



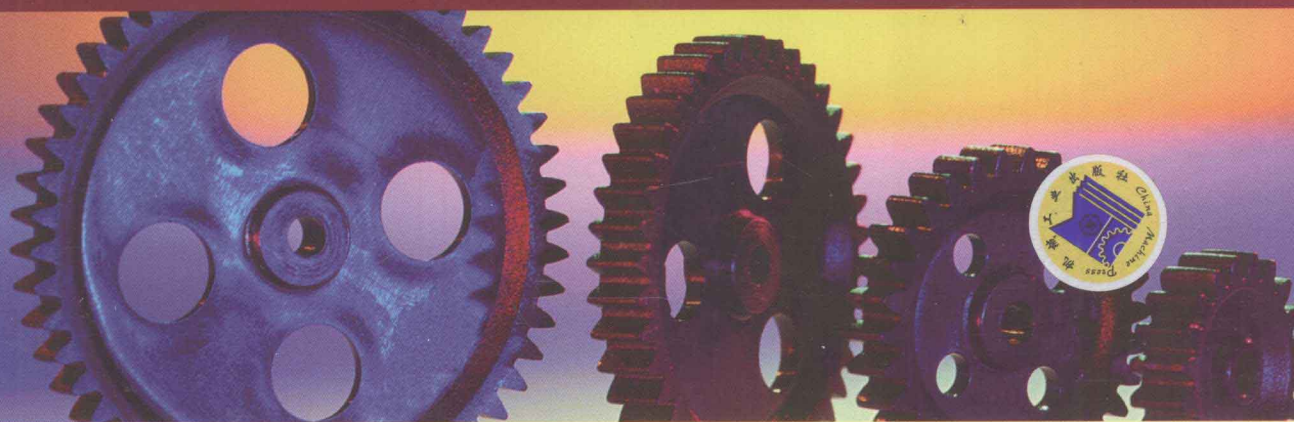
机电类技师鉴定培训教材

机械基础 与现代制造技术

JIXIE JICHU YU XIANDAI ZHIZAO JISHU

机电类技师鉴定培训教材编审委员会组织编写

勾 明◎主编



◆ 汲取首套

◆ 包含教材

▶ 紧扣职业技能鉴定考核要求

▶ 注重分析解决问题能力提升



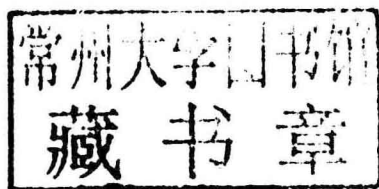
机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

机电类技师鉴定培训教材

机械基础与现代制造技术

机电类技师鉴定培训教材编审委员会组织编写

勾 明 主编



机械工业出版社

本书是依据《国家职业技能标准》相关工种对技师机械基础方面的通用要求,并紧扣职业技能鉴定培训的需要编写的。本书的主要内容包
括:常用机构及机械传动、液压与气压传动、机床电气控制知识、机床夹
具、数控加工与数控机床和现代制造技术。书末附有与之配套的试题库和
参考答案,以便于企业培训、考核鉴定和读者自测自查。

本书既适合各级职业技能鉴定培训机构、企业培训部门、技师学院作
为技师鉴定的考前培训教材,又可作为读者考前复习和自测使用的复习用
书,也可供职业技能鉴定部门在技师鉴定命题时参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械基础与现代制造技术/勾明主编. —北京:机械工业出版社, 2012. 1
机电类技师鉴定培训教材
ISBN 978 - 7 - 111 - 36700 - 0

I. ①机… II. ①勾… III. ①机械学—职业技能—鉴定—教材
②机械制造工艺—职业技能—鉴定—教材 IV. ①TH11 ②TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 257454 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:荆宏智 邓振飞 责任编辑:张振勇

版式设计:张世琴 责任校对:陈延翔

责任印制:杨 曦

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

2012 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 14.75 印张 · 359 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978 - 7 - 111 - 36700 - 0

定价:33.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心 : (010) 88361066 门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部 : (010) 68326294 教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部 : (010) 88379649 封面无防伪标均为盗版

读者购书热线: (010) 88379203

机电类技师鉴定培训教材

编审委员会

主 任 郝广发
副主任 季连海 刘亚琴 徐 彤 吴茂林
施 斌 荆宏智

委 员 (按姓氏笔画排序)

王平凡	王江宁	毛永年	尹子文
邓振飞	刘光虎	刘海涛	许顺生
朱为国	李 超	李世和	李援瑛
吴元徽	谷育红	陆根奎	陆文龙
张凯良	周泽祺	姜 平	贾恒旦
徐佩兰	殷作禄	梅建强	崔静波
谢中南	谢 剑	董桂桥	瞿云才

《机械基础与现代制造技术》编审人员

主 编 勾 明
副主编 周 蓉
参 编 付 红 高 红 刘宗科
杨朝辉 朱悦崑
主 审 林钢辉 刘加勇

序

技师是技术工人队伍中的高技能人才，是我国人才队伍的重要组成部分，是各行各业产业大军的骨干，在加快产业优化升级、提高企业竞争力、推动技术创新和科技成果转化等方面具有不可替代的作用。而随着我国逐渐成为“世界制造业中心”进程的加快，高技能人才的总量、结构和素质还不能适应经济社会发展的需要，特别是在制造、加工等传统产业领域，高技能人才严重短缺，已成为制约经济社会持续发展和阻碍产业升级的“瓶颈”，企业迫切需要掌握真才实学的高技能人才。为此，中共中央办公厅、国务院办公厅发布了《关于进一步加强高技能人才工作的意见》，提出高技能人才工作的目标任务是，加快培养一大批数量充足、结构合理、素质优良的技术技能型、复合技能型和知识技能型高技能人才，逐步形成与经济社会发展相适应的高、中、初级技能劳动者比例结构基本合理的格局。

