

中等专业学校试用教材

机械设计基础

(非机械专业类)

袁广成 主编



武汉工业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础/袁广成主编. —武汉:武汉工业大学出版社,1996.7

ISBN 7-5629-0002-6

I. 机… I. 袁… III. 机械设计-教材 N. TH122

武汉工业大学出版社出版发行

(武昌珞狮路14号 邮编 430070)

湖北省国营华严彩印厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:17 字数:420千字

1996年9月第1版 1996年9月第1次印刷

印数:1—5000册 定价:17.00元

(如有印装质量问题,请与承印厂调换)

前 言

本教材是根据 1986 年原国家建材局人才开发司制订的建材中专学校“机械设计基础教学大纲”和 1995 年洛阳中等专业教育改革会议的精神及多年的教学实践编写的,作为中等专业学校非机类 90~100 学时“机械设计基础”课程的教材。

本书除包括一般“机械设计基础”教材中常用和通用零件的一些基本内容及其应用外,还扼要地在绪论中介绍了机械中常用材料及钢的热处理,以便学生进行课程设计和将来从事技术革新工作。

本书素材多取自有关机械零件设计方面的文献及有关教材,采用国家标准和我国颁布的法定计量单位。

本书内容系统实用,力求文字简洁、通俗易懂,对于非机类各专业具有较大的适用性,可根据专业要求和学时数进行适当的内容取舍。本书也可作为一般工程技术人员的参考书。

本书由国家建材局人事教育司职业技术处组织,由北京建材工业学校袁广成高级讲师任主编、云南建材工业学校张军高级讲师、天津建材工业学校陈远华讲师、北京建材工业学校鹿君讲师、长春建材工业学校杨军等参加编写。编写分工:杨军——第二、三、四、五章;张军——第六、十二、十三章;陈远华——第八、十四、十五章;鹿君——第十、十一章;袁广成——绪论、第一、七、九章。主审:洛阳工业高等专科学校吉继贤副教授。

国家建材局人事教育司职业技术处处长周功亚高级工程师和北京建材工业学校机械科主任宗志简高级讲师对本书的编写和出版给予了指导和支持,参编学校部分老师也给予了热情帮助,对此编者致以谢意。

由于编者水平有限,加之时间仓促,缺点或错误在所难免,请批评指正。

编者

1996 年 1 月

目 录

绪论	1
§ 0-1 机械组成、机器与机构、构件与零件	1
§ 0-2 本课程的任务和内容	3
§ 0-3 运动副及机构运动简图	3
§ 0-4 机械中常用材料及钢的热处理	6
思考题	10
第一章 平面连杆机构	11
§ 1-1 平面连杆机构的特点	11
§ 1-2 四杆机构的基本形式及其应用	11
§ 1-3 四杆机构的演化	16
§ 1-4 四杆机构的基本特性	19
§ 1-5 四杆机构的设计	22
思考题	25
第二章 凸轮机构	27
§ 2-1 凸轮机构的分类及应用	27
§ 2-2 从动件常用的运动规律	28
§ 2-3 盘形凸轮轮廓的设计	32
§ 2-4 盘形凸轮轮廓设计应注意的几个问题	35
思考题	38
第三章 棘轮机构、槽轮机构	40
§ 3-1 棘轮机构	40
§ 3-2 槽轮机构	46
思考题	49
第四章 螺纹联接	50
§ 4-1 螺纹形成、种类及主要参数	50
§ 4-2 螺纹联接类型及螺纹联接件	53
§ 4-3 螺旋副的受力分析、自锁和效率	59
§ 4-4 螺纹联接件的防松装置	62
§ 4-5 螺纹联接计算	65
思考题	71
第五章 带转动	73
§ 5-1 概述	73
§ 5-2 V带的结构和标准、V带带轮	75
§ 5-3 带传动的理论基础	81
§ 5-4 普通V带传动的设计计算	85
§ 5-5 普通V带传动张紧装置、安装与维护	95
§ 5-6 其他带传动简介	96

思考题	97
第六章 链传动	98
§ 6-1 链传动工作原理与特点	98
§ 6-2 滚子链与链轮	99
§ 6-3 链传动的运动特性及主要参数选择	104
§ 6-4 滚子链传动的设计计算	107
§ 6-5 链传动的使用与维护	113
思考题	115
第七章 齿轮传动	116
§ 7-1 齿轮传动的特点、分类及应用	116
§ 7-2 齿廓啮合基本定律	118
§ 7-3 渐开线齿廓	119
§ 7-4 渐开线齿轮各部分名称及几何尺寸	121
§ 7-5 渐开线齿轮正确啮合条件和连续传动条件	124
§ 7-6 渐开线齿廓切削加工原理简介	125
§ 7-7 渐开线齿廓的根切现象及不产生根切的最少齿数	127
§ 7-8 渐开线变位齿轮传动简介	128
§ 7-9 渐开线标准直齿圆柱齿轮公法线长度和固定弦齿厚	129
§ 7-10 标准直齿圆柱齿轮强度计算	131
§ 7-11 圆柱齿轮结构	138
§ 7-12 斜齿圆柱齿轮传动	142
§ 7-13 直齿圆锥齿轮传动	146
思考题	149
第八章 蜗杆传动	152
§ 8-1 蜗杆传动的类型、特点及应用	152
§ 8-2 蜗杆传动的主要参数及几何尺寸计算	153
§ 8-3 蜗杆传动工作性能分析	156
§ 8-4 蜗杆传动的强度计算、精度选择和结构设计	160
思考题	164
第九章 轮系	166
§ 9-1 轮系分类	166
§ 9-2 定轴轮系传动比计算	167
§ 9-3 周转轮系传动比计算	169
§ 9-4 轮系的应用	171
思考题	173
第十章 轴	175
§ 10-1 轴的功用、类型与材料	175
§ 10-2 轴的结构设计	177
§ 10-3 轴的计算	181
思考题	184
第十一章 键联接	185

