



普通高等教育“十二五”规划教材

PUTONG GAODENG JIAOYU "12·5" GUIHUA JIAOCAI

机电类专业课程 实验指导书

金秀慧 孙如军 主编



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press



普通高等教育“十二五”规划教材

机电类专业课程 实验指导书

主 编	金秀慧	孙如军
副主编	卫江红	王 会
	王 慧	胡晓花

北 京

冶金工业出版社

内 容 提 要

本书内容涵盖了机械专业全部课程的实验内容。针对专业的特点,本书在验证性实验的基础上,增加了设计研究、综合创新性试验,体现了“重实践,强能力”的培养特色,为学生综合运用所学专业知 识搭建了一个平台。同时,本书也编入了一定比例的仿真实验项目,旨在运用现代网络技术与传统实验室实验相结合的教学手段,提高实验教学的水平。

本书可以作为高等院校机械设计制造及其自动化专业的实验教学用书,也可供相关专业的师生和技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机电类专业课程实验指导书/金秀慧,孙如军主编. —北京:冶金工业出版社,2014.9

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5024-6693-0

I. ①机… II. ①金… ②孙… III. ①机电工程—实验—高等学校—教材 ②热能—实验—高等学校—教材
IV. ①TH-33 ②TK11-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 201111 号

出 版 人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷 39 号 邮编 100009 电话 (010)64027926

网 址 www.cnmp.com.cn 电子信箱 yjcs@cnmp.com.cn

责任编辑 贾怡雯 张 卫 美术编辑 吕欣童 版式设计 孙跃红

责任校对 石 静 责任印制 李玉山

ISBN 978-7-5024-6693-0

冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销;三河市双峰印刷装订有限公司印刷
2014 年 9 月第 1 版,2014 年 9 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 16.5 印张; 399 千字; 252 页

38.00 元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 tougao@cnmp.com.cn

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

冶金书店 地址 北京市东四西大街46号(100010) 电话 (010)65289081(兼传真)

冶金工业出版社天猫旗舰店 yjgy.tmall.com

(本书如有印装质量问题,本社营销中心负责退换)

冶金工业出版社部分图书推荐

书 名	作 者	定价(元)
自动检测和过程控制 (第4版) (本科教材)	刘玉长	50.00
新能源导论 (本科教材)	王明华	46.00
金属材料工程认识实习指导书 (本科教材)	张景进	15.00
环保机械设备设计 (本科教材)	江 晶	45.00
机械优化设计方法 (第4版) (本科教材)	陈立周	42.00
金属压力加工原理及工艺实验教程 (本科教材)	魏立群	28.00
起重与运输机械 (高等学校教材)	纪 宏	35.00
电气控制及 PLC 原理与应用 (本科教材)	吴红霞	32.00
电子技术实验 (本科教材)	郝国法	30.00
电子技术实验实习教程 (本科教材)	杨立功	29.00
单片机应用技术实例 (本科教材)	邓 红	29.00
可编程控制技术与应用 (本科教材)	刘志刚	35.00
数控机床操作与维修基础 (本科教材)	宋晓梅	29.00
热工实验原理和技术 (本科教材)	邢桂菊	25.00
工程流体力学 (第4版) (本科教材)	谢振华	36.00
热能与动力工程基础 (本科教材)	王承阳	29.00
热能转换与利用 (第2版)	汤学忠	32.00
现代机械设计方法 (第2版) (本科教材)	臧 勇	36.00
机械安装与维护 (职业技术学院教材)	张树海	22.00
机械制造工艺与实施 (高职高专规划教材)	胡运林	39.00
冶金过程检测与控制 (第2版) (职业技术学院教材)	郭爱民	30.00
Red Hat Enterprise Linux 服务器配置与管理 (高职高专规划教材)	张恒杰	39.00
塑性变形与轧制原理 (高职高专规划教材)	袁志学	27.00
轧钢设备维护与检修 (行业规划教材)	袁建路	28.00
轧钢工理论培训教程 (行业规划教材)	任蜀焱	49.00
轧钢机械设备维护 (高职高专规划教材)	袁建路	45.00
起重运输设备选用与维护 (高职高专规划教材)	张树海	38.00
型钢轧制 (高职高专规划教材)	陈 涛	25.00
炼钢设备维护 (高职高专规划教材)	时彦林	35.00
冶金企业安全生产与环境保护 (高职高专规划教材)	贾继华	29.00
冶金通用机械与冶炼设备 (第2版) (高职高专规划教材)	王庆春	56.00
金属材料及热处理 (高职高专规划教材)	于 晗	26.00
有色金属塑性加工 (高职高专规划教材)	白星良	46.00
冶金机械保养维修实务 (高职高专规划教材)	张树海	39.00
有色金属轧制 (高职高专规划教材)	白星良	29.00
有色金属挤压与拉拔 (高职高专规划教材)	白星良	32.00