大力加强高技能人才的培养工作，除需要加强高技能人才培养模式的研究和师资队伍的建设外，还需要开发出有技师培养特色的实用教材。但由于技师培养模式多样，教材编写难度大，因此市面上这样的教材实在难寻，我们原来组织出版的“机械工业技师考评培训教材”也已显龙钟之态。为了能更好地为行业服务，满足行业技师鉴定培训的需要，我们经过充分调研，决定对我们2001年组织出版的国内机械行业首套技师培训教材“机械工业技师考评培训教材”进行重新编写，并定名为“机电类技师鉴定培训教材”。

原来的“机械工业技师考评培训教材”是为配合技师评聘工作的开展，满足机械行业对工人技师培训和考评的需要，在没有《国家职业技能标准》的情况下，根据到各地调研了解的需求情况，为填补市场空白而编写的。教材出版后，以其独树一帜、适应需求、内容实用、针对性强等特点，受到全国各级技师培训、鉴定部门的欢迎，在市面上没有别的版本技师培训教材的情况下，成为各级技师培训、鉴定部门的不二选择，许多地方均是采用那套教材作为技师培训和鉴定用教材，那套教材也因此成为技师培训和鉴定的品牌教材。

新版“机电类技师鉴定培训教材”按劳动和社会保障部颁布的《国家职业技能标准》中对技师的要求，根据各地技能鉴定部门、企业、学校对技师能力的要求和培训培养模式，采用模块化的形式进行编写，并在汲取首套技师培训教材精华的基础上，在以下几方面做了改进：

在模块设置上，除专业模块外，设置公共基础模块和专业基础模块。

公共基础模块包括《公共基础知识》和《技师论文写作·点评·答辩》，是本次编写中新增的模块，它是《国家职业技能标准》中对各工种技师的共同要求，适用于绝大多数工种。内容包括：职业道德，职业培训指导，生产管理、质量管理、安全生产和通用的四新知识，以及技师论文写作、点评与答辩内容。

专业基础模块包括《机械制图与零件测绘》、《机械基础与现代制造技术》、《金属材料与加工工艺》和《电工与电子基础》四种。《机械制图与零件测绘》中删减了基础的内容，重点加入了测绘方面的内容。《机械基础与现代制造技术》中增加了液气压故障诊断与排除和数控技术方面的内容。对《金属材料与加工工艺》和《电工与电子基础》的内容也进行了相应的更新。

在工种选择上,增加了近几年需求量较大的数控车工、数控铣工和模具工,并按新的《国家职业技能标准》规范了部分工种的名称,需求量较小的工种本次暂不重编。新版教材共包括车工、铣工、钳工、机修钳工、模具工、汽车修理工、制冷设备维修工、铸造工、焊工、冷作钣金工、热处理工、涂装工、维修电工、电工、数控车工和数控铣工共16个机电行业的主要工种。

在编写依据上,基础课教材以劳动和社会保障部最新颁布的《国家职业技能标准》相关工种技师知识要求中的通用部分为依据,专业工种教材则以该工种技师知识要求中的专用部分为依据,紧扣职业技能鉴定培训需要的原则编写。对没有国家职业标准,但社会需求量大且已单独培训和考核的职业,则以相关国家职业标准和有关地方鉴定标准和要求为依据编写。

在内容安排上,每本教材仍包括两大部分内容:第一部分为培训教材,第二部分为试题库和答案,试题库后还附有考核试卷样例。

教材部分按复习指导的性质编写,根据技师的定位,按相关工作内容和知识安排章节,提炼应重点培训和复习的内容,同时对技能方面提出要求。每章的章首有培训目标、章末附有复习思考题。

书末附有本工种技师考核鉴定的试题库和答案,以及便于自检自测的模拟试卷。我们对原试题库中的经典内容进行了精选和保留,补充增加了最新的职业技能鉴定试题、全国及部分省市和行业的大赛试题,使得试题更具典型性、代表性、通用性和实用性。

综上所述,新版技师鉴定培训教材的特色如下:

- 汲取首套技师培训教材精华——保留了首套技师培训教材的经典内容,考虑了现阶段企业和市场的需要,更新了教材和题库内容,加强了论文写作和答辩内容。
- 依据国家职业标准要求编写——以《国家职业技能标准》中对技师的要求为依据,以便于培训为前提,提炼应重点培训和复习的内容,同时提出对技能方面的要求。
- 紧扣职业技能鉴定考核要求——按复习指导的性质编写,教材中的知识点紧扣《国家职业技能标准》和职业技能鉴定考核的要求,适合考前2~3个月短期培训使用。
- 包含教材题库答案模拟试卷——分公共基础、专业基础和专业模块。每部分培训目标、复习思考题、培训内容、试题库、答案、技能鉴定模拟试卷样例齐全。
- 注重分析解决问题能力提升——加强了高难度生产加工,复杂设备的安装、调试和维修,技术质量难题的分析和解决,复杂工艺的编制,故障诊断与排除等方面的内容。

新版教材在编写过程中力求突出“新”字,做到“知识新、工艺新、技术新、设备新、标准新”,使教材更具先进性,内容更加实用。全套教材既适合各级职业技能鉴定培训机构、企业培训部门、技师学院作为技师鉴定的考前培训教材,又可作为读者考前复习和自测使用的复习用书,也可供职业技能鉴定部门在技师鉴定命题时参考。

在本套教材的调研、策划、编写过程中,曾经得到许多企业、鉴定培训机构有关领导、专家、工程技术人员、技师和高级技师的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢!

