



21世纪工业工程专业规划教材

齐二石 方庆琯 主编

物流工程

Logistics Engineering



机械工业出版社
China Machine Press



中国物流工程学会 中国物流学会 中国物流协会

中国物流工程学会 中国物流学会 中国物流协会

物流工程

Logistics Engineering



中国物流工程学会
中国物流学会
中国物流协会

21 世纪工业工程专业规划教材

物 流 工 程

主 编 齐二石 方庆琯

副主编 陈 荣 周 刚

参 编 陈 立 李 兵

余治国 王付雨

主 审 汪应洛



机 械 工 业 出 版 社

本书以物流为主线,在总体介绍物流工程的基本理论和分析方法的基础上,重点阐述了设施规划与设计、以单元载荷集装为特点的现代物料搬运技术和物料搬运系统设计、库存与仓储管理、物料运输管理、物流管理与控制等内容。同时,本书还对物流信息系统和现代物流管理的新发展作了典型介绍。

本书吸收了物流工程领域近来的新成果,强调了物流系统规划与设计能力的培养。第十章的“配送中心设计”可以看作是本书介绍的物流工程基本理论和基本方法的综合练习。

本书可作为高等院校管理科学与工程一级学科各专业(工业工程专业、物流工程专业、项目管理专业、管理信息系统专业等)和物流管理专业的通用专业基础课或专业课教材,也适合于从事相关研究的教师、研究生和企业工程技术及管理人员作为参考书。

图书在版编目(CIP)数据

物流工程 / 齐二石, 方庆瑄主编. —北京: 机械工业出版社, 2006.5
21 世纪工业工程专业规划教材
ISBN 7-111-19052-1

I. 物... II. ①齐...②方... III. 物流—物资管理—高等学校—教材
IV. F252

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 041364 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
责任编辑: 张敬柱 版式设计: 冉晓华 责任校对: 陈延翔
责任印制: 洪汉军

北京汇林印务有限公司印刷

2006 年 7 月第 1 版第 1 次印刷
169mm×239mm·9.625 印张·1 插页·372 千字
定价: 28.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
本社购书热线电话(010)68326294
编辑热线电话(010)88379539
封面无防伪标均为盗版



齐二石

博士，教授，博士生导师。天津大学管理学院院长、教育部管理科学与工程类学科专业教学指导委员会主任、教育部学科发展与专业设置专家委员会委员、国家MPA专业指导专家委员会委员、中国机械工程学会（CMES）常务理事及工业工程分会（IE）主任委员。此外，还担任《计算机集成制造系统》（EI检索刊物）、《工业工程》、《工业工程与管理》等杂志的编委，曾编著教材多部。齐二石教授多年来一直致力于工业工程与现管理理论在我国企业的推广工作，在其亲自组织或参与下的与企业的横向合作项目都取得了良好的社会 and 经济效益。



方庆琯

江苏省苏州市人，教授。安徽工业大学管理科学与工程学院学术委员会主任、工业工程系系主任。中国工业工程专家，中国机械工程学会流体传动与控制分会委员，中国机械工业教育协会机械电子学科组委员，安徽省精品建设课程“物流工程”项目负责人。多年来一直从事机电一体化物流设施的集成与规划研究。

1997年以来，主持完成了5项国家和省重点建设的科研项目，2000年参加国家粮库机电一体化设备项目科研攻关。获安徽省科技进步奖和科学技术奖3项（第1完成人），获实用新型专利3项，获省教学改革奖1项。在国家级以上刊物发表论文30余篇。2004年获“安徽省优秀教师”称号。

