

The background of the cover features a series of concentric circles in a lighter shade of blue. Overlaid on these circles is a grid of 16 squares, each containing a smaller, slightly offset square in a darker blue. The squares are arranged in a 4x4 grid, with the top-left square missing.

物流工程

WU LIU GONG CHENG

齐二石 主 编
周 刚 副 主 编

天 津 大 学 出 版 社

物 流 工 程

齐二石 主 编
周 刚 副主编

天 津 大 学 出 版 社

内 容 提 要

本书为高等院校工业工程专业本科教材。全书共分8章,内容包括:绪论、物流工程的基本理论、设施规划与设计、企业物流系统的设计模型、物料搬运系统、物流管理与控制、库存与库存管理、现代物流系统模式等。

本书从培养工业工程人才的角度出发,在系统阐述物流工程的基本概念、基本理论的基础上,重点突出了对物流系统规划与设计能力的训练,并吸收了较多的该领域近几年发展的新概念与新方法,使它能适应21世纪我国物流管理科学化与现代化的需要。在内容安排和表述上力求做到循序渐进、深入浅出。

本书也可作为高等院校管理专业、工程专业的教材,并可供企业管理人员、工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

物流工程/齐二石主编. —天津:天津大学出版社,
2001.4 (2002.1重印)
ISBN 7-5618-1428-3

I. 物… II. 齐… III. 物资流通 — 高等学校 — 教材
IV. F252

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 18653 号

出版发行	天津大学出版社
出 版 人	杨风和
地 址	天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编 300072)
电 话	发行部:022 27403647 邮购部:022 27402742
印 刷	河北省昌黎县人民胶印厂
经 销	全国各地新华书店
开 本	880mm×1230mm 1/32
印 张	7.875
字 数	235 千
版 次	2001 年 4 月第 1 版
印 次	2002 年 1 月第 2 次
印 数	3 001—6 000
定 价	12.00 元

前 言

物流工程也称物流系统工程，是工业工程领域中相当重要的内容之一。它可以用于生产制造业中企业的物流系统规划、设计、控制与管理，也可以用于社会物资调配、建设项目选址、商贸系统规划与管理，乃至经济区域的发展规划以及一些服务、管理系统的规划、设计、管理等。其理论与技术应用范围相当广泛。例如，本世纪 80 年代美国的全国医疗保健系统设计使用的就是这种理论与方法；许多国家和地区的交通规划、流通领域管理也使用这种方法。德国曾为推行物流技术采用了政府补贴该类项目的办法。

我国的物流系统研究始于 20 世纪 80 年代初期，主要应用在工厂设计院所的总图布置业务中。随着商品经济的发展，许多制造企业都采用了物流这一概念。但掌握这一理论与方法的企业实在太少。然而，物流工程的作用在于有效地使企业降低成本，提高效益和竞争力。因此，工业发达国家称之为企业获取利润的第三源泉。物流系统在经济系统中的作用客观存在于我们的社会生活当中，如果不能解决好这个问题，就将会付出高昂的代价。在这方面，西方工业发达国家在物流系统设计、规划方面做出了突出的成绩；日本则在物流管理、改善、控制、降低库存方面表现出独到的才能。众所周知的丰田生产方式，就是一个物流系统改善和管理的典范。

为了使广大企业家与工程技术人员掌握和了解这方面的理论与方法，同时也为我国正在兴起的工业工程专业提供一本专业教科书，我们编写了此书。由于物流的专业书籍很少，各国学者所界定的物流系统内容也不尽相同，本书作者尽己所能来构建本书框架。由于水平有限，不免存在不当之处，恳请同仁给予批评、指正。

天津大学管理学院工业工程系的部分同志参加了本书的编写。齐二石、田青、罗宜美编写第一章，第二章，第四章，第五章，第六章的第一、二、四、五节，第七章的第一、二、三、四节，第八章的第一、二、五节；周刚编写第三章，第六章的第三节，第七章的第五

