



普通高等教育“十二五”规划教材

动力机械基础实验

主 编 陈志刚 邓清方
副主编 钟新宝 戴正强



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



普通高等教育“十二五”规划教材

动力机械基础实验

主 编 陈志刚 邓清方

副主编 钟新宝 戴正强



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是与动力机械基础课程配套的实验指导书，体裁新颖，内容紧密结合动力机械基础实验课程教学、实验室建设实践与工程实践，从工程应用的角度，全面介绍了动力机械基础课程的实用实验技术。实验有认知、验证、综合、创新设计四大类型。实验项目包括计划内、计划外和开放性三种类型，以适应不同实验学时的需要。本书的总体设计参考了示范实验室评估指标体系，突破实验教学依附于理论教学的传统观念。实验项目设置科学，注重先进性、开放性，将教学科研成果转化为实验教学资源，形成适应学科特点和行业需求的、完整的实验课程体系。使用本书，能全面培养学生的科学作风、实验技能以及发现、分析和解决问题的综合能力，使学生具有创新、创业精神和动手能力、工程实践能力。

本书可作为普通高等院校及职业培训实验教材或参考书，也可供教师、实验室工作人员及工程技术人员参考。

图书在版编目（C I P）数据

动力机械基础实验 / 陈志刚，邓清方主编. -- 北京
：中国水利水电出版社，2012.3
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5084-9539-2

I. ①动… II. ①陈… ②邓… III. ①动力机械—实
验—高等学校—教学参考资料 IV. ①TK05-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第044454号

书 名	普通高等教育“十二五”规划教材 动力机械基础实验
作 者	主编 陈志刚 邓清方 副主编 钟新宝 戴正强
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京嘉恒彩色印刷有限责任公司
规 格	184mm×260mm 16开本 16.75印张 398千字
版 次	2012年3月第1版 2012年3月第1次印刷
印 数	0001—4000册
定 价	32.00元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前言

在经历了快速的规模发展之后,提高人才培养质量已成为高等教育发展的主旋律。以培养应用型本科人才为主要任务的地方院校面临多重挑战。改革人才培养模式,使教学内容更符合社会经济、文化、科技发展的要求,已成为地方院校改革发展中迫切需要解决的问题。高等学校实验室承担着培养高级专门人才,提高学生实践能力、创新能力,实施素质教育的重要任务,是学校教学、科研工作的重要组成部分,是知识创新、技术开发的重要基地。培养学生掌握科学实验的基本方法和技能,是实验教学的基本目标,对于培养具有创新精神与实践能力的高级专门人才具有十分重要的意义。

动力机械基础实验,是以培养学生掌握机械学科实验基本方法和技能为价值取向的实践教学活动的,是培养高素质机械专门人才的重要手段。不断提高实验教学效果,确保实验教学质量,是动力机械基础实验室教学改革与研究的重要课题。

邵阳学院动力机械基础实验室在2006年被确定为湖南省普通高等学校基础课示范实验室后,针对地方院校的特点和我校的实际情况,全面整合实验教学内容,构建了以应用能力、创新能力培养为主线,分层次(基本技能实验→综合实验→课外科技活动→设计创新)、多模块、相对独立、相互衔接的实验教学体系。

本书的主要内容包括机械原理、机械设计、工程力学、热工理论、工程测试技术、工程材料及热处理、液压与气动、互换性与测量技术等课程的实验教学环节,内容多、范围广。通过对资源的合理配置和整合,建立起动力机械基础实验教学7个功能室:工程力学室(理论力学、材料力学)、金属材料及热处理室(互换性及测量技术、工程材料及热处理)、机械创新室(机械原理、机械设计、机械创新设计)、机械工程软件实训室(AutoCAD、Pro-E、UG、Cimatron等)、控制工程室(控制工程基础、微机原理与接口技术、PLC等)、热工基础实验室(工程热力学、传热学、流体力学、热工测试技术、能源与环境)、实训中心(数控实训中心、结构拆装实训中心)。

本书分 11 章。参加编写的人员有：王海容、危洪清（第一章），陈国新（第二章），肖彪、陈志刚、刘玉梅（第三章），葛动元、刘志辉（第四章），邓清方、戴正强（第五章），钟新宝、邓群英、周东一（第六章），邓维克、夏晓伟（第七章），肖彪、曾周亮、刘玉梅（第八章），唐维新、王本亮（第九章），戴正强（第十章），李梦奇、申爱玲（第十一章）。

在编写过程中，我们参考了很多文献，在此对这些文献的作者表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，加之时间较紧，书中疏漏之处在所难免，请广大教师和读者批评指正，编者不胜感激。

