



最后一公里困境与破解——新加坡电子商务物流配送优化研究

林筱北

(科廷大学新加坡校区, 新加坡 117684)

摘要：在东南亚数字经济快速扩张的背景下，新加坡凭借其作为区域金融和贸易中心的地位，电子商务得到了加速发展。然而，在供应链的关键终点，“最后一公里”部分继续面临多方面的挑战，包括高运营成本、运输能力不足、消费者期望不断提高以及有形基础设施的限制。本文系统地分析了新加坡电子商务物流领域面临的独特挑战和潜在机遇，特别是最后一公里配送领域。考虑到国家高度城市化的环境、广泛采用技术应用和明确的政策支持机制，该研究提出了创新的解决方案和可持续发展途径。其中包括集成智能技术、创新商业模式、促进绿色物流举措以减少环境影响，以及推进多方利益相关者协作治理框架。研究结果旨在为促进城邦电子商务物流系统和类似城市环境的高质量演进提供战略参考。

关键词：最后一公里；新加坡；电子商务物流；优化策略

收稿日期：2026 年 1 月 28 日

中图分类号：F506

通讯作者：林筱北，科廷大学新加坡校区

The dilemma and solution of the last mile —— Research on the optimization of e-commerce logistics distribution in Singapore

Lin Xiaobei

(Curtin Singapore, 117684 Singapore)

Abstract: In the context of the rapid expansion of digital economy in Southeast Asia, Singapore has accelerated the development of e-commerce by virtue of its status as a regional financial and Trade Center. However, at the critical end point of the supply chain, the “last mile” part continues to face many challenges, including high operating costs, insufficient transportation capacity, rising consumer expectations and physical infrastructure constraints. This paper systematically analyzes the unique challenges and potential opportunities in the field of e-commerce logistics in Singapore, especially in the field of last mile distribution. Taking into account the highly urbanized environment of the country, the wide use of technology applications and a clear policy support mechanism, the study puts forward innovative solutions and ways of sustainable development. These include integrating intelligent technologies, innovating business models, promoting green logistics initiatives to reduce environmental impacts, and promoting a multi stakeholder collaborative governance framework. The research results aim to provide strategic reference for promoting the high-quality evolution of city-state e-commerce logistics system and similar urban environment.

Key words: The last kilometer; Singapore; E-commerce logistics; Optimization strategy

1 引言

电子商务的快速发展，在数字化转型和消费



者行为演变的推动下,正在深刻重塑全球零售业的生态。作为全球电子商务增长的最重要引擎之一,东南亚地区显示出巨大的市场潜力,其特点是人口年轻化、互联网普及率不断提高和数字素养不断提高。特别是新加坡,利用其作为全球金融中心的战略地位、其作为国际航运中心的关键作用以及高度发达的数字消费市场,培育了一个成熟和不断扩大的电子商务环境。随着Shopee和Lazada等主要区域电子商务平台的持续扩张,加上Amazon Prime等国际服务提供商最近的进入,网上购物已越来越融入新加坡消费者的日常生活。电子商务活动的激增导致包裹数量急剧增加,给物流基础设施造成巨大压力,并带来严重的运营挑战^[1]。

在从仓库存储到最终用户的整个供应链过程中,“最后一公里”部分尤其重要,它涉及从城市配送中心到客户的包裹最终交付。虽然它覆盖的物理距离最短,但这一阶段的操作复杂度很高,客户期望也很高。作为物流过程中唯一与消费者直接互动的环节,最后一公里配送的绩效直接影响到用户对电子商务平台的总体满意度、信任度和忠诚度。然而,这一部分也是最昂贵的,约占总物流费用的30%至50%。它被广泛认为是效率瓶颈最为明显、管理难度最大、业务问题最为集中的阶段。这些挑战包括交通拥堵、交付尝试失败、安全问题以及需要灵活的接收选项。

因此,深刻认识“最后一公里”配送所面临的问题,不仅是物流企业寻求降低成本、提高效率的必由之路,也是电子商务企业构建差异化竞争优势的重要策略。本文以新加坡为例,系统探讨了最后一公里阶段电子商务物流的发展现状和面临的核心挑战。并提出了相应的发展策略,包括技术应用、可操作性模式创新和政策支持机制,以增强最后一英里交付系统的可持续性和效率^[2]。

2 新加坡电商物流“最后一公里”的现状 & 特点

2.1 高度城市化带来的双重效应

新加坡作为一个高度城市化的岛国,其地理和社会结构使得“最后一公里”的分布呈现出明显的双重特征。其一,狭窄的地域和高度密集的人口带来了自然的规模优势:集中配送路线使得单位面积的订单密度明显高于大多数欧美国家,

