

轨道交通与市政工程协同共建模式研究

叶 洋

(广州地铁设计研究院股份有限公司, 广东 广州 510000)

摘 要 随着我国城市发展模式从增量扩张向存量更新转型, 轨道交通、市政隧道、综合管廊等重大基础设施的规划建设需求集中涌现。传统的分时序、分主体的单独建设方式容易出现多次挖掘、资源浪费、交通堵塞、“拉链马路”等问题。基于此, 本文提出协同共建的一体化建设模式, 探讨协同共建在节约用地资源、降低社会成本、增强城市韧性等方面的实践价值, 围绕“规划—设计—建设—管理”的全过程, 介绍了协同共建的大框架, 详细论述了规划设计协同、结构工程共构、施工组织一体化的技术路径和关键要素, 以 BIM、GIS 和数字孪生技术作为数字化支撑技术的切入点, 提出了协同共建思路, 通过全周期整合、多专业协同、数字化赋能, 构建适应城市可持续发展的新型建设体系。

关键词 城市更新; 轨道交通; 综合管廊; 市政隧道; 协同共建

中图分类号: U12; TU99

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.31.023

0 引言

城市更新是城市结构优化、功能完善、品质提升的路径选择, 而支撑城市高品质发展的“大动脉”和“生命线”则是以轨道交通为骨干的公共交通体系和以综合管廊、市政隧道为主的现代化市政基础设施体系。但基于历史原因, 规划建设运营理由不同职能部门分别负责的两大体系在一定程度上会造成两者之间缺乏顶层设计的协同效应, 在建设时存在顺序安排和空间布局错位的现象。普遍存在的矛盾有: 三维空间上的新建地铁隧道与规划中的市政隧道交叉; 与地下综合管廊路由重合严重的地铁车站出入口、风亭等。为了解决建设矛盾, 不得不迁改或重新规划, 由此造成巨大的经济损失和资源浪费, 也给社会生产生活秩序造成了重大干扰。这种“路径依赖”的单线思维建设模式, 已经不能适应精细开发高密度城市空间的要求。因此, 为了节约社会资源、减少重复建设、缓解城市交通压力、增强城市综合承载能力, 打破行业壁垒, 探索轨道交通与市政工程的协同共建模式, 实现地下空间资源的统筹开发利用和一次性建设^[1], 具有重要的现实意义和战略价值。

1 独立建设模式的弊端和协同共建的必要性

1.1 独立建设模式的主要弊端

1. 经济浪费: 独立建设模式导致分头施工, 会直接造成工程造价翻倍以及重复开挖和同地段的回填。此外, 还会产生大量的后续迁改加固费用。

2. 社会成本高: 由于同一地点不断占道施工, 会造成长时间的交通堵塞, 导致市民出行困难; 而占道施工带来的噪声、扬尘等污染问题也将会反复出现, 市民的生活质量将受到严重影响。

3. 项目风险叠加: 后建项目会对先建项目造成一定的安全隐患, 使后建项目的风险叠加。例如: 市政隧道基坑开挖会造成地铁隧道变形或沉降, 而盾构机在掘进时, 对邻近现有管廊或隧道群需要进行严格的避让, 这就带来了巨大的施工难度和潜在安全风险。

4. 空间资源浪费: 独立建设模式会造成浅层地下的宝贵空间资源浪费, 城市未来发展可拓展的空间也会受到限制, 地下空间的深度开发和横向分割不够协调, 容易出现空间割裂的现象。

1.2 协同共建的必要性

城市地下空间资源供给侧结构性改革, 其本质是协同共建。其必要性体现在:

1. 集约发展的内在要求: 集约、节约化利用地下空间的有效途径就是把众多功能集中起来, 在同一个物理通道或结构体内, 实现“一次投入, 多倍回报”。

2. 以统一规划、统一设计、统一建设的方式来促进城市综合效益的必然选择: 以整个城市作为整体进行规划建设, 社会总费用是最低的, 综合效益也会最大化。

3. 强化城市韧性: 一体化建设, 可以统筹考虑防灾减灾, 能够更好地将地下空间网络结合起来, 使城市韧性得到提高, 突发事件应对能力得到提升。

2 统筹框架和协同共建

2.1 全生命周期协同框架

1. 谋划协同（先导层）：在城市国土空间规划中将“多规合一”的要求落到实处，构建自然资源、交通、住建、市政等行业之间的协调运行机制。编制城市地下空间综合开发利用专项规划，对城市地下空间利用、预留工程建设接口和空间等关键廊道控制范围和用地属性进行划定。

