

高等学校试用教材

物流机械化技术

大连理工大学 宋甲宗 石永铎 编著

机械工业出版社

前 言

本书是根据1986~1990年高等学校工科机电、兵工类教材编审、出版规划,1987年在无锡高等工业学校“起重运输与工程机械”专业教学指导委员会会议确定的“物流机械化技术”教材编写大纲编写的。

《物流机械化技术》是系统工程、管理工程同机械化、计算机技术相结合的新学科。本书介绍了物流系统工程的基本概念及其应用,着重介绍了集装单元化、工厂企业、港口和仓储等物流系统的规划与设计以及确定最佳机械化系统的方法,同时还介绍了物流系统中不可缺少的物流和仓储机械的性能、选择和匹配。最后简要地介绍了分拣系统。

本书可作为高等工业院校起重运输机械、工程机械、矿山机械及石油矿场机械等专业的试用教材,也可供机械类专业、管理专业和从事物流及仓储机械化系统工作的工程技术人员、教师和学生参考。

本书由宋甲宗编写第一、四、五章;石永铎编写第二、三、六、七章,并对全书的文图进行统一和整理。由机电部北京起重运输机械研究所虞和谦担任主审,上海交通大学洪致育、胡宗武也参加了审稿并提出了宝贵意见。

刘守成在开辟此课程的初期,作出了一定的贡献。

在编写中受到许多单位和同志的支持和帮助,在此表示衷心的感谢!

本书是初次尝试,限于水平和时间,书中难免有不妥和错误之处,希望读者批评指正!

编者

1990年1月

目 录

第一章 绪 论

§ 1-1 物流的定义.....1	§ 1-2 物流研究的重要意义.....2
-------------------	-----------------------

第二章 物 流 系 统 工 程

§ 2-1 物流系统工程的概念.....4	§ 2-3 物流系统设计的模型与预测11
§ 2-2 物流系统的规划与设计.....6	§ 2-4 系统工程理论的应用15

第三章 集装单元化系统

§ 3-1 概述38	§ 3-4 搬运机械设备59
§ 3-2 集装单元化原则41	§ 3-5 集装单元的物流机械化系统77
§ 3-3 集装单元化器具43	

第四章 企业内部物流系统

§ 4-1 概述79	§ 4-4 搬运设备的选择99
§ 4-2 厂区布置81	§ 4-5 设备主要参数的确定.....108
§ 4-3 车间内的工位配置96	§ 4-6 物流系统的管理.....112

第五章 港口物流系统

§ 5-1 概述.....114	§ 5-4 集装箱专业码头的物流系统.....137
§ 5-2 散料码头的物流系统.....114	§ 5-5 港口物流系统分析及动态模拟法.....144
§ 5-3 普通件杂货码头的物流系统.....130	

第六章 高架仓库和仓储系统

§ 6-1 概述.....155	§ 6-4 仓储系统的计算.....174
§ 6-2 高架仓库设计的主要内容.....158	§ 6-5 库存分析与管理.....178
§ 6-3 仓储机械与设备.....162	

第七章 分 拣 系 统 简 介

§ 7-1 概述.....185	参考文献192
§ 7-2 自动分拣技术与系统.....186	

第一章 绪 论

§ 1-1 物 流 的 定 义

一、概述

社会生产的总过程，都是由生产、分配、交换和消费四个环节组成。生产的目的是为了消费，生产出来的东西要经过分配、交换而最后到达消费者的手里。另一方面，根据消费者的需要，又促使再生产。在这整个过程中，始终伴随着物流及商流。

所谓商流，是指商品所有权的转移过程，也就是商品交易活动，商品从生产者所有转变成消费者所有。

所谓物流，是指物质实体在空间上的移动，在时间上的占用。

物流这个词，目前还没有严格的定义，80年代美国物流管理协会，曾对物流的定义作了多次修改后定义的，即“所谓物流，是指有计划地对原材料、半成品及成品等，由其生产地点到消费地点的高效流通活动，这种流通活动的内容包括：为用户服务；需求预测；情报信息联络；物料搬运；订单处理；工厂及仓库地址的选择；采购；包装；运输；装卸；废旧物资回收利用及仓库管理”。

通俗地讲，物流包括从生产企业对原材料、协作件的采购供应开始，经过生产制造过程中的半成品的存放、装卸、搬运和成品包装，到流通部门或直达用户后的入库验收、分类、储存、保管、配送，最后送达顾客手中的全过程，以及贯穿于物流全过程的信息传递和顾客服务工作的各种有机的组合。其中物资的储存与运输是物流活动的两大支柱。

因此物流活动的内容及其涉及到的问题：

- 1) 运输 运输方式及运输工具的选择、运输路线的选择、运输管理方法等。
- 2) 储存 仓库地址及大小的选择、仓存量的策略、仓库管理制度、采购供货、库内搬运堆垛设备的选择等。
- 3) 装卸 装卸的机具及方法。
- 4) 包装 包装的方式、与物流机械和器具配套的尺寸及标准。
- 5) 信息收集及处理 市场信息的收集、生产信息资料的收集处理、订货程序等。

二、物流活动的分类

(一) 按物流活动的位置分

(1) 企业内部物流（又称小物流），指企业内部发生的物资流动，对于工厂，包括原材料进厂；临时存放；工序间、车间的半成品和成品的搬运；一直到成品出厂的全部活动过程。

