



高职高专数控技术应用类课程规划教材

机械制造基础

新世纪高职高专教材编审委员会组编

主 审 李 蕾
主 编 高 波 副主编 刘文萍 万晓航



JIXIE ZHIZAO JICHU

大连理工大学出版社
DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

© 大连理工大学出版社 2006

图书在版编目(CIP)数据

机械制造基础 / 高波主编. —大连:大连理工大学出版社,2006.8
高职高专数控技术应用类课程规划教材
ISBN 7-5611-3233-6

I. 机… II. 高… III. 机械制造—高等学校:技术学校—教材 IV. TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 070220 号

大连理工大学出版社出版

地址:大连市软件园路 80 号 邮政编码:116023

发行:0411-84708842 邮购:0411-84703636 传真:0411-84701466

E-mail:dutp@dutp.cn URL:<http://www.dutp.cn>

大连理工印刷有限公司印刷 大连理工大学出版社发行

幅面尺寸:185mm×260mm 印张:18.5 字数:409 千字

印数:1~4 000

2006 年 8 月第 1 版

2006 年 8 月第 1 次印刷

责任编辑:刘 芸

责任校对:马晓东

封面设计:波 朗

定 价:30.00 元

新世纪高职高专数控技术应用类教材建设 指导委员会

主任委员：

龙德毅 天津市教育委员会副主任

副主任委员：

叶 庆 天津市教委高职高专处处长

王 宇 天津市教委高职高专处副处长

委 员：

张英会 天津工程师范学院副院长

董 刚 天津职业大学副校长

吕景泉 天津中德职业技术学院副院长

戴裕崴 天津轻工职业技术学院副院长

吴佳礼 天津电子信息职业技术学院副院长

张维津 天津机电职业技术学院副院长

黄燕生 天津城建学院高职学院副院长

辜忠涛 天津石油职业技术学院副院长

李玉香 天津冶金职业技术学院副院长

杨冠声 天津现代职业技术学院副院长

王文选 天津渤海职业技术学院副院长

杜学森 天津滨海职业学院副院长

袁克强 天津工业大学高职学院院长

莫解华 广西工业职业技术学院副院长

总 序

我们已经进入了一个新的充满机遇与挑战的时代,我们已经跨入了 21 世纪的门槛。

20 世纪与 21 世纪之交的中国,高等教育体制正经历着一场缓慢而深刻的革命,我们正在对传统的普通高等教育的培养目标与社会发展的现实需要不相适应的现状作历史性的反思与变革的尝试。

20 世纪最后的几年里,高等职业教育的迅速崛起,是影响高等教育体制变革的一件大事。在短短的几年时间里,普通中专教育、普通高专教育全面转轨,以高等职业教育为主导的各种形式的培养应用型人才的教育发展到与普通高等教育等量齐观的地步,其来势之迅猛,发人深思。

无论是正在缓慢变革着的普通高等教育,还是迅速推进着的培养应用型人才的高职教育,都向我们提出了一个同样的严肃问题:中国的高等教育为谁服务,是为教育发展自身,还是为包括教育在内的大千社会?答案肯定而且惟一,那就是教育也置身其中的现实社会。

由此又引发出高等教育的目的问题。既然教育必须服务于社会,它就必须按照不同领域的社会需要来完成自己的教育过程。换言之,教育资源必须按照社会划分的各个专业(行业)领域(岗位群)的需要实施配置,这就是我们长期以来明乎其理而疏于力行的学以致用问题,这就是我们长期以来未能给予足够关注的教育目的问题。

如所周知,整个社会由其发展所需要的不同部门构成,包括公共管理部门如国家机构、基础建设部门如教育研究机构和各种实业部门如工业部门、商业部门,等等。每一个部门又可作更为具体的划分,直至同它所需要的各种专门人才相对应。教育如果不能按照实际需要完成各种专门人才培养的目标,就不能很好地完成社会分工所赋予它的使命,而教育作为社会分工的一种独立存在就应受到质疑(在市场经济条件下尤其如此)。可以断言,按照社会的各种不同需要培养各种直接有用人才,是教育体制变革的终极目的。



