



教育部高职高专规划教材

张 萍 主编
柳文灿 主审

机械设计基础

2



化学工业出版社
教材出版中心

教育部高职高专规划教材

机械设计基础

张 萍 主编

柳文灿 主审

化学工业出版社

教材出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

机械设计基础/张萍主编. —北京: 化学工业出版社,
2004.4

教育部高职高专规划教材
ISBN 7-5025-5486-6

I. 机… II. 张… III. 机械设计-高等学校: 技术
学院-教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 034208 号

教育部高职高专规划教材

机械设计基础

张 萍 主编

柳文灿 主审

责任编辑: 高 钰

文字编辑: 余德华

责任校对: 洪雅姝

封面设计: 郑小红

*

化学工业出版社 出版发行
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京永鑫印刷有限责任公司印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 15¼ 字数 371 千字

2004 年 6 月第 1 版 2005 年 9 月北京第 3 次印刷

ISBN 7-5025-5486-6/G·1428

定 价: 24.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

出版说明

高职高专教材建设工作是整个高职高专教学工作的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、有关学校和出版社的共同努力下,各地先后出版了一些高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育专门课课程基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。这500种教材中,专门课(专业基础课、专业理论与专业能力课)教材将占很高的比例。专门课教材建设在很大程度上影响着高职高专教学质量。专门课教材是按照《培养规格》的要求,在对有关专业的人才培养模式和教学内容体系改革进行充分调查研究和论证的基础上,充分吸取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的。这套教材充分体现了高等职业教育的应用特色和能力本位,调整了新世纪人才必须具备的文化基础和技术基础,突出了人才的创新素质和创新能力的培养。在有关课程开发委员会组织下,专门课教材建设得到了举办高职高专教育的广大院校的积极支持。我们计划先用2~3年的时间,在继承原有高职高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验,解决新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专规划教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

本套教材适用于各级各类举办高职高专教育的院校使用。希望各用书学校积极选用这批经过系统论证、严格审查、正式出版的规划教材,并组织本校教师以对事业的责任感对教材教学开展研究工作,不断推动规划教材建设工作的发展与提高。

教育部高等教育司

2001年4月3日

前 言

为适应高职高专以社会需求为目标、以就业为导向,培养更多的技术应用型人才,根据《高职高专教育机械设计基础课程教学基本要求》,由全国高职高专冶金机械课程组统一规划,结合多所院校一线教师多年来的教学经验,特编制该教材,以填补高职高专冶金机械等工科专业教材之空白。本教材参考学时为100~120学时。

本教材的特点如下。

1. 去繁就简。克服了过去中专、高职教材机械地沿用大学本科教材,理论深度大,系统性强,不适应现在高职高专学生学习的缺点。本教材增加实践教学课时数,便于培养学生理论联系实际的工作能力和技术应用能力。

2. 适应面广。适应于高职高专多层次教学,知识面广,深度适宜,章节后附有小结、思考与习题、实验指导,便于学生循序渐进地学习。

3. 内容简洁、实用。删除了繁杂的理论推导,添加了生产、生活中的实例,可引起学生学习兴趣,激发他们对工程技术领域探究的热情,很好地完成基础课向专业课的过渡;注重实用性,与高职高专培养实用型人才的目标相吻合。

4. 本教材的编写人员均来自教学一线,了解学生心理,从结构顺序的安排到教学语言的陈述均考虑得比较合理,便于教师讲授和学生学习。

5. 本教材采用的工程符号、名词术语、单位等均为国家最新标准或国际标准,力求使用成熟的、简便易行的设计方法与设计资料。

参加本书编写的有:张萍(第四、六、十一、十三章),王俊伟(第五、十、十四章),银金光(第七、九章),李子毕(第二、八章),高兴勇(第一、三章),程志彦(第十二章)。刘金萍、李维宁参与了图稿的编审工作。全书由张萍任主编,王俊伟、银金光任副主编,柳文灿任主审。

因编者水平有限,错漏之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者

2004年2月

内 容 提 要

本书是根据国家教育部制定的《高职高专机械设计课程基本要求》，结合全国高职高专教育发展情况与教材改革而编写的。

全书共包括十四章：绪论、平面机构运动简图和自由度、平面连杆机构、凸轮机构、其他常用机构、齿轮传动、带传动、链传动、轮系、联接、轴、轴承、其他常用零部件、回转构件的平衡。各章设有小结、思考与习题，便于学生更好地掌握所学内容，并附有必要的资料和数据可供查阅。本书还增设了五个实验，使学生能理论联系实际，培养学生的实践动手能力。书中带*的章节为选学内容。