(2) 企业外部物流，是销售过程的物流。

(二) 按物流业务活动性质分（见图1-1）

(1) 供应物流，指从原材料的所有者的供应开始，到消费者购进为止的物流过程。

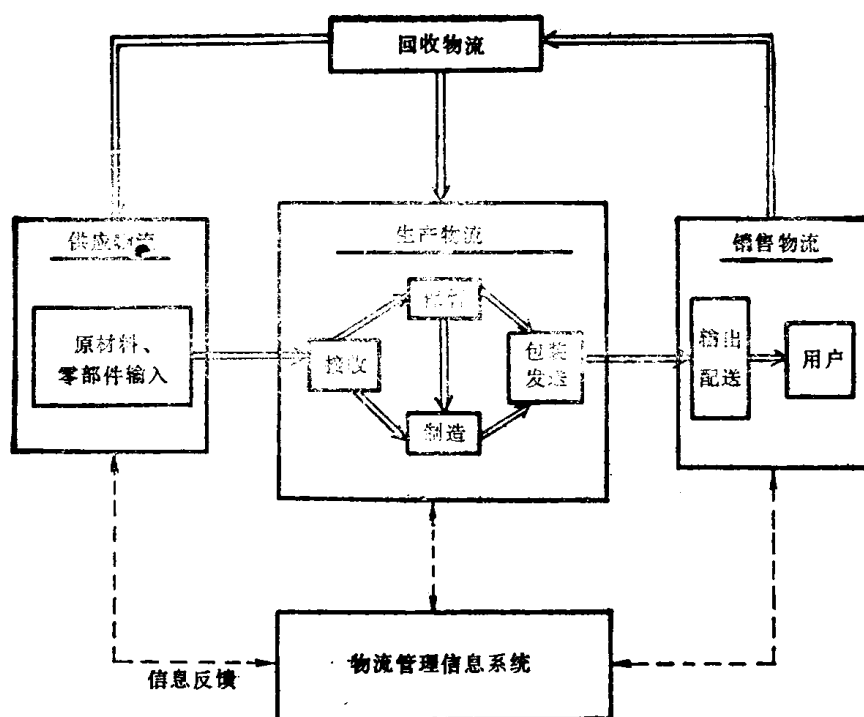


图1-1 物流活动分类示意图

(2) 生产物流，指从原材料购进，车间生产，半成品，成品的流转到成品库的全过程。

(3) 销售物流，指成品由成品库或车间（工厂）向外销售的物流过程。

(4) 回收物流，指伴随着货物或包装容器以及运输物资等回收过程的物流。

本书重点研究企业、港口等内部的物流系统及其设备选型。

§ 1-2 物流研究的重要意义

随着生产的进步和发展，产品的品种不断增加，不断更新。对产品的质量也要求愈来愈高。在日益激烈竞争的商品经济社会里，生产者要想生存，必须要有物美价廉的产品，才能在市场上占有一席之地，因此，企业家都不断地开发财源、节省开支。二次世界大战后，特别近一二十年来，物流技术及物流管理学已逐渐发展成为一门充满活力的新兴学科。物流研究的重要意义具体地说有以下几方面。

一、合理规划物流，节省运输储存费用，降低生产成本

多年来，人们在生产领域内，对提高效率、降低成本作了大量的研究工作，取得了很大的经济效益，如采用新技术、不断更新设备、合理组织生产等等，使生产过程中的成本不断下降。但是，过去在物流领域中的研究，相对地说比较少。随着社会化大生产的发展，专业分工越来越细，生产和消费从时间和空间上的距离在不断扩大。使物流过程中的费用年年增长。从社会范围来看，如日本在战后生产费用每年仅上升2.2%，而流通领域中的费用每年则以5.5%的比例持续上升；在销售过程中，1977年物流费用增长5.8%，1980年物流费用增长8.0%。在企业内部，生产过程中原材料、半成品及成品的搬运储存，花费了不少费用，约占生产费用的25%，因此，在降低成本，提高经济效益方面，除了在生产上不断采用先进

工艺及先进技术外，在物流方面也大有潜力可挖。因此世界各国都开展了现代物流技术的研究，“向物流要利润”，称为“第三利润源泉”。我国绝大多数工厂，过去对物流系统的研究注意不够，存在着不少问题，例如物流路线迂回、逆流、重复装卸、不必要的储存入库等等，造成厂内搬运费用过高。据介绍，鞍钢每吨钢所消耗的运力比国外现代化钢厂大出一倍以上。为此，近几年来，我国对物流技术的研究也开始给予重视。国内近年来多次召开物流技术方面的学术会议，从选择合理物流路线、改善包装、减少装卸次数、减少运输消耗等方面，进行研究，以求达到合理规划，节省物流费用。

二、改进物流管理，提高生产率

合理的物流系统，不仅减少物流过程本身的费用，还可以提高生产率，工人及机床不停工、不待料。原材料及半成品来得及时，来得适量。既不影响生产，又不堆积在机床周围，减少了工人的辅助劳动，提高了劳动生产率。据统计，合理的物流系统能提高劳动生产率10%。

三、提高产品质量，减少搬运损耗

一个产品从原材料进厂，经加工成半成品，再组装成产品，中间要经过多次的装卸、搬运、储存。据机械制造行业统计，在生产过程中，零件真正在机床上的全部时间只占5%左右，其余的95%的时间都是已加工的半成品处于装卸、搬运、储存、包装等物流过程中，在这段过程中要保证加工好的工件不碰伤、不损坏、不影响精度及表面粗糙度等，就必须有合理的搬运储存的方法、工具及技术。这对提高产品质量是有意义的。

四、合理的库存，加速资金周转，提高经济效益

现代生产中，专业化程度愈来愈高。生产厂购进来的东西，已经不仅仅是原材料，还有各种各样的配套件，有些工厂基本上不制造零件而以装配为主。因此，外协配套件的费用，在整个机器中占的比例愈来愈大。所以只有合理的库存策略，科学的管理才能既保证生产有节奏地进行，又不因库存量过大而积压大量资金。一般讲，在企业中，各种物资库存价值约占企业资金的30%左右，所以合理的库存一直是大家所关注的问题，也是物流技术研究的一个重点。

综上所述，重视并加强物流技术的研究，充分利用有限资源，减少物流费用，保证产品质量，提高劳动生产率是降低产品成本，提高企业经营效果，获得最大利益的有效途径和重要手段。

第二章 物流系统工程

§ 2-1 物流系统工程的概念

一、基本概念

系统工程是近几十年形成和发展起来的一门跨学科的综合性的组织管理技术。

所谓“系统”是相对环境而言，它要求把所研究的对象或过程理解和作为一个由各部分（分系统，甚至更小的子系统）组成的相互联系和相互作用的有机整体；所谓“工程”是包括服务于特定功能的各种技术工作的总体概念。

