



中华人民共和国国家标准

GB/T 228.3—2019
代替 GB/T 13239—2006

金属材料 拉伸试验 第 3 部分：低温试验方法

Metallic materials—Tensile testing—Part 3: Method of test at low temperature

(ISO 6892-3:2015, MOD)

2019-08-30 发布

2020-07-01 实施

国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	I
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 符号及说明	2
5 原理	2
6 试样	3
7 原始横截面积(S_0)的测定	3
8 原始标距(L_0)的标记	3
9 试验设备	3
10 试验要求	4
11 拉伸试验性能的测定	8
12 试验结果数值的修约	8
13 试验报告	8
14 测量不确定度	9
15 图	9
16 附录	9
附录 A (资料性附录) GB/T 228.1—2010 中附录 B 和附录 D 的补充	10
附录 B (资料性附录) 钢在不同试样尺寸和试验温度下在酒精和液氮中的冷却曲线实例	14
附录 C (资料性附录) 测量不确定度	16
参考文献	17

前 言

GB/T 228《金属材料 拉伸试验》分为以下 4 个部分：

- 第 1 部分：室温试验方法；
- 第 2 部分：高温试验方法；
- 第 3 部分：低温试验方法；
- 第 4 部分：液氮试验方法。

本部分为 GB/T 228 的第 3 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 GB/T 13239—2006《金属材料 低温拉伸试验方法》，与 GB/T 13239—2006 相比主要技术内容变化如下：

- 修改了标准名称；
- 修改和增加了部分术语和符号，如指示温度符号由“ θ ”更改为“ T ”，规定温度符号由“ θ_i ”更改为“ T_i ”，增加了术语“保温时间 t_s ”，“规定非比例延伸强度 R_p ”改为“规定塑性延伸强度 R_p ”（见第 4 章，GB/T 13239—2006 的第 4 章）；
- 增加了引伸计的装卡方法（见第 10 章）；
- 增加了试验速率的控制方法 A 应变速率控制方法（见第 10 章）；
- 修改了试验结果数值的修约（见第 12 章，GB/T 13239—2006 的第 10 章）；
- 增加了钢在不同试样尺寸和试验温度下的冷却曲线实例（见附录 B）。

本部分使用重新起草法修改采用 ISO 6892-3:2015《金属材料 拉伸试验 第 3 部分：低温试验方法》。

本部分与 ISO 6892-3:2015 的技术性差异及其原因如下：

- 关于规范性引用文件，本标准做了具有技术性差异的调整，以适应我国的技术条件，调整的情况集中反映在第 2 章“规范性引用文件”中，具体调整如下：
 - 用修改采用国际标准的 GB/T 228.1—2010 代替 ISO 6892-1:2009（见各章）；
 - 用等同采用国际标准的 GB/T 16825.1 代替 ISO 7500-1（见 9.1）；
 - 用等同采用国际标准的 GB/T 12160 代替 ISO 9513（见 9.2）。
- 修改了国际标准中的错误，表 A.1 中 a_0 将“ $>$ ”改为“ \geq ”，将“ \leq ”改为“ $<$ ”，表 A.2 中将“ $>$ ”改为“ \geq ”（见附录 A）。
- 表 A.3 中将螺纹公称直径 M6 改为 M8，M8 改为 M10，M10 改为 M12，M12 改为 M14（见附录 A），国际标准中规定的螺纹公称直径较小，试验时试样易在螺纹处断裂，因此根据试验经验建议将螺纹公称直径要求增大。

本部分还做了下列编辑性修改：

- 10.4.2.3 标题中增加了“规定总延伸强度(R_t)（需要时）”（见 10.4.2.3）；
- 将国际标准第 12 章 j) 中的数值修约内容作为一章（见第 12 章），后续章编号顺延；
- 增加引用了 GB/T 228.1—2010 的资料性附录 L（见第 14 章）；
- 在 GB/T 228.1—2010 适用于本部分的附录列表中增加附录 L（见第 16 章）；
- 将附录 C 中表 C.1 中的符号“ \times ”修改为“ \surd ”（见附录 C）。

本部分由中国钢铁工业协会提出。

本部分由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

GB/T 228.3—2019

本部分起草单位：钢铁研究总院、冶金工业信息标准研究院、中国科学院理化技术研究所、国家有色金属质量监督检验中心、宝山钢铁股份有限公司、钢研纳克检测技术股份有限公司。

本部分主要起草人：翟战江、高怡斐、董莉、渠成兵、肖红梅、张红菊、刘涛、方健、侯慧宁、李璞。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

——GB/T 13239—1991、GB/T 13239—2006。

引 言

GB/T 228 的本部分提供了两种试验速率的控制方法。方法 A 基于应变速率(包括横梁位移速率)和较窄的相对误差($\pm 20\%$)。方法 B 基于传统的应变速率范围和相对误差。方法 A 旨在减小测定应变速率敏感参数时试验速率的变化和减小试验结果的测量不确定度。

在低温拉伸试验中用于测定力学性能的试验速率与室温拉伸试验相同。本部分的修订结合了 GB/T 228.1 和 GB/T 228.2 中新一套的试验速率,以减小试验结果的分散性。

金属材料 拉伸试验

第3部分:低温试验方法

1 范围

GB/T 228的本部分规定了在温度低于室温条件下金属材料拉伸试验方法的术语和定义、符号及说明、试样及其尺寸测量、试验设备、试验要求、性能测定、测定结果数值修约和试验报告等内容。

本部分适用于温度在 $-196\text{ }^{\circ}\text{C}\sim<10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内金属材料拉伸性能的测定。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 228.1—2010 金属材料 拉伸试验 第1部分:室温试验方法(ISO 6892-1:2009, MOD)

GB/T 12160 单轴试验用引伸计的标定(GB/T 12160—2002, ISO 9513:1999, IDT)

GB/T 16825.1 静力单轴试验机的检验 第1部分:拉力和(或)压力试验机测力系统的检验与校准(GB/T 16825.1—2008, ISO 7500-1:2004, IDT)

