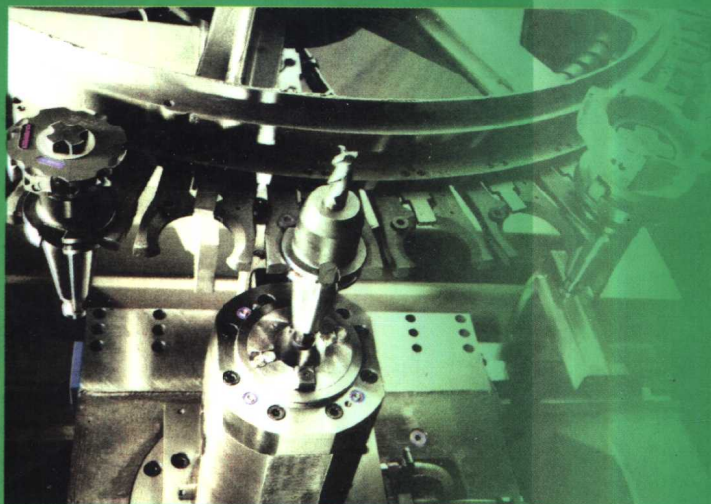




普通中等专业教育机电类规划教材

第3版

机械工学



湘潭机电高等专科学校 丁树模 主编

普通中等专业教育机电类规划教材

机 械 工 学

第 3 版

主 编 丁树模
副主编 梅沪光 孟 群
参 编 王 勤 张 红 林 峰 黄麓升
主 审 刘荫青



机械工业出版社

本书为普通中等专业教育机电类规划教材,为第3版。全书共分三篇:第一篇为机械传动,讲述常用机构、常用传动装置、轮系、轴、轴承、联轴器、离合器、制动器及常用机械工程材料。第二篇为液压与气压传动,讲述液压与气动原理、常用元件、基本回路及典型系统。第三篇为机械制造方法与设备,主要讲述铸、锻、焊、车、铣、钻、镗、刨、磨等常用加工方法与设备,以及组合机床、数控机床、特种加工。本书在保持第2版内容体系特色的基础上,加宽了为电类专业学生提供的机械科学知识和较新的机械工业技术发展信息。

图书在版编目(CIP)数据

机械工学/丁树模主编. —3版. —北京:机械工业出版社, 2000.5
普通中等专业教育机电类规划教材
ISBN 7-111-04868-7

I. 机… II. 丁… III. 机械工学-专业学校-教材
N. TH

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第55672号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
责任编辑:贡克勤 版式设计:霍永明 责任校对:吴美英
封面设计:李雨桥 责任印制:何全君
北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行
2000年5月第3版·第1次印刷
787mm×1092mm^{1/16}·17.75印张·431千字
0 001 125 601 135 600 册
定价:23.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010) 68993821、68326677-2527

第3版前言

根据机械系统中等专业学校电气类“九五”教材编审、出版规划的安排,《机械工学》教材进行了再次修订,由机械工业出版社出第3版。

本书为普通中等专业教育机电类规划教材,其内容修订的主要依据是原机械工业部中专电类专业教学指导委员会审定的“机械工学”教学大纲。修订工作着重于以下几个方面:

1) 在保持原书内容体系特色的基础上,提供的知识面适当加宽。如对机械制造方法与设备一篇补充了热加工、特种加工等内容。

2) 对部分论例和标准作了必要的更换与更新。如典型液压系统一章,只保留原书中组合机床动力滑台液压系统,重新编入数控车床液压系统、外圆磨床液压系统和应用插装阀的液压机液压系统。对典型铣床的介绍,论例由X62W型铣床改换为新型号X6132型铣床。此外,对滚动轴承的型号标准,本版亦作了更新。

3) 对原书中部分较为繁细的内容予以删除或简化。如对原书中B2010A型龙门刨床传动系统及进刀机构、Z3040×16型摇臂钻床传动系统及夹紧机构等内容作了删除;对液压伺服系统部分内容作了简化,并以伺服阀的名义纳入液压阀部分。

4) 增写了绪言,调整了部分章节标题,对保留文字和插图作了必要的改编或订正。

本书第3版的编写人员是:湘潭机电高等专科学校丁树模(第一~三章、第六~八章、第十二章)、北京市机械工业学校王勤(第四、五章)、合肥联合大学张红(第九~十一章)、广东省机械学校林峰(第十三章)、黑龙江省机械制造学校孟群(第十四~十六章)、广东省机械学校梅沪光(第十七、十八章)、湘潭机电高等专科学校黄麓升(第十九~二十一章)。丁树模任主编,梅沪光、孟群任副主编。沈阳市机电工业学校刘荫青任主审。

在本书编审过程中,湘潭机电高等专科学校和北京市机械工业学校的领导和部分教师给予了很大支持,谨向他们表示衷心的感谢。

由于编者水平所限,书中难免有不少缺点和错误,敬希读者批评指正。

编 者

1999年5月

第2版前言

本书的第1版于1989年出版发行。6年来,随着科学技术的不断发展和新的国家标准相继颁布与实施,原教材的内容和文、图、符号需要进行充实、调整或更新。根据机械工业部“八五”教材规划的补充安排,决定对本教材组织修订再版。

本书内容修订的依据是机械工业部中等专业学校电气类专业教学指导委员会审定的机械工学新教学大纲。修订、改编工作主要包括如下几个方面:

