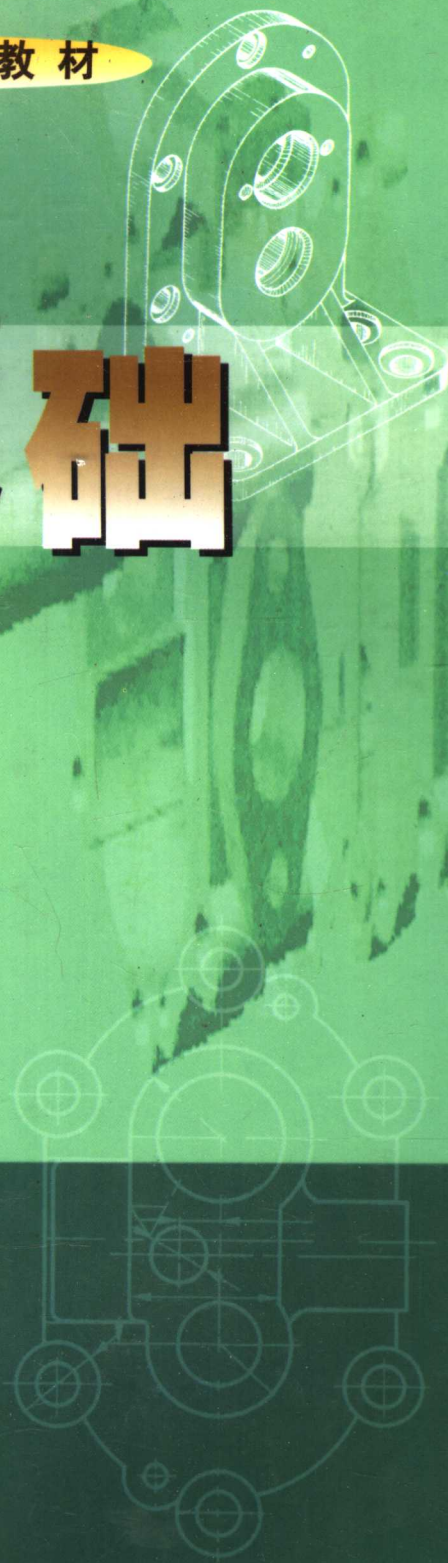
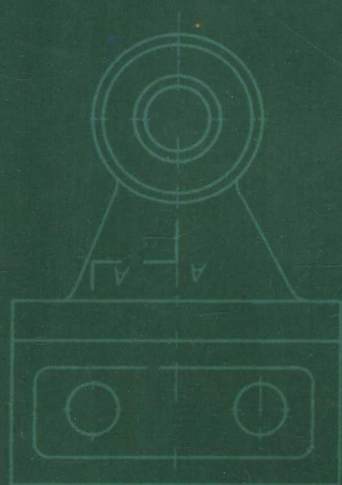


21 世纪 高职高专 系列教材

J 机械基础

王 军 严 丽 主编



华南理工大学出版社

内 容 提 要

本书是根据高等职业教育培养目标和教育部《高职高专教育基础课程教学基本要求》编写而成的。全书共 13 章,内容包括机械零件常用材料及钢的热处理、物体的受力分析与平衡、杆件的变形及强度和刚度计算、常用机械传动机构(平面连杆机构、凸轮机构、螺旋机构、间歇运动机构、齿轮传动、轮系和减速器、带传动及链传动)和通用零部件(联接、联轴器和离合器、轴承、轴、弹簧)、公差与配合等。

本书可作为高职高专院校非机械类、近机械类专业学生学习机械基础课程的教材,也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械基础/王军,严丽主编. —广州:华南理工大学出版社, 2004.8 (2006.12 重印)
(21 世纪高职高专系列教材)
ISBN 7-5623-2092-6

I. 机… II. ①王…②严… 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(2004)第 050550 号

总 发 行: 华南理工大学出版社(广州五山华南理工大学 17 号楼, 邮编 510640)

营销部电话: 020-87113487 87110964 87111048 (传真)

E-mail: scutc13@scut.edu.cn

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

责任编辑: 吴兆强

印 刷 者: 广东省农垦总局印刷厂

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 15 字数: 366 千

版 次: 2004 年 8 月第 1 版 2006 年 12 月第 3 次印刷

印 数: 6001~9000 册

定 价: 24.50 元

版权所有 盗版必究

前 言

本书是根据高等职业教育培养生产、管理第一线的技术应用型人才的目标,参考教育部最新制定的《高职高专教育基础课程教学基本要求》编写而成的。我们充分吸取了高职高专院校在探索培养技术应用型专门人才方面所取得的成功经验和教学改革成果,精选教学内容,保证基础,加强与工程实践的联系,全书力求简明易懂和更具启迪性,充分反映高职高专的教育特点。

