

Challenges in Underground Utility Tunnel Construction and Strategies for Intelligent Management

Daqiang Liu

Southwest Municipal Engineering Design & Research Institute of China, Chengdu 610000, Sichuan, China

Abstract: With the rapid advancement of urbanization, the importance of municipal infrastructure construction is increasingly highlighted. The municipal underground pipeline project, as a key link, aims to optimize the living environment and improve the quality of life services for the people. Given the continuous growth of urban population and the increasingly scarce land resources, the municipal comprehensive underground pipeline project effectively alleviates the pressure on urban land resources by efficiently utilizing underground space. However, the construction of such projects involves complex construction technologies, and scientific and reasonable intelligent management methods are needed to ensure project quality and construction efficiency. In view of this, the author discusses the challenges faced in municipal underground pipeline construction and the intelligent management strategies through participation in the design and construction of several pipeline projects.

Keywords: Municipal pipe gallery construction; Intelligent management

市政管廊建设难题与智能化管理对策探究

刘大强

中国市政工程西南设计研究总院有限公司, 中国·四川成都 610000

摘要: 随着城市化进程的迅速推进, 市政基础设施建设的重要性日益凸显。市政管廊工程作为关键一环, 旨在优化民众的生活环境, 提升生活质量。鉴于城市人口持续增长, 土地资源愈发紧张, 市政综合管廊工程通过高效利用地下空间, 有效缓解了城市土地资源压力。然而, 此类工程的建设涉及多种复杂施工技术, 并需借助科学合理的智能化管理手段, 以确保工程质量与施工效率。鉴于此, 作者通过参与多个管廊设计与建设, 对市政管廊建设中面临的挑战及智能化管理策略进行探讨。

关键词: 市政管廊建设; 智能化管理

1 市政综合管廊项目概述

1.1 市政综合管廊的综合情况

市政综合管廊是指在城市地下构建的集约化隧道体系, 旨在统一整合并管理各类市政管线, 包括但不限于电力、通讯、供水、排水、燃气及热力等关键城市基础设施管线。此系统显著特征在于其对管线的集中化、统一化管理与维护, 有效降低了管线事故发生率, 并显著增强了城市的抗灾韧性。

此外, 市政综合管廊通过高效利用地下空间资源, 大幅减少了地面设施的建设需求, 从而避免了因后期管线增设而需反复开挖道路、阻碍交通的困境。此举不仅有助于消除城市上空错综复杂的“蜘蛛网”现象, 还极大地提升了城市的整体形象与美观度。

从运维成本效益分析, 市政综合管廊的集中化维护模式显著缩短了检修周期, 降低了维护成本, 并有效避免了管线间的交叉与重叠, 进一步降低了潜在的

事故风险。更为重要的是, 该系统具备高度的灵活性与可扩展性, 能够灵活适应城市发展的步伐与未来管线需求的变迁, 为城市的可持续发展与现代化建设奠定了坚实的基础^[1]。

1.2 国内外城市综合管廊建设现状

国外综合管廊建设高度重视技术创新与智能化管理策略, 众多发达国家诸如日本、新加坡、法国及英国等, 均已构建了成熟的综合管廊体系。这些国家在综合管廊领域的探索起步较早, 且相关法规与标准体系相对健全。中国自20世纪末以来, 亦逐步加快了综合管廊建设的步伐, 特别是在部分大型城市如北京、上海、深圳等地, 已成功构建了一定规模的综合管廊系统, 并在实际运营中积累了宝贵经验。为进一步推动综合管廊建设, 国家层面已出台了一系列政策文件与指导意见, 旨在激励与规范该领域的发展。

当前，中国综合管廊建设正处于迅猛发展的黄金时期，然而，在快速发展的同时，仍不可避免地面临着规划布局、资金筹措以及技术创新等多方面的挑战与考验。

2 市政管廊建设难题

2.1 施工难度大

市政给排水系统建设中，地下综合管廊施工面临多重挑战。主要难题包括地下环境的复杂性，如地下水位波动、软土地层、坚硬岩石挖掘和地下障碍物规避，这些都提高了施工技术要求和项目风险。例如，高地下水位需要额外排水作业，增加施工难度和成本。同时，施工需与城市地下设施如地铁、管线系统和地下通道协调，这要求详尽规划和综合协调，进一步增加施工难度。受限的地下作业空间限制了施工人员操作和设备材料运输，影响施工进度和效率。此外，地下施工固有的安全隐患要求严格的安全规范和管理措施，增加了成本和难度^[2]。