本书主要作为高职高专院校机械类、近机械类专业“机械设计基础”课程的教材，适于100~120学时使用；也可作为有关专业师生与工程技术人员参考用书。

目 录

第一章 绪论	1
第一节 机械设计发展概述	1
第二节 本课程研究的对象与基本概念	1
第三节 机械设计的基本要求与设计准则	3
第四节 机械零件的选用与工艺性	4
第五节 现代机械设计方法	4
小结	5
思考与习题	5
第二章 平面机构运动简图和自由度	6
第一节 运动副	6
第二节 平面机构的运动简图	7
第三节 平面机构的自由度	10
小结	14
思考与习题	14
第三章 平面连杆机构	16
第一节 四杆机构的类型	16
第二节 四杆机构的工作特性	21
第三节 四杆机构的设计	25
小结	29
思考与习题	29
实验一 平面连杆机构运动简图测绘	30
第四章 凸轮机构	31
第一节 凸轮机构的特点和分类	31
第二节 从动件常用的运动规律	32
第三节 凸轮轮廓曲线绘制	35
第四节 凸轮机构设计中的几个问题	38
小结	41
思考与习题	42
第五章 其他常用机构	43
第一节 棘轮机构	43
第二节 槽轮机构	47
第三节 其他机构	49
小结	49
思考与习题	50
第六章 齿轮传动	51

第一节	齿轮传动的特点和分类	51
第二节	渐开线齿轮的齿廓与啮合特性	52
第三节	渐开线齿轮的主要参数和几何尺寸	53
第四节	渐开线齿轮的啮合传动	56
第五节	渐开线齿轮的加工	58
第六节	变位齿轮	61
第七节	齿轮的失效形式与材料选择	66
第八节	齿轮的结构与精度	68
第九节	直齿圆柱齿轮传动的强度计算	72
第十节	斜齿圆柱齿轮传动	77
第十一节	斜齿圆柱齿轮传动的强度计算	80
第十二节	直齿圆锥齿轮传动	84
第十三节	直齿圆锥齿轮传动的强度计算	87
第十四节	蜗杆传动	90
小结		96
思考与习题		97
实验二	渐开线齿廓范成实验	98
实验三	渐开线直齿圆柱齿轮参数测定	100
第七章	带传动	102
第一节	带传动的工作原理和结构	102
第二节	带传动工作能力分析	106
第三节	带传动设计计算	111
第四节	V带传动的张紧、安装和维护	116
小结		117
思考与习题		118
第八章	链传动	120
第一节	链传动的应用和结构	120
第二节	链传动的工作特性	123
第三节	链传动的选择与计算	125
第四节	链传动的安装和润滑	130
小结		131
思考与习题		131
第九章	轮系	132
第一节	轮系的用途和分类	132
第二节	定轴轮系的传动比	133
第三节	行星轮系的传动比	135
第四节	组合轮系的传动比	137
第五节	其他行星轮系传动简介	139
小结		140
思考与习题		140

第十章 联接	143
第一节 螺纹联接	143
第二节 螺栓联接的强度计算	149
第三节 螺纹联接结构设计要点	154
第四节 键联接	155
第五节 花键与销联接	160
小结	161
思考与习题	162
第十一章 轴	163
第一节 轴的分类与设计要点	163
第二节 轴的材料	165
第三节 最小轴径的估算	166
第四节 轴的结构设计	167
第五节 轴的校核计算	171
第六节 轴的工作图	173
小结	178
思考与习题	178
实验四 轴系结构观察	179
第十二章 轴承	180
第一节 滑动轴承的结构类型与润滑	180
第二节 滑动轴承的设计计算	187
第三节 液体摩擦轴承简介*	188
第四节 滚动轴承的类型及其选择	190
第五节 滚动轴承的计算	195
第六节 滚动轴承的组合设计	203
小结	214
思考与习题	214
第十三章 其他常用零部件	216
第一节 联轴器	216
第二节 离合器	219
第三节 弹簧	222
小结	224
思考与习题	225
实验五 减速器拆装	225
第十四章 回转构件的平衡	226
第一节 平衡的目的和平衡类型	226
第二节 静平衡	227
第三节 动平衡	229
小结	230
思考与习题	230
参考文献	232