虽然我们在编写这套技师培训教材中尽了很大努力,但教材中难免存在不足之处,诚恳地希望专家和广大读者批评指正。

前 言

《机械基础与现代制造技术》一书是专为机电类技师鉴定培训而编写的一本专业基础教材，目的是拓宽高技能人才的知识，满足机械行业对工人技师培训和考评的需要。本教材是依据《国家职业技能标准》和《职业技能鉴定规范》等相关内容编写的，针对技师的职业活动领域，具有很强的针对性和实用性，并采用了最新的国家标准和法定计量单位，更加突出了理论和实践的结合。

全书的内容包括两大部分：第一部分为培训教材，共分为六章，有常用机构及机械传动、液压与气压传动、机床电气控制知识、机床夹具、数控加工与数控机床和现代制造技术，内容精练、实用，具有针对性和通用性。第二部分为试题库，选题准确、题意明确，有代表性、通用性和实用性，试题题型有判断题、选择题、计算题和简答题，并附有答案。

本书由勾明任主编（第二章）、周蓉任副主编（第一章），参编人员有：付红（第三章）、高红（第五章）、刘宗科（第四章）、杨朝辉（第六章）、朱悦崑（第二章部分内容）。林钢辉和刘加勇审稿。

在本书编写过程中得到了相关技师学院的教师和一些企业的技术专家的大力支持和帮助，在此表示诚挚的谢意。

由于时间仓促，因此教材中难免存在不足和错误，诚恳地希望专家和广大读者批评指正。

编 者



序

前言

第一章 常用机构及机械传动	1
第一节 常用机构	1
一、平面连杆机构	1
二、凸轮机构	9
三、棘轮机构和槽轮机构	12
第二节 机械传动	15
一、带传动	15
二、链传动	22
三、齿轮传动	25
四、蜗杆传动	37
五、轮系	44
复习思考题	49
第二章 液压与气压传动	50
第一节 液压传动的基础知识	50
一、液压传动的工作原理	50
二、液压传动系统的组成	51
三、液压传动的特点	51
四、液压传动的主要参数	51
第二节 液压元件和液压基本回路	54
一、动力元件	54
二、执行元件	56
三、控制元件	57
四、辅助元件	65
五、液压基本回路	66
六、典型液压系统分析	71
七、液压系统常见的故障与排除	74
八、液压系统的维护与保养	75
第三节 气压传动	76
一、气压传动系统的组成及特点	76
二、气压传动元件	78

三、气压传动基本回路·····	81
复习思考题·····	82
第三章 机床电气控制知识 ·····	83
第一节 常用低压电器·····	83
一、开关·····	83
二、熔断器·····	86
三、接触器·····	88
四、继电器·····	89
第二节 异步电动机的电气控制·····	91
一、电路图基本知识·····	92
二、异步电动机的起动·····	92
三、异步电动机的制动·····	96
第三节 直流电动机的电气控制·····	99
一、直流电动机的结构与基本原理·····	100
二、直流电动机的起动·····	101
三、直流电动机的反转及制动·····	103
四、直流电动机的调速·····	105
第四节 典型机床的电气控制·····	106
一、CA6140 型卧式车床的电气控制·····	106
二、M7120 型平面磨床的电气控制·····	112
复习思考题·····	117
第四章 机床夹具 ·····	118
第一节 机床夹具概述·····	118
一、机床夹具的作用、分类及组成·····	118
二、定位与定位基准·····	122
三、夹紧与对定·····	125
第二节 组合夹具·····	132
一、组合夹具的特点·····	132
二、组合夹具的元件及其作用·····	134
三、T 形槽系组合夹具的组装·····	136
四、孔系组合夹具简介·····	139
第三节 自动线随行夹具·····	140
一、工件在随行夹具上的定位和夹紧·····	140
二、随行夹具在机床上的夹紧·····	140
三、提高随行夹具精度的措施·····	142
第四节 机床夹具的发展·····	144
一、其他现代机床夹具·····	144
二、机床夹具的发展趋势·····	146
复习思考题·····	148
第五章 数控加工与数控机床 ·····	149
第一节 数控加工的特点及应用范围·····	149

一、数控加工工艺的主要内容	149	
二、数控加工的特点	149	
三、数控加工的适应性	151	
第二节 数控机床	152	
一、数控机床的产生和发展	152	
二、数控机床的组成	153	
三、数控机床的分类	154	
四、数控机床的工作原理	156	
五、数控机床的工作过程	157	
六、数控机床的机械结构要求	158	
七、常见数控机床简介	162	
复习思考题	164	
第六章 现代制造技术	165	
第一节 成组技术	165	
一、成组技术概述	165	
二、零件分类编码系统	165	
三、零件分类成组的方法	169	
四、成组生产的组织形式	170	
第二节 计算机辅助制造系统 (CAM)	171	
第三节 柔性制造系统 (FMS)	173	
一、柔性制造系统概述	173	
二、单机数控加工类型	173	
三、柔性制造系统的特点	174	
四、计算机综合自动化制造系统 (CIMS)	175	
五、柔性制造系统实例	175	
第四节 计算机辅助工艺规程设计 (CAPP) 基础	176	
一、CAPP 的产生和发展	176	
二、CAPP 的功能和分类	177	
第五节 纳米技术	179	
一、纳米技术的特点	179	
二、纳米级加工技术	180	
复习思考题	183	
试题库	184	
一、判断题	试题 (184)	答案 (207)
二、选择题	试题 (191)	答案 (207)
三、计算题	试题 (200)	答案 (208)
四、简答题	试题 (203)	答案 (211)
模拟试卷样例	219	
参考文献	223	

