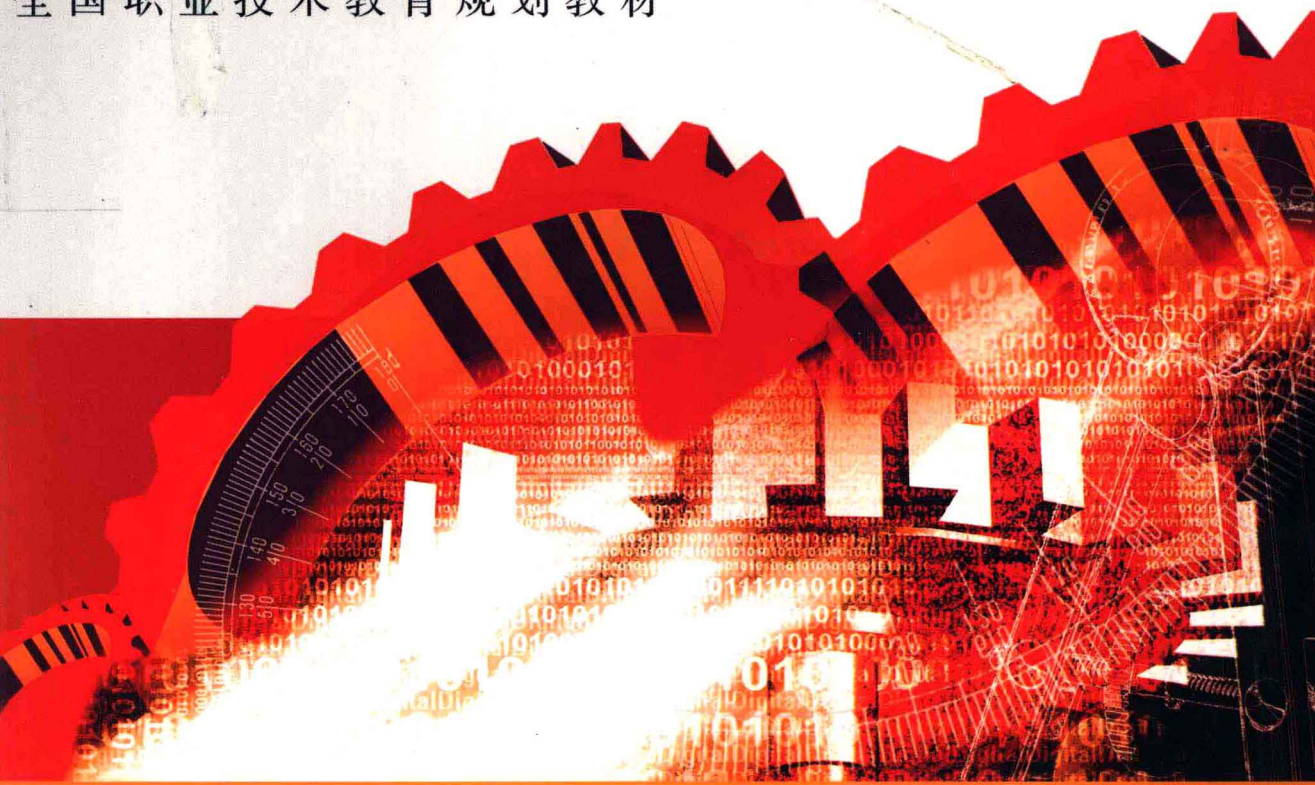


国家教育部电教办岗位考试指定用书
全国职业技术教育规划教材



机械制造基础

主 编：谢 超

副主编：洪 伟 普 涛 朱英华

主 审：邵 刚

上海交通大学出版社

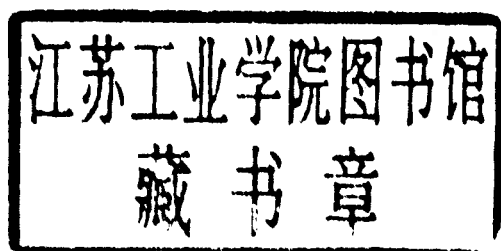
国家教育部电教办岗位考试指定用书
全国职业技术教育规划教材

机械制造基础

主 编 谢 超

副主编 洪 伟 普 涛 朱英华

主 审 邵 刚



上海交通大学出版社

内容简介

本书将机械制图、材料与金属工艺学、机械原理、机械设计、机械加工基础等各门课程的知识点综合在一起,为没有机械基础的学生了解该专业提供捷径。

本书共分9章,全面系统地介绍了机器的组成和机械设计方法、机械图样的读图方法、机械零件的常用材料、标准件和常用件、常用机构以及常用的机械传动、机械加工方法与设备等内容。

