

土木工程实验

——实验指导书

温州大学建筑与土木工程学院编写组 编



科学出版社

土木工程实验

——实验指导书

温州大学建筑与土木工程学院编写组 编

科学出版社
北 京

内 容 简 介

本书详细介绍土木工程实验：第一章，材料力学实验；第二章，测量学实验；第三章，土木工程材料；第四章，钢结构实验；第五章，土力学实验；第六章，工程流体力学；第七章，混凝土结构基本原理实验；第八章，混凝土检测基本实验。

本书可作为土木工程以及相关专业本科生的教材，也可作为土木工程领域科研人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程实验：实验指导书/温州大学建筑与土木工程学院编写组编.
—北京：科学出版社，2012

ISBN 978-7-03-033317-9

I. ①土… II. ①温… III. ①土木工程-实验-高等学校-教学参考资料
IV. ①TU-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012) 第 004910 号

责任编辑：刘凤娟 / 责任校对：包志虹

责任印制：钱玉芬 / 封面设计：耕 者

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码：100717

<http://www.sciencep.com>

新科印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012 年 3 月第 一 版 开本：787×1092 1/16

2012 年 3 月第一次印刷 印张：13

字数：155 000

定价：46.00 元（含报告）

（如有印装质量问题，我社负责调换）

《土木工程实验》编辑委员会

主 编 孙林柱

副主编 王 军 陈联盟

成 员 (按姓氏笔画排序)

丁光亚 史文海 李校兵 杨 芳

杨克家 张海印 周亚刚 胡秀青

谢子令 蔡 瑛 潘林有

统 稿 王 军

校 稿 蔡 瑛

目 录

第一章 材料力学实验	1
引言	1
第一节 实验简介	2
一、实验的意义和基本内容	2
二、实验程序	2
三、误差分析及数据处理简介	4
第二节 主要仪器设备介绍	5
一、液压式万能试验机	5
二、多功能组合实验台	8
第三节 基本实验部分	9
一、拉伸实验	9
二、压缩实验	12
三、弹性模量 E 和泊松比 μ 的测定	14
四、材料剪变模量 G 的测定	16
五、梁的弯曲正应力实验	18
第二章 测量学实验	21
引言	21
第一节 实验简介	21
一、实验的意义和基本内容	21
二、实验程序	22
三、测量记录与计算规则	24
第二节 基本实验部分	24
一、水准仪的认识与使用	24
二、普通水准测量	25
三、经纬仪的认识与使用	26
四、测回法观测水平角	27
五、垂直角观测	28
六、全站仪的认识与使用	28
第三章 土木工程材料	31
引言	31
第一节 实验简介	32
一、实验的意义和基本内容	32
二、实验主要仪器	32
第二节 基本实验部分	33

一、基本性质实验	33
二、水泥实验	38
三、普通砼用骨料实验	48
四、普通混凝土配合比设计实验	56
五、建筑砂浆实验	57
六、砌墙砖实验	60
七、钢筋实验	63
第四章 钢结构实验	67
引言	67
第一节 实验简介	67
实验的意义和基本内容	67
第二节 主要仪器的使用	68
一、百分表	68
二、电阻应变仪	70
第三节 基本实验部分	71
一、钢梁抗弯实验	71
二、钢屋架静载实验	72
第五章 土力学实验	74
引言	74
第一节 实验简介	75
实验的意义和基本内容	75
第二节 主要仪器设备介绍	76
实验主要器材	76
第三节 基本实验部分	77
一、土的物理性能实验	77
二、土的液、塑限实验	80
三、土的压缩(固结)实验	83
四、直接剪切实验	87
五、确定土的灵敏度和软黏土 c 、 φ 值实验	90
六、三轴剪切实验	90
第六章 工程流体力学	97
引言	97
第一节 实验简介	98
一、实验的意义和基本内容	98
二、实验主要仪器	99
第二节 主要仪器设备介绍	99
一、流体静力学实验装置	99
二、自循环伯努利方程实验装置	100
三、动量定律实验装置	101