第一章 绪 论

第一节 机械设计发展概述

现代社会机械广泛应用于生产、生活各个领域,已成为衡量一个国家技术水平和现代化程度的重要标志。随着机械设计基础理论的发展及新概念、新方法和新工艺的不断出现,机械设计也得到了迅猛发展。主要体现在以下几个方面。

(1) 机械体积从米级向微米级设计 有利于宇宙空间的机械,有利于深海作业的机械,又有用于人体血管内爬行的机械等。显然,它们中有的庞然大物,有的是微型机械,这就要求设计不同尺寸的零件。

(2) 从单个零件到整机系统的设计 现代机械日益向高速、重载、高精度、高效率 and 低噪声等方向发展,必然要求从传统的偏重于零件、部件的静态单个的设计向多种零件的综合或以整机为对象的动态系统多个零件扩展的设计。

(3) 设计用工具的改变 改变图板等绘图工具,应用计算机软件技术直接在计算机上进行最优化的机械设计。

(4) 设计-加工的一体化 机电一体化的应用改变了传统机械设计与机械加工的分离,使零件的设计与加工几乎同时进行。例如数控机床的应用,改变了传统的设计与加工方法,它实现了机械与电子、强电与弱电、软件与硬件、控制与信息多种技术的有机结合,按照计算机的指令来控制机床进行机械加工。目前,应用较多的是CAD (Computer Aided Design, 计算机辅助设计)、CAM (Computer Aided Manufacture, 计算机辅助制造)。

(5) 对机械的人性化和等寿命设计 在市场竞争日趋激烈的市场环境中,不仅要求设计的机械产品质量好,使用期限内安全可靠度高,而且在视觉上给人以舒适、实用,富有时代气息和外观具有吸引力。同时采用等寿命设计使产品质优价廉,以此来提高产品的市场竞争力。

在机械设计领域,每年都有大量内容新颖的文献资料涌现,但是作为一门专业基础课,根据教学的要求,本课程将只讲述在通常条件下具有一般参数的常用机构和通用零件以及由它们组成的传动系统的最基本的原理和设计方法,这些内容是进行机械设计所必需的基础知识。

第二节 本课程研究的对象与基本概念

一、本课程研究的对象

本课程研究的对象是机械。在现代生产活动和日常生活中,常见到的拖拉机、起重机、汽车、各种机床和洗衣机、自行车等都是机器。各种类型的机器很多,用途不一,但它们都有一些共同的特征。

图 1-1 所示是人们熟悉的自行车简图,当人蹬链轮 1 逆时针转动带动链条 2 传动,飞轮

内的棘轮棘爪机构驱动后轮 4 转动，使自行车向前运动。

图 1-2 所示为一台常用冲床的机构简图。电动机启动后，通过传动皮带 2 带动曲轴 3 转动，曲轴 3 又通过滑块 4 带动冲头 5 做上下往复运动，靠上下模具的配合，冲头冲出所需要的零件。

