

918123

机械基础与机械设备

北方交通大学 杨挹翔 主编

高等学校试用教材



中国铁道出版社

高等学校试用教材

机械基础与机械设备

北方交通大学 杨挹翔 主编

中国矿业大学研究生部 杜鸿年 主审

中国铁道出版社

1990年·北京

内 容 简 介

本书为高等学校物资管理工程专业《机械基础与机械设备》课程的试用教材，需要70~90个学时。

本教材主要介绍机械基础理论和通用机械设备（如通用机床，大型、高精度机床，起重、运输机械等）的品种、规格、性能、结构特点及工作原理等方面的知识。

全书分三篇十章，第一篇主要介绍机械设备的机构型式、机械传动型式、机械设备配件等基础知识；第二篇主要介绍金属切削机床的概念、分类、及通用机床、大型、高精度机床的基本常识、工作原理等；第三篇主要介绍起重机械、运输机械、工程机械的分类、性能和工作原理等。

高等学校试用教材

机械基础与机械设备

北方交通大学 杨抱翔 主编

*

中国铁道出版社出版、发行

（北京市东单三条14号）

责任编辑 李云国 封面设计 王毓平

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本 787×1092毫米 1/32 印张：17.25 字数：424 千

1990年5月第1版 第1次印刷

印数：1—2000册

ISBN 7-113-00704-X/TU·160 定价：3.45元

前 言

本书是根据高等学校铁道物资管理专业教学指导委员会通过的铁路高等学校物资管理工程专业《机械基础与机械设备》课程教学大纲并结合物资管理现代化需要编写的。

本书从物资管理工作的实际需要出发,尽量采用最新资料和最新国家标准,从管理工作角度着重阐述了机械的基础理论,常用通用机械设备的一般知识和设备的验收、保管知识。为适应管理工作现代化发展要求,在编写过程中,根据专业特点对教材结构进行了探索,构成了机械设备技术和管理知识的综合体系。

《机械基础与机械设备》由北方交通大学杨挹翔主编(第一章至第九章),天津工程机械研究所贾毅参加了编写(第十章),中国矿业大学北京研究生部杜鸿年教授主审。在编写过程中得到了周有强教授、秦凌昌副教授、李传荫高级工程师的热情帮助,铁道物资管理专业教学指导委员会对本书进行了审订工作。原国家物资局、铁道部物资局和有关单位同志曾为本书内容提出了宝贵的意见,在此谨致谢意。

编 者

1988.9.

7A1076/03

目 录

第一篇 基础知识	1
第一章 概 论	1
第一节 机械设备管理在国民经济中的地位和作用	1
第二节 机械设备在物资管理过程中常用的几种分类方法	3
第三节 机械设备的组成	6
第二章 机构型式	8
第一节 常用的术语	8
第二节 铰链四杆机构	14
第三节 凸轮机构	17
第四节 间歇运动机构	19
第三章 机械传动型式	21
第一节 螺纹联接和螺旋传动	21
第二节 带传动	29
第三节 链传动	34
第四节 齿轮传动	40
第五节 蜗杆传动	60
第四章 机械设备配件	66
第一节 普通减速器	66
第二节 轴	69
第三节 轴承	72
第四节 联轴器与离合器	86
第五节 联接件	91
第六节 弹簧	95
第二篇 金属切削机床	98
第五章 概 论	98
第一节 概述	98
第二节 机床的分类、型号编制和系列型谱	99
第三节 机床的运动及切削用量	108
第六章 普通机床	112
第一节 普通车床	112
第二节 其它类型机床	120
第三节 机床的配套供应与附件	140

第七章 大型、高精度、数字控制机床	153
第一节 大型机床	153
第二节 高精度机床	157
第三节 数字控制机床	163
第四节 机床的合理选择、检验与维护	169
第三篇 起重、运输及工程机械	174
第八章 起重机械	174
第一节 起重机械分类	174
第二节 起重机械的基本参数	176
第三节 起重机械的零、部件和主要机构	187
第四节 葫芦	207
第五节 梁式、桥式起重机	210
第六节 龙门起重机和装卸桥	213
第七节 臂架起重机	216
第九章 运输机械	220
第一节 输送机	222
第二节 叉车	230
第十章 工程机械	247
第一节 概述	247
第二节 常用的工程机械	249

