

上海汽车工业教育基金会资助
工业工程系列教材

物流工程与管理

徐克林 主编

上海交通大学出版社

内 容 简 介

本书是工业工程系列教材之一。全书对现代物流做了全面、深入的调查研究,并加以分析和阐述,反映了现代物流中最新、最关键的内容。既注重理论知识的清晰阐述,又注意反映了最新的物流动态。

本书共分 10 章,包含概论、物流系统构成要素、物流系统分析、物流系统模型及仿真、物流系统规划与设计、物流服务与成本管理、物流系统预测与评价、物流信息和物流管理信息系统、电子商务与供应链管理、物流机械简介。

本书案例大都是编者调查的一手资料,内容新颖、丰富,反映了我国物流业的现状和发展。

本书内容全面、丰富,由浅入深、论述流畅,易学易懂。本书为大学本科教材,也可作为与物流技术有关的研究生、管理人员、技术干部和自学者的参考书。

书 名：物流工程与管理

作 者：徐克林

出版社：上海交通大学出版社

出版日期：2003

ISBN：7-313-03330-3/G712

定 价：17.00

工业工程系列教材编委会

主任： 翁史烈

委员：（以姓氏笔画为序）

宋国防 胡宗武 徐克林 钱省三

诸葛镇 秦鹏飞 韩正之

总 序

作为市场经济产物的工业工程学科,在美国的发展已有 100 年的历史,它在西方国家的工业化进程中和改善经营管理、提高生产率等方面都发挥了很大的作用。近 10 多年来,随着商业竞争的加剧,国际市场和全球化制造态势的形成,企业和商家纷纷寻求进一步改善经营管理的方法,试图建立自己的核心竞争力,以便在剧烈的竞争中取胜。企业和商家的这些努力是与管理专家的研究结合在一起的,这样就大大地推动、丰富了工业工程和管理学科的发展和内容的更新。

虽然在上世纪三四十年代,交通大学等一些大学曾设立过与工业工程类似的学科,但解放后随着计划经济的实施,这个学科也就取消了。这样,这个学科在我国的研究和应用就停滞了 30 多年。改革开放后,在原机械工业部的积极推动下,我国从 1989 年开始引进工业工程的管理方法,并在一些企业试行,取得了明显的经济效果。西安交通大学、天津大学等高校率先于 1992 年开始招收工业工程专业的本科生。随后,我国一些大学陆续设立这个专业,至今全国已有 70 多所高等学校设有这个专业;这个专业的硕士和博士生也在培养之中。但是,正由于我们起步较晚,无论在工业工程的应用还是人才培养等方面都落在先进国家的后面。

上海汽车工业(集团)总公司是一个现代化的大型企业集团,集团公司所属的许多生产厂不但拥有现代化的设备,而且也努力推行现代的管理方法。在实践中,他们深感缺乏既懂工程又懂管理的复合型人才。为了广泛普及现代的管理方法,公司的高层领导把员工的教育和培训摆到了重要的地位。他们除经常举办短期训练班普及现代管理知识外,还委托上海交通大学连续举办了几届“工业工程”专业工程硕士班。为了解决硕士班的教材,他们引进了部分国外最新教材,供上课老师使用。

为了支持工业工程专业人才的培养,解决工业工程专业的教材问题,由上汽集团及所属企业捐资组建的“上海汽车工业教育基金会”,从 2000 年起就开始研究资助这个专业教材的编写和出版问题。经上海汽车工业教育基金会与上海交通大学出版社共同策划,并先后与上海交通大学、同济大学、东华大学、复旦大学、上海大学和上海理工大学等校工业工程系老师座谈、讨论,于 2001 年 8 月正式成立了“工业工程系列教材编委会”,制订了系列教材编写和出版计划。按照这个计划,系列教材共计 14 种,由 2002 年起分 3 年出版。基金会拨出专款资助

