

城市轨道交通与地下空间一体化规划体系研究

周勇¹, 丁润涛², 汪锦昆³

1. 广州地铁设计研究院股份有限公司, 广东 广州 510000

2. 佛山轨道交通设计研究院有限公司, 广东 佛山 528000

3. 致正建筑工作室, 上海 200232

DOI:10.61369/ADA.2025020047

摘要 : 文章聚焦城市轨道交通地下空间规划体系, 结合上海、广州、佛山等城市实践案例, 梳理该体系的核心内容与技术要点。明确以佛山市城市轨道交通三号线东平站及地下空间开发为实例, 展现复杂环境下地下空间开发场景; 剖析现状, 指出规划衔接不足、功能配置失衡等问题; 最后提出优化措施, 包括强化与国土空间规划衔接、完善资源评估体系等。研究旨在为城市轨道交通地下空间规划提供理论与实践参考, 推动其集约、可持续发展。

关键词 : 城市轨道交通; 地下空间; 规划体系

Research on the Integrated Planning System of Urban Rail Transit and Underground Space

Zhou Yong¹, Ding Runtao², Wang Jinkun³

1. Guangzhou Metro Design & Research Institute Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510000

2. Foshan Rail Transit Design & Research Institute Co., Ltd., Foshan, Guangdong 528000

3. Zhizheng Architecture Studio, Shanghai 200232

Abstract : This paper focuses on the planning system for underground space in urban rail transit, examining core elements and technical essentials through case studies in Shanghai, Guangzhou, and Foshan. Using Foshan's Urban Rail Transit Line 3 Dongping Station and its underground space development as an example, it illustrates underground space development scenarios in complex environments. The analysis identifies existing issues such as inadequate planning coordination and imbalanced functional allocation. Finally, optimization measures are proposed, including strengthening integration with territorial spatial planning and improving resource assessment systems. This research aims to provide theoretical and practical references for urban rail transit underground space planning, promoting its intensive and sustainable development.

Keywords : urban rail transit; underground space; planning system

引言

随着城市化进程加快, 城市面临土地资源紧张、交通拥堵、生态环境压力等多重挑战, 城市轨道交通地下空间作为缓解这些问题的重要载体, 其规划体系的科学性与完善性愈发关键。文章以上海等城市轨道交通地下空间开发实践为基础, 系统研究规划体系, 分析意义、现状与优化措施, 为构建高效、集约、韧性的地下空间规划体系提供支撑, 助力城市高质量发展。

一、工程概况

以佛山市城市轨道交通三号线东平站工程如图1所示, 为典型案例, 该站位于佛山市顺德区裕和路与文华南路交叉路口, 沿文华南路南北向布置, 为地下三层岛式站台车站, 与已运营的广佛线东平站、广佛南环城际线顺德北站形成三线换乘枢纽, 远期与规划佛穗莞(广州28号线)及广佛江珠城际线换乘。站台中心

处顶板覆土约3m, 车站长度约191.35m, 净宽43.85m, 车站共设6个出入口与5组风井。站址周边环境复杂, 东侧有保利商务中心等, 西北侧为中欧中心, 西端为建设中的佛山金融中心地块, 东侧为已建成的东平广场地块。裕和路及文华南路均为双向8车道的城市主干路, 车流密集。



图1 东平站及地下空间开发剖切效果示意

二、城市轨道交通地下空间规划的意义

(一) 缓解城市土地资源供需矛盾

城市化进程中，城市人口持续集聚，土地资源供需矛盾日益尖锐，地面空间开发接近饱和，拓展地下空间成为必然选择。以上海为例，其地下空间开发规模庞大，像徐江西岸传媒港地下总建筑面积约47万m²，通过地下空间开发，有效释放地面土地用于生态绿化与公共活动，提高土地利用集约化程度，缓解土地资源紧张压力，为城市可持续发展预留空间^[1]。

(二) 提升城市交通运行效率

城市地面交通拥堵是普遍难题，轨道交通虽能缓解交通压力，但单纯的地面轨道交通建设易受地面空间限制。轨道交通地下空间规划，可构建立体化交通网络，实现地铁、地下车库与人行道、地下停车等设施的有机衔接。如香港西九龙站，通过5层地下空间设计，实现出入境流线无交叉，且与周边商业、交通设施高效连通，提升换乘效率。

(三) 增强城市韧性与防灾能力

在全球气候变化背景下，极端天气与公共卫生事件频发，城市韧性建设至关重要。地下空间具有封闭性、稳定性特点，在抵御自然灾害与应对公共危机方面优势显著。城市轨道交通地下空间可作为防灾避难场所、物资储备空间，如日本东京在地下空间开发中注重防灾功能，构建了完善的地下防灾体系。

(四) 推动城市空间立体集约发展

传统城市空间发展以平面扩张为主，导致城市布局分散、资源浪费。城市轨道交通地下空间规划，推动城市空间从平面向立体分层发展，统筹竖向层次资源利用。通过合理的竖向分层设计，浅层空间可布置商业、人行通道，中层空间用于轨道交通、地下停车，深层空间规划市政设施与战略储备。以上海为例，如图2所示，其地下空间开发向次深层和深层发展，北外滩星港国际中心工程地下空间最深处达36m，实现了城市空间的立体利用，提升空间利用效率，促进城市紧凑、集约发展。

