



普通高等教育“十二五”规划教材
PUTONG GAODENGJIAOYU SHIERWU GUIHUAJIAOCAI

机械工程 材料实验

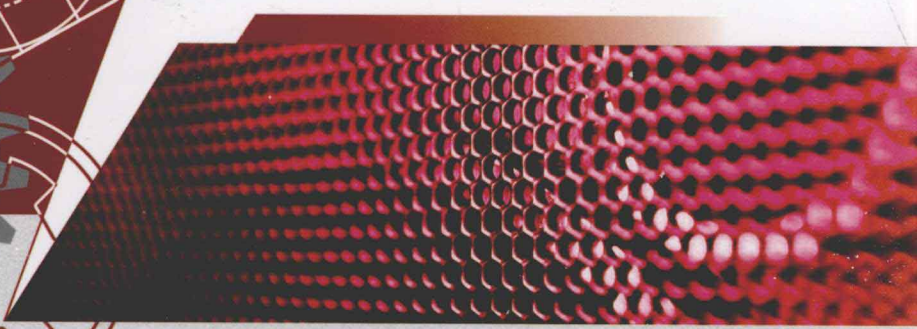
◎主 编：董丽君 高为国

◎主 审：吴安如

JIXIEGONGCHENGCAILIAOSHIYAN



中南大学出版社
www.csupress.com.cn





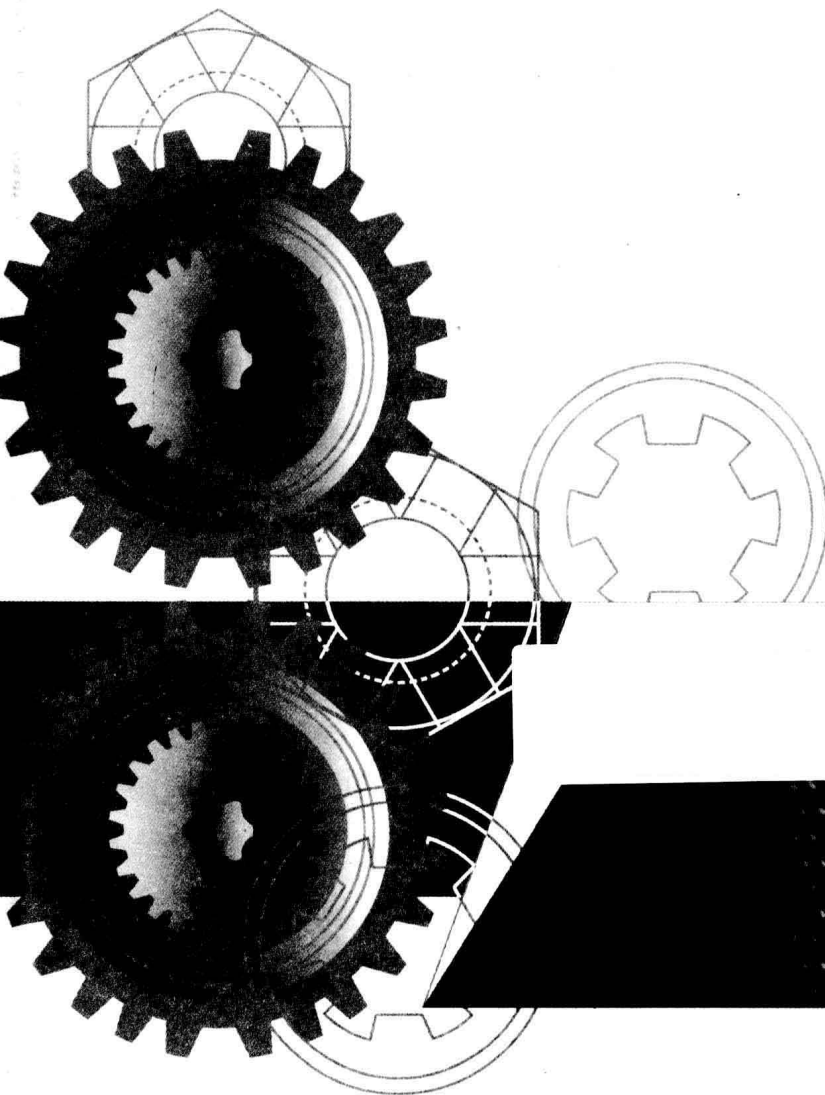
普通高等教育“十二五”规划教材
PUTONG GAODENGJIAOYU SHIERWU GUIHUAJIAOCAI

