



全国高等职业教育机电类“十二五”规划教材

JIXIE ZHIZAO JICHU

机械制造基础

王德春 苗雅丽 主编
李新德 主审



黄河水利出版社

全国高等职业教育机电类“十二五”规划教材

机械制造基础

主 编 王德春 苗雅丽
副主编 王保华 陈留群 姚亚平
主 审 李新德



黄河水利出版社

· 郑 州 ·

内 容 提 要

本书是全国高等职业教育机电类“十二五”规划教材,是为适应培养高技术应用型专门人才的需要,经过结构优化、整合而成的一本机械类专业基础课程教材。

本书强调学以致用,理论联系实际,不仅具有完整的理论性,而且具有很强的实用性。全书共分八章,主要内容包括工程材料、金属热加工基础、机械零件毛坯的选择、几何量公差、金属切削加工基础、机械加工工艺规程、机床夹具和先进制造技术简介。

本书可作为高等职业技术学校、五年制高职及中职相关学校、成人高校、民办高校及本科院校举办的二级职业技术部学院机械类或机电类各专业的教学用书,也可作为机械、机电类技术人员的参考书或机械制造企业的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造基础/王德春,苗雅丽主编. —郑州:黄河水利出版社,2011.6
全国高等职业教育机电类“十二五”规划教材
ISBN 978 - 7 - 5509 - 0036 - 3

I. ①机… II. ①王… ②苗… III. ①机械制造 - 高等教育 - 教材 IV. ①TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 109079 号

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼14层

邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail: hhslcbs@126.com

承印单位:河南地质彩色印刷厂

开本:787 mm × 1092 mm 1/16

印张:20.25

字数:493 千字

版次:2011 年 6 月第 1 版

印数:1—4 100

印次:2011 年 6 月第 1 次印刷

定价:39.00 元

前言

机械制造基础是为了适应我国高等教育飞速发展和高职高专教学改革的需要而构建的一门课程,是机械类专业的主要基础课之一,是机械类或机电类专业的主干课程,在人才培养方案中起着连接其他技术基础课和专业课的桥梁作用,是培养机械制造业各职业岗位基础能力的核心课程。

本书的编写以教育部《关于加强高职高专人才培养工作的若干意见》等文件精神为指导,坚持以服务为宗旨,以就业为导向,教学与生产全面接轨的课程观,努力实践开发以职业岗位工作过程为课程设计基础的教学内容,建设突出职业能力和素质培养的课程标准,确立了以“机械工程材料的合理选用、机械工艺规程的编制和机械零件加工方法”为课程教学的三大主线。

本书是将以前的《工程材料》、《热加工基础》、《冷加工基础》、《互换与测量技术》和《机械加工工艺基础》等传统教学内容,经过分析取舍、结构优化,吸收了《先进制造技术》等相关内容整合而成的。通过本书的学习,不仅使学生在常用工程材料、毛坯与零件成型方法、公差与配合、切削加工和质量检测等方面获得必要的基础知识,而且使学生能编制简单零件的工艺规程,熟悉常用金属切削机床的操作、维修,培养学生在工程材料和工艺设计方面具有解决实际问题的能力,为学生就业打下坚实的基础。

本书内容丰富、涉及面广、适应性强,不同学校、不同专业使用本书时,可按自己的实际情况和具体教学需要进行调整或取舍。本书可供高职高专机械类或机电类专业使用,也可作为相关专业工程技术人员的参考读物。

参加本书编写的有:济源职业技术学院王德春(绪论、第一章),济源职业技术学院姚亚平(第二章),商丘科技职业学院陈留群(第三章、第四章),济源职业技术学院苗雅丽(第五章)和焦作大学王保华(第六章、第七章、第八章)。本书由王德春担任第一主编,苗雅丽担任第二主编,由王保华、陈留群和姚亚平担任副主编。

本书在编写过程中参考了相关教材及专著,在此对这些作者们表示衷心感谢!由于编者水平有限,书中不妥及错漏之处,恳请广大读者批评指正。

编者

2011年1月

绪 论

一、机械制造概述

机械制造是从事各种机械设备生产的工业部门的总称,它包括起重运输机械、农业机械、冶金矿山机械、化工机械、纺织机械、机床、工具、仪器、仪表及其他机械设备等生产部门。这些部门将原材料经过存储、运输、加工、检验等环节,最后变成符合要求的零件或产品。因此,机械制造业为整个国民经济提供技术装备,其发展水平是国家工业化程度的主要标志之一。