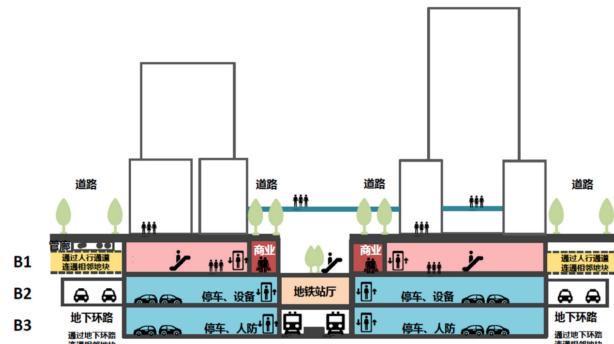


图2 地下空间开发模式示意

(五) 促进城市可持续与高品质发展

可持续发展是城市发展的核心目标，轨道交通地下空间规划与可持续发展理念高度契合。地下空间开发减少地面建筑密度，增加绿化空间，改善城市生态环境；同时，地下空间恒温、恒湿特性，可降低能源消耗，符合低碳发展要求。

三、城市轨道交通地下空间规划体系现状

(一) 规划与国土空间规划体系衔接不足

当前，部分城市轨道交通地下空间规划未能充分融入国土空间规划体系，存在“两张皮”现象。国土空间规划强调“生态优先、节约优先、高质量发展”，而部分地下空间规划仍沿用传统条块分割思路，未与国土空间规划“一张图”有效整合。例如，在规划编制中，地下空间的地质条件、生态保护等要素未与国土空间规划的生态红线、资源评估等充分衔接，导致地下空间开发与国土空间总体布局不协调。如一些城市在地下轨道交通规划中，未充分考虑国土空间规划中的土地利用性质与开发强度要求，造成地下空间功能与地面发展不匹配，影响城市空间整体效益发挥。

(二) 资源评估体系不完善

城市轨道交通地下空间开发需以科学的资源评估为基础，但目前部分城市的资源评估体系存在缺陷^[2]。评估指标方面，虽涵盖地质自然条件、城市环境制约条件等，但部分指标权重设置不合理，对社会经济条件中的人口密度、地均GDP等与地下空间开发的关联性考虑不足。评估方法上，部分城市仍依赖经验判断与定性分析，定量分析深度不够，如对地下空间资源潜力的调查不够全面，评估模型与计算方法未能充分结合GIS等新技术，导致评估结果精准度不足^[3]。

(三) 功能比例配置与实际需求脱节

城市轨道交通地下空间功能配置需结合城市发展阶段与区域需求，但现状中部分规划存在功能比例失衡问题。一方面，部分城市过度重视地下商业功能开发，忽视市政基础设施与防灾设施配置，导致地下空间功能单一，难以满足城市综合需求；另一方面，功能比例配置未考虑城市不同区域特点，如在居住区周边轨道交通地下空间，商业功能占比过高，而停车功能不足，影响居民使用体验。

(四) 坚向分层规划缺乏科学性

坚向分层是地下空间高效利用的关键，但部分城市轨道交通地下空间坚向分层规划存在不合理之处。分层标准不统一，不同城市对浅层、中层、深层地下空间的划分深度差异较大，导致区域间地下空间开发难以协同；分层功能配置缺乏统筹，如将高人流密度的商业功能布置在较深地下空间，影响使用便利性；同时，坚向层高确定未充分考虑设施需求与人体舒适度，部分地下空间层高过低，给人压抑感。如北京部分早期轨道交通地下空间，因坚向分层不合理，导致后续功能拓展受限，难以满足城市发展新需求。

(五) 新技术应用与量化规划滞后

当前，城市轨道交通地下空间规划中，新技术应用与量化规划程度不足。传统规划多依赖经验判断，定量分析集中在开发总量，难以指导具体站点区域规划设计；GIS、空间句法等新技术未充分融入规划全过程，多源数据如POI兴趣点数据、手机信令数据的利用不充分，无法精准研判城市发展需求。例如，在部分城市轨道交通地下空间规划中，未能通过大数据分析人流特征，导致地下步行系统布局不合理，人流拥堵问题突出；量化模型的缺失，也使得规划方案的科学性与可操作性降低，影响地下空间开发效益。

四、城市轨道交通地下空间规划体系优化措施

(一) 强化与国土空间规划体系的深度衔接

推动城市轨道交通地下空间规划与国土空间规划体系深度融合，将地下空间纳入国土空间规划“一张图”管理。在规划编制初期，梳理地下空间与国土空间规划的核心要素，如生态红线、地质资源、土地利用等，实现数据共享与整合。借鉴上海“市域-分区-特定地区”的地下空间分级规划体系，如图3所示，构建与国土空间规划“五级三类”相匹配的轨道交通地下空间规划层级，市级层面明确地下空间总体发展格局，分区层面细化重点区域规划，特定地区聚焦站点周边精准规划。同时，建立规划衔接机制，在国土空间规划编制中，同步开展地下空间适宜性评价，确保地下空间开发与国土空间总体布局协调，如在生态敏感区严格限制地下轨道交通开发，优先保障基础设施与公共服务设施地下空间需求^[4]。