§ 11-1 键联接类型	185
§ 11-2 普通平键联接计算	188
思考题	190
第十二章 滑动轴承	191
§ 12-1 轴承分类及轴承的摩擦状态	191
§ 12-2 滑动轴承的结构形式	194
§ 12-3 轴瓦的结构和材料	198
§ 12-4 滑动轴承的润滑	204
§ 12-5 非液体摩擦滑动轴承的设计计算	208
思考题	211
第十三章 滚动轴承	213
§ 13-1 滚动轴承的基本构造、分类及代号	213
§ 13-2 滚动轴承的类型选择	222
§ 13-3 滚动轴承尺寸的选择计算	223
§ 13-4 滚动轴承组合设计	235
思考题	239
第十四章 联轴器和离合器	241
§ 14-1 联轴器的类型、结构、特点和应用	241
§ 14-2 离合器的类型、结构、特点和应用	245
§ 14-3 联轴器的选择	248
思考题	250
第十五章 减速器	253
§ 15-1 减速器的分类、常用减速器的型式和特点	253
§ 15-2 减速器的结构、润滑和密封	255
§ 15-3 标准圆柱齿轮减速器的选择	257
思考题	261

绪 论

§ 0-1 机械组成、机器与机构、构件与零件

机械是人类经过长期的生产实践逐渐创造出来的。它是人类进行生产斗争的重要工具,能代替人进行更繁重、更有效的劳动。它的发展水平是衡量一个国家社会生产力发展的重要标志之一。

随着近代工业的迅速发展,出现了很多类型的机械:如矿山、冶金、起重运输、动力、纺织、勘探、石油化工、农业等机械。其结构、性能和用途各异,现以颚式破碎机为例来分析一般机械的组成。

图 0-1 所示为破碎物料用的颚式破碎机。它是由电动机 1,经小皮带轮 2,V 形带 3、驱动大皮带轮 4 回转;偏心轴 5 的一端与大皮带轮固联,因而随之转动,使动颚 6 产生往复摆动,从而使置于动颚 6 与定颚 7 之间的物料破碎,而作出有用的机械功。

从上例可以看出,一台完整的机械是由三个主要部分组成的:

1. 工作部分,是指直接实现工艺动作的部分,如颚式破碎机的动颚和定颚板。

2. 原动机,它是驱动机械运转,并供给其动力的部分,如电动机。

3. 传动装置,它是将原动机的运动和动力传给工作部分的中间环节。它的作用是改变或调节工作机的运动速度和转矩以及转化运动的形式。

通常的“机械”一词是“机器”与“机构”的总称。但从结构和运动观点看,机器与机构是没有任何区别的。如图 0-2 所示的牛头刨床由电动机经 V 形带传动(图中未画出)使小齿轮 1 带动大齿轮 2 转动。在大齿轮侧面销轴 C 上活动地装有嵌在导杆 4 槽中的滑块 3。齿轮 2 转动时,通过滑块 3 带动导杆 4 往复摆动,并通过连杆 5 带动滑轮 6(刀架)作往复直线移动,从而产生刨削动作。由这个例子可以看出,牛头刨床是通过一系列协同运动的运动元件,利用电动机输出的机械能完成有用机械功(刨削工件)的机器。又如电动机是由定子和转子组成,是使电能转换成机械能的机器。

通过以上两例可以看出,尽管各种机器具有不同的形式、构造和用途,其工作原理又千差

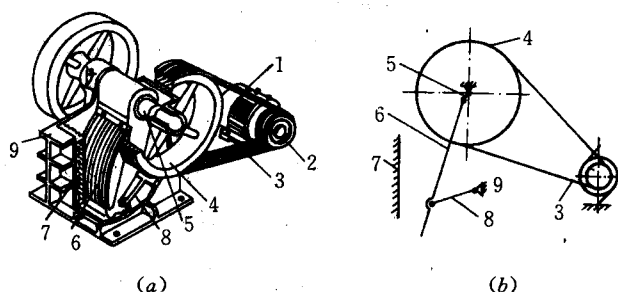


图 0-1 颚式破碎机

(a)外形图;(b)机构图

1—电动机;2—小皮带轮;3—皮带;4—大皮带轮;
5—偏心轴;6—动颚;7—定颚;8—推力板;9—机架

万别,但是,它们也有些共同的属性,这就是:

1. 任何机器都是由许多零件组成的,是由人把它们组装起来的,因此它们是人为的组合物。

2. 凡是由若干零件刚性连接在一起,彼此不能相对运动,这些零件组合体称为构件。构件也可以是由一个零件组成。机器中这些能动的构件,彼此间必须具有确定的相对运动,才能代替人们做工,减轻人的劳动强度,完成仅依靠人力所不能负担的工作。因此机器的第二个属性是:组成机器的各个构件之间必须具有确定的相对运动。

3. 在生产过程中完成机械功(如金属切削机床、冲床、纺织等机器,它们能改变被加工物体形状以完成有用功)或能量的转换(如蒸汽机和内燃机都能将蒸汽中的热能或燃料中的化学能转变为机械能)。

从实现预期的动作角度,对机器进行分析,则机器可以分解成一个或几个能完成预期运动的构件组,这些构件组称为机构。如图 0-2 所示,牛头刨床是由齿轮机构(改变转速方向和大小)和连杆机构(将大齿轮转动转变为 AD 杆的往复摆动)组成。就机构本身来讲,它不能完成有用机械功和机械能,因此机构仅具有机器的前两个属性:机构是由许多构件组成,是人为的组合物;各个构件之间具有确定的相对运动。

