



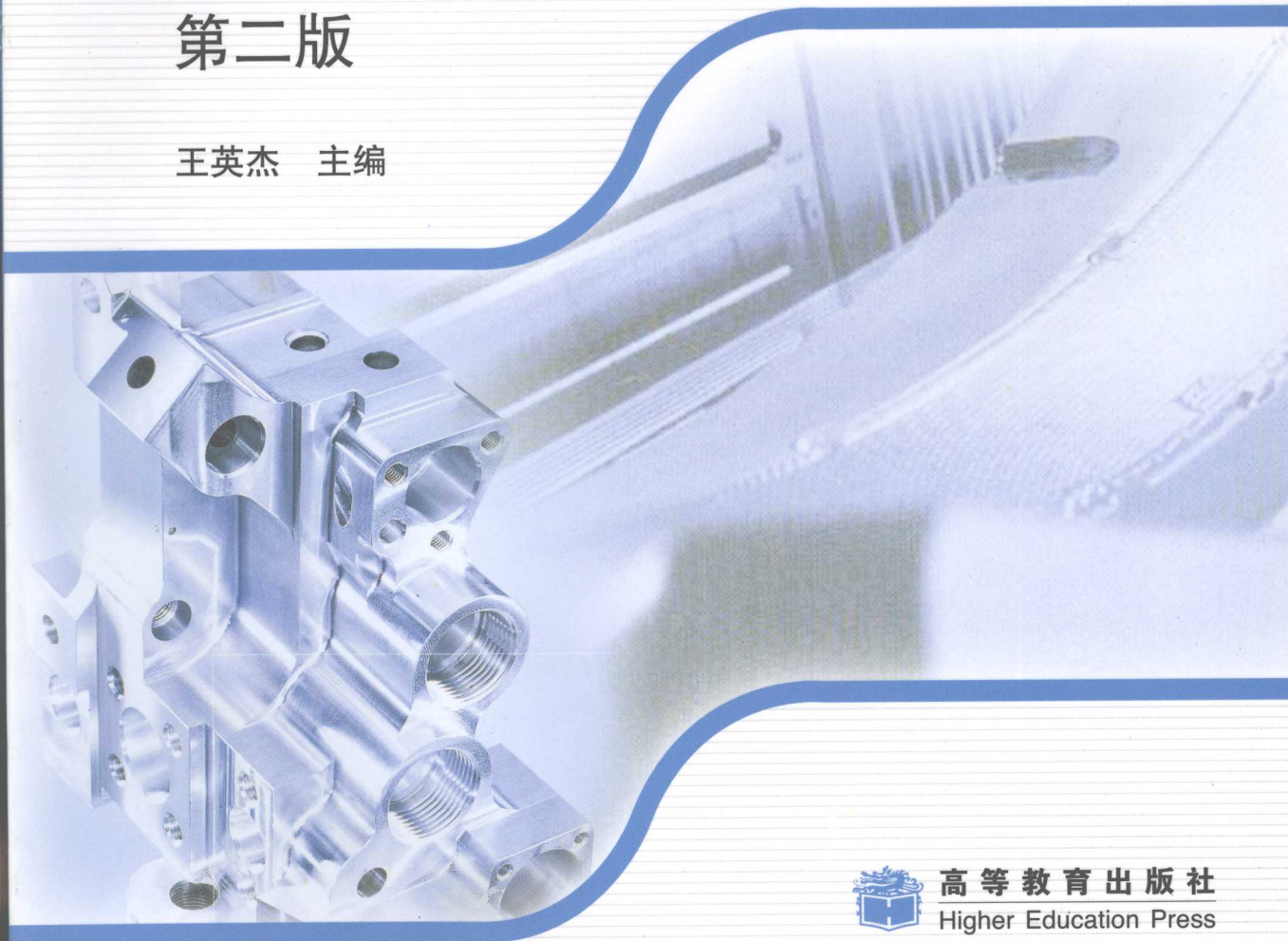
高等职业院校教材

“以就业为导向、以能力为本位”课程改革成果系列

金属工艺学实验 与课程设计

第二版

王英杰 主编



高等教育出版社
Higher Education Press

内容简介

高等职业院校教材

“以就业为导向、以能力为本位”课程改革成果系列

金属工艺学实验与课程设计

第二版

王英杰 主编

高等教育出版社

开 本 787×1095 1/16
印 张 9.75
字 数 120 000

版 次 2008年3月第1次印刷
印 次 2008年3月第1次印刷
定 价 9.20元

ISBN 7-04-023126-0
定价：9.20元

内容简介

本书是与王英杰主编《金属工艺学》(第二版)配套的高等职业院校教材。

全书分金属工艺学实验项目和成形工艺课程设计项目两大部分。其中,金属工艺学实验项目部分有拉伸试验、硬度试验、冲击试验、金相试样的制备及显微组织观察实验、铁碳合金显微组织观察实验、钢的热处理及其硬度测定、铸铁及非铁金属的显微组织观察实验、钢铁的火花鉴别实验、合金流动性实验、金属压力加工显微组织观察及分析实验、焊接接头的显微组织观察及分析实验、刀具几何角度测量实验、金属磁粉探伤实验和金属超声波探伤实验;成形工艺课程设计项目部分有箱体类零件成形工艺设计、传动轴成形工艺设计、齿轮成形工艺设计、常压管道成形工艺设计和套筒类零件成形工艺设计。

本书除供高等职业院校机械类专业使用外,还可作为近机类专业、成人教育有关专业的教材和机械类中高级技术工人的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

金属工艺学实验与课程设计/王英杰主编. —2版.

