

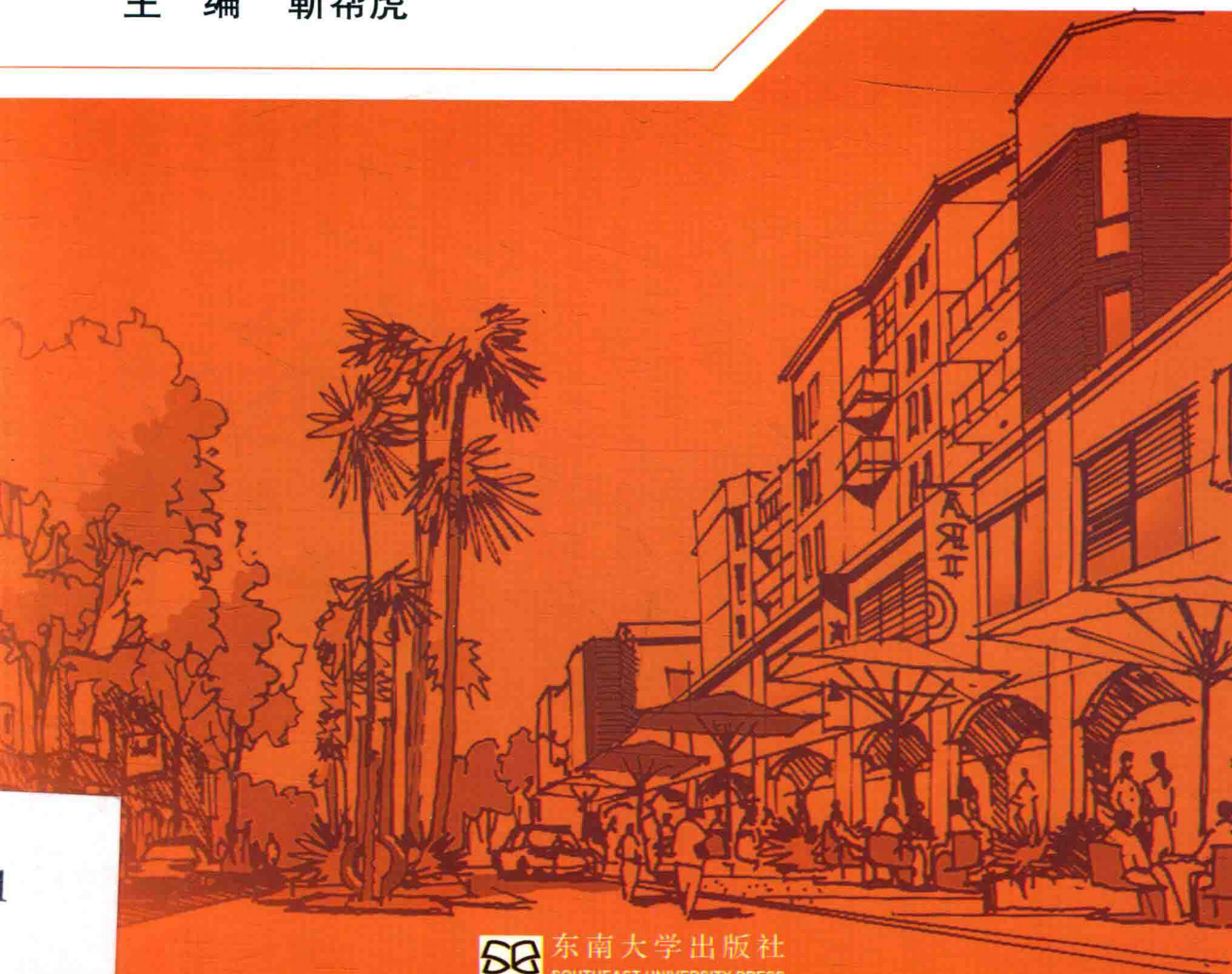


普通高等教育“十三五”应用型规划教材

# 材料力学实验

C A I L I A O L I X U E S H I Y A N

主 编 靳帮虎



东南大学出版社  
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

普通高等教育“十三五”应用型规划教材

# 材料力学实验

主 编 靳帮虎

副主编 阳 桥 顾 颖

常州大学图书馆  
藏书章

东南大学出版社

南京

## 内容简介

本书根据教育部工科学术教学指导委员会有关《工科学课程教学改革的基本要求》编写而成,为与高等学校材料力学课程的教材配套使用的实验课教材。在编写过程中,注重材料力学实验教学的特点,在每项实验中,对实验目的、实验原理、设计性实验的设计方法、注意事项、实验报告的要求以及思考题均有较详细的叙述和较严格的要求。

本书可作为高等学校土建、机械、水利、汽车等工科专业材料力学的实验教材,也可作为材料力学实验单独设课时的教学用书,还可供从事材料强度研究的工程技术人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

材料力学实验 / 靳帮虎主编. —南京:东南大学出版社, 2018. 1

ISBN 978-7-5641-7609-9

I. ①材… II. ①靳… III. ①材料力学—实验—高等学校—教材 IV. ①TB301-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 000784 号

## 材料力学实验

出版发行: 东南大学出版社

社 址: 南京市四牌楼 2 号 邮编: 210096

出 版 人: 江建中

责任编辑: 史建农 戴坚敏

网 址: <http://www.seupress.com>

电子邮箱: [press@seupress.com](mailto:press@seupress.com)