节，第八章的第三、四节和全书案例；汪建辉编写第六章的第六节。全书由齐二石教授主编、统稿并定稿，罗宜美、田青对全书进行了文字校对，天津大学海洋公司、天津大学出版社对本书的出版给予了大力支持，在此表示衷心感谢！

作 者

2000 年 11 月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 物流工程的产生及其意义	1
第二节 物流工程的发展概况	3
第三节 物流工程的研究内容	7
思考题与习题一	9
第二章 物流工程的基本理论	10
第一节 物流工程的基本概念	10
第二节 物流系统合理化的原则和途径	17
第三节 物流系统的分析方法	23
思考题与习题二	39
第三章 设施规划与设计	40
第一节 设施选址的意义及其考虑因素	40
第二节 场址选择的步骤与内容	44
第三节 设施布置设计	47
第四节 布置的定量分析	54
第五节 系统布置设计 (System Layout Planning, SLP)	63
思考题与习题三	75
案 例	77
第四章 企业物流系统的设计模型	83
第一节 场址选择——选址模型	83
第二节 企业物流系统的平面布置设计模型	92
第三节 动态分析设计	97
思考题与习题四	98
第五章 物料搬运系统	99
第一节 物料搬运系统的基本概念	99
第二节 物料搬运设备及用具	104
第三节 物料搬运系统分析设计方法	115
思考题与习题五	140
第六章 物流管理与控制	141

第一节 物流管理的基本概念	141
第二节 物流管理的基本内容	143
第三节 物流信息系统	150
第四节 现代生产物流的管理	155
第五节 物流计划与控制	167
第六节 后勤管理	173
思考题与习题六	182
案 例	183
第七章 库存与库存管理	189
第一节 库存概念	189
第二节 库存理论研究的基本状况	190
第三节 独立需求的库存模型	192
第四节 相关需求库存模型——MRPⅡ	194
第五节 库存管理	198
思考题与习题七	208
案 例	209
第八章 现代物流系统模式	213
第一节 精益生产	213
第二节 精益物流系统布置特点	214
第三节 精益物流系统管理特点	219
第四节 精益物流系统控制特点	223
第五节 CIMS物流系统简介	233
思考题与习题八	240
案 例	240
参考文献	245

第一章 绪 论

第一节 物流工程的产生及其意义

一、物流工程的产生

物流工程，是指在物流管理中，从物流系统整体出发，把物流和信息流融为一体，看作一个系统，把生产、流通和消费全过程看作是一个整体，运用系统工程的理论和方法进行物流系统的规划、管理和控制，选择最优方案，以最低的物流费用、高的物流效率、好的顾客服务，达到提高社会效益和企业经济效益目的的综合性组织管理活动过程，简称物流工程。

物流一词是第二次世界大战期间从军事后勤学（Logistics）的含义演变而来的。最早源于美国，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。一般地说将社会物资的包装、贮运、调配（如物资调配、港口运输等系统）称为“大物流”，而将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”。它们共同构成物流系统。

本书主要内容为企业物流工程的理论，即运用工业工程和系统工程的方法，从整体上进行物流系统分析、设计、优化及控制的理论与技术。见图 1-1。

二、物流工程对企业管理的意义

国内外的生产实践充分说明了物流研究对加强企业管理、提高经济效益具有重要作用，意义十分深远。

1. 可大幅度减少工作量，减少劳动力占用，减轻工人的劳动强度

在大量生产的机械制造企业中，加工 1 吨产品平均搬运量为 60 吨次以上，一般工厂从事搬运贮存的工作人员占全部工人的 15% ~ 20%。所以合理布置、设计物流系统，对企业意义重大。

