

## ASTM D 648-07

# 塑料侧立式弯曲负荷下变形温度的标准测试方法

## 1 范围

1.1 本试验方法适用于测试在特定的条件下试样发生特定变形时的温度。

1.2 本试验方法适用于测试在常温下刚性或者半刚性的，厚度在3mm[1/8in]或以上的模具成型或者薄片的试样。

注1-薄片厚度少于3mm [0.125in]但大于1mm [0.040in]可以用几片薄片复合试样来测试，但最小厚度为3mm。一种制备复合试样的方式是用砂纸把薄片的面打磨平，用胶水粘合。施加载荷的方向需垂直于每个薄片的边缘。

1.3 在SI的单位的评估值将视为标准。给定值仅提供一些信息。

1.4 本标准无意涉及所有使用过程中的安全问题。本标准是帮助用户建立适当的安全标准和卫生管理办法，并且在规定的期限内使用。

注2-这个测试方法描述为本测试办法的B方法，在技术上，方法Ae和Be分别与ISO 75-1和ISO 75-2，1993，等价。

## 2 参考文献

### 2.1 ASTM标准

- D 618 测试用塑料调质实施规范。
- D 883 塑料相关术语。
- D 1898 塑料抽样实施规范。
- D 5947 固体塑料试样外形尺寸测试方法。
- E1 在液体中的玻璃温度计ASTM说明。
- E77 温度计的检查和检验测试方法。
- E608/E608M 矿物隔热，金属屏蔽的基体金属热电偶。
- E691 为测定试验方法精密度开展的实验室间研究的实施规范。
- E1137/E1137M 工业用铂阻尼式温度计。

### 2.2 ISO标准

- ISO 75-1 塑料-负荷变形温度的测定-第1部分：通用试验方法。
- ISO 75-2 塑料-负荷变形温度的测定-第2部分：塑料和硬橡胶。

### 2.3 NIST文件

- NBS特别出版250-22。

### 3 术语

3.1 通常-本测试方法定义的塑料是跟D 883 中标准一样，除非另外说明。

### 4 检测方法简介

4.1 将矩形截面的试样按侧立式方式，放在载荷作用在中间的简支梁上，载荷的最大压力为0.455Mpa [66psi] 或1.82Mpa [264psi]（注3）。将试样在有载荷的作用下，浸入升温速度为 $2 \pm 0.2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的传热介质中。测试试样的变形量为0.25mm [0.010in]时介质的温度。记录下试样在弯曲载荷作用下的温度作为变形温度。

注3-轮流测试表明采用当前的仪器，用更大的载荷来测试当前塑料的变形温度并没有什么优势。

### 5 意义和用途

5.1 这种测试适合控制和改进工艺。本测试所获得的数据可能不适合用来预测高温下塑料行为的预测，除非在时间，温度，加载方式和压力都相似情况下。测得的数据不能用于高温下材料的设计和预测。

### 6 测试干扰

6.1 本测试方法一定程度上依赖于介质和试样的热传导速率和介质热传导性。

6.2 本测试结果依赖于试样的宽度和厚度，以及变形温度决定的试样最终的变形。

6.3 模具的种类和试样的成型方法影响测试结果。成型条件应根据该材料的标准或相应实验室的认可。

6.4 测试设备的设计也会对测试的结果产生影响。测试跨度（100mm或101.6mm）会影响测试结果。装备了金属夹或其他种类辅助支架来维持试样与施加的载荷保持垂直，如果施加的压力足已限制试样在支架中间向下的运动，就会影响测试结果。

### 7 设备

7.1 设备应与图1显示的结构基本一致，其组件如下。

7.1.1 试样支架，金属支架，允许载荷垂直压在试样上和支架的中间，支架的中间需要保留一定缝隙（定义为7.1.1.1或7.1.1.2）。施加载荷的支座接触头和加荷压头圆角半径为 $(3.0 \pm 0.2)\text{mm}$  [0.118 $\pm$ 0.008in]。

7.1.1.1 方法A-101.6 $\pm$ 0.5mm [4.0 $\pm$ 0.02in]。

7.1.1.2 方法B-100.0 $\pm$ 0.5mm [3.937 $\pm$ 0.020in]。

7.1.2 热浴-一种合适的热传导介质（注4），试样应浸入其中。在测试过程中，这种介

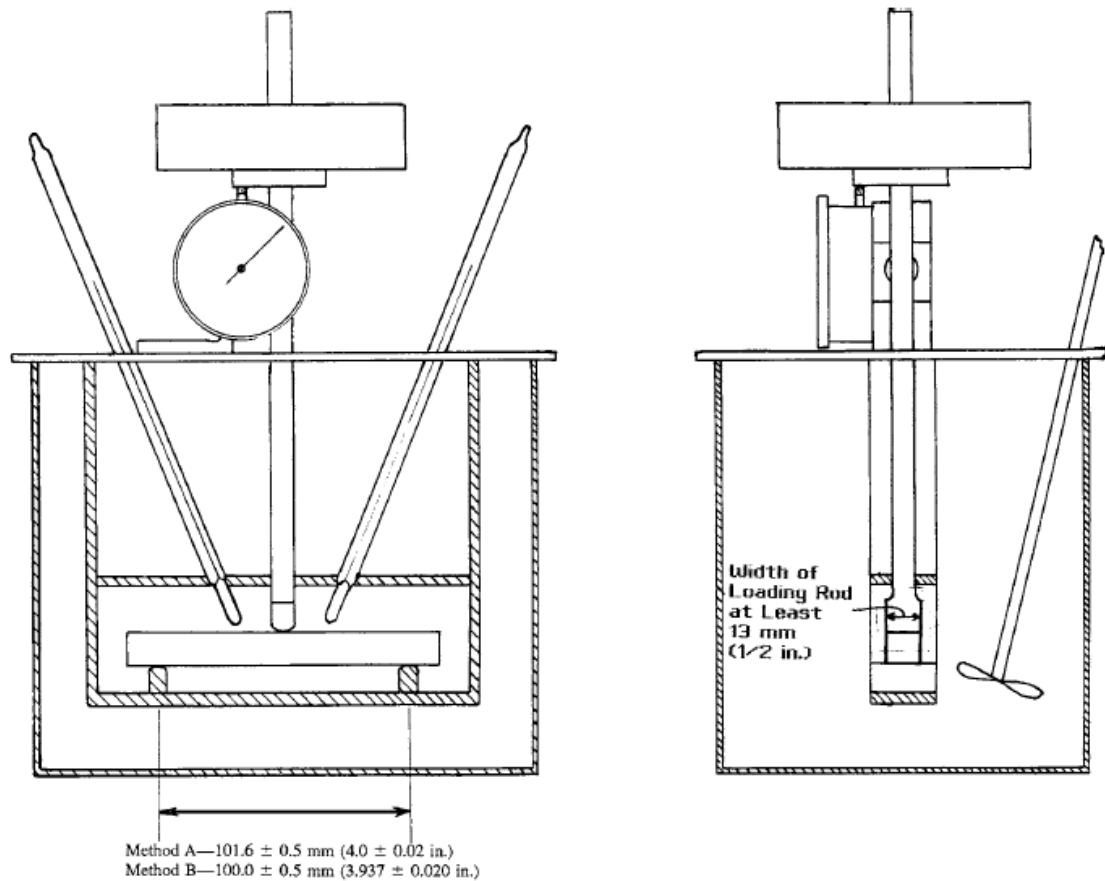


图 1 测定负荷变形温度的设备

质应容易被搅动，其平均升温速度为  $2 \pm 0.2^\circ\text{C}/\text{min}$ 。测试时每 5min 试样附近的温度升高  $10 \pm 1^\circ\text{C}$  的升温速度是合适的。

