



湖北高职“十一五”规划教材
湖北省高教学会高职专委会研制

总策划 李友玉 策划 屠莲芳

机械技术基础

机构和零件综合应用

Jixie Jishu Jichu

主编 周家泽



WUHAN UNIVERSITY PRESS
武汉大学出版社



湖北高职“十一五”规划教材
湖北省高教学会高职专委会研制

总策划 李友玉 策划 屠莲芳

机械技术基础

——机构和零件综合应用

Jixie Jishu Jichu

主 编

周家泽 武汉职业技术学院

教材参研人员（以姓氏笔画为序）

冯邦军 仙桃职业学院

李 旭 广西机电职业技术学院

陈 明 襄樊职业技术学院

夏章建 随州职业技术学院

奚旗文 武汉职业技术学院



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械技术基础:机构和零件综合应用/周家泽主编. —武汉:武汉大学出版社,2009. 1

湖北高职“十一五”规划教材

ISBN 978-7-307-06837-7

I. 机… II. 周… III. 机械学—高等学校:技术学校—教材 IV. TH11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 010328 号

责任编辑:黄汉平

责任校对:黄添生

版式设计:马 佳

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:cbs22@whu.edu.cn 网址:www.wdp.com.cn)

印刷:安陆市鼎鑫印务有限责任公司

开本:787×1092 1/16 印张:18 字数:432千字 插页:2

版次:2009年1月第1版 2009年1月第1次印刷

ISBN 978-7-307-06837-7/TH·13 定价:29.00元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。



湖北高职“十一五”规划教材

HUBEI GAOZHI “SHIYIWU” GUIHUA JIAOCAI

机电类

编委会

主任 李望云 武汉职业技术学院
陈少艾 武汉船舶职业技术学院

副主任 (按姓氏笔画排序)
胡成龙 武汉软件工程职业学院
郭和伟 湖北职业技术学院
涂家海 襄樊职业技术学院
游英杰 黄冈职业技术学院

委员 (按姓氏笔画排序)
刘合群 咸宁职业技术学院
苏明 湖北国土资源职业技术学院
李望云 武汉职业技术学院
李鹏辉 湖北科技职业学院
邱文萍 武汉铁路职业技术学院
余小燕 荆州职业技术学院
张键 十堰职业技术学院
陈少艾 武汉船舶职业技术学院
胡成龙 武汉软件工程职业学院
洪霞 武汉电力职业技术学院
贺剑 随州职业技术学院
郭和伟 湖北职业技术学院
郭家旺 仙桃职业技术学院
涂家海 襄樊职业技术学院
黄堂芳 鄂东职业技术学院
覃鸿 湖北三峡职业技术学院
游英杰 黄冈职业技术学院

编委会秘书 应文豹 武汉职业技术学院

凝聚集体智慧 研制优质教材

教材是教师教学的脚本，是学生学习的课本，是学校实现人才培养目标的载体。优秀教师研制优质教材，优质教材造就优秀教师，培育优秀学生。教材建设是学校教学最基本的建设，是提高教育教学质量最基础性的工作。

高职教育是中国特色的创举。我国创办高职教育时间不长，高职教材存在严重的“先天不足”，目前使用的教材多为中专延伸版、专科移植版、本科压缩版等，这在很大程度上制约着高职教育教学质量的提高。因此，根据高职教育培养“高素质技能型专门人才”的目标和教育教学实际需求，研制优质教材，势在必行。

2005年以来，湖北省高教学会高职高专教育管理专业委员会（简称“高职专委会”）高瞻远瞩，审时度势，深刻领会国家关于“大力发展职业教育”和“提高高等教育质量”之精神，准确把握高职教育发展之趋势，积极呼应全省高职院校发展之共同追求；大倡研究之风，大鼓合作之气；组织全省高职院校开展“教师队伍建设、专业建设、课程建设、教材建设”（简称“四个建设”）的合作研究与交流，旨在推进全省高职院校进一步全面贯彻党的教育方针，创新教育思想，以服务为宗旨，以就业为导向，工学结合、校企合作，走产学研结合发展道路；推进高职院校培育特色专业、打造精品课程、研制优质教材、培养高素质的教师队伍，提升学校整体办学实力与核心竞争力；促进全省高职院校走内涵发展的道路，全面提高教育教学质量。