机械工程 材料实验

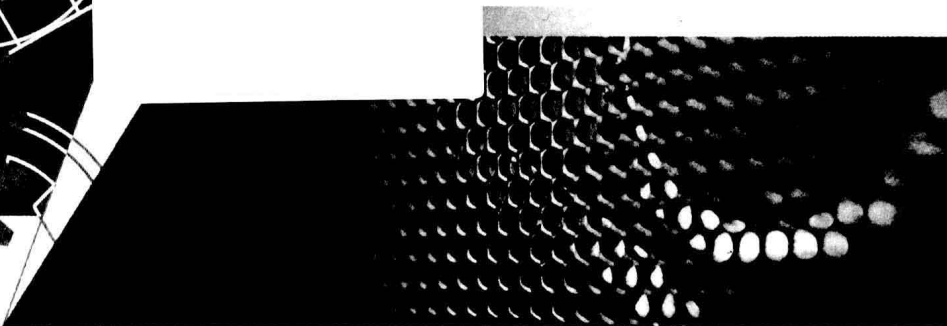
◎主 编：董丽君 高为国

◎主 审：吴安如

JIXIEGONGCHENGCAILIAOSHIYAN



中南大学出版社
www.csupress.com.cn



图书在版编目(CIP)数据

机械工程材料实验/董丽君,高为国主编. —长沙:中南大学出版社,2012.8

ISBN 978-7-5487-0602-1

I. 机... II. ①董...②高... III. 机械制造材料-材料试验-高等学校-教材 IV. TH140.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 181113 号

机械工程材料实验

主编 董丽君 高为国

☐责任编辑 谭平

☐责任印制 文桂武

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-88876770

传真:0731-88710482

☐印 装 长沙市华中印刷厂

☐开 本 787×1092 1/16 ☐印张 5.75 ☐字数 140 千字

☐版 次 2012 年 8 月第 1 版 ☐2012 年 8 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 978-7-5487-0602-1

☐定 价 14.00 元

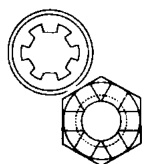
图书出现印装问题,请与经销商调换

内容简介

本书是在湖南工程学院“机械基础实验中心”湖南省普通高等学校省级基础课示范实验室建设成果的基础上,根据湖南省普通高等学校省级精品课程“机械工程材料”(湘教通[2009]252号)的建设目标要求,结合普通高等学校机械类专业“卓越工程师教育培养计划”项目的建设方案和对“机械工程材料”课程改革的具体需求,按照“机械工程材料”课程实验教学大纲组织编写的。

本书内容包括材料的硬度测试及对比分析、铁碳合金的平衡组织观察与分析、碳钢的热处理工艺及其对性能的影响、钢的非平衡组织特征与性能分析、钢的回火稳定性测试及对比分析、铸铁及非铁合金的显微组织观察与分析、铁碳合金的显微组织分析与鉴别、常用金属材料的火花鉴别与特征分析、材料的冲击韧性测试与断口分析、材料的显微组织与显微硬度分析十个实验项目,书末还附有常用钢的临界温度表、压痕直径与布氏硬度对照表、黑色金属硬度及强度换算表供实验时查询。

本书是普通高等学校机械类、近机械类专业学生的实验教材,亦可作为相关学科以及机械设计、材料加工等行业工程技术人员学习与培训的参考资料。



普通高等教育机械工程学科“十二五”规划教材编委会

主 任

(以姓氏笔画为序)

王艾伦 刘舜尧 李孟仁 尚建忠 唐进元

委 员

(以姓氏笔画为序)

丁敬平	万贤杞	王剑彬	王菊槐	王湘江	尹喜云
龙春光	叶久新	母福生	朱石沙	伍利群	刘吉兆
刘先兰	刘忠伟	刘金华	安伟科	杨舜洲	李必文
李 岚	李 岳	李新华	何国旗	何哲明	何竞飞
汪大鹏	张敬坚	陈召国	陈志刚	林国湘	罗烈雷
周里群	周知进	赵又红	胡成武	胡仲勋	胡争光
胡忠举	胡泽豪	钟利萍	贺尚红	聂松辉	莫亚武
夏宏玉	夏卿坤	夏毅敏	高为国	高英武	郭克希
龚曙光	彭如恕	彭佑多	蒋寿生	曾周亮	谭援强
谭晶莹	潘存云				

总序 FOREWORD.

机械工程学科作为联结自然科学与工程行为的桥梁，它是支撑物质社会的重要基础，在国家经济发展与科学技术发展布局中占有重要的地位。21 世纪的机械工程学科面临诸多重大挑战，其突破将催生社会重大经济变革。当前机械工程学科进入了一个全新的发展阶段，总的发展趋势是：以提升人类生活品质为目标，发展新概念产品、高效高功能制造技术、功能极端化装备设计制造理论与技术、制造过程智能化和精准化理论与技术、人造系统与自然世界和谐发展的可持续制造技术等。这对担负机械工程人才培养任务的高等学校提出了新挑战：高校必须突破传统思维束缚，培养能适应国家高速发展需求的、具有机械学科新知识结构和创新能力的高素质人才。

