



全国高等学校自动化专业系列教材
教育部高等学校自动化专业教学指导分委员会牵头规划

Modern Logistics Technology

现代物流技术

王喜富 主编

Wang Xifu

纪寿文 秦璐 沈喜生 副主编

Ji Shouwen Qin Lu Shen Xisheng

清华大学出版社





全国高等学校自动化专业系列教材
教育部高等学校自动化专业教学指导分委员会牵头规划

Modern Logistics Technology

现代物流技术

王喜富 主编

Wang Xifu

纪寿文 秦璐 沈喜生 副主编

Ji Shouwen Qin Lu Shen Xisheng

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书针对现代物流技术发展与应用需求,将现代物流技术与物流业务相结合,研究如何通过现代物流技术、理论与方法,对现代物流系统及物流业务环节进行设计与运营实施,进而提高物流企业与行业的管理效率及经济效益。具体内容如下:第1章绪论;第2章物流信息技术;第3章运输技术;第4章仓储技术;第5章配送技术;第6章流通加工与包装技术;第7章装卸搬运技术;第8章物流系统技术;第9章组织与管理技术;第10章物流技术进展及发展趋势。

本书结构合理、层次清晰、实用性强,将基础知识、关键技术与实际应用紧密结合,有助于推动现代物流技术及物流产业的发展。本书可作为物流工程、物流管理、交通运输、机械化与自动化等专业的专业基础课程教材,也可作为相关专业研究生、物流行业的技术管理人员的参考用书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

现代物流技术/王喜富主编. —北京:清华大学出版社,2016

全国高等学校自动化专业系列教材

ISBN 978-7-302-44002-4

I. ①现… II. ①王… III. ①物流—高等学校—教材 IV. ①F252

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 126730 号

责任编辑:王一玲

封面设计:傅瑞学

责任校对:梁毅

责任印制:杨艳

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:北京密云胶印厂

经 销:全国新华书店

开 本:175mm×245mm

印 张:24.75

字 数:542千字

版 次:2016年11月第1版

印 次:2016年11月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:49.00元

出版说明

《全国高等学校自动化专业系列教材》



为适应我国对高等学校自动化专业人才培养的需要,配合各高校教学改革的进程,创建一套符合自动化专业培养目标和教学改革要求的新型自动化专业系列教材,“教育部高等学校自动化专业教学指导分委员会”(简称“教指委”)联合了“中国自动化学会教育工作委员会”、“中国电工技术学会高校工业自动化教育专业委员会”、“中国系统仿真学会教育工作委员会”和“中国机械工业教育协会电气工程及自动化学科委员会”四个委员会,以教学创新为指导思想,以教材带动教学改革为方针,设立专项资助基金,采用全国公开招标方式,组织编写出版了一套自动化专业系列教材——《全国高等学校自动化专业系列教材》。

本系列教材主要面向本科生,同时兼顾研究生;覆盖面包括专业基础课、专业核心课、专业选修课、实践环节课和专业综合训练课;重点突出自动化专业基础理论和前沿技术;以文字教材为主,适当包括多媒体教材;以主教材为主,适当包括习题集、实验指导书、教师参考书、多媒体课件、网络课程脚本等辅助教材;力求做到符合自动化专业培养目标、反映自动化专业教育改革方向、满足自动化专业教学需要;努力创造使之成为具有先进性、创新性、适用性和系统性的特色品牌教材。

本系列教材在“教指委”的领导下,从2004年起,通过招标机制,计划用3~4年时间出版50本左右教材,2006年开始陆续出版问世。为满足多层面、多类型的教学需求,同类教材可能出版多种版本。

本系列教材的主要读者群是自动化专业及相关专业的大学生和研究生,以及相关领域和部门的科学工作者和工程技术人员。我们希望本系列教材既能为在校大学生和研究生的学习提供内容先进、论述系统和适于教学的教材或参考书,也能为广大科学工作者和工程技术人员知识更新与继续学习提供适合的参考资料。感谢使用本系列教材的广大教师、学生和科技工作者的热情支持,并欢迎提出批评和意见。

《全国高等学校自动化专业系列教材》编审委员会

2005年10月于北京

《全国高等学校自动化专业系列教材》编审委员会

顾问 (按姓氏笔画):

王行愚(华东理工大学)	冯纯伯(东南大学)
孙优贤(浙江大学)	吴启迪(同济大学)
张嗣瀛(东北大学)	陈伯时(上海大学)
陈翰馥(中国科学院)	郑大钟(清华大学)
郑南宁(西安交通大学)	韩崇昭(西安交通大学)

主任委员: 吴澄(清华大学)