系列教材的编写和出版。我们对上海汽车工业教育基金会给予工业工程专业教育的支持表示感谢。

在确定系列教材的选题时,我们主要考虑了以下原则:一是特色,要有工业工程学科的特色,选题应确属工业工程学科的课程,对一些可与其他学科共用的教材则不再列入;二是精选,编写内容应精选该学科公认的、经典的基本原理和方法,以及先进的管理理念,对一些尚有争论的观点则不予论述;三是实践,遴选的编著者应对该课程有丰富的教学实践经验,并在教材中尽可能地反映企业解决工业工程问题的实际案例。经过认真研究,我们确定了下列选题:工业工程——原理、方法与应用,生产计划与控制,物流工程与管理,现代制造企业管理信息系统,以上为第一批;人因工程,质量管理,决策支持系统,复杂系统解析,工程管理的模糊分析,制造系统建模与仿真,以上为第二批;工程经济学,工作研究,项目管理,工业工程计算方法(暂定名),以上为第三批。

参加这套系列教材编写的是上面提到的这几所大学的老师们,他们都是相应课程的任课教师。他们根据自己教学过程中反复修改过的讲稿,又参考了国内外的相关文献,在较短的时间内完成了教材的编写。他们精选教材内容,配以实例讲解,使学生易于掌握;同时,他们也力图将最近几年工业工程的最新研究成果做简要的介绍,以使学生接触本专业的前沿。但是,由于编写时间比较仓促,编写者们的经验又各不相同,本系列教材的质量和水平一定是参差不齐的,也一定会存在一些缺点,希望能得到读者的批评和指正。特别要说明的是,在我们筹划这套系列教材的时候,“高等院校工业工程专业教材编审委员会”组编的7种教材尚未出版,当我们的编者拿到这7种教材时,我们的第一批4本书稿已形成初稿,但编者仍然会从中得到启迪。

在工业工程系列教材第一批教材正式出版之际,我们深感欣慰,并对辛勤工作的老师们表示感谢。祝愿工业工程学科在教育界、工程界同仁的关怀下茁壮成长。

工业工程系列教材编委会主任
中国工程院院士



2002年8月

前 言

“现代物流”已在我国兴起,并形成了“物流热潮”。深圳、上海等地的物流业已开始成为地方的支柱产业和新的经济增长点。目前与物流有关的书籍为数不少,但可以成为高校物流课程教材的出版物却不多见。本书试图系统、准确地反映现代物流的理论和最新进展。

全书共分 10 章,包括概论、物流系统构成要素、物流系统分析、物流系统模型及仿真、物流系统规划与设计、物流服务与管理、物流系统预测与评价、物流管理信息系统、电子商务与供应链管理、物流机械简介等内容。

本书重点介绍物流系统构成要素、物流系统规划与设计、物流系统模型及仿真、物流管理信息系统及电子商务与供应链管理的最新知识。内容系统、全面,论述清楚、流畅。

本书由同济大学机械学院徐克林教授(博导)任主编,负责编写 2,3,5,7,10 章及附录 1,2 等内容。同济大学管理学院白庆华教授(博导)编写 1,8 章及 9 章部分内容。西南师大数学系徐勇副教授编写第 4 章,同济大学陈群民博士编写第 6 章,同济大学秦耕博士编写第 9 章及附录 1,2 部分内容。

本书的案例、实例大都是编者调查的一手资料写成,反映了我国物流业的现状和发展。

上海汽车工业教育基金会大力推进“工业工程”教育,历年来组织上海汽车工业(集团)总公司内部技术人员在职培训,还委托上海交通大学举办“工业工程”工程硕士班。他们为了推动“工业工程”教育,拨出专款资助教材出版。正是在这种背景下,本书才得以出版。在此特向他们表示衷心的感谢。作者十分感谢上海交通大学出版社的同人,他们对本书的初稿进行了仔细的校正,改正了原稿中存在的一些文字错误。

本书在编写过程中得到上海交通大学、二汽、大众汽车、海尔、青啤和双星等单位的帮助,在此表示感谢!

