

机械制造类教材丛书

# 零件手工制作与成型技术

主编 王庭俊 王波



机械制造类教材丛书

# 零件手工制作与成型技术

主 编 王庭俊 王 波



天津大学出版社  
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

## 内 容 提 要

本教材以项目教学法思路组织教学内容,形成了新的课程体系,将理论知识融合于项目实践过程中,学中做,做中学,学做结合,每个项目的完成,都将使学生经历一次理论与实践结合、知识与技能交融的完整过程。本教材内容主要包括:材料力学性能、金属材料的组织结构、常用金属材料及热处理、常用非金属材料和新材料、金属材料的常用成型方法及应用、钳工基本操作技能和相关理论知识。本教材的每一个项目中还提供了典型操作案例,可供学生操作和自学时参考。另外,本教材中还安排了相关的拓展性题目,为学有余力的学生提供自主发挥的空间。本教材理论知识以“应用”为目的,以“必需、够用”为度,以培养技术应用型人才为目标,强调学生实践能力和创新能力的培养。

本书可作为高职高专院校机械类和机电类专业的教材,也可作为工厂、企业职工的职业培训用书,对从事机械、机电类工作的工程技术人员也有参考价值。

### 图书在版编目(CIP)数据

零件手工制作与成型技术/王庭俊,王波主编. —天津:天津大学出版社,2015.7

(机械制造类教材丛书)

ISBN 978-7-5618-5367-2

I. ①零… II. ①王…②王… III. ①机械元件-成型加工-高等职业教育-教材 IV. ①TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 166003 号

出版发行 天津大学出版社

地 址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)

电 话 发行部:022-27403647

网 址 publish.tju.edu.cn

印 刷 廊坊市海涛印刷有限公司

经 销 全国各地新华书店

开 本 185mm × 260mm

印 张 15.25

字 数 381 千字

版 次 2015 年 7 月第 1 版

印 次 2015 年 7 月第 1 次

定 价 38.00 元

---

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换。

版权所有 侵权必究

# 编 委 会

|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| 主 编 | 王庭俊 | 王 波 |     |
| 副主编 | 戴红霞 | 田万英 |     |
| 参 编 | 岳金方 | 朱向楠 | 吴一鹏 |
|     | 朱明君 | 梁 宝 | 潘 毅 |
| 主 审 | 柳青松 | 刘伯玉 |     |

## 前言

材料是人类赖以生存和发展的物质基础之一。20世纪70年代,材料、能源和信息被誉为现代社会发展的三大支柱;20世纪80年代后期,新材料技术、生物技术和信息技术被列为新技术革命的重要标志。一直以来,发达的工业化国家都将材料科学看做重点发展学科。

“零件手工制作与成型技术”是机械设计与制造、机电设备维修等专业重要的专业基础课程,是以教育部高教司《关于加强高职高专人才培养工作若干意见》等文件对高职高专人才培养的要求为指导思想,分析职业、岗位特征和工作过程导向的技能与知识系统,利用载体来组织和承载教学内容,知识围绕载体搭建,技能围绕载体实现,技能与知识以工作过程系统性进行排序和重构而开发的以“钳工操作”“零件材料与成型技术”的知识与技能为内容,以工作任务引领的,基于工作过程导向的,教学从理论到实践一体化的课程;是从事工业工程第一线的生产、技术、管理等工作的人员,尤其是机械类专业人员必须具备的知识与能力。

本课程理论与实训、实验相互融合,强调学生技术应用能力的培养,是高等职业院校机械类专业的必修课程。本课程是在整合“金属材料及热处理”“金工实习”“工程材料”“材料成型工艺”“工程材料及焊接工艺基础”“金属工艺学”等相近课程,充实和重组课程内容,改革教学方法,强化实践教学的基础上,构建的新课程体系。本课程以工作过程为导向,通过学习,学生能够掌握钳工划线、锯、锉、錾、钻孔、攻丝等操作技能,具有综合运用工艺知识,选择毛坯种类、成型方法及工艺分析的初步能力,可以为后续课程的学习和今后从事材料加工、机械设计与制造和无损检测奠定必要的基础,同时对拓宽专业面、培养复合型人才、满足市场对人才的需求是不可缺少的重要环节。“零件手工制作与成型技术”课程对工科院校学生整体素质及工程实践能力的提高,起着举足轻重的作用,因此该课程是工科院校机械类专业学生的一门十分重要的技术基础课。