本书可满足60~80学时的教学要求,在教学时各专业可根据教学需求,对相关章节内容进行取舍。本书适用于各大专院校机械、机电、数控等机类或近机类专业的学生使用。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造基础/谢超主编. —上海:上海交通大学出版社,2008

国家教育部电教办岗位考试指定用书

ISBN 978-7-313-05140-0

I. 机… II. 谢… III. 机械制造-技术培训-教材 IV. TH

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第018615号

机械制造基础

谢超 主编

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路877号 邮政编码200030)

电话:64071208 出版人:韩建民

安徽新华印刷股份有限公司印刷 全国新华书店经销

开本:787 mm × 1092 mm 1/16 印张:17.25 字数:390千字

2008年2月第1版 2008年2月第1次印刷

印数:1~6050

ISBN 978-7-313-05140-0/TH·123 定价:25.00元

版权所有 侵权必究

编者的话

机械制造基础是高职高专院校中机械类和近机类专业的一门重要的技术基础课。本教材根据人才培养目标的要求,从工程实际出发,重点介绍工程应用中的基础知识、分析问题的思路和解决问题的方法,并通过一定量的例题细致讲解,力求达到使学习者能较快地掌握该课程的主要知识点并能灵活运用的目的。

在编写过程中,作者始终贯彻“够用为度”的方针来掌握相关内容,坚持以能力为本位,重视实践能力的培养,突出职业技术教育特色。并根据机械类专业毕业生所从事职业的实际需要,合理确定学生应具备的能力结构与知识结构,确定教材内容的深度、难度。在教材编写模式方面,尽可能使用图片或表格将各个知识点生动地展示出来,力求给学生营造一个更加直观的认知环境。

全书共分9章,各章内容如下:

第1章介绍机器的组成和机械设计简介。

第2章介绍机械制图基本知识。

第3章介绍机械零件常用材料及钢的热处理。

第4章介绍标准件和常用件。

第5章介绍常用机构。

第6章介绍机械传动。

第7章介绍轴系零部件。

第8章介绍液压传动。

第9章介绍金属切削加工基础。

参与本书编写的有:合肥通用职业技术学院谢超(第1章、第4章、第5章)、合肥通用职业技术学院洪伟(第6章和第7章)、厦门职业技能学院普涛(第3章和第9章)、厦门职业技能学院朱英华(第2章和第8章)。全书由合肥通用职业技术学院邵刚副教授主审,谢超任主编,洪伟、普涛、朱英华任副主编。

在编写过程中,编者参考了国内大量素材、手册,在此对有关出版社和作者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中缺点和错误在所难免,殷切希望广大读者批评指正。