本书是高等院校本科课程教学用书,也可作为研究生教学参考书,还可作为从事物流技术的管理人员、技术干部、自学者的自学教材。

编者

2003 年 3 月

目 录

第 1 章 概论.....	1
1.1 物流	1
1.2 物流系统的组成	2
1.3 物流的发展	3
1.4 物流与电子商务	4
1.5 物流与供应链	5
第 2 章 物流系统构成要素.....	7
2.1 运输	7
2.1.1 运输的类型	7
2.1.2 各类运输手段简介	7
2.1.3 国际货物运输.....	10
2.2 保管.....	12
2.2.1 保管的作用和功效.....	12
2.2.2 仓库的分类.....	13
2.2.3 仓库的选址、设计和作业原则	14
2.2.4 库存管理.....	18
2.2.5 自动化仓库系统.....	25
2.3 包装.....	30
2.3.1 包装的作用和发展.....	30
2.3.2 包装的分类.....	31
2.3.3 包装的标志和中性包装.....	33
2.4 搬运.....	34
2.4.1 搬运作业.....	34
2.4.2 搬运的分类.....	35
2.5 流通加工.....	35
2.5.1 流通加工的作用.....	35
2.5.2 流通加工.....	36

第 3 章 物流系统分析	37
3.1 物流系统分析与分类.....	37
3.1.1 物流系统分析.....	37
3.1.2 物流系统的分类.....	37
3.2 物流系统分析要素和原则.....	38
3.2.1 物流系统分析要素.....	38
3.2.2 物流系统分析原则.....	39
3.3 物流系统常用概念.....	40
3.3.1 当量物流量.....	40
3.3.2 物料活性系数.....	42
3.4 物流系统案例分析.....	43
3.4.1 上海现代物流系统.....	43
3.4.2 海尔现代物流系统.....	45
第 4 章 物流系统模型及仿真	48
4.1 物流系统模型.....	48
4.2 物流系统模型的类型.....	48
4.2.1 符号模型.....	48
4.2.2 形象模型.....	50
4.3 物流系统建模的思路和方法举例.....	50
4.3.1 推理法.....	51
4.3.2 统计分析法.....	52
4.3.3 实验分析法.....	53
4.3.4 人工实现法.....	54
4.3.5 主观想象法.....	54
4.3.6 混合法.....	55
4.4 建立模型应注意的一些事项.....	55
4.5 计算机系统仿真.....	57
4.6 系统仿真常用概念.....	57
4.7 系统仿真的一般步骤.....	59
4.8 企业现代生产物流系统仿真.....	61
第 5 章 物流系统规划与设计	70
5.1 概述.....	70

5.2	选址中的物流规划	72
5.2.1	选址问题	72
5.2.2	选址中的物流规划	73
5.2.3	选址中的定性模式	81
5.3	企业设施布置中的物流规划与设计	82
5.3.1	设施布置设计的内容、要求与分类	82
5.3.2	工艺原则布置中的物流设计	84
5.3.3	产品原则布置中的物流规划设计	87
5.3.4	生产布置局部规划	96
5.4	运输路线的规划	97
5.4.1	对流和迂回	97
5.4.2	交通线路中不存在圈型回路时运输线路的规划	99
5.4.3	交通线路为圈型回路时运输线路的规划	100
第6章	物流服务与成本管理	103
6.1	物流服务的重要性	103
6.2	物流服务的趋势	103
6.3	物流服务水平的保证	104
6.4	物流成本特征	106
6.4.1	物流成本的隐含性	106
6.4.2	物流成本效益背反性	107
6.4.3	物流成本与企业效益的乘数效应	108
6.5	物流成本构成和分类分析	109
6.5.1	物流成本的构成	109
6.5.2	物流成本的构成分类	109
6.5.3	现代物流成本控制与物流服务水平的均衡	111
6.6	物流系统的经济评价方法	111
6.6.1	评价方法	112
6.6.2	典型物流活动的经济评价方法	113
第7章	物流系统预测与评价	117
7.1	物流系统的预测	117
7.2	物流系统预测的基本原则和预测程序	117
7.2.1	预测的基本原则	117
7.2.2	预测的程序	118