简单地说，系统工程是用现代科学方法组织、管理各种系统的规划、设计和使用的科学。

系统工程是一个总称，有各种各样的系统，因而就有各种各样的系统工程。研究工业的叫工业系统工程；研究经济的叫经济系统工程；研究物流的叫物流系统工程等。

对于一个物流系统应用系统工程的基本思想，从物流系统整体效益出发，采用工程技术的优化方法进行组织管理、规划设计的技术，叫做物流技术。也就是说，物流技术是各种流通物资从供应者转移给需要者时，实现各种流通形态的停顿与流动功能所需要的材料、机械、设施等硬技术和计划、运用、评价等软技术的总和。

所谓各种流通物资，是指生产、再生产、存放和消费用的原材料及制品；所谓各种流通形态，是指在供应、加工、调运和销售活动中，由物资的数量、种类、特性和停顿点、装卸运输机械设备、流动线的数量、规模、功能等组合而构成的形态。其中，停顿点指产地、工厂运输据点、市场、库场等；流动线指利用卡车、火车、轮船、飞机及其它运输方式、单独进行的直达运输或复合运输。

硬技术中“材料”，指托盘、集装箱等集装材料；包装纸、塑料薄膜等包装材料。所谓“机械”，指叉车、堆垛机、起重机等装卸机械，以及传送带、车辆、轮船、飞机等运输机械。所谓“设施”，指仓库建筑、货场等保管设施及转换、车站、港口、机场等设施。

软技术中的“计划”，指在规划、改善、改变流通形态与硬技术同时进行研究及引进工作。所谓“运用”，指运输工具的选择使用、装卸方法、库存管理、人的使用以及劳务管理等。所谓“评价”，指成本计算、资料的整理、方案比较等。

物流技术不象生产技术那样，直接出产品，而是面对诸如工厂企业、车站、港口、仓库等物流系统的各种要求，相应地选择和运用合适的硬技术和软技术，来提供各种技术服务。

二、基本特点

（一）全局性（系统性、整体性）

物流系统是由很多部分组成的，同时，系统的目的性或特定功能也往往由若干目标或指标形成，所以不能单从一个部分或某一个指标来思考和解决问题，而是要从系统的整体出发，将各组成部分按预期目标有机地组合，并相互配合，探索出一个最好或较好的整体方案。

（二）关联性

由于系统各组成部分本身及它们相互之间都有着联系和制约的关系，如系统的输出与输入的关系；系统所有组成部分中的参数变量与系统特定功能之间的关系，都表示着系统的相互作用和相互依赖。在研究物流系统时，必须设法描述这种相互关系，而且要用明确的方式（如用定量、或者图、表等方式）加以表示。

（三）最优性

规划、设计和使用物流系统的最后目的是要它完成特定的功能，并且希望完成功能的效果最好，也就是说，以最少的人力、物力和财力消耗，在最短的时间里，获得最大效益。这种统筹安排，选好最优的过程，就是物流系统工程最优性的思想。

（四）综合性

由于物流系统涉及面广，不但有技术因素，还有经济因素、社会因素。所以只靠一两门学科知识是不够的，需要诸如数学、运筹学、经济学、机械设计、计算机技术、控制论及心理学等各方面的学科知识，把这些学科横向交叉和综合在一起来规划、设计和研究物流系统工程。

（五）实践性

物流系统工程是非常着重实用的，如果离开具体的项目和工程，也就谈不上物流系统工程。

三、基本要素

虽然各种系统工程所研究的具体对象不同，但从系统的组织管理和机械化角度来看，共同的要素不外乎以下几个。首先是人，任何系统都离不开人这个要素。其次是物，包括物资、设备和资金三个要素。另外，还有两个要素属于事的范畴：决策（任务指标）和信息。这六个要素是各种系统工程共同的要素，对于物流系统工程来讲，也不例外。

随着生产和科研规模日益扩大，在物流系统中技术装备也越来越复杂，专业分工更细，人的因素也更加重要。研究人和机器间如何合理分工和相互配合，使人和机器都能发挥最好的作用。操作环境的噪声、光线和颜色等都对操作有影响，要设法消除不利因素；还要研究环境控制和安全保护设备如何适应人的要求等等。

三个物的要素——设备、物资和资金，从物流系统工程的角度来说，都要求加速流通。资金流通越快，它发挥的效果越大，物资也是如此，规划、设计的合理，就能使原料、半成品、成品等物资通畅。库存的时间短，库存的数量少，对于机器设备，要求合理和实用，特别在衔接和转换的环节上应方便和经济。对于三个物的要素来说，系统工程要研究的是如何用有限的资源达到最佳的效果，或者为达到预期的目标所消耗的资源最少。

关于决策（任务指标）这个要素，不言而喻，是进行任一工作都不可缺的。

最后一个要素是信息。现代社会中它的作用越来越显得重要，它的含义也很广。任何系统既然都由许多分系统及更小部分所构成，而它们之间上下左右又都存在着密切的相互依赖、相互制约关系，就必须借信息的传送流通来实现它们之间的联系。任一决策都与某一分系统的信息反馈有关，如果信息的传递和反馈不灵，管理工作就无法搞好，所以，信息的传递和反馈在系统工程中起着很重要的作用。

上面这六个要素在系统工程中的全部活动可以归纳为三种流，即人流、物流和信息流。广义地讲，社会上一切有形和无形的物质流动都叫物流，不过通常讲的物流主要是指工厂、

企事业的物料搬运系统。它是建立在现代科学技术成就上的物流技术，包括整个生产、流通领域中的装卸、搬运、生产、装配、储存和包装等过程，其活动范围是从物料供应地点开始，运进厂和企事业、经过加工制作、装配和包装以及中间各环节的储存，直到发运出工厂和企事业，送到用户那里，并在全部过程的所有环节上，做到按规定时间、数量、保质保量地送到规定的地点。