组成机构(或机器)的构件,是一个具有确定运动的刚体,它可以是一个零件,也可以是两个以上零件的组合。如图 0-3 所示,连杆是由连杆体 1、大盖头 4 用螺栓 2 和螺母 3 刚性连接起来而组成的,它在机器中起着刚性杆作用,因而是个构件。再如齿轮与轴用键联接在一起,键、轴与齿轮之间没有相对运动,成为一个运动整体,组成一个构件。组成它们的像连杆体、大盖头、螺栓、螺母、齿轮、键、轴等称为零件。由此可知,构件是运动的单元体,而零件是制造的单元体。

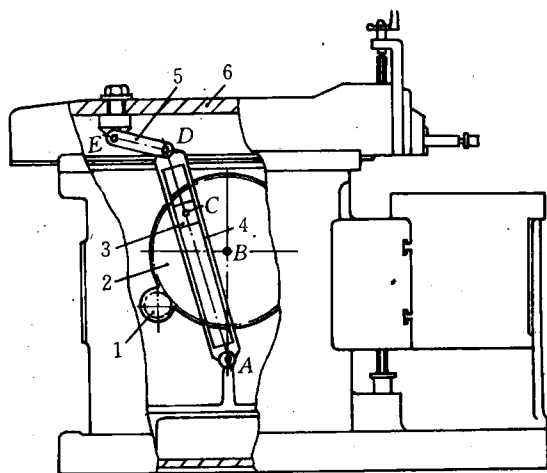


图 0-2 牛头刨床

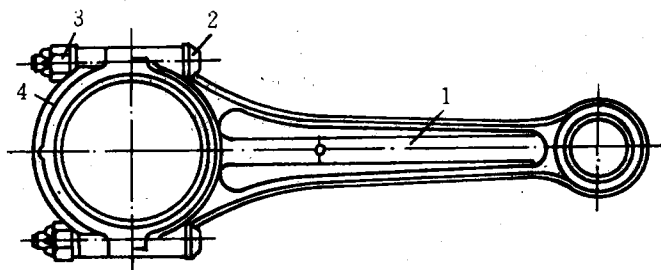


图 0-3

T. 1-2 机电大第6版.

02. 课程名称 - 课程名称.

§ 0-2 本课程的任务和内容

从对机械的组成和运动分析,任何复杂的机械都可以细分为由不同功能的机构所组成。经常使用的机构有齿轮机构、带传动机构、链传动机构、连杆机构、凸轮机构、棘轮机构、槽轮机构等。通常把这些机构称为常用机构。

从加工和装配的角度来看,机械又是由许多零件和部件所组成。在各种机械中,经常使用的零件有螺栓、螺母、键、轴、齿轮、带轮等,称为通用零件;只有在某些特殊的机械中才使用的零件,如蒸汽机叶片、内燃机活塞、水轮机水轮等,称为专用零件。

本课程是研究各种机械中常用的机构和零件的工作原理、结构特点、使用维护和基本的设计计算方法。

本课程是一门技术基础课,其先修课程是数学、物理、机械制图和工程力学等,而与工程力学的关系最为密切。工程力学为机械设计基础提供理论的基础,机械设计基础应用这些理论解决机械中的实际问题。因此,在学习本课程时,一方面要联系和复习工程力学的有关内容,另一方面也要注意应用工程力学的理论解决工程问题的方法。通过本课程的学习,使学生初步获得正确管理、使用和维护机械的基本知识;初步学会使用标准、规范及设计手册的基本技能;初步具备综合运用所学的知识,分析、设计简单机构及传动装置的能力,并为学习后续课程打好基础。

§ 0-3 运动副及机构运动简图

一、运动副

机构的重要特征是各构件都具有确定的相对运动,为此必须对各构件的运动加以限制。在机构中每个构件都以一定的方式与其他构件相互接触,两者之间形成一种可动的联接,从而使两者之间的相对运动受到限制,两构件之间的这种可动联接,称为运动副。

二、运动副分类及符号

按照机构各构件的运动范围,可将机构分为平面机构和空间机构两大类。因而运动副有平面运动副和空间运动副。由于常用机构是平面机构,各构件在同一平面或互相平行的平面中运动,因此本节仅讨论平面机构的运动副。

(一)按两构件相对运动方式分

1. 转动副与符号

如图 0-4(a)所示,只能作相对转动的运动副称为转动副或称铰链,两构件以圆柱面相接触。转动副表示符号如(b)