第一篇 基础知识

第一章 概 论

第一节 机械设备管理在国民经济中的地位 and 作用

机械设备的管理是物资管理中的一个重要组成部分，机械设备管理是指机械从生产装配为成品或部件后，经过流通领域作为生产资料而重新进入另一个生产过程时的整个分配和交换过程中的管理工作。设备在流通领域中经过预测、分配、调拨、采购、销售、运输、库存、保管、包装、装卸、搬运等多环节，而且还要经过物资、商业、外贸等综合流通部门，以及交通运输等单位实物流通部门。所以说机械设备管理工作是与国民经济中多个部门相关联、技术性强、配套性强并涉及国家工业布局的重要工作。又是一门多学科横向联合的新学科。

机械设备是指人类在生产实践活动中所使用的一切工具、机器。这些工具和机器都是生产过程中人手的延伸和变型。随着生产的发展，科学的进步，要求有更多的工具和机器代替人们的繁重劳动，特别是当人们进入了八十年代，机器在推动历史车轮前进中就更具有特殊功能和实用价值。为了满足国民经济的需要，制造了大批各种不同类型、结构复杂、功能各异的机器来代替人们的劳动和提高劳动生产率，这些满足不同要求的机器不管其性能、用途如何，都具有着共同的特征：

1. 它们是由许多人为实体的组合；
2. 各实体间具有确定的相对运动；
3. 在工作时能转换机械能或做有效的机械功。

凡具有上述三个特征的统称为**机器**。如图 1—1 所示的颚式破碎机，它是按使用要求人为设计的具有一定几何形状和精度要求的实体零件组合而成。各实体零件间由电动机通过三角皮带(图中未示)驱动皮带轮(与偏心轴的一端固联、偏心轴的另一端与飞轮固联)，从而使心轴随之转动产生确定的动颚板与定颚板之间的相对运动(定颚板与机架固联)，那么在动颚板与定颚板之间放入应破碎的物料，则使破碎机做出机械功。因为它具备了机器的三个特征，所以称其为破碎机。在日常生活中的见到的缝纫机，交通运输中用的汽车、飞机、火车，

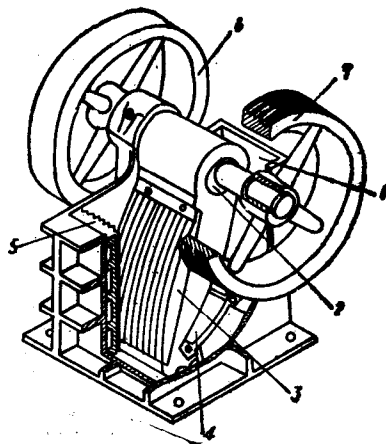


图 1—1 颚式破碎机
1——机架；2——偏心轴；3——动颚板；4——肘板；5——定颚板；6——飞轮；7——皮带轮。

建房、筑路中用的起重机、挖掘机、压路机，各工业部门中用的纺织机、轧钢机、采煤机等，这些机器也都具有以上的三个特征。在使用过程中又通称这些机器为机械设备，而在物资流通过程中这些机械设备又常被称为机械产品。

机械产品在流通过程中具有与其他物资不同的特点：

1. 机械产品具有种类繁多、规格多样、结构复杂等特征。如为了满足国民经济各部门生产的需要，使用着大量的金属切削机床，这些机床共分十二大类，每类分10组，每组分10个系列。而很多系列除基型机床外还发展有变型机床，并能完成形状各异的复杂零件加工。

2. 金属聚集，产品自身重量大，不易包装和运输。

3. 机械产品具有技术性、配套性、专用性强的特点，其可代性差、产生了差错或影响了精度，降价也很难处理，以致失去其应有的价值。

4. 机械产品属固定资产，不是一次性消耗，是通过生产过程，逐渐向产品转移直至报废。

5. 制造过程复杂，生产周期长，所以价格昂贵。一般需慎重计划，经领导批准购置后方能购买，有的关键设备还应纳入各工业主管部门预算计划，一旦产生误差，将给生产造成困难，经济遭受损失，甚至发生生产停顿等严重局面。