湖北省教育厅将高职专委会“四个建设”系列课题列为“湖北省教育科学‘十一五’规划专项资助重点课题”。全省高职院校纷起响应，几千名骨干教师和一批生产、建设、服务、管理一线的专家，一起参加课题协同攻关。在科学研究过程中，坚持平等合作，相互交流；坚持研训结合，相互促进；坚持课题合作研究与教材合作研制有机结合，用新思想、新理念指导教材研制，塑造教材“新、特、活、实、精”的优良品质；坚持以学生为本，精心酿造学生成长的精神食粮。全省高职院校重学习研究、重合作创新蔚然成风。

这种以学会为平台，以学术研究为基础开展的“四个建设”，符合教育部关于提高教育教学质量的精神，符合高职院校发展的需求，符合高职教师发展的需求。

在湖北省教育厅和湖北省高教学会领导的大力支持下，在湖北省高教学

会秘书处的指导下，经过两年多艰苦不懈的努力和深入细致的工作，“四个建设”合作研究初见成效。高职专委会与长江出版传媒集团、武汉大学出版社、复旦大学出版社等知名出版单位携手，正陆续推出课题研究成果：“湖北高职‘十一五’规划教材”，这是全省高职集体智慧的结晶。

交流出水平，研究出智慧，合作出成果，锤炼出精品。凝聚集体智慧，共创湖北高职教育品牌——这是全省高职教育工作者的共同心声！

湖北省高教学会高职专委会主任

黄木生

2009年1月

前 言

《机械技术基础》是湖北省高职“十一五”规划教材，是湖北省教育科学“十一五”规划专项资助重点课题成果。

随着高等职业教育的发展，高职教育理论正逐步完善与发展，以工作任务及工作过程为导向的高职教育理念正在形成，并正在指导高职课程开发，为此，我们的教材也应该创新。

先前开发的高职教材虽然力求改革，但总体上还是本科版的压缩。高等职业技术教育强调行动体系的经验性、过程性、策略性知识，本科教育强调陈述性、理解性、论证性的知识。高等职业技术教育强调培养高技术高技能型人才，为此，与本课程相应的教材原名为《机械设计基础》，现改为《机械技术基础》。

《机械技术基础》是从事本大类职业必备的专业技能和专业知识，它涵盖机械类行业的机构与零件的综合技术，是高职机制、模具、机电等专业的专业基础课程，是大类机械制造业如：汽车、飞机、轮船、模具、NC 机床、工业机器人、矿山机械、石油机械、印刷机械等职业岗位群必不可少的先导职业技术基础课程，覆盖职业面广。课程主要内容为以上专业群中必需的常用机构和零件，其中常用机构包括平面连杆机构、齿轮机构、带类传动机构、凸轮机构、间歇机构等；常用零件包括轴系零件、螺纹连接、轴承、联轴器等。主要培养高职学生对机器设备中上述机构与零件的维护、调试、检测与维修等专业技术能力。这类人才要求有较强的理论应用与实际动手能力。

教材研制的原则，基于工作过程导向的课程教材的开发，通过工作任务的工作分析组织教学内容，更加符合高职特色。逐步打破本科压缩型内容的框框，进行再生与重构。这是对长期以来关于职业教育课程内容要“适度、够用”的具体尝试，也是对职业教育课程内容选择的新探索。

