



普通高等教育“十二五”规划教材

# 机械基础实验

《机械基础实验》编委会 编  
王红梅 范丽华 主 编  
谢宝玲 周丽楠 副主编

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

# 《机械基础实验》 机械基础实验

《机械基础实验》编委会 编

王红梅 范丽华 主 编

谢宝玲 周丽楠 副主编

中国石化出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械基础实验 / 王红梅, 范丽华主编. —北京:  
中国石化出版社, 2015. 2  
ISBN 978-7-5114-3172-1

I. ①机… II. ①王… ②范… III. ①机械学-  
实验-高等学校-教材 IV. ①TH11-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 013947 号

未经本社书面授权, 本书任何部分不得被复制、抄袭, 或者以任何  
形式或任何方式传播。版权所有, 侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址: 北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编: 100011 电话: (010) 84271850

读者服务部电话: (010) 84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: [press@sinopec.com](mailto:press@sinopec.com)

北京富泰印刷有限责任公司印刷

\*

787×1092 毫米 16 开本 10.5 印张 259 千字

2015 年 2 月第 1 版 2015 年 2 月第 1 次印刷

定价: 30.00 元

# 《机械基础实验》

## 编审委员会

《机械基础实验》是在机械基础实验教学改革的基础上组织编写的,体现了机械基础实验教学改革的基本思路与改革成果。将机械基础实验独立设课,通过整合与优化实验内容,合理设置实验项目,使实验教学与理论教学合理衔接、互补并互相补充,通过保留、改进、开发、设计、创新、研究型实验项目,把素质拓展与创新教育融入教学的全过程,以适应机械及相近学科应用型人才培养需要。

**主 编:** 王红梅 范丽华

**副主编:** 谢宝玲 周丽楠

**参 编:** 陆 林 江远鹏

全书共5章内容,涉及力学、工程材料、机械原理、机械设计、互换性与技术测量等课程的实验项目,在书末附有实验报告页。

本书可作为普通高等院校应用型本科机械类、材料类、能源类、电气类等专业必修的机械基础实验教材,也可供有关教师、工程技术人员参考。

**主 审:** 李秀菊

本书凝聚了沈阳工业高等专科学校王红梅、谢宝玲、周丽楠、陆林、江远鹏、吴克勤和刘道友等实验教师多年积累的教学经验,书后附有针对不同实验而精心设计的实验报告页,供学生使用。李秀菊高级实验师对本书的编写提出了非常宝贵的意见。

本书的编写参考了部分国内外有关教材和资料,在此向相关作者表示感谢。由于编者水平有限,书中不足之处在所难免,敬请读者批评指正。

# 第1章 前言

《机械基础实验》是在机械基础实验教学改革的基础上组织编写的，体现了机械基础实验教学改革的基本思路与改革成果。将机械基础实验独立设课，通过整合与优化实验内容，合理设置实验项目，使实验教学与理论教学合理衔接、搭配并互相补充，通过保留部分经典验证型实验项目，开发综合设计型、创新型实验项目，把素质拓展与创新教育融于教学的全过程，以适合机械及相关学科应用型人才培养需要。

全书共5章内容，涉及力学、工程材料、机械原理、机械设计、互换性与技术测量等课程的实验项目，在书末附有实验报告。

本书可作为普通高等院校应用型本科机械类、近机械类等专业的机械基础实验教材，也可供有关教师、工程技术人员参考。

本书凝聚了沈阳工业大学王红梅、范丽华、谢宝玲、周丽楠、路林、江远鹏、吴克勤和刘道友等实验教师多年积累的教学经验，书后附有针对不同实验而精心设计的实验报告页，供学生使用。李秀菊高级实验师对本书的编写提出了非常宝贵的意见。

本书的编写参考了部分国内外有关教材和资料，在此向相关作者表示感谢。由于编者水平有限，书中不足之处在所难免，敬请读者批评指正。

|               |               |               |                 |                 |
|---------------|---------------|---------------|-----------------|-----------------|
| 1.1 实验目的与要求   | 1.2 实验设备与材料   | 1.3 实验步骤与操作   | 1.4 实验数据记录与处理   | 1.5 实验报告撰写与答辩   |
| 1.1.1 实验目的与要求 | 1.1.2 实验设备与材料 | 1.1.3 实验步骤与操作 | 1.1.4 实验数据记录与处理 | 1.1.5 实验报告撰写与答辩 |
| 1.2.1 实验目的与要求 | 1.2.2 实验设备与材料 | 1.2.3 实验步骤与操作 | 1.2.4 实验数据记录与处理 | 1.2.5 实验报告撰写与答辩 |
| 1.3.1 实验目的与要求 | 1.3.2 实验设备与材料 | 1.3.3 实验步骤与操作 | 1.3.4 实验数据记录与处理 | 1.3.5 实验报告撰写与答辩 |
| 1.4.1 实验目的与要求 | 1.4.2 实验设备与材料 | 1.4.3 实验步骤与操作 | 1.4.4 实验数据记录与处理 | 1.4.5 实验报告撰写与答辩 |
| 1.5.1 实验目的与要求 | 1.5.2 实验设备与材料 | 1.5.3 实验步骤与操作 | 1.5.4 实验数据记录与处理 | 1.5.5 实验报告撰写与答辩 |