1) 更新标准 原教材中,金属材料牌号、液压图形符号、金属切削机床型号编制方法等标准已经陈旧,这次修订都作了更新。

2) 充实内容 为适应后续课程的教学需要和扩大知识面,增编了制动器、非金属工程材料、液压电磁球阀、插装阀和数字阀、气压传动、数控机床和柔性制造系统简介等内容。

3) 改选论例 根据我国液压件产品升级换代的技术发展现状,对原教材中的液压阀论例作了必要的改选,用一批新型阀类元件取代了原教材论例中的低性能阀。

4) 调整结构 主要对原教材某些章节的层次结构和文图结构作了适当调整,以求突出重点,便于教学。

本书第2版的编者大都是参与第1版的编审人员,这次只作了个别调整与变动。新版的编写人员是:湘潭机电高等专科学校丁树模(第一~三章、第六~十二章、附录)、黑龙江机械制造学校孟群(第十三~十六章)、沈阳市机电工业学校刘荫青(第十七~二十章)、湘潭机电高等专科学校丁问司(第四、五章)。丁树模任主编,刘荫青任副主编。湘潭大学彭炎荣教授担任本书主审。

参与本书第2版审稿的同志,除主审外还有:长春大学赵春久,上海电机技术高等专科学校陈文军,湘潭机电高等专科学校刘跃南、胡国骏。编者对他们给予的支持和帮助表示衷心的感谢。

由于编者水平所限,修订过程中的调查研究也不够深入细致,书中难免仍有不少缺点和错误,恳切希望读者批评指正。

编 者

1995年6月

第1版前言

本书是中等专业学校电气类专业的试用教材，是根据原国家机械委员会教育局审定的中等专业学校教学大纲组织编写的。本书也适用于职工中专、业余中专的有关专业，并可供工厂电气工程技术人员参考。

本书是电气类专业的技术基础课教材，内容包括机械传动、液压传动、金属切削机床及切削加工三部分。通过本课程的教学，应使学生达到如下要求：（1）了解机械传动中各种常用机构和通用零部件的基本结构原理、特点与应用以及常用金属材料的一般知识；（2）初步掌握液压传动中常用液压元件及典型基本回路的工作原理、特点和应用，并初步具备阅读一般液压系统图的能力；（3）了解一般金属切削加工（车、铣、钻、刨、磨）的工艺特点，熟悉典型通用机床及组合机床的用途、组成、运动和传动系统，了解机床中与电气控制有关的典型操纵机构工作原理，并初步具备阅读一般机床传动系统图的能力。

本书力求体现如下特点：（1）着重电气类专业所需要的机械工程基础知识的叙述，并加强与电气控制联系较为密切的内容的介绍。（2）多采用简明易懂的插图，如立体图、结构示意图等，便于学生对教材内容的理解。（3）各章均附有复习题，便于复习思考与练习。（4）所涉及的物理量单位及图形符号皆采用了新的国家标准。

本书共分十八章，第一章至第十一章由湘潭机电专科学校丁树模编写；第十二章至第十五章由黑龙江机械制造学校孟群编写；第十六章至第十八章由上海电机制造技术专科学校龙光全编写。由丁树模担任主编。

参加本书审稿的同志有：沈阳市机电工业学校刘荫青、李强，长春大学赵春久，沈阳市机械工业学校李世昌，大连工业学校李洪贤，咸阳机器制造学校师国政，湘潭机电专科学校胡争先。由刘荫青担任主审。此外，河北省机电学校李宝玺老师参加了本书编写提纲的讨论与审定，湘潭机电专科学校张永丰老师对本书有关电气控制方面的内容的编写提出了不少宝贵意见。谨向他们表示深切的谢意。

由于编写水平所限，书中难免有不少缺点和错误，敬希读者批评指正。

编 者

1988年5月

目 录

第 3 版前言	
第 2 版前言	
第 1 版前言	
绪言	

第一篇 机械传动

第一章 常用机构	2	第二节 定轴轮系速比的计算	33
第一节 基本概念	2	第三节 周转轮系速比的计算	35
第二节 平面连杆机构	4	复习题	39
第三节 凸轮机构	9	第四章 轴、轴承、联轴器、离合器、 制动器	40
第四节 螺旋机构	12	第一节 轴	40
第五节 间歇运动机构	15	第二节 轴承	41
复习题	17	第三节 联轴器、离合器、制动器	48
第二章 常用机械传动装置	18	复习题	53
第一节 带传动	18	第五章 机械工程材料	54
第二节 链传动	21	第一节 金属材料的主要性能	54
第三节 齿轮传动	21	第二节 常用金属材料	57
第四节 蜗杆传动	30	第三节 钢的热处理	61
复习题	31	第四节 非金属工程材料	64
第三章 轮系	33	复习题	66
第一节 轮系的功用和分类	33		

第二篇 液压与气压传动

第六章 液压传动概述	67	第八章 液压控制阀	85
第一节 液压传动的原理和组成	67	第一节 方向阀	85
第二节 液压传动的优缺点	69	第二节 压力阀	91
第三节 液压传动的两个基本参数 ——压力、流量	69	第三节 流量阀	96
第四节 液压传动用油的选择	72	第四节 比例阀、插装阀和数字阀	98
复习题	73	第五节 液压伺服阀和电液伺服阀	101
第七章 液压泵、液压马达和液 压缸	74	复习题	105
第一节 液压泵	74	第九章 液压辅件	106
第二节 液压马达	79	第一节 滤油器	106
第三节 液压缸	81	第二节 蓄能器	107
复习题	84	第三节 压力计及压力计开关	108
		第四节 油管和管接头	108
		第五节 阀类连接块	109

第六节 油箱	110
复习题	111
第十章 液压基本回路	112
第一节 压力控制回路	112
第二节 速度控制回路	114
第三节 多缸控制回路	118
复习题	121
第十一章 典型液压系统	123
第一节 组合机床动力滑台液压 系统	123

