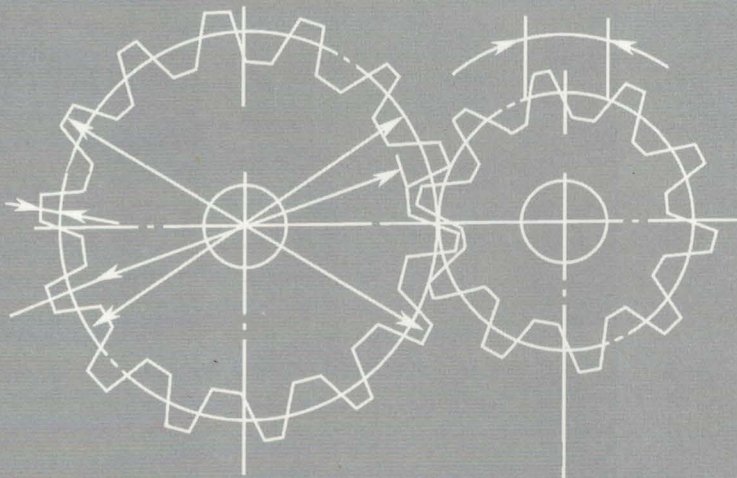




国家职业资格培训教材
技能型人才培养用书

依据最新《国家职业技能标准》编写



第2版

机械基础(高级)

JIXIE JICHU

国家职业资格培训教材编审委员会 组编
夏奇兵 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

国家职业资格培训教材
技能型人才培养用书

机械基础（高级）

第2版

国家职业资格培训教材编审委员会 组编
夏奇兵 主编



机械工业出版社

本书是“国家职业资格培训教材”中的基础课教材之一，是根据《国家职业技能标准》中机械加工、修理等职业对高级工共同的基本知识要求，按照岗位培训需要的原则编写的。

本书的主要内容有：常用机构、机械零件、机械制造工艺知识、液气压传动、机床电气控制知识、数控机床加工知识。本书每章均附有复习思考题，书末附有与之配套的试题库和答案，以便于企业培训、考核鉴定和读者自测自查。

本书既可作为各级职业技能鉴定培训机构、企业培训部门的培训教材，又可作为读者考前复习和自学用书，还可以作为职业技术学院、技工院校的专业课教材。

图书在版编目（CIP）数据

机械基础：高级/夏奇兵主编；国家职业资格培训教材编审委员会组编.—2版.—北京：机械工业出版社，2013.9（2018.2重印）

国家职业资格培训教材·技能型人才培养用书

ISBN 978-7-111-43927-1

I. ①机… II. ①夏…②国… III. ①机械学—技术培训—教材
IV. ①TH11

中国版本图书馆CIP数据核字（2013）第209786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：马晋 王晓洁 责任编辑：马晋 王晓洁 张振勇

版式设计：霍永明 责任校对：张征

封面设计：饶薇 责任印制：李飞

北京富生印刷厂印刷

2018年2月第2版第2次印刷

169mm×239mm·26印张·505千字

4001—5900册

标准书号：ISBN 978-7-111-43927-1

定价：39.80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

服务咨询热线：010-88379833

读者购书热线：010-88379649

网络服务

机工官网：www.cmpbook.com

机工官博：weibo.com/cmp1952

教育服务网：www.cmpedu.cn

金书网：www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

国家职业资格培训教材（第2版）

编 审 委 员 会

主 任 王瑞祥
副 主 任 李 奇 郝广发 杨仁江 施 斌
委 员 (按姓氏笔画排序)
王兆晶 王昌庚 田力飞 田常礼 刘云龙
刘书芳 刘亚琴 李双双 李春明 李俊玲
李家柱 李晓明 李超群 李援瑛 吴茂林
张安宁 张吉国 张凯良 张敬柱 陈建民
周新模 杨君伟 杨柳青 周立雪 段书民
荆宏智 柳吉荣 徐 斌
总 策 划 荆宏智 李俊玲 张敬柱
本书主编 夏奇兵
本书参编 陈新昌 胡雅育 黄 忠 蔡慧萍