随着教育体制变革的进一步深入,高等院校的设置是否会同社会对人才类型的不同需要一一对应,我们姑且不论。但高等教育走应用型人才培养的道路和走研究型(也是一种特殊应用)人才培养的道路,学生们根据自己的偏好各取所需,始终是一个理性运行的社会状态下高等教育正常发展的途径。

高等职业教育的崛起,既是高等教育体制变革的结果,也是高等教育体制变革的一个阶段性表征。它的进一步发展,必将极大地推进中国教育体制变革的进程。作为一种应用型人才培养的教育,它从专科层次起步,进而应用本科教育、应用硕士教育、应用博士教育……当应用型人才培养的渠道贯通之时,也许就是我们迎接中国教育体制变革的成功之日。从这一意义上说,高等职业教育的崛起,正是在为必然会取得最后成功的教育体制变革奠基。

高等职业教育还刚刚开始自己发展道路的探索过程,它要全面达到应用型人才培养的正常理性发展状态,直至可以和现存的(同时也正处在变革分化过程中的)研究型人才培养的教育并驾齐驱,还需要假以时日;还需要政府教育主管部门的大力推进,需要人才需求市场的进一步完善发育,尤其需要高职教学单位及其直接相关部门肯于做长期的坚忍不拔的努力。新世纪高职高专教材编审委员会就是由全国100余所高职高专院校和出版单位组成的旨在以推动高职高专教材建设来推进高等职业教育这一变革过程的联盟共同体。

在宏观层面上,这个联盟始终会以推动高职高专教材的特色建设为己任,始终会从高职高专教学单位实际教学需要出发,以其对高职教育发展的前瞻性的总体把握,以其纵览全国高职高专教材市场需求的广阔视野,以其创新的理念与创新的运作模式,通过不断深化的教材建设过程,总结高职高专教学成果,探索高职高专教材建设规律。

在微观层面上,我们将充分依托众多高职高专院校联盟的互补优势和丰裕的人才资源优势,从每一个专业领域、每一种教材入手,突破传统的片面追求理论体系严整性的意识限制,努力凸现高职教育职业能力培养的本质特征,在不断构建特色教材建设体系的过程中,逐步形成自己的品牌优势。

新世纪高职高专教材编审委员会在推进高职高专教材建设事业的过程中,始终得到了各级教育主管部门以及各相关院校相关部门的热忱支持和积极参与,对此我们谨致深深谢意,也希望一切关注、参与高职教育发展的同道朋友,在共同推动高职教育发展、进而推动高等教育体制变革的进程中,和我们携手并肩,共同担负起这一具有开拓性挑战意义的历史重任。

新世纪高职高专教材编审委员会

2001年8月18日

序

推进天津滨海新区开发开放,是在新世纪新阶段党中央、国务院从我国经济社会发展全局出发作出的重要战略部署,更是天津加快发展的难得历史性机遇。经济社会的发展在需要高素质的人才作支撑的同时,也为职业教育的大发展提供了更加广阔的空间。

随着我国国民经济的发展,中国正在逐步变成“世界制造加工中心”,而数控技术的广泛应用是我国制造业发展壮大的重要前提,是制造业实现自动化、柔性化、集成化生产的基础。据有关调查显示,如果要实现国家提出的到2010年数控化率达到10%以上的目标,需要增加大量数控机床及其配套的软、硬件,同时需要一大批面向第一线的数控技术及数控机床的操作、编程、维修方面的专门人才。为此在国家有关部委联合启动的“职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程”中,数控技术应用被列为优先领域。

2005年9月,天津市人民政府与国家教育部共同签署了“关于共建国家职业教育改革试验区的意见”,并在实施方案中明确提出了重点扶持包括数控技术在内的技能型紧缺人才培养培训基地,其中包括要编写50门具有鲜明职业特色、在全国具有较大影响力的高水平教材,这将对推动职业教育的教学改革、更好地服务于滨海新区的经济建设起到积极的作用。为此,天津市教育委员会组织天津市开设数控专业的部分高职院校教师,合作编写了数控技术专业的系列教材,天津轻工职业技术学院承担了编写的具体组织工作。该套教材应用范围以天津地区高职院校同类专业为主,同时辐射全国高职院校的同类专业。