这个物流系统是离不开起重、装卸、运输等机械设备的，离开这些机械设备，物流系统也就流通不起来，也不成为物流系统。为此，不仅要注意单机的选择，而更重要的是整个系统各环节的衔接和机械设备合理匹配，甚至对非标准的物流机械进行设计，从而达到整体最优，这就要重视机械化系统的研究。因此，物流机械化技术是一门强调物流技术和机械化系统相结合的应用技术，有它自己的特点，更有它的实用价值。

§ 2-2 物流系统的规划与设计

一、影响物流系统规划、设计的因素

(一) 地点

地形——平原、山地等；地质——土层、岩层等；交通——公路、港区、铁路等是否方便、合理；市场——原料产地、销路用户等；动力能源——煤、石油、水电等；水文——水源、同地质的关系等；行政机关……。

(二) 建筑物

楼房或多层车间就要考虑水平与垂直运输机械，大厅或车间一般考虑采用桥吊和单梁吊以及工业搬运车辆、散料运输机械等；室内各跨之间和楼房之间也需考虑必要的联系。

(三) 物流线路

一般有如下物流线路，如图 2-1 所示。

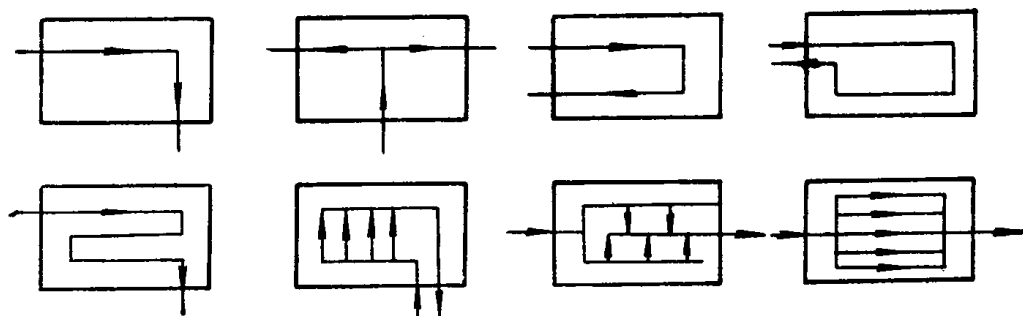


图2-1 物流线路

(四) 物料品种

物料主要分为散、件、液、气四种。散货分为块状、粉状和粒状；件货分为箱、袋、桶、捆等；而液体和气体分为瓶装、罐装或通过管道流动。

(五) 物料的批量

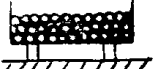
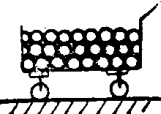
在生产和流通过程中，单件生产和多品种物料的流通采用通用机械设备，大批生产和单品种物料的流通宜采用专用机械设备。处于中间状况，可采用通用和专用两种机械设备。

二、物流系统的规划与设计原则

(一) 提高物料搬运的活性原则

无论是在生产系统还是流通系统中，总希望物料搬运方便，节省搬运时间，提高流通效率。影响物料搬运方便性和流通效率的主要因素是物料的存放状态。这种存放状态将决定下一道作业的物料搬运的难易程度（或称机动性），一般把衡量物料搬运方便性的存放状态称为该物料获得的“活性”。处于不同存放状态的物料将具有不同的“活性”。这个不同的“活性”用指数来表达，称为“活性指数”。活性指数从0~4，可分为五个等级，如表2-1所示。

表2-1 物料因存放状态不同的活性指数

序 号	物料的支承状态	简 图	活性指数	物 料 搬 运 的 方 便 性
1	物料放置在地面上		0	物料移动时，需要逐个用人力搬运，或集中到运输工具中才能搬运，最不方便
2	物料放置在容器中		1	可用人工一次搬运，一般不便于机械叉取作业（采用特殊属具例外）
3	物料放在垫起的容器中		2	可以方便地采用带货叉的搬运机械搬运
4	物料由带轮的器具支承		3	毋需借助于另外的机械就可以方便地搬运
5	物料放置在移动着的运输设备上		4	物料已经处于移动状态，所以活性指数最高

一般平均活性指数小于2的主要是手工操作；大于2而小于3的是部分手工搬运、手推车和机械搬运；大于3而小于4的基本上是无手工搬运；大于4的主要是机械化搬运。可见，在搬运系统中，物料的活性指数越低，其机械化搬运水平就越低，搬运的效率也就越低。因此，合理地改善物料的存放状态，即提高物料的活性指数是提高搬运效率的必要条件。

(二) 集装单元化原则

通常，从发货单位到收货单位的贮运作业要经过取货、装货、运输、罐货和贮存等基本作业，并伴随着质量检查、点数等作业内容。如果在上述作业中每次只搬运一件或少量的物品，作业的全过程将十分繁杂，并存在大量的重复搬运，作业效率必然很低。如果把多件物品汇集成一个重量或容积单位，使用机械来进行贮运作业，就能提高搬运效率，并带来一系列的其它好处。我们把一定量的物品或材料，整体地集装为一个便于贮运的单元，这个单元利用集装的器具（如托盘、集装箱）等，或组合包装，或各种属具将货物集装成一个容积或重量单元，再进行机械化贮运的思想，称为集装单元化原则。

(三) 减少重复搬运的原则

搬运一次需要一定的设备和费用。因为重复搬运不仅增加机械设备和费用，还增加流通环节，甚至造成流通混乱，所以需加强计划管理工作，合理地制定贮运工艺路线，减少重复

搬运。

(四) 利用重力的原则

在物料搬运的过程中,可以利用坡度、溜板、溜管等通过重力的作用使物料很容易地搬运和流动,如高架仓库的重力式货架,货架每格的进口和出口有一定的高度差,形成一定的坡度,货物从货架进口侧进去靠重力从另一侧出去。还可利用气垫、水垫来减少物品在搬运和流动中的摩擦,只要有一定坡度,靠重力作用更容易流动了。同样道理,浮力也给搬运带来很大方便。