编者

2011 年 11 月

目 录

前言

第一章 工程力学	1
实验一 低碳钢和铸铁的拉伸实验	1
实验二 低碳钢和铸铁的压缩实验	4
实验三 低碳钢和铸铁的扭转试验	6
实验四 纯弯曲梁的正应力分布实验	9
实验五 薄壁圆筒的弯扭组合实验	12
第二章 工程材料及热处理	16
实验六 铁碳合金平衡状态的显微组织分析	16
实验七 金属材料的硬度实验	20
实验八 碳钢的热处理	24
第三章 机械设计	29
实验九 皮带传动参数实验	29
实验十 轴系组合创新实验	30
实验十一 螺栓组受力测试实验	31
实验十二 滑动轴承测试实验	35
第四章 微机原理与接口技术	38
实验十三 数据排序实验	38
实验十四 继电器控制实验	40
实验十五 定时器/计数器实验	42
实验十六 外部中断实验	46
实验十七 串行口通信实验	50
实验十八 模/数转换与数据采集实验	55
第五章 互换性与测量技术	60
实验十九 用立式光学比较仪测量轴径	60
实验二十 齿轮齿厚偏差的测量	63
实验二十一 齿轮公法线长度偏差的测量	64

实验二十二	用合像水平仪测量直线度误差	66
实验二十三	平面度误差的测量	68
实验二十四	径向和端面圆跳动测量	69
实验二十五	袖珍式粗糙度仪 (TR100) 测量表面粗糙度	70
实验二十六	轴类零件形位误差测量	73
第六章	热工理论	78
实验二十七	强迫对流管簇管外放热系数测定实验	78
实验二十八	雷诺数实验	83
实验二十九	文丘里流量计实验	85
实验三十	沿程水头损失实验	88
实验三十一	气体定压比热测定实验	91
实验三十二	阀门局部阻力系数的测定实验	94
实验三十三	突扩突缩局部阻力损失实验	96
实验三十四	液体导热系数测定实验	98
实验三十五	导热系数 λ 的测定实验	102
实验三十六	中温辐射时物体黑度的测定实验	103
实验三十七	顺逆流传热温差实验	107
实验三十八	空气绝热指数 K 的测定实验	109
实验三十九	CO_2 临界状态观测及 $P-V-t$ 关系测定实验	111
实验四十	可视性饱和蒸汽压力和温度的关系实验	115
实验四十一	喷管实验	117
实验四十二	自由对流横管管外放热系数 α 的测定实验	121
实验四十三	蒸汽冷凝时传热系数和给热系数测定实验	123
实验四十四	虹吸演示实验	125
实验四十五	风机的性能实验	126
实验四十六	泵的性能实验	132
实验四十七	旋涡仪实验	138
实验四十八	烟气流线演示实验	139
第七章	控制工程基础	141
实验四十九	控制系统应用软件学习使用及典型控制系统建模分析	141
实验五十	一阶、二阶系统时域特性分析	146
实验五十一	控制系统频域特性分析	147
实验五十二	控制系统稳定性仿真	149
实验五十三	控制系统校正及 PID 仿真	152
第八章	机械原理	155
实验五十四	机构运动简图的测绘实验	155
实验五十五	机构组合创新设计实验	156

实验五十六	渐开线直齿圆柱齿轮参数的测定与分析	157
实验五十七	回转体动平衡实验	159
实验五十八	曲柄导杆滑块机构综合实验	162
实验五十九	凸轮机构多媒体测试仿真设计综合实验	164
实验六十	ZNH—A/2 曲柄摇杆机构多媒体测试仿真设计实验	165
第九章	工程测试技术	168
实验六十一	信号频谱分析实验	168
实验六十二	一阶系统时间常数 τ 的测定	169
实验六十三	二阶系统幅频特性测定	170
实验六十四	应变片与电桥实验	172
实验六十五	数字滤波器的设计	174
实验六十六	转速表的校验实验	175
实验六十七	水力测功机的校验实验（静校法）	176
实验六十八	机械振动的测量实验	178
实验六十九	热电偶测温系统实验	180
实验七十	位移测量实验	183
实验七十一	常用热工仪表的认识	184
实验七十二	测温用动圈表的校验实验	185
实验七十三	电子电位差计的校验和使用	187
实验七十四	配热电阻的动圈式温度指示表和自动平衡电桥的校验	189
实验七十五	光学高温计和辐射高温计的使用	190
实验七十六	弹簧管压力表的校验	191
实验七十七	风机噪声测量实验	193
第十章	液压与气动	197
实验七十八	液压泵的拆装实验	197
实验七十九	液压阀的拆装实验	203
实验八十	换向回路实验	207
实验八十一	液压泵的静态、动态特性实验	210
实验八十二	调压回路实验	214
实验八十三	节流调速回路性能实验	218
实验八十四	顺序动作回路实验	222
实验八十五	电—气联合控制顺序动作回路实验	227
第十一章	机械 CAD/CAM	231
实验八十六	机械 CAD	231
实验八十七	CAM 仿真	241
实验八十八	图形变换	254
参考文献		258