注4-应选择对试样无影响的液体热传导介质。矿物油在  $115^\circ\text{C}$  点火是安全的。硅油可在短期内加热到  $260^\circ\text{C}$ 。再高的温度需要特殊的加热介质。为了提高油的使用寿命，可以在油与大气的表面加入  $\text{CO}_2$  或其他惰性气体。

注5-如果能达到相同的效果，循环空气也可以用来作加热介质。

7.1.3 变形测量装置，测量试样的变形量，最小值  $0.25\text{mm}$  [ $0.010\text{in}$ ]。分辨率为  $0.01\text{mm}$  [ $0.0005\text{in}$ ] 或者更多。这个装置可以是指示表，或其他显示或记录设备，包括电位移敏感设备。

7.1.4 重量-合适的重量使载荷的压力为  $0.455\text{Mpa}$  [ $66\text{psi}$ ]  $\pm 2.5\%$  或  $1.82\text{Mpa}$  [ $264\text{psi}$ ]  $\pm 2.5\%$ 。

加荷杆质量是试验力的一部分，也应作为总载荷的一部分。如果用指示表，弹簧的力也应该是总载荷的一部分（注7）。测试力和质量的计算如下：

$$F = 2Sbc^2/3L \quad (1)$$

$$F' = F/9.80665$$

$$m_w = (F - F_s)/9.80665 - m_f$$

式中：F=载荷，N，

F<sup>l</sup>=载荷，kgf，

S=作用在试样的压力（0.455MPa 或 1.82MPa），

b=试样宽度，mm，

d=试样厚度，mm，

L=跨度，（A 方法 101.6mm 或 B 方法 100mm），见 7.1.1.1 和 7.1.1.2。

m<sub>w</sub>=附加砝码的质量，kg，

F<sub>s</sub>=所用仪器施荷弹簧产生的力，N；如果弹簧对着试样向下压，则 F<sub>s</sub> 值为正（如向下）；如果弹簧推力与加荷杆下降方向相反，则 F<sub>s</sub> 值为负（如与杆的下降方向相反）；如果没有使用这种仪器，则该力为零，

m<sub>r</sub>—施加试验力的加荷杆质量，kg。

注6-在这个装置中，指示表的弹簧力向上（与试样载荷的方向相反）会减少了作用于试样的净作用力。在其他的设计中，指示表的弹簧力向下（与试样载荷的方向相同）会增加作用于试样的净作用力。作用于加荷杆附加砝码的质量必须相应调整（弹簧力向上时增加砝码的质量，弹簧力向下时减少砝码的质量）。如果弹簧施加的力大大超出了量程，这部分的力需要测量后才能应用。指示表弹簧的载荷是否正确建议参照附录X1和X2。其余的结果可以应用。附录X3提供了一种确定弹簧力是否在测试范围内的方法。

#### 7.1.5 温度测量系统

7.1.5.1 数字显示系统-有热电偶，电阻温度计（RTD），和传感器，调节器，转换器，读出装置，等等。传感器和相关的电子仪器至少要精确到±0.5℃，热电偶需符合 E 608/E 608M 规范要求。电阻温度计需符合 E 1137 和 E 1137M 规范要求。

7.1.5.2 温度计-在更老的系统中，用温度计来测量温度每个独立的测试点。温度计需要符合如下要求或等价于 E 1 标准规定中的温度计最小刻度为 1℃或 2℃，测量范围分别为-20 到 150℃或-5 到 300℃，两者都是合适的。玻璃水银温度计应该根据 E 77 标准校准浸入的深度。

7.2 测微计应该符合测试D 5947测试方法，并需要用该方法校准。

## 8 取样

8.1 除非有特殊的说明，否则抽样应该根据抽样D 1898条例。充足的统计抽样标准是可以接受的代替方法。

## 9 测试样品

9.1 每个压力下至少需测试两个试样。样品应该长127mm [5in]，厚13mm [1/2in]，宽在3mm

[1/8]到13mm [1/2in]均可。试样长度的尺寸公差（为了实验的可重复性）大约为±0.13mm [0.005in]。

注7-试样宽度接近13mm测得的变形温度比4mm或窄的试样要高2-4℃，因为试样内部的热传导较差。

9.2 测试样品表面应光滑，无锯痕，气泡和飞边。

9.3 成型情况应根据材料的说明或得到相应实验室的认可。在测试前对试样退火，可以使不同成型条件产生的差异最小。不同的材料需要不同的退火条件，只能采用材料的标准退火程序，或相应实验室认可的退火程序。

## 10 设备的准备工作

10.1 设备应是可将试样放置在如7.1.3中描述的变形测量装置。设备应能自动关闭加热，报警或记录到达变形量时的温度。充足的热传导介质覆盖指定位置的温度计，或7.1.5中提到的76mm [3in]的ASTM温度计。

注8-给了一个测试后快速冷却热浴的方法。需要用到冷却旋管或另一个通过热油的热传输系统。在下一个测试开始前，引入冷却介质使得油的温度快速降低。

## 11 调质

11.1 调质-除非材料有特殊标准或相关机构认可，根据D 618规范中A成型，测试样品应该在23±2℃ [73.4±3.6°F]，相对湿度50±5%的环境中放置至少40h。如果有差异，偏差为±1℃ [1.8°F]，相对湿度±2%。

注9-当测试结果显示调质无影响时，可以缩短调质周期。有些材料需要更长调质时间，需相应延长时间。

## 12 操作步骤

12.1 用合适的毫米尺准确量出样品沿跨度方向取几个点的宽度和厚度（见7.2）。取平均值作为试样的公称宽度和厚度。这些值来确定每个试样需要的压力（见7.1.4）。

12.2 侧立试样在设备上的位置应与支座成一条直线，测试的压力与试样成型流动的方向垂直。如果试样支座有加荷压头或辅助支架维持试样与载荷垂直，阻止试样在循环油作用下移动，加荷压头或辅助支架只能有一个面与试样接触。任何加荷压头和辅助支架都不能阻止试样变形或产生额外的力，这都将增加达到变形需要的载荷。

注10-在0.45Mpa压力测试时，用加荷压头或辅助支架压住试样，保持试样在支座上平直，会改变变形温度。

12.3 温度计的水银球或温度测量装置的敏感部位应尽可能靠近试样（10mm以内），但不能接触。液体热传导介质的搅拌应确保试样周围10mm任何位置的液体热传导介质的温差在

