文章编号:1672-5328(2026)01-0087-09　中图分类号:U491　文献标志码:A　DOI:10.13813/j.cn11-5141/u.2026.0003

城市轨道交通物流发展挑战及系统性策略
——深圳市的探索实践

戴子文，孙永海，雷晓瑜
(深圳市地铁集团有限公司，广东 深圳 518026)

摘要：为缓解城市物流需求激增与道路资源紧张的矛盾，并盘活城市轨道交通系统的闲置运力，系统性研究城市轨道交通物流的发展路径至关重要。通过梳理国外以工程应用为导向的实践经验，以及国内从可行性探讨逐步转向系统建模的研究进展，从缓解交通压力、优化末端配送、促进多式联运、助力智慧城市建设及推动绿色转型5个方面，系统论证了发展城市轨道交通物流的必要性与可行性。同时，剖析了制约该模式发展的关键瓶颈，主要包括上位规划缺失、货类标准不一、消防规范滞后、投资回报周期长等核心挑战。在此基础上，提出“顶层设计—专项规划—试点先行”的系统性推进策略，具体涵盖设计指引和专项规划编制、试点项目迭代推进等内容。深圳市的探索实践表明，通过科学规划与渐进式场景验证，城市轨道交通物流具备实现稳定商业化运营的潜力。这一路径也为其他城市发展同类模式提供了可借鉴的经验。

关键词：城市轨道交通；物流运输；多式联运；空铁轨联运；深圳市

Challenges and Systemic Strategies for the Development of Urban Rail Transit Logistics: Exploratory Practices in Shenzhen

Dai Ziwen, Sun Yonghai, Lei Xiaoyu
(Shenzhen Metro Group Co., Ltd., Shenzhen Guangdong 518026, China)

Abstract: To address the contradiction between surging urban logistics demand and constrained road resources, and to effectively activate the underutilized capacity of urban rail transit systems, this study systematically investigates development pathways for urban rail transit logistics. By reviewing engineering-oriented international practices and examining domestic research progress that has evolved from feasibility discussions toward systematic modeling, the study elucidates the necessity and feasibility of urban rail transit logistics from five perspectives: alleviating traffic pressure, optimizing last-mile delivery, promoting multimodal transportation, supporting smart city development, and advancing green transition. Key bottlenecks constraining this model are further analyzed, including the absence of higher-level planning, non-standardized cargo categories, lagging fire safety regulations, and long investment payback periods. In response, a systematic strategy of "top-level design − specialized plan − pilot-first implementation" is proposed, encompassing specific design guidelines, the development of dedicated plans, and the iterative advancement of pilot projects. Shenzhen's exploratory practices demonstrate that, under scientific planning and incremental scenario validation, urban rail transit logistics has the potential to achieve stable commercial operation. The development pathway also provides experience for other cities to develop similar models.

Keywords: urban rail transit; logistics transportation; multimodal transportation; air-rail-subway intermodal transportation; Shenzhen

收稿日期：2025-08-19

作者简介：戴子文(1987—)，男，江西吉安人，硕士，高级工程师，注册城乡规划师，注册咨询工程师(投资)，研究方向为交通规划、城市轨道交通规划、城市轨道交通工程，电子邮箱dzw870608@126.com。

引用格式：戴子文，孙永海，雷晓瑜. 城市轨道交通物流发展挑战及系统性策略：深圳市的探索实践[J]. 城市交通，2026，24(1)：87-95.
Dai Ziwen, Sun Yonghai, Lei Xiaoyu. Challenges and systemic strategies for the development of urban rail transit logistics: exploratory practices in Shenzhen[J]. Urban transport of China, 2026, 24(1): 87-95.

0 引言

物流是实体经济的重要支撑。近年来，国家层面已相继出台《交通强国建设纲要》[1]《国家综合立体交通网规划纲要》[2]《“十四五”现代综合交通运输体系发展规划》[3]等一系列政策，支持现代物流业发展。当前，中国社会物流总费用与GDP的比率已从2012年的18%降至2024年的14.1%，但与主要发达国家相比仍存在优化空间。

城市物流领域目前面临3个核心矛盾：一是电商快递业务量持续激增与城市道路资源紧张之间的矛盾，传统货车运输方式进一步加剧了交通拥堵和碳排放；二是物流企业面临人力、燃油等成本持续攀升的压力，其中末端配送成本占比高达45%；三是城市轨道交通存在明显的运力潮汐现象，平峰时段运力闲置率超过50%，资源未能充分利用。特别是在一线城市，快递业务量年均增长率超过15%，而公路运输效率已接近极限。因此，迫切需要发展新型物流方式，以缓解道路交通压力。

发展城市轨道交通物流，既符合国家高质量发展的要求，也为探索新型城市配送方式提供了可能，同时有助于利用城市轨道交通平峰时段的富余运力，提升运营效益。本文结合深圳市在相关领域的探索实践，对其实施可行性及需重点关注的问题展开分析，着力解决上位规划缺失、设计指引不足、商业模式不明等制约因素。本研究旨在盘活城市轨道交通闲置运力、开辟增长新路径，同时缓解道路交通压力、构建绿色高效的城市供应链系统，从而对既有城市既有物流体系形成有效补充。

