



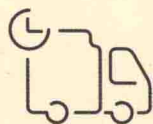
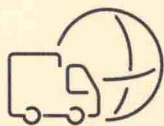
21世纪应用型经管规划教材

物流与供应链管理

# 物流工程

(第4版)

伊俊敏 等 编著



## Logistics Engineering



中国工信出版集团



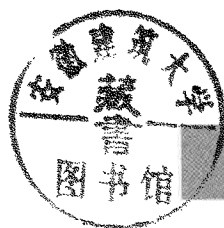
电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY  
<http://www.phei.com.cn>

 21世纪应用型经管规划教材  
物流与供应链管理

# 物流工程

(第4版)

伊俊敏 等 编著



## Logistics Engineering

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。  
版权所有，侵权必究。

#### 图书在版编目（CIP）数据

物流工程 / 伊俊敏等编著. —4 版. —北京：电子工业出版社，2017.6  
21 世纪应用型经管规划教材. 物流与供应链管理  
ISBN 978-7-121-31685-2

I. ①物… II. ①伊… III. ①物流—物资管理—高等学校—教材 IV. ①F252  
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 120525 号

策划编辑：刘露明

责任编辑：刘淑敏

印 刷：三河市双峰印刷装订有限公司

装 订：三河市双峰印刷装订有限公司

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本：787×1092 1/16 印张：17.25 字数：431 千字

版 次：2005 年 3 月第 1 版

2017 年 6 月第 4 版

印 次：2017 年 6 月第 1 次印刷

定 价：46.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，  
联系及邮购电话：(010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 [zlbs@phei.com.cn](mailto:zlbs@phei.com.cn)，盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

本书咨询联系方式：(010) 88254199, [sjb@phei.com.cn](mailto:sjb@phei.com.cn)。

## 第4版序

---

又是一个4年过去了，我国的“一带一路”、“互联网+”和“中国制造2025”战略正推动着制造业和物流业更广泛和更深层次的协同发展；电商和大数据等更是给物流业的发展带来了极大的机遇和挑战，并促使着物流业从粗放型向精细化、定量化转变。各类企业包括物流企业的物流工程与管理人员需要掌握先进的知识与技术，研究各类物流系统的规划、设计和实施，寻求物流系统高效益、高效率 and 低成本的运行方案及实现。

在保持工程和应用背景不变的情况下，按照立体化教材的要求，我们对该书第3版进行了梳理和更新：

本版维持基本框架，调整部分章节结构，突出重点，力求详略得当；合理增删，将一些内容放于开放平台，读者可以随时扫描二维码查阅。

对一些学生反映的难点在本版中也进行了改写和完善，增加了一些章节的例题习题，以求读者更好地理解 and 掌握。

跟踪物流工程的发展前沿与实践，吸纳升华业界的努力成果，将新的标准、规范和案例及时反映到本版中，或者“扫码”中。

保持国际化视野，继续更新书中的中英文对照的专业词汇，指引拓展文献。

本版编写以伊俊敏和高晓亮为主，在本书的编写过程中得到不少同人和业界人士的帮助，参阅和研究了大量书刊及文献资料，我们尽可能列入参考文献之中，在此一并向他们致以诚挚的感谢！

物流工程兼具自然科学和社会科学交叉的典型学科特征，并强调应用实践和不断改进，追求的正是“知行合一，止于至善”。这也是我们所求，但每一版本都难免存在纰漏 and 不妥之处，在此恳请广大读者批评指正。

## 第3版序

---

转眼之间，四年过去了，我国物流的发展仍然如火如荼、日新月异；经济发展带来的巨大需求、信息技术和电子商务推动下的物流，更是“一年一小变，三年一大变”。不仅物流企业数量持续增加，企业、组织、政府对物流也越来越重视，投入也越来越多；另一方面，物流新技术、新设备、新标准、新软件层出不穷，这一切都给物流系统的构建、配置、更新和改造带来新的挑战。面对这样的新形势，物流工程教材必须跟上时代的步伐，进行全新的梳理，大力更新，合理增删。

首先，本版从结构上进行了系统的梳理重组，将原来10章压缩到9章，但篇幅从304页小增到324页，涉及内容变化至少三有其一，力求更新、精练和充实。但本书仍然坚守“微观的企业视角”和“扎实的工程背景”，以求学生掌握系统的知识技能，以期在今后的工作中将物流落实于企业和组织新建、更新和改造的大小工程之中。

其次，随着我国物流的深入发展，新标准和规范不断推出，“没有规矩，不成方圆”，本版对全书涉及的标准和规范进行了全面的检查和更新（尤其是在第3、7~9章），将业界的努力成就及时归纳呈现。

再次，伴随着标准和规范的推出的是更加丰富的物流新技术、新设备，本版集中更新了物流工程的新设施设备，努力给读者更新、更全面的设施设备选择。

最后，本版不忘跟随国际上的最新成果，从理论和实践上丰富物流工程视野。

参加本版编写工作的还有潘福斌、苏志雄、张茹秀、高晓亮和李海燕等老师，感谢他们的帮助和支持。另外，本书的修订离不开相关的书刊及文献资料，在此向这些作者致以最诚挚的感谢！