四、毕托管实验装置	102
五、自循环雷诺实验装置	103
六、文丘里流量计实验装置	103
七、自循环沿程水头损失实验装置	104
八、局部阻力系数实验装置	105
九、孔口管嘴实验装置	105
第三节 基本实验部分	106
一、流体静力学实验	106
二、不可压缩流体恒定流能量方程实验	108
三、不可压缩流体恒定流动量定律实验	109
四、毕托管测速实验	110
五、雷诺实验	111
六、文丘里流量计实验	112
七、沿程水头损失实验	113
八、局部阻力损失实验	114
九、孔口与管嘴出流实验	114
第七章 混凝土结构基本原理实验	116
引言	116
第一节 实验简介	116
实验的意义和基本内容	116
第二节 主要仪器设备介绍	117
一、实验仪器	117
二、实验仪器的使用	117
第三节 基本实验部分	117
一、钢筋混凝土梁的正截面受弯性能实验	117
二、钢筋混凝土梁的斜截面受剪性能实验	120
第八章 混凝土检测基本实验	122
引言	122
第一节 结构应变检测的电测法试验	123
一、试验目的	123
二、试验内容	123
三、试验梁的构成	123
四、试验梁的加载与仪表布置	123
五、试验量测数据内容	124
六、试验仪器及设备	124
七、试验要求	124
第二节 混凝土结构的强度无损检测试验	124
一、试验目的	124
二、试验内容	125
三、试验梁	126

四、试验量测数据内容	126
五、试验仪器及设备	126
六、试验要求	126
后记	127

第一章 材料力学实验

引 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，它们的正确性必须由实验来验证。学生通过做实验，用理论来解释、分析实验结果，以实验结果来证明理论，互相印证，以达到巩固理论知识和学会实验方法的双重目的。

本章是根据温州大学建筑与土木工程学院开设的材料力学实验内容和仪器设备情况编写的，由材料的拉伸、压缩实验，弹性模量、泊松比和剪切模量的测定实验，弯曲正应力实验以及相关仪器和设备介绍组成。

编写时主要参考了刘鸿文、吕荣坤的《材料力学实验》，曹以柏、徐温玉的《材料力学测试原理及实验》，王绍铭等的《材料力学实验指导》和其他院校的有关实验教学资料。

教学大纲

【基本要求】

对一些材料的基本常用力学性能指标进行测定，对根据假设导出的理论公式加以验证。实验应力的初步分析，掌握所用仪器设备的操作规程及熟练使用仪器设备，进行数据采集及分析，观察实验过程中各种物理现象。

【重点与难点】

实验方案的制定、惠斯通电桥的理论知识与实验应用、实验误差的分析、仪器设备的操作使用。

序号	实验名称	实验内容	学时
1	拉伸实验	了解实验设备、观察低碳钢及铸铁受拉伸直至破坏的过程、测定各项机械性能指标(σ_s 、 σ_b 、 δ 、 ψ)、比较低碳钢(塑性材料)与铸铁(脆性材料)拉伸时的机械性能	1
2	压缩实验	测定低碳钢压缩时的屈服极限 σ_s 和铸铁强度极限 σ_b 、观察低碳钢和铸铁压缩时的变形破坏现象	1
3	弹性模量 E 和泊松比 μ 的测定	用应变电测法测定低碳钢的弹性模量 E 和泊松比 μ	2
4	剪变模量 G 的测定	用应变电测法测定低碳钢的剪变模量 G	2
5	弯曲正应力实验	① 了解电测的基本原理,初步掌握电测方法和多点应变测量技术; ② 测定钢梁纯弯曲时横截面上的正应力分布规律,并与理论值比较,以验证弯曲正应力公式	2

第一节 实验简介

一、实验的意义和基本内容

材料力学实验是教学中一个重要的环节。材料力学的结论及定律、材料的力学性质(机械性质)都要通过实验来验证或测定;各种复杂构件的强度和刚度的研究,也需要通过实验才能解决。故实验课能巩固、加强和应用基本理论知识,掌握测定材料机械性能及测定应力和变形的的基本方法,学会使用有关的机器及仪表(如材料试验机、电阻应变仪等),初步培养独立确定实验方案、分析处理实验结果的能力。通过实验还能培养严肃认真的工作态度,实事求是的科学作风和爱护财物的优良品质。因此,实验是工程专业学生必须掌握的基本技能。