第二节 数控车床液压系统	125
第三节 外圆磨床液压系统	127
第四节 液压机液压系统	132
复习题	135
第十二章 气压传动	136
第一节 气压传动的工作原理、组成及优 缺点	136
第二节 气动元件	137
第三节 气动基本回路及系统实例	146
复习题	151

第三篇 机械制造方法与设备

第十三章 铸造、锻压与焊接	152
第一节 铸造	152
第二节 锻压	157
第三节 焊接	167
复习题	176
第十四章 金属切削加工概述	177
第一节 切削运动和切削用量	177
第二节 金属切削刀具	179
第三节 切削力、切削热和切削液	184
第四节 机床的分类与型号	185
第五节 机床传动系统的基本概念	188
复习题	190
第十五章 车床及车削加工	192
第一节 车床的加工范围和车削 加工特点	192
第二节 CA6140 型卧式车床	194
第三节 其它车床	204
复习题	206
第十六章 铣床及铣削加工	207
第一节 铣床的加工范围和铣削加工 特点	207
第二节 X6132 型万能升降台铣床	209
第三节 其它铣床	215
复习题	216
第十七章 钻床、镗床、刨床及其 加工	217
第一节 钻床及钻削加工	217
第二节 镗床及镗削加工	219
第三节 刨床及刨削加工	222
复习题	226

第十八章 磨床及磨削加工	227
第一节 磨床的加工范围和磨削加工 特点	227
第二节 常用磨床	228
复习题	231
第十九章 组合机床	232
第一节 组合机床概述	232
第二节 组合机床的几种通用部件	235
第三节 组合机床自动线	240
复习题	241
第二十章 数控机床	242
第一节 数控机床的组成和工作过程	242
第二节 数控机床的特点	243
第三节 数控机床的类型	244
第四节 数控机床的发展概况	248
复习题	250
第二十一章 特种加工	251
第一节 概述	251
第二节 电火花加工	252
第三节 电解加工	255
第四节 超声波加工	256
第五节 激光加工	257
复习题	258
附录	259
附表 A 机构运动简图符号 (摘自 GB4460-84)	259
附表 B 常用液压与气动元件图形符号 (摘自 GB786.1-93)	269
参考文献	276

绪 言

一、机械的作用及机械工业在国民经济中的地位

机械是一种人为的执行机械运动的实物装置，是人类从事物质生产的重要手段。人类很早就利用斜面、杠杆、滑动与滚动等原理制造了机械，促进了社会生产力的提高。同时，机械自身也不断得到发展。当今，由于利用了电气、电子、核能、激光、计算机技术等，使机械得到了飞速的发展。机械广泛地应用于工农业生产、科学研究、文化教育、医疗卫生、国防建设和人们的日常生活中，并越来越多地进入人类社会的各个领域。机械不仅可以减轻人的劳动强度，提高生产率，还能完成用人力无法达到的生产要求。机械已成为社会生产力飞速发展的一个重要因素。

各种机械都是机械工业部门生产的，机械工业是重要的基础工业，是国民经济发展的重要支柱工业和先导部门。没有机械工业提供质量优良、技术先进的技术装备，信息技术、新材料技术、海洋工程技术、生物工程技术以及空间技术等新技术的发展就会受到制约。所以，一个国家机械工业发展的水平，在很大程度上标志着这个国家工业生产能力和科学技术发展的水平。显然，机械工业在国民经济现代化建设中占有十分重要的地位。

二、本课程的内容、教学目的和学习方法

“机械工学”作为电类专业的一门技术基础课，其内容虽然不必深奥，但所涉及机械工程学科的范围却比较宽阔，主要是传授三方面的基础知识：一是机械传动基础，简要介绍常用传动机构、通用零部件及其材料的一般知识；二是液压与气压传动基础，主要介绍液压与气动元件及常用回路的工作原理和应用实例；三是机械制造基础，概括介绍热加工、冷加工、特种加工及常用加工设备。

随着现代科学技术的发展，特别是微电子技术、计算机技术、信息技术等的飞速发展，工业产品和生产加工方式正在日新月异地走向技术密集型，生产企业迫切需要大量既懂“机”又懂“电”的复合型技术人才。为此，工科院校对电类专业的学生必须加强机械知识教育，以便他们在走上工作岗位后，能更好地完成各自的任务。本课程教学的主要目的就在于此。企望学生通过本课程的学习能尽多地获得有益的机械工程基础知识，并通过必要的实践教学训练，培养一定的技术应用能力。

本课程的内容涉及知识面较广，实践性较强。为了保证教学的顺利进行，在学习本课程前，学生应先通过金工教学实习，获得一定的感性知识。在教学过程中，应加强实践性教学环节，以便完好地达到学习本课程的目的。

第一篇 机械传动

一台机器在工作时，是靠它内部的各种机构和零部件来传递动力和运动的，这就是机械传动。在生产实际中，机械传动是一种最基本的传动方式。因为机械传动总是通过各种机构和零部件的运动来实现的，所以本篇将对一些常用传动机构和零部件的结构原理、性能特点及传动规律作必要的叙述。

第一章 常用机构

常用机构主要包括平面连杆机构、曲柄滑块机构、凸轮机构和间歇运动机构等。常用机构的基本功用是变换运动形式，例如，将回转运动变换为往复直线运动，将匀速转动变换为非匀速转动或间歇性运动等。