伊俊敏

## 第2版序

---

在中国由制造大国向制造强国迈进和经济进一步融入全球化的进程中，物流是至关重要的。不论是制造企业内部的生产物流，还是仓库、配送中心、港口、码头等社会物流设施，都要进行合理的规划设计与配置，并改进、优化日常运作，以达到现代物流的要求——低成本、高效率、高效益、高质量地实现物料与产品在全国及全球的移动。在这一物流过程中，仅仅停留在物流管理的层面上是远远不够的，它应该是管理与设计并重，运用多学科知识，通过物流系统的构建和相关工程技术与管理技术的综合运用来达成。因此，物流是一门工程背景很强的学科。物流工程侧重从工程技术角度（包括系统工程的理论和方法）来研究物流系统的设计、实现和运行等问题，它涉及从物流系统规划到设计、实施，再到运行和管理的全过程。

物流工程服务于物流系统的建设和运行，物流运行及服务水平的高低，主要取决于工程系统的合理和适用水平，借用王之泰教授的话就是：“物流的灵魂在于系统；物流的关键在于管理；物流的水平在于科技；物流的成败在于体制；物流的落实在于工程。”这也是本书强调实用性和实践性的原因。

经过三四年的酝酿，《物流工程》第2版终于面世了。与第1版相比，本书继续从企业角度进行微观的深入诠释，以大量的工程实际背景来引导读者深入理解与学习。第2版进一步深化理论与实践并重，强调设计与改善并行，并及时反映物流工程及规划领域国内外学术研究与企业实践的最新发展。

本版保持第1版实用和贴近企业环境的特色，进一步丰富了图形、图片、例题与案例。全书以260幅高质量的工程插图、实物照片、图片和表格来展现物流工程理论与实践的丰富内涵。例如“物流工程设施设备”一章中优化了原有图片，并大量补充设备发展的最新情况。全书图文并茂，极大地方便了读者对物流工程的学习和深入理解。本书精选来自国内外的优秀案例与例题，充分汲取国内外先进经验与实践，更注重来自国内企业现场一线的案例。为方便教师的教学及学生的学习，本书每章还附有大量的习题，并继续提供更新的PPT、习题参考答案、案例及辅助文献等教学辅助材料。

这几年物流工程的理论与实践有了很大的发展和进步，相应地，本书的结构与内容有较大调整：对原内容的一半进行了不同程度的修改，并新增10万字的篇幅。具体来说，物流工程概述与系统分析简明扼要，以抓住这门不断发展的新学科精髓。设施选址中增加了选址模型分析，与运筹学有更紧密的关联。设施布置与物料搬运部分摆脱了原来的“SLP+SHA”窠臼，根据制造企业与服务企业实际工作的需要，对以下方面的内容进行了大量补充：流水生产线平衡与设计、单元生产与单元式布置、布置模型、算法与软件、集装单元、搬运系统优化与改善、装箱问题、路径问题等。服务设施设计增加了医院、餐厅与厨房布置设计，仓库与配送中心设计中增强了仓储运作与管理、仓库布置设计和设施应

用等。许多新增内容直接反映国内外最新研究与实践成果,极大增强了本书的学术性和先进性。与此同时,第2版在理论上有一定的深入和拓宽,加入不少运筹学及系统模型,并增强学术引导,使得本教材也可供相关专业的研究生学习。本书还注重国际化视野,几乎所有专业名词都给出了中英文对照,在文中及后面的参考文献中列出了许多深入学习的优秀文献,供研究生等有条件的读者进一步深入研习。

本版的理论部分与运筹学结合更紧密,以反映物流工程研究的新成果,教师可根据学生的情况灵活教学,即使去掉大部分系统模型也不影响总体教学。实践部分教学主要要求学生有一定的读图、识图与绘图能力,设施设备部分(包括设施设备与辅助设施两章)需要基础的机械、电子等知识。总之,本书理论与实践并重,既可以作为工业工程、物流管理、物流工程等相关专业本科及研究生学习的教材,也可以作为有关企业人员学习和培训用书。

本书在编撰过程中参阅借鉴了大量的国内外文献和实践案例,在此向其作者们致以特别的感谢!这里更要感谢企业界的专家们,他们不但提供了有益的建议和精彩的案例,更丰富了本书的实践内涵。同时还要感谢近年来许多同行老师们给予的热心帮助、提出的宝贵意见与建议。最后感谢我的学生们,他们的意见与建议使得本书更适合学生们的学习。

作为国家“十一五”规划教材,本版的编写与修改更是小心谨慎,求精求实。参加本版编写工作的还有高晓亮、袁海波、曾益和曹文琴等老师。尽管我们付出了极大的努力,但限于作者水平,限于时间和精力,书中纰漏和不妥之处在所难免,还望读者不吝指正,我们将不胜感激,并将在电子工业出版社华信教育资源网([www.hxedu.com](http://www.hxedu.com))和随后的版本中改正。