为物流企业实现集约化经营和成本效益创造了有利条件。此外,紧凑的城市布局支持配送点的聚集,从而增强路线优化并降低单位配送成本。其二,高度密度环境也带来了许多实际挑战。在土地稀缺的中央商务区,交通拥堵每天都在发生,使得送货车辆很难找到符合要求的停车位。这往往导致双重停车和交通违规,进一步减缓城市流动性。在全国各地的政府住宅区,快递员必须经常使用电梯并在多个楼层导航,导致“垂直配送”效率远低于地面配送。高层交付涉及相当长的步行和等待时间,这会累积降低总体生产力。此外,商业区和住宅区在交付及时性方面存在显著差异,导致交通资源分配不均。这会导致高峰时段的运力紧张和非高峰时段的资源闲置,从而使路线规划和资源部署更加复杂^[3]。在节日季节或重大销售活动期间,当订单量激增和系统紧张变得更加明显时,这些运营效率低下的情况会加剧。

2.2 消费者服务质量有待进一步改善

新加坡消费者普遍受过良好教育,对服务质量特别敏感。随着时间的推移,受亚马逊、淘宝等主要电子商务平台的影响,用户对“最后一公里”的期望已经从基本的送货扩展到了一套多维度的苛刻标准。“吉田”(Jisuda, express delivery)已逐渐成为一种标准服务,现在同一天或次日到达已成为一种普遍的期望。配送时间窗口已缩小到1~2小时以内,取代了传统的全天等待模式。消费者越来越希望精确控制送货时间,可以选择晚上或周末的时间来适应他们的生活方式。较高的首次交付成功率尤其重要,因为第二次尝试会显著提高成本并挫败最终用户。此外,实时包裹跟踪和灵活调整交货时间和地点等功能正在从增值服务过渡到基本功能。一些消费者甚至希望在系统配置文件中存储主动通知和个性化交付首选项。任何交付延迟、缺乏透明度或沟通不畅都可能在社交媒体平台上迅速升级,损害企业声誉并侵蚀消费者信任^[4]。在线评论和评级系统的兴起意味着物流绩效不断受到公众的关注,促使企业在客户体验管理方面投入巨资。

2.3 多元共存、竞争激烈的现实市场生态

新加坡的物流市场竞争激烈,在供应方面具有多样性。SingPost等传统巨头通过全面的邮政网



络覆盖和邮箱基础设施保持其渠道优势，而这些仍然与标准和基于文档的交付相关。通过利用技术驱动的解决方案和灵活的定价策略来占领市场份额。他们采用动态路由算法、数据分析和自动分拣系统来提高效率。与此同时，包括 Deliveroo 和 Grab 在内的按需配送平台已经跨入电子商务物流领域，利用其广泛的乘客网络来模糊食品配送和包裹配送之间的界限。这引入了一个更灵活、但有时不太专业的最后一公里服务层。

3 新加坡电商物流“最后一公里”的持续挑战

在其表面效率之下，新加坡的电子商务物流部门在“最后一公里”面临着根深蒂固的结构性问题，这是交付的最后一段，继续阻碍行业的可持续增长。电子商务的迅速扩张和消费者需求的增加加剧了这些挑战，给物流供应商带来了巨大的压力，要求他们在保持服务质量的同时进行创新。

3.1 居高不下的运营成本

由于人力成本、车辆成本和交付失败三个主要因素，新加坡的运营成本仍然较高。劳动力构成了费用的最大份额，在某些情况下，占总交付成本的 60%。由于当地劳动力市场紧张，公司严重依赖外籍员工，外籍员工占快递劳动力的 70% 以上，随着时间的推移，工资一直在上涨，由于通货膨胀和人才竞争，每年增长 3 ~ 5%。由于快递是劳动密集型的，快递福利和补偿，包括保险和加班费等福利，是一个主要的经济负担。车辆成本和合规成本也起到了重要作用。高权利证书 (COE) 价格 (商用车的 COE 价格可能超过 80000 新元) 推高了物流车辆购置成本，而严格的排放标准、道路税和商用车停车法规进一步增加了运营费用，估计增加了 15 ~ 20%。另一个经常被忽视的费用是交付失败。由于收件人不在、地址不清或建筑物访问受限，首次尝试失败率高，通常在 15% 到 25% 之间，这会导致重新安排交付路线。这些二次尝试会消耗额外的人力和燃料，使每个包裹的成本增加高达 100%，并可能导致客户投诉或索赔，从而进一步耗尽资源并损害品牌声誉。