前 言

目前,机电专业在教学中使用的实验指导材料多是单门课程的讲义。为了规范各门课程的实验讲义,并且方便学生使用,编写一本涵盖专业全部课程实验的指导书是非常必要的。

本书涵盖了机械设计制造及其自动化专业所有课程的实验,参照国内有关实验教学和研究成果,按照“基础层次—提高层次—综合性设计性实验”三个层次进行编写。首先各门课程都按照大纲要求,设置了适量的基础实验;其次针对大学生科技竞赛的需要,在原有验证性实验的基础上,增加了相应的创新性实验和综合性实验,以求全面提高学生的动手能力;此外还编入了一定比例的仿真实验项目,旨在运用现代网络技术与传统实验室实验相结合的教学手段,提高实验教学的水平。

本书由德州学院机电工程学院金秀慧教授和孙如军教授担任主编;由德州学院机电工程学院卫江红、王会、王慧、胡晓花老师担任副主编;参编的有德州学院机电工程学院教师赵岩、侯晓霞、王万新、王志坤、冯瑞宁、牟世刚等。

编写本书时,作者参考了机械设计制造及其自动化专业的理论著作与实验课程著作,在此向有关作者一并表示衷心的感谢。

由于编者水平所限,书中难免存在缺点和错误,恳请广大读者给予批评指正。

编 者

2014年6月

目 录

1 材料力学	1
1.1 低碳钢的拉伸实验	1
1.2 测定材料弹性模量 E	3
1.3 低碳钢和铸铁的扭转实验	4
1.4 矩形截面梁纯弯曲正应力的电测实验	6
1.5 测定材料切变模量 G	9
2 电工技术	12
2.1 基尔霍夫定律与电位的研究	12
2.2 等效电源定理与叠加定理	14
2.3 三相交流电路及其功率的测量	15
2.4 一阶 RC 电路的暂态响应及应用	18
2.5 单相变压器	20
2.6 三相异步电动机的启动与调速	22
2.7 三相异步电动机的继电器控制	25
3 电子技术	27
3.1 共射极放大电路	27
3.2 集成运放的基本应用——信号运算电路	29
3.3 编码、译码显示电路	30
3.4 触发器	31
3.5 集成触发器的应用	32
3.6 定时器的应用	34
3.7 抢答逻辑电路的设计	35
3.8 数字电子钟的电路设计	35
4 机械原理	37
4.1 典型机构的认知实验	37
4.2 机构运动简图的测绘和分析	39
4.3 平面连杆机构设计分析及运动分析实验	41
4.4 刚性转子动平衡实验	42
4.5 齿轮齿廓范成加工原理	44