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 丹阳市兴华印刷厂(电话 0511-86212151)

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 5

字 数: 128 千字

版 次: 2018 年 1 月第 1 版

印 次: 2018 年 1 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5641-7609-9

印 数: 1~3 000 册

定 价: 25.00 元

本社图书若有印装质量问题,请直接与营销部联系。电话:025-83791830

# 前 言

本教材根据普通高等学校力学基础课程教学指导分委员会的“材料力学课程教学基本要求”，结合材料力学、工程力学等课程的教学大纲要求和材料力学实验室的实验仪器设备及实验内容编写而成。适用于工科院校材料力学基础实验教学，也可用于学生创新、综合能力训练，还可以供相关行业的技术人员参考使用。

本教材介绍了材料力学实验主要设备及仪器，以及大纲要求的基本实验，另外挑选了部分综合性实验和设计性实验供师生选用。可作为课内基础实验使用，建议开设金属材料轴向拉伸/压缩、金属材料扭转、纯弯曲梁正应力、弯扭组合正应力实验；也可作为实验课程单独开设，建议学时在 16~24 学时，可根据实验条件进行调整。

本书由武汉华夏理工学院靳帮虎主编，武汉华夏理工学院阳桥、安徽水利水电职业技术学院顾颖任副主编。具体分工如下：靳帮虎（第 1 章，第 3 章，第 4 章，第 5 章 5、7、8 小节）、阳桥（第 2 章，第 5 章 1、2、3 小节）、顾颖（第 5 章 4、6、9 节，第 6 章及附录部分）。本书参考了已出版的一些教材并选用了部分经典插图，在此对相关作者表示感谢。

由于编者水平有限，书中错误及不足之处在所难免，欢迎广大读者批评指正。

编者

2017 年 11 月

# 目 录

1 绪 论 .....	1
1.1 材料力学实验的意义和任务 .....	1
1.2 材料力学实验的内容和方法 .....	1
1.3 材料力学实验的标准和要求 .....	2
2 主要实验设备及仪器介绍 .....	3
2.1 液压式万能材料试验机 .....	3
2.2 机械式万能材料试验机 .....	5
2.3 电子万能材料试验机 .....	7
2.4 扭转试验机 .....	8
2.5 组合式材料力学多功能实验台 .....	9
3 材料的基本力学性能实验 .....	11
3.1 金属材料拉伸实验 .....	11
3.2 金属材料的压缩实验 .....	14
3.3 低碳钢材料弹性模量 $E$ 的测定 .....	17
3.4 金属材料的扭转实验 .....	18
3.5 冲击实验 .....	21
4 电阻应变测量技术 .....	24
4.1 电阻应变测量技术简介 .....	24
4.2 纯弯曲梁正应力实验 .....	27
4.3 弯扭组合变形主应力的测定 .....	29
4.4 拉伸弹性模量( $E$ )及泊松比( $\mu$ )的测定(电测法) .....	32
5 选择性、综合设计性实验 .....	35
5.1 压杆临界压力的测定 .....	35
5.2 疲劳实验 .....	36
5.3 剪切模量 $G$ 的测定 .....	40
5.4 偏心拉伸实验 .....	41
5.5 叠(组)合梁弯曲的应力分析实验 .....	42
5.6 工字钢梁弯曲正应力实验 .....	44
5.7 电阻应变计的粘贴及接桥实验 .....	47
5.8 电阻应变计灵敏系数 $K$ 的测定 .....	50

5.9 力传感器的制作	52
<b>6 误差分析和数据处理</b>	<b>54</b>
6.1 误差分析	54
6.2 实验数据的直线拟合	55
6.3 实验数据有效数后第一位数的修约规定	56
<b>附录 I 实验报告</b>	<b>59</b>
<b>附录 II 材料力学实验性能试验的国家标准名称</b>	<b>69</b>
<b>附录 III 常用金属材料的力学性能</b>	<b>70</b>
<b>参考文献</b>	<b>71</b>
1 材料力学实验	71
2 材料力学实验	71
3 材料力学实验	71
4 材料力学实验	71
5 材料力学实验	71
6 材料力学实验	71
7 材料力学实验	71
8 材料力学实验	71
9 材料力学实验	71
10 材料力学实验	71
11 材料力学实验	71
12 材料力学实验	71
13 材料力学实验	71
14 材料力学实验	71
15 材料力学实验	71
16 材料力学实验	71
17 材料力学实验	71
18 材料力学实验	71
19 材料力学实验	71
20 材料力学实验	71
21 材料力学实验	71
22 材料力学实验	71
23 材料力学实验	71
24 材料力学实验	71
25 材料力学实验	71
26 材料力学实验	71
27 材料力学实验	71
28 材料力学实验	71
29 材料力学实验	71
30 材料力学实验	71
31 材料力学实验	71
32 材料力学实验	71
33 材料力学实验	71
34 材料力学实验	71
35 材料力学实验	71
36 材料力学实验	71
37 材料力学实验	71
38 材料力学实验	71
39 材料力学实验	71
40 材料力学实验	71
41 材料力学实验	71
42 材料力学实验	71
43 材料力学实验	71
44 材料力学实验	71
45 材料力学实验	71
46 材料力学实验	71
47 材料力学实验	71
48 材料力学实验	71
49 材料力学实验	71
50 材料力学实验	71