—北京:高等教育出版社,2008.3

ISBN 978-7-04-023456-5

I.金… II.王… III.①金属加工-工艺学-实验-高等学校:技术学校-教材②金属加工-工艺学-课程设计-高等学校:技术学校-教材 IV.TG

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 021350 号

策划编辑 王瑞丽 责任编辑 贺玲 封面设计 张楠 责任绘图 尹文军
版式设计 马敬茹 责任校对 王效珍 责任印制 朱学忠

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 煤炭工业出版社印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 6.75
字 数 150 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2001 年 8 月第 1 版
2008 年 3 月第 2 版
印 次 2008 年 3 月第 1 次印刷
定 价 9.50 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 23456-00

出版说明

国务院《关于大力发展职业教育的决定》的精神推动着我国职业教育事业蓬勃发展。为提高职业教育教学质量,教育部启动了新一轮职业教育教学改革行动。高等教育出版社始终站在更新观念及职教课改的前列,打造优质教学资源,研发精品教学资源,增强服务意识,提高服务本领,支持职业教育事业的发展。

在教育部新一轮职业教育教学改革的进程中,高等教育出版社深切地了解到从事高等职业技术教学工作的教师们正以饱满的热情、高昂的斗志积极投身到课程改革的热潮中,他们也渴望能有一套遵循“以服务为宗旨,以就业为导向,以能力为本位”的职教理念,符合中国国情,能够适合高素质技能型人才培养模式,适应实施理论实践一体化和项目教学法,且可操作性强的实用系列专业教材。我社本着服务于职业教育事业发展,服务于职业院校教师的教学,服务于职业院校学生的学习的指导思想,推出了本套满足高职院校(五年制)机电技术专业、数控技术专业教学实际需要的专业课改成果系列教材。

本系列教材是由多年从事高等职业教学工作的一线骨干教师和学科带头人通过社会调研,对劳动力市场人才进行需求分析,进行课题研究,研发专业人才培养方案,制定核心课程标准等技术程序,并在征询了相关企业人员的意见后编写而成的。其主要特点为:

1. 本系列教材打破了原有的“以学科为中心”的课程体系,以劳动和社会保障部颁发的相关国家职业标准为编写的依据之一,课程设置和教学内容与企业技术发展同步,贯彻了以就业为导向,突出职业岗位能力培养为主的职教思想。

2. 专业核心课程采用综合化模块结构体系;专业基础理论削枝强干,够用为度,兼顾发展;技能训练课程内容实行“项目化”,项目根据学生掌握专门技术的认知规律设置课题。本系列教材在使用时有较强的可操作性。

3. 适应了学分制改革的需要,避免了教学内容的重复与交叉,给学生自主学习和个性化发展留有充分的空间。

4. 本系列教材以最新的相关国家技术标准编写,融入了新知识、新技术、新工艺和新方法。语言表达平实,通俗易懂,便于学生的自学。

伴随着教育部新一轮职业教育教学改革的不断深化,本套教材在推广使用中,将根据反馈的信息和教学需求的变化进行修订与完善。

高等教育出版社

第二版前言

本书第一版自 2001 年出版以来,一直受到高等职业院校广大师生的好评和关心。但随着科学技术的不断发展、新的国家标准的陆续颁布和实施、教育教学改革的不断深化、社会对学生就业素质与能力需求的变化以及考虑用书学校提出的修改意见与要求,非常有必要进行修订。因此,我们按照高等教育出版社的要求,于 2007 年对第一版进行了全面的修订。

本书是为了适应 21 世纪高等职业教育需要,由高等教育出版社组织修订的高职金属工艺学系列教材之一。

修订后本书共分两部分:第一部分金属工艺学实验项目,第二部分成形工艺课程设计项目。

一、修订版的基本思路

- (1) 保持第一版教材的适用范围和定位;
- (2) 基本保持第一版教材的内容框架结构,如章节顺序和图表;
- (3) 保持第一版教材在文字说明方面精炼、通俗易懂和形象直观的特色,进一步对文字说明和图表进行推敲和修改。

二、主要的修改内容和补充内容

- (1) 对部分文字说明部分进行了修改,使文字说明更精炼和准确;
- (2) 采用了新的布氏硬度新标准 GB/T 231.1—2002;
- (3) 对个别插图进行了更新和修改,使插图的形式更统一、准确和形象直观;
- (4) 按项目制方式对实验和课程设计进行了修订。

三、本书的主要特色

- (1) 立足高等职业人才的素质和能力的均衡培养,突出实践性;
- (2) 实行开放式教学方式,引导学生深入社会,了解企业的状况,探索解决问题的合理途径和方法,培养积极进取、不断创新的探索精神;
- (3) 通过典型零件成形工艺设计训练,拓展和延伸学生的知识面,培养学生合理利用其他资料独立进行工作的能力,以适应终身学习型社会的需要。
- (4) 本书主要面向高等职业技术教育的工科学生,但也可作为机类、近机类的中等专业学生和职工培训用教材。