由以上可知机械产品在由生产单位或由一个使用单位向另一个使用单位转移时，必须在满足其机械产品技术精度的条件下进行。在储运之前应按原机械部部颁标准《机电产品包装通用技术条件》JB2759—80进行，起到防雨、防潮、防锈、防震等保护作用。要减少运输时间和在途的损耗（这是指运输过程中的丢失、散失或吊运不当而引起的损失）、避免迂回运输。

一、机械设备在国民经济中的地位和作用

在农业、工业、国防和科学技术现代化的建设中，在全世界新技术革命浪潮的席卷下，用现代化的科学技术和设备来武装我国国民经济各个部门，已成为迫在眉睫的重要任务。机械工业部门担负着为国民经济各企、事业单位提供现代化技术装备的任务，而这些装备在生产过程中能形成新的生产力，对国家生产总布局和经济结构产生着重要作用。同时它也是世界历史进程的标志，正象马克思所说“各种经济时代的区别，不在于生产什么，而在于怎样生产，用什么劳动资料生产。劳动资料不仅是人类劳动力发展的测量器，而且是劳动借以进行的社会关系的指示器。在劳动资料中，机械性的劳动资料比只是充当劳动对象的容器的劳动资料更能显示一个社会生产时代的具有决定意义的特征”（马克思《资本论》第一卷204页）。所以把先进的、现代化的机械设备的应用，看成为人类历史前进里程的标志和推动历史车轮的动力。

现在已进入电子技术时代，出现了电子技术与机械产品相渗透的新兴技术产品，给各行各业的生产带来了生机。字符显示、故障诊断、人机对话、软件精度补偿以及机械人、机械手、自动线等先进生产设备层出不穷，为进一步解放人类劳动和提高生产效率提供了美好的发展远景，并为新兴工业的发展创造了有利的条件。

机械设备管理是将工业部门所生产的现代化的机械产品及时地、齐备地、完好无缺地输送到全国各地所需要的生产岗位，是各生产部门与使用部门的重要桥梁和纽带，是不可缺少的中间环节。

机械设备的管理也正象在社会大协作中的管家和大合唱中的指挥一样,只有在这种指挥监督、协调的管理中,才能保证生产劳动过程的正常进行,才能保证国民经济各部门的协调一致,不管其社会制度如何,只要有协作劳动,就必然产生协作间的管理,而机械设备从生产到使用整个过程的管理,就属于这种管理,是协调、监督、指挥中不可缺少的部分和环节。对国家工业布局的合理形成和资金的周转与利用起着不可忽视的作用。

二、机械管理对人材素质的要求

综上所述机械设备及其管理的重要性和机械设备本身所固有的特殊性,对科学管理机械设备的素质提出了更高的要求。

在过去的一段时间里对机械设备的管理,由于生产力水平发展较低,人们可以凭借个人的才能、智慧、经验和所处的地位权限来判断筹划,发布命令进行管理,随着新技术、新机器的不断涌现,现代化工厂的建立,各企、事业单位的体制改革,机械设备管理已经出现了一个十分复杂的局面。既有新的现代化设备的信息和设备的购置问题,又有旧设备的改造和淘汰以及形成新的工业网络和布局问题;还有物资部门和各企、事业单位体制改革由生产型向生产经营型的过渡问题,这就要求管理人员不但具有管理才能,还能较熟练地掌握机械的基础知识和设备的类别、规格、型号、性能、用途、结构等技术知识,并具备一定的检收,检测和维护保养知识,只有具备了现代的科学知识,才能进一步把机械设备的管理工作做好。才能适应新形势下的科学管理。掌握机械基础与机械设备知识是做好机械设备管理工作的前提,所以培养和提高物资管理人材的技术素质,是一个十分重要和急迫的任务。

三、本书的主要内容及学习方法

为了适应新的管理形势,满足从事机械产品管理工作的需要,本书就机械产品的基础知识、工作原理、性能、用途、构造、分类、传动型式、配件种类等技术知识,结合国家有关机械产品管理的政策方针、法制规定、购销技术条件等方面,进行了综合性编排。

本书除涉及机械基础理论外,主要围绕《金属切削机床》《起重运输装卸机械》《工程机械》等方面的通用机械产品进行讲解。具有知识面广、通用、实践性强的特点。本书的内容主要建立在数学、物理、机械制图、工程力学、金属材料学、物资经济管理等课程的基础上。