本书内容包括机械零件常用材料及钢的热处理、物体的受力分析与平衡、杆件的变形及强度和刚度计算、常用机构和通用零部件、公差与配合等基本内容。书中带“*”号的部分为选学和延伸内容,可根据专业要求和学时情况酌情取舍,或供学有余力的学生自学。本书可作为高职高专院校非机械类、近机械类专业学生学习机械基础课程的教材。

本书采用了最新国家标准和法定计量单位。

参加本书编写工作的有广东轻工职业技术学院王军(绪论、第五章)、严丽(第二、三章)、广东机电职业技术学院曾德江(第六、八、九、十二章)、广东轻工职业技术学院陈学文(第一、七、十一章)、刘安静(第四、十章)、林海雄(第十三章),并由王军、严丽担任主编。

本书由山东科技大学张建中教授审阅,提出了宝贵意见,我们在此表示衷心的感谢。

限于编者水平,书中错误与不妥之处在所难免,敬请机械基础课程的各位教师 and 广大读者给予批评指正。

编 者

2004年5月

目 录

绪论	(1)
第一节 机械及其组成	(1)
第二节 机械设计的基本要求和一般过程	(3)
第三节 《机械基础》研究的对象、内容和任务	(3)
思考题及练习题	(4)
第一章 机械零件常用材料及钢的热处理	(5)
第一节 金属材料的力学性能和工艺性能	(5)
第二节 钢的热处理	(7)
第三节 常用金属材料	(8)
* 第四节 常用非金属材料简介	(12)
思考题及练习题	(15)
第二章 物体的受力分析与平衡	(16)
第一节 力的概念	(16)
第二节 力矩和力偶	(18)
第三节 物体的受力分析与受力图	(21)
第四节 力系的平衡方程及应用	(25)
思考题及练习题	(30)
第三章 杆件的变形及强度和刚度计算	(32)
第一节 概述	(32)
第二节 轴向拉伸和压缩	(33)
第三节 剪切和挤压	(39)
第四节 圆轴的扭转	(41)
第五节 梁的弯曲	(45)
* 第六节 强度计算中的几个问题	(49)
思考题及练习题	(52)
第四章 常用机构	(55)
第一节 运动副及平面机构运动简图	(55)
第二节 平面连杆机构	(58)
第三节 凸轮机构	(62)

第四节 螺旋机构	(69)
* 第五节 间歇运动机构	(71)
思考题及练习题	(74)
第五章 齿轮传动	(75)
第一节 齿轮传动的特点和类型	(75)
第二节 渐开线直齿圆柱齿轮	(76)
第三节 渐开线直齿圆柱齿轮的啮合传动	(80)
第四节 渐开线齿轮的切齿原理简介	(82)
第五节 渐开线齿廓的根切问题及变位齿轮的概念	(84)
第六节 齿轮传动的失效形式及常用材料	(85)
第七节 直齿圆柱齿轮传动的强度计算	(87)
第八节 斜齿圆柱齿轮传动	(92)
* 第九节 直齿圆锥齿轮传动	(95)
第十节 齿轮的结构	(97)
第十一节 齿轮传动的润滑及效率	(98)
第十二节 蜗杆传动	(99)
思考题及练习题	(101)
第六章 轮系和减速器	(103)
第一节 轮系及其分类	(103)
第二节 定轴轮系的传动比	(104)
* 第三节 行星轮系的传动比	(107)
第四节 轮系的功用	(110)
第五节 减速器	(112)
思考题及练习题	(115)
第七章 带传动和链传动	(117)
第一节 带传动的类型和特点	(117)
第二节 带传动的工作原理和工作能力分析	(118)
第三节 V带的标准及其传动设计	(122)
第四节 链传动	(132)
思考题及练习题	(135)
第八章 联接	(137)
第一节 概述	(137)
第二节 螺纹联接	(137)
第三节 轴毂联接	(151)
* 第四节 其他常用联接简介	(156)

思考题及练习题	(156)
第九章 联轴器和离合器	(158)
第一节 概述	(158)
第二节 联轴器	(158)
第三节 离合器	(163)
思考题及练习题	(165)
第十章 轴承	(167)
第一节 概述	(167)
第二节 滑动轴承	(167)
第三节 滚动轴承的类型及代号	(171)
第四节 滚动轴承的选择	(176)
第五节 滚动轴承组合设计	(183)
第六节 轴承的使用与维护	(185)
思考题及练习题	(190)
第十一章 轴	(191)
第一节 轴的功用、类型及材料	(191)
第二节 轴的结构设计	(193)
第三节 轴的强度校核	(195)
思考题及练习题	(201)
第十二章 弹簧	(202)
第一节 弹簧的功用和类型	(202)
第二节 弹簧的材料和制造	(204)
第三节 圆柱螺旋压缩(拉伸)弹簧	(207)
思考题及练习题	(210)
第十三章 公差与配合	(211)
第一节 概述	(211)
第二节 公差配合的术语定义	(211)
第三节 尺寸公差与配合	(215)
第四节 表面粗糙度	(219)
第五节 形状与位置公差	(224)
思考题及练习题	(230)
参考书目	(232)