1.0℃以内。如果搅拌不充分不能满足1.0℃的要求，温度测量装置应安在加载试样10mm以内温度相同的位置。

12.4 确保合适的热浴温度。测试开始时，热浴温度应与周围的温度相同，除非先前的测试显示对于特定材料用高的开始温度对测试结果无影响。

12.5 将加载杆小心压到试样上后，将支座放入热浴。

12.6 调节载荷至0.455MPa [66 psi]或1.82MPa [264 psi]。

注11-在放置测微计后或做任何影响载荷的改变后，检查所有新设备上的载荷。定期检查载荷，确保设备在校核期内（见附录X1，附录X2和附录X3）。根据测量弯曲设备的种类，调节记录变形装置的位移范围。

12.7 在加载5min后，调节弯曲测量装置归零或记录开始的位置。液体热传输介质的升温速度 $2.0 \pm 0.2^\circ\text{C}/\text{min}$ 。

注12-5min的等候期间是为了部分补偿一些材料在室温和公称压力下的蠕变。最初5min的蠕变量占开始30min蠕变量的很大一部分。

12.8 在试样受到称压力作用下变形量达到指定量时，记录液体热传输介质的温度。

注13-特定情况下，连续的记录变形量与温度的关系比只记录标准变形量更有用。

### 13 试验报告

13.1 试验报告应包括下列信息

13.1.1 测试材料的鉴定；

13.1.2 试样制备方法；

13.1.3 调质过程；

13.1.4 测试方法，如D 648的A方法或D 648的B方法；

13.1.5 试样的宽度和厚度，精确到0.025mm；

13.1.6 标准变形量，变形温度，每个试样受到的总压力；

表1 统计信息

Polymer	Average <sup>B</sup> Value	Standard Deviation	Critical <sup>C</sup> Difference, Within Laboratories	Critical Difference, Between Laboratories
Polyethylene, 0.455 MPa	85.3	4.8	6.0	9.4
Polycarbonate, 0.455 MPa	142.0	2.0	2.3	3.9
Methyl methacrylate, 1.82 MPa	97.6	2.9	4.0	5.7
Polysulfone, 1.82 MPa	173.8	2.8	2.3	5.5

<sup>A</sup>All values are given in °C.

<sup>B</sup>Average of pairs.

<sup>C</sup>Between values of a pair.

13.1.7 浸润的介质，开始测试时的温度和实际温度；

13.1.8 平均变形温度；

13.1.9 试样在测试过程中或从支架上取下后的异常情况（如扭曲，不均匀的弯曲，变色和膨胀）；

13.1.10 设备类型：自动或手动。

## 14 精度和偏差

14.1 精度-在7个实验室开展的测试计划，手动和自动设备都有。计划中包括四种聚合物。表1汇总了统计信息。临界差极限用来考察限定观测值差。

14.2 1995年实行了第二次循环实验。表2是基于E 691规范的循环测试，包括了15个实验室测试的三个材料。对于每个材料所有试样同一出处，但个别试样由实验室制备。每个测试结果是两个独立试样的平均值。（警告-如下r和R的说明（14.3-14.3.3）仅提供了一种可借鉴的大致精度的方法。表2的数据不能用来材料的验收或拒收，只能用来循环测试材料，不能代表其他批次，配方，条件，材料或实验室。这个方法的使用者应遵循E 691规范在实验室测试数据（或在实验室间）。数据用14.3-14.3.3原则评价有效性。）

14.3 r和R的概念见表2-如果 $S_r$ 和 $S_R$ 都是从大量的，足够的数据群体中计算得出的，则对试验结果能作出以下判断：

14.3.1 重复性r-代表相同材料两次测试结果的临界差，测试结果在同一天，有相同的操作者，在相同的实验室，用相同的设备测得。如两个试验结果之差超过材料的r值，则应判断该两个试验结果不等价。

14.3.2 再现性-R代表相同材料两次测试结果的临界差，测试结果可以不在同一天，由不同的操作者，在不同的实验室，用不同的设备测得。如两个试验结果之差超过材料的R值，则应判断该两个试验结果不等价。

14.3.3 任何根据14.3.1和14.3.2的判断，有95%的可信度。

表2 精度，变形温度

Material	Units Expressed in °C				
	Average	$S_r^A$	$S_R^B$	$r^C$	$R^D$
ABS, 1.8 MPa	81.6	1.15	1.67	3.21	4.68
PP natural, 0.45 MPa	83.8	3.11	4.71	8.70	13.20
PP filled, 0.45 MPa	114.7	2.16	4.62	6.06	12.92

<sup>A</sup> $S_r$  = within-laboratory standard deviation for the indicated material. It is obtained by pooling the within-laboratory standard deviations of the test results from all of the participating laboratories:

$$S_r = [[(S_1)^2 + (S_2)^2 + \dots + (S_n)^2]/n]^{1/2}$$

<sup>B</sup> $S_R$  = between-laboratories reproducibility, expressed as standard deviation:

$$S_R = [S_r^2 + S_L^2]^{1/2}, \text{ where } S_L = \text{standard deviation of laboratory means.}$$

<sup>C</sup> $r$  = within-laboratory critical interval between two test results =  $2.8 \times S_r$

<sup>D</sup> $R$  = between-laboratories critical interval between two test results =  $2.8 \times S_R$

14.4 本测试方法还没有评价偏差公认的标准。

注14-基于循环测试数据，跨度为101.6mm [4.0in] (A方法) 和100mm [3.937in] (方法B)

表 3 跨度为 100 和 101.6mm [3.937 和 4.0in]时测得的 (平均) 变形温度, °C

Material	100-mm [3.937-in.] Span	101.6-mm. [4.0-in.] Span
ABS, 1.8 MPa	81.9	81.0
PP natural, 0.45 MPa	85.2	80.9
PP filled, 0.45 MPa	116.6	112.0
Nylon, 1.8 MPa	156.1	153.8

存在一定偏差，该值与材料有关，相同材料跨度为100mm的变形温度要高1.0-4.5°C (见表3)。

## 15 关键词

15.1 变形温度；弯曲载荷；弯曲

## 附录 (标准附录)

### A1 单 (集成) 温度探测设备的校正

A1.1 如果操作单元是那种在热浴中只有一个温度传感器的，并且这个传感器是被监测来记录试样在整个过程中的变形温度的，那么需采用如下检查和校正来确保实验结果与每个点都有温度传感器实验结果的可比性。

A1.2 设备规范必须至少每年校正温度范围，传感器和显示的准确度。

A1.3 校准需要用到精确度0.1°C或更好的温度计和NIST的传感器，秒表及其他打开和调节设备的工具。

A1.3.1 设备的低温校准通过把NIST探头放到距离试样10mm以内，放入热浴的三个不同点。三点应在热浴的中间，左边和右边。打开设备，让探测器尽量靠近，在所有搅拌器打开的情况下，设备维持在一个20到50°C的常温。维持热浴的稳定状态至少5min，读取和记录校准传感器和内部温度显示器的数据，精确到0.1°C。做必要的调节，确保系统温度和设定值之差在±0.1°C，在读数稳定后在保持至少5分钟。当校正传感器显示热浴的温度到指定温度，对中间传感器的显示做必要调整。

