



西南交通大学 323 实验室工程 系列教材

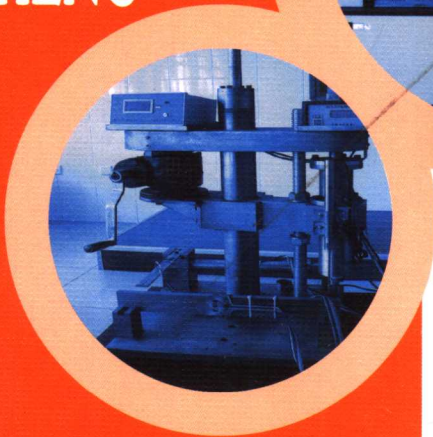
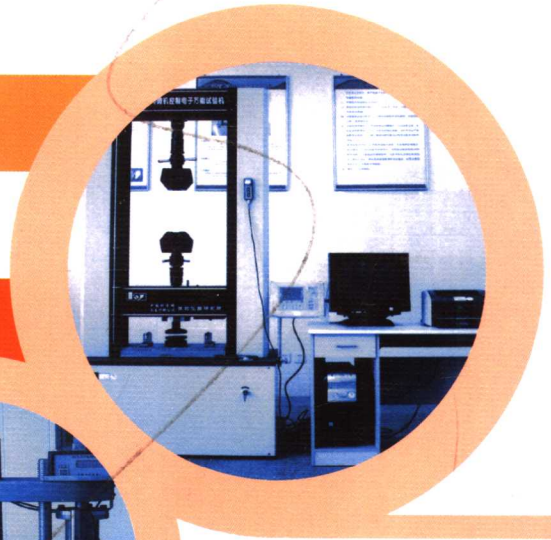
材料力学实验教程

(土木、力学类)

主编 王绍铭 邢建新 高芳清 熊莉 江晓禹

主审 西南交通大学实验室及设备管理处

CAILIAO LIXUE
SHIYAN JIAOCHENG



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

TB301-33/15

2008

西南交通大学“323 实验室工程”系列教材

材料力学实验教程

(土木、力学类)

主编 王绍铭 邢建新 高芳清 熊莉 江晓禹
主审 西南交通大学实验室及设备管理处

西南交通大学出版社

·成都·

内 容 提 要

本书是高等学校机械、土木工程、工程力学等专业材料力学教学实验必备书，全书共3章。第一章主要介绍教学实验设备及操作使用方法，第二章为基本实验，第三章为实验报告，附录为提高型综合性实验目录。

本书可供高等学校机械、土木工程、工程力学等专业师生使用，也可供实验室人员及其他工程技术人员参考。

图书在版编目 (C I P) 数据

材料力学实验教程：土木、力学类/王绍铭主编. —成都：西南交通大学出版社，2008.1

(西南交通大学“323 实验室工程”系列教材)

ISBN 978-7-81104-820-9

I. 材… II. 王… III. 材料力学—实验—高等学校—教材 IV. TB301-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 005125 号

西南交通大学“323 实验室工程”系列教材

材料力学实验教程

(土木、力学类)

主编 王绍铭 邢建新 高芳清 熊 莉 江晓禹

*

责任编辑 孟苏成

封面设计 本格设计

西南交通大学出版社出版发行

(成都市二环路北一段 111 号 邮政编码：610031 发行部电话：87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

西南交通大学印刷厂印刷

*

成品尺寸：185 mm×260 mm 印张：4.75

字数：117 千字 印数：1—3 000 册

2008 年 1 月第 1 版 2008 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-81104-820-9

定价：8.00 元

图书如有印装问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话：028-87600562

前 言

材料力学实验是材料力学课程的重要组成部分。材料力学中的一些理论和公式是建立在实验、观察、推理、假设的基础上的，它们的正确性还须实验来验证。同学们通过做实验，用理论来解释、分析实验结果，又以实验结果来证明理论，互相印证，达到巩固理论知识和学会实验方法的双重目的。

本书是根据西南交通大学开设的材料力学基本实验的实验内容和实验仪器设备情况编写的，由仪器设备介绍、基本实验、实验报告和提高型综合性实验目录4部分组成。全书共包含6个基本实验和与之对应的6个实验报告，并附有一定数量的思考题。要求学生必须完成6个基本实验内容。提高型综合性实验目录中的实验内容，学生根据所学专业的特点，可预约选做。实验报告方式由学生自行拟定。

本书在编写过程中，得到了西南交通大学应用力学与工程系领导、老师的大力支持，许多领导和老师参与审阅书稿，并提供了许多宝贵的资料，编者在此表示衷心感谢。

编 者

2008年1月

目 录

| | |
|--|----|
| 第一章 主要仪器设备介绍..... | 1 |
| 第一节 WDW3100 微机控制电子万能试验机..... | 1 |
| 第二节 电阻应变仪..... | 17 |
| 第三节 多功能实验台..... | 22 |
| 第四节 电阻应变片及相关知识..... | 25 |
| 第二章 基本实验..... | 28 |
| 实验一 低碳钢和灰口铸铁的拉伸、压缩实验..... | 28 |
| 实验二 低碳钢拉伸时弹性模量 E 与泊松比 ν 的测定实验..... | 31 |
| 实验三 扭转实验..... | 35 |
| 实验四 矩形梁纯弯曲时正应力分布电测实验..... | 39 |
| 实验五 弯扭组合作用下的电测实验..... | 42 |
| 实验六 弹性压杆稳定实验..... | 44 |
| 第三章 实验报告..... | 48 |
| 实验报告一 低碳钢和灰口铸铁拉伸、压缩实验报告..... | 48 |
| 实验报告二 低碳钢拉伸时弹性模量 E 和泊松比 ν 的测定实验报告..... | 52 |
| 实验报告三 扭转实验报告..... | 55 |
| 实验报告四 矩形梁纯弯曲时正应力分布电测实验报告..... | 59 |
| 实验报告五 弯扭组合作用下主应力电测实验报告..... | 63 |
| 实验报告六 弹性压杆稳定实验报告..... | 67 |
| 附录 1 提高型综合性实验目录..... | 69 |
| 附录 2 学生实验须知..... | 70 |