2. 设计协同 (CoreLayer: 核心层): 利用正向 BIM 设计手段, 在同一三维平台内开展地铁、管廊、隧道等专业间的协同设计, 在避免各专业之间存在设计碰撞、结构共构方案优化^[2]、施工接口协调的前提下, 排除专业隔阂, 组建跨专业的全要素一体化设计队伍。

3. 建设协同（实施层）：推行一个总承包单位或管理团队负责多个项目、统一施工组织、统一调配资源、统一安全管理的EPC、PMC项目总承包模式或项目集群管理模式，确保协同方案落地实施。

4. 运行维护协同（增值层）：共建项目必须将智慧运维同步推进，建立统一监控管理地铁设备、管廊环境和设备、隧道交通等智慧管理平台，以达到数据共享的目的，同时实现应急联动。

2.2 典型共建模式构想

模式一：并行同舱共建。将市政管廊或车行隧道与之并行建设在地铁区间隧道或车站主体结构两侧或上方预留足够空间，共用围护结构和基坑，并联建设。此模式技术相对简单，应用最广^[3]（见图1）。

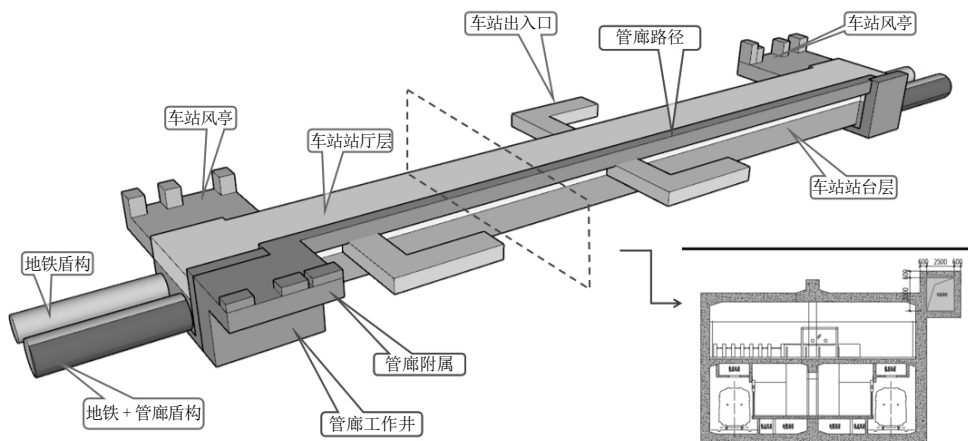


图 1 地铁与管廊合建示意图

模式二：上下叠合共建。采用竖向分层布局，如地下一层为市政车行隧道，地下二层、三层为地铁车站。这种模式对空间结构设计和建造精度有着极其严格的要求。以长沙轨道交通 6 号线六沟垅站为例，车站主体与湘雅路过江隧道合建、湘雅路过江隧道位于地下一层、六沟垅站位于地下二、三层，主体结构同步实施，由地铁建设（见图 2）。

模式三：枢纽集成共建。将地铁车站、公交场站和地下车行环路、综合管廊、商业开发等进行整合设计，在地铁换乘站、城市交通枢纽等区域，打造一个功能复合的“城市客厅”和巨型地下综合体。这不仅可实现多种交通形式的无缝接驳，大幅提升换乘效率，还集约化利用城市地下空间，强化市政设施协同，促进站城融合发展。同时，通过引入商业、文化、公共服务等功能，有效激发区域活力，为市民提供便捷、舒适、多元的城市生活体验，成为推动城市可持续发展的重要引擎。

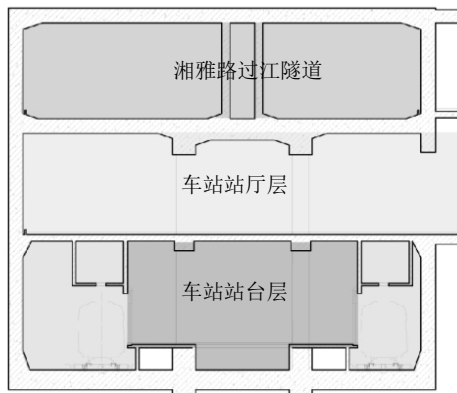


图 2 车站与车行隧道合建剖面示意图

3 数字化支撑的关键技术路径

3.1 关键技术路径

1. 结构共构技术：在不同类型建筑的荷载、振动荷载和变形控制要求下，对不同结构形式（矩形箱涵

和圆形盾构隧道)进行协同受力机理的研究和优化分析,实现结构一体化;新的共构节点和变形缝处理技术的研究与开发。

2. 融合式施工技术:针对超深、超大型基坑,研制大截面、多导洞暗挖施工工法,完善联合支护、联合降水方案,统筹做好盾构机始发、接收和穿越时段安排,防止不同工序交叉施工现象的发生。