# 目 录

|                                |         |
|--------------------------------|---------|
| 第1章 经典材料力学实验 .....             | ( 1 )   |
| 实验 1.1 拉伸与压缩实验 .....           | ( 1 )   |
| 实验 1.2 扭转实验 .....              | ( 6 )   |
| 实验 1.3 拉伸时材料弹性模量 $E$ 的测定 ..... | ( 11 )  |
| 实验 1.4 梁弯曲正应力测定 .....          | ( 13 )  |
| 第2章 金相分析及热处理实验 .....           | ( 15 )  |
| 第3章 机械原理实验 .....               | ( 18 )  |
| 实验 3.1 平面机构简图测绘与分析 .....       | ( 18 )  |
| 实验 3.2 平面机构设计实验 .....          | ( 20 )  |
| 实验 3.3 渐开线齿轮齿廓范成加工 .....       | ( 34 )  |
| 第4章 机械设计实验 .....               | ( 37 )  |
| 实验 4.1 减速器拆装实验 .....           | ( 37 )  |
| 实验 4.2 机械传动性能综合测试实验 .....      | ( 40 )  |
| 实验 4.3 轴系结构设计实验 .....          | ( 46 )  |
| 实验 4.4 轴系结构分析实验 .....          | ( 50 )  |
| 实验 4.5 机械系统搭接综合实验 .....        | ( 51 )  |
| 第5章 零件表面质量检测与分析 .....          | ( 67 )  |
| 实验 5.1 立式光学计测量轴径 .....         | ( 67 )  |
| 实验 5.2 内径百分表测量孔径 .....         | ( 69 )  |
| 实验 5.3 双管显微镜测量表面粗糙度 .....      | ( 72 )  |
| 实验 5.4 样块测量表面粗糙度 .....         | ( 75 )  |
| 实验 5.5 大型工具显微镜测量螺纹参数 .....     | ( 76 )  |
| 实验 5.6 齿轮齿厚偏差测量 .....          | ( 79 )  |
| 实验 5.7 公法线千分尺测量齿轮公法线 .....     | ( 80 )  |
| 附录一 铁碳合金平衡组织 .....             | ( 83 )  |
| 附录二 钢的热处理 .....                | ( 86 )  |
| 附录三 金相显微镜的使用 .....             | ( 89 )  |
| 附录四 金相显微试样制备 .....             | ( 91 )  |
| 附录五 硬度计的使用 .....               | ( 92 )  |
| 附录六 金相图谱自动分析软件的使用 .....        | ( 94 )  |
| 附录七 机械设计综合实验台配套软件说明书 .....     | ( 102 ) |
| 附录八 轴系结构设计箱配置零件清单 .....        | ( 110 ) |
| 附录九 实验报告页 .....                | ( 115 ) |

# 第1章 经典材料力学实验

## 实验 1.1 拉伸与压缩实验

### 1.1.1 实验目的

- ① 观察低碳钢和铸铁的拉伸过程，测定其主要机械性能指标屈服强度  $R_{eL}$ 、抗拉强度  $R_m$ 、断后伸长率  $A$  和断面收缩率  $Z$ ，比较破坏情况。
- ② 观察、比较低碳钢和铸铁在压缩时的变形和破坏现象，测定低碳钢压缩时屈服强度  $R_{eL}$  和铸铁的抗压强度  $R_m$ 。
- ③ 绘制拉伸图及压缩图。

### 1.1.2 实验设备、工具与试件

- ① CMT-5305 型电子万能试验机。
- ② 游标卡尺。
- ③ 低碳钢、铸铁拉伸试件(GB/T 228—2002)和压缩试件。

#### 1) 电子万能试验机

电子万能试验机是一种把电子技术和机械传动很好结合的新型加力设备。它具有准确的加载速度和测力范围，能实现恒载荷、恒应变和恒位移自动控制。由计算机控制，使得试验机的操作自动化、试验程序化，试验结果和试验曲线由计算机屏幕直接显示。如图 1-1 所示的国产 CMT-5305 试验机为门式框架结构，拉伸试验和压缩试验在两个空间进行。



图 1-1 CMT-5305 电子万能材料试验机

试验机主要由机械加载(主机)、基于 DSP 的数字闭环控制与测量系统和微机操作系统等部分组成。

#### (1) 机械加载部分。

试验机机械加载部分的工作原理如图 1-2 所示。由试验机底座(底座中装有直流伺服电动机和齿轮箱)、滚珠丝杠、移动横梁和上横梁组成。上横梁、丝杠、底座组成一框架，移

动横梁用螺母和丝杠连接。当电机转动时经齿轮箱的传递使两丝杠同步旋转，移动横梁便可向上或向下移动。横梁向下移动时，在它的上部空间由上夹头和下夹头夹持试样进行拉伸试验；在它的下部空间可进行压缩试验。

