

普通高等院校运输与物流专业规划教材

YUNSHU YU WULIU
XITONG GUIHUA

运输与物流

系统规划

王 勇 刘 永 / 编著



内容简介

本书在吸收国内外运输与物流系统规划的先进理论与方法的基础上,结合编者在运输与物流规划领域多年积累的实践经验的基础上,按照理论、方法及案例的知识框架与结构,对运输与物流系统规划的内容作了全面的分析和阐释,详细介绍了运输与物流规划的基本理论、物流运输网络规划、运输与物流体系规划、物流园区规划、物流配送管理、物流系统规划分析方法、现代物流运输与物流系统发展动态等内容。

本书全面、系统地阐述了运输与物流系统规划的基本理论与管理方法,每章附有案例分析便于读者理解和掌握各章的重要内容。

本书理论研究水平适中,提供的理论知识和管理方法兼顾了实用性和可操作性。本书可作为交通运输、物流工程、物流管理、工业工程等本科物流及相关专业教材,也可作为物流行业的管理人员、物流从业人员和研究人员的指导书。

图书在版编目(CIP)数据

运输与物流系统规划 / 王勇,刘永编著. —成都:
西南交通大学出版社, 2018.1
ISBN 978-7-5643-5989-8

I. ①运… II. ①王… ②刘… III. ①交通运输规划
②物流—系统规划 IV. ①U491.1②F252

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 320750 号

运输与物流系统规划

责任编辑 / 姜锡伟
王勇 刘永 / 编著 助理编辑 / 宋浩田
封面设计 / 墨创文化

西南交通大学出版社出版发行
(四川省成都市二环路北一段 111 号西南交通大学创新大厦 21 楼 610031)
发行部电话: 028-87600564 028-87600533
网址: <http://www.xnjdcbs.com>
印刷: 成都中铁二局永经堂印务有限责任公司

成品尺寸 185 mm × 260 mm
印张 11.75 字数 294 千
版次 2018 年 1 月第 1 版 印次 2018 年 1 月第 1 次

书号 ISBN 978-7-5643-5989-8
定价 32.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562



前 言

运输与物流系统规划是现代物流业的重要内容，其在国民经济发展中的地位和作用已得到各级政府、企业和学者的认可。如何科学合理地规划和设计各类物流系统已成为许多决策者需要面对的管理和实践问题。由于我国运输和物流业的发展起步较晚，相应理论研究成果及其实践积累不多，现代物流的理论体系尚未形成，现有理论难以指导我国运输与物流业发展的实践需要。同时，《国民经济第十三个五年规划纲要》中指出：要降低企业的物流成本，大力发展多式联运、甩挂运输和无车承运人等先进运输组织模式，提高物流效率，降低物流成本，并大力发展第三方物流，优化物流业发展的区域布局，支持物流园区、物流中心等物流功能集聚区有序发展。由此可见，运输与物流业的发展具有巨大的潜力和广阔的应用前景。为此，编者结合多年来参与国家和地方各类运输与物流研究项目，并结合教学实践的经验与积累，立足我国运输与物流发展的实践需求，围绕运输与物流教育发展的指导要求进行本书的编写工作。

本书的编写具有以下四个突出特点：一是理论与实践的结合，本书每章节中或章节后附有相应的案例分析，着重考查学生对本章节内容的深入理解，并应用所学的管理知识解决案例中的问题，从而使学生能将理论知识学以致用；二是注重实用，本书内容借鉴了国内外大量经典物流教材的编写理念，在物流运输网络规划和物流园区规划等内容的编写上进行了创新，力求构建面向实际应用的理论方法；三是结构合理，本书内容结构体系充分反映了我国当前情形下运输与物流发展的需要，并注重将传统的基础理论和先进的管理思想相结合；四是有前瞻性，本书系统介绍了地下物流运输系统、第四方物流、绿色物流和物流生态圈等内容，该部分内容可拓宽读者的视野，加深读者对城市未来先进运输与物流系统发展的认识。

全书共七章内容，第一章系统介绍了运输与物流系统规划的基本理论，总体梳理了运输与物流系统规划的理论基础与模型方法；第二章介绍了物流运输网络规划

的内容和步骤、建模方法、共同配送网络、设施选址类型及应用；第三章从宏观层面详细阐述了运输与物流体系规划中涉及的物流运输通道规划、物流运输空间布局规划、物流信息平台设计以及装卸搬运物流管理规划等；第四章从微观层面系统阐述了物流园区规划所涉及的物流园区规划定位、物流园区道路网络设计和物流园区布局规划等内容；第五章和第六章系统介绍了物流配送管理和物流系统规划分析方法的内容；第七章从物流信息化和全球化的视角出发，阐释了现代运输与物流系统的发展动态。