7.3	物流系统预测方法	119
7.3.1	定性预测	119
7.3.2	定量预测	120
7.4	预测误差计算和结果分析	121
7.4.1	预测误差的计算	121
7.4.2	预测误差效果分析	122
7.5	物流系统的评价	122
7.6	物流评价指标	123
7.6.1	物流系统的目标关系	123
7.6.2	评价指标	124
7.7	物流系统经济分析成本效益法	125
第8章 物流信息和物流管理信息系统		128
8.1	物流信息的内容、分类及其特点	128
8.1.1	物流信息的内容和分类	128
8.1.2	物流信息的特点	130
8.2	物流管理信息系统	131
8.3	典型的 ERP 软件及其物流分系统	134
8.4	物流信息管理中常用的配套技术	138
第9章 电子商务与供应链管理		141
9.1	电子商务和供应链管理的基本概念	141
9.1.1	现代物流供应链的发展	141
9.1.2	供应链管理和电子商务	142
9.1.3	电子商务对物流的影响	143
9.1.4	E-business 环境下物流系统网式模型	144
9.2	供应链运作参考模型(SCOR)	145
9.3	APS 与供应链优化	149
9.3.1	ERP 的供应链计划	149
9.3.2	APS 对供应链的同步和优化	150
9.3.3	APS, SCM 与 ERP 的关系	153
9.4	供应链五角评估模型	154
9.5	上海三菱电梯公司实施 mySAP com	155

第 10 章 物流机械简介	159
10.1 堆垛机.....	159
10.2 叉车.....	160
10.3 自动导引小车.....	161
10.4 输运机.....	162
10.5 升降机.....	164
10.5.1 垂直输送机.....	164
10.5.2 液压升降平台.....	165
10.6 自动分拣机.....	165
10.7 搬运机器人.....	166
10.8 起重机.....	167
附录 1 托盘、集装箱及运输包装国家标准	169
附录 2 搬运系统分析常用图例符号	185
参考文献.....	186

第1章 概论

1.1 物流(Logistics)

物流是指克服时间和空间间隔,联结供给主体和需求主体包括废弃和还原在内的一切物资的物理性移动的经济活动。具体地说有运输、保管、包装、搬运等物质流通活动及与之相关的信息活动。

“物流”是由“物的流通”一词简化而来的。与之相关的英文常涉及到“Physical Distribution”和“Logistics”,其中前者常限于流通领域的各项物流活动,而后者指广域意义的物流科学。

物流活动可以说是古老的,但随着社会的发展和科技的进步,现代物流已经发展成为当今的“热门”行业。物流与企业综合实力的提高及国民经济的发展关系极为密切,已被称为“企业的第三经济增长源泉”。

从图 1-1 中可以看出一个制造业系统的物流流程:

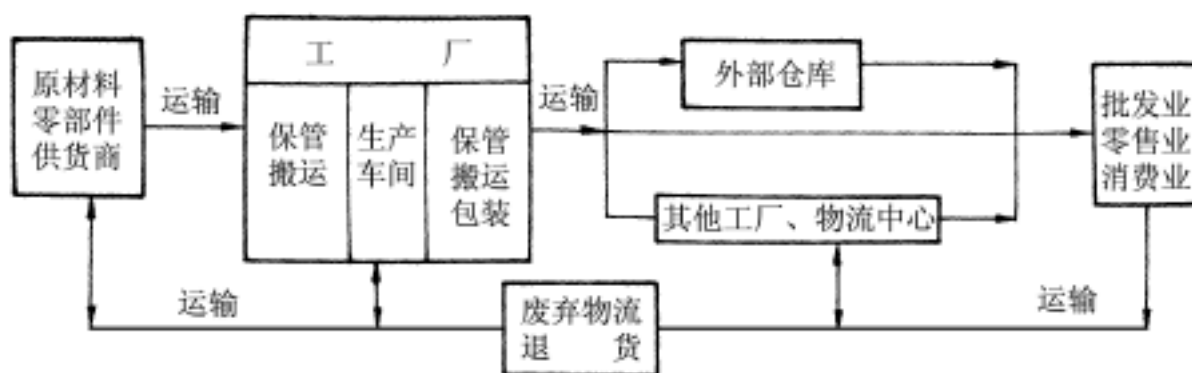


图 1-1 制造业系统物流框图

(1) 采购中的物流过程。将原材料、零部件从供货商处购入,通过运输到达制造厂的过程。

(2) 制造中的物流过程。将采购的原材料、零部件直接运送至作业现场或暂时入库保管,需用时出库并运送至生产作业现场;在生产制造过程中,重复出现的被加工零部件在加工过程中被从一处搬运到另一处或暂时存储等过程;装配成产品后,将产品运至物流中心、厂内或厂外仓库。在仓库中将产品进行入库、保存、搬运、包装和流通加工。上述各个过程即厂内制造生产的物流过程。

(3) 销售中的物流过程。将产品(商品)直接从工厂,从外部仓库或物流中心运送至批发商、零售商或直销消费者的这一过程。

(4) 退货和废弃物回收中的物流过程。即出现已售出商品或已购回材料需退货而出现的验收、保管、搬运、运输等过程,构成退货物流。废弃的包装材料、包装容器等废弃物回收中进行的运输、验收、保管、搬运等又构成回收物流。退货和废弃物回收中的物流过程与制造、销售中的物流过程在宏观上是逆向的。

上述物流过程通常被称为狭义物流或称小物流。而从一个国家、地区、社会总体上考虑的物流为大物流。

从上述中可以看出:物流是一种物理流动过程;在这一过程中保管、运输、装卸、包装、相关信息等内容或操作过程会反复出现;一个产品从原材料到加工制造到最终成为成品,在这一个过程当中,加工、装配等工序过程在产品的生产周期中约占 5% ~ 8% 的时间,而搬运、存储等物流过程却占到生产周期的 90% 左右时间。由此可见物流管理的重要性及其可能产生的经济效益。

1.2 物流系统的组成

系统是由相互作用和相互依赖的若干组成部分结合而成的,具有特定功能的有机整体。而这个整体又只是它所从属的更大的系统的一个组成部分。物流系统只是千千万万系统中的一个,是一个“有效达成物流目的的机制”。

一般来说,一个系统都有如下的特点:

(1) 各个系统都有其一定的目的。如生产库存系统是为了储备必要的材料和备件以防生产中断和不测。物流系统的目的是以高速 (high speed)、安全 (safety)、可靠 (reliability) 和低费用 (low cost) 进行服务,即以较少的代价提供最好的服务。

(2) 在系统中通常有多种要素存在。如一个工厂的生产系统可以看成是各个车间、科室、后勤等要素组成。而一个物流系统则主要由运输、保管、搬运、包装、流通加工各要素组成。物流系统各要素组成参见图 1-2。