在学习过程中还应加强实践环节,通过下厂生产实习、参观、电化教学等多种教学方式,培养理论结合实际的能力,以促进对机械产品管理中技术知识的理解,并应走向社会进行调查,学会掌握机械产品供销信息的处理。便于调节机械产品长、短线发展的不平衡。

学习时应先从基础知识、基型机械产品入手,在掌握其性能、用途、型号、传动、主要构造的基础上再分析变型机械产品,以机械产品的共性为出发点来区别认识结构复杂、种类繁多的每一种机械产品;要对信息收集、信息反馈等新问题进行认识,为电子技术进入机械工业领域的管理工作铺平道路。

第二节 机械设备在物资管理过程中 常用的几种分类方法

机械设备作为生产工具被广泛应用在各个生产企业和科研、国防等部门,由于其类型和

规格繁多, 技术参数的不同, 为了设计、制造、选用、管理等工作的方便, 人们按不同的依据将其分类。最常用的分类方法有:

一、按设备广泛使用的程度, 可分为通用机械和专用机械

通用机械 是泛指国民经济各部门中广泛应用的机械设备。如: 在工农业生产部门、科研单位、国防建设中用来制造、维修机器的“金属切削机床”; 用于解决搬运、堆垛、装卸用的起重运输机械; 以及用于工业和生活设施中的泵、阀、风机和冷冻设备等均属于通用机械。

专用机械 是指国民经济各部门或行业为完成某个特定的生产环节、特定的产品而专门设计制造的机器, 这些机器只能在特定的部门、特定的生产环节中发挥作用, 不具有普遍应用的能力和價值。如: 纺织工业中的纺织机械; 煤炭工业中的采掘机械; 地质部门的勘探机械; 石油部门的采油钻井机械; 冶金工业中的冶炼、轧制机械; 铁路运输中的机车、铺轨机械等。

二、按设备用途分类

这种分类方法应用十分广泛, 是国家计委、统计局、各工业部门及物资管理部门常应用的一种分类方法。共分为十大类:

动力机械 用作动力来源的机械, 也就是原动机。如: 日常机器中常用的电动机、内燃机、蒸汽机以及无电源的地方使用的联合动力装置。

金属切削机床 指对机械零件毛坯进行金属切削加工的机械。由于其产品的工作原理、结构性能特点和加工范围的不同, 又分为车床、钻床、镗床、磨床、齿轮加工机床、螺纹加工机床、铣床、刨插床、拉床、电加工机床、锯床和其它机床等十二类。

金属成型机床 是指除金属切削加工机床以外的金属加工机械。如: 锻压机械、铸造机械、木工机械等。

交通运输机械 用于长距离载人和物的机械。如: 飞机、汽车、火车、船舶等。

起重运输机械 用于在一定距离内运移货物或人的提升和搬运机械。如: 各种起重机、运输机、升降机、卷扬机等。

工程机械 是指在各种建设工程设施中, 能够代替笨重体力劳动的机械与机具。它包括挖掘机、铲运机、工程起重机、压实机、打桩机、钢筋切割机、混凝土搅拌机、装修机、路面机、凿岩机、军工专用工程机械、线路工程机械以及其它专用工程机械等。

农业机械 是指用于农、林、牧、副、渔业等各种生产中的机械。如: 拖拉机、排灌机、营林机械、牧业机械、渔业机械等。

通用机械 是指广泛用于工农业生产各部门、科研单位、国防建设和生活设施中的机械。如: 泵、阀、制冷设备、压气机和风机等。

轻工机械 是指用于轻纺工业部门的机械。如: 纺织机械、食品加工机械、印刷机械、制药机械、造纸机械等。

专用机械 是指国民经济各部门生产中所特有的机械。如: 冶金机械、采煤机械、化工机械、石油机械等。

三、按能量转换方式分类

1. 由电能、热能转变为机械能的机械。这类设备通称为动力机械设备，也就是一台机器中的原动机。如：内燃机、电动机、蒸汽机、水轮机等。这些机械均可将其本身所固有的能量转变为机械能。