全书由王勇负责统稿，各章的撰写分工如下：王勇和张霜露编写了第一章；彭首国完成了第二章的编写工作；刘永、王勇和陈文竹编写了第三章、第四章；黄秋彬和黄思奇编写了第五章；袁滢滢和刘永完成了第六章的编写，王勇和张杰编写了第七章。

本书在编写过程中，参阅了大量的相关著作、论文及资料，已将引用的主要文献列于书后的参考文献中，如有遗漏，恳请谅解。在此对文献作者表示衷心的感谢！本书得到了国家自然科学基金——生鲜农产品冷链多中心共同配送收益分配优化研究（71402011），基于负效应极小化目标的城市交通能源供应网络系统优化与管理（71471024），中国博士后科学基金特别资助项目（2017T100692）和面上项目一等资助（2016M600735）以及重庆市教委人文社科重点项目——二级设施物流配送网络联盟稳定性优化机制研究（17SKG067）的资助。本书的出版得到重庆交通大学管理科学与工程博士点基金项目的大力支持，在此一并表示最诚挚的感谢！

由于编者水平有限，书中的疏漏与不足之处在所难免，敬请各位专家学者以及广大读者批评指正，以便今后做进一步的修改和完善。

编者
2017年9月

目 录

1 运输与物流系统规划基本理论	1
1.1 运输系统概述	1
1.2 物流系统概述	4
1.3 运输与物流系统的要素和结构	8
1.4 物流系统规划的原则、内容和步骤	12
1.5 运输与物流系统规划的基本方法	18
2 物流运输网络规划	24
2.1 物流运输网络概述	24
2.2 物流运输网络规划的内容和步骤	27
2.3 物流运输网络数据收集及应用	29
2.4 物流运输网络建模方法	33
2.5 物流共同配送网络	35
2.6 物流设施选址类型及应用	38
3 运输与物流体系规划	48
3.1 运输与物流发展定位	48
3.2 物流运输通道规划	49
3.3 物流运输空间布局规划	54
3.4 物流信息平台规划	57
3.5 装卸搬运物流管理规划	64
3.6 运输与物流发展保障体系	68
4 物流园区规划	77
4.1 物流园区的概念和功能	77
4.2 物流园区规划的基本原理	79
4.3 物流园区规划定位	82
4.4 物流园区道路网络规划	86
4.5 物流园区布局规划	90
4.6 物流园区运作规划保障措施	93

5	物流配送管理	100
5.1	物流配送概述	100
5.2	物流配送流程和方法	109
5.3	配送合理化	113
6	物流系统规划分析方法	120
6.1	物流系统规划分析概述	120
6.2	物流系统规划优化方法	123
6.3	物流系统规划仿真方法	130
7	现代运输与物流系统发展动态	140
7.1	现代运输与物流系统发展趋势	140
7.2	地下物流运输系统规划	143
7.3	第四方物流	148
7.4	绿色物流	154
7.5	电子商务物流	161
7.6	物流生态圈建设	168
	参考文献	178

1 运输与物流系统规划基本理论



本章学习目标

1. 理解运输与物流的基本概念、特点和分类。
2. 从系统论角度掌握运输与物流的要素和结构。
3. 掌握物流系统规划的原则、内容和步骤。
4. 了解运输与物流系统规划的基本方法。

1.1 运输系统概述

1.1.1 运输系统的概念

在现代物流过程中，运输是实现物品空间效用的主要手段，已成为现代物流的主要功能要素。中华人民共和国国家标准《物流术语》(GB/T 18354—2006)对运输的定义是：用专用设备将物品从一个地点向另一地点运送，其中包括集货、分配、搬运、中转、装入、卸下、分散等一系列操作。

运输是人和物的载运及输送，是在不同空间、不同地点使运输主体发生位移，以达到改变物品的空间位置目的的活动。运输作为社会生产力的有机组成部分，主要是通过完成社会物品的流转表现出来的。现代运输的发展一般可划分为五个阶段，即水上运输阶段（从原始社会到19世纪20年代），铁路运输阶段（19世纪30年代到20世纪30年代），公路、航空和管道运输阶段（20世纪30年代到50年代），综合运输阶段（20世纪50年代以后），集装箱运输阶段（20世纪50年代中叶以后）。随着运输的发展，各地之间、各个国家乃至世界范围内的联系越来越紧密，人流、物流日益深化。

系统是由相互联系和相互作用的若干要素组成的具有特定结构和功能的有机整体。参考系统的定义，我们认为运输系统是由运输诸要素组成的、各要素间相互联系并使运输功能合理化的整体。换句话说，运输系统就是在一定的时间和空间内，由运输过程所需的基础设施、运输工具和运输参与者等若干动态要素相互作用、相互依赖和相互制约所构成的具有特定运输功能的有机整体。构成运输系统的要素主要有基础设施、运输工具和运输参与者。