为了顺应机械工程学科高等教育发展的新形势，湖南省机械工程学会、湖南省机械原理教学研究会、湖南省机械设计教学研究会、湖南省工程图学教学研究会、湖南省金工教学研究会与中南大学出版社一起积极组织了高等学校机械类专业系列教材的建设规划工作，成立了规划教材编委会。编委会由各高等学校机电学院院长及具有较高理论水平和教学经验的教授、学者和专家组成。编委会组织国内近 20 所高等学校长期在教学、教改第一线工作的骨干教师召开了多次教材建设研讨会和提纲讨论会，充分交流教学成果、教改经验、教材建设经验，把教学研究成果与教材建设结合起来，并对教材编写的指导思想、特色、内容等进行了充分的论证，统一认识，明确思路。在此基础上，经编委会推荐和遴选，近百名具有丰富教学实践经验的教师参加了这套教材的编写工作。历经两年多的努力，这套教材终于与读者见面了，它凝结了全体编写者与组织者的心血，是他们集体智慧的结晶，也是他们教学教改成果的总结，体现了编写者对教育部“质量工程”精神的深刻领悟和对本学科教育规律的把握。

这套教材包括了高等学校机械类专业的基础课和部分专业基础课教材。整体看来，这套教材具有以下特色：

(1) 根据教育部高等学校教学指导委员会相关课程的教学基本要求编写。遵循“重基础、宽口径、强能力、强应用”的原则，注重科学性、系统性、实践性。

(2)注重创新。本套教材不但反映了机械学科新知识、新技术、新方法的发展趋势和研究成果,还反映了其他相关学科在与机械学科的融合与渗透中产生的新前沿,体现了学科交叉对本学科的促进;教材与工程实践联系密切,应用实例丰富,体现了机械学科应用领域在不断扩大。

(3)注重质量。本套教材编写组对教材内容进行了严格的审定与把关,教材力求概念准确、叙述精练、案例典型、深入浅出、用词规范,采用最新国家标准及技术规范,确保了教材的高质量与权威性。

(4)教材体系立体化。为了方便教师教学与学生学习,本套教材还提供了电子课件、教学指导、教学大纲、考试大纲、题库、案例素材等教学资源支持服务平台。

教材要出精品,而精品不是一蹴而就的,我将这套书推荐给大家,请广大读者对它提出意见与建议,以利进一步提高。也希望教材编委会及出版社能做到与时俱进,根据高等教育改革发展形势、机械工程学科发展趋势和使用中的新体验,不断对教材进行修改、创新、完善,精益求精,使之更好地适应高等教育人才培养的需要。

衷心祝愿这套教材能在我国机械工程学科高等教育中充分发挥它的作用,也期待着这套教材能哺育新一代学子茁壮成长。

中国工程院院士 钟 掘

2012年8月

前言 PREFACE.

本书是在湖南工程学院“机械基础实验中心”湖南省普通高等学校省级基础课示范实验室建设成果的基础上,根据湖南省普通高等学校省级精品课程“机械工程材料”的建设目标要求,结合普通高等学校机械类专业“卓越工程师教育培养计划”项目的建设方案和对“机械工程材料”课程改革的具体要求,按照“机械工程材料”课程实验教学大纲组织编写的。主要作为普通高等学校应用型本科机械类、近机械类专业“机械工程材料”课程的实验教材,亦可作为职业技术学院、函授大学、电视大学、职工大学等相关专业的实验教材和参考书。

本书在编写过程中,立足于应用型本科院校的人才培养目标,注重培养工程实践应用能力和综合分析解决工程实际问题的能力。书中着重介绍了实验目的、实验的基本原理、方法、步骤和注意事项等,对于实验中所用的各种仪器设备只作了简单的介绍。本书中全部采用最新的国家标准,并使用法定计量单位。

本书内容包括材料的硬度测试及对比分析、铁碳合金的平衡组织观察与分析、碳钢的热处理工艺及其对性能的影响、钢的非平衡组织特征与性能分析、钢的回火稳定性测试及对比分析、铸铁及非铁合金的显微组织观察与分析、铁碳合金的显微组织分析与鉴别、常用金属材料的火花鉴别与特征分析、材料的冲击韧度测试与断口分析、材料的显微组织与显微硬度分析十个实验项目,书末还附有常用钢的临界温度表、压痕直径与布氏硬度对照表、黑色金属硬度及强度换算表供实验时查询。

书中实验一、实验二、实验三由湖南工程学院高为国编写,实验四、实验五、实验六由湖南工程学院董丽君编写,实验七、实验八由湖南工程学院彭小敏编写,实验九、实验十由湖南工程学院胡亚群编写,全书由董丽君、高为国任主编,吴安如任主审。在本书的编写过程中,参阅了以往其他版本的同类教材、相关的技术标准和资料等,在此表示衷心感谢。

由于编者的水平有限,加之编写时间仓促,书中不足之处在所难免,恳切希望广大读者批评指正。

编 者

2012年8月

CONTENTS. 目录

实验一	材料的硬度测试及对比分析	(1)
实验二	铁碳合金的平衡组织观察与分析	(9)
实验三	碳钢的热处理工艺及其对性能的影响	(19)
实验四	钢的非平衡组织特征与性能分析	(25)
实验五	钢的回火稳定性测试及对比分析	(34)
实验六	铸铁及非铁合金的显微组织观察与分析	(36)
实验七	铁碳合金的显微组织分析与鉴别	(43)
实验八	常用金属材料的火花鉴别与特征分析	(51)
实验九	材料的冲击韧性测试与断口分析	(58)
实验十	材料的显微组织与显微硬度分析	(61)
附录		(68)
附录一	常用钢的临界温度表	(68)
附录二	压痕直径与布氏硬度对照表	(72)
附录三	黑色金属硬度及强度换算表	(79)
参考文献		(81)

