



21世纪高职高专机电类系列规划教材

金工实训

主 编：徐永礼 田佩林

副主编：刘振超 朱上秀 黎 传

主 审：陈冠周

华南理工大学出版社



21世纪高职高专机电类系列规划教材

金工实训

主 编: 徐永礼 田佩林

副主编: 刘振超 朱上秀 黎 传

主 审: 陈冠周

华南理工大学出版社

· 广州 ·

内 容 简 介

本教材是依据 2005 年《国务院关于大力发展职业教育的决定》中关于“加强职业院校学生实践能力和职业技能的培养”的精神,结合多年实践经验编写的。全书共分 9 章,内容包括:金工基础知识、钳工、车削、刨削、磨削、铣削、齿轮加工、铸造、锻压、焊接、现代加工技术等,重要的章节还编写了综合训练示例。

本书适用于高职高专机械类、近机械类各专业的金工实训,也可供电大、成人高校等相关专业使用。

图书在版编目(CIP)数据

金工实训/徐永礼,田佩林主编. —广州:华南理工大学出版社,2006.8

(21 世纪高职高专机电类系列规划教材)

ISBN 7-5623-2396-8

I. 金… II. ①徐… ②田… III. 金属加工 - 实习 - 高等学校: 技术学校 - 教材 IV. TG-45

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 080664 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 22236185 22236386 87111048 (传真)

E-mail: scutc13@scut.edu.cn

http: //www. scutpress. com. cn

责任编辑: 毛润政

印 刷 者: 广东省农垦总局印刷厂

开 本: 787×1092 1/16 印张: 12.625 字数: 310 千

版 次: 2006 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

定 价: 19.00 元

版权所有 盗版必究

“21 世纪高职高专机电类系列规划教材”

编写委员会

顾问：刘友和（中南金工研究会理事长）

主任：陈冠周（梧州学院）

副主任：梁建和（广西水利电力职业技术学院）

刘孝民（桂林航天工业高等专科学校）

潘宜玲（华南理工大学）

执行主任：徐永礼（广西水利电力职业技术学院）

编委（按姓氏笔画）：

王世辉（柳州职业技术学院）

韦宏思（柳州运输职业技术学院）

韦余苹（桂林工学院南宁分院）

卢勇威（广西职业技术学院）

朱上秀（桂林工学院南宁分院）

张海燕（广西电力职业技术学院）

罗建（柳州运输职业技术学院）

诸小丽（南宁职业技术学院）

黄卫萍（广西农业职业技术学院）

黄诚（广西机电职业技术学院）

谢文明（广西工业职业技术学院）

总策划：范家巧

执行策划：毛润政

总序

当前,我国的高职高专教育正处于一个高速而全新的发展时期,对高职高专教育的研究和探讨也处在一个积极探索和发展的阶段。作为高职高专教育中的重要一环的高职高专教材,同样需要我们认真对待和仔细研究。

高职高专教材的编写,应在保证一定的理论教学的基础上,注重培养学生的实际操作能力,为社会培养出合格的技能型人才。但是,目前我国各个高职高专院校之间的教学条件、教学水平等的发展均不平衡,在教材的编写过程中,如何既考虑学科的前瞻性,同时又兼顾各个学校发展水平不一的现实情况,是每一位参编者必须首先思考的问题。

“21世纪高职高专机电类系列规划教材”是由华南理工大学出版社组织策划、广西10余所高职高专院校合作编写的一套教材。第一批由《金工实训》、《机械制造基础》、《机械设计基础》、《机械制图与CAD》(分机类与非机类)、《机械制图与CAD习题集》(分机类与非机类)、《数控加工编程与操作》共8本教材组成,以后还将根据参编院校的教学需要,相应地推出本系列教材的第二批、第三批,以期能把该系列教材编写成品种比较齐全、内容比较先进、定位比较符合高职高专院校当前实际教学需要的系列教材。

为了出版好“21世纪高职高专机电类系列规划教材”(第一批),华南理工大学出版社做了大量的前期组织准备工作。他们首先邀请了各个参编院校中富有教学经验且负责机电类教学管理的专家、学者担任本系列教材的编委,多次召开编委会会议,就教材内容的定位、写作的要求、参编人员的组成、主编的落实等事项进行了具体而细致的商讨;然后召开了有全体参编人员参加的编写研讨会,专门讨论每种教材的写作大纲。参加编写的作者,均为从事高职高专教学工作多年的老师,他们熟知高职高专的教学现状,对未来高

职高专的发展方向有比较深刻的研究和探讨。在编写本系列教材的过程中,全体参编人员按照“理论适度、注重实操、切合实际”的编写原则,以高度负责的态度对待教材的出版工作。我相信,“天道酬勤”,经过出版社的精心策划,经过广大作者的辛勤劳动,该套教材应该会成为一套比较理想的、符合目前我国高职高专教学实际的教材。该套教材的出版,对推动我国特别是广西地区高职高专机电类的教学改革肯定会有好处。

和其他科学技术一样,机电技术的发展也相当之快。作为新世纪的教材,自然应反映新世纪中本门学科的面貌,这一点在这套教材中基本上做到了。

一个世纪有100年,在科技日新月异的年代,100年的变化将会是非常巨大的。所以,这套教材自然也会动态地不断向前发展。我们希望这套教材在今后的具体实践检验中,不断完善,不断发展,成为一套富有生命力和发展前途的教材。

近年来,中南地区金工界的研究活动比较活跃,2005年第2届中南6省和港澳特区大学生创新设计与制造大赛在广西大学举行时,吸引了来自中南6省和港澳特区乃至其他大区的兄弟院校的众多学生和教师参加,盛况空前。2007年第3届中南6省和港澳特区大学生创新设计与制造大赛又将举行,期望通过这套教材的出版,会有助于鼓励更多的学生投身于下届大赛。

由于我国的高职高专教育正处于探索和发展阶段,机电学科也将随着时代的进步不断发展。本套教材肯定还存在一些疏漏和不足,参与本系列教材的所有编审人员,将秉承与时俱进的精神,迎合我国高职高专发展的趋势,充分把握学科发展的最新动态,不断修订和完善本系列教材。同时,我们也衷心希望使用本套教材的同仁们能不吝赐教,更欢迎加入到本系列教材的第二批、第三批的出版或修订再版的作者队伍中来,共同促进我国高职高专机电人才培养事业的发展。

衷心祝愿这套教材出版成功。

中南金工研究会理事长、教授 **刘友和**

2006年7月于广州

前言

本书是华南理工大学出版社“21 世纪高职高专机电类系列规划教材”之一，是高等职业技术教育工科专业学生金工实习用书。

2005 年 10 月 28 日，国家发布的《国务院关于大力发展职业教育的决定》指出：“必须加强职业院校学生实践能力和职业技能的培养”，本书正是根据此决定的精神而编写的。编写《金工实训》的目的是：帮助高职高专的学生在进行金工实习时，能正确地掌握机械制造加工各工种的技能，了解机械加工工艺过程和主要机械加工方法，并为学习专业课程和今后的工作奠定必要的实践基础。

本教材编写的指导思想是：从实际出发，以培养高职高专学生掌握常用的、普通的机械加工各工种的技能为目标，突出金工各工种实际操作过程和技能训练。文字力求简明通顺，插图清晰，并都是实训中常用的机器设备和工具量具，使学生能在实习老师的指导下，边阅读本书边实习，顺利掌握各种技能。

本教材力求与华南理工大学出版社“21 世纪高职高专机电类系列规划教材”中的《机械制造基础》教材相衔接，教材中的理论以“必需、够用”为度，突出实际操作技能的训练，它不仅适用于机械类各专业金工实习使用，也适用于近机类、电类专业需进行金工实训的学生选用。

书中的技术名词、定义、符号均采用目前最新的国家标准。

本书的编写人员是：广西水利电力职业技术学院徐永礼（第 3 章第 1、2、3、8 节和第 9 章）、黄玫（第 5 章）、南宁职业技术学院田佩林（第 6 章）、桂林工学院南宁分院朱上秀（第 2 章 1、2、3、4、5、6 节）、袁斌（第 2 章第 7 节）、柳州运输职业技术学院刘振超（第 1 章）、桂林航天工业高等专科学校黎传（第 7 章）、广西机电职业技术学院梁宁侃（第 3 章第 4、5、6、7 节）、广西职业技术学院韦焕典（第 2 章第 8、9、10 节和第 4 章）、广西农业职业技术学院廖其兴（第 8 章）。本书由徐永礼、田佩林主编，广西大学陈冠周教授主审。

由于编者水平有限，书中难免有不当之处，敬请专家、同仁和广大读者批评指正。

编者

2006. 6

目 录

第 1 章 金工基础知识	(1)
1.1 概述	(1)
1.1.1 金工实训的目的和要求	(1)
1.1.2 安全生产及劳动保护	(1)
1.2 金属材料及热处理	(2)
1.2.1 金属材料的性能	(2)
1.2.2 常用金属材料	(4)
1.2.3 金属材料热处理	(9)
1.2.4 热处理设备	(10)
1.3 常用量具简介	(11)
1.3.1 游标卡尺	(11)
1.3.2 千分尺	(12)
1.3.3 内径千分尺	(14)
1.3.4 百分表	(14)
1.3.5 万能角度尺	(15)
1.3.6 光滑极限量规	(16)
第 2 章 钳工	(17)
2.1 概述	(17)
2.1.1 钳工简介	(17)
2.1.2 钳工常用设备、工具及量具	(17)
2.1.3 钳工安全生产和防护知识	(18)
2.2 划线	(19)
2.2.1 划线工具及其使用	(19)
2.2.2 划线基准	(22)
2.2.3 划线操作方法	(22)
2.3 錾削	(23)
2.3.1 錾削工具及使用	(23)
2.3.2 錾削操作方法	(23)
2.4 锯割	(25)
2.4.1 手锯	(25)
2.4.2 锯割操作	(26)
2.4.3 锯削操作示例	(27)
2.4.4 锯条损坏、锯割质量问题及产生原因分析	(28)
2.5 锉削	(29)

2.5.1	锉刀	(29)
2.5.2	锉削操作方法	(31)
2.5.3	锉削的质量检查和注意事项	(33)
2.6	孔加工	(34)
2.6.1	基本知识	(34)
2.6.2	基本操作	(36)
2.6.3	钻孔、铰孔注意事项	(38)
2.7	攻丝和套扣	(38)
2.7.1	基本知识	(38)
2.7.2	基本操作	(40)
2.8	刮削和研磨	(41)
2.8.1	刮削	(41)
2.8.2	研磨	(45)
2.9	装配	(50)
2.9.1	装配的基本原则	(50)
2.9.2	装配工艺过程	(51)
2.9.3	装配方法	(52)
2.9.4	常用联接方式的装配	(52)
2.9.5	机器的拆卸	(55)
2.10	综合训练: 对称 V 型镶配	(56)
2.10.1	教学目的	(56)
2.10.2	工、量、刃具清单	(56)
2.10.3	基本操作训练	(56)
第 3 章	车削加工	(62)
3.1	概述	(62)
3.1.1	车工安全文明生产知识	(62)
3.1.2	车床的润滑与保养	(62)
3.1.3	车削加工简介	(63)
3.2	车削设备及工具	(64)
3.2.1	普通卧式车床	(64)
3.2.2	车床常用附件	(66)
3.2.3	车刀	(70)
3.3	车床操作要点	(73)
3.3.1	粗车和精车	(73)
3.3.2	刻度盘的使用	(73)
3.3.4	试切操作	(74)
3.3.5	切削液的使用	(75)
3.4	轴类零件的车削	(75)
3.4.1	车外圆、端面 and 台阶	(75)

3.4.2 切断和切槽·····	(79)
3.4.3 车圆锥·····	(81)
3.5 套类零件的车削·····	(84)
3.5.1 钻孔·····	(84)
3.5.2 镗孔·····	(84)
3.5.3 铰孔·····	(85)
3.6 滚花和车成形面·····	(86)
3.6.1 滚花·····	(86)
3.6.2 车成形面·····	(87)
3.7 车螺纹·····	(88)
3.7.1 螺纹的种类和各部分名称·····	(88)
3.7.2 螺纹车刀·····	(89)
3.7.3 车削外三角螺纹·····	(91)
3.7.4 车梯形螺纹·····	(92)
3.7.5 螺纹的测量·····	(93)
3.8 车削综合训练·····	(95)
3.8.1 训练课题一: 传动轴·····	(95)
3.8.2 训练课题二: 螺杆轴·····	(97)
第4章 刨削、磨削·····	(100)
4.1 刨削·····	(100)
4.1.1 刨削安全操作规程·····	(100)
4.1.2 刨床·····	(100)
4.1.3 刨刀及其安装·····	(102)
4.1.4 工件的紧夹·····	(102)
4.1.5 刨削操作·····	(102)
4.2 磨削·····	(104)
4.2.1 概述·····	(104)
4.2.2 磨床·····	(104)
4.2.3 砂轮的安裝、平衡及修整·····	(105)
4.2.4 磨削的操作·····	(109)
第5章 铣削、齿轮加工·····	(111)
5.1 铣削加工·····	(111)
5.1.1 概述·····	(111)
5.1.2 铣床·····	(112)
5.1.3 铣床附件·····	(115)
5.1.4 铣刀·····	(117)
5.1.5 铣削基本操作·····	(118)
5.2 齿轮加工·····	(125)
5.2.1 在铣床上加工齿轮·····	(126)

5.2.2	在滚齿机上加工齿轮	(126)
5.2.3	在插齿机上加工齿轮	(127)
第6章	铸造	(129)
6.1	铸造基础知识	(129)
6.1.1	概述	(129)
6.1.2	铸造生产中的安全操作和劳动保护事项	(129)
6.1.3	铸造生产常规工艺流程	(129)
6.1.4	合金的铸造性能	(130)
6.1.5	铸件结构工艺性	(130)
6.2	砂型铸造	(131)
6.2.1	造型材料的性能及组成	(131)
6.2.2	模型与型芯盒	(131)
6.2.3	铸型制作	(132)
6.2.4	铸件生产	(135)
6.3	特种铸造简介	(136)
6.3.1	金属型铸造	(136)
6.3.2	熔模铸造	(136)
6.3.3	离心铸造	(137)
6.3.4	压力铸造	(137)
第7章	锻压	(139)
7.1	锻造基本知识	(139)
7.1.1	锻压生产概述	(139)
7.1.2	常用锻压方法	(140)
7.1.3	坯料的加热及锻件的冷却方式	(140)
7.2	自由锻	(142)
7.2.1	自由锻设备	(142)
7.2.2	手工自由锻工具	(144)
7.2.3	自由锻基本工序和操作	(144)
7.3	模锻和胎模锻简介	(148)
7.3.1	模锻	(148)
7.3.2	胎模锻	(149)
7.4	板料冲压	(149)
7.4.1	冲压设备	(150)
7.4.2	冲压模具	(150)
7.4.2	冲压工序与操作	(150)
第8章	焊接	(153)
8.1	焊接基本知识	(153)
8.1.1	焊接的特点	(153)
8.1.2	焊接方法	(153)

8.1.3 安全生产和劳动保护知识	(154)
8.2 焊条电弧焊	(155)
8.2.1 焊接过程及焊接电弧	(155)
8.2.2 焊条电弧焊设备与工具	(156)
8.2.3 焊条	(158)
8.2.4 焊条电弧焊工艺及其操作	(159)
8.2.5 实习内容	(161)
8.3 气焊和气割	(162)
8.3.1 气焊的特点和应用	(162)
8.3.2 气焊的设备与工具以及辅助器具	(163)
8.3.3 焊丝与焊剂	(164)
8.3.4 气焊火焰(氧乙炔焰)	(164)
8.3.5 气焊的基本操作	(165)
8.3.6 气割	(166)
8.3.7 实训内容	(166)
8.4 其它焊接简介	(167)
8.4.1 埋弧自动焊	(167)
8.4.2 气体保护电弧焊	(167)
8.4.3 电阻焊	(168)
8.4.4 钎焊	(169)
8.5 焊接质量分析	(170)
8.5.1 焊接应力与变形	(170)
8.5.2 常见焊接缺陷	(172)
8.5.3 焊接质量检验	(174)
第9章 现代加工技术	(175)
9.1 数控加工	(175)
9.1.1 数控机床的工作原理	(175)
9.1.2 数控机床分类	(175)
9.1.3 数控加工的特点及应用	(177)
9.1.4 数控车床加工	(178)
9.2 特种加工简介	(182)
9.2.1 电火花线切割加工	(182)
9.2.2 电火花成型加工	(183)
9.2.3 激光加工	(184)
9.3 快速成型制造	(185)
9.3.1 基本原理	(185)
9.3.2 常用的RPM工艺简介	(186)
参考文献	(188)

第 1 章 金工基础知识

1.1 概述

1.1.1 金工实训的目的和要求

1.1.1.1 实训目的

金工实训的内容包括铸造、锻压、焊接、车削、铣削、刨削、磨削、钳工及热处理等工种。通过实际操作,使学生熟悉机械制造的一般过程,掌握金属加工的主要工艺方法和工艺过程,熟悉各种设备的工作原理及典型结构、工夹量具的使用以及安全操作技术;了解新工艺和新技术在机械制造中的使用;对简单零件初步具有选择加工方法和进行工艺分析的能力,在主要工种上具有独立完成简单零件加工制造的实践能力;培养学生识读图纸、加工符号及了解技术条件的能力。通过实训,让学生在劳动观点、质量和经济观念、理论联系实际和科学作风以及遵守安全操作技术、热爱劳动、爱护公物等工程技术人员应具有的基本素质方面得到培养和锻炼。

1.1.1.2 实训要求

- (1) 建立机械制造过程的基础概念(毛坯制造—零件加工—机器装配和调试)。
- (2) 了解毛坯制造和零件切削加工的主要方法。
- (3) 了解冷、热加工的有关设备、附件、刀具、工具的结构、性能、用途及其使用方法。
- (4) 掌握车、铣、刨、磨、钳工、铸、锻、焊接等工种的基本技能和测量技术,加深对工艺知识的了解。
- (5) 熟悉有关设备、工具的安全操作技术,做到安全实习。

1.1.2 安全生产及劳动保护

安全是实训的前提。为了保证实训能正常进行,以达到预期的要求,学生在实习中必须遵守如下规则:

- (1) 实习时按规定穿戴好劳动防护用品,不带与实习无关的书刊报纸、随身听等物品进厂,不穿拖鞋、凉鞋、高跟鞋。
- (2) 遵守劳动纪律,不串岗、不迟到、不早退,有事须请假。
- (3) 尊重老师和师傅,虚心向师傅学习。
- (4) 爱护国家财产,注意节约水、电、油和原材料。
- (5) 实习时应做到专心听讲,仔细观察,做好笔记,认真操作,不怕苦、不怕累、不怕脏。
- (6) 严格遵守各实习工种的安全技术,做到文明实习,保持车间卫生。

1.2 金属材料及热处理

1.2.1 金属材料的性能

金属材料的性能包括工艺性能和使用性能两方面。

工艺性能,指制造工艺过程中材料适应加工的性能,包括铸造性能、锻压性能、焊接性能、切削加工性能、热处理性能等;

使用性能,指金属材料在使用条件下所表现出来的性能,包括力学性能、物理和化学性能等。

1.2.1.1 金属材料的力学性能

金属材料的力学性能,是指金属材料在外力(载荷)作用时表现出来的性能,包括强度、塑性、硬度、韧性及疲劳强度等。

1. 强度

金属材料在静荷作用下抵抗塑性变形或断裂的能力称为强度。材料的强度用拉伸试验测定,如图 1-1 所示为拉伸试样及拉伸变形过程,图 1-2 所示为低碳钢及铸铁的拉伸曲线。

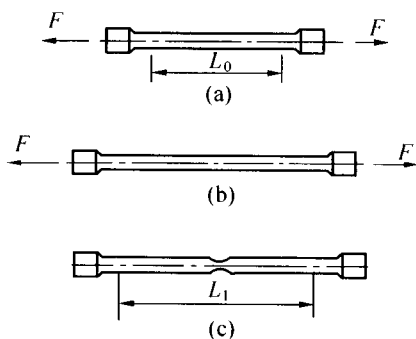


图 1-1 拉伸试样

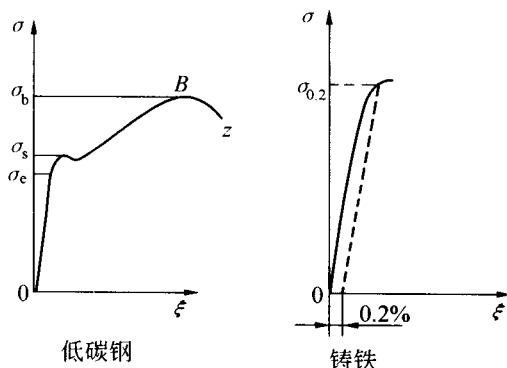


图 1-2 低碳钢和铸铁的 $\sigma-\epsilon$ 曲线

强度的指标有以下几个:

①弹性极限 (σ_e)。表示材料保持弹性变形,不产生永久变形的最大应力,是弹性零件的设计依据。

②屈服点 (σ_s)。表示金属开始发生明显塑性变形的抗力。铸铁等材料没有明显的屈服现象,则用条件屈服点 ($\sigma_{0.2}$) 来表示,即产生 0.2% 残余应变时的应力值。

③强度极限 (抗拉强度 σ_b)。表示金属受拉时产生断裂前所能承受的最大应力。

2. 塑性

金属材料受拉力作用产生永久变形的能力称为塑性。其主要指标是伸长率和断面收缩率。

①伸长率 (δ)。在拉伸试验中,试样拉断后,标距的伸长 (L_1) 与原始标距 (L_0)

的百分比称为伸长率。

②断面收缩率 (ψ)。试样拉断后, 缩颈断口处横截面积与原横截面积的百分比称为断面收缩率。

3. 硬度

材料抵抗局部变形, 特别是塑性变形的能力称为硬度。硬度试验常用压入法, 它包括布氏硬度、洛氏硬度和维氏硬度。

①布氏硬度的试验原理。用直径为 D 的钢球或硬质合金球做压头, 在压力 F 作用下压入试样表面, 经规定的载荷保持时间后, 卸除压力, 用读数显微镜测量压痕直径 d , 查压痕直径与布氏硬度对照表, 得出布氏硬度值, 如图 1-3 所示。

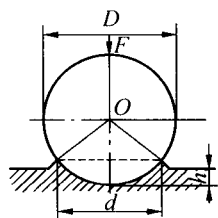
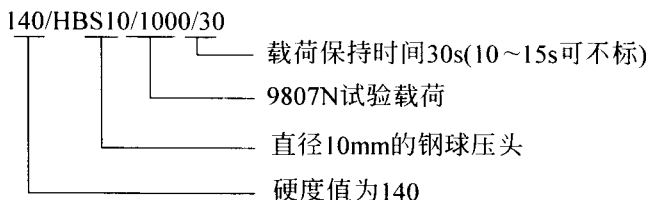


图 1-3 布氏硬度的测定原理

布氏硬度的表示方法如下:



布氏硬度试验法主要用于铸铁、非铁金属以及经退火、正火和调质处理的钢材等零件的硬度测定。

②洛氏硬度的试验原理。将一定形状和尺寸的压头压入被试验材料的表面, 以主载荷所引起的残余压入深度 ($h = h_1 - h_0$) 来表示, 如图 1-4 所示。根据压头的种类和总载荷的大小, 洛氏硬度常用的表示方式有 HRA、HRB、HRC 三种。试验条件 (GB230—91) 及应用范围见表 1-1。

