

# 城市生态配送系统理论研究

王汉新

**[摘要]** 复合生态系统理论强调自然、经济、社会的协调统一,城市生态物流系统的三大支柱是生态环境、绿色物流、和谐交通,两个基本原理为物流网络原理、协同共生原理。解决交通环境约束下的城市物流需求的途径,就是构建城市复合生态物流配送体系。系统的创建可以从三个方面入手:一是建立城市轴-辐式的配送网络体系,以提高车辆装载率,减少运输里程,实现规模配送效益;二是通过配送车辆的标准化以及新能源车辆的运营,达到降低能源消耗、减少车辆尾气排放的目的;三是采用共同配送的组织模式,整合配送各参与主体的资源,提高配送效率与效益,减少配送的外部不经济性。

**[关键词]** 复合生态系统;外部不经济;生态物流;共同配送

**[作者简介]** 王汉新,石家庄经济学院商学院副院长,教授,硕士研究生导师,管理学博士,河北 石家庄 050031

**[中图分类号]** F290

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1004-4434(2014)09-0048-05

物流配送是城市赖以存在和发展的基础,同时也是造成交通拥堵、环境污染的主要原因之一。据《中国环境报》报道,2012年全国已有400多个城市的空气污染从煤烟型转变为汽车尾气污染型,其中货运车辆以22%的数量占比制造了42.2%的主要污染排放<sup>[1]</sup>,城市的货车简单限行措施不仅无助于缓解交通压力,还大幅度地提升了物流成本<sup>[2]</sup>。共同配送被认为是缓解城市交通压力、减少尾气排放、提高物流效率的最有效措施,也是实现城市物流绿色、可持续发展的有效途径。

## (一)城市物流外部不经济性

城市物流是以城市为服务对象、围绕城市需求所发生的物流活动,其主要内容就是商品配送。城市居民的膨胀,批发市场、商场、超市等商贸业的集聚,加之电商爆炸式的发展,这都在一定程度上引发了城市物流配送业务的迅猛增长。在城市规模迅速扩张的同时,生产企业的不断外迁、相关产业布局与城市功能定位等方面存在的问题,致使城市物流出现了明显的外部不经济特性,如交通拥堵、能源耗费、空气污染、物流成本增加等。

1.交通拥堵。中国科学院发布的《2012中国新型城市化报告》指出,因交通拥堵导致城市居民出行时间的增加,如北京、上海、广州、石家庄等市上

班实际所用时间分别是正常上班时间的1.37、1.31、1.33和1.60倍,15个城市的居民每天上班单行比欧洲多消耗288亿分钟,折合4.8亿小时,这无形地浪费了能源和资源,损失了大量财富。诺贝尔奖获得者加里·贝克尔做过一个测算,全球每年因为交通拥堵造成的损失占GDP的2.5%;北京市交通拥堵造成的社会损失为每天4000多万元,每年高达146亿元<sup>[3]</sup>。城市交通压力由客流和物流两个方面共同构成,尽管私家车的骤增致使城市客流成为主要压力,但城市物流所带来的交通压力、空气与噪声污染也不容小觑。尤其是在车流中混入大型货运车辆时,会明显降低道路的通行能力。

2.环境污染。2013年1月份,北京仅有5天不是雾霾天,我国500个大城市中达到世界卫生组织推荐空气质量标准的不到1%,我国占了世界污染最严重10个城市中的7个。据北京市环境监测数据显示,2013年机动车尾气排放的PM2.5约占全市总排放的22.2%;上海、天津机动车的PM2.5贡献率也分别达到了25%、16%,北上广的机动车排放的CO对大气污染的分担率超过80%,氮氧化物(NO<sub>x</sub>)的分担率高于40%<sup>[4]</sup>。由于交通污染排放的高度与人的呼吸带接近,其污染物严重威胁着公众的健康,2010年京津冀地区潜在健康效益损