21 世纪工业工程专业规划教材

编 审 委 员 会

名誉主任：汪应洛 西安交通大学

主任：齐二石 天津大学

副主任：

夏国平 北京航空航天大学

薛 伟 温州大学

易树平 重庆大学

李泰国 首都经济贸易大学

钱省三 上海理工大学

吴爱华 山东大学

苏 秦 西安交通大学

许映秋 东南大学

郭 伏 东北大学

邓海平 机械工业出版社

秘书长：易树平 重庆大学

秘书：张敬柱 机械工业出版社

委员（按姓氏笔画排序）：

方庆琯 安徽工业大学

周跃进 南京大学

王卫平 东莞理工学院

姜俊华 南昌航空工业学院

王德福 东北农业大学

徐人平 昆明理工大学

卢明银 中国矿业大学

徐瑞国 河北科技大学

李兴东 山东科技大学

海 心 南京工程学院

任秉银 哈尔滨工业大学

龚小军 西安电子科技大学

齐德新 辽宁工程技术大学

曹国安 合肥工业大学

刘裕先 北京机械工业学院

曹俊玲 机械工业出版社

李 萍 黑龙江科技学院

傅卫平 西安理工大学

陈友玲 重庆大学

韩向东 南京财经大学

陈 立 东北农业大学

程国全 北京科技大学

张绪柱 山东大学

蒋祖华 上海交通大学

张新敏 沈阳工业大学

鲁建厦 浙江工业大学

周宏明 温州大学

戴庆辉 华北电力大学

序

每一个国家的经济发展都有自己特有的规律，而每一个国家的高等教育也都有自己独特的发展轨迹。

自从工业工程（Industrial Engineering，简称 IE）学科于 20 世纪初在美国诞生以来，在世界各国得到了较快的发展。工业化强国在第一、二次世界大战中都受益于工业工程。特别是战后经济恢复期，日本、德国等均在工业企业中大力推广工业工程的应用和培养工业工程人才，获得了良好的效果。美国著名企业家艾柯卡先生，是美国福特和克莱斯勒汽车公司的首位总裁，他就是毕业于美国里海大学工业工程专业。日本丰田生产方式从 20 世纪 80 年代创建以来，至今仍风靡世界各国，其创始人 大野耐一的接班人——原日本丰田汽车公司生产调查部部长中山清孝说：“所谓丰田生产方式就是美国的工业工程在日本企业的应用。”亚洲“四小龙”——韩国、新加坡、中国台湾和香港特别行政区均于 20 世纪 60 年代起步工业工程，当时正值亚太地区经济快速发展时期（中国大陆因文化大革命而错过此次发展机会）。台湾的工业工程发展与教育是相当成功的，经过 30 年的努力，建立了工业工程的科研、应用和教育系统。20 世纪 90 年代初，全台湾 60 所大学有 48 所开设了工业工程专业，至今人才需求仍兴盛不衰。更重要的是于 1992 年设立了工业工程学门。目前，在大陆的台资企业都设有工业工程部和工业工程工程师岗位。在亚太所有地区的学校无一不广泛设立工业工程专业。工业工程高水平人才的培养，对国内外经济发展和社会进步起到了重要的推动作用。

1990 年 6 月中国机械工程学会工业工程研究会（现已更名为工业工程分会）的正式成立，以及首届全国工业工程学术会议在天津大学的胜利召开，标志着我国工业工程学科步入了一个崭新的发展阶段。人们逐渐认识到工业工程对中国管理现代化和经济现代化的重要性，并在全中国范围内自发地掀起了学习、研究和推广工业工程的活动。更重要的是在 1993 年 7 月由原国家教委批准，天津大学、西安交通大学首批试办工业工程专业并招收本科生，由此开创了我国工业工程学科的先河。而后重庆大学等一批高校也先后开设了工业工程专业。时至今日，全国开设工业工程专业的院校至少有 140 所。发展速度之快，就像我国经济发展一样，令世界各国瞩目。我于 2000 年 9 月应邀赴美讲学，2001 年应台湾工业工程学会邀请到台湾清华大学讲学，2003 年

应韩国工业工程学会邀请赴韩讲学，其题目均为《中国工业工程与高等教育发展概况》。他们均对中国大陆的工业工程学科发展给予了高度的评价，并表达了与我们保持长期交流与往来的意愿。

