

LIXUE YU JIEGOU SHIYAN

宋学东 王 晖 张坤强 主编

力学与结构实验



黄河水利出版社

力学与结构实验

主 编 宋学东 王 晖 张坤强

副主编 王少杰 张义清

黄河水利出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

作为一本服务于工科院校的力学与结构实验教材,本书系统介绍了材料力学实验、结构力学实验和实验案例等内容。首先介绍了材料力学实验概述、实验设备,之后对拉、压、弯、剪、扭等基本实验和冲击、疲劳等选择性实验进行了详细阐述;其次介绍了结构力学实验概述、实验设备,之后阐述了材料弹性模量 E 、泊松比 μ 测定、电阻应变片在电桥中的接法等基本实验,还研究了混凝土无损检测、金属探伤等实验内容;最后以山东农业大学水利土木工程学院学生实验项目为案例,为使用者提供实验设计与操作模板。兼顾实验方法理论和实践教学,理论和实践并举,是本书的重要特色,也使全书具有很强的实用性。本书可供高等工科院校各专业本科生、研究生作为教材使用,也可作为从事工程结构实验的专业人员及相关工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

力学与结构实验/宋学东,王晖,张坤强主编.—郑州:
黄河水利出版社,2017.11

ISBN 978-7-5509-1903-7

I.①力… II.①宋… ②王… ③张… III.①力学-结
构试验-高等学校-教材 IV. ①O3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 293226 号

出 版 社:黄河水利出版社

网址:www.yrcp.com

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层

邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hhsclbs@126.com

承印单位:河南承创印务有限公司

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:9.25

字数:214 千字

印数:1—2 000

版次:2017 年 11 月第 1 版

印次:2017 年 11 月第 1 次印刷

定价:19.00 元

前 言

材料力学和结构力学是工科院校普遍开设的重要的学科基础课,是工程类技术专业的基础知识,其教学内容和教学效果对工程设计知识的建立和学生的培养质量都有深刻影响。本书作为材料力学、结构力学课程教学配套的实践教材,认真贯彻高等工业学校教学基本要求,紧密结合高等教育面向 21 世纪的教学内容和课程体系改革计划而编写。

本教材由材料力学实验、结构力学实验和实验案例三大部分组成。

第 1 部分(材料力学实验)根据材料力学课程教学大纲的内容和要求编写,主要包括:材料力学实验绪论、实验仪器介绍、压缩实验、拉伸实验、剪切实验、扭转实验、纯弯曲梁实验、冲击实验、光弹性实验等。

第 2 部分(结构力学实验)的内容包括:结构实验概述、实验设备的介绍、材料弹性模量 E 、泊松比 μ 测定实验、电阻应变片横向效应系数测定实验、电阻应变片在电桥中的接法实验、电阻应变片温度特性实验、电阻应变片灵敏系数标定实验、等强度梁静态(应变值与位移值)测定实验、位移互等(功互等)定理验证实验、弯扭组合变形下主应力测定、混凝土无损检测实验、高密度电法在地质物探中的应用实验、探地雷达在地质物探中的应用实验、混凝土超声波回弹实验、金属探伤实验等。

第 3 部分(实验案例)以山东农业大学水利土木工程学院学生实验项目为案例,为教材使用者提供实验设计与操作模板。

本书可供高等学校土木工程专业本科生、研究生作为教材使用;也可供从事工程结构实验的专业人员和有关工程技术人员作为参考用书。

由于编者水平有限,书中的错误和不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

作 者

2017 年 5 月

目 录

前 言

第 1 部分 材料力学实验

第 1 章 材料力学实验概述	(1)
§ 1.1 材料力学实验的内容	(1)
§ 1.2 材料力学实验课的目的	(2)
§ 1.3 材料力学实验课的基本要求	(2)
§ 1.4 材料力学实验规则及要求	(3)
第 2 章 实验设备	(6)
§ 2.1 微机控制电子万能试验机	(6)
§ 2.2 CTT 系列扭转试验机操作	(9)
§ 2.3 电阻应变仪	(12)
§ 2.4 引伸计	(22)
第 3 章 基本实验	(27)
§ 3.1 操作实验	(27)
§ 3.2 压缩实验	(28)
§ 3.3 拉伸实验	(31)
§ 3.4 剪切实验	(35)
§ 3.5 扭转实验	(36)
§ 3.6 纯弯曲梁的正应力实验	(40)
§ 3.7 空心圆管在弯扭组合变形下主应力测定	(43)
第 4 章 选择性实验	(49)
§ 4.1 电阻应变片的粘贴技术	(49)
§ 4.2 电阻应变片灵敏系数标定	(51)
§ 4.3 条件屈服应力的测定	(54)
§ 4.4 冲击实验	(55)
§ 4.5 疲劳实验	(57)
§ 4.6 光弹性实验	(59)