A1.3.1.1 移动NIST探头到其他两个距离试样10mm以内的位置，稳定至少5min后，读取和记录这些点的温度值。

A1.3.2 高温校正采用设备程序的维持一个较高的温度，但不超过传热介质的最高允许温度，的程序升温。搅拌机持续运转，设备按正常测试放置。放入NIST探头在距离试样10mm以内，稳定热浴至少5min。读取和记录校准传感器和设备内部的显示值，精确到0.1°C。做任何不要的调整使得设备温度控制器与设定值的差值在±0.1°C，调整后稳定至少5min。为



了校准传感器显示热浴温度和设定值一致，对传感器的显示值做任何调整必要的调整。

A1.3.2.1 移动NIST探头到其他距离试样10mm的两个位置，稳定至少5min后读取和记录这些点的温度。

A1.3.3 三个点的低温和高温数据的评价。如果任何点与设定点的差值大于 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ，那么当测试试样变形时，温度感应装置必须测试每个位置。用电子改进设备和玻璃温度计（见7.1.5）放到每个点，在试样变形时，手动读取和记录数据。

A1.3.4 如果先前的步骤成功完成，冷却热浴到正常的开始温度，维持热浴的稳定。如果先前的数据差别比较大，则把NIST探头放入热浴。这个测试时，两个读数有10到15s的偏差是允许的。当第一个温度记录时打开秒表。读取和记录设备和NIST探头的温度值，每延迟5min维持1h。

A1.3.5 评估先前测试的数据。探头和其余选择的测试点都确保热浴正确的升温速度，如7.1.2。如果任何一个超出了升温速度的限制，在使用前，设备必须维修和重新检查。如果设备未能达到测试标准，设备必须维修或替换。在每个位置放置感温设备，若设备的升温速度超过了这个测试方法允许的范围，并不能纠正A1.3.4的问题。

## A2 多温控设备的校正

A2.1 本校正用于设备制造时的校正和热浴温度控制或记录变形温度或两者都是的具有多温控设备HDT（DTUL）设备的校正。如果设备只有一个温度传感器请参考附录A1。

A2.2 本校正执行的频率符合最终用户质量系统的需求。

A2.3 所有本校正用到的测试设备（包括温度计，温度传感器，量块，秒表等）都必须根据NIST或其他认可的国际标准校准。温度测量装置的精度为 $0.1^{\circ}\text{C}$ 或更好。校准变形量的量块必须准确到 $0.001\text{mm}$ 或更好。秒表必须精确到 $0.1\text{s}$ 或更好。

A2.4 温度校正按如下指导路线和设备制造时的校正一致。

A2.4.1 校正两点的最低温度。一个是测试的开始温度或附近（ $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ），另一个是用户使用的最高温度或以上。但小心不要超过热传导介质的最大安全温度。

A2.4.2 如果要移动传感器从热浴的一个位置到另一个位置，必须稳定至少5分钟读取温度值后才能移动传感器。

A2.4.3 在校正过程中，所有的搅拌器打开，校正测试的位置应尽可能在正常测试时的位置。

A2.4.4 基准温度的传感器探头部分应尽可能靠近在测试状态（UUT）的传感器或离试样10mm以内。

A2.4.5 调节UUT，使UUT的显示与基准温度的差值小于 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 。

A2.5 当静温度标定完成，冷却设备到正常开始温度，稳定热浴温度。UUT的程序是以 $2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ （ $120^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ）升高热浴温度。每5分钟读取和记录每个位置的温度直到UUT到达校正

的最高温度。在它们按上述步骤或用外部可追踪温度测量设备校正后，用内部温度传感器从UUT通过软件控制或数据获得，读取和记录这些温度。如果必要的话，可以在每个位置多次校正。

A2.5.1 评估先前测试已获得的数据确保每个点的升温速度在允许的公差范围之内，见7.1.2。校正开始的十分钟允许超过允许的公差范围，因为正如很多加热设备用到了比例积分微分（PID）控制，为了便于控制调节自身步调，纠正功率和时间间隔以达到需要的校正速率。如果任何位置的温度在开始十分钟超过指定的公差范围，在修复或调节该位置的温度在公差范围内前，这个位置不能用来测试。

A2.6 测试试样用到的每个位置如加荷杆，连接部位的材料有低的热膨胀系数。UUT校正温度范围是不可见的，最小在每20℃的升温速率有一个补偿值。如果这个补偿值大于0.013mm [0.0005in]，记录其代数符号，每个测试试样变形时都应用代数的方法加入补偿值。完成连接部位的升温速度测试如A2.5。

A2.7 测弯曲量的测微计和临界机械尺寸也必须用可追踪的校准工具校准/检验。设备制造厂商的合同和过程手册会为完成实际任务提供详细资料。给用户提供了公差和其他必要的指导方针如下。

A2.7.1 测微计必须校准到±0.01mm。

A2.7.2 按7.1.1中的临界机械尺寸必须与要求想符合。

A2.7.3 检验重量，符合7.1.4的规范。

A2.7.4 当测量加载杆的重量时，测微计作用在试样的弹簧力必须计算在内。设备用弹簧力向下（载荷的一部分），或向上（减少了施加的载荷），这个力必须加入或减去以便确定试样实际受到的载荷。