机械制造过程主要包括技术准备阶段、毛坯制造阶段、零件机械加工阶段和装配检验阶段等四个阶段。

(一) 技术准备阶段

技术准备阶段的工作主要有零件图与装配图的绘制、工艺规程的制订及原材料的准备、刀具及夹具和量具的配备、热处理和检测仪器的准备等。零件或产品投产前,必须做上述各项技术准备工作。

(二) 毛坯制造阶段

毛坯制造阶段的工作主要是通过铸造、锻压、焊接或轧材下料的方法把原材料加工成毛坯。具体讲就是根据零件的批量、尺寸、形状、性能要求等因素选用不同的毛坯成形方法。合理选择毛坯可提高生产率、降低成本。

(三) 零件机械加工阶段

零件机械加工阶段的工作主要是把毛坯进行切削加工,逐步改变毛坯的形状和尺寸,得到所需要的零件。有时为了改善零件的性能,在零件的制造过程中,需要对零件进行一些热处理。金属切削加工是目前各种零件的主要加工方法,通用的加工设备有车床、铣床、钻床、刨床、镗床、磨床等,还有专用机床、特种加工机床、数控机床等。采用哪种加工方法,选用哪种加工设备,要根据零件批量、精度等诸多因素综合考虑,以达到既保证零件质量要求,又保证生产效率高、成本低。

(四) 装配检验阶段

装配检验阶段的工作主要是将制成的各种合格的零件按要求、顺序加以装配,并检验其性能是否达到要求。调试合格后的产品,经包装即可出厂。

装配过程中必须严格遵守技术条件的规定,如零件装配顺序、工具的使用、润滑剂的施加等,只有这样才能生产出符合要求的产品。

二、机械制造的作用

机械制造业是所有与机械制造有关的各种工业部门的总称,机械制造业是国民经济的基础产业。机械制造业不仅对提高人民生活水平起着重要的保障作用,而且对科学技术的发展起着积极的推动作用。如果没有机械制造业提供质量优良、技术先进的技术设备,将直

接影响工业、农业、交通、科研和国防各部门的生产技术和整体水平,进而影响一个国家的综合生产实力。因此,一个国家机械制造业的发展水平决定了这个国家在国际中的竞争力,机械制造业是国家经济实力和科技水平的重要标志之一。

三、本课程的内容

机械制造基础是为了适应我国高等教育飞速发展和高职高专教学改革的需要而构建的一门课程。它是将以前开设的《工程材料》、《热加工基础》、《冷加工基础》、《互换与测量技术》和《机械加工工艺基础》等传统教学内容,经过分析取舍、结构优化,吸收了《先进制造技术》等相关内容整合而成的。

本课程实践性很强,学习之前应具有一定的感性知识。本课程应在热加工实训和机加工实训之后进行讲授。

通过本课程的学习,不仅使学生在常用工程材料、毛坯与零件成型方法、公差与配合、切削加工和质量检测等方面获得必要的基础知识,要求学生能编制简单零件的工艺规程,熟悉常用金属切削机床的操作、维修,而且培养学生在工程材料和工艺设计方面解决实际问题的能力,为学生就业打下坚实的基础。

本课程实践性强,涉及面广,学习本课程时,除要重视基本概念、基本知识外,还要注意理论与实践的结合。只有在实践中加深对课程内容的理解,才能将所学的知识转为技术应用的能力。

目 录

前 言	
绪 论	(1)
第一章 工程材料	(3)
第一节 金属材料的力学性能	(3)
第二节 铁碳合金	(9)
第三节 钢的热处理	(18)
第四节 常用金属材料	(37)
第五节 其他材料	(51)
第六节 零件材料的选用	(61)
复习与思考题	(67)
第二章 金属热加工基础	(69)
第一节 铸 造	(69)
第二节 锻 压	(95)
第三节 焊 接	(121)
复习与思考题	(140)
第三章 机械零件毛坯的选择	(142)
第一节 毛坯选择的原则	(142)
第二节 典型零件毛坯的选择	(144)
复习与思考题	(146)
第四章 几何量公差	(147)
第一节 尺寸公差与配合	(147)
第二节 形状与位置公差	(154)
第三节 表面粗糙度	(158)
复习与思考题	(163)
第五章 金属切削加工基础	(164)
第一节 金属切削加工的基础知识	(164)
第二节 刀具切削部分的几何角度	(167)
第三节 刀具材料	(173)
第四节 金属切削过程	(176)
第五节 金属切削机床	(186)
第六节 外圆表面加工	(195)
第七节 内圆表面加工	(211)
第八节 平面加工	(226)
第九节 圆柱齿轮加工	(240)

第十节 螺纹加工	(243)
复习与思考题	(245)
第六章 机械加工工艺规程	(248)
第一节 工艺过程与工艺规程	(248)
第二节 典型零件机械加工工艺过程	(262)
复习与思考题	(272)
第七章 机床夹具	(274)
第一节 概 述	(274)
第二节 夹具的定位和夹紧	(279)
第三节 夹具的夹紧机构	(285)
第四节 夹具夹紧的动力系统	(289)
第五节 夹具的其他装置	(291)
第六节 典型夹具的结构分析与设计要点	(296)
复习与思考题	(301)
第八章 先进制造技术简介	(302)
第一节 概 述	(302)
第二节 机械制造系统的自动化技术	(305)
第三节 精密加工与超精密加工	(310)
复习与思考题	(317)
参考文献	(318)

绪 论

一、机械制造概述

机械制造是从事各种机械设备生产的工业部门的总称,它包括起重运输机械、农业机械、冶金矿山机械、化工机械、纺织机械、机床、工具、仪器、仪表及其他机械设备等生产部门。这些部门将原材料经过存储、运输、加工、检验等环节,最后变成符合要求的零件或产品。因此,机械制造业为整个国民经济提供技术装备,其发展水平是国家工业化程度的主要标志之一。

机械制造过程主要包括技术准备阶段、毛坯制造阶段、零件机械加工阶段和装配检验阶段等四个阶段。

(一) 技术准备阶段

技术准备阶段的工作主要有零件图与装配图的绘制、工艺规程的制订及原材料的准备、刀具及夹具和量具的配备、热处理和检测仪器的准备等。零件或产品投产前,必须做上述各项技术准备工作。

(二) 毛坯制造阶段

毛坯制造阶段的工作主要是通过铸造、锻压、焊接或轧材下料的方法把原材料加工成毛坯。具体讲就是根据零件的批量、尺寸、形状、性能要求等因素选用不同的毛坯成形方法。合理选择毛坯可提高生产率、降低成本。

(三) 零件机械加工阶段

零件机械加工阶段的工作主要是把毛坯进行切削加工,逐步改变毛坯的形状和尺寸,得到所需要的零件。有时为了改善零件的性能,在零件的制造过程中,需要对零件进行一些热处理。金属切削加工是目前各种零件的主要加工方法,通用的加工设备有车床、铣床、钻床、刨床、镗床、磨床等,还有专用机床、特种加工机床、数控机床等。采用哪种加工方法,选用哪种加工设备,要根据零件批量、精度等诸多因素综合考虑,以达到既保证零件质量要求,又保证生产效率高、成本低。

(四) 装配检验阶段

装配检验阶段的工作主要是将制成的各种合格的零件按要求、顺序加以装配,并检验其性能是否达到要求。调试合格后的产品,经包装即可出厂。

装配过程中必须严格遵守技术条件的规定,如零件装配顺序、工具的使用、润滑剂的施加等,只有这样才能生产出符合要求的产品。

二、机械制造的作用

机械制造业是所有与机械制造有关的各种工业部门的总称,机械制造业是国民经济的基础产业。机械制造业不仅对提高人民生活水平起着重要的保障作用,而且对科学技术的发展起着积极的推动作用。如果没有机械制造业提供质量优良、技术先进的技术设备,将直

接影响工业、农业、交通、科研和国防各部门的生产技术和整体水平,进而影响一个国家的综合生产实力。因此,一个国家机械制造业的发展水平决定了这个国家在国际中的竞争力,机械制造业是国家经济实力和科技水平的重要标志之一。

三、本课程的内容

机械制造基础是为了适应我国高等教育飞速发展和高职高专教学改革的需要而构建的一门课程。它是将以前开设的《工程材料》、《热加工基础》、《冷加工基础》、《互换与测量技术》和《机械加工工艺基础》等传统教学内容,经过分析取舍、结构优化,吸收了《先进制造技术》等相关内容整合而成的。

本课程实践性很强,学习之前应具有一定的感性知识。本课程应在热加工实训和机加工实训之后进行讲授。

通过本课程的学习,不仅使学生在常用工程材料、毛坯与零件成型方法、公差与配合、切削加工和质量检测等方面获得必要的基础知识,要求学生能编制简单零件的工艺规程,熟悉常用金属切削机床的操作、维修,而且培养学生在工程材料和工艺设计方面解决实际问题的能力,为学生就业打下坚实的基础。

本课程实践性强,涉及面广,学习本课程时,除要重视基本概念、基本知识外,还要注意理论与实践的结合。只有在实践中加深对课程内容的理解,才能将所学的知识转为技术应用的能力。

第一章 工程材料

工程材料是机械制造业中所用材料的总称,各种机械零件和产品,大多都是由不同的工程材料通过加工制成的零件构成的。机械制造业中所用的工程材料分为金属材料和非金属材料,其中金属材料是应用最广泛的。本章主要介绍金属材料的力学性能、热处理工艺及常用的碳素钢、合金钢和有色金属等应用的基础知识。

学习任务

1. 了解金属材料的选材、力学性能。
2. 了解不同金属材料的热处理方式、热处理在图纸中的标注。
3. 掌握常用金属材料中的碳素钢、合金钢、有色金属等的牌号和应用。

第一节 金属材料的力学性能

金属材料的性能包括使用性能和工艺性能。使用性能是指金属材料在使用过程中具备的性能,它包括力学性能(强度、塑性、硬度、冲击韧性、疲劳强度等)、物理性能(密度、熔点、导电性、导热性等)和化学性能(耐蚀性、氧化性等)。工艺性能是指金属材料从冶炼到成品的生产过程中,适应各种加工工艺(冷热加工性、铸造、锻压、焊接、切削加工等)应具备的性能。

金属材料的力学性能是指金属材料在载荷作用时所表现的性能,这些性能是机械设计、材料选择、工艺评定及材料检验的主要依据。

材料的力学性能通常是在实验室内模拟生产条件来确定的,利用不同的试验方法来确定材料的力学行为特征及评定材料力学性能的指标。

一、强度

强度是指金属材料在外力作用下抵抗塑性变形(永久变形)和断裂的能力。抵抗塑性变形和断裂的能力越大,强度越高。金属材料的强度、塑性一般可以通过金属拉伸试验来测定。

(一) 拉伸试验

拉伸试验用来测试金属材料在静止状态承受载荷或受到缓慢增加载荷时的抵抗能力。试验时,在拉伸试验机上夹紧试样的两端,缓慢对试样施加轴向拉伸力,使试样被逐渐拉长,最后被拉断,试验结束。

1. 拉伸试样

为了能合理比较不同金属材料之间力学性能的好坏,所有金属材料的拉伸试样都做成标准形状,有圆柱形和板状两类,其中以圆柱形试样应用较多,如图 1-1 所示。

在圆柱形拉伸试样中, d_0 为试样直径, L_0 为试样的标距长度,而 d_1 和 L_1 分别为试样拉

断后的直径和长度。根据标距长度和直径之间的关系,试样可分为长试样($L_0 = 10d_0$)和短试样($L_0 = 5d_0$)两种。

2. 拉伸曲线

拉伸试验时,根据拉伸力 F 与试样伸长量 ΔL 之间的对应关系,可以绘制出拉力—伸长曲线图,即拉伸曲线,如图 1-2 所示。拉伸曲线图中,纵坐标表示拉伸力 F ,单位为 N;横坐标表示绝对伸长量 ΔL ,单位为 mm。拉伸曲线一般由拉伸试验机自动绘出。

拉伸曲线中, Oe 段为直线,即在拉力不超过

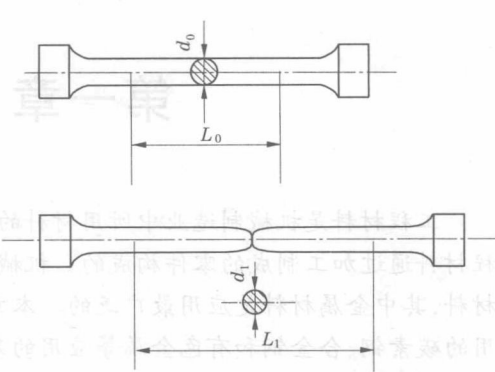


图 1-1 拉伸试样

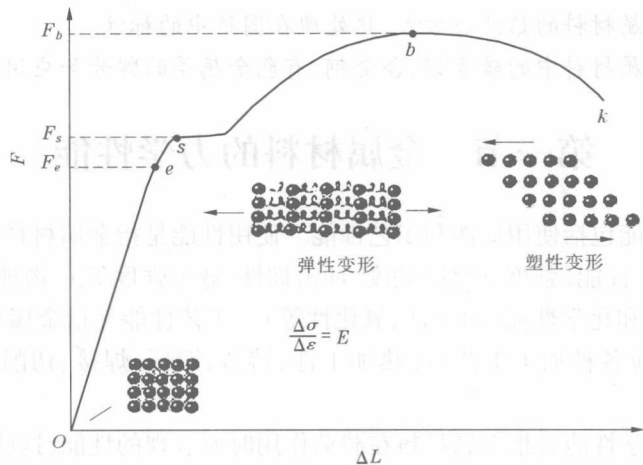


图 1-2 拉伸曲线

F_e 时,拉力与伸长量成正比关系,这时将外力去除后,试样将恢复到原来长度,这种能够完全恢复的变形称为弹性变形。当拉力超过 F_e 而没达到 F_s 时,试样的变形不能完全恢复而产生塑性变形(所谓塑性变形就是当外力去除后,试样有些变形不能恢复,将永久保留)。此时, es 段仍为直线,即变形与外力仍成正比关系。当拉力超过 F_s 时,曲线呈近似水平直线状,即拉力不增大而试样长度却在增加,这种现象称为屈服。屈服后,试样将产生明显的塑性变形。当拉力增大到 b 点后,试样在截面最薄弱处将发生直径变细的“颈缩”现象。至 k 点时,试样将在颈缩处被拉断。

通过拉伸曲线,可计算得出强度指标和塑性指标,这些指标是评定材料质量的主要依据。

(二) 强度

强度是指金属材料在外力作用下抵抗塑性变形(永久变形)和断裂的能力,用字母 R 表示(旧国标用 σ 表示),单位为 MPa。

$$R = F/S_0 \tag{1-1}$$

式中 F ——金属材料所受的外力,N;

其, S_0 ——金属材料原始截面面积, mm^2 。

根据金属材料受载荷所产生的不同变形情况, 有两个重要的强度参数, 分别是屈服强度和抗拉强度。

1. 屈服强度

屈服强度是指材料在外力达到 F_e , 呈现屈服现象时, 达到塑性变形时的应力点, 用 R_e 表示(旧标准用 σ_s 表示), 单位为 MPa。

$$R_e = F_e / S_0 \quad (1-2)$$

式中 F_e ——金属材料产生塑性变形时所能承受的最小外力, N;

S_0 ——金属材料原始截面面积, mm^2 。

生产中使用的某些金属材料无明显的屈服现象时, 国标中规定, 以材料变形为试样标距长度的 0.2% 时, 材料所能承受的应力作为屈服强度, 用符号 $R_{0.2}$ 表示。

2. 抗拉强度

金属材料在断裂前所能承受的最大应力称为抗拉强度, 即拉伸曲线上拉力达到 F_b 时的应力点, 用符号 R_b 表示(旧国标用 σ_b 表示), 单位为 MPa。

$$R_b = F_b / S_0 \quad (1-3)$$

式中 F_b ——金属材料在拉伸试验时所能承受的最大外力, N;

S_0 ——金属材料原始截面面积, mm^2 。

二、塑性

塑性是指金属材料在外力作用下产生塑性变形而不破坏的能力, 常用的塑性指标有伸长率和断面收缩率。

(一) 伸长率 A

材料拉断后, 标距长度的增加量与标距原长度之比的百分比称为伸长率, 用字母 A 表示(旧国标用 δ 表示), 即

$$A = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100\% \quad (1-4)$$

式中 L_1 ——金属材料拉断后的标距长度, mm;

L_0 ——金属材料原始标距长度, mm。

(二) 断面收缩率 Z

材料拉断后, 标距横截面积的缩减量与原横截面面积的百分比称为断面收缩率, 用字母 Z 表示(旧国标用 ψ 表示), 即

$$Z = \frac{S_0 - S_1}{S_0} \times 100\% \quad (1-5)$$

式中 S_1 ——金属材料拉断处的最小横截面面积, mm^2 ;

S_0 ——金属材料原始横截面面积, mm^2 。

伸长率 A 和断面收缩率 Z 是衡量金属材料塑性变形能力大小的指标, A 和 Z 越大, 表示材料的塑性越好, 既能保证压力加工的顺利进行, 又能保证机件工作时的安全可靠。