3.2 城市空间和基础设施的现实限制

尽管新加坡拥有先进的城市规划，但基础设施仍然无法支持高效的包裹物流。在中心商业区

和市中心地区，合法卸货区很少，高峰时段只有约 10% 的所需卸货区可用，这迫使快递员非法停车，每次违规将面临高达 150 新元的罚款，增加了运营风险和与当局的摩擦。尽管政府已经推广了智能储物柜网络，在全国安装了 1000 多个储物柜，但其覆盖范围、配送以及与物流系统的集成仍然不够理想。由于位置规划不当或缺乏消费者意识，一些储物柜未得到充分利用，未能有效减少包裹交接，只能处理约 20% 的合格交付。在微观层面，高层住宅建筑呈现出独特的障碍。高峰时间电梯等待时间长，通常超过 10 分钟，再加上收件人不可用，导致快递员在多达 30% 的情况下进行徒劳的旅行。这种“垂直空运行”显著降低了交付效率，每次失败尝试平均增加 15 分钟。此外，传统邮箱对于大多数电子商务软件包来说太小，平均长度为 30 ~ 50 厘米，这迫使快递员寻找其他投递点，并进一步增加首次投递失败的可能性 10 ~ 15%。

3.3 顾客体验的现实差距

虽然通常会提供估计的交付窗口，但由于交通拥堵等因素，实际到达时间往往会有很大偏差，交通拥堵会影响高峰时间天气中断期间 40% 的交付，或者供应链中的早期延迟。这种不可预测性，时间差异高达 2 小时，随着时间的推移，会侵蚀客户的信任，并导致重复购买减少 15%。交付前确认电话、丢失包裹查询和故障后通信非常耗时，占快递员轮班时间的 20%，并且可能由于沟通错误或感知到的服务态度差而导致争议，导致最后一英里服务的投诉率比其他物流部门高 25%。在 Shopee 和 Lazada 等主要平台的推动下，越来越多地采用“不问问题”退货政策，这也加剧了逆向物流流量，目前逆向物流流量占总交付量的 10 ~ 15%。处理退货 (包括检查、重新进货或处置) 是劳动密集型且复杂的，需要额外的人员和设施，并通过增加 20 ~ 30% 的成本给最后一英里的运营增加了进一步的压力。退货体验严重影响客户对平台的整体感知，60% 的购物者将退货视为关键决策因素，但由于处理时间缓慢和缺乏透明度，退货仍然是许多物流供应商运营中的薄弱环节^[5]。

3.4 可持续物流的供需差距

新加坡的 2030 年绿色计划旨在到 2030 年将碳排放量减少 30%，根据该计划，物流业的碳排



放量受到越来越多的审查。大量的燃料运输车辆,包括5万多辆柴油面包车和卡车,在城市地区运营,造成噪音和空气污染,破坏了可持续城市发展的目标,物流占运输总排放量的5%。

电子商务运输中使用的塑料和纸板等材料的过度包装往往超过产品尺寸的200%,以及冷链物流中使用的一次性泡沫容器产生大量废物,每天产生1000多吨包装废物,给城市废物管理系统增加了压力,并增加了填埋场的使用。消费者对环境问题的认识不断提高,导致对企业环境实践的审查不断加强,70%的消费者更喜欢环保型运输方式,但只有20%的公司提供碳中和运输,突出了可持续物流解决方案的供需差距。对于物流企业来说,平衡配送效率与环境责任并实现绿色转型已成为其社会责任的关键挑战和关键措施。

4 构建转型升级的多元化发展战略

面对充满挑战的复杂环境,新加坡的物流企业、电子商务平台和政府机构正在合作推动技术创新、模型升级和政策指导。他们正在运用系统思维探索“最后一公里”交付问题的可持续解决方案。

4.1 推动数字化、智能化转型发展

技术的应用已经成为提高终端配送效率的关键力量。利用大数据和人工智能算法,系统现在可以综合考虑订单分布、实时交通状况、住宅布局和客户首选时段等因素。这使得运输人员能够规划最佳路线,显著降低空车率并缩短旅行距离。例如,Ninja Van通过其自行开发的智能路线系统有效地提高了车辆利用率和准时交货率,同时减少了非生产性出行时间^[6]。通过机器学习预测订单需求,企业可以动态分配产能,从容应对高峰订单量,缓解资源错配带来的运营压力。

物联网(IoT)技术的广泛应用使得端到端包可视性成为可能。送货人员配备智能手持终端,车辆配备GPS设备,后端系统与客户同步跟踪货物位置。结合地理围栏技术,当送货人员进入预设区域时,系统自动向收件人发送到达通知,大大降低了通信成本和等待时间。在生鲜和冷链物流中,温控传感装置保证了产品质量的监控和追溯,为高附加值产品提供了可靠的保障。

虽然新加坡严格规定了自动驾驶,但无人驾

驶的实践正在逐步推进。已在多个大学校园进行了车辆交付试点,政府正通过自主车辆测试与研究卓越中心(CETRAN)积极推动相关法规和标准的制定。针对全岛或偏远地区的物流需求,目前无人机交付仅限于医疗应急领域,随着空域政策和有效载荷技术的演变,预计未来将在电子商务物流中得到广泛应用。

