

城市综合管廊与地下空间结合建设的研究与探讨

路文丽

[上海市市政工程研究总院(集团)有限公司,上海市 200092]

摘要: 深入探讨了城市综合管廊与地下空间的一体化建设,基于综合管廊的优势与特点,融合国内外在地下空间开发利用方面的先进经验,凸显管廊与地下空间一体化建设的重要性。通过剖析实际工程案例,分析了各类工程间的相互空间关系及设计要点,提炼出一系列科学合理的关键控制原则,为综合管廊的规划与施工提供明确指引。同时,还着重讨论了如何有效统筹综合管廊与周边地上、地下工程的相互关系,并提出了一系列切实可行的整合,不仅丰富了城市地下空间建设的理论框架,也为实际工程操作提供了宝贵的参考与指导,对于推动城市地下空间的集约化、高效化发展具有重要意义。

关键词: 综合管廊;地下空间;结合建设;合建形式

中图分类号: TU990.3

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2025)07-0392-06

Research and Discussion on Integrated Construction of Urban Utility Tunnel and Underground Space

LU Wenli

[Shanghai Municipal Engineering Design Institute (Group) Co., Ltd., Shanghai 200092, China]

Abstract: The integrated construction of urban utility tunnel and underground space is further discussed. Based on the advantages and characteristics of utility tunnel, the advanced experience in the development and utilization of underground spaces at home and abroad is focused, and the importance of the integrated construction of utility tunnel and underground space is highlighted. Through the analysis of practical engineering cases, the spatial relationships and design essentials among various types of engineering projects are analyzed, and a series of scientific and reasonable key control principles are distilled to provide the clear guidance for the planning and construction of utility tunnels. Additionally, how to effectively coordinate the interrelationship between the utility tunnel and the surrounding above-ground and underground projects is specially discussed. A series of feasible integration is proposed, which not only enriches the theoretical framework of urban underground space construction, but also provides the valuable references and guidance for the actual engineering practices, and has the significant importance for promoting the intensive and efficient development of urban underground spaces.

Keywords: utility tunnel; underground space; integrated construction; co-construction form

0 引言

随着城市人口的持续激增,我国城市化水平不断提升,城市规模扩大与用地空间紧张的矛盾愈发凸显。为应对土地资源稀缺的挑战,城市向地下拓展已成为必然趋势。高效开发地下空间,对于提升城市容量、缓解交通压力,美化城市环境至关重要。城市核心区、中央商务区及地下空间的集中开发地带,道路下方的空间尤为宝贵,管线敷设标准与安全

标准较高,因此市政管线以综合管廊的形式建设更为适宜。

如何集约高效利用地下空间资源,已成为大型城市规划建设的重要议题。根据《城市地下综合管廊工程规划编制指引》,综合管廊适宜在城市中心区、商业中心、地下空间高强度开发区建设,并应与轨道交通、地下道路、城市地下综合体等工程协同建设,避免路面的反复开挖。同时,《城市综合管廊工程技术规范》(GB50838—2015)提出,应集约利用地下空间,统筹管廊与其他地上、地下工程的空间关系,特别是在城市核心区、中央商务区、地下空间高强度集中开发区,宜采用管廊方式敷设管线。

收稿日期: 2024-11-08

作者简介: 路文丽(1981—),女,硕士,高级工程师,从事综合管廊、城市给排水设计工作。

1 研究现状

国内外对于地下空间开发一体化建设已有研究。杉江功^[1]研究了日本地下空间的建设和利用情况。日本在政策中规定了,管廊应与地铁、地下商场、道路等同步规划建设,并提出,道路与其他地下设施(地铁等)的交叉节点处,也应作为管廊建设区域。例如,东京临海副中心管廊就与地下商业街和地铁采用整合建设的方式。

吕昆全,贾坚^[2]研究了台湾地区的城市基础设施整合建设情况。台湾地区管廊建设中,充分与道路、地铁以及地下商场的大型城市基础设施结合建设。以台北东西快速道路综合管廊为例,其总长6.3 km,其中独立建设部分仅1.1 km,结合地铁建设部分达2.7 km,占比43%,结合地下步行街及地下停车场建设部分有2.5 km,占比40%。这种整合建设方式大大降低工程建设成本,有效推进了综合管廊发展。

