

CAILIAO SHIYANJI SHIYONG JISHU

李福安 编

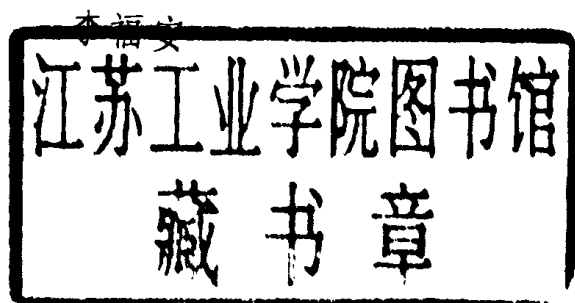
材料试验机 实用技术



冶金工业出版社

12.2.10
4033

材料试验机实用技术



冶金工业出版社

004493

(京)新登字 036 号

图书在版编目(CIP)数据

材料试验机实用技术/李福安编. —北京:冶金工业出版社, 1994. 10

ISBN 7-5024-1600-5

I. 材… I. 李… III. 材料试验机-技术手册 IV. TH87

中国版本图书馆 CIP 数据核字(94)第 11628 号

出版人 卿启云 (北京沙滩嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009)

唐山工程技术学院印刷厂印刷; 冶金工业出版社发行

1994 年 12 月第 1 版, 1994 年 12 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/32; 12 印张; 142 千字; 202 页; 1-5000 册

7.00 元

前 言

随着经济技术的发展,力值计量发挥着越来越重要的作用。各种材料试验机的广泛应用,对力值计量提出了客观要求。为了搞好力值计量和各种材料试验机的检定工作,普及力值计量知识,服务于企业、事业和科研单位,特编写了《材料试验机实用技术》一书。

本书编写中总结了编者长期实践工作的一些体会(有的文章已刊登在有关的论文集和专业杂志上),并参考了国家检定规程及有关资料。编写此书的目的在于向广大使用各种材料试验机的同志交流经验,普及知识,使力值计量工作的质量提高一步以满足工作需要。

本书在编写过程中,曾得到唐山市技术监督局陈德荣同志、河北省计量测试研究所郭世杰同志、唐山市计量测试研究所王景平同志、唐山机车车辆工厂许太平等同志的大力帮助和指导。在此谨向他们以及对编写工作给予过关心和帮助的有关同志表示谢意。编者由于知识和实践经验有限,不足之处在所难免,敬希读者指正。

编者

1994年7月

目 录

1. 材料试验机和力值计量传递	1
2. 三等标准测力计的使用方法	4
3. 材料试验机的检定方法与技术要求	7
4. 测力计量检定工作应用	13
5. 小负荷材料试验机的介绍	18
6. 试验机的型号规格与用途	33
7. 力值与材料试验机常用名词	41
8. 液压摆锤式万能材料试验机构造与特点	69
9. 液压摆锤式万能材料试验机的误差分析与调整	78
10. 试验机的正确使用及其故障排除方法	122
11. 试验机缓冲机构的调整与工具制作	128
12. 电动抗折试验机的技术要求	130
13. 水泥抗折试验机的原理与使用	135
14. 水泥、轧钢、建筑部门物理试验室试验设备指导	144
15. 钢丝张力仪的检定与使用方法	149
16. LJS-50kN 数显拉力试验机的特性	153
17. 冲击试验机的原理与故障分析	155
18. 德国产 PSW3000 型冲击试验机改制值	161
19. 汽车制动试验台的校验	168
20. 各种金属材料数据与重量换算关系、力值计量 单位.....	174

1. 材料试验机和力值计量传递

材料试验机的种类很多,按材料试验的范围大致可分为静负荷试验机、动负荷试验机、冲击试验机和硬度计等。

静负荷试验机能对材料或构件在静负荷作用下,进行拉、压、弯、切、扭等试验,测试试样或构件的拉伸强度、压缩强度、弯曲强度、剪切强度、蠕变强度、持久强度及比例极限、弹性极限、屈服极限以及挠度、弹性模量、断裂韧性、伸长率、断面收缩率、断面增大率、扭力应变等。其中包括有拉力试验机、压力试验机、万能材料试验机、蠕变试验机、持久强度试验机、扭转试验机等。

动负荷试验机(疲劳试验机)能对材料或构件在周期性(或随机的)应力应变持续作用下,测定其疲劳极限、疲劳寿命、裂纹扩展等指标。主要有高频疲劳试验机、低频疲劳试验机、电液伺服疲劳试验机、动静万能试验机、谐振疲劳试验机、热疲劳试验机、单向脉动试验机、高温高速纯弯曲疲劳试验机、弯扭复合疲劳试验机等。