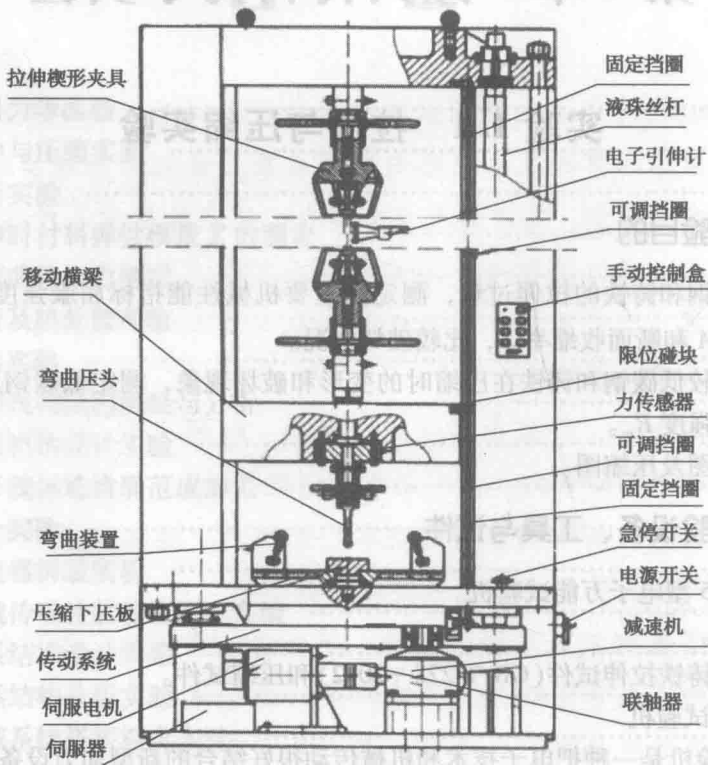


图 1-2 试验机的机械原理图

(2) 基于 DSP 的数字闭环控制与测量系统。

它由 DSP 平台，基于神经元自适应 PID 算法的全数字、三闭环(力、变形、位移)控制系统，8 路高精度 24bit 数据采集系统，USB1.1 通讯，专用的多版本应用软件系统等组成。

(3) 微机操作系统。

试验机由微机控制全试验过程，采用 POWERTEST 软件实时动态显示负荷值、位移值、变形值、试验速度和试验曲线；进行数据处理分析，试验结果可自动保存；试验结束后可重新调出试验曲线，进行曲线比较和放大。可即时打印出完整的试验报告和试验曲线。

如图 1-3 所示为 POWERTEST 的主界面。其功能分述如下：

- ① 菜单栏。菜单栏包括系统管理、参数设置、界面设置等功能。
- ② 传感器栏。传感器栏显示采样的数据。单击传感器栏右侧【清零】按钮，使传感器显示值清零。
- ③ 速度栏。调节位移速度(单位：mm/min)，可用于装卸试样或试验运行中修改运行速度。
- ④ 软件状态栏。显示曲线变力速度、鼠标在曲线上的坐标、系统日期、系统时间、试验运行时间、当前用户名等信息。
- ⑤ 试验状态区。用于显示试验过程中试验运行的步骤。
- ⑥ 功能区。有四种功能选择，包括输入用户参数、单图或多图显示、实验结果查询。

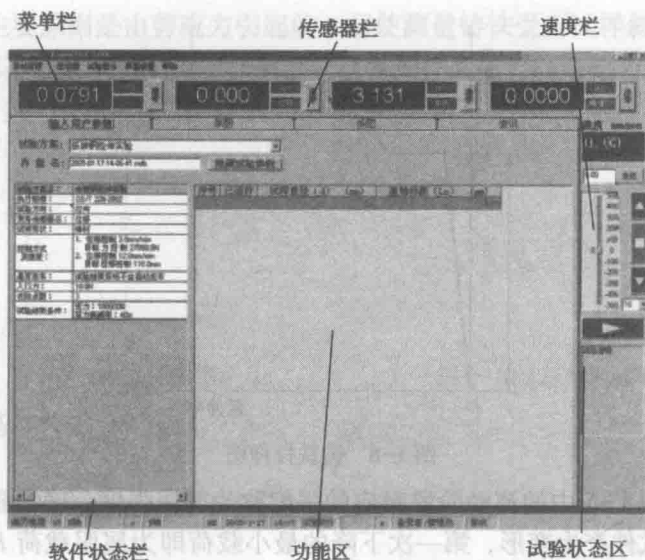


图 1-3 POWERTEST 的主界面

## 2) 试件

为了使实验结果具有可比性，试件按 GB/T 228—2002 规定加工成标准试件。对圆截面试件，标距与直径有两种比例，即  $L_0 = 10d_0$  和  $L_0 = 5d_0$ 。