参加本次修订工作的人员有:王英杰、陆俊华、石爱军、王美玉、杜力、孙曼曼。

本书由王忠才审稿,最后由高等职业院校金属工艺学系列教材编写组审定通过。

由于编者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,恳请广大读者批评指正。同时,本书在编写过程中参考了大量的文献资料,在此向文献资料的作者致以诚挚的谢意。

王英杰

2007 年 10 月

目 录

第一部分 金属工艺学实验项目

实验项目操作基本要求	3
实验项目一 拉伸试验	4
实验项目二 硬度试验	8
实验项目三 冲击试验	22
实验项目四 金相试样的制备及显微组织观察实验	24
实验项目五 铁碳合金显微组织观察实验	29
实验项目六 钢的热处理及其硬度测定	33
实验项目七 铸铁及非铁金属的显微组织观察实验	37
实验项目八 钢铁的火花鉴别实验	42
实验项目九 合金流动性实验	47
实验项目十 金属压力加工显微组织观察及分析实验	50
实验项目十一 焊接接头的显微组织观察及分析实验	53
实验项目十二 刀具几何角度测量实验	56
实验项目十三 金属磁粉探伤实验	59
实验项目十四 金属超声波探伤实验	62

第二部分 成形工艺课程设计项目

成形工艺课程设计项目说明与要求	67
课程设计项目一 箱体类零件成形工艺设计	68
课程设计项目二 传动轴成形工艺设计	75
课程设计项目三 齿轮成形工艺设计	83
课程设计项目四 常压管道成形工艺设计	89
课程设计项目五 套筒类零件成形工艺设计	94
参考文献	98

实验项目操作基本要求

第一部分

科学实验是人类探索自然、认识自然、改造自然的重要手段。在职业技术教育中，实验是教学过程中的重要组成部分，对于培养学生的实践能力和创新精神具有不可替代的作用。同时，加强实践教学也是提高教学质量、促进教学改革的有效方法之一，也是职业技术教育改革的必然趋势。

实验中应注意的事项

金属工艺学实验项目

一、实验前的准备

1. 认真阅读实验指导书，了解实验目的、原理、步骤和注意事项。

2. 检查实验器材是否齐全，仪器是否完好，并进行必要的调试。

3. 做好实验前的预习工作，明确实验重点和难点。

二、实验过程中的操作

1. 严格按照实验步骤进行操作，不得擅自更改。

2. 操作中要仔细观察，记录实验数据，并及时分析。

3. 遇到异常情况时，应立即停止操作，并向指导教师报告。

4. 实验结束后，要认真整理实验器材，保持实验台整洁。

5. 实验报告要实事求是，不得抄袭。

三、实验后的总结

1. 对实验结果进行分析和总结，找出存在的问题。

2. 总结经验教训，提高实验水平。

3. 对实验器材进行清点，如有损坏要及时报告。

4. 保持实验台整洁，做好实验后的收尾工作。

5. 实验报告要及时上交，不得拖延。

6. 实验过程中要遵守实验室规章制度，注意安全。

7. 实验结束后，要将实验器材归位，保持实验室整洁。

8. 实验过程中要虚心向指导教师和同学请教。

9. 实验结束后，要将实验心得写进实验报告。

10. 实验过程中要爱护仪器设备，不得随意损坏。

11. 实验结束后，要将实验器材清点清楚。

12. 实验过程中要保持安静，不得大声喧哗。

13. 实验结束后，要将实验器材归位。

14. 实验过程中要注意安全，防止事故发生。

15. 实验结束后，要将实验器材清点清楚。

16. 实验过程中要保持整洁，不得乱扔垃圾。

17. 实验结束后，要将实验器材归位。

18. 实验过程中要注意安全，防止事故发生。

19. 实验结束后，要将实验器材清点清楚。

20. 实验过程中要保持安静，不得大声喧哗。

策 一 略

金 工 艺 学 实 验 目 录

实验项目操作基本要求

科学实验是人类探索自然、认识客观世界的重要手段。对于职业技术教育,实验是教学过程中的重要组成部分,对于培养学生的实践技能具有重要的作用。同时,加强实验教学是丰富和活跃金工教学的有效方法之一,也是职业技术教育改革的必然趋势。

一、实验中应注意的事项

1. 实验前认真预习实验课内容,熟悉实验的基本原理,了解实验的方法、条件和要求。
2. 实验过程中要认真操作,爱护仪器和设备,仔细观察,养成严谨、科学的实验作风。
3. 实验数据的测取和实验结果的分析要尽量独立完成,并按要求认真填写实验报告。

二、实验结果和数据的处理

实验结果和实验数据记录方式主要采用列表法和图示法。列表法的突出优点是形式紧凑、规范,便于查找和进行数据之间的比较;图示法是用图形将实验结果和数据表示出来,其优点是直观、形象,能够显示出实验结果的最大值、最小值、转折点以及曲线的变化规律。