3 术语和定义

GB/T 228.1—2010界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

通常,所有试样几何尺寸均在室温下测量,引伸计标距有可能例外(见3.3)。

注:除非另有相关规范和协议规定,一般不测定下列低温性能:

- 规定残余延伸强度(R_r);
- 残余伸长率;
- 残余延伸率;
- 屈服点延伸率(A_e);
- 最大力总延伸率(A_{gt});
- 最大力塑性延伸率(A_g);
- 断裂总延伸率(A_t)。

3.1

原始标距 original gauge length

L_0

室温下,降温前和施力前的试样标距。

3.2

断后伸长率 percentage elongation after fracture

A

室温下,断后标距的残余伸长(L_u-L_0)与原始标距(L_0)之比的百分率。

注:详见GB/T 228.1-2010 3.4.2。

3.3

引伸计标距 **extensometer gauge length**

L_e

用引伸计测量试样平行部分延伸时所使用引伸计起始标距长度。

3.4

延伸 **extension**

试验期间给定时刻引伸计标距(L_e)的增量。

3.4.1

延伸率 **percentage extension**

用引伸计标距(L_e)表示的延伸百分率。

3.5

断面收缩率 **percentage reduction of area**

Z

断裂后试样横截面积的最大缩减量($S_0 - S_u$)与原始横截面积 S_0 之比的百分率, S_0 、 S_u 通过室温下测定的试样尺寸计算得到。

3.6

应力 **stress**

R

试验期间任一时刻的力除以试样原始横截面积(S_0)之商。

注: 本部分中的应力是工程应力, 通过室温下测定的试样横截面积计算得到。

3.7

保温时间 **soaking time**

t_s

施力前, 保持试样温度稳定的时间。

4 符号及说明

GB/T 228.1—2010 和表 1 中给出的符号和相应说明适用于本部分。

表 1 符号及说明

符号	单位	说 明
T	°C	试验时的设定温度或规定温度
T_i	°C	试验时试样平行长度表面的测量温度
t_s	min	保温时间

5 原理

试验系用拉力拉伸试样, 一般拉至断裂, 测定 GB/T 228.1—2010 中第 3 章定义的一项或几项力学性能。

试验在 $-196\text{ °C} \sim <10\text{ °C}$ 中规定的温度内进行。

6 试样

试样的相关要求见 GB/T 228.1—2010 第 6 章。

注：附录 A 给出试样实例。

7 原始横截面积(S_0)的测定

试样原始横截面积测定的相关要求见 GB/T 228.1—2010 第 7 章。

注：此参数是根据测量室温下的试样尺寸计算得到的。

8 原始标距(L_0)的标记

标记原始标距的相关要求见 GB/T 228.1—2010 第 8 章。

9 试验设备

9.1 测力系统

试验机的测力系统应按照 GB/T 16825.1 进行校准,其准确度应为 1 级或优于 1 级。

9.2 引伸计系统

引伸计系统的准确度级别应符合 GB/T 12160 的要求。测定规定塑性延伸强度或规定总延伸强度,应使用不劣于 1 级准确度的引伸计系统;测定其他具有较大延伸率的性能,应使用不劣于 2 级准确度的引伸计系统。

引伸计标距应不小于 10 mm,并置于试样平行长度的中心位置。

注：当使用引伸计测量试样的延伸直至断裂时,引伸计标距 L_e 宜近似等于原始标距 L_0 。否则引伸计标距 L_e 宜至少为原始标距 L_0 的一半,且不大于平行长度 L_0 的 90%。这是为了确保引伸计检测到试样上所有屈服现象的发生。当测定发生在最大力或最大力之后的性能时, L_e 近似等于原始标距 L_0 。

引伸计伸出冷却装置外部分的设计应能防止气流的干扰,以使环境温度的变化对引伸计的影响减至最小。最好保持试验机周围的温度和空气流动适当稳定。

9.3 冷却装置

9.3.1 基本要求

冷却装置应能使试样冷却到规定温度 T 。

冷却方式可以是：

- 通过制冷装置；
- 通过压缩气体(如 CO_2 或 N_2)的膨胀；
- 通过浸泡于保持在沸点的液体(如 N_2)或冷冻液(如酒精)中。

应使用气态或液态的冷却介质进行低温拉伸试验。冷却介质的类型对冷却时间和在试验中的热量传递(等温线和/或绝热)具有显著影响,也可能对试验结果有显著影响。

冷却曲线的实例参见附录 B。

9.3.2 温度的允许偏差

9.3.2.1 测量温度 T_i 是指在试样平行长度表面上或冷却液体中所测量的温度,该温度已进行系统误差修正,但未考虑温度测量装置的不确定度。

9.3.2.2 规定温度 T 和测量温度 T_i 的允许偏差为 $\pm 3\text{ }^\circ\text{C}$ 。试样表面的温度梯度不超过 $3\text{ }^\circ\text{C}$ 。

9.3.2.3 直到屈服强度测定结束,沿试样平行长度上的温度应控制在允许误差范围之内。

注:当屈服强度测定结束时,应继续控制温度,但经验表明将试验温度控制在允许范围之内非常困难,尤其是在使用气体冷却介质时。

9.3.3 温度的测量

9.3.3.1 当试样标距小于 50 mm 时,应在试样平行长度的两端分别固定一支温度传感器;当标距大于或等于 50 mm 时,应在平行长度的两端及中心位置各固定一支温度传感器。

9.3.3.2 如果根据经验得知冷却装置与试样的相对位置可确保试样温度的变化符合 9.3.2 的规定,温度传感器的数目可以减少。但是,至少在试样上固定一支温度传感器测量温度。

9.3.3.3 温度传感器测温端应与试样表面有良好的热接触。

注:使用合适类型和等级的温度传感器对温度测量的准确度至关重要。

9.3.3.4 如果试样位于可以假定为均匀的冷却液体中,可以在冷却介质中任意一点测量温度。

9.3.3.5 如果在液氮中进行试验,不必测量温度。在这种情况下,未使用温度记录装置应在试验报告中注明。

9.3.4 温度测量系统的检验

9.3.4.1 温度测量装置的最低分辨力为 $1\text{ }^\circ\text{C}$,温度在 $-40\text{ }^\circ\text{C}\sim<10\text{ }^\circ\text{C}$ 范围内,允许偏差为 $\pm 2\text{ }^\circ\text{C}$,温度在 $-196\text{ }^\circ\text{C}\sim<-40\text{ }^\circ\text{C}$ 到范围内,允许偏差为 $\pm 3\text{ }^\circ\text{C}$ 。