## 附录（提示附录）

### X1 使用加荷杆平衡称量装置对试样正确加载的测量规范

#### X1.1 设备

X1.1.1 设备基本结构见图 X1.1，组成如下。

X1.1.1.1 精度至少为 0.1g 的单盘或等臂实验天平。

X1.1.1.2 天平上支撑测试设备的组合平台。

X1.1.1.3 天平盘上支撑加荷杆的平台桥。

#### X1.2 规程

X1.2.1 根据公式 1，计算需要的载荷。

X1.2.2 使检测器顶部安装保持水平（如果必要可以加垫片或夹子使设备稳固）。

X1.2.3 保持天平水平。

X1.2.4 在校正过程中连续操作，打开测试器的油浴搅拌，加热至 75 到 110℃。

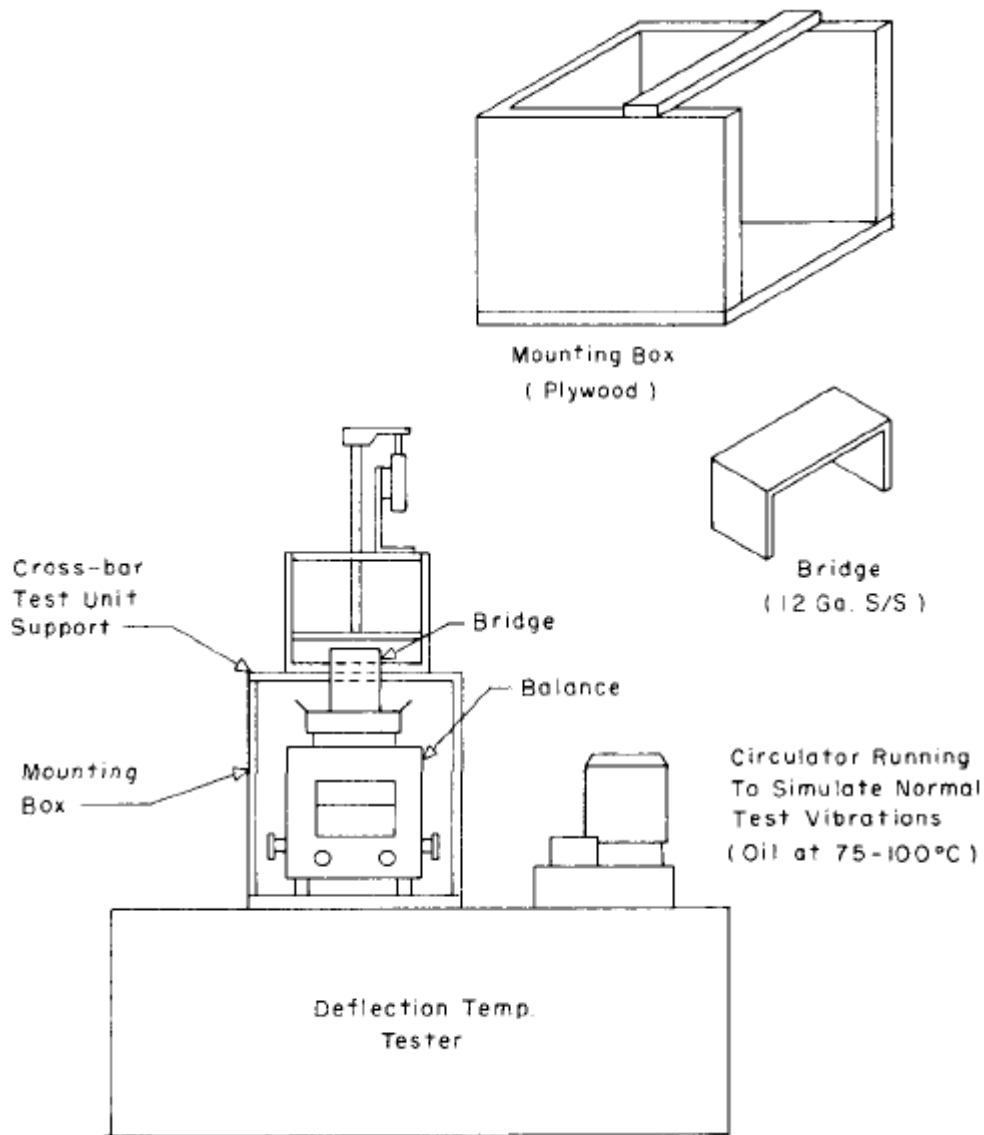


图 X1.1 用单盘天平校准装置

X1.2.5 确定桥的皮重。

X1.2.6 天平盘上横杆测试单元的位置。

X1.2.7 用轻油润滑杆和导销孔的表面。

X1.2.8 提升加荷杆,在天平盘上放入桥以便支撑加荷杆(桥需要支撑 13mm [1/2in]的杆,其水平高度高于试样支座)。

X1.2.9 调节刻度盘面的指示表,使得针尖归零(轴不下沉)。

X1.2.10 刻度盘量程的导向臂在适当的位置,降低杆到桥,直到能很轻松的释放。当天平达到平衡,调节刻度盘为  $0.89 \pm 0.05\text{mm}$  [ $0.035 \pm 0.002\text{in}$ ] (在零位置  $0.64\text{mm}$  [ $0.025\text{in}$ ],附加正常测试时测试杆的变形量  $0.25\text{mm}$  [ $0.010\text{in}$ ])。重复一次,在天平导向臂在  $0.89 \pm 0.05\text{mm}$  时读取数据。

X1.2.11 记录状态  $0.89 \pm 0.05\text{mm}$  [ $0.035 \pm 0.002\text{in}$ ]的偏转力。

X1.2.12 调节加荷杆的重量或弹簧的力，使得载荷为公式 1 中 0.89mm [0.035in]变形所需要的应力。

注X1.1-在校正精度和正常使用中，测试设备（杆，导轨面和指示表）必须干净，无任何表面缺点。

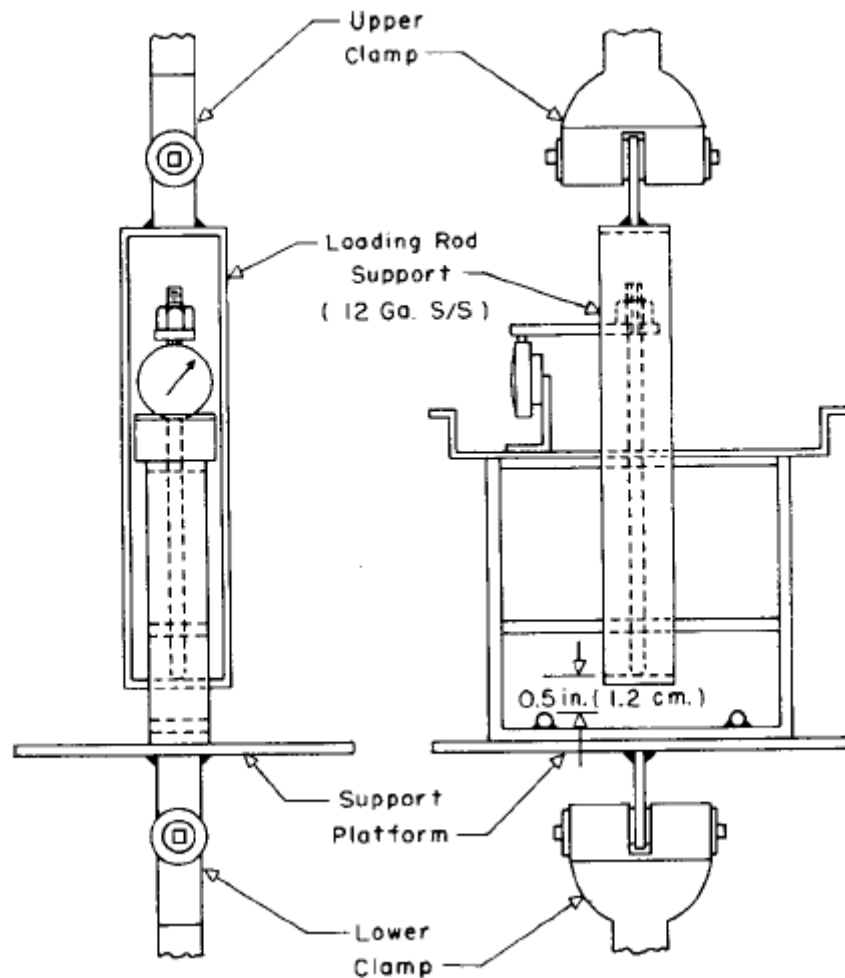


图 X2.1 拉力试验机校准装置

## X2 用拉力试验机称量外加载荷校正试样受载测量规范

### X2.1 设备

X2.1.1 设备基本结构见图X2.1，组成如下。

X2.1.1.1 备有记录拉伸载荷和钳分离装置的钳恒速分离型拉力试验机。测试的机器应能够称量至少 2000g。钳分离速度应能调节到 0.51mm [0.02in]/min。