1.1.2 运输系统的特征

物流运输系统不仅具有一般系统所共有的特征，即整体性、目的性、相关性、层次性、

动态性和环境适应性，还同时具有其自身显著的特征。

1. 运输服务可以通过多种运输方式实现

各种运输方式对应各自的技术特性，有不同的运输单位、运输时间和运输成本，因而形成了各运输方式不同的服务质量。也就是说，运输服务的利用者，可以根据货物的性质、大小、所要求的运输时间、所能负担的运输成本等条件来选择相适应的运输方式，或者合理运用多种运输方式，实行联合运输。

2. 运输服务可分为自用型和营业型两种形态

自用型运输是指企业自己拥有运输工具，并且自己承担运输责任，从事货物运输的活动。自用型运输多限于货车运输，部分水路运输中也有这种情况，但数量很少。而航空、铁路这种需要巨大投资的运输方式，自用型运输难以开展。与自用型运输相对的是营业型运输，即以运输服务作为经营对象，为他人提供运输服务。营业型运输在公路、铁路、水路、航空等运输业中广泛开展。对于一般企业来讲，可以在自用型和营业型运输中进行选择，当前的趋势是企业逐渐从自用型向营业型运输方式进行转化。

3. 运输存在着实际运输和利用运输两种形式

实际运输是实际利用运输手段进行运输，完成商品在空间上的移动。利用运输是运输业者自己不直接从事商品运输，而是把运输服务再委托给实际运输商进行，也就是说，运输业者即使自己不拥有运输工具也能开展运输业务，通过协调、结合多种不同的运输机构来提供运输服务。这种利用运输的代表就是代理型运输业者。

4. 运输服务业竞争激烈

运输业者不仅在各自的行业内开展相互竞争，而且还与运输方式相异的其他运输企业开展竞争。虽然各运输方式都存在着一些与其特性相适应的不同的运输对象，但是，也存在着很多各种运输方式都适合承运的货物，这类货物的运输就形成了不同运输手段、不同运输业者之间的相互竞争关系。

5. 运输系统的现代化趋势

所谓运输系统的现代化，就是采用当代先进适用的科学技术和运输设备，运用现代管理科学，协调运输系统各构成要素之间的关系，达到充分发挥运输功能的目的。运输系统的现代化也促使运输系统结构发生根本性的改变，表现在：

- ① 由单一的运输系统结构转向多种方式联合运输的系统结构，如汽车—船舶—汽车、汽车—火车—汽车、船舶（港口）—火车（站场）—汽车（集散场）等不同的联合运输系统；
- ② 建立了适用于矿石、石油、肥料、煤炭等大宗货物的专用运输系统；
- ③ 集包装、装卸、运输一体化，使运输系统向托盘化与集装箱化的方向发展；
- ④ 顺应全球经济发展的需要，一些发达国家陆续开发了一些新的运输系统，如铁路传送带运输机械、筒状容器管道系统、城市中无人操作收发货物系统等。

1.1.3 运输方式的分类

1. 铁路运输

铁路运输（Railway Transportation）是使用铁路设备、设施运送客货的一种运输方式。铁路货物运输可分为车皮运输和集装箱运输，主要承担长距离、大批量的原材料（如煤、原木、化工品）和价值低的制成品（如食品、纸张、木制品）的运输。在没有水运条件的地区，几乎所有大批量货物都是依靠铁路进行运输的，其在干线运输中起主力作用。

铁路货物运输的优点主要表现在：① 适应性强。铁路运输是在自己的专用轨道上进行的，受自然条件限制少，具有较高的连续性和可靠性。② 运载量大。铁路运输依靠大功率机车牵引，可以运送大批量物品。③ 速度快。在长距离运输中送达速度仅次于航空运输（但在过短距离时，不及公路运输）。④ 安全程度高。在不同运输方式中，按所完成的货物量计算的事故率，铁路运输是最低的。⑤ 能耗小、污染少。铁路运输在轨道上行驶，接触面积较小，行驶阻力较小，能耗较少；铁路运输特别是电气化铁路，对环境和生态平衡的影响程度较小。但是，铁路运输也有不足之处，由于铁路轨道的建设是固定的，运输只能在固定线路上实现，所以需要与其他运输方式配合和衔接，而在衔接的过程中会出现很多不便，如运输速度减缓、装卸时货物损失等。一般认为，铁路运输的经济里程在 200 km 以上。

2. 水路运输

水路运输（Waterway Transportation）是使用船舶在通航水道中进行客货运输的一种运输方式，简称水运。水路货物运输可分为内河运输、沿海运输、近海运输和远洋运输，主要承担大批量、长距离的运输，是在干线运输中起主力作用的运输形式。在内河及沿海，也常使用小型水运运输工具，担任补充及衔接大批量干线运输的任务。