实验一 材料的硬度测试及对比分析

一、实验目的

1. 熟悉硬度测定的基本原理及应用范围。
2. 了解布氏、洛氏硬度试验机的主要结构及操作方法。
3. 通过数据处理和硬度标尺之间的换算,比较各材料之间的硬度大小,同时了解材料的种类、热处理状态对其硬度的影响。

二、实验概述

硬度测量能够给出金属材料软硬程度的数量概念。由于在金属表面以下不同深处材料所承受的应力和所发生的变形程度不同,因而硬度值可以综合地反映压痕附近局部体积内金属的弹性、微量塑变抗力、塑变强化能力以及大量变形抗力。硬度值越高,表明金属抵抗塑性变形能力越大,材料产生塑性变形就越困难。另外,硬度与其他力学性能(如强度指标及塑性指标)之间有一定的内在联系,所以从某种意义上说硬度的大小对于机械零件或工具的使用性能及寿命具有决定性意义。

常用的硬度试验方法有:

布氏硬度试验:主要用于黑色、有色金属原材料检验,也可用于退火、正火钢铁零件的硬度测定。

洛氏硬度试验:主要用于金属材料热处理后的产品硬度检验。

维氏硬度试验:主要用于薄板或金属表层的硬度测定以及较精确的硬度测定。

显微硬度试验:主要用于测定金属材料的显微组织组分或相组分的硬度测定。

1. 布氏硬度

布氏硬度试验是将一直径为 D 的淬火钢球或硬质合金球压头,在规定的试验力 F 作用下压入被测金属表面,保持一定时间 t 后卸除试验力,并测量出试样表面的压痕直径 d ,根据所选择的试验力 F 、球体直径 D 及所测得的压痕直径 d 的数值,求出被测金属的布氏硬度值HBS或HBW,布氏硬度的测试原理如图1-1所示。

在试验测量时,可由测出的压痕直径 d 直接查压痕直径与布氏硬度对照表而得到所测的布氏硬度值。在进行布氏硬度试验时,球体直径 D 、施加的试验力 F 和试验力的保持时间 t 都应根据被测金属的种类、硬度范围和试样的厚度范围进行选择。布氏硬度试验规范如表1-1所示。

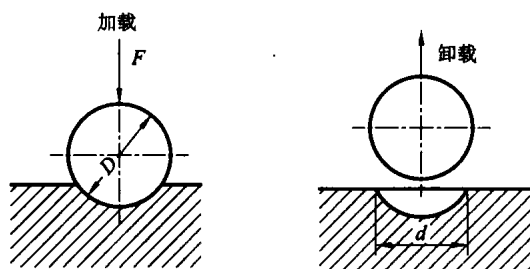


图 1-1 布氏硬度的测试原理图

表 1-1 布氏硬度试验规范

金属类型	布氏硬度值范围 (HBS)	试样厚度 /mm	载荷 F 与钢球直径 D 的关系	钢球直径 D /mm	载荷 F /kgf	载荷保持时间 t /s
黑色金属	140 ~ 450	6 ~ 3	$F = 30D^2$	10	3000	10
		4 ~ 2		5	750	
		< 2		2.5	187.5	
	< 140	> 6	$F = 10D^2$	10	1000	10
		6 ~ 3		5	250	
		< 3		2.5	62.5	
有色金属	> 130	6 ~ 3	$F = 30D^2$	10	3000	30
		4 ~ 2		5	750	
		< 2		2.5	187.5	
	36 ~ 130	> 6	$F = 10D^2$	10	1000	30
		6 ~ 3		5	250	
		< 3		2.5	62.5	
	8 ~ 35	> 6	$F = 2.5D^2$	10	250	60
		6 ~ 3		5	62.5	
		< 3		2.5	15.6	

布氏硬度试验测出的硬度值比较准确，但它不宜测定成品件或薄片金属的硬度，也不能测定硬度高于 450HBS 或 650HBW 的金属材料，否则压头（淬火钢球或硬质合金球）会产生塑性变形或破裂，而降低测量的精度。

2. 洛氏硬度

洛氏硬度试验是以锥角为 120° 的金刚石圆锥体或者直径为 1.588 mm 的淬火钢球为压头，在规定的初载荷和主载荷作用下压入被测金属的表面，然后卸除主载荷，在保留初载荷的情况下，测出由主载荷所引起的残余压入深度 h 值，再由 h 值确定洛氏硬度值 HR 的大小。洛氏硬度的测试原理如图 1-2 所示。

