

# 一种面向智慧城市的自动物流配送系统初探

金蕾<sup>1</sup>, 黄翔<sup>2</sup>, 丁超群<sup>3</sup>, 毛宇丰<sup>4</sup>, 尹春明<sup>1</sup>

(1. 中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司, 广州 510663; 2. 鼎信信息科技有限责任公司, 广州 510663;  
3. 广东信源物流设备有限公司, 广州 510663; 4. 广州地铁设计研究院有限公司, 广州 510663)

**摘要:** 随着电子商务的发展与商业模式的变化, 快递(城市配送)已成为人们生活必不可少的部分, 各种物流运输车让原本已经拥堵不堪的路面交通更加不堪重负。借助国家大力发展城市基础设施建设, 创建智慧新城, 结合地下交通与地下管廊快速发展的契机, 分析了中心城市结合市政设施实现物流自动化配送的可行性; 并结合物联网与大数据技术, 让整个物流过程更加智能化、自动化与便捷化, 达到缓解路面交通压力、减少汽车尾气排放、提升物流运输效率、协同新零售发展的作用。

**关键词:** 城市配送; 智慧物流系统; 地下空间; 市政基础设施

**中图分类号:** F253      **文献标志码:** A      **文章编号:** 2095-8676(2018)01-0045-06

## Discuss on an Innovative Automatic Distribution System for Smart City

JIN Lei<sup>1</sup>, HUANG Xiang<sup>2</sup>, DING Chaoqun<sup>3</sup>, MAO Yufeng<sup>4</sup>, YIN Chunming<sup>1</sup>

(1. China Energy Engineering Group Guangdong Electric Power Design Institute Co., Ltd., Guangzhou 510663, China;  
2. Dingxin Information Technology Co., Ltd., Guangzhou 510663, China; 3. Guangdong Siwun Logistics Equipment Co., Ltd.,  
Guangzhou 510663, China; 4. Guangzhou Metro Design & Research Institute Co., Ltd, Guangzhou 510663, China)

**Abstract:** With the development of E-commerce and the change of business mode, express delivery has become an indispensable part of people's life. All kinds of logistics and transportation vehicles are more burdened with the already overwhelming traffic. This paper discussed the country to develop the city infrastructure construction, to create wisdom metro, combined with the rapid development of underground traffic and underground pipe or tunnel opportunity, analyzed center city municipal facilities combined with the feasibility of logistics distribution automation; and combined with the networking and big data technology, made the whole logistics process more intelligent, automated and convenient, to relieve the road traffic pressure, reduce vehicle emissions, improve the transportation efficiency, and cooperate the development of new retail.

**Key words:** urban distribution; intelligent logistics system; underground space; municipal infrastructure

随着互联网商业的蓬勃发展, 城市配送已经成为现代商业运营的重要组成部分, 是产业链与用户对接的关键纽带。根据国家邮政局统计, 2017年, 我国快递业务量突破了400亿件, 规模全球第一<sup>[1]</sup>。

随着城市配送规模的增长, 其衍生出来的问题也日趋增多, 货运车流进一步加剧了交通拥挤和环境污染、配送效率不稳定、配送错误、人力紧缺等问题。提高物流平台配送效率、减少货运车辆、减

轻人力负担成为解决现代物流的关键问题。

在生活中也有许多需要物品交接的情况, 有时需要送取证件、钥匙, 还有一日三餐的采购、工作中文件物品的流转等等, 人们的很多出行往往也只是解决物品流动的过程, 但却在路途上耗费了大量的时间与精力。

因此, 要思考是否可以将原有中心城市路面拥堵与混为一团的客运与货运进行分类分层运输, 将货运放入地下自动输送, 客运保留在地面, 增加专项集约化的物流路径, 解决目前的道路拥堵问题<sup>[2]</sup>, 将更好的环境与宝贵的时间解放给人类<sup>[3-4]</sup>。

本文设想在城市内的这样一种智慧物流系统：通过将物流从地面交通中分离，构建地下物流交通网络，引入云计算、大数据，物联网与人工智能技术，建设物流专用的高速智能通道，以实现货物的自动化智能传送。