第一章

常用机构及机械传动

培训目标

了解常用机构的工作原理、结构组成和应用特点，并能熟练地进行有关尺寸计算。掌握齿轮传动、普通V带传动、滚子链传动的失效形式及维护，熟练掌握定轴轮系的传动比计算。

第一节 常用机构

一、平面连杆机构

1. 平面连杆机构的概念

平面连杆机构是应用很广泛的低副机构。它是由若干个刚性构件用转动副或移动副连接而成的，故又称低副机构。连杆机构的各构件多呈杆状，常简称为“杆”。连杆机构广泛应用于各种动力机械、重型机械、轻工机械以及仪表和国防工业中，如活塞式发动机、大吨位剪切机和空气压缩机中的曲柄滑块机构，牛头刨床和回转式液压泵的导杆机构，精密机械应变仪中的铰链四杆机构，机床、汽车、飞机中作为操纵装置的连杆机构，以及各种轻工业机械中的执行机构等都是平面连杆机构。

平面连杆机构的特点是，它可将一种运动形式转变为另一种运动形式，实现一定的运动、动作和轨迹要求。连杆机构之所以被广泛地应用，一方面是因为它可以满足不同类型、不同规律的运动要求和动力要求，另一方面它采用低副连接，是面接触，故压强小、耐磨、寿命长。接触面为平面或圆柱面，容易制造，并能获得较高的制造精度。连杆机构的缺点是，在连接处存在一定间隙，因而会降低运动精度，构件数增多时，设计较困难。

在平面连杆机构中，最基本的形式是四个构件彼此均用转动副相连的平面四杆机构，简称铰链四杆机构，如图1-1所示。

2. 铰链四杆机构的基本类型

如图1-1b所示，图中固定不动的构件4称为机架；与机架以转动副相连接，并绕该转动副中心做整周转动的构件3称为曲柄；与机架4相连，只作往复摆动的构件1称为摇杆，以上两构件又可称为连架杆；不与机架相连，且作平面一般运动的构件2称为连杆。

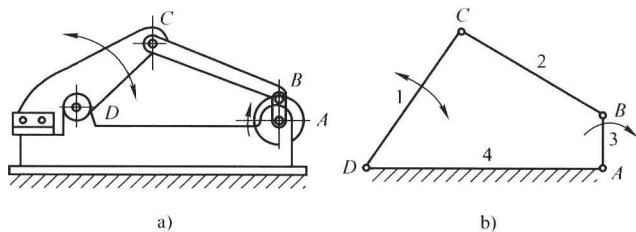


图 1-1 铰链四杆机构

a) 剪刀机示意图 b) 铰链四杆机构简图

1—摇杆 2—连杆 3—曲柄 4—机架

对于铰链四杆机构,又可根据连架杆是曲柄还是摇杆分成曲柄摇杆机构、双曲柄机构和双摇杆机构三种基本类型。

(1) 曲柄摇杆机构 在铰链四杆机构中,若两连架杆分别为曲柄和摇杆时,则称为曲柄摇杆机构,如图 1-2 所示。在曲柄摇杆机构中,若以曲柄为主动件时,可以将曲柄的整周连续转动变为摇杆的往复摆动。如图 1-3a 所示的颚式破碎机机构和图 1-3b 所示的搅拌机机构。

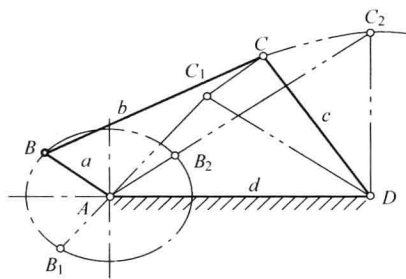


图 1-2 曲柄摇杆机构

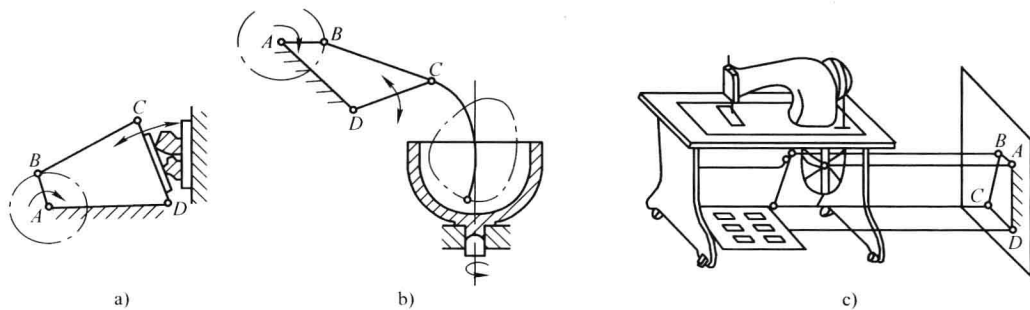


图 1-3 曲柄摇杆机构应用实例

a) 颚式破碎机机构 b) 搅拌机机构 c) 缝纫机驱动机构

若以摇杆作为主动件,则可将摇杆的往复摆动变为曲柄的整周转动,图 1-3c 所示为缝纫机驱动机构的运动简图,当脚踏板 CD 做往复摆动时,通过连杆 BC 使曲柄 AB 做整周转动。如图 1-4 所示为脚踏砂轮机机构简图。