**[基金项目]** 国家社会科学基金项目“发展循环经济背景下工业企业与生态工程良性发展研究”(10BJY027);河北省社会科学基金项目“城市物流配送体系及环境影响研究”(HB13GL010)

失约为 1259 亿元,占到京津冀地区 GDP 的 3.41%<sup>[5]</sup>。根据 IEA 报告显示<sup>[6]</sup>,2011 年交通部门 CO<sub>2</sub> 排放量为 70.01 亿吨,占全球 CO<sub>2</sub> 排放总量的 22.3%,其中道路贡献了 73.8%的交通排放;中国 CO<sub>2</sub> 排放量为 79.54 亿吨,约占全球的 25.3%,交通部门排放量尽管仅占 7.8%,但却是近年来碳排放增长最快的领域。另一方面,城市机动车数量快速增长以及道路干线的扩张、绿化隔离带的缩减,交通噪声已成为城市噪声的主要污染源,约占城市噪声污染的 40%,其造成的经济损失仅 2009 年的北京市就高达 352.95 亿元<sup>[7]</sup>。

3.物流费用。我国社会物流总费用占 GDP 的比重近年来虽有下降,但是还多在 18%左右,比世界平均水平要高出 6.8 个百分点,也就是说,仅 2013 年就多花费了 38681 亿元的物流费用,人均 2842 元。商贸业的大规模聚集是城市现代化的体现,批发市场、百货商场、大型超市以及各类零售店铺,在给居民带来购物便利的同时也增加了城市的交通压力。“路难行、车难停、货难交”不仅深深困扰着城市配送,物流企业的小、散、乱状况进一步加大了城市物流配送的成本,毕马威 2011 年调查报告显示,北京的“最后一公里”运费甚至达到了干线运费的 1.8 倍。即使是针对大型连锁超市的调查也不容乐观<sup>[8]</sup>,每天配送车辆达 80%满载率的车辆不足 60%、达 60%满载率的车辆在 20%左右,还有 20%的车辆是因临时补货或商品更新而进行的随机配送,车辆在完成配送任务后基本是空载驶回。

## (二)城市生态物流系统

1984 年,马世骏和王如松首次提出了复合生态系统的观点,认为它由社会、经济和自然三个系统组成,并且三个系统间具有互为因果的制约与互补的关系<sup>[9]</sup>。1988 年由 Agee 和 Johnson 出版了第一本有关生态系统管理的著作《公园和野生地的生态系统管理》<sup>[10]</sup>,标志着生态系统管理学的诞生。在后来的研究中,马世俊和王如松明确了复合生态系统中三个子系统通过生态流、生态场在一定的时空尺度上的耦合关系,并绘制了复合生态系统的生态格局和生态秩序。

1.生态物流系统构成。城市生态系统是一个典型的社会-经济-自然相互作用的复合生态系统。解决城市物流外部不经济性,实现“人便于行、车尽其用、货畅其流、路畅其通”的可持续发展,应注重人车、自然、社会的协同共生,即建设复合生态物流系统。所谓生态物流就是指以降低对环境的

污染、减少资源消耗为目标,利用先进物流技术所规划和实施的物流活动。城市复合生态管理的实质是人类生态关系的管理,其三大支柱是生态安全、循环经济、和谐社会<sup>[11]</sup>,城市复合生态配送系统的目标也就是生态环境(清新空气、宁静街区)、绿色物流(节约能源、经济高效配送)、和谐交通(道路通畅、可持续发展),如图 1 所示。

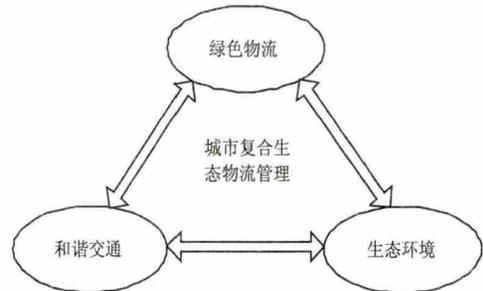


图 1 城市生态配送管理的目标

(1)绿色物流。循环经济倡导的 3R 原则——减量化(Reduce)、再利用(Reuse)、再循环(Recycle)——是城市绿色物流的基础。绿色物流的核心在生态效率、生态效用、生态服务的创新,生态效率创新就是如何改进配送组织方式,在提高车辆的装载率、降低行车里程前提下,最大限度地降低能源消耗和环境影响;生态效用创新是通过设计绿色车辆、优化配送线,在不增加生态与经济成本下最大限度地满足客户需求;生态服务创新是将企业从单纯追求经济效益,转变兼顾企业、社会、环境的综合效益,以实现城市物流业的可持续发展。

