



21世纪 高职高专通用教材

机械制造 基础



王建榕 主编

周旦华 主审

上海交通大学出版社

21 世纪高职高专通用教材

机械制造基础

主 编 林建榕

副主编 汪 浩 牛宝林 杨 萍

主 审 周旦华

上海交通大学出版社

内 容 提 要

本套教材是根据 1999 年 12 月在上海召开的华东地区 21 世纪高职高专教材研讨会精神及各校教学改革的经验编写的。

本套教材包括《机械制造基础》和《机械制造基础实训教程》两册。

《机械制造基础》主要包括机械制造常用工程材料(含非金属材料)、铸造、压力加工、焊接和金属切削加工等。全书较系统地介绍了金属材料的性质及热处理、铸造、压力加工、焊接、切削加工的实质、特点、工艺过程及其结构设计的工艺性,特别是对近年迅速发展的柔性自动化系统中的数控机床、加工中心等内容做了较多介绍。同时对金属腐蚀和防腐及材料与毛坯选择等内容做了适当阐述,对其他新工艺、新方法做了简要介绍。

《机械制造基础实训教程》主要包括热处理、铸造、锻压、焊接、切削加工(含数控加工和特种加工)等。全书以典型零件加工工艺为基础,分析工艺方法特点,使学生尽快了解生产全过程。注意培养学生的质量意识和经济观点。同时对常用工量具的使用及实习操作的安全技术做了适当的阐述,力求提高学生的操作技能。

本套教材主要用于高职高专机械类、近机类及管理类专业《机械制造基础》课程课堂教学与实践教学,也可供有关的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造基础/林建榕主编. —上海:上海交通大学出版社,
2000
21 世纪高职高专通用教材
ISBN 7-313-02529-7

I. 机… II. 林… III. 金属加工-工艺-高等学校:技术学
校-教材 IV. TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 47741 号

机械制造基础

林建榕 主编

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 877 号 邮政编码 200030)

电话:64071208 出版人:张天蔚

常熟市文化印刷厂印刷 全国新华书店经销

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:23 字数:566 千字

2000 年 11 月第 1 版 2000 年 11 月第 1 次印刷

印数:1—5050

ISBN 7-313-02529-7/TH·089 定价:30.00 元

版权所有 侵权必究

21 世纪高职高专通用教材编纂委员会

(以姓氏笔划为序)

编纂委员会顾问

白同朔 王成福 詹平华

编纂委员会名誉主任

王式正 叶春生

编纂委员会主任

闵光太 潘立本

编纂委员会副主任

王永祥 王 乔 王俊堂 王继东 牛宝林

方沛伦 东鲁红 冯伟国 朱家建 朱懿心

吴惠荣 吴仁秀 房世荣 郑桂富 赵祥大

秦士嘉 黄 斌 常立学

编纂委员会委员

委员 99 名:

王平嶂 王永祥 王式正 王成福 王 乔 王俊堂

王继东 尤孺英 孔庆鸿 牛宝林 方沛伦 东鲁红

叶春生 白同朔 伍建国 史旦旦 冯伟国 匡奕珍

华玉弟 华正荣 华雅言 毕明生 朱大刚 朱家建

朱熙然 朱懿心 刘大茂 刘凤菊 刘志远 刘伯生

刘 敏 刘德发 江谷传 江林升 李卫芬 李巨光

李立玲 李杰菊 李跃中 杨宏林 杨国诗 陈立德

陈志伟 陈良政 张 劲 张祖芳 肖 军 肖华星

余彤仑 汪祥云 何树民 闵光太 吴仁秀 吴惠荣

林木顺 金 升 周文锦 周奇迹 罗钟鸣 房世荣

房培玉 郑桂富 洪本健 赵祥大 胡大超 胡 刚

姚国强 姚家伦 夏仕平 秦士嘉 顾仲圻 顾志伟

顾国建 陶宝元 陶铁生 徐升华 徐余法 唐育正

曹林根 曹茂华 盛立刚 黄建平 黄 晖 黄 斌

常立学 屠群锋 韩培江 焦庆堂 程宜康 曾文斗

董惠良 虞孟博 詹平华 翟向阳 蒋瑞松 潘立本

潘家俊 薛新华 戴正华

序

发展高等职业技术教育,是实施科教兴国战略、贯彻《高等教育法》与《职业教育法》、实现《中国教育改革与发展纲要》及其《实施意见》所确定的目标和任务的重要环节;也是建立健全职业教育体系、调整高等教育结构的重要举措。

