

DOI: 10.11779/CJGE2024S20016

交通地下空间体系建设发展对策研究

肖旦强^{1,2}, 詹伟^{*1,2}, 胡智^{1,2}, 严鑫^{1,2}, 余以强^{1,2}, 吴剑军^{1,2}

(1. 浙江省道桥检测与养护技术研究重点实验室, 浙江 杭州 310023; 2. 浙江省交通运输科学研究院, 浙江 杭州 310023)

摘要: 工业化、城市化的快速推进导致城市用地紧缺、交通拥堵等问题日益突出, 交通地下空间开发通过统筹考虑地下、地面和地上的开发和利用, 打造综合枢纽, 形成立体交通, 已经成为提升交通系统整体运行效率的重要解决方案。各地的城市交通地下空间正进入快速建设时期, 其深度和广度显著提升, 引起了一系列全新的难题和挑战。结合国内交通地下空间开发及政策现状, 从时间、空间和类型等多个层面总结先进经验, 并从中梳理制约交通地下空间发展的问题与难点, 针对提出的重难点问题, 提出交通地下空间发展总体思路与对策, 对未来交通地下空间的建设开发给予建议和参考。

关键词: 交通地下空间; 地下枢纽; 开发政策; 发展对策

中图分类号: TU921

文献标识码: A

文章编号: 1000-4548(2024)S2-0130-05

作者简介: 肖旦强(1997—), 男, 硕士, 工程师, 主要从事城市地下空间和交通岩土工程方面的研究工作。E-mail: 1127901646@qq.com。

Development countermeasures for construction of underground space system of transportation

XIAO Danqiang^{1,2}, ZHAN Wei^{1,2}, HU Zhi^{1,2}, YAN Xin^{1,2}, YU Yiqiang^{1,2}, WU Jianjun^{1,2}

(1. Key Laboratory of Road and Bridge Detection and Maintenance Technology Research of Zhejiang Province, Hangzhou 310023, China;

2. Zhejiang Scientific Research Institute of Transport, Hangzhou 310023, China)

Abstract: The rapid advancement of industrialization and urbanization has led to the increasingly prominent problems such as urban land scarcity and traffic congestion. For the development of underground space of transportation the development and utilization of underground, ground, and upground are considered through the overall planning to create a comprehensive hub and form a three-dimensional transportation, which has become an important solution to improve the overall efficiency of the transportation system. The underground space of urban transportation in various places is entering the period of rapid construction, and the depth and breadth of development have greatly increased, bringing a series of unprecedented problems and challenges. Based on the current development status of underground space of domestic transportation and policies, the advanced experience is summarized from multiple levels such as time, space and type, and the relevant problems and difficulties are sorted out. In response to the difficulties raised, the development countermeasures underground space of transportation are proposed. The overall thinking and countermeasures provide reference for the future development of underground space of transportation.

Key words: underground space of transportation; underground hub; development policy; development countermeasure

0 引言

未来交通的发展已经从数量的增长转为高质量的发展, 交通地下空间开发是落实高质量发展的新模式^[1]。随着一些技术问题的突破, 世界主要大城市纷纷布局多层次、多功能的地下交通线网, 地下空间开发呈现出深层化、网络化和立体化的趋势^[2]。国内以地铁、地下综合管廊、地下综合体等为代表的城市地下空间建设开发也处于史无前例的高峰阶段。

目前中国正处于经济社会快速发展时期, 伴随城

市区域工业化和城市化的快速推进, 高峰期交通拥堵、周边环境污染、城区用地紧缺等诸多城市问题越发严重, 城市发展面临越来越大的空间制约和挑战, 而地下空间开发是缓解“城市病”的有效方式, 为此, 各地进入对城市轨道交通开展快速建设阶段^[3]。其他例如大型地下商业中心、地下综合管廊的建设也开始全

基金项目: 浙江省交通运输厅科技计划项目(2021019)

收稿日期: 2024-06-21

*通信作者 (E-mail: zhanwei@zju.edu.cn)