教材独具特色：以就业为导向，以职业工作过程中的应用的经验和策略的习得为主、以适度够用的概念和原理的理解为辅，即以“怎样做”、“怎样做更好”的知识为主；包含三块学习情境：常用机构技术应用、常用传动技术应用、常用零部件技术应用；大部分章节在提要里给予了职业工作导向。在学生动手方面，创新性加入工作任务导向题，“题目”是需要学生先具体操作的，体现行动体系的教学特色；注重应用，实用性好。着重基本知识的理论应用与实践，列举的工程实例多。本书收编了较多的与机械设计有关的图表、新标准，实用图例，以便查找应用。

湖北省高等教育学会副秘书长、湖北省教育科学研究所高教研究中心主任李友玉研究员，湖北省高等教育学会高职高专教育管理专业委员会教学组组长李家瑞教授、秘书长屠莲芳，负责本教材编写队伍的组建、管理和本教材研制标准、研制计划的制订与实施。

本教材由武汉职业技术学院周家泽副教授主编。参加编写的有：广西机电职业技术学

院李旭老师，随州职业技术学院夏章建老师，武汉职业技术学院吴爱群老师，襄樊职业技术学院陈明老师，仙桃职业学院冯邦军老师，武汉职业技术学院奚旗文老师。全书由武汉职业技术学院周家泽老师构思及统稿。

在本教材的编写过程中，参阅了大量的文献成果，在此一并致谢。

作为高职教育教材改革的尝试，本书难免存在不足之处，欢迎同行及广大读者提出改进意见。

湖北高职“十一五”规划教材

《机械技术基础》研制组

2009年1月

目 录

第一章 绪论	1
1.1 课程的内容与工作导向	1
1.2 机器及基本组成	1
1.3 标准图表及使用	3
1.4 课程学习方法	4
第二章 平面连杆机构	5
2.1 机构运动简图及应用	5
2.2 铰链四杆机构结构与应用.....	15
2.3 铰链四杆机构检测与调试.....	19
2.4 其他四杆机构结构类型及应用.....	25
第三章 凸轮机构	33
3.1 凸轮机构组成及结构类型.....	33
3.2 从动件的常用运动规律识别.....	35
3.3 凸轮轮廓的绘制技术	39
3.4 凸轮机构基本尺寸的检验.....	45
3.5 凸轮加工及装配.....	48
第四章 常用齿式机构	54
4.1 直齿圆柱齿轮机构.....	54
4.2 其他齿轮机构	73
4.3 棘轮机构	82
4.4 槽轮机构	84
第五章 机构调速技术	87
5.1 轮系变速的分类.....	87
5.2 轮系的传动比	88
* 5.3 特殊调速装置简介	95
5.4 机构调速技术的应用.....	99
第六章 带传动与链传动	104

6.1	带传动的类型及结构	104
6.2	带的工作情况分析	108
6.3	带传动设计及标准图表的应用	111
6.4	带传动的安装与维护	121
6.5	链传动简介	122
第七章	齿轮传动	128
7.1	齿轮的失效及技术防范措施	128
7.2	齿轮常用材料及热处理应用	130
7.3	齿轮传动精度的选择	133
7.4	直齿圆柱齿轮传动的强度技术	135
7.5	其他齿轮传动的强度技术	151
7.6	齿轮结构及其传动润滑	160
* 第八章	蜗杆传动	165
8.1	蜗杆传动特点及应用	165
8.2	蜗杆传动的几何参数识别	168
8.3	蜗杆涡轮及材料选择	172
8.4	蜗杆传动的强度技术	175
8.5	蜗杆传动的润滑与维护	177
第九章	常用标准连接件	185
9.1	螺纹连接及应用	185
9.2	键连接应用	197
9.3	联轴器与离合器应用	203
9.4	弹簧的选用	210
第十章	轴及其应用	215
10.1	轴的分类及材料选用	215
10.2	轴的结构及工艺性	218
10.3	轴的强度及其提高措施	222
10.4	轴系结构的应用——减速器	229
第十一章	轴承	234
11.1	滚动轴承的结构及材料选用	234
11.2	滚动轴承类型的应用选择	238
11.3	滚动轴承的代号识别	240
11.4	滚动轴承的尺寸选择	244
11.5	滚动轴承的组合结构及应用	254