第一章 主要仪器设备介绍

第一节 WDW3100 微机控制电子万能试验机

一、微机控制电子万能试验机概况

微机控制电子万能试验机是万能试验机类型中较为先进的一类万能试验机。该试验机广泛应用于航空、航天、交通运输、石油化工、机械制造等行业。可对金属、非金属的原材料及其制品进行拉伸、压缩、弯曲、剪切等多种力学性能试验。下面以 WDW3100 微机控制电子万能试验机为例介绍其结构和工作原理。该试验机由主机部分和控制采集系统组成。试验机主机由机座、立柱、电机、动横梁、上下压头、上下拉伸夹头、丝杠、力传感器、光电编码器等组成；控制、采集系统由计算机、放大器、A/D 转换板、采集软件及打印机等组成。试验机最大荷载 100 kN，横梁移动速度为 0.5~500 mm/min。荷载传感器为电阻应变式传感器。试验机外形构造如图 1.1 所示。

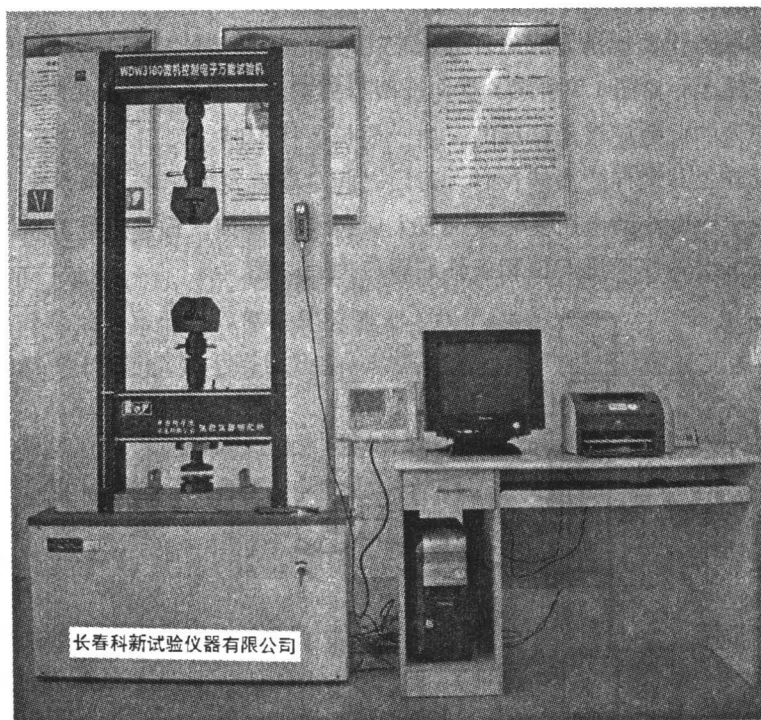


图 1.1 WDW3100 微机控制电子万能试验机

1. 试验机加载原理

试验机电机安装在基座箱内。电机驱动系统采用 PanaSonic（松下）全数字交流伺服控制系统。电机通过三级同步带轮减速后带动两根滚珠丝杠转动，使动横梁在设定的速度下向上或向下运行。如果在主机的上下拉伸夹头之间安装一根拉伸试件，当动横梁向下运行时，试件就受到拉力作用，并产生伸长变形。为了测量拉力的大小，在动横梁中安装一支拉压传感器，传感器两端分别与下拉伸夹头、上压头串联。当试件受到拉力时，传感器也受到一个拉力的作用，传感器就输出一个与拉力成正比的电压信号，放大后经 A/D 转换，在计算机屏幕上显示出拉伸时的荷载值。

如果在主机的上、下压头之间放置一个压缩试件，当动横梁向下运行时，试件将受到压力而发生缩短变形。试件承受的压力，由安装在动横梁中的传感器输出一个与压力成正比的电压信号，放大后经 A/D 转换，在计算机屏幕上显示出压缩时的荷载值。

2. 横梁位移测量

光电编码器和传动系统组成的位移测量系统，其工作原理是实现位移与电信号转换。拖动电机转动时，将编码器的角位移转换成脉冲电信号，而编码器的角位移与输出的脉冲数成正比，因此，只识别脉冲数也就知道了位移的大小，光电编码器输出的脉冲先经整形后输入给计算机，计算机将接收到的脉冲信号用软件的方法进行计数、方向识别、处理，在计算机屏幕上显示出横梁移动量。

3. 变形测量

为了测量材料的弹性模量 E 和条件屈服应力 $\sigma_{0.2}$ ，万能试验机配有引伸计变形测量系统。引伸计安装于试样上，如图 1.2 所示。引伸计两个刀口之间的距离为变形测量段的原始长度，称为标距。引伸计的标距应该是标准的，由一根长度杆控制。刀口用橡皮筋捆压（或用其他方式固定）在试样上。试样受力伸长时，刀口之间距离就发生变化，使弹性元件上的应变片组成的电桥产生一个微小的电压变化量，放大后经 A/D 转换，输送给计算机进行数据处理，由计算机屏幕显示出弹性模量 E 值和条件屈服应力 $\sigma_{0.2}$ 值。

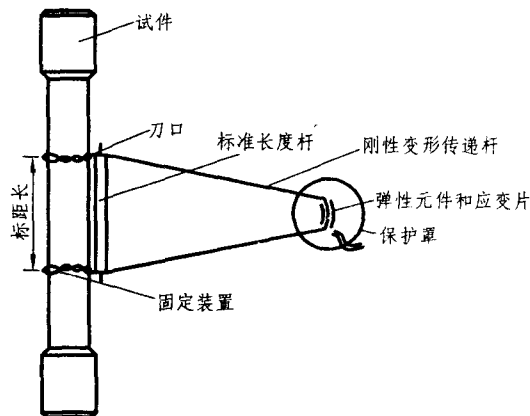


图 1.2 引伸计安装

4. 万能试验机的校准

万能试验机在出厂前,已由厂方对试验机的荷载、变形和位移等参数进行了校准。出厂后,由于运输、安装及使用都会影响试验机的精度,所以,对试验机的荷载、变形和位移等参数都要定期用精度较高的专用仪器进行校准。此项工作一般由实验室工作人员实施。