材料力学实验一般可以分为以下三类。

(一) 测定材料的力学性质

构件设计时,需要了解所用材料的力学性质。如经常用到的材料的屈服极限、强度极限和延伸率等。这些力学性质数据,是通过拉伸、压缩、扭转和冲击等实验测定的。学生通过这类实验的基本训练,可掌握材料的力学性质的基本测定方法,进一步巩固有关材料力学性质的知识。

(二) 验证材料力学理论

把实际问题抽象为理想的计算模型,再根据科学的假设,推导出一般性公式,这是研究材料力学通常采用的方法。然而,这些简化和假设是否正确,理论计算公式能否在设计中应用,必须通过实验来验证。学生通过这类实验,可巩固和加深理解基本概念,学会验证理论的实验方法。

(三) 实验应力分析

工程实际中,常常会遇到一些构件的形状和荷载十分复杂的情况(如高层建筑物、机车车辆结构等)。关于它们的强度问题,单靠理论计算,不易得到满意的结果。因此,近几十年来发展了实验应力分析的方法,即用实验方法解决应力分析的问题。其内容主要包括电测法、光测法等,目前已成为解决工程实际问题的有力工具。本书着重介绍目前应用较广的电测技术。

随着我国现代化建设事业的发展,新的材料不断涌现,新型结构层出不穷,给强度问题和实验应力分析提出了许多新课题。因此,材料力学实验的内容,愈来愈丰富,实验技术也将变得更为多样并得以提高。作为一名工程技术人员,只有扎实地掌握实验的基础知识和技能,才能较快地接受新的知识内容,赶上科技浪潮。

二、实验程序

本章列入的实验,其实验条件以常温、静载为主。主要测量作用在试件上的荷载和试件的变形。荷载有的要求较大,由几千牛到几百千牛,故加力设备有的较大;而变形则很小,绝对变形可以小到 $1\mu\text{m}$,相对变形(应变)可以小到 $10^{-6}\sim 10^{-5}$,因而变形测量

设备必须精密。进行实验时,力与变形要同时测量,一般需数人共同完成。

这就要求严密地组织协作,形成有机的整体,以便有效地完成实验。

(一) 准备

明确实验目的、原理和步骤,数据处理方法。实验用的试件(或模型)是实验的对象,要了解它的原材料的质量,加工精度,并细心地测量试件的尺寸。同时要对试件加载量值进行估算、并拟出加载方案。此外,应备齐记录表格以供实验时记录数据。

实验小组成员要分工明确,操作互助协调,有统一指挥,不可各行其是。实验时,要有默契或口令,以便互相对应操作。

对所使用的机器和仪器要进行适当的选择(在教学实验中,实验用的机(仪)器往往是指定的,但对选择工作怎样进行应当有所了解)。选择试验机的根据是:① 需用力的类型(如使试件拉伸、压缩、弯曲或扭转的力);② 需用力的量值。前者由实验目的来决定,后者则主要依据试件(或模型)尺寸来决定。变形仪的选择,应根据实验精度以及梯度等因素决定。此外,使用是否方便、变形仪安装有无困难,也都是选用时应当考虑的问题。

若准备工作做得愈充分,则实验的进行便会愈顺利,实验工作质量也愈高。

(二) 实验

开始实验前,要检查试验机测力度盘指针是否对准零点、试件安装是否正确、变形仪是否安装稳妥等。最后请指导教师检查,确认无误后方可开动机器。第一次加载可不作记录(不允许重复加载的实验除外),观察各部分变化是否正常。如果正常,再正式加载并开始记录。记录者及操作者均须严肃认真、一丝不苟地进行工作。实验完毕,要检查数据是否齐全,并注意清理设备,把借用的仪器归还原处。

(三) 实验报告

实验报告是实验者最后的成果,是实验资料的总结。报告包括下列内容:

- 1) 实验名称,实验日期,实验人员姓名,同组成员名单。
- 2) 实验目的及原理。
- 3) 使用的机器、仪表应注明名称、型号、精度(或放大倍数)等。其他用具也应写清,并绘出装置简图。
- 4) 实验数据整理。实验数据及处理数据要正确填入记录表格内,注明测量单位,如 cm 或 mm、N 或 kN。此外,还要注意仪器的精度。在正常状况下,仪器所给出的最小读数,应当在允许误差范围之内。换言之,仪器的最小刻度应当代表仪器的精度。例如,百分表的最小刻度是 0.01mm,其精度即 1%mm。应按误差分析理论对数据进行处理。表格均应整洁,书写清晰,使人容易看出全部测量结果的变化情况和它们的单位及准确度。实验中所用仪器的度盘若是用工程单位制标定的,数据整理时一律使用国际单位制。
- 5) 实验结果计算。在材料力学实验中,用计算器计算,精度足够。但须注意有效数字的运算法则。工程上一般取 3~4 位有效数字。
- 6) 其他表示方法。除根据测得的数据整理并计算出实验结果外,一般还要采用图表或曲线来表达实验的结果。先建立坐标系,并注明坐标轴所代表的物理量及比例尺。将实验的坐标点用记号“。”或“.”、“△”、“×”表示出来。当连接曲线时,不要用直线逐点连成折线,应该根据多数点的所在位置,描绘出光滑的曲线。例如,图 1-1-1(a)为不正

确描法, 图 1-1-1(b)为正确描法。

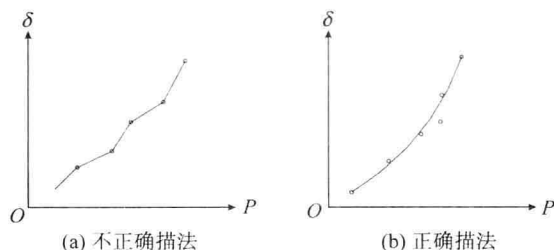


图 1-1-1 伸长率与荷载关系图

7) 实验的总结及体会。对实验的结果进行分析, 说明其优缺点之所在、精度是否满足要求等。对误差加以分析, 并回答教师指定的思考题。

三、误差分析及数据处理简介

(一) 误差的概念及分类

实验中, 依靠各种仪表、量具测量某个物理量时, 由于主客观原因, 总不可能测得该物理量的真值, 即在测量中存在着误差。若对实验数据取舍和处理得当, 则一方面可以避免不必要的误差, 另一方面可以正确地处理测量数据, 使其最大限度地接近真值。

测量误差根据其产生原因和性质可以分为系统误差、过失误差和随机误差。实验时, 必须明确自己所使用的仪器、量具本身的精度, 创造好的环境条件, 认真细致地工作, 这样就可使误差控制在最小范围内。

(二) 系统误差的消除与增量法

分析实验中的具体情况, 可以尽可能地减小甚至消除系统误差。常用的方法如下。

1. 对称法

材料力学实验中所采用的对称法包括两类: ① 对称读数。例如, 在拉伸实验中, 试件两侧对称地装上引伸仪测量变形, 取其平均值就可消除加载偏心造成的影响(球铰式引伸仪构造本身减弱了这种影响); 又如, 为了达到同样目的, 可在试件对称部位分别贴应变片。② 加载对称。在加载和卸载时分别读数, 这样可以发现可能出现的残余应力应变, 并减小过失误差。

2. 校正法

经常对试验仪表进行校正, 以减小因仪表不准所造成的系统误差。例如, 根据计量部门规定, 材料试验机的测力度盘(相对误差不能大于 1%)必须每年用标准测力计(相对误差小于 0.5%)校准; 又如, 电阻应变仪的灵敏系数度盘, 应定期用标准应变模拟仪进行校准。

3. 增量法(逐级加载法)

当需测量某根杆件的变形或应变时, 在比例极限内, 荷载由 $P_1(N)$ 增加到 $P_2, P_3, \dots, P_i, \dots$ 在测量仪表上, 便可以读出各级荷载所对应的读数 $A_1, A_2, A_3, \dots, A_i, \dots$ $\Delta A = A_i - A_{i-1}$ 称为读数差。各个读数的平均值就是当荷载增加 ΔP (一般荷载都是等量增减) 时的平均变形或应变。

