

现代物流基础 设施与设备

高等院校物流管理与工程专业规划教材

XianDaiWuLiuJiChuSheShiYuSheBei

在经济全球化和信息化的背景下,学习和研究现代物流并推动其加快发展

具有重大的战略意义

现代物流成为企业“第三利润源”

本套丛书反映了最先进的物流基础理论研究与实践

鲁晓春/主编 伊俊敏/副主编

高等院校物流管理与工程专业规划系列教材

现代物流基础设施与设备

主 编 鲁晓春

副主编 伊俊敏

中国物资出版社

图书在版编目(CIP)数据

现代物流基础设施与设备/鲁晓春主编.—北京:中国物资出版社,2006.1

ISBN 7-5047-2459-9

I.现… II.鲁… III.物流—设备管理—基本知识 IV.F252

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 147229 号

责任编辑 钱衣齐

责任印制 方朋远

责任校对 孙会香

中国物资出版社出版发行

网址:<http://www.clph.cn>

社址:北京市西城区月坛北街 25 号

电话:(010)68589540 邮编:100834

全国新华书店经销

利森达印务有限公司印刷

开本:787×1092mm 1/16 印张:23.5 字数:382 千字

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月第 1 次印刷

书号:ISBN 7-5047-2459-9/F·0970

印数:0001—3000 册

定价:38.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

随着现代物流的发展,一些先进的物流自动化设备,如自动化仓库系统、自动导引车(AGV)等正得到越来越广泛的应用,物流系统已经成为一个集成系统控制、机电一体化及信息管理技术的综合复杂系统。

本书从现代物流作业角度出发,以库房内部物流为核心,介绍现代物流系统常见的起重、运输、搬运、集装单元技术及自动化仓库等现代物流设施与设备。书中的资料参考了国内外的先进物流技术成果,内容紧贴物流科技前沿。

作为一个物流管理人员,仅了解物流设施与设备的特性是不够的,还需要掌握物流系统的设计、规划的原理和方法。因此,在本书中第5章介绍了物流系统规划设计的一些基本方法,借此希望读者能够初步掌握这方面的知识。

由于现代物流系统是一个离散系统,模拟仿真技术是对于离散系统进行分析、规划的有力工具,基于这点考虑,本书第7章加入了物流模拟的知识。为了便于学习,本书没有介绍过多的仿真模拟理论知识,而是重点放在物流模拟的应用实践上。书中通过Excel演示了如何进行物流模拟的基本方法,可操作性很强。

在本书的撰写工作中,得到了浙江工商大学蒋长兵老师的帮助,研究生王海芝、宋伟峰、赵嫻为本书的文字、图片整理做了不少工作,在此向他们表示感谢。

因作者水平有限及时间仓促,书中难免有疏漏之处,恳请读者批评指正。

编 者

2005.12

目 录

1 绪 论	(1)
1.1 现代物流技术的特点	(1)
1.2 物流设施与设备在现代物流中的地位	(4)
1.3 我国物流设施与设备现状	(7)
1.4 物流设施与设备的发展趋势	(8)
2 一般物流设施与设备	(10)
2.1 收发设施与设备	(10)
2.2 输送设施与设备	(12)
2.3 搬运设施与设备	(20)
2.4 起重设施与设备	(36)
2.5 集装箱与托盘	(49)
2.6 垂直提升机械	(68)
2.7 仓储作业的公用属具	(72)
2.8 物流包装设备	(75)
2.9 典型物流设备的技术参数与选用	(76)
2.10 物流自动化系统的配置	(79)
2.11 物流设施设备选用案例分析	(82)
3 立体仓库	(88)
3.1 概述	(88)
3.2 立体货架	(98)
3.3 仓库的库存分析	(110)
3.4 立体仓库案例	(116)
4 自动化仓库的管理与控制	(123)
4.1 自动化仓库使用计算机的效果	(123)
4.2 计算机在自动化仓库中的作用	(124)