二、力传感器

传感器有各种各样的类型,在此只简单地介绍应变式负荷传感器,如图 1.3 所示。此种传感器主要由弹性元件、应变片及外壳等部件构成。将 8 片电阻应变片用黏结剂粘贴在弹性元件的变形部位上,组成全桥电路。弹性元件在外力(拉力或压力)作用下产生应变,应变片上的电阻丝栅随之伸长或缩短,使其电阻值改变。然后由测量仪器将此电阻变化转换成与外力相对应的电量显示出来,这个电量就代表了力的大小。

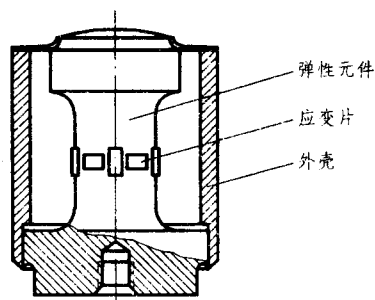


图 1.3 应变式负载传感器

只要在这种传感器的两端配上不同的连接接头,就可以作拉力传感器或压力传感器。WDW3100 微机控制(简称微控)电子万能试验机上就配置了一支 100 kN 拉压传感器。

三、电子万能试验机的安全设施

为了使电子万能试验机安全、正常地工作,生产厂方采用了以下安全措施:

(1) 在使用中,试验力超过试验机最大荷载的 10% 时,过载保护系统控制动横梁自动停止加载,并发出超载报警声音,以保护传感器及主机的安全。

(2) 在主机上设置上限位和下限位开关。动横梁上挡块接触上限位开关或下限位开关时,试验机就会自动停机。

(3) 在主机的基座上设置有应急停车按钮,一旦发现试验机运行不正常,或安装试件出现危险情况时立即按下红色“紧急停机”按钮,以确保试验机和人身安全。

四、微控电子万能试验机使用操作步骤

(1) 把总电源插座的插头插入墙上电源插座中,并打开该电源插座上的开关。

(2) 转动试验机机座上电源开关钥匙,把“开-关”置于“开”位置。

(3) 打开计算机、显示器和打印机电源,30 s 后,计算机进入 XP 系统,显示屏上显示出主界面文件,如图 1.4 所示。



图 1.4 主界面文件

(4) 用鼠标在计算机桌面上双击“拉压实验”图标，屏幕上显示“用户登陆”界面，如图 1.5 所示；用鼠标单击“确定”，计算机进入“试验程序”菜单，如图 1.6 所示；用鼠标单击“联机”，计算机与试验机主机建立通信，如图 1.6 所示，试验机进入工作状态。



图 1.5 用户登陆

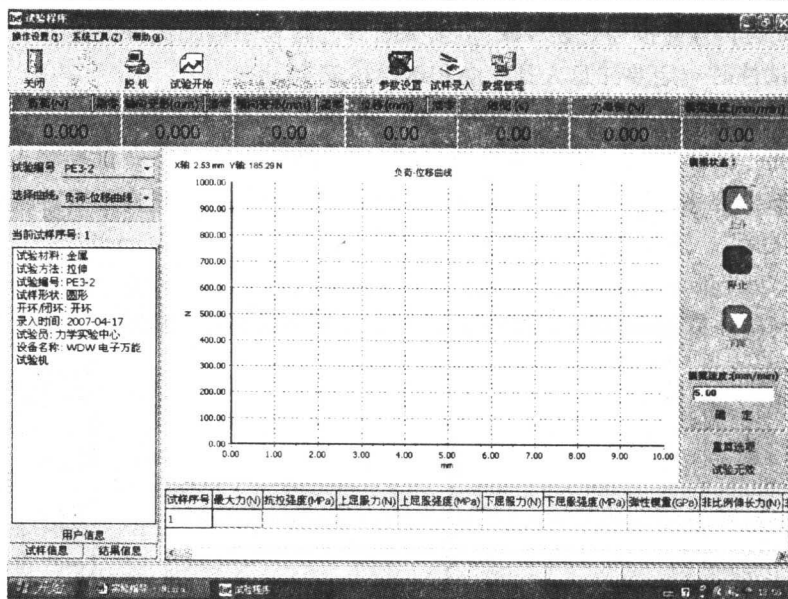


图 1.6 试验程序

1. 低碳钢拉伸实验

1) 安装拉伸试件

把动横梁速度设置为 200 mm/min 左右，用鼠标单击“确定”，使动横梁速度菜单栏显示 200 mm/min，如图 1.6 所示。把拉伸试件一端头插入上拉伸夹头中，试件端顶与夹头根部间隙为 5 mm 左右，按夹紧方向转动手柄把试件上端部夹紧；转动下拉伸夹头上的手柄，使下拉伸夹头上的孔口尽量张开。在远控盒上按上升钮“▲”，如图 1.7 所示，使动横梁向上运行。当下拉伸夹头顶部与上拉伸夹头上的试件下端顶相距约 5 mm 时，须立即停机，用手扶着上拉伸夹头，使试件下端顶对中下拉伸夹头上的孔口。转动远控盒上的“旋钮”，使动横梁慢慢地上升，把试件下端顶插入下拉伸夹头孔中时，再按上升钮“▲”，试件的顶部与下拉伸夹头根