所示。当其中一个构件固定不动作为机架时,则在该构件上画阴影线,如图(c)所示。

2. 移动副及符号

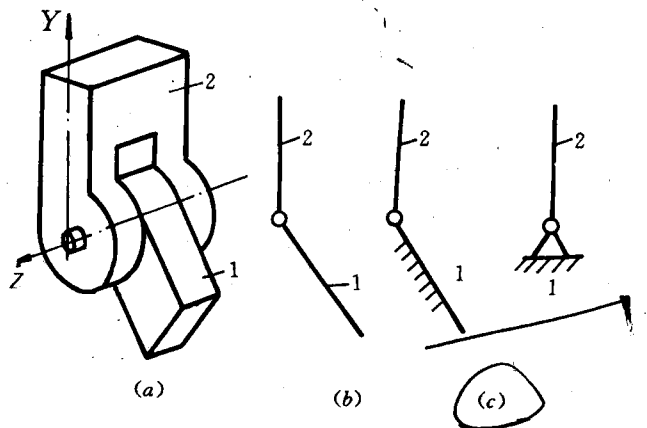


图 0-4

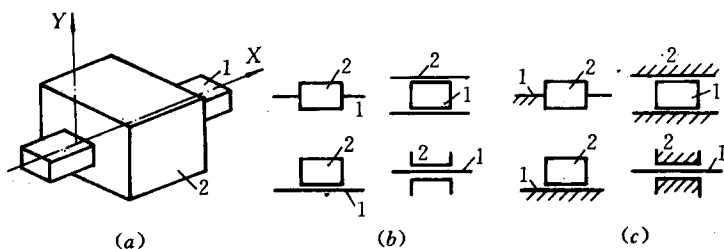


图 0-5

如图 0-5(a)所示,两构件只能相对移动的运动副称为移动副,两构件以平面接触。移动副表示的符号如图(b)所示。当其中一个构件固定不动作为机架,则在该构件上画阴影线,如图(c)所示。

3. 高副及符号

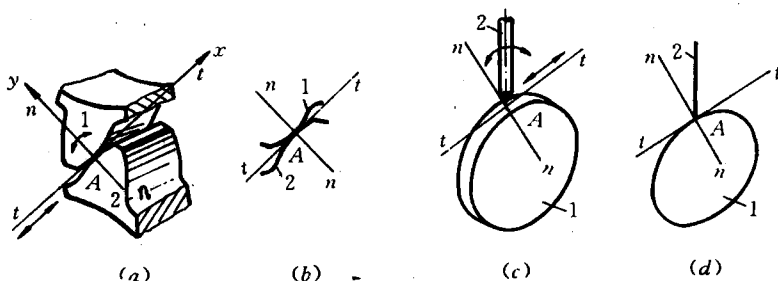


图 0-6

如图 0-6 所示,两构件间是以线接触(图 a)或以点接触(图 c),其相对运动有沿切线($t-t$)的移动和绕接触点 A 的转动,该运动副称为高副,表示的符号如图(b)、(d)。

(二)按两构件接触情况分

由上述可知,两构件组成运动副时,构件之间是以点、线、面参与接触的。这些构成运动副的点、线、面称作运动副元素。通常是按照运动副元素的特征,即两构件接触情况分为低副和高副。以面接触的运动副称低副,因此,转动副、移动副为低副;以点、线接触的(齿轮副、尖顶从动杆、凸轮机构)称为高副。

三、一构件与二个以上构件组成运动副的画法

由于机构中每一个构件通常要和另外两个以上的构件组成运动副,因此用图表示时,需将构件所有运动副元素按照它们在构件上的位置用符号表示出来,再用简单线条联成一体。现举图 0-7 三个不同形式的连杆为例,它们外形各不相同,都是具有两个转动副元素,而且距离都是 l 。因此,可以用一个构件符号表示,如图(d)所示。

四、运动简图

实际机构往往是由外形和构造都复杂的构件所组成。构件之间的相对运动仅与运动副的形式和运动副之间的相对位置有关,而与构件的外形与截面尺寸、组成构件的零件个数及运动副具体构造等因素无关。因此,在研究机构运动时,为了便于分析,通常不去注意那些与运动无关的构件外形与构造,而仅仅用简单的线条和规定的符号所组成的图形表示机构。同时为使该图形能反映出机构的运动特性,它还应具有研究机构运动所必需的一切尺寸——运动尺寸,如

1. 原动件 固定件(机架)

转动副中心之间的距离,转动副中心到移动副导路之间的距离、移动副之间的夹角以及高副的轮廓形状等等。这种用简单线条和规定的符号表示机构运动特征的图形称为机构运动简图。

根据实际机构绘制机构运动简图可按下述步骤进行:

1. 仔细观察
观察机构运动情况,从中分出固定件(即机架)和活动构件,再从各活动构件中找出原动件(即运动输入构件,一般与电机轴相联接)和工作件(即运动输出件)。
2. 分析机构运动过程
按照运动传递的顺序,分清楚有几个活动构件,各作什么形式的运动,构件间组成什么形式的运动副,有多少运动副。

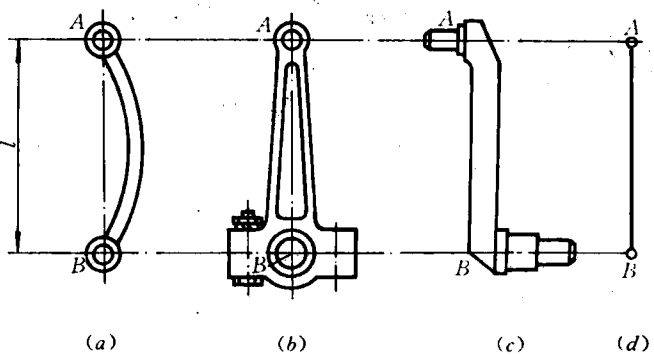


图 0-7

3. 选择视图
一般选择机构的运动平面作为绘制运动简图的视图面,这样可比较容易表示机构的结构和运动情况。对于复杂的机构,当一个视图不能表示清楚时,可增加补充视图或局部视图。
4. 观察测量各运动尺寸,绘制运动简图
在测得各运动副相对位置尺寸后,选择适当的长度比例尺,用构件和运动副符号绘出运动简图。一般长度比例尺, $\mu = \frac{\text{真实尺寸 (m)}}{\text{图中尺寸 (mm)}}$ 。

【例 0-1】 图 0-8(a)所示是颚式破碎机构造图,电动机通过皮带轮(图中未画出)带动偏心轴 1 绕 A 轴转动,同时通过构件 2、3、4 带动动颚板 5 摆动,压碎石块。试绘制该破碎机的运动简图。