第一节 基本概念

一、零件、构件、部件

任何机器都是由零件组成的，如齿轮、螺钉等。所谓零件，是指机器中每一个最基本的制造单元体。

但是，当我们分析机器的运动时，可以看到，并不是所有的零件都能单独地影响机器的运动，而常常由于结构上的需要，把几个零件刚性地连接在一起，作为一个整体而运动。例如在图 1-1 所示的单缸内燃机中，运动件连杆 7 就是由连杆体、连杆头、螺栓和螺母等零件刚性连接在一起而构成的（见图 1-2）。在机器中，由一个或几个零件所构成的运动单元体，称为构件。

应当指出，构件和通常所说的部件（或组件）是有原则区别的。部件是指机器中由若干零件所组成的装配单元体，部件中的各零件之间不一定具有刚性联系。把一台机器划分为若干个部件，其目的是有利于设计、制造、运输、安装和维修。

二、机器、机构、机械

图 1-1 所示的单缸内燃机是由气缸体 1、活塞 2、进气阀 3、排气阀 4、推杆 5、凸轮 6、连杆 7、曲轴 8 和大齿轮 9、小齿轮 10 等构件所组成的。活塞的往复移动通过连杆转变为曲轴的连续转动。凸轮和推杆是用来打开或关闭进气阀和排气阀的。为了保证曲轴每转两周进、排气阀各开闭一次，在曲轴和凸轮之间安装了齿数比为 1:2 的一对齿轮。这样，当燃气推动活塞运动时，进、排气阀有规律地开闭，就把燃气的热能转换为曲轴转动的机械能。

从这个例子可以看出，机器具有以下特征：①它是由许多构件经人工组合而成的；②这些构件之间具有确定的相对运动；③它用来代替人的劳动去转换产生机械能（如内燃机、电

动机分别将热能和电能转换为机械能) 或完成有用的机械功 (如金属切削机床的切削加工)。

具有机器前两个特征的多构件组合体, 称为机构。机构能实现一定规律的运动, 例如在图 1-1 中, 由曲轴、连杆、活塞和气缸体所组成的曲柄滑块机构可以把往复直线移动转变为连续转动; 由大、小齿轮和气缸体所组成的齿轮机构可以改变转速的大小和方向; 由凸轮、推杆和气缸体所组成的凸轮机构可以将连续转动转变为预定规律的往复移动。

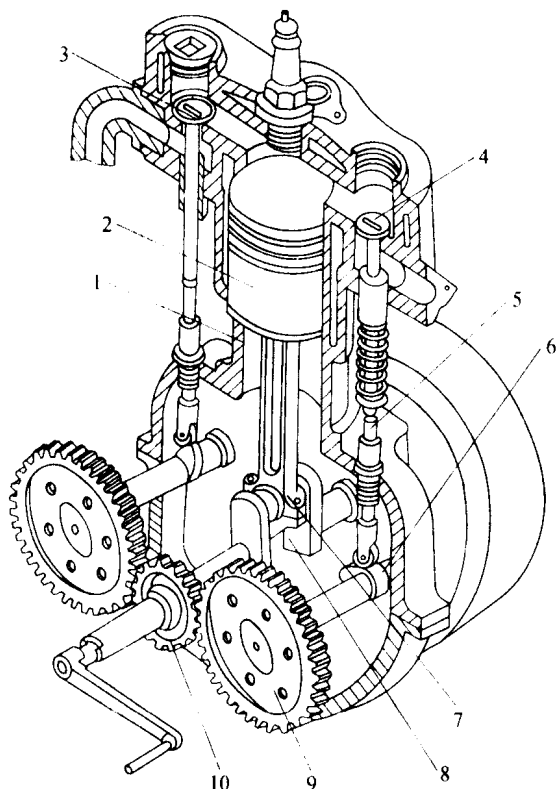


图 1-1 单缸内燃机

- 1 气缸体 2 活塞 3 进气阀 4 排气阀
5 推杆 6 凸轮 7 连杆 8 曲轴
9—大齿轮 10 小齿轮

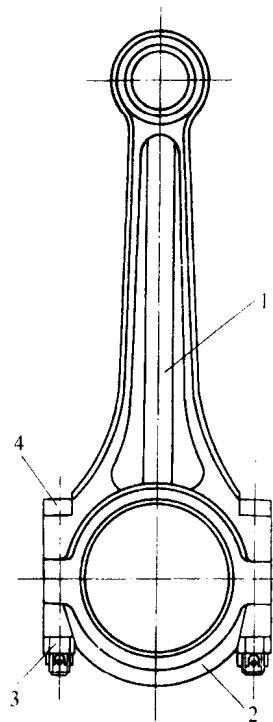


图 1-2 连杆

- 1 连杆体 2 连杆头
3 螺母 4 螺栓

机器是由机构组成的。当一个或几个机构的组合能代替人的劳动来转换机械能, 或完成有用的机械功时, 就成为机器。

机器和机构一般总称为机械。

三、运动副

机构是由若干个构件组合而成的。在机构中, 每个构件都以一定的方式与其它构件相互连接, 这些连接都不是刚性的, 两构件之间存在着一定的相对运动。这种使两构件直接接触而又能产生一定相对运动的连接称为运动副。

在图 1-1 所示的内燃机中, 活塞和连杆、曲轴和气缸体以及曲轴和连杆之间是用销轴与圆孔构成的连接, 这类运动副称为转动副; 活塞和气缸体之间是用滑块与滑道构成的连接, 这类运动副称为移动副; 二齿轮间用齿廓构成的连接称为齿轮副; 凸轮和推杆 (从动杆) 之间的连接称为凸轮副。