面推进, 城市基础设施建设速度近年来不断加快, 开发深度、广度均显著提升, 与之而来的是一系列全新的问题和挑战^[4-5]。

因此, 本文将结合国内交通地下空间开发及政策现状, 从时间、空间和类型等多个层面总结先进经验, 并从中梳理制约交通地下空间发展的问题与难点, 针对提出的重难点问题, 提出交通地下空间发展总体思路与对策, 为未来交通地下空间开发提供参考和借鉴。

1 交通地下空间开发现状

依据开发性质的不同进行区分, 目前国内对于交通地下空间的开发包括地下轨道、地下道路、地下枢纽、地下停车场、地下步行道等形式。

(1) 地下轨道交通

与发达国家对比, 中国的城市轨道交通系统虽然起步时间较晚, 但经过持续探索已在近年内实现了飞跃式增长, 形成了具有中国特色的发展模式。典型代表有北京市的适应型发展模式^[6]、广州市的引导型发展模式^[7]以及上海市的混合型发展模式等^[8]。

(2) 地下道路系统

近几年, 中国主要城市地下轨道规划和建设愈发系统化, 逐步提高了地下交通体系的完善程度。形成了以上海为代表的中心城区地下道路系统、以广州为代表新城核心区地下道路系统、以北京为代表的区域地下环路系统^[9]。

(3) 地下交通枢纽

地下交通枢纽是指建设于地下的集聚多种运输方式交通线路的有机综合体, 通过在一个小区域集中多种换乘方式, 能对换乘效率产生显著提升, 从而达到节约集成用地的目的。国内主要城市的高铁站、航站楼、地铁站等交通枢纽正在实现运输方式的集成于地下化, 目前有代表性的地下综合客运枢纽包括北京副中心等。

(4) 地下停车系统

地下停车场占地少, 适用于随着城市化进程, 可用地的土地面积逐渐减少, 城市土地价格不断攀升的城市地区; 同时, 由于地下停车场相关设施主要集中在地表以下, 也非常适合在景区、古建筑区、重要建筑周边等区域建设使用, 以避免对地表以上建筑产生破坏或不协调的情况。目前国内大城市已在核心区域形成地下停车系统, 通过地下道路串联各商场、建筑物的地下停车场, 实现停车泊位共享, 进一步解决停车问题, 主要以北京中关村西区地下环通停车系统及杭州市庆春地下停车系统为代表。

(5) 复合型地下步行道

地下步行道是指建于地下的供公共使用的步行

道, 多条地下步行道有序组织在一起, 形成地下步行系统。地下步行道有联系地下空间、促进人车分流、分担步行人流的作用。目前国内大城市中心区域已形成多出复合型地下步行道, 是地下街已发展成熟与城市已形成地下步行系统的代表, 其中以北京 CBD 地下步行联通和上海五角场地下步行系统为典型。

2 交通地下空间开发政策

2.1 交通地下空间开发配套政策现状

(1) 规划类: 将地下空间规划纳入控规

1997 年建设部颁布的《城市地下空间开发利用管理规定》就已提出“城市地下空间规划是城市规划的重要组成部分。各级人民政府在组织编制城市总体规划时, 应根据城市发展的需要, 编制城市地下空间开发利用规划”, 2005 年《城市规划编制办法》也提到“城市总体规划应当明确地下空间专项规划的原则”。

随着中国城市化进程的进一步推进, 地下空间开发利用规模也不断增大, 为科学引导中国地下空间开发利用, 2016 年住房城乡建设部印发《城市地下空间开发利用“十三五”规划》, 明确指出要建立和完善城市地下空间规划体系, 推进城市地下空间规划制定工作, 健全地下空间开发利用各项管理制度, 完善有关法律法规, 加速制定相关标准规范。

