市政工程管线综合布局优化探讨

王玮 张野
中国市政工程华北设计研究总院有限公司，中国·天津 300381

摘要：市政工程管线是重要的城市基础设施，承担着生活和生产用水供应、污水收集与雨水排放、能源输送以及信息传输等职责，并影响着城市发展。市政工程管线的综合布局，对管线运行性能产生着重要的影响，通过对管线布局的优化，可以更好地保障管线的安全、稳定运行，对促进城市发展有着积极的影响。基于此，本文围绕着市政工程管线综合布局展开讨论，分析市政工程管线布局的常见问题，总结影响市政工程管线布局的各类因素，探讨优化管线综合布局的有效措施。

关键词：市政工程；管线；综合布局；优化措施

Discussion on the Comprehensive Layout Optimization of Municipal Engineering Pipelines

Wang Wei, Zhang Ye
China Municipal Engineering North China Design & Research Institute Co., Ltd., China Tianjin 300381

Abstract: Municipal engineering pipelines are crucial urban infrastructure, responsible for supplying water for daily and industrial use, collecting sewage and discharging rainwater, transmitting energy, and conveying information, all of which significantly impact urban development. The comprehensive layout of municipal engineering pipelines has a substantial influence on their operational performance. By optimizing pipeline layouts, the safe and stable operation of pipelines can be better ensured, positively contributing to urban development. Based on this, this paper discusses the comprehensive layout of municipal engineering pipelines, analyzes common issues in pipeline layout, summarizes various factors affecting pipeline layout, and explores effective measures to optimize the comprehensive pipeline layout.

Keywords: Municipal engineering; Pipelines; Comprehensive layout; Optimization measures

0 引言

市政工程管线布局具有种类多样性的特点，不同类型管线在介质性质、敷设要求、运维等方面存在较大的差异性，还需要面对空间资源有限的问题，会在一定程度上增加工程布置的难度[1]。市政工程管线的规划缺乏统筹协调，经常在设计中出现空间冲突，运维工作缺少完整、准确的档案资料作为支持。在城市建设、发展的过程中，市政工程管线综合布局的优化，能够实现对城市地下空间的高效地利用，完善城市基础设施，减少影响城市运行安全的各类风险因素。

1 市政工程管线布局的常见问题

1.1 规划阶段缺乏统筹与动态适应能力不足

市政工程的各类管线规划存在着缺乏统筹的问题，各类管线分属不同行业，由各专业的主管部门进行专项规划，相互之间未能良好地进行衔接，出现争夺地下空间资源、时序脱节等情况，未进行信息互通与数据共享，施工过程中容易对其他类型的管线形成破坏，甚至引发严重的安全事故。各类管线的规划并无统一的期限和范围，会产生时间错位、空间边界差异，使规划编制阶段无法有效整合。管廊的建设未能衔接道路、轨道交通建设，容易产生空间冲突。道路建设完成、轨道交通开挖后进行管廊规划，会出现地下空间不足的问题，主要采取绕过道路和轨道交通或是增加埋深的方式应对，建设成本较高。管廊的建设缺乏系统性，在网格化程度较低的情况下，无法对主要管线进行全面覆盖[2]。市政工程管线的规划，仅考虑到当前的城市发展情况，没有为城市更新、人口增长以及产业升级后的管线容量预留空间，往往需要伴随城市的发展而频繁进行扩容、改造。未预留管线走廊或备用管位的情况下，新增管线的建设难度较大，会使地下空间变得更加拥挤。在地下空间的开发规划中，未能及时响应新技术和新需求，导致建成后的改造难度大、成本高，对极端天气的应对能力有限。市政工程管线的规划，应该以城市发展的动态作为参考依据。道路建设与改建是市政工程的重要项目，该过程中需要对管线进行科学、合理的规划与设计。但在实际情况中，道路建设与管线规划存在脱节的情况，容易产生空间冲突，运维的难度较大。

1.2 设计深度不足与细节缺失

市政工程管线的布局存在设计深度不足和细节缺失的问题，容易引发施工冲突和运营事故。既有管线的设计基础资料缺失，会使新建管线设计、规划缺乏可靠的参考，会出现空间定位不准确的情况，进而增加碰撞风险，还会影响施工工艺选择的合理性。新建管线需要穿越既有管线时，交叉节点的处理十分关键，但是在设计基础资料缺失的情况下，难以获得精确的交叉角度、悬空跨度等数据，更多是根据经验来采取保护措施。市政工程管线的设计，需要进行全面的地质勘察，但是在地质勘察深度不足的情况，难以根据地下障碍物、地下水、软弱地层等方面的具体情况来制定设计方案，会使设计方案与实际情况不符，往往需要再施工过程中做出变更。市政工程管线的设计深度不足，存在节点设计粗糙、标高设计不合理等问题，会影响管线布局效果。在设计标准、制图规范不统一的情况下，信息化管理与数据入库的难度较大。在市政工程管线的规划、设计中，存在着细节缺失的情况，表现为附属设置与道路及周边环境不协调、管线标识与保护设计缺失等。