1 研究概述

1.1 国外实践案例

1）欧洲客货协同运营。2003年，德国德雷斯顿电气技术有限公司研发了一套货运有轨地下物流系统，并将其整合至城市轨道交通网络中，采取客货协同运行模式，遵循客运列车优先通行原则。该系统连接大众汽车工厂与物流中心，提供高效配送服务。2004年，瑞士引入货运有轨电车，并将其纳入城市轨道交通网络，专门用于收集和运输城市中的大型垃圾。

2）日本地下物流系统。1994年，日本开始通过地下物流系统运输杂志、报纸等小件商品。日本邮政通信部在东京建成名为“Tokyo L-net”的地下物流系统，专门用于此类货物运输。2002年，日本政府正式将地下物流确立为未来10年的重点研发方向，旨在开展经济、环境及交通模拟等研究，构建覆盖广泛的地下物流网络，并规划建设大型地下物流园区和集散中心，以形成完善的地下物流体系。该系统采用电动两用卡车作为运输工具，在地下段实现无人驾驶与自动导航，在地面段转为人工驾驶，从而实现高效便捷的城市配送。

3）美国管道化特种运输研究。美国的地下物流系统以管道运输为主，主要采用气力输送管道(Pneumatic Capsule Pipeline, PCP)技术，借助风力驱动舱体在城市管道中运输固体垃圾与工业废料。2001年，针对交通拥堵严重的休斯敦，相关学者对该地下物流系统的可行性进行了研究与论证。

1.2 国内研究进展

2005年，针对北京市交通拥堵问题，郭东军 等[4]提出可基于地铁既有规划，通过解决客货转换技术问题来挖掘其货运潜力。2011年，刘崇献[5]从物流主体、时空可行性及技术层面，分析了北京市在非高峰时段利用地铁进行地下物流配送的可行性，并总结了相关障碍与政策建议。2016年，杨立春[6]以重庆市为例，构建了基于城市轨道交通的城市配送网络，并针对配送通道选择问题建立了数学模型。2017年，张坤芳 等[7]提出“地铁众包”模式，利用乘客历史出行数据刻画客流特征，论证了设置地铁中转站的必要性；王小林 等[8]比较分析了城市地铁与地下物流协同的可行性，并对其具体模式进行设计；周芳汀 等[9]则基于地铁系统构建了城市配送的选址-路径模型，采用改进递归粒度算法求解，并以成都市地铁网络验证了模型与算法的有效性。2018年，Zhao Laijun等[10]在明确同城配送地铁转运中心的基础上，综合考虑收件与派件两端的时间窗约束及干线运输发车频次等因素，建立了以总体配送时间最小化为目标的路径优化模型。

1.3 既有研究成果评述

综上，国外实践主要围绕城市轨道交通在垃圾、废料及小件商品运输方面的应用展开，普遍认为发展城市轨道交通物流是重要

方向。国内研究目前大多仍处于可行性分析与初步构想阶段，针对整体系统的构建、通道及节点选择模型的研究相对较少，实践探索则更为有限。

当前，开展城市轨道交通物流配送服务仍面临诸多挑战，涉及车站内货物装卸与中转作业、专用货运车厢配置、地下物流网络构建、运输路径规划、地面与地下货物转运衔接、站内运输流程设计、新旧系统协同改造等一系列问题。尤其在需要政府审批的上位规划、运输货物白名单制定、消防规范等方面，仍存在较多待完善之处。

2 发展城市轨道交通物流的必要性及可行性

2.1 有效缓解城市交通压力

2024年末，中国常住人口城镇化率已攀升至67%。在城镇化进程持续加速的背景下，人口与资源不断向城市集聚，北京、上海、深圳等超大城市的交通系统承载压力日益严峻。据百度地图《2024年度中国城市交通报告》[11]，超大城市通勤高峰时段的平均车速为22~26 $km \cdot h^{-1}$，道路拥堵指数呈上升趋势，交通拥堵已成为制约城市高效运转的关键瓶颈。

从城市物流体系看，公路货运占据主导地位，承担约78%的城市物流量；高峰时段货运车辆道路占用率高达34%。大量货运车辆与通勤车流叠加，进一步加剧了道路资源紧张与交通拥堵。传统依赖公路运输的单一模式，已难以满足现代城市对配送效率与准时性的要求。

在此背景下，发展城市轨道交通物流成为缓解上述矛盾的重要途径。该模式依托既有城市轨道交通网络进行货物运输，可将部分货物从公路转移至城市轨道交通，从源头上减少道路货运车辆总量。这一转变不仅能缓解城市道路拥堵、提升通行效率，还能通过降低货运车辆出行频次减少尾气排放，为缓解交通拥堵与环境保护提供双重支撑。

2.2 优化城市配送网络

1）破解城市核心区配送效率瓶颈。

城市核心区常因交通管制、路侧停车位不足等因素，导致传统物流配送效率受限。货运车辆因限行被迫绕行，末端配送又因停车难、违法停车等问题造成多次装卸延误，严重影响物资流转时效。

2）构建“轨道干线+支线配送”双层体系。

发展城市轨道交通物流可提供系统性解决方案：通过在地铁车站、综合交通枢纽等关键节点布局智能化物流分拨中心，构建“城市轨道交通干线运输+支线末端配送”的双层网络体系。