绪 论

人类为了满足生产和生活上的需要,创造了各种各样的机械,从而减轻了体力劳动,提高了生产效率。随着科学技术的飞速发展,使用机械进行生产的水平已经成为衡量一个国家技术水平和现代化程度的重要标志之一。

第一节 机械及其组成

机械是机器和机构的总称。

机器的种类很多,在生产中,常见的机器有汽车、内燃机、电动机、各种机床和机器人等。在日常生活中,常用的机器有缝纫机、洗衣机、电风扇等。它们的结构和用途不同,但却有其共同的特征。

图 0-1 所示的单缸四冲程内燃机,由气缸体、活塞、连杆、曲轴、齿轮、凸轮、顶杆、排气阀和进气阀等组成。在燃气的推动下活塞在气缸体内作往复移动,并通过连杆使曲轴转动,从而将燃气产生的热能转换为曲轴转动的机械能。

图 0-2 所示的鄂式破碎机,由电动机、带轮、V 带、偏心轴、动鄂板、定鄂板及机架和肘板等组成。当电动机通过 V 带驱动带轮转动时,偏心轴则绕轴线 A 转动,使动鄂作平面运动,轧碎动鄂与定鄂之间的物料,从而做有用的机械功。

由以上两个实例可以看出,机器具有以下共同的特征:

- (1)它是人为的多个实物组合体;
- (2)各实物之间具有确定的相对运动;
- (3)能够变换或传递能量、物料和信息。

凡同时具有以上 3 个特征的实物组合体称为机器。按照各部分实物体功能不同,一部完整的机器,通常都是由下面 3 个部分组成。

(1)动力机部分。它是驱动整个机器完成预定功能的动力源,如实例中的电动机、内燃机等。

(2)工作部分。它是机器中直接完成工作任务的组成部分,如车床的刀架、起重机的吊

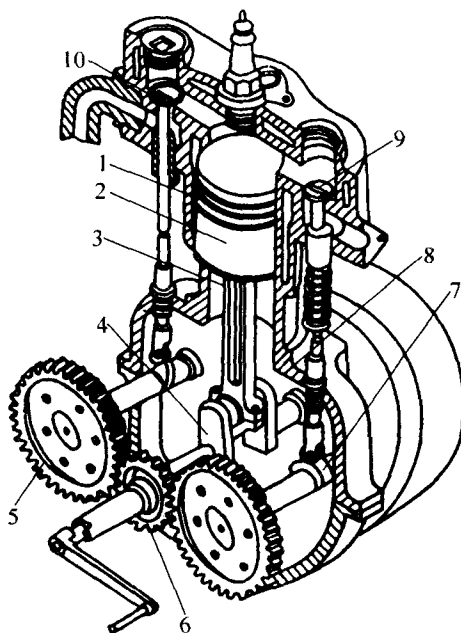


图 0-1 单缸四冲程内燃机

1—气缸体;2—活塞;3—连杆;4—曲轴;5、6—齿轮;
7—凸轮;8—顶杆;9—排气阀;10—进气阀

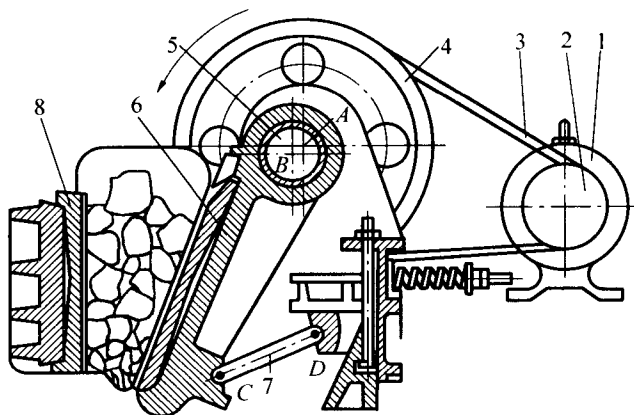


图 0-2 鄂式破碎机

1—电动机;2,4—带轮;3—V带;5—偏心轴;
6—动鄂板;7—肘板;8—定鄂板及机架

钩、洗衣机的滚筒等。其运动形式因机器的用途不同而异。

(3)传动部分。它是介于动力机部分和工作部分之间,用以完成运动和动力的传递及转换的部分。利用它可以减速、增速、调速、改变转矩及分配动力等,从而满足工作部分的各种要求。