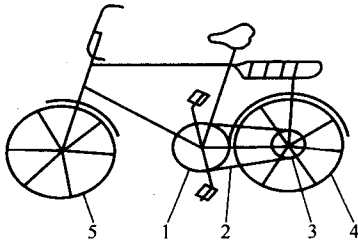


图 1-1 自行车简图

1—链轮；2—链条；3—飞轮；4—后轮；5—前轮

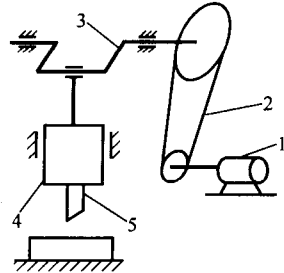


图 1-2 冲床简图

1—电动机；2—皮带；3—曲轴；4—滑块；5—冲头

图 1-3 所示为轧钢车间的轧钢机简图，电动机 1 的转动通过联轴器 2 传递给减速箱 3，经减速箱变速后由万向联轴器 4 传递给轧辊，实现轧辊轧制钢材的运动。

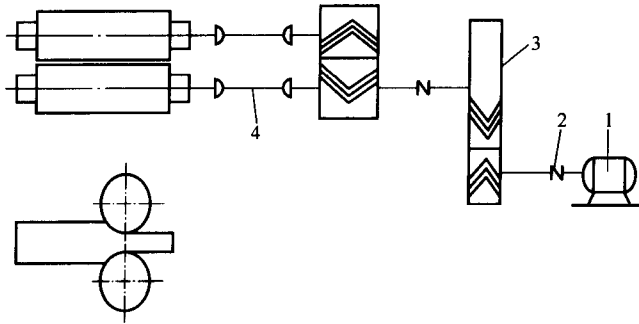


图 1-3 轧钢机传动系统简图

1—电动机；2—联轴器；3—减速箱；4—万向联轴器

从以上三个例子可见，机器具有下列特征：都是人为的实体组合；各实体间具有确定的相对运动；可实现能量和信息的转化，完成有用的机械功。一台机器不管其内部结构如何，一般都由四个部分组成：动力系统、传动系统、执行系统和操纵、控制系统。

机构也是人为的实体组合，其实体间具有确定的相对运动，但它不具备第三个特征，即不能够转化能量或减轻人类的劳动。常见的机构有连杆机构、凸轮机构、齿轮机构、间歇运动机构等，它们只能完成运动和动力的传递。图 1-4 所示为单缸内燃机，构件 1~4 组成连杆机构；构件 5、6 组成凸轮机构；构件 7、8 组成齿轮机构。连杆机构将活塞的往复运动转化为曲轴的回转运动，齿轮机构和凸轮机构的协调动作使内燃机按工作要求有规律地完成进、排气任务。机器大多包含若干个机构，最简单的机器只包含一个机构，如电动机等。

二、基本概念

要研究机械，首先要了解几个基本概念。

(1) 零件 机械制造的最小单元。如齿轮、螺钉、弹簧等。机械中的零件分为两类：通用零件和专用零件。通用零件是指在各类机器中经常用到的零件，如螺栓、轴、齿轮；专用

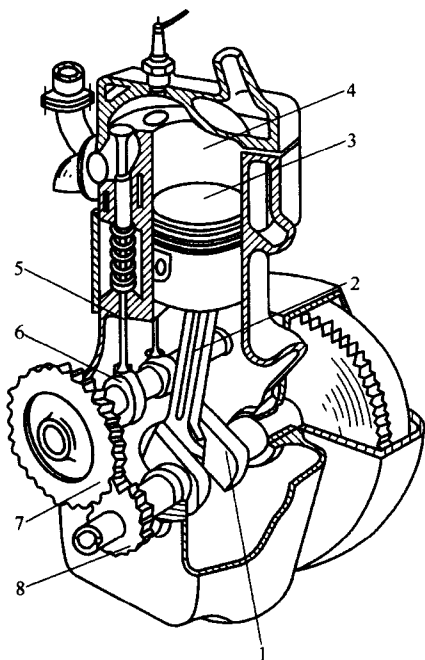


图 1-4 单缸内燃机

1—曲轴；2—连杆；3—活塞；4—缸体；
5—阀杆；6—凸轮；7，8—齿轮

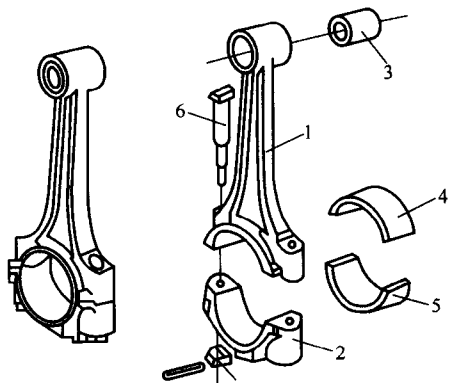


图 1-5 连杆简图

1—连杆体；2—连杆盖；3~5—轴瓦；6—螺栓

(3) 部件 装配的最小单元，如减速器、离合器、滚动轴承。

(4) 机械 若撇开机器在做功和转换能量方面所起的作用，仅从结构和运动的观点来看，则机器与机构之间并无区别，因此，“机械”是机器和机构的总称。

第三节 机械设计的基本要求与设计准则

一、机械设计的基本要求

机械的种类很多，用途、结构、性能差别很大，但设计的基本要求大致相同。其基本要求如下。

(1) 使用要求 即满足使用功能和使用环境的要求。如运动的形式、速度、精度、工作震动的稳定性和所传递的功率以及在设计期限内的寿命等。

(2) 制造工艺和经济性要求 在满足使用要求的前提下，还要使其结构简单、便于加工和维护，即零件的加工工艺性和机械的装配工艺性好。降低设计和制造成本，使产品质优价廉，具有市场竞争力。