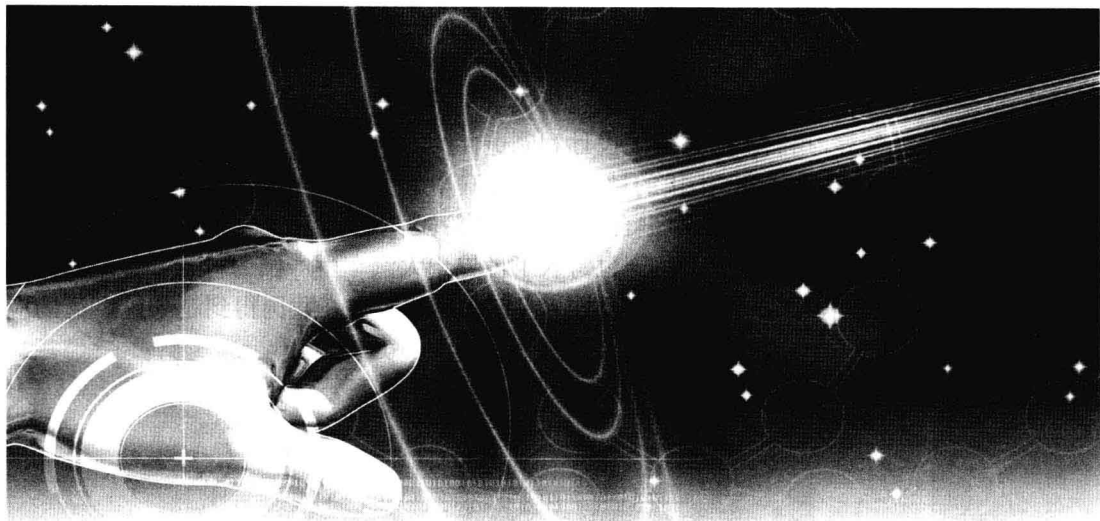
编者

2007年11月

目 录

第1章 机械的组成和机械设计简介	(1)
1.1 机器的组成及其设计方法	(2)
1.2 机构及机构运动简图	(4)
1.3 机械设计简介	(8)
课后习题	(11)
第2章 机械制图基础知识	(12)
2.1 制图的基本规定	(12)
2.2 投影基础	(17)
2.3 机件的表达方法	(19)
2.4 零件图	(29)
2.5 装配图	(35)
课后习题	(44)
第3章 机械零件常用材料及钢的热处理	(48)
3.1 机械零件常用材料	(48)
3.2 钢的热处理	(53)
课后习题	(61)
第4章 标准件和常用件	(62)
4.1 螺纹的联接件	(62)
4.2 键、花键和销	(70)
4.3 联轴器和离合器	(76)
4.4 弹簧	(83)
课后习题	(85)
第5章 常用机构	(86)
5.1 平面连杆机构	(86)
5.2 凸轮机构	(95)
5.3 其他常用机构	(108)
课后习题	(112)
第6章 机械传动	(115)
6.1 带传动概述	(115)

6.2 齿轮传动	(131)
6.3 蜗杆传动概述	(158)
课后习题	(170)
第7章 轴系零部件	(172)
7.1 轴	(172)
7.2 滑动轴承	(181)
7.3 滚动轴承	(187)
课后习题	(198)
第8章 液压传动	(200)
8.1 液压传动基础知识	(200)
8.2 液压元件	(202)
8.3 典型液压系统	(221)
课后习题	(223)
第9章 金属切削加工基础	(226)
9.1 切削运动及切削要素	(226)
9.2 车削加工	(234)
9.3 铣削加工	(240)
9.4 刨削、拉削加工	(247)
9.5 磨削加工	(249)
9.6 工艺过程的基本知识	(257)
课后习题	(266)
参考文献	(266)



第 1 章 机械的组成和机械设计简介

机械是人类进行生产劳动的主要工具,也是社会生产力发展水平的重要标志。从我国考古资料和文字记载的史料可知,机械工程发明至今至少有五六十万年的历史。我国古代很多书籍均记录了有关机械的应用例子,如《墨经》就有关于权衡的叙述:“衡,加重于其一旁必捶,权重相若也。相衡,则本短标长。两加焉,重相若,则标必下,标得权也。”“长、重者下,短、轻者上。”以上文字从科学的角度分析了杠杆的平衡问题。《庄子·天地》记载了用于灌溉或提水的“桔槔”(见图1-1),《墨子》描述了辘轳的使用,《古今注》、《志林》中记载了指南车,《天工开物》描写了合挂大车(见图1-2),……这些记载充分地反映了中华民族的智慧 and 创造力。随着人类历史的发展,机械的技术与应用也随之不断地发展和完善。



图 1-1 桔槔

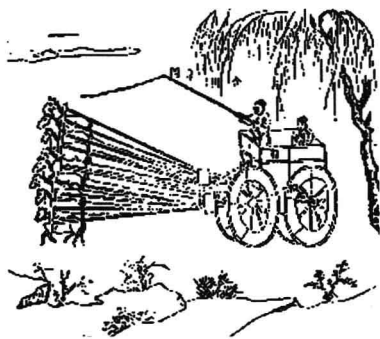


图 1-2 合挂大车

从公元前5世纪春秋战国之交到16世纪中叶,我国在多种机械的发明和创造方面均领先于世界。在这一阶段,出现了一批杰出的发明家,如张衡、祖冲之、吴德仁和郭守敬等,他们对机械的发展做出了重要的贡献。