实验结果和数据不管采用何种表示方法,其最终目的都是为了与实验的内容相统一,做到简单、实用、方便。

此外,处理实验数据时应注意偶然误差和系统误差对实验数据的影响,同时还要注意确定数据的有效位数,以求实验数据统一、规范、标准和准确,提高实验的质量和效率。

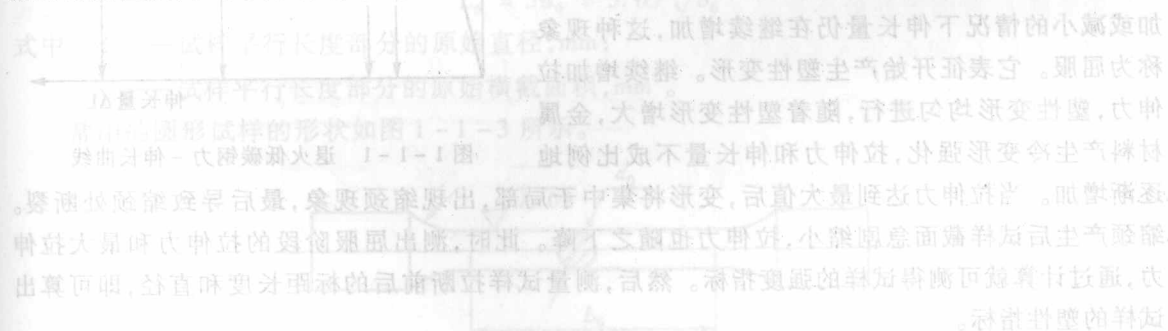


图 1-1-3 圆形试样的形状

材料力学实验,三

实验时,应将试样夹在拉伸机的夹头中,并调整好对中。拉伸时,应缓慢进行,并随时观察试样的变形情况。当试样发生明显的塑性变形时,应立即停止拉伸,并记录此时的载荷和位移。拉伸结束后,应将试样取出,并测量其断口处的直径和长度。最后,应根据实验数据,计算出试样的屈服强度、抗拉强度和伸长率等指标。

实验项目一 拉伸试验

同组同学 实验日期 年 月 日

一、实验目的

1. 测定金属的强度(σ_s 、 σ_b)和塑性指标(δ 、 ψ)。
2. 观察低碳钢试样在拉伸过程中出现的屈服和缩颈现象,加深对力-伸长曲线的理解。
3. 了解拉伸试验机的主要结构和使用方法。

二、实验原理

拉伸试验是在拉伸试验机上对一定形状的试样施加载荷,从而测出金属在常温、静载和轴向拉伸载荷作用下的屈服点(或规定残余伸长应力)、抗拉强度、断后伸长率和断面收缩率等力学性能指标。

金属受到载荷作用后产生变形,其过程可分为弹性变形、屈服、冷变形强化和缩颈断裂四个阶段。

图 1-1-1 所示的退火低碳钢力-伸长曲线在拉伸力比较小时为一斜直线,表明伸长量随拉伸力(载荷)成正比地增加,变形为弹性变形。当拉伸力达到某一值后出现了平台或锯齿状,表明在拉伸力不增加或减小的情况下伸长量仍在继续增加,这种现象称为屈服。它表征开始产生塑性变形。继续增加拉伸力,塑性变形均匀进行,随着塑性变形增大,金属材料产生冷变形强化,拉伸力和伸长量不成比例地逐渐增加。当拉伸力达到最大值后,变形将集中于局部,出现缩颈现象,最后导致缩颈处断裂。

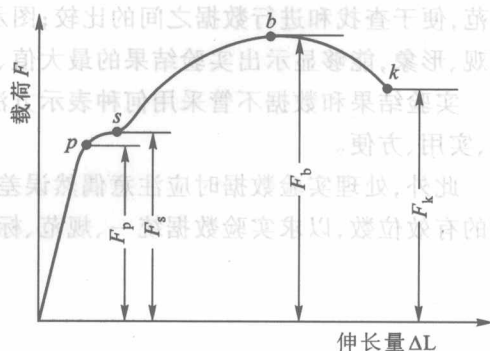


图 1-1-1 退火低碳钢力-伸长曲线

缩颈产生后试样截面急剧缩小,拉伸力也随之下落。此时,测出屈服阶段的拉伸力和最大拉伸力,通过计算就可测得试样的强度指标。然后,测量试样拉断前后的标距长度和直径,即可算出试样的塑性指标。

三、实验设备及试样

1. 试验机。拉伸试验所用的设备是拉伸试验机。根据加载方式,拉伸试验机分为机械式、液压式和电子式三种;根据用途分为拉力试验机和万能试验机两类。其中,液压式万能材料试验机应用最为广泛。