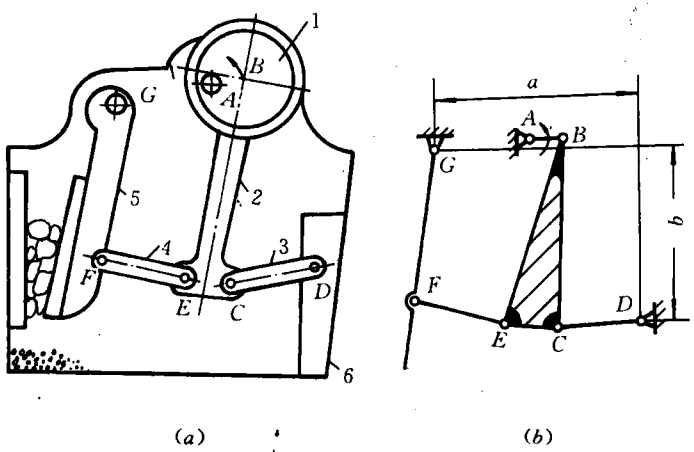


图 0-8

解:观察分析该破碎机的运动后可知,该机构由机架 6 和活动构件 1、2、3、4、5 组成的,其中原动件是偏心轮 1,工作件是动颚板 5。该机构分别在 A(构件 1 与 6)、B(构件 1 与 2)、C(构件 2 与 3)、D(构件 3 与 6)、E(构件 2 与 4)、F(构件 4 与 5)和 G(构件 5 与 6)各点组成 6 个转动副。量出各构件运动尺寸 l_{AB} 、 l_{BC} 、 l_{CD} 、 l_{CE} 、 l_{EF} 、 l_{FG} 、 l_{GA} 、 l_{AD} 、 l_a 、 l_b 等。根据上述真实尺寸,选择

机构由 N 个构件组成 这些构件中有 $N-1$ 个 未和2个构件
 $F' = 3n$ 取12. P_L 个低副. P_H 个高副. 则 $F = 3n - 2P_L - P_H$.

适当比例 μ , 把真实尺寸换算成图中尺寸 $AB, BC, CD, CE, EF, FG, GA, AD, a, b$ 等, 并画成如图(b)所示的机构运动简图。

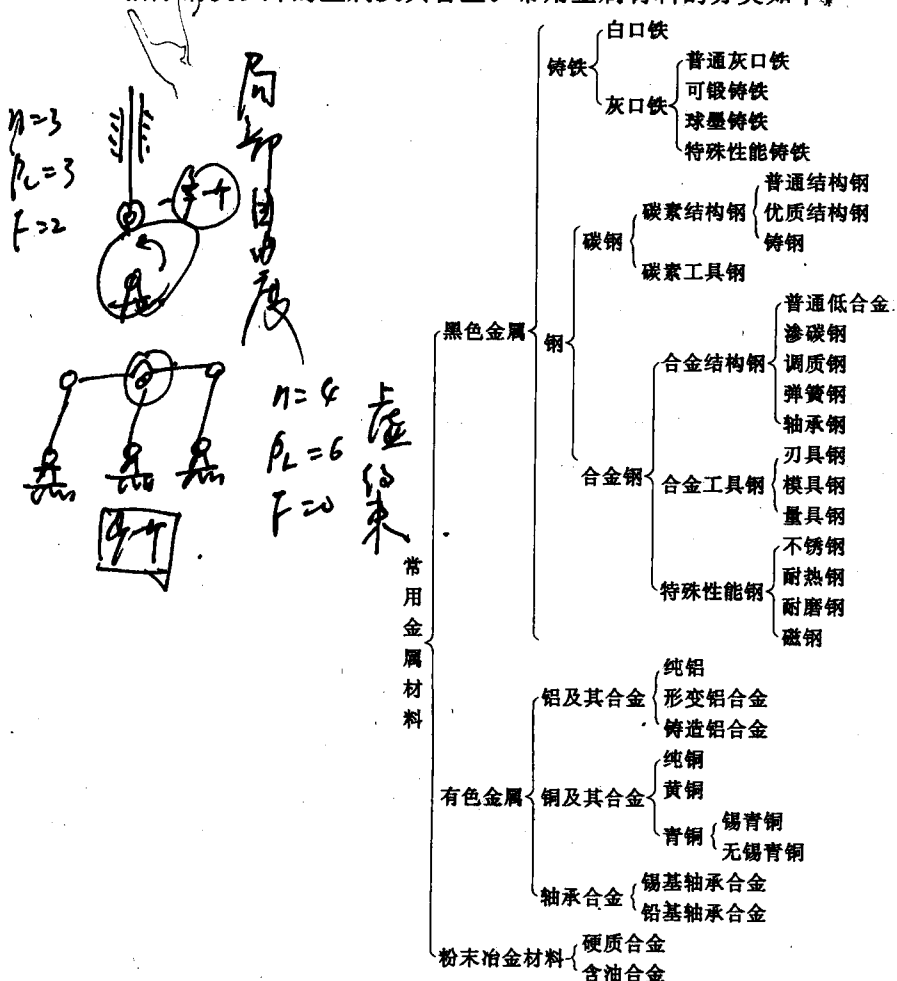
复合绞链 1 个 m 个 $m-1$ 个
 § 0-4 机械中常用材料及钢的热处理

一、机械中常用材料

机械中常用的材料, 分为金属材料和非金属材料。

(一) 常用的金属材料

金属材料分为黑色金属材料和有色金属材料两大类。黑色金属指钢与铸铁; 有色金属则包括除钢铁以外的金属及其合金。常用金属材料的分类如下:



1. 钢 根据化学成分钢可分为碳素钢和合金钢两大类。

碳素钢是以铁和碳为基本组成元素并含有少量硅、硫、磷等杂质元素组成的铁碳合金。按其含碳量的不同分为低碳钢(碳 $\leq 0.25\%$)、中碳钢($0.25\% < C \leq 0.6\%$)、高碳钢(碳 $> 0.6\%$); 按用途分为碳素结构钢和碳素工具钢两类。其中碳素结构钢按其质量分为普通碳素结

构钢和优质碳素结构钢。

普通碳素结构钢的含碳量在 0.06%~0.38% 范围内,钢中有害杂质及其非金属夹杂物较多,但性能上能满足一般工程结构件及普通零件的要求,因而应用较广。通常轧制成钢板或各种型材(圆钢、方钢、槽钢、工字钢等)供应。

普通碳素结构钢的牌号是以钢材厚度(或直径)不大于 16mm 钢的屈服点(σ_s)数值划分的,并且还有质量等级和脱氧方法的细划分。其符号、代号的意义如下:

Q——钢屈服点“屈”字汉语拼音首位字母;

A、B、C、D——分别为质量等级;

F——沸腾钢“沸”字汉语拼音首位字母;

b——半镇静钢“半”字汉语拼音首位字母;

Z——镇静钢“镇”字汉语拼音首位字母;

TZ——特殊镇静钢“特镇”两字汉语拼音首位字母。

在牌号组成表示方法中,Z 与 TZ 符合予以省略。

如 Q235-A·F 表示该钢屈服点强度值为 235MPa,质量等级为 A 级,脱氧不完全的沸腾钢。具体钢号的化学成分和力学性能可查阅有关工程材料手册。

优质碳素结构钢有较高的机械性能,硫、磷等有害杂质含量较少,主要用做重要的机械零件,如轴、齿轮、凸轮、连杆等。其钢号用平均含碳量的万分数表示,如 45 钢表示其平均含碳量为 0.45% 的优质碳素结构钢。对含锰量较高的优质碳素结构钢,在含碳量数字后加注符号“Mn”。例如:40Mn 表示平均含碳量为 0.40%,含锰量在 0.70%~1.00% 的优质碳素结构钢。

碳素工具钢是用做各种刀具、量具及磨具等的材料,平均含碳量较高,约在 0.70%~1.3% 范围内。钢号用“碳”或“T”并在其后附加以含碳量的千分数表示,即碳 7-碳 13 或 T7-T13。若为高级优质碳素工具钢,则在其牌号后加注“A”,如 T10A,表示平均含碳量为 1.0% 的高级优质碳素工具钢。

合金钢按其用途分为合金结构钢、合金工具钢、特殊性能钢三大类。合金结构钢按其用途和工艺特点分为普通低合金结构钢、合金渗碳钢、合金调质钢、合金弹簧钢和滚动轴承钢。

普通低合金结构钢是在普通碳素结构钢基础上加入少量合金元素制成(合金元素总量不超过 3%)。其机械性能较碳素钢高,且具有较好的焊接性、耐蚀性及耐磨性等。

合金结构钢牌号表示方法是除滚动轴承钢外,前两位数字均以平均含碳量的万分数表示;钢中主要合金元素用百分数表示。当合金元素含量 $<1.5\%$ 时,一般只标出元素符号,而不标出含量,当平均含量 $\geq 1.5\%$, $\geq 2.5\%$, $\geq 3.5\%$ ……时,在元素符号后面依次标注 2、3、4……等。例如:36Mn2Si,平均含碳 0.36%、锰 1.5%~1.8%,硅 0.4%~0.7%。对高级优质钢仍在其牌号后加“A”,如 38CrMoAlA。

滚动轴承钢含碳量在钢号中不标出,含铬量用千分数表示,并在其牌号前冠以“G”(“滚”的汉语拼音字首)以代表滚动轴承钢。例如:GCr15 表示平均含铬量为 1.5% 的滚动轴承钢。

合金工具钢牌号中,合金元素的表示方法与合金结构钢相同。但当其含碳量 $\geq 1\%$ 时,牌号中不标出含碳量,当含碳量 $<1\%$ 时,则在其牌号前用一位数字表示平均含碳量的千分数。如 9SiCr,表示平均含碳量为 0.9%,硅和铬含量均小于 1.5% 的合金工具钢。又如 CrWMn 钢,表示平均含碳量 $>1\%$,铬、钨、锰含量均小于 1.5% 的合金工具钢。

特殊性能钢是具有某些特殊的物理、化学性能或其他特殊性能的钢,如耐磨钢、不锈钢、耐热钢等,具体性能、成分、牌号可查阅有关工程材料手册。

2. 铸铁 铸铁分为白口铸铁、灰口铸铁、可锻铸铁、球墨铸铁和特殊性能铸铁。

白口铸铁硬而脆,切削加工困难。除少数用来制造硬度高、耐磨、不需加工的零件外,主要用作炼钢原料,可锻铸铁件的毛坯。

灰口铸铁铸造性能好,且具有较好的切削加工性、减摩性等,在机械制造中应用较广。灰口铸铁含碳量一般为 $2.7\% \sim 4.0\%$,其中大部分碳以游离状态的片状石墨存在,断口呈暗灰色。牌号以“HT”(“灰铁”汉语拼音的字首)表示,其后的数字表示最低抗拉强度。例如:HT150表示抗拉强度不低于 150MPa 的灰口铸铁。