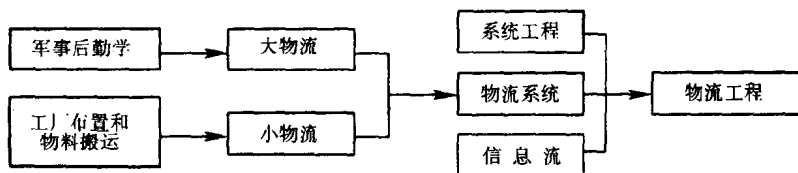


图 1-1 物流工程形成的过程

2. 可大幅度缩短生产周期，加速资金周转

过去，设计人员在设计生产系统时，往往只注意到先进的制造工艺对提高生产率、降低成本所起到的良好作用，而对物流的合理布置所起的作用重视不够，缺乏对整个物流系统的分析。统计和分析表明，在工厂的生产活动中，从原材料进厂到成品出厂，物料真正处于加工等纯工艺时间只占生产周期的 5% ~ 10%，而 90% ~ 95% 的时间都处于停滞和搬运状态。所以减少物流时间，可缩短生产周期和交货期，提高资金周转能力，增强企业竞争能力。

3. 降低物流费用，可降低生产成本，减少流动资金占用，增加企业利润，提高企业经济效益

有关的国外统计资料表明，在制造业中，总经营费用的 20% ~ 50% 是物料搬运费用，而优良的物流系统设计可使这一费用至少减少 10% ~ 30%。在工业发达国家，除了加强营销、减低原材料和能源消耗外，已把改造物料搬运、改善工厂中物流状况看做是减少和节省开支以获取利润的“第三源泉”。

4. 提高产品质量

产品在搬运、贮存过程中，由于搬运手段不善，造成磕、碰、伤，从而影响产品质量的现象非常严重，而企业的管理者往往忽视这个问题。湖北某汽车制造厂传动轴厂的统计表明，该厂机床加工能力可保证质量合格率为 98%，而运到装配线上后合格零件只剩下 60%，搬运中损坏 35% 以上。因此，他们加强工位器具的研制和运输过程

的管理,现在零件到达装配线的合格率达 95% 以上,质量得到大幅度提高。

5. 促进技术改造,为企业发展提出新的要求

新工艺,新设备的采用,往往导致物流过程的缩短;另一方面,物流流程的改造亦要求采用新工艺、新设备。

6. 文明生产、安全生产

上海某拖拉机制造厂统计:直接与搬运有关的工伤事故占总工伤事故的 30% 以上。所以,物流系统合理化,有利于改善环境和生产组织管理,提高安全生产水平。

综上所述,物流系统研究可提高我国制造企业的管理水平,促进生产系统发挥全部生产能力,提高企业经济效益,增强企业在国际市场上的竞争力,意义十分重大。

第二节 物流工程的发展概况

一、物流工程的发展

物流工程起源于早期制造业的工厂设计。早在 1776 年,苏格兰经济学者亚当·斯密在其著作《国富论》中,提出了“专业分工”能提高生产率的理论,通过设计一个生产过程,使劳动力得以有效利用。

18 世纪末,美国发明家惠特雷将生产过程划分成几个工序,使每个工序形成简单操作的成批生产,并提出“零件的互换性”概念,用了 10 年时间来发明、设计、制造他提议的机器,并布置他的工厂。

本世纪初,工业工程和科学管理创始人之一的吉尔布雷斯在建筑工作中提出的动作分析和后来的流程分析就带有物流分析的含义。所以,可以说自从有了工业生产,就产生了工厂设计和企业物流的问题。

1. 物流工程的发展过程

18 世纪 80 年代产业革命后,工厂逐步取代了小手工作坊。但工厂设计与工厂管理仅凭经验,未能摆脱小作坊生产模式。

19 世纪末到 20 世纪 30 年代,以泰勒为首的工程师,对工厂、车间、作坊进行了一系列的调查和试验,细致地分析、研究了工厂内部生产组织方面的问题,倡导“科学管理”。当时工厂设计的活动主要有三项:操作法工程 (Methods Engineering)、工厂布置 (Plant Layout) 和物料搬运 (Material Handling)。其中操作法工程研究的重点是工作测定、动作研究等工人的活动;工厂布置则研究机器设备、运输通道和场地的合理配置;物料搬运就是对原材料到制成产品的物流控制。在此期间,主要凭经验和定性方法开展工厂设计。