4.3	自动认址与位置检测	(126)
4.4	自动化仓库的条形码与货物识别	(129)
4.5	自动化仓库的计算机管理系统	(137)
4.6	计算机控制系统	(144)
4.7	案例分析	(158)
5	物流规划设计	(162)
5.1	物流规划设计的准备工作	(162)
5.2	物流系统的总体规划	(163)
5.3	物流系统的规划计算	(173)
5.4	立体货架设计计算	(181)
5.5	物流通道设计计算	(190)
5.6	仓库系统设计实例	(210)
6	分拣系统	(232)
6.1	概述	(232)
6.2	自动分拣设备	(234)
6.3	自动分拣作业	(246)
6.4	自动分拣系统设计	(258)
6.5	分拣系统案例	(264)
7	物流模拟	(269)
7.1	模拟的基本概念	(269)
7.2	用 Excel 产生代表某项概率分布的随机数	(277)
7.3	库存系统模拟	(283)
7.4	排队系统模拟	(294)
7.5	模拟中的几个问题	(309)
7.6	库存模型	(311)
7.7	专用模拟软件包介绍	(340)
	参考文献	(367)

1 绪 论

本章主要内容

- 现代物流技术的特点
- 物流设备与设施在现代物流中的地位
- 我国物流设施与设备现状
- 物流设备与设施的发展趋势

物流是从第二次世界大战期间军事后勤工程的概念演变过来的。目前,在我国企业的物流作业环节中,尤其是在配送中心的货物分拣、库房的装卸搬运作业,对人的依赖程度很高,这样不仅造成物流作业效率低下,物流行业技术水平较低,而且使得物流运营成本中人力成本占了很大的比例。因此从提高物流业的劳动生产率、降低劳动强度角度看,我们必须提高物流业的设施设备技术水平。

1.1 现代物流技术的特点

随着 21 世纪的到来,知识经济、网络经济的发展,社会对物流服务的要求越来越高,现代物流出现了新的特点。

我们在研究现代物流的特点时,首先要研究现代市场的特点。

1.1.1 现代市场的特点

(1) 产品周期越来越短

随着社会经济的发展,人们消费的需求越来越呈现多样化,企业产品开发能力也在不断提高。与此相应的是产品的生命周期缩短了,革新换代速度加快。由于产品在市场上存留时间大大缩短了,企业在产品开发和上市时间的活动余地也越来越小,给企业造成巨大压力。

(2) 对交货期的要求越来越高

随着市场竞争的加剧,经济活动的节奏越来越快。其结果是每个企业都感到用户对时间方面的要求越来越高。这一变化的直接反映就是竞争主要因素的变化。20世纪60年代企业间竞争的主要因素是成本,到20世纪70年代竞争的主要因素转变为质量,进入20世纪80年代,竞争的主要因素转变为时间——交货期和响应周期。用户不但要求厂家要按期交货,而且要求的交货期越来越短。因此企业产品开发能力不仅指产品品种,更重要的是产品上市时间,尽可能提高对客户需求的响应时间。

(3) 对产品和服务的期望越来越高

进入20世纪90年代的用户对产品质量、服务质量的要求越来越高。用户已不满足从市场上买到标准化生产的产品,他们希望得到按照自己要求定制的产品或服务。这些变化导致产品生产方式革命性的变化。企业为了能在新的环境下继续保持发展,纷纷转变生产方式,采取措施从大量生产转向定制化生产。

现代市场呈现出以上的特点,要求人们必须越来越重视物流的研究和发展。早在1980年的全美物资讨论会上,研究者们就指出,在产品生产流通的过程中,只有5%的时间用于加工和制造,剩余95%的时间都用于储存、装卸、等待加工和输送。而储存、运输所支付的费用占生产成本的40%。由此可见,改善物流结构,提高物流效率,降低物流成本,将对减少产品开发周期,缩短交货期,提高服务质量有着重要的意义。

要提高物流速度,降低物流成本,除去加强物流管理,运用现代信息技术等方法外,必须采用现代物流技术,以提高物流作业的效率。

1.1.2 现代物流技术的特点

本书所讨论的物流技术是指在物流系统中,各种物流设施、设备所采用的技术手段和方法。因此不包括一些物流管理中采用的信息技术和方法,如目前现代物流管理中采用的ERP系统(企业资源计划)、EOS(电子订货系统)、GIS系统(地理管理信息系统)、EDI(电子数据交换)等。