本实验取长比例圆试件，如图 1-4

所示。

由图 1-4 可见，试件共分三部分，即夹持部分、过渡部分和工作部分。试件工作部分加工要求较高，其长度  $L_0$  称为试件的标距。试件过渡部分要有适当的台肩和圆角，以降低应力集中。夹持部分视试验机的夹具结构而定。

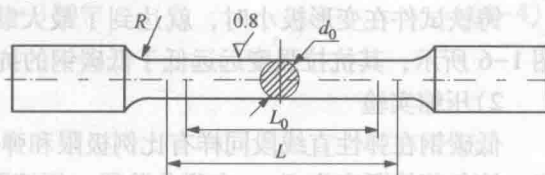


图 1-4 长比例圆试件

## 1.1.3 实验原理

### 1) 拉伸实验

材料的力学性质屈服强度  $R_{eL}$ 、抗拉强度  $R_m$ 、断后伸长率  $A$  和断面收缩率  $Z$ ，由拉伸破坏试验来确定。试验时，利用试验机自动绘制出低碳钢拉伸图和铸铁拉伸图。如图 1-5、图 1-6 所示。

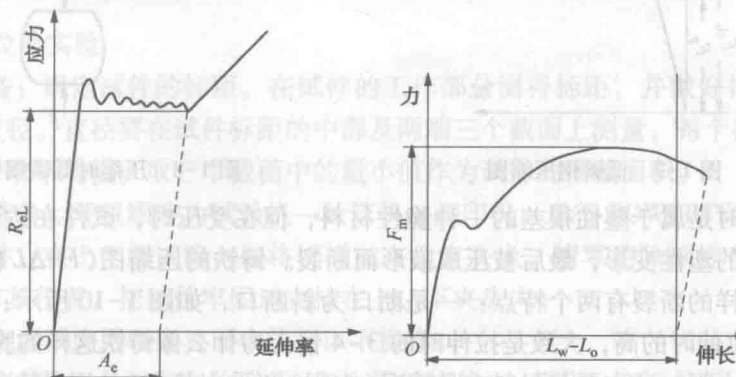


图 1-5 低碳钢拉伸图

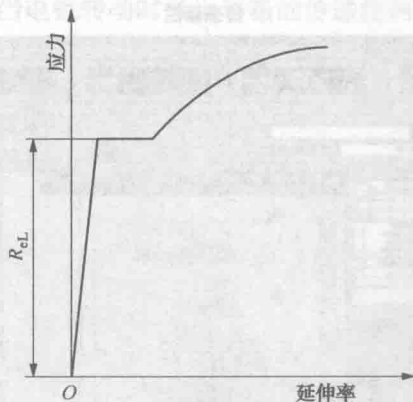


图 1-6 铸铁拉伸图

对于低碳钢, 图 1-5 中的流动阶段对应的强度称为屈服强度。确定屈服载荷  $F_{eL}$  时, 必须缓慢而均匀地使试件产生变形, 第一次下降的最小载荷即为屈服载荷  $F_{eL}$ 。继续加载, 测得最大载荷  $F_m$ 。

在试件达到最大载荷前, 伸长变形在标距范围内是均匀分布的。从最大载荷开始, 产生局部伸长和颈缩。颈缩出现后, 截面面积迅速减少, 继续拉伸所需要的载荷也变小, 直至发生断裂。

铸铁试件在变形极小时, 就达到了最大载荷, 而突然断裂, 没有屈服和颈缩现象。如图 1-6 所示, 其抗拉强度远低于低碳钢的抗拉强度。

## 2) 压缩实验

低碳钢在弹性直线段同样有比例极限和弹性极限, 开始进入屈服阶段后只有很短暂的拐点, 该负荷值既定为  $F_{eL}$ , 在强化阶段, 压缩图的变化是由于试件长度不断缩短、横截面不断增大而使试件抗力随之不断增加, 得不到极限状态。

低碳钢的压缩图 (即  $F-\Delta L$  曲线) 如图 1-7 所示, 超过屈服之后, 低碳钢试样由原来的圆柱形逐渐被压成鼓形, 如图 1-8 所示。继续不断加压, 试样将愈压愈扁, 但总不破坏。所以, 低碳钢不具有抗压强度极限 (也可将它的抗压强度极限理解为无限大), 低碳钢的压缩曲线也可证实这一点。

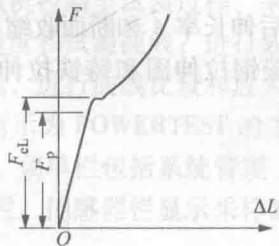


图 1-7 低碳钢压缩图



图 1-8 压缩时低碳钢变形示意图

铸铁在拉伸时是属于塑性很差的一种脆性材料, 但在受压时, 试件在达到最大载荷  $F_m$  前将会产生较大的塑性变形, 最后被压成鼓形而断裂。铸铁的压缩图 ( $F-\Delta L$  曲线) 如图 1-9 所示, 灰铸铁试样的断裂有两个特点: 一是断口为斜断口, 如图 1-10 所示; 二是按  $F_m/S_0$  求得的  $R_m$  远比拉伸时的高, 大致是拉伸时的 3~4 倍。为什么像铸铁这样的脆性材料的抗拉抗压相差这么大呢? 这主要与材料本身情况 (内因) 和受力状态 (外因) 有关。铸铁压缩时