(2)和谐交通。衡量道路通畅的标准不是机动车通行速度或拥堵程度,而是道路资源的合理分配,即机动车、非机动车、行人都享有平等的通行环境;货车与客车共同支撑着城市的运转,重视客运交通的同时也不能忽视货运交通的组织。人、车、路、法是实现和谐交通的四个基本要素,它们相互关联、相互作用。其中人是关键,人的和谐在于交通管理者与被管理者的和谐;车是载体,车的和谐体现于车辆的监控与疏导;路是硬件,路的和谐表现在交通需求与城市环境的协调;法是保障,法的和谐是杠杆更是交通管理的根本。

(3)生态环境。雾霾天气的形成不是一蹴而就的,而是多种因素叠加结果,既有城市污染物的排放问题,也存在区域气候条件因素,以及周边区域的空气污染等。例如,北京 PM<sub>2.5</sub> 大约 30%~40%来自原始排放,20%~30%来自大气中的光化学转化,30%~40%来自于周边区域的协同贡献。除了降低城市自身的排放外,还需要协调区域产业生态

格局,改进城市生态基础设施,强化生态交通、生态代谢和生态健康技术。

2.生态物流系统原理。生态学原理的应用不是对自然生态的简单模仿,而是运用生态学的理论解释城市运行的机制和原理。生态物流研究的本质就是将物流科学、生态科学、环境科学相互融合,充分利用生态技术、环境技术和物流技术来实现城市物流配送活动。

(1)物流网络。物流网络由承担货物流动的线路和承担货物停顿的结点组成,物流网络体系是向客户供高效低耗物流服务的基础性系统。O'Kelly 于 1987 年首先提出了轴-辐式网络枢纽设施选址和网络设计模型,现已经成为运输配送、区域经济等研究的主流趋势。轴-辐式网络依据点轴开发理论,以大型物流枢纽站为轴、以辐射出去的线路和次级货运枢纽为辐,物流配送不再是点到点的直通式运输,而是先到达一个中间地点(配送节点),再通过转载,实现规模效益。

(2)协同共生。从本质上讲,自然、环境、资源、人口、经济与社会等要素之间存在着普遍的协同共生关系。协同学也称非平衡系统的自组织理论,用于研究系统各要素之间、要素与系统之间、系统与环境之间协调、同步、合作、互补关系,它最早由 H. Haken 于 20 世纪 60 年代提出。协同学理论包含三个基本原理与一个核心理论,即不稳定性原理、支配原理、序参量原理和自组织理论。现代物流的发展就是满足客户个性化需求,提高产品的服务时效,同时降低运营成本,这种整体效率提升单靠个体企业是无法完成的,必须依靠各个物流主体间的协同合作才能实现。

### (三)生态物流配送体系的构建

城市配送的基本要素包括货物需求、货运车辆、城市道路及货运交通管理。货物是配送的对象,车辆是配送的载体,道路是配送的基础和支撑,交通管理则是要保障系统高效运营的措施。随着我国 GDP 及居民收入的增长,近 10 年来货物运量、运输费用、社会消费品零售总额分别增长了 188.9%、283.3%和 346.3%,2013 年分别达到了 451 亿吨、5.4 万亿元和 23.4 万亿元<sup>[12]</sup>;近 3 年我国快递业务增速均达到 50%以上,2011 年快递业务量为 36.7 亿件、收入 757.9 亿元,2013 年的快递业务量达到了 91.9 亿件、收入达到 144.17 亿元<sup>[13]</sup>。满足城市货物需求的刚性增长,同时减少配送的道路占用、能源消耗、污染排放,就必须构建高效运营的生态共同配送系统。

1.配送网络体系。以车为本的增加道路供给的管理方式,不仅没能有效缓解城市的交通拥堵,还进一步促使了机动车辆的快速增长,减少道路绿地的同时增加了汽车尾气的排放;出于缓解交通压力的货车限行政策,根本无助于交通环境与货物需求的解决。城市共同配送的实施,必须有完善的共同配送网络体系,典型的轴-辐式三级共同配送网络体系如图 2 所示。它主要包括集散(物流、分拨)中心、(共同)配送中心、末端配送网点等。