(2) 双曲柄机构 在铰链四杆机构中,若两连架杆均为曲柄时,则称为双曲柄机构,如图 1-5 所示。

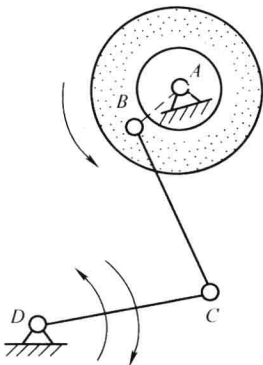


图 1-4 砂轮机机构

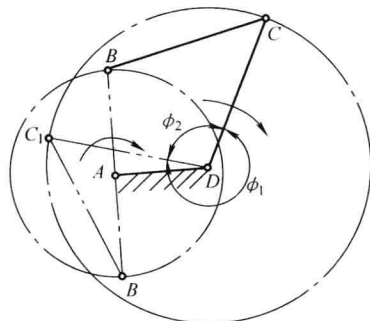


图 1-5 双曲柄机构

图 1-6 所示的惯性筛中的往复运动,就是用双曲柄机构添加一个连杆和一个滑块实现的,当主动曲柄 AB 等速转动时,从动曲柄 CD 作变速转动。

在双曲柄机构中,如果组成四边形的对边构件的长度相等,即 $AB = CD$ 、 $BC = AD$,则根据曲柄相对位置的不同,可得到如图 1-7a 所示的平行双曲柄机构和图 1-7b 所示的反向双

曲柄机构。其中前者两曲柄的回转方向相同，且角速度相等，而后者两曲柄的回转方向相反，且角速度不相等。

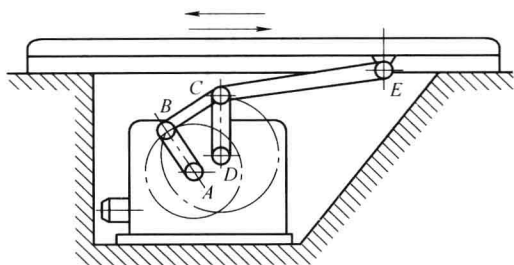


图 1-6 惯性筛

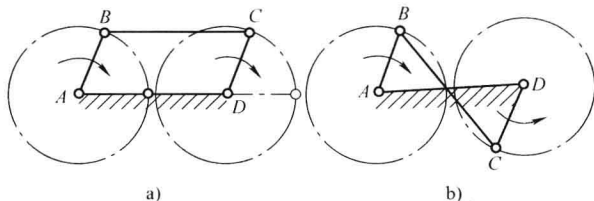


图 1-7 平行双曲柄机构和反向双曲柄机构

a) 平行双曲柄机构 b) 反向双曲柄机构

如图 1-8a 所示的机车车轮的联动机构，它能使被联动的各车轮具有与主动轮完全相同的运动。图 1-8b 所示为应用于铲土机的平行双曲柄机构，它能保持铲斗不倾斜。图 1-8c 所示为应用于车门启闭机构中的反向双曲柄机构，它能使门 1 和 3 的回转方向始终相反。