本书的特点是以项目教学思路组织教学内容,形成新的课程体系,将理论知识融合于项目实践过程中,学中做,做中学,学做结合,每个项目的完成,都将使学生经历一次理论与实践结合、知识与技能交融的完整过程。同时,本书的每一个项目中还提供了典型操作案例,可供学生操作和自学时参考。

教材通篇始终贯穿“以人为本”的教育理念和“自主—探究—合作—创新”的学习理念,坚持基础性与时代性、常规工艺与新技术的结合,首先考虑仍广泛应用于现代机械制造企业的常规工艺、常用技术,为所有学生的发展奠定必要的基础;同时为学有余力的学生提供了更多可选择的新技术、新工艺等学习内



容,甚至是暂时还不能完全掌握,但又可开阔学生科学视野的内容,为学生提供更广阔的发展空间。在教学过程、方法以及情感、态度与价值观等方面,也有较充分的体现。

本书由扬州工业职业技术学院王庭俊、王波任主编,戴红霞、田万英任副主编,岳金方、朱向楠、吴一鹏、朱明君、梁宝、潘毅等参编。全书由扬州工业职业技术学院柳青松教授、刘伯玉副教授担任主审。本书在编写过程中引用了许多同行所编著的教材和著作中的大量资料,在此表示衷心感谢!

本书编写部分基于工作过程系统化,并采用项目引导和任务驱动理念,对以前的知识技能内容进行了部分重组和编排,力求使学生在知识、掌握技能后形成一定的职业素养。由于是初次尝试,加之编者水平有限以及时间仓促,书中定有许多错误和不足之处,恳请广大师生批评指正。

编者

2015年6月

# 目 录

## 上篇 材料基础

|                    |    |
|--------------------|----|
| 绪论 材料的发展历史和新材料的应用  | 2  |
| 情景一 箱体零件材料与成型      | 3  |
| 任务一 金属材料的性能        | 3  |
| 一、金属材料的工艺性能        | 3  |
| 二、金属材料的力学性能        | 4  |
| 三、金属材料的物理和化学性能     | 10 |
| 任务二 金属材料基础知识       | 12 |
| 一、金属的晶体结构          | 12 |
| 二、合金的相结构           | 13 |
| 三、金属材料的塑性变形        | 14 |
| 任务三 铁碳合金           | 19 |
| 一、铁碳合金的基本组织和相      | 19 |
| 二、铁碳合金相图           | 20 |
| 任务四 铸铁             | 29 |
| 一、铸铁的成分及性能特点       | 29 |
| 二、铸铁的石墨化及其影响因素     | 29 |
| 三、铸铁的分类            | 32 |
| 四、灰铸铁              | 33 |
| 五、可锻铸铁             | 35 |
| 六、球墨铸铁             | 37 |
| 七、特殊性能铸铁           | 41 |
| 任务五 铸造             | 42 |
| 一、合金的铸造性能          | 43 |
| 二、砂型铸造             | 48 |
| 三、特种铸造及铸造方法的选择     | 54 |
| 任务六 焊接             | 58 |
| 一、手工电弧焊            | 59 |
| 二、其他常用焊接方法与焊接方法的选择 | 61 |
| 三、金属的焊接性能与焊件结构工艺性  | 64 |
| 情景二 轴零件材料与成型       | 69 |
| 任务一 工业用钢           | 69 |
| 一、钢的分类与编号          | 69 |
| 二、合金元素在钢中的主要作用     | 71 |