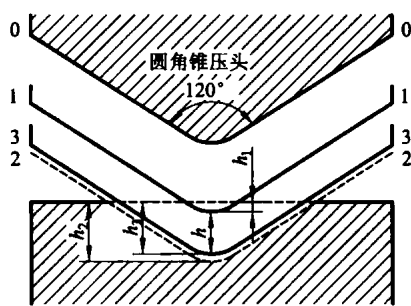


图 1-2 洛氏硬度实验原理示意图

洛氏硬度值的计算公式为：

$$HR = K - \frac{h}{0.002}$$

式中 h 的单位为 mm。 K 为常数，当采用金刚石圆锥压头时， $K = 100$ ；当采用淬火钢球压头时， $K = 130$ 。为了能用同一硬度计测定从极软到极硬材料的硬度，可以通过采用不同的压头和载荷，组成 15 种不同的洛氏硬度标尺，其中最常用的有 HRA、HRB、HRC 三种。

常用洛氏硬度的试验规范如表 1-2 所示。

表 1-2 三种常用洛氏硬度的试验规范

符号	压头类型	载荷/kgf	硬度值 有效范围	使用范围
HRA	120°金刚石圆锥体	60 (600N)	60 ~ 85	适用于测量硬质合金、表面淬火层或渗碳层
HRB	直径为 1.588 mm 的淬火钢球	100 (1000N)	25 ~ 100	适用于测量有色金属、退火钢、正火钢等
HRC	120°金刚石圆锥体	150 (1500N)	20 ~ 70	适用于测量调质钢、淬火钢等

三、实验仪器设备及材料

- 1. HB-3000 型布氏硬度试验机
- 2. JC-10 型读数显微镜
- 3. HRS-150 型数显洛氏硬度计
- 4. 材料：① $\phi 20 \times 15$ mm 的 45 钢和 T12 钢，淬火 + 回火态；
② 6.5 mm 厚的铝板和 4 mm 厚的铜板。

布氏硬度计：HB-3000 型布氏硬度计的结构如图 1-3 所示。

试验时将试样放在工作台 6 上，按顺时针方向转动手轮 9，使工作台上升至试样与压头 5 相接触，并在手轮打滑后，开动电动机 12，经二级蜗轮蜗杆减速器 13 减速后，驱动轴柄 15 沿逆时针方向转动，此时压头即可以由砝码 18 通过大杠杆 19、小杠杆 1 及压轴 3 的作用，以

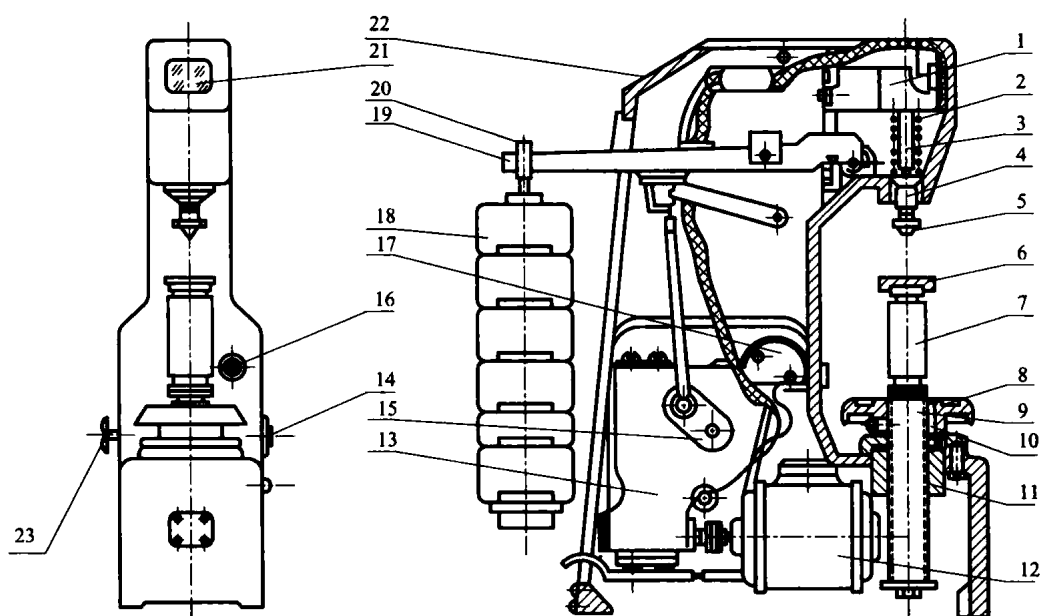


图 1-3 HB-3000 型布氏硬度计简图

1—小杠杆；2—弹簧；3—压轴；4—主轴衬套；5—压头；6—工作台；7—工作台立柱；8—螺杆；9—升降手轮；10—螺母；11—套筒；12—电机；13—减速器；14—压紧螺钉；15—轴柄；16—按钮开关；17—换向开关；18—砝码；19—大杠杆；20—吊环；21—加荷指示灯；22—机体；23—电源开关