副主任委员: 赵光宙(浙江大学) 萧德云(清华大学)

委员 (按姓氏笔画):

王雄(清华大学)	方华京(华中科技大学)
史震(哈尔滨工程大学)	田作华(上海交通大学)
卢京潮(西北工业大学)	孙鹤旭(河北工业大学)
刘建昌(东北大学)	吴刚(中国科技大学)
吴成东(沈阳建筑工程学院)	吴爱国(天津大学)
陈庆伟(南京理工大学)	陈兴林(哈尔滨工业大学)
郑志强(国防科技大学)	赵曜(四川大学)
段其昌(重庆大学)	程鹏(北京航空航天大学)
谢克明(太原理工大学)	韩九强(西安交通大学)
褚健(浙江大学)	蔡鸿程(清华大学出版社)
廖晓钟(北京理工大学)	戴先中(东南大学)

工作小组(组长): 萧德云(清华大学)

(成员): 陈伯时(上海大学) 郑大钟(清华大学)
田作华(上海交通大学) 赵光宙(浙江大学)
韩九强(西安交通大学) 陈兴林(哈尔滨工业大学)
陈庆伟(南京理工大学)

(助理): 郭晓华(清华大学)

责任编辑: 王一玲(清华大学出版社)

自动化学科有着光荣的历史和重要的地位,20 世纪 50 年代我国政府就十分重视自动化学科的发展和自动化专业人才的培养。五十多年来,自动化科学技术在众多领域发挥了重大作用,如航空、航天等,两弹一星的伟大工程就包含了许多自动化科学技术的成果。自动化科学技术也改变了我国工业整体的面貌,不论是石油化工、电力、钢铁,还是轻工、建材、医药等领域都要用到自动化手段,在国防工业中自动化的作用更是巨大的。现在,世界上有很多非常活跃的领域都离不开自动化技术,比如机器人、月球车等。另外,自动化学科对一些交叉学科的发展同样起到了积极的促进作用,例如网络控制、量子控制、流媒体控制、生物信息学、系统生物学等学科就是在系统论、控制论、信息论的影响下得到不断的发展。在整个世界已经进入信息时代的背景下,中国要完成工业化的任务还很重,或者说我们正处在后工业化的阶段。因此,国家提出走新型工业化的道路和“信息化带动工业化,工业化促进信息化”的科学发展观,这对自动化科学技术的发展是一个前所未有的战略机遇。

机遇难得,人才更难得。要发展自动化学科,人才是基础、是关键。高等学校是人才培养的基地,或者说人才培养是高等学校的根本。作为高等学校的领导和教师始终要把人才培养放在第一位,具体对自动化系或自动化学院的领导和教师来说,要时刻想着为国家关键行业和战线培养和输送优秀的自动化技术人才。

影响人才培养的因素很多,涉及教学改革的一方,包括如何拓宽专业口径、优化教学计划、增强教学柔性、强化通识教育、提高知识起点、降低专业重心、加强基础知识、强调专业实践等,其中构建融会贯通、紧密配合、有机联系的课程体系,编写有利于促进学生个性发展、培养学生创新能力的教材尤为重要。清华大学吴澄院士领导的《全国高等学校自动化专业系列教材》编审委员会,根据自动化学科对自动化技术人才素质与能力的需求,充分吸取国外自动化教材的优势与特点,在全国范围内,以招标方式,组织编写了这套自动化专业系列教材,这对推动高等学校自动化专业

发展与人才培养具有重要的意义。这套系列教材的建设有新思路、新机制,适应了高等学校教学改革与发展的新形势,立足创建精品教材,重视实践性环节在人才培养中的作用,采用了竞争机制,以激励和推动教材建设。在此,我谨向参与本系列教材规划、组织、编写的老师致以诚挚的感谢,并希望该系列教材在全国高等学校自动化专业人才培养中发挥应有的作用。

吴恪迪 教授

2005年10月于教育部

《全国高等学校自动化专业系列教材》编审委员会在对国内外部分大学有关自动化专业的教材做深入调研的基础上,广泛听取了各方面的意见,以招标方式,组织编写了一套面向全国本科生(兼顾研究生)、体现自动化专业教材整体规划和课程体系、强调专业基础和理论联系实际的系列教材,自2006年起将陆续面世。全套系列教材共50多本,涵盖了自动化学科的主要知识领域,大部分教材都配置了包括电子教案、多媒体课件、习题辅导、课程实验指导书等立体化教材配件。此外,为强调落实“加强实践教学,培养创新人才”的教学改革思想,还特别规划了一组专业实验教程,包括《自动控制原理实验教程》、《运动控制实验教程》、《过程控制实验教程》、《检测技术实验教程》和《计算机控制系统实验教程》等。