水路货物运输的优点主要表现在：① 运载量大、运输成本低。船舶的运载量大，运输里程远，路途运行费用低。② 投资较少。水路运输利用天然航道，投资节省。③ 劳动生产率高。水路运输因运输能力大，所以劳动生产率较高。但是，水运也有显而易见的缺点，主要是运输速度慢，受港口、水位、季节和气候影响较大，一年中中断运输的时间较长，且必须靠其他运输手段加以配合和衔接。

3. 公路运输

公路运输（Highway Transportation）是使用公路设备、设施运送客货的一种运输方式，在整个运输领域中尤其是在国内运输领域中占有非常重要的地位。公路运输主要承担近距离和小批量的货运和水运、铁路运输难以到达地区的长途、大批量货运，以及铁路、水运优势难以发挥的短途运输。

公路货物运输的优点主要表现在：① 灵活性强，实现“门到门”运输。汽车不仅是其他运输方式的接运工具，还可以直达运输，不需转运或反复装卸搬运。② 投资少，资金周转快。公路建设期短，原始投资回收期短。③ 受自然条件限制小。由于灵活方便、送达速度快，且对不同的自然条件适应性较强，汽车运输有利于保持货物运输质量。但是，公路运输也有一定的局限性，如载重量小，不适宜装载重件、大件货物，不适宜走长途运输；车辆运行中震

动较大，易造成货损事故。公路运输的经济半径一般在 200 km 以内。

4. 航空运输

航空运输（Airline Transportation）是使用飞机运送客货的一种运输方式。航空运输的单位成本很高，因而主要适合运载的物品有两类：一类是价值高、运费承担能力很强的货物，如贵重设备的零部件、高档产品等；另一类是紧急需要的物品，如救灾抢险物品等。

航空货物运输的优点主要表现在：① 速度快。航空运输是速度最快的运输方式。② 灵活性强。航空运输不受地形、地貌、山川、河流的阻碍，对于交通不发达地区或在自然灾害的紧急救援中，均可采用飞机空投方式。③ 安全程度较高。航空运输平稳、安全，货物在运输中受到的震动、撞击等均小于其他运输方式。④ 航空运输建设周期较短，回收快。航空运输建设主要包括飞机、机场和其他辅助保障设施。一般来说，修建机场比修建铁路的周期短，投资回收快。但是，航空运输的缺点是运输成本、运费高，载运量小。

5. 管道运输

管道运输（Pipe Transportation）是利用管道输送气体、液体和粉状固体的一种运输方式。其机理是运输物品在管道内顺着压力方向不断流动，以实现输送目的。管道运输与其他运输方式最大的不同是：管道设备是静止不动的，管道既是运输工具，又是运输通道，驱动方式是用机泵给货物以压能，使物品本身连续不断地被运送。管道运输适合于石油及其制品、天然气、煤气以及生产用水和民用水等流体货物的运输。

管道运输的优点主要表现在：① 载运量大。管道运输能够进行不间断的输送，输送连续性强，不产生空驶，运输量大。② 管道运输建设工程比较单一。管道占用土地少，建设周期短，回收快。③ 损耗少。由于采用密封设备，在运输过程中可避免散失、丢失等损耗，也不存在其他运输设备本身在运输过程中消耗动力所形成的无效运输问题。④ 污染少。管道运输不产生噪声，货物漏失污染少；不受气候影响，可以长期安全、稳定地运行。但是，管道运输本身工程结构上的特点，决定了其使用范围的局限性。管道运输适于长期定向、定点输送，如果输量范围较窄，输量变换幅度过大，管道的优越性则难以发挥。

1.2 物流系统概述

1.2.1 物流系统的概念

在全球经济一体化的进程中，物流是现代社会赖以存在的基本经济活动之一，被喻为“第三利润源泉”，并已成为当前企业“最重要的竞争领域”。所谓物流系统，是指由各个相关要素有机结合而成的，提供高质量的物流服务的一个整体。它将一定时间和空间范围内的物流活动或过程当作一个整体来看待，用系统的观点来进行分析和研究。

一般认为，物流系统由物流作业系统和物流信息系统两个分系统组成。

物流作业系统包括包装系统、装卸搬运系统、运输系统、储存系统、流体加工系统等子系统。各子系统由下一级的更小的子系统组成。例如，运输系统又可分成铁路运输系统、公路运输系统、空运系统、水路运输系统。物流作业系统通过在运输、保管、包装、搬运、流通加工等作业过程中使用各种先进技术，使生产据点、物流据点、配送路线、运输手段等资源实现网络化，可以大幅度提高物流活动的效率。