|               |     |
|---------------|-----|
| 三、结构钢         | 74  |
| 任务二 钢的热处理     | 88  |
| 一、钢的热处理种类     | 89  |
| 二、钢热处理时的组织转变  | 90  |
| 三、钢的整体热处理     | 93  |
| 四、钢的表面热处理     | 97  |
| 五、热处理新技术简介    | 98  |
| 任务三 锻压        | 100 |
| 一、锻造概述        | 100 |
| 二、自由锻         | 101 |
| 三、模锻          | 105 |
| 四、板料冲压        | 113 |
| 情景三 滑动轴承材料与成型 | 118 |
| 一、铝及铝合金       | 119 |
| 二、铜及铜合金       | 122 |
| 三、钛及钛合金       | 126 |
| 四、轴承合金        | 127 |
| 五、粉末冶金材料      | 129 |
| 情景四 非金属材料与成型  | 131 |
| 一、高分子材料       | 131 |
| 二、陶瓷材料        | 135 |
| 三、复合材料        | 136 |
| 四、新型材料        | 138 |

## 下篇 钳工实训

|            |     |
|------------|-----|
| 课题一 钳工入门指导 | 143 |
| 课题二 量具     | 145 |
| 课题三 划线     | 153 |
| 课题四 金属的锯削  | 164 |
| 课题五 金属的錾削  | 172 |
| 课题六 金属的锉削  | 180 |
| 课题七 攻螺纹    | 188 |
| 课题八 套螺纹    | 200 |
| 课题九 综合训练   | 204 |
| 课题十 附录     | 208 |
| 一、常用钳工工具   | 208 |
| 二、扩孔、铰孔及铰孔 | 212 |



|                   |     |
|-------------------|-----|
| 三、刮削 .....        | 217 |
| 四、研磨 .....        | 222 |
| 五、分度头的使用 .....    | 228 |
| 六、六角体锉削综合练习 ..... | 230 |
| 参考文献 .....        | 233 |

# 上篇 材料基础

## 绪论 材料的发展历史和新材料的应用

材料用于制造机器零件、工程构件以及生活日用品,是生产和生活的物质基础。20 世纪 70 年代,材料、能源、信息被誉为现代社会发展的三大支柱,而能源和信息的发展,在一定程度上又依赖于材料的进步,因此许多国家都把材料科学作为重点发展科学之一,使之成为新技术革命的坚实基础。

历史表明,生产中使用的材料性质直接反映了人类社会的文明水平。所以,历史学家根据制造生产工具的材料,将人类生活的时代划分为石器时代、陶器时代、铁器时代,如今人类正跨入人工合成材料、复合材料、功能材料的新时代。

约在 50 万年前,人类学会了用火。在六七千年前,人类开始用火烧制陶器,我国东汉时期(公元 25—220 年)出现了陶瓷,于 9 世纪传至东非和阿拉伯,13 世纪传到日本,15 世纪传到欧洲,对世界文明产生了很大的影响,陶瓷已经成为中国文化的象征。

4000 年前,我们的祖先冶炼了红铜和青铜。春秋战国时期,我国已大量使用铁器。西汉后期,我国发明了炼钢法,这种方法在欧洲 18 世纪才获得应用。2000 年前,我国已经使用热处理工艺,热处理技术已经有了相当高的水平。

1863 年,第一台光学显微镜问世,出现了“金相学”,人们对材料的观察和研究进入了微观领域。1912 年,人们采用 X 射线衍射技术研究材料的晶体微观结构。1932 年,电子显微镜问世,各种先进能谱仪相继出现,将人类对材料微观世界的认识带入了更深的层次,形成了跨学科的材料科学。

新中国成立以来,我国的工业生产、农业生产以及人们的日常生活水平得到了迅速发展,钢的年生产能力从 1949 年的 17 万吨增至目前的 1 亿多吨,非金属材料的产量也有了很大的增长。

随着原子能、航空航天、通信电子、海洋开发等现代工业的发展,对材料提出了更为严格的要求,出现了一大批相对密度更小、强度更高、加工性能更好并能满足特殊性能要求的新材料。20 世纪末,纳米材料的开发和应用,引起了世界各国政府、科学技术界、军工界的重视。专家预测,纳米材料科学技术将成为 21 世纪信息时代的核心。