11.6 滚动轴承结构的间隙调整与装拆	258
11.7 滑动轴承应用简介	263
11.8 轴承的润滑与密封	270

第一章 绪 论

1.1 课程的内容与工作导向

随着生产技术和对机器结构的研究不断深入,人们为了适应生活和生产上的需要,创造了各种各样的机器及工具,以减轻体力劳动和提高生产力。当今有关机械设计和结构制造的理论已逐渐系统化、计算机化、模块化,相应地形成机械原理、机械结构与零件等学习课程。

《机械技术基础》是一门通识性强的职业应用型学科,也称为《机械设计基础》,是机械类、近机类职业技术基础的学习课程,该课程的知识面涉及机械工程的各个行业,如汽车、模具、数控机床、工业机器人、矿山机械、建筑机械、石油机械、印刷机械及纺织机械等的通用机构与零件。高等职业课程教育的目的是研究这些通用机构与零件的加工、制造、检修调试、维护及运行,也为机械职业群的相关专业的学生学习专业课程提供必需的技术基础,使从事机械、工艺、现场管理的工程师及工程技术人员获得必要的技术基础知识。

课程的内容主要研究的是工程机械中通识性技术问题。一是常用机构的组成、运动和动力工作特性;二是常用传动技术,包括设计方法、选材、资料查找、标准图表使用等;三是常用零件的工作原理、结构特点、应用、主要参数选择与计算方法。学习内容:机械、机器、常用机构、构件、通用零件及部件的基础知识。

学习本课程为今后工作中常用机构(连杆机构、凸轮机构、齿式机构等)与常用零件(轴、螺纹件、轴承等)的制造、检修、调试、维护及运行等职业作准备。

1.2 机器及基本组成

机器的种类很多,人们在日常生活和生产实践中已经用过和看到过不少机器,如机器人、汽车、飞机、机床、洗衣机、缝纫机等。

为学好本课程,下列机械入门概念必备,即机械、机器、机构、构件、零件、部件。机械是机器与机构的总称。机器是执行机械运动的装置,它用来变换和转换能量与信息。

机器具有下列特征:

- ①它是多种实体的组合;
- ②各实体间具有确定的相对运动;
- ③能完成有效的机械功或转换能量与信息。

如机床、起重机、破碎机等能完成有效的机械功；内燃机、电动机、水轮机等能实现能量的转换；计算机、打印机能实现信息转换。

机器与其他装置的区别是：机器一定要做机械运动并通过机械运动来实现功、能量或信息的转换。

图 1-1 所示为单缸四冲程内燃机，结构由汽缸 1、活塞 2、进气阀 3、排气阀 4、连杆 5、曲轴 6、凸轮 7、顶杆 8、齿轮 9 和齿轮 10 等组成。其工作原理为：燃气推动活塞 2 在汽缸里做往复运动；活塞 2 带动连杆 5 运动；连杆 5 使曲轴 6 连续转动；曲轴上的齿轮 10 也一起同步转动；齿轮 10 带动齿轮 9 转动；与齿轮 9 使同轴的凸轮 7 转动从而推动顶杆 8 上下运动，完成启闭进气阀 3 和排气阀 4 的任务。为了保证凸轮 7、顶杆 8、齿轮 9 每转两周进气阀、排气阀各启闭一次，在曲轴和凸轮之间安装了齿轮，齿数比为 1:2。这样，当燃气推动活塞运动时，进、排气阀按规律启闭，把燃气的热能转变为曲轴的机械能。