虽然我国工业工程高等教育自 1993 年就已开始，但教材建设却发展缓慢。最初，大家都使用由北京机械工程师进修学院组织编写的“自学考试”系列教材。至 1998 年时，全国设立工业工程专业的高校已达三四十所，但仍没有一套适用的专业教材。在这种情况下，工业工程分会与中国科学技术出版社合作出版了一套工业工程专业教材，并请西安交通大学汪应洛教授任编委会主任。这套教材的出版有效地缓解了当时工业工程专业高等教育教材短缺的压力，对我国工业工程专业高等教育的发展起到了重要的推动作用。

然而，近年来我国工业工程学科发展十分迅猛，开设工业工程专业的高校数量直线上升，同时教育部也不断出台新的政策，对工业工程的学科建设、办学思想、办学水平等进行规范和评估。在新的形势下，为了适应教学改革的要求，满足全国普通高等院校工业工程专业教学的需要，机械工业出版社推出的这套“21 世纪工业工程专业规划教材”是十分及时和必要的。在教材编写启动会上，编审委员会组织国内工业工程专家、学者对本套教材的学术定位、编写思想、突出特色进行了深入研讨，力求在确保高学术水平的基础上，适应普通高等院校教学的需求，做到适应面广，针对性强，专业内容丰富。同时，本套教材还将配备 CAI 课件，相应的实验、实习教程，案例教程以及企业现场录像，实现立体化。尽管如此，由于工业工程在我国正处于快速成长期，加上我们的学术水平和知识有限，教材中难免存在各种不足，恳请国内外同仁多加批评指正。

教育部管理科学与工程专业指导委员会主任

中国机械工程学会工业工程分会主任

天津大学管理学院院长



于天津

前 言

物流工程是工业工程领域中相当重要的内容之一，也是我国高等院校工业工程学科的主要专业课之一。物流工程对国民经济建设具有重要的意义与作用，它能使企业有效地降低成本，提高效益和竞争力，工业发达国家称之为企业获取利润的第三源泉。物流工程不仅可以用来解决生产制造业中企业的物流系统规划、设计、库存与仓储管理，也可用于社会物资调配、建设项目选址、商贸系统规划与管理，乃至经济区域发展的规划、设计、管理等，其理论与技术应用范围相当广泛。例如，20 世纪 70~80 年代发达国家的制造企业物流系统设计与管理，90 年代美国的医疗保健系统设计，许多国家和地区的交通规划，流通领域管理等。德国曾采用政府补贴该类项目的办法，大力推行物流技术。工业发达国家在物流系统设计、规划方面作出了突出成绩，而日本、韩国等国家则在物流管理、改善、控制、降低库存方面表现出独到才能。众所周知的丰田生产方式，即为一个物流系统改善和管理的典范。

我国在 20 世纪 80 年代初期才接触“物流 (Logistics)”的概念，并开始物流系统研究，那时主要应用于工厂设计的总图布置及运输服务业中。随着我国改革开放和商品经济的发展，物流系统研究在经济系统中的作用将日益增强，今天我们如果不学会妥善解决“物流”问题，经济建设必然会付出高昂代价。

迈向 21 世纪的物流工程，不仅研究制造企业中的“物流”，而且还要研究所涉及整个社会实现物资供给的“社会物流”，更关注在全球化市场的激烈竞争中形成的多元化“全球物流”。可以预见，在物流工程大为发展的今天，物流系统将呈现信息化、网络化、智能化、柔性化、标准化和社会化的特征。

和其他新兴学科一样，促进物流工程发展的根本原因是现代科学技术的进步及生产力的发展。机电一体化、自动化、计算机和信息化等工程科学的成就使物流工程的发展如虎添翼；生产制度、经济体系和管理模式的变革又使物流工程推陈出新。可以说物流工程融现代工程科学及管理科学的进步于一身，迅速地实现着从经典物流到现代物流的转变。