第2版序

在“十五”末期，为贯彻落实“全国职业教育工作会议”和“全国再就业会议”精神，加快培养一大批高素质的技能型人才，机械工业出版社精心策划了与原劳动和社会保障部《国家职业标准》配套的《国家职业资格培训教材》。这套教材涵盖41个职业工种，共172种，有十几个省、自治区、直辖市相关行业200多名工程技术人员、教师、技师和高级技师等从事技能培训和鉴定的专家参加编写。教材出版后，以其兼顾岗位培训和鉴定培训需要，理论、技能、题库合一，便于自检自测，受到全国各级培训、鉴定部门和广大技术工人的欢迎，基本满足了培训、鉴定和读者自学的需要，在“十一五”期间为培养技能人才发挥了重要作用，本套教材也因此成为国家职业资格鉴定考证培训及企业员工培训的品牌教材。

2010年，《国家中长期人才发展规划纲要（2010—2020年）》、《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020年）》、《关于加强职业培训促就业的意见》相继颁布和出台，2012年1月，国务院批转了七部委联合制定的《促进就业规划（2011—2015年）》，在这些规划和意见中，都重点阐述了加大职业技能培训力度、加快技能人才培养的重要意义，以及相应的配套政策和措施。为适应这一新形势，同时也鉴于第1版教材所涉及的许多知识、技术、工艺、标准等已发生了变化的实际情况，我们经过深入调研，并在充分听取了广大读者和业界专家意见的基础上，决定对已经出版的《国家职业资格培训教材》进行修订。本次修订，仍以原有的大部分作者为班底，并保持原有的“以技能为主线，理论、技能、题库合一”的编写模式，重点在以下几个方面进行了改进：

1. 新增紧缺职业工种——为满足社会需求，又开发了一批近几年比较紧缺的以及新增的职业工种教材，使本套教材覆盖的职业工种更加广泛。

2. 紧跟国家职业标准——按照最新颁布的《国家职业技能标准》（或《国家职业标准》）规定的工作内容和技能要求重新整合、补充和完善内容，涵盖职业标准中所要求的知识点和技能点。

3. 提炼重点知识技能——在内容的选择上，以“够用”为原则，提炼出应重点掌握的必需专业知识和技能，删减了不必要的理论知识，使内容更加精练。

4. 补充更新技术内容——紧密结合最新技术发展，删除了陈旧过时的内容，补充了新的技术内容。



5. 同步最新技术标准——对原教材中按旧技术标准编写的内容进行更新，所有内容均与最新的技术标准同步。

6. 精选技能鉴定题库——按鉴定要求精选了职业技能鉴定试题，试题贴近教材、贴近国家试题库的考点，更具典型性、代表性、通用性和实用性。

7. 配备免费电子教案——为方便培训教学，我们为本套教材开发配备了配套的电子教案，免费赠送给选用本套教材的机构和教师。

8. 配备操作实景光盘——根据读者需要，部分教材配备了操作实景光盘。

一言概之，经过精心修订，第2版教材在保留了第1版精华的同时，内容更加精练、可靠、实用，针对性更强，更能满足社会需求和读者需要。全套教材既可作为各级职业技能鉴定培训机构、企业培训部门的考前培训教材，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鉴定命题时参考，还可作为职业技术学院、技工院校、各种短训班的专业课教材。

在本套教材的调研、策划、编写过程中，得到了许多企业、鉴定培训机构有关领导、专家的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢！

虽然我们已经尽了最大努力，但是教材中仍难免存在不足之处，恳请专家和广大读者批评指正。

国家职业资格培训教材第2版编审委员会

第1版序一

当前和今后一个时期，是我国全面建设小康社会、开创中国特色社会主义事业新局面的重要战略机遇期。建设小康社会需要科技创新，离不开技能人才。“全国人才工作会议”、“全国职教工作会议”都强调要把“提高技术工人素质、培养高技能人才”作为重要任务来抓。当今世界，谁掌握了先进的科学技术并拥有大量技术娴熟、手艺高超的技能人才，谁就能生产出高质量的产品，创出自己的名牌；谁就能在激烈的市场竞争中立于不败之地。我国有近一亿技术工人，他们是社会物质财富的直接创造者。技术工人的劳动，是科技成果转化成为生产力的关键环节，是经济发展的重要基础。

科学技术是财富，操作技能也是财富，而且是重要的财富。中华全国总工会始终把提高劳动者素质作为一项重要任务，在职工中开展的“当好主力军，建功‘十一五’，和谐奔小康”竞赛中，全国各级工会特别是各级工会职工技协组织注重加强职工技能开发，实施群众性经济技术创新工程，坚持从行业和企业实际出发，广泛开展岗位练兵、技术比赛、技术革新、技术协作等活动，不断提高职工的技术技能和操作水平，涌现出一大批掌握高超技能的能工巧匠。他们以自己的勤劳和智慧，在推动企业技术进步，促进产品更新换代和升级中发挥了积极的作用。