该套教材坚持改革与创新的结合,具有鲜明的职业教育特色,涵盖了数控专业的核心课程。在编写过程中,特别注重学生应用能力的培养和职业技能的训练,突出体现了以能力为中心的编写原则,反映了近年来高职教育的教改成果和教学经验以及对职业教育教学目标的新的认识,并



借鉴和吸纳了德国职业教育教材实用性的优点,在编写形式上有一定的突破。教材中基础知识简单直观,将知识点和能力要求凝结在案例中,讲究从实际出发,在应用中学习;为学生提供了较为丰富的学习资源,在突出应用性内容的同时,配备了相关知识,充实必要的理论知识,以满足不同层次学生的学习要求;同时为避开各院校数控设备和数控系统的不同,以被加工零件和数控设备故障的典型案例贯穿本系列教材建设的全过程,素材的组织既符合企业的实际操作需要,也适合案例教学、项目教学等教学方法的实施,使该套教材同时具备广泛适应性和实际应用性的目标要求,充分发挥了教材在教改中的载体作用。部分教材还配编了符合职业资格鉴定要求的实训题库,供任课教师参考使用。

该套教材的编写出版,将对天津高等职业教育数控专业水平的提高与发展起到一定的作用,同时我们也希望本系列教材的编写思路与方法能对其他专业的教材编写工作起到一定的参考作用。

龙德毅

2006年7月

前 言

《机械制造基础》是新世纪高职高专教材编委会组编的数控技术应用类课程规划教材之一,本课程是机械类各专业的重要技术基础课。

本教材将机械工程材料及热处理、热加工基本知识、金属切削原理与刀具、金属切削机床、金属切削机床夹具和机械制造工艺等几部分的内容有机地结合在一起,使学生获得机械制造领域中所必须具备的基础知识和基本理论,为后续专业课程的学习和实践打下一定的专业基础。本课程是机械工程技术人员和管理人员必须掌握的一门综合性应用技术基础课程。

本教材根据教育部《高职高专数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养指导方案》中《机械制造基础》课程的教学基本要求编写而成,计划学时为70~90,与之相配合的还有实验、实习、习题及课程设计等教学环节。本课程有很强的实践性和综合性,在本课程的学习中,除了课堂教学以外,还应通过实习、实训、现场教学等方法来学习。本教材注重加强基础、突出能力培养,同时考虑到扩大知识面,适当地加入了反映国内外新成果、新技术的内容。全书力求内容实用、深入浅出、学用结合,符合高职高专“理论教学以必需、够用为度,重在应用”的要求。全书贯彻执行法定计量单位及最新国家标准。

本教材是编者在总结多年教学实践经验,参阅了兄弟院校有关机械工程材料及热处理、热加工基础、金属切削原理及刀具、金属切削机床、金属切削机床夹具、机械制造工艺学等教材及相关资料、参考书籍的基础上编写而成的,同时吸取了许多兄弟院校多年教学改革的经验 and 成果,在此致以谢意。



本教材由哈尔滨职业技术学院高波任主编。大连水产学院职业技术学院刘文萍、河北工业职业技术学院万晓航任副主编。另外,哈尔滨职业技术学院隗东伟、天津城市职业学院高广进也参与了部分章节的编写。具体编写分工如下:高波编写绪论及第1、3、4章;隗东伟编写第2章;万晓航编写第5章;刘文萍编写第6、8章;高广进编写第7章。全书由高波负责统稿。天津轻工职业技术学院李明兰老师、黑龙江工商职业技术学院李蕾老师审阅了全书并提出了许多宝贵的意见和建议,在此谨致谢忱!