(五) 机械化原则

随着科学技术的发展,在物流系统中,起重、装卸、运输等新机种、新型号机械不断出现,以各种机械代替人力的各种操作来完成装卸搬运作业。机械化可以大大地改善劳动条件,减轻劳动强度,增强安全作业,提高作业效率和效益。对于作业量很大,特别是重大件货物,启动频繁、重复、节拍短促而有规律的作业,适宜于采用机械化作业。从经济合理的角度出发,对于其作业量很小、临时性作业,货物的形状或性质难以采用机械作业以及单件重量很轻而且难以集装化的货物仍以人力作业为宜。再如在一个集装单元中要取少量或不同品种物品,也需要人工进行拣选。

机械化,不能只是物流系统中某个环节机械作业效率最好,而是要考虑各个环节机械作业的合理匹配,使整个物流系统最优。

机械化,人仍然是决定的因素,不断提高职工各方面的素质,是改进装卸、搬运作业的关键。机械化包括机械、设备、吊索辅具和集装用具四个方面。在技术高度发展的今天,要着重强调后两个方面的作用,如重达 300 t 的机电设备和先进的集装箱龙门起重机,其效用能否发挥,在很大程度上取决于占其总重 1% 左右的吊具。完善集装用具及其运用系统是实现装卸搬运作业综合机械化的关键措施。要发挥机械化的效用,还必须要有与其配套的设施(作业场、码头、库场、装卸线、站台……)相适应来保证,货物的包装也应符合运输要求,车船库要为提高装卸搬运效率创造有利条件。作业方法、信息和管理等“软”因素是机械设备等“硬”因素能否发挥作用的关键。机械与设施的维修保养和人员的继续教育等保障系统,是机械化作业系统长期稳定发挥作用的保证。

在我国,“软”因素的保障系统是更为薄弱的环节。

(六) 自动化原则

自动化主要适用于那些要求作业效率高、精度高,或者影响工人的健康、有危险的作业场合。

自动导向搬运车是自动化起重运输机械的一个典型例子。它的工作原理简图如图 2-2 所示。

根据搬运工艺的要求,事先在搬运路线的地面上,画出一条白漆线,或在地面下 3~5 cm 处埋设电线并通以高频电信号。这些线路标志自动搬运车所要经过的路线。自动搬运车上至少装有一对探测器,对于白漆线安装的是两个光电探测器,对于高频电线安装的是两个电磁感应探测器。搬运车正确按线路运行时,两个探测器等距跨在线路左右两侧。此时,光电探测器发出的光电信号,经过白漆道反射回来后对两个探测器是相同的。同样,埋线的电磁场使两个电磁感应的探测器感应到同样的信号。如搬运车偏离

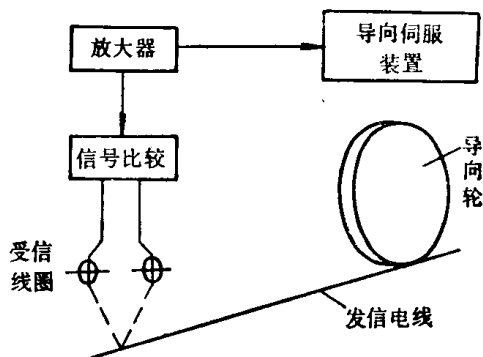


图 2-2 自动搬运车工作原理简图

线路，则两个探测器得到的信号产生差别，讯号通过差分比较放大，然后输出一个信号去操纵导向车轮的电机，使车轮相应转动，搬运车便回到正确位置上，沿着导向线运行。自动导向搬运车除采用上述光电导向和电磁导向外，还可采用其它导向技术，例如激光红外线导向等（参见第四章）。

自动导向搬运车适用于自动化物料搬运系统。当工艺流程变更时，其搬运路线较容易调整，对人工操作有害的场合更受欢迎。

自动化高架仓库系统、推式悬挂输送机系统等等，也都是自动化系统的代表例子。运用这些设备可以使仓库、车间作业实现高度自动化，极大地提高作业质量和经济效益。

（七）减少空载原则

尽量减少人员和设备的空载运输和减少作业点上的物料贮存。一般用空载系数来表示一个搬运系统空载运输的总体情况。

$$\text{空载系数} = \frac{\text{人移动距离(或次数)} - \text{物料移动距离(或次数)}}{\text{物料移动距离(或次数)}}$$

其中，人的移动距离包括带物和不带物的。

（八）减轻体力搬运的原则

从人机观点看，有些地方还需要人搬运，但要尽量减少体力搬运，减少人员步行距离，减少弯腰的搬运作业。例如，最简单的可用手推车减少体力搬运，可用升降台减少或不用弯腰进行搬运作业。应尽量减少搬运、装卸的距离和次数，减少作业人员上下作业、弯腰的次数和人力码垛的范围和数量。

（九）工艺直线布置的原则

物流走直线、减少转弯和迂回，尽可能靠近作业接收区，特别是工件重的应优先靠近接收区。

（十）在流动中进行作业的原则

物料在流动的同时，又进行各种作业，即将贮运工艺流程与加工制作、装配以及检验和包装等一些辅助作业结合在一起同时进行，如各种流水生产线、汽车装配线等。

（十一）利用空间的原则

利用有效的空间，进行物流作业。如果空布置的悬挂输送机、天桥、高架（立体）仓库、筒仓等。使用托盘和集装箱进行堆垛，安放货架进行高层堆放，向空中发展，这样可减少占地面积，提高土地利用率。

（十二）保护运件的原则

物料在搬运和装卸的过程中避免扔、甩，防止工件磕、碰、划、擦等问题，采用把物料、工件等装入托盘、托架、箱以及进行包装等措施进行搬运。还要考虑取物装置的安全、可靠，不使货物突然掉下，不能使货物损伤。

（十三）安全的原则

重视物流作业中的人的安全是首要的。同时还要重视工位器具、设备、设施、物品的安全和完善，保持作业区周围环境的整洁、通畅，考虑各种安全防护设备、工具和设施，消除物料到处乱堆、乱放和无搬运包装的现象。同时还必须注意到防火、防潮、防霉、防腐、防风、防雨、防雪、防爆、防触电、防放射等，以及人流、车流和物流尽可能分道运行等。