欣闻机械工业出版社配合新的《国家职业标准》为技术工人编写了这套涵盖41个职业的172种“国家职业资格培训教材”。这套教材由全国各地技能培训和考评专家编写，具有权威性和代表性；将理论与技能有机结合，并紧紧围绕《国家职业标准》的知识点和技能鉴定点编写，实用性、针对性强，既有必备的理论知识和技能知识，又有考核鉴定的理论和技能题库及答案，编排科学，便于培训和检测。

这套教材的出版非常及时，为培养技能型人才做了一件大好事，我相信这套教材一定会为我们培养更多更好的高技能人才做出贡献！



(李永安 中国职工技术协会常务副会长)

第1版序二

为贯彻“全国职业教育工作会议”和“全国再就业会议”精神，全面推进技能振兴计划和高技能人才培养工程，加快培养一大批高素质的技能型人才，我们精心策划了这套与劳动和社会保障部最新颁布的《国家职业标准》配套的《国家职业资格培训教材》。

进入21世纪，我国制造业在世界上所占的比重越来越大，随着我国逐渐成为“世界制造业中心”进程的加快，制造业的主力军——技能人才，尤其是高级技能人才的严重缺乏已成为制约我国制造业快速发展的瓶颈，高级蓝领出现断层的消息屡屡见诸报端。据统计，我国技术工人中高级以上技工只占3.5%，与发达国家40%的比例相去甚远。为此，国务院先后召开了“全国职业教育工作会议”和“全国再就业会议”，提出了“三年50万新技师的培养计划”，强调各地、各行业、各企业、各职业院校等要大力开展职业技术培训，以培训促就业，全面提高技术工人的素质。

技术工人密集的机械行业历来高度重视技术工人的职业技能培训工作，尤其是技术工人培训教材的基础建设工作，并在几十年的实践中积累了丰富的教材建设经验。作为机械行业的专业出版社，机械工业出版社在“七五”、“八五”、“九五”期间，先后组织编写出版了“机械工人技术理论培训教材”149种，“机械工人操作技能培训教材”85种，“机械工人职业技能培训教材”66种，“机械工业技师考评培训教材”22种，以及配套的习题集、试题库和各种辅导性教材约800种，基本满足了机械行业技术工人培训的需要。这些教材以其针对性、实用性强，覆盖面广，层次齐备，成龙配套等特点，受到全国各级培训、鉴定和考工部门和技术工人的欢迎。

2000年以来，我国相继颁布了《中华人民共和国职业分类大典》和新的《国家职业标准》，其中对我国职业技术工人的工种、等级、职业的活动范围、工作内容、技能要求和知识水平等根据实际需要进行了重新界定，将国家职业资格分为5个等级：初级（5级）、中级（4级）、高级（3级）、技师（2级）、高级技师（1级）。为与新的《国家职业标准》配套，更好地满足当前各级职业培训和技术工人考工取证的需要，我们精心策划编写了这套《国家职业资格培训教材》。

这套教材是依据劳动和社会保障部最新颁布的《国家职业标准》编写的，



为满足各级培训考工部门和广大读者的需要，这次共编写了41个职业的172种教材。在职业选择上，除机电行业通用职业外，还选择了建筑、汽车、家电等其他相近行业的热门职业。每个职业按《国家职业标准》规定的工作内容和技能要求编写初级、中级、高级、技师（含高级技师）四本教材，各等级合理衔接、步步提升，为高技能人才培养搭建了科学的阶梯型培训架构。为满足实际培训的需要，对多工种共同需求的基础知识我们还分别编写了《机械制图》、《机械基础》、《电工常识》、《电工基础》、《建筑装饰识图》等近20种公共基础教材。

在编写原则上，依据《国家职业标准》又不拘泥于《国家职业标准》是我们这套教材的创新。为满足沿海制造业发达地区对技能人才细分市场的需要，我们对模具、制冷、电梯等社会需求量大又已单独培训和考核的职业，从相应的职业标准中剥离出来单独编写了针对性较强的培训教材。

为满足培训、鉴定、考工和读者自学的需要，在编写时我们考虑了教材的配套性。教材的章首有培训要点、章末配复习思考题，书末有与之配套的试题库和答案，以及便于自检自测的理论和技能模拟试卷，同时还根据需求为20多种教材配制了VCD光盘。