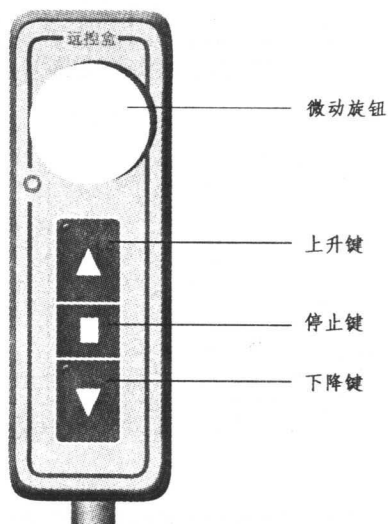


图 1.7 远控盒

部相距约 5 mm 时,立即按停机钮“■”,按夹紧方向转动手柄把试件夹紧。以上是安装试件全过程,安装试件时一定要注意人身安全和试验机安全。

2) 试样录入

用鼠标单击“试样录入”,在计算机显示屏上显示出参数录入——试样录入试验信息,如图 1.8 所示。按此表格中的内容,用鼠标在显示屏上表格中确认或填写相对应的内容,再单击“保存”、“关闭”,进入下一个菜单。

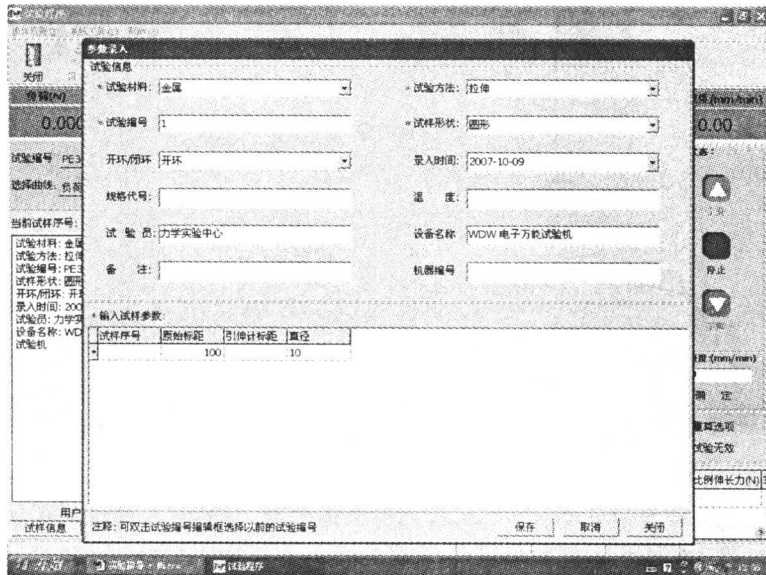


图 1.8 低碳钢拉伸试验参数录入

3) 低碳钢拉伸实验参数设置

(1) 用鼠标单击“参数设置”,计算机屏幕显示出[金属-拉伸]参数设置,如图 1.9 所示。

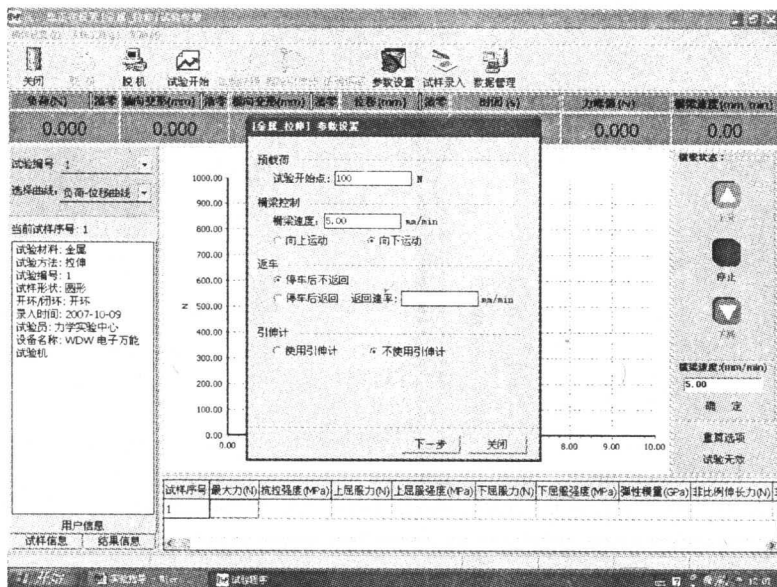


图 1.9 低碳钢[金属-拉伸]试验参数 1

按此表格中的参数，用鼠标在显示屏上图表中确定相对应的参数，再单击“下一步”，进入下一个菜单。

(2) [金属-拉伸]参数设置如图 1.10 所示。按此图表中的选择项，用鼠标在显示屏上确定相对应的选项，再单击“下一步”，进入下一个菜单。

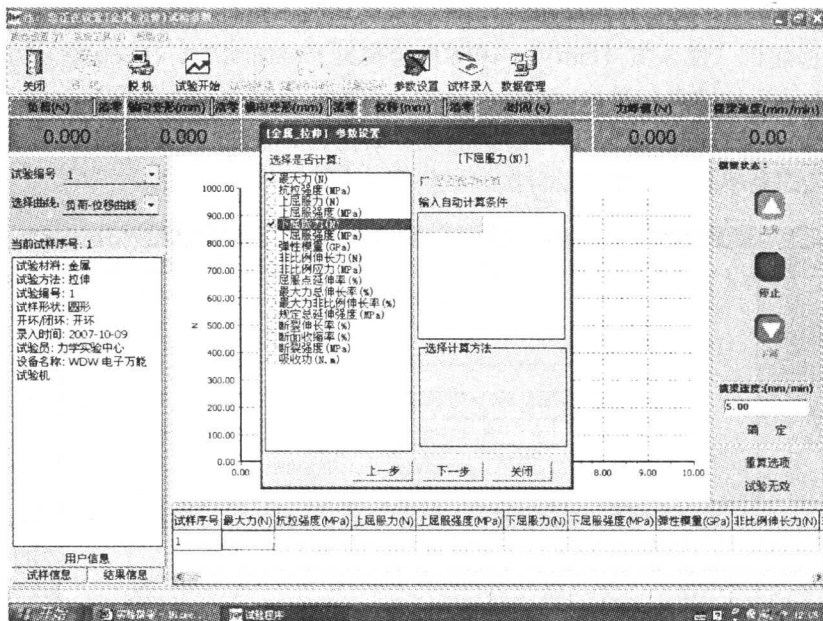


图 1.10 低碳钢[金属-拉伸]试验参数 2

(3) [金属-拉伸]参数设置如图 1.11 所示。按此图表中参数，用鼠标在显示屏上确定相对应的参数。

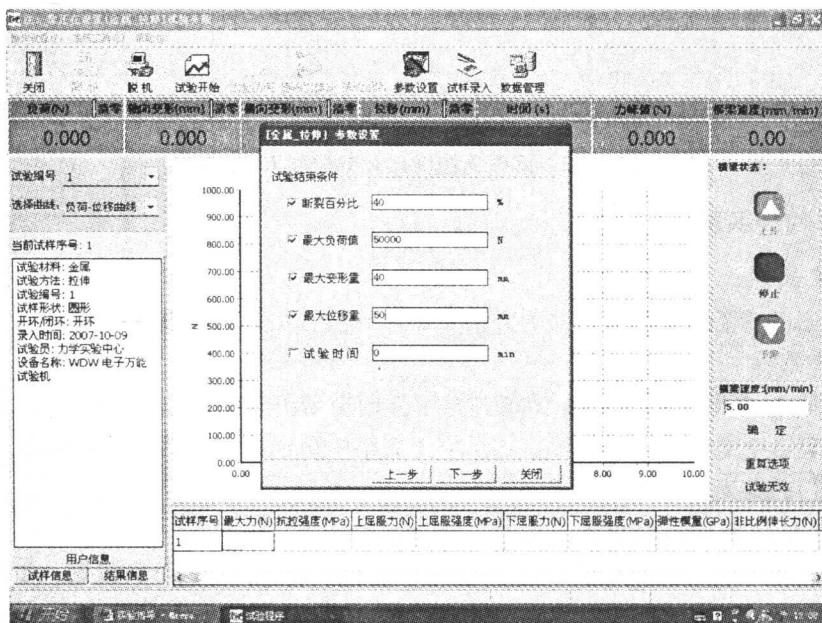


图 1.11 低碳钢[金属-拉伸]试验参数 3