冲击试验机。某些金属材料在一定条件下可能变为脆性状态,此时很小的冲击负荷就能使其断裂。因此,在许多情况下,需要进行冲击试验,测定材料的抗冲击性能。主要有摆锤式冲击试验机、落锤式冲击试验机、示波冲击试验机、多次冲击试验机和高(低)温冲击试验机等。

硬度计用于测定材料硬度值,是不破坏试件的唯一机械性能试验。硬度不是一个物理量,但它反映着物体的强度、耐磨性及塑性、弹性极限和弹性模数。主要有布氏硬度计、洛氏硬度计、维氏硬度计、显微硬度计、肖氏硬度计、携带式硬度计、超声波硬度计、里氏硬度计、橡胶硬度计和土壤硬度计等。

除上述几种常用的试验机外,还有测定磨损量的磨损试验机,测定板状和带状金属冷冲压弯变形性能的杯突试验机,测定弹簧性能的弹簧试验机,试验金属线材耐反复弯曲能力的弯折试验机,对机械施转体进行平衡试验的动平衡试验机等。

为了保证试验机量值的准确可靠,必须对其进行周期检定,并相应建立起各种力值的传递系统(基准和标准),把标准力值逐级地传递下去。我国的力值基准器(标准质量砝码)为我国力值推导的基准,由基准器通过高精度天平检定基准测力机的砝码,误差不大于 $\pm 1 \times 10^{-5}$ 。我国 10N-1MN 力值国家基准的力值总不确定度 δ 为 2×10^{-5} 。基准测力机以直接加荷的方式定度标准测力仪或高精度负荷传感器。力标准机有杠杆式、液压式、静重式和叠加式四种型式。考虑到检定条件和费用,杠杆式力标准机的力值总不确定度 δ 定为 3×10^{-4} 和 5×10^{-4} 两类。对液压式力标准机,其力值总不确定度 δ 定为 1×10^{-3} 和 5×10^{-4} 两种。叠加式力标准机,力值总不确定度 δ 定为 1×10^{-3} 。标准测力仪比对标准测力机,标准测力机定度标准测力仪或校验杠杆及负荷传感器。

测力计量传递工作,分为定度和比对两种方式。定度是将规定的计量单位所表示的量值传递到计量器具刻度上的过程。检定是表示被检计量器具同标准量具示值相比较,确定出误差的大小。

作为标准力值与一般工作机之间的传递,标准测力仪分为三级,即 0.1 级,0.3 级和 0.5 级。力值在 10N—1MN。0.1 级力值稳定度 S_b 优于 $\pm 1 \times 10^{-3}$,用于检定力值不确定度优于 0.5% 的试验机;0.3 级 S_b 优于 $\pm 3 \times 10^{-3}$,用于检定力值不确定度优于 1% 的试验机;0.5 级 S_b 优于 $\pm 5 \times 10^{-3}$,用于检定力值不确定度优于 2% 的试验机。

2. 三等标准测力计的使用方法

为保证静态力的力值一致准确,必须根据基准测力机或标准测力机所体现的基准力值来进行量值传递,传递力值的标准测力计的主要技术指数有两个,其一是重复性 R ,其二是稳定度 S ,我国 10N — 1MN 力值国家基的力值总不确定度 δ 为 2×10^{-5} (其置信系数为 3,以下均同)。即:上一等标准器的误差原则上是下一等标准器误差的三分之一。力值传递在第一章中已作介绍,这里不再重述。

由力值传递系统可以看出三等标准测力计的地位与作用,它使用最广,直接影响量值传递的可靠与准确。为正确使用三等标准测力计,下面就结构、温度修正和正确使用等方面作一简单介绍。

2.1 结构

三等标准测力计是利用力的静力效应测定力值。根据虎克定律,在弹性范围内,弹性体的变形与作用力成正比。因而,测量弹性体的变形量就可以确定所测的力值。

三等标准测力计弹性体的形状很多,用得最多的有圆环状、椭圆环状、薄壁圆筒状、方柱状、梁状等。测量变形的方法也很多,有用百分表测量环体变形的百分表式测力计;用测微盘测量环体变形的测微盘式测力计;用显微镜测量环体变形

的显微镜式测力计；用微分筒测量薄壁筒中容量变化的水银箱式测力计等等。

2.2 温度修正

三等标准测力计的测量元件是弹性体，弹性体在力作用下的变形量受环境温度影响。据测定，弹性体测力计的温度修正系数约为 $0.00027/^{\circ}\text{C}$ ，当使用三等标准测力计时，使用温度不一致时，为保证量值传递的一致正确，应该对测力计示值进行修正。修正公式如下：

$$D_{t_2} = D_{t_1}[1 + K(t_2 - t_1)]$$

式中 D_{t_2} ——修正后标准测力计示值；

D_{t_1} ——检定证书中给出的标准测力计数值；

K ——标准测力计的温度系数。

当测力计的弹性体由合金含量不大于 7% 钢材制造时， $K=0.00027/^{\circ}\text{C}$ 。

当测力计的弹性体由其他材料制造时， K 值应由测力计的制造厂提供。

例如：某一三等标准测力计 5kN 检定点的标准数为 1.568，室温 20°C 。使用时室温 25°C ，修正后的标准数应为：

$$\begin{aligned} D_{t_2} &= D_{t_1}[1 + K(t_2 - t_1)] \\ &= 1.568 \times [1 + 0.00027(25 - 20)] \\ &= 1.568 \times [1 + 0.00027 \times 5] \\ &\approx 1.570 \end{aligned}$$