(2) 管理类: 国家法定“双轨制”和地方“多元化”探索并存

中国法律制度中涉及地下空间开发利用的部分形成较晚, 涉及交通地下空间利用管理的法律尚未形成体系, 国家层面, 《中华人民共和国人民防空法》和《城市地下空间开发利用管理规定》分别明确了人防部门和规划、建设部门对地下空间开发建设得管理权, 从而在国家层面形成了独特的双轨管理。此外, 各个省市特别是省会城市以此为依据也出台了适合自身需求的地下空间开发利用管理规定, 各市级地下空间开发利用管理规定涵盖了所有规划、土地开发、建设、土地产权登记、土地利用的管理以及对应的法律责任, 明确本市区进行地下空间开发的原则, 且多数都会规定优先发展、布局地下交通设施。

管理类文件不仅提到各市总体的地下空间开发利用方法, 还涵盖了各类专项规定, 例如轨道交通、地下线、地下综合管廊、建设使用权等。这些规定针对轨道交通、地下线路、地下综合管廊等专项明确了建设、维护、运营、管理的原则和方法, 对地下空间建设使用权的取得、转让以及地下空间登记、用地审批等事项做出详细规定。

(3) 保障类: 项目导向的保障政策稳步推进

为了保障地下空间开发利用,各省市制定并出台了相关指导建议,积极并正确引导地下空间的合理开发。以浙江省为例,2011年,杭州市发布了《关于加快城市地下空间开发利用的若干意见》,针对加速城市地下空间建设发展、适应新型城市化的需要、促进经济发展方式转变和城市可持续发展提出指导意见。此后陆续发布了《杭州市城市轨道交通上盖物业预留工程前期审批指导办法(试行)》、《杭州市城市轨道交通地上地下空间综合开发土地供应实施办法》等一系列指导性文件。温州市出台了《温州市城市地下空间建设用地管理的意见》、《温州市地下人防工程建设管理的意见》和《温州市房屋与市政工程地下空间建设管理的意见》等指导文件保障地下空间的合理有效开发。

(4) 技术规范类:适应地下空间发展的技术规范同步建设

为加强中国城市地下空间资源保护与科学利用,促进地上空间、地下空间的统筹协调与综合利用,对城市的地下空间规划编制与实施进行规范,国家住建部发布《城市地下空间规划标准》,涵盖地下空间资源评估和分区管控、地下空间需求分析、布局、交通设施、市政公用设施等板块,其中地下交通分成地下轨道交通设施、地下交通场站设施、地下道路设施等,对其制定原则性的规划标准。

2.2 问题与难点

通过前文的叙述,目前国内各大城市发展了各种型式的交通地下空间,配套出台了一系列政策,但发展过程中仍然存在一些问题与难点,主要集中在理念、规划、法律、技术和管理等方面。

(1) 开发理念不深入

交通地下空间发展模式不明确。部分政府管理者对规划水平的理解仍然局限于地上建筑物和设施的规划,没有认识到地下空间的潜力,同时不够重视地下空间开发,关于交通地下空间如何发展的模式不明确,地下空间的有序开发缺乏科学论证。

交通地下空间复合功能不完善。随着社会经济发展,很多高等级交通设施对周围土地造成分隔,阻碍区域的进一步发展。同时交通地上、地下空间的发展没有互动与衔接,导致地上地下之间无法联通、地下交通无法成网、空间无法叠加、多元复合功能无法发挥,阻碍地上地下的可持续发展。

(2) 规划体系不完备

交通地下空间规划体系不完整。目前中国大部分城市地下空间中长期规划不足,所占权重小,空间不足,缺乏系统性和战略性,不符合地下空间发展趋势。

交通地下空间与国土空间规划之间传导机制不顺

畅。一方面交通地下空间缺乏与城乡规划相匹配的规划体系;另一方面城乡规划各个层面的规划方案如何加入地下空间规划方案的机制不明确。主要问题包括规划组织主体及规划体系不明确、指导作用不强、缺乏相互沟通等。

(3) 政策法规不健全

法律制度不完善。中国目前地下空间管理主要依据为建设部颁布的《城市地下空间开发利用管理条例》,其效力覆盖范围相对较窄。《中华人民共和国物权法》、《中华人民共和国城乡规划法》等法律仅在原则上对地下空间管理的使用进行了规范,但不能适应当前快速发展的城市地下空间开发建设的需求。