教材的重要任务之一就是反映本学科的新发展。采用机电一体化、自动化和计算机技术的现代物流，我们在本系列规划教材的《现代物流设施与规划》一书中已作了介绍。本书则从信息化和管理科学的进步方面来介绍物流工程的现代化。本书编写的指导思想是立足现代物流发展的最新理论与实践成果，分析研究物流

工程的理论、思想、方法和技术,通过及时追踪国际、国内物流管理的发展动向,揭示当代物流管理的发展规律、特点和管理模式。反映物流工程的新发展是本教材的最大特点。本教材的另一特点是立足于基本理论、基本知识和基本方法的教育,着眼于运用,力求理论与实践相结合、工程科学知识及管理科学知识相结合。本教材各章均有例题或案例,同时还附有供学生使用的复习思考题。

本教材编写的依据是教育部高等学校管理科学与工程类专业教学指导委员会 2004 年上海会议制定的“‘物流工程’课教学基本要求。”

本教材由天津大学管理学院院长、博士生导师齐二石教授和安徽工业大学工业工程系主任方庆琯教授担任主编,由安徽工业大学物流工程系陈荣和天津大学工业工程系周刚老师担任副主编。参加本教材编写的还有东北农业大学工业工程系主任陈立以及安徽工业大学工业工程系李兵、余治国和王付雨老师。本教材由西安交通大学教授、中国工程院院士汪应洛担任主审。具体分工如下:齐二石教授制定了本教材的编写大纲并编写了第一章,第二章由周刚、李兵编写,第三、四、十章由方庆琯编写,第五、六章由陈荣编写,第七章由方庆琯、陈立编写,第八章由陈立、余治国和陈荣编写,第九章由方庆琯、周刚、陈荣、李兵编写,各章的复习题由王付雨编写。全书由方庆琯教授统稿。机械工业出版社对本书的出版给予了大力支持,在此表示衷心感谢!

在本书的编写过程中参考了大量的相关文献资料,在此对所引用的文献资料的作者表示衷心的感谢。

虽然编者对本书反复修改完善,仍难免存在不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

序

前言

第一章 物流工程概述.....	1
复习思考题.....	7
第二章 设施规划与设计.....	8
第一节 设施规划与设计的理论概述.....	8
第二节 设施选址（厂/场址选择）.....	10
第三节 设施选址的评价方法.....	14
第四节 设施布置设计.....	23
第五节 系统化布置设计（SLP）.....	29
复习思考题.....	40
第三章 物料搬运.....	42
第一节 物料搬运的基本概念.....	42
第二节 单元货载原则.....	49
第三节 托盘（Pallet）与托盘标准化.....	55
第四节 集装箱.....	60
第五节 集装技术.....	66
第六节 物料搬运设备.....	71
复习思考题.....	89
第四章 物流分析与物料搬运系统设计.....	90
第一节 物料搬运系统设计概述.....	90
第二节 SHA 的物流分析.....	98
第三节 SHA 的物流搬运系统设计.....	104
第四节 物料搬运系统设计案例.....	111

复习思考题	126
第五章 仓储管理与库存控制	127
第一节 仓储管理	127
第二节 库存控制	136
第三节 供应链环境下的库存控制策略	148
第四节 自动化仓储系统	154
复习思考题	156
案 例	157
第六章 运输管理	160
第一节 运输管理概述	160
第二节 运输规划	169
第三节 运输成本与定价	183
复习思考题	188
案 例	189
第七章 物流信息系统	191
第一节 物流信息系统概述	191
第二节 物流信息系统的功能和功能模块	196
第三节 信息技术在物流中的应用	200
复习思考题	210
第八章 物流管理与控制	211
第一节 物流管理概述	211
第二节 物流质量管理	216
第三节 物流系统的成本分析	221
第四节 生产物流的计划与控制	230
第五节 物流系统绩效评价	238
复习思考题	242
第九章 现代物流工程与物流管理	243
第一节 供应链与物流管理	243
第二节 准时生产制物流系统模式	249
第三节 第三方物流	255