4.6	渐开线直齿圆柱齿轮参数的测定	46
4.7	平面机构创意设计实验	48
5	机械设计	50
5.1	机械设计结构展示与分析	50
5.2	螺栓连接综合实验	51
5.3	带传动的滑动率与效率测定实验	55
5.4	轴系结构组合设计实验	56
5.5	减速器拆装实验	58
5.6	机械传动性能综合测试实验	60
6	机械工程材料	62
6.1	金相试样的制备	62
6.2	金相显微镜的使用及组织观察	63
6.3	淬火热处理对钢组织的影响	65
6.4	淬火热处理对钢强度的影响	66
6.5	布氏硬度计的使用及硬度测试	67
7	互换性与测量技术	70
7.1	外径千分尺测量轴径	70
7.2	内径百分表测量孔径	71
7.3	形位误差测量	73
7.4	螺纹参数测量	74
7.5	齿厚测量	75
7.6	齿轮公法线平均长度偏差及公法线长度变动测量	76
8	机械控制工程基础	79
8.1	控制系统典型环节的模拟实验	79
8.2	线性定常系统的瞬态响应和稳定性分析	84
8.3	控制系统的频率特性	88
8.4	频率特性法辅助设计	91
9	机械制造技术基础	94
9.1	刀具几何角度的测量	94
9.2	典型夹具定位误差分析及夹具结构分析	95
9.3	切削变形的测定	97
9.4	切削力的测定	99
9.5	切削温度的测量	102
9.6	加工精度统计分析	104

9.7 工艺系统静刚度的测定	109
9.8 切削振动及消振	112
9.9 机床夹具拆装与调整实验	115
9.10 加工中心认识实验	115
10 机械工程测试技术基础	117
10.1 应变片单臂电桥性能实验	117
10.2 应变片半桥性能实验	122
10.3 应变片全桥性能实验	124
10.4 应变片单臂、半桥、全桥性能比较	125
10.5 应变片直流全桥的应用——电子秤实验	126
10.6 应变片交流全桥的应用（应变仪）——振动测量实验	127
10.7 压阻式压力传感器测量压力特性实验	130
10.8 差动变压器的性能实验	132
10.9 差动变压器测位移实验	136
10.10 电容式传感器的位移实验	139
10.11 线性霍尔传感器位移特性实验	142
10.12 线性霍尔传感器交流激励时的位移性能实验	144
10.13 开关式霍尔传感器测转速实验	146
10.14 磁电式传感器测转速实验	148
10.15 压电式传感器测振动实验	149
10.16 电涡流传感器位移实验	153
10.17 光电传感器测转速实验	157
10.18 Pt100 铂电阻测温特性实验	158
11 单片机原理及应用	163
11.1 清零程序	163
11.2 拆字程序	164
11.3 分支程序	165
11.4 P3.3 口、P1 口简单使用	166
11.5 并行 I/O 口 8255 的扩展	168
11.6 双机通信实验	171
11.7 A/D 转换实验	174
11.8 D/A 转换实验	177
11.9 串并转换实验	179
11.10 工业顺序控制实验	181
11.11 简单 I/O 口输入、输出扩展内容	183
11.12 步进电机控制	185

12 PLC 原理及应用	193
12.1 与或非逻辑功能实验	193
12.2 定时器/计数器功能实验	196
12.3 十字路口交通灯控制	198
12.4 机械手动作的模拟	199
12.5 液体混合装置控制	201
12.6 跳转实验	202
12.7 数据控制功能实验	203
12.8 LED 数码显示控制	203
12.9 三相鼠笼式异步电动机星/三角换接启动控制	204
12.10 装配流水线控制	206
12.11 天塔之光模拟控制	207
12.12 水塔水位控制模拟	208
12.13 四层电梯控制系统的模拟	209
12.14 四节传送带的模拟	210
12.15 五相步进电动机控制的模拟实验	212
13 液压与气压传动	213
13.1 液压泵和液压马达拆装实验	213
13.2 液压泵性能实验	216
13.3 溢流阀性能实验	218
13.4 差动回路	223
13.5 速度换接回路	224
13.6 多缸顺序动作回路	225
13.7 气动元件认识和气动回路实验	227
13.8 液压动力滑台综合实验设计	228
14 机床数控技术	230
14.1 数控铣床基本编程	230
14.2 铣削圆弧插补试验	231
14.3 数控铣削加工中刀具的补偿试验	232
14.4 数控车床的 NC 加工编程与基本操作	233
14.5 工件的圆弧加工编程	234
14.6 数控车削加工子程序的应用	235
15 金属切削机床	237
15.1 CA6140 车床结构剖析实验	237
15.2 数控机床结构认识实验	238