伊俊敏

# 目录

第1章 物流工程导论 .....	1	3.1.1 收发站台设施及设备 .....	34
1.1 物流及相关概念 .....	1	3.1.2 计重计量设备 .....	36
1.1.1 物流的概念 .....	1	3.1.3 工业门 .....	37
1.1.2 物流系统 .....	2	3.1.4 安保设备 .....	38
1.1.3 供应链与供应链管理 .....	3	3.2 包装与集装设备 .....	38
1.1.4 企业物流与第三方物流 .....	4	3.2.1 物流包装设备 .....	39
1.2 物流工程概述 .....	5	3.2.2 托盘 .....	40
1.2.1 物流工程的概念 .....	5	3.2.3 集装箱 .....	44
1.2.2 物流工程的研究对象与内容 .....	6	3.2.4 物流周转箱 .....	48
本章习题与思考题 .....	8	3.2.5 其他物流集装容器 .....	50
第2章 物流系统规划与设计 .....	9	3.3 存储设施设备 .....	51
2.1 物流系统与运作 .....	9	3.3.1 货架的分类与功能 .....	52
2.1.1 物流系统范畴 .....	9	3.3.2 托盘单元货架 .....	52
2.1.2 企业生产运作与物流 .....	10	3.3.3 其他类型货架 .....	56
2.1.3 企业物流系统 .....	12	3.4 物料搬运设备 .....	59
2.2 生产物流分析基础 .....	13	3.4.1 搬运车辆 .....	59
2.2.1 纲领设计 .....	13	(Industrial Vehicles) .....	59
2.2.2 产品设计 .....	15	3.4.2 起重机械 .....	65
2.2.3 工艺过程设计 .....	16	3.4.3 传送带和输送机械 .....	67
2.3 物流系统分析 .....	18	3.4.4 散料搬运设备 .....	71
2.3.1 物流系统分析概览 .....	19	3.4.5 自动物料搬运设备及系统 .....	72
2.3.2 企业物流系统分析 .....	19	3.5 数据收集和通信设备 .....	74
2.3.3 物流量的衡量 .....	20	3.5.1 自动标识技术及设备 .....	74
2.3.4 物料流动分析 .....	21	3.5.2 通信技术及设备 .....	76
2.4 系统规划设计与可行性研究 .....	22	3.6 典型物流设备的技术参数与 .....	78
2.4.1 工程设计概述 .....	22	选用 .....	78
2.4.2 项目建议书 .....	23	3.6.1 托盘货架 .....	78
2.4.3 可行性研究 .....	23	3.6.2 叉车的主要技术参数与 .....	78
2.5 物流系统评价 .....	25	选用 .....	78
2.5.1 物流系统评价原则 .....	25	本章习题与思考题 .....	80
2.5.2 常用评价方法 .....	26	案例讨论 .....	81
本章习题与思考题 .....	29	讨论及思考题 .....	84
案例讨论 .....	29	第4章 设施选址与物流网络 .....	85
讨论及思考题 .....	32	4.1 设施选址概述 .....	85
第3章 物流工程设施设备 .....	33	4.1.1 设施选址的基本概念 .....	85
3.1 收发设施及设备 .....	34	4.1.2 选址意义及原则 .....	86
		4.1.3 设施选址的内容 .....	86
		4.2 选址决策 .....	87