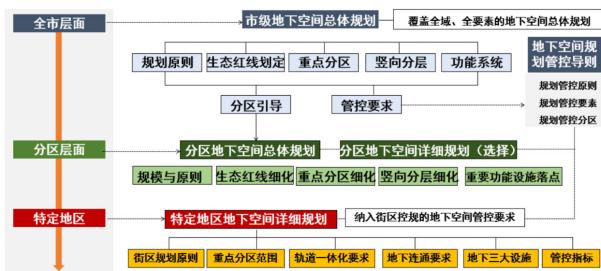


图3 国土空间体系下的地下空间规划体系示意

(二) 完善地下空间开发资源评估体系

构建科学完善的城市轨道交通地下空间开发资源评估体系，优化评估指标与方法。评估指标方面，在地质自然条件、城市环境制约条件基础上，增加人口密度、地均GDP、交通流量等社会经济指标，合理确定指标权重，采用AHP层次分析法结合专家调研，提高权重赋值科学性。评估方法上，引入GIS技术与多源数据，开展地下空间资源潜力全面调查，建立资源质量评估分析模型，实现定性与定量评估相结合。以上海后世博会央企总部集聚区项目为参考，通过“GIS+数据”分析，识别地下空间资源特征与潜力，划分适建区、限建区与禁建区，为轨道交通地下空间选址与开发规模确定提供精准依据，避免资源浪费与开发风险。

(三) 优化地下空间功能比例配置

结合城市发展阶段与区域特点，优化城市轨道交通地下空间功能比例配置。首先，根据城市不同发展阶段确定适宜开发规模，参考城市样本数据分析结果，以常住人口、GDP为总规模预测指标，以人口密度、地均GDP为开发强度预测指标，确保开发规模与城市需求匹配。其次，按区域功能需求配置功能比例，在商业中心周边，适度增加地下商业与停车功能比例；在居住区周边，强化地下停车与社区服务功能；在交通枢纽区域，重点布局轨道交通与换乘设施，兼顾商业配套。如香港九龙站，通过7层立体空间开发，整合地铁、商业、住宅等功能，实现功能比例优化，提升地下空间综合效益。同时，建立功能动态调整机制，根据城市发展变化及时调整功能比例，适应实际需求^[5]。

(四) 科学规划地下空间坚向分层

制定统一的城市轨道交通地下空间坚向分层标准，结合国内外经验与城市实际，明确浅层（0-15m）、中层（15-50m）、深层（50m以下）的划分范围，实现区域协调发展。合理配置各坚向层次功能，浅层空间布置地下商业、人行通道、综合管廊等与人联系紧密的设施；中层空间用于轨道交通车站、地下停车、地下道路等；深层空间规划地下大型市政设施、战略储备空间等。

(五) 推动新技术应用与量化规划

加强新技术在城市轨道交通地下空间规划中的应用，推广GIS、空间句法、大数据分析等技术，构建多源数据融合的规划平台。利用POI兴趣点数据、手机信令数据等，分析城市活力与人流特征，精准研判地下空间需求；借助sDNA、UNA等工具，实现地下空间三维分析与可视化展现，优化地下空间布局。开展量化规划，建立地下空间规模预测、功能配置、交通组织等量化模型，如基于SPSS样本分析，确定地下空间规模与人口、经济的关联关系，为规划提供数据支撑。以上海轨道交通站点地下空间研究为参考，通过LBS数据与客流时序数据筛选高活力站点，构建量化测度框架，提取共性指标区间，形成图示化导控量表，提升规划方案的科学性与可操作性，推动城市轨道交通地下空间规划向精细化、量化发展。

五、结束语

城市轨道交通地下空间规划体系对城市发展意义重大，能缓解土地矛盾、提升交通效率、增强城市韧性等。当前该体系存在规划衔接不足、资源评估不完善等问题。通过强化与国土空间规

划衔接、完善资源评估体系、优化功能与竖向规划、推动新技术应用等措施，优化规划体系。未来需结合城市发展实践，持续完善规划理论与技术，实现地下空间集约、可持续利用，助力城市高质量发展。

参考文献

- [1] 张涵. 基于城市轨道交通的地下物流网络规划与协同优化研究 [D]. 北京:北京交通大学, 2024.
- [2] 程磊, 丁志斌. 城市轨道交通地下车站与周边地下空间的连通方式研究 [J]. 重庆建筑, 2021, 20(9):9-13.
- [3] 王当仁. 城市轨道交通车站商业业态选择研究 [D]. 北京:北京交通大学, 2020.
- [4] 张维娜. 城市轨道交通车辆基地综合开发设计策略研究 [D]. 辽宁:大连理工大学, 2024.
- [5] 叶树峰, 谢志明, 罗晨伟, 等. 广州市轨道交通地下空间规划及管控思考 [J]. 交通与运输, 2021, 37(6):36-39.