注:温度测量系统包括所有测量组件(传感器、电线、显示装置、连接件)。

9.3.4.2 温度测量系统的检验和校准应覆盖工作温度范围,周期不超过一年,在检验报告中要记录温度测量系统的误差。温度测量系统的检验应溯源到温度的国际单位制。

10 试验要求

10.1 设定试验力零点

在试验加载链装配完成后,试样两端被夹持之前,应设定力测量系统的零点。一旦设定了力值零点,在试验期间力测量系统不能再发生改变。

注:上述方法一方面是为了确保夹持系统的重量在测力时得到补偿,另一方面是为了保证夹持过程中产生的力不影响力值的零点。

10.2 试样的夹持方法、引伸计的装卡方法和试样的冷却方法

10.2.1 试样的夹持方法

试样夹持的相关要求见 GB/T 228.1—2010 中 10.2。

10.2.2 引伸计的装卡和设定标距长度方法

10.2.2.1 总则

试验时采用不同方法设定引伸计标距,将使测试结果存在细微差别。应将所采用的方法记录在试

验报告中。

注：因为本部分的温度变化区间只有约 200 °C，与拥有更大温度区间的 GB/T 228.2^[1]相比，热膨胀(收缩)对试验结果的影响较小。

10.2.2.2 室温下的引伸计标距 L_e (方法 1)

在室温下将引伸计按标称标距长度装卡在试样上，在试验温度下测量延伸，再通过室温下的标距计算延伸率。不考虑试样的热延伸。

10.2.2.3 试验温度下修正的引伸计标距 L_e (方法 2)

10.2.2.3.1 通则

L_e 包括试样和引伸计的热延伸。

10.2.2.3.2 试验温度下的引伸计标称标距 L_e (方法 2a)

在试验温度下，施加试验力前，将引伸计按标称标距长度装卡在试样上。

10.2.2.3.3 室温下增加的引伸计标称标距 L_e (方法 2b)

在室温下将引伸计按大于标称标距长度装卡在试样上，使试样平行长度表面温度达到试验温度时，引伸计为标称标距长度。用标称标距长度计算延伸率。

10.2.2.3.4 试验温度下修正的引伸计标距 L_e (方法 2c)

在室温下将引伸计按标称标距长度装卡在试样上。用试验温度下修正的标称标距(室温下的标距长度加上热膨胀)计算延伸率。

注：在本部分中，热膨胀是负值。

10.2.3 试样的冷却方法

在施加试验力前，将试样冷却至规定温度 T ，并至少保持 10 min(保温时间)。应在引伸计输出稳定后施加试验力。

注：对于较大试样(例如 $S_0 > 100 \text{ mm}^2$)，欲使整个横截面均达到规定温度需要更长的保温时间。

冷却过程中，试样的温度应不低于规定温度的偏差下限，除非双方达成特殊协议。

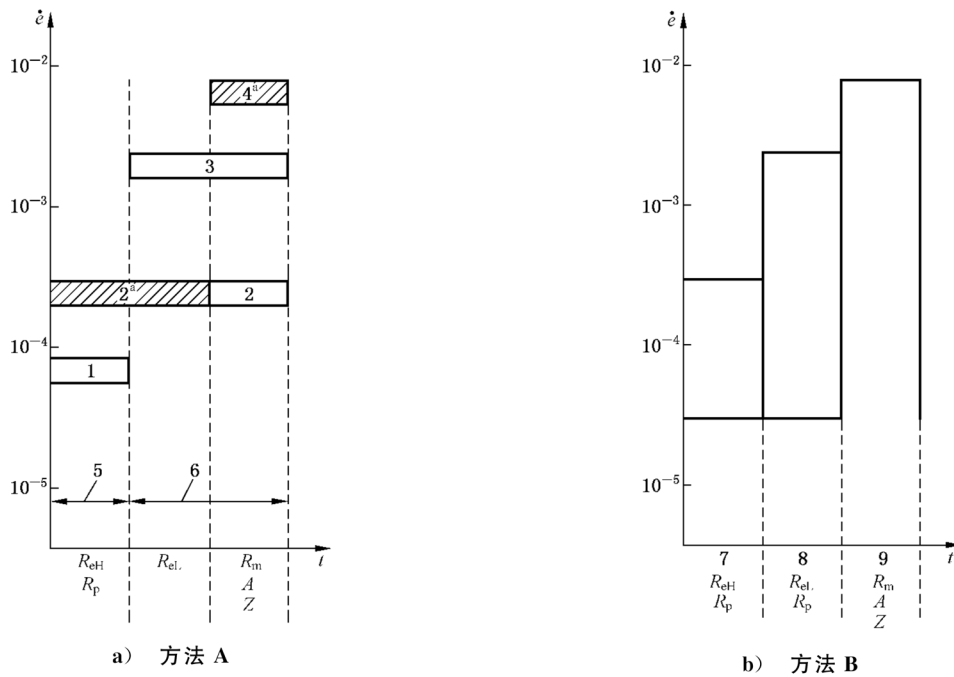
10.3 应变速率控制的试验速率(方法 A)

10.3.1 总则

方法 A 是为了减小测定应变速率敏感参数(性能)时的试验速率变化和试验结果的测量不确定度。

应变速率控制的试验速率(方法 A)附加要求见 GB/T 228.1—2010 中 10.3.1。

并非所有的室温拉伸试验性能在低温都要测定，因此应采用适当的试验速率或方法测定低温拉伸试验性能(见图 1)。



说明:

$\dot{\epsilon}$ ——应变速率, s^{-1} ;

t ——拉伸试验时间进程;

1——范围 1: $\dot{\epsilon} = 0.000\ 07\ s^{-1}$ ($0.004\ 2\ min^{-1}$), 相对误差 $\pm 20\%$;