根据物流系统采用的设备来看,物流技术的发展,大致经历了五个阶段:

第一代人工物流。物流作业主要依靠人工推、拉、扛、举及简单的工

具来完成。虽然这是一种较为简单的物流作业,效率低下,但是几乎在所有的物流系统中依然存在人工作业方式。

第二代机械物流。在物流作业中,广泛采用各种机械设备,作业速度大大提高。机械化设备能举起、移动、放下更重的货物,货物也可以堆得更高,在同样面积上可以存储更多的货物。

第三代自动化物流。在物流系统中采用自动存储系统(AS/RS),自动导引小车以及搬运机器人,物流检测系统等。由于采用自动输送系统和自动搬运系统,加快了物流速度,大大提高了物流效率。

尤其是在互联网时代,电子商务正以惊人的速度在发展,但是它的实施必须以现代物流系统为保障。电子商务为人们提供了快捷便利的网上交易服务,但是如果缺少有力的物流系统为其提供支持,那么电子商务并不能体现出便捷的服务优势,相反却可能损害其客户关系。人们研究表明,物流已成为电子商务发展的瓶颈之一。提供多功能化和一流的服务,已成为电子商务下的物流企业追求的目标。

第四代集成物流。各个自动化物流设备在中央控制下协同工作,中央控制通常由主计算机实现。集成物流系统是在自动化物流系统的基础上进一步将物流系统的信息集成起来,使得从物流计划、物流调度及物流输送各过程的信息,通过计算机网络相互沟通。这种系统不仅使物流系统各个单元达到协调,而且使物流与进货、销售、生产协调起来。

第五代智能物流。根据客户需求,自动生成物料和人力需求计划,并且查看库存数据和购货单,规划并完成物流作业。如果库存不足,无法满足要求,就推荐修改物流计划,购进货物或补充生产。这种系统将人工智能集成到物流系统中。目前这种物流系统的基本原理已在一些实际的物流系统中逐步得到实现。

我们认为从第三代自动化物流起,物流技术具有了现代物流的特点。它们具有以下的特点:

(1) 广泛采用现代化的物流设备

物流系统中采用快速、高效、自动化的物流设备。最具典型的现代化物流设备有:

自动化立体仓库:改平面堆放为立体、空间堆放。既有利于货物的周转和自动化管理,又节约了库房面积。

自动导引小车 (AGV): 能够实现无人驾驶、快速、准确运送货物。运输路径具有柔性化, 便于计算机管理调度。

自动装卸机器人: 机器人自动装卸货物, 能够容易实现与其他物流设备同步协调, 保证物流的通畅, 并且具有安全、快捷、便于计算机管理与控制的特点。

其他运输、搬运设备: 如传送带、悬挂式输送机。

(2) 计算机管理

现代物流系统一般都具有结构复杂、物流节奏快、物流线路复杂、信息量大、实时性要求高等特点。传统的凭主观经验管理物流的方法已经无法适应, 采用计算机可以对物流系统进行动态管理与优化。同时, 通过计算机与其他系统实时联机, 发送和接受信息, 使物流系统与生产制造系统、销售系统有机地联系, 可以极大地提高物流系统的效益。

(3) 物流系统化与集成化

现代物流的结构特点是: 点多、线长、面宽、规模大, 例如电子商务下的物流, 其客户分布比任何传统物流下的客户都要广泛。传统物流系统之间是相互独立的, 缺乏集成化和系统化。如果说传统的物流由于设备落后、搬运效率低下, 影响生产和销售系统效益提高, 那么传统物流和生产销售系统分离、割裂是牵制他们发展的另一个主要因素。