## 1.1 材料力学实验的意义和任务

### 1.1.1 材料力学实验的意义

材料力学是一门研究构件承载能力的科学,而材料力学实验是材料力学教学的一个重要的实践性环节。科学史上许多重大的发明是依靠科学实验而得到的,材料力学中的一些理论和公式也是建立在实验、观察、推理、假设的基础上,它们的正确性还必须由实验来验证。我们在解决工程设计中的强度、刚度等问题时,首先要知道反映材料力学性能的参数,而这些参数也必须靠材料实验来测定。此外,对工程中一些受力和几何形状比较复杂的构件,难以用理论分析解决时,更需要用实验方法来寻求解答。因此材料力学实验不仅是理论的基础,同时又促进材料力学理论的发展,是科技工作者必须掌握的一个重要手段。

### 1.1.2 材料力学实验的任务

1. 为生产服务。材料力学性能的实验在构件的选材、设计、现场实测、事故分析等阶段内都扮演了重要角色。
2. 引入新技术、新方法,研究新的测试手段,得到新型材料的力学性能。
3. 为材料力学教学服务。材料力学的一些理论是以某些假设为基础的,例如:杆件的弯曲理论就以平面假设为基础。用实验验证这些理论的正确性和适用范围,有助于加深对理论的认识和理解。至于对新建立的理论和公式,用实验来验证更是必不可少的。实验是验证、修正和发展理论的必要手段。

## 1.2 材料力学实验的内容和方法

### 1.2.1 材料力学的研究内容

材料力学实验包含下面三个内容:

1. 材料的力学性能测定。材料的力学性能通常是通过拉伸、压缩、扭转等实验来测定的。通过这些实验,学会测量材料力学性能的基本方法。在工程上,各种材料的力学性能是设计不可缺少的依据,研究不断出现的新型合金材料、复合材料的首要任务就是力学性能的测定。
2. 检验已有的力学理论。在理论分析中,将实际问题抽象为理想模型,并做出某些科学假设(如平截面假定等),使问题得到简化,从而推出一般性结论和公式,这是理论研究中常用

的方法,但是这些假设和结论是否正确、理论公式能否应用于实践之中,必须通过实验来验证。

3. 应力分析综合实验。在工程实践中,很多构件的形状和受力情况比较复杂,单纯依靠理论计算不易得到正解的结果,必须用实验的方法来了解构件的应力、应变分布规律,从而解决强度问题。

### 1.2.2 材料力学实验的方法

材料力学实验方法有机械测法、电测法、光弹性法,还有激光全息光弹性法等。采用何种方法取决于实验的目的和对实验精度的要求。一般来说,如要得到材料的力学性能则采用机械测法;仅需了解构件某一局部的应力分布,电测法比较合适;如需了解构件的整体应力分布,则以光弹性法为宜。有时也可将几种方法联合使用。例如:可用光弹性法判定构件危险截面的位置,再使用电测法测出危险截面的局部应力分布。

## 1.3 材料力学实验的标准和要求

### 1.3.1 材料力学实验的标准

材料的强度指标如屈服极限、强度极限、持久极限等,虽是材料的固有属性,但往往与试样的形状、尺寸、表面加工精度、加载速度、周围环境(温度、介质)等有关。为使实验结果能相互比较,国家标准对试样的取材、形状、尺寸、加工精度、实验手段和方法以及数据处理等都做了统一规定。我国国家标准的代号是 GB,国际标准的代号为 ISO。国际间需要做仲裁实验时,以国际标准为依据。

### 1.3.2 材料力学实验的要求

整理实验结果时,应剔除明显不合理的数据,并以表格或图线表明所得结果。若实验数据中的两个量之间存在线性关系,可用最小二乘法拟合为直线,然后进行计算。或者采用等量加载法,即每次加等量载荷,记录每次加载时得到的变形(应变),然后计算每次加载时的载荷增量和变形(应变)的增量,再计算载荷增量的平均值及变形(应变)的增量的平均值,用载荷增量的平均值及变形(应变)增量的平均值代入公式计算需要的物理量。数据运算的有效数位数要依据机器、仪表的测量精度来确定。有效数后面第一位数的进位规则,可按修约规则进行修约。最后,按要求写出实验报告。



## 主要实验设备及仪器介绍

测定材料力学性能的主要设备是材料试验机。常用的材料试验机有拉力试验机、压力试验机、扭转试验机、冲击试验机、疲劳试验机等。能兼作拉伸、压缩、剪切、弯曲等多种实验的试验机称为万能材料试验机。根据加力的性质可分为静荷试验机和动荷试验机。供静力实验用的万能材料试验机有液压式、机械式、电子式等类型。

### 2.1 液压式万能材料试验机

现以国产 WE 系列为例介绍液压式万能材料试验机。图 2-1 为这一系列中最常见的 WE-100A、300、600 试验机的结构简图。现分别介绍其加载系统和测力系统。