3. 安全防灾技术:形成共建工程新的防灾标准体系,针对火灾烟气控制、人员疏散、应急抢险、防淹排水等技术难题,在共构机体内开展攻关工作,确保万无一失^[4]。

3.2 数字化技术支撑

1. BIM+GIS 技术集成: BIM 负责微观工程的精确建模和信息管理, GIS 负责宏观地理环境的分析和展示,两者结合的数据源和可视化分析平台进行协同规划和设计,“数字双胞胎”必须基于以上平台和数据进行具体工作^[5]。

2. 物联网技术(IoT):在建设阶段,通过数字孪生技术构建施工模拟系统,可对潜在风险进行前瞻性预判并优化施工方案;进入运维阶段后,该技术能实现设施全生命周期管理,包括预测性维护、应急场景模拟推演及智能决策支持,并依托物联网传感器实现实时数据联动,最终实现全流程协同效率最大化。

4 协同共建模式的实施挑战与对策建议

4.1 主要挑战

1. 系统机制障碍:现行行政管理体制存在条块分割特征,导致各方利益与责任协调缺乏常态化统筹机构,难以实现跨部门高效协作。

2. 标准规范缺失:现有技术规范多为单项专业工程标准,缺乏联合设计、施工及验收等全流程条款,尚未形成联合建设项目统一规范体系。

3. 投资分摊与利益协调困境:项目审批的核心在于公平分配地铁、市政、管廊等多元投资主体的建设及运维费用,现有机制难以实现各方利益平衡。

4. 工艺复杂度与安全风险:一体化施工技术难度高、接口复杂,需具备丰富经验的专业团队,在设计、施工等全环节实现精准管控,否则易引发安全风险。

4.2 对策与建议

1. 完善法规制度与组织保障体系:建议由地方政府主导设立“城市地下空间综合利用管理处”,赋予其规划审批、跨部门协调及建设监督等法定职权。同

步出台地方性法规,明确协同共建类重大基础设施项目的论证标准与实施流程。

2. 构建协同共建标准体系:由科研院所、设计单位及企业联合组建技术攻关组,加快编制《协同共建技术指南》《设计规范标准图集》等技术文件,为项目建设提供统一技术依据。

3. 创新投融资与回报机制:探索“PPP+EPC”模式引入社会资本,通过政府授权特许经营、沿线土地开发权捆绑、广告经营权出让等方式构建反哺机制。按照“谁受益、谁投资”原则,建立动态成本分担模型,实现投资主体与收益主体的权责对等。

4. 培育复合型产业生态:推动设计、施工企业向工程总承包转型,鼓励开展“地铁+市政”综合开发业务。建立校企联合培养机制,重点培养具备跨专业协调能力的复合型技术与管理人才。

5 结束语

在推进城市更新与交通体系现代化的双重背景下,破解“重复建设”与“交通滞后”的深层矛盾,亟需通过轨道交通与市政工程的协同共建实现基础设施效能跃升。这不仅是对传统建设模式的系统性革新,更是推动城市可持续发展的重要战略支点。本文从价值重构、框架设计、模式创新、技术赋能四个维度提出协同共建对策,旨在通过部门协同机制完善、技术标准体系构建、数字化技术深度应用,推动协同共建从“试点探索”向“常态运行”转型,最终实现地下空间综合功能最大化、安全韧性显著提升、运营服务品质优化,为现代化城市建设提供坚实的支撑,塑造智慧城市创新生态,成为城市治理现代化的重要实践载体。

参考文献:

- [1] 张蓓,郑睿敏.轨道交通与城市电网资源共享融合策略[J]. 电工技术,2025(16):272-274.
- [2] 朱玉娇.城市道路隧道与轨道交通合建穿湖通道分析方案[J]. 隧道与轨道交通,2022(02):69-73.
- [3] 农兴中,曾毅.中心城区城市综合管廊与地铁合建形式研究[J]. 城市轨道交通研究,2024(01):55-60.
- [4] 金威,田源.不同火灾规模下地下共用结构安全性研究[J]. 隧道建设(中英文),2020(02):215-222.
- [5] 戴伟俊.基于“BIM+GIS”技术的城市轨道交通可视化数据集成应用平台研发设计[J]. 数字技术与应用,2024,42(11):143-145.