现代物流把生产和销售系统有机地联系起来, 看成一个整体, 从系统化、集成化的概念出发去设计、分析、研究和改进物流系统。

1.2 物流设施与设备在现代物流中的地位

工欲善其事, 必先利其器。高度发达的物流设施与设备对提高物流能力与效率、降低物流成本、保证服务质量等方面都有着十分重要的影响。

1.2.1 物流设施与设备的种类

物流设施与设备是物流系统中贯穿于物流全过程、深入到各作业细节的、复杂的技术支撑要素, 它种类繁多, 形式多样, 主要有以下几大类。

(1) 物流基础性设施

① 物流网络结构中的枢纽点: 全国或区域铁路枢纽、公路枢纽、航空枢

纽港、水路枢纽港,国家战略物流储备基地,辐射全国、经济区域的物流基地等。

②物流网络结构中的线:铁路、公路、航道、输送管道等。

③物流基础信息平台:其任务是为企业的物流信息系统提供基础信息服务(交通状况信息、交通组织与管理信息、城市商务及经济地理信息等),承担不同企业间的信息交换枢纽支持,提供政府行业管理决策支持等。

这类设施一般具有公共设施性质,是宏观物流的基础,它的主要特点是由政府投资建设,战略地位高,辐射范围大。

(2) 物流功能性设施

①以存放货物为主要职能的节点:如储备仓库、营业仓库、中转仓库、货栈等,货物在这种节点上停滞时间较长。

②以组织物资在系统中运动为主要职能的节点:如流通仓库、流通中心、配送中心流通加工点等。

③物流系统中的载体:包括货运车辆、货运列车、货机、货运船舶等。

这类设施往往被第三方物流企业所拥有,是提供物流功能性服务的基本手段。

(3) 物流技术装备

物流技术装备是指进行各项物流活动所需的机械设备、器具等可供长期使用、并在使用过程中基本保持原来实物形态的生产资料。不包括建筑物、场站等物流基础设施和运输工具。

①物流仓储设备:主要用于各种配送中心、仓库存取货物。主要有货架、堆垛机、室内搬运车、出入库输送设备、分拣设备、提升机、AGV、搬运机器人以及计算机管理和监控系统。这些设备可以组成自动化、半自动化、机械化的商业仓库,完成对物料的堆垛、存取、分拣等作业。

②起重机械:用于将重物提升、降落、移动、放置于需要的位置。起重机械是生产过程中不可或缺的物料搬运设备。起重机械包括千斤顶、葫芦、桥式起重机、悬臂起重机、装卸桥等。

③输送机械:输送机械是按照规定路线连续或间歇地运送散状物料或成件物品的搬运设备,是现代物料搬运系统的重要组成部分。主要有带式

输送机、斗式提升机、埋刮板输送机、悬挂输送机、架空索道等。

④流通加工机械：完成流通加工作业的专用机械设备，主要有切割机械和包装机械两大类。切割机械有金属、木材、玻璃、塑料等原材料切割机械；包装机械有充填机械、罐装机械、捆扎机械、裹包机械、贴标机械、封口机械、清洗机械、真空包装机械、多功能包装机械等。

⑤集装单元器具：主要有集装箱、托盘、周转箱和其他集装单元器具。

⑥工业搬运车辆：主要指在工厂、码头、仓库等运用极为广泛的叉车、跨运车、牵引车等搬运设备。

1.2.2 物流设施与设备在现代物流中的地位与作用

(1) 物流设施与设备是物流系统的物质技术基础

物流设施与设备是进行物流活动的物质技术基础，也是生产力发展水平与物流现代化程度的重要标志。物流设施与设备作为生产力要素，对于发展现代物流，改善物流状况，促进现代化大生产、大流通，强化物流系统能力，具有十分重要的地位和作用。

(2) 物流设施与设备是物流系统中的重要资产

在物流系统中，物流设施与设备的价值所占资产的比重较大，现代物流设施与设备既是技术密集型的生产资料，也是资金密集型的社会财富，因此，其造价昂贵，建设一个现代化的物流系统所需的物流设施与设备购置投资相当可观。同时，购置设备后，为了维持设备正常运转、发挥设备效能，在设备长期使用过程中还需要继续不断地投入大量的资金。

(3) 物流设施与设备涉及物流活动的每一环节

在整个物流过程中，从物流功能来看，物料或商品要经过包装、运输、装卸、储存等作业环节，而且伴随着附加的辅助作业，这些作业的高效完成需要不同的物流设施与设备。

(4) 物流设施与设备是物流技术水平高低的主要标志

随着生产的发展和科学技术的进步，物流活动的各环节在各自的领域中不断提高技术水平。一个完善的物流系统离不开现代先进水平的物流技术的应用。可以说，物流技术是提高物流生产力的决定性因素。