物流信息系统包括情报系统、管理系统等子系统。物流信息系统在保证订货、进货、库存、出货、配送等环节信息畅通的基础上，使通信据点、通信线路、通信手段实现网络化，也可以大大提高物流作业系统的效率。

1.2.2 物流系统的特征

1. 物流系统是一个动态系统

它和生产系统的一个重要区别在于：生产系统按照固定的产品、固定的生产方式，连续或不连续地生产，变化较少，系统稳定的时间较长；而物流活动是受到社会生产和社会需求的广泛制约的，连接着多个生产企业和顾客，需求、供应、价格、渠道的变动，都随时随地影响着物流，所以物流系统是一个稳定性较差而动态性较强的系统。为使物流系统更好地运行以适应不断变化的社会环境，必须对其进行不断的完善和调整，有时甚至需要重新设计整个物流系统。

2. 物流系统是一个可分系统

在整个社会再生产的循环过程中，物流系统只是流通系统的一个子系统，它必然会受到流通系统，乃至整个社会经济系统的制约。而物流系统本身又可以再细分为若干个相互联系的子系统，系统与子系统之间都存在着总的目标、总的费用、总的效果以及时间空间、资源利用等方面的相互联系。对特定物流系统所分子系统的多少和层次的阶数，是随着人们对物流系统的认识和研究深入而不断扩充的。

3. 物流系统是一个大跨度的系统

物流系统是一个大跨度系统反映在两个方面：一是地域跨度大；二是时间跨度大，即时空的跨度大。随着国际分工的不断发展，国际间企业的交往越来越频繁，提供大时空跨度的物流活动将会成为物流企业的主要任务。物流系统的大跨度使管理难度加大。

4. 物流系统具有复杂性

物流系统构成要素的复杂性带来了物流系统的复杂性。首先，物流系统的对象是物质产品，品种繁多，数量庞大，既包括生产资料、生活资料，又包括废旧废弃物品，涵盖了全社会的物质资料。其次，物流系统的主体是人，就从事物流活动的人来看，需要数以百万计的庞大队伍。同时，物流系统要素之间的复杂关系也增加了物流系统本身的复杂性。

5. 物流系统内广泛存在“效益背反”现象

在物流系统中，任何物流活动都由储存保管、运输配送、装卸搬运、包装、流通加工、信息服务六个基本活动（基本要素）构成，它们承担不同的任务和使命。要素之间的冲突容易带来物流的局部最优、整体次优的问题，与现代物流的内涵相矛盾。理论研究和实践活动揭示，这六项基本活动之间广泛存在“效益背反”（Trade off）关系。

《物流术语》（GB/T 18354—2006）对效益背反的解释是：一种物流活动的高成本，会因另一种物流活动成本的降低或效益的提高而抵消的相互作用关系。主要表现为构成物流成本的各个环节费用之间的制约关系和物流服务与物流成本之间的制约关系：① 物流基本活动之间的成本冲突，即某一活动要想降低成本，其他相关活动就不得不提高成本。例如，减少库存量可以减少企业的仓储费用，但为了避免产品脱销，就不得不提高补充库存的频率，增加运输配送次数，从而增加企业的运输配送成本。② 服务水平和成本之间的冲突，即提高物流系统的服务水平往往要增加物流成本。例如，小批量多频率的运输配送服务，会带来相应活动成本的上升，这与提高效益相冲突。

1.2.3 物流系统分类

虽然不同领域的物流存在着相同的基本要素，然而由于不同领域物流的对象、目的、范围和范畴的差异，物流系统的分类有着不同的方法和标准。为便于研究，下面从物流系统的性质、空间范围、空间位置、源点与流向及其物流作用等不同角度进行分类。

1. 按照物流系统的性质分类

（1）社会物流。社会物流是以全社会为范畴、面向广大用户的物流，它涉及在商品流通领域发生的所有物流活动，具有宏观性和广泛性，因此也被称为宏观物流。由于社会物流对国民经济的发展产生重大影响，因此社会物流是物流的主要研究对象。

（2）行业物流。在一个行业内发生的物流活动被称为行业物流。一般情况下同一行业的各个企业在经营上是竞争对手，但为了共同的利益，在物流领域却又相互协作，共同促进行业物流的合理化。

（3）企业物流。企业物流是指在企业经营范围内由生产或服务活动所形成的物流系统。企业作为现代社会中重要的经济实体，是为社会提供产品和服务的，是物流活动存在的根本。

2. 按照物流活动的空间范围分类

（1）城市物流。城市物流是指物品在城市内部或在城市内部与城市郊区之间的实体流动。城市是从物资生产、商品贸易等活动的集中地，而且也是大量废弃物的产生地。

（2）区域物流。区域物流有狭义和广义之分，狭义的区域物流指在一个国家之内一定经济区域范围内的物流；广义的区域物流超出了一个国家的范围，是在由若干个政治、经济、文化等具有某些共性的国家所建立的自由贸易区内发生的物流。