为扩大教材的覆盖面和体现教材的权威性，我们组织了上海、江苏、广东、广西、北京、山东、吉林、河北、四川、内蒙古等地相关行业从事技能培训和考工的200多名专家、工程技术人员、教师、技师和高级技师参加编写。

这套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”，增强实用性，重在教会读者掌握必需的专业知识和技能，是企业培训部门、各级职业技能鉴定培训机构、再就业和农民工培训机构的理想教材，也可作为技工学校、职业高中、各种短训班的专业课教材。

在这套教材的调研、策划、编写过程中，曾经得到广东省职业技能鉴定中心、上海市职业技能鉴定中心、江苏省机械工业联合会、中国第一汽车集团公司以及北京、上海、广东、广西、江苏、山东、河北、内蒙古等地许多企业和技工学校的有关领导、专家、工程技术人员、教师、技师和高级技师的大力支持和帮助，在此谨向为本套教材的策划、编写和出版付出艰辛劳动的全体人员表示衷心的感谢！

教材中难免存在不足之处，诚恳希望从事职业教育的专家和广大读者不吝赐教，批评指正。我们真诚希望与您携手，共同打造职业培训教材的精品。

国家职业资格培训教材编审委员会

前 言

随着市场经济的发展，各行各业对人才的需求也更为迫切。一个企业不但要有高素质的管理人才和科技人才，更要有高素质的一线技术工人。企业有了技术过硬、技艺精湛的操作技能型人才，才能确保产品的加工质量，才能有较高的劳动生产率和较低的物资消耗，使企业获得较好的经济效益。同时，技能人才是支持企业不断推出新产品占领市场，在市场中处于领先地位的重要因素。为了满足各级职业技能鉴定培训机构、企业部门等对机械加工、修理等职业进行机械基础知识培训的需要，我们于2005年编写了《机械基础（高级）》一书。该书自出版以来，得到了广大读者的广泛关注和热情支持，全国各地很多读者纷纷通过电话、信函、电子邮件等形式向我们提出很多宝贵的意见和建议。

但是随着时间的推移，机械加工、修理等技术有了较快发展，新的国家标准和行业技术标准也相继颁布和实施，为了进一步提高技术工人的职业素质，中华人民共和国人力资源和社会保障部针对各职业制定了新的《国家职业技能标准》（2009年修订），为此我们对第1版教材进行了修订。本教材依据新标准中机械加工、修理等职业规定的高级工必须掌握的理论知识，以“实用、够用”为宗旨，按照岗位培训需要编写。在修订过程中，删除了陈旧过时的内容，补充更新了新的技术内容，对旧的国家标准和技术标准进行了更新，并且参照读者提出的意见和建议对相应内容进行了重新编写。

《机械基础（高级）》第2版的主要内容有：常用机构、机械零件、机械制造工艺知识、液气压传动、机床电气控制知识、数控机床加工知识。本书每章均附有复习思考题，书末附有与之配套的试题库和答案，以便于企业培训、考核鉴定和读者自测自查。

本书在编写过程中得到了有关院校领导及行业专家的指导、支持和帮助，在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在错误和不妥之处，欢迎广大读者批评指正。

编 者

目 录

第2版序

第1版序一

第1版序二

前言

第一章 常用机构	1
第一节 平面连杆机构	1
一、平面连杆机构的概念	1
二、铰链四杆机构的基本类型	2
三、铰链四杆机构类型的判别	4
四、铰链四杆机构的演化	4
五、四杆机构的工作特性	8
第二节 凸轮机构	11
一、凸轮机构的组成和特点	11
二、凸轮机构的类型	11
三、从动件的常用运动规律	13
四、压力角对机构传动的影晌	15
五、凸轮机构的应用	15
第三节 齿轮传动	16
一、渐开线齿轮的啮合传动	16
二、齿轮的加工和根切	24
三、变位齿轮简介	26
四、齿条与齿轮传动	29
五、斜齿圆柱齿轮传动	30
六、直齿锥齿轮传动	33
七、齿轮的失效形式及常用材料	36
第四节 蜗杆传动	38
一、蜗杆传动的概念	38
二、蜗杆传动的主要参数和几何尺寸	41



