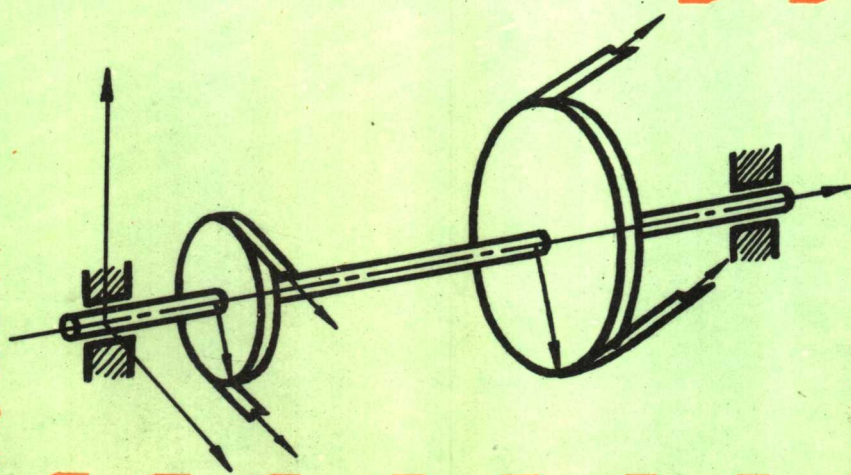


材 料 力 学

实 验

修 订 版

徐 广 民 编



西南交通大学出版社

材 料 力 学 实 验

(修订版)

徐广民 编

西南交通大学出版社

内 容 提 要

本书是根据 1992 年铁道部教育司审定的中等专业学校工科机械类专业通用《材料力学教学大纲》编写的。

本书包括拉伸(压缩)、扭转、弯曲应力等基本实验项目。还增加了弯曲变形、电测法测弹性模量、泊松比等实验,供土建类专业参考使用。另外对疲劳(演示)试验作了适当介绍。

本书可作为中等专业学校工科类各专业材料力学实验课教材,也可供大专工科专业和工程技术人员参考使用。

材料力学实验(修订版)

徐广民 编

责任编辑 李彤梅

*

西南交通大学出版社出版发行

(成都 二环路北一段 610031)

郫县印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 1/16 印张: 4.25

字数: 95 千字 印数: 12001—22000 册

1997 年 7 月第 2 版 1997 年 7 月第 1 次印刷

ISBN 7 - 81057 - 084 - 6/O · 092

定价: 5.50 元

前 言

本版教材是在 1994 年版的基础上进行的修订和补充。它参照了最新颁布的国家标准,内容与国家标准相一致,同时参阅了大连理工大学、河海大学等院校的同类教材。力求使学生达到对常用材料力学性能及测试方法基本掌握,对常用的实验设备和仪器能基本操作的目的。另外,修订版还增加了实验思考题,有利于加深学生对课程的理解,调动其学习积极性。

全书共分三章:第一章概述,对材料力学实验的内容及程序和要求作了简单介绍;第二章常用实验设备和仪器,简单地介绍了目前各校使用的国产实验设备和仪器;第三章实验指导及报告,包括拉伸(压缩)、扭转、弯曲应力等基本力学实验,考虑到土建类专业参考使用,增加了弯曲变形和电测法测 E 、 μ 实验。另外,对疲劳(演示)试验作了适当介绍。每项实验中除实验目的、实验设备和器材、实验原理、实验操作步骤外,还附有实验报告的示范性格式,以供选用和参考。

本书在修订过程中,得到了铁路中专力学课程组的支持,并提出许多宝贵意见和有益的建议。还有其他兄弟学校、单位和个人的帮助与支持,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在缺点和不足之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

1997 年 5 月

目 录

第一章 概 述	1
§ 1-1 实验内容简介	1
§ 1-2 实验程序及要求	1
第二章 常用实验设备和仪器	4
§ 2-1 万能材料试验机	4
§ 2-2 扭转试验机	7
一、NJ 型扭转试验机	7
二、K—50 型扭转试验机	10
§ 2-3 变形仪	11
一、杠杆式引伸仪	12
二、表式引伸仪	14
三、静态电阻应变仪	16
第三章 实验指导及报告	23
§ 3-1 拉伸试验	23
§ 3-2 压缩试验	29
§ 3-3 拉伸时低碳钢弹性模量 E 的测定	33
§ 3-4 圆轴扭转试验	37
§ 3-5 扭转时金属材料剪变模量 G 的测定	41
§ 3-6 弯曲正应力实验	46
§ 3-7* 弯曲变形实验	51
§ 3-8* 电测法测定低碳钢拉伸时的弹性模量 E 和泊松比 μ	55
§ 3-9* 疲劳试验 (演示)	59

* 选择实验

第一章 概 述

§ 1-1 实验内容简介

材料力学实验是材料力学课程中一个重要的实践性教学环节。通过实验可以使學生巩固、加深所学的基本理论知识,掌握测定材料力学性能的基本技能和方法,了解实验应力分析的基本概念,并初步掌握验证材料力学理论的方法,培养学生的动手能力和严肃认真、一丝不苟、实事求是的科学工作作风。

材料力学实验,按其性质可以分为以下三类:

一、测定材料力学性能的试验

为了解决构件的强度、刚度和稳定性问题,除了掌握材料力学的计算公式以外,还需要通过拉伸、压缩、扭转、疲劳等试验,了解有关材料的力学性能,测定材料的极限应力、弹性模量等力学参数,这些参数是设计构件的基本依据。这些试验要根据国家标准规范来完成。通过这类试验,可以加深对材料力学基础知识的理解,初步掌握测定材料力学参数的基本方法。

二、验证理论的实验

材料力学的许多公式,都是在实验的基础上建立起来的。将实际问题抽象为理想模型,根据科学假设,推导出一般性公式,这是研究材料力学的常用方法。这些简化和假设是否正确,理论公式的准确性如何,还需要通过实验来验证(弯曲实验便属于此类实验)。通过这类实验能增进感性知识,进一步深刻理解课程的内容,明确理论、定理及公式的适用条件。

三、应力分析实验

工程上有许多构件和零部件,其形状和应力分布情况都十分复杂,它们的强度计算理论,还未完全解决,或者单靠理论计算不容易得到满意的结果。因此,必须借助实验的方法来测定应力。实验应力分析的方法很多,如电测法、光测法等等,本书主要介绍工程上广泛应用的电测法。通过这类实验,可以拓宽学生的知识面,开发学生的智力,培养他们观察、分析和解决问题的能力。

本书介绍的各项实验,其实验条件为常温、静载。

§ 1-2 实验程序及要求

材料力学的各项实验,都必须按照实验程序进行。一个完整的实验程序,通常可分为实

验前的准备工作、实验测试和整理实验报告三个方面。

一、实验前的准备工作

实验前的准备工作是顺利进行实验的保证，其主要内容是：

1. 明确实验目的、原理和步骤。
2. 熟悉所使用的试验设备、仪器和量具的工作原理及使用方法，预习操作规程。
3. 选定试件（或模型），了解材质及加工情况是否合格，认真测量试件尺寸。
4. 估算测荷范围，拟定加载方案。
5. 参加实验人员进行分组、分工。

二、实验测试

实验测试是实验程序的中心环节，必须注意以下几点：

1. 在正式开始实验以前，要检查试验设备及仪器工作是否正常，试件安装是否正确等，待指导教师检查无误后，方可开动机器。
2. 实验开始，操作者及测读记录者均应严肃认真，一丝不苟地协调工作。
3. 实验完毕，要检查所测试的数据是否齐全，并注意将设备、仪器恢复原位。

三、整理实验报告

实验报告是经实验者整理的实验资料的总结，也是评定实验质量的依据。实验报告应当包括下列内容：

1. 实验名称、日期、实验者及组员姓名。
2. 实验目的。
3. 实验设备和器材：注明使用的机器和仪器的名称、型号及精度。
4. 实验结果处理：

(1) 实验数据一律采用表格形式记录，填表时要注意测量单位。此外，还要注意仪器本身的精度和有效数字。仪器的最小刻度代表仪器的精度，例如百分表最小刻度是 0.01 mm，其精度即为 1/100 mm，但实际测量时可估计到最小刻度的十分位，例如 0.158 mm（或 158×10^{-3} mm），其中最后一位数字 8 就是估计出来的，为不准确数字，所以说该数为三位有效数字。如果将此读数读成 0.15 mm，则没有充分利用百分表的精度，但是，若将其读成 0.1586 mm，则最后一位数是没有道理的，不应当读出。

力学性能的计算结果保留三位有效数字，并遵守表 1 的修约要求，三位有效数字后的数字按“四舍六入五考虑”规则执行。即：有效数字后的第一位数为四或四以下的数则舍去，为六或六以上的数则进一。如有效数字后的第一位数为五，且五以后非零则进一；五以后皆为零而有效数字的末位为偶数则舍去，若五以后皆为零但有效数字的末位为奇数则进一。

(2) 在材料力学实验中，当对同一物理量作多次测量时，均取测量结果的算术平均值作为该物理量的最佳值。

(3) 实验图线应绘在方格纸上，用铅笔按标准绘制，图中应注明坐标轴所代表的物理量和比例尺。

5. 实验结果分析：说明实验结果是否正确，问题在哪里，对误差要进行分析，并回答教师指定的思考题。

表 1 部分力学性能数据修约要求

力学性能	范 围	修 约 到
σ_r σ_s σ_b	$\leq 200 \text{ MPa}$	1 MPa
	$> 200 \text{ MPa} \sim 1\,000 \text{ MPa}$	5 MPa
	$> 1\,000 \text{ MPa}$	10 MPa
δ	$\leq 10\%$	0.5%
	$> 10\%$	1.0%
ψ	$\leq 25\%$	0.5%
	$> 25\%$	1.0%

第二章 常用实验设备和仪器

§ 2-1 万能材料试验机

在材料力学实验中，给试件加载并示出载荷大小的设备，称为材料试验机。通常把能兼作拉伸、压缩、剪切和弯曲等多种试验的试验机称为万能试验机。目前我国生产的万能试验机类型很多，在这里仅介绍最常用的液压式万能试验机——WE 型液压式万能材料试验机。

一、构造原理

图 2-1(a)是一种常用的油压式万能材料试验机的外形图，它的构造原理示意图见图 2-1 (b)。

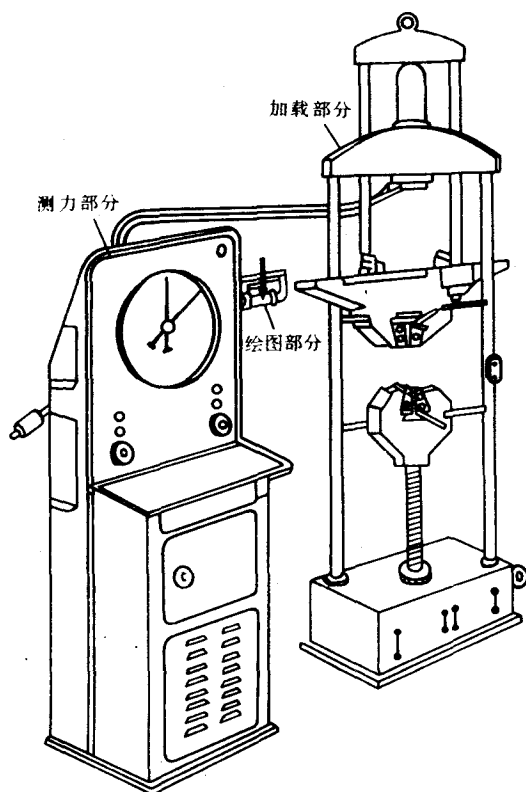


图 2-1 (a) 液压式万能试验机外形图

(一) 加载部分

该部分是使试件受力和发生变形的装置。在机器底座 1 上，装有两个固定立柱 2，它支承

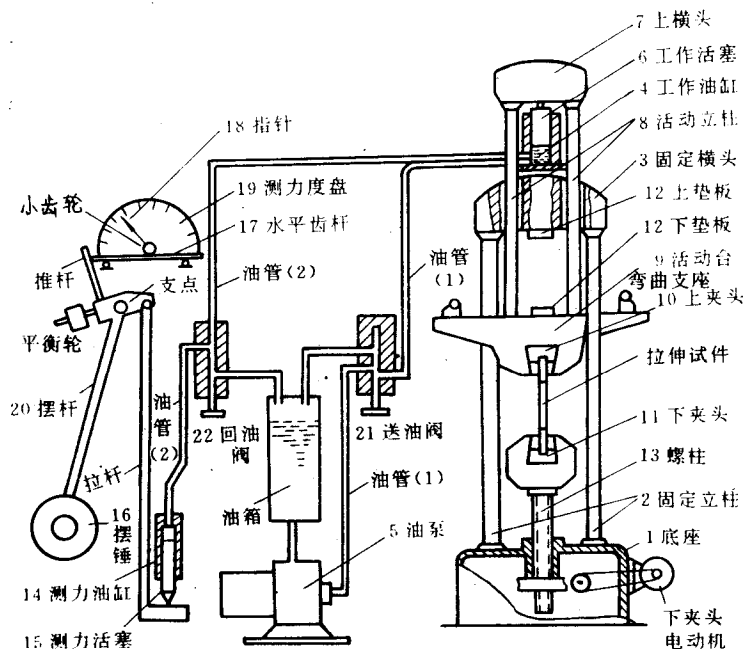


图 2-1 (b) 液压力式万能试验机工作原理示意图

着固定横头 3 和工作油缸 4。开动油泵电机带动油泵 5 工作，将油液从油箱经过油管 (1) 送入工作油缸 4，从而推动工作活塞 6、上横头 7、活动立柱 8 和活动台 9 上升。试验时将试件安装在上下夹头 10、11 中，下夹头固定不动，当活动台 9 上升时，试件即受到拉伸。若把试件放在活动台上面的下垫板 12 上，当活动台上升时，试件与上垫板 12 接触即受到压缩。一般试验机在输油管路中都装置有送油阀门和回油阀门。送油阀门用来控制进入工作油缸中的油量，以便调节对试件的加载速度。回油阀门打开时，则可将工作油缸中的油液泄回油箱，活动台由于自重而下落，回到原始位置。加载过程中，回油阀门要处于关闭状态。

在安装试件时，对于长度不同的试件，可以开动下夹头电动机带动底座中的蜗轮，使螺柱 13 上下移动，以调节下夹头的位置。但须注意：若试件已夹紧或已经受力，这时，不能再开动下夹头电动机，否则就造成下夹头对试件加载，以致损伤机件。

(二) 测力部分

加载时，作用于工作活塞 6 上的油压力与试件所受的力随时处于平衡状态。油管 (2) 将工作油缸 4 和测力油缸 14 联通。测力油缸内的油压使测力活塞 15 向下运动，通过拉杆使摆杆 20 (连同摆锤 16) 绕支点转动而扬起。而摆杆的扬角大小与试件的受力大小成正比。

为了测出试件受力大小，在摆上装有推杆。当摆扬起时，推杆推动水平齿杆 17 向右运动，带动小齿轮转动，而指针 18 随小齿轮一起转动，这样从测力度盘 19 上便可读出试件受力的大小。

如果增加或减少摆锤 16 的重量，指针虽旋转了同一角度，而所显示的力并不相同，因此可更换摆锤来解决测力的范围。一般试验机都配有三种不同重量的摆锤，对应着测力度盘上也有三种相应的刻度。使用时要根据试件所需载荷的大小，选择合适的测力度盘，并在摆杆 20 上配置相应重量的摆锤。

(三) 自动绘图器

自动绘图器一般多装在测力度盘的一侧。其工作原理如图 2-1 (c) 所示。记录纸卷在记录筒上, 记录笔装在齿杆上。加载时, 齿杆向右移动, 记录笔在此方向上就记下载荷大小。记录筒则通过一细绳经下夹头与上夹头相连, 上夹头向上运动, 可使记录筒转动, 记录笔在沿圆周方向就记下试件的变形。因为在实验过程中, 试件在受载的同时也产生变形, 故记录笔和记录筒一起动作, 这样在记录纸上就描绘出了力和变形之间的关系曲线即 $P-\Delta l$ 曲线。

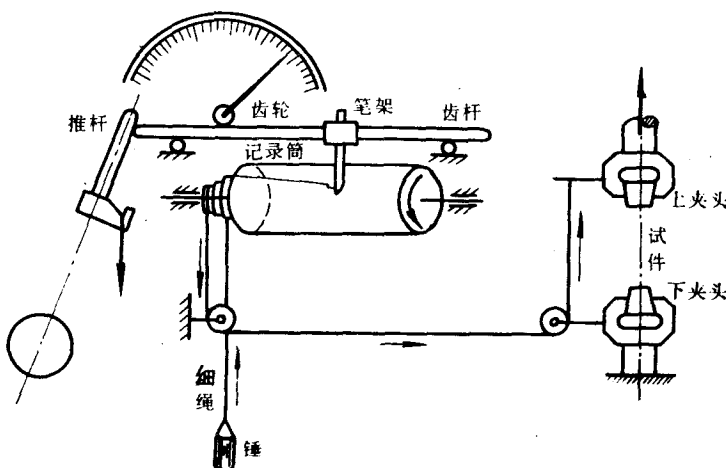


图 2-1 (c) 自动绘图器的工作原理示意图

在记录筒的一侧，一般有大、中、小三个不同直径的轮槽，可根据需要将细绳绕在不同的轮槽内，使描绘出的位移线段的长度分别是真实位移的 1、2、4 倍。必须指出的是，机构所记录的变形，并非试件标距内的真实变形，而是试验机上夹头的位移，其精度较差，所以这个绘图机构主要用来分析材料的力学性能。

二、操作方法和步骤

1. 检查送、回油阀是否关闭，换上与试件相匹配的夹头。
2. 根据试件的尺寸与材料的力学性能及实验内容，估算其所需的最大载荷。选择测力度盘（最大载荷约为度盘最大值的 80%），配置相应的摆锤，并将回油缓冲器的阀门调到相应位置（回油缓冲器的作用是在试件断裂后使摆锤均匀缓慢地回落，避免撞击机身）。
3. 开动主电机，检查运行是否正常，然后打开送油阀 21，向工作油缸缓慢送油，使活动台升起 10 mm 左右，关闭送油阀，旋转平衡轮，使测力指针对准零点（这样可消除活动框架的重量对试件受载读数的影响）。然后拨动被动指针靠拢测力指针（加载时，被动指针随测力指针一起转动；当卸载或试件断裂后，测力指针迅速退回，而被动指针则停留不动，便于读出卸载或断裂时的载荷值）。
4. 安装试件：压缩试件须放在下垫板 12 的中心位置；拉伸试件需先将试件的一端装于上夹头中，然后调整下夹头位置，使上下夹头间的距离与试件长度相适应，下夹头的位置调整可操作下夹头电动机的按钮来完成。千万注意夹紧试件后，不能再调整下夹头，以免损坏机件。
5. 装好绘图笔和绘图纸。
6. 缓慢打开送油阀进行实验，观察各种现象，记录所需数据。

7. 实验完毕, 关闭电源及送油阀, 抬起绘图笔, 记录最大载荷值, 取下试件。
8. 打开回油阀 22, 将油泄回油箱, 使活动台回到原始位置, 并使一切机构复原。

三、注意事项

1. 开机前和停机后, 送油阀一定要关闭, 加载、卸载及回油均应缓慢进行。
2. 机器开动后, 操作者不得擅自离开, 实验进行过程中不得触动摆锤。
3. 试件夹紧后, 不允许再启动下夹头电动机。
4. 实验时如发现异常及事故, 应立即停机, 报告指导教师, 待排除故障后再继续实验。

§ 2-2 扭转试验机

扭转试验机是一种专供扭转试验 (用来测定各种金属和非金属材料受扭转时的力学性能) 用的设备, 它可以对试件施加扭矩, 并能显示扭矩的大小和测出其相应的变形。它的类型很多, 构造形式也不尽相同, 但一般都是由加载、测力及自动绘图等部分组成。这里我们仅介绍两种常用的类型。

一、NJ 型扭转试验机

目前国产的 NJ 系列扭转试验机, 采用直流电动机无级调速机械传动进行加载, 可以从正反转两个方向施加扭矩进行扭转试验, 并采用电子自动平衡随动系统测取扭矩。按最大扭矩分, 扭转试验机有 $500 \text{ N} \cdot \text{m}$ 、 $1\,000 \text{ N} \cdot \text{m}$ 及 $5\,000 \text{ N} \cdot \text{m}$ 三种型号。其外形如图 2-2(a) 所示。

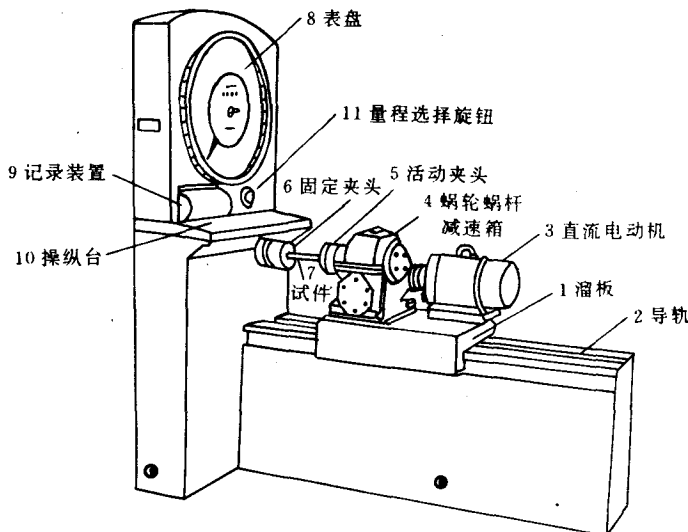


图 2-2 (a) NJ 型扭转试验机外形图

(一) 构造原理

1. 加载机构

安装在溜板上的加载机构, 通过六个滚珠轴承支撑在机座的导轨上, 并可自由滑动 (便于装夹不同长度的试件)。试验机由直流电动机带动, 经过两极蜗轮、蜗杆减速箱的减速, 使

主动夹头旋转，对试件施加扭矩。试验机的正反加载和停车可按动操纵台上相应的按钮（3）（见图 2-2, b）。

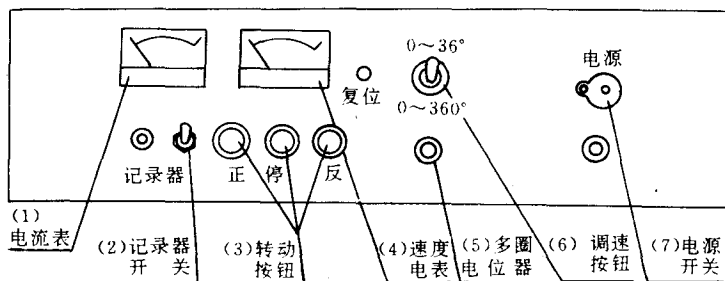


图 2-2 (b) 操纵台

试验机具有二档较宽的无级调速范围：0~36°/分与 0~360°/分。可分别将调速按钮（6）扳到 0~36°或 0~360°处进行选择，并拧动多圈电位器（5）调节，具体速度值由电表（4）显示出来。如选用 0~36°档，实际转速是电表上数值的 1/10。

2. 测力机构

试验机的杠杆式测力系统采用电子平衡装置，其工作原理参见图 2-2 (c)。试件受扭后由

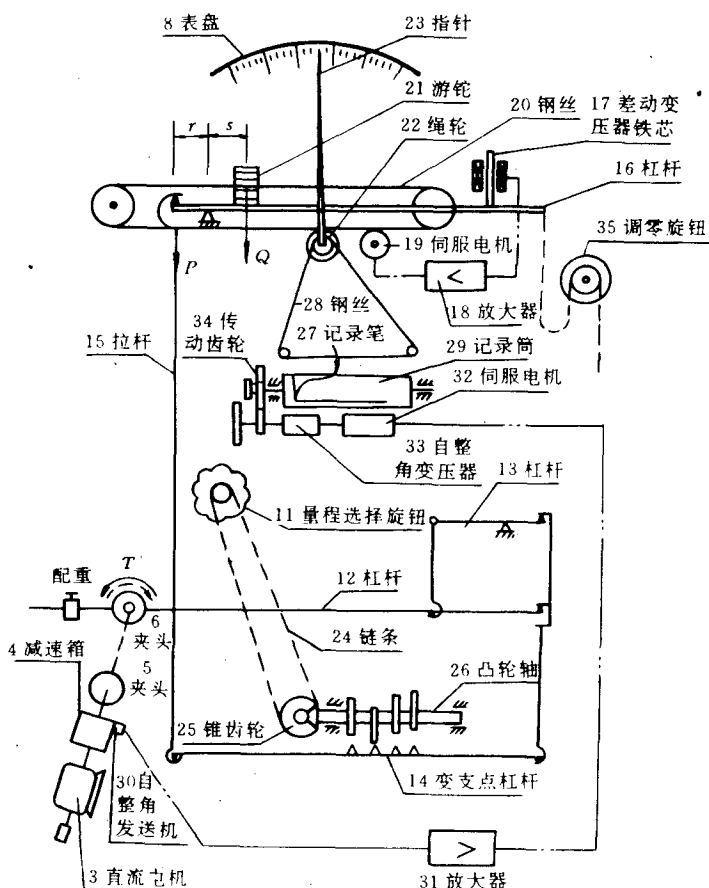


图 2-2 (c) NJ—100B 型扭转试验机工作原理示意图

被动夹头 6 传递来的扭矩 T ，通过杠杆 12 或反向杠杆 13 经变支点杠杆 14 到拉杆 15，拉动平衡杠杆 16。由于拉力 P 的作用，平衡杠杆右端上翘，推动差动变压器铁芯 17 移动，发出电信号，经放大器 18，使伺服电机 19 转动，通过钢丝 20，拉动游铰 21 水平移动到新的平衡位置（ $Q \cdot s = P \cdot r$ 时的位置），杠杆恢复水平状态。这时，差动变压器铁芯也恢复零位，无信号输出，伺服电机 19 停止转动。游铰在运动的同时，通过钢丝带动绳轮 22，使表针 23 在表盘 8 上指出扭矩的数值。表针的示值与游铰的位移成线性关系。

试验机有四档不同量程的测力度盘，变换度盘时，需转动量程选择旋钮 11，经链条 24、锥齿轮 25、凸轮轴 26 来变换支点，从而改变测力量程。

3. 记录装置

记录装置中记录笔 27 的移动量表示扭矩的大小，它的移动是在绳轮 22 带动表针转动的同时，带动钢丝 28 使记录笔沿记录筒 29 水平移动。记录筒的转动表示试件主动夹头 5 的绝对转角。它的转动是由减速箱 4 上的自整角发送机 30 发出正比于转动的电信号，经放大器 31 由伺服电机 32 带动自整角变压器 33 的转子转动，再由齿轮 34 啮合而使记录筒 29 转动。试件的扭矩和变形总是同时发生的，因此，记录笔的移动和记录筒的转动也是一起动作，便描绘出了试件的扭矩和变形曲线，即 $T-\varphi$ 曲线图。

记录筒的转动有两种速度，即记录纸的移动速度有 $1^\circ/\text{mm}$ ， $15'/\text{mm}$ 两级，通过齿轮 34 来变换。使用记录筒时，开动操纵台上的记录器开关（2）（见图 2-2，b）。

（二）操作方法和步骤

1. 确定测力度盘

根据试件有效部分的断面及材料强度，估算出试件断裂时所需的最大扭矩值，然后转动量程选择旋钮 11 选好度盘（最大扭矩约为度盘最大值的 80%）。

2. 安装试件

根据试件的尺寸选择适当的夹块和衬套，并塞放在试验机的两夹头中。先将试件插入被动夹头 6，再将主动夹头 5 旋转到适当位置，移动溜板对准试件装入夹头，然后用内六角板手拧紧两夹头侧面的压紧螺钉，先紧被动夹头 6，再紧主动夹头 5，使夹块夹紧试件。

3. 调整零点

按下电源开关（7）（见图 2-2，b），接通电源，转动调零旋钮 35，使主动表针对准零点，把被动表针转到与主动表针相重合。然后旋转主动夹头上的扭角刻度环，使其零点与指针对准。并在试件上沿轴线方向画一母线，用来观察扭转时的变形情况及计算整圈数。

4. 检查记录装置

若用记录器绘图，须打开记录器开关（2），装好记录笔和纸，检查笔中是否有墨水，笔尖划线是否流畅。记录纸孔应对齐，在记录纸下边夹一铁夹，使纸平贴。如需改变记录筒的转速，则可移动记录筒，通过齿轮 34 的啮合来实现。

5. 加载

根据需要选好旋转方向（按下“正”转或“反”转的按钮），逐渐拧动操纵台上的多圈电位器，操纵直流电动机 3，对试件施加扭矩。加载速度由电表（4）读出，如果需要调节加载速度，可以将按钮 6 换档和调节多圈电位器。一般对脆性材料或塑性材料在屈服极限以前均用低速加载，塑性材料超过屈服极限以后，可用高速加载。

6. 卸除载荷

试验过程中如果需要卸载，可以按反向按钮。

7. 结束工作

试验完毕，关闭电源，取下试件，将机器复原并清理现场。

(三) 注意事项

1. 开始试验前，应检查所有开关是否都处于关闭位置；试件要夹紧，防止打滑。
2. 施加扭矩后，禁止转动量程选择旋钮。
3. 如果需要换向加载，应先按操纵台上按钮（3）的“停”，然后再按“反”（或“正”）。
4. 在试验过程中，操纵者不得擅自离开，而应随时观察表（1）的工作电流，如有异常情况，工作电流大于电机的额定电流或表针剧烈摆动，应立即停机检查，待排除故障后再继续试验。

二、K—50 型扭转试验机

此种试验机采用机械传动加载，用摆锤式机构测扭矩，最大扭矩为 $500 \text{ N} \cdot \text{m}$ ，其构造简图如图 2-3 所示。

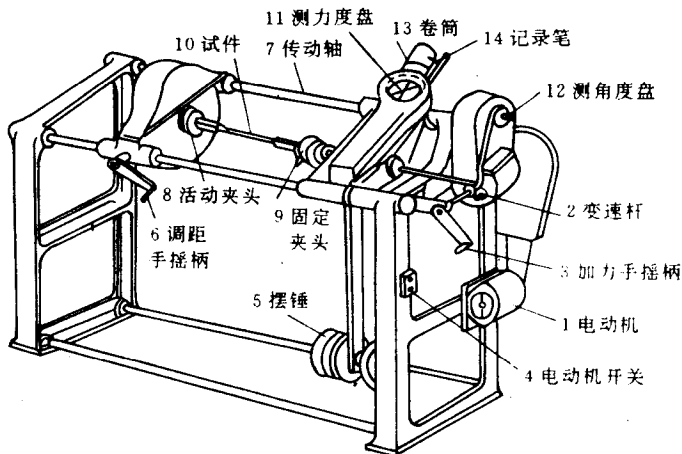


图 2-3 K—50 型扭转试验机构造简图

(一) 构造原理

1. 加载部分

加载分为手摇柄和电动机加载两种。手摇柄加载时，将变速杆 2 放在“手摇”位置上，摇动加力手摇柄 3，带动变速箱中的传动系统，使传动主轴 7、活动夹头 8 以及试件 10 旋转。同时，试件的另一端便带动与其相联的摆锤 5，使之抬起，试件即承受扭矩作用。摆锤力矩和试件扭矩随时保持平衡状态，即试件所承受的扭矩等于摆锤的力矩。电动加载时，先将变速杆 2 放在“0.3 转/分”或“1 转/分”标记处，开动电动机 1，通过变速箱中的传动系统对试件快速加载。

2. 测力部分

摆杆扬起的角度与试件扭矩成线性关系。摆杆抬起时，推动与测力度盘 11 相联的齿杆，使齿轮和指针转动，于是指针便在测力度盘 11 上指出试件所受扭矩的大小。

3. 记录装置

绘图原理与万能试验机相似,它是由可转动的卷筒 13 与沿卷筒母线移动的记录笔 14 所组成。卷筒与主轴 7 联动,记录笔由推动测力指针的齿杆带动。在实验过程中,记录笔可在卷筒的纸面上自动绘出 $T-\varphi$ 曲线。

(二) 操作方法与步骤

1. 确定测力度盘

根据试件有效部分的断面及材料强度,估算出测试所需的最大扭矩值(最大扭矩约为度盘最大刻度值的 80%)。

2. 安装试件

根据试件的尺寸选择适当的夹块塞入两夹头中。先将试件插入固定夹头 9,转动加力手摇柄 3,使活动夹头 8 旋转 to 适当位置,再转动调距手摇柄 6,移动活动夹头对准试件装入夹头,用套筒板手先紧固定夹头,再紧活动夹头。

3. 调整零点

当摆杆保持铅直位置时,测力指针应对准“零”点。否则,可松开度盘上的螺母,转动度盘使指针对准“零”点,然后拧紧螺母。另外,将装有测角度盘 12 和记录扭转总圈数的计数装置调到零位。

4. 检查记录装置

如需记录 $T-\varphi$ 曲线,应装好记录笔和纸,并检查是否能正常使用。

5. 加载

对脆性材料试件或塑性材料试件在屈服极限以内时,一般使用手摇加载(将变速杆 2 放在“手摇”位置上)。对塑性材料超过屈服极限以后的断裂试验,可用电动机加载(将变速杆 2 向里推入,使滑键啮合,然后启动电动机开关按钮,即可自动快速加载)。

6. 结束工作

试验完毕,关闭电源,取下试件,将机器复原并清理现场。

(三) 注意事项

1. 试验时不得触动摆锤。

2. 机器运行时,操作者不得擅自离开,如发现异常,应立即停车检查,待排除故障后才能继续试验。

3. 试件要夹紧,防止打滑,装卸试件时,不要将夹头松动过多,以免脱出。

4. 手摇加载时,不得触动开关按钮;若需电动加载时,必须先取下手摇柄 3,以免飞出伤人。

§ 2-3 变 形 仪

测量试件变形所用的仪器称为变形仪。在材料力学实验中,由于试件的变形很小,需采用精密度高、放大倍数大的变形仪器来测量变形。这种用来测量微小线变形的仪器称为引伸仪。

引伸仪的种类很多,常见的有机械式的(如杠杆式的和表式的)、光学式的(如镜式的)及电子式的(如电阻应变式)等等。但其构造基本上是由三部分组成:1. 感受部分,即直接

与试件表面接触，用以感受试件变形的机构；2. 传递和放大部分，是把感受到的变形加以放大的机构；3. 指示部分，指示或记录变形大小的机构。

引伸仪感受变形的长度称为标距。根据试件的变形情况，选用不同标距的仪器。一般 0.5 ~ 3.0 mm 为小标距；3.0 ~ 25 mm 为中标距；25 mm 以上为大标距。若试件变形均匀，可采用大、中标距的仪器。对于不均匀变形，则应采用小标距的仪器，以便使测量出的变形能较好地反映实际情况。

在仪器的标尺（或度盘）上所指示的数值，是变形放大以后的数值。设在标距内试件变形的实际数值是 Δl ，在标尺上的读数是 Δc ，则仪器的放大倍数 k 为

$$k = \frac{\Delta c}{\Delta l}$$

k 值的范围一般在 30 ~ 2000 之间。

仪器所能测量变形的最大范围称为量程，即仪器可用的限度。如果标距内的变形超过了仪器的量程，则该仪器就不能使用，否则将会损坏仪器。

上述标距、放大倍数和量程是表示仪器性能的主要参数。实验时，应根据要求选用参数合适的仪器。

下边分别介绍几种常用引伸仪的构造原理和使用方法。

一、杠杆式引伸仪

这是一种应用杠杆原理来放大变形的机械式引伸仪。常用标距为 20 mm，放大倍数为 1000 左右，量程是 0.10 ~ 0.25 mm。其外形图和工作原理示意图如图 2-4 (a)、(b) 所示。

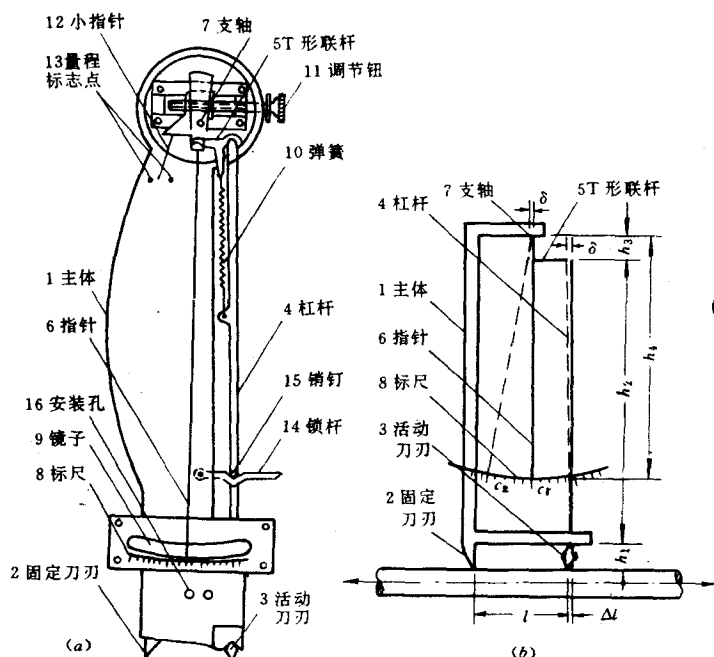


图 2-4 杠杆式引伸仪外形图及工作原理图