、夜间窗口作业、雨季禁限窗管理，降低对交通与结构的叠加影响。稳接口关注关键节点的构造细节，井室圈梁、接口防渗、回填层级与粒径控制到位，避免把问题留给通车后。强见证要求跨专业联签，在试压、通球、闭水、压实、面层摊铺等环节设置“联合放行”，用一次严格把关换后续稳定。快闭环依托平台化资料与现场快处清单，出现渗漏、沉陷、围挡失稳时，按预案迅速封控与复位。以供热系统为例，年度老旧管网改造里程较长，涉及道路众多，常与道路升级并行推进，工期压缩与窗口作业叠加，若无上述抓手，往往会加大质量与安全风险；相关部门已提出在供热期前完成关键节点改造，配套前置审批与分段移交，体现了以窗口化组织降低系统性风险的路径。

## 四、实践案例分析

### （一）项目情境与交叉特征

以青岛国际邮轮港区启动区市政工程为样本，该片区在紧邻轨道站点与既有岸线的狭长地带，成组推进道路、配套管网、污水加压泵站、口袋公园和公交场站等设施，呈现道路施工与多专业管线交叉并行的典型情境。港极路、港青路、港通路、铁山路、港平路、陵县支路等道路及管网工程同步启动，形成高密度接口网络，工序错峰与空间共享成为常态。项目自2023年冬季开工，采用成片滚动方式组织施工，港极路一期已按次干路标准开通，长度约920米，红线宽度28米。以此为窗口，可以观察到在高约束区域，交叉组织、交通导改和材料分仓的协同强度直接决定了质量与节奏的稳定。

### （二）风险画像与触发链条

该案例的典型风险集中在三条链条上。一是空间受限引发的支护稳定链，沟槽开挖与邻近构筑物相距较近，若支护刚度不足，基底扰动会向路基传导，后续面层易出现早期病害。二是潮汐和暴雨耦合的排水链，沿海高潮位和短时强降雨叠加，可能顶托排水系统，导致闭水、通球反复不合格并延宕恢复时点。三是运营组织牵引的交通链，港区施工与通勤和旅游客流同场竞争，导改口门设置稍有失当，会加大拥堵与安全隐患。三链相互牵引，任何一处的处置策略若缺乏与邻接工序的衔接，就会把问题从地下转移到路表，或从局部转移到时段高峰。上述判断与现场“道路与管网并行推进、节点密集”的客观情境一致。

### （三）协同做法与质量控制要点

项目层面采取“里程包干、接口清单、联合见证”的组合打法。里程包干把每段开挖长度、设备组织、导改方式与恢复时点捆绑为一体，减少交叉干扰；接口清

单将沟槽支护、基底处理、管道安装、分层回填、结构层恢复逐一编号，与责任主体和检测口径一一对应；联合见证把试压、闭水或通球与回填压实度检测打包验收，合格后再移交结构层施工，避免因前序质量偏差导致多次返工。沿海段设禁限窗和应急排水预案，遇到潮位顶托或短时强降雨，立即触发管段分段验收和夜间抢排；临近轨道与人流密集区，实行窄幅推进和材料分仓，降低机械交错概率。港极路一期的顺利开通，为这种节点化组织提供了可验证的样板。

### （四）经验提炼与可迁移建议

该案例的价值，在于把“协同”具体化为三项可执行机制。一是统一坐标与里程台账，把影像、检测和测量数据绑定到同一里程点，减少口径漂移；二是预案与阈值同构，把潮位、雨强、沉降速率、压实离散度等指标写入一张预警卡，单点越限触发快处，复合越限提升管控级别；三是交付设回访窗，通车后六个月与十二个月复核井室四角、横缝反射与渗漏点，缺陷闭环与保修资金挂钩。这三项机制并不依赖特定场地条件，可迁移至其他港区、老城更新或轨道周边项目。对管理者而言，关键在让“联合见证”和“里程包干”成为合同条款和流程刚性要求，而非临场智慧；对施工方而言，把工序节拍与导改节拍调到同一频率，才有稳定的质量曲线与可预期的通车日程。

### 结语

交叉施工的复杂性不限于技术交汇，更在于时空压缩下的组织冲突与责任交叠。质量协同管理的本质是节奏控制和接口清晰，风险防控的关键则在于前置识别与快速闭环。本文以青岛邮轮港区为切口，提炼出“里程包干、联合见证、风险图谱、节点预警”等机制组合，验证了系统协同在提升交付稳定性与运行耐久性上的实际成效。面向未来，市政工程应从静态设计走向动态调度，从单一责任走向多元耦合，推动信息集成、工序重塑与制度嵌入一体化发展，以更具弹性与精准性的管理模式应对日益复杂的城市建设生态。

### 参考文献：

- [1] 刘松, 陈太晓. 市政道路综合提升改造施工实践 [J]. 汽车画刊, 2025 (2): 203-205.
- [2] 庞富亮. 管网及配套市政基础设施工程施工关键技术研究与应 [J]. 建筑机械, 2025 (10): 124-128.
- [3] 谭名燕, 马志, 刘丽强, 等. 对市政道路建设管网施工技术的策略探究 [J]. 建筑技术开发, 2023, 50 (4): 114-117.
- [4] 王永. 市政道路综合管网雨污同槽施工技术要点分析及应 [J]. 建筑技术开发, 2022, 49 (17): 76-78.
- [5] 林容. 市政道路综合管网雨污同槽施工技术要点分析及应 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2024 (27): 121-123.