15.3 CA6140 卧式车床螺纹加工实验	240
15.4 数控机床加工实验	242
附 录	243
参考文献	252

1 材料力学

1.1 低碳钢的拉伸实验

1.1.1 实验名称

低碳钢的拉伸实验

1.1.2 实验目的

- (1) 测定低碳钢的屈服极限 σ_s 、强度极限 σ_b 、伸长率 δ 和断面收缩率 ψ 。
- (2) 观察低碳钢拉伸过程中的弹性变形、屈服、强化和缩颈等物理现象。
- (3) 熟悉材料试验机和游标卡尺的使用。

1.1.3 实验设备

手动数显材料试验机、MaxTC220 试验机测试仪、游标卡尺。

1.1.4 试样制备

低碳钢试样如图 1.1.1 所示，直径 $d=10\text{mm}$ ，测量并记录试样的原始标距 L_0 。

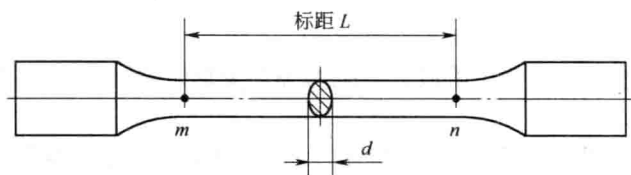


图 1.1.1 低碳钢试样

1.1.5 实验原理

- (1) 材料达到屈服时，应力基本不变而应变增加，材料暂时失去了抵抗变形的能力，此时的应力即为屈服极限 σ_s 。
- (2) 材料在拉断前所能承受的最大应力，即为强度极限 σ_b 。
- (3) 试样的原始标距为 L_0 ，拉断后将两段试样紧密对接在一起。量出拉断后的长度 L_1 ，伸长率为拉断后标距的伸长量与原始标距的百分比，即

$$\delta = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100\%$$

(4) 拉断后, 断面处横截面积的缩减量与原始横截面积的百分比为断面收缩率, 即

$$\psi = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100\%$$

式中 A_0 ——试样原始横截面积;

A_1 ——试样拉断后断口处最小横截面积。

1.1.6 实验步骤

(1) 调零: 打开示力仪开关, 待示力仪自检停后, 按清零按钮, 使显示屏上的按钮显示为零。

(2) 加载: 用手握住手柄, 顺时针转动施力使动轴通过传动装置带动千斤顶的丝杠上升, 使试样受力, 直至断裂。

(3) 示力: 在试样受力的同时, 装在螺旋千斤顶和顶梁之间的压力传感器受压产生压力信号, 通过回蕊电缆传给电子示力仪, 电子示力仪的显示屏上即用数字显示出力值。

(4) 关机: 实验完毕, 卸下试样, 操作定载升降装置使移动挂梁降到最低时关闭示力仪开关, 断开电源。

1.1.7 数据处理

(1) 将相关数据记录在表 1.1.1 中。

表 1.1.1 低碳钢拉伸实验数据记录

参 数	原始直径 d_0	断口直径 d_1	原始标距 L_0	拉断后标距 L_1
长度/mm				

(2) 根据 1.1.5 节给出的公式计算伸长率 δ 和断面收缩率 ψ

(3) 在应力应变图中标出屈服极限 σ_s 和强度极限 σ_b

1.1.8 应力应变图分析

低碳钢的拉伸过程分为四个阶段, 分别为弹性变形阶段、屈服阶段、强化阶段和缩颈阶段。

(1) 弹性变形阶段。在拉伸的初始阶段, 应力和应变的关系为直线, 此阶段符合胡克定律, 即应力和应变成正比。

(2) 屈服阶段。超过弹性极限后, 应力增加到某一数值时, 应力应变曲线上出现接近水平线的小锯齿形线段, 此时, 应力基本保持不变, 而应变显著增加, 材料失去了抵抗变形的能力, 锯齿线段对应的应力为屈服极限。

(3) 强化阶段。经屈服阶段后, 材料又恢复了抵抗变形的能力, 要使它继续变形, 必须增加拉力, 强化阶段中最高点对应的应力为材料所能承受的最大应力, 即强度极限。