4.2.1 选址决策的影响因素 .....	87	6.1.2 物流分析之从至表 .....	140
4.2.2 选址决策阶段与流程 .....	89	6.1.3 物流相关图 .....	141
4.2.3 选址分析与评价方法 .....	91	6.1.4 SLP 相关图技术 .....	144
4.3 服务设施选址 .....	94	6.1.5 平面布置方案的确定 .....	146
4.3.1 服务设施选址的特点 .....	94	6.2 其他布置方法与布置设计 .....	148
4.3.2 服务设施选址的因素和方法 .....	94	6.2.1 关系表法 .....	148
4.3.3 物流建筑选址 .....	95	6.2.2 详细布置设计 .....	152
4.4 选址问题基础及应用 .....	96	6.2.3 工作地布置 .....	154
4.4.1 选址问题分类的基础 .....	96	6.3 服务设施布置与设计 .....	157
4.4.2 选址问题模型应用 .....	97	6.3.1 办公室布置 .....	157
4.4.3 单设施选址问题与模型 .....	97	6.3.2 零售店布置 .....	158
4.5 多设施选址问题与物流网络 .....	98	6.3.3 其他布置 .....	160
4.5.1 运输模型法 .....	98	6.4 布置模型与算法 .....	163
4.5.2 多设施选址问题基本模型及物流网络 .....	100	6.4.1 算法分类 .....	163
4.5.3 覆盖模型 .....	101	6.4.2 CORELAP .....	164
本章习题与思考题 .....	102	6.4.3 CRAFT .....	166
案例讨论 .....	104	6.4.4 布置算法小结 .....	168
讨论及思考题 .....	105	6.5 布置设计软件与仿真 .....	168
<b>第5章 设施布置与设计 .....</b>	<b>106</b>	6.5.1 计算机辅助设施设计的发展 .....	169
5.1 设施布置概述 .....	107	6.5.2 典型软件简介 .....	170
5.1.1 设施布置的内容 .....	107	6.5.3 系统仿真概述 .....	171
5.1.2 设施布置的原则 .....	108	本章习题与思考题 .....	173
5.1.3 流动模式与空间需求 .....	108	案例讨论 .....	178
5.2 基本布置类型 .....	110	讨论及思考题 .....	179
5.2.1 定位式布置 .....	110	<b>第7章 物料搬运系统设计 .....</b>	<b>180</b>
5.2.2 产品原则布置 .....	110	7.1 物料搬运概述 .....	180
5.2.3 工艺原则布置 .....	111	7.1.1 物料搬运的概念 .....	181
5.2.4 成组单元布置 .....	112	7.1.2 物料搬运的原则 .....	181
5.3 流水线平衡与设计 .....	114	7.1.3 物料搬运活性分析 .....	182
5.3.1 流水线相关概念 .....	114	7.2 物料搬运系统 .....	184
5.3.2 流水线平衡 .....	117	7.2.1 物料控制系统 .....	184
5.3.3 流水线设计 .....	122	7.2.2 物料搬运方程式 .....	185
5.4 单元式布置 .....	127	7.3 物料搬运的单元化与标准化 .....	186
5.4.1 精益生产与单元式布置 .....	127	7.3.1 集装单元化与标准化 .....	186
5.4.2 单元的形成 .....	128	7.3.2 包装与单元化 .....	188
5.4.3 单元生产线的类型 .....	129	7.3.3 单元化管理 .....	189
5.4.4 单元生产线布置与设计 .....	132	7.3.4 集装单元设计 .....	189
本章习题与思考题 .....	133	7.4 搬运系统分析方法 .....	191
案例讨论 .....	135	7.4.1 物料的分类 .....	192
讨论及思考题 .....	136	7.4.2 布置 .....	193
<b>第6章 布置技术及应用 .....</b>	<b>137</b>	7.4.3 移动分析 .....	194
6.1 系统布置设计(SLP) .....	138	7.4.4 搬运方案分析 .....	194
6.1.1 SLP 基本要素与程序模式 .....	138	7.5 搬运系统设计优化与改善 .....	197
		7.5.1 搬运设备数量的确定 .....	197
		7.5.2 搬运成本优化 .....	197

7.5.3 提高搬运安全性.....	198	8.4.1 概述.....	238
7.5.4 搬运系统及作业的改善.....	199	8.4.2 自动化立体仓库的优点.....	238
7.6 搬运系统与运输系统的对接.....	202	8.4.3 自动化立体仓库的分类.....	239
7.6.1 运输系统概述.....	202	8.4.4 自动化立体仓库的发展 趋势.....	240
7.6.2 装箱问题.....	203	8.5 配送中心规划设计.....	240
7.6.3 路径问题.....	205	8.5.1 配送中心规划的要素和 资料分析.....	240
本章习题与思考题.....	205	8.5.2 配送中心的设施规划.....	242
案例讨论.....	207	8.5.3 其他系统规划.....	242
讨论及思考题.....	208	本章习题与思考题.....	242
<b>第8章 仓库与配送中心规划设计.....</b>	<b>209</b>	案例讨论.....	245
8.1 仓库及仓储系统.....	210	讨论及思考题.....	248
8.1.1 仓库的分类.....	210	<b>第9章 物流辅助设施及工程.....</b>	<b>249</b>
8.1.2 仓储系统.....	211	9.1 设施系统概述.....	249
8.2 仓储运作与仓库规划.....	212	9.2 服务及辅助设施.....	250
8.2.1 仓库的作业功能.....	212	9.2.1 物流服务及辅助设施.....	250
8.2.2 仓库运作管理.....	214	9.2.2 收发站台.....	250
8.2.3 仓库管理信息系统.....	221	9.2.3 通道、道路及交通.....	254
8.2.4 仓库规划.....	222	9.3 工程设计规范概述.....	257
8.3 仓库布置设计.....	223	9.3.1 工厂总平面布置.....	257
8.3.1 存储方式与空间.....	223	9.3.2 物流建筑规划与布置规范.....	258
8.3.2 空间利用.....	225	9.3.3 厂房设计与工业建筑.....	259
8.3.3 库容量与仓库面积.....	229	本章习题与思考题.....	261
8.3.4 库房布置设计.....	236	<b>参考文献.....</b>	<b>263</b>
8.3.5 通用仓库及库区规划设计 要求.....	237		
8.4 自动化立体仓库.....	238		

# 第 1 章 物流工程导论

## 本章主要内容

- 物流及相关概念  
物流的概念、物流系统、供应链与供应链管理、企业物流与第三方物流。
- 物流工程概述  
物流工程的概念、物流工程的研究对象与内容。

## 1.1 物流及相关概念

物流作为一种社会经济运动的形态，自从人类社会有了商品交换就开始出现，已经存在上千年了，但人们开始重视它却还是近几十年的事。随着我国市场经济的发展，物流的重要性越来越多地被人们所认识。所谓物流是指物质实体从供给者向需求者的物理性移动。它既包括空间的位移，又包括时间的延续；可以是宏观的流动，如洲际、国际之间的流动，也可以是同一地域、同一环境中的微观运动，如一个生产车间内部物料的流动。因此，物流既存在于流通领域，也存在于生产领域，可以说无处不在、无孔不入。可见物流在经济活动中居于十分重要的地位。