（十四）标准化原则

使搬运、装卸和贮存作业统一化。应使运件的外形尺寸标准化。尽可能采用标准的设备、器具和设施，降低成本，提高利用率，也便于制造、使用、维修和管理。

以上这些原则的应用，还必须从实际情况出发，达到整个物流系统的流通效率高、效益好、投资少、建设快、改善劳动条件、减轻劳动强度、少占土地、使用和维修与管理方便且便于发展的最佳目的。

三、物流系统的规划与设计程序

（一）确定目标

从整体出发，系统地提出问题，并确定需要达到的总目标和衡量目标的标准。根据目标进行合理的选址和科学的预测，来验证选择的地址是否合适和确定的总目标是否合理。确定目标是物流系统工程的首要问题。

（二）功能分析

根据任务和要求，对整个系统及各个分系统的功能，以及它们的相互关系进行分析，在选址的基础上，对系统、库场、设施、道路、流通途径等进行初步布置。

（三）收集资料

通过对各种有关情报资料的收集和分析，整理出必要的资料，提供出来必要的数，给定合理的假设和条件，分清可控和不可控因素，确定相应的约束条件，使所要分析的问题即抓住主流，又得到简化，并能提出初步的设计对策。

（四）指标分配

在上述对各方面问题充分调研的基础上，确定各个分系统的要求、各项指标以及机械设备性能要求、数量和配置。

（五）方案研究

为了完成预定的目标和各个分系统的指标要求，还要考虑机械化系统乃至自动化系统是否合理可行，需要制定出各种可能实现的方案。提出的方案不妨多一点，以便集思广益，反复比较。

（六）建立模型

把可行的方案，建立在实践和理论上都能处理的模型，找出能反映问题本质因素的数学方程和逻辑框图，或者建立实物和类比等模型。这一点是系统工程方法的核心和难点，模型建立的好坏，直接影响后续程序的质量。

（七）优化计算

根据具体情况、分析系统的特点，研究采用的方法。通过软件程序在计算机上进行方案优化，或者通过实物和类比等模型进行实验和分析，再提出可供选择的若干方案，并对模型进行必要的分析、计算，求出最优解。

（八）分析评价

根据目标评价标准，对各方案实验、计算分析的结果和实际情况进行综合比较，作出客观的评价和鉴定，提供领导和决策部门择优，选择出最佳方案。

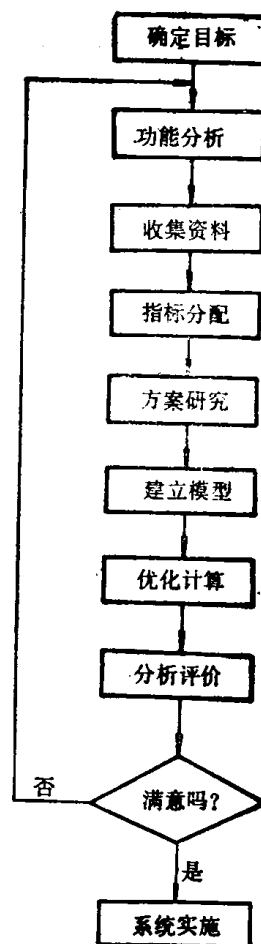


图2-3 物流系统的规划与设计框图

(九) 系统实施

如果领导及决策者对所选择的最佳方案感到满意,则由专业部门付诸系统设计、试验与实施运行。如果领导及决策者对所选方案提出不满意的意见,则要立即重新设计,进行修改调整,重新计算分析,再选出最佳方案,直到满意后,整个系统才能进行设计、试验与实施运行。图2-3给出了物流系统的规划与设计程序框图。

§ 2-3 物流系统设计的模型与预测

一、系统模型

在物流系统的设计中,为了对众多的备选方案进行分析比较,往往离不开建立一定的模型。一般,模型总是要比实体系统简洁得多,它所表达的因素也只是实体中因素的主要部分。模型比现实容易操作或处理,尤其一些参数值的改变在模型中操作或处理比现实问题中要容易。有些因素在现实中要很长时间才能看出变化情况,但用模型研究时可以很快看出变化规律,从而迅速地抓住其本质特征,即把这些方案与系统评价目标联系起来,找出目标函数与各变量以及约束因素间的基本规律。这一抽象化过程就是建立模型的过程。系统模型一般分为以下几种。

(一) 实体模型

按物体实物的结构放大或缩小,它能较好地反映物体的某些特征,表达实体系统的主要结构和因素,但不能搞得太复杂。否则就难以处理,失去模型的作用。主要缺点是不能表示超过三度空间的事物。

(二) 数学模型

用字母、数字及其他数学符号建立起来的等式以及配有图表、图象和框图等来描述客观事物的特征及其内在联系的模型称为数学模型。简单地说,就是用数学公式表达一个系统的特性和抽象概念。

如, $y = ax^b$ 为基本表达式的幂函数模型,它在一般工程及其管理中有着广泛的用途。其图形见图2-4。

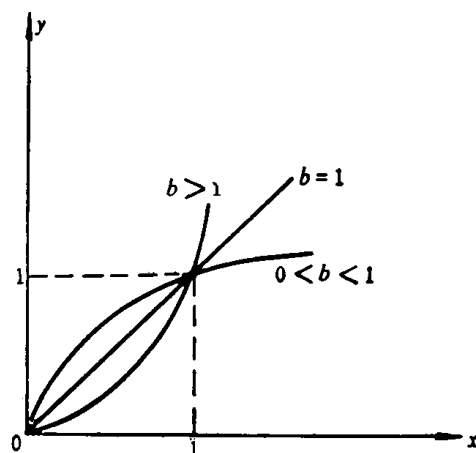


图2-4 $y = ax^b$ 数学模型

$C = ak^b$ 可做为物料搬运系统经济尺度模型。以 y 轴代表搬运成本 C , x 轴代表运输量 k , a 与 b 为两个系数,此模型在一定程度上可以反映出搬运成本与搬运能力之间的关系。从图2-4可看出,成本与运量上大致有以下三种情况: 1) 总成本随着总搬运量的增长而缓慢地增长,相当于 $0 < b < 1$ 的情况; 2) 总成本与总搬运量之间保持着近似正比关系,相当于 $b = 1$ 时的情况; 3) 总成本随着总搬运量的提高而迅速增长,相当于 $b > 1$ 时的情况。

