



中华人民共和国国家标准

GB/T 10120—1996

金属应力松弛试验方法

Metallic materials—Stress relaxation test

1996-09-27 发布

1997-03-01 实施



国家技术监督局 发布

目 次

前言	Ⅲ
1 范围	1
2 引用标准	1
3 原理	1
4 术语及定义	1
5 符号	3
6 试样	3
7 试验设备	5
8 试验程序	6
9 试验数据处理	6
10 试验报告	7
11 附录 A(标准的附录)预应力钢材拉伸应力松弛试验试样、试验程序及数据处理	8

前 言

本标准非等效采用 ASTM E328—86(91)《材料和结构应力松弛试验方法》。

本标准考虑并结合国内具体情况,在技术内容上与 ASTM E328—86(91)有较大差异,未包括 ASTM E328—86(91)的 B 篇“压缩应力松弛试验”和 D 篇“扭转应力松弛试验”的技术内容。

本标准此次修订,对下列重要技术方面进行了修改和补充:术语定义、试验程序、试验数据处理和附录 A。

本标准从实施之日起代替 GB 10120—88。

本标准附录 A 是标准的附录。

本标准由中华人民共和国冶金工业部提出。

本标准由全国钢标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:冶金工业部钢铁研究总院、国家建筑钢材质量监督检验中心、新华金属制品有限公司。

本标准主要起草人:梁新邦、李久林、张克球、段建华、王敬宜。

本标准 1988 年 12 月首次发布,1995 年 12 月第一次修订。

中华人民共和国国家标准

金属应力松弛试验方法

Metallic materials—Stress relaxation test

GB/T 10120—1996

代替 GB 10120—88

1 范围

本标准规定了金属材料应力松弛试验的原理、术语及定义、符号、试样、试验设备、试验程序、试验数据处理及试验报告。

本标准适用于测定金属材料的室温和高温($\leq 1\ 000\text{℃}$)拉伸和弯曲应力松弛性能。温度超过 $1\ 000\text{℃}$ 时,其试验要求可通过协商确定。

注:预应力钢材的试样、试验程序及数据处理见附录 A(标准的附录)。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 10623—89 金属力学性能试验术语

JJ G 141—83 工作用铂铑 10-铂热电偶检定规程

JJ G 351—84 工作用镍铬-镍硅、镍铬-考铜热电偶检定规程

3 原理

在规定温度下,对试样施加试验力,保持初始应变、变形或位移恒定,测定应力随时间变化的关系。

4 术语及定义

本标准使用的术语及定义如下:

- 4.1 约束条件:试验期间保持试样总应变(总变形或总位移)量恒定不变。
- 4.2 应力松弛:在规定温度和规定约束条件下金属材料的应力随时间而减少的现象。
- 4.3 初始应力(σ_0):应力松弛试验开始时对试样施加的应力。
- 4.4 初始试验力(F_0):应力松弛试验开始时对试样施加的力。
- 4.5 零时间(τ_0):施加全部试验力或达到规定约束条件试验开始的时间[见图 1(a)和(b)]。
- 4.6 初始试验力保持时间(τ_b):试验开始前保持初始试验力恒定的时间[见图 1(b)]。
- 4.7 剩余应力(σ_r):应力松弛试验中任一时间试样上所保持的应力。
- 4.8 剩余试验力(F_r):应力松弛试验中任一时间试样上所保持的力。
- 4.9 松弛应力(σ_{re}):应力松弛试验中任一时间试样上所减少的应力,即初始应力与剩余应力之差。
- 4.10 松弛力(F_{re}):应力松弛试验中任一时间试样上所减少的力,即初始试验力与剩余试验力之差。
- 4.11 松弛率(R):松弛应力(或松弛力)与初始应力(或初始试验力)之比的百分率。
- 4.12 应力松弛曲线:剩余应力或松弛应力与试验时间的关系曲线(见图 2)。
- 4.13 应力松弛速率(V_r):应力松弛曲线在任一时间上其斜率的绝对值(见图 2)。