尽管我们在教材建设的特色方面做出了许多努力,但由于编者水平有限,加之编写时间仓促,教材中仍可能有缺漏及不当之处,恳请各教学单位和读者批评指正,以便下次修订时改进。

所有意见、建议请发往:gzjckfb@163.com

联系电话:0411—84707492 0411—84706104

编者

2006年8月

目

录

绪论	1
第 1 章 机械工程材料与热处理	3
1.1 金属材料的力学性能	3
1.2 铁碳合金相图	10
1.3 钢的热处理	14
1.4 碳钢与合金钢	18
1.5 铸铁	24
1.6 有色金属及其合金	25
1.7 常用非金属材料	26
习题与思考题	28
第 2 章 热加工基本知识	29
2.1 铸造	29
2.2 金属压力加工	42
2.3 焊接	54
习题与思考题	64
第 3 章 金属切削及金属切削机床的基本知识	65
3.1 刀具材料与金属切削的基本知识	65
3.2 刀具几何角度及工作角度	74
3.3 金属切削过程	81
3.4 提高切削效益的途径	89
3.5 金属切削机床的基本知识	97
习题与思考题	101
第 4 章 金属切削加工	103
4.1 车削加工	103
4.2 铣削加工	110
4.3 钻削与镗削加工	121
4.4 刨削与拉削加工	128
4.5 磨削加工	137
4.6 圆柱齿轮加工	143
习题与思考题	150
第 5 章 金属切削机床夹具	152
5.1 概述	152
5.2 车床夹具实例	170
5.3 铣床夹具实例	173

5.4	钻床夹具实例	178
5.5	镗床夹具实例	181
	习题与思考题	185
第6章	机械加工工艺规程制定	186
6.1	基本概念	187
6.2	获得加工精度的方法	192
6.3	零件的工艺分析	194
6.4	毛坯的选择	196
6.5	工艺路线的拟定	198
6.6	加工余量的确定	204
6.7	工序尺寸及其公差确定	206
6.8	工艺卡片的填写	212
6.9	数控加工工艺基本知识	213
	习题与思考题	221
第7章	典型零件加工	224
7.1	轴类零件加工	224
7.2	套筒类零件加工	230
7.3	箱体类零件加工	235
7.4	圆柱齿轮加工	244
	习题与思考题	250
第8章	机械加工质量及机械装配工艺基础	251
8.1	机械加工精度	251
8.2	机械加工表面质量	265
8.3	保证装配精度的方法	272
8.4	装配工艺规程的制定	279
	习题与思考题	281
	参考文献	283

绪 论

1. 机械制造业在国民经济中的作用

机械制造业是国民经济最重要的部门之一。社会生产中的各行各业,诸如交通、动力、冶金、石化、电力、建筑、轻纺、航空、航天、电子、医疗、军事、科研等,乃至人民的日常生活中,都使用着各种各样的机器、机械、仪器和工具。这些机器、机械、仪器和工具统称为机械装备。它们大部分都是由一定形状和尺寸的金属零件所组成。能够生产这些零件并将其装配成机械装备的工业,称为机械制造业。

机械制造业不仅能为国民经济各部门提供技术装备,而且直接生产人民生活所需的消费品。因此,它是国民经济的重要基础和支柱产业,是一个国家经济实力和科学技术发展水平的重要标志,世界各国均把发展机械制造业作为振兴和发展国民经济的战略重点之一。

自1770年制造出第一台蒸汽机开始,200多年来,为了适应社会生产力的不断进步,为了满足社会对产品的品种、数量、性能、质量以及高的性能价格比的要求,同时由于新型工程材料的出现和使用,新的切削加工方法、新的工艺方法以及新的加工设备大量涌现,使得机械制造技术也在经历着巨大变化。

机械制造业的发展和进步,在很大程度上取决于机械制造技术的水平和发展。在科学技术高度发展的今天,现代工业对机械制造技术提出了越来越高的要求,进而推动机械制造技术不断向前发展,而科学技术的发展,也为机械制造技术的发展提供了机遇和条件。特别是数控加工技术、计算机控制技术、精密检测技术的发展使得机械制造技术正发生革命性的进步。机械制造技术由数控化走向柔性化、集成化、智能化,已成为现代科技前沿的热点之一。