一定大小的载荷压入试样。停留一定时间后，电动机自动反转，曲柄连杆带动摇杆上升而卸除载荷。在关闭电动机后，反时针方向转动手轮，使工作台下落并取下试样。最后用读数显微镜测出压痕直径 d 值，根据 d 值的大小查表即可求得布氏硬度值。

JC-10 型读数显微镜：读数显微镜的结构如图 1-4 所示。

读数显微镜由测微目镜组、物镜筒 1、长镜筒 2、镜筒底座 3 所组成。长镜筒靠镜筒锁紧螺丝 20 与镜筒套合座 19 连接。在测微目镜组中，在目镜的焦面上固定不动地装着刻有从 0 到 6 mm 标尺的分划板 4，一格的分划值为 1 mm。分划板的刻线面朝下，就在这个下平面上，在允许的间隙内，装着第二块玻璃分划板 5，在其朝向目镜的上平面上刻有互为直角的两根长丝。分划板 5 坚实地与分划板座 6 连接，下分划板座 6 可以沿读数鼓轮的测微螺丝 7 的轴心移动。下分划板 6 的移动平滑性由精致的滑板 8、滑板槽 9、拉力弹簧 10、测微螺丝 7 与固定的读数指示套 11 内的开口螺帽 12 的良好配合来保证。当以顺时针方向旋转读数鼓轮时，测微螺丝 7 使下分划板座 6 带动下分划板 5 向前移动；当以逆时针方向旋动读数鼓轮时，拉力弹簧 10 则向后拉回下分划板座 6 连同下分划板 5。

读数鼓轮的测微螺丝的螺距为 1 mm，而不动的上分划板 4 的分划值也等于 1 mm，所以读数鼓轮转动一周，下分划板 5 上的长线就相对上分划板移动一格。这样根据不动的上分划板便可以读出读数鼓轮的整转来。读数鼓轮分成 100 个格，而测微螺丝的螺距等于 1 mm，读数鼓轮转动一格便为 0.01 mm，全部读数等于上分划板上的读数加上读数鼓轮上的读数。

读数显微镜的使用方法：将仪器置于被测物体上，使被测物件的被测部分用自然光或用灯光照明，然后调节目镜螺旋，使视场中同时看清分划板和物体像。进行测量时，先旋动读

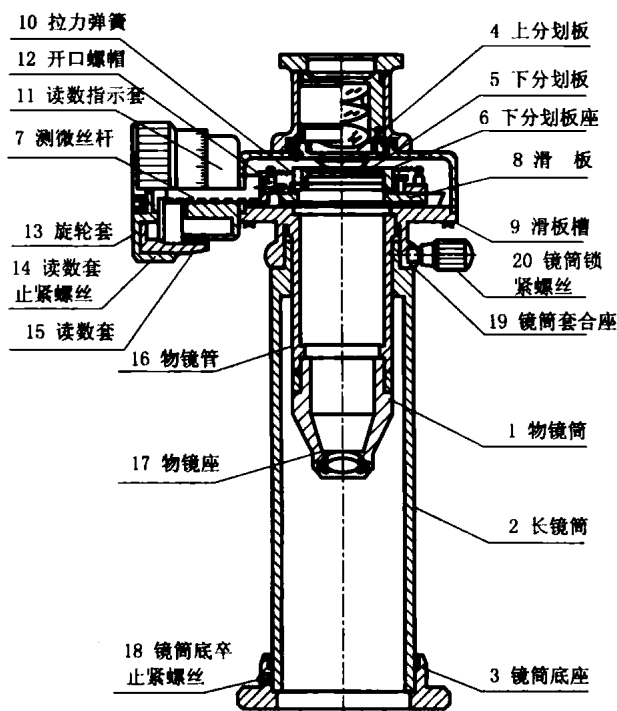


图 1-4 JC-10 型读数显微镜的结构

数鼓轮，使刻有长丝的玻璃分划板移动，同时稍微转动读数显微镜，使竖直长丝与被测圆孔压痕的一边相切，得到一个读数，然后再旋动读数鼓轮，使竖直长丝与被测圆孔压痕的另一边相切，又得到一个读数，二者之差即为被测圆孔压痕的直径。

HRS-150 型数显洛氏硬度计：由主机及微型打印机两大部分组成，如图 1-5 所示。

主机由机身、主轴部件、负荷杠杆部件、加卸荷机构、变荷机构、试台升降装置及以单片机为核心的电气控制系统等组成，主机与微型打印机由一根灰缆线来连接。

主机结构功能简图 1-5 中机身 2 为一封闭的壳体。除试台、升降装置和变荷机构外，其他部件均置于壳体内，因此外形美观，便于保持清洁。

主轴部件由负荷轴 34、压头轴 40、小杠杆 39、初负荷弹簧 33、位移传感器 37 等组成，98.07 N(10kgf) 的初试验力是由压头轴等零件的自重及位移传感器通过小杠杆对压头的作用力加上初负荷弹簧的变形力等构成，其中以初负荷弹簧的作用力为主。主试验力则由吊杆 16 上的砝码 19、20、21 通过大杠杆 31、负荷螺钉 35 等组成并施加到压头上。压痕深度的测量由小杠杆 39、位移传感器 37 及机身中的计数电路来实现。