（3）国际物流。国际物流是不同国家之间的物流。国际贸易和跨国企业的迅速发展已经让国际物流成为现代物流系统中的重要物流分支。

3. 按照物流所起作用分类

(1) 供应物流。生产企业、流通企业或消费者购入原材料、零部件或产成品的物流过程称为供应物流，也就是物资生产者、持有者到使用者之间的物流。

(2) 生产物流。生产物流包括从原材料的购进入库开始到产成品的发送出去为止的物流活动的全过程。

(3) 销售物流。生产企业或流通企业售出产品或商品的物流过程被称为销售物流，也是指物资的生产者或持有者与用户或消费者之间的物流。

(4) 回收物流与废弃物物流。对某些物资的回收和再加工过程形成了回收物流；对商品的生产 and 流通系统中产生的废弃物的处理过程形成了废弃物物流。

4. 按照物流的源点与流向分类

(1) 正向物流。正向物流也就是一般意义上所说的物流，是指物品从供应地到接收地的实体流动过程，根据实际需要将运输、储存、装卸搬运、包装、流通加工、配送、信息处理等基本功能实施有机结合。

(2) 逆向物流。逆向物流是与正向物流相对的物流过程，是一种包含了产品退回、物料替代、物品再利用、废弃物处理、修理和再制造等流程的物流活动。逆向物流不仅是实现社会可持续发展的重要手段之一，还可以让企业获得非常可观的经济效益。

5. 按照物流活动的空间位置分类

(1) 地下物流。地下物流主要发生在城市，所以具体称之为城市地下物流，就是将城外的货物通过各种运输方式运到位于城市边缘的机场、公路或铁路货车站、物流园区等，经处理后由地下物流网络配送到各个终端的物流过程。城市地下物流是一种能够有效缓解日益严峻的城市交通问题的新型物流方式。

(2) 地上物流。由于一般意义上的物流，其基础设施、设备以及物流活动主要存在或发生于地面之上，所以称之为地上物流。

1.2.4 物流系统的目标

物流系统以有效的低物流成本向顾客提供优质物流服务作为其目标，可以用“6S”和“7R”来进行具体描述。

1. “6S”目标

(1) 服务性 (Service): 在为客户服务方面，要求不出现缺货、货物损失和丢失等现象，且服务费用便宜。

(2) 快捷性 (Speed): 要求把货物按照客户指定的地点和时间及时送达。因此，可以把物流设施建在供给地区附近，或者利用有效的运输工具和合理的配送计划等手段。

(3) 安全性 (Safety): 尽量保证货物在运输途中的安全，装卸、搬运过程中的安全和保管阶段的安全；尽可能地减少客户的订货断档问题。

(4) 有效利用面积和空间 (Space Saving): 虽然中国土地费用比较低, 但也在不断上涨。因此, 必须充分考虑对空间的有效利用, 特别是对城市市区面积的有效利用, 逐步发展立体化设施, 配备有关物流机械等。

(5) 规模适当化 (Scale Optimization): 应该考虑物流设施的设置是集中还是分散, 如何更恰当; 机械化与自动化程度如何合理把握; 信息系统的集中化所要求的电子计算机等设备如何利用等。

(6) 库存控制 (Stock Control): 库存过多则需要更多的保管场所, 而且会产生库存资金积压, 造成浪费。因此, 必须按照生产与流通的需求变化对库存进行控制。

上述物流系统化的目标简称为“6S”, 要发挥以上物流系统化的作用, 就要进行研究, 把从生产到消费过程的货物量作为一贯流动的物流量看待, 依靠缩短物流路线, 使物流作业更加合理化、现代化, 从而降低总成本。

2. “7R” 目标

美国密歇根大学的斯麦基教授倡导的物流系统的目标由“7R”组成, 即 Right Quality (优良的质量)、Right Quantity (合适的数量)、Right Time (适当的时间)、Right Place (恰当的场所)、Right Impression (良好的印象)、Right Price (适宜的价格) 和 Right Commodity (适宜的商品)。

1.3 运输与物流系统的要素和结构

1.3.1 运输与物流系统的要素

构成运输与物流系统的要素因满足不同的运输与物流服务需求而有所不同。但运输与物流系统的组成一般包括物流中心、配送中心、客户、货物、车辆、配送网络、约束条件和目标函数等要素。