3）实现集约化与降本增效。

城市轨道交通干线依托大运量、高准时的特点，承担跨区域批量货物运输；车站物流节点通过前置仓备货、动态分拣等方式，衔接短途支线配送，实现从城市轨道交通枢纽到终端用户的高效衔接。这不仅能规避地面交通拥堵对时效的影响，还能通过集约化运作，有效解决城市物流“最后一公里”的效率与成本问题。

2.3 促进多式联运与降本增效

1）破解多式联运衔接瓶颈。

多式联运作为提升运输效率、优化资源配置的关键模式，其发展水平直接影响城市物流整体效能。当前，不同运输方式衔接不畅、中转环节冗余等问题，导致物流链条断裂、综合成本居高不下。发展城市轨道交通物流为破解这一困境提供了重要支撑。

2）构建“轨道+”立体运输体系。

依托城市轨道交通网络的布局与节点覆盖优势，城市轨道交通物流可与高铁枢纽、机场、港口等重大交通基础设施实现深度衔接与功能整合，构建“轨道+高铁+航空+港口”的立体化综合运输体系。

3）实现高效无缝转运的运作机制。

在具体运作中，城市轨道交通物流通过标准化货箱设计、智能化调度系统与专业化中转节点建设，实现货物在不同运输方式间的无缝转运。例如，可通过城市轨道交通线路将铁路货物直接转运至城市内部物流节点，或通过城市轨道交通网络衔接空运货物与末端配送体系，大幅减少货物在中转环节的滞留时间与损耗。该模式能够综合高铁的长距离快速运输、航空的高时效性以及城市轨道交通的城市内高效集散等优势，并通过统筹调度降低空驶率、减少重复运输。

4）提升资源利用率与运输效益。

从效益层面看，城市轨道交通物流充分利用车厢富余空间载货，能够产生额外收益。例如，城市轨道交通线路高峰时段满载率可达100%，平峰时段仅约20%，通过载

货可有效促进资源合理利用。同时，该模式驱动的多式联运体系可显著提升货物运输的时效性与稳定性，通过缩短运输周期、优化物流路径，满足现代供应链准时化、柔性化的需求。

5）实现降本增效的综合效益。

运输环节的精简与资源利用率的提升能够有效降低物流综合成本，包括运输、仓储与管理成本等，增强物流企业的市场竞争力。此外，这种集约化运输模式还能降低对单一运输方式的依赖，提升城市物流系统的抗风险能力与可持续发展水平。

2.4 助力智慧城市建设

1）驱动物流系统智能化转型。

在智慧城市建设的背景下，城市治理的精细化与服务智能化已成为核心发展方向，物流系统的数字化与智能化水平直接关系到智慧城市建设成效。城市轨道交通物流的发展依赖于智能化技术的深度融合与创新应用。在其全链条运作中，智能调度系统通过实时数据采集与算法优化实现运力动态匹配；自动化仓储设备借助机器人技术与智能传感装置完成货物的精准分拣；物联网技术则构建起“车-站-仓”一体化的智能监控网络。

2）赋能城市治理数据融合。

这种技术驱动的发展模式不仅能推动城市物流突破传统运作瓶颈，还能加速物流产业向数字化、智能化方向转型。城市轨道交通物流系统内部产生的运营数据，可通过大数据分析转化为城市交通规划、商业布局优化的决策依据，实现物流数据与城市治理数据的互联互通。

2.5 应对环境污染与资源约束

1）传统公路货运的环保压力。

在全球气候变化与生态环境保护的双重约束下，绿色发展已成为城市可持续发展的核心导向。作为能源消耗与碳排放的重点环节，物流领域的低碳转型尤为迫切。当前，城市物流过度依赖公路货运，柴油货车等运输工具能源利用效率低，单位货运量碳排放强度高，其尾气排放是城市大气污染的重要来源之一，同时也加剧了能源供需矛盾。据测算，1节地铁A型车载重20 t，相当于4辆载重5 t的公路配送车辆。若每辆公路车辆日均行驶200 km，采用城市轨道交通进行同等运量的货物运输，每年可减少约319.2 t CO_2排放。

2）城市轨道交通物流绿色集约优势与减排效益。

相比之下，城市轨道交通物流依托既有网络，在客运基础上新增货运功能，具备显著的低碳环保优势。通过发展该模式，将部分货物从公路转向城市轨道交通网络，可直接减少燃油货车的出行频次，降低交通领域的碳排放与污染物排放总量，缓解城市能源压力，并推动城市物流系统向低碳化、绿色化方向转型。

3 发展城市轨道交通物流面临的主要挑战

1）上位规划缺失。

首先，规划体系不完善。在国土空间规划“多规合一”的背景下，城市轨道交通物流作为新兴业态尚处探索阶段，缺乏专项规划指引，亟须编制专项规划以协调其与城市既有空间布局之间的矛盾。

现行规划体系中，城市轨道交通物流专项规划尚未与城市空间总体规划深度融合，导致物流用地与城市功能分区衔接不畅。例如，城市核心区的高密度开发挤占了潜在的物流廊道空间；在老城区实施相关建设时，需协调复杂的地下管网，并应对建筑间距不足及结构安全评估等问题，部分区域还受历史文化保护限制，改造难度较大。