加卸荷机构由偏心轮 15、推动轴 14、加卸荷电机 30 等组成。加荷时由电机带动偏心轮转动，促使推动轴、大杠杆缓慢下降，主试验力就逐渐施加到压头上。卸荷时电机带动偏心轮继续转动，将推动轴、大杠杆顶起，使之回到初始位置，主试验力就被卸除。

变荷机构由变荷手柄 22、托叉 18 等组成，通过转动变荷手柄，使托叉托住相应的砝码销 17，从而达到变荷的目的。

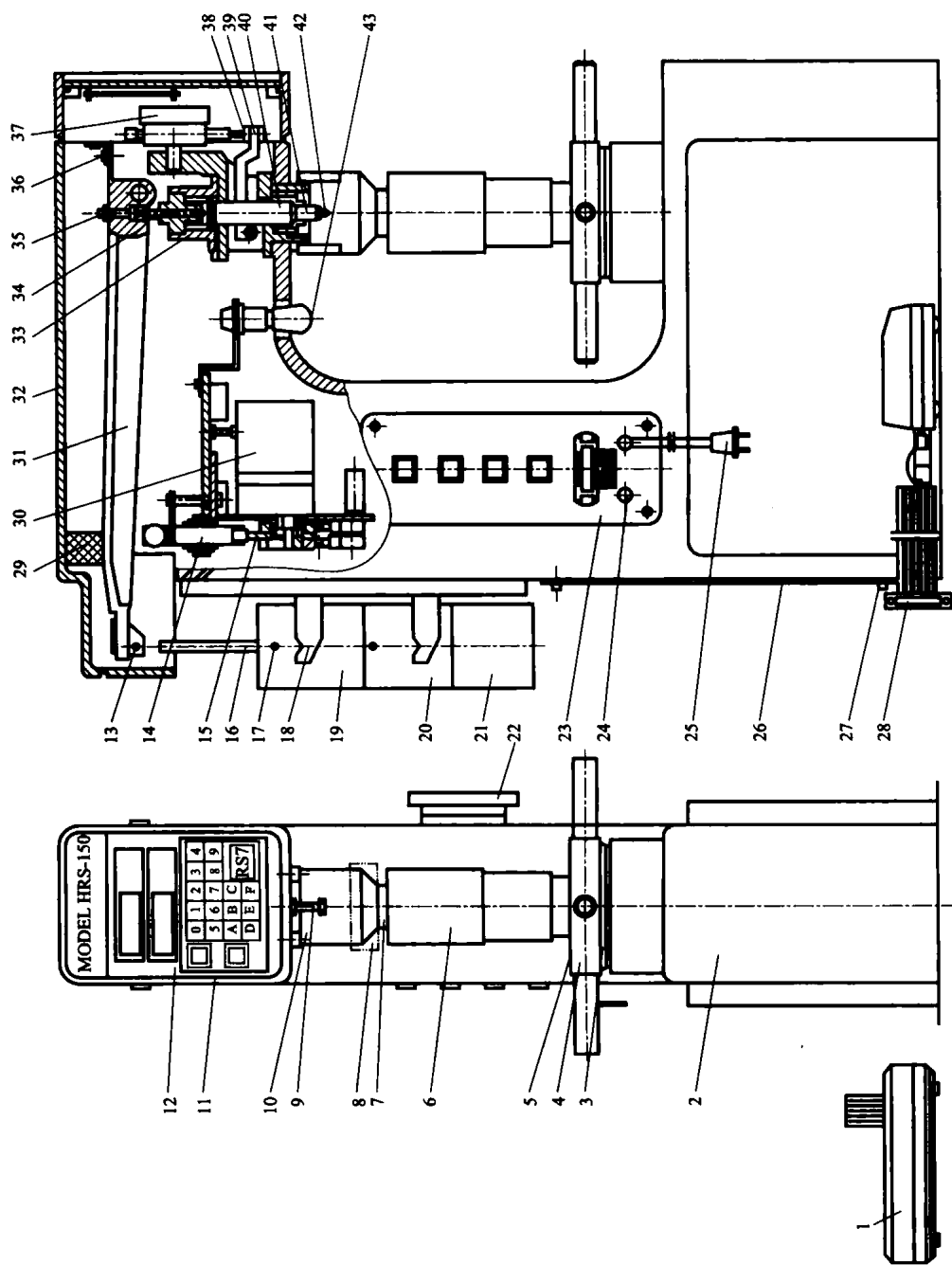


图 1-5 HRS-150 型数显硬度计结构简图

1—打印机; 2—机身; 3—电磁制动器; 4—升降手柄; 5—油杯; 6—丝杠; 7—丝杠垫块; 8—水平试台; 9—螺钉; 10—丝杠垫块; 11—前盖; 12—薄膜面板; 13—吊钩; 14—推动轴; 15—偏心轮; 16—吊杆; 17—砵码; 18—托叉; 19~21—砵码; 22—变荷手柄; 23—侧面板; 24—保险丝盒; 25—电源插头盖; 26—后盖; 27—接地螺钉; 28—打印机插头座; 29—打印杆垫块; 30—加卸荷电机; 31—大吊杆; 32—上盖; 33—初负荷弹簧; 34—负荷轴; 35—负荷轴; 36—螺钉; 37—位移传感器; 38—垫片; 39—小吊杆; 40—压头轴; 41—防松销; 42—压头; 43—指示灯