如自动物流系统入地部分能够依托地下市政工程的建设，集设计、施工、运营一体化，投资估算在现有地下设施的建造费用上增加约十分之一，即可完成原先需要单独建设的地下物流系统。加之我国人口基数大，同等距离地下物流系统覆盖人口数量多，带来的共享经济效益更为显著。

我国具有得天独厚的发展地下物流的基础与背景。

一方面我国人口基数大，随着网购的迅猛发展，包裹投递量激增，国家邮政局监测数据显示，2017年“双十一”当天，主要电商企业全天共产生快递物流订单8.5亿件。中国城市物流特别是中末端物流急待出现新的智慧物流局面。

另一方面，目前我国正在大力开展地铁与地下综合管廊建设。截止2016年，全国总计地铁里程约3 800 km，全国地铁总规划里程超7 300 km。到2020年，地铁里程数将达6 000 km。同时，国家密集出台加强综合管廊等城市基础设施建设的意见和相关技术规范，并已写入2016年的国务院工作报告中。2015年已有69个城市启动地下综合管廊建设项目约1 000 km，总投资约880亿元。2016年开工建设城市地下综合管廊2 000 km以上<sup>[5]</sup>。

本文旨在借助国家大力发展城市基础设施建设，创建智慧新城，结合地下管廊快速发展的契机，创新城市配送模式，分析中心城市内结合地下空间实现物流自动化的可行性；并结合物联网与大数据技术，让整个物流过程更加智能化、自动化与便捷化，达到缓解路面交通压力、减少汽车尾气排放、提升物流运输效率、协同新零售发展的作用。

## 1 智慧物流配送系统及核心节点设计

智慧物流配送系统将分为安检模块、集散分拣模块、输送模块、转运模块、信息控制模块、配套模块等。

### 1.1 安检

货物在进入系统之前，会进行严格的安全检

查。确保进入系统输送的货物不含易燃易爆等有毒有害物品，如图1所示。

### 1.2 集散分拣模块

安检后的货物在进入自动堆叠前，货物经分拣去到不同的方向。集散分拣中心有多级，根据不同级别配置不同的面积和设备。分拣集散点包括新零售门店，自动仓库等如图2和图3所示。

1) A级是为大型港口、火车站、工厂、仓库等主干道输送配套服务。

2) B级是主干与支线之间的分拣集散点。

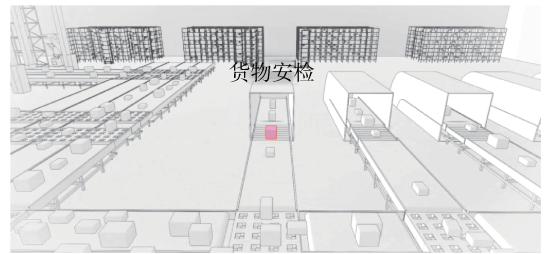


图1 货物进入系统前进行安检示意图

Fig. 1 Safety check of the goods before entering the system

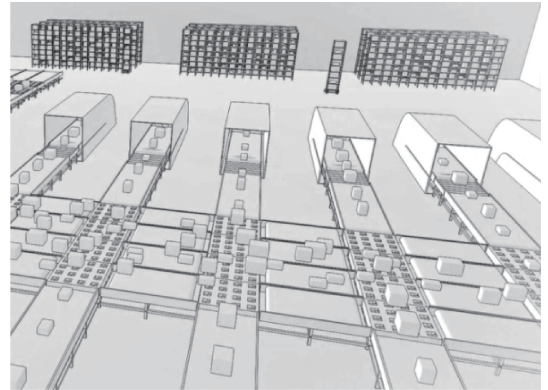


图2 分拣集散中心示意图

Fig. 2 Sorting and distributing center

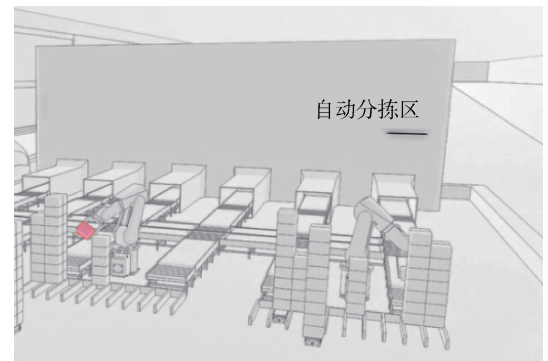


图3 自动分拣区示意图

Fig. 3 Automatic sorting area

3) C 级是支线与社区、建筑物之间的分拣集散点。

4) 分拣区分为装卸区和分拣区。装卸区负责向货运列车装载或者卸载货物。分拣区内的智运盒(组)被分拣到不同的支线物流管廊里, 或者从不同的物流管廊将货物汇聚, 然后交由装载区装载上准备进入主干的货运车。装卸区域分拣区之间由分拣设备、货运机器(人)负责转运。