沿斜截面断裂，其主要原因是由剪应力引起的。假使测量铸铁受压试样斜断口倾角  $\alpha$ ，则可发现它略大于  $45^\circ$  而不是最大剪应力所在截面，这是试样两端存在摩擦力造成的。

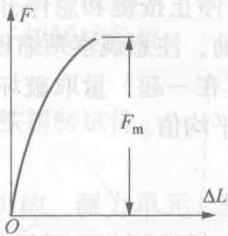


图 1-9 铸铁压缩图



图 1-10 压缩时铸铁破坏断口

本次实验所用基本公式：

$$R_{el} = \frac{F_{el}}{S_0} \tag{1-1}$$

$$R_m = \frac{F_m}{S_0} \tag{1-2}$$

$$A = \frac{L_u - L_0}{L_0} \times 100\% \tag{1-3}$$

$$Z = \frac{S_0 - S_u}{S_0} \times 100\% \tag{1-4}$$

- 式中  $R_{el}$ ——屈服强度，MPa；  
 $F_{el}$ ——屈服载荷，kN；  
 $S_0$ ——试件原始横截面面积， $\text{mm}^2$ ；  
 $F_m$ ——最大载荷，kN；  
 $R_m$ ——抗拉强度，MPa；  
 $A$ ——断后伸长率；  
 $L_0$ ——试件拉断前标距长，mm；  
 $L_u$ ——试件拉断后标距长，mm；  
 $Z$ ——断面收缩率；  
 $S_u$ ——试件断裂处截面面积， $\text{mm}^2$ 。

1.1.4 实验内容及步骤

1) 低碳钢拉伸实验

- ① 试件准备：确定试件的标距。在试件的工作部分测得标距，并做好标记。用游标卡尺测量试件的直径。直径要在试件标距的中部及两端三个截面上测量，每个截面在相互垂直方向测量两次并取平均值。取三个截面中的最小值作为试件的横截面积。
- ② 试验机准备：开机顺序为试验机→计算机→打印机。运行 POWERTEST 软件。
- ③ 装夹试件：在上空间试验，先将试样加在上夹头上，清零消除试样自重后开动横梁带动下夹头调节其位置，把试件牢固地夹持在上、下夹头内。
- ④ 在计算机测试应用程序界面中执行以下操作：
  - a. 设置实验参数，主要有实验形式(如金属的拉伸)、载荷、变形量程、加载速度、试

样编号、尺寸、材料等。设置完毕，可自定义文件名并确定工作目录后存盘；

b. 点击主界面右侧“运行”按钮，开始实验；

c. 观察实验。实验过程中，不能远离试验机；除停止按键和急停开关外，不要按控制盒上的其他按键，否则会影响实验。在试件接近断裂前，注意观察颈缩现象。

⑤ 结束工作：试件拉断后，取下试件，将其对紧在一起，量取破坏后标记的长度。量取颈缩处的最小直径，在垂直方向各测量一次，取其平均值。

⑥ 生成报告并打印低碳钢拉伸图。

## 2) 铸铁拉伸实验

测量试件直径，并将之装夹在试验机的上空间（与低碳钢试样测量、装夹方法相同）重复实验步骤④~⑤，进行铸铁拉伸实验。试件断裂后，取下试件，注意观察断裂处形状。生成报告并打印铸铁拉伸图。

## 3) 低碳钢压缩实验

① 量取试件的高与直径。

② 安装试件：将试件放置在下垫板的中心处，调节上垫板接近试件上表面。

③ 编辑低碳钢压缩实验方案并选取，持续加载，低碳钢试件要注意  $P_s$  值，过屈服后，即停止实验取下试件。

④ 生成报告并打印低碳钢压缩图。

## 4) 铸铁压缩实验

① 量取试件的高与直径。

② 安装试件。将试件放置在下垫板的中心处，调节上垫板接近试件上表面。

③ 编辑铸铁压缩实验方案并选取，持续加载，直至试件断裂，即停止实验取下试件。

④ 生成报告并打印铸铁压缩图。

## 1.1.5 注意事项

① 实验时，必须严格遵守试验机的操作规程。严禁随意改动计算机的软件配置。

② 拉伸时，为避免损伤试验机的夹头，同时防止铸铁试样脆断飞出伤及操作者，应注意在装夹试样时，横梁移动速度要慢，使试样下端缓慢插入上夹头，不要顶撞卡板顶部。

③ 压缩时，当上垫板接近试件上端时要减慢工作台下下降速度，避免突然接触引起急加载。脆性材料压坏时，可能有碎块飞出，要注意安全，设置好防护罩。

④ 注意观察实验现象并注意记录实验数据。

⑤ 在使用机器的过程中，如果听到异声或发生任何故障应立即停车（切断电源），进行检查和修复。

## 1.1.6 实验报告（见附录九）

## 实验 1.2 扭转实验

### 1.2.1 实验目的

① 测定低碳钢的（扭转）屈服强度  $\tau_{el}$  及抗扭强度  $\tau_m$ 。

② 测定铸铁的抗扭强度  $\tau_m$ 。

③ 观察比较低碳钢和铸铁在受扭转过程中的变形现象和破坏特征, 分析其原因。

### 1.2.2 实验设备、工具与试件

① CTT1000 电子扭转试验机。

② 游标卡尺。

③ 低碳钢、铸铁扭转试件。

#### 1) 试验机

试验机由加载机构、测力单元、显示器、试验机附件(标定装置)组成(图 1-11)。如图 1-12所示为扭转机的主机结构图。安装在导轨上的加载机构由伺服电机带动, 通过减速器使夹头旋转, 对试样施加扭矩。试验机的正反加载和停车, 可按液晶显示器的标志按钮。通过夹头传来的力矩经传感器的处理输出, 在液晶显示器和计算机上同步显示出来。可选择保存或打印。

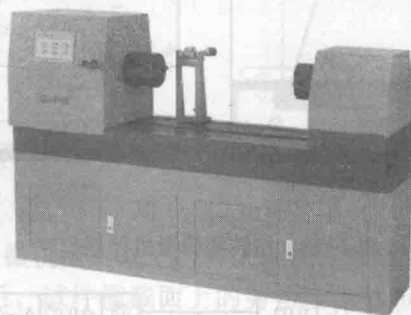


图 1-11 CTT1000 电子扭转试验机

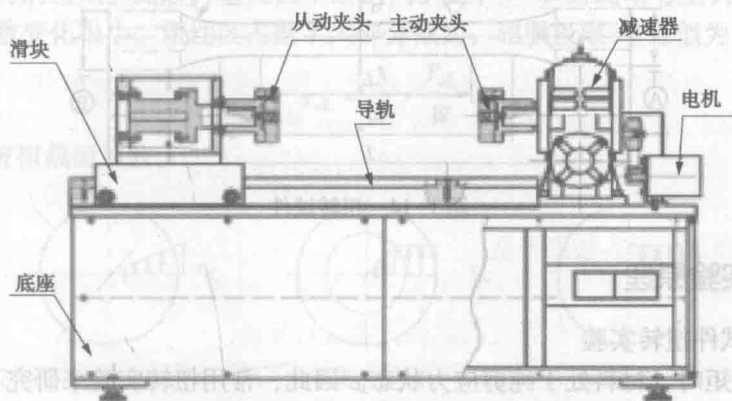


图 1-12 主机结构图

微机控制程序主界面如图 1-13(a)所示, 由录入模块、实验模块和分析打印模块组成。录入模块[图 1-13(b)]主要完成实验参数的设置; 实验模块[图 1-13(c)]用于联机, 设定实验方案, 对扭矩、扭角、变形等值清零; 分析打印模块[图 1-13(d)]可进行数据处理分析, 保存试验结果。试验结束后可重新调出试验曲线, 进行曲线比较和放大。

#### 2) 试件

扭转试验所用试件与拉伸试件的标准相同, 一般使用圆形截面试件, 试件直径  $d_0 = 10\text{mm}$ , 长  $200\text{mm}$ 。标距  $L_0 = 100\text{mm}$ , 为了防止打滑, 扭转试样的夹持段宜为类矩形

(图 1-14)。

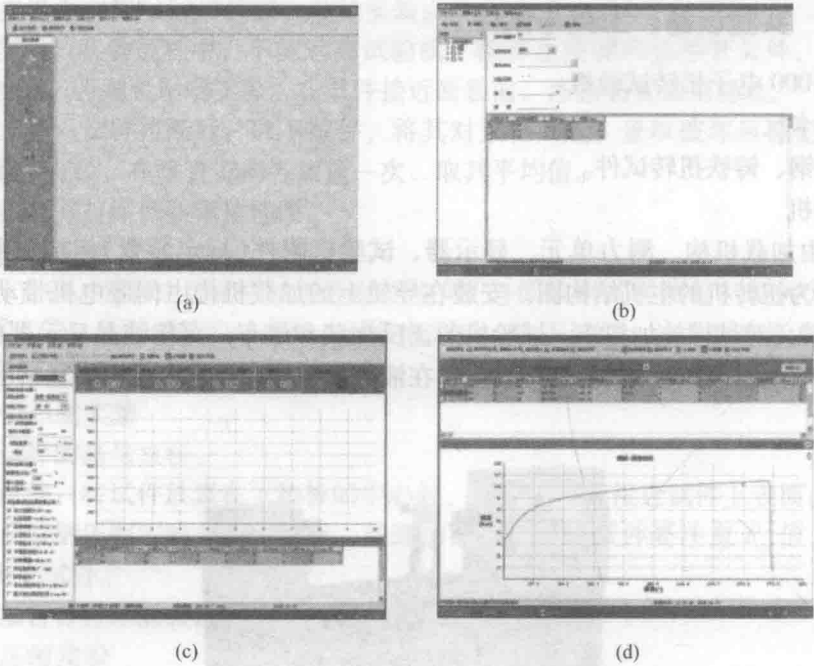


图 1-13 扭转实验微机控制程序

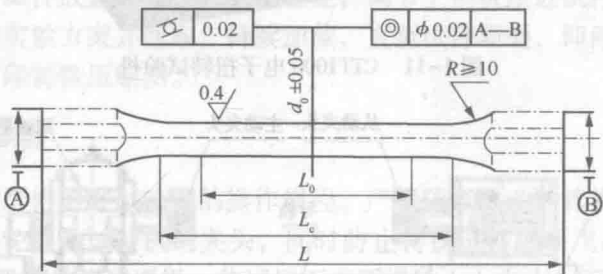


图 1-14 扭转试件

### 1.2.3 实验原理

#### 1) 低碳钢试件扭转实验

圆轴承受扭矩时，材料处于纯剪应力状态。因此，常用扭转实验来研究不同状态材料在纯剪切作用力下的机械性质。

扭矩在比例极限内，材料完全处于弹性状态，扭转虎克定律：

$$\phi = \frac{TL_0}{GI_p} \quad (1-5)$$

式中  $\phi$ ——相对扭转角，rad；

$T$ ——扭矩，N·m；

$L_0$ ——试件的标距，mm；

$G$ ——剪切弹性模量，MPa；

$I_p$ ——极惯性矩，mm<sup>4</sup>。

如图 1-15(a) 所示, 直线部分进行实验时, 若采用“增量法”逐级加载, 如每增加同样大小的扭矩  $\Delta T$ , 扭转角的增量  $\Delta\phi$  大致相同, 这样就验证了剪切虎克定律。根据各次测得的扭转角增量的平均值  $\Delta\phi$  可算出剪切弹性模量  $G$ 。

$$G = \frac{\Delta T L_0}{\Delta\phi I_p} \quad (1-6)$$

式中  $\Delta T$ ——扭矩增量,  $N \cdot m$ ;

$\Delta\phi$ ——扭转角增量,  $rad$ 。

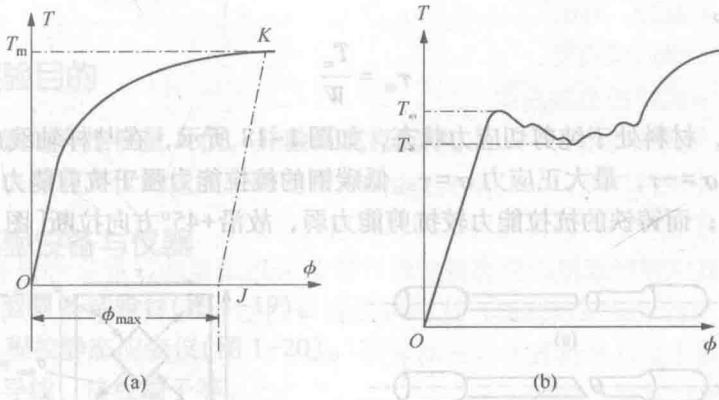


图 1-15 扭转图

本实验中采用 CTT1000 微机控制电子扭转试验机, 剪切弹性模量  $G$  可由实验机测算自动出结果。扭矩超过  $T_p$  以后, 试件横截面上的剪切应力分布发生变化 (图 1-16)。在外沿处, 材料发生屈服形成环形塑性区。同时,  $T-\phi$  图变成曲线, 故  $T_p$  是外沿应力等于规定非比例扭转强度时的扭矩。此后, 塑性区不断向内扩展,  $T-\phi$  曲线略有上升, 直到  $B$  点趋于平坦。扭矩读数变化很小, 塑性区占据了大部分截面, 屈服极限  $\tau_{el}$  近似为:

$$\tau_{el} = \frac{3}{4} \cdot \frac{T_{el}}{W} \quad (1-7)$$

式中  $W$ ——抗扭截面系数。

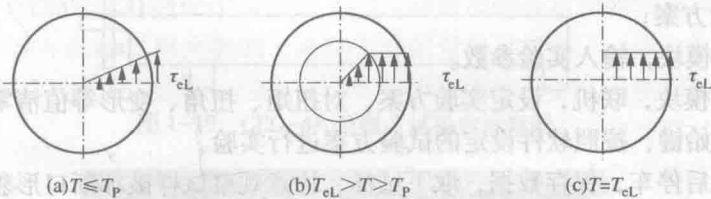


图 1-16 剪应力  $\tau$  分布

$$W = \frac{\pi}{16} d^3 \quad (1-8)$$

式(1-7)中假定截面上各点的剪应力同时达到屈服极限  $\tau_{el}$  (图 1-16), 则扭矩为:

$$T_{el} = \int_0^{\frac{d}{2}} \tau_{el} 2\pi r^2 dr = 2\pi \tau_{el} \cdot \frac{\left(\frac{d}{2}\right)^3}{3} = \frac{4}{3} \cdot \frac{\pi d^3}{16} \tau_{el} \quad (1-9)$$