朱旻^[5]在上海徐汇滨江地下综合管廊项目中,将管廊与地下空间主体结构结合建设,将逃生口、出入口、通风口等附属设施与地下空间整合布置,实现资源高效共享。

史一鸣^[4]就综合管廊与地下空间结合建设的问题,剖析了可行性与必要性,并对于管廊断面布置、附属节点方案、运维管理等方面给出了合理建议。

从国内研究现状来看,在建设空间日趋紧张的下,不同地下设施的一体化建设已成为必然趋势。但现有研究多局限于特定条件下的特定项目,缺乏系统性梳理和总结,对实际工程应用的指导作用较为有限。

因此,本文基于综合管廊的特点,汲取国内外地下空间开发的经验,综合分析了管廊与地下空间一体化建设的必要性。同时,提出了各工程合建的相互位置关系及设计要点的控制原则,并就如何统筹协调管廊与其他地上、地下工程的关系给出了建议。

2 合建必要性分析

2.1 是土地集约化利用的需要

城市核心区域开发密集,地下空间资源尤为珍贵。为响应节约型社会号召,必须集约利用土地资源,以提升经济与社会效益。鉴于城市核心区地价高昂,工程管线应当集约建设,最大化利用有限地下空间。同时,为美化城市环境,应减少架空线缆敷设。因此,建设综合管廊是经济合理且契合集约化

建设原则的有效途径。

因此,当城区高密度开发,道路空间有限时,地下工程往往难以单独建设,采用合建方式,可有效减少土地占用。

2.2 是工程经济合理的需要

传统地下工程的建设成本中,基坑开挖、支护、主体结构是主要成本。综合管廊与地下空间一体化建设时,可采用基坑开挖、主体结构共同建设的方式,有效降低建设成本。

部分深埋隧道项目因抗浮要求,需设置结构空腔。若将此空腔作为管线敷设空间,仅需增加部分节点结构和安装工程费,即可简称综合管廊,经济效益显著。

2.3 是市政工程快速实施的需要

以武汉王家墩、日照淄博路、成都大源商务区等地下道路与管廊河间项目为例,同期建设可使工期缩短20%~25%。因此,综合管廊与地下空间结合建设,在缩短建设周期上有明显优势。

3 工程案例

综合管廊与地下空间的融合共建,是地下空间高度集约化的有效途径,在缩减建设成本与缩短建设周期方面表现出显著优势。因此,我院在多个项目中进行了实践尝试,并积累了一些工程经验。

3.1 义乌老城区更新区市政工程

义乌老城区更新区地下环路位于篁园路、稠州路、工人西路、城中路等市政道路下方,因地下环路出入口竖向设置要求,环路埋设较深,根据结构专业抗浮要求,在环路上方设置了结构空腔,因此本工程利用上方闲置结构空腔设置了综合管廊(见图1)。

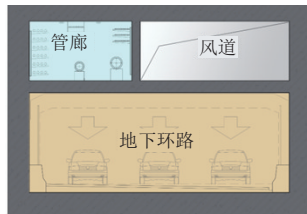


图1 义乌老城区更新区地下环路配套管廊横断面示意图

综合管廊采用矩形单舱、双舱布置,容纳了110、10 kV电缆、通信、给水管线,总长约2.2 km。本工程造价较单建环路工程,仅增加了管廊部分附属设施、配套设施、安装工程等相关费用,以经济合理的方式解决了管线敷设难题,极大提升了地下空间集约利用水平。

3.2 武汉王家墩中央商务区

本工程坐落于武汉市汉口王家墩,是华中地区的博览、金融中心。项目用地 7.41 km²,核心区地下空间开发总量 143 万 m²,停车位约 1.4 万个。

其中地下商业、金融、停车设于地下一层浅层空间,在车库联络道上方设有混凝土风道,其侧方有富裕空间,因此,在该空间内布置了综合管廊(见图2)。

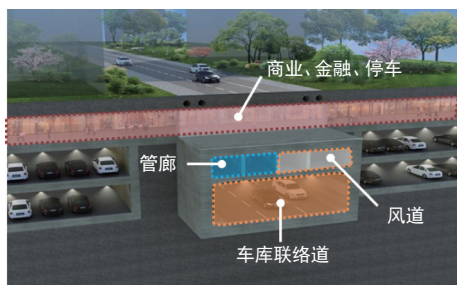


图2 武汉王家墩中央商务区地下空间横断面示意图

管廊矩形双舱布置,容纳 220、110、10 kV 电缆、通信、给水管线,总长约 6.1 km。

3.3 南京江北新区中心区地下空间项目

本工程是南京滨江的地下城市 CBD 示范性项目,集地下商业、地下环路、地下停车库、综合管廊、地下物流及垃圾输送管道于一体。

工程范围内规划有多类别的多条管廊,包括干线、支线、缆线管廊。为优化空间利用,管廊分层布置,断面较大的干线管廊设于地下三层,小断面的支线管廊设于地下一层(见图3)。