空间权属不明确。中国《土地管理法》第八条规定“城市市区的土地属于国家所有”,但由于对“土地”的定义不够精确,未对“土地”是仅指地面土地还是涵盖地面土地和地下空间有清晰定论,地下空间权属问题未明确。《中华人民共和国物权法》第136条规定“建设用地使用权可以在土地的地表、地上或者地下分别设立。新设立的建设用地使用权,不得损害已设立的用益物权”,但未讨论地下空间的权属问题。

(4) 技术支撑力度不足

核心关键技术未成体系。地下空间开发需解决地质适应性、地下结构水土压力、深层土体卸荷条件下的工程性状、环境效应和风险控制等一系列关键技术问题。

信息数据资源缺乏沟通。缺乏基础数据的支撑,地下空间信息数据资源分布在各个职能部门,没有进行整合系统性使用,无法为智能化决策提供支持。

(5) 管理机制不完善

交通地下空间管理机制不明晰。①行政组织架构复杂,地下空间管理涉及多个部门,包括省市级住建局、人防、消防、市政、规划等。由于参与的各个层级相关部门复杂,很难杜绝信息传递失真和执行不力的情况。②大多数地区的城市地下空间管理部门之间缺乏有效的沟通和信息交流机制。

交通地下空间市场参与度不高。首先,社会力量对地下空间资源开发和运营管理的介入被相关的政策法规制约;其次,所有权不明确对地下空间经营管理的市场化进程产生了消极作用;最后,政府的过度干预存在服务质量差、行政管理与不符合市场经济体制、低下的资源利用率等。

3 交通地下空间发展对策

3.1 推动开发利用理念创新

贯彻地下空间作为城市建设新型国土资源的理念, 积极探索交通地下空间发展模式。深刻理解地下交通体系的建设与全面使用价值、经济健康发展、整体承载能力等现代化城市的发展重点关联性, 把地下交通体系的建设作为破解交通地面设施供给难以匹配居民高强度需求的有效途径。

3.2 加强科学规划和标准化建设

科学改进规划体系, 坚决实施。坚定规划先行的发展策略, 制定地下交通体系规划编制规程, 明确交通地下规划体系层次构成、编制内容、深度、编制要点等。建立交通地下空间规划传导机制, 结合总规和控规进行交通地下空间专项规划, 确定强制性和引导性内容。将交通地下规划纳入综合交通规划体系, 实现地上、地下交通规划与城市规划互动协调, 做到交通建设和运输服务用地优先保障预留。完善规划管理制度, 紧抓规划落实。

稳步推进标准化, 规范建设。完善地下交通设施的建设标准、技术规范、设计规定。开发针对技术标准的动态调整系统, 并对有关地下空间交通运输技术的技术标准进行持续更新。从功能需求、安全需求、增长需求、品质需求等多方面对地下交通需求量进行预测, 科学合理地确定地下交通体系开发建设的规模, 综合研判地下交通体系所需解决的问题以及建设目标, 探索建立地下交通开发量化指标体系, 实现地下交通空间资源开发利用的综合效益最大化。

3.3 完善法律和产权制度

地方率先立法, 逐步完善法律体系。基于现有《中华人民共和国物权法》的基本要求, 对地下空间权属问题进一步确定。基于国家层级有关地下空间的关键法律法规如《中华人民共和国人民防空法》、《中华人民共和国物权法》、《中华人民共和国城乡规划法》等, 地方部门可以率先就地下交通空间建设管理进行具体立法, 制定适合本地需求的地方地下交通空间的法规, 以地方立法推动国家立法。针对地下交通发展中遇到的突出问题以及地下交通建设过程中形成的政策和机制成果, 推动制定政府规章和地方性法规, 保证按流程开展各项工作, 实现政策长期、稳定落地。