新中国成立 60 多年来,机械制造业已取得了很大的成就。在机床及工具、仪表、轴承、汽车、重型机械和农业机械等方面已具有相当的生产规模,初步形成了产品门类基本齐全、布局比较合理的机械制造业体系,不仅为国民经济各部门提供了必要的技术装备,还研制和生产出了一批具有世界先进水平的产品,其中一些产品已进入国际市场。

由于我国原有的工业基础比较薄弱,与世界先进水平相比,机械制造工艺水平还存在着相当大的差距。因此,我们必须抓住机遇,把引进的国外先进技术和自己的研究创新结合起来,奋发图强,加快发展速度,使我国的机械制造业跨入世界先进行列,为社会主义经济建设打下更坚实的基础。

## 情景一 箱体零件材料与成型

### 任务一 金属材料的性能

金属材料在现代工业、农业、交通运输、国防和科学技术等各个部门都占有极其重要的地位,为了充分认识金属材料的特点,更有效地发挥材料的潜力,必须了解材料的性能。

材料性能包括使用性能和工艺性能。使用性能是指材料在某种工作条件下表现出来的性能,如物理性能(密度、熔点、导电性、导热性、热膨胀性、磁性等)、化学性能(耐腐蚀性、抗氧化性等)、力学性能(强度、塑性、硬度、冲击韧性、疲劳及疲劳强度等)等;工艺性能是指材料在某种加工过程中表现出来的性能,如铸造性能、压力加工性能、焊接性能、切削加工性能等。本任务主要介绍金属材料的力学性能。

#### 一、金属材料的工艺性能

金属材料的工艺性能一般是指切削加工性能、铸造性能、可锻性能、可焊性能和热处理性能。

##### (一) 切削加工性

切削加工性是指金属材料接受切削成型的能力,是在一定的切削条件下,根据工件的精度和表面粗糙度以及刀具的磨损速度和切削力的大小等进行评定的。

实践证明,硬度过高或过低的金属材料,其切削加工性能较差。碳钢硬度 HBS 在 160 ~ 230 范围内时,切削加工性能最佳。

##### (二) 铸造性

铸造性是指金属熔化后,浇注成合格铸件的难易程度。评定金属材料的铸造性,主要是依据其流动性(液态金属能够充满铸型的能力)、收缩性(金属由液态凝固时和凝固后的体积收缩程度)和偏析倾向(金属在凝固过程中因结晶先后而造成的内部化学成分和组织的不均匀现象)等三项内容。灰铸铁、铸造铝合金、青铜和铸钢等,都具有较好的铸造性。

##### (三) 可锻性

可锻性是指金属材料在热加工过程中成型的难易程度。如材料的塑性和塑性变形抗力及应力裂纹倾向等都反映锻压性能的好坏。低碳钢、低碳合金钢具有良好的锻压性能,而铸铁则不能锻压加工。

##### (四) 可焊性

可焊性是指金属材料能适应通常用的焊接方法和焊接工艺,其焊缝质量能达到要求的特性。焊接性能好的金属材料能获得无裂缝、气孔等缺陷的焊缝及较好的力学性能。低碳钢的焊接性能比较好,而铸铁的焊接性能较差。

##### (五) 热处理性

热处理性是指金属材料通过热处理改变或改善性能的能力。钢是采用热处理最为广泛的金属材料,通过热处理可以改善切削加工性能,提高力学性能,延长使用寿命。



## 二、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作用下表现出来的性能,包括强度、塑性、硬度、冲击韧性、疲劳及疲劳强度等。

### (一) 强度和塑性

材料的强度和塑性通常用拉伸试验来测定,按国家标准加工的标准试样在外加拉力作用下,塑性材料一般先发生弹性变形,再产生塑性变形,最后被拉断。常采用的试验装置是万能材料试验机,其结构如图 1-1 所示。