(4) 缩颈阶段。当应力增大到最大值之后, 试样某一局部出现显著收缩, 产生缩颈, 此后使试样继续伸长所需要的拉力减小, 最终试样在缩颈处断裂。

1.1.9 实验作业

(1) 说明测定屈服极限 σ_s 、强度极限 σ_b 、伸长率 δ 和断面收缩率 ψ 的实验原理及拉

伸实验的实验步骤。

- (2) 根据实验过程中记录的数据, 计算材料的伸长率 δ 和断面收缩率 ψ 。
- (3) 在应力应变图中标出屈服极限 σ_s 和强度极限 σ_b 。
- (4) 对应力应变图进行分析。

1.2 测定材料弹性模量 E

1.2.1 实验名称

测定材料的弹性模量

1.2.2 实验目的

- (1) 掌握测定 Q235 钢弹性模量 E 的实验方法。
- (2) 熟悉 CEG-4K 型测 E 试验台及其配套设备的使用方法。

1.2.3 实验设备及仪器

CEG-4K 型测 E 试验台、球铰式引伸仪。

1.2.4 主要技术指标

- (1) 试样: Q235 钢, 如图 1.1.1 所示, 直径 $d=10\text{mm}$, 标距 $L=100\text{mm}$ 。
- (2) 载荷增重 $\Delta F=1000\text{N}$ (砝码四级加载, 每个砝码重 25N , 初载砝码一个, 重 16N , 采用 $1:40$ 杠杆比放大)。

1.2.5 实验原理

实验时, 从 F_0 到 F_4 逐级加载, 载荷的每级增量为 1000N 。每次加载时, 记录相应的长度变化量, 即为 ΔF 引起的变形量。在逐级加载中, 如果变形量 ΔL 基本相等, 则表明 ΔF 与 ΔL 为线性关系, 符合胡克定律。完成一次加载过程, 将得到 ΔL 的一组数据, 实验结束后, 求 ΔL_1 到 ΔL_4 的平均值 $\Delta L_{\text{平}}$, 代入胡克定律计算弹性模量。即

$$\Delta L_{\text{平}} \times 0.001 = \frac{\Delta FL}{EA}$$

备注: 引伸仪每格代表 0.001mm 。

1.2.6 实验步骤及注意事项

- (1) 调节吊杆螺母, 使杠杆尾部上翘一些, 使之与满载时关于水平位置大致对称。
- (2) 把引伸仪装夹到试样上, 必须使引伸仪不打滑。

注意: 对于容易打滑的引伸仪, 要在试样被夹处用粗纱布沿圆周方向打磨一下。引伸仪为精密仪器, 装夹时要特别小心, 以免使其受损。采用球铰式引伸仪时, 引伸仪的架体平面与试验台的架体平面需成 45° 左右的角度。

- (3) 挂上砝码托。

(4) 加上初载砝码, 记下引伸仪的初读数。

(5) 分四次加等重砝码, 每加一次记录一次引伸仪的读数。

注意: 加砝码时要缓慢放手, 以使之成为静载, 防止砝码失落而砸伤人、物。

(6) 实验完毕, 先卸下砝码, 再卸下引伸仪。

1.2.7 数据记录及计算

(1) 将原始数据记录在表 1.2.1 中。

表 1.2.1 测定材料弹性模量 E 实验数据记录 (mm)

分级加载	初载 L_0	一次加载 L_1	二次加载 L_2	三次加载 L_3	四次加载 L_4
引伸仪读数					

(2) 计算。

1) 计算各级形变量, 将结果记录在表 1.2.2 中。

表 1.2.2 各级形变量计算结果 (mm)