(3) 通用性要求 即满足标准化、通用化、系列化的要求。我国现行的标准分为国家标准 (GB)、专业标准和行业标准。现在我国已经加入 WTO，新产品和出口产品应首先采用国际标准，国家标准也将和国际标准接轨。

(4) 可靠性要求 可靠性要求指在规定的使用时间 (寿命) 内和预定的环境条件下，机械能够正常工作的一定概率。机械的可靠性是机械的一种重要属性。

(5) 其他特殊要求 对不同的用户，设计的机械产品还应满足一些特殊的要求。例如：

对机床有长期保持精度的要求；对流动使用的机器（如钻探机械）有便于安装和拆卸的要求；对大型机器有便于运输的要求等；还有的要满足装潢美学要求，即造型美观大方、简洁流畅等。

二、机械的设计准则

机械设计除基本要求以外，它还需要有设计的准则。在此，需要理解“失效”的概念。机械零件丧失工作能力或达不到工作能力时称为失效。失效并不单纯意味着破坏。常见的失效形式有：强度不足而断裂，刚度不够而产生过大的弹性和塑性变形，磨损、打滑或过热使运动精度达不到要求，震动稳定性及可靠性差等。机械设计的准则，就是根据零件的失效形式做出原因分析，并根据失效的原因进行强度或刚度设计计算，以保证机械或零件在使用期限内不失效。

第四节 机械零件的选用与工艺性

一、机械零件的选用

(1) 根据使用要求来选用 使用要求一般包括：零件的工作和受载情况；对零件尺寸和质量的限制；零件的重要程度等。

(2) 根据制造零件的工艺性来选用 由于制造零件的工艺不同，同一材料制造的零件所能受载的工作环境也不同，即材料的力学性能不同。因此，材料的制造工艺对零件的选用很重要。

(3) 按经济要求选用 经济性首先表现为零件的相对价格。相同的材料加工同种规格的零件，其加工工艺不同，零件就得到不同的加工性能，因此，相对价格也就不同。影响经济性的因素还有材料的利用率等。

二、机械零件的工艺性

在一定的生产条件下，花费加工时间和加工费用最少的零件，就认为具有良好的工艺性。但是不能把零件的工艺性和整个机器的工艺性分割开来。单个零件要具有良好的工艺性，而且要使整个机器便于安装和维修。工艺性的基本要求如下。

(1) 与生产条件、批量大小及获得毛坯的方法相适应 单件或小批量生产的零件，应充分利用现有的生产条件。以齿轮为例，当直径较大（ $>600\text{mm}$ ）时，用一般的锻压设备难于锻造，采用焊接件较为合理；若批量较大，则可采用铸件。

(2) 造型简单化 形状愈复杂，制造愈困难，产品成本亦愈高。在可能范围内，应采用最简单的表面（如平面、圆柱面、共扼曲面等）及其组合来构成。同时应力求减少被加工表面的数量和减小加工面积。

(3) 加工的可能性、方便性、精确性和经济性 画出来的零件不一定能够制造，即使能加工，也不一定满足加工方便和精度要求，不满足精度要求即为废品。而 CAD/CAM 能满足编程则就可加工。

第五节 现代机械设计方法

现代机械设计方法是伴随着现代科学技术的发展、社会的进步、生产力的高速增长而产生的。设计吸收了当代各种先进的科学方法，逐渐形成了研究现代设计规律、方法、程式等

一门多元性的新兴交叉科学体系——现代设计方法。现代设计方法具有程式性、创造性、探究性、优化性、综合性、CAD 等特点。现代设计方法实质上是科学方法论在工程设计中的应用。它的形成使设计领域产生了突破性的变革，面貌一新。

传统的设计方法是静态的、经验的、手工的，是被动地重复分析产品的性能；而现代设计方法是动态的、科学的、计算机化的，是能主动地创造性设计产品参数，其目的就是使设计过程自动化、合理化，从而设计出更多高质量、低成本的工程技术产品，以满足社会的需求。