### 1.3 输送模块

输送模块大致分为三级。

#### 1.3.1 主干级输送

从区集散点到另一区集散点的主干道输送。包括对接港口、火车站、高铁站、空港城、工厂等区域的自动仓库, 将货物从上述地点送到区集散中心(A 级分拣集散中心)。主干级输送通道可与地铁或地下管廊综合考虑规划建设。

#### 1.3.2 支线级输送

从区集散点经次干道至附近的各社区或各建筑物的输送; 负责衔接区集散中心至各社区各建筑物下的 B 级集散中心。可与地下管廊综合考虑规划建设。如图 4 所示。

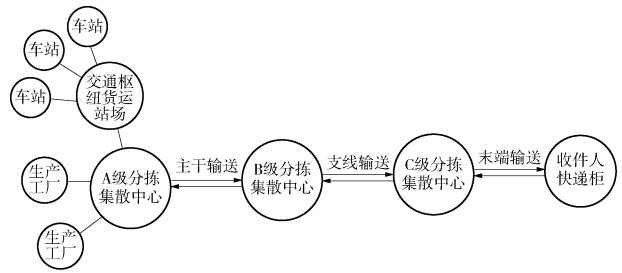


图 5 自动物流系统配送示意图(自绘)

Fig. 5 Sketch map of automatic logistics and distribution system

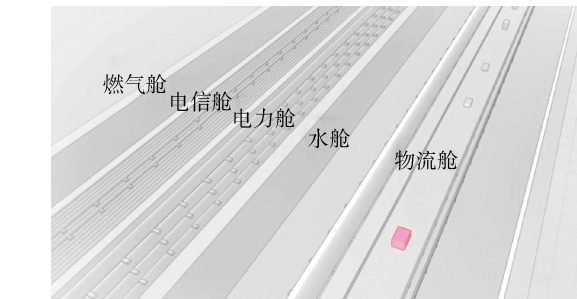


图 4 物流舱与市政综合管廊舱结合

Fig. 4 Combination of logistics cabin and municipal tunnel

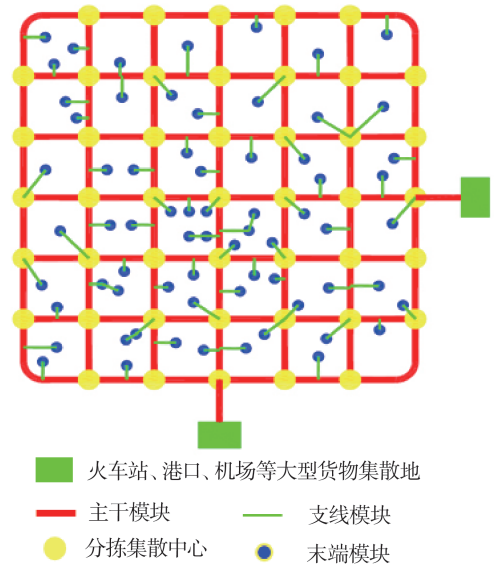


图 6 城市自动物流系统拓扑图(自绘)

Fig. 6 Topological diagram of urban automatic logistics system

#### 1.3.3 末端级输送

末端模块解决最后一公里运输问题。末端模块在小区内可与小区内市政管线结合建设, 管廊内设置传输设备, 将货物运输到离客户最近的收件柜或收件点。如建筑物内配有竖向自动输送通道, 则货物可直接运输到用户家中。以上三级也可以反向运行, 如图 5 和图 6 所示。