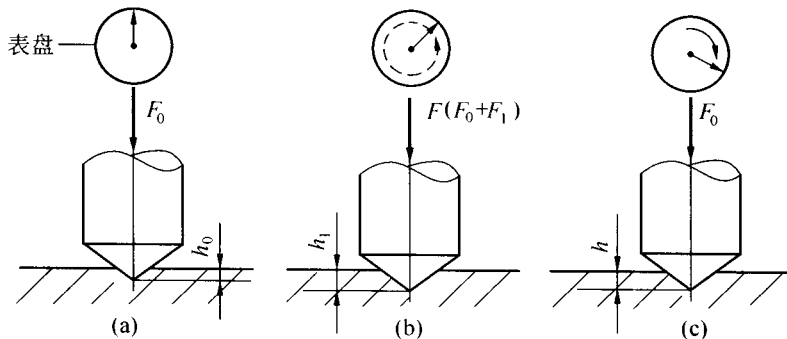


图 1-4 洛氏硬度试验原理

表 1-1 常用洛氏硬度的试验条件和适用范围

硬度标尺	压头类型	总试验力/N	硬度值有效范围	应用举例
HRC	120°金刚石锥体	1471.0	20~67HRC	调质钢、淬火钢等
HRB	φ1.588 mm 钢球	980.7	25~100HRB	软钢、退火钢、铜合金等
HRA	120°金刚石锥体	588.4	60~85HRA	硬质合金、表面淬火钢等

洛氏硬度的表示方法是在硬度符号前面注明硬度值，如 58HRC、78HRA 等。

③维氏硬度的试验原理基本上和布氏硬度相同，不同的是维氏硬度试验用的压头是顶角为 136°的金刚石正四棱锥体，且所加压力较小，如图 1-5 所示。硬度值根据测量压痕对角线长度查表得出。

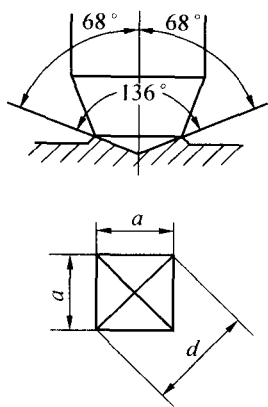


图 1-5 维氏硬度试验原理

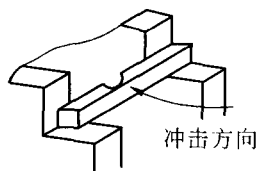
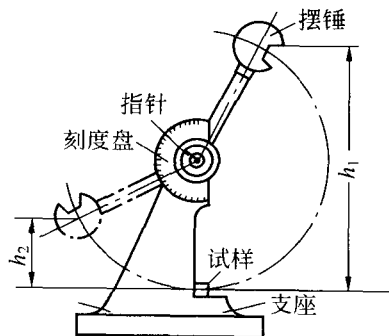


图 1-6 冲击试验原理



维氏硬度的表示方法与布氏硬度相似，如 640HV30。维氏硬度可测量从极软到极硬的各种金属材料，也可测量较薄的材料，还可测量渗碳、渗氮层的硬度。

4. 冲击韧性 (a_k)

材料抵抗冲击载荷作用的能力称为冲击韧性。测定时，将带有缺口的标准试样（见 GB/T 229—94）放在试验机上，用摆锤将其一次冲断，如图 1-6 所示，并以试样缺口处单位截面积上所吸收的冲击功来表示其冲击韧性，即：

$$a_k = A_k / S \quad (\text{J}/\text{cm}^2)$$

式中 a_k ——冲击韧性（冲击值）， J/cm^2 ；

A_k ——冲击功，J；

S ——试样缺口处断面积， cm^2 。

1.2.2 常用金属材料

1.2.2.1 碳素钢

碳素钢的分类方法如下：