4.2 共建终端交付生态系统

新加坡政府推动的公共智能储物柜网络是一个前瞻性的基础设施项目。通过在HDB住宅小区、地铁站和社区中心等高密度区域安装标准化储物柜,由第三方运营并向所有公司开放,以前分散的配送网络集成到覆盖整个岛屿的共享终端网络中。快递员只需将包裹放入储物柜,系统会自动通知用户。有效地解决了漏交问题,显著提高了首件试交成功率,减少了车辆在居民区的怠速时间。

联合交付和集约运作模式也正在逐步实施。通过在城市外围建立小型物流中心,公司可以集中分拣和整合来自不同来源的包裹,然后通过统一的车辆或人员进行配送。这不仅提高了车辆载荷系数,而且减少了道路上的车辆总数。在业务高峰期,物流公司也开始探索能力共享机制,通过跨公司协作缓解短期能力短缺。

交付方法越来越多样化和灵活。Grab和Lalamove等众包物流平台利用闲置的社交能力,在高峰时段或特定区域提供灵活的补充品。收件人可以选择将包裹送到便利店、加油站或办公室,将传统的“人等货”模式转变为“货更贴近人”。一些创新型公司推出了移动包裹集装箱卡车,将卡车转变为临时存储和自取点,通过动态调度实现更主动的终端访问^[7]。

4.3 走可持续发展物流

为响应国家减排目标,物流公司正在积极推动其车队的电气化。虽然电动汽车的初始投资较高,但其节能环保的特点,再加上政策补贴,产生了显著的长期效益。DHL等公司已经对电动卡车进行了最后一英里的试驾,为业界提供了一个示范。

在包装方面,该行业正在积极推动环保协议,倡导可生物降解和可回收材料,并建立包装回收机制。消费者提货后可以通过储物柜或便利店退



回可重复使用的包装,形成一个封闭的资源循环。在冷链物流中,可重复使用的保温箱也在逐步推广,以取代传统的发泡胶箱,减少一次性材料的浪费。一些公司正在将简化包装与碳补偿措施相结合,努力创建“零浪费”交付系统,并提升其环保品牌形象。

4.4 政府参与并促进协同治理

在这一转型过程中,政府起着不可替代的引导和调控作用。作为规划师,政府不仅率先建设公共智能储物柜网络,而且在新项目中规范物流空间设计,从源头上优化配送环境。作为标准制定者,政府制定了智能储物柜技术规范和运输车辆通行规则,以平衡效率和安全。作为数据协调者,政府倡导产业数据共享,利用物流大数据优化货运管理,识别瓶颈区域,为城市治理提供决策支持。这种“政府搭建平台,企业主导运作”的模式有效地促进了资源整合和产业协同,为物流系统的高效可持续发展奠定了制度基础。

5 结语

目前,新加坡电子商务物流的“最后一公里”正处于转型的关键阶段。一方面,它面临着高成本、低效率、消费者期望不断提高和环境要求等复杂挑战;另一方面,也面临着技术创新、商业模式演进和政策支持带来的重大机遇。研究表明,仅仅依靠单个企业的突破,不足以从根本上解决系统性问题。今后,必须利用多方协作促进整体优化。企业需要通过技术创新和模式转换来提高经营效

率。政府应通过科学规划和标准制定,改善公共基础设施,解决市场缺口。消费者还可以通过选择绿色交付选项和灵活的接收方式积极参与。新加坡只有构建智能、集约、绿色、协同的终端交付生态系统,才能将“最后一公里”挑战转化为提升城市竞争力、优化商业环境、改善民生的新动力。这将为世界高密度城市提供一个具有参考价值的“新加坡模式”。

参考文献:

- [1]以产业的十维空间架构助力产业数字化转型——在解决“最后一公里”难题的基础上实现物流的平方现象[J].邹卫华.中国物流与采购,2025(16)
- [2]城市物流运输“最后一公里”配送难题破解策略[J].蔡雄.中国航务周刊,2025(05)
- [3]基于深度强化学习和遗传算法的最后一公里路径优化问题研究[J].吕翊程;邵雪焱.科技促进发展,2024(04)
- [4]冷链物流“最后一公里”配送研究[J].李佳琪.铁路采购与物流,2023(09)
- [5]基于跨境电商环境下国际物流模式研究[J].李雪钰.物流工程与管理,2021(11)
- [6]跨境电商物流供应链协同发展研究[J].付帅帅;陈伟达;王丹丹.东北大学学报(社会科学版),2021(01)
- [7]基于社区快递物流的“最后一公里”问题分析与研究.周欢;王鑫;陆大伟.中国储运,2025(06)

作者简介:林筱北(2005-),女,汉族,福建新罗人,科廷大学新加坡校区在读本科生,主要研究方向为物流管理