### 1.4 转运模块

在各级分拣集散中心与输送通道之间, 需要转运。采用自动转运设备, 如 AGV、机器人手臂、机器人等设备。随着科技的发展, 可能还会出现更智能的转运方式。

### 1.5 信息控制模块

信息控制模块是整个运输系统的中枢, 基于实时采集数据, 控制模块负责货物物流路线规划, 集中监控, 以及提供用户端 APP 支持等功能。系统采用集中与分布控制结合的方式, 中控模块负责监控智运盒状态, 计算规划路由, 和货物缓存策略。各自动化装置接收到控制指令后, 采用局部控制的方式, 实现智运盒的运输、装卸与分拣动作。如图 7 所示。

本系统考虑在地铁与综合管廊物流仓沿线部署响应的传感装置, 与智运盒配合, 监控物流的状态。中控系统采用大数据技术, 实时采集相应数据。

### 1.6 智运盒

快递盒建议采用一种环保、可循环使用、带控制模块和信息处理模块的智能运输盒简称智运盒。该盒子能存放快递物品, 且具有保温、防撞缓冲、



图7 集中控制室示意图

Fig. 7 Centralized control room

扫码开启、导航定位等功能。智运盒按模数化设置，体积分别成倍数关系，可以整齐堆叠，堆叠后符合国际托盘尺寸。

### 1.7 自动堆叠系统

货物在完成分拣后进入货运车厢前，将会由自动堆叠系统完成堆叠工作。堆叠系统主要由校准盘、下沉槽和提升机组成。校准盘调整智运盒方向，通过与下沉槽配合，将不同尺寸的智运盒可以组成集装模式并符合国际托盘尺寸模数。下沉槽支撑多尺度多维度自适应下沉，通过逐步下沉，智运盒组合为标准尺寸。再经过提升系统整体提升，即可由滚轮转入货运车厢。智运盒集装模式呈立方体模式，可以灵活的通过行与列的方式进行拆装和组合。如图8所示。

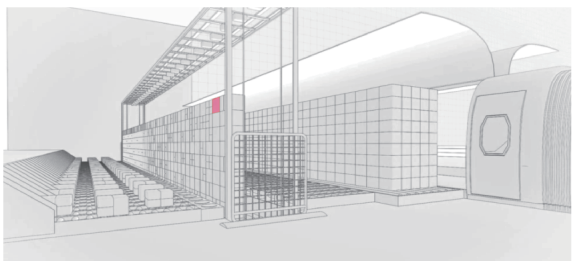


图8 自动堆叠设备示意图

Fig. 8 Automatic stacking equipment

### 1.8 货运车厢

货运车厢地板可滚动，支持堆叠好的智运盒按行列模式灵活推进推出。车厢尺寸符合国际托盘尺寸模数。

### 1.9 社区缓存区

如果收件人暂不在家，货物将会停放在社区的

缓存区。

从支线模块达到本小区的智运盒，从物流通道上分拣到该社区的缓存区，起到缓存货物的作用。根据客户需要，再由中控台根据将货物搬运到小区管廊运输。本环节采用自动分拣方式将智运盒分拣，交由货运机器人运输到缓存货架或在货架上自动转行到空余区放置。必要时再将货物转到小区管廊。如图9所示。

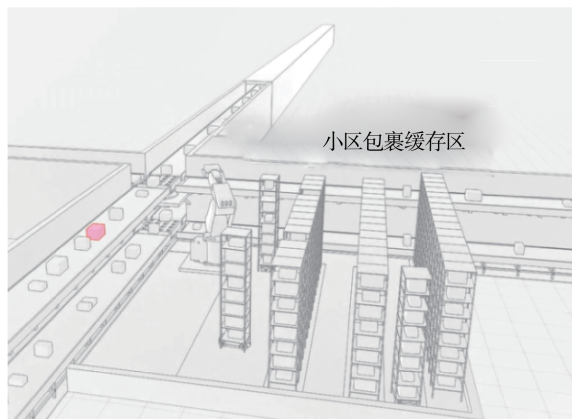


图9 社区缓存区示意图

Fig. 9 Community caching area

### 1.10 楼宇货物电梯

一种专用货运电梯，自动将智运盒提升到用户所在楼层，并转交给下一环节的楼层管廊。

### 1.11 楼层管廊

楼层管廊采用小型传输系统，在建筑设计初期考虑空间走向，尽量利用顶部富裕空间，不占用使用面积将货物运输到用户家，并转交给最后的物流橱窗。

### 1.12 物流橱窗

物流橱窗是本系统与用户直接交互的终端，用户可以通过橱窗取到货物，也可以通过橱窗投递货物。物流橱窗采用简约设计，由玻璃屏幕门和开关按钮构成。相应的状态信息或投递信息等则由智慧物流APP提供。如图10所示。