第 2 部分 结构力学实验

第 1 章 结构力学实验概述	(64)
第 2 章 实验设备	(65)
§ 2.1 等强度梁实验装置	(65)

§ 2.2	电阻应变片贴片方法	(66)
§ 2.3	半桥及全桥量测的接桥方法	(67)
§ 2.4	数字静态应变仪的使用方法	(69)
第 3 章	基本实验	(72)
§ 3.1	材料弹性模量 E 、泊松比 μ 测定实验	(72)
§ 3.2	电阻应变片横向效应系数测定实验	(75)
§ 3.3	电阻应变片在电桥中的接法实验	(76)
§ 3.4	电阻应变片温度特性实验	(78)
§ 3.5	电阻应变片灵敏系数标定实验	(79)
§ 3.6	等强度梁静态(应变值与位移值)测定实验	(82)
§ 3.7	位移互等(功互等)定理验证实验	(85)
§ 3.8	弯扭组合变形下主应力测定	(87)
第 4 章	选择性实验	(93)
§ 4.1	混凝土无损检测实验	(93)
§ 4.2	高密度电法在地质物探中的应用实验	(98)
§ 4.3	探地雷达在地质物探中的应用实验	(103)
§ 4.4	混凝土超声波回弹实验	(107)
§ 4.5	金属探伤实验	(118)

第 3 部分 实验案例

第 1 章	预应力 CFRP(碳纤维增强纤维)加固受压构件实验性能研究实验	(124)
第 2 章	再生混凝土梁抗剪性能研究实验方案书	(131)

第1部分 材料力学实验

第1章 材料力学实验概述

§ 1.1 材料力学实验的内容

材料力学实验是材料力学课程的重要组成部分。材料力学的结论和定律,材料的力学性能及表达材料力学性能的常数都需要通过实验来验证或测定,如虎克定律就是由罗伯特·虎克经过一系列弹簧和钢丝实验之后建立的;又如材料力学的创始人伽利略就曾利用实验的方法研究了拉伸、压缩和弯曲等有关现象;以及近代塑性理论的应力—应变关系、高温蠕变的基本定律、金属疲劳的持久极限都是以实验为基础建立的。至于在各种条件下的材料力学性能研究,实际工程构件的强度、刚度和稳定性的研究,也都是需要依靠实验得到解决的。因此,材料力学实验是工程技术人员必须掌握的基本技能之一。在学校通过材料力学实验使学生掌握材料力学性能的基本知识、基本技能和基本方法,不仅是高校材料力学课程教学的要求,同时对于培养学生的动手能力、分析问题能力以及严肃认真、实事求是的科学态度都是极为重要的,对于培养学生实际工作能力和科技创新能力也具有非常重要的现实意义。

材料力学实验,按其性质可分为以下三类。

一、测定材料力学性能的实验

材料力学公式只能算出杆件在荷载作用下应力的。大小。为了建立起相应的强度、刚度和稳定条件,必须通过拉伸、压缩、扭转、冲击、疲劳等实验来测定材料的屈服极限、强度极限、弹性模量和持久极限等力学性能。这些材料的力学性能是设计构件时所不可缺少的基本参数和依据。然而,同一种材料用不同的实验方法,测得的数据也可能有显著的差异。为了正确地测定数据,实验时必须依据国家标准,按照标准化程序进行。

二、验证理论的实验

将实际问题抽象为理想的模型(如杆的拉伸、压缩、弯曲等),再根据科学的假设(如平面假设、材料均匀连续性和各向同性假设等)导出一般性公式,这是研究材料力学的基本方法,但是这些简化与假设是否正确,理论公式是否能在假设中应用,都需要通过实验来验证。此外,对于这些近似解答,其精确度也必须通过实验检验后才能在工程设计中