近年来,年青的高等职业教育以自己鲜明的特色,独树一帜,打破了高等教育界传统大学一统天下的局面,在适应现代社会人才的多样化需求、实施高等教育大众化等方面,做出了重大贡献。从而在世界范围内日益受到重视,得到迅速发展。

我国改革开放不久,从1980年开始,在一些经济发展较快的中心城市就先后开办了一批职业大学。1985年,中共中央、国务院在关于教育体制改革的决定中提出,要建立从初级到高级的职业教育体系,并与普通教育相沟通。1996年《中华人民共和国职业教育法》的颁布,从法律上规定了高等职业教育的地位和作用。目前,我国高等职业教育的发展与改革正面临着很好的形势和机遇:职业大学、高等专科学校和成人高校正在积极发展专科层次的高等职业教育;部分民办高校也在试办高等职业教育;一些本科院校也建立了高等职业技术学院,为发展本科层次的高等职业教育进行探索。国家学位委员会1997年会议决定,设立工程硕士、医疗专业硕士、教育专业硕士等学位,并指出,上述学位与工程学硕士、医学科学硕士、教育学硕士等学位是不同类型的同一层次。这就为培养更高层次的一线岗位人才开了先河。

高等职业教育本身具有鲜明的职业特征,这就要求我们在改革课程体系的基础上,认真研究和改革课程教学内容及教学方法,努力加强教材建设。但迄今为止,符合职业特点和要求的教材却似凤毛麟角。由泰州职业技术学院、上海第二工业大学、金陵职业大学、扬州职业大学、彭城职业大学、沙州职业工学院、上海交通高等职业技术学院、上海交大技术学院、上海汽车工业总公司职工大学、江阴职工大学、江南学院、常州职业技术师范学院、苏州职业大学、锡山市职业教育中心、上海商业职业技术学院、福州大学职业技术学院、芜湖职业技术学院、青岛职业技术学院、宁波高等专科学校、上海工程技术大学等70余所院校长期从事高等职业教育、有丰富教学经验的资深教师共同编写的《21世纪高职高专通用教材》,将由上海交通大学出版社陆续向读者朋友推出,这是一件值得庆贺的大好事,在此,我们表示衷心的祝贺。并向参加编写的全体教师表示敬意。

高职教育的教材面广量大,花色品种甚多,是一项浩繁而艰巨的工程,除了高职院校和出版社的继续努力外,还要靠国家教育部和省(市)教委加强领导,并设立高等职业教育教材基金,以资助教材编写工作,促进高职教育的发展和改革。高职教育以培养一线人才岗位与岗位群能力为中心,理论教学与实践训练并重,二者密切结合。我们在这方面的改革实践还不充分。在肯定现已编写的高职教材所取得的成绩的同时,有关学校和教师要结合各校的实际情况和实训计划,加以灵活运用,并随着教学改革的深入,进行必要的充实、修改,使之日臻完善。

阳春三月,莺歌燕舞,百花齐放,愿我国高等职业教育及其教材建设如春天里的花园,群芳争妍,为我国的经济建设和社会发展作出应有的贡献!

叶春生

2000年4月5日

前 言

本套教材是根据 1999 年 12 月在上海召开的华东地区 21 世纪高职高专教材研讨会精神及各校教学改革的经验编写的。

本套教材包括《机械制造基础》和《机械制造基础实训教程》两册。

为适合高职高专教学要求,在编写过程中力求做到以下几点:

1. 根据高职高专的教学特点,强调理论学习与实际应用的紧密结合,增强了实践性教学内容。

2. 全书以基本加工工艺为主线,以工件加工质量分析为重点,注重机器制造过程整体性和经济性概念的建立,以利于培养学生综合运用知识分析问题和解决问题的能力。

3. 注意理论教材与实训教材的分工与配合,实训教材具有实践性和操作性强的特点,理论教材力求少而精,同时对新工艺、新技术做了简要介绍,主次分明,重点突出。

4. 采用我国法定计量单位,材料牌号、技术条件、技术术语及图表等均采用最新国家标准。

5. 每章后面均有适当数量的复习思考题,帮助学生复习和巩固所学的知识。

《机械制造基础》一书由林建榕担任主编,汪浩、牛宝林、杨萍担任副主编,周旦华担任主审。《机械制造基础实训教程》一书由倪楚英担任主编,徐洪、贾慈力担任副主编,王里义担任主审。

参加本套教材编写的有:上海交通大学周旦华,上海工程技术大学吴江柳、贾慈力、石静如、侯新志、王怡刚,江阴职工大学倪楚英、吴松乾,苏州职业大学汪浩,芜湖职业技术学院牛宝林、周浩,金华铁路司机学校张棉好、徐洪,江苏商业管理干部学院王里义,淮南联合大学杨萍,福建职业技术学院翁瑞珠,南京化工学校邹茜茜,福州大学林建榕、徐宝金、姜明。

由于编者水平有限,编写时间仓促,书中难免有欠妥之处,恳望批评指正。

编 者

2000 年 5 月

目 录

第一篇 工程材料

1 金属材料的机械性能	3
1.1 强度和塑性	3
1.2 硬度	5
1.3 冲击韧性	8
1.4 疲劳强度和蠕变强度	9
复习思考题	10
2 金属的晶体构造和结晶	12
2.1 金属的晶体构造	12
2.2 实际晶体结构	14
2.3 金属的结晶过程及同素异构转变	16
2.4 合金的晶体结构和相图	21
复习思考题	24
3 铁碳合金相图	25
3.1 铁碳合金的基本组织	25
3.2 铁碳合金相图	26
复习思考题	32
4 钢的热处理	33
4.1 钢在加热时的组织转变	33
4.2 钢在冷却时的组织转变	34
4.3 钢的普通热处理工艺	38
4.4 钢的表面热处理工艺	45
4.5 其他热处理工艺简介	49
4.6 热处理零件的结构工艺性	51
4.7 热处理技术条件及工序位置	53
复习思考题	55
5 常用金属材料	57
5.1 碳钢	57
5.2 合金钢	60
5.3 有色金属及其合金	75
复习思考题	87
6 金属的腐蚀与防护	89

6.1	金属的腐蚀原理	89
6.2	金属的防腐方法	91
	复习思考题	93
7	非金属材料	95
7.1	工程塑料	95
7.2	橡胶	97
7.3	陶瓷材料	98
7.4	复合材料	99
	复习思考题	101

第二篇 铸造生产

8	铸造生产的基本概念和工艺特点	105
8.1	砂型铸造	105
8.2	铸造工艺图的制定	108
	复习思考题	116
9	合金的铸造性能	117
9.1	合金的流动性	117
9.2	合金的收缩性	118
9.3	合金的偏析及吸气	122
	复习思考题	123
10	铸铁件的生产	124
10.1	概述	124
10.2	常用铸铁	126
	复习思考题	136
11	钢铸件和有色金属铸件的生产	137
11.1	钢铸件的生产	137
11.2	铜合金铸件的生产	139
11.3	铝合金铸件的生产	140
	复习思考题	141
12	铸件的结构设计和工艺分析	142
12.1	铸造工艺对铸件结构的要求	142
12.2	合金铸造性能对铸件结构的要求	145
12.3	常用合金铸件的结构特点	146
12.4	铸件质量与技术检验	147
	复习思考题	149
13	特种铸造	150
13.1	金属型铸造	150
13.2	压力铸造	151

13.3	离心铸造	153
13.4	熔模铸造	154
13.5	低压铸造	155
13.6	其他特种铸造方法简介	156
13.7	各种铸造方法的比较	159
	复习思考题	160

第三篇 压力加工

14	金属压力加工的基本原理	163
14.1	塑性变形的实质	163
14.2	金属的加工硬化与再结晶	164
14.3	金属的冷、热塑性变形对组织结构和性能的影响	165
14.4	金属的锻造性及影响锻造性的因素	167
	复习思考题	170
15	自由锻造	171
15.1	自由锻造基本工序	171
15.2	自由锻造工艺规程的制订	171
15.3	自由锻造锻件的结构工艺性	177
	复习思考题	178
16	模型锻造	180
16.1	模型锻造的特点	180
16.2	模锻锤上模锻	180
16.3	胎模锻	186
	复习思考题	189
17	板料冲压	191
17.1	冲压基本工序	191
17.2	冲压件的结构工艺性	196
	复习思考题	198
18	压力加工其他工艺及新工艺简介	200
18.1	零件的轧制	200
18.2	挤压	202
18.3	拉拔	203
18.4	压力加工新工艺简介	204
	复习思考题	207