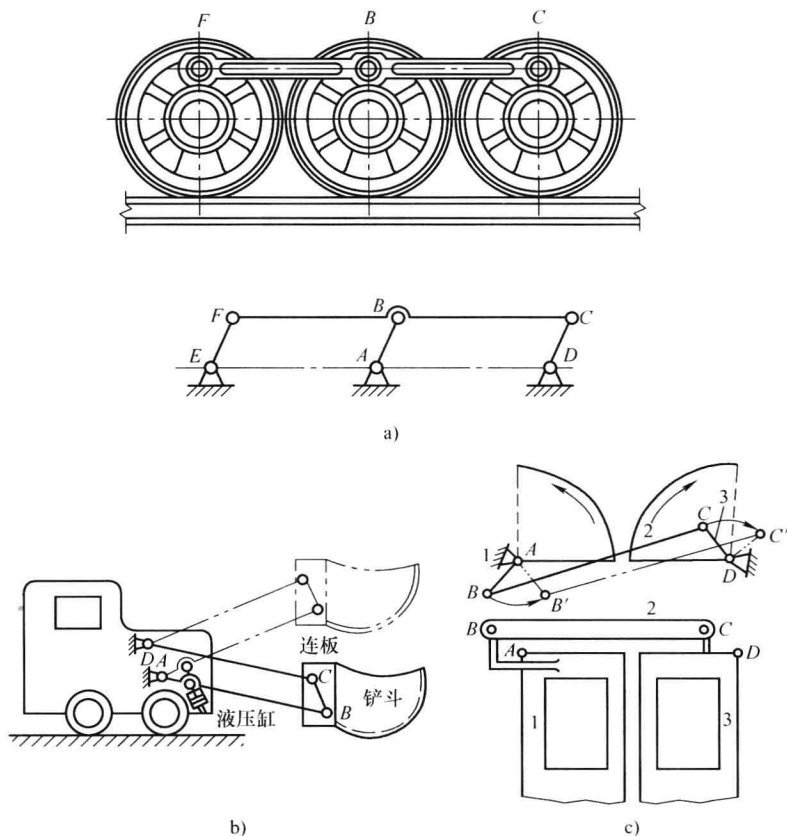


图 1-8 双曲柄机构实例

a) 机车车轮联动机构 b) 铲土机机构 c) 车门启闭机构

(3) 双摇杆机构 在铰链四杆机构中，若两连架杆均为摇杆时，则称为双摇杆机构，

如图 1-9 所示。

图 1-10a 所示为双摇杆机构在港口起重机中的应用, 当摇杆 AB 摆动时, 另一摇杆 CD 随之摆动, 使悬挂在 E 点上的重物能沿近似水平直线移动。

图 1-10b 所示为飞机起落架中所用的双摇杆机构, 图中以实线表示起落架放下时的位置, 双点画线表示起落架收起时的位置。

如图 1-10c 所示, 在双摇杆机构中, 若两摇杆长度相等, 则称为等腰梯形机构, 在汽车及拖拉机中用这种机构操纵前轮的转向。

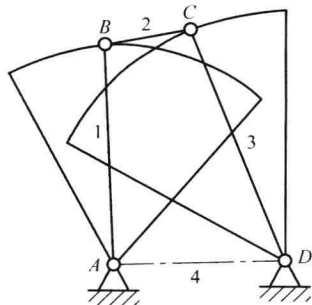


图 1-9 双摇杆机构

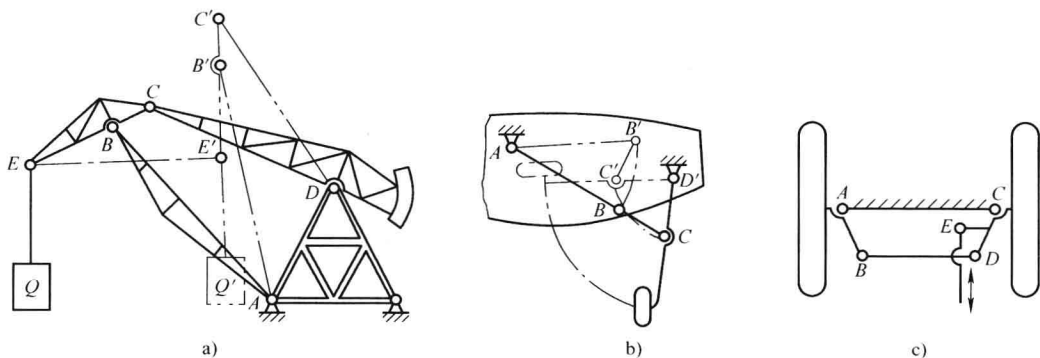


图 1-10 双摇杆机构实例

a) 港口起重吊车 b) 飞机起落架机构 c) 汽车前轮转向机构

在如图 1-11 所示的风扇摇头机构中, 电动机转动时, 电动机轴上的蜗杆带动蜗轮迫使连杆 1 绕 A 点做整周转动, 从而使连架杆 2 和 4 做往复摆动, 以达到风扇摇头的目的。

3. 铰链四杆机构类型的判别

铰链四杆机构中能做整周回转的连架杆称为曲柄。而曲柄是否存在则取决于机构中各杆的长度关系, 要使连架杆能做整周转动而成为曲柄, 各杆长度必须满足一定的条件。可按下述方法判别铰链四杆机构曲柄存在的条件:

- 1) 连架杆与机架中必有一个是最短杆。
- 2) 最短杆与最长杆长度之和必小于或等于其余两杆长度之和。

铰链四杆机构的基本类型。铰链四杆机构选取不同构件为机架时, 可得到不同形式的机构。根据曲柄存在条件叙述如下:

- 1) 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, 有以下三种情况:

- ① 以最短杆作连架杆时, 为曲柄摇杆机构。
- ② 以最短杆为机架时, 为双曲柄机构。
- ③ 以最短杆作连杆时, 为双摇杆机构。

- 2) 若铰链四杆机构中, 最短杆与最长杆长度之和大于其余两杆长度之和时, 则不论最

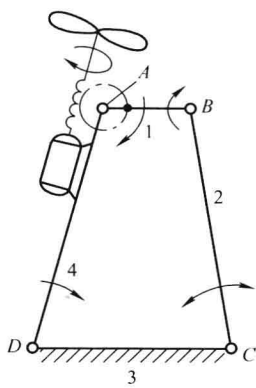


图 1-11 风扇摇头机构

短杆为什么构件均组成双摇杆机构。

4. 铰链四杆机构的死点位置

在图 1-2 所示的曲柄摇杆机构中, 若取摇杆 CD 为主动件, 当摇杆 CD 处于两极限位置 C_1D 和 C_2D 时, 连杆 BC 与曲柄 AB 将出现两次共线。连杆 BC 传给曲柄 AB 的力恰巧通过曲柄转动中心 A , 此时该力对 A 点的力矩为零, 故曲柄 AB 不能转动, 使机构出现卡死 (或运动不确定) 现象, 我们把机构的这种位置称为死点位置。

在实际应用中, 死点位置常使机构从动件无法运动或出现运动不确定的现象。如图 1-3c 所示的缝纫机驱动机构, 在使用中有时会出现倒车或踏不动的现象, 就是因为机构处在死点位置造成的。为使机构能顺利通过死点继续正常运转, 常采用安装飞轮加大惯性的办法, 缝纫机就是利用惯性通过死点位置的。也可采用机构错位排列的办法通过死点位置, 如图 1-12 所示的机车车轮联动机构就是由两组平行双曲柄机构组成的。