明确地下空间权属, 完善健全产权制度。涉及地下空间所属权问题, 需要解决产权主体界定以及产权登记两个问题。产权主体界定: 在地下空间属国家所有的前提下, 地下道路、交通枢纽等属于公共财产, 国家拥有其相应产权, 应当由国家为维护事项负责。与之相对应, 地下停车场、地下商业设施等由开发商后续开发建设的地下建筑依据物品属性来讲应划归为私人物品, 产权主体为个人。产权登记: ①完善地下空间土地使用权登记制度; ②协调地上与地下空间权

利人的利益; ③进一步完善地下空间使用权变更登记的配套性规定。

3.4 强化开发关键技术攻关

理论创新, 推动核心技术研发。针对地下空间及地下交通工程开发和利用过程中的复杂环境, 需解决地下空间开发和利用中众多关键科学技术问题: 地下空间开发地质适宜性评价、复杂条件下地下结构水土压力、深层软土体卸荷条件下的工程性状、深层地下空间开发环境效应、地下空间开发环境安全与风险控制、地下空间开发环境安全与风险控制等^[10]。

技术融合, 构建地下交通智慧决策系统。在地下交通智能化建设方面, 计算机模拟、遥感技术和 AI 的相继引入为地下交通的发展提供了一系列前所未有的认知工具。利用 BIM 平台汇总不同区域的地下空间规划, 将 BIM 技术与 GIS 技术耦合, 开发整体区域地下空间 BIM 模型。从而可以实现地下空间规划思想和巨量规划设计参数的立体化、逼真化。通过云计算、大数据和 VR/AR 立体可视化等新手段联合, 拉高建设城市地下交通空间的直观水平和认知效率。通过预埋传感器等可以获取设施运营的性能状态, 推动地下交通工程群全寿命周期灾害评估、预测和决策智能化技术发展。

3.5 健全建设管理体制机制

协调职能, 建立综合管理体制。面向地下空间开发项目, 可成立临时协调机构, 以实现高效管理; 针对地下空间总体发展需求, 在远期组建交通地下空间综合管理委员会等专业组织, 实施地下空间开发的同步统一管理, 为未来交通地下空间开发营造更为良好的管理环境。

优化政策, 加大支持力度。政府应制定适当的政策, 建立市场化机制, 有序实施由政府规划的市场投资模式。积极吸引社会资本参与地下基础交通建设, 努力形成财政投入和市场融资互补的交通建设资金保障格局, 为基础设施发展筹措建设资金。政府加强政策扶持, 对于开发和建设有利于交通的地下空间的投资方, 给予减少对其收取相应税收甚至免除部分地下空间使用费的优惠。

融合数据, 增强管理能力。坚持把科技引领作为提高运营管理水平的重要手段, 建立地下交通体系运维信息数据库, 实现资源共享利用、跨部门业务协同管理。推广大数据和云计算技术应用, 加速综合管理信息系统构建, 促成地下交通数字信息化应用。改进地下交通管理系统, 建立地下交通基础设施维护与更新的成套技术体系, 确保地下交通体系安全、畅达、稳定运行。健全地下交通领域的法规规章, 完善各类管理制度和各类规范性文件, 形成一套法制化管理体

系,使各项交通管理工作的开展有法可依。高度重视地下交通管理体制建设,设立独立的地下交通管理部门,不断提升管理人员和技术人员的专业化水平,形成规范高效的地下交通管理队伍。

4 结 论

本文聚焦交通地下空间开发利用过程,重点开展交通地下空间开发现状、开发政策、开发问题与难点以及发展对策的调研分析与研究工作,得出3点结论。

(1)中国地下交通开发利用正在迅速发展,各类型地下交通建设水平都在不断提高,地下轨道、道路、交通枢纽、停车场及步行道等诸多类型的交通地下空间已经形成一定规模。

(2)交通地下空间开发设计的规划、管理、保障类、技术规范、管理机制等方面配套政策已趋于完善,但在开发理念、规划体系、法律法规、技术支撑和管理机制等方面仍存在一些问题和难点。