解放前,我国的机械工业十分落后。解放后,经过50多年的建设,尤其是改革开放20多年来,我国的机械工业得到了很大的发展。目前,我国机械工业产品的生产已具有相当大的规模,形成了产品门类齐全、布局合理的机械制造业体系。但与国外先进水平相比,差距依然很大。我们在制造工艺技术和工艺设备方面正在努力追赶世界先进水平。

2. 本课程的性质和学习内容

本课程是高职高专机械类有关专业的一门主干课。它是通过对原有六门传统课程《金属材料及热处理》、《热加工基础》、《金属切削原理与刀具》、《金属切削机床》、《机床夹具设计》和《机械制造工艺学》进行优化整合,所形成的一门以培养机械制造技术应用能力为主的新的专业课。

《机械制造基础》这门课程的基本内容包括:

(1) 机械工程材料的选用及处理;

- (2) 铸造、金属压力加工、焊接；
- (3) 金属切削过程的基本规律；
- (4) 金属切削机床及刀具；
- (5) 机床夹具基本知识；
- (6) 机械加工的各种方法；
- (7) 机械制造工艺技术的基本理论和基本知识；
- (8) 机械装配工艺基础。

3. 本课程的特点及学习方法

本课程具有实践性强、综合性强和覆盖面广三大特点。

学习时要重视实践性教学环节,在教学实习中努力增加感性认识和实践知识,了解、熟悉企业的生产和技术管理,注意理论与实践相结合。做好本课程实验及综合练习和课程设计,有助于理解和掌握理论知识,有利于职业综合能力的培养,逐步提高解决生产实际问题的能力。学习时要根据具体情况来处理问题,注意灵活地综合运用所学的知识。

第 1 章

机械工程材料与热处理

机械工程材料主要包括金属材料、非金属材料和复合材料。金属材料是指黑色金属(即钢和铁)和有色金属(即铝及铝合金、铜及铜合金等)。非金属材料和复合材料在机械工程中的应用越来越广。

在生产中我们要用各种工具来加工零件,这些工具和零件是用什么材料制造的,它们的性能如何,用什么热处理方法可以改变材料的性能,使其便于加工和满足使用的技术要求,这些都是必须掌握的基本知识。本章介绍机械工程材料和金属热处理的一些基本知识,为材料选用与加工奠定基础。

1.1 金属材料的力学性能

1.1.1 强度和塑性

1. 强度

金属材料在载荷的作用下抵抗弹性变形、塑性变形和断裂的能力称为强度。

根据载荷的不同作用方式,强度可分为屈服强度、抗拉强度、抗压强度、抗弯强度、抗剪强度等。各种强度之间有一定的关系,通过拉伸试验可测定材料强度指标。

按国标(GB/T 6397—1986)规定将被测金属材料制成一定形状和尺寸的拉伸试样。常用试样的截面为圆形。图 1-1 所示为标准拉伸试样,其中 d_0 为试样的原始直径(mm), l_0 为试样的原始长度

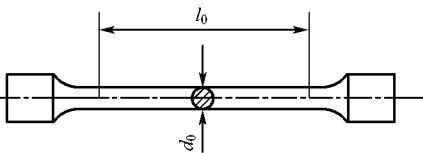


图 1-1 标准拉伸试样

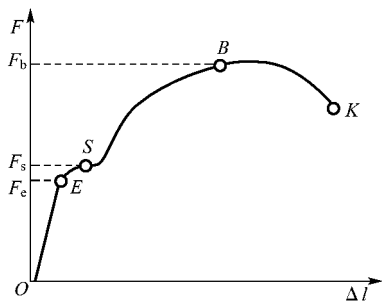


图 1-2 退火低碳钢的拉伸曲线

(mm)。拉伸试样一般还分为长试样($l_0=10d_0$)和短试样($l_0=5d_0$)两种。

试验时,在拉伸试验机上缓慢增加载荷(静载荷),随着载荷的不断增加,试样的伸长量也逐渐增加,记录拉伸试验过程中的载荷大小和对应的伸长量关系,直至试样拉断为止,便可获得如图 1-2 所示的载荷与变形量之间的关系曲线,即拉伸曲线。

