



公共必修课

主编◎李念祖

物流

运筹学基础

BASIS OF LOGISTICS OPERATIONAL RESEARCH

中国物资出版社

教育部立项推荐

高等职业教育物流管理专业紧缺人才培养指导方案配套教材

物流运筹学基础

主 编 李念祖

中国物资出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

物流运筹学基础/李念祖主编. —北京: 中国物资出版社, 2006. 2

教育部立项推荐高等职业教育物流管理专业紧缺人才培养指导方案配套教材

ISBN 7 - 5047 - 2460 - 2

I. 物… II. 李… III. 物流—物资管理—高等学校: 技术学校—教材
IV. F252

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 147228 号

责任编辑 沈兴龙

责任印制 沈兴龙

责任校对 孙会香

中国物资出版社出版

网址: <http://www.clph.cn>

社址: 北京市西城区月坛北街 25 号

电话: (010) 68589540 邮政编码: 100834

全国新华书店经销

中国农业出版社印刷厂印刷

开本: 787 × 980mm 1/16 印张: 22.5 字数: 347 千字

2006 年 2 月第 1 版 2006 年 2 月第 1 次印刷

书号: ISBN 7 - 5047 - 2460 - 2/F · 0971

印数: 0001—5000 册

定价: 33.00 元

(图书出现印装质量问题, 本社负责调换)

**教育部立项推荐高等职业教育和中等职业学校
物流管理专业紧缺人才培养
指导方案配套教材编审委员会**

顾	问	吴润涛	中国物流资深专家
主	任	委	员
		牟惟仲	中国物流专家
			中国物流技术协会会长
			中国物流学会副会长
副	主	任	委
		员	徐天亮
			中国物流技术协会副会长
			华中科技大学管理学院 教授
		谢德华	教育部职业技术教育物流教学指导委员会副主任
			中国拆船协会副会长
			中国物流技术协会副秘书长
			中国物流与采购联合会、中国物流学会常务理事
		周建亚	武汉商贸学院物流学院院长 教授
		黄中鼎	上海市第二工业大学经管学院院长 教授
		薛 威	天津交通职业技术学院主任 副教授
		阎子刚	广东交通职业技术学院 副教授
		霍 红	哈尔滨商业大学 教授
			物流师职业资格认证专家委员会委员
		沈兴龙	中国物资出版社主任 高级经济师
		杨 帆	北京商务科技学校校长 高级讲师
		李建成	上海市物资学校副校长 高级讲师
			教育部职业技术教育物流教学指导委员会 副秘书长

委	员	施建年	北京市交通学校副校长 高级讲师
		张立波	广州市第一商业学校副校长 高级讲师
			教育部职业技术教育物流教学指导委员会 副秘书长
		白世贞	哈尔滨商业大学商品学院院长 教授
		常金荣	福田物流有限公司副总经理
		陈鸣永	上海建桥学院 教授
		方光罗	安徽商贸职业技术学院院长 副教授
		傅 焯	复旦大学管理学院 副教授
		光 昕	西安思源学院主任 教授
		海 峰	武汉大学商学院主任 教授
			物流师职业资格认证专家委员会委员
		何晓莉	山西城市经济学校副校长 高级讲师
		洪水坤	诚通集团总裁 高级经济师
		黄 松	四川商务职业学院 副教授
		黄有方	上海海事大学副校长 教授
			物流师职业资格认证专家委员会委员
		匡奕珍	山东商业职业技术学院副院长 副教授
		蓝仁昌	环众物流咨询有限公司执行董事
		刘 念	深圳职业技术学院物流系主任 教授
		柳和玲	北京市交通学校 高级讲师
		龙 江	上海外贸学院 副教授
		陆一梁	上海商学院副院长 副教授
		钱廷仙	江苏经贸职业技术学院主任 副教授
		沈小静	北京物资学院工商管理系主任 教授
		司晓丽	北京市供销学校科长 高级讲师
		孙 杰	华运物流实业公司副总经理
		孙宏岭	河南工业大学 教授
		王长琼	武汉理工大学 教授