二次大战后,被战争破坏的国家需要重建工厂。工厂的规模和复杂程度明显增大,工厂设计也由传统的较小系统的设计发展大而复杂的系统设计。运筹学、统计学、概率论广泛应用到生产建设,同时系统工程理论、电子计算机技术也得到普遍应用,工厂设计和物流分析逐渐运用系统工程的概念和系统分析方法,产生了物流系统工程。后来,工厂设计的原则和方法也逐渐扩大到非工业设施,包括各类服务设施,如机场、医院、超级市场等。“工厂设计”一词也逐渐被“设施规划”、“设施设计”所涵盖。

从 50 年代起,管理科学、工程数学、系统分析的应用,为工厂设计由定性分析转向定量分析创造了条件。有关教授和专家陆续发表了一些工厂设计的著作,如爱伯尔的《工厂布置与物料搬运》、穆尔的《工厂布置与设计》、缪瑟的《系统布置设计》和《物料搬运系统分析》等。

70 年代以来,推出了一些计算机辅助工厂布置程序,较著名的有 CRAFT (位置配置法)、CORELAP (相互关系法)、ALDEP (自动设计法)、PLANET (分析评价法) 等。这些程序是以搬运用费用最少、相互关系密切度最大等为目的,以产生一个好的工厂布置方案。缪瑟提出的物料搬运分析,提供了一套完整的、易于实行的阶段划分、程序模式和习惯表示法。这种逻辑性的、条理化的分析方法,被各国广泛采用。成组技术的发展,为小批量、多品种加工工厂的设计提供了工艺过程选择和规划乃至整个生产系统管理合理化的科学方法。计算机辅助工厂设计逐渐进入实用阶段,可进行布置设计、场地

设计、建筑设计、物料搬运系统和工艺流程的布置及动态模拟。CAD 广泛应用于规划设计的各个阶段。

80 年代,在物流系统分析中,人们利用计算机仿真技术进行方案比较和优选,进行复杂系统的仿真研究,包括从原料接收到仓库、制造、后勤支持系统的仿真,仓储系统运行分析、评价的仿真等;设施设计的动态、柔性问题的研究;利用图论、专家系统、模糊集理论进行多目标优化问题的探讨。

90 年代,人们又结合现代制造技术、FMS (Flexible Manufacturing System)、CIMS (Computer Integrated Manufacturing System) 和现代管理技术 JIT (Just In Time) 等进行物料搬运和平面布置的研究,物流系统的研究也扩大到从产品订货开始直到销售的整个过程,充满生机和活力的物流已经在全球范围内蓬勃发展起来。

2. 物流工程在我国的发展情况

设施设计起源于工厂设计,是生产系统设计的重要组成部分,是根据其系统(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),对其各项设施(如设备、土地、建筑物、公用工程)以及人员、投资等进行系统的规划和设计。设施设计是工业工程的重要内容之一,近些年来发展很快,已经形成了一个重要的独立学科研究方向和技术体系。它以物流为研究对象,进行各种物质系统的分析、规划、设计、管理与控制,并注重信息流在系统中的作用,以求系统的最优效益。

我国自 50 年代和 60 年代开始搞工厂设计,一直沿用前苏联的设计方法,即注重设备选择的定量运算,对设备的布置以及整个车间和厂区的布置则以定性布置为主。这种方法在建国初期起到了积极作用。但是,随着科技的发展,人类空间的缩小,新建或改建一个工厂仍完全按此粗放型布局已越来越不适应我国经济发展的需要。

1982 年,美国物流专家理查德·缪瑟来华讲授系统布置设计(SLP,即 System Layout Plan)、物料搬运设计(SHA,即 System Handling Analysis)、系统化工业设计规划(SPIF,即 System Planning Industry Facility),1987 年日本物流专家河野力等在北京、西安等地

举办国际物流技术培训班，系统介绍了物流的合理化技术和企业物流诊断技术后，我国的物流工程与设施规划开始迅速发展起来。90年代初，工业工程作为正式的学科在我国出现，设施设计与物流技术更为人们所重视，国际交流日益频繁，日本、美国、加拿大以及香港、台湾等国家和地区的专家也都相继来访。

