

# 市政道路管线施工技术协调控制研究

张云鹤

(济南城建集团有限公司, 山东 济南 250000)

**摘要** 随着城市化进程不断加快, 地下管线的密度持续增大, 各型管线于空间部署、施工协调方面的矛盾日渐突出, 导致城市建设效率与运行安全受干扰。在市政道路管线工程项目建设过程中, 需提升管线工程技术协调能力, 以提升市政道路管线工程项目的施工质量与安全性。本研究通过考察市政道路管线施工中的空间位置冲突、工序时序冲突与设计实施偏差情形, 提出分层分区安排、BIM技术采用与综合管廊搭建等协调管控举措, 以期提升管线施工质量与配合效率提供参考。

**关键词** 市政道路; 管线施工技术; 分层分区管线布置规划; BIM技术; 综合管廊

中图分类号: TU990.3; U415

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.17.002

## 0 引言

随着城市扩张速度不断加快, 市政基础设施的整体规划布局设计作为城市基础设施框架的关键环节, 其重要性日渐突出, 成为促进城市成长的核心力量。地下管线系统涉及给排水、燃气、热力、电力、通信等多个专业领域, 各自遵循不同技术标准与管理规范, 协调难度较大。城市建设过程中频繁出现道路反复开挖现象, 造成资源浪费与环境影响, 市政管线建设质量直接关系到城市安全运行, 优化管线空间布局、提高施工协调效率成为城市建设管理的重点研究方向。

## 1 市政道路管线概述

市政道路管线系统作为城市基础设施建设中的重要组成部分, 承载着供水、排水、燃气、电力、通信、热力等多种功能, 支撑城市正常运行。市政管线按敷设方式可分为直埋式、管沟式、综合管廊式三种主要类型。直埋式成本较低但维护不便; 管沟式便于检修但投资较大; 综合管廊式整合度高, 维护便利, 代表管线建设发展趋势。我国《城市工程管线综合规划规范》(GB50289-2016) 明确规定了各类管线的平面位置、竖向层次及间距要求, 为管线规划与实施提供了技术依据。管线布局需遵循“先规划、后建设”原则, 合理安排供水、燃气管道于道路东侧, 电力、通信管线于道路西侧, 污水、雨水管道于道路中部<sup>[1]</sup>。

## 2 市政道路管线施工冲突分析

### 2.1 管线空间位置冲突

市政道路管线空间位置冲突体现在垂直与水平两个维度上。在垂直方向上, 各类管线按照规范要求应有明确的埋设深度, 如给水管线埋设深度为0.7~1.5米,

燃气管线为0.9~1.2米, 电力管线为0.7~1.0米。当实际敷设条件受限时, 管线难以严格按照规范深度铺设, 导致不同类型管线在垂直空间发生交叉重叠。在水平方向上, 道路红线宽度有限, 各类管线需在狭小断面内合理布局, 常见供水、排水、燃气、热力、电力、通信等六类以上管线在同一道路断面内并行敷设, 管线间距往往达不到《城市工程管线综合规划规范》要求的安全距离。在老城区改造中, 原有管线布局混乱, 新建管线往往面临无法找到合适位置的困境。管线交叉点处, 各管线运营单位出于自身利益考虑, 均要求对方让路, 协调难度极大。

### 2.2 施工工序时序冲突

多部门管线建设计划协同不足引发了市政道路管线施工过程中的工序时序冲突问题, 具体表现为涉及给排水、燃气、电力、通信等多个专业领域的管线工程各自按照独立计划推进, 缺乏统一的时序安排与协调机制, 违背了管线施工应遵循的“先深后浅”逻辑秩序, 即排水等深埋管线理应优先完成, 而给水、燃气、热力、电力、通信等浅埋管线依次跟进的合理施工顺序, 在信息孤岛环境下, 部门间缺乏有效沟通渠道, 施工单位仅关注自身工程进度而忽视整体协同, 导致已完成铺设的管线在后续施工过程中遭到破坏的情况屡见不鲜, 这种无序施工状态进一步加剧了因施工周期规划不合理而产生的连锁反应, 将天气变化、材料供应延迟等因素对工期的影响扩大化, 引发工序交叉混乱<sup>[2]</sup>。

### 2.3 管线设计与现场实施偏差

勘测数据精度不足与设计阶段空间预留不合理构成了市政道路管线设计与实施偏差的主要根源, 设计

人员往往依赖历史资料与局部勘测信息进行管线布局规划,在资料缺失严重的老城区改造项目中尤为明显,地下管线现状信息残缺不全,致使设计方案无法准确反映实际地下环境状况,施工过程中频繁出现图纸未标注的废弃管线或历史遗留构筑物,施工单位被迫在有限空间内临时调整管线路径或埋设深度,偏离原设计意图。设计阶段对管线间距的预留普遍基于理想化工况考虑,忽略了复杂土质条件、地下水位变化等现场因素对施工精度的制约作用,多管线系统中的偏差具有明显累积放大效应,前期管线布设位置的细微偏移将导致后续管线被迫做出更大幅度的调整,累积误差逐步扩大。