2.3 正确使用

为了使力值传递准确，必须精心保养，正确使用。保养和使用不当都会给力值准确传递带来影响。现就如何正确使用

三等标准测力计简述如下：

(1)测力计应严格按照国家计量部门规定的有效期限使用,超过有效期限或在使用中发现有不正常情况,应由国家计量部门重新检定(定度)后方可使用;

(2)测力计的各部件不得随意拆卸、更换和调整;如需更换和调整,则必须重新检定(定度)后方可使用;

(3)在检定试验机时应配备相应额定负荷的标准测力计,不得超负荷使用;

(4)测力计安装必须正确,严格使作用力沿着测力计的对称轴线;测量前进行不少于三次额定负荷的预负荷试验,使测力计指零不发生变动;

(5)在加卸负荷时,应保持平稳、缓慢,没有冲击;而且在加荷过程中没有卸荷;在卸荷过程中没有加荷;以避免弹性滞后的影响;

(6)遵守计量部门检定证书上的有关规定。如指明在加荷卸荷过程中应敲表壳时,应遵章照办;

(7)对于具有变形放大杠杆的测力计。为了使支杆两端的钢球与支座接触良好,在安装时用手指轻轻压杠杆,并轻轻转动支杆(在使用中不许转动支杆);

(8)测力计用完后应分别将应取下的部件擦拭干净,并稳妥装入仪器箱内。

3. 材料试验机的检定方法与技术要求

3.1 检定依据

本部分主要以国家技术监督局于 1991 年 5 月 10 日批准,并自 1992 年 1 月 1 日起施行的 JJG139—91 拉力、压力和万能试验检定规程为主介绍。此规程已代替 JJG139—83。新拉力、压力和万能材料试验机检定规程,最小最大试验力没有什么变化,为了与小负荷试验机规程协调,仍为 2.5kN (250kgf)。上限的范围规定 5MN(500tf)。经过试验 5MN 以下的材料试验机均适用。

3.2 关于铭牌和标志的规定

技术要求的第 1 条关于铭牌和标志的规定,将精度等级改为准确度级别。准确度级别的划分由材料试验机系统的标准规定,分为 0.5、1、2 级。这一项的变动是为了与国家有关标准一致。另外在第 2 条中,增加了在材料试验机安装水平度 $\leq 0.2/1000$,电源电压变化不超过额定值的 $\pm 10\%$ 的要求,材料试验机的安装有了理论依据,而且为材料试验机的调试修理提供了方便。过去那种安装环境要求不严的状况得到改善,为使用者、检定者提供了方便。

3.3 电气设备的安装规定

技术要求的第4条,试验机的电气设备安全可靠,无漏电现象,其电源线与机壳间绝缘电阻大于 $2M\Omega$,一并对限位开关的作用作了补充规定,这对使用者和检定者提供了安全保障。

3.4 负荷保持时间的规定

技术要求的第6条,对于负荷保持的时间作了明确的规定,即保荷时间为30秒内时,应符合下表1要求。

表1 30秒内试验力最大变动值(%)

品 种	新 制 的	使用中和修理后的
摆锤式万能试验机	0.2	0.4
摆锤式压力试验机	0.5	0.6
电动弹簧式压力试验机		

3.5 关于上下夹头不同轴度的规定

技术要求的第7条(7.1、7.2、7.3)是关于上下夹头的不同轴度的规定,即对于使用中的楔形夹头试验机同轴度 $\leq 25\%$,非楔形夹头试验机同轴度 $\leq 15\%$,新制造的试验机非楔形夹头同轴度 $\leq 12\%$,楔形夹头同轴度 20% 。压力试验机上、下压板中心线相重合,球面支撑应灵活。第6、7两条的规定对保证试验数据的正确性意义很大。在实验室的工作中,由于夹头或上、下压板的不同心或球面不灵活,造成的试验误差高达 15% 。这两条要求在规程中明确要求,提高了材料试验机的整体性能。

3.6 负荷使用范围的规定

技术要求中, JJG193—74 规程规定负荷使用范围是从最大负荷的 10% 到最大负荷, JJG193—83, JJG193—91 规程改为最大负荷的 20%、40%、60%、80%、100% 五点检定试验机度盘。这样改动的理由是: 1) 和国际上先进国家的有关标准相一致, 便于国际间的经济、技术交流; 2) 为了保证使用单位对材料试验机度盘精度的合理选择; 3) 就计量检定工作来讲, 能使各级度盘的检定范围处在同一位置上, 便于调试修理。