物流学院物流管理研究所所长

王富贵 福建省侨兴轻工学校校长 高级讲师

王槐林 华中科技大学 教授

王学明 中国物资储运公司副总经理

王自勤 浙江经济职业学院系主任 副教授
现代物流研究所所长

翁心刚 北京物资学院研究部主任 教授

吴金法 温州职业技术学院副院长 副教授

夏春玉 东北财经大学副校长 教授

杨茅甄 上海交通职业技术学院主任 副教授

杨穗萍 广州市第一商业学校主任 高级讲师

俞吉兴 浙江商业职业技术学院院长 副教授

袁 革 广东省财经学校校长 高级讲师

翟光明 上海市物资学校主任 高级讲师

张俊玲 海尔物流人力资源主管

张立君 哈尔滨师范大学应用技术学院副院长

赵继新 广西交通职业技术学院 副教授

周玉衡 山东省潍坊商业学校校长 高级讲师

朱桂平 浙江工商大学 教授

朱为刚 天津市物资学校校长 高级讲师

邹安全 湖南科技大学 教授

总 策 划 沈兴龙

序 言

中共中央办公厅、国务院办公厅印发的《2002~2005年全国人才队伍建设规划纲要》指出：“进入新世纪，国际形势正在发生深刻变化。随着经济全球化的发展，人才全球化趋势进一步增强，我国加入世界贸易组织后，面临的物流人才问题更加突出。发达国家利用各种手段吸引我国人才，人才竞争日益激烈：全球范围内的经济结构调整对人才素质提出了更高要求；综合国力的竞争更加倚重于科技进步和人才开发。今后5~10年，是我国经济和社会发展的关键时期，做好加入世界贸易组织后各项应对工作，实现‘十五’计划确定的宏伟目标，把建设有中国特色社会主义事业不断推向前进，人才是关键。抓住机遇，迎接挑战，走人才强国之路，是增强我国综合国力和国际竞争力、实现中华民族伟大复兴的战略选择”。

面对世界经济一体化的进程加快，许多大型跨国集团的进入，我国各级政府部门和许多市场意识敏锐的企业已把物流作为提高竞争能力和提升企业核心竞争力的重要手段，把现代物流理念、先进的物流技术和现代经营与管理模式引入国家、地区经济建设和企业经营与管理之中。但是，我国的物流教育仍十分滞后，造成现代物流综合性人才、企业尤其是流通企业改造传统物流与加强物流管理、城市规划与物流系统运筹、第三方物流企业的运作技术操作等现代物流人才严重匮乏，阻碍了经济的发展和经济效益的提高。据各地人才预测，物流人才是全国12种紧缺人才之一，物流工程规划人员、物流管理人员、物流科研人员、物流师资全面紧缺。到2010年全国大专（高职、高专）以上物流人才的需求量为30万~40万人，国际物流、物流管理、仓储与配送、物流运输、企业物流、物流营销、物流信息处理等技能型操作人才每年需要近10万人。不仅如此，根据我国加入WTO的承诺，物流和分销服务业是全面开放的行业之一，国内市场将会出现高层次、高起点的激烈竞争的局面，这势必会使本身就匮乏的人才竞争加剧。如果我们不从

现在做起, 加快我国物流管理与技术人才的培养, 终将成为我国物流产业发展的瓶颈, 物流产业化和成为 21 世纪新的经济增长点就成了一句空话。因此, 加速推动现代物流产业的人才培养工程, 实施多层次、多样化的物流教育, 是 21 世纪物流产业化发展中保证物流产业形成合理的人才结构, 提高我国物流管理水平和经济效益的决定因素。

教育部有关领导对物流职业技术教育十分重视, 联合劳动和社会保障部、中国物流与采购联合会制订颁发了《高等职业教育、中等职业学校物流管理专业紧缺人才培养指导方案》。为此, 我们在教育部、中国物流与采购联合会的指导下, 组织各地高职、高专和中等职业技术学院以及企业专家、教授、高级讲师、学者编写出版“高等职业技术教育和中等职业教育物流管理专业技能型紧缺人才培养培训指导方案配套教材”, 两种层次的教材充分体现了以下基本原则:

1. 以全面提高素质为基础, 以增强职业能力为本位

以科学的劳动观与技术观为指导, 帮助学生正确理解技术发展、劳动生产组织变革和劳动活动的关系, 充分认识职业和技术实践活动对经济发展和个人成长的意义和价值, 使学习者形成良好的职业道德和正确的价值观, 着力提高劳动者素质。教材内容重点突出体现物流管理专业紧缺人才的培养目标, 加强实践性教学、满足行业企业对生产、管理、服务一线对高素质劳动者的迫切需要为本的思想。

2. 以企业需求为基本依据, 以就业为导向

以满足企业的工作需求作为教材开发的出发点, 全力提高教育与培训的针对性和适应性, 为探索和建立根据企业用人“订单”进行教育与培训的机制提供服务。同时为高等和中等职业技术学院适应行业发展和企业需求, 及时调整专业方向, 确定培养培训规模, 开发、设计实施性教育与培训方案提供多方面的、多层次、多种可选择的教材。

3. 适应行业技术发展, 体现教学内容的先进性

力求根据国家和地区的最新技术发展, 突出物流行业的新知识、新技术、新材料、新工艺、新方法, 克服专业教材存在的内容陈旧、片面强调学科体系完整、不能适应企业发展需要培养人才规格的弊端。结合专业人才培养