### 1.1.1 物流的概念

“物流”概念最早在美国形成，当初被称为“PD”（Physical Distribution），译成汉语是“实物分配”或“货物配送”。它是为了计划、执行和控制原材料、在制品库存及制成品从起源地到消费地的有效率的流动而进行的两种或多种活动的集成。后被日本引进，并结合当时日本的国内经济建设和管理而得到发展。这时，物流已不单纯是从生产者到消费者的“货物配送”问题，而且还要考虑到从供应商到生产者对原材料的采购，以及生产者本身在产品制造过程中的运输、保管和信息等各个方面全面、综合地提高经济效益和效率问题。

在中国，物流的概念受到日本和美国的影响巨大，物流的概念也一直在发展变化，尤其是近年来的变化更加频繁，美国权威的物流管理协会（Council of Logistics Management, CLM, [www.clm1.org](http://www.clm1.org)）在不同的年代曾给物流下过 5 个定义。CLM2002 年的定义为：“物流是供应链过程的一部分，是对货物、服务及相关信息从起源地到消费地的有效率、有效益的正向和反向流动及储存进行计划、执行和控制，以满足顾客要求。”

佐治亚理工大学拥有国际上享有盛誉的供应链与物流研究所（[scl.gatech.edu](http://scl.gatech.edu)）。在该所的技术白皮书中是这样定义物流的：“物流是伴随获得、移动、存储以及分发供应链货物（制造各个阶段的产品、服务以及信息）的所有活动。物流包括运输、分配、仓储、物料搬运、

库存管理等企业行为,与制造及市场密切相关。”

日本流通综合研究所的定义是:“物流是物资资料从供应地到需求者的物理性移动,是创造时间性、场所性价值的经济活动。”

我国国家标准 GB/T 18354—2006《物流术语》中对物流的定义是:“物品从供应地向接收地实体流动的过程。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的结合。”

从这一系列定义中可以总结出物流的概念包括以下含义:

- 物流的概念是随着社会经济、科学技术发展而不断扩展的,其内涵也是不断延伸的。
- 物流是一个空间上的“物”(主体是货物及与之相关的信息)的物理性移动过程,存在起点和终点,并且从起点到终点的物理性移动过程包括几个基本的环节:装卸、运输、供应、仓储、采购。
- 物流是以高效、低成本地满足客户的需求为研究目的的,物流的一体化和信息化是高效和低成本保证。
- 物流是各种相关的管理科学、工程技术和信息技术的系统集成,单独重视某一方面而忽视其他方面都不能充分发挥物流的作用。

从狭义上看,物流至少要执行运输、搬运、存储,以及完成订单的文档等相关服务工作,其中前三者分别完成空间、形质和时间效用。但是,现在在顾客越来越高的要求下,仅仅完成这些是不够的。从人类生产经营活动来看,尽管在生产制造、采矿、选育、分装等工艺中,物流不是工艺的一部分,但这些工艺都需要物流来提供所需的物料,来分发完成的产品、清除产生的废物和残留材料,这就不仅仅是运输、仓储和搬运就足够的了。因此,物流的范围从围绕产品生产、消费环节的生产物流到综合生产物流、服务物流以及相关的信息流,还包括回收物流或逆向物流(Reverse Logistics)。

现代物流的主要内容扩大到运输(Transportation)、存储(Warehousing and Storage)、包装(Packaging)、物料搬运(Material Handling)、订单处理(Order Processing)、预测(Forecasting)、生产计划(Production Planning)、采购(Purchasing or Procurement)、客户服务(Customer Service)、选址(Location)、退货处理(Return Goods Handling)、废弃物处理(Salvage and Scrap Disposal)和其他活动。

物流的概念,可从不同角度做出多种阐述,而且许多概念还在不断发展中。进入21世纪以来,物流的概念已向物流管理、供应链管理的概念转变,着重整个物流系统、运作的优化,包括运输合理化、仓储自动化、包装标准化、装卸机械化、加工配送一体化、信息管理网络化等。物流能力与水平是一个国家综合国力的重要标志,因此日益受到各界的关注和重视。

## ▶▶ 1.1.2 物流系统

在谈论物流系统之前,先要对系统有一个基本的了解。所谓系统,是指“由相互作用和相互依赖的若干组成部分(要素)结合而成的,具有特定功能的有机整体”。系统具有以下特点:

- 各个系统都具有一定的目的和功能:

- 在系统中通常有多种要素存在；
- 各要素之间互相关联。

系统工程以系统为研究对象，综合工程技术、应用数学、社会科学、管理科学、计算机科学和技术等学科的内容，是制定最优规划、实现最优管理的重要方法和工具。

物流系统是指在一定的时间和空间内，由所需位移的物料、包装设备、装卸搬运机械、运输工具、仓储设施、人员和通信联系等若干要素所构成的具有特定功能的有机整体。物流系统的目的是实现物流的空间和时间效用，在保证社会再生产顺利进行的前提下，实现各种物流环节的合理衔接，并取得最佳的经济效益。物流系统是社会经济系统的一个子系统或组成部分。物流系统具有规模庞大、结构复杂、目标众多等大系统所具有的特征。