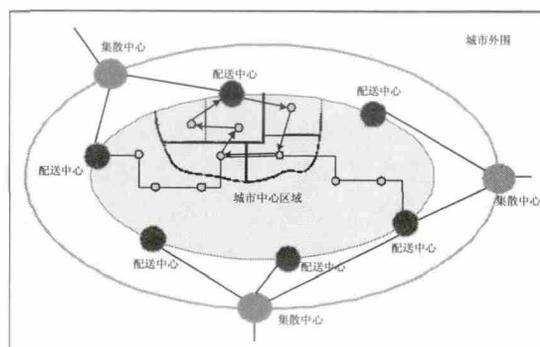


图 2 共同配送网络体系

(1)节点设置。目前,我国多数城市外围的货物集散中心多是由政府规划并由企业实施的,配送中心和末端配送网点则更多地是企业根据自身的业务投资建立的。中心区域配送节点的位置,一般是根据不同客户数量、不同商品流通频率,利用数据模型计算出其服务半径,以及道路交通环境、库房建设或租赁条件等来具体确定的。比如顺丰快递在二线城市多是以 7 公里为服务半径,每隔 7 公里设置一个分部,每个分部下再设若干个点部,为解决取货问题又在社区或校园内设置了“末梢配送点”。

货物流通中心也是欧洲及日本的货运交通政策制定时考虑的重要内容,甚至欧洲一些国家还将发展货物流通中心列入国家政策层面。与公共配送节点相比,企业自设节点的利用率往往不高,这不仅浪费了大量城市宝贵的土地资源,也不利于配送效率的提高。例如,我国连锁超市的 1 个配送中心,一般服务 20 个门店,需要 7~10 辆车;而典型的 1 个 7-11 共同配送中心,服务 70 个门店、仅用 4~5 辆车。从城市生态效率与效用角度来讲,如同公交车站式的公共配送节点的建立,在节约土地资源、满足配送需求等方面更为显著。

(2)货物流动。城市物流包括流入城市物流、流出城市物流及城市内部的物流。轴-辐式的多层次公共配送节点的设置最有利于流入城

市物流,而作为反向的流出城市的物流也正好解决了部分车辆返程的空载问题。市内众多零售门店需为分散顾客提供的配送服务,并且这些门店多集中于繁华街道、居民区和商业区,其货物流动可分两种情况,如若门店与配送服务对象同处于某一个节点服务范围,可直接配送或区域内班车式转载配送;终始点不在同区域的跨区配送服务,可通过反向物流将货物转至上层配送中心,然后由配送中心之间的班运来实现区域间的中转。

解决跨区配送服务的另一种途径,就是采用专线复合轴-辐网络,即在有条件的非枢纽站之间开辟如同公交车站式的公共配送节点及物流通道。公交式货运服务可有效解决搭载、返程、单向配送等诸多问题,比如孟买的达巴瓦拉快餐配送就是充分利用轨道交通干线、车站节点、自行车服务支线,优化运力资源提高配送的。但货物不像人一样能够自行移动,不论末端节点距离消费者多近,都需使用工具进行搬运或运输,那么公交站点的“换乘”、站点到终点“移动”还是必须面对的问题。

2.车辆与燃料。城市车辆主要分为客车与货车两大类,货运车辆是城市配送的载体。据中国能源统计年鉴、环境统计年报的数据显示,2012年全国交通运输消耗汽油3753.0万吨、柴油10727.0万吨,分别占我国汽柴油消耗总量的46.1%、63.2%;2012年全国机动车排放一氧化碳(CO)3471.7万吨、碳氢化合物(HC)438.2万吨、氮氧化物(NO<sub>x</sub>)640.0万吨、颗粒物(PM<sub>x</sub>)62.1万吨,其中汽车排放量分别占机动车排放量的82.5%、78.7%、91.1%和95.3%。2011年北京市交通运输管理局的城区货运调查报告,表明北京城市中心区日均运量为27.51万吨、日均车次数为9.97万次,其中四环路以内的日均运量占33.9%、日均车次数占75.3%。