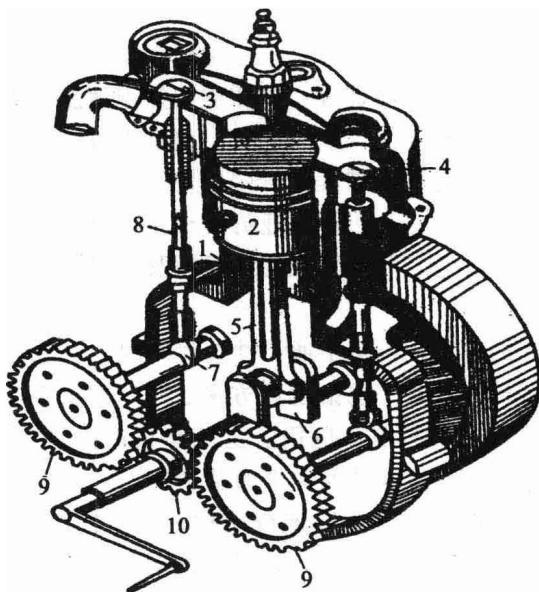


图 1-1 单缸四冲程内燃机

图 1-1 所示内燃机是机器，因为机器由多个实物组成，实物间有相对运动，还把燃气的热能转换为曲轴转动的机械能。

又如，电动机由转子和定子组成，当定子输入电流后，转子便做回转运动，使电能转换为机械能；电风扇是由电动机带动使叶轮回转散热的，它将电能转换为机械能；水轮机是将水的势能转换成机械能；打字机、绘图仪是信息转换机器设备。

通过上述例子可知，尽管机器类型很多，结构、性能和用途也各不相同，但是都具备上述的三个共同特征。

总之，一台完整的机器一般都是由动力、传动、执行、控制等部分组成的。

机构是什么？机构具有机器前两个特征，即：

- ①是多种实体的组合；
- ②各实体间具有确定的相对运动；

机器中的常用机构有带传动机构、连杆机构、凸轮机构、齿轮机构及间歇机构等。

为了将机器的动力变换成执行部分所需的运动，则要求传动的每个传动装置，都必须具有确定的相对运动，并能改变运动规律和传递动力，这些传动装置就是机构和构件。

如图 1-1 所示为单缸四冲程内燃机，由汽缸 1、活塞 2、连杆 5、曲轴 6 组成连杆机构，由凸轮 7、顶杆 8、齿轮 9 的轴组成凸轮机构，齿轮 9 和齿轮 10 组成齿轮机构。

可以说，机器所做的机械传动是由机器中的机构来完成的。机器是由一个或若干个机构组成的。

构件是机器中运动的单元体，它由数个零件刚性地连在一起，组成一个具有确定运动的整体。构件可以是一个零件，也可以是由几个零件固连组成的，组成一个构件的各个零件之间无相对运动。如图 1-1 中齿轮 9、凸轮 7 是用键与轴刚性地连在一起的，齿轮、凸轮、键、轴之间无相对运动，而组成一个运动的整体（单元体），可称为一个构件，这个构件由四个零件组成。

零件是机器中加工的单元体，是制造的个体。如齿轮、凸轮、键、轴分别为四个零件，但它们固连起来，在内燃机的机构中就只是一个运动的构件。零件在工程机械中分通用零件和专用零件，如螺钉、键、弹簧等是通用零件，轴、汽缸等是专用零件。

部件是为完成同一工作任务而协调工作的若干个零件的组合物。如轴承、联轴器、离合器等。

从上述分析中可以看出，机械、机器、机构、构件、零件、部件是学习《机械技术基础》课程的入门基本概念。机械是机器与机构的总称，机器由机构和部件组成，机构由构件和零件组成，构件由零件组成。构件是机器中运动的单元，零件是机器中加工的单元。无论是设计和制造机器，还是使用和改造现有的机器，都必须将机构和零件作为基础进行研究。