物流系统是由运输、仓储、包装、搬运、配送、流通加工和物流信息等环节组成的，这些环节也称为物流子系统。运输和仓储是物流系统的主要组成部分，物流信息系统是物流系统的灵魂，物流通过产品的仓储和运输，尽量消除时间和空间上的差异，满足商业活动和企业经营的要求。作为系统输入的是各个环节所消耗的劳务、设备、材料等资源，经过处理转化，变成系统的输出，即物流服务。物流系统要尽量以最少的费用提供更好的物流服务，具体体现在：按交货期将所订货物适时而准确地交给用户；尽可能地减少用户所需的订货断档；适当配置物流据点，提高配送效率，维持适当的库存量；提高运输、保管、搬运、包装、流通加工等作业效率，实现省力化、合理化；保证订货、出货、配送的信息畅通无阻；使物流成本降到最低。

在物流系统集成时要注意系统中存在的一些制约关系，如物流服务与物流成本之间的制约关系、各物流服务子系统之间的制约关系、构成物流成本各环节费用之间的关系等，这些关系称为二律背反，因此必须从系统工程的角度出发，合理处理这些关系。

一般地，物流系统可以分为物流运作子系统和信息子系统。物流运作子系统是在包装、仓储、运输、搬运、流通加工等操作中运用各种先进技术将生产商与需求者连接起来，使整个物流活动网络化，提高效率。物流信息子系统是运用各种先进信息技术保障与物流运作相关信息的流畅，提高整个物流系统的效率。将物流运作与物流信息组成一个物流系统的目的就是要以最有效的途径提供最满意的服务。

### ▶▶ 1.1.3 供应链与供应链管理

对企业来说，最大的物流系统就是供应链（Supply Chain）。随着企业生产经营的发展，物流系统更加注重需求与计划并连接企业的上下游企业，即形成供应链。供应链是生产及流通过程中，涉及将产品或服务提供给最终用户活动的上游与下游企业所形成的网链结构。供应链的概念是在将生产的概念扩大到运作的基础之上发展起来的，它将企业的生产活动进行了前伸和后延。供应链是围绕核心企业，通过对相互关联的部门或业务伙伴之间所发生的物流、资金流和信息流的控制，覆盖从产品（服务）设计、原材料采购、制造加工、组装、分销直到最终用户全过程的增值链的网链结构模式。供应链中的物流是从供应商到顾客手中的物料产品流。

供应链从建立合作制造或战略伙伴关系出发，跨越企业界限，从全局和整体的竞争力出

发,使供应链从一种运作性的竞争工具上升为管理性的方法体系。供应链管理(Supply Chain Management)就是使供应链运作达到最优化,以最少的成本,使供应链从采购开始,到满足最终顾客的所有过程,包括工作流、实物流、资金流和信息流等均高效率地操作,把合适的产品以合理的价格及时准确地送到消费者手上。供应链管理主要涉及需求管理、计划、物流管理、供应和逆向物流。供应链管理注重用户服务水平和降低总的物流成本之间的矛盾关系,因此要把供应链各个职能部门有机地结合在一起,最大限度地发挥供应链管理的力量,达到供应链企业群体获益的目的。供应链管理与传统的管理模式有很大的区别,在我国加入WTO后,企业要提高国际竞争力,迫切需要应用供应链管理的思想和方法。

### ▶▶ 1.1.4 企业物流与第三方物流

物流系统通常分为企业物流系统和社会物流系统,其中企业物流系统源于工厂物流系统,是生产与管理系统的子系统。它是指工厂企业内部产品制造从供应、生产、销售直至回收、废弃等整个过程的物料流动,涉及原材料进入、储存、搬运、停放、加工、装配、包装、成品储存、在制品控制等。当然随着企业经营从生产向销售、贸易等的拓展,企业围绕其经营活动所发生的物流活动都是企业物流。企业物流系统的好坏直接影响企业经济效益和服务顾客的水平。社会物流系统则是企业之外、流通领域中的物流系统,是社会经济系统的子系统,它将生产企业看作物流起点,由若干物流点和配送商、销售商等以及区域信息系统组成的大系统。社会物流涉及原材料、生产、销售和顾客的整个过程,并和商流密切相关。企业物流受到社会物流的影响和制约,必须与社会物流相适应。

企业物流是我国物流业发展的关键,工业企业是拉动物流业发展的源动力。物流业务来自供应链的各个环节,而工业企业通常是供应链的核心,因此工业企业的运作是产生物流需求的源泉。物流不仅与企业运作密切相关,还是企业的“第三利润源泉”,对企业的战略发展和增加客户价值有重大意义。如果企业物流管理不畅,时间、空间浪费大,物料流混乱,重复搬运,流动路径不合理,产品交货周期长,废弃物回收不力等,不仅无法提高企业生产效率,降低成本,还阻碍企业的长远发展。因此企业,尤其是工业企业应充分重视物流,大力发展企业物流,扭转我国企业物流的薄弱局面。