(3)从交通地下空间的理念创新、科学规划、法律完善、技术攻关和管理机制等方面提出了对策,为未来交通地下空间开发提供参考和借鉴。

参考文献:

- [1] 王小林, 赵 瀚. 基于地铁的城市地下物流系统探讨[J]. 地下空间与工程学报, 2019, 15(5): 1273-1282. (WANG Xiaolin, ZHAO Han. Discussion on urban underground logistics system based on metro[J]. Chinese Journal of Underground Space and Engineering, 2019, 15(5): 1273-1282. (in Chinese))
- [2] 谢忻玥, 胡 昊, 范益群. 地下综合交通枢纽设计研究[J]. 地下空间与工程学报, 2016, 12(5): 1157-1163. (XIE Xinyue, HU Hao, FAN Yiqun. A study on the design of underground transportation hub[J]. Chinese Journal of Underground Space and Engineering, 2016, 12(5): 1157-1163. (in Chinese))
- [3] 雷升祥, 申艳军, 肖清华, 等. 城市地下空间开发利用现状及未来发展理念[J]. 地下空间与工程学报, 2019, 15(4): 965-979. (LEI Shengxiang, SHEN Yanjun, XIAO Qinghua, et al. Present situations of development and utilization for underground space in cities and new viewpoints for future development[J]. Chinese Journal of Underground Space and Engineering, 2019, 15(4): 965-979. (in Chinese))
- [4] 朱合华, 丁文其, 乔亚飞, 等. 简析我国城市地下空间开发利用的问题与挑战[J]. 地学前缘, 2019, 26(3): 22-31. (ZHU Hehua, DING Wenqi, QIAO Yafei, et al. Issues and challenges in urban underground space utilization in China[J]. Earth Science Frontiers, 2019, 26(3): 22-31. (in Chinese))
- [5] 程光华, 王 睿, 赵牧华, 等. 国内城市地下空间开发利用现状与发展趋势[J]. 地学前缘, 2019, 26(3): 39-47. (CHENG Guanghua, WANG Rui, ZHAO Muhua, et al. Present situation and developmental trend of urban underground space development and utilization in China[J]. Earth Science Frontiers, 2019, 26(3): 39-47. (in Chinese))
- [6] 黄 鹤. 铁路客站与城市公交站场的换乘空间研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2016. (HUANG He. Research on the Transfer Space between Railway Passenger Station and Urban Public Bus Station[D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2016. (in Chinese))
- [7] 谢金龙. 广州地铁站域地下商业建筑交通空间设计研究[D]. 广州: 广州大学, 2013. (XIE Jinlong. Study on the Design of Transportation Space of Underground Commercial Building at Subway Satations in Guangzhou[D]. Guangzhou: Guangzhou University, 2013. (in Chinese))
- [8] 缪宇宁. 上海虹桥综合交通枢纽地区地下空间规划[J]. 地下空间与工程学报, 2010, 6(2): 243-249. (MIAO Yuning. Underground space planning of Shanghai Hongqiao integrated transportation hub region[J]. Chinese Journal of Underground Space and Engineering, 2010, 6(2): 243-249. (in Chinese))
- [9] 陈志龙, 张 平, 郭东军, 等. 中国城市中心区地下道路建设探讨[J]. 地下空间与工程学报, 2009, 5(1): 1-6, 12. (CHEN Zhilong, ZHANG Ping, GUO Dongjun, et al. Study on construction of underground roads for city center in China[J]. Chinese Journal of Underground Space and Engineering, 2009, 5(1): 1-6, 12. (in Chinese))
- [10] 胡志平, 彭建兵, 张 飞, 等. 浅谈城市地下空间开发中的关键科学问题与创新思路[J]. 地学前缘, 2019, 26(3): 76-84. (HU Zhiping, PENG Jianbing, ZHANG Fei, et al. The critical issues and creative concepts in the development of urban underground space[J]. Earth Science Frontiers, 2019, 26(3): 76-84. (in Chinese))

(编校: 胡海霞)