第二节 平面连杆机构

连杆机构是用转动副或移动副将构件相互连接而成的机构，用以实现运动变换和动力传递。连杆机构中各构件的形状，因实际结构及要求不同，并非都为杆状，但从运动原理来看，可由等效的杆状构件代替，所以通常称为连杆机构。连杆机构按各构件间相对运动性质的不同，可分为空间连杆机构和平面连杆机构两类。平面连杆机构各构件间的相对运动均在同一平面或相互平行的平面内。在各种机械设备和仪器、仪表中，平面连杆机构的应用十分普遍。下面介绍平面连杆机构的两种结构形式：铰链四杆机构和曲柄滑块机构。

一、铰链四杆机构

在平面连杆机构中，有一种由四个构件相互用铰销连接而成的机构，这种机构称为铰链四杆机构，简称四杆机构。

图 1-3 所示破碎机的破碎机构采用了四杆机构。当轮子绕固定轴心 A 转动时，通过轮上的偏心销 B 和连杆 BC ，使动颚板 CD 往复摆动。当动颚板摆向左方时，它与固定颚板间的空间变大，使矿石下落；摆向右方时，矿石在两板之间被轧碎。

如用四个具有等效运动规律的杆件代替图 1-3 中相应的构件，则可绘出如图 1-4 所示的四杆机构图，其中 A 、 B 、 C 、 D 分别为四个铰连。铰链的结构和简化画法如图 1-5 所示。

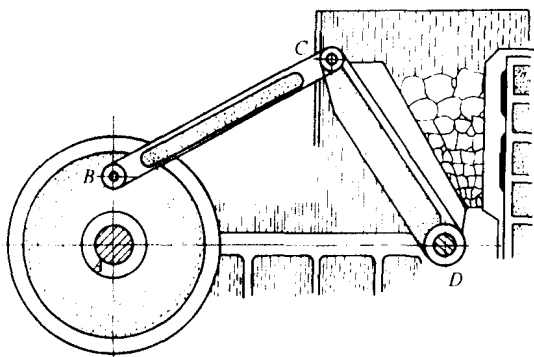


图 1-3 破碎机的破碎机构

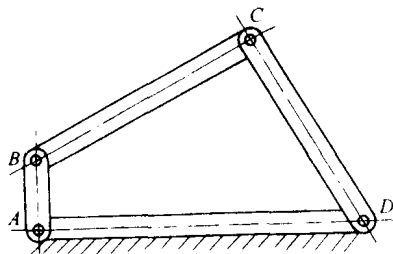


图 1-4 铰链四杆机构

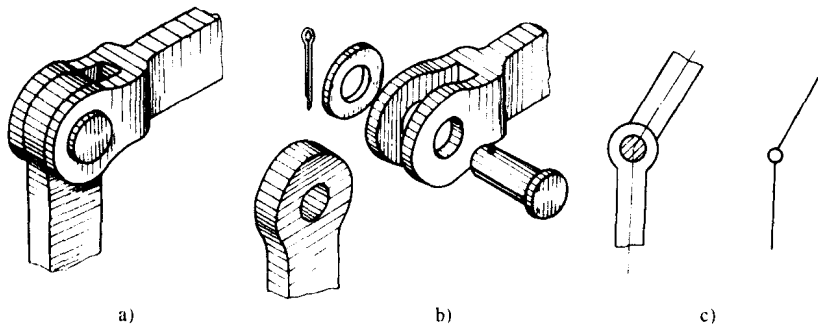


图 1-5 铰链的结构和简化画法

a) 铰链的结构 b) 铰链的组成 c) 铰链的简化画法

在分析研究机构的运动时, 为了方便起见, 并不需要完全画出机构的真实图形, 只需用规定符号(见附表 A)画出能表达其运动特性的简化图形, 这种简化图形称为机构运动简图。图 1-6 所示为铰链四杆机构的运动简图, 图中箭头表示构件的运动方向。

在上述四杆机构中, 构件 AD 固定不动, 称为静件或机架。构件 AB 可绕轴 A 作整周转动, 称为曲柄。构件 CD 可绕轴 D 作往复摆动, 称为摇杆。曲柄和摇杆统称为臂。连接两臂的构件 BC 称为连杆。

除了机架和连杆外, 四杆机构中其余两杆可能分别为曲柄和摇杆, 也可能都为曲柄或都为摇杆, 因而构成具有不同运动特点的四杆机构, 其基本形式有以下三种:

1. 曲柄摇杆机构

在四杆机构中, 如果一个臂为曲柄, 另一个臂为摇杆, 则此机构称为曲柄摇杆机构。

在曲柄摇杆机构中, 当曲柄为主动件时, 可将曲柄的整周连续转动转变为摇杆的往复摆动(见图 1-3 所示破碎机的破碎机构); 当摇杆为主动件时, 可将摇杆的往复摆动转变为曲柄的整周连续转动。在缝纫机的驱动机构(见图 1-7)中, 踏板即为摇杆, 曲轴即为曲柄, 当踏板作往复摆动时, 通过连杆能使曲轴作整周的连续转动。

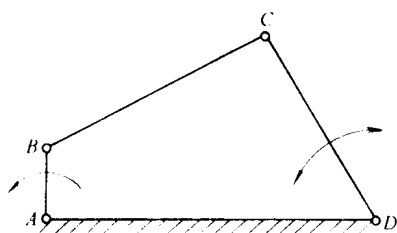


图 1-6 机构运动简图

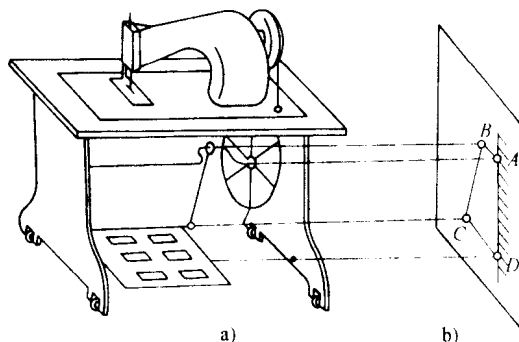


图 1-7 缝纫机的驱动机构
a) 缝纫机 b) 驱动机构运动简图

分析曲柄摇杆机构还须注意以下两个特点:

(1) 具有急回特性 如图 1-8 所示, 当曲柄 AB 为主动件并作等速回转时, 摇杆 CD 为从动件作变速往复摆动。由图可见, 曲柄 AB 在回转一周的过程中, 有两次与连杆 BC 共线, 此时摇杆 CD 分别位于两极限位置 C_1D 和 C_2D , 摇杆两极限位置的夹角 φ 称为最大摆角。摇杆沿两个方向摆过这一 φ 角时, 对应着曲柄的转角分别为 α_1 和 α_2 。因为曲柄是以等速回转的, 所以 α_1 与 α_2 之比就代表了摇杆往复运动所需时间之比。图中 $\alpha_1 > \alpha_2$, 显然摇杆往复摆动同样的角度 φ 所需时间不等。这种从动件往复运动所需时间不等的性质称为急回特性。在生产中, 利用机构的急回特性, 将慢行程作为工作行程, 快行程作为空回行程, 则既能保证工作质量, 又能提高生产效率。

(2) 存在死点位置 如以图 1-8 中的摇杆为主动件、曲柄为从动件, 则当摇杆 CD 到达两极限位置 C_1D 和 C_2D 时, 连杆和曲柄在一条直线上, 连杆加于曲柄的力将通过铰链 A 的中心, 作用力矩等于零, 因此, 不论加力多大, 都不能推动曲柄。机构中的这两个极限位置称为死点位置。对传动来说, 机构存在死点位置是一个缺陷, 这个缺陷常利用构件的惯性力加以克服, 如缝纫机的驱动机构在运动中就依靠飞轮的惯性通过死点。

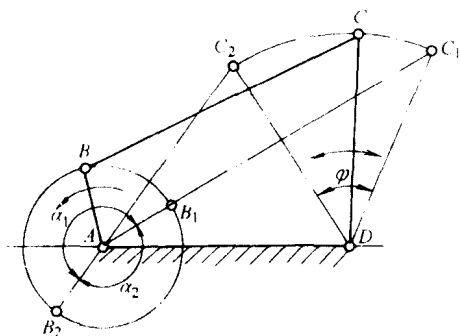


图 1-8 摇杆的最大摆角和死点位置

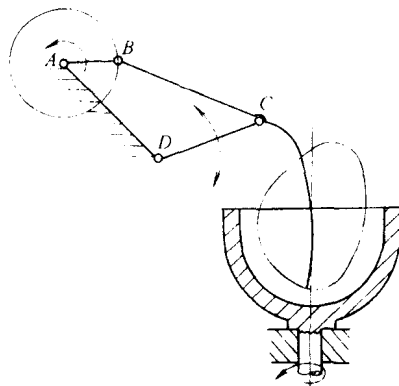


图 1-9 搅拌机的搅拌机构

曲柄摇杆机构应用相当广泛，如前所述的颚式破碎机的破碎机构、缝纫机的驱动机构以及搅拌机构（见图 1-9）、牛头刨床的进给机构（见图 1-10）等都是应用的实例。

牛头刨床的进给运动是间歇运动，每当刨刀返回后，工作台带动工件进给一次。当轮子绕轴 A 转动时（见图 1-10），通过轮子上的偏心销 B 和杆 BC ，使带有棘爪的杆 CD 左右摆动。棘爪推动固定在丝杠上的棘轮，使丝杠产生间歇转动，再通过固定在工作台内的螺母，使工作台实现断续进给运动。

2. 双曲柄机构

在四杆机构中，如果两个臂均为曲柄，则此机构称为双曲柄机构。在双曲柄机构中，两曲柄可分别为主动件。如图 1-11 所示，若以曲柄 AB 为主动件，则当曲柄 AB 转 180° 至 AB' 时，从动曲柄 CD 则转至 $C'D$ ，转角为 α_1 。当主动曲柄连续再转 180° ，由 AB' 转回至 AB 时，则从动曲柄也由 $C'D$ 转回至 CD ，转角为 α_2 ，显然 $\alpha_1 > \alpha_2$ 。故这种双曲柄运动特点是：主动曲柄等速回转一周时，从动曲柄

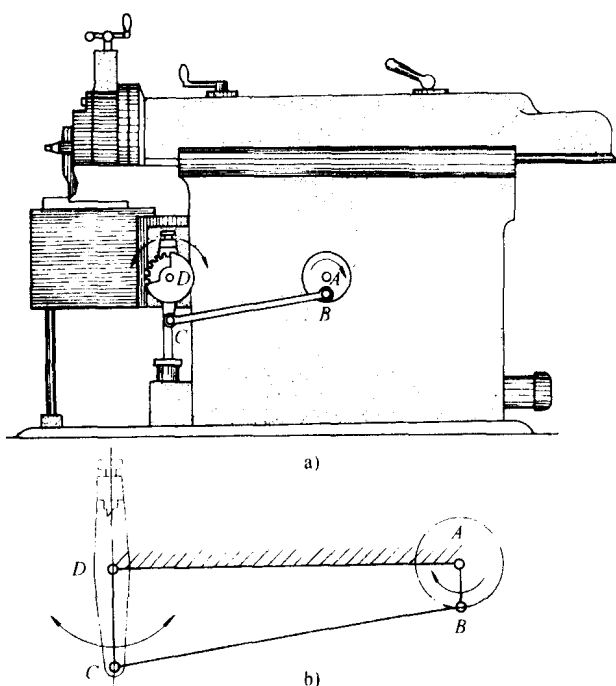


图 1-10 牛头刨床的进给机构

a) 结构示意图 b) 机构运动简图

变速回转一周，从动曲柄的角速度在一周中有时小于主动曲柄的角速度，有时大于主动曲柄的角速度。图 1-12 所示的惯性筛就是利用了双曲柄机构的运动特点，使筛子作急回运动。

