

GB/T 1040 标准修订报批稿简介

国家塑料制品质量监督检验中心 刘山生

[摘要] 本文简单介绍了国家标准 GB/T 1040 修订报批稿与替代标准间定义、试样、试验速度等的变化及对试验机、引伸计的不同要求，强调了试样的对中要求。

[关键词] 标准、拉伸、应力、应变

一、修订标准与代替标准的对应关系

GB/T 1040《塑料 拉伸性能的测定》共分为五个部分：

——GB/T 1040-1：总则。ISO 527-1:1993 IDT

本部分代替 GB/T 1039-1992《塑料力学性能试验方法总则》、代替 GB/T 1040-1992《塑料拉伸性能试验方法》

——GB/T 1040-2：模塑和挤塑塑料的试验条件。ISO 527-2:1993 IDT

本部分代替 GB/T 1040-1992、GB/T 16421-1996《塑料拉伸性能小试样试验方法》

——GB/T 1040-3：薄膜和薄片的试验条件。ISO 527-3:1995 IDT

本部分代替 GB/T 13022-1991《塑料 薄膜拉伸性能试验方法》

——GB/T 1040-4：各向同性和正交各向异性纤维复合增强材料的试验条件。ISO 527-4:1997 IDT

本部分代替 GB/T 1040-1992、GB/T 1447-1983《玻璃纤维增强塑料拉伸性能试验方法》

——GB/T 1040-5：单向纤维增强复合材料的试验条件。ISO 527-5:1997 IDT

本部分代替 GB/T 3354-1999《定向纤维增强塑料拉伸性能试验方法》和 GB/T 1040-1992

二、标准术语的变化

——GB/T 1040-92 共有以下 6 个术语：

拉伸强度、拉伸断裂应力、拉伸屈服应力、偏置屈服应力、断裂伸长率、拉伸应力-应变曲线。

——GB/T 1040-1 共有以下 16 个术语：

1、标距 gauge length L_0

试样中间部分两标线之间的初始距离，以mm为单位。

2、试验速度 speed of testing V

在试验过程中，试验机夹具分离的速度，以mm/min为单位。

3、拉伸应力 tensile stress σ

在试样标距长度内，任何给定时刻每单位原始横截面积上所受的拉伸力，以MPa为单位。

3.1 拉伸屈服应力，屈服应力 tensile stress at yield; yield stress σ_y

发生应力不增加而应变增加时的最初应力，以MPa为单位，该应力值可能小于材料的最大应力(见图1中的曲线b和曲线c)。

3.2 拉伸断裂应力 tensile stress at break σ_B

试样断裂时的拉伸应力(见图1)，以MPa为单位。

3.3 拉伸强度 tensile strength σ_M

在拉伸试验过程中，试样承受的最大拉伸应力(见图1)，以MPa为单位。

3.4 x%应变拉伸应力(见4.4) tensile stress at x% strain σ_x

应变达到规定值(x%)时的应力，以MPa为单位。

适用于既无屈服点又不易拉断的软而韧的材料(应力-应变曲线上无明显屈服点的情况，见图1中的曲线d)，x 值应按有关产品标准规定或由相关方商定。但在任何情况下，x 都必须小于拉伸强度所对应的应变。如土工格栅产品中的2%、5%拉伸力。