国家技术监督局 1996-09-27 批准

1997-03-01 实施

4.14 与本标准有关的其他术语及定义见 GB 10623。



图 1 应力松弛试验的零时间和初始试验力保持时间



5 符号

本标准使用的符号、名称及单位如下：

6 试样

- 6.1 切取样坯的部位、方向和数量应按相关产品标准或协议的规定。
- 6.2 切取样坯和制备试样的方法不应影响材料的金相组织和力学性能。
- 6.3 机加工的拉伸应力松弛试样推荐采用直径 10 mm、标距 100 mm 的圆形横截面试样，见图 3。试样头部的形状和尺寸可根据引伸计结构和试样夹持方式设计。

表 1

符 号	名 称	单 位
L_0	拉伸松弛试样的标距或环状松弛试样在初始位移时的压痕间距	mm
L	拉伸松弛试样长度或环状松弛试样试验前的压痕间距	
L_r	环状松弛试样在规定试验时间去除楔块后的压痕间距	
Δ_0	环状松弛试样初始位移	
S_0	拉伸松弛试样横截面积	mm ²

表 1(完)

符 号	名 称	单 位
A	系数(图 4 试样 $A=0.000\ 583$)	mm^{-1}
σ	应力	MPa
σ_0	初始应力	
σ_r	剩余应力	
σ_{re}	松弛应力	
E_t	高温弹性模量	MPa
F	力	N
F_0	初始试验力	
F_r	剩余试验力	
F_{re}	松弛力	
τ	试验时间	h, min
τ_0	零时间	
τ_h	初始试验力保持时间	
τ_i	试验中任一时间	
ν_r	应力松弛速率	MPa/h
R	松弛率	%
t	温度	℃