2——范围 2: $\dot{\epsilon} = 0.000\ 25\ s^{-1}$ ($0.015\ min^{-1}$), 相对误差 $\pm 20\%$;

3——范围 3: $\dot{\epsilon} = 0.002\ s^{-1}$ ($0.12\ min^{-1}$), 相对误差 $\pm 20\%$;

4——范围 4: $\dot{\epsilon} = 0.006\ 7\ s^{-1}$ ($0.4\ min^{-1}$), 相对误差 $\pm 20\%$;

5——控制模式: 引伸计控制或横梁位移控制;

6——控制模式: 横梁位移控制;

7——试验的弹性范围;

8——测定 R_{el} 、 R_p 性能参数的塑性范围;

9——测定 R_m 、 A 、 Z 性能参数的最大应变速率。

^a 建议。

图 1 拉伸试验中测定 R_{eH} 、 R_{el} 、 R_p 、 R_m 、 A 和 Z 时应选用的应变速率范围

10.3.2 上屈服强度 R_{eH} 或规定延伸强度 R_p 和 R_t (需要时) 的测定

测定上屈服强度 R_{eH} 或规定延伸强度 R_p 和 R_t (需要时) 的应变速率要求参照 GB/T 228.1—2010 中 10.3.2, 但应遵循下列规定范围 (见图 1):

——范围 1: $\dot{\epsilon}_{Le} = 0.000\ 07\ s^{-1}$ ($0.004\ 2\ min^{-1}$), 相对误差 $\pm 20\%$ 。

——范围 2: $\dot{\epsilon}_{Le} = 0.000\ 25\ s^{-1}$ ($0.015\ min^{-1}$), 相对误差 $\pm 20\%$ (如果没有其他规定, 推荐选取该速率; 见图 1)。

10.3.3 下屈服强度 R_{el} 和屈服点延伸率 A_e (需要时) 的测定

测定下屈服强度 R_{el} 和屈服点延伸率 A_e (需要时) 的应变速率要求参照 GB/T 228.1—2010 中 10.3.3, 但应遵循下列规定范围 (见图 1):

——范围 2: $\dot{\epsilon}_{Le} = 0.000\ 25\ s^{-1}$ ($0.015\ min^{-1}$), 相对误差 $\pm 20\%$ (如果没有其他规定, 推荐选取该速率)

率；见图 1)；

——范围 3： $\dot{\epsilon}_{L_c} = 0.002 \text{ s}^{-1}$ (0.12 min^{-1})，相对误差 $\pm 20\%$ 。

注：建议横梁位移控制。

10.3.4 抗拉强度 R_m 、断后伸长率 A 、断面收缩率 Z 、最大力总延伸率 A_{gt} 和最大力塑性延伸率 A_g (需要时)的测定

测定抗拉强度 R_m 、断后伸长率 A 、断面收缩率 Z 、最大力总延伸率 A_{gt} 和最大力塑性延伸率 A_g (需要时)的应变速率要求参照 GB/T 228.1—2010 中 10.3.4，但应遵循下列规定范围(见图 1)：

——范围 2： $\dot{\epsilon}_{L_c} = 0.000 25 \text{ s}^{-1}$ (0.015 min^{-1})，相对误差 $\pm 20\%$ ；

——范围 3： $\dot{\epsilon}_{L_c} = 0.002 \text{ s}^{-1}$ (0.12 min^{-1})，相对误差 $\pm 20\%$ ；

——范围 4： $\dot{\epsilon}_{L_c} = 0.006 7 \text{ s}^{-1}$ (0.4 min^{-1})，相对误差 $\pm 20\%$ (如果没有其他规定，推荐选取该速率；见图 1)。

注：建议横梁位移控制。

如果拉伸试验仅仅是为了测定抗拉强度，根据范围 4 及试样的平行长度估算的横梁位移速率适用于整个试验。

10.4 扩展应变速率范围的试验方法(方法 B)

10.4.1 总则

方法 B 采用的是传统的应变速率范围。

注：即使是采用规定范围内的试验速率也可能影响测定的性能参数。

10.4.2 测定屈服强度或规定延伸强度的试验速率

10.4.2.1 测定上屈服强度(R_{eH})的试验速率

在弹性范围内直至上屈服强度，应变速率应在 $0.000 03 \text{ s}^{-1} \sim 0.000 30 \text{ s}^{-1}$ 之间，并尽可能保持恒定。

如果试验机不能测定和控制应变速率，可以通过控制横梁位移速率使等效的应力速率在 $6 \text{ MPa} \cdot \text{s}^{-1} \sim 60 \text{ MPa} \cdot \text{s}^{-1}$ 范围内。

10.4.2.2 测定下屈服强度(R_{eL})的试验速率

若仅测定下屈服强度，弹性范围内的试验速率应符合 10.4.2.1 的要求，在屈服阶段的应变速率应在 $0.000 03 \text{ s}^{-1} \sim 0.002 5 \text{ s}^{-1}$ 之间，并尽可能保持恒定。

如果这一应变速率不能直接控制，应在屈服开始前，调整横梁位移速率，直至屈服完成之前不再调整试验机的控制。

10.4.2.3 测定规定塑性延伸强度(R_p)和规定总延伸强度(R_t) (需要时)的试验速率

试验机横梁位移速率尽可能保持恒定，弹性范围内的应力速率应符合 10.4.2.1 的要求。这一横梁位移速率应保持直至规定塑性延伸强度或规定总延伸强度测定为止。在任何情况下，应变速率应不超过 $0.002 5 \text{ s}^{-1}$ 。

10.4.3 测定抗拉强度的试验速率

在塑性范围内，应变速率应不超过 0.008 s^{-1} 。

如果试验不包括屈服强度或规定延伸强度的测定，在弹性范围内的应变速率可以是塑性范围内允

许的应变速率的最大值。

10.5 试验方法和速率的选择

除非另有规定,应由试验材料的供应商或供应商指定的试验室对采用方法 A 或方法 B 以及采用的试验速率进行选择。这些选择应满足本部分的规定。

10.6 试验条件的表示

报告试验控制模式和试验速率,可以使用下列缩写的表示形式:

GB/T 228.3 Annn 或 GB/T 228.3 Bn

这里“A”定义为使用方法 A(应变速率控制),“B”定义为使用方法 B(扩展应变速率范围)。如图 1 中定义的,三个字母的符号“nnn”是指每个试验阶段所用速率,方法 B 中的符号“n”是指在弹性阶段所选取的应变速率。

示例 1: GB/T 228.3 A224 表示试验为应变速率控制,不同阶段的试验速率范围分别为范围 2,范围 2 和范围 4。

示例 2: GB/T 228.3 B 表示试验为扩展应变速率范围或应力速率控制,遵循 10.4.2.1。

11 拉伸试验性能的测定

依据 GB/T 228.1—2010 中第 11 章~第 21 章,进行上屈服强度、下屈服强度、规定塑性延伸强度、抗拉强度、断后伸长率、断面收缩率等的测定。

12 试验结果数值的修约

试验测定的性能结果数值应按照相关产品标准的要求进行修约(参照 GB/T 8170^[2])。如未规定具体要求,应按照如下要求进行修约:

- 强度性能值修约至 1 MPa;
- 屈服点延伸率 A_e 修约至 0.1%;
- 其他延伸率和断后伸长率修约至 0.5%;
- 断面收缩率修约至 1%。

13 试验报告

试验报告应至少包括以下信息,除非双方另有约定:

- a) 本部分的标准编号;
- b) 注明试验条件信息(如 10.6 要求);
- c) 试样标识;
- d) 材料名称、牌号、状态(如已知);
- e) 试样类型;
- f) 试样的取样方向和位置(如已知);
- g) 如果与 10.3 和 10.4 推荐的方法不同,应注明试验控制模式和试验速率或试验速率范围(见 10.6);
- h) 冷却介质,冷却时间和保温时间;
- i) 试验温度;
- j) 设定引伸计标距 L_e 的方法;

k) 试验结果。

14 测量不确定度

测量不确定度的相关要求参见 GB/T 228.1—2010 第 24 章、附录 L 和本部分的附录 C。

15 图

GB/T 228.1—2010 中图 1~图 8、图 10~图 15 仍然有效,本部分图 1 代替 GB/T 228.1—2010 中图 9。

16 附录

GB/T 228.1—2010 中的如下附录适用于本部分:

- 附录 A:计算机控制拉伸试验机使用的建议;
- 附录 B:厚度 0.1 mm~<3 mm 薄板和薄带使用的试样类型;
- 附录 C:直径或厚度小于 4 mm 线材、棒材和型材使用的试样类型;
- 附录 D:厚度等于或大于 3 mm 板材和扁材以及直径或厚度等于或大于 4 mm 线材、棒材和型材使用的试样类型,但表 D.2 除外;
- 附录 E:管材使用的试样类型;
- 附录 F:考虑试验机刚度(或柔度)后估算的横梁位移速率;
- 附录 L:拉伸试验测量结果不确定度的评定。

本部分的附录 A 给出了与试样尺寸相关的补充信息和合适的试样夹持方法。

附录 A
(资料性附录)

GB/T 228.1—2010 中附录 B 和附录 D 的补充

A.1 总则

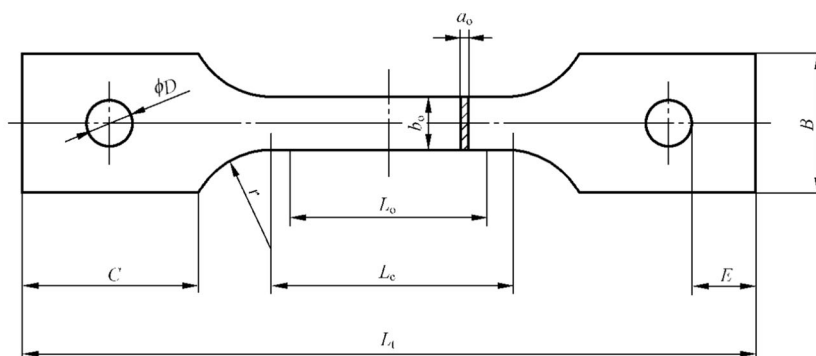
所有尺寸符合 GB/T 228.1—2010 附录 B~附录 E 规定的试样均可用于本部分,下述条款给出了试样详细尺寸信息的实例。

A.2 试样的尺寸厚度在 0.1 mm~<3 mm 范围的薄板和薄带使用的试样类型

试验可使用例如楔形夹头,平推夹头、套环夹头等不同的夹持系统。如果,摩擦夹持(楔形夹头、平推夹头)不能在环境箱内使用,试样通常采用套环夹持或如图 A.1、表 A.1 例举的销钉固定。

注 1: 如试样采用套环卡具固定,则不需要销孔。过渡圆弧的偏差为±0.1 mm。

注 2: 宜增强销孔周围的材料以防止销孔撕裂或局部卷曲。



说明:

- a_0 ——原始厚度;
- b_0 ——平行长度的原始宽度;
- r ——过渡圆弧;
- B ——夹持端宽度;
- C ——夹持端长度;
- L_0 ——原始标距长度($L_0=50$ mm);
- L_c ——平行长度($L_c \geq L_0 + b_0$);
- L_t ——试样总长度;
- D ——销孔直径;
- E ——试样底端到销孔距离。

图 A.1 厚度在 0.1 mm~<3 mm 范围的薄板和薄带使用的试样实例

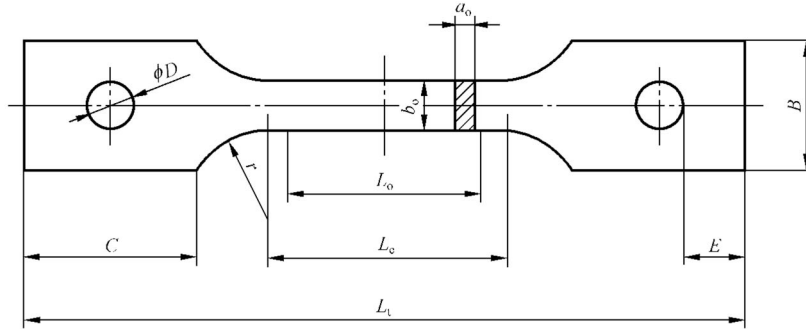
表 A.1 厚度在 0.1 mm~<3 mm 范围的薄板和薄带使用的试样实例 单位为毫米

a_0		b_0	L_0	r	B	C	D	E	L_c 最小值	L_t 最小值 ^a
\geq	$<$									
0.1	3.0	12.5	50	25	35 ^b	50	15	17	62.5	205
^a 当平行长度 L_c 为最小值时, L_t 亦为最小值。 ^b 如果使用销孔加载系统,对于某些材料夹持端宽度 B 需要增加到 40 mm。										