(4) 其余各项的参数设置, 没有老师的指导, 学生不能任意修改或增设其他参数, 检查各项参数都设置完毕后, 用鼠标单击“关闭”, 显示屏上图表回到图 1.6 所示状态。

4) 实验

把拉伸试件夹紧, 所有参数和信息都输入后, 用鼠标把“荷载(N)”清零和“位移(mm)”清零, 再用鼠标单击“试验开始”。试验机动横梁自动往下运行, 这时显示屏上显示出随机荷载值(kN)和随机“位移值(mm)”, 同时还绘制出 $F-\Delta$ 曲线图。在实验过程中, 试验机由计算机控制, 不要动键盘和鼠标。试件拉断后, 试验机自动停机。用鼠标单击“数据管理”、“报表”、“报表阅览”、“打印”, 即可打印出实验数据和 $F-\Delta$ 曲线, 如图 1.12 所示。打印结束后, 关闭相关的菜单页面, 使显示屏图表回到图 1.6 所示状态。

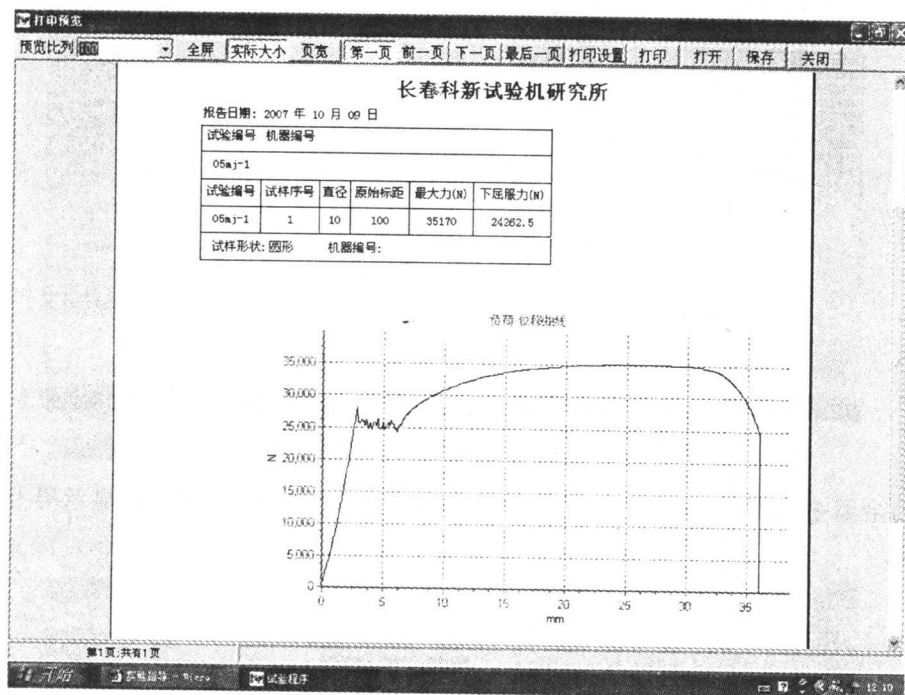


图 1.12 低碳钢拉伸实验数据和 $F-\Delta$ 曲线

2. 铸铁拉伸实验

1) 安装试件

在前面已讲述了安装拉伸试件的方法及操作步骤, 在此不再重复讲解。

2) 试样录入

用鼠标单击“试样录入”, 在计算机显示屏上显示出参数录入——试验信息, 如图 1.13 所示。按此表格中的内容, 用鼠标在显示屏上表格中确定或填写相对应的内容, 再单击“保存”、“关闭”进入下一个菜单。

3) 铸铁拉伸实验参数设置

(1) 用鼠标单击“参数设置”, 计算机屏幕上显示[金属-拉伸]参数设置, 如图 1.14 所示。按此图表中的参数, 用鼠标在显示屏上确定图表中相对应的参数, 再单击“下一步”, 进入下一个菜单。

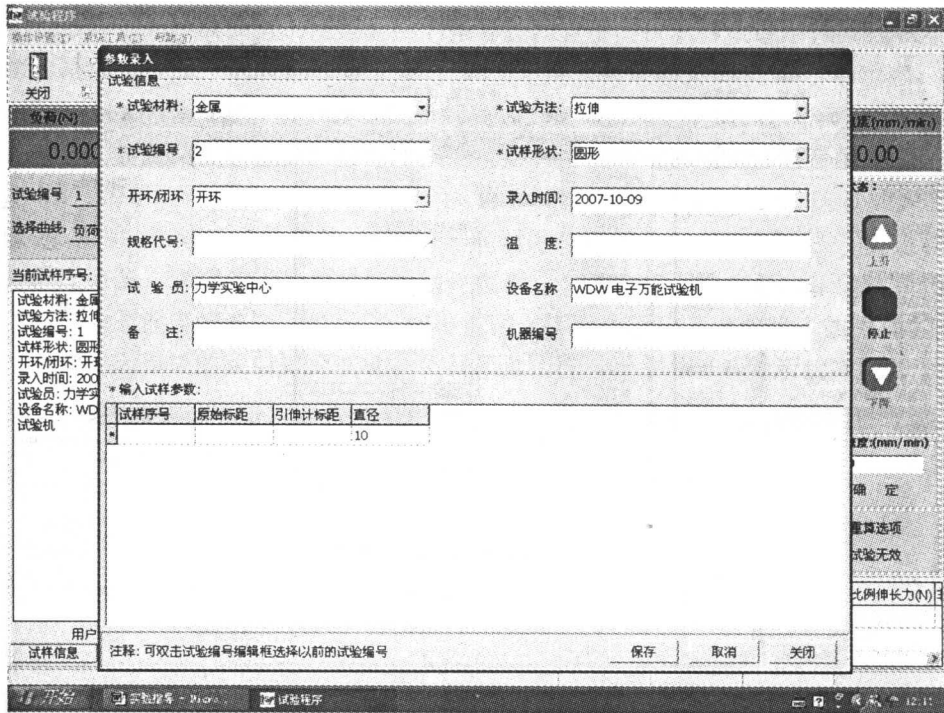


图 1.13 铸铁拉伸实验参数录入——试验信息

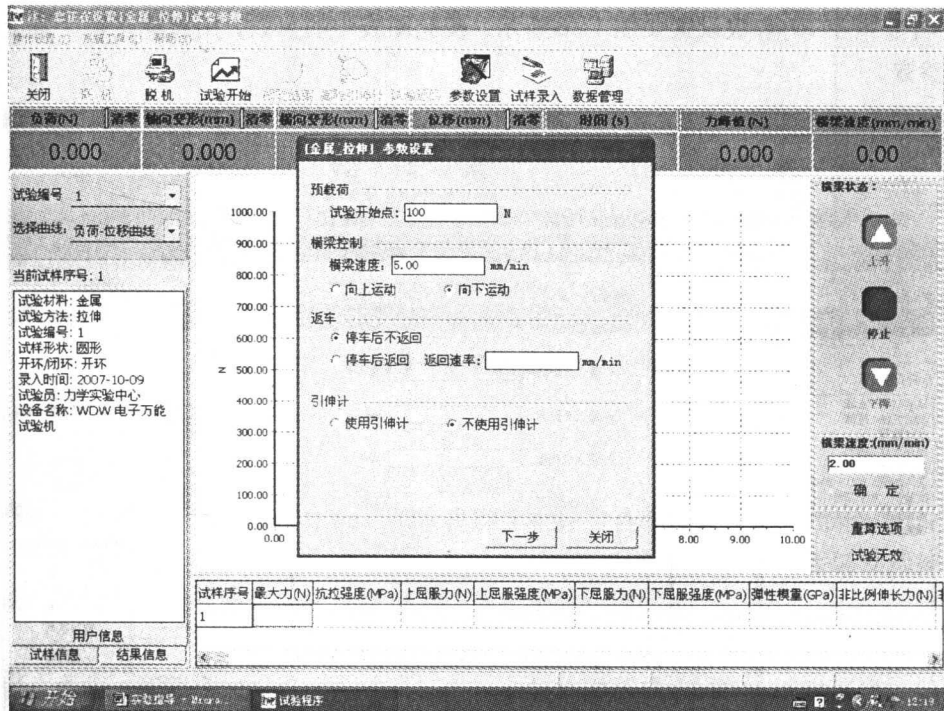


图 1.14 铸铁[金属-拉伸]试验参数设置 1

(2) [金属-拉伸]参数设置如图 1.15 所示。按此图表中的选择项，用鼠标在显示屏上确定相对应的选项，再单击“下一步”，进入下一个菜单。

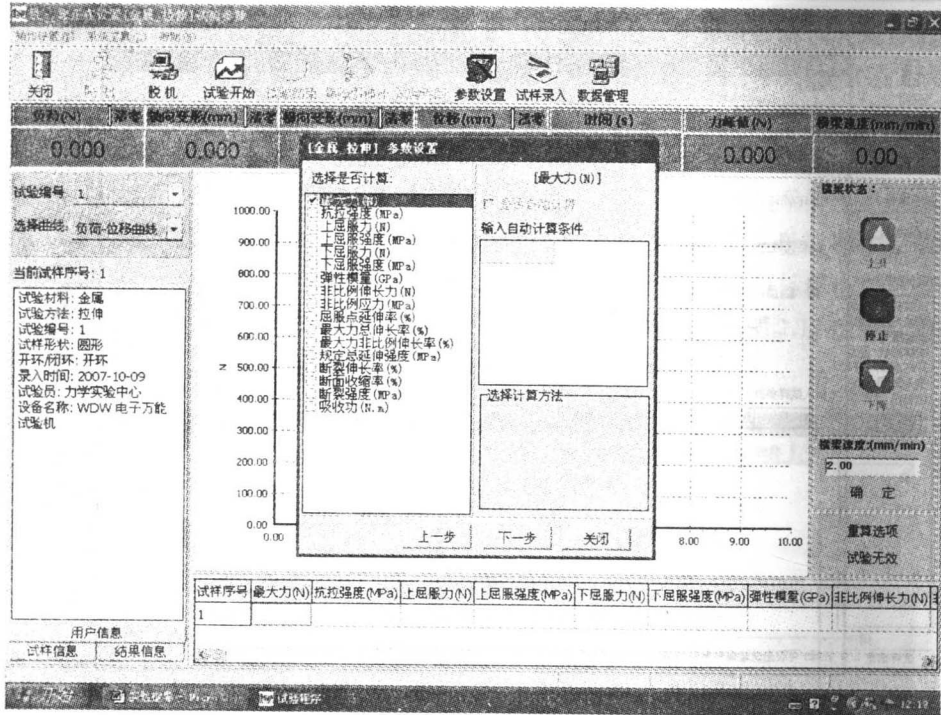


图 1.15 铸铁[金属-拉伸]试验参数设置 2

(3) [金属-拉伸]参数设置如图 1.16 所示。按此图表中的参数，用鼠标在显示屏上确定相对应的参数。

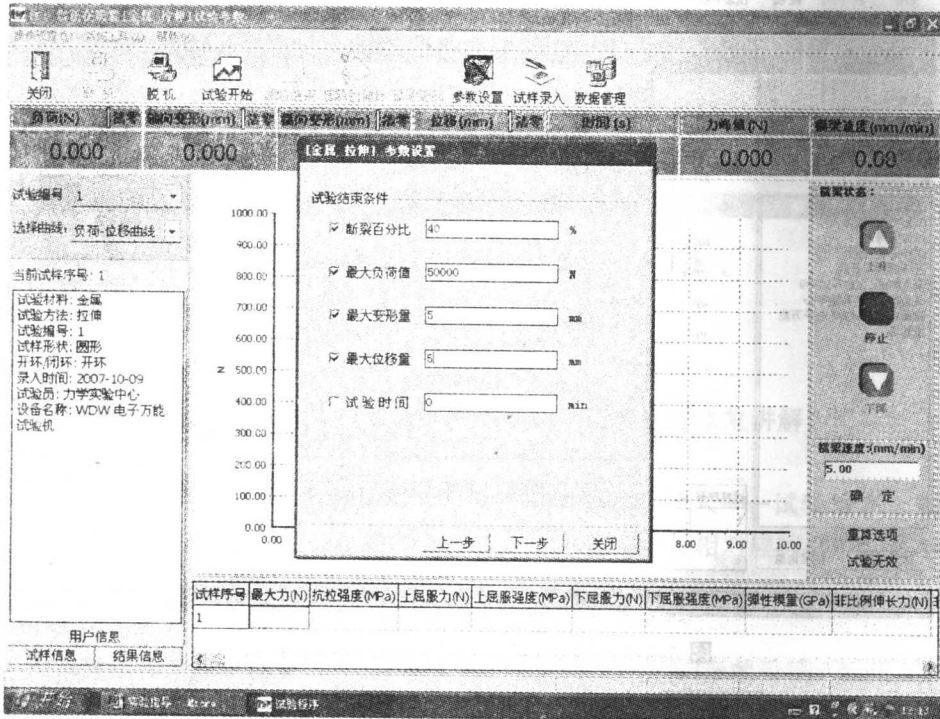


图 1.16 铸铁[金属-拉伸]试验参数设置 3

(4) 其余各项的参数设置, 没有老师的指导, 学生不能任意修改或增设其他参数, 检查各项参数都设置完毕后, 用鼠标单击“关闭”, 显示屏上图表回到图 1.16 所示状态。

4) 实 验