## 2 效益分析

该物流系统主要针对的是中心城市的城内物流和最后一公里部分，其优势在于：(1)一次性投入，除维护外不需要运营投入，在地下轨道交通和地下综合管网的基础上统一规划实施，大大降低了投资；(2)24 h全天候运转，不受外部环境影响；



图 10 物流橱窗示意图

Fig. 10 Logistics window

(3)逐步替代人工和现零散车辆,终端用户只需要在公司或小区的物流节点自取即可;(4)全流程封闭运作,安全有保障;(5)为软件定义物流提供智慧平台,创新物流配送模式。

伴随着“新零售”模式的提出,电子商务爆发出与传统商业的进一步融合演化,呈现出新技术与消费升级,线上线下打通等新趋势。信息流与大数据的广泛应用,使得商品生产具有了可预测性和快速响应性。其中,可预测指工厂可预测用户需求,提前生产,提前送货,在用户即将消费时,商品正好到达用户身边;快速响应指工厂可以快速响应用户需求,一旦用户表现出购买欲望,工厂就会快速生产商品,配送商品,第一时间满足用户购买需求。人们可以在其一公里生活圈内即享受到线下店体验与快速取货的便捷性,又享受到线上店的价格优惠与丰富的可选性。

新零售也将产生新的模式,如居住社区与周边自动超市相结合,人们只需在网上下单,自动超市将立刻分拣包装商品,通过自动输送系统,配送下单物品。从下单那一刻,系统能计算出达到收件人家里所需的时间并反馈给买家,买家能根据达到时间做出判断是否付款,做到全程掌控,便捷人们的生活。

传统“工厂-广告商-一级代理-二级代理-N级代理-批发商-零售商-消费者”的物流模式或将不再适用于新零售。对于新零售而言,让商品在物流过程中找到最终用户,减少商品积压时间,减小仓储空间,缩短资金回收率,将会成为新零售相对于传统零售明显带来的优势。

综合来看,自动物流系统不仅能解决交通、环境污染、原有物流人力成本大等问题,还能提高物流使用体验,综合提升整体社会效率与人类生活质量,改变生活方式。

表 1 现有城市配送与自动物流系统对比  
Tab. 1 Comparison of current logistics and automatic logistics system

特性	现有城市配送	自动物流系统
是否需要人力	是,人的运动带动货物的流动。	否,货物在自动输送系统中,无需人员流动。
配送工具	厢式货车-面包车-两、三轮电动车-快递员。	电车-输送带-快递柜-货梯。
客户形态	B2C、C2C。	B2C、C2C。
库存情况	多,无法预估,分布不均。	少,根据下单的数据采集。
仓储空间	分散,占地大。根据节日调整,有时空闲,有时爆仓。	占地小,根据需求有序规划。流动的运输平台可承担仓储功能。
准时率 精确度	京东 6 h; 菜鸟 48 h。	从下单即可得到精确的到达时间。
全程可视化 可控化	否。	是。

### 3 相关工作

目前,国内尚没有成熟运营的地下物流系统,但已有不少学者致力于地下物流研究<sup>[6-12]</sup>。2017年首届中国国际地下物流学术论坛已成功在上海举办,钱七虎院士<sup>[3]</sup>与会并做了重要演讲,倡导建设特大城市地下快速路和地下物流系统。此外,还有学者开展了地下集装箱物流、地下物流选址、地下物流网络规划等方面的研究。

### 4 结论

随着新零售与物流的快速发展,我国城市交通拥堵形式愈加严峻。本文基于物联网与大数据技术,首次提出了完整的城市自动物流配送系统,该系统将大大简化原有的物流配送规则,减小各级仓储、代理等中间环节。该系统部分运输模块适当的与地下空间及市政基础设施共享的建设理念,为地下空间的融合发展提供了新思路,丰富城市地下空间的盈利模式。