2.2 跨部门与多方协同难题

市政综合管廊工程，作为一项牵涉广泛、复杂且跨领域的综合性大型建设项目，涵盖了多方参与主体与多元化学科知识。在此过程中，各相关部门及单位均承载着特定的职责、任务与利益诉求，形成了错综复杂的交互关系。然而，在实际施工过程中，可能会遭遇信息流通不畅、出现利益冲突及职责界定模糊等挑战，这些因素均可能对项目进度构成阻碍，进而对工程质量与安全产生不利影响。

以地下空间资源的综合开发利用为例，该过程往往涉及供电、供水、供气、通信等多个关键部门，各部门基于自身专业背景制定的工程规范与标准难免存在差异，如何有效整合这些标准以实现统一，成为了亟待解决的难题。此外，在资金投入、技术应用及人员调配等关键领域，各部门间也可能存在显著差异，这无疑增加了工程实施的复杂性与不确定性。

面对利益分配、责任界定及风险承担等敏感问题，各方可能产生分歧，如何构建一种公平、公正、透明的协同工作机制，以确保各方利益得到妥善兼顾，成为了市政综合管廊工程项目管理中不可忽视的重要议题。跨部门与多方协同，作为该工程实施过程中不可或缺的一环，其有效性直接关系到项目的整体进展与最终成效。因此，如何有效应对协同过程中的各类难题与挑战，以保障工程的顺利推进，是每一个市政综合管廊工程项目都必须认真面对并努力解决的关键问题^[3]。

3 智能化管理对策

3.1 提升设备与技术应用

在市政综合管廊工程的实施过程中，持续的技术革新与设备升级已跃居为行业进步的核心驱动力。鉴于当前技术应用的广度与设备配置的深度，以下策略对于提升施工品质与作业效率具有举足轻重的意义：

首要之务在于坚定不移地引进前沿施工机械设备。这些现代化设备以其卓越的作业效率、高精度的操作性能，以及在环境保护与能源节约方面的显著优势，成为提升施工速度与保障工程质量的关键。如自动化隧道掘进机的运用，以及精密土壤密实度检测仪的配备，均能在显著提升施工进度同时，确保工程质量达到更高标准。

其次，应大力推广智能化施工技术。通过BIM技术的深度融入，可实现对工程全生命周期——从设计、施工至运营阶段的全面信息管理，从而助力施工单位精准把控工程进度、成本分配与资源调配，有效减少误差与返工现象的发生。同时，GIS系统的应用能为施工现场提供详尽的地下管线信息，有效避免施工过程中的误伤风险。

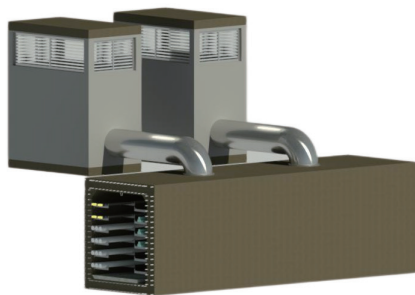


图1 管廊通风口节点BIM模型

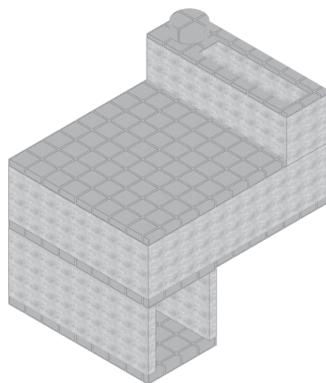


图2 吊装口-逃生口BIM模型

再者，需进一步强化智能化设备在施工现场的广泛应用。例如，无人机的巡检与测量功能，能够高效、精准地完成数据收集任务；而机器人在特定施工

环境下的作业与维护，则能在提升工作效率的同时，充分保障施工人员的安全与健康。此外，物联网技术的引入，可实现施工设备的远程监控与故障预警，确保在问题发生初期即能迅速响应，从而避免潜在损失的扩大。