其次，多式联运空间联动不足。交通枢纽的空间布局缺乏系统统筹，铁路货站、公路物流园区与城市轨道交通物流节点之间未能形成有效衔接，导致多式联运所需的换装、仓储、转运等功能空间缺失。以在既有城市轨道交通车站周边增设物流服务点为例，通常需要新增30~50 m^2用地，并配置装卸区、转运通道、缓冲区及出入通道等设施，这些均需上位规划提供明确支持，才能顺利推进用地选址与工程规划许可等程序。

2）货类白名单制度不统一。

首先，标准制定缺乏统一性。城市轨道交通物流运输的白名单制度尚未形成统一、科学的标准。各地主要依据自身管理需求分别制定，部分地区甚至未出台相应规定，给跨区域运输带来诸多不便。例如，部分地区出于安全考虑将白名单范围设置过窄，仅允许普通日用品等低风险货物运输；其他地区

则相对宽松，允许电子产品、部分化工产品等进入。这种差异使物流企业在跨区域运营时需反复调整运输计划，增加了运营复杂性和成本。

其次，更新机制滞后。白名单更新机制灵活性不足，难以及时适应市场变化与新产品的涌现。随着科技发展，新型材料和产品的运输需求日益增长。然而，由于白名单更新审批流程烦琐、涉及部门众多，从产品申报到正式列入常耗时数月甚至数年。在此期间，相关产品无法通过城市轨道交通物流进行高效运输，不仅制约了产业发展，也限制了该运输方式的市场潜力发挥。

3）消防规范体系滞后。

首先，现行规范适配性不足。既有消防规范体系中，城市轨道交通、市政及民用建筑3类规范缺乏统筹协调，对具有多重复合功能特征的城市轨道交通附属地下空间，缺乏针对性的消防规范，导致实际推进面临困境。现行法规多基于传统建筑与交通设施制定，难以适应其复杂的运输环境，存在显著适配缺口。

其次，缺乏针对性技术标准。在城市轨道交通物流车站内，货物存储、运输与客运功能高度复合，不同货物的火灾风险差异显著，但目前缺乏针对此类空间的消防分区技术标准，以及基于货物风险等级的灭火设施选型准则。例如，易燃化工原料与电子类产品的运输场景下，通用消防喷头的喷射强度、覆盖半径等参数难以满足初期火灾抑制需求。此外，城市轨道交通物流线路常穿越多个行政区域，其地下或封闭空间内发生火灾时，高温烟气扩散规律、通风排烟需求与传统建筑存在本质差异，目前尚未建立针对性的火灾应急疏散与排烟系统设计规范，导致应急救援缺乏科学指导。

4）改造投资大与回报周期长。

城市轨道交通物流项目建设主要包括对既有设施的改造和新建线路的设施增设两种类型。既有设施改造涉及增设附属设施、地面场平处理、加装垂直电梯及进出道路改造等；新建线路则需在工程可行性研究和初步设计中纳入垂直电梯、仓储空间等新增投资内容。然而，现行国家规范层面缺乏针对此类新增投资的支持政策，尤其在当前财政趋紧的背景下，政府部门通常难以支持相关投入，导致项目推进困难。例如，将既有地铁线路在非运营时段改造为货运通道，需对信号系统、车辆载重标准等进行针对性升级，单位公里改造成本可达新建线路的30%~50%，且投资回报周期长，容易导致投资与收益不匹配的局面。

4 系统性策略

4.1 顶层设计：设计指引与研究重点

在顶层设计层面，应编制城市轨道交通物流发展设计指引，并遵循“系统协同、实操导向、适配发展”3项核心原则，并明确相关编制要求。系统协同强调城市轨道交通物流网络需与城市综合交通体系、产业布局及物流枢纽节点深度融合，实现与高铁、公路、航空等运输方式的无缝衔接；实操导向要求设计指引细化工程技术参数、施工流程、运营管理及设施配置等内容，预判建设难点并提出解决方案；适配发展则聚焦技术标准与既有规范体系的衔接，预留技术升级接口，平衡近期建设与远期发展需求。

应围绕车站选址、总体设计及物流工艺设计等关键内容开展系统性研究。1)车站选址：需结合区域物流流量流向、人口密度、用地规划等因素，运用大数据技术进行多方案比选，并兼顾与既有交通设施的接驳条件；2)总体设计：应统筹线路走向、车站布局及周边用地特征，制定专项设计方案；3)物流工艺设计：围绕货物装卸、分拣、仓储、转运等环节，优化设备选型与作业流程，引入自动化分拣系统、智能仓储管理系统，提升整体运作效率。通过上述研究，形成从规划到实施全过程的、可操作性强的设计指引。目前，深圳市已颁布企业内部标准《轨道物流设计指引》(QB/SZMC-10118—2024)[12]，并正在编制行业标准《城市轨道交通物流设计规范》(征求意见稿)[13]。

4.2 专项规划：规划编制与任务策略

1）契机与目标。

应积极协调城市政府与规划部门，借助国家支持现代物流业发展的政策契机，推动编制城市轨道交通物流发展专项规划。

2）核心任务。

专项规划应聚焦空间保障，结合城市特征、物流需求及城市轨道交通资源利用情况，研判发展方向，制定空间发展策略布局方案，并在城市轨道交通线网规划及详细规划中予以落实。

3）弹性规划策略。

城市轨道交通物流作为新兴模式仍处于起步阶段，相关技术迭代较快。规划方案应遵循远近结合的原则，近期可采取示范先行、稳步推进的策略，远期则以引导为主、预留弹性，实现近远期发展的有序衔接。