新中国成立之前,我国的机械工业发展缓慢。新中国成立后,在党和政府的领导下,我



国科学技术的发展日新月异,机械工业也迎来了发展的春天。经过一代又一代科学家和工程技术人员努力,到 20 世纪下半叶,我国已建成了比较完备的机械装备制造业体系。万吨以上的各种压力机、钢铁厂全套装备、水轮机以及 60×10^4 kW 的发电机、核电设备、矿山设备、石化成套装备等,我们都已具备了设计和制造能力。与交通密切相关的汽车工业从无到有,发展迅速。从 20 世纪 50 年代的解放牌载货汽车到当今的 MPV、SUV、RV,50 年来,汽车工业经历了开拓、发展、调整、引进合资几个发展阶段,逐步缩小了与世界先进水平的差距,成为我国国民经济的支柱产业,我国也跨入了世界十大汽车生产国的行列。传统的机械技术与现代计算机技术的结晶——工业机器人(见图 1-3),也在我国得到越来越广泛的应用。这一切都标志着我国的机械技术进入了一个崭新的历史时期。



图 1-3 工业机器人

1.1 机器的组成及其设计方法

机器是执行机械运动的装置,是用来转换能量或传递物料。

1.1.1 机器的组成

机器的种类繁多,性能、构造、工作原理、用途各异,所以有必要从各类机器的共同特征出发,剖析其结构,研究其组成原理,以达到掌握、运用的目的。一台完整的机器通常包括四个基本部分。

1. 原动部分

原动部分的功能是将其他形式的能量转换为机械能(如内燃机和电动机分别将热能和电能转换为机械能)。原动部分是驱动整部机器以完成预定功能的动力源。图 1-4 中的牛头刨床的电动机就是该机床的原动部分。

2. 执行部分

执行部分的功能是利用机械能去转换或传递能量、物料、信号,如发电机把机械能转换

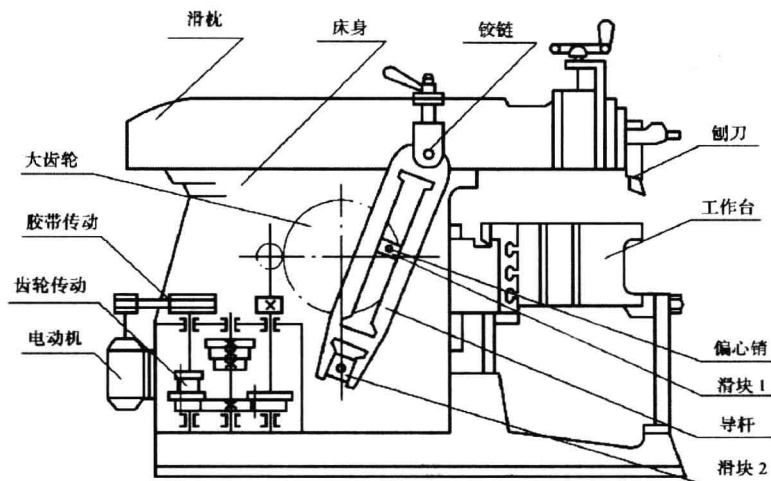


图1-4 牛头刨床

成为电能,轧钢机转换物料的外形等。

3. 传动部分

传动部分的功能是把原动部分的运动形式、运动和动力参数转变为工作部分所需的运动形式、运动和动力参数。

4. 支承部分

支承部分的功能是把以上三部分零部件按一定的空间和时间关系安装、固定在起支承作用的部件上,如图1-4中的牛头刨床的床身。

简单的机器由上述四个基本部分组成,而复杂的机器除了以上四个部分外,还会不同程度地增加其他部分,如控制系统和辅助系统等。例如,图1-5中的单缸四冲程内燃机包含由齿轮9、10组成的齿轮机构;由曲轴6、连杆5、活塞2组成的曲柄滑块机构;由凸轮7、从动杆组成的凸轮机构等。

又如,图1-4中的机械加工用的牛头刨床,由电动机将电能转换为机械能,通过一套转换运动形式和传递动力的装置,最后使滑枕产生往复运动,且使工作台产生间歇移动,以此来实现对金属平面的刨削。在这里,电动机是原动部分,转换运动形式和传递动力的装置属于传动部分,而工作台属于执行部分。