如图 1-2 所示,当载荷 F 为零时,伸长量也为零。当

载荷逐渐由零加大到 F_e 时,试样的伸长量与载荷成比例增加。此时卸除载荷,试样能完全恢复到原来的形状和尺寸,即试样处于弹性变形阶段。

当载荷超过 F_e 时,试样除产生弹性变形外,还开始出现塑性变形(或称永久变形),即卸除载荷后,试样不能恢复到原来的形状和尺寸。

当载荷加到 F_s 时,在曲线上开始出现水平线段,即表示载荷不增加,试样却继续伸长,这种现象称为屈服现象。 S 点称做屈服点。

载荷超过 F_s 后,试样的伸长量又随载荷的增加而增大,此时试样已产生大量的塑性变形。当载荷继续增加到某一最大值 F_b 时,试样的局部直径变小,通常称为“缩颈”现象。当到达 K 点时,试样就在缩颈处被拉断。

无论何种材料,其内部原子之间都具有平衡的原子力相互作用,以使其保持固定的形状。材料在外力作用下,其内部会产生相应的作用力以抵抗变形,此力的大小和外力相等,方向相反,这种作用力称为内力。材料单位截面上承受的内力称为应力,用 σ 表示。金属材料的强度是用应力来表示的,即

$$\sigma = F/S_0$$

式中 σ ——应力,MPa;

F ——载荷,N;

S_0 ——试样的原始截面面积,mm²。

常用的强度指标有屈服强度和抗拉强度。

(1) 屈服强度

试样屈服时的应力为材料的屈服点,称为屈服强度,用 σ_s 表示。 σ_s 表示金属抵抗微小量塑性变形的能力,即

$$\sigma_s = F_s/S_0$$

式中 σ_s ——屈服强度,MPa;

F_s ——试样屈服时的载荷,N;

S_0 ——试样的原始截面面积,mm²。

有些金属材料,如铸铁、高碳钢等的拉伸曲线不出现平台,即没有明显的屈服现象,因此工程上规定以试样发生某一微量塑性变形(0.2%)时的应力作为该材料的屈服强度,称为材料的条件屈服强度,用 $\sigma_{0.2}$ 表示。

(2) 抗拉强度

抗拉强度是指试样在拉断前所承受的最大拉应力,即

$$\sigma_b = F_b/S_0$$

式中 σ_b ——抗拉强度,MPa;

F_b ——试样在断裂前的最大载荷,N;

S_0 ——试样原始截面面积,mm²。

σ_b 代表金属材料抵抗大量塑性变形的能力,也是零件设计的主要依据之一。

一般情况下,机器构件都是在弹性状态下工作的,不允许发生微小量的塑性变形,所

以在机械设计时常采用 σ_s 或 $\sigma_{0.2}$ 作为强度指标,并适当加上安全系数。

2. 塑性

塑性是指金属材料在外力作用下产生永久变形而不被破坏的能力。

金属材料在断裂前的塑性变形越大,表示材料的塑性越好;反之,则表示材料的塑性越差。衡量塑性的指标主要有延伸率和断面收缩率。

(1) 延伸率

试样通过拉伸试验断裂时,总的伸长量和原始长度比值的百分率(即相对伸长)称为延伸率,用符号 δ 表示,即

$$\delta = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \times 100\%$$

式中 l_1 ——试样拉断时的标距长度,mm;

l_0 ——试样原始的标距长度,mm。

由于试样总的伸长量是均匀伸长与产生局部缩颈后的伸长之和,故 δ 值的大小与试样长度尺寸有关。同一材料长试样的延伸率(用 δ_{10} 表示)要低于短试样的延伸率(用 δ_5 表示)。所以,在比较不同材料的延伸率时,要注意用相同尺寸的试样。为方便起见,长试样的延伸率就用 δ 表示。