目前，中国物流系统的重要性逐步被社会所认识，被认为是国民经济中的一个重要组成部分。同时，提高物流效率，降低物流成本，向用户提供优质服务，实现物流合理化、社会化、现代化也是各国物流界面临的共同课题。

二、物流工程在系统管理中的作用

1. 设施设计是整个工程的灵魂

一个建设项目的资源利用是否合理、工厂布置是否得当、工艺设备是否先进适用、能否取得好的投资效果、能否实现企业的科学管理、能否为企业创造经济效益和产生社会效益，规划设计起着决定性作用。设施设计被认为是科学管理的开端，是企业管理的蓝图，企业管理的各种设想都要体现在设施设计中，对企业投产后的利润及效率产生巨大影响。

2. 规划对项目的整个寿命周期中成本的高低起着决定作用

工程项目设施的设计，所需要的费用一般只占总投资的2%~10%，但对投产后的企业会带来重大效益。在规划、设计、建造、安装、投产的各个阶段，如果系统要加以改变，所需要的费用会逐步上升（见图1-2），到了投产后再改进，则事倍功半，有时甚至不可能。因此，在规划设计阶段投入足够的时间、精力和费用是十分必要的。

3. 规划设计是物流系统优劣的先决条件

场址选择、平面布置决定了物流的路线、距离甚至运输搬运设备的选用，所以合理的规划设计是物流系统和搬运系统优化的基础。同样，一个好的物流系统设计，其作用也是不可低估的。

1) 它是使生产得以连续进行的必要条件

企业的生产离不开物料的移动，所以良好的物流系统设计是生产得以连续进行的保证，物流是企业的生命线。

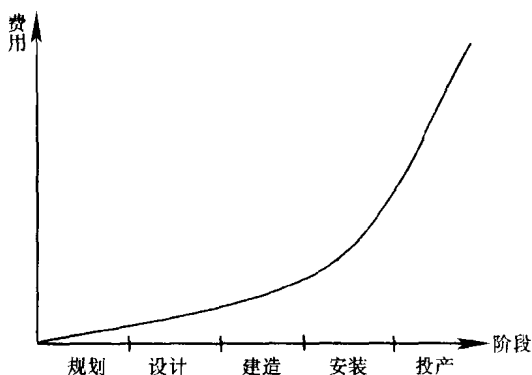


图 1-2 不同阶段系统改变所需费用

2) 可以加速企业资金周转，降低成本，提高利润与竞争能力

在我国企业中，流动资金所占比例很大，而一般工业企业在制品和库存物料占流动资金的 75%。所以合理设计平面布置、优化物流系统，可以最大限度地减少物流量，降低流动资金占用，降低成本，缩短生产周期，提高企业效益。

3) 可有效地提高企业整体素质，这是企业发展的关键

物流贯穿于生产全过程，遍布企业各个角落，与各个部门都有不可分割的联系。所以，物流系统的改善更具有全局意义。

4) 提高物流管理水平可实现生产管理现代化

当今人类已进入电子与信息时代，计算机的广泛应用以及自动化、柔性化的管理是提高企业竞争力的技术关键，只有提高物流系统的现代化管理水平，才能实现生产管理现代化。世界上各发达国家的高水平的生产系统都以高水平的设施设计和物流系统的自动化、柔性化、信息化条件做保障。