常用的传动部分有机械的、电气的和液压的,其中机械传动应用广泛。机械传动通常由各种机构(如齿轮机构、连杆机构、凸轮机构等)和各种零件(如带-带轮、链-链轮、轴、轴承等)组成。

所谓机构,是指多个实物体的组合,能实现预期的运动和动力传递。如图 0-1 中由齿轮 5 和 6 及机架组成的齿轮机构,将曲轴的转动传递给凸轮轴,而凸轮机构(由凸轮 7、顶杆 8 和机架组成)则将凸轮轴的转动变换为顶杆的直线往复运动,保证了进、排气阀有规律的启动与关闭。机器中最普遍使用的机构有连杆机构、凸轮机构和齿轮机构等,称为常用机构。

可见,机构主要用来传递和变换运动,而机器主要用来传递或变换能量、物料和信息(如照相机、复印机、传真机等可实现信息的变换、处理和传递)。从运动和结构的观点来看,机构与机器并无区别。因此,通常把机构和机器统称为机械。

组成机械的各个做相对运动的实体称为构件。构件可以是单一的整体,也可以是几个元件的刚性组合。例如,图 0-3 所示的曲轴和图 0-4 所示的连杆都是一个构件。曲轴构件是一个单一整体,而连杆则是由连杆体、螺栓、螺母和连杆盖等几个元件组成。这些元件之间没有相对运动,构成一个运动单元。组成这个构件的几个元件称为零件。零件是制造的单元。

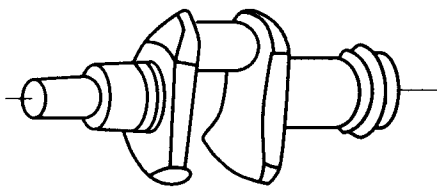


图 0-3 曲轴

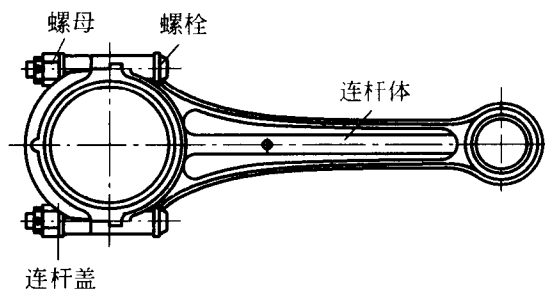


图 0-4 连杆

机械中的零件可以分为两类：一类称为通用零件，它在各类机械中都能遇到，如齿轮、螺栓、螺母和轴等；另一类称为专用零件，它只适用于某些机械之中，如内燃机中的曲轴、活塞，汽轮机的叶轮等。

第二节 机械设计的基本要求和一般过程

机械设计是创造性地实现具有预期功能的新的机械，或改进现有的机械，使其具有新的性能。

所设计的机械应满足的基本要求是：在满足预定功能的前提下，成本低、结构紧凑、造型美观，同时工作安全可靠、操作维修方便等。

在明确设计要求之后，机械设计的一般过程主要包括：确定机械的工作原理，选择恰当的机构，拟定设计方案，进行总体设计，作运动分析和动力分析，计算作用在各构件上的载荷，以及进行零部件工作能力计算和结构设计，绘制机器总装配图。围绕机械设计的过程，本课程安排了机械零件常用材料、力和应力分析、常用机构、通用零件和公差与配合等内容。

一部机器要经过设计、制造、鉴定直到产品定型，是一个复杂细致的过程。设计人员必须善于把设计构思和方案，用语言、文字和图形方式传递给主管者和协作者，以取得批准和赞同。除具体技术问题外，设计人员还要进行论证的问题有：①此设计是否确实为人们所需要；②能否与同类产品竞争；③制造上是否经济；④维修保养是否方便；⑤社会与经济效益如何。

设计人员要富有创造精神，从实际情况出发，调查研究，广泛吸取用户和工艺人员的意见，进一步做好相应的技术完善工作，使机械产品达到最佳的成果，并从中积累机械设计经验。

第三节 《机械基础》研究的对象、内容和任务

《机械基础》主要介绍常用机构和通用零件，以及机械设计的一些基础知识。《机械基础》的内容主要有以下 3 个方面：

- (1) 机械零件的常用材料及其受力变形的基本形式、强度计算。
- (2) 机构的组成及工作原理。

(3)通用零件的结构设计、工作能力计算及标准零件的选用等。

《机械基础》是一门重要的技术基础课。通过本课程的学习,可以使学生初步了解机械零件常用材料和热处理的基本知识,掌握物体的受力分析与平衡条件,了解杆件基本变形和应力分析的基本概念和方法,对常用机构和主要通用零件的类型、工作原理、特点、应用及其简单计算具有分析和运用的能力,为学习有关专业机械设备课程以及参与技术改造奠定必要的基础。因此,对于将来从事生产第一线技术、管理工作的高职学生来说,学习《机械基础》课程无疑是十分重要的。

《机械基础》又是应用性很强的课程。在学习过程中,必须多观察、细思考、勤练习和常总结。观察生产、生活中遇到的各种机械,结合课程内容细思考,主动地联系实际,增强感性认识,要多做练习和简单设计,加深对所学内容的理解,提高分析能力和综合能力。及时总结、消化和掌握课程内容,归纳学到的各种技术和方法。注重实践能力和创新精神的培养,提高全面素质和综合职业能力。

思考题及练习题

1. 一般机器主要由哪些部分组成?各部分的作用是什么?试举例分析说明。
2. 机器和机构的异同点各是什么?
3. 构件和零件有何不同?