究竟会出现哪一种情况,将因所用搬运设备不同、搬运物资的不同及管理水平不同而异,企业可通过连续的统计,并用一元非线性回归法拟合出系数 a 与 b 。

(三) 类比模型

由于在物流系统中相当多的一部分问题难以建立数学模型,但用类比模型就容易表达出事物的特征和内在联系以便在不同假设情况下进行实验分析。这种方法简单易懂、形象直观

等优点,亦可以做为建立数学模型前的粗略模型。在工程上已得到普遍的应用。

1. 顺序图

目前,在企业中广泛采用的进度表是最简单的图形,如图2-5所示。

2. 点线图

点线图用来描述物流中各分系统、各事项或各状态之间的关系。它不仅具有顺序性,而且具有清晰的相互关联性。通常用圆圈表示系统、事项或状态,用线段表示两者之间的关联。当事项没有方向性时,线段不带箭头;当两者之间有不可逆的关系时,线段一端带有箭头。

点线图的绘制以清楚、醒目为宜,在排列上尽量减少线段间的交叉,以便直观地看出采取一个决策行为后会牵扯到哪些因素,为选择优化的方案提供一种方法。如图2-6 a所示,显然 s_2 、 s_3 、 s_4 、 s_5 都与 s_1 相关,而 s_4 、 s_5 又与 s_2 、 s_3 相关。为了观察方便起见,有时抓住事项间最主要依从关系,可以对图形进行简化,如图2-6 b所示,这就更清楚地表达了事物之间的基本关系。

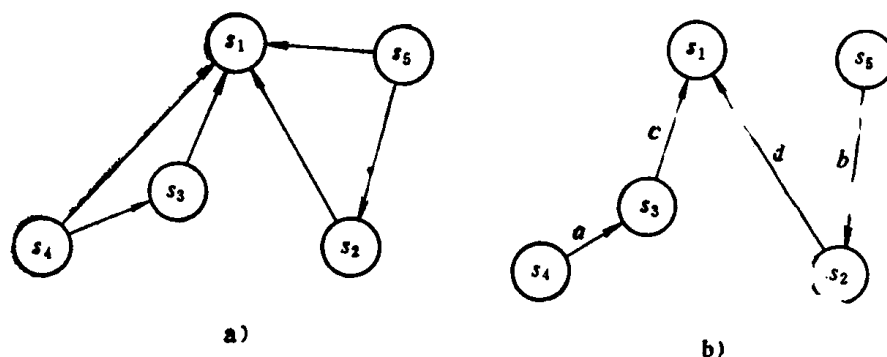


图2-6 点线图

有些事项相互间不仅存在着顺序性,而且还有一定的数量关系,此时可以把有关的数字标在线段上,参见图2-6 b。

3. 矩阵

在点线图中,当事项过多、相互关系过于复杂时,便失去了点线图的优点,这时可改用矩阵表示。其中用1表示事项有关,0表示无关,0通常不需标出。为了表示方向性,规定表示相关的方法是从行到列。与图2-6 a相对应的矩阵见图2-7 a,与图2-6 b相对应的矩阵见图2-7 b。假设图2-6 a没有方

	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5
s_1					
s_2	1				
s_3	1				
s_4	1		1		
s_5	1	1			

a)

	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5
s_1					
s_2	1				
s_3	1				
s_4			1		
s_5		1			

b)

图2-7 矩阵图

向性只有关联性，这时的矩阵只有用对角线的一半，称为三角阵，如图2-8所示。

4. 流程图

流程图用来描述系统的工作过程。它的特点是清晰、扼要。典型的流程图见图2-9。

5. 方框图

方框图用于描述系统之间的任务关系。因为方框图比圆圈易于填写文字，所以具有图文并茂的优点。图2-10所示为开环传递，如搬运系统又回到始点就为闭环传递。

6. 方块图

方块图与方框图各有本质上的差别，它的信息流是单向的，它在反馈控制系统中具有重要的作用。图 2-11 示出投入-产出反馈控制模型。图中的方块表示输入输出的函数关系。对系统的数学模型要进行拉氏变换。在实践中，由于有些问题无法全部用数学模型描述，所以在系统工程中应用还受到一定限制。