X2.1.1.2 大约 203×203mm [8×8in]方形的平台上装备拉伸机的更低的十字头来支撑变形温度测试设备。

X2.1.1.3 加荷杆的支座，一个被拉伸机的上夹头夹住的鞍形装置，延伸到加荷杆的

底部。

## X2.2 规程

X2.2.1 放低的十字钳平台以便支撑装备支架平台。

X2.2.2 调整加荷杆支座到盘制动螺旋，校准拉伸测试机。

X2.2.3 保障支座平台的变形温度测试设备，调节加荷杆支座使得加荷杆顶部到试样支撑的顶部是 12.7mm [1/2in]。

X2.2.4 用轻油润滑杆和导销孔的表面。

X2.2.5 调节指示表归零，顺时针调节加荷杆顶部的螺母直到导向臂几乎能与指示表的顶部接触。

X2.2.6 打开下面的十字头，以 0.51mm [0.02in]/min 的速度向上。这样的效果在实际测试中是引起加荷杆向下移动。当指示表的指针显示移动，以 1in/mm 的速度开动记录纸驱动设备。

X2.2.7 记录变形量在  $0.89 \pm 0.05\text{mm}$  [ $0.035 \pm 0.002\text{in}$ ]时的力。

X2.2.8 调节加荷杆的重量，使得载荷为公式 1 中所需要的最大应力。

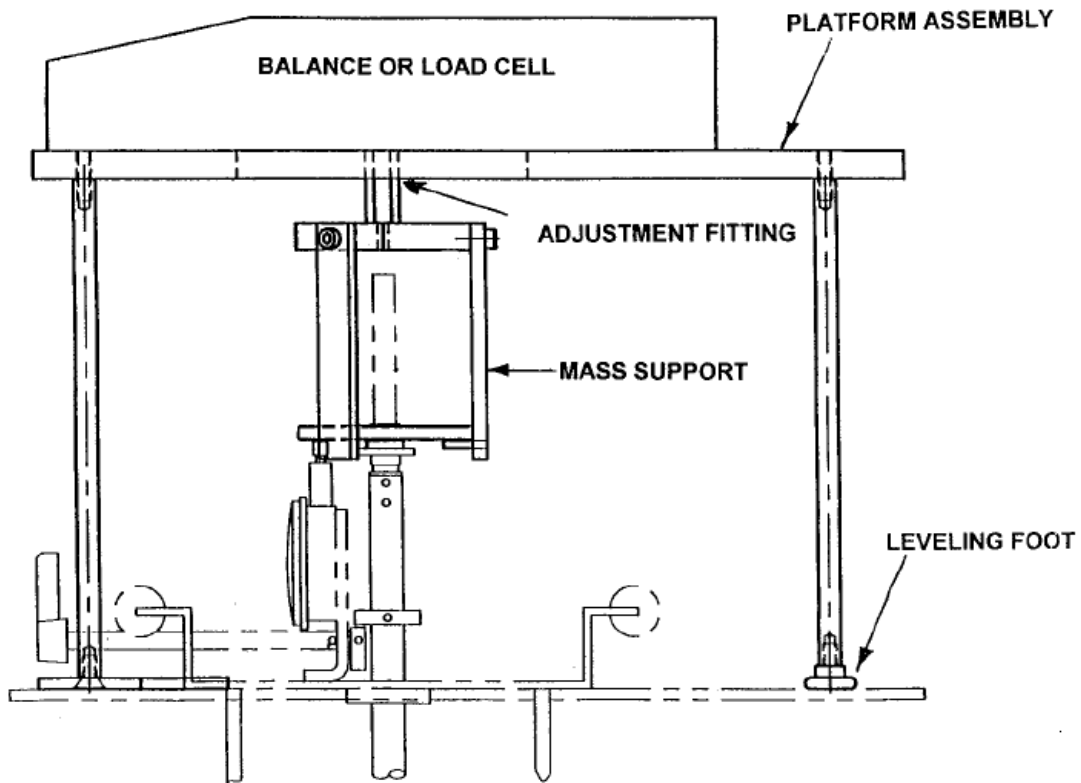


图 X3.1 试样正确受载测量装置

## X3 称量原位外加载荷对试样加载的纠正测量规范

### X3.1 范围

X3.1.1 本规范覆盖一个用于测量施加到变形温度试样中跨的净作用力候补技术。

X3.1.2 试样支撑设备测量净作用力，按位置装备载荷，浸入热交换介质。

X3.1.3 本技术允许用户说明实际应用于试样的载荷如弹簧力，摩擦力，浮力等的结果差异。

### X3.2 设备

X3.2.1 设备基本结构见图X3.1，组成如下。

X3.2.1.1 具有负载传感器的电子称量系统（例如数字秤或拉力试验机），最小称量能力 2000g 和精度 0.1g 的单盘天平或等臂实验天平。

X3.2.1.2 组合平台，用于支撑变形温度热浴上的秤或天平。

X3.2.1.3 砝码支座设备，当测量的力确定后用于支持加荷杆和砝码。

X3.2.1.4 调整附件，用于连接砝码支座到负载传感器或天平。这个装配应容易调整测试设备，以便在需要的位置测量加载的力。

### X3.3 规程

X3.3.1 用公式 1 计算出加载需要的压力。

X3.3.2 在加荷杆上放置必要的砝码。

X3.3.3 放低试样支撑设备，装备加载放入热浴。

X3.3.4 打开循环器，循环器电机的振动不影响称量系统。

注X3.1-在组合平台用橡胶垫片能阻尼循环器的振动，或设计组合平台使其横跨热浴，优于靠在其顶部。

X3.3.5 如果用秤或天平，组合平台的位置高于或水平于变形温度热浴。放置组合平台于秤或天平的顶部位置，校验其是否水平。

X3.3.6 在负载传感器或天平的底部装上调节装置。

X3.3.7 在调节装置的底部装上砝码支座。

X3.3.8 如果用的是负载传感器，测量前应预热。砝码支座和调节装置增加了皮重。

X3.3.9 调整试样支撑的位置以便能承受加荷杆和砝码的重量。

X3.3.10 检验负载传感器或天平，调整装置，砝码支座和加荷杆是否成一线。确保测试装置没有给测试引入任何偏心负荷非常重要，因为这会导致力的不正确测量。

X3.3.11 用调节装置调节装备载荷的位置，以便对应零变形位置。如果必要的话变形测量装置归零。指示表应按照 X5 调节一致。

X3.3.12 记录在零变形位置显示的载荷，精确到 0.1g。

X3.3.13 用调节装置降低载荷装配到最终的变形位置，典型值 0.25mm。

X3.3.14 记录在最终变形位置显示的载荷，精确到 0.1g。

注X3.2-这些力可以在任何方便的温度下的测量。温度对浮力的影响超过机器的许用范围，用硅油和载荷装配设计的通常可以忽略。油分散体积的增加弥补了油密度的降低。如果需要的话，用户可以在两个不同的温度下校正负荷标准。