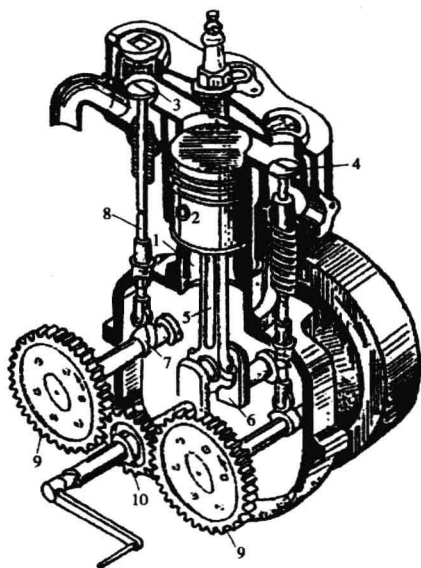


图1-5 内燃机



1.1.2 机器的设计方法

虽然不同的机器其功能和外形都不相同,但它们设计的基本要求是大体相同的,机器应满足的基本要求可以归纳为以下几方面:

1. 使用要求

首先,要求机器能保证实现全部预定的各项功能,如机器工作部分的运动形式、速度、运动精度和平稳性、需要传递的功率以及某些使用上的特殊要求(如高温、防潮等)。为此,必须正确选择机器的工作原理、机构的类型和机械的传动方案。

其次,要求保证在给定工作时间内满足机器预定的工作要求。为此,必须正确设计机器的零件,使整个技术系统和零件在规定的外载荷和规定的工作时间内能正常工作而不发生断裂、过度变形、过度磨损,不丧失稳定性。

2. 经济要求

在产品整个设计周期中,必须把产品设计、销售及制造三方面作为一个系统工程来考虑,用价值工程理论指导产品设计:

(1) 设计经济性体现为:在达到同等功能条件下,正确使用材料,采用合理的结构尺寸和工艺,以降低产品的成本。设计机械系统和零部件时,应尽可能标准化、通用化、系列化,结构最简单,零件最少,设计符合标准化要求,采用先进的设计方法并缩短设计周期,以提高设计质量、降低制造成本。

(2) 制造经济性体现为:用材合理,制造工艺先进,装配方便和生产周期短等。

(3) 使用经济性体现为:效率高,消耗少(电、油、水、原材料及辅助材料少),管理维修费用低等。

3. 社会要求

必须注意人与机器的关系,能实现对操作人员的防护,保证人身安全和身体健康,同时要保证机器对环境的适应性。例如,要保证操作人员的安全,操作简便和省力,改善操作者的工作环境(如噪声等),造型美观。

1.2 机构及机构运动简图

所有构件都在同一平面(或相互平行平面)内运动的机构称为平面机构,否则称为空间机构。本节将讨论平面机构及其运动简图的画法。

1.2.1 机构

图1-4中的牛头刨床由电动机将电能转换为机械能,通过一套转换运动形式和传递动



力的装置,使滑枕产生往复运动,并且使工作台产生间歇移动,以此来实现对金属平面的刨削。

在这里,运动的传递或运动形式的改变是由一个或几个由各种机件组合而成的组合体来实现的。这种具有各自特点的组合体称为机构。例如,在内燃机中,活塞、连杆、曲轴和气缸组成的组合体称为曲柄滑块机构;齿轮和机架组成的组合体称为齿轮机构;凸轮、推杆和机架组成的组合体称为凸轮机构。内燃机就是由这三种机构组成的机器。

1.2.2 零件与构件

零件是加工制造的基本单元,为了结构和工艺的需要,往往把几个零件刚性地连接在一起作为一个整体运动。图1-4所示内燃机中的连杆就是由单独加工的连杆体、连杆头、轴瓦、螺杆、螺母、轴套等零件组成的。这些零件分别加工制造,但是当它们装配成连杆后则作为一个整体运动,相互之间不产生相对运动。这种由若干个相互之间没有相对运动的零件刚性连接在一起的运动整体称为构件,它是机械中运动的单元。构件可以是一个零件,也可以是由一个以上的零件组成。所以,从运动观点分析,机器是由若干机构组成的,而机构是由若干构件组成的。

机构中的构件有三类:

- (1) 固定件 也称为机架,如内燃机的壳体、牛头刨床的床身等。
- (2) 原动件 也称为主动件,如内燃机中曲柄滑块机构的滑块、齿轮机构的齿轮以及凸轮机构的凸轮等,是机构中运动规律已知的构件。
- (3) 从动件 是机构中随原动件的运动而运动的其余构件。曲柄滑块机构共有四个构件,其中原动件为活塞,固定件为气缸体,连杆和曲柄都为从动件。