图 1-1-2 为 WE 型液压式万能材料试验机结构示意图。它分主体和测力计两大部分。

2. 试样。拉伸试验的试样必须用合格的钢材并按规定的外形及尺寸截取,截取时应注意防

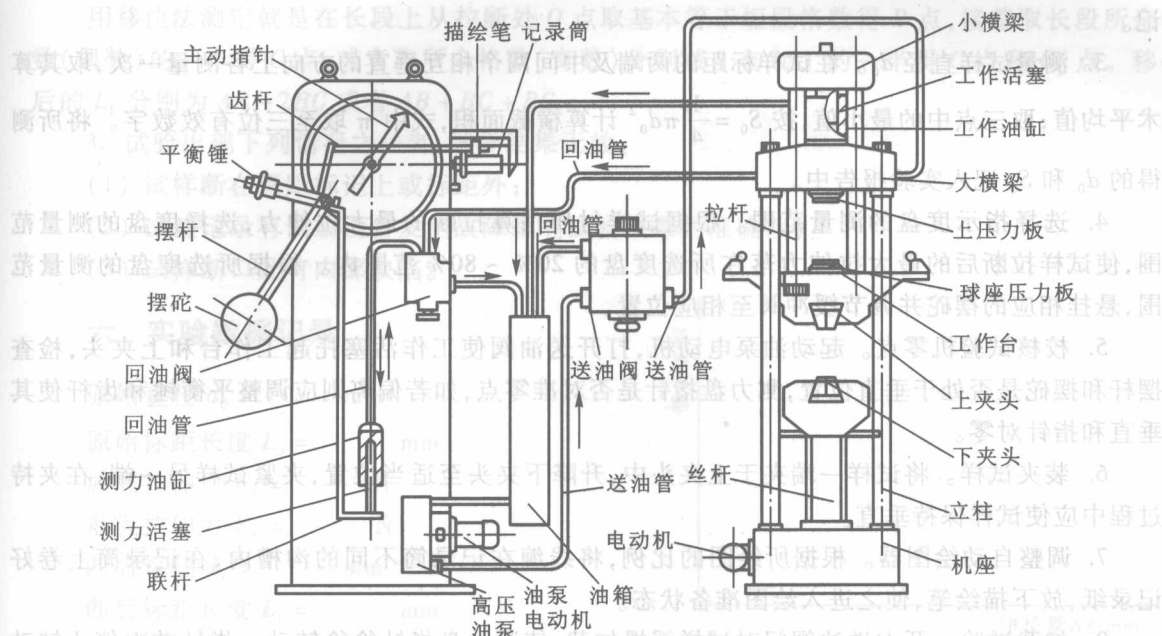


图 1-1-2 WE 型液压式万能材料试验机结构示意图

止受热和产生冷变形强化及变形。试样按截面形状分成圆形、矩形和异形三类；常用试样为圆形，它根据所采用的标距长短不同，又有长标距试样和短标距试样之分。

长标距试样：

$$L_0 = 10d_0 = 11.3 \sqrt{S_0}$$

短标距试样：

$$L_0 = 5d_0 = 5.65 \sqrt{S_0}$$

式中 d_0 ——试样平行长度部分的原始直径，mm；

S_0 ——试样平行长度部分的原始横截面积，mm²。

常用的圆形试样的形状如图 1-1-3 所示。

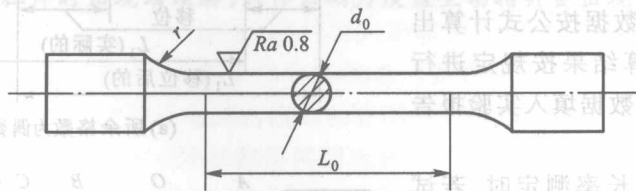


图 1-1-3 圆形试样形状

四、实验步骤

1. 检验试样。检查试样表面是否有明显的横向刀痕、磨痕或机械损伤，或明显的淬火变形、裂纹以及肉眼可见的冶金缺陷等。
2. 打标记。在划线机或冲点机上，沿试样平行部分长度内每隔 5 mm 或 10 mm 作一分格标

记。

3. 测量试样直径 d_0 。在试样标距的两端及中间两个相互垂直的方向上各测量一次,取其算术平均值;取三点中的最小值,按 $S_0 = \frac{1}{4}\pi d_0^2$ 计算横截面积,式中 π 取至三位有效数字。将所测得的 d_0 和 S_0 记入实验报告中。

4. 选择指示度盘的测量范围。根据试样材质估算拉断的最大拉伸力,选择度盘的测量范围,使试样拉断后的最大拉伸力落在所选度盘的 20% ~ 80% 范围内。根据所选度盘的测量范围,悬挂相应的摆砣并调节缓冲阀至相应位置。

5. 校核试验机零点。起动油泵电动机,打开送油阀使工作活塞托起工作台和上夹头,检查摆杆和摆砣是否处于垂直位置,测力盘指针是否对准零点,如若偏离则应调整平衡锤和齿杆使其垂直和指针对零。

6. 装夹试样。将试样一端夹于上夹头中,升降下夹头至适当位置,夹紧试样另一端,在夹持过程中应使试样保持垂直。

7. 调整自动绘图器。根据所绘图的比例,将线缠在记录筒不同的沟槽内,在记录筒上卷好记录纸,放下描绘笔,使之进入绘图准备状态。

8. 加载试验。开大送油阀门对试样缓慢加载,使测力盘指针徐徐转动。指针首次停止转动的恒定力或往返摆动时不计初始瞬时效应时的最小力,即为所测的屈服点力值 F_s 。屈服阶段之后可加大拉伸速度,这时指针转动加快。当指针在某一位置停留片刻,主动指针向相反方向转动时,试样产生缩颈。这时主动指针加快回转,最后试样断裂,主动指针回至零点,与主动指针并行的被动指针停留在最大力值处,这个力值就是 F_b 。