自动化科学技术是一门应用性很强的学科,面对的是各种各样错综复杂的系统,控制对象可能是确定性的,也可能是随机性的;控制方法可能是常规控制,也可能需要优化控制。这样的学科专业人才应该具有什么样的知识结构,又应该如何通过专业教材来体现,这正是“系列教材编审委员会”规划系列教材时所面临的问题。为此,设立了《自动化专业课程体系结构研究》专项研究课题,成立了由清华大学萧德云教授负责,包括清华大学、上海交通大学、西安交通大学和东北大学等多所院校参与的联合研究小组,对自动化专业课程体系结构进行深入研究,提出了按“控制理论与工程、控制系统与技术、系统理论与工程、信息处理与分析、计算机与网络、软件基础与工程、专业课程实验”等知识板块构建的课程体系结构。以此为基础,组织规划了一套涵盖几十门自动化专业基础课程和专业课程的系列教材。从基础理论到控制技术,从系统理论到工程实践,从计算机技术到信号处理,从设计分析到课程实验,涉及的知识单元多达数百个、知识点几千个,介入的学校50多所,参与的教授120多人,是一项庞大的系统工程。从编制招标要求、公布招标公告,到组织投标和评审,最后商定教材大纲,凝聚着全国百余名教授的心血,为的是编写出版一套具有一定规模、富有特色的、既考虑研究型大学又考虑应用型大学的自动化专业创新型系列教材。

然而,如何进一步构建完善的自动化专业教材体系结构?如何建设基础知识与最新知识有机融合的教材?如何充分利用现代技术,适应现代大学生的接受习惯,改变教材单一形态,建设数字化、电子化、网络化等多元

形态、开放性的“广义教材”？这些都还有待我们进行更深入的研究。

本套系列教材的出版，对更新自动化专业的知识体系、改善教学条件、创造个性化的教学环境，一定会起到积极的作用。但是由于受各方面条件所限，本套教材从整体结构到每本书的知识组成都可能存在许多不当甚至谬误之处，还望使用本套教材的广大教师、学生及各界人士不吝批评指正。

吴俊 院士

2005 年 10 月于清华大学



在经济全球化日益加快、科学技术飞速发展的大背景下,现代物流作为传统物流的延伸与拓展,发展迅猛,并成为 21 世纪极具发展潜力与市场前景的新型产业。在我国,现代物流业作为十大振兴行业之一,发展现代物流是经济新常态下国家适应全面建成小康社会要求、落实国家全面深化改革战略部署、遵循创新协调发展的重大战略决策。目前,物流产业已经成为国民经济的重要战略支撑产业和先导性产业,是现代服务业的重要组成部分。

现代物流融合了运输、仓储、配送、货代、信息等产业,是一门综合性学科,涵盖了多个学科的交叉与融合,应用范围广阔,涉及国民经济的各行各业。现代物流的核心理念在于系统化与一体化,主要通过整合各种物流功能和物流资源来实现系统化管理与运营。而在物流产业发展过程中,物流技术作为现代物流重要的支撑元素,对物流产业绿色高效发展起到了决定性的作用,并成为推动产业发展的重要引擎。本书针对现代物流技术发展 with 建设需求,将现代物流技术与物流业务相结合,研究如何通过现代物流技术、理论与方法,对现代物流系统及物流业务环节进行优化设计与运营实施,进而提高物流企业与行业的运营效率及经济效益。

全书共 10 章内容,第 1 章为绪论,主要包括现代物流概述、现代物流技术、现代物流系统及现代物流业务体系与业务流程。第 2 章为物流信息技术,研究了物流信息编码标识技术、射频识别技术、定位与导航技术、物联网技术、云计算技术及大数据技术。第 3~7 章根据物流技术业务功能划分标准,分别论述了运输技术、仓储技术、配送技术、流通加工与包装技术及装卸搬运技术。第 3 章为运输技术,总结了运输装备、运输过程与优化、运输管理信息系统及运输相关标准;第 4 章为仓储技术,介绍了仓储装备、仓储过程与优化、库存控制与优化、仓库管理信息系统和仓库相关标准。第 5 章为配送技术,包括相关概念、配送过程优化与设计及配送管理信息系统。第 6 章为流通加工与包装技术。第 7 章为装卸搬运技术,主要针对装卸搬运装备与操作、装卸搬运设计与优化进行阐述。第 8 章为物流系统技术,首先研究了物流系统分析设计,进而介绍了物流系统建模与仿真过程。第 9 章为组织与管理技术,分别从第三方物流、第四方物流、制造业物流及流通业物流等四种形式进行展开。第 10 章为物流技术进展及发展趋势,包括物流技术进展与组织管理进展,并展望性地阐述了现代物流