增量法可以避免某些系统误差的影响。例如,材料试验机如果有摩擦力 f (常量)存在,则每次施加于试件上的真实力为 $P_1+f, P_2+f, \dots$ 再取其增量 $\Delta P = (P_2+f) - (P_1+f) = P_2 - P_1$, 摩擦力 f 便消去了。又如,某实验者读引伸仪时,习惯于把数字读得偏高。如果采用增量法,而实验过程中自始至终又都是同一个人读数,个人的偏向所带来的系统误差也可以消除掉。

实验过程中,记录人员如果能随时将读数差算出,还可以消去由于实验者粗心所致的过失误差。

材料力学实验中,一般采用增量法。

(三) 实验数据整理的几条规定

1. 读数规定

1) 从仪表或量具上读出的标度值是实验的原始数据,一定要认真对待,如实地记录下来,不得进行任何加工整理。

2) 表盘读数一般读到最小分格的 $1/10$ 。其中,最后一位有效数字是可疑数字。

2. 数据取舍的规定

明显不合理的实验结果通常称为异常数据。例如,外载增加了,变形反而减小;理论上应为拉应力的区域测出为压应力等。这种异常数据往往由过失误差造成,发生这种情况时必须首先找出数据异常的原因,再重新进行测试。对于明显不合理数据产生的原因也应在实验报告中进行分析讨论。

3. 实验结果运算的规定

1) 实验结果运算必须遵循有效数字的计算法则。

① 加减法运算时,各位所保留的小数点后的位数应与各数中小数点后位数最少的相同。例如, $8.446+0.0072+13.49$ 应写为 $8.44+0.01+13.49=21.94$ 而不应算成 21.9332 。

② 乘除法时,各因子保留的位数以有效数字最少的为准,所得积或商的准确度不应高于准确度最低的因子。

③ 大于或等于四个数据计算平均值时,有效数增加一位。

2) 实验结果必须用国际单位制表示。

3) 对于理论值的验证实验,应计算实验值和理论值之间的相对误差。

$$\text{相对误差} = \frac{\text{理论值} - \text{实验值}}{\text{理论值}} \times 100\%$$

对理论值为零的误差,计算时采用绝对误差。

第二节 主要仪器设备介绍

一、液压式万能试验机

该机为 WE 系列试验机,能给试件(或模型)施加的最大荷载通常为 50kN、100kN、300kN、600kN、1000kN 和 2000kN 等多种,能兼作拉伸、压缩、剪切和弯曲等多种实验并广泛应用于材料实验中。主要由加载部分、测力部分、自动绘图器和操作面板四部分组成。其外形如图 1-2-1 所示,结构原理如图 1-2-2 所示。

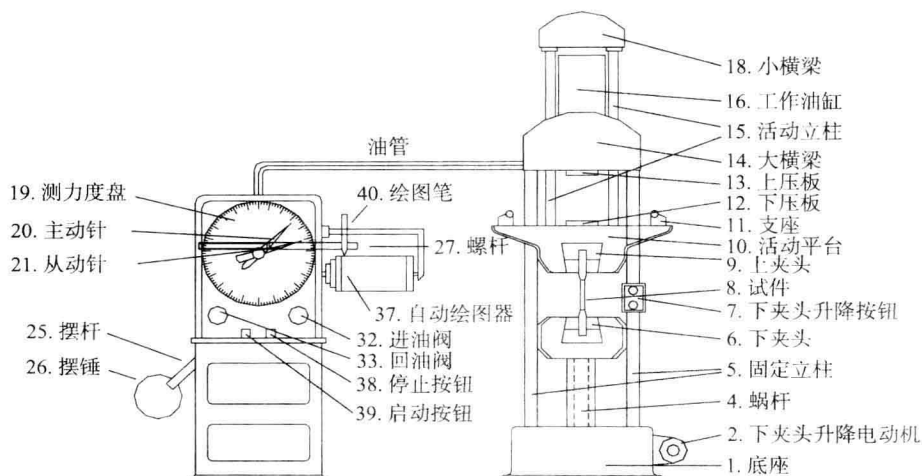


图 1-2-1 液压式万能试验机外形图

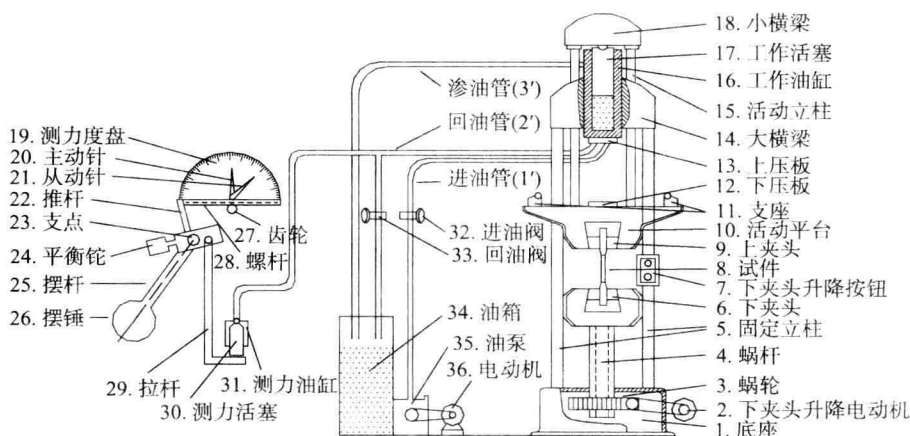


图 1-2-2 液压式万能试验机原理图

(一) 构造原理

1. 加载部分

在机器底座(1)上,装有两个固定立柱(5),它支承大横梁(14)和工作油缸(16)。开动电动机(36),带动油泵(35),将油液从油箱(34)吸入工作油泵,经油泵的出油管送到进油阀(32)内,当进油阀手轮(32)打开时,油液经进油管(1')进入工作油缸(16)内,通过油压推动工作活塞(17),由活塞顶起小横梁(18),再由小横梁(18)带动活动立柱(15)和活动平台(10)上升。若将试件两端装在上下夹头(9)、(6)中,因下夹头(6)固定不动,当活动平台(10)上升时,试件便受到拉力。若把试件放在活动平台的下压板(12)上,当活动平台(10)上升时,由于上压板(13)固定不动,试件与上压板(13)接触后,便受到压力,产生压缩变形。把弯曲试件放在两支座(11)上,当试件随活动平台上升并碰到上夹头后,便产生弯曲变形。一般试验机在输油管路中都装有进油阀(32)和回油阀(33)。进油阀用于加载,控制进入工作油缸中的油量,以便调节试件变形速度。回油阀用于卸载,打开时,可将工作油缸中的

压力油流回油箱，活动平台由于自重而下落，回到原始位置。

根据拉伸的空间不同，可启动下夹头升降电动机(2)，转动底座中的蜗轮(3)，使蜗杆(4)上下移动，以调节下夹头(6)的升降位置。注意当试件已夹紧或受力后，不能再开动下夹头升降电动机(2)。否则，就要造成下夹头对试件加载，以致损伤机件，烧毁电机(2)。

2. 测力部分

主要由测力度盘(19)、指针、回油管(2')、测力油缸(31)、工作油缸(16)、摆锤(26)、拉杆(29)等组成。加载时，工作油缸(16)中的压力油推动活塞(17)的力与试件所受的力随时处于平衡状态。由于回油管(2')将工作油缸(16)和测力油缸(31)联通，工作油缸内油压通过回油管(2')传到测力油缸(31)并推动测力活塞(30)向下。通过拉杆(29)使摆锤(26)绕支点(23)转动而抬起，同时摆上的推杆(22)推动螺杆(28)，螺杆(28)又推动齿轮(27)，齿轮(27)又带动主动针(20)旋转。这样操作者便可从测力度盘(19)上，读出试件受力的大小。

如果增加或减少摆锤的质量，当指针旋转同一角度时，所需的油压也就不同。即指针在同一位置所指示出的荷载大小与摆锤重量有关。一般试机有 A、B、C 三种锤重，测力度盘上也相应地有三种刻度，分别表示三种测力范围。例如，300kN 万能机有 0~60kN、0~150kN 和 0~300kN 三种刻度。实验时，要根据试件所需荷载的大小，选择合适的测力度盘，并在摆杆上挂上相应重量的摆锤即可。