三、硬度

硬度是金属材料表面抵抗局部塑性变形或破坏的能力, 是衡量金属材料软硬程度的指

标,它表征材料抵抗表面局部弹性变形、塑性变形或抵抗破坏的能力。材料的硬度越高,其耐磨性越好。

目前,机械制造生产上常用的硬度试验方法有动态试验法和静态试验法两种,其中应用最多的是静态试验法。动态试验法中,试验力的施加是动态的、带有冲击性的,常用的有肖氏和里氏两种试验法,动态试验主要用于大型的、不可移动的零件或产品的检验。而静态试验法中试验力的施加是缓慢而无冲击的,常用的试验方法有布氏硬度、洛氏硬度和维氏硬度三种,静态试验法被广泛应用于机械零件或产品的检验。

(一) 布氏硬度

布氏硬度的试验原理如图 1-3 所示。

用直径为 D 的钢球或硬质合金球,以相应的试验力 F 压入试样表面,经规定的保持时间后,卸除试验力,用读数显微镜测量试样表面的压痕直径 d ,并以此计算出试样的压痕表面积 S 。用试验力 F 除以压痕表面积 S 所得到的值,就是布氏硬度值,用字母 HB 表示(单位为 N/mm^2),即

$$\text{HB} = F/S \quad (1-6)$$

式中 F ——试验力, N;

S ——压痕表面积, mm^2 。

由于钢球压头有两种,为了便于理解,国标规定,当压头为淬火钢球时,用字母 HBS 表示,它适用于硬度值在 450 以下的材料;当压头为硬质合金时,用字母 HBW 表示,适用于硬度值在 650 以下的材料。

由于金属材料有硬有软,被测工件有厚有薄,有大有小,如果只采用一种标准的试验力 F 和压头直径 D ,就会出现对某些工件和材料的不适应现象。因此,在生产中进行布氏硬度试验时,要求能使用不同大小的试验力和压头直径,对同一种材料采用不同的 F 和 D 进行试验时,能否得到一样的布氏硬度值,关键在于压痕几何形状的相似,即可建立 F 和 D 的某种选配关系,以保证布氏硬度的不变性。国家标准规定,在进行布氏硬度试验时,常用的 $0.102F/D^2$ 的比例为 30、10、2.5 三种,根据金属材料的种类、试样硬度范围和厚度的不同,选择合适的试验压头直径 D 、试验力 F 及保持时间。

布氏硬度值一般不标单位,在硬度符号之前写出硬度值,符号后面用数字依次表示压头直径、试验力及试验力保持时间(保持时间为 10 ~ 15 s 时可不标出)等试验条件。如 120HBS10/1 000/30 表示直径为 10 mm 的淬火钢球在 1 000 kgf(9.807 kN)载荷作用下保持 30 s 测得的布氏硬度值为 120;500HBW5/750 表示用硬质合金球,压头直径 5 mm,加压 750 kgf,保持 10 ~ 15 s(保持时间为 10 ~ 15 s,可不标注),测得布氏硬度值为 500。

布氏硬度的优点是测定数据准确、稳定;缺点是对不同材料需要更换压头和改变载荷,且压痕较大,压痕直径的测量也较麻烦,易损坏成品的表面,故不宜在太薄的试件和成品上进行试验。

布氏硬度试验常用来测定原材料、半成品及性能不均匀的材料,如退火、正火、调质钢、铸铁及有色金属等材料的硬度。

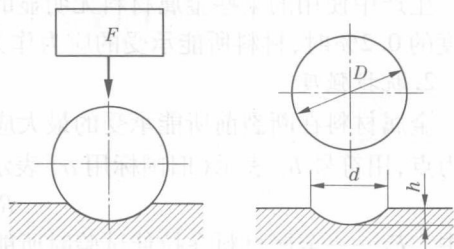


图 1-3 布氏硬度试验原理

(二) 洛氏硬度

洛氏硬度的试验是在初始试验力 F_0 (10 kg) 及主试验力 F (主试验力的大小视材料的软硬而定) 先后作用下, 将顶角为 120° 的金刚石圆锥体或一定直径的钢球 (直径 1.588 mm, 即 $1/16$ in) 压入被测金属的表面, 经规定保持一定时间后, 卸除主试验力 F , 根据反弹后剩余压痕深度 h_1 来确定金属的硬度值, 如图 1-4 所示。

根据所测材料的不同和所加载荷、压头的不同, 洛氏硬度有三种标尺, 分别用字母 HRA、HRB 和 HRC 表示, 其中 HRA 主要用于高硬度的表面、硬质合金的硬度测试, HRB 主要用于退火钢、铸铁、非铁金属的硬度测试, HRC 主要用于淬火钢的硬度测试。