第一章 机械零件常用材料及钢的热处理

机械零件常用材料与加工在机械工业生产中占有极为重要的地位。在机械产品的设计制造过程中,常常会遇到材料选择、确定毛坯及零件的加工工艺方法、合理进行结构设计等问题。

机械零件常用材料主要是钢和铁,钢经正确的热处理后,能提高使用性能,改善工艺性能,可充分发挥材料的潜力、减少废品、保证质量、降低成本和提高经济效益等。

第一节 金属材料的力学性能和工艺性能

为了正确、合理地使用和加工金属材料,应充分了解和掌握金属材料性能。金属材料应具备的性能有材料的力学性能、工艺性能、物理性能和化学性能等几方面。

一、力学性能

力学性能是指金属材料在外力作用下抵抗变形或破坏的能力,如强度、塑性、硬度和韧性等。

1. 强度和塑性

强度是材料抵抗变形和断裂的能力,有屈服强度、抗拉强度等。而塑性则是材料产生永久变形而不断裂的能力,可用伸长率和断面收缩率来衡量。它们是通过拉伸试验来测定的。这将在以后的章节叙述。

2. 硬度指标

硬度是指材料表面抵抗其他更硬物体压入的能力。常用的硬度有布氏硬度、洛氏硬度等。

(1) 布氏硬度。布氏硬度的试验原理如图 1-1 所示。它是在一定载荷作用下,将一定直径的压头压入材料表面,并保持载荷至规定的时间后才卸荷,然后测得压痕的直径,根据所用载荷的大小和所得压痕面积,算出压痕表面所承受的平均应力值。这个应力值就是布

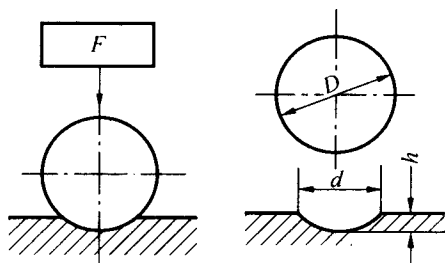


图 1-1 布氏硬度试验原理示意图

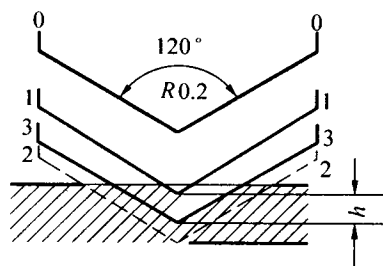


图 1-2 洛氏硬度试验原理示意图

氏硬度值。在实际应用中一般不用计算,而是根据压痕直径 d 的大小,从专门硬度表中直接查取。布氏硬度用 HB 表示。常用布氏硬度有 HBS(用钢球测定的)和 HBW(用硬质合金球测定的)两种。

硬度值标注时只需标注其符号和数值而不标注单位,如 200 HBS、400 HBS 等。

布氏硬度常用于测量退火、正火、调质钢件和铸铁及有色金属的硬度。

(2)洛氏硬度。洛氏硬度的试验原理如图 1-2 所示。它是以顶角为 120° 的金刚石圆锥或直径为 1.588 mm 的淬火钢球作为压头,先施加初载荷;然后再加主载荷,压入试样表面并保持一定时间后,卸除主载荷,在保留初载荷的情况下,根据试样表面的压痕深度 h 来确定被测的洛氏硬度值,用 HR 表示。可从硬度试验机上直接读出洛氏硬度值。

我国常用的洛氏硬度有 HRA、HRB、HRC 3 种,其试验和使用规范见表 1-1。在实际应用中,可以通过经实验测定的换算表进行相互比较。

表 1-1 3 种洛氏硬度标尺的试验条件和应用范围

符 号	压 头	初载荷/N	主载荷/N	测量范围	应 用 范 围
HRA	顶角 120° 金刚石圆锥	98.1	490.3	60~85	硬质合金或表面处理过的零件
HRB	直径 1.588 mm 钢球	98.1	882.6	25~100	退火钢、灰铸铁及有色金属等
HRC	顶角 120° 金刚石圆锥	98.1	1 373	20~67	淬火钢、调质钢等