1.3 施工管理粗放

不合理的施工时序安排是粗放管理的重要体现，先进行浅层管道施工，会在进行深层管道施工的过程中，对浅层管道的基础或保护层形成破坏。在主干管与支管施工顺序不当的情况下，先进行支管施工再进行主干管施工，会引起应力集中与接口拉裂、支架受力紊乱等不良后果，大尺寸阀门和补偿器无法进行安装。市政管线工程与道路工程交叉施工时，未能进行统一的管理和协调，会出现相互干扰的情况，进而影响施工质量。在沟槽开挖、回填等施工环节，沟槽超挖、基地处理不当、压实度不足是施工质量控制粗放的主要表现，会产生路面沉降、管线变形等不良后果。在管道安装的过程中，精度控制十分重要，如存在关键参数控制不严的情况，会增加渗漏风险。在施工管理粗放的情况下，隐蔽工程容易受到忽视，没有对其进行严格的验收。在市政管线施工的过程中，由于管线探测和交底工作不到位，施工时缺乏对燃气、电力、通信等管线的保护，存在安全事故的发生风险。在有限空间内进行作业，未能对通风情况、有无有害气体进行检查，进而增加事故隐患。在市政工程管线的施工过程中，应该关注施工操作对周边环境的影响，加强对扬尘、噪声、泥浆的管理。完成施工后，竣工测量结果以及竣工资料对后续的管理工作有着重要的参考价值。在实际的施工管理工作中，存在着竣工测量不准确、竣工资料不完整等问题，给市政工程线路的运维带来隐患。

1.4 运维手段落后

在实际的运维管理工作中，存在着运维手段落后的问题，运维管理方面的信息化建设滞后，缺少完善的数据库。在线路的巡检、监测过程中，人工巡检的效率低，许多隐蔽性的缺陷问题难以进行精准识别。在线监测设备的不在，难以对市政管网进行全面的监测。管线泄漏问题的检测，更多是根据地面冒水、水压异常等现象进行判断，故障定位的难度较大，相关应对和处理措施较为被动，管线泄漏带来的不良后果难以避免。管线事故的发生，需要多个单位、部门协同处理，但由于应急联动机制不完善，导致应急响应效率低。

2 影响市政工程管线布局的各类因素

2.1 管线自身特性

管线自身特性是影响市政工程管线布局的重要因素。在压力流管线中，主要利用压力驱动，采取竖向布置的方式且操作较为灵活。在重力流管线中，应该对管线的坡度进行严格控制。在竖向布置管线的过程中，优先对重力流管线进行布置。燃气管线有着易燃、易爆的特点，容易在接触电力、热力管线的情况下引发安全事故。因此，在市政管道布局中，应该为燃气管线与其他管线留出足够的水平间距和垂直间距，以防安全事故的发生。

2.2 道路与交通条件

市政工程管线的布局，道路与交通条件是不可忽视的影响因素。道路的宽度、断面形式影响着管线的敷设方式。管线的可敷设空间，主要受道路横断面的功能分区的影响。道路等级、交通功能也会对市政工程管线布局产生影响。在交通性主干道中，路面开挖对交通的影响较大，有着十分严格的限制，一般采取集中敷设的方式。管线多交汇于道路的较差口，需要避免竖向冲突的产生，合理进行管线布局。

2.3 地质与水文条件

市政工程管线的布局，应该对管线敷设区域的地质和水文条件进行调查，了解地下水位、土壤腐蚀性等信息，进而选择合适的管材，做好接口处理工作。在腐蚀性土壤环境中进行管线敷设时，应非金属管材是更好的选择。根据地质条件，评估开挖的难以程度，判断管线埋深是否受限。在软土区域进行施工时，则需要对管线沉降情况进行评估。