此条用于取代92版的“偏置屈服应力”，

4、拉伸应变 tensile strain ϵ

标距原始单位长度的增量，用无量纲的比值或百分数(%)表示。

适用于脆性材料韧性材料在屈服点以前的应变，超过屈服点后的应变则以“拉伸标称应变”代替。

4.1 拉伸屈服应变 tensile strain at yield ϵ_y

屈服应力时的拉伸应变(见4.3.1和图1中的曲线b和曲线c)，用无量纲的比值或百分数(%)表示。

4.2 拉伸断裂应变 tensile strain at break ϵ_B

试样未发生屈服而断裂时与断裂应力相对应的拉伸应变(见图1中的曲线a和曲线d)，用无量纲的比值或百分数(%)表示。

屈服后断裂的情况，见5.1。

修订后的GB/T 1040不再使用“断裂伸长率”的概念，而以“拉伸断裂应变”、“断裂标称应变”代替。

4.3 拉伸强度应变 tensile strain at tensile strength ϵ_M

试样未出现屈服或在屈服点时与拉伸强度相对应的拉伸应变(见图1中的曲线a、c和曲线d)，用无量纲的比值或百分数(%)表示。

拉伸强度高于屈服应力的情况，见5.2。

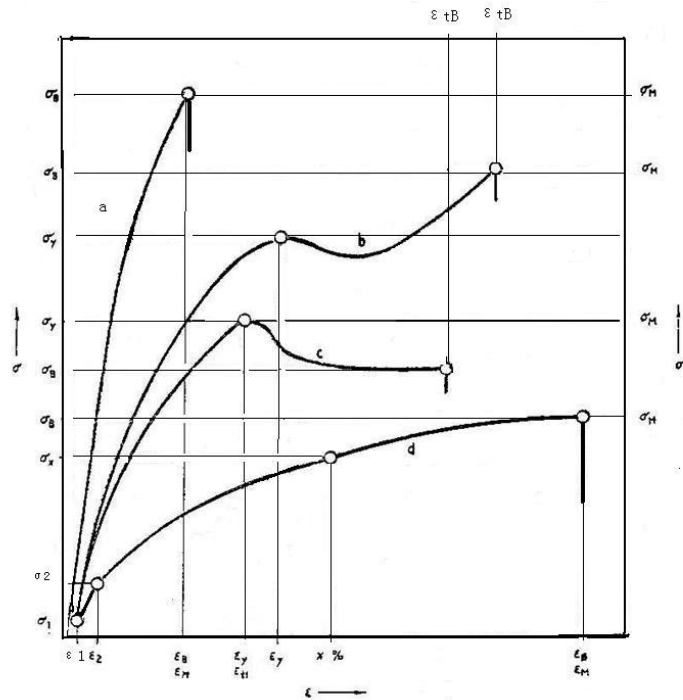


图1：四种典型拉伸曲线与对应应力-应变图

5、拉伸标称应变 nominal tensile strain ϵ_t

两夹具之间距离（夹具间距）原始单位长度的增量，用无量纲的比值或百分数（%）表示。

只适用于韧性材料屈服点后的应变，它表示沿试样自由长度总的相对伸长率。由于韧性材料在屈服点后应力基本不变而应变迅速增加，试样很快变细、变长，准确测量两标线之间的距离变得相当困难，为此采用夹具间的原始距离替代试验标距、夹具间的距离增量代替伸长，改称为“拉伸标称应变”。

5.1 断裂标称应变 nominal tensile strain at break ϵ_{tB}

试样屈服后断裂(见图1中的曲线b和曲线c)时与断裂拉伸应力(见3.2)相对应的拉伸标称应变，用无量纲的比值或百分数（%）表示。

无屈服的断裂情况，见4.2。

5.2 拉伸强度标称应变 nominal tensile strain at tensile strength ϵ_{tM}

拉伸强度出现在屈服之后（见图1中的曲线b）与拉伸强度对应的标称应变，用无量纲的比值或百分数（%）表示。

没有屈服，或拉伸强度出现在屈服点时的情况，见4.3。

6、拉伸弹性模量 modulus of elasticity in tension E

应力 σ_2 与 σ_1 的差值 ($\sigma_2 - \sigma_1$) 与对应的应变 ε_2 与 ε_1 的差值 ($\varepsilon_2 - \varepsilon_1$; $\varepsilon_1=0.0005$, $\varepsilon_2=0.0025$) 的比值 [见图1中的曲线d和10.3中的公式(8)], 以MPa为单位。

此定义不适用于薄膜和橡胶。

注：借助计算机，可以用监测点间曲线部分的线性回归代替以两个不同的应力-应变点来测量模量 E 。

此定义的几何意义就是应力-应变曲线上 (σ_1, ε_1) 点与 (σ_2, ε_2) 两点间割线的斜率。由于曲线不是完全平滑的，此方法的测试误差较大。

★ 说明：由于ISO 527-1的版本为1993版，当年的计算机技术还不够发达，因此以两点方式计算模量。新修订的ISO 527标准将以应力-应变曲线上两点间的直线段以回归法计算获得，受曲线点波动的影响小，准确度较高，国外新的材料试验机的计算程序已经是回归法（如我中心型材购的ZWICK试验机）。