$$\tau_{el} = \frac{3}{4} \frac{T_{el}}{W}$$

试件继续变形，材料进一步强化，达到  $T-\phi$  曲线  $C$  点时，试件剪断。如图 1-17(a) 所示。可以读出最大扭矩  $T_m$ 。

与式(1-7)相似，可得：

$$\tau_m = \frac{3}{4} \cdot \frac{T_m}{W} \quad (1-10)$$

## 2) 铸铁试件扭转实验

铸铁的  $T-\phi$  曲线如图 1-15(b) 所示，从开始受扭，直到破坏，近似为一直线，故按弹性应力公式计算。

$$\tau_m = \frac{T_m}{W} \quad (1-11)$$

试件受扭时，材料处于纯剪切应力状态，如图 1-18 所示，在与杆轴线成  $\pm 45^\circ$  的螺旋面上，最小正应力  $\sigma = -\tau$ ，最大正应力  $\sigma = \tau$ 。低碳钢的抗拉能力强于抗剪能力，故从横截面剪断[图 1-17(a)]；而铸铁的抗拉能力较抗剪能力弱，故沿  $+45^\circ$  方向拉断[图 1-17(b)]。

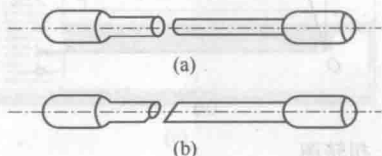


图 1-17 试件扭断图

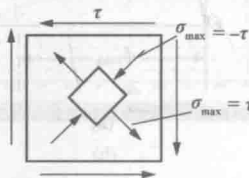


图 1-18 纯剪切应力状态

## 1.2.4 实验内容及步骤

- ① 试件准备：用游标卡尺测量试件直径，测得数据填入实验报告 1.2 表 1 中；
- ② 安装试件：在 V 形铁上安装扭角传感器圆盘，标距  $L_0 = 100$ ；
- ③ 接好电源，打开试验机开关，此时液晶屏开启，运行微机控制软件：按“对正”，将试件安装到扭转机上，注意传感器与卡盘留 3~5mm 的间隔；
- ④ 按“保护”后，“运行”栏中上下小灯交替闪烁时按“停止”；
- ⑤ 编辑实验方案；
  - a. 进入录入模块，输入实验参数。
  - b. 进入试验模块，联机，设定实验方案，对扭矩、扭角、变形等值清零。
  - c. 按试验开始键，按照软件设定的试验方案进行实验。
  - d. 试样断裂后停车，保存数据，取下试样，注意观察试样破坏断口形貌。
- ⑥ 生成报告并打印。

根据式(1-7)及式(1-10)算出屈服强度  $\tau_{el}$  和抗扭强度  $\tau_m$ 。

铸铁试件的实验方法与低碳钢试件相同。将试件扭断并记下极限扭矩，根据式(1-11)算出抗扭强度  $\tau_m$ 。

## 1.2.5 注意事项

- ① 实验时，必须严格遵守试验机的操作规程。严禁随意改动计算机的软件配置。
- ② 扭转破坏试验中，低碳钢试样在弹性阶段和屈服阶段，加载速度要尽量缓慢，试样进入强化阶段后可将加载速度适当加快。铸铁试样扭转试验应始终采用慢速加载。

③ 注意观察实验现象并注意记录实验数据。

④ 在使用机器的过程中，如果听到异响或发生任何故障应立即停车(切断电源)，进行检查和修复。

1.2.6 实验报告(见附录九)

实验 1.3 拉伸时材料弹性模量  $E$  的测定

1.3.1 实验目的

- ① 测定低碳钢的弹性模量  $E$  值，并验证虎克定律。
- ② 学习使用电阻应变仪测量应变的电测方法。

1.3.2 实验设备与仪器

- ① CEG-4K 型测  $E$  试验台(图 1-19)。
- ② YE2538A 程控静态应变仪(图 1-20)。
- ③ 应变片、导线、接线端子等。

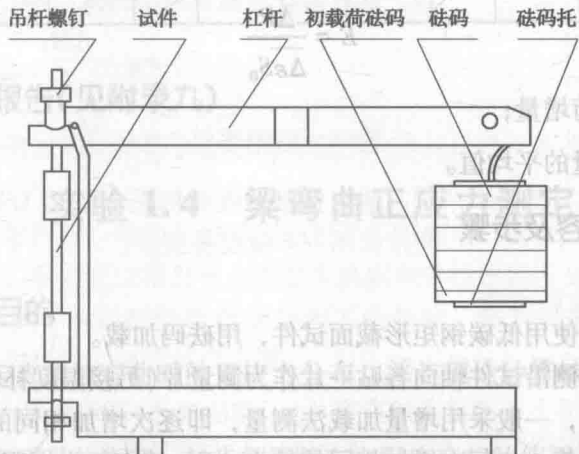


图 1-19 CEG-4K 型测  $E$  试验台示意图



图 1-20 YE2538A 程控静态应变仪