2. 由机械能转换为其他能量的机械设备，这类机器又称为转换机。如：发电机可以将机械能转换为电能；泵可以将机械能转换为液体的动能和位能；空气压缩机可以将机械能转换为气体的位能等。

3. 由机械能作功的机械设备。这类机械通称为工作机，是机械产品中数量最大的一部分机器。如：各行各业所用的机床、升降机、装卸机、破碎机等机械均属于这部分机械。

四、按物资部门管理权限及供应性质分类

按物资管理权限和供应性质分类是随国民经济情况，市场变化而变化和调整的，现在在管理工作中常应用的几种分类方法介绍如下：

（一）按物资管理权限范围分类

在经济体制改革以前，按管理权限范围将机械产品分为统配一类机械产品、二类机械产品，部管机械产品和地方管理机械产品四大类。但由于在体制改革中某些产品分类尚不能完全被打破，在有的地区和部门还仍延用。所以仍做以下介绍：

1. 统配一类机械产品，是指由原国家物资局直接管理分配权限下的机械产品，这些产品属于在国民经济的生产建设中关系重大，对国计民生有重要影响的产品，具有通用性强、需求量大等特点。

一般按用途分为重型机械、通用机械、加工机械、动力机械、高中压阀门等五类产品。

重型机械 包括起重运输机械、矿山机械、工程机械等三大类。

通用机械 包括金属切削机床、锻压机械、铸造机械、木工机械等四类产品。

动力机械 包括作为动力使用的内燃机和内燃发电机组两类产品。

2. 二类机械产品，二类机械产品是相对一类机械产品而言的。也属国家物资局直接管理分配的产品。但与一类产品相比较，具有规格尺寸小，性能参数低，制造工艺简单，加工用料少等特点。如：小型空压机、小型冷冻机、台钻、低压阀门等小型机械产品。

3. 部管机械产品，是指国家各部、委、局主管分配的机械产品，该类产品多属于专用设备。如铁道部主管的机车车辆，通讯信号、器材等；煤炭部主管的刮板输送机，局部防爆通风机等；公安部主管的消防设备等。

4. 地方管理的机械产品，是指由当地省（市）、自治区、各主管局物资供应站（公司）或在本地区内负责管理的机械产品。如：手动单、双梁起重机，手动葫芦、手动卷扬机、机床附件等。

（二）按计划经济情况分类

1. 指令性计划机械产品。是指按过去统配原则由国家按行政手段下达指令计划到各生产厂，生产厂生产的产品由国家物资局按生产急、缓所需和保证重点建设的原则，供应给所需的单位和部门。价格按国家规定价格供应。工厂超产的产品，须按国家规定由国家经营的物资供应公司、物资站、贸易中心等处进行销售，价格按国家规定的议价出售。

2. 指导性计划机械产品。是指除指令性计划以外的比较重要的机械产品。国家只下达

计划、指标，而各生产厂根据国家计划，按市场调节原则和扩大生产厂自主权限的规定，来制订本厂的生产计划。产品价格按国家指导价格出售。优质产品价格可以向上浮动，但不能超过国家规定价格的20%。

3. 市场调节机械产品。目前一般是指产品产值小、规格多样的在市场上零售的机械产品。随着商品经济的发展，进入市场的机械产品范围将日益扩大。

（三）按机械产品供应性质分类

在物资供应部门，为了保证工作中的效能，在供应过程中按机械产品的供应性质进行分类，可分为单机配套机械产品、消耗性机械产品、需安装和不需安装的机械产品等四类。

1. 单机配套机械产品。是指一台机器的主机，在生产过程中需要同另一种或多种机械产品完整地组装在主机机体上，这种被组装的机械产品，称为单机配套的机械产品。如车床的卡盘附件，是每一台车床所必备的附件，没有卡盘车床就不能工作，就不算成品。而卡盘组装在主机上后，还可以保持其完整的外形，则卡盘为车床的单机配套机械产品。这些配套机械产品往往不由主机生产厂生产。

2. 消耗性机械产品。是指在生产过程中，机械产品不能保持其原有外形，而在生产中被消耗的机械产品。如机床加工中所用的刀具、砂轮等机械产品。

3. 需安装的机械产品（固定式）。是指在工农业、科研单位及国防建设等部门中使用的，需先进行安装固定后才能投入生产运行的机械产品。如机床、破碎机、轧钢机、工业锅炉等均需在投产前进行打地基安装后才能试生产。