试台升降装置由试台 8、丝杠 7、升降手轮 4、电磁制动器 3 等组成。试验时,转动升降手轮,通过丝杠带动试台及试样达到上升或下降的目的。

主机的前面板上设有两个按键、一个键盘和两个显示窗口,用来实现预置、标尺转换、复位等功能,面板上的四位数码管用于显示预置输入情况及硬度试验时的工作状态,面板上的五位数码管用于显示洛氏硬度值、打印机用于打印有关的预置信息、硬度值及数据处理结果。

在主机侧面板上设有四个按键和一个接口,包括电源、打印、自动半自动转换、手动加荷和一个外接打印机接口,用来实现测力、打印等有关功能。

七个按键的功能是:

POWER 键——电源开关键。按下为开,同时灯泡点亮,抬起为关,同时灯泡熄灭。

PRINT 键——打印机开关键。按下为开,同时灯泡点亮,抬起为关,同时灯泡熄灭。当它被按下时打印机上的红色指示灯亮。

SET 键——预置键。按下此键再按复位键电气系统进入预置状态,抬起时电气系统进入工作状态,可进行硬度试验及测力等。

AUTO/MAN 键——“自动/手动”选择键。抬起时为“自动”,用于硬度试验,按下时为“手动”用于试验力的测定(详见后述)。

LOAD 键——手动加荷键。它与“手动”功能配合使用,用于测力。当硬度计处于“手动”状态且将压头主轴顶起到规定位置时,按一下该键,硬度计自动完成一次加荷—保荷—卸荷工作。

AC/B 键——硬度标尺选择键。抬起时为 A 或 C 标尺,按下时为 B 标尺。

RST 键——复位键。用于计算机系统的复位,按下它,硬度值显示板显示 100.0,同时电控箱中原来用键盘预置的数据全部清零。

控制键盘的功能是:

A 键——①用于预置试验日期;②在前面板的显示板上出现“HC—”后可用于预置 A、C 标尺和 B 标尺,此时若按 A 或 C 则为 A 或 C 标尺,按 B 则为 B 标尺,不按默认 C 标尺。

B 键——①用于预置零件批号。②在前面板显示窗上出现“H C—”后也可用于预置 B 标尺。

C 键——①用于预置每个零件的有效打印点数。②在前面板的显示窗上出现“H C—”后也可用于预置 C 标尺。

D 键——用于预置试验力保持时间。

E 键——用于预置硬度上限。

F 键——用于预置硬度下限。

0~9 键——用于预置数字。

四、实验内容及操作步骤

1. 了解硬度计的构造、原理、使用方法、操作规程和 safety 注意事项。
2. 根据被测材料的种类、热处理状态等选择适宜的硬度标尺。
3. 按照仪器设备的操作规程分别进行布氏硬度和洛氏硬度测定。

五、注意事项

- 1. 试样两端要平行，表面应平整，若有油污或氧化皮，可用砂纸打磨，以免影响测量。
- 2. 圆柱形试样应放在带有“V”形槽的工作台上操作，以防试样滚动。
- 3. 加载时应细心操作，以免损坏压头。
- 4. 加预载荷(10 kgf)时若发现阻力太大，应停止加载，立即报告，检查原因。
- 5. 测定硬度值，卸掉载荷后，必须使压头完全离开试样后再取下试样。
- 6. 金刚石压头系贵重物件，质硬而脆，使用时要小心谨慎，严禁与试样或其他物件碰撞。
- 7. 应根据硬度试验机试样范围，按规定合理使用不同的载荷和压头，超过使用范围将不能获得准确的硬度值。

六、实验记录

表 1-3 布氏硬度测定数据记录表

材料名称	试验规范				实验结果			
					压痕直径 d/mm			硬度值 /HBS
	球体 直径 D/mm	试验 力 F /kgf	F/D^2	试验力 保持时间 /s	第一次	第二次	平均值	

表 1-4 洛氏硬度测定数据记录表

试验规范			测定结果				换算成布氏 硬度值/HBS
硬度 标尺	压头类型	载荷 /kgf	第一次	第二次	第三次	平均值	

七、实验报告内容及要求

- 1. 将实验数据填入表格内，并对实验数据进行处理。
- 2. 采用正确的标注方法表示实验结果，并比较所测材料的硬度大小。
- 3. 分析说明布氏硬度和洛氏硬度的优缺点及其选用的基本原则。