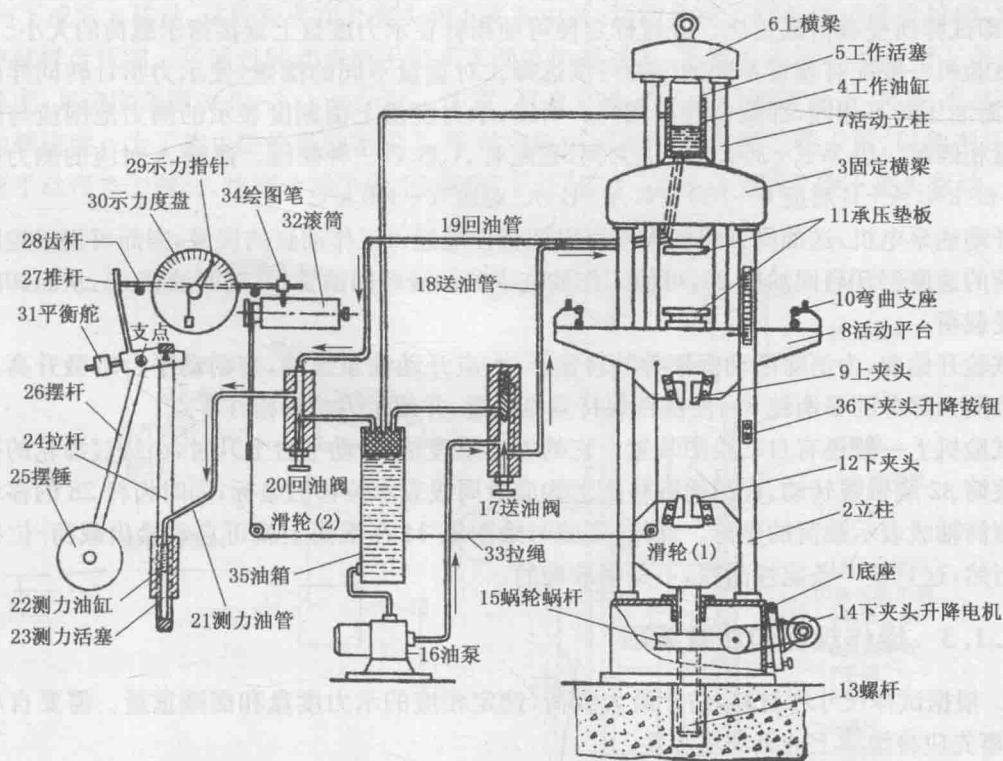


图 2-1 液压式万能材料试验机结构简图

#### 2.1.1 加载系统

在底座 1 上由两根固定立柱 2 和固定横梁 3 组成承载框架。工作油缸 4 固定于框架上。

在工作油缸的工作活塞 5 上,支承着由上横梁 6、活动立柱 7 和活动平台 8 组成的活动框架。当油泵 16 开动时,油液通过送油阀 17,经送油管 18 进入工作油缸,把工作活塞 5 连同活动平台 8 一同顶起。这样,如把试样安装于上夹头 9 和下夹头 12 之间,由于下夹头固定,上夹头随活动平台上升,试样将受到拉伸。若把试样置放于两个承压垫板 11 之间,或将受弯试件置放于两个弯曲支座 10 上,则因固定横梁不动而活动平台上升,试样将分别受到压缩或弯曲。此外,试验开始前如欲调整上、下夹头之间的距离,则可开动电机 14,驱动螺杆 13,便可使下夹头 12 上升或下降。但电机 14 不能用来给试样施加压力。

### 2.1.2 测力系统

加载时,开动油泵电机,打开送油阀 17,油泵把油液送入工作油缸 4 顶起工作活塞 5 给试样加载;同时,油液经回油管 19 及测力油管 21(这时回油阀 20 是关闭的,油液不能流回油箱),进入测力油缸 22,压迫测力活塞 23,使它带动拉杆 24 向下移动,从而迫使摆杆 26 和摆锤 25 连同推杆 27 绕支点偏转。推杆偏转时,推动齿杆 28 做水平移动,于是驱动示力度盘的指针齿轮,使示力指针 29 绕示力度盘 30 的中心旋转。示力指针旋转的角度与测力油缸活塞上的总压力(即拉杆 24 所受拉力)成正比。因为测力油缸和工作油缸中油压压强相同,两个油缸活塞上的总压力成正比(活塞面积之比)。这样,示力指针的转角便与工作油缸活塞上的总压力,亦即试样所受载荷成正比。经过标定便可使指针在示力度盘上直接指示载荷的大小。

试验机一般配有重量不同的摆锤可供选择。对重量不同的摆锤,使示力指针转同样的转角,所需油压并不相同,即载荷并不相同。所以,示力度盘上由刻度表示的测力范围应与摆锤的重量相匹配。以 WE-300 试验机为例,它配有 A、B、C 三种摆锤。摆锤 A 对应的测力范围为 0~60 kN,A+B 对应 0~150 kN,A+B+C 对应 0~300 kN。

开动油泵电机,送油阀开启的大小可以调节油液进入工作油缸的快慢,因而可用以控制增加载荷的速度。开启回油阀 20,可使工作油缸中的油液经回油管 19 泻回油箱 35,从而卸减试样所受载荷。

试验开始前,为消除活动框架等的自重影响,应开动油泵送油,将活动平台略微升高。然后调节测力部分的平衡铰 31,使摆杆保持垂直位置,并使示力指针指在零点。

试验机上一般还有自动绘图装置。它的工作原理是,活动平台上升时,由绕过滑轮的拉绳带动滚筒 32 绕轴线转动,在滚筒圆柱面上构成沿周线表示位移的坐标;同时齿杆 28 的移动构成沿滚筒轴线表示载荷的坐标。这样,实验时绘图笔 34 在滚筒上就可自动绘出载荷-位移曲线。当然,这只是一条定性曲线,不是很准确的。

### 2.1.3 操作规程和注意事项

1. 根据试样尺寸和材料,估计最大载荷,选定相应的示力度盘和摆锤重量。需要自动绘图时,事先应将滚筒上的纸和笔装妥。

2. 先关闭送油阀和回油阀,再开动油泵电机。待油泵工作正常后,开启送油阀将活动平台升高约 10 mm,以消除其自重。然后关闭送油阀,安装好试样,调整示力度盘指针使它指在零点。

3. 安装拉伸试样时,可开动下夹头升降按钮 36 以调整下夹头位置,试样安装好后就不能再启动调位电机。

4. 缓慢开启送油阀,给试样平稳加载。应避免油阀开启过大进油太快。实验进行中,注意不要触动摆杆或摆锤。

5. 实验完毕,关闭送油阀,停止油泵工作。破坏性实验先取下试样,再缓缓打开回油阀将油液放回油箱;非破坏性实验,自然应先开回油阀卸载后才能取下试样。

## 2.2 机械式万能材料试验机

机械式万能材料试验机是一种靠机械传动加力和测力的专用设备,这种试验机也可做拉伸、压缩、弯曲、剪切等试验。现以 ZDM 型号的试验机为例介绍机械式万能试验机。其结构简图如图 2-2 所示。

### 2.2.1 加载系统

由底座 4、两个固定立柱 6 和上横头 16 组成承力固定框架。框架中间装有活动台 12,在活动台的上空间可分别进行拉伸、压缩、弯曲、剪切等实验。这种试验机可分别用电动和手摇装置加载。用电动加载时要先将离合器手柄 10 置于“慢速”位置,再开启主电动机 1,通过无级变速器 2 带动底座中的蜗轮螺杆 3 转动。通过螺杆 5 带动活动台 12 和上下夹头 15 沿导轨 14 向下或向上移动,试件装夹在上夹头和下夹头中间,活动台向下移动使试样受拉伸,向上移动使试样受压缩。可通过转动调速手轮 8 来调节加载速度,手轮上的标刻值是指下夹头的移动速度,其速度范围为 5~30 mm/min。注意,只有在电动机运转的情况下,才能通过手轮调节加载速度。为了防止随便转动手轮 8,平时应该用锁紧手柄 9 将手轮卡紧,以免损坏机件。需要手动慢速加载时,将离合器手柄 10 调到“手动”位置,再摇动手柄 7 使下夹头移动。

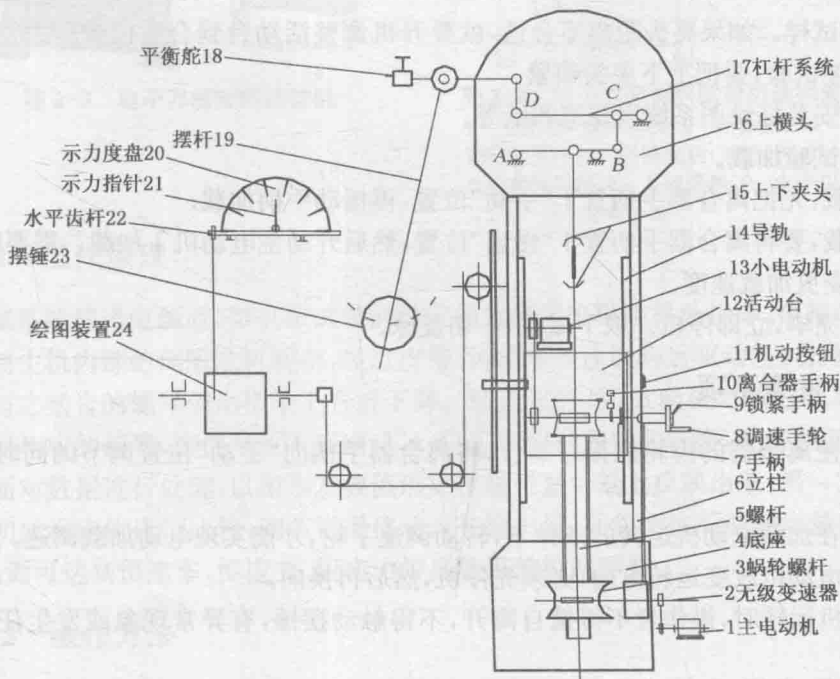


图 2-2 机械式万能材料试验机结构简图

如果需要快速调整上下夹头之间的距离,要先将离合器手柄 10 调到“快速”位置,这时主电动机 1 和小电动机 13 同时工作,它们带动螺杆 5 较快转动,从而使下夹头快速移动。开启小电动机 13 要注意两点:第一,它的功率很小,只能空载运行。第二,它的速度很快,要注意及时停机,防止上下夹头冲撞而损坏电动机。

### 2.2.2 测力系统

试件安装在上下夹头之间,载荷通过  $AB$  和  $CD$  两级杠杆系统 17 传递,带动摆锤 23 绕支点转动而抬起。 $AB$  杠杆有两个支点,试样受拉时,以  $A$  为支点, $B$  脱离;试样受压时,会自动以  $B$  为支点, $A$  脱离。从而无论试样受拉还是受压, $CD$  杠杆的动作均一致,摆锤也总向一个方向摆动,推动水平齿杆 22 移动,在示力度盘 20 上便可读出试件承受的拉力或压力大小。这种试验机的摆锤分  $A$ 、 $B$ 、 $C$  三种,对于 100 kN 的试验机,对应的测力范围分别为 0~20 kN、0~50 kN、0~100 kN。

上夹头及杠杆系统的重量由平衡铊 18 来平衡。实验开始前调整平衡铊使摆杆 19 保持垂直,示力指针 21 对准零点。由于这种试验机的结构特点,零点不易变更,所以无须经常调整零点。

### 2.2.3 操作步骤和注意事项

1. 根据要求准备好相应的试件夹头。检查离合器、调速手轮和有关保险开关是否在正确位置上。

2. 估算所需的最大载荷,选择测力度盘,配置相应的摆锤。调节摆杆垂直,调整指针零点。

3. 安装试样。如果夹头距离不合适,就要开机调整活动台到合适位置,停机后再装夹试样。对于拉伸试验,要把上下夹头锁紧。

4. 调整安装好绘图系统以及笔和纸等。

5. 正式试验加载。

手动加载:先把离合器手柄置于“手动”位置,再摇动手柄加载。

电动加载:要将离合器手柄置于“慢速”位置,然后开动主电动机 1 加载。需要时可通过调速手轮 8 来变更加载速度。

6. 实验完毕,立即停机。取下试件,一切复原。

### 2.2.4 注意事项

1. 为了使离合器的齿轮能很好啮合,将离合器手柄向“手动”位置调节的同时,要转动手摇加载手柄。

2. 必须在加载电动机运转的条件下,转动调速手轮,才能实现电动加载调速。

3. 要使电动机改变运转方向,必须先停机,然后再换向。

4. 试验机运转时,操作者不得擅自离开,不得触动摆锤,有异常现象或发生任何故障,必须立即停机。

5. 小电动机 13 只能用于快速调节活动台的升降,严禁用于加载或卸载。

## 2.3 电子万能材料试验机

电子万能材料试验机是采用各类传感器进行力和变形检测,通过微机控制的新型机械式试验机。由于采用了传感技术、自动化检测和微机控制等先进的测控技术,它不仅可以完成拉伸、压缩、弯曲、剪切等常规试验,还能进行材料的断裂性能研究以及完成载荷或变形循环、恒加载速率、恒变形速率、蠕变、松弛和应变疲劳等一系列静、动态力学性能试验。此外,它还具有测量精度高、加载控制简单、试验范围宽等特点,以及提供较好的人机交互界面,具备对整个试验过程进行预设和监控、直接提供试验分析结果和试验报告、试验数据和试验过程再现等优点。

现以 Instron 5882 电子万能材料试验机(见图 2-3)为例,简单介绍其构造原理和使用方法(见图 2-4)。该机采用全数字化控制,配备载荷传感器、电子引伸计、光电位移编码器等传感器,机械加载部分采用直流伺服控制系统控制预应力滚珠丝杠带动横梁移动。

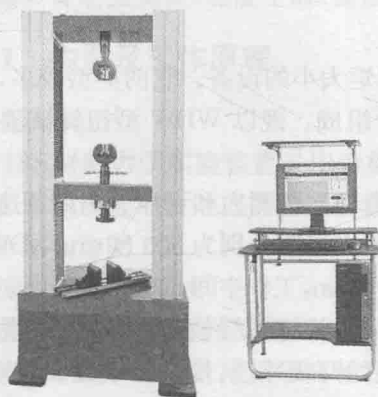


图 2-3 电子万能材料试验机

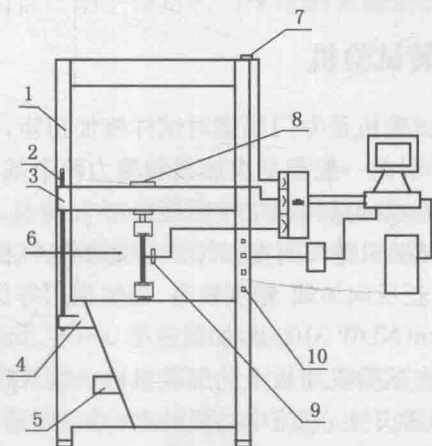


图 2-4 电子万能材料试验机结构简图

1—主机;2—滚珠丝杠;3—活动横梁;4—齿轮传动机构;5—伺服电机;6—试件;7—光电位移编码器;8—力传感器;9—电子引伸计;10—点动控制按钮

### 2.3.1 工作原理

在测试系统接通电源后,微机按试验前设定的数值发出横梁移动指令,该指令通过伺服控制系统控制主机内部的伺服电机转动,经过皮带、齿轮等减速机构后驱动左、右丝杠转动,由活动横梁内与之啮合的螺母带动横梁上升或下降。装上试样后,试验机可通过载荷、应变、位移传感器获得相应的信号,该信号放大后通过 A/D 进行数据采集和转换,并将数据传递给微机。微机一方面对数据进行处理,以图形及数值形式在微机显示器上反映出来;另一方面将处理后的信号与初始设定值进行比较,调节横梁移动改变输出量,并将调整后的输出量传递给伺服控制系统,从而可达到恒速率、恒应变、恒应力等高要求的控制需要。