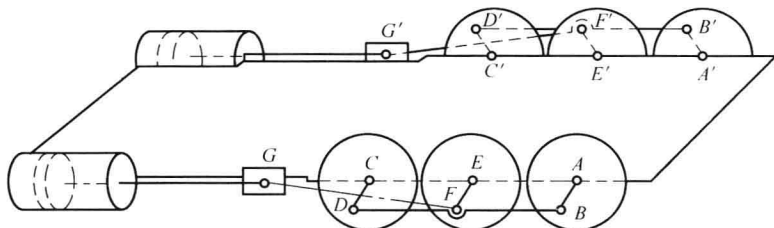


图 1-12 机车车轮错位排列

虽然死点位置对机构的运动传递不利, 但是在死点位置却可以产生较大的力。因此, 在有些机构的设计中就利用了死点位置的这个特点。

如图 1-13a 所示的钻床工件夹紧机构, 它的基本要求是把工件夹紧, 当工件夹紧后, BCD 成一条直线, 即机构在工件反力 F 的作用下处于死点位置, 所以即使反力很大也可保证在钻削加工时, 工件不会松脱。

如图 1-13b 所示为飞机起落架, 当机轮着陆时, BC 杆和 CD 杆共线, 机构处于死点位置, 即使轮子上受到很大的力, 构件 BC 也不会使 CD 杆转动 (起落架不会折回), 使飞机着陆可靠。

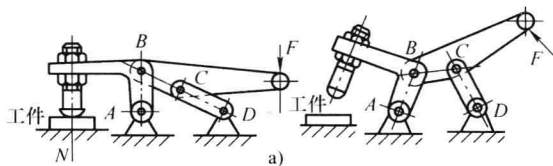


图 1-13 死点位置的利用

a) 钻床夹具 b) 飞机起落架

5. 行程速比系数

如图 1-14 所示曲柄摇杆机构中, 设曲柄 AB 为主动件, 摇杆 CD 为从动件, 当曲柄转到 AB_1 位置时, 摇杆 CD 处于左边极限位置 C_1D 。当曲柄继续转到 AB_2 位置时, 摇杆 CD 处于右边极限位置 C_2D 。当从动件摇杆处于两极限位置时, 主动件曲柄与连杆两共线位置之间所夹的锐角 θ 称为极位夹角。

由图可知, 当曲柄顺时针以等角速度 ω 转过 φ_1 角时, 摇杆 CD 自 C_1D 摆至 C_2D (工作行程), 设其所需时间为 t_1 , C 点的平均速度为 v_1 。当曲柄再继续转过角 φ_2 时, 摇杆自 C_2D 摆回

至 C_1D (称为空回行程或叫空载行程), 设其所需时间为 t_2 , C 点平均速度为 v_2 。由于 $\varphi_1 = 180^\circ + \theta$ 、 $\varphi_2 = 180^\circ - \theta$ (即 $\varphi_1 > \varphi_2$) , 且一般情况下, 设曲柄的角速度 ω 为常数, 故可知 $t_1 > t_2$ 、 $v_2 > v_1$ 。由此可知当曲柄作等速回转时, 摇杆来回摆动的角速度不同, 在摆回时具有较大的平均速度, 或者说摇杆具有急回运动特征。在某些机械中 (如牛头刨床、插床或惯性筛等), 常利用机构的急回特性来缩短空回行程的时间以提高生产率。为了表达这个特征的相对程度, 用从动件空回行程平均速度与从动件工作行程平均速度的比值 K 表示, K 称为行程速比系数。

$$K = \frac{\text{从动件空回行程平均速度 } v_2}{\text{从动件工作行程平均速度 } v_1}$$

$$K = \frac{v_2}{v_1} = \frac{\widehat{C_2C_1}/t_2}{\widehat{C_1C_2}/t_1} = \frac{t_1}{t_2} = \frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{180^\circ + \theta}{180^\circ - \theta} \text{ 或 } \theta = 180^\circ \frac{K-1}{K+1}$$

K 的大小表示机构的急回程度, 它与极位夹角 θ 有关。由上式可知, 当 $\theta = 0$ 时, $K = 1$, 说明该机构无急回特征。当 $\theta > 0$, $K > 1$, 则机构具有急回特征。

6. 铰链四杆机构的演化

前面已经介绍了一些四杆机构的基本形式, 但是在实际应用中, 由于要求不同, 因此所应用的连杆机构是形形色色各不相同的。这些机构的外表和构造可能截然不同, 但它与基本形式的四杆机构之间往往具有相同的相对运动特性, 因此可以认为这些形形色色的机构是由四杆机构的基本形式演化而成。通常的演化有下列几种:

(1) 转动副演化 转动副可以演化成移动副 (曲柄滑块机构)。

如图 1-15a 所示的曲柄摇杆机构, 如摇杆 CD 的长度增至无穷大, 则转动副 D 移至无穷远处, 回转副 C 的轨迹变为直线, 该机构可变成如图 1-15b 所示的曲柄滑块机构。