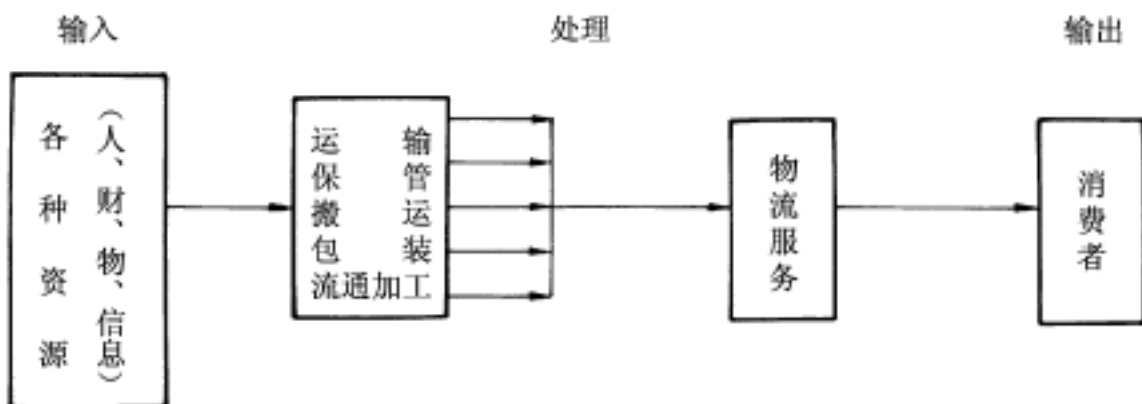


图 1-2 物流系统组成

(3) 各要素之间相互关联、作用和影响。一个系统中的各要素之间可能出

现互补增强,也可能互相减弱。如一个物流系统中运输、保管、搬运、包装、流通加工各要素之间,如包装的重量、大小和形状适合搬运和运输,就可提高搬运和运输的速度,质量和方便性。反之,包装不合格就会给运输和搬运带来各种麻烦。各要素的具体内容将在第3章中详述。

图1-2中“输入”部分的人、财、物、信息是指:

“人”——是物流的主要因素,是物流系统的主体。人是保证物流得以顺利进行和提高管理水平的最关键的因素。

“财”——是物流活动中不可缺少的资金。

“物”——是物流中原材料、成品、半成品、能源、动力等物质条件。物流系统中物流设施、工具、各种消耗材料都是“物”。

“信息”——信息技术及网络是掌握和传递物流信息的手段。

通过物流各要素的“处理”,完成面对消费者的物流服务,获得“输出”。

1.3 物流的发展

物流(physical distribution)一词于1915年最早出现于美国。二次大战中,美国军队建立了“后勤”(logistics)理论用于战争。提出的“后勤”是指战争中的物资生产、采购、运输、配给等活动要作为一个整体进行统一布置,以保证战争物资补给的速度更快、服务更好、费用更低。而后,“后勤”一词在企业中逐被采用,物流概念所包含的范围更为广泛。

1956年日本组团考察美国的流通技术,引进了“物流”概念,历经了三个阶段的发展:一、前物流时代,一个个别改善各项物流活动的时代;二、物流系统化时代,一个引进并采用器材、机器设备等硬件,扩大物流能力的时代;三、物流管理时代,一个通过建立物流制度、信息系统等软件,调整物流系统提高物流效率的时代。到20世纪70年代,日本已成为世界上物流最发达的国家之一。特别是80年代后出现了物流信息系统和电子数据交换(EDI)系统,以及90年代后因特网、EDI、条码以及卫星定位系统、电子商务的广泛应用,极大地提高了物流的信息化和物流的服务水平,使充满生机和活力的物流业在全球范围内蓬勃发展,本书1.4节和第9章将深入介绍电子商务与物流。

在世界物流业的发展和整合过程中,首先在欧美出现了第三方物流企业这样一种新的组织形式。这是一个越来越受到关注的新兴领域。第三方物流企业是指传统的组织内履行的物流职能现由外部公司履行,包含物流过程中部分活动或者整个过程。

第三方物流企业的出现有利于制造生产企业将资金集中用于最主要的业务投资,减少企业在物流设施上的投资。目前在欧美使用第三方物流服务的比例

约为 76%，在美国约为 58%。第三方物流公司目前有以运输为基础的物流公司，以仓储和配送业务为基础的物流公司，以货代为基础的物流公司，以信息管理和财务为基础的物流公司和以托运人及管理为基础的物流公司等形式。