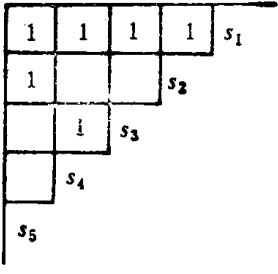


图2-8 三角阵图

7. 树形图

树形图可用来描述事项的从属关系，如图 2-12 所示。

8. 曲线图

在系统中，描述各种事件的曲线甚多，它们可能是根据实际统计记录而得出的一组折线，可能是按计算数据而绘制的某种曲线，也可能是一条回归线或组合线等。

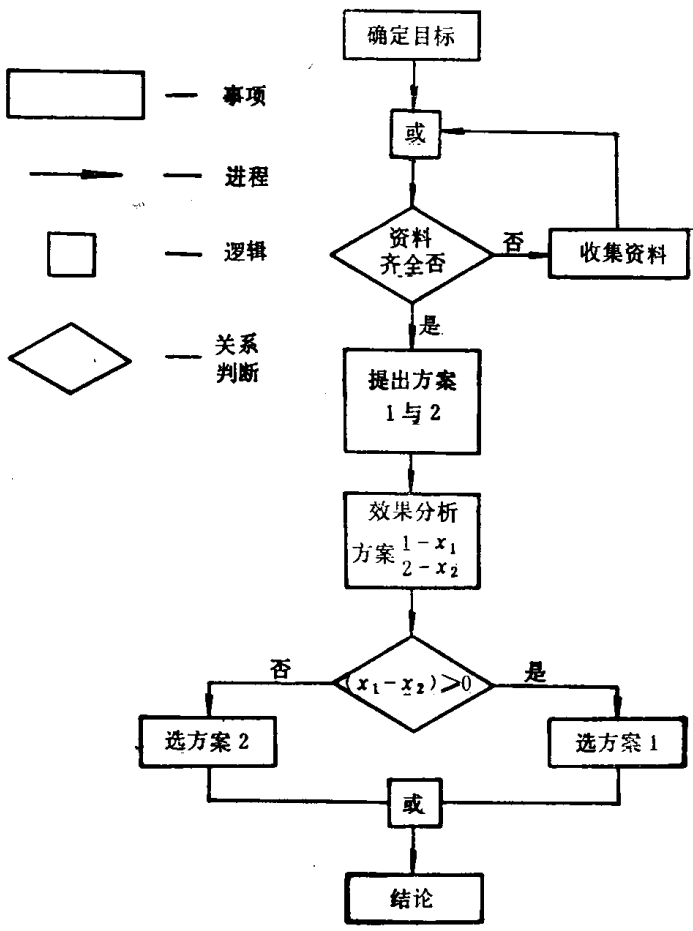


图2-9 流程图

二、预测

预测可以提供未来的信息，为当前人们做出有利的决策提供依据。预测工作实际上是这样一个过程：从过去和现在的已知情况出发，利用一定的方法或技术去探索或模拟不可知的、未出现的或复杂的中间过程，推断出未来的结果。物流系统的预测，就是对生产和流通领域的物资的规格、流向、流量、所占用的资金周转及供求规律进行调查研究，取得各种资料和信息，运用预测的方法和技术，推测未来一定时期的物资的需求量、供应量以及场地面积、仓库容积、机械数量等，以便作出正确决策和合理的投资。预测工作的基本步骤如图 2-13 所示。

(一) 确定预测目标

预测是为物流系统的决策服务的，所以要根据决策所提出的要求来确定预测目标。

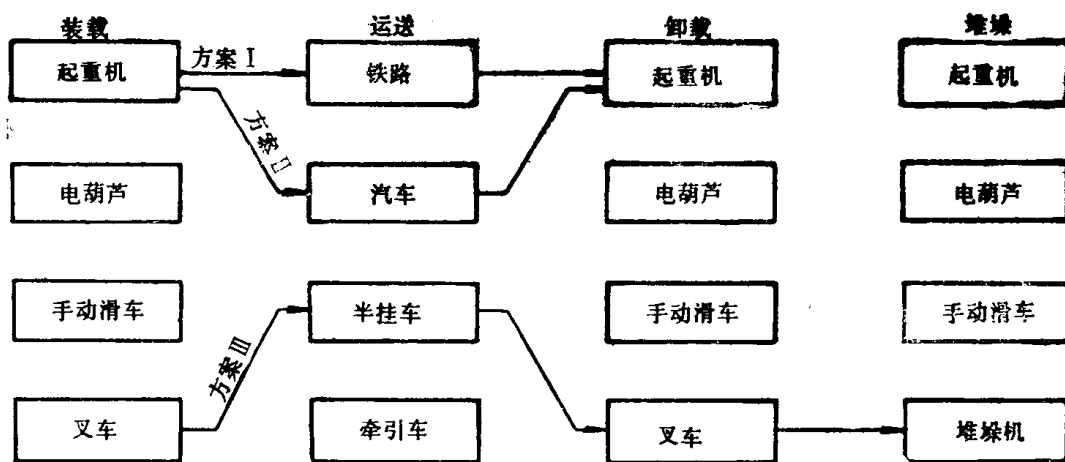


图2-10 方框图

（二）收集、处理资料

资料是进行决策的依据，应根据预测目标的具体要求，收集为预测所需要的各种资料，然后分析和判别资料的真实和可用程度，最后进行加工和整理。

（三）选择预测技术

目前，预测技术的方法很多，对于每个物流系统，都可用多种预测技术，求得预测结果。实际工作中，主要是根据决策和设计规划对预测结果的要求，结合开展预测工作的条件和环境，根据经济、方便、效果好的原则，去合理地选择预测技术。

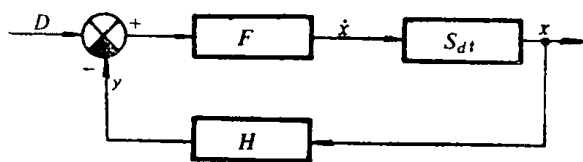


图2-11 方块图

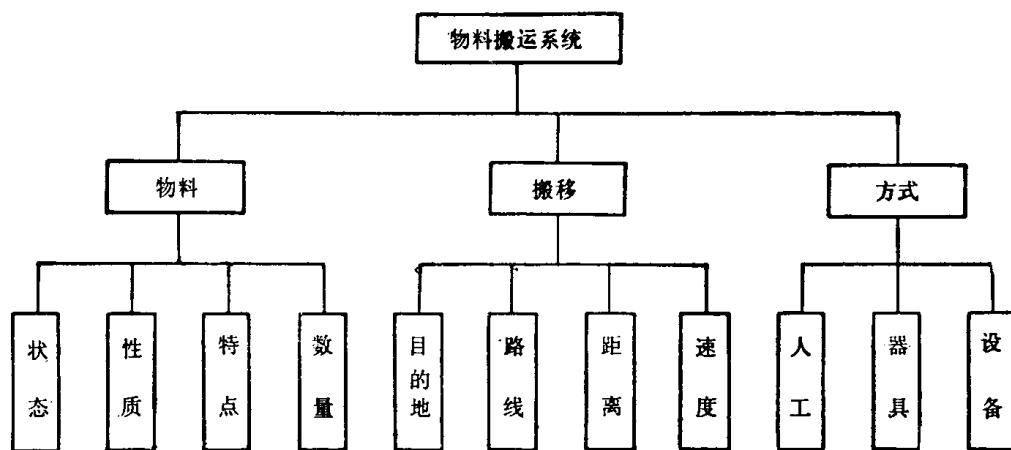


图2-12 树形图

（四）建立预测模型

预测模型是对预测对象发展规律的近似模拟。利用选定的预测技术确定或建立可用于预测的模型，然后进行计算和分析，得出各种可能的结果。

（五）评价模型

根据收集到的有关未来情况的资料，对得到的预测模型及其可能的结果加以分析和研