#### 2.4 质量控制与安全管理冲突

首先,目标导向的差异。市政道路管线工程施工时的质量控制主要聚焦于施工成果与施工设计是否处于一个规范的状态。基于此,在市政管线工程施工时需严格按照施工工艺规范流程执行相关工艺,不能够出现任何偏差引起的质量安全隐患。安全管理则是侧重于市政道路管线施工过程中各种风险施工的预防,确保施工现场处于一个安全规范的状态。但就目前而言,在项目开展的阶段中,一些项目工程为了追赶工期,简化质量控制的步骤,就会增加安全风险,而有一些工程又过于强调安全,则会影响到施工的效率以及质量,这两种目标的不一致,也是引起工程项目难以开展的主要原因之一。

其次,资源分配的不均衡。市政道路管线建设中人力、物力、财力是有限的,需要充足的资源来支撑质量管控和安全管理。质量控制要保证施工质量的每一个环节都达标,需要投入大量的检测设备和专业人员;而安全管理则需要施工过程中,为防范和控制安全风险配备足够的安全设施和人员培训。两者在资源有限的情况下可能会有竞争,有资源分配上的冲突。例如:如果在质量控制上投入更多的资源,就有可能造成安全管理上的资源短缺,造成安全事故风险加大;反过来,如果对安全管理过分重视,就有可能影响到质量控制的执行效果,造成建筑质量的下降,使得质量控制和安全管理很难同时达到最优状态。

最后,沟通不够,协调不够。在市政道路管线建设中,参建人员多,加上不同的施工班组工作范围不同,缺乏有效的沟通协调机制,就会出现工程质量与安全隐患发生。例如:在某一施工环节发现质量问题时,如果质量控制小组不能及时与安全管理小组进行沟通,由于不了解情况,会使安全管理小组不能采取相应的安全措施,使安全隐患增大。同样,在发现安全隐患时,

安全管理小组若不能有效协调质控小组,调整施工进度,实施质控,也会受到影响。

### 3 市政道路管线施工技术协调控制策略

#### 3.1 实施分层分区管线布置规划

分层分区管线布置规划依据管线功能特性及空间位置关系对市政管线进行系统性组织,形成结构化布局方案。垂直分层原则将各类管线按埋设深度划分为深层、中层、浅层三个区域,排水管线位于最深层,给水、燃气管线处于中间层,电力、通信管线则安排在较浅层位,明确各类管线的垂直空间范围,减少管线交叉。水平分区策略将道路断面划分为若干功能区,路幅较宽道路可采用两侧布置模式,西侧安排给水、电力管线,东侧设置燃气、通信管线,排水管线居中布置,窄路则实行单侧集中布置。城区可按照行政区划或道路网格将管线规划分区实施,避免“牵一发动全身”式影响。分层分区规划强调网络化思维,将单一管线视为整体系统的组成部分,在满足各自功能运行要求的基础上,合理确定主干线、次干线、毛细支线的空间层次关系,明确各级管线的规划控制要素,包括位置、走向、埋深、管径及安全间距等参数指标,建立起完整的管线空间协调体系,为施工阶段精准落实管线位置关系提供科学依据<sup>[3]</sup>。

#### 3.2 应用 BIM 技术开展碰撞预检测

BIM 技术在市政管线协调范围的应用实现了从传统二维平面图到三维立体模型的转变,城市管线系统得以在虚拟环境的范围中完整展示,各型号管线按 1:1 比例打造精细三维模型,含有管线类型、材质、管径、埋深等完整参数详情,完成信息可视化表露。基于 BIM 平台启动的碰撞预检测工作能在施工前发现管线空间冲突点,系统自动筛选出管线之间、管线与构筑物之间的碰撞区域,生成筛查冲突报告,设计人员依照报告调整方案化解冲突,碰撞甄别区分硬碰撞与软碰撞,硬碰撞表示管线实体之间的直接干扰,必须彻底规避,软碰撞指的是管线间距小于规范规定的情形,可按照实际情形恰当调整,BIM 平台融合土建、结构、设备各专业协同设计,梳理管线综合排列,打破传统专业壁垒,施工阶段 BIM 模型辅助现场放线定位,降低施工偏差水平,现场出现变更时,模型可迅速更新来检验变更后的空间关系,防止造成新的冲突问题。

#### 3.3 推行综合管廊建设,解决空间矛盾

综合管廊作为集约化地下空间利用模式,为各类市政管线提供统一封闭空间环境,内部分隔成多个舱室,分别容纳给水、排水、燃气、电力、通信等不同

功能管线。管廊主体采用钢筋混凝土箱涵结构，具备良好的承载能力与防护性能，可承受地面交通荷载，有效抵御外部环境侵害，延长管线使用寿命。管线布置采用舱室隔离排布方式，将具有安全隐患的燃气、电力管线与其他管线分隔开来，消除交叉干扰风险，各舱室内预留足够空间满足未来管线扩容需求。综合管廊关键在于检修便捷性设计，管廊内设置人员巡检通道，工作人员能够直接查看管线状况，发现问题立即处理，避免传统直埋方式需开挖路面才能维修的弊端，降低道路反复开挖对交通及市容的影响。管廊配套智能化监控系统对温度、湿度、有害气体浓度等环境参数进行实时监测，形成完善的预警机制，提升管线运行安全性与维护效率（见图1）<sup>[4]</sup>。