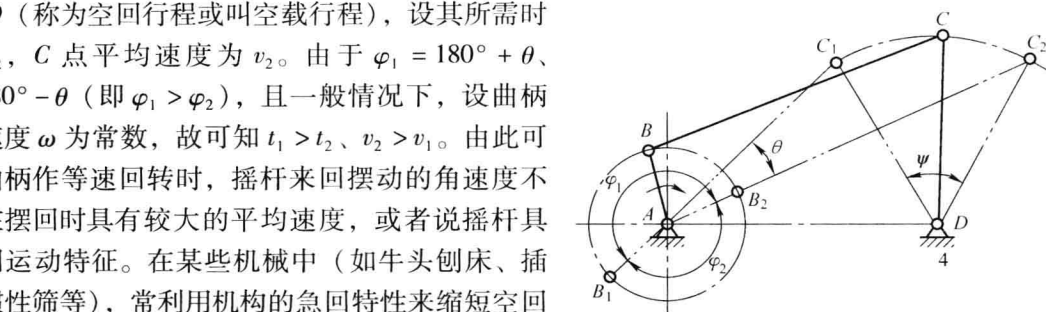


图 1-14 曲柄摇杆机构

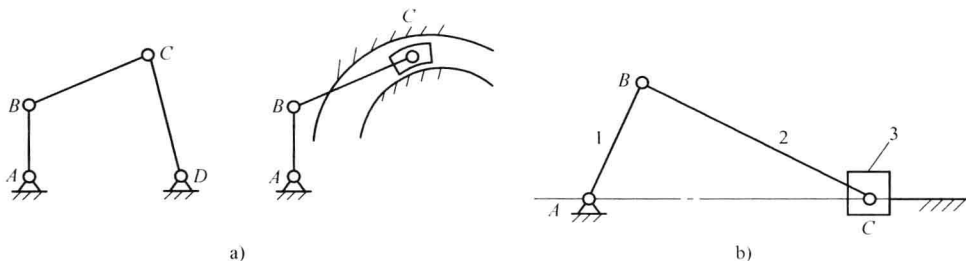


图 1-15 曲柄摇杆机构与曲柄滑块机构

a) 曲柄摇杆机构 b) 曲柄滑块机构

曲柄滑块机构用途很广, 主要用于将回转运动转变为往复运动的场合。如自动送料机构 (图 1-16)、冲压机构 (图 1-17)、内燃机等都是曲柄滑块机构的应用。

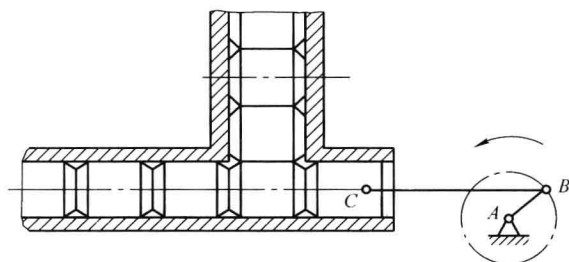


图 1-16 自动送料机构

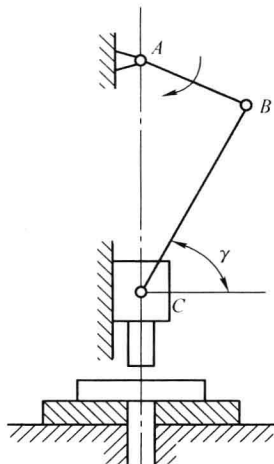


图 1-17 冲压机机构

(2) 扩大转动副 (偏心轮机构) 在如图 1-15b 所示曲柄滑块机构中, 若将转动副 B 的半径扩大至超过曲柄 1 的长度, 则曲柄演化为一个几何中心与转动中心不重合的偏心盘, 这种机构称为偏心轮机构, 如图 1-18 所示。

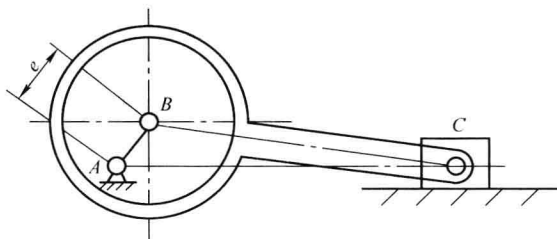
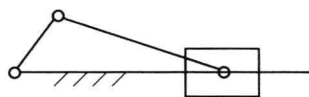


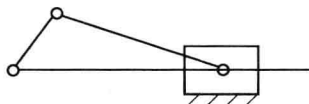
图 1-18 偏心轮机构

偏心轮机构广泛应用于传力较大的冲床、剪床及颚式破碎机等机械。

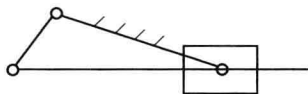
(3) 取不同构件为机架时的演化 由于曲柄滑块机构各构件间具有不同的相对运动, 因而当取不同的构件作机架时, 机构呈现出不同的运动特点, 如图 1-19 所示。



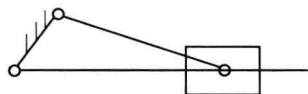
曲柄滑块机构



定块机构



曲柄摇块机构



转动导杆机构

图 1-19 选择不同的构件作为机架得到的演化机构

如图 1-20a 所示, 当 $L_1 < L_2$ 时 杆 2 和杆 4 均可整周转动, 故称为转动导杆机构。当 $L_1 > L_2$ 时 (图 1-20b), 杆 4 只能往复摆动, 故称为摆动导杆机构。导杆机构具有很好的传动性能, 故常用于牛头刨床、插床和回转式液压泵中, 如图 1-21 所示牛头刨床上的主运动机构。