第四节 绿色物流·····	264
复习思考题·····	268
 第十章 物流中心设计·····	269
第一节 物流中心概述·····	269
第二节 物流中心系统化规划·····	273
第三节 物流中心模块化作业系统·····	282
第四节 典型信息模块介绍·····	289
复习思考题·····	295
 参考文献·····	296

一、物流的发展历程与定义

1. 物流的发展历程

第二次世界大战期间,美国从军事需要出发,在对军火进行的战时供应中,首先引用了“物流管理”(Logistics Management)这一名词,并对军火的运输、补给及屯驻等进行全面管理。第二次世界大战后,西方工业化国家的经济进入了高速发展阶段;生产企业为最大限度地追求超额利润,千方百计地降低生产成本。但在生产技术和和管理技术方面,企业降低生产成本的道路已经走到极限,成本再降低的空间很小。

从20世纪五六十年代开始,西方国家的经济研究和市场竞争的重心开始放到非生产领域,重点放到商品流通领域。在此期间,运筹学理论在生产实践中得到了广泛的应用和发展,并取得很好的实际效果。在运筹学原理的推动下,人们对物资流通渠道进行研究,产生了产品分销的概念。这就是现代物流业的起步阶段,即实物配送阶段。

20世纪七八十年代,由于市场竞争进一步白热化,企业的竞争力主要取决于物资供应系统和成品流通系统的有效性和低成本。对于整个社会生产来讲,社会经济水平的提高不仅取决于生产过程,还取决于社会物资供应体系的效率。企业的竞争力不仅取决于产品到消费者手中的实物配送,而且取决于在采购、运输和仓储等生产过程中对材料、零部件和库存品的管理。这一阶段被称为全程物流管理阶段。

进入20世纪90年代,随着世界经济和科学技术的突飞猛进,计算机信息网络的日益普及,竞争日趋激烈,生产规模不断扩大,产品更新频繁,用户需求不断变化,原有的流通模式、管理方法和对流通问题的认识,已远不能适应经济的快速增长。所有这些,对物流服务提出了新的更高的要求,同时,也为其发展提供了必要的条件。为了顺应整个现代社会的要求,物流的服务领域也不断的扩大,逐步扩展为生产领域的物流管理、流通领域的配送和消费领域的服务。因此,现代物流是在传统物流的基础上,运用先进的计算机电子技术和先进的网络信息技术,以及诸如供应链管理等先进的管理方法,综合组织物流中的各环节,把制造、

运输和销售等环节统一起来管理,使物流资源得到最有效的利用,以平衡物流的服务优势和服务成本,以期使用户得到最大的满足。这一阶段被称为供应链阶段。

现代物流发展历程如图 1-1 所示。

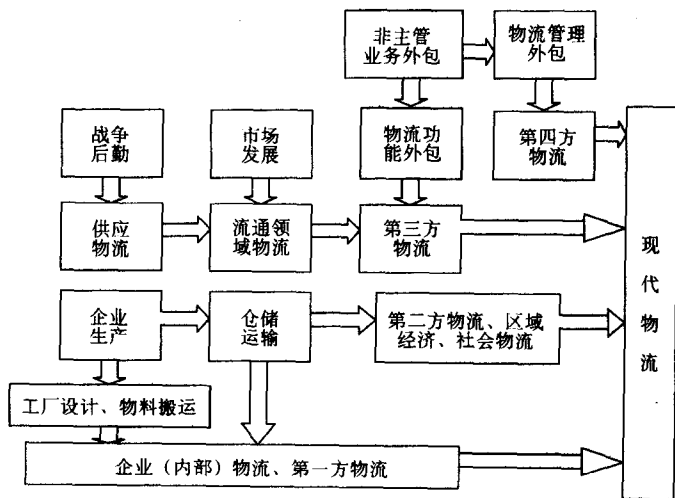


图 1-1 现代物流发展历程

2. 物流的概念

随着物流科学的迅速发展,世界许多国家的专业研究机构、管理机构对物流概念作出了各种定义。美国物流管理权威机构——物流管理理事会认为:“物流作为客户生产过程中供应环节的一部分,它的实施与控制提供了有效的、经济的货物流动和存储服务,提供了从存货原始地到消费地的相关信息,以期满足客户的需求。”即物流不仅与“物”有关,还与“服务”和“信息”相关。