第一章 工程力学

实验一 低碳钢和铸铁的拉伸实验

拉伸实验是测定材料力学性能的最基本最重要的实验之一。由本实验所测得的结果，可以说明材料在静拉伸下的一些性能，例如材料对载荷的抵抗能力的变化规律，材料的弹性、塑性、强度等重要机械性能，这些性能是工程上合理地选用材料和进行强度计算的重要依据。

一、实验目的要求

(1) 测定低碳钢的屈服极限 σ_s 、强度极限 σ_b 、延伸率 δ 、截面收缩率 ψ 和铸铁的强度极限 σ_b 。

(2) 观察低碳钢和铸铁在拉伸过程中表现的现象，绘出外力和变形间的关系曲线 ($F-\Delta L$ 曲线)。

(3) 比较低碳钢和铸铁两种材料的拉伸性能和断口情况。

(4) 掌握电子万能材料实验机的工作原理和使用方法。

二、实验仪器

(1) WD—P6105 微机控制电子万能材料实验机 (见图 1-1)。

(2) 游标卡尺。

三、试件

拉伸实验所用的试件都是按照国家标准《金属材料 室温拉伸实验方法》(GB/T 228.1—2010) 规定的标准试件。

试件形状如图 1-2 所示。图 1-2 中工作段长度 l 称为标距，试件的拉伸变形量一般由这一段的变形来测定，两端较粗部分是为了便于装入试验机的夹头内。

为了使实验测得的结果可以互相比较，通常取 $l=5d$ 或 $l=10d$ 。

对于一般板的材料拉伸实验，也应按国家标准做成矩形截面试件。其截面面积和试件标距关系为 $l=11.3\sqrt{A}$ 或 $l=5.65\sqrt{A}$ ， A 为标距段内的截面积。

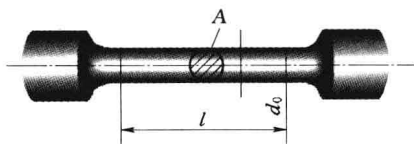


图 1-2 试件

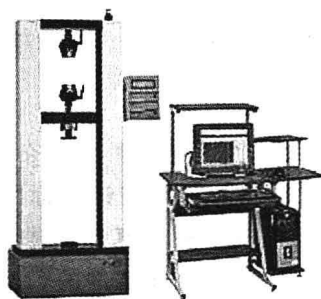


图 1-1 WD—P6105 微机控制
电子万能材料实验机

四、实验原理

1. 低碳钢的拉伸试验

低碳钢的拉伸图全面而具体地反映了整个变形过程。观察电脑绘出的拉伸图，如图 1-3 所示。

试验前，绘出的拉伸图是一段曲线，如图 1-3

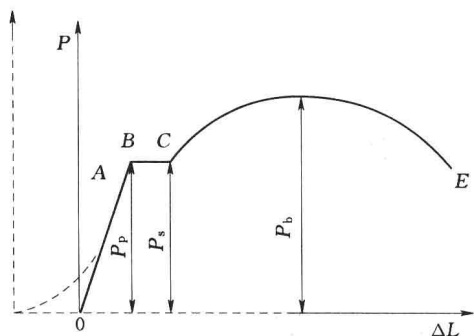


图 1-3 低碳钢拉伸图

中虚线所示,这是因为试件开始变形之前机器的机件之间和试件与夹具之间留有空隙,所以当试验刚刚开始时,在拉伸图上首先产生虚线所示的线段,继而逐步夹紧,最后只留下试件的变形。为了消除在拉伸图起点处发生的曲线段。需将图形的直线段延长至横坐标所得相交点 0,即为拉伸图之原点。随着载荷的增加,图形沿倾斜的直线上升,到达 A 点及 B 点。过 B 点后,低碳钢进入屈服阶段(锯齿形的 BC 段),B 点为上屈服点,即屈服阶段中力首次下降前的最大载荷,用 P_{s0} 来表示。对有明显屈服现象的金属材料,一般只需测试下屈服点,即应测定屈服阶段中不计初始瞬时效应时的最小载荷,用 P_{sl} 来表示。对试件连续加载直至拉断,测出最大载荷 P_b 。关闭机器,取下拉断的试件,将断裂的试件紧对到一起,用游标卡尺测量出断裂后试件标距间的长度 l ,按下式可计算出低碳钢的延伸率 δ