(1)车辆选型。除建材、原料、燃料等特种车外,城市物流配送车辆主要是厢式货车、封闭式货车、三轮车和自行车等。依据我国《城市物流配送汽车选型技术要求》(GB/T 29912-2013),城市物流配送汽车主要指在城市市内从事货物运输(包括快件接送)服务的厢式货车和封闭式货车。以厢式货车为例,我们挑选了额定载重6505kg五十铃FTR、1900kg一汽小解放、670kg力帆丰顺,它们基本符合A、C、E车型要求,经过测算其单位容量(m<sup>3</sup>)的道路占用面积分别为2.05、4.74、10.47,而单位容量里程(m<sup>3</sup>·km)的CO<sub>2</sub>排放分别是11.77、21.25、33.18g;而用于物流配送的改装金杯面包车

的单位容量道路占用面积为16.71、单位容量里程的CO<sub>2</sub>排放是56.90kg。

一般来说,车辆尺寸越大容量也越大,单位占用道路面积、单位CO<sub>2</sub>排放量反而越小;但车辆容量、载重越大,加减速、拐弯等机动性也就越差,交通阻抗也就越大。结合城市交通货运政策,采用接力配送也就成了必然的选择,即重型货车只负责城市外围运输,城区配送则采用中型及以下货运车辆;末端节点至顾客的距离较短且多集中于社区内外,可选用轻微型货车甚至三轮车来完成;各级节点担负货物“中转换乘”功能。另外,由于三轮车在环保、便利等多方面具有明显的优势,尤其在公交式配送服务的站点至需求点间的“移动”,对其运营的管理应是引导规范而绝非禁止的管理方式则可能更为有效。

(2)清洁燃料。机动车辆的排放与燃料品质、发动机技术标准等有很大的关联。我国自2000年开始实行国I汽车排放标准,2012年北京市将燃料品质升级以配合同年实行的等同于欧5的国V排放标准。与无排放控制的车辆相比,一辆符合欧4标准轻型汽油车可以减少约98%的HC和CO排放;尽管欧4标准柴油车的HC和CO减排效果与汽油车相当,但两者的NO<sub>x</sub>和PM<sub>x</sub>排放水平有很大差距,比如欧5标准中汽油车NO<sub>x</sub>限值为0.06g/km、柴油车是0.18g/km(欧5标准制订的目标是消除汽柴油车辆排放差距)。《中国机动车污染防治年报2011》指出,2011年柴油车在中国机动车保有量中仅占17.4%,而柴油车排放了接近100%的机动车颗粒物和至少66%的氮氧化物。

我国2009年净进口原油1.99亿吨,首次超过进口依存度的警戒线(达到了51.29%),随后一直维持在50%的警戒线以上。解决我国能源和环境问题的一个重要措施就是发展新能源汽车,汽油、柴油、压缩天然气、电能车辆的CO<sub>2</sub>单位(g/km)排放为241.7、214.9、205.7、78.7,CO排放为0.90、0.65、0.73、0.10,SO<sub>2</sub>排放为0.28、0.41、0.24、0.69,碳氢氮氧化物为0.68、0.53、0.52、0.48,颗粒物为0.19、3.20、0.22、0。值得注意的是,纯电动汽车本身并不排放SO<sub>2</sub>与NO<sub>x</sub>,电厂排放与汽车排放又存在着时空的差异,对城市空气影响程度也就有所区别。

3.共同配送的组织。城市配送模式主要有自营配送、外包配送、共同配送等。生产或商贸企业自营配送是为本企业的生产经营提供配送服务,在企业规模较大、并将物流作为核心利益时多采用此种方式;外包配送(第三方物流企业配送)是社

会化、专业化的物流配送,其不仅是众多中小企业实施配送的首选,也是现代物流发展的趋势;而共同配送则是为降低配送成本,多个企业共同使用一个运输系统来进行配送,既可以是第三方配送也可以是多企业联合配送。

(1)共同配送。共同配送代表着未来城市配送的发展趋势,其在欧美及日本等发达地区应用广泛。对于北京低温食品的20亿零售市场,在共同配送运营模式下,营运车辆可由原有60家供应商的800辆降至5家物流商的400辆,单车装载率可提高50%、门店收货率可提高75%,冷链物流费用可由6%降至4%左右<sup>[14]</sup>。欧洲能源与交通总署、柏林参议院城市发展部发起的柏林市区“货运平台”,不仅改善了城市交通的机动性,还开创了城市物流配送的PPP(Public-Private-Partnership)运作模式。