### 2.3.2 操作方法

由于 Instron 5882 电子万能材料试验机采用了全数字化控制技术,因此,其工作过程均通过软件操作来实现。下面结合常用的 Merlin 软件来介绍操作方法。

1. 依次合上主机、控制器、计算机系统的电源,一般要求预热一会儿。
2. 直接点击计算机桌面上的 Merlin 图标,打开软件,进入试验方法模式,如以前已编好了试验方法,可直接点击进入;如果没有,可点击最下方的 Merlin,查找合适的试验法。
3. 选定所要的试验方法后,输入相关的试验参数,如:加载速率、试样尺寸、数据采集模式和所需试验结果等,最后存储方法。
4. 安装试样,检查设备的上下限保护是否设置正确。
5. 启动试验,并注意观察,若发生意外立即终止试验。
6. 试验完成后,存储试验数据,根据需要提供试验分析结果或打印试验报告。
7. 将主机的横梁回位,以免接着试验时,造成软件与主机连接不上。
8. 实验完毕,关闭 Merlin 软件,关闭计算机系统,关闭控制器,关闭主机电源,最后切断总电源。
9. 清洁主机,填写设备使用记录。

## 2.4 扭转试验机

扭转试验机是专门用来对试样施加扭矩,测定扭矩大小的设备。它的类型较多,结构形式也各有不同,但一般都是由加载和测力两个基本部分组成。现以 WDW 型扭转试验机为例说明扭转试验机的结构及工作原理。

这种试验机是采用直流伺服电机加载、杠杆电子自动平衡测力和可控硅无级调速控制加载速度,具有正反向加载、精度较高、速度宽广等优点。最大扭矩分别为  $500 \text{ N} \cdot \text{m}$ (NDW 30500)、 $1000 \text{ N} \cdot \text{m}$ (NDW 31000),加载速度  $0.036^\circ/\text{min} \sim 360^\circ/\text{min}$ ,工作空间  $550 \text{ mm}$ 。

安装在试验机溜板上的加载机构由滚珠轴承支持在机座的导轨上,可以前后滑动。加载时,打开电源开关,直流电动机转动,通过减速齿轮箱的两级减速,带动活动夹头转动,从而对安装在夹头和夹头之间的试件施加扭矩。

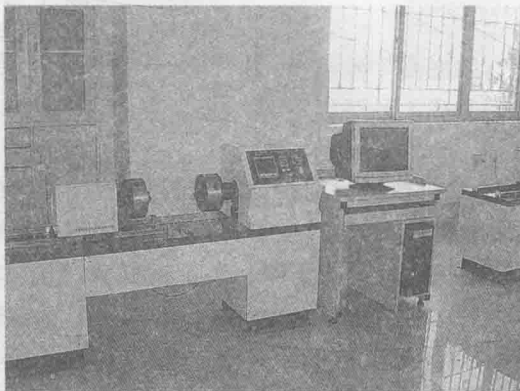


图 2-5 NDW 30500 电子扭转试验机

1. 开机步骤:打开计算机主机显示器开关(仅限微机控制);运行试验程序,点击联机,试验程序中,已连接通道的显示值实时变化,表示已正常连接。

2. 安装夹具,装夹试样。夹持试样前清零。

注:做拉伸试验时,先安装靠近传感器一边的夹具夹持试样,然后安装另一边试样。

3. 装夹变形装置(配有变形装置时),装夹变形后清零。

4. 在试验程序中,建立新试验组,设置参数。注意参数中停车条件。

5. 开始试验。试验过程中,如发现异常现象,应立即停车检查,排除故障后方可继续工作。必要时按“紧急停车”按钮。

6. 实验完成后,将试样卸下,保持试验机空载状态。

7. 停止试验机运转,关闭钥匙开关,切断电源。

8. 清理工作现场,擦拭试验机,定期在裸露的运动部件上涂油。

## 2.5 组合式材料力学多功能实验台

组合式材料力学多功能实验台是方便同学们自己动手做材料力学电测实验的设备,一个实验台可做多种电测实验,功能全面,操作简单。

### 2.5.1 构造及工作原理

#### 1. 外形结构

XL3418S 材料力学实验装置采用钢板底座,悬臂式加载机构,可旋转改换位置进行材料力学实验。表面经过细致处理并通过喷塑加工使产品外观和牢固程度大大提高,结构坚固耐用。其外形结构如图 2-6。

#### 2. 加载原理

加载机构为内置式,采用蜗轮蜗杆及螺旋传动的原理,在不产生对轮齿破坏的情况下,对试件进行施力加载。该设计采用了两种省力机械机构组合在一起,将手轮的转动变成了螺旋千斤加载的直线运动,具有操作省力、加载稳定等特点。