第四篇 焊 接

19	熔化焊	211
----	-----	-----

19.1	电弧焊的基本概念	211
19.2	电弧焊	219
19.3	其他熔化焊方法	225
	复习思考题	226
20	压力焊、钎焊及其他焊接方法简介	228
20.1	电阻焊	228
20.2	摩擦焊	230
20.3	钎焊	231
20.4	其他焊接与切割方法简介	232
	复习思考题	234
21	常用金属材料的焊接	235
21.1	金属材料的焊接性	235
21.2	碳钢及合金钢的焊接	236
21.3	铸铁的焊补	237
21.4	铝、铜及其合金的焊接	238
	复习思考题	239
22	焊接结构设计	241
22.1	焊接结构材料的选择	241
22.2	焊接方法的选择	242
22.3	焊接结构的合理设计	242
22.4	焊接结构工艺设计举例	246
22.5	焊接缺陷与质量检验	247
	复习思考题	249
23	材料和毛坯的选择	251
23.1	零件材料的选择	251
23.2	毛坯的选择	252
23.3	典型毛坯的选择示例	255
	复习思考题	256

第五篇 金属切削加工

24	金属切削加工概论	261
24.1	金属切削加工的基本知识	261
24.2	金属切削过程的基本知识	269
24.3	金属切削机床的基本概念	277
	复习思考题	281
25	车削加工	282
25.1	普通卧式车床的组成及其典型传动机构	282
25.2	C6132 型车床的传动系统	284

25.3	车削的工艺特点及其应用	285
25.4	车刀的结构、种类和应用	286
25.5	其他车床加工	288
	复习思考题	291
26	钻削、镗削加工	292
26.1	钻削加工	292
26.2	镗削加工	295
	复习思考题	299
27	刨削、插削、拉削加工	300
27.1	刨削加工	300
27.2	插削加工	304
27.3	拉削加工	304
	复习思考题	305
28	铣削加工和齿形加工	306
28.1	铣削加工	306
28.2	齿形加工	310
	复习思考题	311
29	磨削加工	312
	复习思考题	315

第六篇 数控机床加工与特种加工

30	数控机床加工概述	319
30.1	数控机床的特点和应用	319
30.2	数控机床的基本组成	320
30.3	数控机床的分类	320
31	数控加工程序编制基本概念	323
31.1	程序编制的一般步骤	323
31.2	数控加工程序编制的方法	324
31.3	数控机床的坐标系	324
31.4	准备功能、辅助功能及其他功能代码	326
31.5	程序结构和格式	327
32	数控车床与数控铣床程序编制	329
32.1	数控车床程序编制	329
32.2	数控铣床程序编制	331
33	数控机床的发展	333
33.1	国内外数控机床发展概况	333
33.2	数控机床的发展趋势	333
	第30章~第33章复习思考题	335

第七篇 特种加工

34 电火花加工	339
34.1 电火花成形加工的基本原理.....	339
34.2 电火花成形机床.....	339
34.3 电火花成形加工的特点和应用.....	340
34.4 电火花线切割加工的基本原理.....	340
34.5 电火花线切割机床.....	340
34.6 电火花线切割加工的特点和应用.....	341
35 电化学加工	342
35.1 电解加工.....	342
35.2 电铸加工.....	342
35.3 电解磨削加工.....	344
36 超声波与激光加工	345
36.1 超声波加工.....	345
36.2 激光加工.....	346
37 其他特种加工	348
37.1 电子束加工.....	348
37.2 离子束加工.....	348
37.3 等离子体加工.....	349
37.4 水射流切割.....	349
第 34 章~第 37 章复习思考题.....	350
附录	351
参考书目	353