现代机械设计方法是一门广义的综合性学科，所用方法较多。下面就机械设计中目前常用的方法加以简要介绍。

(1) 设计方法学 属系统论方法，是研究产品设计的程序、规律及设计中的思维和工作方法的一门新型综合性学科。

(2) 最优化设计 属优化论方法，是根据最优化原理，采用最优化数学方法，以人机配合方式或自动搜索方式，在计算机上应用计算程序进行半自动或自动设计，选出工程设计中最佳设计方案的一种现代设计方法。

(3) 相似性设计 属对应论方法，是相似理论在产品系列化设计中的应用。是在具有相同功能、相同结构方案、相同或相似加工工艺的产品中，选定某一中档的产品为基型，通过最佳方案的设计，确定其材料、参数和尺寸，再按相似理论设计出不同参数和尺寸的其他产品，从而构成不同规格的系列化产品。

(4) 计算机辅助设计 属智能论方法，简称 CAD，它是利用计算机辅助设计人员进行产品设计，以实现最佳设计效果的一门涉及图形处理、数据分析等的多学科高度集合的新技术。

(5) 可靠性设计 属功能论方法，其设计的正确性在很大程度上决定了零部件或系统等产品在正常使用条件下的工作是否长期可靠，性能是否长期稳定的特性，即可靠性。

(6) 有限单元法 属离散论方法，是将连续体简化为有限个单元组成的离散化模型，再对这一模型进行数值求解的一种实用有效的方法。

小 结

本章主要内容如下。

1. 基本概念：机器、机构、机械；零件、构件、部件。
2. 现代机械发展情况。
3. 机械设计的基本要求和设计总则。
4. 现代机械设计方法。

思考与习题

- 1-1 何为机器？它具有哪些特征？它与机构有什么区别？
- 1-2 构件与零件有什么区别和联系？通用零件与专用零件有什么区别？请举例说明。
- 1-3 列举生活中所见到的事例来说明机构的应用。
- 1-4 什么叫失效？机械设计的准则是什么？
- 1-5 机械设计中应满足哪些基本要求？
- 1-6 体会现代机械设计方法。

第二章 平面机构运动简图和自由度

第一节 运 动 副

机器和机构由许多构件组合而成，这些构件彼此不是孤立的，构件间以一定方式与其他构件相互联接。这种使两构件直接接触并能产生相对运动的活动联接，称为运动副。

两构件组成的运动副，是通过点、线或面接触来实现的。按照接触方式的不同，通常把运动副分为低副和高副两类。

一、低副

两构件通过面接触组成的运动副称为低副。根据它们的相对运动是转动或是移动，又可分为转动副和移动副。

1. 转动副

若组成运动副的两个构件只能在一个平面内作相对转动，这种运动副称为转动副或铰链。图 2-1(a) 中轴 1 与轴承 2 组成转动副，它有一个构件是固定的，称为固定铰链。图 2-1(b) 中构件 3 与构件 4 也组成转动副，它的两个构件都未固定，故称为活动铰链。

2. 移动副

若组成运动副的两个构件只沿某一轴线作相对移动，这种运动副称为移动副。图 2-2 中滑块 1 与导轨 2 以平面接触而形成移动副。导轨 2 限制了滑块 1 沿垂直方向的移动和相对于导轨 2 的转动，只允许滑块沿水平方向做相对移动。

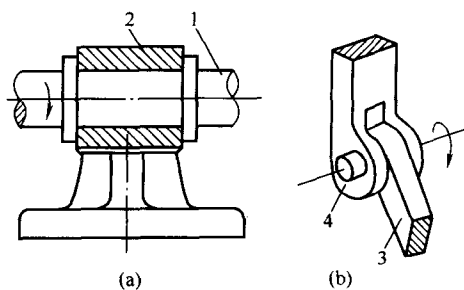


图 2-1 转动副

1—轴；2—轴承；3，4—构件

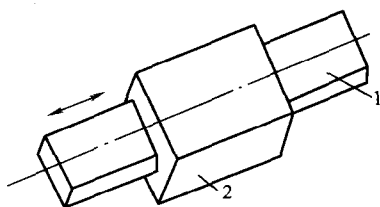


图 2-2 移动副

1—滑块；2—导轨

二、高副

两构件通过点或线接触组成的运动副称为高副。图 2-3(a) 所示为凸轮副，凸轮 1 与从动件 2 为点接触。图 2-3(b) 中的轮齿 3 与轮齿 4 为线接触。它们的相对运动是绕 A 点转动和沿切线 $t-t$ 方向的移动，限制了沿 A 点公法线 $n-n$ 方向的移动。