(2) 断面收缩率

试样通过拉伸试验断裂时,断面缩小的截面积和原始截面积比值的百分率称为断面收缩率,用符号 ψ 表示,即

$$\psi = \frac{S_0 - S_1}{S_0} \times 100\%$$

式中 S_0 ——试样原始横截面积,mm²;

S_1 ——试样断口处横截面积,mm²。

断面收缩率与试样尺寸无关,所以它能比较可靠地代表材料的塑性。当材料的 δ 或 ψ 数值越大时,表示材料的塑性越好。如纯铁的 δ 约为 50%,而普通生铁的 δ 还不到 1%,因此纯铁的塑性比普通生铁好得多。

塑性指标同样有着十分重要的意义。塑性好的材料不仅可以进行锻压、轧制、冷冲、冷拔等成形工艺,而且在万一超载的情况下,塑性变形能避免突然断裂。所以,在静载荷条件下工作的机械零件,一般都要求具有良好的塑性。

1.1.2 硬度

硬度是指金属材料抵抗比它更硬的物体压入其表面的能力,即抵抗局部塑性变形的能力。一般来说,硬度越高,耐磨性越好,强度也比较高。

最常用的测定硬度的方法是压入测试法。在一定载荷下,用一定几何形状的压头压入被测试的金属材料表面,根据被压入后变形程度来测定其硬度值。压入后变形程度越大,则材料的硬度值越低;反之,则硬度值越高。

这种试验方法是金属力学性能试验中最简单、最迅速的一种方法。它不需要做专门的试样,可以在工件上直接测定硬度值,不损坏工件,因此在生产中得到广泛应用。

测定硬度的方法很多,生产中广泛应用的有布氏硬度和洛氏硬度测试法。

1. 布氏硬度

如图 1-3 所示,布氏硬度的测定是用一定直径 D 的淬火钢球或硬质合金球作压头,在规定载荷 F 的作用下压入被测金属表面,经规定的保持时间后,卸除载荷,测量被测试金属表面上所形成的压痕平均直径 d ,用载荷与压痕球形表面积的比值作为布氏硬度值。淬火钢球作压头用符号 HBS,硬质合金球作压头用 HBW 表示。以淬火钢球作压头为例,布氏硬度的计算公式为

$$\text{HBS} = F/S = F/\pi Dh \quad (\text{kgf}/\text{mm}^2)$$

式中 F ——试验力, N;

S ——压痕表面积, mm^2 ;

h ——压痕深度, mm;

D ——压头直径, mm。

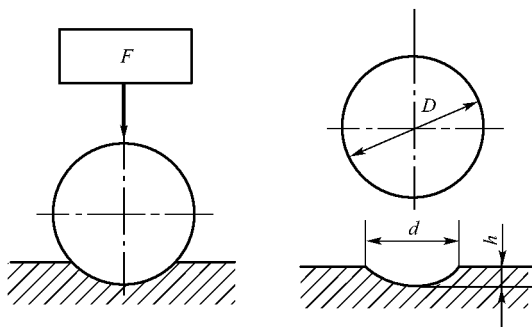


图 1-3 布氏硬度试验原理示意图

试验时用刻度放大镜测出压痕平均直径 d 后,就可以通过计算或查布氏硬度表得出相应的硬度值。在实际应用中,布氏硬度值是不标注单位的,也不需要经过计算,直接采用查表法,见表 1-1。

表 1-1

布氏硬度试验规范

材料	硬度 HBS	试样厚度/mm	F/D^2	D/mm	F/N	载荷保持时间(s)
钢铁材料	140~450	6~3	30	10	29400	10
		4~2		5	7350	
		<2		2.5	1837.5	
	<140	>6	10	10	9800	10
		6~3		5	2450	
		<3		2.5	612.5	
铜合金及镁合金	36~130	>6	10	10	9800	30
		6~3		5	2450	
		<3		2.5	612.5	
铝合金及轴承合金	8~35	>6	10	10	2450	60
		6~3		5	612.5	
		<3		2.5	152.88	

由于布氏硬度压痕面积较大,能反映较大范围内金属各组成相综合影响的平均性能,