4.3 试点先行：场景验证与模式迭代

1）试点项目与多场景实践。

城市轨道交通物流是融合轨道交通工程与现代物流的创新模式，其技术成熟度与运营适配性需通过系统性试点进行验证。试点项目应协调城市轨道交通企业、物流企业、政府及用户等多方需求，以“实践—反馈—迭代”的模式推进，为行业规模化发展提供可量化、可复制的经验。

以深圳市地铁集团有限公司为例，其在平峰时段开展“点对点”与小集散运输、利用早班或夜班压道车与回厂车运输，并组织实施段(站)间专列运输等多种场景实践，同时，统筹协调运营、商业、物业等业务板块的利益分配，有效推动试点实施。

① 同城快递测试(2022年5—8月)：单日最高测试量达4 000件。与公路运输相比，利用城市轨道交通运输使同城快递当日18:00前达成率从20%提升至50%，全程耗时从8~10 h缩短至3 h，时效性显著提升。

② 铁轨联运测试(2023年3月15日)：与中铁快运股份有限公司联合开展测试，路线为黄田中转场—碧海湾站(城市轨道交通)—福田站(城市轨道交通)—福田站(高铁)—长沙。深圳市内转运全流程用时1 h 35 min，满足时效要求；但在福田高铁站换乘大厅至候车室段，因缺少垂直电梯，快递上下运输较为困难，后续需解决相关设施配置问题。

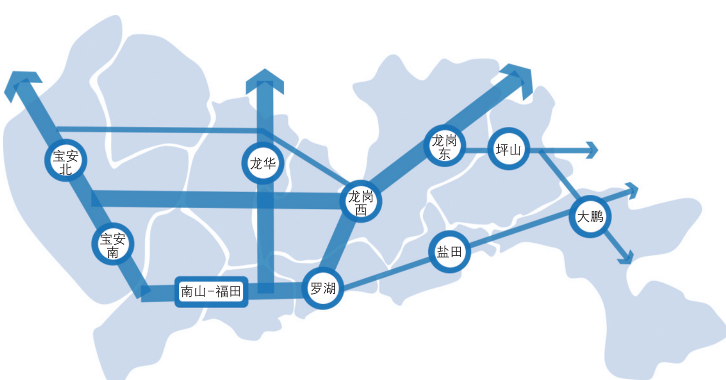

图1 深圳市城市轨道交通物流通道规划示意

Fig.1 Illustration of urban rail transit logistics corridors planning in Shenzhen

资料来源：文献[13]。

2）潜在业务场景挖掘。

通过对全市城市轨道交通车站内17家企业(涵盖即时配送、快递物流、城市配送、自助售卖、地铁零星商业及供应链管理等类型)进行调研，基于配送距离、时效要求、货物类别及企业核心需求等维度，筛选出城市轨道交通物流的潜在业务场景，主要包括快递物流、闪送配送、城市配送、商超配送、仓配一体、定制物流及应急物流等。

3）多方协同模式。

城市轨道交通企业主要利用富余运力承担货物运输，保障运输安全与准点性，并获取相应收益；物流企业则将快件交由城市轨道交通企业运输，以提升时效、降低道路运输延误；政府部门主要在规划、消防及政策层面提供支持；用户则能够享受更低的物流成本与更高的货物时效，实现多方共赢。基于上述协作，深圳市已在商业模式上实现全面贯通，并与顺丰、7-11、万纬物流等企业建立了合作关系。

5 深圳市实践

5.1 专项规划与网络布局

1）发展策略与规划原则。

为构建高效协同的城市物流体系，深圳市结合既有试点经验，遵循安全优先、集约高效、市场主导与重点推进原则，组织编制了《深圳市轨道物流空间发展策略及专项规划》[14]。规划提出4个方面发展策略：一是构建与道路、低空物流协同的立体网络；二是形成与城市物流组织深度契合的城市轨道交通物流空间布局；三是建立健全政策保障机制；四是加强智慧化技术赋能，系统推动城市轨道交通物流发展。

规划明确了强化“两带一轴”物流通道功能(见图1)，依托既有城市轨道交通和城际铁路网络，结合物流流量、流向特征，引导沿线“小件+高频”物流需求向城市轨道交通和城际铁路转移(见图2)，以缓解干路交通压力，促进物流与城市协同发展。同时，规划遵循以下原则：①需求导向，重点服务主要物流廊道，适度兼顾低密度区域服务水平提升；②规模适度，以一次换乘覆盖范围为基准，优先选择中长距离贯通线路；③客货协同，利用客流较低或潮汐特征明显

的线路，错时错峰使用富余运力；④弹性预留，结合线路预留条件，应对市场与发展不确定性。

2）物流节点体系布局。

基于上述原则，规划从全市已建及规划线路中，优先筛选出15条适宜发展城市轨道交通物流的线路(见表1)，并完善沿线节点功能布局。在城市轨道交通物流节点体系构建上，依据组织流程将节点分为城市轨道交通物流中心与物流服务点。其中，物流中心根据是否衔接对外枢纽，进一步划分为枢纽型与中转型两类。最终，形成“4+12+N”城市轨道交通物流节点空间布局(见图3)，包含4处枢纽型、12处中转型物流中心及若干物流服务点，以支撑城市物流的高效运行与协同发展。