以上所述低副和高副均为平面运动副，即两构件在同一平面内相对运动。机器中有些构件是在空间作相对运动，这类运动副称为空间运动副，常用的有螺旋副和球面铰链。

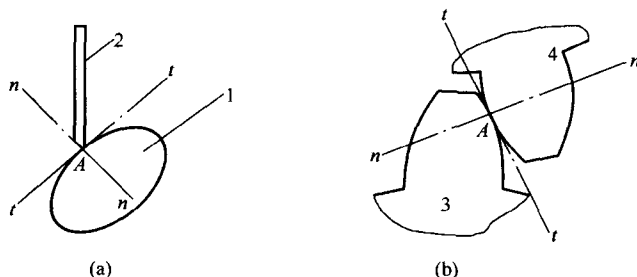


图 2-3 高副

1—凸轮；2—顶杆；3，4—轮齿

第二节 平面机构的运动简图

一、机构运动简图的概念

研究机械的运动（例如了解机器上各点的位移、轨迹、速度和加速度）时，如果使用实际结构图，不仅绘制繁琐，而且由于图形复杂，分析不便。为了使问题简化，有必要撇开那些与运动无关的因素（如构件的形状、组成构件的零件数目、运动副的具体构造等），仅用简单线条和符号表示构件和运动副，并按一定比例画出各运动副的位置，这种说明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。

1. 构件的表示方法

由机构运动简图的概念可知，用简单的线条可以表示机构中构件各运动副的相对运动及其相对位置，例如：图 2-4 所示不同形式的连杆〔图 (a)、(b)〕和曲轴〔图 (c)〕各具有两个转动副，虽然它们的外形和截面尺寸与形状各不相同，但都可以用图 2-4(d) 所示的简单线条和符号表示。

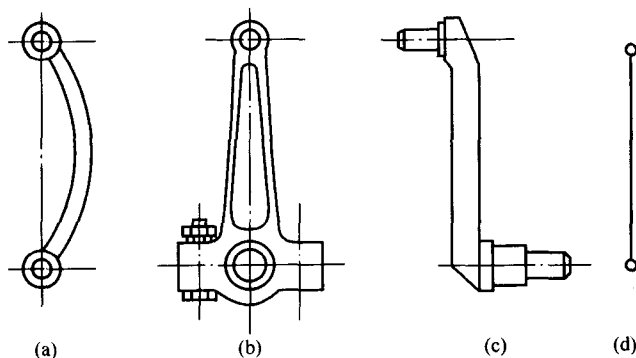


图 2-4 构件转动副的表示方法

机构运动简图常用的符号见表 2-1。

2. 构件的分类

一般机构中的构件可分为以下三类。

(1) 固定件（机架） 用来支承活动构件，在机构中相对固定不动的构件，通常作为参考坐标系。

表 2-1 机构运动简图常用符号 (部分摘自 GB 4460—85)

名 称	符 号	名 称	符 号
固定构件		外啮合圆柱齿轮机构	
两副元素构件		内啮合圆柱齿轮机构	
三副元素构件		齿轮齿条机构	
转动副		圆锥齿轮机构	
移动副		蜗杆蜗轮机构	
平面高副		带传动	
凸轮机构		链传动	
棘轮机构			

(2) 原动件 即运动规律已知的活动构件, 它的运动规律由外界给定, 一般与机架相连。在机构运动简图中, 原动件用箭头标注。

(3) 从动件 机构中随原动件运动而运动的其余构件称为从动件。

任何机构中, 必有一个构件作为机架, 另有一个或几个原动件, 其余的都是从动件。例如: 汽车发动机中气缸体虽然随着汽车运动, 但在研究发动机的运动时, 仍把气缸体当作机架, 活塞为主动件, 其余构件均为从动件。

二、机构运动简图的绘制方法

绘制机构运动简图时, 应首先仔细观察机构的运动情况, 分析机构的结构特点, 具体步骤如下。