1.2.3 运动副

机构中各个构件之间必须有确定的相对运动,因此,构件的连接既要使两个构件直接接触,又能产生一定的相对运动,这种直接接触的活动连接称为运动副。两构件上直接参与接触而构成运动副的部分——点、线或面,称为运动副元素。

根据运动副中两构件的接触形式不同,运动副可分为低副和高副两类。两构件通过面接触而构成的运动副称为低副(见图1-6),两构件通过点或线接触而构成的运动副称为高副(见图1-7)。

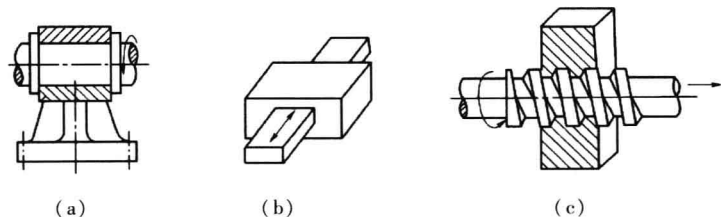


图1-6 低副

(a) 转动副 (b) 移动副 (c) 螺旋副

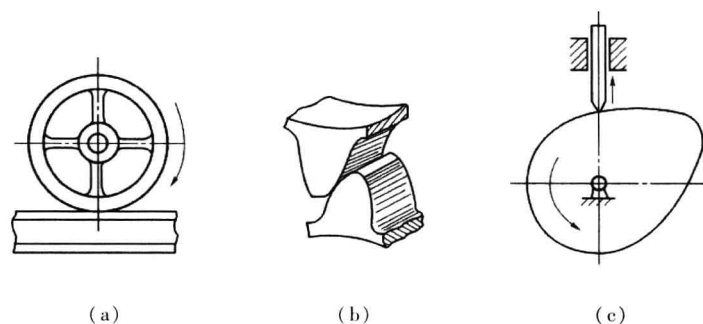


图 1-7 高副

(a) 车轮副 (b) 齿轮副 (c) 凸轮副

由于低副与高副在接触部分的几何形状存在差异,因而导致了两者在应用上表现出不同的特点。低副是平面或圆柱面接触,故加工制造和维修比较容易,承载能力强,但因接触面积大使摩擦损失也随之增大,故效率较低。高副是点或线接触,接触面积小,故压力大、易磨损。但高副较低副灵敏,能传递较复杂的运动。常用的运动副的符号如表 1-1 所示。

表 1-1 常用的运动副符号

运动副 的类别	符 号	运动副 的类别	符 号
与固定 构件组 成移动 副		内啮合 圆柱齿 轮高副	
与固定 构件组 成回转 副			
两运动 构件组 成移动 副		齿轮齿 条啮合 高副	
两运动 构件组 成回转 副		圆锥齿 轮啮合 高副	
构件组 成螺旋 副		蜗轮蜗 轮啮合 高副	
两构件 组成球 面副		凸轮高副	
外啮合 圆柱齿 轮高副		曲面高副	



1.2.4 平面机构运动简图

在设计新机器或改进现有机械设备时,首先要研究机器的运动特性。为了使问题简化,可以不考虑那些与运动无关的因素(如构件的外形和断面尺寸、组成构件的零件数目、运动副的具体改造等),仅仅用简单的线条和符号来代表构件和运动副,并按一定比例表示各运动副的相对位置。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。

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。

绘制平面机构运动简图的方法和步骤如下:

(1) 分析机构的组成和运动情况。观察机构的运动情况,找出主动件、从动件和机架。从主动件开始,沿着传动路线分析各构件间的相对运动关系,确定机构中构件的数目。

(2) 确定运动副的类型及其数目。根据相连两构件间的相对运动性质和接触情况,确定机构中运动副的类型、数目及各运动副的相对位置。

(3) 选择视图平面。为了能够清楚地表明各构件间的运动关系,对于平面机构通常选择与各构件运动平面相平行的平面作为视图平面。

(4) 选取适当的比例尺 μ_l ,绘制机构运动简图。根据机构实际尺寸和图纸大小确定适当的长度比例尺,按照各运动副间的距离和相对位置,用规定的符号和线条将各运动副连起来,即为所要画的机构运动简图。图中各运动副顺次标以大写英文字母,各构件标以阿拉伯数字,用箭头标明主动件。