可锻铸铁是由白口铸铁经高温退火而获得的具有团絮状石墨的铸铁。性能较灰口铸铁好,但生产周期长,成本高,适宜制造薄壁及形状较复杂铸件。但实际上可锻铸铁并不可锻。

可锻铸铁牌号用“KT”表示,其后由二组数字组成,分别代表最低抗拉强度和最低延伸率。例如:KTH300-06(其中H表示黑心)表示最低抗拉强度为 300MPa ,最小延伸率为 6% 的可锻铸铁。

球墨铸铁是将石墨细化呈球状均匀分布的铸铁。它是向铁水中加入一定量的球化剂(如Mg、稀土元素等),进行球化处理,并加入少量的孕育剂(硅铁)而制得。其机械性能较前二种高,因而可用其代替一些铸钢件。

球墨铸铁牌号用“QT”表示,其后两组数字分别代表其最低抗拉强度和最低延伸率。例如:QT450-10表示抗拉强度不低于 450MPa ,延伸率不小于 10% 的球墨铸铁。

特殊性能铸铁是通过向铸铁中加入一定量的合金元素而获得的具有更好使用性能的铸铁,如耐热铸铁、耐蚀铸铁及耐磨铸铁等。

3. 有色金属 工业上使用较广的有色金属主要有铜合金、铝合金、轴承合金及粉末冶金材料。

(1)铜及其合金 纯铜由于强度和硬度较低,在机械制造中很少使用。经常使用的是黄铜和青铜二种。黄铜是以锌为主要合金元素的铜合金;青铜是以除锌、镍以外的其他元素为主要合金元素的铜合金,如锡青铜、铅青铜、铝青铜、铍青铜等。铜合金具有较好的耐磨性、耐蚀性及良好的加工工艺性,主要用于一些承受磨损的零件。

(2)铝及其合金 工业纯铝强度、硬度较低,很少用于机械零件,大多利用其良好的导电性、导热性制作导线或要求质轻、导热及耐大气腐蚀但强度不高的器具。

铝合金是在纯铝的基础上加入某些合金元素制成的,与工业纯铝相比具有较高的力学性能。铝合金主要有防锈铝合金、硬铝、超硬铝合金、锻造铝合金及铸造铝合金等,广泛用于要求重量轻而受力较大,要求耐蚀性较好的结构件,如内燃机气缸活塞、各种仪表表盘及飞机零部件等。

(3)轴承合金 轴承合金是在其基体元素中加入其他合金元素制成的具有较好的耐磨性、磨合性及低的摩擦系数、良好韧性的有色金属材料,主要有铅基、铅基、锡基和铜基等几种,用于制作滑动轴承中的轴瓦和内衬。

(二)非金属材料

除金属材料以外的各种工程材料均被认为是非金属材料,如陶瓷材料、橡胶、尼龙、塑料等。非金属材料有着各种金属材料所不及的性能,在现代工业中应用日趋广泛。

关于各种材料的性能及主要用途,可查阅机械工程手册或有关材料手册。

二、钢的热处理简介

钢的热处理就是将钢在固态范围内加热到给定的温度,经过保温,然后按选定的冷却速度冷却,以改变其内部组织结构,从而获得所需要性能的工艺方法。

通过热处理可以充分发挥金属材料的内在潜力,改善金属材料的性能,提高材料的使用寿命,减轻零件重量,节省金属材料。钢的热处理广泛用于机械制造、刀具与量具制造以及宇航和国防工业中。

热处理的方法很多,根据目的和要求的不同,可以分为:

热处理	{	普通热处理:退火、正火、淬火、回火	
		表面热处理 {	表面淬火:火焰加热,感应加热
			化学热处理:渗碳、渗氮、碳-氮共渗

(一)退火和正火

把钢加热到一定温度,保温一定时间,然后随炉缓慢冷却的一种热处理工艺方法称为退火。其目的是消除钢件内应力,降低硬度,提高塑性,细化组织、均匀成分,以利于后续加工,并为最终热处理做好组织准备。在工业生产中退火通常被安排在工件毛坯生产之后,又称为预备热处理。根据退火的目的不同,退火可分为完全退火、球化退火、扩散退火和去应力退火。

钢的正火是将钢加热到临界温度以上 $30\sim 50^{\circ}\text{C}$,经过保温后在空气中冷却的热处理工艺方法。正火和退火的主要区别是正火的冷却速度比退火要快,正火后得到的组织比退火细小些,钢的强度、硬度也稍有提高。正火的目的是:细化晶粒,调整硬度;消除网状碳化物,为球化退火或淬火等做好组织准备。由于正火操作简便,生产周期短,成本低。因此对于低、中碳钢经常用正火来代替退火或用正火作为普通结构钢件及大型碳钢件的最终热处理。

(二)淬火和回火

淬火是将钢加热到相变点以上某一温度,经过保温,然后以大于临界冷却速度进行快速冷却,从而获得马氏体组织的热处理工艺过程。淬火的目的是为了提高钢的硬度和耐磨性能,或与回火配合获得所需要的性能。淬火的冷却剂一般用水或者用油,水的冷却速度大,主要用于淬碳钢;油的冷却能力弱,主要用于淬合金钢。

将淬火以后的钢重新加热到相变温度以下某一温度,经保温后冷却下来的热处理工艺过程称为钢的回火。回火是淬火后必须进行的工序。回火的目的在于稳定组织,稳定尺寸;降低脆性,减少或消除内应力,以防止开裂;获得所需要的机械性能;降低淬火的脆性。根据目的不同和回火温度不同,回火可分为三种:低温回火、中温回火和高温回火。低温回火($150\sim 250^{\circ}\text{C}$)主要用于要求高硬度和耐磨性的材料,如刀具、量具等;中温回火($350\sim 500^{\circ}\text{C}$)主要用于要求弹性较好的工件如弹簧;高温回火($500\sim 650^{\circ}\text{C}$)主要用于要求综合机械性能好的材料,如碳钢制造的齿轮、轴等。这种淬火加高温回火的热处理又称调质处理。