第一篇 工程材料

工程材料包括金属材料和非金属材料。金属材料因其具有良好的使用性能(包括机械性能、物理性能、化学性能)和工艺性能,成为机器零件最常用的材料。本篇重点介绍常用金属材料的性能以及为改善性能所采用的热处理方法,使读者掌握金属材料的成分、组织、性能和应用之间的关系,为合理选择和制定加工工艺打下基础。

由于在铸造生产一篇中要详细介绍铸铁材料,故本篇将不再赘述,特此说明。

1 金属材料的机械性能

金属材料在现代工业、农业、国防、科学技术以及日常生活中都得到广泛的应用,是制造各类机械零件的基本材料。为了能够正确地选用金属材料,合理地确定金属材料的加工方法,必须先熟悉金属材料的性能。金属材料的性能包括使用性能和工艺性能。使用性能是指在使用过程中所表现出来的性能(如力学性能、物理性能、化学性能等)。工艺性能是指金属材料在各种加工过程中所表现出来的性能(如铸造性能、锻造性能、焊接性能、切削加工性能等)。一般情况下,选用金属材料时,是以力学性能作为主要依据的。

机器零件或构件在使用时都要受到载荷的作用,金属材料的机械性能(也叫力学性能)是指在载荷作用下其抵抗变形或破坏的能力。材料在不同的受载状态下会呈现不同的特性,常用的机械性能有:强度、塑性、硬度、韧性、疲劳强度等。

1.1 强度和塑性

1.1.1 强度

金属材料在载荷作用下抵抗弹性变形、塑性变形和断裂的能力称为强度。由于载荷作用方式不同,强度可分为屈服强度、抗拉强度、抗压强度、抗弯强度和抗剪强度等。各种强度之间有一定关系。工程上应用最普遍的是屈服强度和抗拉强度。而测定这种强度指标通常是采用拉伸试验法。

试验前,将被测金属材料按国标(GB/T 6397—86)规定,制成一定形状和尺寸的拉伸试样。常用的试样截面为圆形或扁形,称为圆形或扁形拉伸试样。图 1.1 所示为圆形拉伸试样,图中 d_0 为试样的原始直径(mm), l_0 为试样的原始标距长度(mm)。拉伸试样一般还分为长试样($l_0 = 10 d_0$)和短试样($l_0 = 5 d_0$)两种。

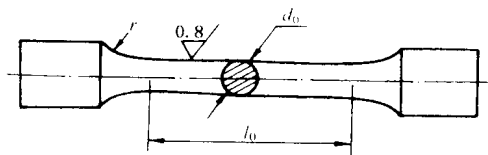


图 1.1 标准拉伸试样

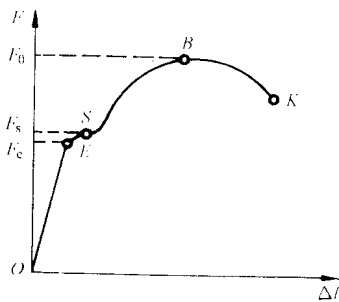


图 1.2 退火低碳钢的拉伸曲线

试验时,将标准试样装夹在拉伸试验机上,缓慢加载(静载荷)。随着载荷的不断增大,试样的伸长量也逐渐增加,直至试样拉断为止。再根据拉伸试验过程中的载荷大小和对应的伸长量关系,可绘出金属材料的拉伸曲线图。图 1.2 为低碳钢的拉伸曲线图。

由图 1.2 可见,当载荷 F 为零时,伸长量 Δl 也为零。当载荷由零逐渐增大到 F_c 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_c 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,试样不能完全恢复到原来的形状和尺寸。当载荷加到 F_s 时,

时,在曲线上开始出现水平(或锯齿形)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。 S 点叫做屈服点。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_0 时,试样出现局部直径变细,通常称为“颈缩”现象。此时载荷也就逐渐降低,当到达 K 点时,试样就在颈缩处被拉断。

金属材料受到载荷作用后其内部会产生一个与载荷相平衡的抵抗力(即内力),此力的大小和外力相等,方向相反。金属材料单位面积上的内力称为应力,用 σ 表示。金属材料的强度就是用应力来度量的。

常用的强度指标有屈服强度和抗拉强度。

1. 屈服强度

材料产生屈服现象时的最小应力值称为屈服强度,用符号 σ_s (MPa)表示,

$$\sigma_s = \frac{F_s}{S_0}$$

式中 F_s ——屈服时的最小载荷(N);