加载前，测力针应指在度盘上的“零”点，否则必须加以调整。调整时，先开动电动机(36)，将活动平台(10)升起 5~10mm，然后移动摆杆(25)上的平衡铰(24)，使摆杆保持铅直位置。转动螺杆(28)使主动针(20)对准“零”点，然后轻轻按下测力度盘中央的弹簧按钮并把从动针拨到主动针右边附近。为何要先升起活动平台才调整零点的原因，是由于活塞、小横梁、活动立柱、活动平台和试件等有较大的重量。这部分重量必须消除，不应反映到试件荷载的读数中去，只有这样才能避免测力读数的误差。而要消除自重必须工作油缸里要有一定的油压先将它们升起才能消除，这部分油压并未用来给试件加载，只是消除升起部分的重量。

3. 绘图部分

在试验机上，连有一套附属装置，可以在实验过程中，自动地画出试件所受荷载与变形之间的关系曲线，这种装置称为自动绘图器。自动绘图器(37)装在测力度盘的右边，由绘图笔、导轨架、滚筒、擎线和坠铰等组成。绘图纸卷在滚筒上，水平螺杆运动方向为力坐标 P ，滚筒转动方向为变形坐标 ΔL 。试件受力时，绘图笔便会自动地把拉伸图(P - ΔL)曲线描绘在绘图纸上。由于线图的精确度较差，所以它绘出的图形只能作定性的示范，不能用做定量分析。

4. 操作部分

该部分主要由进油阀(32)、回油阀(33)、启动按钮(39)、停止按钮(38)、电源开关等组成。进油阀的作用是将油箱里的油送至工作油缸。进油阀开得大，表示压力油送到工作油缸里的速度快，也就说明试件受力大，变形快。实验时要严格控制进油阀的大小，保证荷载指针均匀地转动。回油阀的作用主要是使试件卸载，实验完毕后，须打开回油阀，使工作油缸里的油流回油箱。

(二) 操作规程

1) 检查机器：检查试件夹头形式和尺寸是否与试件相符合；各保险开关是否有效；自动绘图器是否正常；进油阀与回油阀是否关紧。

2) 选择度盘：根据试件的大小估计所需的最大荷载，选择适当的测力度盘。配置相应的摆锤，调节好回油缓冲器。

3) 指针调零：打开电源，开动油泵电动机，检查机器运转是否正常。关闭回油阀，拧开进油阀，缓慢进油。当活动平台上升少许(约 10mm)后，便关闭进油阀。移动平衡砣使摆杆保持垂直。然后调整指针指零。

4) 安装试件：做压缩实验时必须保持试件中心受力，将试件放在下夹板的中心位置。安装拉伸试件时，须开动下夹头的升降电动机，调整下夹头位置，夹头应夹住试件全部头部。

【注意事项】

试件夹紧后，不得再开动下夹头升降电机，否则会烧坏电机。

1) 进行实验：启动油泵电动机，操纵进油阀。注视测力度盘，慢速加载。操纵机器必须专人负责，坚守岗位，如发生机器声音异常，立即停机。

2) 还原工作：实验完毕，关闭进油阀，打开液压夹具，取下试件。拧开回油阀，缓慢回油，将活动平台回到初始位置，将一切机构复原，停机。

二、多功能组合实验台

本实验台是将多个单项材料力学实验集中在一个实验台上进行，是一套小型组合实验装置。用时稍加准备，并转动旋转臂，切换到各个实验的相应位置后，然后拧紧固定。即可进行梁的弯曲正应力实验、弯扭组合实验、偏心拉伸实验、材料弹性模量 E 和泊松比 μ 以及剪变模量 G 的测定、悬臂梁、复合梁、叠合梁、三角形桁架内力测试等多种实验。