A.3 厚度等于或大于 3 mm 板材和扁材使用的试样类型

试验可使用例如楔形夹头、平推夹头、套环夹头等不同的夹持系统。但是，摩擦夹持(楔形夹头、平推夹头)不能与环境箱一起使用；因此，试样通常采用套环夹持或如图 A.2、表 A.2 例举的销钉固定。

注：如试样采用套环卡具固定，则不需要销孔。过渡圆弧的偏差为±0.1 mm。



说明：

- a_0 ——原始厚度；
- b_0 ——平行长度的原始宽度；
- r ——过渡圆弧；
- B ——夹持端宽度；
- C ——夹持端长度；
- L_0 ——原始标距长度($L_0 = 5.65 \sqrt{S_0}$)；
- L_c ——平行长度($L_c \geq L_0 + 1.5 \sqrt{S_0}$)；
- L_t ——试样总长度；
- D ——销孔直径；
- E ——试样底端到销孔距离。

图 A.2 厚度等于或大于 3 mm 板材和扁材使用的试样实例

表 A.2 厚度等于或大于 3 mm 板材和扁材使用的试样实例

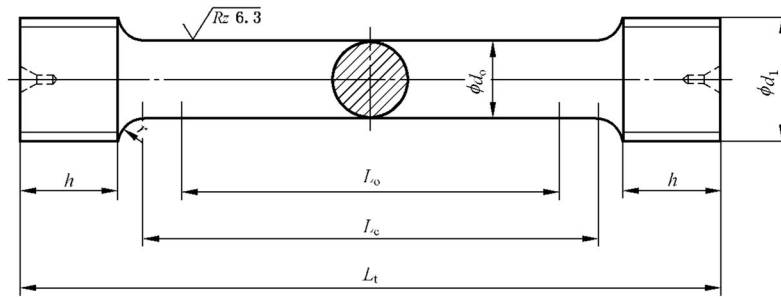
单位为毫米

a_0		b_0	L_0	r	B	C	D	E	L_c 最小	L_t 最小 ^a
\geq	$<$									
3.0	3.5	12.5	35	25	35 ^b	50	15	17	48	190
3.5	4.5		40						54	196
4.5	5.7		45						61	203
5.7	6.9		50						67	209
6.9	8.3		55						73	215

^a 当平行长度 L_c 为最小值时, L_t 亦为最小值。
^b 如果使用销孔加载系统, 对于某些材料夹持端宽度 B 需要增加到 40 mm。

A.4 直径或厚度等于或大于 4 mm 线材、棒材和型材使用的试样类型

试样头部通常采用螺纹夹持(见图 A.3 和表 A.3)。



说明：

d_0 ——平行长度的原始直径；

L_0 ——原始标距长度($L_0=5d_0$)；

d_1 ——螺纹公称直径；

L_c ——平行长度($L_c \geq L_0 + d_0$)；

r ——过渡圆弧；

L_1 ——试样总长度。

h ——夹持端长度；

图 A.3 螺纹头部的圆柱状试样实例

表 A.3 螺纹头部的圆柱状试样实例

单位为毫米

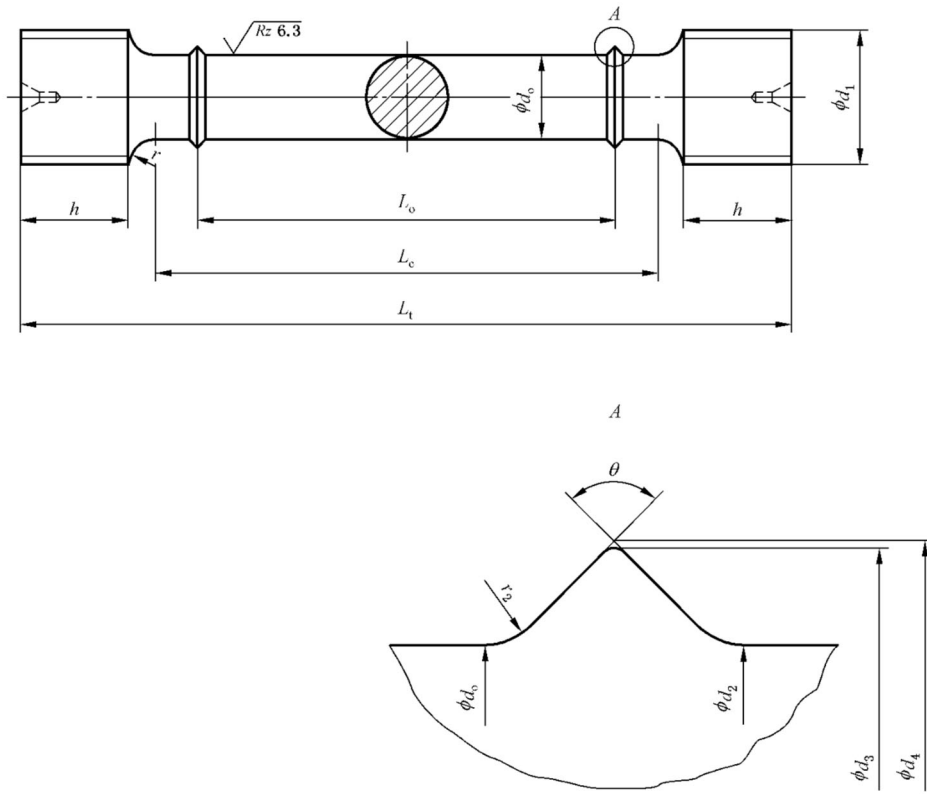
d_0	L_0	d_1	r 不小于	h 不小于	L_c 不小于	L_1^a 不小于
4	20	M8	3	6	24	41
5	25	M10	4	7	30	51
6	30	M12	5	8	36	60
8	40	M14	6	10	48	77
10	50	M16	8	12	60	97
12	60	M18	9	15	72	116
14	70	M20	11	17	84	134
16	80	M24	12	20	96	154
18	90	M27	14	22	108	173
20	100	M30	15	24	120	191
25	125	M33	20	30	150	234