7、泊松比 Poisson' s ratio μ

在纵向应变对法向应变关系曲线的起始线性部分内，垂直于拉伸方向上的两坐标轴之一的拉伸应变 ε 与拉伸方向上的应变 ε_n 之比的负值，用无量纲的比值表示。

按照相应的轴向，泊松比可用 μ_b (宽度方向) 或 μ_h (厚度方向) 来标识。

$$\mu_n = -\frac{\varepsilon_n}{\varepsilon}$$

式中：

μ_n —— 泊松比，以法向 $n=b$ (宽度) 或 h (厚度) 上的无量纲比值表示；

ε —— 纵向应变；

ε_n —— $n=b$ (宽度) 或 h (厚度) 时的法向应变。

泊松比优先用于长纤维增强材料。

由于标准的变化，在标准发布实施后将要求试验机提供的数据类型、计算方式符合标准的要求。试验机企业需要修改试验程序以适应新标准的要求。

三、GB/T 1040 对试验机的要求

1、试验机

试验机应符合ISO 5893 和本标准5.1.2~5.1.5的规定。

5.1.2 试验速度

试验机应能达到表1所规定的试验速度(见4.2)。

试验速度仍为9种,但1mm/min的允许偏差由±50%提高到±20%,试验机企业应引起注意。

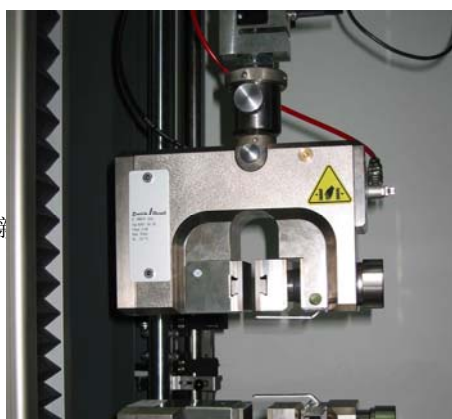
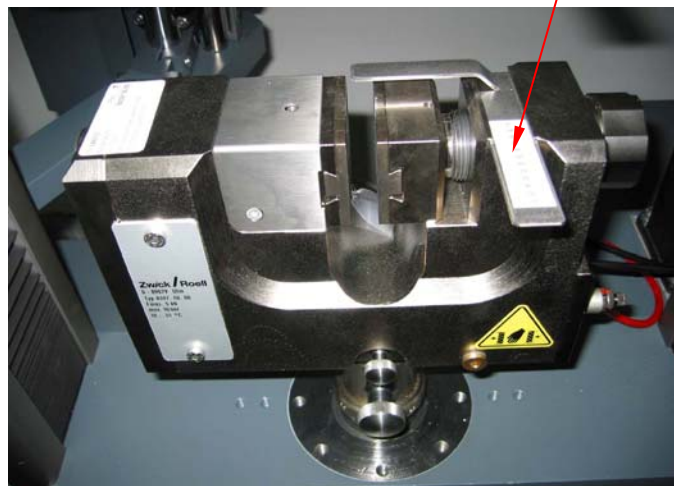
表1 推荐的试验速度

速度mm/min	公差%
1	±20 ^{a)}
2	±20 ^{a)}
5	±20
10	±20
20	±10
50	±10
100	±10
200	±10
500	±10
a) 这些公差均小于ISO 5893 所标明的公差。	

5.1.3 夹具

用于夹持试样的夹具与试验机相连,使试样的长轴与通过夹具中心线的拉力方向重合,例如可通过夹具上的对中销来达到。应尽可能防止被夹持试样相对于夹具滑动。推荐使用下述类型的夹具:当施加在试样上的拉力增加时,能保持或增加对试样的夹持力,且不会在夹持处引起试样过早破坏。