X3.3.15 基于这些测量，根据 X3.3.1 计算力对应的施加力来调节质量。

X3.3.16 在零变形位置（0.00mm）力和在最终变形位置的力（典型值 0.25mm）的差值应如 7.1.4 在±2.5%以内。

注X3.3-如果力的差异超过了弯曲测量范围，用户应确认是哪个因素造成的，进行必要的修正，重复规程，确保调整合适。在中间位置（例如0.12mm）调节设备以便计算载荷，因此允许在零变形位置的载荷(0.00mm)和最终变形位置(典型值0.25mm)到属于允许的公差范围内。

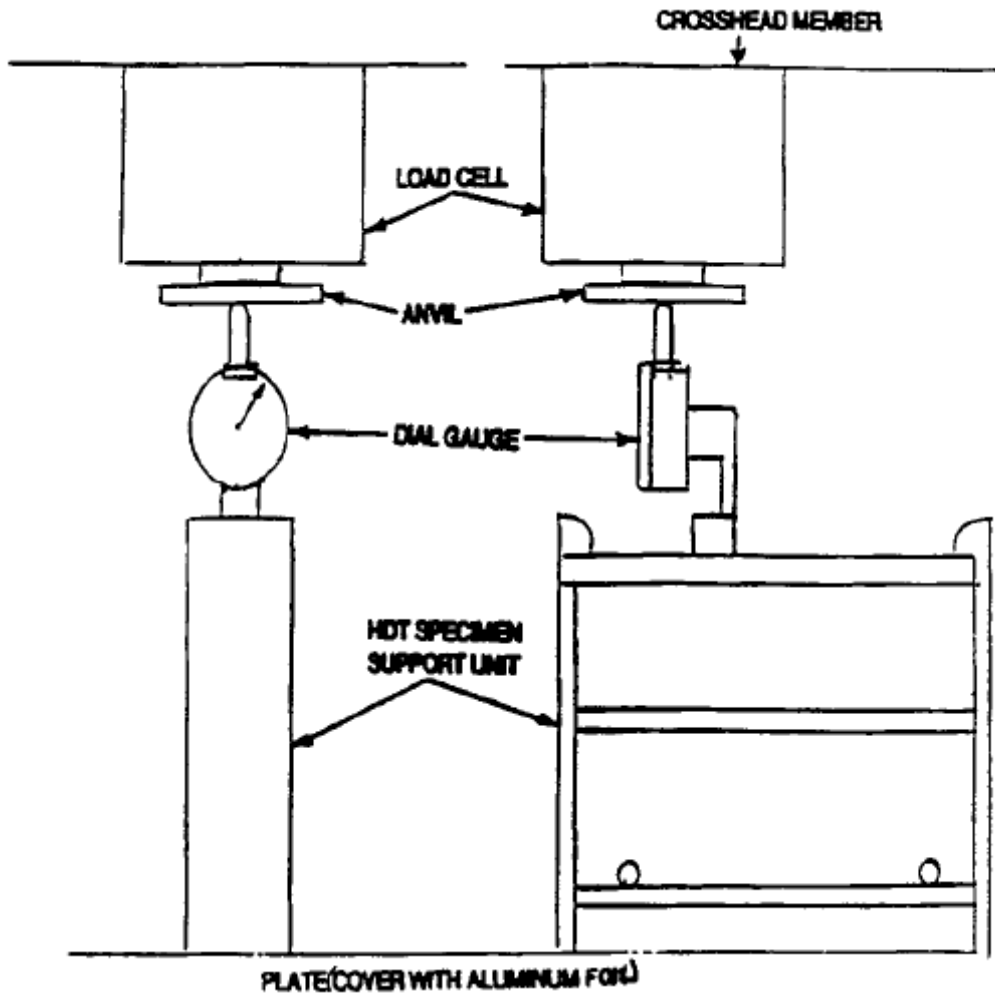


图 X5.1 弹簧力校正装置

#### X4 用规块穿透测量装置的校验规范

X4.1 本规范提供了一种校验典型的基于DTUL测量工具的穿刺测量装置的方法。这不是一种校准法。如果使用者找到的测试设备有一种或更多试验框架，设备制造商或有资格校准的服务公司应该商量校正问题。本规范用于刻度盘指示器，LVDT和编码器型穿刺测量装置。

X4.2 从热浴移除测试框架。擦掉框架上多余热传导介质，放到一个稳定的水平面。如果不可能从设备上移除测试框架，框架可以安置在设备的顶部，只要框架在检验过程中水平，以

便在测试过程中加荷杆应用其所有的载荷。在测试过程中，使用最小载荷时能接触。

X4.3 彻底清理试样正常放置时的加载孔和铁砧。

X4.4 选择两个最小的规块，在高度上可比的典型的测试试样上做对比。至少一个规块在1.00mm。如果1.00mm的规块不可用，1.016mm [0.040in]的可替代。

X4.5 当试样放置后在测试框架中放置规块。放下加荷杆以在滑块中间放置载荷前端支架的方式放到规块。模拟实验条件，加入杆应用于滑块力所必需的重量。指示表或显示的读数记录归零。

注X4.1-注意在用较重的载荷时，须避免破坏规块。

X4.6 提升加荷杆，在杆的下面小心移动1.00mm，保持不改变滑块的位置。放下杆仍到规块。记录指示表的读数。读书应等于 $1.00 \pm 0.02\text{mm}$ 。