$$\delta = \frac{l - l_0}{l_0} \times 100\% \quad (1-1)$$

将断裂的试件的断口紧对在一起,用游标卡尺量出断口(细颈)处的直径 d ,计算出面积 A ;按式(1-2)可计算出低碳钢的截面收缩率 ψ

$$\psi = \frac{A_0 - A}{A_0} \times 100\% \quad (1-2)$$

2. 铸铁的拉伸实验

用游标卡尺在试件标距范围内测量中间和两端三处直径 d 取最小平均值计算试件截面面积,根据铸铁的强度极限 σ_b ,估计拉伸试件的最大载荷。开动机器,缓慢均匀加载直到断裂为止。记录最大载荷 F_b ,观察电脑上的曲线,如图 1-4 所示。将最大载荷值 F_b 除以试件的原始截面积 A ,就得到铸铁的强度极限 σ_b , $\sigma_b = F_b / A$ 。因为铸铁为脆性材料在变形很小的情况下就会断裂,所以铸铁的延伸率和截面收缩率很小,很难测出。

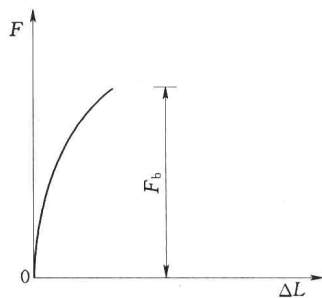


图 1-4 铸铁拉伸图

五、实验步骤

测定一种材料的力学性能,一般应用一组试件(3~6根)来进行,而且应该尽可能每一根试件都测出所要求的性能,基本实验步骤如下:

- (1) 测量试件尺寸,标距 l_0 和直径 d_0 。
- (2) 启动试验机的动力电源及计算机的电源,检查试验机是否在实验状态下就位。
- (3) 调出试验机的操作软件,按提示逐步进行操作,设置好参数。
- (4) 安装试件。
- (5) 估算试件破坏时的最大载荷,在电脑上选择适当的量程;调零,回到试验初始状态。
- (6) 选择合适的加载速度,启动实验开关进行加载。试验进行中,要注意观察试件变

形，要密切注意其现象与特征，实验完成，保存记录数据，并画下草图。

(7) 卸载。取下试件，关闭实验机的动力系统及计算机系统。

六、实验结果处理

(1) 根据试验记录，算出材料的力学性能的有关数据，将试验数
以表格形式给出。

(2) 将不同材料在不同受力状态下的力学性能特点及破坏情况进行分析比较，绘制低碳钢、铸铁试件的拉伸图。

(3) 绘制低碳钢、铸铁试件的断口示意图，并分析破坏原因。

1. 低碳钢拉伸的力学性能（见表 1-1）

表 1-1 低碳钢拉伸的力学性能

试 样 尺 寸	实 验 数 据
实验前： 标 距 $l_0 =$ mm 直 径 $d_0 =$ mm 横截面积 $A_0 =$ mm ²	屈服载荷 $F_s =$ kN 最大载荷 $F_b =$ kN 屈服应力 $\sigma_s = F_s / A =$ MPa
实验后： 标 距 $l =$ mm 最 小 直 径 $d =$ mm 横截面积 $A =$ mm ²	抗拉强度 $\sigma = F_b / A =$ MPa 伸 长 率 $\delta = (l - l_0) / l_0 \times 100\% =$ 断面收缩率 $\varphi = (A_0 - A) / A_0 \times 100\% =$
试 样 草 图	拉 伸 曲 线 示 意 图
实验前：	
实验后：	

2. 铸铁拉伸的力学性能（见表 1-2）

表 1-2 铸铁拉伸的力学性能

试 样 尺 寸	实 验 数 据
实验前： 直 径： $d =$ mm 横截面积： $A =$ mm ²	最大载荷 $F_b =$ kN 抗拉强度 $\sigma_b = F_b / A =$ MPa
试 样 草 图	拉 伸 曲 线 示 意 图
实验前：	
实验后：	