5.2 福田至碧海湾空铁轨联运物流示范线

1）项目概况。

2023年8月，深圳市地铁集团有限公司与顺丰速运(集团)有限公司联合启动中国首个空铁轨联运物流示范项目[15]——福田至碧海湾空铁轨联运物流示范线(见图4)。该项目构建了“低空无人机+地面服务点+地下无人车+地铁”的多维联运体系。具体流程为：由无人机与小型货车将福田综合交通枢纽周边24个网点的航空快件集中转运至福田综合交通枢纽；货物汇集后，依托地铁11号线运输至碧海湾站，再经小型货车短驳至顺丰华南航空枢纽，最终通过航空网络发往全国(见图5)。

2）创新设计与运作流程。

该项目基于深圳市地铁11号线(8编组列车)的结构特点进行了创新设计：在每日运营平峰时段(20:00—23:30)，将紧邻商务车厢(第7节和第8节)的第6节普通车厢改造为物流专用空间。通过在第5节和第6节车厢贯通处设置可拆卸隔离帘，并在对应站台区域布置软隔离引导设施，实现人货空间严格分离，有效规避人货冲突风险。经测算，该专用车厢每趟可装载10~13个笼车，对应快件量约800~1 000件。

地面集货阶段采用顺丰丰翼无人机完成快件收集；随后通过自动化传输设备将快件转运至地下负一层站厅，经分拣装笼后，由背笼式无人车在站厅内短驳至垂直电梯等候区，最后通过人工操作完成垂直电梯转运及列车装载。

3）设备研发与空间改造。

为适应城市轨道交通物流运输需求，该项目专门研发了轻量化物流载具。笼车采用金属框架结构替代传统全金属设计，外部覆以防雨阻燃围布，单笼容积约2 m³，并配备静音轮以降低运行噪声；同时开发了列车专用笼车固定装置(刹车盘)及上下车辅助设备(过渡板)，以保障货物在列车运行中的稳定性与装卸效率。此外，项目对福田综合交通枢纽的地面及地下闲置空间进行了适货化改造，并在碧海湾站增设了客货兼用垂直电梯，进一步提升货物转运效率。

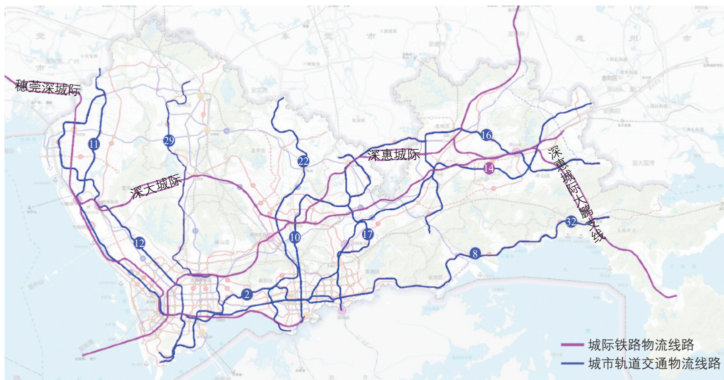

图2 深圳市城市轨道交通物流线路规划布局

Fig.2 Planned layout of urban rail transit logistics routes in Shenzhen

资料来源：文献[13]。

表1 深圳市适宜物流发展的轨道交通线路

Tab.1 Rail transit lines in Shenzhen suitable for logistics development

类型	线路	长度/km	起讫点
城际铁路	穗莞深城际(皇岗口岸至沙井西段)	53.3	皇岗口岸—沙井西
	深大城际(深圳段)	68.6	机场北—聚龙
	深惠城际(前海至坪地段)	59.9	福保—坪地
	深惠城际大鹏支线	39.4	龙城—新大
城市轨道交通	地铁2号线	39.3	赤湾—莲塘
	地铁8号线	20.4	莲塘—溪涌
	地铁10号线	29.3	福保西—双拥街
	地铁11号线	57.1	大剧院—碧头
	地铁12号线	50.0	松岗—左炮台
	地铁14号线	50.3	岗厦北—沙田
	地铁16号线	35.8	大康—田头
	地铁17号线	18.8	罗湖西—上李朗
	地铁22号线	34.2	上沙—黎光
	地铁29号线	36.5	红树湾南—光明农场西
	地铁32号线	9.5	溪涌—溪涌东站
合计		601.4	

4）运营成效。

自2023年11月底启动试运行以来，该示范线在平峰时段(20:00—23:30)的日最高货运量已突破3万件，日常运输量稳定在3万件·d-1。该示范线的成功实践为城市轨道交通物流的模式创新与技术应用积累了宝贵经验。