由于卸除主载荷以后, 表面变形中的弹性部分将回复, 压头将回升一段距离, 因此实际的压痕深度应为 h_1 ; 此时 h_1 越大, 材料越软。为符合人们的习惯性思维, 即 h_1 数值越大材料越硬, 用一个常数 K (对于 HRC 和 HRA, K 为 0.2; 对于 HRB, K 为

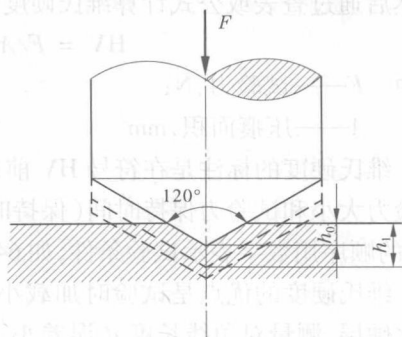


图 1-4 洛氏硬度试验原理

0.26) 减去 h_1 , 并规定每 0.002 mm 深为一个硬度单位, 因此洛氏硬度计算公式为

$$\text{HRC(HRA)} = (0.2 - h_1) / 0.002 = 100 - h_1 / 0.002 \quad (1-7)$$

$$\text{HRB} = (0.26 - h_1) / 0.002 = 130 - h_1 / 0.002 \quad (1-8)$$

式中 h_1 ——卸除主试验力后, 在初始试验力下的压痕深度, mm。

洛氏硬度无单位, 须标明硬度标尺符号, 在符号前面写出硬度值, 如 58HRC、76HRA。

由于在实际生产中, 洛氏硬度是在洛氏硬度试验机上进行测定的, 故其硬度值可直接从表盘上读出。

1. 优点

洛氏硬度优点如下:

- (1) 因为硬度值可从硬度试验机上的表盘直接读出, 故测定洛氏硬度更为简便迅速, 效率高。
- (2) 对试件表面造成的损伤较小, 可用于成品零件的检验。
- (3) 因加有预载荷, 可以消除表面轻微的不平度对试验结果的影响, 测量结果比较准确。

2. 缺点

洛氏硬度缺点如下:

- (1) 不同标尺的洛氏硬度值, 即 HRA、HRB 和 HRC 之间无法相互比较。
- (2) 由于压痕小, 所以洛氏硬度对材料组织不均匀性很敏感, 测试结果比较分散, 重复性差。

洛氏硬度是目前生产中应用最广泛的硬度试验方法, 可用于成品检验和薄件表面硬度检验, 不适用于测量组织不均匀的材料。

(三) 维氏硬度

维氏硬度试验原理与布氏硬度相同, 同样是根据压痕单位面积上所受的平均载荷计量

硬度值,不同的是维氏硬度的压头采用金刚石制成的锥面夹角 α 为 136° 的正四棱锥体,如图1-5所示,维氏硬度用字母HV表示。

维氏硬度试验通常是在维氏硬度试验机上进行的。试验时,根据试样的大小、厚薄选用不同的载荷压入试样表面,保持一定时间后去除载荷,用附在试验机上的测微计测量压痕对角线长度 d ,然后通过查表或公式计算维氏硬度值,即

$$HV = F/A \quad (1-9)$$

式中 F ——试验力,N;

A ——压痕面积, mm^2 。

维氏硬度的标注是在符号HV前标出硬度值,在HV后面按试验力大小和试验力保持时间(保持时间为 $10 \sim 15 \text{ s}$ 时,可不标注)的顺序用数字表示试验条件,如 $640HV300$ 。

维氏硬度的优点是试验时加载小,压痕浅,可测量零件表面淬火硬层,测量对角线长度 d 误差小;其缺点是生产率比洛氏硬度试验低,不宜于成批生产检验。

各种硬度由于试验条件的不同,相互之间无理论上的换算关系,但可通过由试验得到的硬度换算表进行换算,以方便应用。

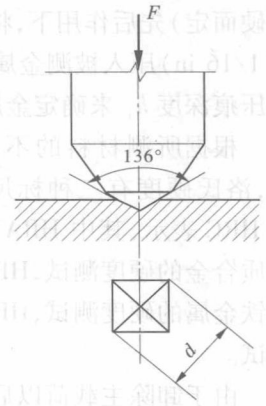


图1-5 维氏硬度试验原理

四、冲击韧度

很多零件都是在冲击载荷(载荷有一定的速度)作用下工作的,这时就不能用静载荷下的性能来衡量,而必须用冲击载荷即冲击韧度来衡量;此时,外力的瞬时冲击作用所引起的变形和应力比静载荷大得多,因此在设计承受冲击载荷的零件和工具时,不仅要满足强度、塑性、硬度等性能要求,还必须要有一定的韧性,即冲击韧度。