1999年,联合国物流委员会对物流作了新的界定,指出“物流是为了满足消费者需要而进行的从起点到终点的原材料、中间过程库存、最终产品、相关信息的有效流动和存储及管理的过程”。这个定义强调了从起点到终点的过程。

2001年8月1日,国家标准《物流术语》正式实施。在国家标准《物流术语》中,物流(Logistics)被定义为“物品从供应地向接收地的实体流动过程,并根据实际需要,将运输、储存、装卸、包装、流通加工、配送、信息处理等基本功能实施有机结合。”

不论对物流概念的具体理解有何差异,但是有一点认识是共同的,即物流不仅包括原材料、产成品等从生产者到消费者的实物流动过程,还包括伴随这一过程的信息流动。

3. 我国物流的发展历程

新中国成立后,我国物流业经过半个多世纪的发展,有了一定的基础。其发

展历程及取得的成果如下。

第一阶段：1950～1965年，是我国物流发展的初期阶段。我国出现了第一批物流企业。

第二阶段：1966～1976年是物流发展的停滞阶段。

第三阶段：1977～1991年是物流业的发展阶段。四个现代化建设使我国国内商品流通和国际贸易不断扩大，物流业也有了进一步的发展。不但流通部门专业性的物流企业的数量在增加，生产部门也开始重视物流问题了，并设置了物流研究室，物流技术部等。

第四阶段：1992～1999年是物流业的转型阶段。在这一阶段，物流业面临着机遇和挑战。一些老的储运企业正在进行改革、改造、重组等，以适应电子商务的发展和经济一体化的需要；另一方面，部分地区建设了一批现代物流企业，以迎接国外物流企业的挑战，但是数量很少。

第五阶段：2000年以后，是物流业的加速发展阶段。

二、物流的分类

可以按照物流活动覆盖范围的大小以及物流系统在供应链中所处的位置、属性及作用的空间范围等对物流进行分类。

1. 按照物流活动覆盖的范围分类

按照物流活动覆盖的范围，物流可以划分为国际物流和区域物流。

(1) 国际物流。国际物流是现代物流系统发展很快、规模很大的一个物流领域，是伴随和支撑国际经济交往、贸易活动和其他国际交流所发生的物流活动。

(2) 区域物流。相对于国际物流而言，一个国家范围内的物流，一个城市的物流，一个经济区域的物流都处于同一法律、规章和制度之下，都受相同文化及社会因素影响，都处于基本相同的科技水平和装备水平之中，都有其区域的特点。

2. 按照物流在供应链中的作用分类

供应链是指在生产及流通过程中，为将货物或服务提供给最终消费者而创造价值、连接上游与下游而形成的组织网络。为了提高效率和降低成本，供应链中的物流活动应按照专业化原则进行组织，即在整个供应链上，有不同类型的物流。

(1) 供应物流。为生产企业、流通企业或消费者购入原材料、零部件或商品的物流过程称为供应物流。供应物流需将原材料配送给工厂，它的主要客户是工厂，它处理的对象主要是生产商品所需的原材料和零部件。由于原材料与零部件的数量之间有固定的比例关系，因此，供应物流的功能就是强调原材料的配套储存、分拣、及时配送、加工和预处理等。对于流通领域而言，供应物流是指在为商品配置而进行的交易活动中，从买方角度出发的交易行为中所发生的物流。由于供应物流占用大量的企业流动资金，因此，对其严格管理使其合理化对于企业