4. 不需安装的机械产品（运行式）。是指机器不经施工安装固定，即可投入生产运行的机械产品。如汽车、拖拉机、推土机、叉车等，到货后即可投入生产运行。

正确理解和运用机械产品分类，对搞好产品库存，选用、统计和购销有着直接的关系，对掌握机械设备的性能和系列型谱起着重要作用。

第三节 机械设备的组成

在日常生活和生产实践中应用着许多机器，从家庭中应用的缝纫机，交通运输中用的汽车、飞机到各行各业中应用的各种机器，就其性能、用途、结构来讲是千差万别的，但就其组成部分来看必须有外界输入的能量原动部分，履行机器功能的工作部分以及介于原动部分和工作部分之间的传动部分。

一、原动部分

是指一台机器的动力部分，是驱动机器运转的动力。常见的动力设备，如电动机、内燃机、蒸汽机以及在一些特殊情况下应用的联合动力装置。机器依靠这些动力装置驱动机器运动做功。

二、传动部分

是位于原动机和工作部分之间的中间装置。是将原动机的动力和运动传递或分配给工作部分的传动装置。传动装置是一台机器的重要组成部分，在一定程度上决定了机器的工作性能、外形尺寸和重量，也是选型、维护、管理的关键部位。

传动装置有液力传动、气力传动、电力传动和机械传动等四种型式。在传动装置中以机

械传动应用的最为广泛。机械传动作用主要表现在三个方面：

1. 传递动力 传动装置的主要作用是为了将驱动力传递给工作部分而使机器做功。如汽车牵引力的传递。

2. 改变运动速度和方向 一台机器为了更好地完成工作任务，其工作部分的运动速度往往在一定的范围内变动，其工作运动方向也往往是变化的，这种频繁的变速或换向要求，用原动机直接完成是不能满足的，而必须由传递过程的变速装置和传动机构来完成。

3. 改变运动形式 一台机器工作机构的运动是根据机器的用途设计而来的，所以要求其运动方式也是多样的，如工作机构可以产生转动、直线运动、摆动、间歇运动或沿任一轨迹运动。这些不同的运动方式的完成主要由传动部分的不同机构来决定。

三、工作部分（执行部分）

工作部分是机械设备直接进行生产的部分，是一台机器的用途、性能综合体现的部分，也是体现一台机器的技术能力和水平的部位。它标志着各种机器的不同特性，是机械设备主要区分和分类的依据。

有不少机器其原动机和传动部分大致相同，但由于其工作部分不同，而构成了其用途、性能不同的机器。如：汽车、拖拉机、推土机等其原动机均为内燃机，其传动部分也是大同小异，但由于其工作部分不同就形成了不同种类的机器。

当然，还有更多机器是在动力、传动、工作三部分装置中均有较大的差异。

第二章 机构型式

机械设备中常用的机构型式有：铰链四杆机构、凸轮机构、间歇机构等。

第一节 常用的术语

一、机构、构件、零件

机械是机器和机构的总称。而机器是由机构和零件组成的。机构是由两个以上的构件按一定的形式连接起来的，并且各构件之间具有确定的相对运动。一部机器是由一种或多种机构所组成。如：颚式破碎机是由曲柄摇杆机构组成。

构件是组成机构的各个互作相对运动的实体。构件可以是单一的整体，也可以是由几个零件组成的刚性结构。如图 2—1 所示的连杆，由连杆体、连杆盖、轴瓦、螺栓、螺母、开口销等零件组成的刚性结构。这些刚性地连接在一起的零件之间不能产生任何相对运动。也就是说，它们构成了一个刚性系统。从运动的观点来看，由某些零件组成的刚性系统和一个独立的零件是没有区别的。由某些零件组成的这个刚性系统称为一个构件，有时也简称为“杆”。在机构中相对固定不动的构件称为机架；驱动力所作用的构件称为主动构件，其他活动的构件称为从动构件。由以上可知构件是运动的单元。