对中标尺





具有对中功能的夹具图

对中与偏心调节钮

5.1.4 负荷指示器

负荷指示器应带有能显示试样所承受的总拉伸负荷的装置。该装置在规定的试验速度下应无惯性滞后，指示负荷的准确度至少为实际值的1%，应注意之处均列在ISO 5893中（有对应国家标准）。

5.1.5 引伸计

引伸计应符合ISO 5893规定，应能测量试验过程中任何时刻试样标距的相对变化。该仪器最好（但不是必须）能自动记录这种变化，且在规定的试验速度下应基本上无惯性滞后，并能以相关值的1%或更佳精度测量标距的变化。这相当于在测量模量时，在50mm标距基础上能准确至 $\pm 1\mu\text{m}$ 。

当引伸计连接在试样上时，应小心操作以使试样产生的变形和损坏减至最小。引伸计和试样之间基本无滑动。

试样也可以装纵向应变规，其精度应为对应值的1%或更优。用于测量模量时，相当于应变精度为 20×10^{-6} （20微应变）。选择应变规表面处理和粘接剂应以能显示被试材料的所有性能为宜。

四、试验步骤与数据处理的不同要求

1 夹持

将试样放到夹具中，务必使试样的长轴线与试验机的轴线成一条直线。当使用夹具对中销时，为准确对中，应在紧固夹具前先稍微绷紧试样（见9.4），然后平稳而牢固地夹紧夹具，以防止试样滑移。

2 预应力

试样在试验前应处于基本不受力状态。但在薄膜试样对中时可能产生这种预应力，特别是较软材料由于夹持压力，也能引起这种预应力。

在测量模量时，试验的初始应力 σ_0 不应超过下值：

$$\sigma_0 \leq 5 \times 10^{-4} E_t$$

与此相对应的预应变应满足 $\varepsilon_0 \leq 0.05\%$ 。

在测量相关应力（如 σ_y 、 σ_M 或 σ_B ）时应满足公式（2）：

$$\sigma_0 \leq 10^{-2} \sigma$$

3 引伸计的安装

平衡预应力后，将校准过的引伸计安装到试样的标距上并调正，或根据5.1.5所述装上纵向应变规。如有必要，测出初始距离（标距）。如要测定泊松比，则应在纵轴和横轴方向上同时安装两个伸长或应变测量装置。

用光学方法测量伸长时，应按6.3的规定在试样上标出测量标线。

测定拉伸标称应变 ε_t （见4.5）时，用夹具移动距离表示试样的伸长。

4 试验速度

根据有关材料的相关标准决定试验速度，如果缺少这方面的资料，可根据表1商定。

测定弹性模量、屈服点前的应力-应变性能及测量拉伸强度和最大伸长时，可能需要和希望采用不同的速度。对于每种试验速度，应分别使用单独的试样。（明确了不能使用同一个试样！）