1.3 标准图表及使用

《机械技术基础》是培养学生综合实践应用能力的一门课程，其中有大量的国家标准及图表使用的通识性技术，专门针对具体、常用的机构与零件。如，常用机构有带传动机构、连杆机构、凸轮机构、齿轮机构及间歇机构等；常用零件在工程机械中分通用零件和专用零件，如螺钉、键、弹簧等是通用零件，轴、汽缸等是专用零件。其标准包括：机构运动简图符号识别、零件材料选用、公差查表、模数系列表、V 带截面尺寸、零件精度选择、轴承型号选用方法等。

所以，学会使用和查取标准技术资料是一项工作过程必备的技能。它包括常用机构的设计技术及标准的基本知识，通用零件的结构及标准；掌握通用零件标准的选用和查表方法。能对一般机构和零件常见的标准及图表进行识读，以便解决工作过程中常遇到的有关机械零、部件结构标准及图表方面的问题。

1.4 课程学习方法

《机械技术基础》课程是一门综合性很强的专业技术基础课。它涉及工程机械方面的内容很广，通识性强。它综合运用了先导课程工程力学、机械制图、机械工程材料、互换性与技术测量等知识，建立了机械设计中的一些基础理论和方法，使学生得到必备的技术与技能基本知识。

机器是由许多零件组成的有机整体，组成机器的各零件之间既相互联系又相互制约，学习时应从工作过程整体出发来理解，学会独立实现包含咨询、计划、决策、实施、检查和评价的工作过程，不要片面孤立地脱离实践学习。

机械设计中的计算与数据都是有条件要求的，学习时要着重了解各量的意义、取值范围、应用条件以及它们之间的相互关系。设计时往往有多种方案可供选择和判断，问题的答案不是唯一的，初学此课程者往往难以适应这一变化。因此，学习方法必须注意以下要点：结合所学知识进行观察与分析工作过程、生活过程所遇到的机构零件的使用情境，着重基本理论的理解和基本结果的应用，不强调论证性理论公式的推导，注重零部件的应用与选择，在学习过程中要注意密切联系实际，努力培养解决工作过程中出现的实际工程问题的能力，多参加实训、实验，假期到企业多实践，重视实际结构设计，观察实际零、部件的实物或图纸，进行形象思维、多向度思维的培养，提高和丰富实际经验方面的知识。

思 考 题

1. 本课程学习的内容是什么？对工作过程的实际指导有何意义？
2. 机器与机构的共同特征有哪些？它们的联系是什么？它们的区别又是什么？
3. 汽车千斤顶、复印机、家用缝纫机、自行车是机器还是机构？
4. 什么是构件？什么是零件？它们之间有什么关系？区别是什么？举例。
5. 什么是部件？什么是构件？举例。它们之间区别是什么？
6. 怎样学习本课程？学生应独立掌握哪些工作过程？
7. 本课程标准及图表包括哪些？怎样使用？

第二章 平面连杆机构

【提要】 机构分为平面机构和空间机构两类。所有运动构件均在同一平面或相互平行的平面内运动的机构称为平面机构，否则称为空间机构。工程中常用的机构大多属于平面机构，平面机构知识是现代机器人及机械手的必备知识。

本章主要介绍平面机构运动简图的画法、平面机构具有确定运动的条件，以及平面机构的基本类型——四杆机构的类型、应用、工作特性等。

【工作导向】 学习本章为平面机构结构的加工、装配与改装、检测、调试修配等工作作准备。

2.1 机构运动简图及应用

2.1.1 运动副

1. 运动副的概念

构件组成机构时，每个构件都以一定的方式与其他构件相连接。这种连接不是刚性的，而是能产生一定相对运动的连接。两构件直接接触并能产生一定相对运动的连接称为运动副。在平面机构中，由于组成运动副的两构件的运动均为平面运动，故该运动副称为平面运动副。