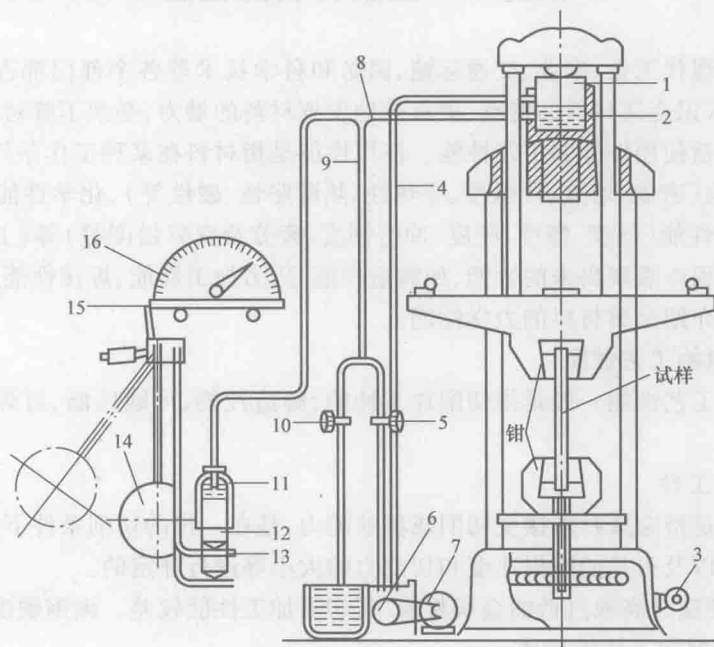


图 1-1 万能材料试验机结构

1—大活塞;2—工作液压缸;3—下夹头电动机;4—渗油回油管;5—送油阀;

6—液压泵;7—电动机;8—测力油管;9—送油管;10—回油阀;11—测力液压缸;

12—测力活塞;13—测力拉杆;14—摆杆;15—推杆;16—测力盘

外力作用下的试样内部会产生内力,其数值与外力相等,方向相反,材料单位面积上的内力称为应力(Pa),以  $\sigma$  表示,有

$$\sigma = F/A_0$$

式中  $F$ ——试验时所加的外力(载荷)(N);

$A_0$ ——试样原始横截面面积( $m^2$ )。

#### 1. 强度

材料在外力作用下,抵抗塑性变形或断裂的能力称为强度。按外力作用的方式不同,可分为抗拉强度、抗压强度、抗弯强度、抗剪强度等,工程上最常用的金属材料强度指标有屈服强度和抗拉强度等。

##### 1) 拉伸曲线

在进行拉伸试验时,载荷  $F$  和试样伸长量  $\Delta L$  之间的关系曲线,称为“力—伸长量”曲线,简称拉伸曲线。通常把载荷  $F$  作为纵坐标,伸长量  $\Delta L$  作为横坐标,退火低碳钢的拉伸



曲线如图 1-2 所示。

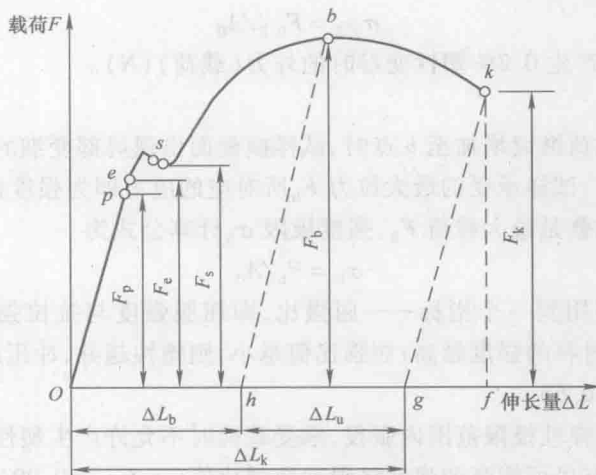


图 1-2 退火低碳钢的拉伸曲线

观察拉伸曲线,将会发现在拉伸试验的开始阶段,试样的伸长量  $\Delta L$  与载荷  $F$  之间成正比关系,拉伸曲线  $Op$  为一条斜直线,即试样伸长量与载荷成正比增加,当去除载荷后试样伸长变形消失,恢复到原来形状,其变形规律符合胡克定律,试样处于弹性变形阶段。当载荷在  $F_p \sim F_e$ ,试样的伸长量与载荷已不再成正比关系,拉伸曲线不成直线,但试样仍处于弹性变形阶段,去除载荷后仍能恢复到原来形状。