所谓冲击韧度,就是指金属材料抵抗冲击载荷而不破坏的能力,用字母 a_k 表示。目前测量金属材料的冲击韧度,应用最广的是一次摆锤弯曲冲击试验,原理如图1-6所示。

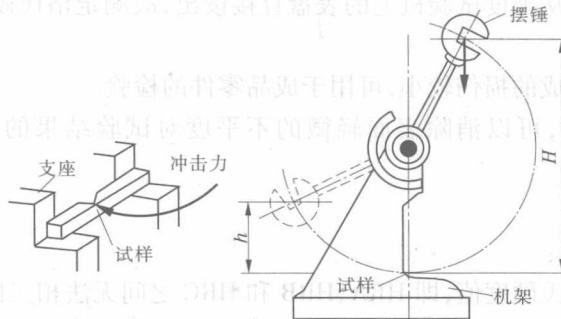


图1-6 冲击试验原理

将被测的金属材料按国家标准做成标准试样放在冲击试验机的支座上,使试样缺口背向摆锤冲击方向,然后把质量为 m 的摆锤提到 H 高度上,此时摆锤的势能为 GH 。然后释放摆锤,冲断试样后摆锤回升到 h 高度上,摆锤对试样所做的功为 $A_k = G(H - h)$,冲击韧度(单位为 J/cm^2)就是试样断口处单位面积所消耗的功,即

$$a_k = A_k / S \quad (1-10)$$

式中 A_k ——冲断试样所消耗的功,也叫冲击吸收功,J;
 S ——试样缺口处原始截面面积,cm²。

试验时,冲击吸收功 A_k 的值可从试验机的刻盘上直接读出, A_k 值的大小代表了材料的冲击韧度的高低。

五、疲劳强度

许多机械零件是在交变应力(循环应力)作用下工作的,此时,虽然零件所承受的应力数值小于材料的屈服强度,但在长时间运转后也会发生断裂,这种现象叫疲劳断裂。

交变应力的大小和断裂循环次数之间的关系通常用疲劳曲线来描述,如图 1-7 所示。

疲劳曲线表明,当应力低于某一值时,即使循环次数无穷多也不发生断裂,此应力值称为疲劳强度或疲劳极限,用符号 σ_{-1} 表示。在疲劳强度测定中,不可能把循环次数做到无穷大,而是规定一定的循环次数作为基数。

常用钢材的循环基数一般取 $N = 10^7$,有色金属的循环次数一般取 $N = 10^8$ 。

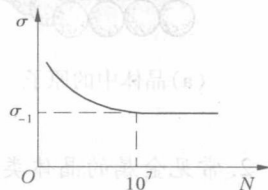


图 1-7 疲劳曲线

第二节 铁碳合金

钢铁是现代工业中应用最广泛的材料,其基本组成元素是铁和碳,故称为铁碳合金。普通碳钢和铸铁就属于铁碳合金的范畴,而合金钢则是冶炼时有意加入一些其他合金元素的铁碳合金。铁碳合金由于资源广泛、冶炼方便、价格低廉、性能优越,因此在工业生产中得到了广泛的应用。

一、金属的晶体结构

化学成分不同的金属材料具有不同的性能,但是即使是成分相同的金属,采用不同的加工工艺或在不同的状态下,它们的性能也有很大的差别。产生性能差异的原因,从根本上来讲是金属材料内部的组织结构不同。

(一) 晶体

自然界中的固态物质,都是由原子或分子堆积而成的。根据内部原子堆积的情况,固态物质通常可分为晶体和非晶体两大类。原子或分子在空间中按照一定的几何规则作周期性的重复排列,就是晶体。原子或分子在空间杂乱无章地堆积在一起,没有一定规律,就是非晶体。

晶体的特点是有固定的熔点而且性能呈各向异性(不同方向的性能不同);非晶体与此相反。自然界中包括金属和合金在内的绝大多数固体都是晶体,只有普通玻璃、松香和石蜡等少数物质是非晶体。

1. 晶格、晶胞

为了学习上的方便,我们通常把晶体中原子看成几何质点,用假想的直线连接后得到的