技术的发展趋势。

本书由北京交通大学王喜富主编,纪寿文、秦璐、沈喜生为副主编,参与编写的人员与分工为:第1章王喜富,张文瀛,张爱玲;第2章王喜富,刘亚军;第3章纪寿文,栾迪;第4章秦璐,李亚茹;第5章沈喜生,潘艳芳,叶婧,蒋佳锶;第6章秦璐,李玉豪;第7章沈喜生,赵烈樱;第8章纪寿文,王荃非;第9章纪寿文,赵悦;第10章王喜富,张文瀛,张爱玲,付志强;全书由王喜富负责统稿。

在本书编写过程中,参考了大量的文献,在此谨向这些文献的原作者表示衷心的感谢!向对本书的编写给予支持和帮助的各位专家表示感谢,并向清华大学出版社及相关人员表示感谢。

由于作者水平及时间有限,加上现代物流产业发展迅速,相关技术和管理理念不断翻新,书中难免有疏漏和不足之处,敬请专家和读者批评指正。

编 者

2016年1月

于北京交通大学



第 1 章 绪论	1
1.1 现代物流概述	1
1.1.1 现代物流概念	1
1.1.2 现代物流发展历程	4
1.1.3 现代物流的地位和作用	6
1.2 现代物流技术概述	7
1.2.1 现代物流技术概念	7
1.2.2 现代物流技术的发展历程	7
1.2.3 现代物流技术的分类	10
1.2.4 现代物流技术框架	11
1.2.5 现代物流技术的作用	12
1.3 现代物流系统概述	12
1.3.1 现代物流系统概念	12
1.3.2 现代物流系统要素	12
1.3.3 现代物流系统的特点	17
1.3.4 现代物流系统分类	18
1.4 现代物流业务体系与业务流程	20
1.4.1 现代物流业务体系	20
1.4.2 现代物流业务流程	21
1.4.3 智能化对现代物流业务体系及流程的影响	22
1.4.4 智能化背景下的现代物流业务体系及流程再造	23
复习思考题	24
参考文献	25
第 2 章 物流信息技术	26
2.1 物流信息技术概述	26
2.1.1 信息与物流信息	26
2.1.2 物流信息技术的发展趋势	29
2.2 物流信息编码与标识技术	30
2.2.1 物流信息编码标识概述	30

2.2.2	物流信息编码标识技术	31
2.2.3	物流信息编码标识技术的应用	34
2.3	射频识别技术	37
2.3.1	射频识别技术概述	37
2.3.2	射频识别技术	37
2.3.3	射频识别技术的应用	39
2.4	物流信息传输技术	40
2.4.1	电子数据交换(EDI)技术	40
2.4.2	网络传输技术	45
2.5	定位与导航技术	48
2.5.1	物流定位与导航技术概述	48
2.5.2	卫星定位技术	49
2.5.3	GIS 技术	56
2.5.4	GSM 技术	59
2.6	物联网技术	61
2.6.1	物联网技术概述	61
2.6.2	物联网关键技术	62
2.6.3	物联网技术的应用	64
2.7	云计算技术	69
2.7.1	云计算技术概述	69
2.7.2	云计算关键技术	69
2.7.3	云计算技术的应用	71
2.8	大数据技术	73
2.8.1	大数据技术概述	73
2.8.2	大数据关键技术	73
2.8.3	大数据技术的应用	74
	复习思考题	76
	参考文献	76
第3章	运输技术	77
3.1	运输装备	77
3.1.1	公路运输装备	77
3.1.2	铁路运输装备	79
3.1.3	水路运输装备	82
3.1.4	航空运输装备	84
3.1.5	管道运输装备	86
3.2	运输过程与优化	88

3.2.1 运输计划的编制与实施	88
3.2.2 运输作业流程	89
3.2.3 运输线路与站场设计	105
3.2.4 多式联运及运输优化技术	116
3.3 运输管理信息系统	120
3.3.1 运输信息系统结构与组成	120
3.3.2 运输信息系统功能	122
3.3.3 运输信息系统维护与管理	126
3.4 运输相关标准	128
3.4.1 运输装备标准	129
3.4.2 运输作业规范	131
复习思考题	131
参考文献	132
第4章 仓储技术	133
4.1 仓储装备	133
4.1.1 货架与仓库	133
4.1.2 巷道堆垛机	139
4.1.3 自动搬运车	140
4.1.4 自动分拣机	142
4.2 仓储过程与优化	144
4.2.1 仓储作业流程	144
4.2.2 货位分配和储存方案设计	161
4.2.3 库内货物管理	164
4.3 库存控制与优化	167
4.3.1 库存控制的作用	167
4.3.2 最佳订货批量	167
4.3.3 间断订货批量	170
4.3.4 再订货点方法	171
4.3.5 JIT 库存管理方法	173
4.3.6 渠道中库存管理	175
4.3.7 分布式仓储控制技术	177
4.4 仓储管理信息系统	180
4.4.1 仓储信息系统的结构与组成	180
4.4.2 仓储信息系统的功能	182
4.4.3 仓储信息系统的维护与管理	183
4.5 仓储相关标准	185