当载荷不断增加,超过  $F_e$  后,去除载荷,变形不能完全恢复,即有塑性变形产生,塑性伸长将被保留下来。当载荷继续增加到  $F_s$  时,拉伸曲线在  $s$  点后出现一个平台,即在载荷不再增加的情况下,试样也会明显伸长,这种现象称为屈服现象,载荷  $F_s$  称为屈服载荷。

当载荷超过  $F_s$  后,试样抵抗变形的能力将会增加,此现象为冷变形强化,即抗力增加现象。其在拉伸曲线上表现为一段上升曲线,即随着塑性的增大,试样变形抗力也逐渐增大。

当载荷达到  $F_b$  时,试样的局部截面开始收缩,即产生了颈缩现象。由于颈缩使试样局部截面迅速缩小,最终导致试样被拉断。颈缩现象在拉伸曲线上表现为一段下降的曲线。 $F_b$  是试样拉断前能承受的最大载荷,称为极限载荷。

从完整的拉伸试验和拉伸曲线可以看出,试样从开始拉伸到断裂要经过弹性变形阶段、屈服阶段、变形强化阶段、颈缩与断裂四个阶段。

## 2) 屈服强度

在图 1-2 中,当载荷达到  $e$  点时,试样仅产生弹性变形,故  $e$  点所对应的应力称为弹性极限。当载荷超过  $s$  点后,试样开始产生塑性变形,虽然不再增加载荷,但变形仍在继续,使拉伸曲线出现平台或水平波动,这种现象称为屈服。 $s$  点所对应的应力值称为屈服强度,用  $\sigma_s$  表示。它表示外力  $F$  使材料开始产生明显塑性变形时的最低应力值。屈服强度计算公式为

$$\sigma_s = F_s / A_0$$

式中  $F_s$ ——试样发生屈服时的最大外力(载荷)(N)。

许多金属材料在拉伸时并没有明显的屈服点,难以确定材料开始产生塑性变形时的最小应力值,因此工程上规定试样产生 0.2% 塑性变形时的应力值作为屈服强度指标,称为条



件屈服强度,用  $\sigma_{0.2}$  表示,有

$$\sigma_{0.2} = F_{0.2} / A_0$$

式中  $F_{0.2}$ ——试样产生 0.2% 塑性变形时的外力(载荷)(N)。

### 3) 抗拉强度

在图 1-2 中,载荷继续增加至  $b$  点时,试样横截面出现局部变细的颈缩现象,至  $k$  点时试样被拉断。试验时,试样承受的最大拉力  $F_b$  所对应的应力即为强度极限。试样断裂后指针所指示的载荷读数就是最大载荷  $F_b$ ,强度极限  $\sigma_b$  计算公式为

$$\sigma_b = F_b / A_0$$

在工程中经常还用到一个指标——屈强比,即屈服强度与抗拉强度的比值( $\sigma_s / \sigma_b$ )。屈强比值越大,则该材料的强度越高;屈强比值越小,则塑性越好,冲压成型性能越好。如深冲钢板的屈强比值  $\leq 0.65$ 。

弹簧钢一般均在弹性极限范围内服役,承受载荷时不允许产生塑性变形,因此要求弹簧钢经淬火、回火后具有尽可能高的弹性极限和屈强比值( $\sigma_s / \sigma_b \geq 0.90$ )。此外,疲劳寿命与抗拉强度及表面质量往往有很大关联。

### 2. 塑性

材料在外力作用下产生塑性变形而不被破坏的性能称为塑性。常用的塑性指标有伸长率  $\delta$  和断面收缩率  $\Psi$ ,两者的计算公式为

$$\delta = (L_1 - L_0) / L_0 \times 100\%$$

$$\Psi = (A_0 - A_1) / A_0 \times 100\%$$

其中  $L_0$ ——标距(试样原始标准距离)(mm);