使用。

三、应力分析的实验

工程上很多实际构件的形状和受载情况都是十分复杂的,如轧钢机架、汽车底盘、水坝和飞机结构等,关于它们的强度问题,单纯依靠理论计算,不能解决或难以解决其内部应力大小和分布情况,因而近几十年来发展了实验应力分析,即用实验方法解决应力分析问题,具体包括:电测法、光测法、脆性涂层法、云纹法、声弹法等。目前,这些方法已成为工程中解决实际问题的有力工具。例如,通常采用电测法观察构件某一局部的应力分布,采用光测法观测构件的整体应力分布等。

§ 1.2 材料力学实验课的目的

材料力学实验技术具有丰富的内容,我们选取了较典型和较常用的实验内容和方法作为实验课的基本教学内容,在掌握材料力学基本理论的基础上,掌握基本的实验技能,并探索通过综合性、设计性实验教学方式,逐步培养学生的动手能力和实践能力。我们还开设了部分演示实验,用以开拓学生的眼界,为后续专业课打下基础。

(1)通过对实验现象的观察、分析和对金属材料各力学量及物理量的测量,能初步掌握材料力学实验的基本知识、基本方法和基本技能,并能运用材料力学原理解释金属材料构件的力学行为,加深对材料力学原理的理解。

(2)培养学生的科学实验能力。主要包括:动手实践能力、思维创新能力、书写表达能力和简单的设计能力,并通过实验课激发同学们的创造能力和工作热情。

(3)培养学生从事科学实验的素质。要求学生具有理论联系实际和实事求是的科学作风,严肃认真的工作态度,不怕困难主动进取的探索精神,遵守操作规程、爱护公共财物,以及在实验中相互协作,共同探索的思想品德。

§ 1.3 材料力学实验课的基本要求

通过实验课的系统训练,学生应达到如下基本要求:

(1)掌握材料力学实验的基本知识,熟练掌握实验报告的书写方法,掌握简单设计件实验报告的书写方法,掌握实验数据处理及误差分析方法。

(2)了解实验设备、仪器的基本工作原理,掌握它们的操作方法。在大型设备的操作过程中,培养协作精神,逐步增强实践能力和动手能力。

(3)掌握低碳钢和铸铁材料机械性能的参数测试方法,并比较两种材料在机械性能方面的差别。

(4)掌握材料力学实验中的机械法和电测法两种基本实验方法,能应用材料力学知识解释、分析拉伸、扭转、弯曲、组合变形和简单超静定实验中所发生的应力和应变变化的规律。

(5)了解动力特性和动力反应测定实验所用到的常用仪器设备,初步掌握实验方法

和原理。

(6)初步具备对材料力学实验过程的设计能力,即能独立完成实验的全过程,具有一定的动手能力和思维判断能力。

(7)对光弹、冲击、压杆稳定、疲劳、高分子复合材料等项内容的实验方法有选择地了解。

总之,希望学生在实验课中,能仔细研究每一个环节,认真做好每一项实验。

§ 1.4 材料力学实验规则及要求

一、实验前的准备工作

(1)按各次实验的预习要求,认真阅读实验指导,复习有关理论知识,明确实验目的,掌握实验原理,了解实验的步骤和方法。

(2)了解实验中所使用仪器、实验装置等的工作原理,以及操作注意事项。

(3)必须清楚地知道本次实验须记录的数据项目及数据处理的方法。

二、严格遵守实验室的规章制度

(1)按课程规定的时间准时进入实验室。保持实验室整洁、安静。

(2)未经许可,不得随意动用实验室内的机器、仪器等一切设备。

(3)做实验时,应严格按操作规程操作机器、仪器,如发生故障,应及时报告,不得擅自处理。

(4)实验结束后,应将所用机器、仪器擦拭干净,并恢复到正常状态。

三、认真做好实验

(1)接受教师对预习情况的抽查、质疑,仔细听教师对实验内容的讲解。

(2)实验时,要严肃认真、相互配合,仔细地按实验步骤、方法逐步进行。

(3)实验过程中,要密切注意观察实验现象,记录好全部所需数据,并交指导老师审阅。

四、实验报告的一般要求

实验报告是把所完成的实验结果整理成书面形式的综合资料。通过实验报告的书写,培养学生准确有效地运用文字来表达实验结果的能力。因此,要求学生在自己动手完成实验的基础上,用自己的语言简明扼要地叙述实验目的、原理、步骤和方法,所使用的设备仪器的名称与型号、数据计算、实验结果、问题讨论等内容,独立地写出实验报告,并做到字迹端正、绘图清晰、表格简明。