把拉伸试件安装夹紧, 参数及信息输入完毕后, 用鼠标在屏幕上把“荷载 (N)”清零和“位移 (mm)”清零, 再单击“试验开始”。试验机动横梁自动往下运行, 这时屏幕上显示出随机荷载值 (kN) 和随机“位移值 (mm)”, 同时还绘制出 $F-\Delta$ 曲线图。在实验过程中, 试验机由计算机控制, 不要动键盘和鼠标。试件拉断后, 试验机自动停机。用鼠标单击“数据管理”、“报表”、“报表阅览”、“打印”, 即可打印出实验数据和 $F-\Delta$ 曲线, 如图 1.17 所示。打印结束后, 关闭相关的菜单页面文件, 使显示屏上图表回到图 1.6 所示状态。

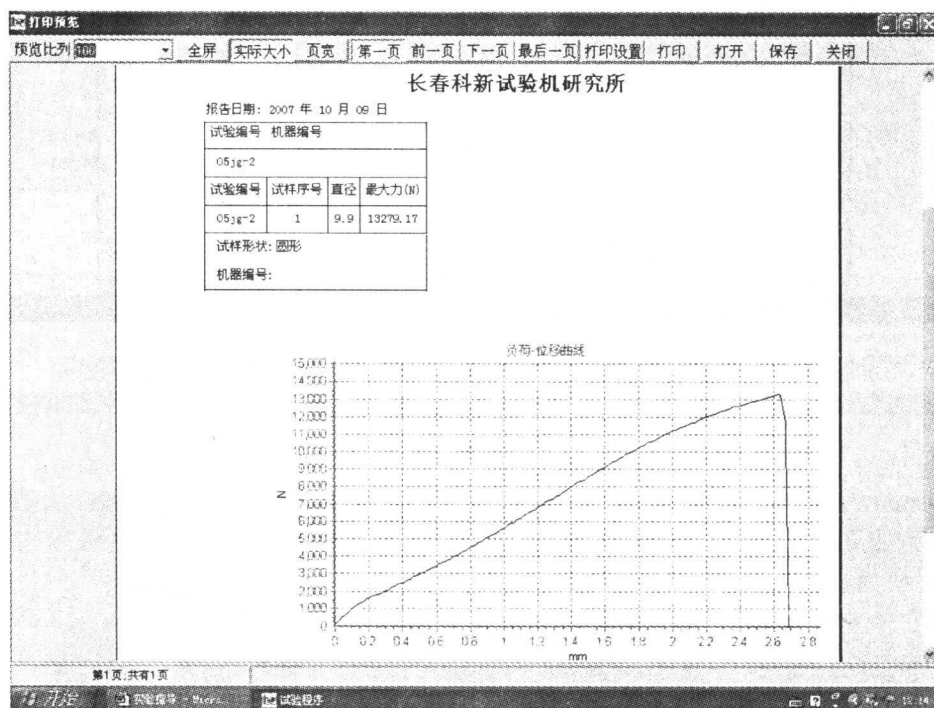


图 1.17 铸铁拉伸实验数据和 $F-\Delta$ 曲线图

3. 低碳钢压缩实验

1) 安装压缩试件

把压缩试件放置于下压头的中央, 试验机动横梁移动速度设置为 200 mm/min 左右, 在远程盒上按下降“▼”钮, 上压头离试件上端面约 5 mm 时立即停机, 用手转动远控盒上的旋钮, 使动横梁慢慢地下降, 上压头刚接触试件端面时立即停机。