2.4 地下设施与障碍物

现有管线、地下构筑物等设施的存在，使得地下空间较为有限。新敷设的管线需要根据地下设施与障碍物的分布情况，合理进行布局，避免产生冲突，并采取相应的保

护措施，防止现有管线形成干扰或损坏。

3 管线综合布局优化措施

3.1 综合统筹体系的构建

在市政工程管线综合布局的规划阶段，进行综合统筹体系的构建，以国土空间总体规划作为参照。在地下管线综合专项规划的过程中，明确各类管线的建设要求，并在综合规划框架下执行。结合市政工程管线布局的现状，对相关数据进行整合，建立信息平台，该平台可对市政工程管线布局的规划结果进行审查，其中包括为新建、改建管线工程的规划。在主干管线、关键通道的施工中，应考虑到城市更新、人口增长后的远期需求，为后续的扩容、改造预留充足的容量。在道路横断面设计中，通过预留管线走廊带和备用管位，未来需要新增管线时，可以获得足够的空间条件。新建道路的规划，需要同步进行管线设计。结合城市发展现状，定期对管线运行情况进行评估，分析相关数据，管线综合布局的成效做出评价，根据未来的发展趋势，对管线综合规划进行调整与改进。统筹协调综合管廊规划，能够为市政工程管线综合布局创造良好的基础条件。

3.2 提升设计深度与标准化水平

市政工程管线综合布局的设计，应该提升其设计深度与标准化水平。在市政工程管线的关键节点，应编制其专项设计方案，该方案中有着详细的地质勘察结果，并详细进行结构计算，对相关施工工艺进行说明。利用局部放大详图，展示检查井密集区、管线汇接区、分支接入点等位置，具体了解各类管线的空间关系。按照统一的标准、规范进行市政工程管线的设计制图，设计结果可导入 GIS 平台进行处理。应用 BIM 技术，进行管线布局进行三维设计。基于 BIM 模型进行碰撞试验，结合试验结果，判断设计方案的可行性，并发现管线冲突问题，及时对设计方案做出调整。完善附属设施与保护措施，防止管线冲突的发生，防止管线运行受到干扰或是管线设施受到破坏。

3.3 施工过程的质量管控

市政工程管线的施工过程中，实施精细化管理，采取严格的质量管控措施。针对关键工序，采取标准化的管控措施，并制定验收标准。针对回填材料、压实度进行第三方检测，检测结果应用于竣工验收，同时收入档案。针对隐蔽工程进行逐段验收，并进行影像记录，影像记录可作为验收资料，将其上传至信息管理平台。应用 BIM 技术进行施工模拟，可以对施工过程中存在的难点、风险问题进行识别。应用管道内窥检测方法，可以对排水管道、供水管道、燃气管道的性能进行评估和判断。施工前的准备阶段，应用地质雷达、管线仪等设备，对既有管线的情况进行全面的了解，结合探测报告，进行管线布局规划，在既有管线位置设置清晰、醒目的保护标识，并采取物理隔离手段，减少新管线施工对既有管线的干扰和破坏。在有限空间内作业时，必须严格进行安全管控，检查作业空间内的通风情况，检测有无有害气体。竣工后进行管线起终点坐标、转折点坐标、管径等数据的测量，并上传至信息平台。

3.4 构建智能化运维管理体系

构建智能化运维管理体系，建立统一管线数据库，收集管线运行、管线改造相关的数据，对数据库进行更新机制。监测管线运行状态，于关键节点设置监测设备。应用无人机智能巡检，可以对管线运行过程中的隐患进行主动预警。构建数字孪生平台，应用 BIM、GIS 技术，利用实时监测数据进行分析，进而合理制定决策，精准进行事故定位以及高效进行处置。实施全生命周期健康管理，建立管线电子档案和风险评估体系，按照风险分级，制定预防性维护方案。改进和完善运维体制，建立绩效评价制度，保障运维资金稳定投入[3]。

4 结语

综上所述，市政工程管线综合布局的优化，是提升城市基础设施效能、保障城市运行安全的关键举措。针对当前规划统筹不足、设计深度欠缺、施工管理粗放及运维手段滞后等突出问题，应着力构建涵盖规划、设计、施工、运维全生命周期的综合统筹体系，强化标准化设计与 BIM 技术应用，推行精细化施工质量管控，并积极引入智能化运维管理手段。通过系统性的优化措施，能够有效提升地下空间利用效率，减少管线冲突与安全事故，增强管线系统的韧性与适应性，为城市可持续发展提供坚实支撑。未来，应进一步加强信息化建设与动态评估机制，推动管线管理向智慧化、精细化方向持续演进。

参考文献：

[1] 高帷峻. BIM 技术在市政管线数字化施工中的应用研究[J]. 新城建科技，2025,34(2): 28-30.

[2] 陈锦全，朱安邦. 高密度地区市政管线高质量统筹规划和建设模式创新[J]. 中国给水排水，2024,40(24): 40-45.

[3] 吕康交. 市政道路排水管线设计的优化与实践[J]. 中国建筑金属结构，2023,22(8): 139-141.

作者简介：王玮（1989.09-），男，汉族，辽宁昌图人，本科，工程师，研究方向：从事各专业市政管线的管线综合以及各类市政场站的总图研究。