$L_1$ ——拉断后的试样标距(将断口密合在一起,用游标卡尺直接量出)(mm);

$A_0$ ——试样原始横截面面积( $\text{mm}^2$ );

$A_1$ ——试样断裂后颈缩处的横截面面积(将断口密合在一起,用游标卡尺量出直径计算)( $\text{mm}^2$ ),如图 1-3 所示。

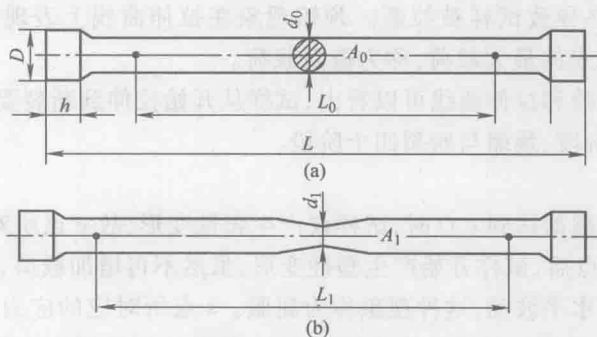


图 1-3 拉伸试样

(a) 拉伸前 (b) 拉伸后

伸长率  $\delta$  和断面收缩率  $\Psi$  的数值越大,表示材料的塑性越好。工程上一般把  $\delta > 5\%$  的材料称为塑性材料,如低碳钢、退火铝合金等;把  $\delta < 5\%$  的材料称为脆性材料,如铸铁等。金属材料具有一定的塑性是进行压力加工的必要条件。塑性还可以提高工件工作的可靠



性,以防工件突然断裂。

## (二) 硬度

硬度是衡量金属材料软硬程度的指标,是指材料表面抵抗更硬物体压入其内的能力。最常用的硬度值表示方法有布氏硬度和洛氏硬度。

### 1. 布氏硬度

布氏硬度试验(图 1-4)是施加一定大小的载荷  $F$ ,将直径为  $D$  的钢球压入被测金属表面保持一定时间,然后卸除载荷  $F$ ,根据钢球在金属表面上所压出的凹痕面积求出平均应力值,以此作为硬度值的计量指标,并用符号 HB 表示。

$$HB = 0.102 \frac{2F}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

式中  $F$ ——所加载荷(N);

$D$ ——压头直径(mm);

$d$ ——压痕直径(mm)。

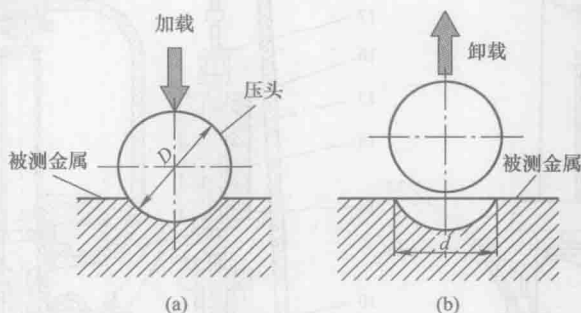


图 1-4 布氏硬度试验的原理示意图

(a) 加载 (b) 卸载

当压头为淬火钢球时,布氏硬度用 HBS 表示,适于布氏硬度值为 140 ~ 450 的材料;当压头为硬质合金球时,用 HBW 表示,适于布氏硬度值为 450 ~ 650 的材料。

布氏硬度的优点是测量方法简单,且由于其压痕面积较大,所测硬度值比较准确,但正是由于压痕较大而不适宜测定成品和薄片材料,受压头硬度的限制而不宜测定硬度太高的材料,主要用于测定较软的金属材料及半成品,如有色金属、低合金结构钢、铸铁等。

### 2. 洛氏硬度

洛氏硬度测定同布氏硬度一样也采用压入法,但它不是测定压痕面积,而是根据压痕深度来确定硬度值指标。洛氏硬度试验所用压头有两种:一种是顶角为  $120^\circ$  的金刚石圆锥(图 1-5),另一种是直径为 1.588 mm 的淬火钢球。根据金属材料软硬程度不同,可选用不同的压头和载荷配合使用,常用的是 HRA、HRB 和 HRC,且以 HRC 应用最为广泛,测定时应满足三种洛氏硬度的压头、负荷及使用范围。HR-150A 洛氏硬度试验装置结构如图 1-6 所示。