9. 试验机复原。试样拉断后,关闭送油阀,取下试样,抬起描绘笔,取下记录纸,打开回油阀使工作台、上下夹头回至原始状态,关闭试验机电源。

10. 测量断后标距长度 L_1 和直径 d_1 。将拉断后的两段试样,在断裂处紧密对接在一起,测量标距长度 L_1 和缩颈处最小直径 d_1 (应在两个相互垂直的方向上各测量一次,取其算术平均值),将所得的 L_1 和 d_1 记入实验报告中。

五、实验注意事项

1. 根据试验所测数据按公式计算出 σ_s 、 σ_b 、 δ 和 ψ 。将计算结果按规定进行修约,最后将修约好的数据填入实验报告中。

2. 在进行断后伸长率测定时,若试样拉断处至最邻近标距端点的距离大于 $\frac{1}{3}L_0$,可直接测量两端点间的距离 L_1 。若拉断处至最邻近标距端点的距离小于或等于 $\frac{1}{3}L_0$,则应按移位法测定 L_1 ,如图

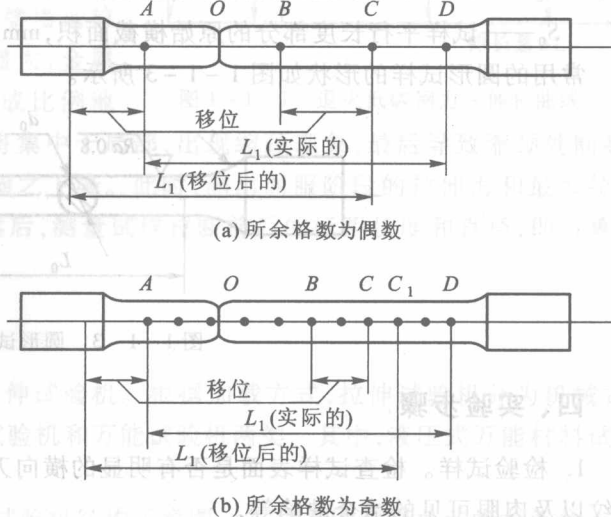


图 1-1-4 用移位法测量 L_1

用移位法测定就是在长段上从拉断处 O 点取基本等于短段格数得 B 点,接着取长段所余格数(偶数)的一半得 C 点,或者取所余格数(奇数)分别减 1 与加 1 的一半得 C 点和 C_1 点。移位后的 L_1 分别为 $AB + 2BC$ 或者 $AB + BC + BC_1$ 。

3. 试验出现下列情况之一者,试样结果无效:

- (1) 试样断在标距标记上或标距外;
- (2) 试验记录有误或设备发生故障影响试验结果的准确性;
- (3) 试样断口处有内部缺陷。

六、实验数据记录

原始直径 $d_0 =$ mm

原始标距长度 $L_0 =$ mm

屈服拉伸力 $F_s =$ N

最大拉伸力 $F_b =$ N

断后直径 $d_1 =$ mm

断后标距长度 $L_1 =$ mm

在图 1-1-5 中绘制试样的力-伸长曲线。

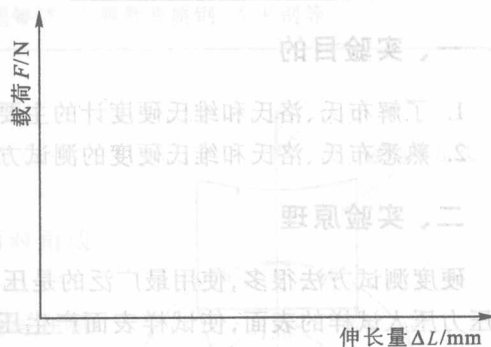


图 1-1-5 试样的力-伸长曲线

七、实验结果计算

原始横截面积 $S_0 =$ mm²

断口处横截面积 $S_1 =$ mm²

屈服点 $\sigma_s =$ MPa

抗拉强度 $\sigma_b =$ MPa

断后伸长率 $\delta =$ %

断面收缩率 $\psi =$ %

八、问题与思考

1. 低碳钢试样拉伸时出现缩颈后,为什么测力度盘主动指针会出现回转现象?

2. 当试样拉断处至最邻近标距端点的距离小于或等于 $\frac{1}{3}L_0$ 时,为什么要用移位法测定 L_1 ?

实验项目二 硬度试验

同组同学_____

实验日期_____年____月____日

一、实验目的

1. 了解布氏、洛氏和维氏硬度计的主要工作原理、结构及操作方法。
2. 熟悉布氏、洛氏和维氏硬度的测试方法、操作规范要求和应用范围。

二、实验原理

硬度测试方法很多,使用最广泛的是压入法。压入法就是把一个比试样更硬的压头以一定的压力压入试样的表面,使试样表面产生压痕,然后根据压痕的大小或深度来确定试样的硬度值。压痕越大或压痕越深,则试样越软;反之则试样越硬。根据压头类型和几何尺寸等条件的不同,常用的压入法分为布氏硬度测试法、洛氏硬度测试法和维氏硬度测试法三种。