在双曲柄机构中，若两曲柄等长，连杆与静件也等长，则根据曲柄相对位置的不同，可得到平行双曲柄机构（见图 1-13a）和反向双曲柄机构（见图 1-13b）。前者两曲柄的回转方向相同，且角速度时时相等；而后者两曲柄的回转方向相反，且角速度不等。由于平行双曲柄机构具有等比传动的特点，故在传动机械中常常采用。图 1-14 所示的机车主动轮联动装置就应用了平行双曲柄机构。为防止这种机构在运动过程中变成反向双曲柄机构，这里装了一个辅助曲柄 EF 。

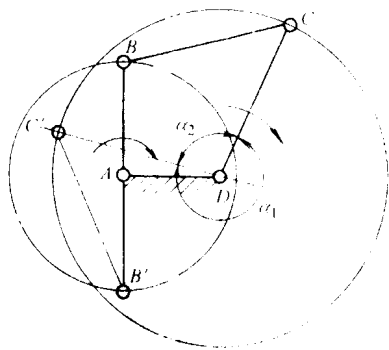


图 1-11 双曲柄机构

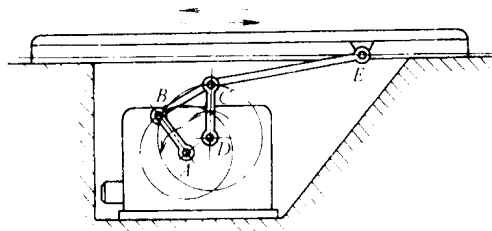
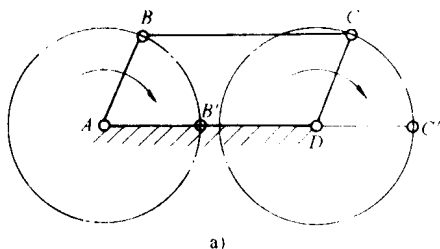
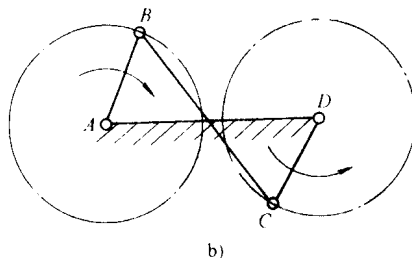


图 1-12 惯性筛



a)



b)

图 1-13 平行双曲柄机构和反向双曲柄机构

a) 平行双曲柄机构 b) 反向双曲柄机构

3. 双摇杆机构

在四杆机构中，如果两个臂均为摇杆，则此机构称为双摇杆机构，如图 1-15 所示。在双摇杆机构中，两摇杆可以分别作为主动件。当连杆与从动摇杆成一直线时，机构处于死点位置。

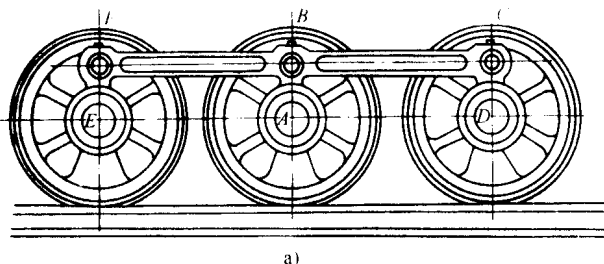
图 1-16 所示的翻台式造型机即采用了双摇杆机构。当摇杆摆动时，翻台处于合模和起模两个工作位置。

图 1-17 所示的港口起重机也采用了双摇杆机构，该机构利用连杆上的特殊点 M 来实现货物的水平吊运。

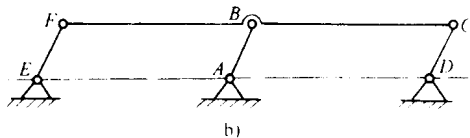
以上我们讨论了三种不同形式的四杆机构。为什么有不同形式之分呢？这是因为机构形式与各杆间的相对长度和机架的选取有关。在四杆机构中，当最短杆与最长杆长度之和小于或等

于其余两杆长度之和时，一般可以有以下三种情况（见表 1-1）：

- 1) 取与最短杆相邻的任一杆为静件，并取最短杆为曲柄，则此机构为曲柄摇杆机构。
- 2) 取最短杆为静件时，此机构为双曲柄机构。
- 3) 取最短杆对面的杆为静件时，此机构为双摇杆机构。



a)



b)