(三)钢的表面热处理

对于受磨损而且承受交变载荷或冲击载荷的零件(例如凸轮、齿轮等)来说,要求具有柔韧的内心和硬的表面(柔韧的内心用来承受载荷,硬的表面用来抗磨损)。将零件作渗碳等表面热处理就可满足这种要求。

渗碳就是将碳分解成活性原子渗入零件低碳的表面层,随后施之淬火和低温回火工艺,使

其表面硬度及耐磨性增高,而心部仍保持很好的韧性的化学热处理工艺。作渗碳处理的零件均由低碳钢(含碳量 $0.1\% \sim 0.25\%$)及低碳合金钢制成。

氮化是使氮渗入钢的表面与钢中的铁、铬等形成氮化物,以提高表面硬度、耐磨性、耐蚀性及疲劳强度的化学热处理工艺。氮化后的零件不需要再进行淬火处理,因此避免了淬火而带来的缺陷,这就是氮化优于渗碳处理的地方。氮化处理后表面硬化层较薄,因而不能承受大的过载,这是它的不足之处。

碳氮共渗是向钢的表层同时渗入碳和氮的过程。习惯上碳氮共渗又称为氰化。目前以中温气体碳氮共渗和低温气体碳氮共渗应用较为广泛。中温气体碳氮共渗的主要目的是提高钢的硬度、耐磨性和疲劳强度;低温气体碳氮共渗以渗氮为主,其主要目的是提高钢的耐磨性和抗咬合性。

表面淬火主要是通过快速加热与立即淬火冷却相结合的方法来实现的,即利用快速加热使钢件表面很快地达到淬火的温度,而不等热量传至中心,即迅速予以冷却,如此便可以只使表层被淬硬为马氏体,而中心仍为未淬火组织,即原来塑性和韧性较好的退火、正火或调质状态的组织。表面淬火常用来处理齿轮、凸轮等中碳钢零件。

思 考 题

1. 试述机器、机构与机械的概念,并举出实例。
2. 试述构件与零件的概念及它们的区别。
3. 什么是运动副? 平面机构运动副如何分类? 什么是高副? 什么是低副?
4. 什么是机构运动简图? 如何绘制?

练 习 题

1. 试画出图示平面机构的运动简图。

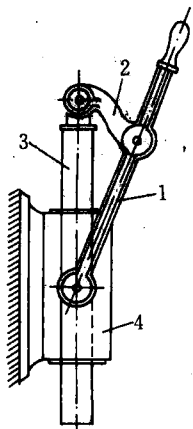


图 0-9 唧筒机构

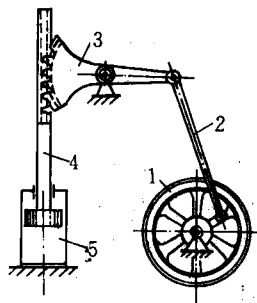


图 0-10 活塞泵机构

第一章 平面连杆机构

§ 1-1 平面连杆机构的特点

平面连杆机构是一种应用极为广泛的机构,它是由若干构件用低副联接(两构件间联接是面接触),故又称为低副机构。它具有如下特点:

1. 平面连杆机构能够实现多种运动形式的转换,例如,它可以将原动件的转动转变为从动件的转动、往复移动或摆动,反之,也可将往复移动或摆动转变为连续的转动。
2. 由于两构件间的联接是面接触,单位面积内所承受的压力较小,且便于润滑,故磨损小、寿命长。
3. 两构件联接的接触面为圆柱面或平面,形状简单,易于加工,能获得较高的精度。
4. 靠本身几何形状保持接触,无须外力量。
5. 为满足机构的工作要求,需增加构件和运动副(两构件间可动联接)的数目,这样使机构变得复杂,产生自锁的可能性增加,在制造和安装中产生误差积累,较难准确地实现预期的运动规律。
6. 机构中作平面复杂运动和往复运动的构件所产生的惯性力难以平衡,高速运转时将引起较大的动载荷和振动。

由于平面连杆机构具有上述的优点,因而广泛用于各种机械和仪表中,另因存在上述缺点,它只用于速度较低场合。

§ 1-2 四杆机构的基本形式及其应用

平面连杆机构中,以四个构件组成的四杆机构较为简单,应用也较为广泛,因此,四杆机构是平面连杆机构的基本形式,常用的四杆机构根据运动副的组成情况,可分为以下三类:

一、全转动副的四杆机构(铰链四杆机构)

图 1-1 所示为一铰链四杆机构。其中构件 4 为机架,与机架以转动副相联接的构件 1 和 3 称为连架杆,连架杆中能作整周转动的,例如构件 1,称为曲柄;连架杆中只能作往复摆动的,例如构件 3,称为摇杆。与连架杆以转动副相联接的构件 2 称为连杆,连杆在一般情况下作平面复杂运动。

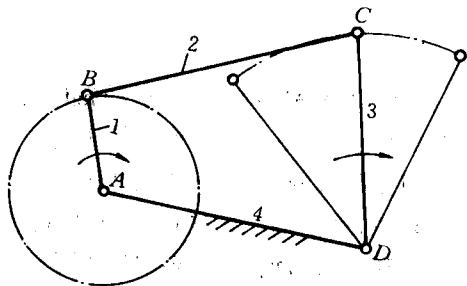


图 1-1

铰链四杆机构按其连架杆运动状态,又可分为下列三种形式: