



高等学校工程专科教材

材料力学实验

程中易 高建和 编

5101-33

高等教育出版社

高等学校工程专科教材

材料力学实验

程中易 高建和 编

高等教育出版社

(京) 112号

内 容 简 介

本书按照国家教委制定的《高等学校工程专科基础课程教学基本要求》编写。本书以基本实验为主,选择性实验为辅,共编写了6个实验。其中拉伸和压缩、扭转、弯曲正应力测定为基本实验,弹性模量测定、工字钢梁腹板主应力测定为选择性实验,冲击为演示实验。书后附有实验报告。

本书力求做到实验的原理和方法清楚易懂,实验步骤详细具体,便于读者预习、操作和书写报告。

本书适用于高等工程专科各专业材料力学课程的实验教学。

图书在版编目(CIP)数据

材料力学实验/程中易, 高建和编. —北京: 高等教育出版社, 1996
ISBN 7-04-005783-2

I. 材… I. ①程… ②高… II. 材料力学-实验 IV. T
B302

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 04398 号

高等教育出版社出版

北京沙滩后街 55 号

邮政编码: 100009 传真: 4014048 电话: 4054588

新华书店总店北京发行所发行

三河科教印刷厂印装

开本 787×1092 1/16 印张 3.25 字数 81 000

1996 年 10 月第 1 版 1996 年 12 月第 1 次印刷

印数 0001—2 381

定价 3.40 元

凡购买高等教育出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页等
质量问题者,请与当地图书销售部门联系调换

版权所有,不得翻印

前 言

材料力学实验是材料力学课程的重要组成部分。本书按照国家教委制定的《高等学校工程专科基础课程教学基本要求》编写,适用于高等工程专科机械、土建及其它专业材料力学课程的实验教学。本书以基本实验为主,选择性实验为辅,共编写了6个实验,包括材料力学性能的测定实验、验证材料力学理论的实验及实验应力分析的电测应变技术。其中拉伸和压缩、扭转、弯曲正应力测定为基本实验,弹性模量测定、工字钢梁腹板主应力测定为选择性实验,冲击为演示实验。在拉伸和压缩及弯曲正应力测定实验的预习内容中介绍了有关的基础知识,以便于读者预习。本书所编各个实验,内容详细具体,包括实验目的、实验设备仪器及试样、实验原理、实验步骤及思考题等。在每个实验中着重介绍了一种常用的实验设备和仪器,力求做到实验原理、方法清楚易懂,实验步骤明确具体、便于操作,并在介绍实验操作过程中及时指出了注意事项。书后附有实验报告。

本书中实验一、二、六和附录由程中易编写,实验三、四、五由高建和编写。全书由上海纺织高等专科学校陈贵龄同志审阅,杭州应用工程技术学院顾玉林同志、河北工程技术高等专科学校沈养中同志、广东石油化工专科学校陈喜东同志及扬州大学工学院材料力学教研室吴爱芳同志对书稿提出了许多宝贵意见,谨此致谢。

编者

1995年10月

责任编辑 胡春林
封面设计 林海
责任绘图 社外绘图社
版式设计 马静如
责任校对 王效珍
责任印制 杨明

目 录

实验一 拉伸、压缩试验	1
实验二 碳钢拉伸时弹性模量 E 的测定	11
实验三 扭转试验	15
实验四 弯曲正应力测定	20
实验五 工字钢梁腹板主应力测定	29
实验六 冲击试验	33
实验报告一	37
实验报告二	39
实验报告三	41
实验报告四	43
实验报告五	45
附录 数值修约规则	47

实验一 拉伸、压缩试验

第一部分 预习内容

拉伸、压缩试验有关知识简介

一、油压摆式万能试验机

能够做拉伸、压缩、剪切、弯曲等多种试验的机器称为万能试验机。目前我国生产的万能试验机,按照施力传动装置或测力装置的不同,可以分为液压式、机械式和电子式三种类型。这里介绍最常用的油压摆式万能试验机。

(一) 构造及工作原理

油压摆式万能试验机一般由施力和测力两大部分组成,其构造原理如图 1-1 所示。

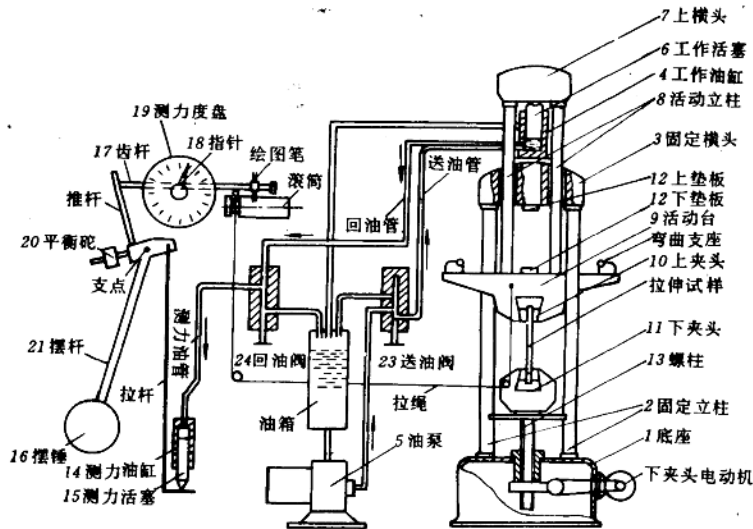


图 1-1 油压摆式万能试验机原理图

1. 施力部分

在机器底座 1 上,装有两个固定立柱 2,它支承着固定横头 3 和工作油缸 4。开动油泵电动机带动油泵 5 工作,将油液从油箱经送油管和送油阀 23 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。若将拉伸试样两端装夹在上夹头 10 和下夹头 11 中,因下夹头固定不动,当活动台上升时试样就承受拉力。装夹拉伸试样时,可用下夹头电动机或手摇装置转动底座中的蜗轮,使螺柱 13 升降至适当高度。压缩试样放置在活动台上、下垫板 12 之间,当活动台上升到试样与上垫板接触时,试样就承受压力。输油管路中的送油阀用来控制进入工作油缸中的进油量,以调节对试样的施力速度。施力时回油阀 24 置于关闭位置。回油阀打开时,则可将工作油缸中的油液泄回油箱,活动台由于自重而下降,回到原始位置。

2. 测力部分

试样所受的力是由工作油缸 4 中的油压推动工作活塞 6 产生的。将测力油缸 14 用测力油管和工作油缸 4 联通,此油压便推动测力活塞 15 向下移动,使拉杆推动摆锤 16 绕支点转动而抬起,同时摆上的推杆便推动齿杆 17,使齿轮和指针 18 旋转。指针旋转的角度与油压成正比,亦即与试样的受力成正比,因此在测力度盘 19 上便可由指针读出试样受力的大小。如果摆锤的重量不同,则指针旋转同一角度所需的油压也不同,说明指针虽在同一位置,但所示力的大小与摆锤的重量有关。一般试验机有三种重锤,由小到大称为 A、B、C,其中 A 是固定的, B 和 C 是活动的,用来配置成测力度盘上所示的 A(低档)、A+B(中档)、A+B+C(高档)三种量程。

试验机上一般都有自动绘图装置,当活动台上升时,可由一端固定在活动台上的拉绳绕过滑轮带动滚筒转动,在滚筒的圆周方向画出变形坐标,同时,测力指针的转轴通过齿轮带动齿杆沿滚筒的轴向移动画出力坐标,固定在齿杆上的笔尖便在滚筒圆柱面的坐标纸上定性地自动绘出力-变形关系曲线。

(二) 拉伸、压缩试验操作步骤

1. 检查油路上各阀门,使其处于关闭状态。换上与试样相匹配的夹头。

2. 根据试验所需最大力,选择测力度盘,并装上相应的重锤。一般所选用的度盘应使估算的最大力在度盘量程的 40%~80%之间。

有的试验机附有可调整的回油缓冲器,应根据所选用的测力度盘,将其置于 A、B、C 三档之一。

3. 装好自动绘图器的传动装置、纸和笔。

4. 试验机调“零”。调“零”的三个步骤依次为:

(1) 开动油泵电动机后,打开送油阀 23,待活动台 9 上升 1cm 以上,将送油阀关闭。

(2) 调节平衡砣 20,使摆杆 21 到达铅垂位置。

(3) 转动水平齿杆 17,使主动指针对准零点,并拨动被动指针与主动指针靠拢。

5. 测量并记录试样原始尺寸。

6. 安装试样

压缩试样放置在垫板上,应摆正、对中。

拉伸试样则须调整下夹头位置,使上、下夹头之间距离与试样长度相适应。安装时先将试样一端装夹在试验机的上夹头内,然后升降下夹头至适当高度,夹紧试样下端。

7. 施力测读

开动油泵电动机后,操纵送油阀均匀缓慢地施力,按测试项目从测力度盘上测读并记录有关力值。

8. 测试完毕,关闭送油阀,并立即停机,然后取下试样(非断裂试验要在泄油后再取下试

样)。缓慢打开回油阀,将油液泄回油箱,使活动台回到原始位置,并将试验机一切机构复原。

(三) 注意事项

1. 开机前和停机后,送油阀一定要置于关闭位置。施力、卸力和回油均须缓慢进行。
2. 试验机调“零”的三个步骤缺一不可,且不得颠倒顺序。每当更换试验机的量程,均必须重新调“零”。
3. 拉伸试样装夹时,应防止试样偏斜或夹持长度过短。试样夹紧后,不得再调整下夹头的位置。试验过程中不得触动摆锤。

二、典型材料常用力学性能指标的测试方法

(一) 拉伸试样和压缩试样

1. 拉伸试样

为了使试验结果可以相互比较,各类拉伸试样的具体形状和尺寸应符合国家标准的统一规定^①。

试样中段用于测量拉伸变形的长度称为标距。因采用标距的不同,拉伸试样分为比例的和定标距的。拉伸试样又可因其表面是否经过机加工而分为机加工的和不经机加工的。试样的横截面通常为圆形、矩形、异形以及不经机加工的全截面形状。

比例试样系试样原始标距 L_0 与试样原始横截面积 S_0 的平方根成比例关系的试样,即 $L_0 = k\sqrt{S_0}$,比例系数 k 通常为 5.65 或 11.3,分别称为短试样和长试样。对于圆形截面,短试样为 $L_0 = 5.65\sqrt{S_0} = 5d_0$,长试样为 $L_0 = 11.3\sqrt{S_0} = 10d_0$,其中 d_0 为试样原始直径。必须注意,只有采用相同 k 值的比例试样进行试验,才能得到相互可比的断后伸长率指标。

定标距试样的 L_0 与 S_0 间无比例关系,其 L_0 一般由有关标准或双方协议规定。

本实验采用圆形截面比例试样,如图 1-2 所示,其平行长度 L_c 不小于 $L_0 + d_0$ 。试样头部形状和尺寸应与试验机的夹具结构相配,其夹持部分的长度至少应为楔形夹具长度的 $3/4$ 。圆形和矩形试样分为带头和不带头的。带头试样的平行长度至头部的过渡必须缓和,过渡圆弧半径 r 的大小、试样尺寸加工的允许偏差以及试样加工表面的粗糙度,都应符合国标的规定。

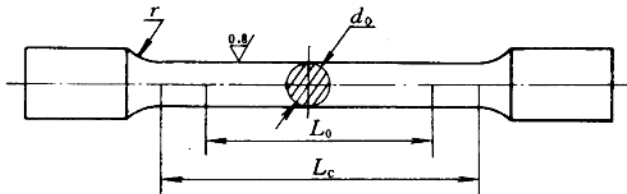


图 1-2 圆形截面拉伸试样

2. 压缩试样

① GB6397 86《金属拉伸试验试样》。

金属材料的压缩试样一般制成圆柱体。图 1-3 为侧向无约束试样。为避免试样压弯,同时为减小端面摩擦力对试样中部的影响,一般规定 $L = (1 \sim 3.5)d_0$, 只测定抗压强度 σ_b 时,可取 $L = (1 \sim 2)d_0$ 。

(二) 低碳钢拉伸

低碳钢的常用力学性能指标有屈服点 σ_s 、抗拉强度 σ_b 、断后伸长率 δ 和断面收缩率 ψ , 它们都由拉伸破坏试验测定。拉伸时低碳钢试样的变形分为弹性、屈服、强化和局部变形等四个阶段。利用试验机的自动绘图装置可绘出低碳钢的拉伸图如图 1-4 所示。

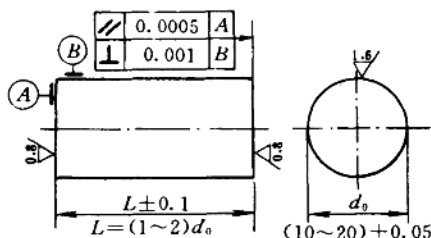


图 1-3 圆柱体压缩试样

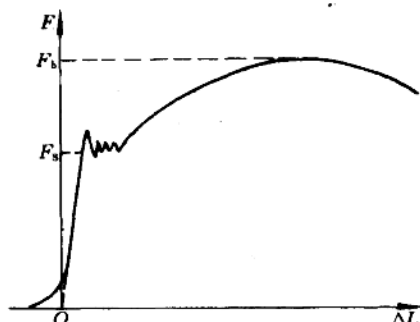


图 1-4 低碳钢的拉伸图

应当指出,自动绘图装置所绘出的伸长 ΔL 是整个试样的伸长,而不只是标距部分的伸长,并且包括试验机本身的弹性变形和试样头部在夹板中的滑动等。试样开始受力时,头部在夹板中的滑动较大,绘出的拉伸图的最初一段是曲线,因此应由弹性直线段的延长线与伸长轴 ΔL 的交点作为拉伸图的坐标原点 O ,过 O 点作力轴 F 。

1. 屈服点 σ_s 的测定

低碳钢的屈服阶段,由于材料的不同或试验机类型的不同,可以显示不同的屈服图形(图 1-5)。一般当材料有屈服点 σ_s 时测定 σ_s ; 当有上屈服点 σ_{sL} 和下屈服点 σ_{sL} 时,只测定 σ_{sL} , 并都用符号 σ_s 表明。本实验用指针法或同时辅以绘制拉伸图的办法来区分,按下列情况之一,只测定 σ_s 或 σ_{sL} 。

(1) 指针首次停止转动,并保持一段时间不动(图 1-5a, 图形呈现屈服平台),此时读出的恒定力值即为屈服力 F_s 。

(2) 指针首次回到一定值,随后便慢慢向前转动(图 1-5b, 图形首次下降之后无波动,即屈服阶段只呈现一个下降峰),读出指针首次回转的最小力值即为下屈服力 F_{sL} 。

(3) 指针首次回转后,在一定力值范围内来回摆动数次(图 1-5c、d, 图形首次下降之后呈现锯齿状,即屈服阶段呈现多个下降峰)。由于首次回转的最小力值受摆锤下落的惯性作用,使力值下降较多,此现象称为初始瞬时效应,故规定取不计初始瞬时效应的最小力值,即第一次回转之后的最小力值,记录为下屈服力 F_{sL} 。

上述几种屈服图形中,低碳钢是以锯齿状图形最为常见。

将所测得的力值除以试样原始横截面面积 S_0 , 即由公式 $\sigma_s = F_s/S_0$ 或 $\sigma_{sL} = F_{sL}/S_0$, 计算屈服

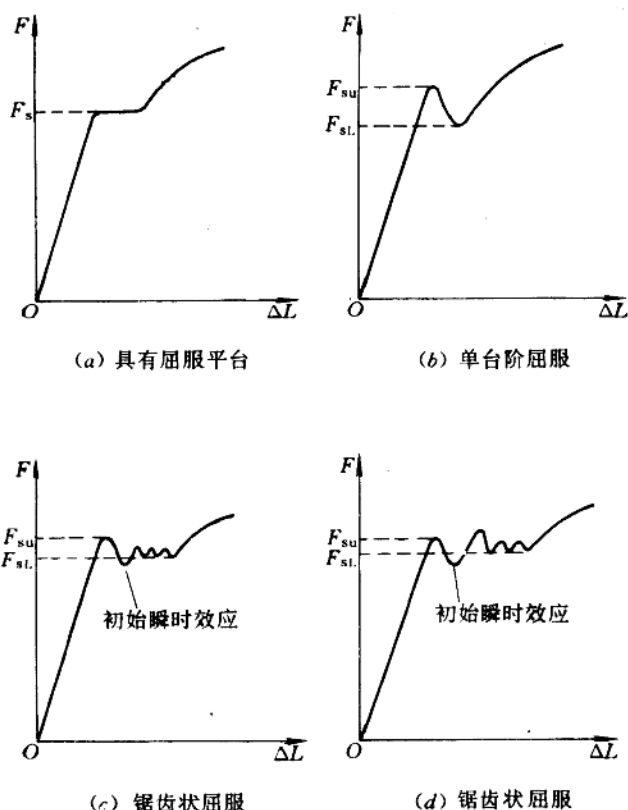


图 1-5 测定屈服阶段力值的拉伸曲线

点或下屈服点, 作为 σ_s 。

应当指出, 在进行指针法测定 σ_s 时, 材料进入屈服之前直至屈服阶段过后, 绝不允许改变拉伸速率。还应注意是否由于试样夹持打滑引起指针跳动、停止或回转。

2. 抗拉强度 σ_b 的测定

过了屈服阶段后继续施力, 将试样拉至断裂。从拉伸图上最高点确定试验过程中的最大力 F_b (图 1-4), 或直接从测力度盘上读取最大力 F_b , 由公式 $\sigma_b = F_b/S_0$ 计算抗拉强度。

需要指出的是, 在最大力之前, 主动指针随拉力的增大带动被动指针向前转动。缩颈开始后, 主动指针因拉力的减小而回转, 被动指针则停留在最大力的位置, 故由被动指针读取最大力。

3. 断后伸长率 δ 和断面收缩率 ψ 的测定

试样拉断后, 通过测量试样拉断后的标距 L_1 和缩颈处的最小直径 d_1 , 计算缩颈处的最小横截面面积 S_1 , 由公式 $\delta = [(L_1 - L_0)/L_0] \times 100$ 和 $\psi = [(S_0 - S_1)/S_0] \times 100$ 即可算得断后伸长率和断面收缩率。

试验表明,缩颈出现之前,试样标距范围内的伸长沿试样长度均匀分布。缩颈出现之后,试样的变形集中在缩颈区域。当断口不在标距中央 1/3 区域时,如直接测量标距两端点间的距离作为 L_1 ,则所得的 δ 值往往偏小,此时可采用移位法将断口移至试样中部来测量。因此, L_1 的测法与断口位置有关。

a. 直接法:当断口到最邻近标距端点的距离大于 $L_0/3$ 时,直接测量标距两端点间的距离。

b. 移位法:当断口到最邻近标距端点的距离小于或等于 $L_0/3$ 时,用移位法按下列情况之一测量:

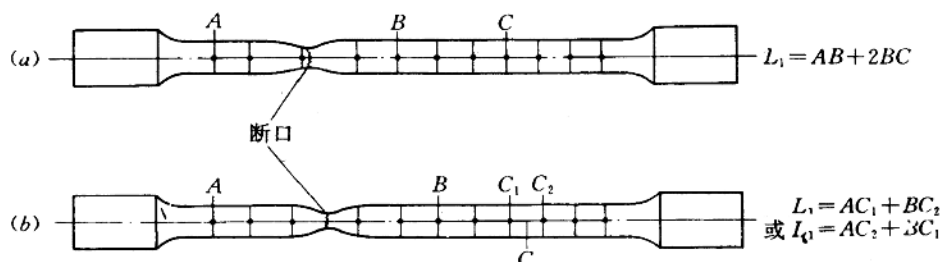


图 1-6 移位法测量 L_1

若断口靠近某一刻线(图 1-6a),则以该刻线为起点,在长段上取等于短段的格数得 B 点。此时长段所余格数必为偶数,取其所长格数的一半得出 C 点,并设想将 BC 段长度移至短段 A 点的外侧,则

$$L_1 = AB + 2BC$$

若断口位于某格正中位置(图 1-6b),则以断口为中心,在长段上取等于短段的格数得 B 点。此时长段所余格数必为奇数。设所余格数正中一格的左、右刻线分别为 C_1 和 C_2 ,其中点为 C,并设想将 BC 段长度移至短段 A 点的外侧,因为 $BC = (BC_1 + BC_2)/2$,所以 $L_1 = AB + BC_1 + BC_2$ 。由此得出

$$L_1 = AC_1 + BC_2$$

或

$$L_1 = AC_2 + BC_1$$

用于实际测量。

(三) 铸铁拉伸

铸铁试样拉伸时,没有屈服和缩颈现象,在变形极小时就达到最大力而突然发生断裂(图 1-7)。由被动指针读出最大力 F_b ,按公式 $\sigma_b = F_b/S_0$ 计算抗拉强度。

(四) 低碳钢和铸铁的压缩

压缩试验时,利用自动绘图器可以绘出低碳钢的压缩图(图 1-8)和铸铁的压缩图(图 1-9)。

1. 低碳钢的压缩

低碳钢压缩时,在缓慢均匀施力下,等速转动的测力指针在一小段时间内转动减慢或停顿

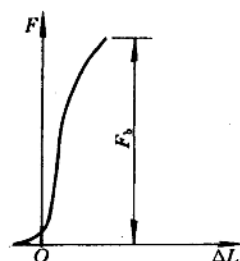


图 1-7 铸铁的拉伸图

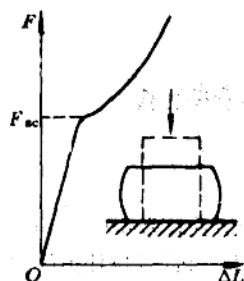


图 1-8 低碳钢的压缩图

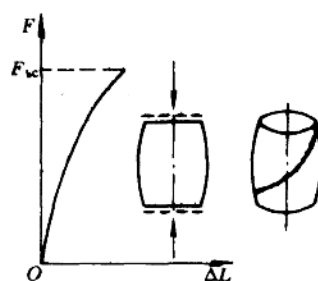


图 1-9 铸铁的压缩图

所对应的力即为屈服力 F_{sc} 。然而测力指针转动速度的减慢并不十分明显,常需借助自动绘图器绘制压缩图,以图形由直线转变为开始出现变形增长较快的非线性小段时,来判断 F_{sc} 到达的时刻。由于压缩不像拉伸那样有易于观察的屈服阶段,测定 F_{sc} 时需要特别细心观察。而低碳钢的 σ_s 压缩值与拉伸值大致相同,故低碳钢的 σ_s 通常由拉伸试验测定。低碳钢压缩屈服后,继续变形所需压力随试样横截面面积的增大和材料强化而迅速增加,其压缩曲线继续上升,试样最后可压成饼状而不破裂,所以低碳钢压缩没有最大力及抗压强度。

2. 铸铁的压缩

铸铁试样压缩时,最后被压成鼓形,沿着与轴线约成 45° 的斜截面破裂。此时主动指针迅速反转,由被动指针读出破坏时的最大力 F_{bc} ,由公式 $\sigma_{bc} = F_{bc}/S_0$ 计算铸铁的抗压强度。

(五) 力学性能测定数值的修约

根据有关国家标准^①,实验报告给出的力学性能测定数值应按下表的规定进行修约。数值修约的规则,按照有关国家标准^② 执行。在附录中对数值修约规则作了简要的介绍。

力学性能测定数值的修约规定

性能指标	数值范围	修约到
屈服点 σ_s 抗拉强度 σ_b	≤ 200 MPa	1 MPa
	$> 200 \sim 1000$ MPa	5 MPa ^③
	> 1000 MPa	10 MPa
抗压强度 σ_{bc}	< 500 MPa	1 MPa
	$500 \sim 1000$ MPa	5 MPa
	> 1000 MPa	10 MPa
断后伸长率 δ	≤ 10 %	0.5 %
	> 10 %	1 %
断面收缩率 ψ	≤ 25 %	0.5 %
	> 25 %	1 %

① GB228—87《金属拉伸试验方法》,GB7314—87《金属压缩试验方法》。

② GB8170—87《数值修约规则》。

③ 5 单位的修约方法与 0.5 单位的修约方法完全相同。

第二部分 实验内容

低碳钢和铸铁的拉伸与压缩试验

一、实验目的

1. 测定低碳钢在拉伸时的屈服点 σ_s 、抗拉强度 σ_b 、断后伸长率 δ 和断面收缩率 ψ 。观察低碳钢在拉伸过程中的各种现象(包括屈服、强化、缩颈及断裂),并绘制拉伸图($F-\Delta L$ 曲线)。
2. 测定铸铁的抗拉强度 σ_b 。
3. 测定铸铁的抗压强度 σ_{bc} ,观察低碳钢和铸铁压缩时的变形和破坏现象,并进行比较。

二、实验设备与试样

万能材料试验机,试样分划机或冲点机,游标卡尺,低碳钢和铸铁的拉伸试样,压缩试样。

三、实验步骤

(一) 低碳钢拉伸试验

1. 试样准备

为便于观察试样标距范围内伸长沿轴向的分布情况和测量拉断后的标距 L_1 ,在试样平行长度内涂上快干着色涂料,然后用专门的划线机,在标距 L_0 范围内每隔 10mm(对长试样)或每隔 5mm(对短试样)刻划一根圆周线,或用冲点机冲点标记,将标距 L_0 分成 10 格。

因直径 d_0 沿试样长度不均匀,故用游标卡尺在标距的两端及中间这三个横截面 I、II、III 处,在互相垂直的两个直径方向上各测量一次,记入表 1-1^①,算出各自的平均直径,取其中最小的一个作为原始直径 d_0 ,计算试样的最小原始横截面面积 S_0 , S_0 取三位有效数字。

2. 试验机准备

根据低碳钢的抗拉强度 σ_b 和试样原始横截面面积 S_0 ,由公式 $F_b = \sigma_b S_0$ 估算试样的最大力 F_b 。根据估算的 F_b 的大小,选择合适的测力度盘,并配置相应的摆锤。调好回油缓冲器。

按试验机调“零”的三个步骤调好“零”点。

调整自动绘图器:选取适当的放大比例,并将笔尖压在记录纸上,使滚筒转动一周时笔尖画出的线与坐标纸的 ΔL 轴相平行。否则要重新调整记录纸。

3. 安装试样

安装方法及注意事项见预习内容。

4. 检查及试机

请教师检查以上步骤完成情况,认可后在比例极限内施力至 10kN,然后卸力至接近零点,以

^① 本书中的表 1-× 见实验报告一,表 2-× 见实验报告二,表 3-× 见实验报告三,表 4-× 见实验报告四,表 5-× 见实验报告五。

检查试验机工作是否正常。

5. 施力测读

(1) 按下自动绘图器的笔,缓慢均匀地施力。注意观察测力指针的转动及自动绘图的情况。当测力指针停止转动或回转时,表明材料开始屈服,参照图 1-5 所示的几种屈服图形,确定屈服力 F_s (或下屈服力 F_{sL}), 记入表 1-2。

(2) 过了屈服阶段后,可用较快的速度施力,直至试样断裂为止。在强化阶段最高点附近,测力指针转动极慢,这时可观察绘图笔尖的移动,并观察试样缩颈现象。试样断裂后立即停机,由被动指针读出最大力 F_b , 记入表 1-2。

(3) 取下试样,试验机回油,取下拉伸图。

(4) 根据断口位置采用直接法或移位法测量拉断后的标距 L_1 , 并在缩颈最小处两个互相垂直的方向上测量其直径,取其平均值为 d_1 , 计算缩颈处最小横截面面积 S_1 。将有关数据填入表 1-3。

需要指出的是,在测量 L_1 和 d_1 时,应将断裂试样的两段在断裂处紧密对接在一起,尽量使其轴线位于同一直线上。如果拉断处形成缝隙,则此缝隙应计入 L_1 内。

试样断在机械刻线的标记上或标距外,造成性能不合格者,其试验结果无效,应重做试验。

(二) 铸铁拉伸试验

铸铁拉伸的步骤与低碳钢大致相同。试样的原始直径 d_0 的测量值记入表 1-1。试样拉至断裂,停机后由被动指针读出最大力 F_b , 记入表 1-2。

(三) 低碳钢和铸铁的压缩试验

低碳钢和铸铁的压缩试验步骤大致相同。

1. 用游标卡尺在试样中部互相垂直的两个方向上测量直径,取其算术平均值作为原始直径 d_0 , 计算原始横截面面积 S_0 , 并将有关数据填入表 1-4。

2. 估算试验所需最大力,据此选择合适的测力度盘,并配置相应的摆锤。调好回油缓冲器。试验机调“零”。

3. 将压缩试样放在试验机球形承垫的中心处。注意,其中铸铁试样周围需加防护罩,压缩过程中不要靠近观察,以免试样破裂时碎片飞出伤人。

4. 打开送油阀,使试样随活动台上升。当试样接近上承垫时,减慢活动台上升的速度,以免急剧施力。

低碳钢试样愈压愈扁,可以产生很大的塑性变形而不破裂,压成鼓形即可停机,所施压力不得超过测力度盘量程范围。低碳钢的压缩试验不要求记录数据和作压缩图,仅观察其变形及破坏现象。

铸铁试样施力至破裂为止。停机后由被动指针读出最大力 F_{bc} , 记入表 1-4。卸力后取下试样,观察其变形及破坏形式。

(四) 结束工作

取下试样和低碳钢的拉伸图。拉伸图供书写实验报告时参考。

请教师检查试验记录。

将试验机的一切机构复原,清理实验现场。

五、思考题

1. 简述万能试验机调“零”的步骤。为什么对于油压式试验机要将活动台升起一定高度后才调整“零”点？
2. 根据什么原则选择测力度盘和摆锤？
3. 低碳钢的屈服点如何测定？
4. 拉断后的标距如何测量？
5. 低碳钢试样压缩后为何成鼓形？
6. 铸铁拉伸和压缩的破坏现象有何不同？试分析其破坏的原因。
7. 从试验现象及结果,比较低碳钢和铸铁在轴向拉伸和压缩下的力学性能。

实验二 碳钢拉伸时弹性模量 E 的测定

一、实验目的

1. 测定碳钢拉伸时的弹性模量 E , 并验证胡克定律。
2. 学习拟定实验的施力方案。

二、实验设备与试样

万能试验机, 千分表球铰式引伸仪, 游标卡尺, 圆形截面碳钢长比例试样。

三、实验原理

碳钢的压缩弹性模量与拉伸弹性模量数值相同, 故简称为弹性模量, 又称为杨氏模量, 通常采用拉伸试验测定。

1. 胡克定律

碳钢在比例极限内服从胡克定律, 其关系式为

$$\Delta L = \frac{FL_e}{ES_0}$$

由此可得

$$E = \frac{FL_e}{S_0 \Delta L}$$

式中 S_0 为试样横截面面积。在拉伸试样上安装引伸仪, 测量试样在引伸仪标距 L_e 范围内与拉力 F 相对应的轴向伸长量 ΔL , 即可由上式算出弹性模量 E 。

2. 增量法

若试验时一次施力到最终值 F , 根据上式所测得的相应伸长量 ΔL 往往误差较大。为了尽可能地消除测量误差, 同时为了验证胡克定律, 一般均采用增量法, 也就是将欲施的最大力分成若干等份, 逐级施力来测量试样的变形, 而不是一次施力至最大值。

设各级施力增量相同并等于 ΔF , 各级伸长增量为 $\delta(\Delta L)_i$ (图 2-1), 并设引伸仪标距为 L_e , 试样横截面面积为 S_0 , 则由上式可得对应于每一增量的弹性模量为

$$E_i = \frac{\Delta F L_e}{S_0 \delta(\Delta L)_i}$$

式中, 下标 i 为施力级数序号 ($i=1, 2, \dots, n$)。又

$$\delta(\Delta L)_i = \frac{\Delta N_i}{k}$$

其中 ΔN_i 为引伸仪相邻两级读数的增量, k 为引伸仪伸长放大倍数。

如用引伸仪读数增量直接表示, 则得