洛氏硬度广泛应用于工厂热处理车间的质量检验。

3. 韧度指标

材料抵抗冲击载荷的能力称为冲击韧性,其大小用冲击韧度表示。我们通常采用规定形状和尺寸的试样在冲击试验力作用下折断时吸收的功 A_k ,然后根据相同试验条件下材料 A_k 值的大小来评定材料冲击韧度的好坏。一般将 A_k 值低的材料称为脆性材料, A_k 值高的材料称为韧性材料。

二、工艺性能

要将金属材料变成毛坯或零件,就要对其进行加工,以改变其形状和尺寸。按加工原理分,主要的加工方法有:铸造、锻压、焊接和切削加工 4 种。其中切削加工主要用于零件的最终加工,而铸造、锻压和焊接主要用于生产毛坯,但在某些情况下也可以直接生产成品。

(1)铸造。将熔化的金属浇注到铸型的型腔中,待其冷却后得到毛坯或直接得到零件的加工方法称为铸造。由铸造得到的毛坯或零件称为铸件。铸造的应用十分广泛,据统计,机械设备中铸件重量占整体重量的 50%~80%。

(2)锻压。锻压是指锻造和板料冲压。锻造是指金属加热后,用锤或压力机使其产生塑性变形,从而获得具有一定形状、尺寸和机械性能的毛坯或零件的加工方法。锻造广泛用于机床、汽车、拖拉机、化工机械的制造中,如齿轮、连杆、曲轴、刀具和模具等都采用锻造加工。

板料冲压是指板料在机床压力作用下,利用装在机床上的冲模使其变形或分离,从而获得毛坯或零件的加工方法。

(3)焊接。焊接是一种永久性连接金属材料的工艺方法。它通过局部加热、加压或同时加热加压的方法,使分离金属借助原子间结合与扩散作用而连接起来的工艺方法。焊接方

法应用广泛。

(4)切削加工。切削加工是指利用金属切割工具,从金属坯件上切去多余的金属,从而获得成品或半成品金属零件的加工方法。切削加工分机械加工和钳工两大类。常用的机械加工有车削、钻削、镗削、刨削、铣削及磨削加工。

第二节 钢的热处理

钢的热处理是将钢在固态状态下进行不同温度的加热、保温和冷却的工艺方法(如图 1-3),促使其内部组织结构发生变化,从而达到提高零件的力学性能和改善其工艺性能的目的。钢的热处理是在不改变所选用金属材料牌号的前提下,使之得到强化,能充分发挥材料的内部潜力,节约材料,提高机械产品质量,降低成本的一种重要手段。钢常用的热处理方法有普通热处理、表面热处理和化学热处理。

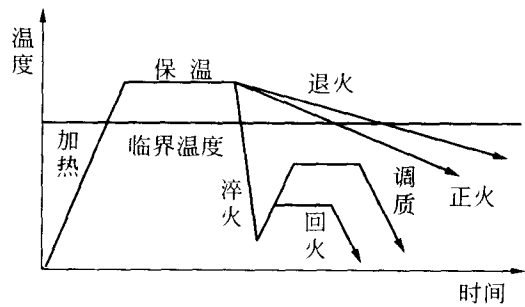


图 1-3 钢的热处理

一、普通热处理

普通热处理包括退火、正火、淬火、回火和调质(图 1-3)。

1. 退火、正火

把钢件加热到临界温度(在钢的固态范围内,引起钢内部组织结构发生变化的温度)以上,经适当保温,然后随炉缓慢冷却的一种工艺称为退火。其主要目的为软化、细化晶粒和消除内应力。

把钢件加热到临界温度以上,经适当保温,然后在空气中冷却的一种工艺称为正火。其冷却速度较退火快,因而可以获得较细的结晶组织结构,改善材料的综合力学性能,得到较高的强度和硬度。

2. 淬火、回火和调质

将钢加热到临界温度以上,保温一定时间,然后使之在水或油中迅速冷却的过程称淬火。其目的主要是为了提高材料的硬度。淬火后的钢虽然具有高的硬度和强度,但脆性大,组织也不稳定,而且工件内部残存着淬火内应力,必须回火处理后才能使用。

回火是将淬火后的钢再次加热到一定温度(低于临界温度),保温一定时间后,在空气中冷却的工艺方法。其目的主要是提高钢的韧性;减小或消除工件淬火时产生的内应力;稳定组织,保证工件的精度。

根据钢在回火后组织和性能的不同,按回火温度可将回火分为 3 类:

(1)低温回火($150\sim 250^{\circ}\text{C}$)。主要用来降低材料的脆性和淬火内应力,保持高的硬度,同时具有一定的韧性。适用于要求高硬度的耐磨零件,如刀具、量具、模具等。

(2)中温回火($250\sim 500^{\circ}\text{C}$)。目的在于保持一定韧性的条件下,提高材料的弹性和屈服点。主要用于各种弹簧和承受冲击的零件。

(3)高温回火(500~650℃)。淬火加高温回火的工艺过程称为调质。调质处理可以提高和改善材料的综合机械性能。主要用于各种重要的受力构件,如连杆、齿轮和轴等常采用调质处理。

二、表面热处理

对于一些要求表面有高硬度以增加其耐磨性,而心部有高韧性以提高其抗冲击能力的零件,可以采用表面热处理,即是对钢的表层进行淬火的工艺。主要有火焰表面淬火和高频表面淬火等。

三、化学热处理

化学热处理是把零件放入化学介质(如碳、氮等)中加热、保温,使介质元素渗入零件表层中,使其化学成分改变,从而使表层的组织性能发生变化。

常用的化学热处理方法有渗碳、渗氮(氮化)和碳氮共渗(氰化)。

第三节 常用金属材料

机械零件的材料目前用的最多是金属材料,其又分为黑色金属(如钢、铸铁等)和有色金属(如铜、铝及其合金等)。

一、钢

钢是指碳质量分数为 $w_c \leq 2.11\%$ 的铁碳合金。它有高的强度、塑性和韧性,可用铸造、锻造、焊接等方法来获得零件的毛坯,在机械制造中应用广泛。

按钢的含碳量分有:①低碳钢。 $w_c \leq 0.25\%$,其强度和硬度低,但塑性和焊接性能好,适用于冲压、焊接等方法成型;②中碳钢。 $w_c = 0.25\% \sim 0.6\%$,有好的综合力学性能,应用最广;③高碳钢。 $w_c \geq 0.6\%$,常用做弹性或易磨损元件。

按钢的质量分有普通碳素钢、优质碳素钢和高级优质碳素钢。

按钢的用途分有:①碳素结构钢。 $w_c < 0.7\%$,用于制造各种机械零件和工程结构件;②碳素工具钢。 $w_c > 0.7\%$,用于制造各种刀具、模具和量具。

在实际使用中,钢的分类命名往往是混合应用的。

1. 普通碳素结构钢

普通碳素结构钢的牌号及性能如表 1-2 所示。

表 1-2 普通碳素结构钢的牌号及性能

牌号	力学性能(不小于)			用 途
	抗拉强度 σ_b/MPa	屈服点 σ_s/MPa	伸长率 $\delta/\%$	
Q195	315~430	195	33	冲压件、焊接件及受载小的机械零件,如垫圈、开口销、铆钉和地脚螺栓等

牌号	力学性能(不小于)			用 途
	抗拉强度 σ_b /MPa	屈服点 σ_s /MPa	伸长率 δ /%	
Q215 Q235	335~450 375~500	215 235	31 26	焊接件、金属结构件及螺栓、螺母、铆钉、销轴、连杆和支座等受载不大的机械零件
Q255 Q275	410~550 490~630	255 275	24 20	金属结构件及螺栓、螺母、垫圈、楔、键、转轴、心轴、链轮、吊钩和连杆等受力较大的机械零件

这类钢的牌号由 Q 加屈服点数值组成,如:Q235 表示屈服强度值为 235 MPa 的普通碳素结构钢,这类钢大多数用于制造机械零件。

2. 优质碳素结构钢

优质碳素结构钢的牌号及性能如表 1-3 所示。钢的牌号用两位数字表示(不足两位数字前面补零),用于表明该种钢的平均含碳量为万分之几。如:45 钢表示其平均含碳量为 0.45%。

表 1-3 优质碳素结构钢的牌号及性能

牌号	力学性能(不小于)			用 途
	抗拉强度 σ_b /MPa	屈服点 σ_s /MPa	伸长率 δ /%	
08F 08	295 325	175 195	35 33	管子、垫片、要求不高的渗碳或氰化零件,如套筒、短轴等
10 20	335 410	205 245	31 25	冷冲压件、联接件及渗碳零件,如心轴、套筒、螺栓、螺母、吊钩、摩擦片、离合器盘等
30 40 45 50	490 570 600 630	295 335 355 375	21 19 16 14	调质零件,如齿轮、套筒、连杆、轴类零件及联接件等
60 70 85	675 715 1130	400 420 980	12 9 6	弹簧、弹性垫圈、凸轮及易磨损零件

注:牌号后的字线“F”表示沸腾钢,其余牌号为镇静钢。

3. 合金结构钢

在碳素结构中添加合金元素的钢称为合金结构钢。添加合金元素的目的在于改善钢的力学性能、工艺性能及物理性能等。通常加入的合金元素有 Mn(锰)、Si(硅)、Cr(铬)、Ni(镍)、W(钨)、Mo(钼)、V(钒)、Co(钴)、Ti(钛)和 B(硼)等。

合金结构钢的种类很多,如表 1-4 所示。

表 1-4 合金结构钢的牌号及力学性能

牌号	力学性能(不小于)			用 途
	抗拉强度 σ_b /MPa	屈服点 σ_s /MPa	伸长率 δ /%	
20Cr	835	540	10	用于要求心部强度较高、承受磨损,尺寸较大的渗碳零件
20Mn2	785	590	10	可代替 20Cr 钢制造齿轮、轴等渗碳零件
20MnVB	1 080	885	10	可代替 20Cr 钢制造齿轮等渗碳零件
20MnTiB	1 130	930	10	可代替 20CrMnTi 钢制造高强度齿轮等零件
40Cr	980	785	9	用于较重要的调质零件,如重要齿轮、连杆、曲轴等
40CrNi	980	785	10	用于要求强度高、韧性高的零件
40CrNiMoA	980	835	12	用于制造承受冲击载荷的高强度零件
45Mn2	885	735	10	可代替 40Cr 钢制造齿轮、轴类零件
35SiMn	885	735	15	可代替 40Cr 钢制造齿轮、轴类零件
35CrMo	980	835	12	可代替 40CrNi 钢制造大截面齿轮、轴类零件
40CrMnMo	980	785	10	可代替 40CrNiMo 钢制造高强度调质零件
65Mn	980	785	8	截面小于 20 mm 的冷卷弹簧
60Si2Mn	1 275	1 175	5	用于 250℃ 以下的耐热弹簧
50CrVA	1 275	1 130	10	用于大截面高强度弹簧

合金结构钢的牌号用数字加合金元素符号表示。如 20Mn2,其最左两位数字表示碳质量分数为 $w_C = 0.20\%$, Mn2 表示锰的质量分数为 $w_C = 2\%$ 。当合金元素的质量分数为 $w_C < 1.5\%$ 时,不标明含量,仅用元素符号表示,如 40Cr。

4. 铸钢

可用铸造来获得毛坯。适用于尺寸较大、形状较复杂、要求较高的零件。一般工程用铸造碳钢的牌号及力学性能如表 1-5 所示。铸钢的牌号由“铸钢”二字的汉语拼音字母和材料的屈服点与抗拉强度所组成。

表 1-5 一般工程用铸造碳钢的牌号及力学性能

牌号	力学性能(不小于)			用 途
	抗拉强度 σ_b /MPa	屈服点 σ_s /MPa	伸长率 δ /%	
ZG200—400	400	200	25	各种形状的机件,如机座变速器箱壳等
ZG230—450	450	230	22	机座、机盖、箱体等。焊接性良好

牌号	力学性能(不小于)			用 途
	抗拉强度 σ_b /MPa	屈服点 σ_s /MPa	伸长率 δ /%	
ZG270—500	500	270	18	飞轮、机架、蒸汽锤、联轴器、水压机工作缸。焊接性尚好
ZG310—570	570	310	15	联轴器、气缸、齿轮、重载荷机架等
ZG340—640	640	340	10	起重运输机中的齿轮、联轴器等重要机件

二、铸铁

铸铁是碳质量分数为 $w_c > 2.11\%$ 的铁碳合金。其性脆,不适于锻压和焊接,但其熔点较低。具有良好的铸造性、耐磨性和切削加工性,生产简单、价格便宜,应用广泛。常用的铸铁有灰铸铁、可锻铸铁和球墨铸铁等。

灰铸铁有较好的机械性能和工艺性能,应用较广,其性能如表 1-6 所示。铸铁的牌号由“灰铁”二字的汉语拼音字母和材料的最低抗拉强度所组成。

表 1-6 灰铸铁的牌号及性能

牌号	铸件壁厚/mm	抗拉强度 σ_b /MPa	用 途
HT150	2.5~10	175	端盖、轴承座、阀壳、管子附件、一般机床床身、滑座、工作台等
	10~20	145	
	20~30	130	
	30~50	120	
HT200	2.5~10	220	气缸、齿轮、机床、飞轮、齿条、衬筒、一般机床铸有导轨的床身、液压筒、泵的壳体等
	10~20	195	
	20~30	170	
	30~50	160	
HT250	4~10	270	阀壳、油缸、气缸、联轴器、机体、齿轮、齿轮箱外壳、飞轮、凸轮、轴承座等
	10~20	240	
	20~30	220	
	30~50	200	
HT300	10~20	290	齿轮、凸轮、车床卡盘、压力机的床身、导板增压液筒、泵的壳体等
	20~30	250	
	30~50	230	
HT350	10~20	340	
	20~30	290	
	30~50	260	

三、有色金属

有色金属及其合金种类繁多,由于其各有某些特殊的性能,所以在一些特殊的场合获得应用,尤以铜、铝及其合金在机械工业中应用广泛。