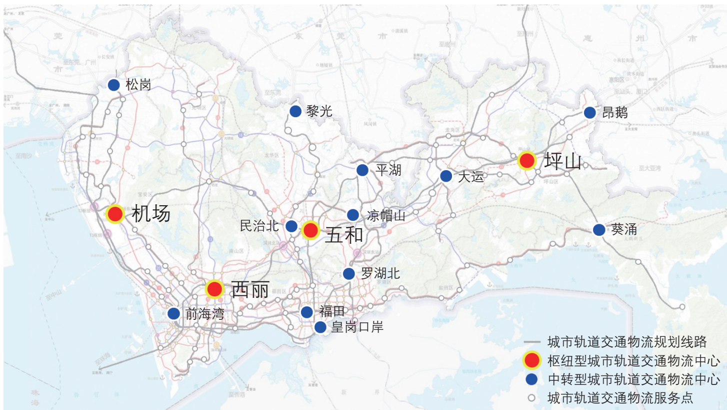

图3 深圳市“4+12+N”城市轨道交通物流节点空间布局

Fig.3 Spatial layout of the "4+12+N" urban rail transit logistics nodes in Shenzhen

资料来源：文献[13]。

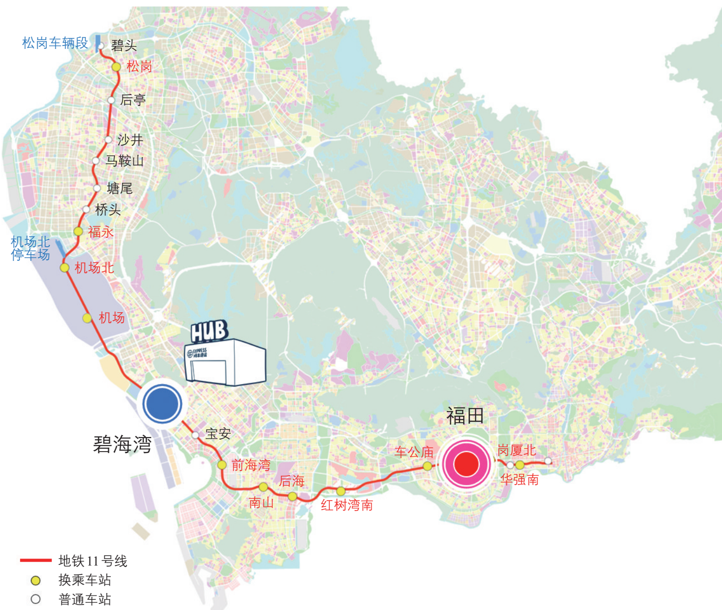

图4 深圳市地铁11号线福田至碧海湾空铁轨联运物流示范线

Fig.4 Air-rail-subway intermodal logistics demonstration line on Shenzhen's Subway Line 11 (Futian-Bihaiwan section)

资料来源：文献[14]。

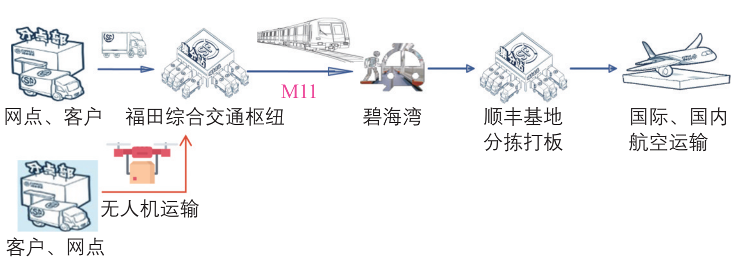

图5 深圳市地铁11号线福田至碧海湾空铁轨联运物流示范线运输流程

Fig.5 Transportation process of the air-rail-subway intermodal logistics demonstration line on Shenzhen's Subway Line 11 (Futian-Bihaiwan section)

资料来源：文献[14]。

5.3 五和–坂田空铁轨物流项目

1）项目概况。

该项目位于深圳市龙华区和龙岗区交界处，由五和综合交通枢纽与坂田火车站货场改造两个项目组合而成，构成客货双枢纽[16](见图6和图7)。五和综合交通枢纽汇集了地铁5号线、10号线，在建的深大城际(深圳段)和深惠城际(前海至坪地段)，以及规划中的广深中轴城际铁路，形成集5条轨道交通线路于一体的综合交通枢纽。平南铁路坂田火车站是国铁集团和广东省人民政府批准的《深圳铁路枢纽总图规划(2016—2030年)》中货运系统布局的三级物流基地，也是国家发展改革委批准建设的深圳市生产服务型国家物流枢纽的重要组成部分。五和片区具备干线铁路、城际铁路与城市轨道交通互联互通的基础条件，有利于推动轨道交通物流融合发展，并通过客货流协同促进第二、三产业全链条贯通及新业态培育。

2）物流空间一体化设计与组织。

五和综合交通枢纽为地下4层车站。为衔接西侧坂田货场，在地下3层夹层设置了物流联系通道。由于各线路站台分布于不同结构层——深大城际(深圳段)与深惠城际(前海至坪地段)站台位于地下4层，广深中轴城际铁路站台位于地下3层，地铁5号线与10号线站台位于地下2层——因此，在地下3层夹层设置了独立垂直电梯，可直达各线路站台层及枢纽地面(见图8)。该设计实现了各线路货运流线的互不交叉，提升了货物输送效率与准确性。

3）实证价值。

该项目是新建综合交通枢纽阶段前瞻性预留物流功能空间的典范。其核心特色在于将客运枢纽与货运枢纽在规划与设计中实现有机融合，系统实现了客货流线立体分离与设施共享，有效解决了超大型综合交通枢纽内多制式轨道交通系统间货物高效转运、流线互不干扰的工程衔接难题，为超大型综合交通枢纽发展多式联运与城市轨道交通物流提供了重要的工程实践参考。