分级加载	一次加载 ΔL_1	二次加载 ΔL_2	三次加载 ΔL_3	四次加载 ΔL_4	平均值 $\Delta L_{\text{平}}$
形变量					

2) 计算材料面积 A 。

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

3) 计算弹性模量 E (弹性模量单位为 MPa)。

$$\Delta L_{\text{平}} \times 0.001 = \frac{\Delta FL}{EA}$$

1.2.8 实验作业

(1) 说明测定弹性模量 E 的实验原理、步骤及注意事项。

(2) 根据实验过程中记录的原始数据, 计算材料的弹性模量 E 。

1.3 低碳钢和铸铁的扭转实验

1.3.1 实验名称

低碳钢和铸铁的扭转实验

1.3.2 实验目的

(1) 测定低碳钢的剪切屈服极限 τ_s 及剪切强度极限 τ_b 。

(2) 测定铸铁的剪切强度极限 τ_b 。

(3) 观察比较两种材料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。

1.3.3 实验设备及仪器

扭转试验机、游标卡尺。

1.3.4 试样制备

低碳钢和铸铁试样如图 1.1.1 所示, 直径 $d = 10\text{mm}$, 分别测量并记录试样的原始标距 L_0 。

1.3.5 实验原理

扭转实验是将材料制成一定形状和尺寸的标准试样, 置于扭转试验机上进行的, 利用扭转试验机上面的自动绘图装置可绘出扭转曲线, 并能测出金属材料抵抗扭转时的屈服扭矩 T_s 和最大扭矩 T_b 。通过计算可求出屈服极限 τ_s 及剪切强度极限 τ_b 。

$$\tau_s = \frac{T_s}{W_t} \quad \tau_b = \frac{T_b}{W_t}$$

式中, $W_t = \frac{\pi d^3}{16}$, 单位为 mm^3 ; τ_s 和 τ_b 的单位为 MPa 。

1.3.6 实验步骤

- (1) 测量试件标距。
- (2) 选择试验机的加载范围, 弄清所用测力刻度盘。
- (3) 安装试样, 调整测力指针。
- (4) 实验测试。开机缓慢加载, 注意观察试件、测力指针和记录图, 记录主要数据, 在低碳钢扭转时, 有屈服现象, 记录测力盘指针摆动的最小扭矩为屈服扭矩 T_s , 直至实验结束记录最大扭矩 T_b 。
- (5) 铸铁在扭转时无屈服现象, 直至实验结束记录最大扭矩 T_b 。
- (6) 关机取下试件, 将机器恢复原位。

1.3.7 数据记录及处理

- (1) 将原始数据记录在表 1.3.1 中。

表 1.3.1 低碳钢和铸铁扭转实验数据记录

材 料	直径 d_0/mm	标距 L_0/mm	屈服扭矩 $T_s/\text{N} \cdot \text{m}$	最大扭矩 $T_b/\text{N} \cdot \text{m}$
低碳钢	10			
铸 铁	10		—	

- (2) 根据 1.3.5 节中给出的公式计算抗扭截面系数 W_t , 计算低碳钢的屈服极限 τ_s 和剪切强度极限 $\tau_{b\text{低}}$ 以及铸铁剪切强度极限 $\tau_{b\text{铸}}$ 。

1.3.8 绘制断口示意图并分析破坏原因

低碳钢和铸铁的断口示意图如图 1.3.1 所示。

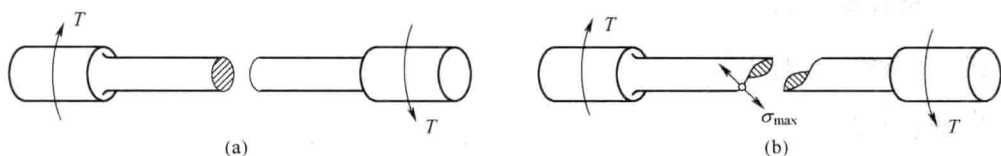


图 1.3.1 断口示意图

(a) 低碳钢断口示意图; (b) 铸铁断口示意图

破坏原因分析:

低碳钢材料的抗剪能力低于抗拉(压)能力,低碳钢扭转时沿最大切应力的作用面发生断裂,为切应力作用而剪断,因此,其破坏断面与轴线垂直,如图 1.3.1(a)所示;铸铁材料的抗拉强度较低,铸铁扭转时沿最大拉应力的作用面发生断裂,由应力状态可知,纯剪切最大拉应力作用的主平面与 x 轴夹角为 45° ,因此,铸铁圆形试件破坏断面与轴线成 45° 螺旋面,如图 1.3.1(b)所示。