三、蜗杆传动的失效形式、常用材料和热平衡的概念	44
第五节 轮系	46
一、轮系的概念	46
二、定轴轮系传动比的计算	47
三、行星轮系传动比的计算	50
四、混合轮系传动比的计算	53
五、轮系的功用	54
复习思考题	56
第二章 机械零件	59
第一节 键联接和销联接	59
一、键联接	59
二、销联接	64
第二节 螺纹联接和螺旋机构	65
一、螺纹的一般知识	65
二、螺纹代号与标记	68
三、螺纹联接的基本类型和常用螺纹联接件	70
四、螺纹联接的预紧与防松	71
五、滑动螺旋机构	71
六、滚动螺旋传动机构	76
第三节 联轴器与离合器	79
一、常用联轴器	79
二、常用离合器	83
第四节 轴	85
一、轴的分类	85
二、轴的常用材料	86
三、阶梯轴的结构	87
第五节 滑动轴承	90
一、滑动轴承的结构类型	90
二、轴瓦（轴套）的结构和材料	92
三、滑动轴承的润滑	95
第六节 滚动轴承	97
一、滚动轴承的结构及类型	97
二、滚动轴承的代号	101
三、滚动轴承的润滑和密封	104



第七节 弹簧	105
一、弹簧的功用	105
二、弹簧的类型	105
三、弹簧的材料	107
复习思考题	107
第三章 机械制造工艺知识	110
第一节 机械加工精度的基本知识	110
一、机械加工精度的基本概念	110
二、产生加工误差的原因	112
三、提高和保证加工精度的途径	124
第二节 机械加工的表面质量	126
一、机械加工表面质量的含义	126
二、表面质量对零件使用性能的影响	127
三、提高零件表面质量的方法	128
第三节 典型零件的加工工艺	129
一、轴类零件的加工	129
二、套筒零件的加工	139
三、箱体类零件的加工	146
四、活塞的加工	156
五、杆叉类零件的加工	164
复习思考题	168
第四章 液气压传动	170
第一节 液压泵和液压马达	170
一、液压泵的分类及性能参数	170
二、齿轮泵	173
三、叶片泵	176
四、柱塞泵	180
五、各类液压泵的适用场合	183
六、液压马达	184
第二节 液压缸及气缸和气马达	186
一、液压缸的分类	186
二、活塞式液压缸	187
三、柱塞式液压缸	190



四、摆动液压缸	190
五、液压缸的密封、缓冲和排气	191
六、液压缸常见故障及排除方法	194
七、气缸	195
八、气马达	199
第三节 液气压控制阀	203
一、液压控制阀的分类	203
二、液压方向控制阀	203
三、液压压力控制阀	210
四、液压流量控制阀	218
五、气压控制阀	222
第四节 液气压辅助装置	235
一、油管 and 管接头	235
二、过滤器	237
三、蓄能器	238
四、油箱	240
五、气源装置及气动辅件	241
第五节 液气压基本回路	247
一、液压压力控制回路	247
二、液压速度控制回路	249
三、液压方向控制回路	251
四、气压基本回路	252
第六节 液气压系统实例分析	260
一、液压系统实例分析	260
二、气动系统实例分析	263
第七节 液气压系统常见故障分析及排除	267
一、排除故障的步骤	268
二、液压系统常见故障及排除	268
三、气动系统常见故障及排除	270
复习思考题	273
第五章 机床电气控制知识	276
第一节 常用低压电器及其在控制电路中的作用	276
一、开关与熔断器的基本知识	276
二、接触器与继电器的基本知识	280



第二节 异步电动机电气控制知识	283
一、三相异步电动机的运行方式	283
二、异步电动机的常用控制举例	285
第三节 典型机床的电气控制	288
一、车床的电气控制	288
二、磨床的电气控制	289
三、钻床的电气控制	293
第四节 直流电动机电气控制的基本知识	295
一、直流电动机的构造与基本工作原理	295
二、直流电动机的运行方式	298
复习思考题	300
第六章 数控机床加工知识	302
第一节 数控机床的加工工艺	302
一、确定加工方案	302
二、划分工序与工步	304
三、工件的装夹和程序起点	304
四、确定加工路线	305
五、选择刀具	306
六、选择切削用量	307
第二节 数控加工程序的编制	308
一、主程序和子程序	308
二、参数编程	309
三、数控车床循环指令编程	312
四、数控铣床循环指令编程	320
复习思考题	328
试题库	329
一、判断题 试题 (329) 答案 (367)	
二、选择题 试题 (339) 答案 (368)	
三、计算题 试题 (352) 答案 (369)	
四、简答题 试题 (357) 答案 (378)	
五、作图与数控机床编程题 试题 (366) 答案 (391)	