S_0 ——试样的原始横截面面积(mm²)。

有些金属材料(如高碳钢、铸铁等)在拉伸试验中没有明显的屈服现象,如要测定其屈服强度是很困难的。在这种情况下,工程上规定:将此试样的塑性变形量为试样原标距长度的0.2%时的应力值,称为条件屈服强度,用符号 $\sigma_{0.2}$ (MPa)表示。

$$\sigma_{0.2} = \frac{F_{0.2}}{S_0}$$

式中 $F_{0.2}$ ——试样塑性变形量为原标距长度的0.2%时的载荷(N)。

屈服强度是表示金属材料抵抗微量塑性变形的能力。当材料所受应力低于屈服强度时,仅有微量塑性变形产生;超过屈服强度时,将产生明显的塑性变形。屈服强度是设计零件和压力容器时选用金属材料的重要依据。例如,为了保证气缸盖和气缸体之间的密封性,缸盖螺栓是不允许发生塑性变形的。所以,设计缸盖螺栓时就以屈服强度作为计算依据。

2. 抗拉强度

材料被拉断前所能承受的最大载荷时的应力值称为抗拉强度,用符号 σ_b (MPa)表示,

$$\sigma_b = \frac{F_b}{S_0}$$

式中 F_b ——试样断裂前所承受的最大载荷(N)。

抗拉强度是表示金属材料抵抗最大均匀塑性变形或断裂的能力。塑性材料在达到抗拉强度时已产生了大量的塑性变形,这种情况在实际使用时是不允许的。因此,在设计和选材中不宜用抗拉强度作为直接的计算依据。然而,由于其他塑性较差的材料在拉伸试验中往往没有明显的屈服现象,而抗拉强度比较容易测定,且它还与其他性能(如硬度、疲劳强度等)之间存在着一定的关系,因此,抗拉强度仍作为衡量材料强度的一个重要指标。

在工程中不仅希望金属材料具有高的 σ_s ,并且具有适当的屈强比 σ_s/σ_b 。屈强比越小,零件

可靠性越高,万一超载,也能由于塑性变形而不致突然破坏。但是如果比值太低,则材料强度的有效利用率过低。因此,一般仍希望屈强比高一些。

1.1.2 塑性

金属材料在载荷作用下产生断裂前所能承受的最大塑性变形的能力称为塑性。在断裂之前,材料的塑性变形愈大,表示它的塑性愈好;反之则表示其塑性差。常用的塑性指标有伸长率和断面收缩率。它也是通过对试样进行拉伸试验来测定的。

1. 伸长率

试样拉断后的标距伸长量与原始标距长度的百分比称为伸长率,用符号 δ 表示,

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

式中 l_k ——试样被拉断时的标距长度(mm);

l_0 ——试样原始的标距长度(mm)。

必须指出,伸长率的大小与试样尺寸有关。短试样的伸长率用符号 δ_5 表示;长试样的伸长率用符号 δ_{10} 表示,通常写成 δ 。对于同一材料而言,短试样所测得的伸长率要比长试样测得的伸长率大一些,两值不能进行比较。因此,对不同材料进行伸长率比较时,必须制成同样尺寸的标准试样。

2. 断面收缩率

试样拉断后,其横截面面积的缩减量与原始横截面面积的百分比称为断面收缩率,用符号 ψ 表示,

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

式中 S_k ——试样断口处的横截面面积(mm²);

S_0 ——试样的原始横截面面积(mm²)。

断面收缩率不受试样尺寸的影响,因此能更可靠、更灵敏地反映材料塑性的变化。

伸长率与断面收缩率都是材料的重要性能指标。它们的数值越大,材料的塑性愈好。金属材料塑性的好坏,对零件的加工和使用都具有十分重要的意义。塑性好的材料可以进行各种压力加工,如锻压、挤压、冷拔等,而且所制成的零件在使用时万一超载,也能由于塑性变形而避免突然断裂,这就增加了金属材料使用的安全可靠。因此,机械零件除满足强度要求外,一般还要求具有一定的塑性。

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。

在目前生产中,测定硬度的方法最常用的是压入硬度法。它是用一定几何形状的压头,在