第三节 物流工程的研究内容

任何一个系统（生产、服务、管理等）都可以视为一个物流系统，关键是物流如何定义，系统如何划分。而物流工程就要解决物流

系统中的两类问题：一是系统规划与设计，这需要使用设施设计的理论与方法；二是物流系统的管理与控制，以达到低成本、高效率运行的功能。

一、设施设计的研究内容

设施设计应用于工厂等工业部门，也可称为工业设施设计，它主要包括布置设计、物料搬运系统设计、建筑设计、公用工程设计、信息系统设计。

(1) 布置设计是对建筑物、机器、设备、运输通道、场地，按照物流、人流、信息流的合理需要，进行有机组合和合理配置。

(2) 物料搬运系统设计是对物料搬运的路线、运量、搬运方法和设备、储存场地等做出合理安排。

(3) 建筑设计是根据对建筑物和构筑物的功能和空间的需要，满足安全、经济、适用、美观的要求，进行建筑和结构设计。

(4) 公用工程设计是对热力、煤气、电力、照明、给水、排水、采暖、通风、空调等公用设施进行系统、协调的设计。

(5) 信息通讯设计是对信息通信的传输系统进行的全面设计。

从工业工程的角度来看，前两项内容是物流工程研究的重点内容。可以说物流系统分析中物流设计的内容与设施设计中的布置问题等是基本相同的，但两者又有不同之处。设施设计中的土建、公用工程和信息通讯等，物流系统分析涉及得较少，而物流系统中的控制、管理等问题，在设施设计中又不是重点内容，所以两者相互交融，又各有特色。

二、物流系统研究的内容和范围

1. 物流系统的规划与设计

对于社会物流系统，其规划设计是指在一定区域范围内（国际或国内）物资流通设施的布点网络问题。如石油输送的中间油库、炼油厂、管线布点等的最优方案，远距离大规模生产协作网的各工厂厂址选择等。而对于企业物流系统，其规划设计的核心内容是工厂、车间内部的设计与平面布置、设备的布局，以求物流路线系统的合理化，通过改变和调整平面布置调整物流，达到提高整个生产系统经济效益

的目的。

2. 运输（或搬运）与贮存的控制和管理

在给定的物流布点设备布置条件下，根据物流运输、搬运和贮存的要求（往往是工艺要求），使用管理手段来控制物流，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，一般包括以下几方面的研究内容：

- (1) 生产批量最佳化的研究；
- (2) 工位贮备与仓库贮存的研究；
- (3) 在制品的管理；
- (4) 搬运车辆的计划与组织方法；
- (5) 信息流的组织方法，信息流对物流的作用问题等。

3. 运输与搬运设备、容器与包装的设计和管理

通过改进搬运设备，改进流动器具来提高物流效益、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选择与管理等。主要包括如下内容：

- (1) 仓库及仓库搬运设备的研究；
- (2) 各种搬运车辆和设备的研究；
- (3) 流动和搬运器具的研究。

在这三方面内容中，人们常称前两个内容为“软件系统”，后一个内容为“硬件系统”，而“软件系统”是工业工程研究的重点内容之一。

思考题与习题一

1. 了解物流工程的产生与发展历史。
2. 试述物流工程的作用。
3. 简述物流工程的研究内容。

第二章 物流工程的基本理论

第一节 物流工程的基本概念

一、物流的概念

1. 广义物流概念

广义的物流概念是二战时从军事后勤工程学里产生的。其定义有两种。

(1) 物流是指物资实体的场所或位置在空间上的转移和时间上的占用，即物资实体的物理流动过程（包括有形的和无形的）。

(2) 物流是指物资实体在空间上的转移与时间上的占用过程，并要实现其效益。

2. 狭义物流概念

(1) 80年代美国物流管理协会的定义是：“所谓物流，是指有计划地对原材料、半成品及其成品由其生产地点到消费地点的离散流通活动。这种流通活动的内容包括需求预测、情报信息联络、物料搬运、订单处理、厂址及仓库地址的选择、采购、包装、运输、装卸、废旧物资回收利用及仓库管理、为用户服务等。”

(2) 物流是指从原材料输入生产系统，经过贮存、搬运、装卸、加工等一系列物理与化学的转换直至输出生产系统的全部运动过程。

3. 说明

(1) 物流与生产的关系：①没有生产就没有物流，因此生产是物流的前提与基础；②没有物流，生产产品的使用价值就不能得以实现；③从本质上讲，物流不创造价值，只增加成本，因此存在一个“最小物流费用问题”。