(一)实验报告内容要求

实验报告是实验者最后交出的成果,是实验的分析结果,应认真完成实验报告,其内容应包括:

(1) 实验名称、日期、室温、同组人员姓名。

(2) 实验目的。

(3) 实验设备的名称、型号、精度。

(4) 实验数据及其处理。

(二) 实验数据处理要求

1. 测量中的有效数字

实验测量中,由于使用的机器、仪表和量具标尺刻度的最小分度值是随机器、仪表和量具的精度不同而不同的。所以,在测量时除直接从标尺读出刻度值外,还要尽可能读出最小刻度线以下的一位估计数值。这种由测量得来的可靠数字和末位的估计数字所组成的数字称为有效数字。例如,用米尺、游标卡尺、千分尺测量一试件直径,其读数如表 1-1-1 所示。

表 1-1-1 常用量具的有效数字

量具	精度(mm)	读数(mm)	有效数字位数
米尺	1	9.8	2
游标卡尺	0.02	9.84	3
千分尺	0.001	9.843	4

2. 四舍五入单双修约规则

有效数字以后的第一位数为小于等于 4 的数时,舍去,如 $2.245 \rightarrow 2.2$; 为大于等于 6 时,进一,如 $2.565 \rightarrow 2.6$; 为 5 时,若有效数字的末位是单数则进一,是双数时则舍去,如 $2.351 \rightarrow 2.4$, $2.450 \rightarrow 2.4$ 。

3. 四舍五入考虑修约规则

如有效数字以后的第一位是 5,且 5 以后非零则进一,如 $28.354 \rightarrow 28.4$; 5 以后皆为零,且有效数的末位为偶数则舍去,如 $28.450 \rightarrow 28.4$; 若 5 以后皆为零,但有效数末位为奇数则进一,如 $28.350 \rightarrow 28.4$ 。

4. 有效数字的计算规则

几个数相加(或相减)时,其和(或差)在小数点后面保留的位数应与几个数中小数点后面最少的那个相同。如 $4.33+31.7+2.652=38.7$ 。

几个数相乘(或相除)时,其积(或商)的有效数字位数应与几个数中位数最少的相同,如 $23.4 \times 52.1 = 1.22 \times 10^3$ 。

常数以及无理数参与运算,不影响所得结果有效数字的位数,该无理数的位数只需取与有效数字最少的位数相同即可。

求 4 个数或 4 个数以上的平均值时,所得的有效位数要增加一位。

5. 实验结果的表示

在实验中除对测得的数据进行整理并计算实验结果外,一般还要采用图表或曲线来表示实验结果。实验曲线应绘在坐标纸上,图中应注明坐标轴所代表的物理量和比例尺。实验测得的坐标点应当用记号表示,例如“×”“○”或“△”等。当连接各坐标点为曲线

时,不要用直线逐点连成折线,应当根据多数坐标点的位置,描绘成光滑曲线。

6. 实验结果分析

最后应当对实验结果进行分析,说明其主要结果是否正确,对误差加以分析,并回答指定的思考题。

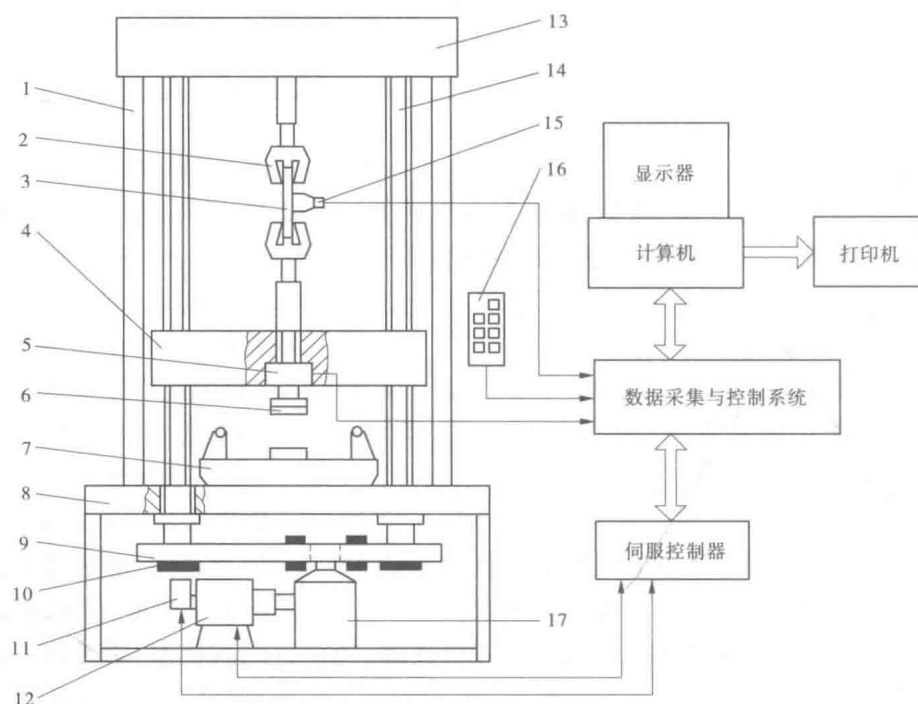
第2章 实验设备

§ 2.1 微机控制电子万能试验机

在材料力学实验中,一般都要给试件施加荷载,这种加载用的设备为材料试验机。微机控制电子万能试验机广泛用于金属和非金属材料,进行构、部件的拉、压、弯、剪、蠕变、持久等力学实验。

一、构造原理

微机控制电子万能试验机原理示意图见图 1-2-1。



- 1—立柱;2—拉伸夹具;3—拉伸试件;4—移动横梁;5—测力传感器;6—压缩夹具;
7—弯曲夹具;8—下横梁;9—同步齿形传动带;10—带轮;11—光电编码器;
12—伺服电机;13—上横梁;14—滚珠丝杠;15—引伸计;16—手控键盘;17—减速机

图 1-2-1 微机控制电子万能试验机原理示意图

微机控制电子万能试验机由三部分组成:机械加载传动部分,测量控制系统,计算机软件控制与数据记录、处理部分。主机与辅具构成试验机的加力框架,主机工作台下的伺

伺服电机、伺服系统、减速系统构成动力驱动系统。测量控制器、传感器、PC 机构成试验机的控制与数据处理系统。

(一) 试验机结构

主机部分由4根(导向)立柱、上横梁、中横梁、下横梁组成框架结构(WDW-30 型试验机可拆分为台式);伺服电机、调速传动系统安装在工作台下部,伺服电机通过减速系统(同步齿形带、轮)带动滚珠丝杠副旋转,滚珠丝杠副驱动移动横梁,带动拉伸夹头(压缩、弯曲等装置)上下移动,实现试样的加荷与卸载。该结构保证框架式主机有足够的刚度,同时实现高效、平稳传动。丝杠与丝母之间有消除间隙结构,提高了整机的传动精度与效率。

(1) 实验结构。可分为单空间结构和双空间结构,单空间结构是指拉、压、弯等实验都在中横梁和下横梁之间完成的结构。双空间结构是指拉伸实验在上横梁和中横梁之间完成,压缩、弯曲实验在中横梁和下横梁之间完成的结构。

(2) 负荷传感器。安装在中横梁的下部,将外加的力通过放大器转换成电信号输出。

(3) 限位开关。安装在主机左侧前方,作为安全措施,可防止中横梁移动时发生碰撞而引起过载情况的出现。

(二) 液晶操作面板

液晶操作面板吸挂在右方前侧中部,为试验机的附属控制、显示装置,用以手动控制中横梁的移动上升、下降、步进动作、设定控制参数,并实时显示主要实验参数;具有脱离计算机独立控制试验机的功能。其可完成的控制功能包括:设定力、变形、位移速率的比例项、积分项等控制参数,设定实验方式,变形传感器的控制,设定传感器的量程、标定系数。实时显示的主要参数包括:力、位移、变形、速度。

(三) 测量控制系统

实验力通过负荷传感器进行测量,试件变形通过夹持在试样上的引伸计测量,中横梁位移通过安装在丝杠上或伺服电机上的光电编码器测量,三路信号经控制器实现实验数据的采集、转换、处理和屏幕显示。根据实验要求通过控制系统运算后得到控制信号,再经调速系统放大后驱动伺服电机,按控制系统确定参数完成闭环控制过程。

测量控制系统采用高度集成的模数转换器,芯片运用电荷平衡技术,性能达到24位。传感器受力后输入正比于负荷的微小信号,直接送入A/D转换芯片进行放大转换再送入单片机,信号经处理后以直读方式显示,单位为“N”或“kN”。与放大器相连的单片机为测控系统的核心,其可完成放大器量程变换、数据采集传输、实验方式选择及液晶显示,数据通过RS232接口输出并接受其他设备的指令。当负荷超过设定的安全值时,安全保护系统工作,自动停机。

(四) 数据处理

实验数据经测量控制系统采集和实验软件处理后在液晶面板和计算机屏幕上显示,并且保存在计算机PC机中。实验完成后,用户可对实验数据进行后处理并打印,也可以ASCII文件的形式保存在硬盘中,以Office软件导出。

二、操作步骤

(1) 开机,预检机器运转是否正常。

(2) 根据检测要求更换合适夹具。

(3) 实验前,调整好限位挡块。

(4) 双击电脑桌面  图标,进入实验软件,选择好联机的用户名和密码(见图 1-2-2)。选择对应的传感器后单击 。

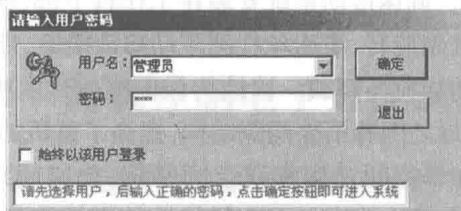


图 1-2-2 输入用户名和密码

(5) 根据试样情况准备好夹具,若夹具已安装在试验机上,则对夹具进行检查,并根据试样的长度及夹具的间距设置好限位装置。

(6) 点击  里的“新实验”,选择相应的实验方案,输入试样的原始用户参数(如尺寸等)。测量试样的尺寸方法为:用游标卡尺在试样标距两端和中间三个截面上测量直径,每个截面在互相垂直方向各测量一次,取其平均值。用三个平均值中最小者计算横截面面积。

(7) 将试样的端面涂上润滑油脂后,再准确地置于试验机下压盘的支撑垫板中心处,调整试验机夹头间距,按控制面板的下降键让上压盘缓慢下降,调整到接近下压盘但未触及压缩试样时停止,注意在较接近下压盘时要改按慢下的控制键,避免上压盘直接接触及试样。力值清零(点击力窗口的  按钮)。

(8) 位移清零、峰值力清零、变形清零(点击窗口的  按钮)。

(9) 点击 ,开始自动实验。

(10) 观察实验过程。

(11) 实验结束,在实验结果栏中,程序将自动计算出结果并显示在其中。如果想清楚地观看结果,可双击实验结果区,实验结果区将放大到半屏,方便观看结果数据,再次双击,实验结果区大小复原。如果想分析曲线,双击曲线区,曲线区将放大到半屏,方便分析曲线,再次双击,曲线区大小复原。

(12) 实验完成后,点击 ,打印实验报告。

(13) 关闭实验窗口及软件。

(14) 关机。顺序为:实验软件→试验机→打印机→计算机。

(15) 取下试件,将仪器复原并清理现场。

三、注意事项

(1) 启动试验机前,检查限位旋钮位置。

(2) 放置试样时,把试样放入钳口长度的 $\frac{2}{3}$ 以上,以便保持有效夹持与保护钳口。

(3) 如遇紧急情况,按下红色蘑菇头按钮。

(4) 拧动加载速度调节旋钮时要缓慢进行。

(5) 实验时,若发现软件运行异常或发生其他异常现象,应立即停止,查出故障原因,修复后方可进行实验。

(6) 机器运转时,操作者不得擅自离开。

§ 2.2 CTT 系列扭转试验机操作

CTT 系列扭转试验机可以通过对试件施加扭矩,并能测出扭矩的大小,主要用于测量各种金属在扭转作用下的抗扭强度 τ_b 、切变模量 G 等实验结果及其他数据。整机由主机、主动夹头、从动夹头、扭转角测量装置以及电控测量系统组成。