养要求,在充分强调专业基本知识和基本技能的基础上,为各地高职、高专和中等职业技术学院学生拓展了解掌握本领域的最新技术发展及相关技能,实现专业教学基础性与先进性的统一提供最佳教学模块教材。

4. 以学生为中心,体现教学组织的科学性和适用性

教材内容上,围绕各地物流经济技术的发展情况,充分考虑学生的认知水平和已有知识、技能、经验及兴趣,为每一个学生提供适应人才市场需要和有职业发展前景的、模块化的学习资源,力求在学习内容、教学组织、教学评价等方面给教师教学和学生提供选择和创新的空間,构建开放式的课程教材体系,适应学生个性化发展的需要。紧密结合模块式课程结构和弹性学习制度,以满足企业和学习者的不同需要。

经审定,两种职业技术教育物流管理专业配套教材既可作为高职、高专院校物流管理专业(国际物流、物流管理、仓储与配送、企业物流等培养方向)和中等职业技术学校物流管理专业(运输、仓储与配送、物流营销、物流信息处理等培养方向)的教材,亦可作为各层次成人教育和企业培训教学参考用书,也适合于作为广大物流从业人员的自学读物。同时,对参加物流职业资格认证考试的人员具有较高的参考价值。

在教材的编写过程中得到了教育部、中国物流与采购联合会有关领导,以及许多院校和研究机构的专家、教授和物流企业领导的大力支持,在此一并致谢。由于编写时间仓促,加上编者水平有限,书中有不足之处在所难免,恳请广大读者提出宝贵意见,以日臻完善。

**高等职业教育和中等职业学校物流管理专业
紧缺人才培养指导方案配套教材编审委员会**

前 言

自从 20 世纪 90 年代中后期以来,特别是我国加入 WTO 以后,随着客户需求的多样化,企业竞争的激烈化,全球经济的一体化,物流这个作为挖掘利润的最后一块黑土地,在我国已经得到了迅猛的发展,成为我国经济发展的新增长点。从中央到地方,从政府到企业,纷纷开始各级的物流战略规划和物流系统建设,物流园区和物流公司不断涌现。我国各类高等院校纷纷开设各个层次的各种类型的物流专业,各种有关物流的著作和教材也纷纷出现。

但是,直到目前为止,我国高等院校中有关“物流运筹学”的专用教材还很少见到。本人编写本书的目的就在于填补这方面的空白,以求推动和促进我国物流行业和物流专业教育的进一步发展。本人以为,物流运筹学应该是建立在一般运筹学基础之上的而又不等同于一般运筹学的一门课程,它既不是一门只依靠经验的学科,也不是一门纯理论的学科,而是一门工程背景很强的学科,侧重于运用运筹优化理论知识解决物流活动和物流管理中的实际问题。

本人根据教育部有关物流专业人才培养培训指导方案中对物流运筹学提出的具体要求,结合自己多年从事图论、运筹学和各门物流专业基础课程的研究心得和教学经验,在多次为上海第二工业大学和兄弟院校讲授“物流运筹学”课程的讲义的基础之上修改补充而写成本书。全书共分十三章五个部分。第一部分即第一章,介绍图论的一些基本概念,为以后各章内容的展开做好准备;第二部分介绍运输规则,包括第二章至第六章,分别介绍两点间直送式、单回路分送式、多回路分送式、多点间配送式和线路容量有限制的配送运输规划问题;第三部分介绍以物流工程项目为背景的优化问题,包括第七章至第十一章,分别介绍物流工程项目的成本优化技术、车辆装货

问题和车辆负荷分配问题等的动态规划方法、物流设施的选址问题、物流任务的指派问题和流通加工作业的排序问题等；第四部分即第十二章，介绍库存管理的优化技术；第五部分即第十三章，介绍一般线性规划的基本理论、整数规划的分枝定界法和0-1规划的隐枚举法。在写作形式上，本书的特点在于既不刻意追求纯粹的数学推导的严密性，也不是单纯的结果陈述和罗列，而是注意理论与实际的有机结合，推理与实际操作有机结合，以便于教与学两方面，便于物流企业从业人员的阅读参考。

本书适合作普通高等院校和高等职业院校现代物流各类专业的本科生“物流运筹学”课程的教材，略去目录中带有*号的章节之后，也适合作大专生该课程的教材。对于广大物流企业和相关企业的有关管理人员，它也是一本学习经营管理优化技术的合适的参考用书。

在本书的编写过程中，作者参阅了若干同行专家的著作和教材，在此表示衷心感谢。同时，在本书的编写过程中，作者得到了上海第二工业大学经济管理学院领导和教研室同事、以及家人和中国物资出版社有关编辑人员的大力支持和帮助，在此也向他们表示衷心感谢。