最后，鉴于技术与设备的不断更新换代，施工人员技能的提升亦不容忽视。通过定期组织培训与考核，确保每位施工人员都能熟练掌握新技术、新设备的使用方法，为工程的顺利实施奠定坚实基础。同时，与高等院校及研究机构的紧密合作，将有助于引入最新的研究成果与技术成果，为市政综合管廊工程的施工提供强有力的技术支持与智力保障。

3.2 加强部门协调与流程整合

一个顺畅、高效的协同工作环境，不仅能确保项目的高效进行，而且能降低由于沟通不畅或流程不明确带来的成本增加和工期延误。第一，建立统一的信息平台。借助云计算、大数据等现代信息技术，构建一个统一的、实时的项目管理平台，确保所有参与部门能在同一平台上实时获取工程信息，提高信息的透明度和可获取性。第二，设立专职的协调小组。该小组由各参与部门的代表组成，负责协调各部门之间的关系，解决在施工过程中出现的跨部门问题，确保工程的连续性和顺畅性。该小组要定期召开协调会议，就项目进展、问题和需求进行沟通与调整。第三，优化工程流程。针对市政综合管廊工程的特点，重新梳理和优化工程流程，减少不必要的环节，提高工作效率。例如，借助BIM技术，可实现设计、施工、运营的全流程管理，确保各环节的无缝对接。

3.3 管廊功能创新

随着城市化进程的加速，城市地下综合管廊作为核心基础设施，其开发模式正不断迎来革新。其中，管廊功能的创新尤为关键，是推动其持续发展的重要驱动力。（1）多功能集成：传统城市地下综合管廊主要承载电力、通信、给水、排水等基础管线。而在功能创新上，可进一步探索将智能交通系统、环境监测系统、安全监控系统等多元化功能融入其中。通过多功能集成，管廊不仅能够继续为城市提供坚实的基础设施服务，还能承载更多智能化、信息化的新职能，显著提升城市管理的效率与品质。（2）智慧化升级：在管廊功能创新领域，智慧化升级是一条重要路径。依托物联网、大数据、云计算等前沿技术，实

现管廊内各类设施和管线的智能监测、控制及预警功能。智慧化升级后的管廊，能实时掌握环境参数、设备状态等关键信息，迅速响应并处理问题，从而增强管廊的安全性与可靠性。（3）绿色化改造：随着环保意识的日益增强，绿色化改造成为管廊功能创新的又一亮点。在管廊建设中，积极采用环保材料、节能技术等措施，努力降低对环境的负面影响。同时，将管廊与城市绿化、景观等相融合，打造独具特色的城市风景线。绿色化改造后的管廊，不仅承载着基础设施的重要功能，还为城市增添了一抹亮丽的生态色彩。（4）模块化设计：模块化设计是管廊功能创新的另一重要策略。通过模块化设计，管廊被划分为多个独立且功能各异的模块，每个模块均具备独特的优势与特点。这种设计方式不仅简化了管廊的建设流程，还显著提升了建设效率与质量。

3.4 运营模式创新

城市地下综合管廊运营模式需创新以适应科技进步和城市管理需求。首先，可引入市场化机制，通过公开招标等方式，让有经验的企业负责运营和维护，形成政府监管、企业运营、市场竞争的良性循环。其次，利用物联网、大数据等技术实现智能化管理，提高运营效率和安全性。最后，管廊可提供多元化服务，如定制化运维方案、公共服务设施和商业空间，以增加收入并提升城市服务水平。

4 结束语

综上所述，在深入分析市政管廊建设所面临的挑战及智能化管理路径的过程中，我们深刻认识到，创新是推动市政管廊基础设施发展不可或缺的驱动力。通过积极采纳智能化管理理念，旨在不仅提升管廊建设的效率与品质，更力求达成绿色、智能化及可持续发展的综合发展目标。展望未来，市政综合管廊的开发模式将持续迭代创新，为城市基础设施建设注入源源不断的新动能，从而推动城市向更加繁荣、更加宜居的崭新阶段迈进。

参考文献

- [1] 李玉云. 市政综合管廊工程施工主要问题及对策研究[J]. 科技创新与应用,2022,12(2):133-135.
- [2] 程绍明. 城市地下市政综合管廊施工方法研究[J]. 中国房地产业,2019(12):58.
- [3] 高阳. 市政综合管廊工程施工主要问题及对策研究[J]. 装饰装修天地,2022(23):82-84.