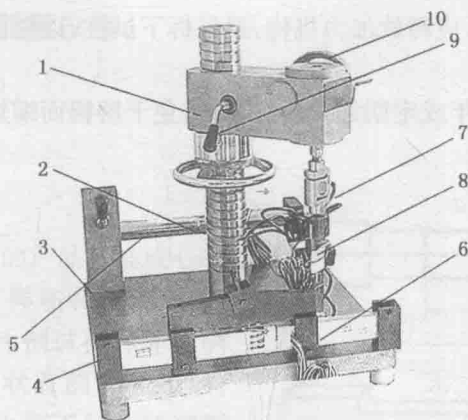


图 2-6 组合式材料力学多功能实验台

1—加载臂;2—加载臂升降手轮;3—悬臂梁、等强度梁安装支座;4—扭转筒锁紧手柄;5—扭转筒;6—纯弯曲梁;7—拉伸、偏心拉伸试件;8—拉压力传感器;9—加载臂锁紧手柄;10—加载手轮

### 3. 工作机理

实验台采用蜗杆和螺旋复合加载机构,通过传感器及过渡加载附件对试件进行施力加载,加载力大小经拉压力传感器由力 & 应变综合参数测试仪的测力部分测出所施加的力值;各试件的受力变形,通过力 & 应变综合参数测试仪的测试应变部分显示出来,该测试设备备有微机接口,所有数据可由计算机分析处理并打印。

### 2.5.2 操作步骤

1. 将所做实验的试件通过有关附件连接到实验台相应位置,连接拉压力传感器和加载件到加载机构上去。

2. 连接传感器电缆线到仪器传感器输入插座,连接应变片导线到仪器的各个通道接口上去。

3. 打开仪器电源,预热 20 分钟左右,输入传感器量程及灵敏度和应变片灵敏系数(一般首次使用时已调好,如实验项目及传感器没有改变,可不必重新设置),在不加载的情况下将测量力和应变量调至零。

4. 在初始值以上对各试件进行分级加载,转动手轮速度要均匀,记下各级力值和试件产生的应变值进行计算、分析和验证。如已与微机连接,则全部数据可由计算机进行简单的分析并打印。

### 2.5.3 注意事项

1. 每次实验最好先将试件摆放好,仪器接通电源,打开仪器预热 20 分钟左右,讲完课再做实验。

2. 各项实验不得超过规定的终载的最大拉压力。

3. 加载机构作用行程为 50 mm,手轮转动快到行程末端时应缓慢转动,以免撞坏有关定位件。

4. 所有实验进行完后,应释放加力机构,最好拆下试件,以免闲杂人员乱动损坏传感器和有关试件。

5. 蜗杆加载机构每半年或定期加润滑油,避免干磨损而缩短使用寿命。



材料的力学性能是指材料抵抗各种外加载荷的能力,其中包括弹性和强度、刚度、塑性等,它们是衡量材料性能极其重要的指标。常温、静载下的材料力学性能实验中应用较为广泛的有拉伸实验、压缩实验、扭转实验、冲击实验等。

### 3.1 金属材料拉伸实验

#### 3.1.1 实验意义

常温、静载下的轴向拉伸实验是材料力学实验中最基本、应用最广泛的实验。通过拉伸实验可以全面地评价材料的力学性能,如:弹性、塑性、强度、变形等力学性能指标。这些性能指标对材料力学的分析计算、工程设计、选择材料和新材料开发都有极其重要的作用。

#### 3.1.2 实验目的

1. 测定低碳钢的屈服强度  $\sigma_s$ 、抗拉强度  $\sigma_b$ 、断后延伸率  $\delta$  和断面收缩率  $\psi$ 。
2. 测定铸铁的抗拉强度  $\sigma_b$ 。
3. 观察上述两种材料在拉伸过程中的各种现象,并绘制拉伸图( $P-\Delta L$  曲线)。
4. 分析比较低碳钢和铸铁的力学性能特点与试样破坏特征。

#### 3.1.3 实验设备及测量仪器

1. 电子万能材料试验机。
2. 游标卡尺。

#### 3.1.4 试样制备

试样的制备应按照相关的产品标准或 GB/T 228.1—2002 的要求切取样坯和制备试样。依据此标准,拉伸试样分为比例试样和非比例试样两种,试样的横截面形状有圆形和矩形。这两种试样便于机械加工,也便于尺寸的测量和夹具的设计。本实验所用的拉伸试样是经机械加工制成的圆形横截面的比例试样,即  $L_0 = (50 \sim 100)\text{mm}$ 、 $d = (5 \sim 10)\text{mm}$ 。如图 3-1(a) 所示。

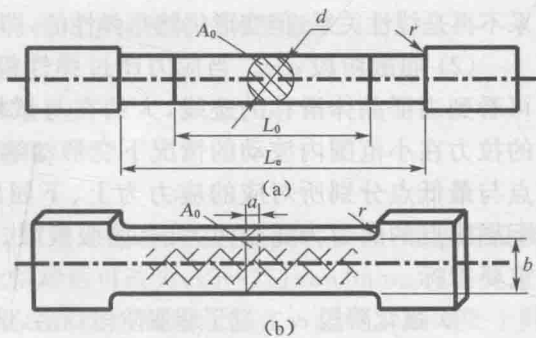


图 3-1