李念祖

CONTENTS



第一章 图与网络的基本概念

第一节 图和网络	1
第二节 路和回路	8
第三节 树和生成树	10
第四节 有向树	12
第五节 匹配	16

第二章 两点间直送式配送运输规划

第一节 指定两点间最短路的 Dijkstra 标号算法	20
* 第二节 指定点到网络中其余各点的最短路的逐次逼近法	29
* 第三节 任意两点间最短路的 Floyd 算法	32

第三章 单回路分送式配送运输规划

第一节 旅行售货员问题及其模型	43
第二节 最近邻点法	45
第三节 最近插入法	47
第四节 逐次改进法	49

第四章 多回路分送式配送运输规划

第一节 车辆路径问题及其模型	55
第二节 对边服务的多回路车辆路径问题	56
* 第三节 中国邮递员问题的奇偶点图上作业法的改进	64
第四节 对点服务的多回路车辆路径问题	66
第五节 对点服务的多回路车辆路径 问题（续）	73

第五章 多点间配送式配送运输规划

第一节 运输问题及其模型	78
第二节 产销平衡运输问题的图上作业法	80
第三节 产销平衡运输问题的表上作业法	92
* 第四节 产销不平衡运输问题	101



第六章 容量网络配送运输规划

第一节 容量网络最大流问题及其模型	109
第二节 容量网络最大流的标号算法	112
* 第三节 最小费用流问题	132

第七章 物流工程项目成本优化技术

第一节 连通网络的最小生成树问题	142
第二节 最小生成树在对点服务的车辆路径 问题 (VRP) 中的应用	146
第三节 最优二分树的 Huffman 算法	149
第四节 风险型决策问题的决策树求解方法	154

第八章 运输工具货物配装优化技术

第一节 装货问题及其动态规划模型	163
第二节 多阶段运输网络最短路问题的动态规划解法	168
* 第三节 品种混装问题	171
第四节 车辆负荷分配问题	174
* 第五节 资源分配问题	178

第九章 物流设施选址规划

第一节 单一设施连续点选址模型·····	190
* 第二节 多个设施连续点选址模型·····	198
第三节 离散点选址模型·····	202
* 第四节 定性与定量相结合的选址方法·····	213

第十章 任务指派规划

第一节 目标值最小的指派问题·····	219
第二节 目标值最大的指派问题·····	224
* 第三节 非标准形式的指派问题·····	229
* 第四节 指派问题在物流管理中的应用举例·····	233

第十一章 流通加工作业排序规划

第一节 单道工序的排序方法·····	240
* 第二节 两道串接工序的排序方法·····	250
* 第三节 多道串接工序的排序方法·····	255
第四节 调整时间最少的单道工序的排序方法·····	261

第十二章 库存管理优化技术

第一节 库存管理概述	266
第二节 瞬时进货、不允许缺货的定量订货模型	268
第三节 瞬时进货、允许缺货的定量订货模型	271
第四节 逐渐进货、不允许缺货的定量订货模型	275
第五节 逐渐进货、允许缺货的定量订货模型	278
*第六节 有价格折扣的定量订货模型	282
*第七节 提价前(减价时)的定量订货模型	291
*第八节 随机型库存的订货模型	294

*第十三章 线性规划概论

第一节 线性规划问题及其数学模型	302
第二节 两个变量的线性规划问题的图解法	308
第三节 整数线性规划问题的分枝定界法	315
第四节 0-1型整数规划问题的隐枚举法	329

参考文献

.....	340
-------	-----

第一章 图与网络的基本概念



学习目的

要求学生了解和掌握图与边带权的网络的基本概念，包括：图、边带权网络、容量网络、路、回路、连通图、最短路、树、生成树、最小生成树、根树、最优二分树、匹配、最优匹配等。

在交通运输、邮电通信、工农业生产等部门，我们经常看到许多网络。例如公路网，铁路网，河道网，管道网，电话线路网等等。还有很多问题，表面看上去和网络无关，实际上也可以用网络来表示。例如生产计划，资本预算，设备更新，项目安排等问题，都可以转换为网络来表示。

本章介绍图和网络的一些最基本的概念，为以后介绍物流配送运输规划等做好准备。

第一节 图和网络

一、图的概念

上面列举的各个网络实例，具有一些共性，即：每个网络都至少包含两种类型的对象：铁路网中的火车站与铁路，公路网中的汽车站与公路，电话线路网中的电话局与电话线路，等等。我们把这些站、局等对象加以抽象，称之为点，把铁路、公路、电话线路等对象加以抽象，称之为线，而把由相应的点和线组成的图形称之为图，这些点称为图的顶点，或图的点，这些线称为图的边。

一般地，我们以 V 表示图 G 的所有顶点的全体，以 E 表示图 G 的所有