图 1-14 机车主动轮联动装置

a) 结构示意 b) 机构运动简图

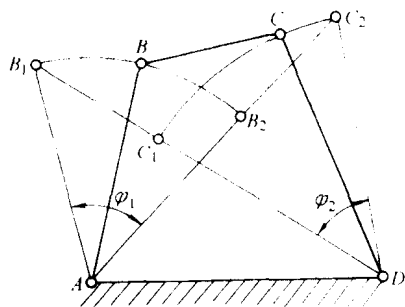


图 1-15 双摇杆机构

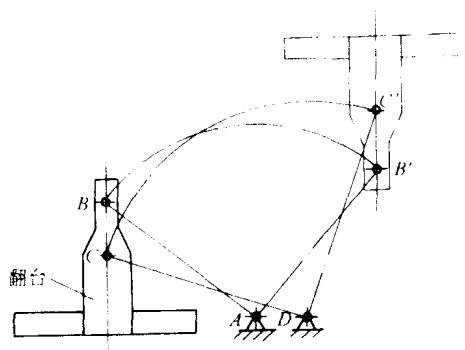


图 1-16 造型机翻台机构

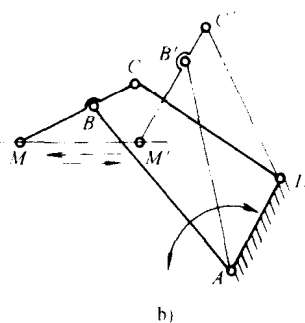
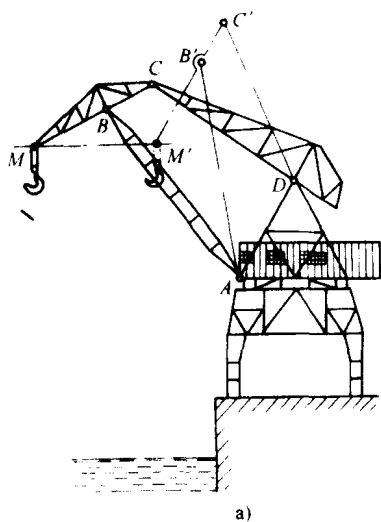


图 1-17 港口起重机

a) 结构示意图 b) 机构运动简图

当四杆机构中最短杆与最长杆长度之和大于其余两杆长度之和时，则不论取哪一杆为静件，都只能构成双摇杆机构。

表 1-1 铰链四杆机构基本形式的判别

$a+d \leq b+c$			$a+d > b+c$
双曲柄机构	曲柄摇杆机构	双摇杆机构	双摇杆机构
最短杆固定	与最短杆相邻的杆固定	与最短杆相对的杆固定	任意杆固定

注：a 最短杆长度；d 最长杆长度；b、c 其余两杆长度。

二、曲柄滑块机构

曲柄滑块机构是由曲柄、连杆、滑块及机架组成的另一种平面连杆机构，图 1-18 为曲柄滑块机构简图。在曲柄滑块机构中，若曲柄为主动件，当曲柄作整周连续转动时，可通过连杆带动滑块作往复直线运动；反之，若滑块为主动件，当滑块作往复直线运动时，又可通过连杆带动曲柄作整周连续转动。

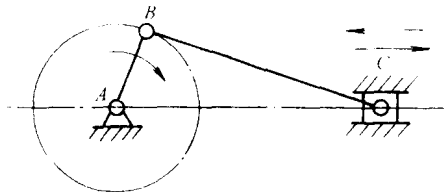


图 1-18 曲柄滑块机构

在曲柄滑块机构中，若滑块为主动件，则当连杆与曲柄成一直线时，机构处于死点位置。

曲柄滑块机构在各种机械中应用相当广泛。在曲柄压力机中应用曲柄滑块机构（见图 1-19）是将曲柄转动变为滑块往复直线移动；而在内燃机中应用曲柄滑块机构（见图 1-20）则是将滑块（活塞）往复直线移动变为曲柄转动。

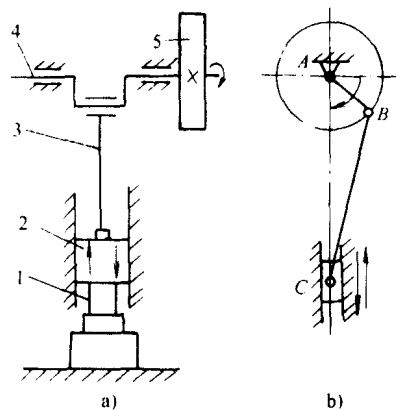


图 1-19 压力机中的曲柄滑块机构

a) 结构示意 b) 运动简图

1—工件 2—滑块 3—连杆 4—曲轴 5—齿轮

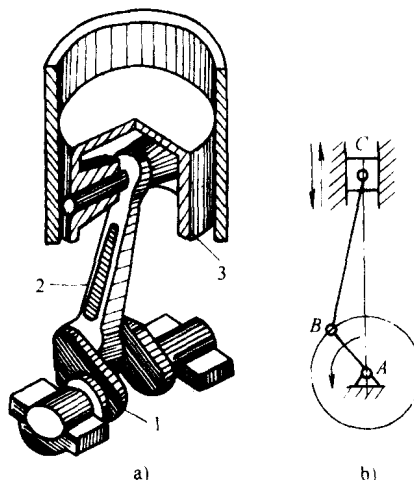


图 1-20 内燃机中的曲柄滑块机构

a) 结构示意 b) 运动简图

1—曲轴 2—连杆 3—活塞

第三节 凸轮机构

一、凸轮机构的应用和特点

凸轮机构在机械传动中应用很广，下面介绍几个应用实例。

图 1-21 所示为内燃机气阀机构。当凸轮 1 匀速转动时，其轮廓迫使阀杆 2 往复移动，从而按预定时间打开或关闭气门，完成配气动作。

图 1-22 所示为铸造车间造型机的凸轮机构。当凸轮 1 按图示方向转动时，在一段时间内，凸轮轮廓推动滚子 2 使工作台 3 上升；在另一段时间内，凸轮让滚子落下，工作台便自由落下。当凸轮连续转动时，工作台便上下往复运动，因碰撞而产生震动，将工作台上砂箱中的砂子震实。