测定弹性模量时，选择的试验速度应能使应变速率尽可能接近每分钟标距的1%。（一般地，公称应变速率指试验速度与试样标距之比）

GB/T 1040与受试材料相关的部分给出了适用于不同类型试样的试验速度。

5 统计分析参数

计算试验结果的算术平均值，如需要，可根据GB/T 3360规定计算标准偏差和95%置信限下平均值的置信区间。

五、修订前后的其他变化

除定义、参数变化外，各标准的主要变化如下：

1、GB/T 1040.1 与 GB/T 1040.2 的变化

(1) 试样类型变化

大试样由 I、II、III、IV 四种变更为 1A、1B 两种。其中 1A 型适合模塑，1B 型

适合机加工，其基本参数与 I 样相同；

小试样与 GB/T 16421-1996 完全相同。

(2) 使用范围变宽

——硬质和半硬质热塑性模塑和挤塑材料，包括未填充类型、填充型或增强型混合料、硬质和半硬质热塑性片材和薄膜；

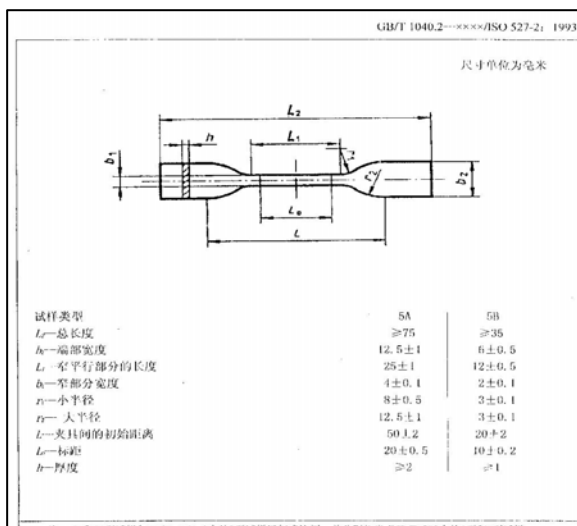
——硬质和半硬质热固性模塑材料，包括填充型和增强型复合材料、硬质和半硬质热固性板材，包括层压板；

——混入单向或无定向增强材料（如毡、织物、无捻粗纱、短切原丝、混杂纤维增强材料、无捻粗纱和碾碎纤维等）的纤维增强热固性和热塑性复合材料，预浸渍材料制成的片材（预浸料坯）；

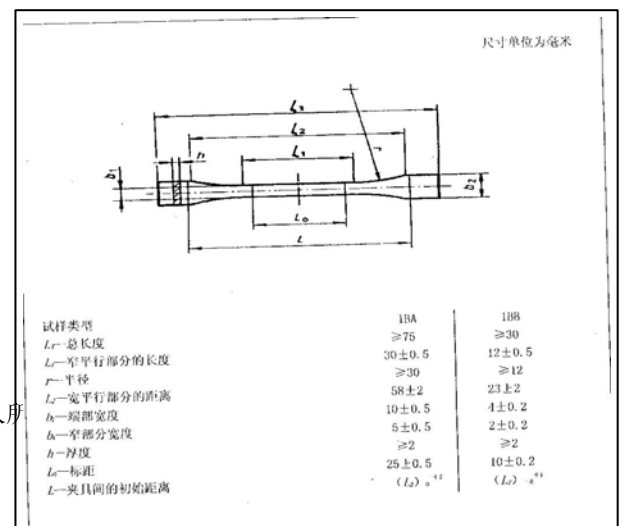
——热致液晶聚合物。

本部分一般不适用于硬质泡沫材料或含有多孔材料的夹层结构材料。

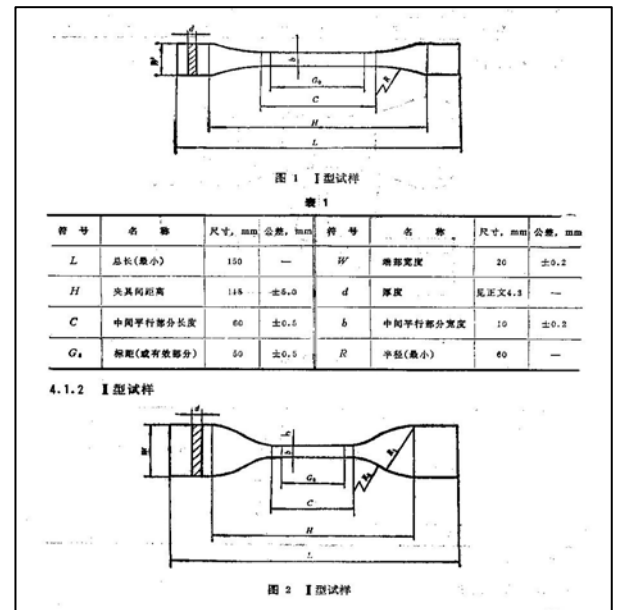
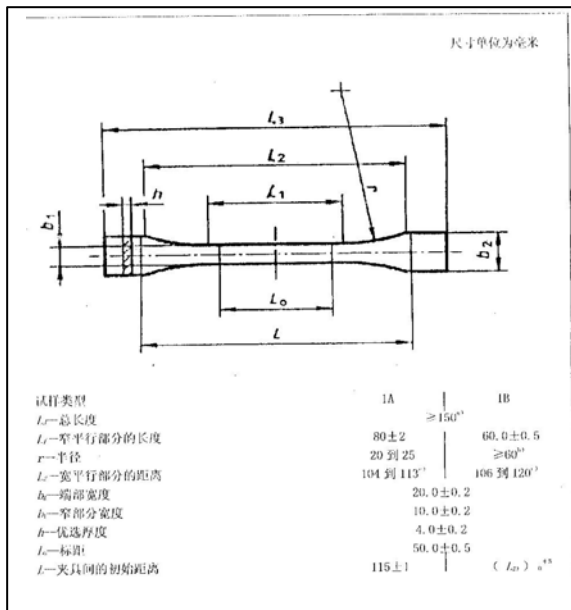
GB/T 1040.2-200X