2) 试样录入

用鼠标单击“试样录入”菜单, 计算机屏幕上显示出参数录入——试验信息, 如图 1.18 所示。按此图表中的参数和选项, 用鼠标在显示屏上表格中确定相对应的参数及选项, 再单击“保存”、“关闭”, 进入下一个菜单。

3) 低碳钢压缩实验参数设置

(1) 用鼠标单击“参数设置”, 计算机屏幕上显示出[金属-压缩]参数设置, 如图 1.19 所

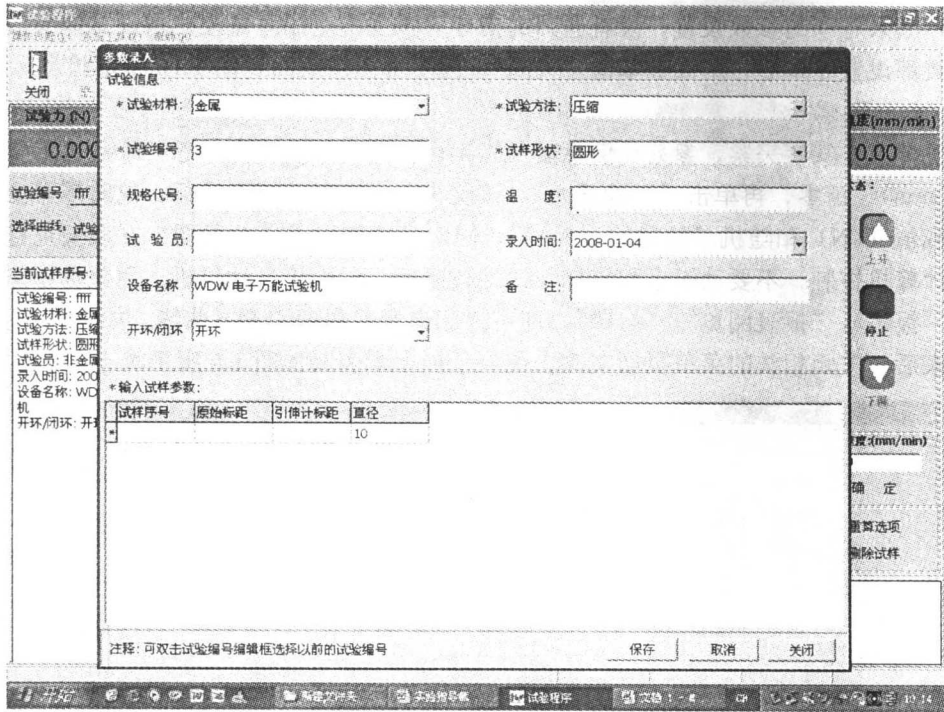


图 1.18 低碳钢压缩参数录入——试验信息

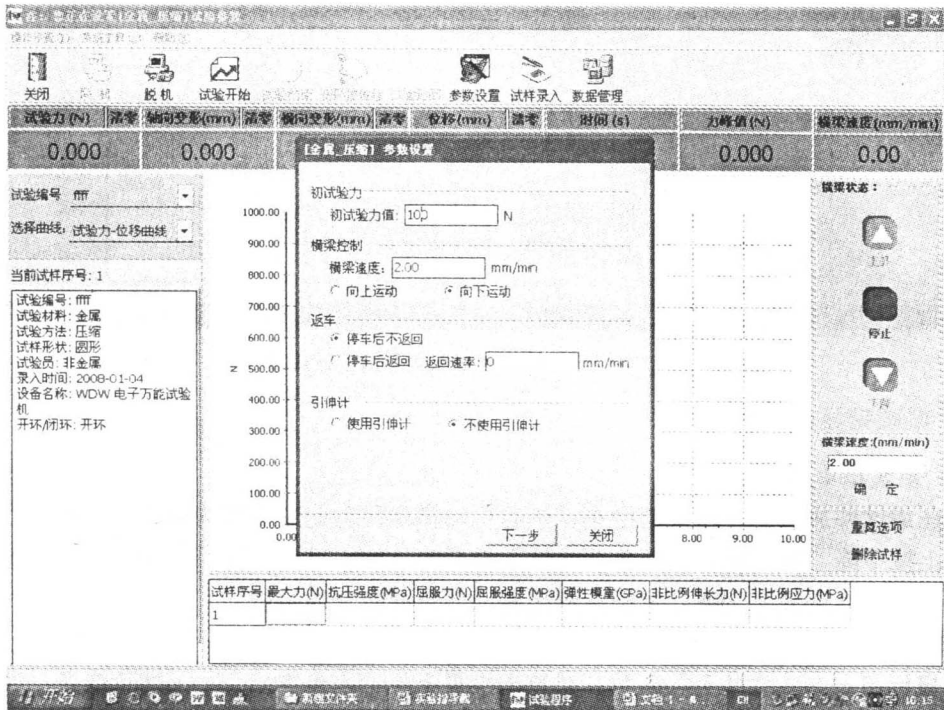


图 1.19 低碳钢[金属-压缩]试验参数设置 1

示。按此图表中的参数，用鼠标在屏幕上表格中确定相对应的参数，再单击“下一步”，进入下一个菜单。