七、预习报告与分析讨论内容

(1) 根据所学专业要求不同选择不同的试件材料与破坏形式做比较实验。

- (2) 预先对不同材料的机械性能、特点及不同破坏形式下的力学性能有所了解。
- (3) 了解所需仪器设备的原理、使用方法及注意事项。
- (4) 预先了解不同受力情况下各阶段将出现的特性。
- (5) 对试件断口形状进行描述，并分析破坏原因。

实验二 低碳钢和铸铁的压缩实验

一、实验目的

- (1) 观察低碳钢，铸铁压缩时的变形和破坏现象。并进行比较。
- (2) 测定压缩时低碳钢的屈服极限 σ_s 和铸铁的强度极限 σ_b 。
- (3) 掌握电子万能试验机的原理及操作方法。

二、实验设备

- (1) WD—P6105 微机控制电子万能材料试验机，见图 1-1。
- (2) 游标卡尺。

三、试件

低碳钢和铸铁等金属材料的压缩试件一般制成圆柱形，如

图 2-1 所示，并规定 $1 \leq \frac{h_0}{d_0} \leq 3$ 。

四、实验原理

图 2-2 为低碳钢试件的压缩图，在弹性阶段和屈服阶段，它与拉伸时的形状基本是一致的，而且 F_s 也基本相同。由于低碳钢的塑性好，试件越压越粗，不会破坏，横向膨胀在试件两端受到试件与承垫之间巨大摩擦力的约束，试件被压成鼓形，进一步压缩，会压成圆饼状，低碳钢试件压不坏，所以没有强度极限。

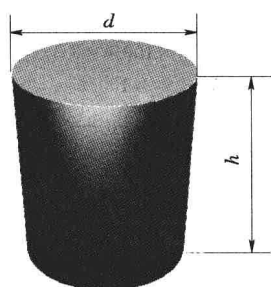


图 2-1 用于压缩实验时的试件

低碳钢的屈服极限

$$\sigma_s = F_s / A_0$$

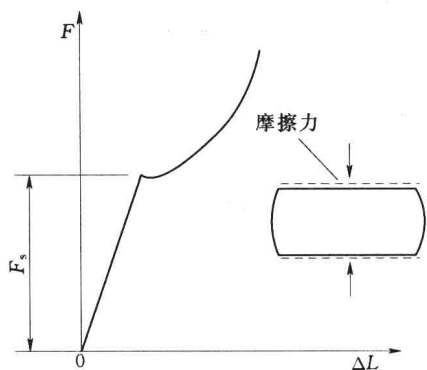


图 2-2 低碳钢试件压缩图

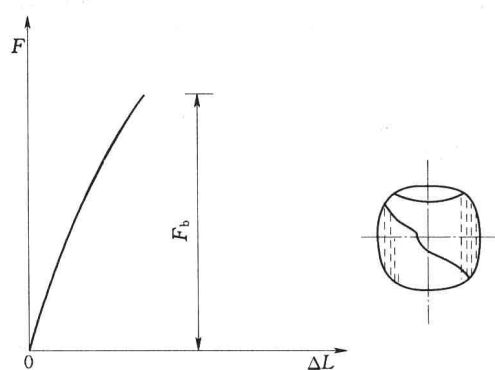


图 2-3 铸铁试件压缩图

图 2-3 为铸铁试件压缩图， $F-\Delta L$ 比同材料的拉伸图要高 4~5 倍，当达到最大载荷 F_b 时铸铁试件会突然破裂，断裂面法线与试件轴线大致成 $45^\circ \sim 55^\circ$ 的倾角。

铸铁的强度极限为

$$\sigma_b = F_b / A_0$$

五、实验步骤

- (1) 检查试验机的各种限位是否在实验状态下就位。
- (2) 启动试验机的动力电源及计算机的电源。
- (3) 调出试验机的操作软件，按提示逐步进行操作，设置好参数。
- (4) 安装试件。将试件两端面涂油，置于试验机下压头上，注意放在下压头中心，以保障力线与试件轴线重合。调零，回到试验初始状态。
- (5) 根据实验设定，启动实验开关进行加载，注意观察试验中的试件及计算机上的曲线变化。直至规定载荷或破坏，实验完成，保存记录数据。
- (6) 卸载。取下试件，观察试件受压变形或破坏情况，并画下草图。
- (7) 关闭试验机的动力系统及计算机系统。

六、实验记录及结果的整理

(1) 低碳钢压缩时的强度指标为

屈服极限
$$\sigma_s = \frac{P_s}{A_0} \tag{2-1}$$

(2) 铸铁压缩时的强度指标为

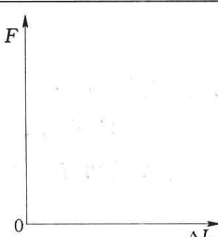
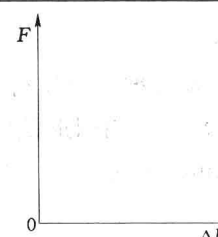
强度极限
$$\sigma_b = \frac{P_b}{A_0} \tag{2-2}$$