GB/T 1040-1992



者本人所



2、GB/T 1040.3 的变化

(1) 本标准代替 GB/T 13022-1991。由于 GB/T 13022-1991 参照采用 ISO 1184-1983，而 ISO 527-1995 代替了 ISO 1184-1983，因此 GB/T 1040.3 等同采用 ISO 527-1995。

(2) 速度变化

GB/T 13022-1991 有 9 种速度：

1、2、5、10、30、50、100、200、500mm/min

GB/T 1040.3 只有 6 种速度：

5、50、100、200、300、500mm/min

(3) 测试项目变化

GB/T 13022-1991 有：拉伸强度、拉伸断裂应力、拉伸屈服应力、断裂伸长率或屈服伸长率、拉伸弹性模量。

GB/T 1040.3 为拉伸强度、拉伸断裂应力、拉伸屈服应力、拉伸屈服应变、断裂拉伸应变、标称断裂拉伸应变。删除了拉伸弹性模量。

由于删除了拉伸弹性模量，因此删除了几种低速模式。

(4) 试样的变化

—— 报批稿推荐使用长条形试样；

—— 大哑铃试样平行部分宽度由 $10 \pm 0.5\text{mm}$ 变化为 $25.4 \pm 0.1\text{mm}$ ，标距由 $40 \pm 0.5\text{mm}$ 变为 $50 \pm 0.5\text{mm}$ 。

(5) 增加标距测量精度应达到或优于 1%。

(6) 提出了划标线装置的要求：刃宽 0.05~0.1mm、倒角不超过 15° ，试验机厂可以配置划线器。

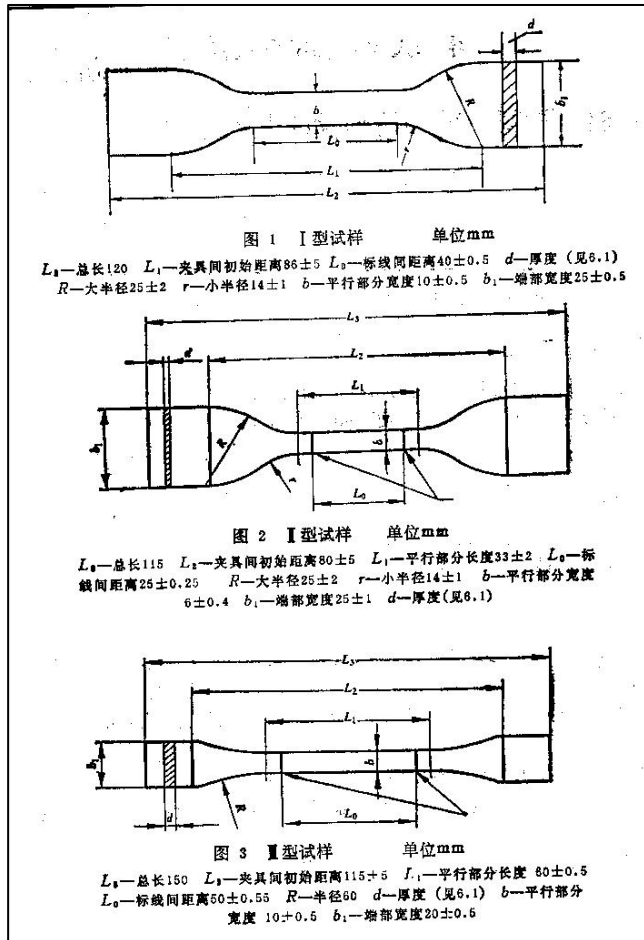
3、GB/T 1040.4、GB/T 1040.5

定义与替代标准比较有变化，但与 GB/T 1040.1 基本相同；

试样有变化（略）

（GB/T1040-1992 中的IV型样与 GB/T 1040.4 中的 3 型样基本相同。）

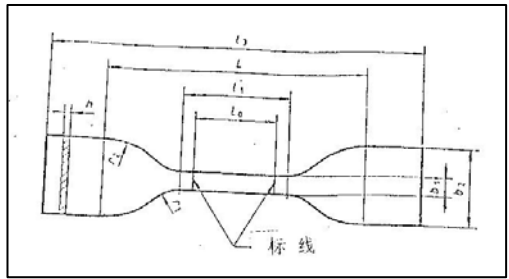
对试验机的其他要求与前相同，但两个标准都强调试样的对中，因此各自有一个关于试验对中的“资料性附录”。这是由于纤维增强塑料的力学特性具有很明显的各项异性，若不能确保试验对中，将对测试结果有较大的影响。（有关对中问题见前面所述）。



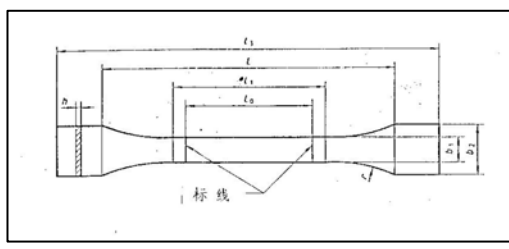
GB/T 13022-1991

长条形试样没有差别，但 GB/T 1040.3 推荐优先使用长条形试样

- b — 宽度：10mm~25mm
- h — 厚度：≤ 1mm
- L_0 — 标距长度：50mm±0.5mm
- L — 夹具间的初始距离：100mm±5mm
- L_3 — 总长度：≥150mm

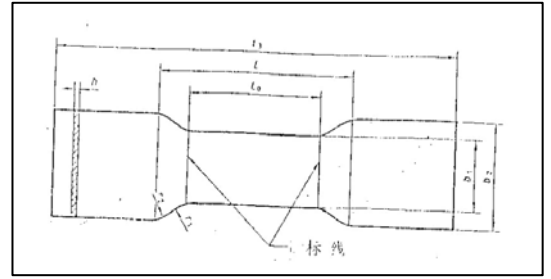


- b — 窄平行部分宽度：6mm±0.4mm
- b_1 — 端部宽度：25mm ± 1mm
- h — 厚度：≤ 1mm
- L_0 — 标距长度：25mm ± 0.25mm
- L_2 — 窄平行部分的长度：33mm ± 2mm
- L — 夹具间的初始距离：80mm ± 5mm
- L_3 — 总长：≥ 115mm
- r — 小半径：14mm ± 1mm
- R — 大半径：25mm ± 2mm



- b — 窄平行部分宽度：10mm ± 0.2mm
- b_1 — 端部宽度：20mm ± 0.5mm
- h — 厚度：≤ 1mm
- L_0 — 标距长度：50mm ± 0.5mm
- L_2 — 窄平行部分的长度：60mm ± 0.5mm
- L — 夹具间的初始距离：115mm ± 5mm
- L_3 — 总长度：≥ 150mm
- r — 半径：≥ 60.0mm, 推荐半径为60mm ± 0.5mm

b_1 — 窄平行部分宽度: $25.4\text{mm} \pm 0.1\text{mm}$
 b_2 — 端部宽度: 38mm
 h — 厚度: $\leq 1\text{mm}$
 L_0 — 标距长度: $50\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$
 L — 夹具间的初始距离: ~~50mm~~ 98mm
 L_1 — 总长度: 152mm
 r_1 — 小半径: 22mm
 r_2 — 大半径: 25.4mm



GB/T 1040.3