2. 运动副的分类

根据两构件接触形式的不同，将平面运动副分为低副和高副两大类。

(1) 低副

两构件通过面接触所构成的运动副称为低副。图 2-1 中(a)、(b)、(c)均为低副。

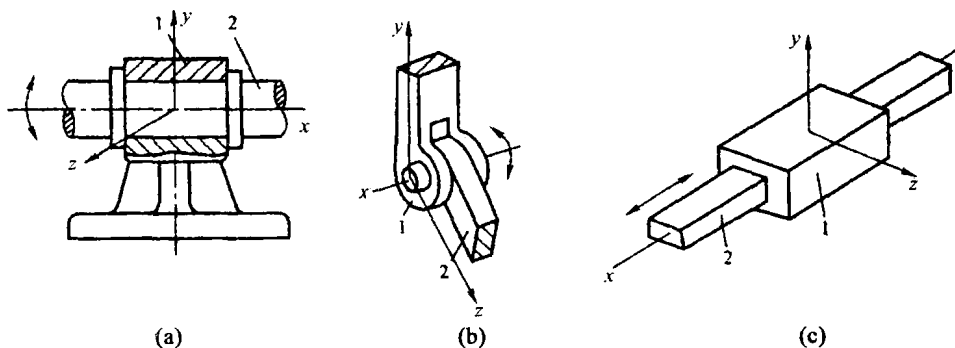


图 2-1 低副

平面低副按其相对运动形式的不同分为转动副和移动副。

①转动副:两构件间只能产生相对转动的运动副称为转动副,或称铰链。若有一个构件固定,称为固定铰链(图 2-1(a));若两个构件均可活动,称为活动铰链(图 2-1(b))。

②移动副:两构件间只能产生相对移动的运动副称为移动副。如图 2-1(c)所示。

(2) 高副

两构件通过点或线接触所构成的运动副称为高副。如图 2-2 所示,凸轮与从动件、轮齿与轮齿在接触处 A 分别组成高副(凸轮副、齿轮副)。

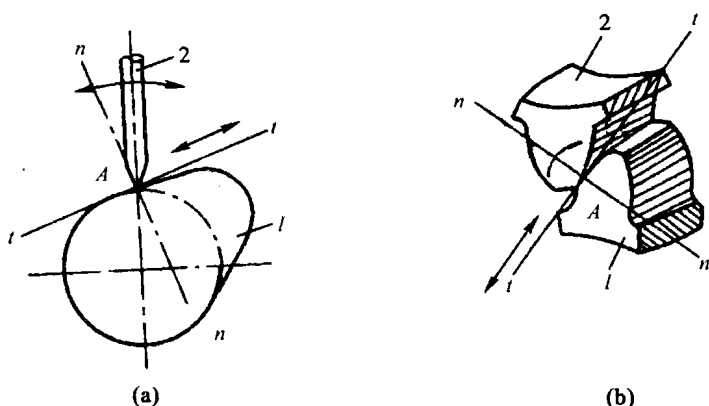


图 2-2 高副

2.1.2 平面机构运动简图

1. 机构运动简图及其作用

为了便于研究机构的运动,常常略去机构中那些与运动无关的构件外形和运动副的具体结构,而用一些与运动有关的简单线条和符号表示机构中的构件和运动副,并按一定的比例定出各运动副的相对位置。这种表示机构各构件间相对运动关系的简单图形,称为机构运动简图。

机构运动简图与它所表示的实际机构具有完全相同的运动特性。从机构运动简图中可以了解机构中构件的类型和数目、运动副的类型和数目、运动副的相对位置。利用机构运动简图可以表达一部复杂机器的传动原理,可以进行机构的运动和动力分析。

2. 平面机构的组成

机构中的构件可分为机架、主动件、从动件三类。机构中相对固定的构件称为机架,它的作用是支承运动构件;给定运动规律的构件称为主动件,一般主动件与机架相连;机构中除主动件以外的全部活动件都称为从动件。

3. 机构运动简图的符号

(1) 构件的表示方法

对于轴、杆等构件,常用线段表示,如图 2-3(a)所示;若构件固连在一起,则涂以焊缝记号,如图 2-3(b)所示;机架的表示法如图 2-3(c)所示,图中画有斜线的构件代表机架。