1. 物流中心

物流中心是在运输与物流系统中处于枢纽或重要地位, 且具有较完整的物流环节, 并能将物流集散、包装、仓库、中转、加工、配送、信息和控制等功能实现一体化运作的物流据点。物流中心的位置可以是确定的, 也可以是不确定的, 其供应的货物品种可能有一种, 也可能有多种。一般物流中心是作为高于配送中心级别的设施形象参与问题研究的。

2. 配送中心

配送中心是将集货、分货、中转、配货、配装、送货等多种服务功能融为一体的物流据点。在运输与物流系统中, 配送中心的数量可以只有一个, 也可以有多个; 配送中心的位置可以是确定的, 也可以是不确定的。在本书的研究中, 配送中心是作为低于物流中心级别的设施形象参与问题研究的。

3. 客户

客户包括零售商店、超市等。客户的属性包括客户的地理属性、客户所处位置的交通条件、客户需求货物的数量、需求货物的时间窗、需求货物的次数等。

在运输与物流系统中，一般用二维变量来表示客户的地理属性和表示客户与配送中心或物流中心的相对位置，进而将具有类似地理属性的客户作为是否合并为同一聚类单元的必要条件。此外，一般应用模糊指标评价客户所处位置的交通条件，具有类似交通条件属性的客户也作为是否合并为同一聚类单元的必要条件。

单一客户的需求（或供应）货物的数量可能大于车辆的最大装载量，也可能小于车辆的最大装载量。客户需求（或供应）货物的时间，是指要求货物送到（或取走）的时间，对配送时间的要求可以分为以下几种情况：① 无时间窗要求；② 硬时间窗要求：要求在指定的时间窗内完成配送任务；③ 软时间窗要求：有时间窗限制，但可以不遵守时间窗，如果不遵守则要给予一定的惩罚。

对于客户需求（或供应）货物的次数可能仅有一次，也可能为多次，即需要多次配送服务，多次配送服务可以由一辆车提供，也可以由多辆车来完成。

4. 货物

货物是配送的对象。可将每个客户需求的货物看成一批货物，每批次货物都包括货物名称、包装类型、货物重量、体积、要求送到（或取走）的时间和地点、能否分批配送等属性。

货物的商品名称和包装类型，是选用配送车辆类型以及决定何种货物可与其同车配送的依据。货物的重量和体积用于决定车辆的装载决策，当单一客户的需求（或供应）货物量或体积超过配送车辆的最大装载重量或容积时，则该客户将需要大型车辆（装载量和容积满足需求）或多台车辆完成配送。货物送到（或取走）的时间和地点是制定车辆配送线路的依据，而允许货物拆分配送，是指即使客户的需求量在一辆车的装载量以内，客户的需求货物也可以用多辆车拆分送到（或取走）。

5. 车辆

车辆是运输与物流系统中货物的运输工具，其包括的主要属性为：车辆类型、装载量，单次配送的最大行驶距离、车辆的出发地及完成任务后的返回地等。

车辆类型有专用车辆和通用车辆之分，专用车辆是用于转运一些特殊性质的货物，如冷链食品、低温药品等，而通用车辆则适用于装运大多数普通货物。车辆的装载量是指单车的最大装载重量和最大装载容积，此外，车辆的装载量可以相同，也可以不同。对单车单次配送的形式距离要求可分为以下几种情况：① 无运输距离限制；② 有运输距离限制；③ 有运输距离限制，但如果不遵守此限制，需要额外支付费用。

车辆配送前的出发地可以在物流中心、配送中心或停车场，而车辆完成配送任务后，可以返回出发地，也可以停放在任何的配送中心、物流中心或停车场，其中，完成配送任务后返回出发地属于封闭车辆路线问题，不返回出发地则属于开放车辆路线问题。

6. 配送网络

配送网络是由物流中心、配送中心、客户，以及物流中心与客户之间、配送中心与客户之间、两两客户之间的路径组成，路径的属性包括方向和距离等。

7. 约束条件

运输与物流系统优化问题应满足的约束条件主要包括：

- ① 满足所有客户对物流中心和配送中心在位置和数量方面的要求；
- ② 区域划分后，满足所有客户在物流中心和配送中心的现有运力范围内；
- ③ 在物流中心和配送中心各自的配送范围内，满足客户对货物品种、规格和数量的要求，满足货物配送时间窗的限制；
- ④ 单车配送过程中的实际载货量不能超过车辆的最大允许装载量；
- ⑤ 在各级设施的配送区域内，满足所有配送线路中送到（或取走）的货物量之和等于该配送区域内总的需求量（或供应量）。