6 结束语

城市轨道交通物流作为城市交通与物流深度融合的创新形态，是优化城市货运体系、提升轨道交通富余运能利用率、降低边际运营成本、增强轨道交通企业效益的重要路径。它打破了传统城市物流运作方式，需要通过持续创新构建新的设计标准体系、编制空间专项规划，并解决消防规范及货物白名单等关键问题。

深圳市实践表明，城市轨道交通物流的规模化发展需兼顾技术与场景适配，遵循“客运优先、兼顾货运”的原则，优化运输时空资源配置。相关商业模式已具备可行性，但仍需进一步完善配套政策与理念支持。总体而言，深圳市在城市轨道交通物流发展方面的探索，既能盘活存量城市轨道交通资源(包括运能、车站及场段闲置空间)，又有助于缓解城市道路交通拥堵，从而推动城市轨道交通更好服务城市高质量发展。

参考文献：

References:

[1] 新华社. 中共中央 国务院印发《交通强国建设纲要》[EB/OL]. (2019-09-19)[2025-04-10]. https://www.gov.cn/zhengce/2019-09/19/content_5431432.htm.

[2] 新华社. 中共中央 国务院印发《国家综合立体交通网规划纲要》[EB/OL]. (2021-02-24) [2025-04-10]. https://www.gov.cn/zhengce/2021-02/24/content_5588654.htm.

[3] 中华人民共和国国务院. 国务院关于印发“十四五”现代综合交通运输体系发展规划的通知[A/OL]. (2022-01-18)[2025-04-10]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-01/18/content_5669049.htm.

[4] 郭东军，陈志龙，钱七虎. 发展北京地下物流系统初探[J]. 地下空间与工程学报，2005，1(1)：37-41.

Guo Dongjun, Chen Zhilong, Qian Qihu. Discussion on developing underground logistic system in Beijing[J]. Chinese journal of underground space and engineering, 2005, 1(1): 37-41.

[5] 刘崇献. 北京地铁晚间和非高峰期用作城市物流系统探讨[J]. 城市发展研究，2011，18(6)：122-124.

Liu Chongxian. Study on how to use Beijing subways as a part of the city's logistics system in the evening and non- traffic peak time[J]. Urban development studies, 2011, 18(6): 122-124.

图6 深圳市五和-坂田空铁轨物流项目区位

Fig.6 Location of the Wuhe-Bantian air-rail-subway logistics project in Shenzhen

资料来源：文献[15]。

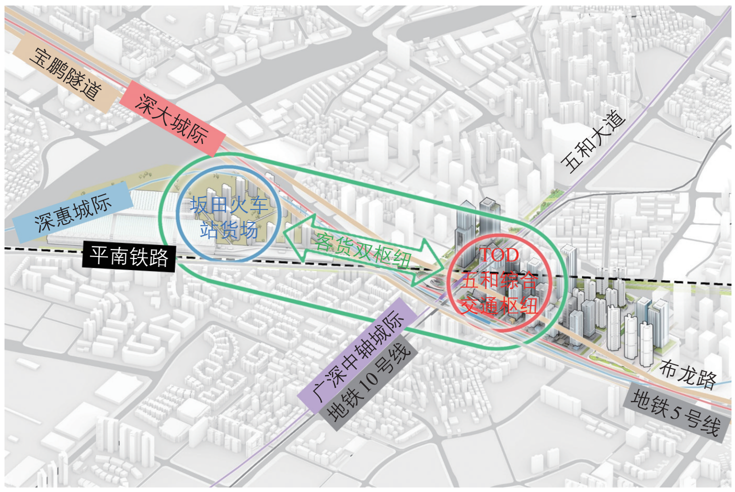

图7 深圳市五和-坂田空铁轨物流项目平面布局

Fig.7 Plan layout of the Wuhe-Bantian air-rail-subway logistics project in Shenzhen

资料来源：文献[15]。

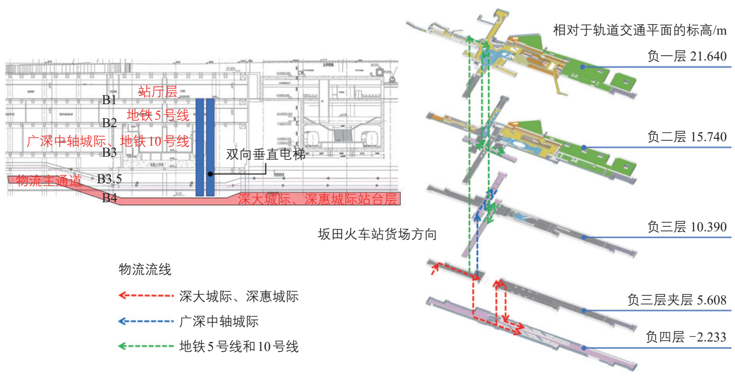

图8 深圳市五和综合交通枢纽物流流线组织示意

Fig.8 Illustration of logistics flow organization at the Wuhe integrated transportation hub in Shenzhen

资料来源：文献[15]。

(下转第12页)