^a 当过渡圆弧 r , 夹持端长度 h 和平行长度 L_c 为最小值时, L_1 亦为最小值。

注：大尺寸试样将超出冷却装置的均热带，宜使用较小尺寸的试样进行试验。

A.5 环形尖状台阶试样实例

环形尖状台阶试样见图 A.4 和表 A.4。



注：A 的相关尺寸如下：

$$d_2 = d_o + 0.2$$

$$d_3 = d_o + 1.8$$

$$d_4 = d_o + 2.0$$

$$r_2 = 0.5$$

$$\theta = 90^\circ$$

图 A.4 螺纹头部的环形尖状圆柱状试样实例

表 A.4 螺纹头部的环形尖状圆柱状试样实例

单位为毫米

d_o	L_o	d_1^a	r^b 不小于	h 不小于	L_c	L_t^c 不小于
6	30	M10	4.5	8.0	$5.5 d_o \sim 7.5 d_o$	57
8	40	M12	6.0	10	$5.5 d_o \sim 7.5 d_o$	73
10	50	M16	7.5	12	$5.5 d_o \sim 7.5 d_o$	91
12	60	M18	9.0	15	$5.5 d_o \sim 7.5 d_o$	110

^a 螺纹最小公称直径。

^b GB/T 228.1—2010 规定的最小值。

^c 当过渡圆弧 r 、夹持端长度 h 为最小值，而平行长度 $L_c = 5.5 d_o$ 为最小值时， L_t 亦为最小值。

注：与其他试样类型相比，使用该试样类型可能降低延伸率测量结果。

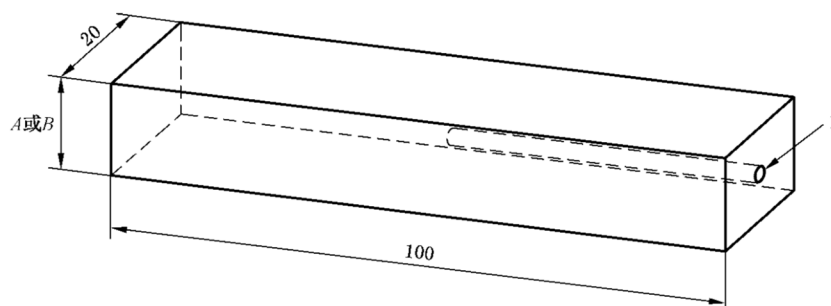
附录 B
(资料性附录)

钢在不同试样尺寸和试验温度下在酒精和液氮中的冷却曲线实例

B.1 测定图 B.2~图 B.4 中冷却曲线的中空试样如图 B.1 所示。通过这些曲线可以确定要求的冷却时间。

B.2 如果使用气态冷却介质,冷却时间应更长。

注: 在使用酒精时需要关注健康和安全的,其使用在密闭环境中进行。



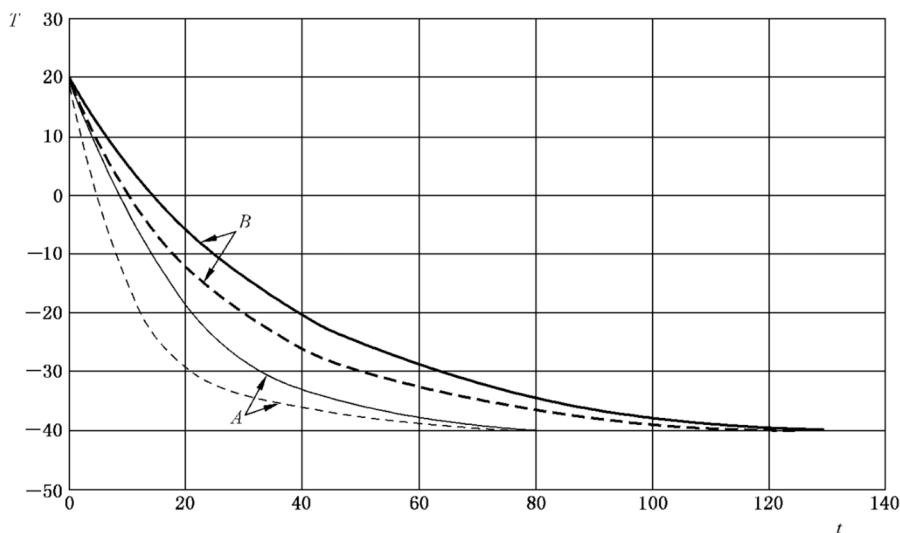
说明:

1 —— 热电偶孔;

A —— 试样厚度:5 mm;

B —— 试样厚度:15 mm。

图 B.1 中空试样图



说明:

A —— 试样厚度:5 mm;

B —— 试样厚度:15 mm;