图3 南京江北新区地下空间示意图

综合管廊横断面为单、双舱两种,容纳电力、通信、给水、空调、垃圾真空管线。

3.4 武汉汉口滨江综合管廊项目

汉口滨江国际商务区,位于汉口二环线以内,是汉口江岸沿江商务区核心区,也是老城整体更新改造的重点区域。

根据地下空间规划,该区域在 206 号路、209 号路、分金街及解放大道下方,同步建设地下环路,地下环路标高与地块地下二层齐平。

同时,二七路下方规划有轨道交通 10 号线及越江隧道。同时,核心区 206~209 区域下方有地下空间

开发,设置有多条地下连通道。

为减少地下环路顶板厚度,环路顶板上方设有结构空腔,管廊可利用结构空腔进行建设,投资少,效益高。

管廊在中山大道与地下空间连通道合建,在 206、209、分金街与地下环路合建,实现了地下空间的高效利用(见图4、图5)。

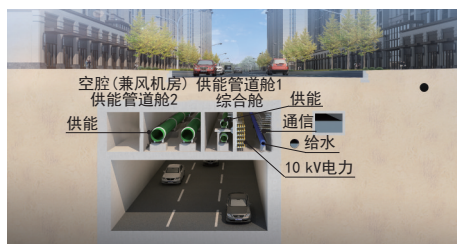


图4 武汉汉口滨江项目综合管廊标准横断面示意(一)

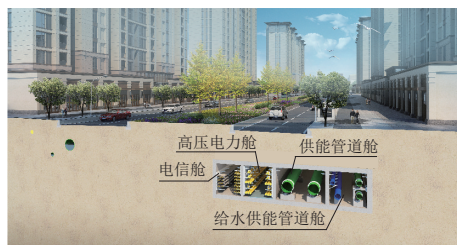


图5 武汉汉口滨江项目综合管廊标准横断面示意(二)

4 设计原则

工程实践证明,综合管廊与地下空间一体化建设,技术可行、经济高效,是城市核心区综合管廊建设的有效途径。同时,除管线自身需求外,还应充分考虑人行、车行需求,并统筹考虑地下空间的综合利用,以实现地下空间的最大化。

4.1 优先布置在浅层空间

在合建项目中,充分考量管线自身需求,是确保项目设计合理实用的基础。基于管线核心需求,管廊应尽可能布置于浅层空间。

浅层空间布置管廊,能显著降低出线、逃生及吊装作业的难度。施工人员可直接操作,减少了因深度过大带来的施工复杂性和潜在风险,使出线顺畅,逃生便捷,吊装作业安全高效。

同时,管廊布置在浅层空间,与直埋管线衔接更具优势。由于浅层空间距离地表较近,管线连接工作更直接,减少了地下环境复杂而导致的定位困难。此外,浅层布置便于后续维护检查和故障排查,降低了技术难度和建设成本。

以苏州中心综合管廊为例,其从管线需求出发,将管廊设于浅层地下空间,利用走道、设备机房上方

空间,局部顶板抬高设置管廊,既降低了施工及维修难度,又有效控制了造价(见图6)。

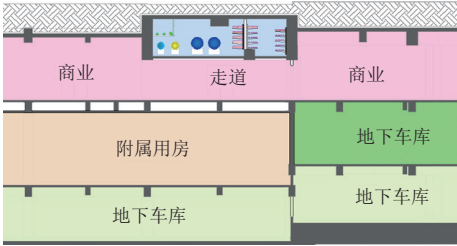


图6 苏州中心综合管廊横断面示意图

4.2 优先满足交通通行需求

管廊与地道合建时,应优先满足交通通行需求。若管廊与地下道路埋深存在冲突,应根据具体情况灵活调整。

当车道竖向具备调整空间时,管廊应优先布置于道路上方,以减少对交通的影响,有助于保持交通流的连续性(见图7)。

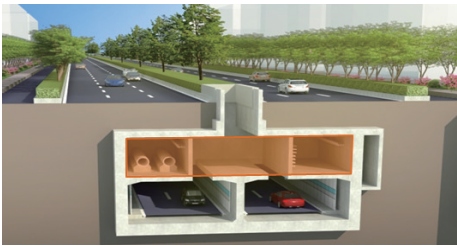


图7 综合管廊设于地下道路上方

当地下道路出入口标高要求较高、整体埋设较浅时,需对管廊布置进行相应调整。将管廊置于道路下方,既可满足地下道路出入口的通行需求,又能减少对地面交通的影响(见图8)。