第三方物流的出现加快了物流业的整合过程，加速了物流业的信息设备现代化和物流机械、物流设备的高、精、尖发展，推动了物流行业向更高水平发展。

在我国古代就已有物流活动。如丝绸之路的形成就是古代物流活动。我国实际上一直存在着各种运输、包装、保管、装卸、流通加工等物流活动。但物流概念是在 20 世纪 80 年代初才开始引入，目前物流的重要性已逐步为我国社会各行业所认同，为社会企业所重视，物流已在我国燃起星星之火。如海尔集团、大众汽车、青岛啤酒等企业已很重视和开发物流系统工程。深圳、上海物流业已成为地方支柱产业和新的经济增长源泉。

1.4 物流与电子商务

电子商务 (Electronic Business) 是伴随信息经济在 20 世纪 90 年代兴起于美国、欧洲等发达国家的一个新概念，目前已遍及世界各地，成为商务活动的一种新形式。电子商务是通过采用现代信息技术手段，以互联网、通信网络和计算机装置替代传统交易过程中纸介质信息载体的存储、传递、统计、发布等环节，实现商品和服务交易以及交易管理等活动的全过程无纸化、数字化、网络化、全球化，从而达到资源配置最优、高效和低成本等目的。图 1-3 为电子商务的示意图。图中：电子商务实体指能够从事电子商务的企业、银行、政府机构、商店和个人等；电子市场指从事商品和服务交换的场所；交易事物指电子商务之间所从事的具体的商务活动如询价、报价、广告宣传、转账支付、商品运输；信息流指商务活动过程中的各种商品信息等；商流指商品在购与销之间进行交易和商品所有权转移的运动过程的一系列的活动；资金流主要指资金的转移过程（付款、转账等）。

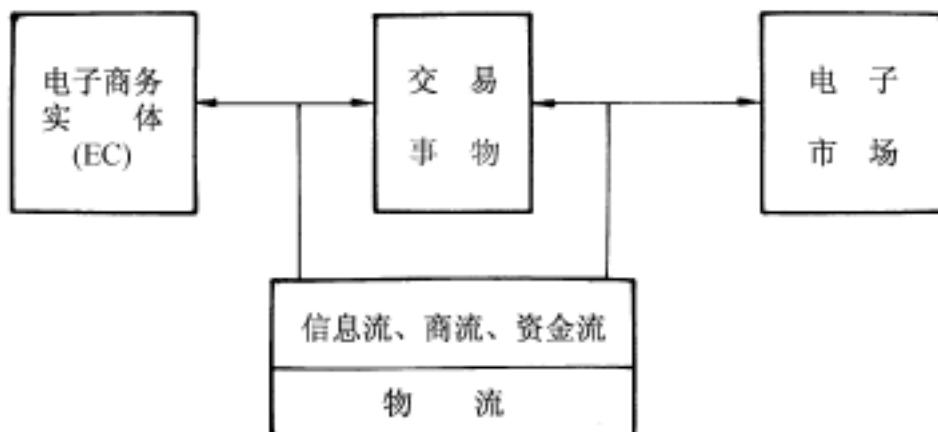


图 1-3 电子商务的概念

在电子商务下,信息流、商流、资金流均通过计算机和网络通信设备实现。电子商务的出现极大地推动了现代物流业的迅猛发展。因为网上交易虽然便捷,但最终物流依然是物质实体的物理流动过程,要通过物流的运输、保管、装卸、配送等过程才能将商品最终送到消费者手中(除少数的出版物、信息咨询等可通过网络配送)。可见物流是实现电子商务的重要保证。无论电子商务是怎样高效的贸易形式,没有现代化的物流服务,都将是“无纸空文”。如由于网上交易的出现,消费者可以不必跑路、不到拥挤的商店,在家中,在办公室、在路途中就可以上因特网(Internet)搜索、查看、挑选,就可以获得世界范围内的采购,但如果没有现代化的物流系统保证,就会出现网上点击了数天才迟迟送来的所要物品,因此,物流系统是电子商务得以发展的重要基础和保证。