1. 布氏硬度实验原理。如图 1-2-1 所示,布氏硬度试验是在一定的试验力 F 的作用下,将直径为 D 的硬质合金球形压头垂直压入试样的表面,保持一定时间后卸除试验力,则在试样表面上形成直径为 d 的压痕。然后,根据试验力 F 和压头直径 D 的大小,直接查金属布氏硬度数值表(见本实验后的附表)。例如,钢件试验力 $F = 3\ 000\ \text{kgf}$ ($29.42\ \text{kN}$),压头直径 $D = 10\ \text{mm}$,压力保持时间为 $30\ \text{s}$,测出压痕直径 $d = 4.00\ \text{mm}$,查金属布氏硬度数值表为 $229\ \text{HBW}10/3\ 000/30$ 。

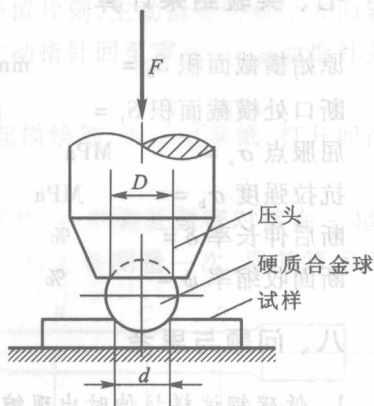


图 1-2-1 布氏硬度试验原理示意图

2. 洛氏硬度实验原理。洛氏硬度是以顶角为 120° 的金刚石圆锥体作为压头,以一定的压力使其压入试样表面,通过测定压痕深度来确定金属硬度的方法。被测试样的硬度可在硬度计刻度盘上读出。根据被测试样硬度的不同,洛氏硬度可采用不同的压头和主负荷,组成 15 种不同的洛氏标尺。最常用的是 HRA、HRB 和 HRC 三种标尺,其中以 HRC 应用最多,一般用于测量经过淬火处理后较硬金属的硬度。常用三种洛氏硬度试验规范见表 1-2-1。

洛氏硬度符号 HR 后面的字母表示所使用的标尺,字母前面的数字表示硬度值,如 $50\ \text{HRC}$ 表示用 C 标尺测定的洛氏硬度值为 50。

3. 维氏硬度实验原理。维氏硬度测定的基本原理和布氏硬度相同,区别在于压头采用锥面夹角为 136° 的金刚石棱锥体,压痕是四方锥形,如图 1-2-2 所示。

维氏硬度用 HV 表示, HV 的计算式为

表 1-2-1 常用三种洛氏硬度试验规范

标尺符号	有效测量范围	初负荷 F_0/kgf (F_0/N)	主负荷 F_1/kgf (F_1/N)	压头类型	使用范围
HRA	20~85	10(98.1)	50(490.3)	金刚石圆锥体	测量硬质合金,表面淬火层或渗碳层
HRB	20~100	10(98.1)	90(882.6)	淬火钢球	测量非铁金属及合金,退火、正火钢等
HRC	20~70	10(98.1)	140(1373)	金刚石圆锥体	测量调质钢、淬火钢等

$$\text{HV} = 0.102 \times 1.8544 \frac{F}{d^2}$$

式中 F ——载荷, N;

d ——压痕对角线长度, mm。

实验时用测微计测出压痕的对角线长度,算出两对角线长度的平均值后,经查表就可计算出维氏硬度值。

维氏硬度的标注方法与布氏硬度相同,硬度数值写在符号 HV 的前面,试验条件写在符号的后面。对于钢及铸铁,当试验力保持时间为 10~15 s 时,可不标出。例如:

640 HV30 表示用 30 kgf(294.2 N) 的试验力,试验力保持时间 10~15 s,测定的维氏硬度值为 640。

640 HV30/20 表示用 30 kgf(294.2 N) 的试验力,试验力保持时间为 20 s,测定的维氏硬度值为 640。

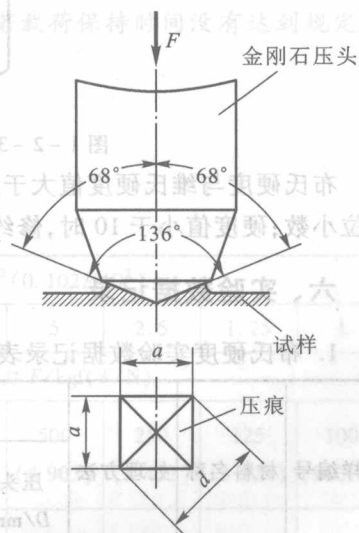


图 1-2-2 维氏硬度测定示意图

1. 设备。布氏硬度计、洛氏硬度计和维氏硬度计。图 1-2-3 为 HB-3000 型布氏硬度计外形结构简图。

2. 试样。退火试样和淬火试样两种。要求试样表面光亮、光滑、清洁、无氧化皮、无凹坑、无明显的加工痕迹。

四、实验步骤

1. 布氏硬度实验步骤按使用设备的操作规程进行操作。
2. 洛氏硬度实验步骤按使用设备的操作规程进行操作。
3. 维氏硬度实验步骤按使用设备的操作规程进行操作。

五、实验注意事项

硬度测试时压痕中心到试样边缘的最小距离及压痕中心之间的距离应符合国家标准规定。若压痕中心到边缘的距离太小,压痕会出现不对称现象,硬度值会偏低。若两压痕中心距离太小,第一压痕周围产生的冷变形强化区使第二个压痕缩小,结果就会使硬度值偏高。