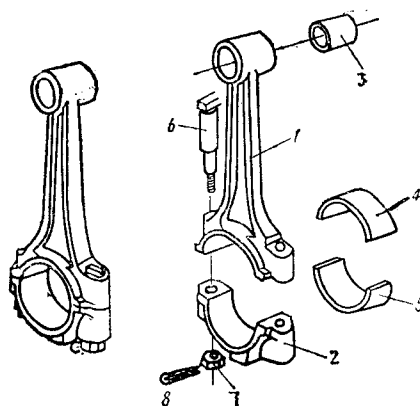


图 2—1 连杆

1——连杆体；2——连杆盖；3、4、5——轴瓦；
6——螺栓；7——螺母；8——开口销。

零件是指机器中每一个单独加工的单元体，也就是制造单元。零件按其用途不同可分为通用零件和专用零件。在各种机械中经常使用的零件称为通用零件。如：齿轮、轴、键、螺钉等。只在一定类型机械中使用的零件称为专用零件，如：曲轴、连杆、活塞等。

二、运动副

在机器中每一个构件，至少与另一构件相连接，各构件之间具有一定的运动关系，因此，将由两个构件组成的这种仍能产生某些相对运动的连接称为运动副。如：缝纫机针杆在孔中作上下运动；火车轴在轴承中转动等，都构成运动副。

在机构中常见的运动副，不外乎通过点、线或面的接触来实现的。因此，将运动副分为低副和高副两类。

两构件通过面的接触而构成的运动副称为低副。根据组成低副的两构件之间的相对运动是转动还是移动，低副又可分为回转副和移动副。如门窗的铰链形成回转副，滑块与导轨的

接触组成移动副。

两构件之间是以点或线接触组成的运动副，称为高副。如：齿轮轮齿与轮齿接触构成高副。

运动副常用运动副代表符号表示，见GB4460-84，参考表2—1。

三、运动链

两个以上的构件，通过运动副相连接而构成的系统称为运动链。如果在运动链中的构件不能构成首尾封闭的系统（图2—2a），则这样的运动链称为开式运动链，简称开链。运动链中的构件构成首尾封闭的系统（图2—2b），这样的运动链称为闭式运动链，简称闭链。

在各种机器中，开链很少采用，而通常采用闭链。

在闭链中，如果将其某一构件固定不动，而且当其另一构件（或另几个构件）按照给定的运动规律运动时，其余所有构件都得到确定的运动，那么这个闭链就成为一个机构。所以机构可以定义为具有确定运动的运动链。

根据组成机构的各构件之间的相对运动为平面运动或空间运动，可以把机构分为平面机构和空间机构两类。在各种机器中，广泛应用平面机构。

四、机械的自锁

有些机械，就其结构情况分析，只要加上足够大的驱动力，按理就应能够沿驱动力作用的方向运动起来，然而实际上由于某种原因，即使将驱动力加大到无穷大，也无法使它产生运动，这种现象称做机械自锁。

自锁现象在机械工程中具有十分重要的意义，一方面在设计机器时，应在预定运动的方向避免产生自锁；另一方面，由于工作的需要，有些机械的工作又需要具有自锁的特性。如图2—3所示手摇螺旋千斤顶，当转动手把6将物体4举起后，千斤顶应保证不论物体4的重量多大，都不能驱动螺母5反转，致使物体4自行降落。这就是要求千斤顶在物体4的重力作用下，具有了自锁性能。自锁性在工程机械中应用的较为广泛。