该装置主要由基座平台、圆管固定支座、简支支座、固定立柱、旋转臂、加载手轮、荷载传感器、拉压接头、数字测力仪及各种试件组合而成。其构造如图 1-2-3 所示。

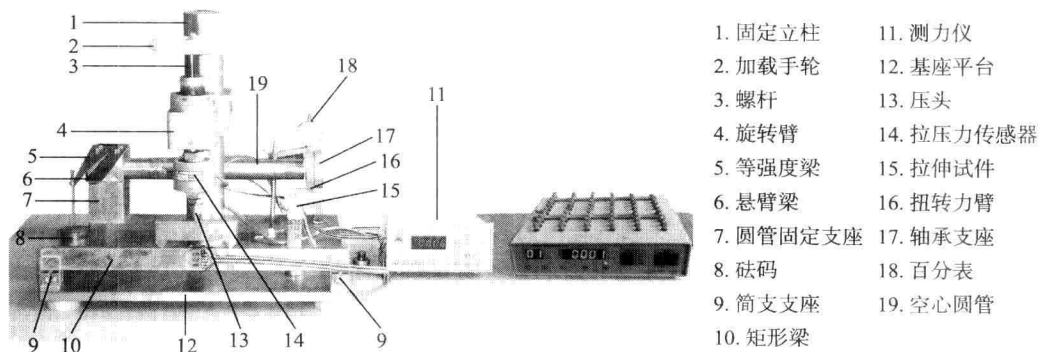


图 1-2-3 多功能组合实验台

【使用方法】

1) 打开数字测力仪电源并进行调零，根据实验需要，安装试件或更换拉压接头，转动旋转臂到各个实验的相应位置。

2) 检查试件、支座、拉压接头的相应位置是否对中、对准, 是否符合要求, 若达到要求, 拧紧固定。

3) 缓慢转动加载手轮, 便可对试件施加拉力或压力(顺时针旋转施加压力, 逆时针旋转施加拉力)。力的大小由数字测力仪显示, 单位为“N”。在数字前, 显示“-”号, 表示压力; 无“-”号, 表示拉力。荷载大小根据各实验的具体要求来确定。

【注意事项】

切勿超载, 所加荷载不得超过各实验的规定要求, 最大 5000 N, 否则将损坏荷载传感器。

第三节 基本实验部分

一、拉伸实验

(一) 目的

- 1) 测定低碳钢的屈服极限 σ_s 、强度极限 σ_b 、延伸率 δ 和断面收缩率 ψ ;
- 2) 测定铸铁的强度极限 σ_b ;
- 3) 观察拉伸过程中的各种现象(屈服、强化、颈缩、断裂特征等), 并绘制拉伸图($P-\Delta L$ 曲线);
- 4) 比较塑性材料和脆性材料的力学性质特点。

(二) 原理

将划好刻度线的标准试件安装于万能试验机的上下夹头内。开启试验机, 由于油压作用, 便带动活动平台上升。因下夹头和蜗杆相连, 一般固定不动。上夹头在活动平台里, 当活动平台上升时, 试件便受到拉力作用, 产生拉伸变形。变形的大小可由引伸仪测得, 力的大小通过指针直接从测力度盘读出, $P-\Delta L$ 曲线可以从自动绘图器得到。

低碳钢是典型的塑性材料, 试样依次经过弹性、屈服、强化和颈缩四个阶段, 其中前三个阶段是均匀变形的。

用试验机的自动绘图器绘出低碳钢和铸铁的拉伸图(图 1-3-1)。对于低碳钢试件, 在比例极限内, 力与变形成线性关系, 拉伸图上是一段斜直线(试件开始受力时, 头部在夹头内有一点点滑动, 故拉伸图最初一段是曲线)。

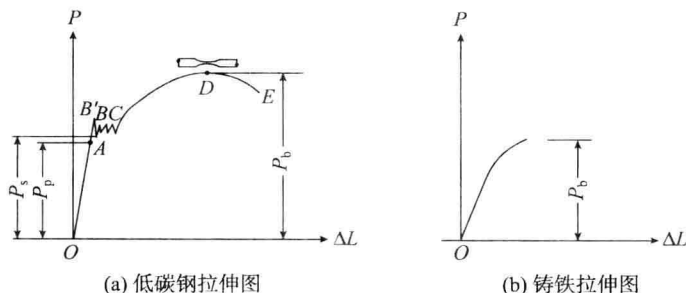


图 1-3-1 拉伸图