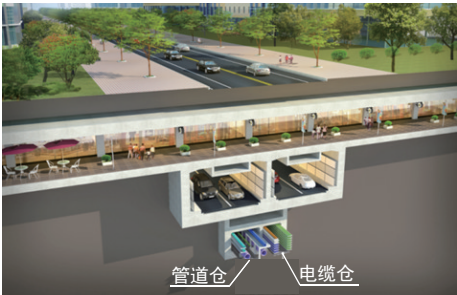


图8 综合管廊设于地下道路下方

此外,若隧道主要承担过境交通功能,且暗埋段无出入口匝道,那么可将管廊地布置在隧道侧面(见图9)。此布局不仅能减少埋深,降低施工成本,还能确保过境交通流畅安全,实现交通与管廊建设的和谐共生。

因此,在管廊与地道合建的设计中,应始终优先考虑交通通行需求,并依据实际情况灵活调整管廊位置,确保交通流畅、施工便利且成本可控。

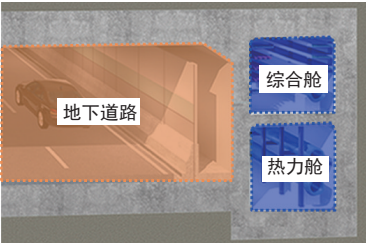


图9 综合管廊设于地下道路侧面

4.3 优先满足人员通行需求

在地下空间整体开发中,应优先满足人员通行的基本需求。具体而言,若人行地道的覆土较深,建议将管廊设置于浅层空间,以有效利用空间并保障人员通行顺畅(见图10)。



图10 综合管廊设于人行空间上方

反之,若人行地道的覆土较浅,则可将管廊设置于底层,以确保整体结构既合理又实用(见图11)。



图11 综合管廊设于人行空间下方

4.4 综合考虑地下空间的价值

当管廊与地下商业设施结合建设时,需全面考虑其对商业价值的潜在影响。地下一层通常被规划为商业区域,且地面道路下方往往承担着各地块间的联通功能,形成客流密集通道。因此,在这一关键区域布置管廊,可能会大幅降低其商业价值。

相比之下,在地下三、四层的停车库中,各地块相对独立,局部占用或条带分隔对整体功能影响不大。因此,在这些楼层中布置管廊,对商业价值及停车库运作的干扰会相对较小(见图12)。

若地下一层确需布置管廊,应优先选择后勤区域或设备机房上方等净高要求较低的空间(见图13)。为优化布局,减少空间浪费,可采用管廊顶板抬高的设计方式,以兼顾管廊布置与商业价值之间的平衡。

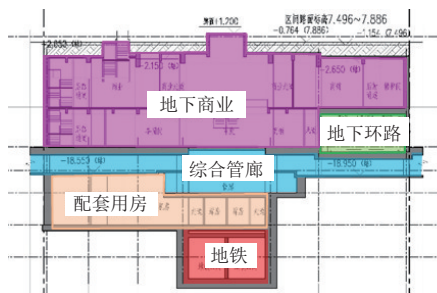


图12 综合管廊设于商业空间下方

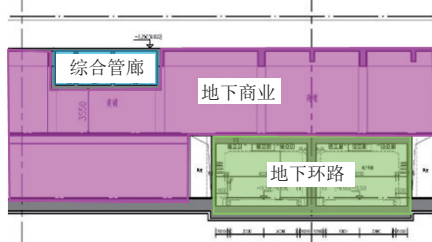


图13 综合管廊设于后勤区域上方

5 设计要点

5.1 应充分预留“弹性”余量

在城市核心或整体提升区域,多种地下设施的统筹建设至关重要。这些区域往往承载着城市发展的重要功能,但未来规划却常常存在一定不确定性。

管廊建设时,需考虑市政管线的灵活性和可扩展性,还需兼顾交通等设施的空间需求。为确保未来城市发展的灵活性和适应性,适当“留白”,预留发展空间尤为重要。

弹性城市的建设目标要求我们为未来的变化做好充分准备。因此,管廊建设不仅要满足当前,更要能够支撑弹性城市的构建,确保城市能够从容应对未来的不确定性。

5.2 应灵活利用空间

在合建项目中,空间的使用方式灵活多样。具体而言,吊装口与逃生口的设计,不再局限于传统的上吊装和上逃生模式,还可采用下吊装与下逃生模式,这一设计不仅确保了操作的便捷性,还可极大优化空间利用效率,实现功能与空间的完美融合,有效地避免空间浪费。