1.3.9 实验作业

(1) 说明测定低碳钢剪切屈服极限 τ_s 、剪切强度极限 $\tau_{b低}$ 及铸铁剪切强度极限 $\tau_{b铸}$ 的实验原理及步骤。

(2) 根据实验过程中记录的原始数据,计算低碳钢的剪切屈服极限 τ_s 、剪切强度极限 $\tau_{b低}$ 及铸铁的剪切强度极限 $\tau_{b铁}$ 。

(3) 绘制低碳钢和铸铁的断口示意图,并分析其破坏原因。

1.4 矩形截面梁纯弯曲正应力的电测实验

1.4.1 实验名称

矩形截面梁纯弯曲正应力的电测实验

1.4.2 实验目的

(1) 学习使用电阻应变仪,初步掌握电测方法。

(2) 测定矩形截面梁纯弯曲时的正应力分布规律,并与理论公式计算结果进行比较,验证弯曲正应力计算公式的正确性。

1.4.3 实验设备

WSG-80 型纯弯曲正应力试验台、静态电阻应变仪。

1.4.4 主要技术指标

1.4.4.1 矩形截面梁试样

矩形截面梁试样如图 1.4.1 所示。

材料: 20 号钢, $E=208 \times 10^9 \text{ Pa}$;

跨度: $L=600\text{mm}$, $a=200\text{mm}$, $L_1=200\text{mm}$;

横截面尺寸: 高度 $h=28\text{mm}$, 宽度 $b=10\text{mm}$ 。

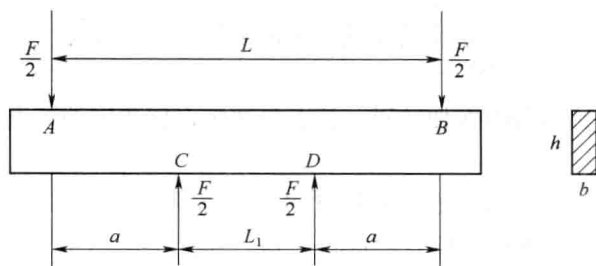


图 1.4.1 试样受力情况

1.4.4.2 载荷增量

载荷增量 $\Delta F=200\text{N}$ (砝码四级加载, 每个砝码重 10N 采用 $1:20$ 杠杆比放大), 砝码托作为初载荷, $F_0=26\text{N}$ 。

1.4.4.3 精度

满足教学实验要求, 误差一般在 5% 左右。

1.4.5 实验原理

如图 1.4.1 所示, CD 段为纯弯曲段, 其弯矩为 $M=\frac{1}{2}Fa$, 则 $M_0=2.6\text{N} \cdot \text{m}$, $\Delta M=20\text{N} \cdot \text{m}$ 。根据弯曲理论, 梁横截面上各点的正应力增量为:

$$\Delta\sigma_{\text{理}} = \frac{\Delta My}{I_z} \quad (1.4.1)$$

式中, y 为点到中性轴的距离; I_z 为横截面对中性轴 z 的惯性矩。对于矩形截面

$$I_z = \frac{bh^3}{12} \quad (1.4.2)$$

由于 CD 段是纯弯曲的, 纵向各纤维间不挤压, 只产生伸长或缩短, 所以各点均为单向应力状态。只要测出各点沿纵向的应变增量 $\Delta\varepsilon$, 即可按胡克定律计算出实际的正应力增量 $\Delta\sigma_{\text{实}}$ 。

$$\Delta\sigma_{\text{实}} = E\Delta\varepsilon \quad (1.4.3)$$

在 CD 段任取一截面, 沿不同高度贴五片应变片。1 片、5 片距中性轴 z 的距离为 $h/2$, 2 片、4 片距中性轴 z 的距离为 $h/4$, 3 片就贴在中性轴的位置上。

测出各点的应变后, 即可按式 (1.4.3) 计算出实际的正应力增量 $\Delta\sigma_{\text{实}}$, 并画出正应力 $\Delta\sigma_{\text{实}}$ 沿截面高度的分布规律图, 从而可与 (式 1.4.1) 计算出的正应力理论值 $\Delta\sigma_{\text{理}}$ 进行比较。

1.4.6 实验步骤及注意事项

(1) 开电源, 使应变仪预热。