第三方物流(Third-Party Logistics, TPL或3PL)是独立于供需双方,为客户提供专项或全面的物流系统设计或系统运营的物流服务模式。现在企业面对激烈的市场竞争,为了提高核心竞争力,提高物流运作效率并降低物流成本,会将物流业务外包给第三方物流公司。第三方物流服务除了运输、仓储和配送之外,还有充分面向行业和企业个性化需求的包装、标签、分拣、回收、分装线作业、车辆出租、车队管理、EDI与报关服务、库存控制、客户服务和物流信息系统等。第三方物流服务由第三方物流企业提供,这些企业可以从运输企业转型而来,也可以从仓储企业延伸到配送等业务发展起来,还可以从制造企业本身的业务部门独立而来。现代信息技术的发展和供应链下分工协作的加强,给第三方物流企业带来了巨大的商机。

## 1.2 物流工程概述

物流工程是一门工程背景很强的学科。一方面,物流要运用运筹学和系统工程等理论知识来解决实际问题并优化系统,以低成本、高效率、高质量地实现物料的移动,使得准确品种与数量的物料在正确的时间、按照正确的路线、到达正确的地点。另一方面,除了社会经济发展的支撑外,物流的发展和物流系统的构建也离不开与其相关的工程技术,这些相关的工程技术促进了物流工程的形成和升华。物流工程侧重从工程技术角度(包括系统工程的理论和方法)来研究物流系统的设计、实现和运行等问题,它涉及从物流系统规划,到设计、实施,再到运行和管理的全过程。

### 1.2.1 物流工程的概念

物流工程是近年来出现的概念,在国内外还没有统一的认识。

一般来说,物流工程研究物流系统的设计、运营与控制问题,涉及产品和服务采购、运输、仓储和配送的整个过程,关键是物料和信息的流动。物流工程是以物流系统为研究对象,研究物流系统的规划设计与资源优化配置、物流运作过程的计划与控制以及经营管理的工程领域。由于物流所涉及问题的广泛性和复杂性,因此需要从系统工程这一解决复杂性问题的专门学科的角度来研究物流活动。

虽然物流工程要借助系统工程的方法,但物流工程不仅仅是“物流系统工程”或“物流+系统工程”,它还涉及许多其他工程技术的应用,它是关于物流系统分析、设计、改善、控制和管理的学科,是管理与技术的交叉学科,它与交通运输工程、管理科学与工程、工业工程、计算机技术、机械工程、环境工程、建筑与土木工程等领域密切相关。虽然物料在物流系统内的流动离不开物料搬运的硬技术,物流工程也不仅仅是研究“物料搬运”的专门工程技术,否则与机械工程及自动化就没有区别了,更重要的是通过各种搬运与存储手段与方式的合理规划与配置,可以达到物流系统通常的6R目标——恰当的产品、数量、质量、状态、时间和地点。因此,物流工程作为一门学科,研究有关物流系统构成、规划设计、优化配置和持续完善的理论、技术和方法及其应用体系。与物流管理和供应链管理偏重于战略、运作与控制不同的是,物流工程更重视定量和工程方法的应用,如规划设计理念与方法、建模与优化求解、设施设备的合理选择与配置等,是用来解决物流系统设计与运作中出现问题的工具。

物流工程体现了自然科学和社会科学相互交叉的边缘学科的许多特征。

1) 物流工程是以多学科综合为其理论基础的,物流工作人员和研究人员需要有多方面的知识,除了要掌握生产、工艺、搬运、存储、信息等技术知识外,还要掌握经济学、统计学等经济管理知识。

2) 物流工程研究的对象一般是多目标决策的、复杂的动态系统。在系统分析时,既要考虑其经济性指针,又要考虑技术上的先进性、科学性。因此,其研究方法不仅要运用自然科学中常用的科学逻辑推理与逻辑计算,同时,也常采用系统建模、优化设计和仿真与分析的方法。研究中,常采用定量计算与定性分析相结合的综合研究方法。

3) 物流工程作为一门交叉学科,与其他学科有着密切的联系,如管理科学与工程、机



械工程、自动化、计算机技术、交通运输工程、建筑与土木工程和环境工程等。

## ▶▶ 1.2.2 物流工程的研究对象与内容

前面已经明确，物流工程的研究对象就是物流系统及其相关活动。从物流系统的大小范围来看，一般将社会物资的包装、储运、调配（如物资调配、港口运输等系统）等区域活动称为“大物流”，而把工厂布置和物料搬运（Plant Layout and Material Handling）等企业内活动发展而来的物流（Material Flow）系统称为“小物流”。这些物流系统广泛存在于社会生产、经营和管理的各个领域，具体来说有以下形态：

- 企业物流系统，包括制造企业及其延伸的供应链；
- 运输及仓储业物流系统；
- 社会物资流通调配系统；
- 社区、城市、区域规划系统；
- 服务和管理系统，如办公室、商店、餐饮、医院、游乐园等涉及人员、物料和信息流动的系统。

本书将这些物流系统分为两类，即生产物流系统和服务物流系统。在制造企业内部，一般以生产物流系统为主，但也涉及服务物流系统；而在服务企业和公共系统中则以服务物流为主。这两类物流系统将是我们研究的主要对象。