布氏硬度试验后,压痕直径应在 $(0.24 \sim 0.6)D$ 之间,否则试验结果无效。

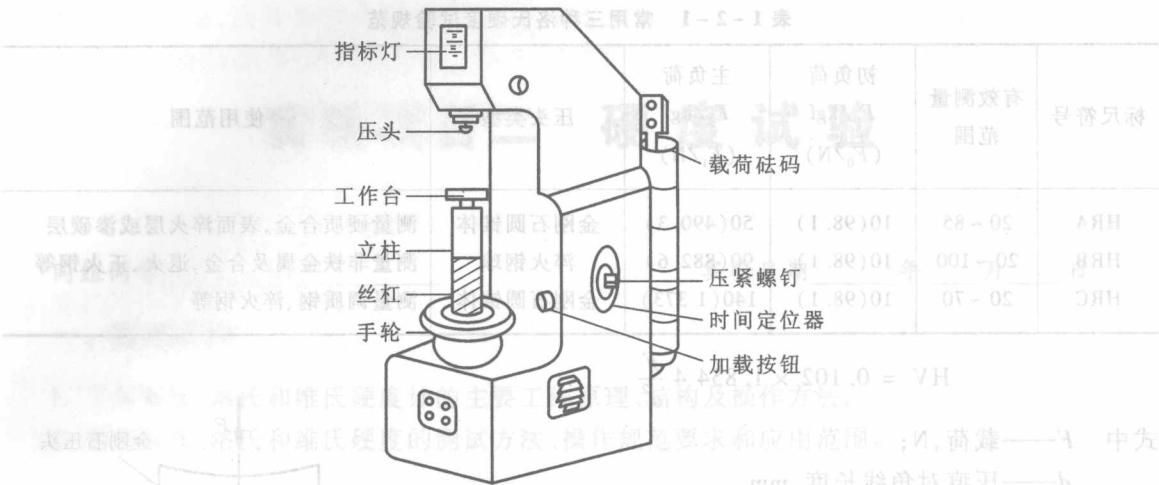


图 1-2-3 HB-3000 型布氏硬度试验机外形结构简图

布氏硬度与维氏硬度值大于或等于 100 时,修约至整数;硬度值在 10~100 之间时,修约至一位小数;硬度值小于 10 时,修约至两位小数。洛氏硬度值精确至 0.5 个单位。

六、实验数据记录

1. 布氏硬度实验数据记录表

试样编号	材料名称	处理方法	试验规范				试验结果			
			压头 D/mm	试验力 F/kgf (F/N)	F/D^2	试验力保持 时间/s	压痕直径 d/mm			硬度值 HBW
							d_1	d_2	$d_{\text{均}}$	

2. 洛氏硬度试验数据记录表

试样 编号	材料 名称	处理 方法	试验规范			试验结果						备注
			硬度 标尺	压头 材料	总试验力 F/kgf (F/N)	第一次	第二次	第三次	平均值			
									HRA	HRB	HRC	

3. 维氏硬度试验数据记录表

试样 编号	材料 名称	处理 方法	试验规范			试验结果			硬度值 HV
			压头材料	试验力 F/kgf (F/N)	试验力保 持时间/s	压痕对角线长度/mm			
						d_1	d_2	$d_{\text{均}}$	
						mm			

七、问题与思考

分析说明较软的金属试样进行布氏硬度测试时,加载荷后,若载荷保持时间没有达到规定要求,硬度值会出现什么变化?

附表 金属布氏硬度数值

				F/D^2 (0.102F/D ²)							
球直径 D/mm				30	15	10	5	2.5	1.25	1	
				试验力 F/kgf (F/N)							
10				3 000 (29 420)	1 500 (14 710)	1 000 (9 807)	500 (4 903)	250 (2 452)	125 (1 226)	100 (980.7)	
	5			750 (7 355)	—	250 (2 452)	125 (1 226)	62.5 (612.9)	31.25 (306.5)	25 (245.2)	
		2.5		187.5 (1 839)	—	62.5 (612.9)	31.25 (306.5)	15.625 (153.2)	7.813 (76.61)	6.25 (61.29)	
			2	120 (1 177)	—	40 (392.3)	20 (196.1)	10 (98.07)	5 (49.03)	4 (39.23)	
			1	30 (294.2)	—	10 (98.07)	5 (49.03)	2.5 (24.52)	1.25 (12.26)	1 (9.807)	
压痕直径 d/mm				布氏硬度 HBW							
2.40	1.200	0.600 0	0.480	0.240	653	327	218	109	54.5	27.2	21.8
2.41	1.205	0.602 5	0.482	0.241	648	324	216	108	54.0	27.0	21.6
2.42	1.210	0.605 0	0.484	0.242	643	321	214	107	53.5	26.8	21.4
2.43	1.215	0.607 5	0.486	0.243	637	319	212	106	53.1	26.5	21.2
2.44	1.220	0.610 0	0.488	0.244	632	316	211	105	52.7	26.3	21.1