一、构造原理

扭转试验机原理示意图见图 1-2-3。

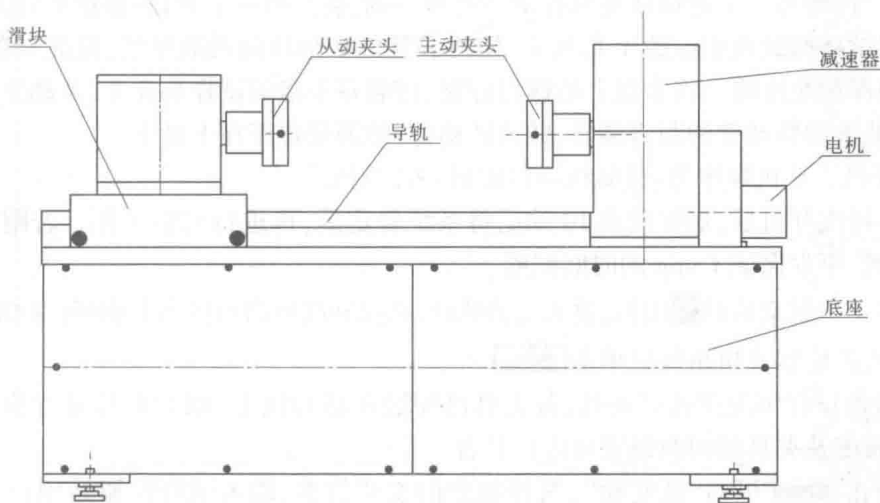


图 1-2-3 扭转试验机原理示意图

(一) 主机

主机由底座机箱、传动系统和移动支座组成。传动系统由交流伺服电机、同步齿形带和带轮、减速器、同步齿形带张紧装置等组成。移动支座由支座和扭矩传感器组成,支座用轴承支撑在底座上,与导轨的间隙由内六角螺钉调整;扭矩传感器固定在支座上。

(二) 扭转角测量装置

扭转角测量装置由卡盘、定位环、支座、转动臂、测量辊、光电编码器组成。

卡盘固定在试样的标距位置上,试样在加载负荷的作用下产生形变,从而带动卡盘转动,同时通过测量辊带动光电编码器转动。由光电编码器输出角脉冲信号,发送给电控测量系统处理,然后通过计算机将扭角显示在屏幕上。

(三) 扭矩的测量机构

扭矩传感器固定在支座上,可沿导轨沿直线移动。通过试样传过来的扭矩使传感器

产生相应的变形,发出电信号,通过电缆将该信号传入电控部分。由计算机进行数据采集和处理,并将结果显示在屏幕上。

(四) 夹头

试样夹头有两个,主动夹头安装在减速器的出轴端,从动夹头安装在移动支座上的扭矩传感器上。试样夹在两个夹头之间。旋转夹头上的手柄,使夹头的钳口张开或合拢,将试样夹紧或松开。当主动夹头被电机驱动时,试样所承受的力矩经从动夹头传递给扭矩传感器,转换成测量电信号,发送给电控测量系统处理。

二、操作步骤

(1) 检查设备。在实验前对设备进行检查,检查内容包括各紧固件是否松动、各按键是否正常、电机是否正常。

(2) 准备试样。

(3) 扭角测量装置的安装。先将一个定位环夹套在试样的一端,装上另一个卡盘,将螺钉拧紧。再将另一个定位环夹套在试样的另一端,装上另一个卡盘;根据不同的试样标距要求,将试样搁放在相应的 V 形块上,使两卡盘与 V 形块的两端贴紧,保证卡盘与试样垂直,以确保标距准确。将卡盘上的螺钉拧紧,将装好卡盘的试样装在主、从动夹具上,将扭角测量装置的转动臂的距离调好,转动转动臂,使测量辊压在卡盘上。

(4) 开机。开机顺序为:试验机→打印机→计算机。

注意:每次开机后,最好预热 10 min,待系统稳定后,再进行实验工作。若刚刚关机,需要再开机,至少保证 1 min 的时间间隔。

(5) 双击电脑桌面的图标,进入实验软件,选择好联机的用户名和密码(见图 1-2-2)。选择对应的传感器及扭角仪后单击。

(6) 根据试样情况准备好夹具,若夹具已安装在试验机上,则对夹具进行检查,并根据试样的长度及夹具的间距设置好限位装置。

(7) 点击里的“新实验”,选择相应的实验方案,输入试样的原始用户参数(如尺寸等)。测量试样的尺寸方法为:用游标卡尺在试样标距两端和中间三个截面上测量直径,每个截面在互相垂直方向各测量一次,取其平均值。用三个平均值中最小者计算 W_p 。

(8) 画线。在试件的两端和中间用彩色粉笔画三个圆周线,并沿试件表面画一母线,以便观察低碳钢扭转时的变形情况(铸铁变形较小不用画此线)。

(9) 装夹试样。

(10) 先按“对正”键,使两夹头对正。如发现夹头有明显的偏差,按下“正转”或“反转”键进行微调。

(11) 将已安装卡盘的试样的一端放入从动夹头的钳口间,扳动夹头的手柄将试样夹紧。

(12) 按“扭矩清零”键或实验操作界面上的扭矩“清零”按钮。

(13) 推动移动支座移动,使试样的头部进入主动夹头的钳口间。

(14) 先按下“试样保护”键,然后慢速扳动夹头的手柄,直至将试样夹紧。

(15) 按“扭转角清零”键(点击扭角窗口的[清零]按钮),使计算机显示屏上的扭转角显示值为零。

(16) 将测量辊放在卡盘上。

(17) 点击▶,开始自动实验,软件自动切换到实验界面。

(18) 观察实验过程。

(19) 实验结束,在实验结果栏中,程序将自动计算出结果并显示在其中。如果想清楚地观看结果,可双击实验结果区,实验结果区将放大到半屏,方便观看结果数据,再次双击,实验结果区大小复原。如果想分析曲线,双击曲线区,曲线区将放大到半屏,方便分析曲线,再次双击,曲线区大小复原(见图 1-2-4)。

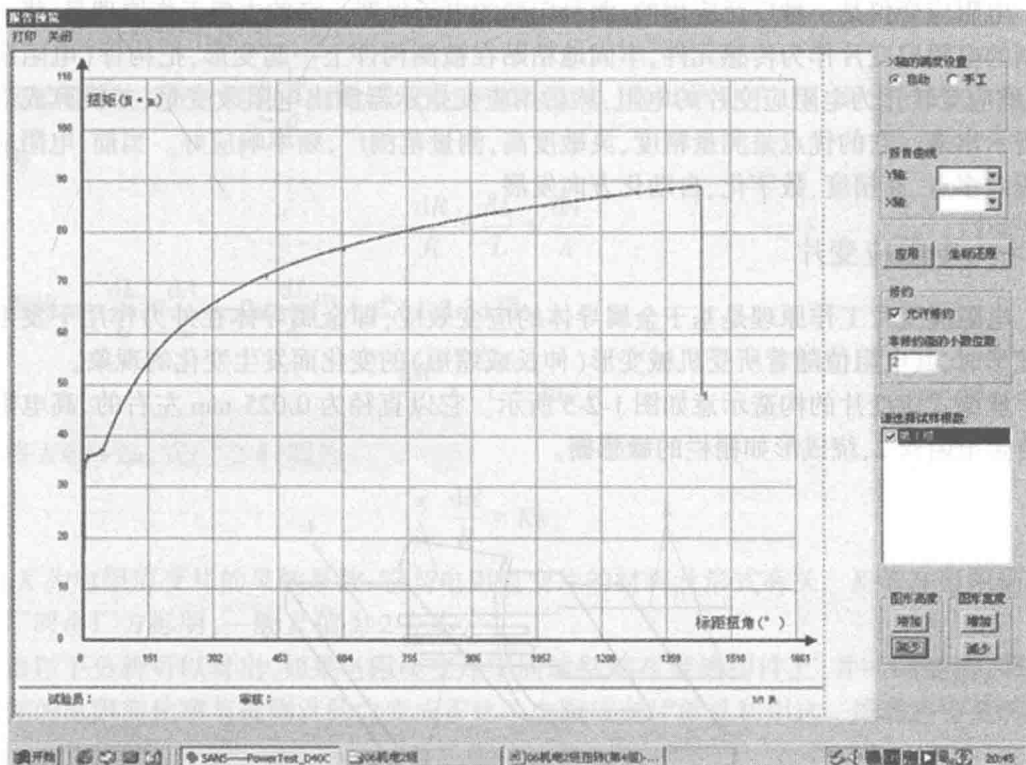


图 1-2-4

(20) 实验完成后,点击[生成报告],打印实验报告。

(21) 关闭实验窗口及软件,关机顺序为:实验软件→试验机→打印机→计算机。

(22) 实验结束,取下试样。

(23) 实验完成以后,根据实验的要求,输出、打印实验报告。

(24) 实验全部结束以后,应清理好机器,以及夹头中的铁屑,卸除试样,关断电源。

三、注意事项

(1) 打开主机电源后,发现按键操作面板上的红色电源指示灯不亮,应观察急停开关