企业间的不同合作方式形成了多种共同配送模式,比如由横向或纵向合作形成的横向共同配送、纵向共同配送模式。由于地区差异、城市特点的不同,共同配送的运营模式也不同,一般可以分为多对多(以同一行业为基础的共同配送)、多对一(以大型零售商或生产商为主导的共同配送)、一对多(以第三方物流企业为主导的共同配送)及末梢协作(以电子商务和快递业务为基础的末端“100米”共同配送)等多种模式。

(2)竞争共生。与自然生态系统一样,城市生态配送系统也是一个相互影响、相互的统一综合体,共同配送体系内各参与企业凭借自身的优势都具有特定的生态位。城市的共同配送是多主体、多企业合作的集合体,与生物群落十分相似,不同类型企业的竞争优势也不同,只有在合适的生态位上才能发挥最大的作用。竞争是促进生态系统演化的一种正反馈机制,它强调发展的效率、资源的合理利用,是社会进化过程中的生命力和催化剂;共生是维持生态系统稳定的一种负反馈机制,它强调发展的整体性、平稳性与和谐性,是社会冲突的缓冲力和磨合剂。

共同配送的核心是参与各方资源的共享,仓库、车辆、及进货与配送渠道的整合,不仅需要企业间互信互利、高效信息平台,还需要多种灵活的组织方式。不论是阿姆斯特丹的DHL移动配送中心、巴塞罗那的安静夜间配送,还是我国一些城市运营的货的、货运巴士,以及城区特点鲜明的三轮车配送,都获得了自我优势的生态位。伴随我国城市共同配送的试点城市推广,配送服务企业应快

速适应环境完成协同进化。

#### (四)结论

复合生态物流系统追求经济、环境、社会效益的统一,达到此目标需要硬件、软件、心件的相互配合。硬件指技术、设备的改进与创新,如新能源汽车的使用、RFID等信息技术的实施;软件指有关政策、标准的修订及城市综合规划等,如车辆排放标准、货车限行政策;心件是指思想、意识及行为的建设,包括人员素质、企业行为、公众参与等。鉴于城市管理者对城市配送管控、城市生态改善的主导性作用,地方政府应从政策引导、市场培育、运营监管等多方面入手,实现城市生态环境、绿色物流、和谐交通的复合生态目标。

#### [参考文献]

- [1] 王国文,王文博.城市物流:理论与政策若干思考[J].开放导报,2011,(5).
- [2] 欧开培,罗谷松,赖长强.物流配送车辆对广州城市交通的影响及对策研究[J].现代城市研究,2012,(4).
- [3] 刘治彦,岳晓燕,赵睿.我国城市交通拥堵成因与治理对策[J].城市发展研究,2011,(11).
- [4] 黄婧,郭新彪.交通相关空气污染的健康影响研究进展[J].中国环境科学,2014,(6).
- [5] 孙钰,杨雪杰.城市空气污染:灰与蓝的博弈[J].环境保护,2011,(16).
- [6] 肖加元,席鹏辉.跨省流域水资源生态补偿:政府主导到市场调节[J].贵州财经大学学报,2013,(2).
- [7] 李浩,沈毅,王新民.城市道路交通噪声污染经济损失及评估[J].西部交通科技,2013,(9).
- [8] 张迪,郭跃,陈雷.城市共同配送影响因素调查分析[J].物流技术,2012,(5).
- [9] 马世骏,王如松.社会-经济-自然复合生态系统[J].生态学报,1984,(1).
- [10] Agee JK, Johnson D R. Ecosystem Management for Park and Wilderness [M]. Seattle, Washington: University of Washington Press, 1988.
- [11] 王如松,李锋,韩宝龙,黄和平,尹科.城市复合生态及生态空间管理[J].生态学报,20014,(1).
- [12] 中国国家统计局.(2002~2013)中国统计年鉴[EB/OL]. <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj>,2014-04-21.
- [13] 中国邮政业.(2008~2013年)邮政行业发展统计公报[EB/OL]. <http://www.spb.gov.cn/xytj/tjxx>,2014-06-07.
- [14] 范云兵.城市配送模式探索[J].中国物流与采购,2014,(4).

[责任编辑:舒生]