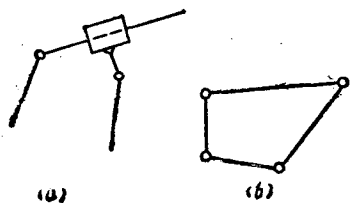


图2—2 开链与闭链

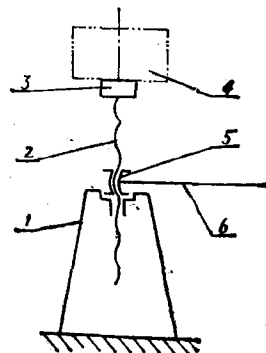
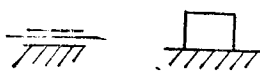
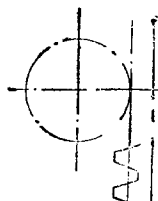
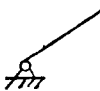
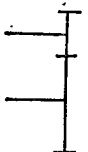
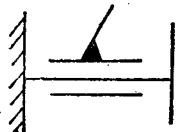
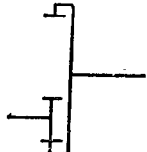
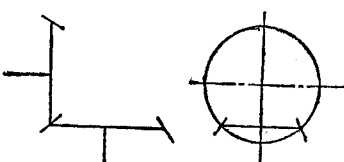
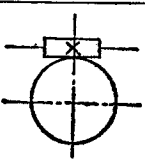
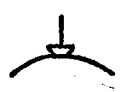


图2—3 手摇螺旋千斤顶
1——机座；2——螺旋丝杠；3——举重台；
4——货物；5——螺母；6——转动手柄。

常用运动副代表符号 (摘自GB4460—84)

表 2—1

运动副类别		代 表 符 号	运动副类别	代 表 符 号		
与固定支座 组成移动副			齿轮齿条 啮合高副			
与组 固成 定转 支动 座副	平面 机构		圆啮 柱合	外啮 合		
	空间 机构		齿高 轮副	内啮 合		
两运动构件 组成棱柱副			圆锥齿轮 啮合高副			
两运动构件 组成圆柱副			蜗轮与圆 柱 蜗 杆			
两成 构螺 件旋 组副	整体 螺母		凸 轮 高 副	尖顶从动杆		
	对开 螺母			曲面从动杆		
两 成 构 球 件 面 组 副				滚子从动杆		
				平底从动杆		

自锁是在驱动的有效分力小于驱动力本身所引起的最大摩擦力时，产生自锁现象。

即 $P_i < F$

式中 P_i ——驱动有效分力，

F ——摩擦力。

在一台机器中，如果某一运动副出现了自锁的情况，则整个机器就产生自锁而停止运动了。但对每一台机械进行受力分析往往较复杂繁琐。则可用机械效率恒小于或等于零来表示机械自锁的条件。在机械自锁时表明机械根本不能做功，故此时，效率已没有一般效率的意义，它只表明机械自锁的程度。

即 $\eta \leq 0$

式中 η ——机械效率

当 $\eta = 0$ 时，机械处于临界自锁状态，

当 $\eta < 0$ 时，则其绝对值越大，表明自锁越可靠。

五、机械效率

机器在工作过程中，各构件都将受到力的作用，根据力对机器的影响不同，可将其概括地分为驱动力和阻力两类：凡是驱使机器产生运动的力统称为驱动力；凡是阻止机器产生运动的力统称为阻力。阻力又可分为有益阻力（或称生产阻力）和有害阻力两类。有益阻力是指机器在完成其生产任务时必须克服的生产阻力。克服了这种阻力，就完成了生产任务，即完成了有益的工作。有害阻力是指运动副中的摩擦力，克服这种阻力所作的功是消耗功，所以说是有害的。

机器在驱动力的作用下要克服阻力而做功。机器的驱动力所作功的有效利用程度，称为机械效率。它是评定机器工作性能好坏的重要指标之一。所以在选购机器时机械效率的高低成为选型的重要参数。

机器在运转时，作用在机械上的驱动力所作的功称为驱动功（输入功），克服生产阻力所作的功称为有益功（输出功），而克服有害阻力所作的功，称为损耗功（或摩擦功）。

机械在正常运转时，输入功等于输出功与摩擦功之和，即

$$W_i = W_o + W_f \quad (2-1)$$

式中 W_i ——输入功，

W_o ——输出功，

W_f ——摩擦功。

输出功和输入功的比值为机械效率。它反映了输入功在机械中有效利用的程度，通常以 η 表示，即

$$\eta = \frac{W_o}{W_i} \quad (2-2)$$

$$\eta = \frac{W_o}{W_i} = \frac{W_i - W_f}{W_i} = 1 - \frac{W_f}{W_i} \quad (2-3)$$

若将 (2-1) 式各项同除以做功的时间 t ，则得

$$N_i = N_o + N_f \quad (2-4)$$

而

$$\eta = \frac{W_o/t}{W_i/t} = \frac{N_o}{N_i} \quad (2-5)$$