8. 目标函数

对基于运输与物流系统优化问题的各阶段，可以只选取一个目标，也可以选用多个目标。经常选用的目标函数主要有：

- ① 设施选址位置合理，数量最优。在运输与物流系统优化问题中，选址位置设置和数量选取，对运输与物流系统优化将有较大影响，因此，它是进行运输与物流系统优化的首要目标。
- ② 综合费用最低。降低综合费用是实现运输与物流系统优化的基本要求。在配送区域划分阶段，相关费用包括：设施建设费用、运营费用、车辆维护和行驶费用等。
- ③ 配送总里程最短。配送里程与车辆的耗油量、车辆的维护费用等直接相关，并且它也决定着运输的成本，因此，确定配送线路时，此指标较为常用。
- ④ 平均装载率最合理。该目标要求充分利用车辆的装载能力，使运输过程中的平均装载率最高。
- ⑤ 车辆的使用数量最小。该目标要求使用较少的车辆完成配送任务。

1.3.2 运输与物流系统的结构

运输与物流系统的要素可组成的结构类型很多，比如运输与物流系统的流动结构、功能结构、供应链物流结构、治理结构、网络结构以及产业结构等等。但是从运输与物流系统的规划角度来讲，运输与物流系统的功能结构和网络结构尤为重要。

1. 运输与物流系统的功能结构

运输与物流系统的功能要素包括运输、仓储、搬运装卸、流通加工、包装、配送、信息处理等。这些功能要素之间相互联系、相互作用，它们的组合方式以及时空关系的表现形式形成了物流系统的功能结构。

在运输与物流系统的功能结构中，运输与仓储是重要的支撑要素，因为运输创造了“物”

的空间价值，仓储创造了“物”的时间价值，而这两种价值是物流服务价值的核心部分。搬运装卸功能伴随运输方式或运输工具的变化、物流作业功能之间的转换而产生；包装、流通加工、配送功能是在流通过程中发生的，但并不是每个物流系统必需的。因此，运输与物流系统的功能结构取决于生产、流通的模式，衡量其是否合理的标准是能否以最低的成本满足生产与流通的需要，而不是功能要素是否完备。

2. 运输与物流系统的网络结构

任何运输与物流系统均可抽象成采用不同类型的网络（简称物流网络）来表达。根据物流网络的结构类型特点，物流网络可有许多划分标准。可将物流网络划分为社会物流网络和企业物流网络。

社会物流网络指从区域公共物流系统抽象而成的物流网络，如长江集装箱物流网络、铁路快速货运网络和社会灾难应急救援物流网络等。

企业物流网络指从企业物流系统抽象而成的物流网络，如汽车企业的生产物流网络、啤酒厂的分销网络、热电厂的煤炭供应物流网络等。

从网络结构看，一个网络由线路和点组成。这里将社会物流网络中的点用“结点”来表示，而对于企业物流网络中的点用“节点”来表示。在空间形式上，“节点”可设置在“结点”内部。

企业物流系统的网络结构采用两种基本形式，即一种是直送形式，另一种是经过物流节点的形式，其他形式都是这两种基本形式的组合。

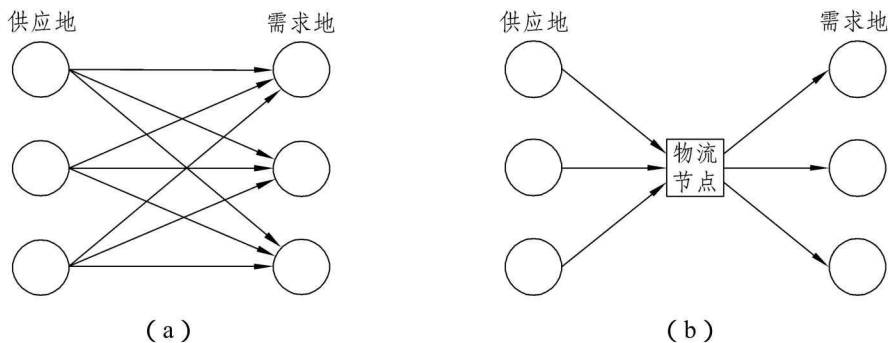


图 1.1 企业物流系统的两类网络结构

图 1.1 (a) 是从多个供应地向多个需求地的直送形式。直送的特点是环节少、效率高、节约物流节点的建设运营成本，但运输成本高，服务辐射范围非常有限。图 1.1 (b) 是供应地经过物流节点处理后配送到多个需求地，是物流网络结构的主要形式，其衍生的结构形式有单中心多层次网络结构和多中心多层次网络结构等较为复杂的形式。

(1) 单中心多层次网络结构。

单中心多层次的物流网络结构是由若干个配送中心和一个物流中心组成。其中，配送中心覆盖了所有相关集货和送货的区域，同时又与一个物流中心相连。在这种网络结构中，货物既可以通过由物流中心到配送中心的方式到达客户，也可以直接由供应地的配送中心到需求地的配送中心而不通过物流中心的转运。