(3) 记录与计算表格形式见表 2-1 和表 2-2。

表 2-1 试件几何尺寸及测定屈服和极限载荷的实验记录表

材料	试件几何尺寸							屈服载荷 F_s (kN)	极限载荷 F_b (kN)
	直径 d_0 (mm)						高度 h_0 (mm)	面积 A_0 (mm ²)	
低碳钢	方向 1		方向 2		平均				
铸铁	方向 1		方向 2		平均				

表 2-2 低碳钢和铸铁压缩的力学性能

材 料	低 碳 钢		灰 铸 铁	
试样草图	实验前	实验后	实验前	实验后
实验数据	屈服极限 $\sigma_s = \frac{F_s}{A_0} =$ MPa		强度极限 $\sigma_b = \frac{F_b}{A_0} =$ MPa	
压缩曲线示意图				

七、讨论题

- (1) 由低碳钢和铸铁的拉伸和压缩实验结果, 比较塑性材料和脆性材料的力学性质以及它们的破坏形成。
- (2) 试比较铸铁在拉伸和压缩时的不同点。
- (3) 为什么铸铁试件在压缩时沿着与轴线大致成 45° 的斜线截面破坏?
- (4) 低碳钢试件压缩后为什么成鼓状?

实验三 低碳钢和铸铁的扭转试验

一、实验目的

- (1) 测定铸铁的扭转强度极限 τ_b 。
- (2) 测定低碳钢材料的扭转屈服极限 τ_s 及扭转强度极限 τ_b 。
- (3) 观察比较两种材料在扭转变形过程中的各种现象及其破坏形式, 并对试件断口进行分析。

二、实验设备和仪器

1. 实验设备

- (1) 电子扭转试验机 TNW—500 (见图 3-1)。
- (2) 游标卡尺。

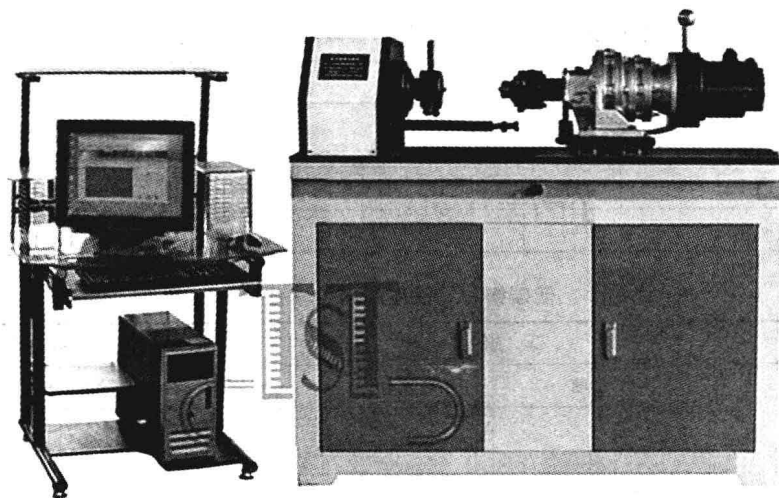


图 3-1 电子扭转试验机 TNW—500

2. 试样

根据国家标准《金属材料 室温扭转试验方法》(GB 10128—2007) 规定, 扭转试件 (见图 3-2) 可采用圆形截面, 也可采用薄壁管, 并且推荐, 对于圆形截面试件, 采用直径 $d_0=10\text{mm}$, 标距 $L_0=50\text{mm}$ 或 100mm , 平行段长度 $L=L_0+2d_0$ 。本试验采用圆形截面试件。