将城市配送考虑为结合市政基础设施的专项运输,实际上是随着科技的发展,新零售的变化,网

购、外卖等电子商务的推进而带来的适应其社会与人类综合发展的一项举措，特别是在我国人口众多的中心城市与拥堵城市。

同时，借助地下综合管廊与地下轨道交通建设的契机，将综合管廊和地铁与现代化物流结合，通过联合设计，一次开挖，总体建造等方式，用最高效的方式，最节省的投资，实现智慧管廊与物流的紧密结合。借助物联网和大数据技术，支持整个系统的综合监控和智能化运作，使得整个城市配送系统可观测、可控制、可优化，提高物流效率，减少环境污染，形成物流网与新型智慧城市的多赢局面。

结合地下轨道交通和综合管廊同步规划建设的“自动物流配送系统”，还需进一步研究探索，建议在部分城市或特定区域开展试点工作。

致谢：本文依托的项目《基于物联网与智慧城市的自动物流系统》参加了由国务院国资委与国家发展改革委等部门举办的2016中央企业熠星创新创意大赛并获得一等奖，在此致谢路+智慧物流团队指导老师及团队成员。

#### 参考文献：

- [1] 董芳忠. 2017年我国快递突破400亿件[EB]. (2018-01-09)[2018-02-26].
- [2] 许茂增, 余国印. 城市配送研究的新进展[J]. 中国流通经济, 2014, 28(11): 29-36.
- [3] 钱七虎. 建设特大城市地下快速路和地下物流系统——解决中国特大城市交通问题的新思路[J]. 科技导报, 2004, 22(4): 3-6.
- [4] 彭政贞, 陈一村. 城市地下物流系统探析[J]. 江苏科技信息, 2017(19): 65-67.
- [5] 范益群, 钱七虎. 基于地下集装箱运输的城市地下环境物流系统建设[J]. 科技导报, 2011, 29(7): 31-35.
- [6] 国务院办公厅关于推进城市地下综合管廊建设的指导意见, 国办发[2015]61号.
- [7] 赵清建. 我国物流从业人数近9000万创造物流总额220万亿[EB/OL]. (2016-05-06)[2018-02-26]. [http://tech.gmw.cn/2016-05/06/content\\_19986966.htm](http://tech.gmw.cn/2016-05/06/content_19986966.htm).
- [8] 俞明健, 郭东军. 地下空间开发利用与城市交通——上海CBD核心区地下井字形通道[J]. 地下空间与工程学报, 2006, 2(7): 1227-1230.
- [9] 郭东军, 谢金容, 陈志龙, 等. 地下集装箱运输系统研究的深层动因及趋势[J]. 地下空间与工程学报, 2012, 8(2): 229-235.
- [10] 束昱, 彭芳乐, 王璇, 等. 中国城市地下空间规划的研究与实践[J]. 地下空间与工程学报, 2006, 2(7): 1125-1129.

- [11] 范益群, 俞明健, 游克思. 中国国家会展中心地下集装箱物流系统概念方案研究[J]. 交通与运输, 2015, 31(2): 49-51.
- [12] 黄欧龙, 陈志龙, 郭东军. 城市地下物流系统网络规划初探[J]. 物流技术与应用, 2005, 10(6): 91-93.

#### 作者简介：



JIN L

金蕾

1982-, 女, 湖南常德人, 高级工程师, 硕士, 主要从事电力工程、建筑工程及智慧城市、智慧物流等工作(e-mail)jinlei@gedi.com.cn.



HUANG X

黄翔

1982-, 男, 湖南常德人, 高级工程师, 博士, 主要从事云计算、大数据、物联网研究工作(e-mail)huangxiang@csg.cn



DING C Q

丁超群

1983-, 男, 浙江绍兴人, 硕士, 主要从事智慧物流经济相关研究工作(e-mail)dingchaoqun@gdisg.com.



MAO Y F

毛宇丰

1960-, 男, 浙江宁波人, 教授级高级工程师, 学士, 主要从事城市轨道交通自动化、弱电系统和(控制中心、车辆基地、车站)工艺研究等工作(e-mail)maoyufeng@dtsjy.com.



YI C M

尹春明

1969-, 男, 广东新会人, 教授级高级工程师, 硕士, 主要从事电力土建研究工作(e-mail)yinchuming@gedi.com.cn.

(责任编辑 高春萌)