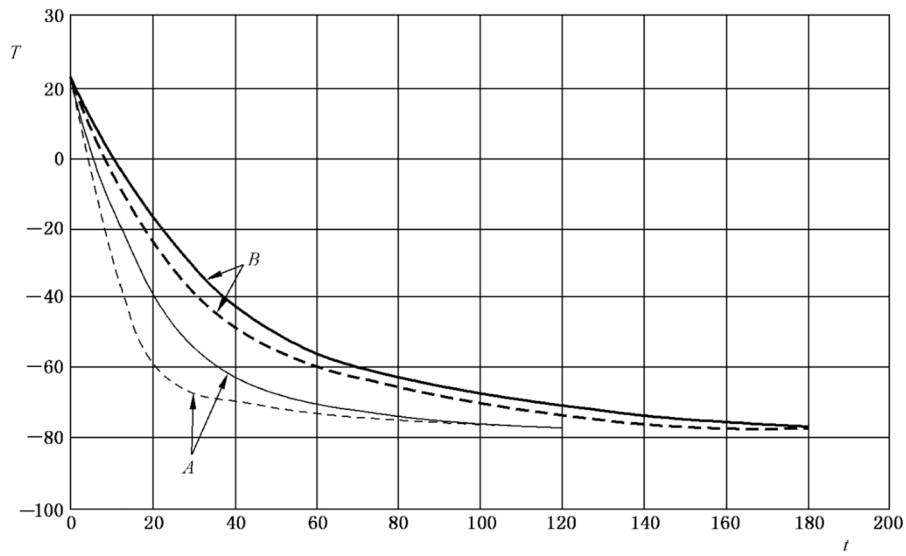
T —— 温度,单位为摄氏度(°C);

t —— 时间,单位为秒(s);

--- 试件表面;

— 试件中心。

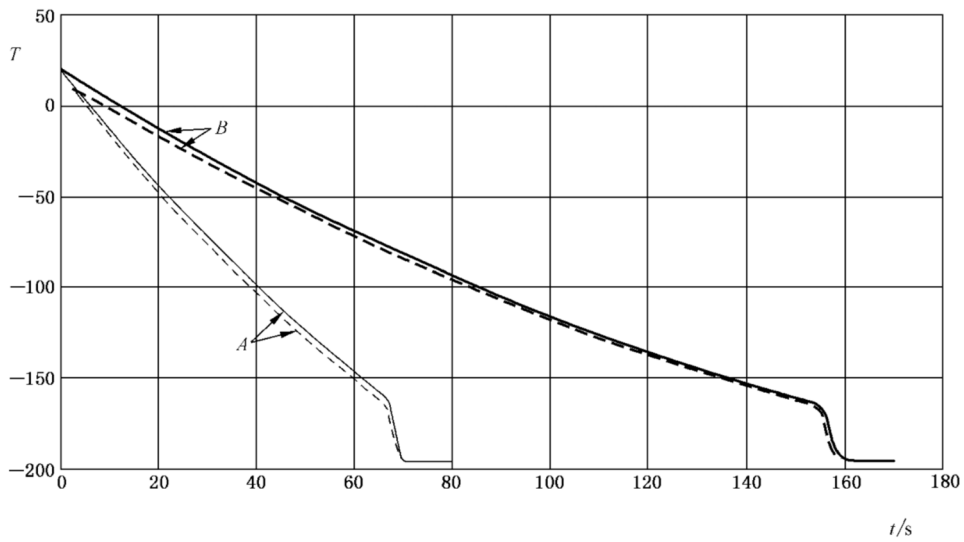
图 B.2 中空试样在-40 °C 酒精溶液中的冷却曲线



说明：

- A —— 试样厚度：5 mm；
- B —— 试样厚度：15 mm；
- T —— 温度，单位为摄氏度(°C)；
- t —— 时间，单位为秒(s)；
- 试件表面；
- 试件中心。

图 B.3 中空试样在 -78 °C 酒精溶液中的冷却曲线



说明：

- A —— 试样厚度：5 mm；
- B —— 试样厚度：15 mm；
- T —— 温度，单位为摄氏度(°C)；
- t —— 时间，单位为秒(s)；
- 试件表面；
- 试件中心。

图 B.4 中空试样在 -196 °C 液氮中的冷却曲线

附 录 C
(资料性附录)
测量不确定度

按照 ISO 6892-1:2009^[5] 附录 J 及如下资料评定试验结果的测量不确定度。

在 ISO 6892-1:2009 表 J.1 基础上增加温度,冷却介质类型和应变速率三个新的参数形成了表 C.1。研究发现试验温度的改变和冷却介质的不同会对试验结果产生显著的潜在影响。应变速率的影响与在室温条件下相当。因此,在计算测量不确定度时应考虑试验温度、应变速率的变化及冷却介质的类型造成的影响分量。试验温度、冷却介质、应变速率可以影响的材料性能指标见表 C.1。

表 C.1 试验结果不确定度的影响因素

参数	试验结果					
	R_{eH}	R_{eL}	R_m	R_p	A	Z
载荷	√	√	√	√	—	—
延伸	—	—	—	√	√	—
标距	—	—	—	√	√	—
S_o	√	√	√	√	—	√
S_u	—	—	—	—	—	√
温度	√	√	√	√	√	√
应变速率	√	√	√	√	√	√
液态冷却介质/ 气态冷却介质	—	—	√	√	√	√
注：“√”表示相关，“—”表示无关。						

对表 C.1 所列试验结果不确定度的计算,与试验设备相关的不确定度可能源于测定试验结果的设备的校准证书,见 ISO 6892-1:2009 中 J.3。但是,试验温度、应变速率和冷却介质类型对试验结果不确定度的影响,应由试验来确定,因为这些不确定度分量与试验材料强相关。基于这个原因,现在还不能提供试验温度、应变速率和冷却介质类型对不确定度计算的预测值实例。

评定试验结果的扩展不确定度所需的不确定度分量的测定、合并计算和表征方法参见 ISO 6892-1:2009 附录 J。

参 考 文 献

- [1] GB/T 228.2 金属材料 拉伸试验 第2部分:高温试验方法
 - [2] GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定
 - [3] GB/T 17600.1 钢伸长率换算 第1部分:碳素钢和低合金钢
 - [4] GB/T 17600.2 钢伸长率换算 第2部分:奥氏体钢
 - [5] ISO 6892-1:2009 Metallic materials—Tensile testing—Part 1: Method of test at room temperature
 - [6] Tension and Compression Testing at Low Temperatures, ASM Handbook Vol 8, p 164
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
金属材料 拉伸试验
第 3 部分:低温试验方法
GB/T 228.3—2019

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址:www.spc.org.cn

服务热线:400-168-0010

2019 年 7 月第一版

*

书号: 155066 · 1-62946

版权专有 侵权必究



GB/T 228.3-2019