3.7 绘图装置

关于绘图装置的基本性能保证的问题, 在 JJG193—74 的第二条末尾, 仅仅用一句话: “绘图装置工作应正常” 一带而过。JJG193—83、JJG193—91 规程则将其单独列为一条, 并对试验力记录与记录纸横刻度线相平行, 平行度 $\leq 1\text{mm}$ 。因为现在使用中的试验机受绘图装置结构所限, 多数是供用户参考用的。它的主要问题是放大比过小, 若用曲线求得理想的机械物理性能是不太可能办到的, 若要用就再配一套附属装置, 就是当前面临数据处理器在试验机上的应用。为了用户的迫切愿望, 对绘图装置提出了三项要求。在放大倍比中规定 10、20、50 倍比的要求是从今后的角度提出来的, 对将来新技术、新标准留有充分的余地。

3.8 示值要求

在技术要求中, 对试验机的示值相对误差(δ)、示值重复性(R)、示值进回程相对误差(H)、示值相对分辨率(d), 做了明确规定, 分为 0.5、1、2、3 个等级, 见表 2。

表 2 对试验力示值的要求(%)

准确度级别	示值相对误差 (δ)	示值重复性 (R)	示值回程 相对误差(H)	示值相对分辨率 (d)
0.5	± 0.50	0.50	0.75	0.25
1	± 1.0	1.0	1.5	0.5
2	± 2.0	2.0	3.0	1.0

这是随着工业的发展,参考了国外文献认为是必要的,同时也是为了和材料试验机系统的有关国标相一致。根据 ISO 标准 147 条中规定,对校准到 $\pm 1\%$ 的试验机指示负荷为 $\pm 0.5\%$,即测力传感器已达此指标,所以此要求是可以实现的。

3.9 被动指针摩擦力

技术要求中关于被动指针摩擦力大小的规定,在原 JJG193—83 规程中规定其影响,在使用范围内不大于相应负荷的 0.4% 的指标。新规程经多方调研结果,一般在 0.3% 以内,同时考虑到同小负荷试验机检定规程相协调。规定:从动针摩擦力应能使其停留在度盘的任何位置,带与不带从动指针检定试验力时,相对误差均能满足表 2 的要求。

3.10 关于机械式试验机下夹头移动速度的误差的规定

目前在相应的标准和小负荷试验机的规程里都有具体规定,在技术指标上也大致相同。试验结果表明拉伸速度快慢对试验结果的影响尤为重要,在使用试验机时应和试验方法、要求相一致。

3.11 关于试验机的噪声检查

试验力 $\leq 1\text{MN}$ 的试验机噪声应 $\leq 75\text{dB}$;试验力 $> 1\text{MN}$

的试验机噪声应 $\leq 80\text{dB}$ 。橡胶、塑料拉力试验机最大标准负荷大于和不大于 5kN 的试验机工作时,产生的噪声声压级分别不应大于 75dB(A) 和 70dB(A) 。此规定是合理的,这是一种环境保护措施,应由生产厂家保证。

3.12 零点调整和更换弹簧对零点变动值

技术条件中关于试验机的“零位调整”和“更换弹簧对零点变动值”的问题,JJG193—74 规程中规定为更换摆锤时指针变动不应大于 2 个分度值。而这次新规程要求是“压线”位置,即 0.1 个分度值,提高指标根据实验,对液压摆锤式试验机是不难办到的。对于弹簧式的以无锡生产的压力机为对象进行了调查,达到以 B 级度盘零位为准,不超过最大负荷的 2%是可以办到的。

3.13 示值误差的计算方法

在检定时,示值误差的计算方法仍为两种,一般在检定时以试验机度盘示值为依据这一方法,因为这是 ISO(国际标准化组织)推荐的第一方法。

3.14 检定方法和计算公式

关于试验机夹头轴线与试验力轴线同轴度 PBS 和 JJG588—89(棉胶、塑料拉力试验机)活动夹头移动速度值的检定和计算公式,新规程也给出了具体检定方法和计算公式。

3.15 新规程的检定要求

新规程规定今后检定试验机时,对于使用中的试验机必须检定示值相对误差和示值重复性,有关试验方法要求检测

同轴度的试验机应检同轴度,根据使用要求也可增加检定项目,新制造和修理后的试验机应逐项检查。

近年来,在开展材料试验检定工作中,已相继施行了JJG139—83,JJG139—91新标准,因为我国已正式加入国际计量法制组织,对于该组织推荐的并转化为我国的技术法规要积极采用,并在实践中总结经验以提高检定、修理质量。