管线分支口的设计除了常规上方出线外,也可采用下出线的方式,无缝对接至各地块管线,从而大大简化管线布置流程,让整体项目的运营效率得到显著提升。

此外,在各口部设计上,也可采用更灵活的布置方式。以郑州市民文化中心管廊项目为例,该工程巧妙地采用了侧面开口的方式,将各口部与下沉广

场或采光天井相连(见图14)。这一设计不仅满足了管廊的功能要求,更优化了空间的、视觉效果,使整个项目地面景观更加通透、明亮,充满了生机与活力。

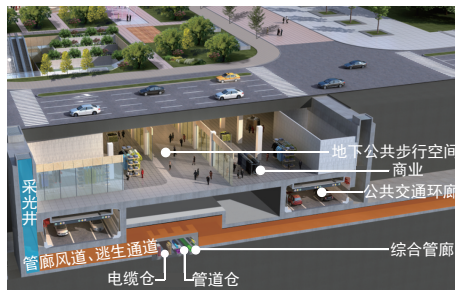


图14 郑州市民文化中心管廊

5.3 应注重配套设施共建共享

配套设施和附属设施也可共建共享,对于提升资源利用效率、降低成本具有重要意义。

以管廊控制中心可与隧道管理中心为例,两者在功能上具有高度的关联性。通过共建共用,有效整合资源,不仅节省建设成本,又提高了运营效率,确保城市基础设施的安全与高效运行。

此外,出地面楼梯间、风井等构筑物也可以考虑结合建设。这些构筑物在功能各异,但空间布局上往往相互关联。通过结合设计,将其整合,既节省土地资源,又优化了空间布局。这样的结合建设方式不仅提高了空间利用效率,还增强了建筑的整体美观性。

6 结 语

(1)地下设施集中建设区域,应遵循先规划后开发的原则,因地下工程种类繁多,功能复杂,造价高,难度大,应将地下空间视为整体资源,进行全面、系统的统筹规划。同时在规划体系上,建议对此类复杂工程增加控详、修详,甚至城市设计环节,以有效指导后续实施。

(2)管廊和地下空间一体化结合建设后,相关节点较单建管廊更为复杂,建议积极开展三维协同设计,提高设计水平,并能直接指导施工。

(3)对于整体开发的地下空间,地块的地下建筑退界要求亦有相应降低,可用开发面积相应增加,甚至可突破红线限制,利用道路下方的空间。因此,在筹措建设资金时,应积极探索并拓宽融资渠道,将地下空间开发纳入考量范畴,实现建设成本的合理分摊,有效弥补资金缺口。

参考文献:

- [1] 杉江功.日本综合管廊的建设现状及其特征[J].中国市政工程,2016,增刊1(188):87-90.
- [2] 吕昆全,贾坚.台北市共同沟建设现状及若干问题分析[J].地下工程与隧道,1998(4):8-14.
- [3] 钱七虎.中国城市地下空间开发利用的现状评价和前景展望[J].民防苑,2006(增刊1):1-6.
- [4] 史一鸣.综合管廊与地下空间结合建设研究[J].现代建筑电气,2018,9(5):11-15.
- [5] 朱旻.城市综合管廊与地下空间共建的探索研究[J].中国市政工程,2017(3):64-66.
- [6] 朱新红.城市地下综合管廊的体系构建与电力电缆通道规划的关系——以《南京市城市地下综合管廊总体规划》为例[C]//2016中国城市规划年会,2016.
- [7] 钟翔.成都市综合管廊建设工业化和模块化的探讨[J].城市道桥与防洪,2016(9):65-68.
- [8] 周达.基于BIM5D的综合管廊工程施工进度与成本优化管理研究[D].青岛:山东科技大学,2020.
- [9] 张晋勋,李洪毅,蔡明,等.北京CBD核心区地下公共空间市政基础设施建设[J].施工技术,2016(7):99-104.
- [10] 张涛,施文逸,沈婉君,等.充分利用地下空间建设地下综合通道[J].江苏建筑,2016(增刊):7-9.
- [11] 肖燃.地下互联中关村——中关村西区综合管廊及地下空间开发设计理念[J].市政工程,2004(17):38-39.
- [12] 张曦,王海林,王伶,等.对地下空间开发中的地下综合管廊功能扩展的思考[J].中国管理信息化,2016(6):134-135.
- [13] 史海欧.跟地铁相结合的综合管廊和新型无柱车站设计方案[J].城市轨道交通,2017(3):28-31.
- [14] 管逸超.公共建筑及市政配套工程在地下空间中的一体化设计研究[J].中国市政工程,2017(1):17-19.
- [15] 李昌科.轨道交通工程、快速路与综合管廊结建的可行性探讨[J].城市道桥与防洪,2017(9):57-59.
- [16] 朱旻.结建式整体管廊结构方案研究[J].科技视界,2017(7):1-3.
- [17] 陈珺.探寻地下与地上协同规划的城市空间拓展之路——借鉴新加坡经验规划建设北京地下空间[C]//2013中国城市规划年会论文集.北京:中国城市规划学会,2013.
- [18] 袁廷朋.无锡市高铁商务区综合管廊设计[J].城市道桥与防洪,2011(9):254-256.
- [19] 钱七虎,陈晓强.国内外地下综合管线廊道发展的现状、问题及对策[J].地下空间与工程学报,2007(10):7-9.
- [20] 农兴中,曾毅.中心城区城市综合管廊与地铁合建型式研究[J].城市轨道交通研究,2024(1):55-60.
- [21] 李洋洋,季雅莎,喻化龙,等.国内外综合管廊现状和存在问题以及发展趋势分析[J].市政技术,2023(10):261-269.
- [22] 李少杰,史一鸣,罗建晖,等.城市核心区地下道路与综合管廊共建模式研究[J].交通与港航,2021,8(6):54-58.
- [23] 张文中,蒋科.浅析城市地下综合管廊布局规划:以常州市为例[J].城市道桥与防洪,2019(5):305-308.
- [24] 黄金磊,徐冬喜.南京市地下综合管廊总体规划布局探讨[J].中国给水排水,2018,34(16):37-40.
- [25] 王美娜,董淑秋,张义斌,等.综合管廊工程规划及管理中的重点问题解析[J].北京规划建设,2015(6):121-124.
- [26] 油新华.我国城市综合管廊建设发展现状与未来发展趋势[J].隧道建设(中英文),2018,38(10):1603-1611.
- [27] 马鑫.中国台湾地区综合管廊发展经验借鉴与探讨[J].中国工程咨询,2021(97):98-102.
- [28] 陈方.综合管廊总体及关键节点设计实例研究[J].四川水泥,2023(2):94-97.
- [29] 秦方方.城市核心区地下道路与综合管廊一体化设计探索研究[J].城市道桥与防洪,2018,229(5):50-53.
- [30] 张一航,温禾,郑丹.综合管廊与地下基础设施一体化建设现状及技术要点研究[J].建筑结构,2020,50(23):143-146.
- [31] 强健.综合管廊的功能区间及应用[J].中国给水排水,2020(18):45-50.

(上接第 379 页)

参考文献:

- [1] 中国城市轨道交通协会.城市轨道交通 2023 年度统计和分析报告[R].北京:中国城市轨道交通协会,2024.
- [2] 中华人民共和国国家发展和改革委员会.发改基础[2021]1302 号“十四五”城市轨道交通规划建设实施方案[Z].北京:中华人民共和国国家发展和改革委员会,2021.
- [3] DB/T 4642—2023,导轨式胶轮系统设计要求[S].
- [4] 林建.我国低运量城市轨道交通发展现状分析及可持续发展建议[J].现代城市轨道交通,2024(5):8-14.
- [5] 刘勇.低运量城市轨道交通规划设计要点研究[J].现代城市轨道交通,2024(3):18-24.
- [6] 任林,王俊凌.发挥导轨式胶轮系统优势,助推城市轨道交通低运能系统发展[J].城市轨道交通,2023(9):30-33.
- [7] 庞雪峰.云巴胶轮导轨电车系统车辆基地工艺设计[J].城市轨道交通研究,2022(12):159-162.