本书中物流工程的内容主要有以下几方面。

### 1. 物流系统规划与设计

这部分内容从物流系统分析开始，包括生产物流系统分析基础、物料流动（物流）分析；接下来是规划设计的方法与程序，如系统规划设计与可行性研究、系统规划评价与选择。这些内容在第2章“物流系统规划与设计”中讲述。物流系统规划设计还有一项主要内容就是选址与网络布点，从单个设施的选址到供应链物流网络的选址与资源分配都是企业经营战略性问题。这些内容将在第4章“设施选址与物流网络”中专门讲述。

### 2. 物流工程技术基础

物流工程技术主要表现为各种物流工程设施设备，它们是物流系统要素中的硬件设施设备，是我们构建合理先进的物流系统的工程物质基础。随着技术的进步，这些设施设备层出不穷。是否了解掌握这些设备的性能与使用，合理配备物流设施设备，将直接影响物流系统及运作的效率和服务水平。第3章“物流工程设施设备”将以图文并茂的形式详细介绍收发设施及设备、包装与集装设备、存储设施设备、物料搬运设备和自动数据收集与通信设备。第9章“物流辅助设施及工程”则在比设备更大的层次上对物流涉及的辅助设施及工程进行了介绍。

### 3. 设施规划与设计

设施规划与设计（Facilities Planning and Design）根据系统（如工厂、学校、医院、办公楼、商店等）应完成的功能（提供产品或服务），对系统各项设施（如设备、土地、建筑物、公用工程）、人员、投资等进行系统的规划和设计。“设施”是指生产系统或服务系统运行所需的有形固定资产。对生产系统或工厂而言，设施包括占用的土地、建筑物和构筑物，加工用的机器设备、固定或移动的辅助设备，此外还包括维修设施、实验室、仓库、



动力设施、公用设施和办公室等。不管是生产系统还是服务系统，它们的设施都是由实体建筑、机器设备、物料和人员构成的，这些设施是物流系统中的硬件，它们与信息与管理系统的软件共同构成物流系统整体。这些硬件设施是物流系统的结构骨架。

设施规划是在企业经营策略的指导下，针对企业个体中的生产或服务系统的生产或转换活动，从投入到产出的全部过程中，对人员、物料及所需的相关设备设施等，做出最有效的组合与规划，并与其他相关设施协调，以期获得安全的、有效率的和经济的操作，满足企业经营的需求，同时进一步对企业长期的组织功能和发展产生更积极的影响和效益。

近年来，设施规划设计发展很快，已成为一个重要的独立科研方向和技术体系，被认为物流科学管理的开端。系统管理的蓝图，如资源利用、设施布置、设备选用等各种设想都体现在设施设计中，设施设计对系统能否取得预想的经济效益和社会效益起着决定性作用。

传统的设施规划仍以生产系统为主要对象，而生产系统则以制造工厂的规划最为复杂，也最具代表性。因此，本书第5章和第6章将以较大的篇幅讲述生产和服务设施规划设计的不同的布置设计方法与技术。

#### 4. 物料搬运系统设计

物料搬运系统设计是对物料搬运的设备、路线、运量、搬运方法以及储存场地等做出合理的安排，包括：

1) **搬运（运输）与储存的控制与管理。**在给定的物流布点设备布置条件下，根据物流搬运（运输）和储存的要求（往往是工艺要求），用管理手段控制物流，使生产系统以最低的成本、最快捷的速度、完好无缺的流动过程，达到规划设计中提出的效益目标。研究内容涉及生产批量最佳化研究、工位储备与仓库储存研究、在制品管理、搬运车辆的计划与组织方法、信息流的组织方法及信息流对物流的作用等。

2) **搬运（运输）设备、容器、包装的设计与管理。**通过改进搬运设备、改进流动器具而提高物流效率、产品质量等，如社会物流中的集装箱、罐、散料包装，工厂企业中的工位器具、料箱、料架以及搬运设备的设计、选择与管理等。

3) **搬运系统与运输系统的对接。**这部分主要探讨实用性的装箱问题和路径问题。

本书将在第7章“物料搬运系统设计”中阐述这些内容。

#### 5. 仓储技术

物流系统的建立离不开仓库。在物流工程中，建立各种仓储设施并配置相应的存储设备和集装器具也是十分必要的。从仓库到配送中心，仓储技术已经从静态的存储发展到动态的服务。在各类仓库中最能代表现代物流技术的设施就是自动化立体仓库系统，它涉及机械、结构、电气、自动控制、计算机、网络等学科，是综合性强的高新技术。仓储技术也是设施布置技术和物料搬运技术的综合应用，像广泛发展的各种配送中心、物流中心就是仓储技术发展的结果之一。本书将在第8章“仓库与配送中心规划设计”中详细讲述这些内容。

#### 6. 物流信息技术与仿真技术

现在物流的服务质量和效率更多地取决于信息管理技术，计算机的普及应用提供了更多的需求和库存信息，提高了信息管理科学化水平，使产品流动更加容易、准确和迅速。