第一章

常用机构



培训学习目标 了解平面连杆机构、凸轮机构、齿轮传动、蜗杆传动、轮系、普通带传动、滚子链传动等常用机构的组成、类型、特点及应用。掌握各种常用机构的工作原理、结构、标准并能熟练地进行有关几何尺寸计算。掌握齿轮传动、普通带传动、滚子链传动的失效形式及维护。熟练掌握定轴轮系和行星轮系传动比的计算。

第一节 平面连杆机构

一、平面连杆机构的概念

平面连杆机构是由一些刚性杆件用铰链和滑道等连接而成的机构，在生产中用来实现运动的变换和传递动力。因构件形状多呈杆状并作平面运动，所以常称平面连杆机构。

平面连杆机构的特点是：能够进行多种运动形式的转换；构件一般由铰链连接，连接处是面接触，因此单位面积上的压力较小，便于润滑、磨损小、使用寿命较长；两构件接触处表面是圆柱面或平面，制造比较方便。所以平面连杆机构在各种机械设备中应用广泛。

在平面连杆机构中，最常见的是由四个构件相互间用铰链连接而成的铰链四杆机构，如图 1-1 所示。

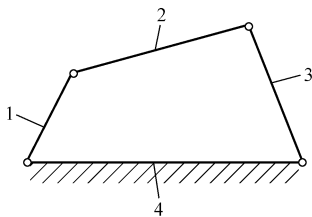


图 1-1 铰链四杆机构

1、3—连架杆 2—连杆 4—机架



二、铰链四杆机构的基本类型

在图 1-1 中，构件 4 固定不动称为机架；构件 1 和构件 3 与机架相连称为连架杆；两端均不与机架相连的构件 2 叫做连杆，连杆作复杂的平面运动。在连架杆中能作整周转动的称为曲柄；只能在一定角度范围内摆动的则称为摇杆。

铰链四杆机构按两连架杆运动形式的不同，分为如下三种基本类型：

(1) 曲柄摇杆机构 两连架杆中一个为曲柄，另一个为摇杆的铰链四杆机构称为曲柄摇杆机构。在曲柄摇杆机构中，以曲柄为主动件时，可将曲柄的整周连续转动变为摇杆的往复摆动。图 1-2 中筛沙机和剪切机的简图均是曲柄摇杆机构的实例。

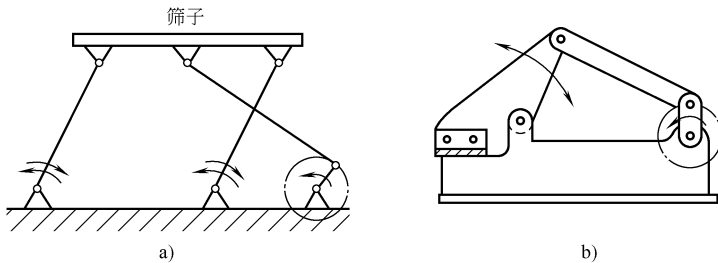


图 1-2 曲柄摇杆机构应用实例

a) 筛沙机 b) 剪切机

在曲柄摇杆机构中，当以摇杆作为主动件时，则可将摇杆的往复摆动变为曲柄的整周转动。图 1-3 所示为缝纫机踏板机构，当踏板 CD 作往复摆动时，通过连杆 BC 使曲柄 AB 作整周转动。

(2) 双曲柄机构 两连架杆均为曲柄的铰链四杆机构，称为双曲柄机构。如图 1-4 所示的惯性筛中的铰链四杆机构即为双曲柄机构。当主动曲柄 AB 绕点 A 作匀速转动一周时，通过连杆 BC 带动从动曲柄 CD 绕 D 点作变速转动一周并通过 E 点连接，使筛子作变速的往复直线运动进行工作。

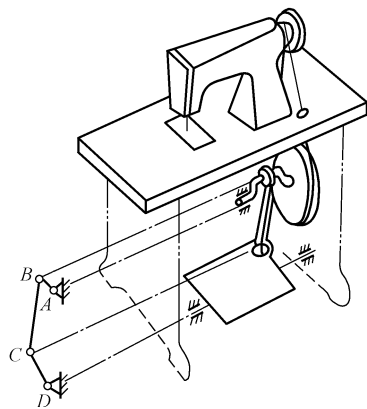


图 1-3 缝纫机踏板机构

在双曲柄机构中，如果两曲柄的长度相等，连杆与机架的长度也相等，则称为平行双曲柄机构（图 1-5）。平行双曲柄机构两曲柄转向相同，角速度时时相