X4.7 重复规范至少两次来确保可重复性。用不同的指示表以类似的方式可以检验中间读数。

X4.8 重复规范的所有测试步骤。

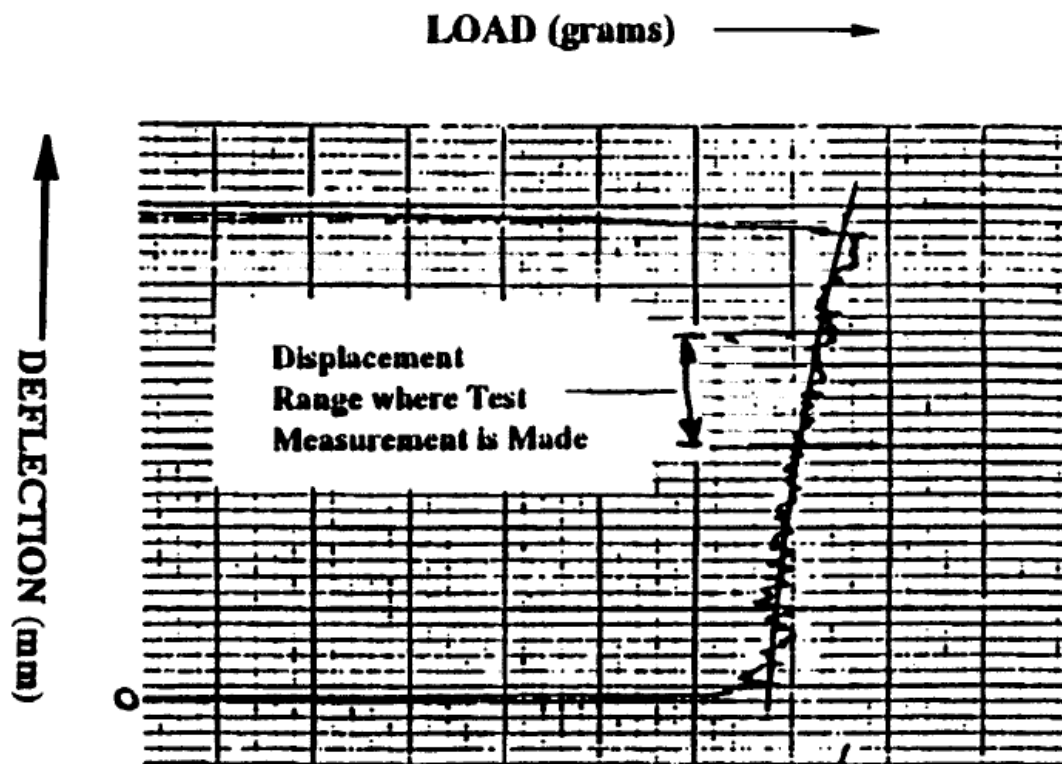


图 X5.2 校准无问题时载荷与变形量的关系

## X5 弹簧力和量程的测试规范

### X5.1 设备

X5.1.1 设备基本装置如图X5.1，组成如下。

X5.1.1.1 测试设备-装备有能记录载荷和十字头运动设备的恒速移动型测试设备。

X5.1.1.2 载荷测量设备-载荷测量设备精确到0.5g。



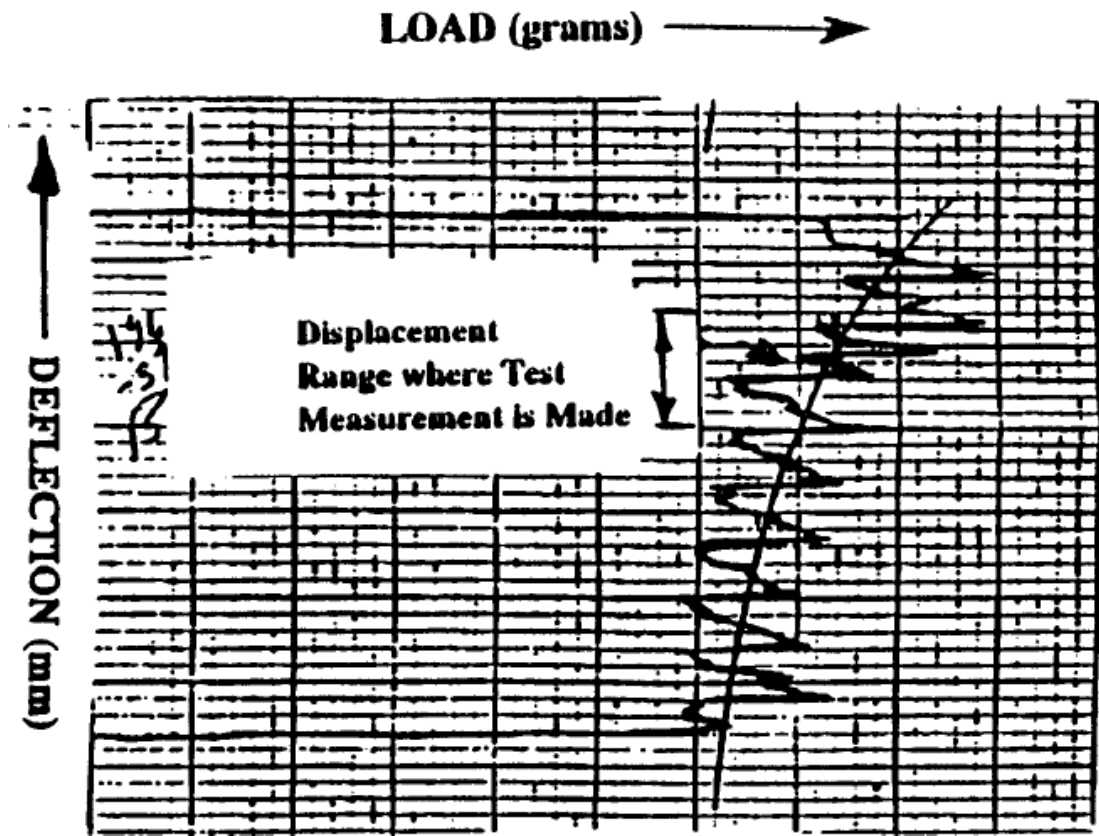


图 X5.3 校准有问题时载荷与变形量的关系

X5.1.1.3 事件检测器（可选）-事件检测器是用于标记沿图的特殊位置，表明指示表量规杆不同的变形。

## X5.2 规范

X5.2.1 按照图X5.1组装测试设备。

X5.2.2 拉力试验机的力和位置的校准和归零。

X5.2.3 支撑设备和指示表放置在试验机的固定的底部或可动部件。指示表的位置在载荷铁砧以下的中间。

X5.2.4 设置试验机的移动速度为0.3mm/min。设置记录纸的速度大约在60mm/min。

X5.2.5 指示表归零。放置铁砧的位置以便与指示表的杆刚好接触，在图表记录仪上至少能显示1g的力。

X5.2.6 打开十字头移动使指示表的杆偏转。图表上的载荷随着指示表内弹簧伸长而增加。每0.05mm变形在沿着载荷-变形曲线用事件记录或手动记录一个位置。

注X5.1-如果指示表有一个指针指向控制器的电信号，确保这个指针在测试过程中不与移动指针接触。接触会导致载荷增加，而读到错误的弹簧拉力。

X5.2.7 图X5.2和X5.3是载荷变形曲线的例子。如果指示表正常工作，曲线与图X5.2类似。如果指示表有接触或其他问题，曲线如X5.3类似。

X5.2.8 从载荷变形曲线求出在位移范围内指示表的由试验测量的平均弹簧力。从曲线的位移范围计算测试中最小和最大载荷。如果低值和高值的差值大于公式1计算总质量的5%，那么指示表需要重做或再加工，以便纠正这种不稳定的行为。

## 修改汇总

D20 委员会标识了本标准最新版本的修改处，本标准与 D 648-04 可能有冲突。（2007年3月1日）

- (1) 加入了 1.4。
- (2) 修正了 7.1.5.2 关于温度计的描述。

D20 委员会标识了本标准最新版本的修改处，本标准与 D 648-04 可能有冲突。（2006年3月15日）

- (1) 加入了附录 A2。
- (2) 加入了附录 A2 后删除了老的注 4。