1.3 我国物流设施与设备现状

1.3.1 物流基础设施初具规模

近年来,我国以干线铁路、高速公路、枢纽机场、国际航运中心为重点,大力推进物流基础设施建设。至2004年初,我国运输线路中,铁路营业里程7.3万公里、公路里程179万公里、高速公路里程3万公里、内河航道12万公里、拥有600多个深水泊位、全国交通枢纽45个。可以看出我国的物流基础设施已初具规模。

1.3.2 物流技术设备市场活跃

我国的集装箱生产能力和国际市场份额都已居世界首位。各种物流设备制造企业及附属配件制造企业达3000多家,一些企业积极引进国外先进技术并消化吸收,自身技术水平已很高。

1.3.3 物流基础设施尚待完善

(1) 交通运输基础设施总体规模仍然很小,按国土面积和人口数量计算的运输网络密度,我国仅为 $1344.48\text{km}/\text{万 km}^2$ 和 $10.43\text{km}/\text{万人}$,大大低于主要工业化国家的平均水平。

(2) 能够有效连接不同运输方式的大型综合货运枢纽、服务于区域或城市的物流基地、物流中心等现代化物流设施还比较缺乏,严重影响着物流集散和运输效率的提高。

(3) 运输结构矛盾比较突出,各种运输方式尚未形成合理分工关系,市场范围交叉严重,在同类货源上进行盲目竞争,使得各种运输方式不能合理地发挥各自的优势。

1.3.4 物流技术装备比较落后

物流装备水平仍然较低,各种运输方式之间装备标准不统一,物流器具标准不配套,物流包装标准与物流设施标准之间缺乏有效地衔接,在一定程度上延缓了物流机械化和自动化水平的提高,影响了运输工具的装载

率、装卸设备的荷载率以及仓储设施的空间利用率。

企业物流信息管理水平和技术手段比较落后，缺乏必要的公共物流信息平台，订单管理、货物跟踪、库存查询等物流信息服务功能较弱，制约了物流运行效率和服务质量的提高。

虽然我国有个别企业的物流设备达到或接近了国际先进水平（如海尔的自动化物流系统，联想电脑集团的自动化仓库），总的看来，我国的物流设施与设备与国外相比，存在的差距还比较大，基础设施还很薄弱，需要不断提高我国物流设施设备的技术水平。

1.4 物流设施与设备的发展趋势

物流设施的发展趋势随着物流用户需求的变化和科技内容的创新发展，未来物流设施的发展将出现以下趋势。

1.4.1 信息化

现代物流是商流、信息流的统一，实现物流与信息流的高度集成，或是实现物流的信息化，在目前和未来一段很长的时间内都是所有与物流相关的企业必须关注和达到的主要方向和目标。在现代物流系统中，仓库管理系统（Warehouse Management System, WMS）、运输管理系统以及与此相关的 GPS/GIS 系统，企业资源计划（ERP 系统）等多种信息技术得到普遍应用。信息技术逐渐成为物流技术的核心，物流设备与信息技术紧密结合、实现高度自动化是必然趋势。

1.4.2 标准化与个性化

标准化包括硬件设备的标准化与软件接口的标准化，标准化可以实现不同物流系统的对接，使客户对系统同时有多种选择和便利。在标准化的同时，物流设施供应商，也将针对不同行业，不同地区、不同规模的客户提供个性化的物流系统产品和服务。标准化和柔性化的要求，使得不同物流设备制造企业努力开发高效、柔性的物流运输设备、起重搬运设备，以满足不同层次的需要。

1.4.3 环保与节能化

环保与可持续发展越来越成为当今社会的主流意识之一，企业对于物流设施的选择将更关注环保与节能方面的问题。很多物流设备供应商已主动顺应这一社会潮流，将环保与节能作为提高其产品和服务竞争力的手段。