洛氏硬度测量操作简便、效率高、压痕小、不损伤工件,应用不同规范(表 1-1)可测量较软、很硬或较薄的成品件。其缺点是压痕小、读数不够准确,故需多测几点,再取其平均值。

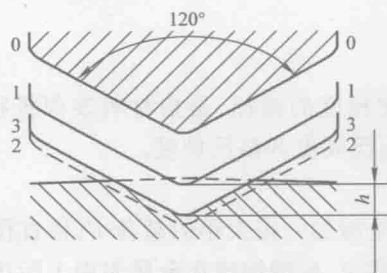


图 1-5 洛氏硬度试验的原理示意图

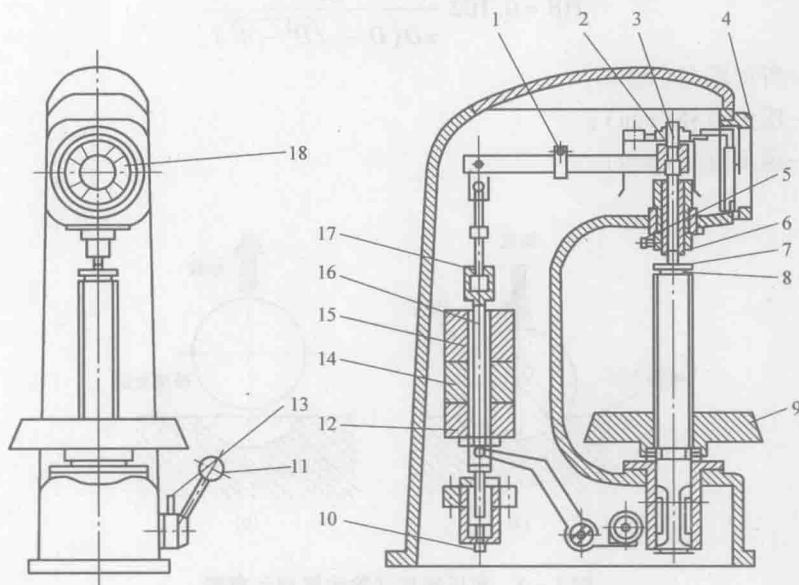


图 1-6 HR-150A 洛氏硬度试验装置结构

- 1—调整块;2—顶杆;3—调整螺钉;4—调整盘;5—按钮;6—紧固螺母;  
7—试样;8—工作台;9—手轮;10—放油螺钉;11—操纵手柄;12—砝码座;  
13—油针;14、15—砝码;16—杆;17—吊套;18—指示器

表 1-1 洛氏硬度的试验规范

| 符号  | 压头                   | 负荷/N  | 硬度值有效范围  | 使用范围               |
|-----|----------------------|-------|----------|--------------------|
| HRA | 120°金刚石圆锥体           | 588.4 | 60 ~ 85  | 适用测量硬质合金、表面淬火层、渗碳层 |
| HRB | $\phi 1.588$ mm 淬火钢球 | 980   | 25 ~ 100 | 适用测量有色金属、退火及正火钢    |
| HRC | 120°金刚石圆锥体           | 1 470 | 20 ~ 67  | 适用测量调质钢、淬火钢        |

作为重要的综合力学性能指标,布氏硬度与强度之间有一定的关系,表 1-2 的经验数据可供参考。

表 1-2 常用金属材料的布氏硬度与强度换算表

| 材料                   | 低碳钢                      | 高碳钢                      | 调质合金钢                     | 灰铸铁                     |
|----------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|
| 抗拉强度 $\sigma_b$ /MPa | $\approx 0.36\text{HBS}$ | $\approx 0.34\text{HBS}$ | $\approx 0.325\text{HBS}$ | $\approx 0.1\text{HBS}$ |