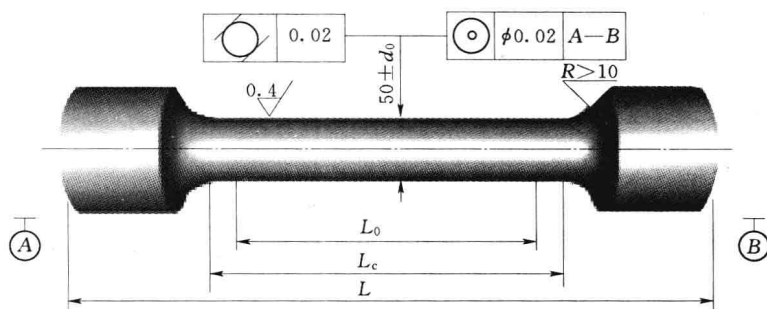


图 3-2 用于扭转实验时的试件

三、实验原理

低碳钢材料扭转时载荷—变形曲线如图 3-3 所示。

低碳钢试件在受扭的最初阶段，扭矩 T 与扭转角 φ 成正比关系（见图 3-3），横截面上剪应力 τ 沿半径线性分布，如图 3-4 (a) 所示。随着扭矩 T 的增大，横截面边缘处的剪应力首先达到剪切屈服极限 τ_s 且塑性区逐渐向圆心扩展，形成环形塑性区，但中心部分仍是弹性的，见图 3-4 (b)。试件继续变形，屈服从试件表层向心部扩展直到整个截面几乎都是塑性区，如图 3-4 (c) 所示。此时，在 $T-\varphi$ 曲线上出现屈服平台（见图 3-3），试验机的扭矩读数基本不动，此时对应的扭矩即为屈服扭矩 T_s 。随后，

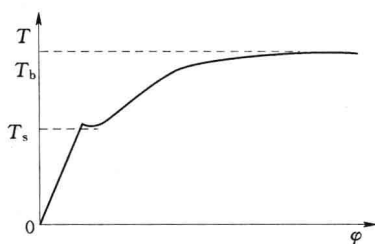


图 3-3 低碳钢材料的扭转图

材料进入强化阶段，变形增加，扭矩随之增加，直到试件破坏为止。因扭转无颈缩现象。所以，扭转曲线一直上升直到破坏，试件破坏时的扭矩即为最大扭矩 T_b 。由 $T_s =$

$$\int_A \rho \tau_s dA = \tau_s \int_0^{d/2} \rho (2\pi \rho d\rho) = \frac{4}{3} \tau_s W_t \text{ 可得低碳钢材料的扭转屈服极限 } \tau_s = \frac{3T_s}{4W_t}; \text{ 同理，可}$$

得低碳钢材料扭转时强度极限 $\tau_b = \frac{3T_b}{4W_t}$ ，其中 $W_t = \frac{\pi}{16} d^3$ 为抗扭截面模量。

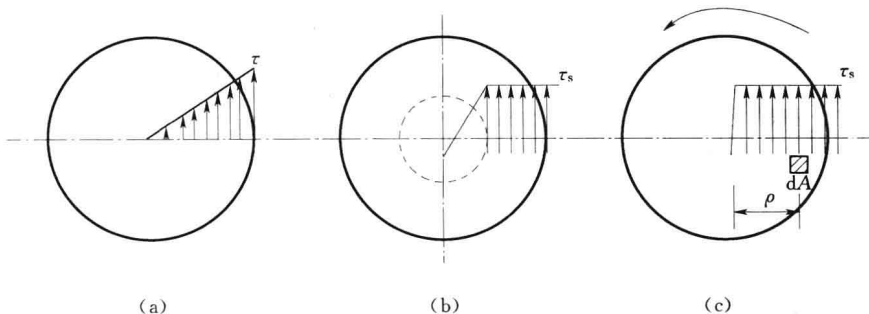


图 3-4 低碳钢圆轴试件扭转时的应力分布示意图

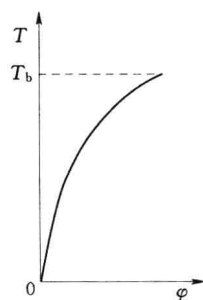


图 3-5 铸铁材料的扭转图

铸铁试件受扭时，在很小的变形下就会发生破坏，其扭转图如图 3-5 所示。

从扭转开始直到破坏为止, 扭矩 T 与扭转角近似成正比关系, 且变形很小, 横截面上剪应力沿半径为线性分布。试件破坏时的扭矩即为最大扭矩 T_b , 铸铁材料的扭转强度

极限为 $\tau_m = \frac{T_b}{W_t}$ 。

四、试验步骤

- (1) 测量直径 d_0 , 在低碳钢试件上划一轴向线和两条圆周线, 用以观察扭转变形。
- (2) 检查设备线路连接是否接好, 并打开设备电源以及配套软件操作界面。
- (3) 选择合适的量程, 应使最大扭矩处于量程的 50%~80% 范围。设定修正系数。
- (4) 装夹试件, 使其在夹头的中心位置。
- (5) 记录低碳钢试件的屈服扭矩 T_s 和最大扭矩 T_b 。
- (6) 记录铁铸试件的最大扭矩 T_b 。
- (7) 实验结束后, 打印实验结果, 关闭软件, 关闭电源。