1.4.4 支持产品生命周期

物流不再是企业产品生产、运输中的某个环节，它将渗透到一个产品生命周期各个部分。根据美国物流管理协会 2002 年 1 月发布的物流定义：在供应链运作中，以满足客户要求为目的，对货物、服务和相关信息在产出地和销售地之间实现高效率 and 低成本的正向和逆向的流动与储存所进行的计划执行和控制过程。可见现代物流包括产品从“生”到“死”的整个生产、流通和服务过程。

因此，物流系统应对产品生命周期提供支持。随着强制性质量标准的贯彻和环保法规约束力度的加大，作为生产制造商不仅需解决产品的售前、售中物流问题，对于售后物流问题也需要考虑，例如产品的维修所需备件的制造、储存及分销、客户服务中心的备件库存量大小等物流问题，作为一个制造商都是要重视的。此外对于售后服务中的客户退货及包装材料（尤其是一些会引起白色污染的包装用泡沫塑料）的回收、托盘的回收等逆向物流问题也日益得到制造商们的关注。

2 一般物流设施与设备

本章主要内容

- 收发设施与设备
- 输送设施与设备
- 搬运设施与设备
- 起重设施与设备
- 集装箱与托盘
- 垂直提升机械
- 仓储作业的公属具
- 物流包装设备
- 典型物流设备的技术参数与选用
- 物流自动化系统的配置
- 物流设施设备选用案例分析

2.1 收发设施与设备

物流工程中的收发设施及设备指物流中转、存储过程中到货、出货所用的设施设备，包括收发站台设备和计重计量设备。

2.1.1 收发站台设施及设备

收发站台设施及设备主要是指用于货运车站、仓库、物流中心及港口码头各种箱包类货物装卸、转运、分拣等设施设备。这类设施设备包括库房、库门、牵引车、箱包转运车、站台登车桥、地面登车桥、叉车、液压升降台等，如图2-1所示。

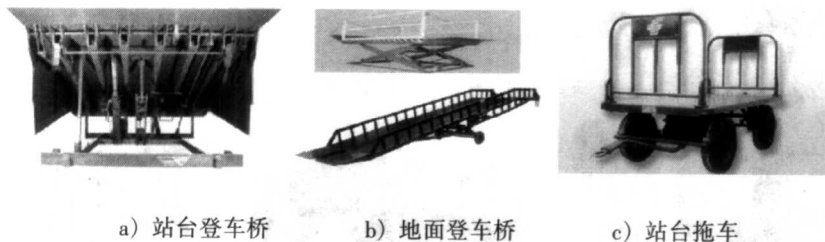


图 2-1 收发站台设备

2.1.2 计重计量设备

计重计量设备主要是对起重、运输、装卸、包装、配送以及生产过程中的物料进行计量称量的装置。计重计量设备要求有四个主要方面：即准确性，灵敏性，稳定性，不变性。计重计量设备按其工作方式分为台盘式、地磅式和吊拉式。按计重自动化程度分为人工称量装置、自动称量设备。按其工作原理分为机械式、电子式及综合式，其中综合式计重计量设备是机械与电子结合的自动化称量设备，该设备为物料在装卸时能自动呈现出物料数量的一种装置，目前有静态计量和动态计量两种，其中动态计量可用于流水作业计量方式（如图 2-2 所示的汽车计重系统的电子汽车衡）。

电子秤是以传感器为感应元件，以电子电路放大、运算及显示面板为一体的计重装置，按工作方式可分为台式和吊秤式。电子吊秤（图 2-2）是一种挂钩式称重装置（也称拉力计式），一般用于单元化集装货物的计重计量场所。计重范围较宽，大吨位计重一般与起重机配合使用，由于装置处于高空计量不便于读数，其计量数据可采用无线发送到显示终端。

电子汽车衡作为称量车装货物的设备，由于其称量快、准确度高、数字显示、数据可传输、操作维护方便等特点已完全取代了旧式机械地磅了，广泛使用在港口、货场、仓库码头、建筑工地等批量物料的称重计量场合。

现在称重技术进步很快，还有不停车称量的动态电子汽车衡和物流分拣系统中的传送带式动态电子计重衡，均能在短时间内实现运动物体的准确称重。其他计量装置主要有企业生产过程中的定量包装装置，这部分装置一般设计安装在生产流水线或包装机械上，计量方式有计重和计量（液