4.5.1 仓储设备和设施标准	185
4.5.2 仓储作业规范	187
复习思考题及案例阅读	191
参考文献	192
第5章 配送技术	193
5.1 配送概述	193
5.1.1 配送概念	193
5.1.2 配送中心	195
5.1.3 配送模式	195
5.1.4 配送装备	196
5.2 配送过程与优化	200
5.2.1 配送作业流程	200
5.2.2 配送路线优化	203
5.2.3 配送车辆的集载优化	209
5.3 配送中心规划与设计	211
5.3.1 配送中心规划设计步骤	211
5.3.2 配送中心选址方法	213
5.3.3 配送中心作业流程规划	217
5.3.4 配送中心功能布局规划	218
5.3.5 配送中心设施规划及设备选型与配置	225
5.4 配送管理信息系统	227
5.4.1 配送管理信息系统概述	227
5.4.2 配送管理信息系统的结构	229
5.4.3 配送管理信息系统的功能	231
5.4.4 配送管理信息系统运行维护	235
复习思考题	237
参考文献	237
第6章 流通加工与包装技术	238
6.1 流通加工技术	238
6.1.1 流通加工概述	238
6.1.2 流通加工设备及分类	241
6.1.3 不合理的流通加工形式及流通加工的合理化	244
6.2 包装技术	246
6.2.1 包装概述	246
6.2.2 包装材料	248

6.2.3	包装保护技术	250
6.2.4	包装机械	252
6.2.5	包装技术的选择原则	255
6.2.6	包装标准规范	256
复习思考题		257
参考文献		257
第7章 装卸搬运技术		258
7.1	装卸搬运概述	258
7.1.1	装卸搬运的概念	258
7.1.2	装卸搬运的地位	258
7.1.3	装卸搬运的特点	259
7.1.4	装卸搬运的方式	259
7.2	装卸搬运装备及操作	262
7.2.1	装卸搬运装备	262
7.2.2	装卸搬运装备的选择与配置	267
7.3	装卸搬运系统设计与优化	270
7.3.1	装卸搬运系统设计	270
7.3.2	装卸搬运系统优化	272
复习思考题		273
参考文献		273
第8章 物流系统技术		274
8.1	物流系统概述	274
8.1.1	物流系统概念	274
8.1.2	物流系统组成	275
8.2	物流系统的分析设计	275
8.2.1	物流系统的分析设计方法	275
8.2.2	物流系统的绩效评估方法	278
8.3	物流系统的建模与仿真优化技术	281
8.3.1	物流系统建模方法	281
8.3.2	物流系统的仿真优化方法	284
复习思考题		289
参考文献		289
第9章 组织与管理技术		290
9.1	第三方物流	290

9.1.1	第三方物流概述	290
9.1.2	第三方物流企业	291
9.1.3	第三方物流企业的运作模式	292
9.1.4	第三方物流的发展趋势	294
9.2	第四方物流	300
9.2.1	第四方物流概述	300
9.2.2	第四方物流的运作模式	305
9.2.3	第四方物流的发展趋势	312
9.3	制造业物流	315
9.3.1	制造业物流概述	315
9.3.2	供应物流	316
9.3.3	生产物流	317
9.3.4	销售物流	320
9.3.5	逆向物流	321
9.4	流通业物流	327
9.4.1	流通业物流概述	328
9.4.2	流通业物流系统的分类及特点	332
9.4.3	流通业物流技术	339
	复习思考题	341
	参考文献	342
第 10 章	物流技术进展及发展趋势	344
10.1	技术进展	344
10.1.1	信息技术最新进展	344
10.1.2	优化技术最新进展	348
10.1.3	现代物流理论框架	352
10.2	组织管理进展	354
10.2.1	第五方物流	354
10.2.2	物流园区与物流基地	360
10.3	现代物流技术的发展趋势	365
10.3.1	现代物流资源整合	365
10.3.2	物流指数	369
10.3.3	智慧物流模式创新	372
	复习思考题	377
	参考文献	377