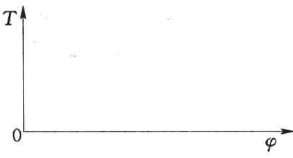
五、实验结果整理

- (1) 将试验数据以表格形式给出, 见表 3-1 和表 3-2。
- (2) 计算低碳钢的屈服极限 τ_s 及扭转强度极限 τ_b 。

表 3-1 试 件 尺 寸

试件	直径 d (mm)									最小平均直径 d_0 (mm)	抗扭截面系数 $W_t = \frac{\pi d_0^3}{16}$ (mm ³)
	截面 1			截面 2			截面 3				
	方向 (1)	方向 (2)	平均	方向 (1)	方向 (2)	平均	方向 (1)	方向 (2)	平均		
低碳钢											
铸铁											

表 3-2 实验记录及数据计算

试 件	低 碳 钢	铸 铁
实验数据	屈服扭矩 $T_s =$ N · m 最大扭矩 $T_b =$ N · m	最大扭矩 $T_b =$ N · m
	扭转屈服应力: $\tau_s = \frac{3T_s}{4W_t} =$ MPa 扭转极限应力: $\tau_b = \frac{3T_b}{4W_t} =$ MPa	剪切强度极限 $\tau_b = \frac{T_b}{W_t} =$ MPa
扭转图		

六、思考题

- (1) 根据低碳钢和铸铁的拉伸、压缩和扭转三种试验结果, 分析总结两种材料的机械

性质。

(2) 低碳钢拉伸屈服极限和剪切屈服极限有何关系?

实验四 纯弯曲梁的正应力分布实验

一、实验目的

(1) 掌握电测法的基本原理和熟悉静态电阻应变仪的使用方法。

(2) 测定矩形截面梁承受纯弯曲时的正应力分布, 并与理论计算结果进行比较; 以验证弯曲正应力公式。

二、实验设备和仪器

(1) FCL—I 型材料力学多功能实验装置, 见图 4-1。

(2) HD-16A 静态电阻应变仪, 见图 4-2。

(3) 钢尺。

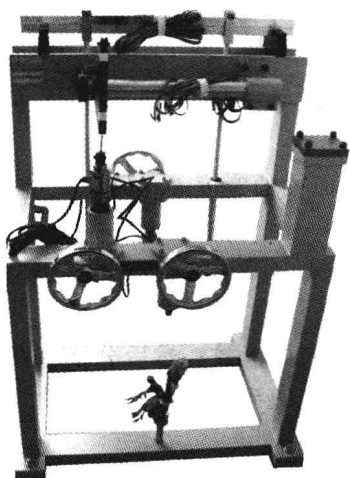


图 4-1 FCL—I 型材料力学多功能实验装置

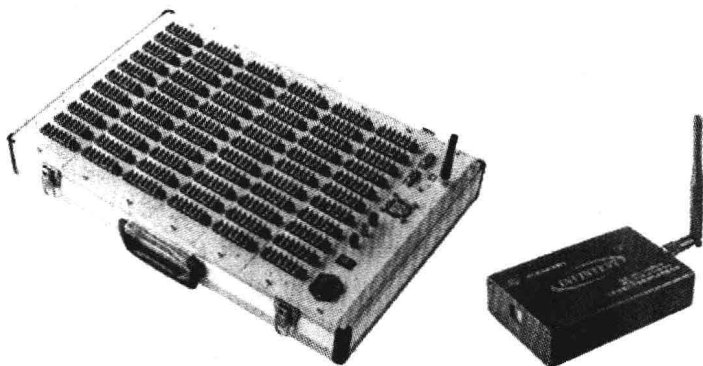


图 4-2 HD-16A 静态电阻应变仪

三、实验原理及方法

在纯弯曲条件下, 根据平面假设和纵向纤维间无挤压的假设, 可得到梁横截面上任一点的正应力, 理论应力值计算公式为

$$\sigma_{\text{理}} = \frac{My}{I_z} \quad (4-1)$$

式中 M ——弯矩;

I_z ——横截面对中性轴的惯性矩;

y ——所求应力点至中性轴的距离。

如图 4-3 所示, 为了测量梁在纯弯曲时横截面上正应力的分布规律, 在梁的纯弯曲段沿梁侧面不同高度 y_i (-20mm 、 -10mm 、 0 、 10mm 和 20mm), 平行于轴线贴应变片。实验采用 1/4 桥测量方法。加载采用增量法, 即每增加等量的载荷 $\Delta P(500\text{N})$, 测出