1.5 物流与供应链

20 世纪 90 年代末以来,企业界已经越来越关注供应链管理(Supply Chain Management, SCM)这一概念。所谓供应链管理是指“对从最初原材料到最终产品及其消费的整个业务流程的计划、组织和控制,从而实现从供应商到制造商、到销售商和顾客的全流程的优化和增值管理”。这一管理流程链接了从供应商到顾客之间的所有企业,企业不再只关注企业自身,而将目光投向更大的视野空间,关注它的上游企业和下游企业(或顾客),而这些上游企业和下游企业(或顾客)有可能又有它们各自的上游企业和下游企业(或顾客),见图 1-4,任何一个企业只是这一链条上的一个环节而已,有了这样一种经济全球化、经营一体化和全局的观点,资源就能在更大的范围内得到更好的配置,真正实现各家企业多赢的局面。由于 Internet 和信息技术的推动,这一理念正在成为现实。毫无疑问,企业未来的竞争将更多地体现在供应链的竞争上。

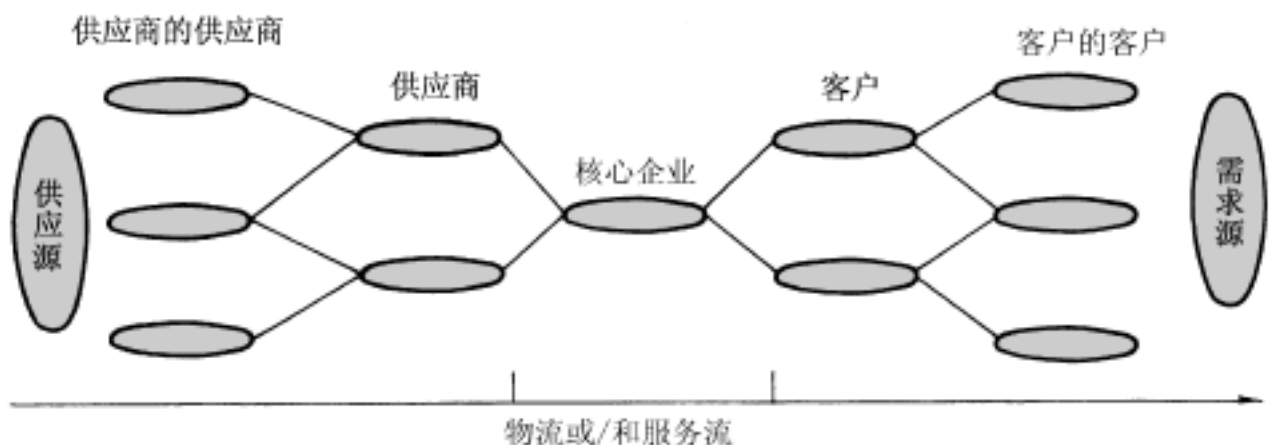


图 1-4 供应链示意图

由于供应链涵盖了“从原材料供应商,经制造和分销商到最终用户的整个产品的物流”,所以 SCM 和物流管理 LM(Logistics Management)是一对孪生兄

弟,你中有我,我中有你,很难将它们严格区分开来,故而有些学者认为 SCM 不过是 LM 的新名词而已。然而 SCM 和 LM 仍有一定区别,SCM 更着重于从原材料供应商到最终用户所有关键业务流程的集成,许多非物流管理的流程也必须集成到整个供应链中。故从此意义上说,SCM 应该是一个更为宽泛的概念,SCM 更为强调网络和链条关系(企业、供应商、客户、合作伙伴等)以及全方位(对物流、信息、资金流进行协同计划、组织、协调及控制)的管理。由于本书在第 9 章中还要作较详细介绍,故此处不再赘述。