



中国地质大学(武汉)实验教学系列教材
中国地质大学(武汉)实验技术研究项目资助

基础力学 实验指导书

JICHU LIXUE SHIYAN ZHIDAOSHU

李田军
欧阳辉
周小勇
郭 嘉

◎ 编



中国地质大学出版社
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE



大学(武汉)实验教学系列教材

中国地质大学(武汉)实验技术基金项目资助

基础力学实验指导书

JICHU LIXUE SHIYAN ZHIDAOSHU

李田军 欧阳辉 周小勇 郭嘉 编



中国地质大学出版社

ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

图书在版编目(CIP)数据

基础力学实验指导书/李田军, 欧阳辉, 周小勇, 郭嘉编. —武汉: 中国地质大学出版社, 2018. 7

ISBN 978 - 7 - 5625 - 4307 - 7

- I. ①基…
- II. ①李…②欧阳…③周…④郭…
- III. ①力学-实验-高等学校-教材
- IV. ①O3 - 33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 133128 号

基础力学实验指导书		李田军 欧阳辉 周小勇 郭嘉 编	
责任编辑:徐润英		责任校对:周 旭	
出版发行:中国地质大学出版社(武汉市洪山区鲁磨路 388 号)		邮政编码:430074	
电 话:(027)67883511	传 真:67883580	E-mail:cbb@cug.edu.cn	
经 销:全国新华书店		http://cugp.cug.edu.cn	
开本:787mm×1092mm 1/16		字数:120 千字	印张:4.50
版次:2018 年 7 月第 1 版		印次:2018 年 7 月第 1 次印刷	
印刷:武汉籍缘印刷厂		印数:1—500 册	
ISBN 978 - 7 - 5625 - 4307 - 7		定价:25.00 元	

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

中国地质大学(武汉)实验教学系列教材

编委会名单

主 任:刘勇胜

副 主 任:徐四平 殷坤龙

编委会成员:(按姓氏笔画排序)

文国军	朱红涛	祁士华	毕克成	刘良辉
阮一帆	肖建忠	陈 刚	张冬梅	吴 柯
杨 喆	金 星	周 俊	章军锋	龚 健
梁 志	董元兴	程永进	窦 斌	潘 雄

选题策划:

毕克成 李国昌 张晓红 赵颖弘 王凤林

前 言

本书是依据《高等学校理工科非力学专业力学基础课程教学基本要求》，并结合国家相关实验标准及参编学校实验设备情况，总结了多年来实验课程的教学和改革经验，为高等学校工程类专业（非力学专业）编写而成。

基础力学系列课程是工科工程类专业重要的技术基础课程。力学实验是基础力学课程体系的重要组成部分，是重要的实践性教学环节，也是解决许多实际工程问题的重要方法。因此，基础力学实验有助于学生深入理解课程的理论内容，培养学生的创新意识和创新精神，提高学生解决实际问题的动手能力。

本书具有以下特色：①本书所述的基本名词、术语均以国家相关标准为依据，并结合教育部对基础力学课程教学的基本要求编排实验内容和实验方法。②将实验教学与实际工程接轨，强化应力应变测试技术及光弹技术。对电测法的基本原理和方法进行了介绍，尽量让学生掌握实际工程中进行应变测试的初步知识和技能。③在叙述金属材料拉压实验的基础上，还介绍了岩石材料的压缩实验，帮助学生掌握实际工程中测试岩土类材料力学性能的知识 and 技能。

全书实验由李田军和欧阳辉编写，全书插图由周小勇绘制提供，附录中实验报告由郭嘉编写。全书由李田军最终统稿。

在本书的编写过程中，参阅了众多国内外公开出版发行及网上的相关资料，有些已在参考文献中列出，有些没有列出，特此说明，并向原作者表示衷心感谢！

限于编者的水平，书中难免有疏漏和不妥之处，敬请专家、学者批评指正。

编 者

2018年5月

目 录

第一章 绪 论	(1)
一、基础力学实验的任务和内容	(1)
二、实验方案	(2)
三、实验报告	(2)
第二章 材料拉伸实验	(4)
一、实验目的	(4)
二、实验设备和试件	(4)
三、实验原理	(6)
四、实验步骤	(8)
五、实验注意事项	(9)
六、实验思考	(9)
第三章 材料压缩实验	(10)
一、实验目的	(10)
二、实验设备和试件	(10)
三、实验原理	(11)
四、实验步骤	(12)
五、实验注意事项	(12)
六、实验思考	(12)
第四章 扭转实验	(14)
一、实验目的	(14)
二、实验设备和试件	(14)
三、实验原理	(16)
四、实验步骤	(17)
五、实验注意事项	(18)
六、实验思考	(18)
第五章 梁弯曲正应力实验	(19)
一、实验目的	(19)
二、实验设备和试件	(19)
三、实验原理	(20)
四、实验步骤	(20)
五、实验注意事项	(21)
六、实验思考	(21)
第六章 弯扭组合变形实验	(22)
一、实验目的	(22)

二、实验设备	(22)
三、实验原理	(23)
四、实验步骤	(24)
五、实验结果的处理	(25)
六、实验思考	(25)
第七章 压杆稳定实验	(26)
一、实验目的	(26)
二、实验设备	(26)
三、实验原理	(26)
四、实验步骤	(28)
五、实验结果的处理	(28)
六、实验思考	(28)
第八章 光弹性实验	(29)
一、实验目的	(29)
二、实验设备和仪器	(29)
三、实验原理	(30)
四、实验步骤	(32)
五、实验注意事项	(33)
六、实验思考	(33)
第九章 岩石单轴压缩实验	(35)
一、实验目的	(35)
二、实验设备、仪器和材料	(35)
三、试件的规格、加工精度、数量及含水状态	(35)
四、电阻应变片的粘贴	(36)
五、实验步骤	(36)
六、实验结果整理	(37)
七、实验报告要求	(38)
八、实验思考	(39)
参考文献	(40)
附 录	(41)
附录一 测量电桥的工作原理与接线法	(41)
附录二 拉伸实验报告	(49)
附录三 压缩实验报告	(51)
附录四 扭转实验报告	(53)
附录五 梁弯曲正应力实验报告	(55)
附录六 弯扭组合变形实验报告	(57)
附录七 压杆稳定实验报告	(61)
附录八 光弹性实验报告	(63)

第一章 绪 论

一、基础力学实验的任务和内容

(一) 基础力学实验的任务

基础力学实验是加强工科基础力学实践性教学的主要手段。通过实验帮助学生加强理解和验证课堂教学中的基本理论,掌握测定工程材料的力学性能、构件应力的基本原理和常见设备的操作方法。培养学生正确分析和处理实验结果、撰写实验报告的能力,树立实事求是、理论联系实际的科学作风,以及严肃认真的工作秩序,为从事工程实验奠定初步的基础。

(二) 基础力学实验的内容

1. 材料的力学性能实验

材料的力学性能实验,主要测定工程材料本身的力学属性,一般包括拉伸、压缩、硬度、冲击、疲劳、扭转实验等。这些实验直接为科研或设计提供构件强度的依据。

在企业中,用材料的力学性能实验检验或复查材料出厂或入厂的力学性能是否符合规定的质量标准。

2. 验证理论的实验

将实际问题抽象成理想的模型,根据假设条件推导出一般公式,再指导实践,这是科学研究的一般方法。但是以上抽象和假设是否正确、公式能不能应用,都需要通过实验反复验证、修改才能使科研成果得到完善,获得实际应用的价值。所以,验证理论的实验是科学研究的必要手段。可以说,没有验证理论的实验就没有科学研究。例如,材料力学课程中直梁弯曲正应力实验的主要目的,就是验证弯曲正应力沿梁高度方向的分布规律。

3. 实验应力分析

工程中如飞机、导弹、卫星等结构,以及齿轮、曲轴等构件形状相当复杂,工作环境和载荷情况又十分恶劣并经常发生变化,所以在解决它们的强度、刚度、稳定性问题时,仅仅依靠理论计算难以得到满意的结果,有时理论计算甚至是无法实现的。实验应力分析就是用实验的方法解决应力分析中的问题,从而弥补理论分析中的不足。实验应力分析方法不仅可以测量得到各种复杂结构或构件在各种环境中、多种载荷条件下每个部位的应力值,而且可以测量得到应力分布规律。

目前,工程中应用最广泛的是电测应力分析方法。近年来光测力学发展很快,目前产生的贴片光弹性法、全息光弹法、散斑干涉法、云纹法等,均广泛应用于航天、航空、机械、电子、工程建设等领域。

在弹塑性力学课程中,把光弹试验当作实验应力分析的一个实例,要求学生能够掌握。

二、实验方案

为了满足实验要求,提高实验效益,实验人员要根据实验任务和有关标准,参考有关资料设计制定的实验工作程序,叫做实验方案。实验方案包括实验目的、选用的设备和工具、试件及对它的要求、实验原理、实验方法、注意事项等。

实验方案质量的好坏,一方面涉及到实验工作消耗资源(人、财、物、经费、时间)的多少,另一方面直接关系到实验结果的成败,如选用 10t 的万能材料试验机鉴定直径 2mm 的冷拉 Q215 钢丝的力学性能,显然是不妥当的。为了提高实验结果的可靠性,常常采用分级增量加载,使测量结果趋于稳定。在复杂应力状态下进行实验时,必须在应力、应变状态理论指导下导出分析公式,仔细斟酌粘贴电阻应变片的方位。诸如此类问题,都应在实验方案中设计周全。因此,正确、合理地设计实验方案,是科学工作者和工程师的必备技能。

本书中的每项实验都推荐了比较成熟的实验方案。为了帮助学生对课程的深入理解,对实验报告提出了相应要求。当然,这些方案并非尽善尽美,目的在于鼓励学生开动脑筋,推陈出新,设计制定出更多、更完善的实验方案。

三、实验报告

实验报告包括实验名称、目的、实验条件、设备、实验数据、实验结论、委托做实验的单位和参加实验的人员等内容。它是实验工作的成果,为产品鉴定、科研设计提供依据。因此,撰写实验报告应当忠实于实验数据,内容应当完整。报告的结论要准确、可靠。实验人员对于委托实验单位既要承担技术责任,还要负有法律责任。其主要内容和注意事项分述如下。

(一) 实验数据

实验数据是在实验过程中从设备或仪器上视读的结果,不可人为地臆造和弄虚作假。视读前要认清仪器的示值、单位、精度。视读时要正确读出有效数字并记录在准备好的表格中。特殊情况时,实验人员需要按委托要求自行设计记录表格,以备记载实验数据。记录表格要完整、简明、便于应用。

(二) 实验结论

实验结论是指在实验条件下,针对有效的全部实验数据,经过处理、计算得到的综合结果。在计算分析中要充分考虑到实验方案的各个环节,以及所有的异常现象,经过分析、判断给出准确、简明的结论。

(三) 实验曲线

为了直观地反映实验参数间的彼此关系,揭示物理量间的普遍规律,往往需要把实验数据用图像表示出来,称为实验曲线。

绘制实验曲线,首先要根据实验内容,明确实验参数间的因果关系。其次根据实验数据容量的多少和数值,选择适当的比例,确定坐标,再把经过处理的实验数据相应的点标在坐

标纸上,连成曲线。

为了便于比较,有时把不同实验条件下得到的同类参数用相异记号如 Δ 、 $\times$ 、 $\circ$ 、 $+$ 标在同一坐标系中。把相同的记号,按总体取中的原则,将各点连成光滑曲线 [图 1-1 (a)]。把曲线各点连成折线是错误的,因为它从总体上背离了参数间连续变化的规律 [图 1-1 (b)]。

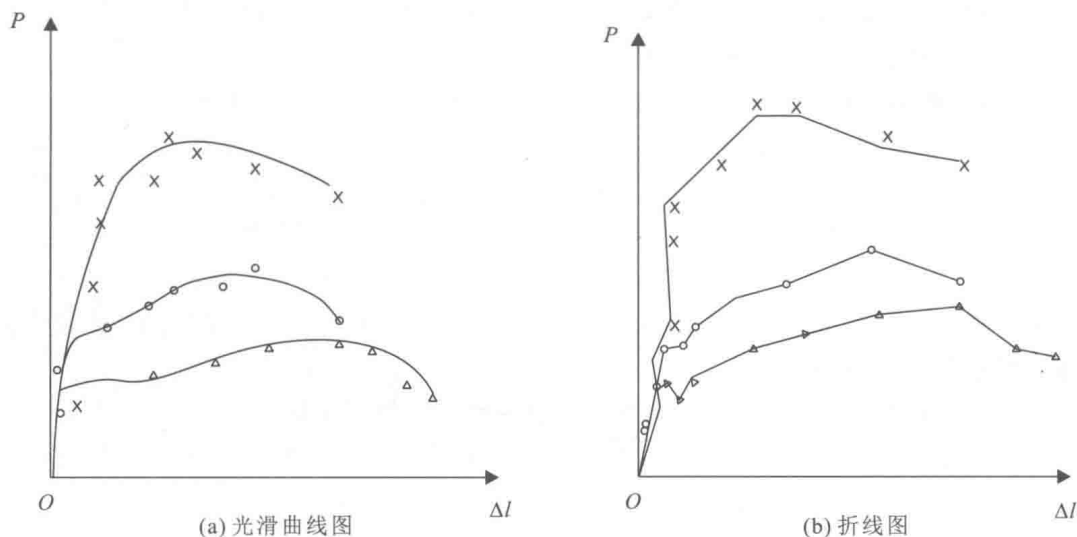


图 1-1 实验数据曲线图

(四) 讨论

在实验报告中,有时应对实验工作进行讨论。讨论要采用科学理论,围绕实验结论的正确性进行详细分析和论证,如关于数据处理、实验分析方法的应用、误差情况、结论成立条件,以及有关注意事项提出的理由等,均应在讨论中阐述清楚。

对于新的项目,在实验报告的讨论中,还要对本次实验方案、实施、理论分析中的优缺点予以评论,作为今后工作的借鉴。

总之,实验报告的讨论部分,是对实验工作的深化、完善和发展。

第二章 材料拉伸实验

材料拉伸实验是材料力学课程的基本实验，也是工程材料质量检验的常规实验，测定的相关指标可用于质量检验、材质评定和进行强度、刚度计算，应用十分广泛。实验是按照《金属材料室温拉伸实验方法》(GB/T 228—2010) 进行的，要求实验温度为 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ，加载应变速率为 $0.000\ 25 \sim 0.002\ 5\text{s}^{-1}$ 。

一、实验目的

- (1) 了解电子万能试验机的构造和工作原理，掌握其在材料拉伸实验中的操作规程和使用中的注意事项。
- (2) 观察低碳钢、铸铁在拉伸实验中的各种现象，并绘制拉伸图。
- (3) 测量低碳钢、铸铁在拉伸时的力学性能指标，如屈服极限、强度极限等强度指标和断后伸长率、断面收缩率等变形指标。
- (4) 观察低碳钢在拉伸强化阶段的卸载规律及冷作硬化现象。
- (5) 了解塑性材料（低碳钢）和脆性材料（铸铁）的破坏特点与性能差异。

二、实验设备和试件

1. 实验设备

电子万能试验机是综合了电测技术、计算机技术和数字控制技术的新型机械式万能试验机，可以进行金属材料、非金属材料、复合材料的拉伸、压缩、弯曲、剪切和扭转等实验。

电子万能试验机由主机、附件和测控系统组成。主机的结构组成主要有负荷机架、传动系统、夹持系统和位置保护装置等，如图 2-1 所示。

负荷机架是由四根立柱支承上横梁与工作台面构成的门式框架，两根丝杠穿过活动横梁两端并安装在上横梁和工作台面之间。工作台面四脚支承在底板上，机械传动减速器也固定在工作台面上。工作时，伺服电机驱动机械传动减速器，带动丝杠传动，驱使活动横梁上、下移动。活动横梁下降时，上部空间为拉伸区，下部空间为压缩与弯曲区。

传动系统由数字式脉宽调制直流伺服系统、减速装置和传动带轮组成。执行元件采用永磁直流伺服电动机，其特点是响应快，而且具有高转矩和良好的低速性能。由与电动机同步的高性能光电编码器作为位置反馈元件，从而使活动横梁获得准确而稳定的试验速度。

2. 拉伸实验的试件

拉伸实验的试件由平行长度（工作部分）、过渡部分和夹持部分组成，按照《金属材料室温拉伸实验方法》(GB/T 228—2010) 的规定加工成标准试件。根据金属制品的品种、规格及实验目的的不同，试件横截面分为圆形、矩形或其他异形，其中以圆形及矩形截面试件最常用。这两种试件的形状及表面粗糙度如图 2-2 (a) 圆形试件及图 2-2 (b) 矩形试件

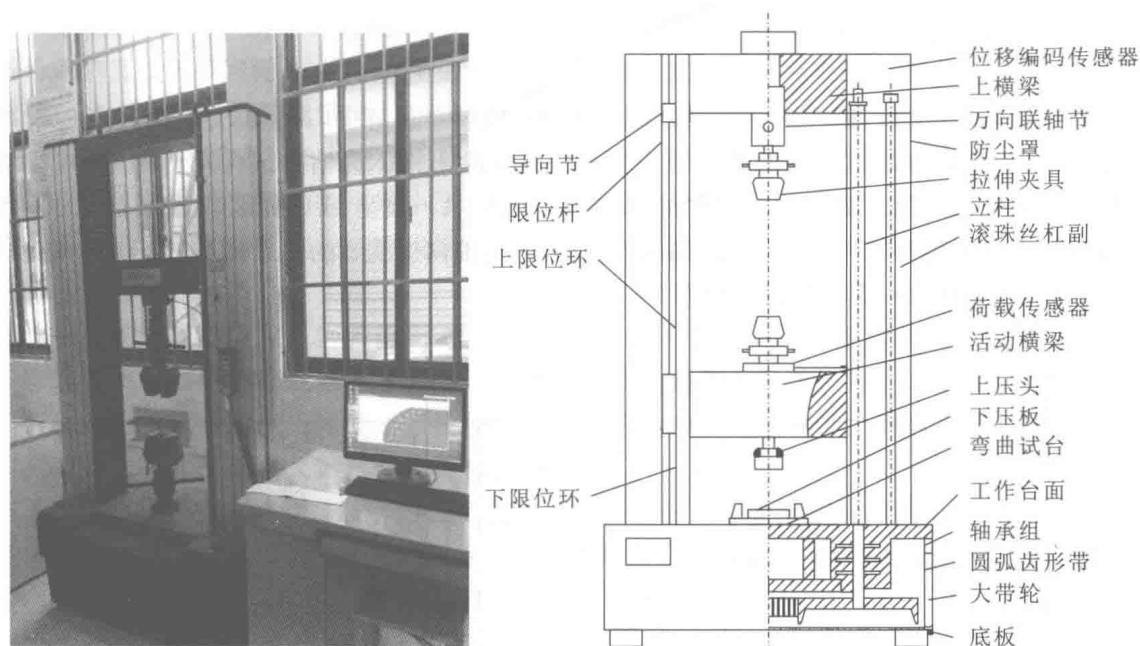


图 2-1 电子万能试验机主机结构实物图与示意图

所示，图中 l_c 为平行部分长度， l_0 为标距长度。

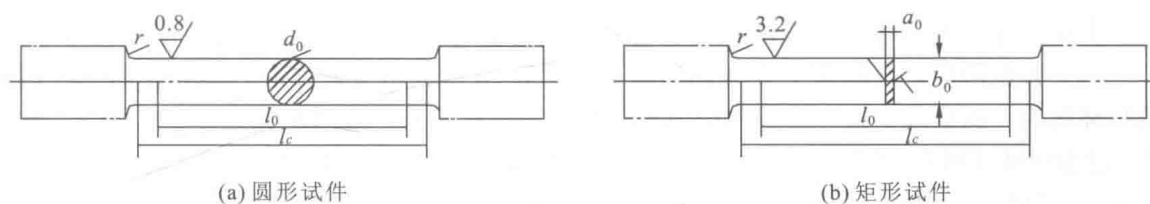


图 2-2 拉伸实验试件示意图

根据拉伸试件标距长度 l_0 与横截面积 A_0 之间的关系，可分为比例标距试件和定标距试件两种。比例标距试件要求原始标距与原始横截面的关系满足公式 $l_0 = k \sqrt{A_0}$ ，比例系数 k 按规定取值 5.65，原始标距 l_0 要求不小于 15mm。定标距试件的原始标距 l_0 与原始横截面积 A_0 之间不存在上述比例关系。一般建议采用 $k=11.3$ 的非比例短试件。因此，在金属材料拉伸实验中采用的试件一般有以下两种形式：10 倍试件要求圆形截面 $l_0=10d_0$ 或矩形截面 $l_0=11.3 \sqrt{A_0}$ ；5 倍试件要求圆形截面 $l_0=5d_0$ 或矩形截面 $l_0=5.65 \sqrt{A_0}$ 。

试件测量时应要求圆形试件横截面的直径或矩形试件横截面的厚度及宽度在标距的两端及中间处分别进行测量。选用三处测量的最小值计算拉伸性能指标。但是，表面有显著横向刀痕或磨痕、机械损伤、明显淬火变形或裂纹以及肉眼可见的冶金缺陷的试件，均不允许用于实验。

三、实验原理

进行拉伸实验时, 试件从开始受力到破坏为止的整个过程中, 其受力变形特征以及各阶段变形量 Δl 与拉力 P 之间的关系曲线可由拉伸图反映出来。为消除试件尺寸的影响, 常将拉伸图的纵坐标 (拉力 P) 除以试件的原始横截面积 A , 横坐标 (变形量 Δl) 除以试件的原始标距 l_0 , 得到与试件尺寸无关的横截面应力 σ 与轴向应变 ϵ 的关系曲线图。对于低碳钢试件, 拉伸图和应力-应变曲线图如图 2-3 所示。

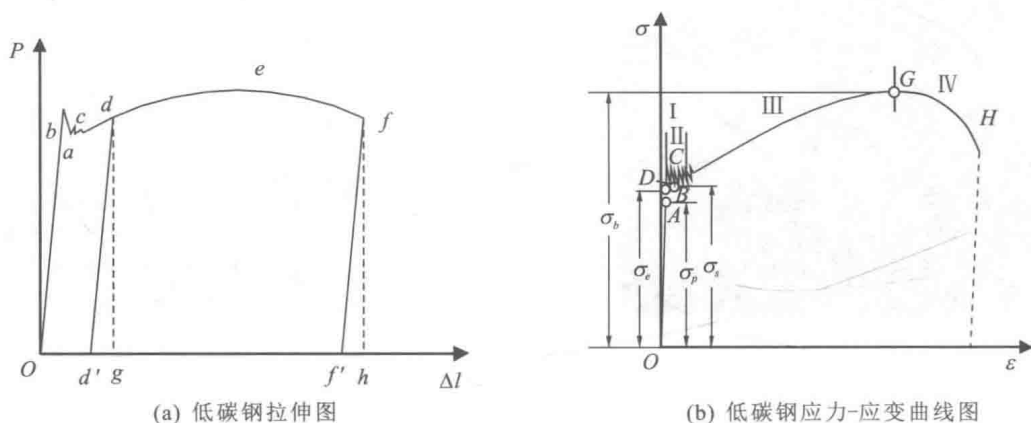


图 2-3 低碳钢拉伸实验曲线图

由图可见, 低碳钢材料的拉伸实验过程可分为以下四个阶段:

(1) 弹性阶段。在载荷 P 不大的情况下, 变形 Δl 随其所受的拉力 P 成正比增加, 这时的拉伸图为一斜直线。这个阶段内应力与应变也是线性关系, 遵循胡克定律 $\sigma = E \cdot \epsilon$, 故称 OA 段为线性弹性阶段 [图 2-3 (b)]。根据测算该阶段的直线斜率即可测定材料的弹性模量 E , 弹性模量是衡量材料弹性性质优劣的重要指标之一。该阶段的极限应力 (A 点应力) 称为比例极限 σ_p 。若继续加载达到 D 点时, 虽然应力与应变不再是线性关系, 但变形仍然是弹性的, 即在卸除荷载后变形完全消失, 呈现出非线性弹性性质, D 点对应的应力称为弹性极限 σ_e 。

(2) 屈服阶段。过了弹性阶段, 载荷 P 继续增加时, 材料似乎突然间暂时失去了抵抗变形的能力, 在磨光试件表面可看到与试件轴线大约成 45° 倾角的迹线, 上述迹线是材料沿该截面产生滑移所造成的, 称为滑移线, 这就是屈服或流动现象。相应的拉伸图为一锯齿形曲线, 表明载荷 P 不再增加甚至减少, 此时变形 Δl 却在继续增大。这时的最小载荷即为屈服载荷 P_s , 相应点 B 的应力称为屈服应力或屈服极限 σ_s 。材料屈服表现为显著的塑性变形, 而构件的塑性变形将影响到结构的正常工作, 工程上将这个现象称为屈服失效, 所以屈服极限是衡量材料强度的重要指标。

(3) 强化阶段。过了屈服阶段以后, 由于材料内部晶体组织结构重新调整, 其抵抗变形的能力有所加强, 试件承载能力增大, 表明要使试件继续变形必须增加作用力。这种现象称为材料的强化, 这一阶段称为强化阶段。此时, 变形与力已不成正比关系, 具有非线性的变形特征。当拉力增加到拉伸曲线的最高点时, 测力盘上从动指针的载荷值为最大载荷 P_b ,

对应点 G 的应力称为强度极限 σ_b 。强度极限也是衡量材料强度性能优劣的一个重要指标。

如图 2-3 (a) 所示, 若在强化阶段的某一 d 点卸载, 拉伸曲线会沿着与原弹性阶段平行的斜直线 dd' 回到 d' 点, 弹性变形部分 $d'g$ 被恢复, 只残留塑性变形部分 Od' , 即塑性应变。这一现象称为卸载定律。卸载后若重新加载, 曲线仍会沿着卸载线上升, 与开始卸载点 d 汇合, 然后继续上升直至作用荷载最大的 e 点。说明材料经过卸载再加载后, 弹性变形阶段升高了, 塑性变形的范围缩小了, 这一现象称为材料的冷作硬化。工程上利用这一特点进行冷加工, 例如冷轧钢板或冷拔钢丝, 以提高产品在弹性范围内的承载能力, 但降低了抵抗塑性变形的能力。

(4) 局部变形阶段。当载荷 P 达到最大以后, 试件某一局部迅速伸长, 同时横截面尺寸急剧减小, 形成颈缩现象。颈缩时, 试件的变形主要集中在该处附近, 形成局部变形。由于颈缩部分横截面面积迅速减小, 拉伸试件所需的载荷也随之减少, 测力指针开始倒退, 但该截面上的应力迅速增大, 直至试件被拉断。

试件被拉断后, 弹性变形消失, 而塑性变形保留下来。测出断后标距 l_1 及断口颈缩处直径 d_1 , 通过计算便可得到表征材料塑性变形大小的断后伸长率 δ 和断面收缩率 ψ , 其计算公式为:

$$\text{断后伸长率 } \delta = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \times 100\% \quad (2-1)$$

$$\text{断面收缩率 } \psi = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100\% \quad (2-2)$$

如果拉断处到邻近的标距点距离小于 $l_0/3$, 可以使用位移法计算断后伸长率。设实验前将原始标距 (l_0) 细分为 N 等分, 实验后, 以符号 X 表示断裂后试件短段的标距标记, 以符号 Y 表示断裂试件长段的一个等分标记, 此标记至断裂处的距离最接近于断裂处至标距标记 X 的距离 (图 2-4)。

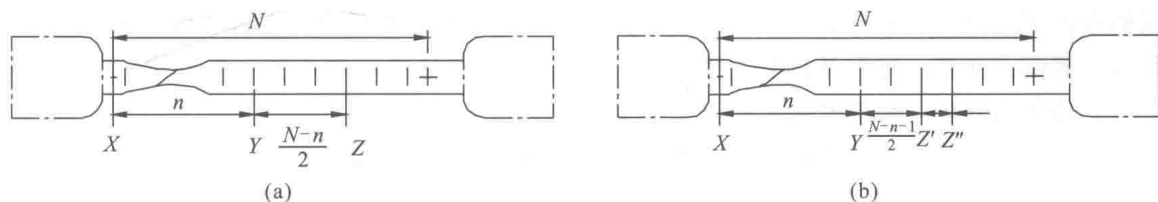


图 2-4 标记方法的图示说明

设 X 与 Y 之间的分格数为 n , 则

1) 如 $(N-n)$ 为偶数 [图 2-4 (a)], 从 Y 至距离为 $\frac{1}{2} (N-n)$ 个分格位置取 Z 标记, 测量 X 与 Y 之间的距离和 Y 与 Z 之间的距离, 可计算断后伸长率为

$$\delta = \frac{XY + 2YZ - l_0}{l_0} \times 100\%$$

2) 如 $(N-n)$ 为奇数 [图 2-4 (b)], 从 Y 至距离分别为 $\frac{1}{2} (N-n-1)$ 和 $\frac{1}{2} (N-n+1)$ 个分格位置取 Z' 和 Z'' 标记, 分别测量 X 与 Y 、 Y 与 Z' 和 Z'' 之间的距离, 可计算断后伸长率为

$$\delta = \frac{XY + YZ' + YZ'' - l_0}{2} \times 100\%$$

铸铁试件在拉伸实验时,同样可以利用试验机装置绘制出铸铁的拉伸图,并得到应力-应变曲线图(图2-5)。

实验表明,铸铁试件拉伸时没有屈服和颈缩现象,无明显直线部分,即使在较低的载荷下也是如此,一旦达到最大载荷时,试件就突然断裂,断口平齐粗糙,而且塑性变形也很小,是一种典型的脆性破坏特征。铸铁试件在被拉断时的最大载荷对应点的应力即为其强度极限 σ_b ,是衡量脆性材料强度的唯一指标。

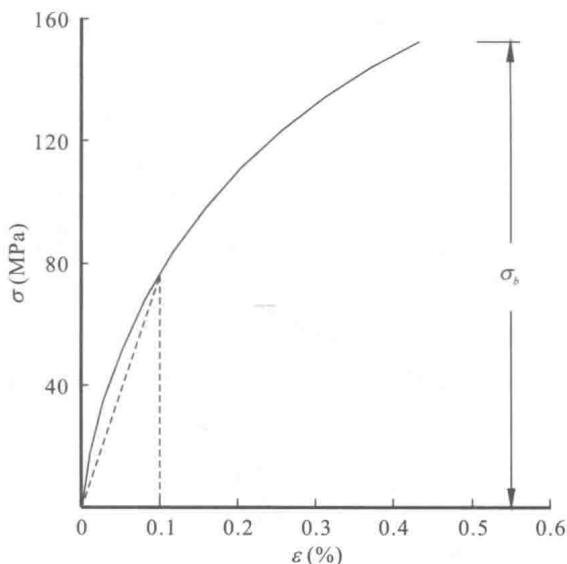


图 2-5 铸铁试件拉伸实验曲线图

四、实验步骤

(1) 测量试件尺寸。在拉伸试件两端划细线标识标距范围,用游标卡尺量取标距长度 l_0 。在实验段范围内用游标卡尺分别测量标距两端及中间三处截面的直径,每个截面在互相垂直方向各测量1次,取其平均值。用三处截面平均直径的最小值来计算试件横截面面积 A 。

(2) 开机:试验机→计算机→打印机。打开电脑显示器电源、控制器电源、主机电源;鼠标点击 MaterialTest.exe 图标,进入联机参数界面,选定传感器,点击联机按钮,进入试验运行界面。注意:每次开机后要预热 5min,待系统稳定后,才可进一步使用。如果刚刚关机,需要再开机,间隔时间不能少于 1min。

(3) 安装夹具。点击手控盒上下按键,上下移动至合适位置,根据试件头部选择适当夹具。

(4) 设定实验方案。点击实验部分里的新实验,选择相应的实验方案,输入试件的原始用户参数如尺寸等,多根试件直接按回车键生成新记录。

(5) 安装试件。先将试件夹在接近力传感器一端的夹头上,传感器初始值清零消除试件自重后,再夹持试件的另一端,并使试件安装牢固且垂直。根据试件的长度及夹具的间距设置好限位装置。(如需要测定变形则安装引伸计)。

(6) 实验加载。执行清零操作,卸力完成后对位移变形清零。点击开始实验按钮,开始实验,实验结束自动停止。

(7) 取下断裂试件,观察断口形状。

(8) 安装下一根试件,重复步骤(5)~(7),直到所有试件全部实验结束。

(9) 实验完成后,点击“生成报告”按钮,将生成实验报告,打印实验报告。

(10) 依次关闭软件、试验机电源、电脑,再切断总电源。

(11) 清理实验现场。

五、实验注意事项

(1) 安装拉伸试件时，夹头夹持的部分不能过短，方向须铅垂于台面，要防止偏斜。

(2) 勿使不同材料的试件混淆。若安装有引伸仪，当试件达到规定载荷后，必须马上取下引伸仪，防止变形超过引伸仪量程。

(3) 未经实验指导教师同意，不得启动机器；实验时，若出现异常情况或发生故障，应立即停机。

六、实验思考

(1) 为什么要在安装试件后进行清零？

(2) 拉伸实验中为何采用标准试件或比例试件？材料和直径相同而长度不同的试件的伸长率是否相同？

(3) 对于铸铁试件，在较低的载荷下，应力与应变的关系表现为非线性，即应力-应变曲线图无明显直线部分。如何测定材料的弹性模量？

第三章 材料压缩实验

材料压缩实验也是材料力学性能检测的基本实验，尤其是脆性材料的压缩实验，与塑性材料的拉伸实验一样重要，应用十分广泛。由于受加载的偏心、摩擦约束等因素影响，使端面附近的材料处于三向受压应力状态，短试件很难获得均布的横截面单向压应力区。因此，压缩实验有两个值得注意的问题：一是对高径比有一定的要求；二是对两端面的平行度有一定的要求。

一、实验目的

- (1) 了解电子万能试验机的构造和工作原理，掌握其在材料压缩实验中的操作规程和使用中的注意事项。
- (2) 观察低碳钢、铸铁压缩过程中的各种现象并绘制压缩曲线图。
- (3) 测量低碳钢、铸铁压缩时的力学性能。
- (4) 观察低碳钢的压缩变形和铸铁的压缩破坏现象。

二、实验设备和试件

材料压缩实验也可使用电子万能材料试验机进行，其构造及原理参见第二章。

根据圣维南原理，要想获得均布应力区，试件长度与横向尺寸之比至少应大于 2 倍。但试件过长容易发生“失稳”，给压缩实验增加了新的困难。金属压缩破坏实验采用的试件是按照《金属材料 室温压缩实验方法》(GB 7314—2017) 进行，一般为柱状，横截面分为圆形和方形两种（图 3-1）。短圆柱形试件直径 $d=10\sim20\text{mm}$ ，方形试件边长 $b=10\sim20\text{mm}$ ，其高度与直径或边长之比为 $h/d=1\sim3$ ，要求两端面很光滑。另外，两端面相互平行，其平行度要求 100mm 长度内小于 0.01mm，且端面与轴线垂直，以保证试件实验时能够轴向受压，同时要有良好的稳定性。

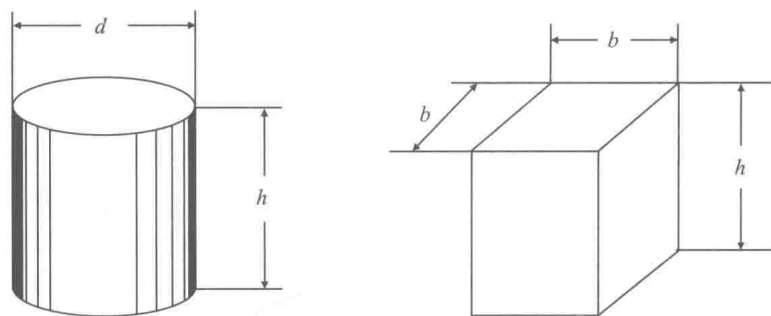


图 3-1 材料压缩实验试件示意图