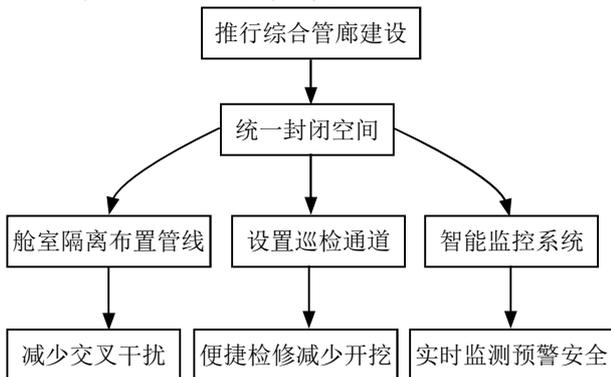


图1 综合管廊建设流程

### 3.4 质量控制与安全管理协调

第一，建立统一目标体系，强化协同管理。市政道路管线施工阶段，通过量化指标，明确“零事故、高质量交付”等质量安全管理共性目标，将目标分解到质量与安全工作中。同时，市政道路管线施工时，在建设统一目标体系以后，采用VR技术进行辅助施工，将质量缺陷和安全风险点提前模拟出来，让质量和安全团队一起制定虚拟环境下的优化方案<sup>[5]</sup>。此外，还可以采用质量与安全绩效捆绑评价的“质量—安全双控”考核机制，确保施工时能够达到协调控制。第二，优化资源分配机制，实现动态平衡。市政道路管线工程施工时，针对资源分配不均匀的情况，必须建立动态资源调配机制使得市政道路管线工程的质量以及安全都得到充分的保障。一般情况下，在市政道路管线工程进入预算编制阶段，根据风险评估与质量控制的标准，实际需要预留出弹性调整空间，确保施工机械、施工设备等都处于一个合理的运行状态，如此就能够实现交叉作业，避免各种操作违规引起的安全情况。同时，市政道路管线工程施工时也可以采用资源共享的方法来达到保障工程质量以及安全控制的目标<sup>[6]</sup>。

在市政管线工程施工过程中，需将安全培训融入质量管理规范内容当中，减少安全问题的出现。第三，完善沟通协调机制，提升管线施工效率。在市政道路管线施工阶段，需要构建多层次、常态化的沟通协调体系，以解决缺乏沟通与协调的问题。建立标准化的交流过程对质量安全团队的信息共享范围、频率、方式等进行界定，可制订《质量—安全协同工作手册》，规定每天的施工日志需要对质量缺陷和安全风险进行同步记录，每周召开一次联合巡检会议，对存在的问题进行现场确认并落实整改责任，并对这些问题进行认真细致的整改。同时，在市政管线工程施工过程中，为了防止触电、火灾等安全事故的发生，在施工现场必须严格按照安全规范设置和使用临时用电线路和设备。建立专项部门对电力设备的安装、使用、维护、拆除等进行检查。同时，在建筑施工现场，施工单位要建立健全临时用电管理制度，且保安全责任与安全管理任务落实到个人。同时，为保证其良好的绝缘性能、可靠的接地和到位的防护措施，需加强日常对临时用电线路和设备的检查和维护。

## 4 结束语

管线空间位置冲突、施工工序时序冲突以及设计与实施偏差三大问题制约着市政管线建设质量与效率。实施分层分区管线布置规划有助于从源头上优化管线空间结构，明确管线垂直与水平布局规则，减少空间占用；应用BIM技术开展碰撞预检测能够在施工前发现并消除潜在问题，提高设计准确性与施工可行性；推行综合管廊建设可从根本上改变传统直埋式管线模式，集约利用地下空间，便于维护管理，大幅降低管线运行风险。

## 参考文献：

- [1] 司马岩.市政道路管线中的综合设计探究[J].江苏建材,2023(06):68-69.
- [2] 郭佳蕊.浅谈市政道路改造工程管线设计要点[J].居业,2023(11):84-86.
- [3] 吴波,王文炯.BIM技术在市政改建道路管线综合中的应用研究[J].城市道桥与防洪,2020(10):191-193,M0020.
- [4] 周彪,苑进修.市政施工中地下管线施工技术研究[J].建材与装饰,2020(16):42-43.
- [5] 张明.市政工程道路施工中地下管线施工技术分析[J].散装水泥,2024(03):124-126.
- [6] 郭佳蕊.浅谈市政道路改造工程管线设计要点[J].居业,2023(11):84-86.