绘制机构运动简图的比例尺

$$\mu_l = \frac{\text{实际长度 (mm)}}{\text{图示长度 (mm)}}$$

【例 1-1】绘制如图 1-8 所示的颚式破碎机的机构运动简图。

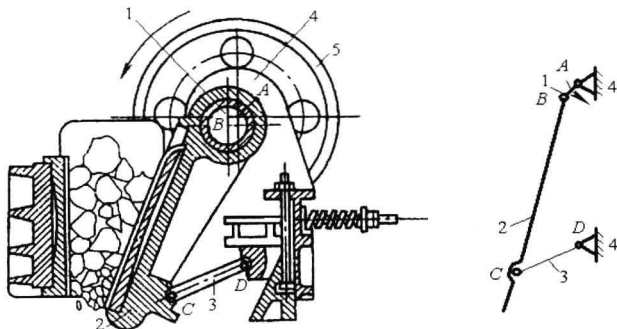


图 1-8 颚式破碎机运动简图

解:(1) 分析机构的组成及运动情况。机构运动是由电动机将运动传递给带轮 5 输入,而带轮 5 和偏心轴 1 连成一体(属同一构件),绕转动中心 A 转动;偏心轴 1 带动动颚板 2 运动;肘板 3 的一端与动颚板 2 相连接,另一端与机架 4 在 D 点相连。这样,当偏心轴 1 转动时便带动动颚板 2 作平面运动,定颚板固定不动,从而将矿石轧碎。由此可知,偏心轴 1 为



主动件,动颚板 2 和肘板 3 为从动件,定颚板和 D 固定处为机架。该机构由机架和三个活动构件组成。

(2) 确定运动副的类型及其数目:偏心轴 1 与机架组成转动副 A ;偏心轴 1 与动颚板 2 组成转动副 B ;肘板 3 与动颚板 2 组成转动副 C ;肘板 3 与机架组成转动副 D 。可见该机构共有四个转动副。

(3) 选择视图平面。由于该机构中各运动副的轴线互相平行,即所有活动构件均在同一平面或相互平行的平面内运动,故选构件的运动平面为绘制简图的平面。

(4) 选取适当的比例尺,绘制机构运动简图。按选定的比例尺确定各运动副的相对位置,并按规定的符号绘出运动副,如图 1-8 中的四个转动副 A 、 B 、 C 、 D ;然后用线段将同一构件上的运动副连接起来代表构件。连接 A 、 B 为偏心轴 1,连接 B 、 C 为动颚板 2,连接 C 、 D 为肘板 3,并在图中机架上加画斜线,在偏心轴 1 主动件上标出箭头。这样便绘出了颚式破碎机的机构运动简图。

常用的机构运动简图符号如表 1-2 所示。

表 1-2 常用的机构运动简图符号

名 称		简 图 符 号	名 称		简 图 符 号
构 件	轴, 杆		机 架	基本符号	
	三副元素构件			机架是转动副的一部分	
	构件的永久连接			机架是移动副的一部分	
平 面 副	转动副		平 面 副	齿轮副外啮合	
	移动副			内啮合	
				凸轮副	

注:其他运动简图符号可查阅 GB 4460—84。

1.3 机械设计简介

机械设计主要研究机械中的常用机构和通用零件的工作原理、机构特点、基本的设计理论和计算方法,是机械类及近机类有关专业一门重要的技术基础课。



1.3.1 机械设计的基本要求

机械设计的最终目的是为市场提供优质高效、价廉物美的机械产品,在市场竞争中取得优势,赢得用户,取得良好的经济效益。

产品的质量和经济效益取决于设计、制造和管理的综合水平,而产品设计则是关键。没有高质量的设计,就不可能有高质量的产品;没有经济观念的设计者,不可能设计出性能价格比好的产品。据统计,产品质量事故约有 50% 是设计不当造成的;产品的成本 60% ~ 70% 取决于设计。因此,在机械产品设计中,特别强调和重视从系统的观点出发,合理地确定系统的功能;重视机电技术的有机结合,注意新技术、新工艺及新材料等的采用;努力提高产品的可靠性、经济性及保证安全性。

1.3.2 机械设计的类型

机械设计是一项创造性劳动,同时也是对已有成功经验的继承过程。根据实际情况的不同机械可以分成三种类型:

1. 开发性设计

机械产品的工作原理和具体结构在完全未知的情况下,应用成熟的科学技术或经过实验证明进行设计是可行的新技术。开发设计新产品就是一种完全创新的设计。

2. 适应性设计

在现有机械产品的工作原理、设计方案不变的前提下,仅对局部变更或增加附加功能,在结构上作相应调整,使产品更能满足使用要求。

3. 变形设计

机械产品的工作原理和功能结构不变,为了适应工艺条件或使用要求,改变产品的具体参数和结构。

1.3.3 机械设计的一般过程

机械产品设计的过程是一个复杂的过程,不同类型的产品、不同类型的设计,其产品的设计过程不尽相同。产品的开发性设计过程大致包括规划设计、方案设计、技术设计、施工设计及改造设计等五个阶段,如图 1-9 所示。

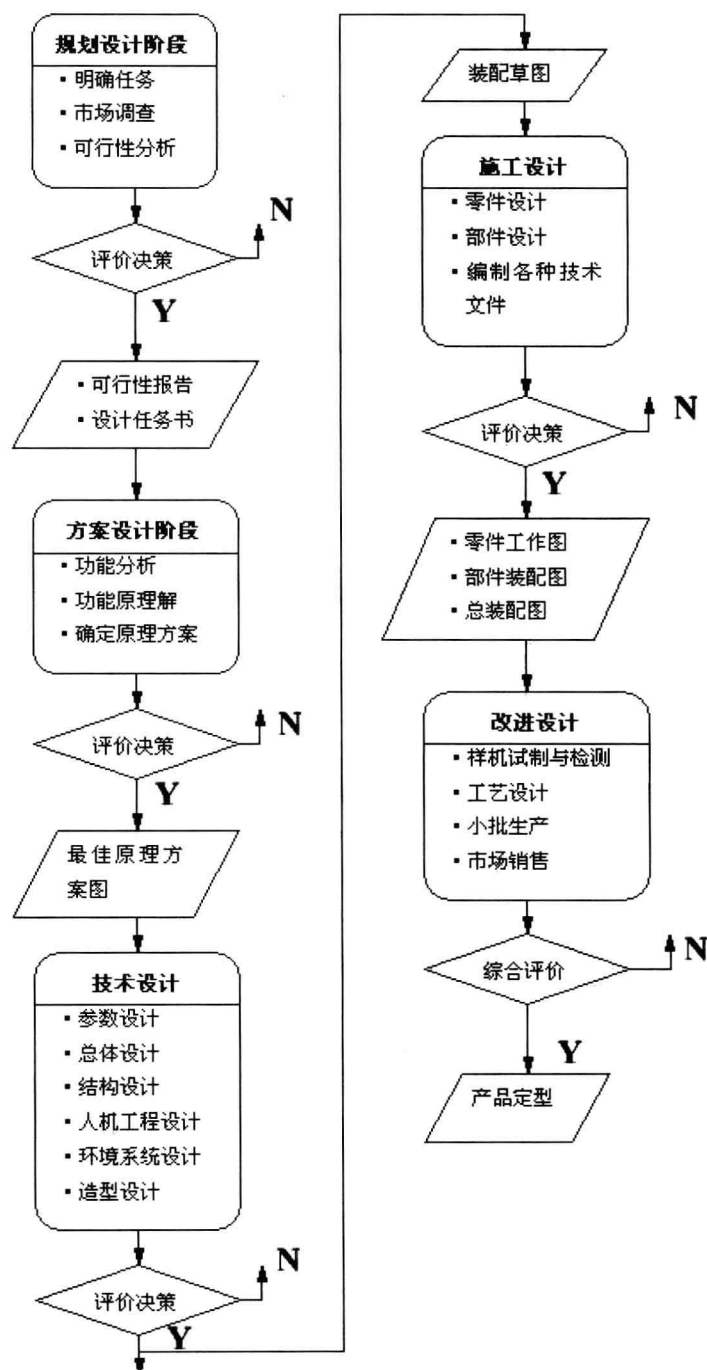


图 1-9 产品的开发性设计过程



课后习题

- (1) 试述机械、机构、构件、零件的含义。
- (2) 试举出具有下述功能的机器的两个事例：
 - ① 原动机。
 - ② 将机械能变换为其他形式能的机器。
 - ③ 实现物料变换的机器。
 - ④ 变换或传递信息的机器。
 - ⑤ 传递物料的机器。
 - ⑥ 传递机械能的机器。
- (3) 指出下列机器的原动部分、工作部分、传动部分、支承部分、控制部分：
 - ① 汽车。
 - ② 自行车。
 - ③ 电风扇。
 - ④ 缝纫机。