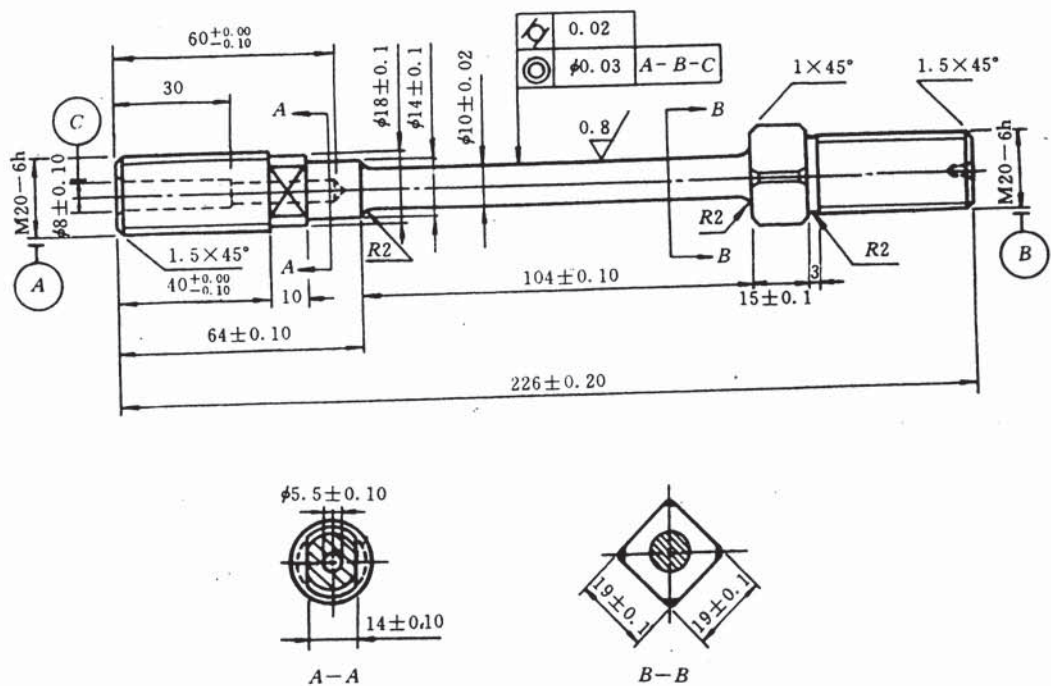
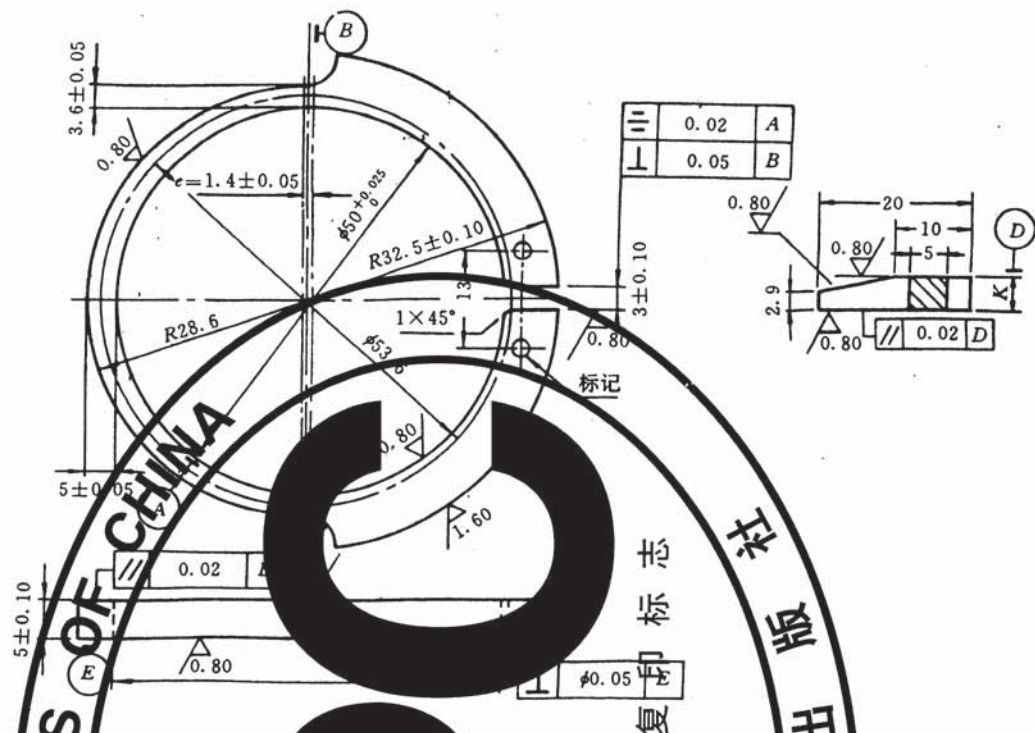


图 3 拉伸应力松弛试样



6.4 弯曲应力松弛试样推荐使用弯矩环试样,见图4。楔块材料一般应与试样材料相同。楔块厚度 K 由初始应力确定。测量试样位置的标记应用维氏硬度压头压出。为保证长期试验时压痕清晰,可在试样标记处固定或镶嵌耐热材料,试验后压出。两压痕标记的中心连线应与直径 $\phi 53.6$ mm 的圆相切,其偏差不应超过 ± 1 mm,并

6.5 经协商,可采用其他形状和尺寸的试样。但只有形状和尺寸相同的试样得到的试验数据才具有可比性。

7 试验设备

7.1 试验机

7.1.1 拉伸应力松弛试验机应具有试样准确的拉伸试验力,试验机力的示值误差不应超过 $\pm 1\%$ 。试验机力的同轴度不应大于试验机额定力的 0.1% 。试验机应定期校验。

7.1.2 拉伸应力松弛试验机应具有连续自动调节试验力的装置,以便在试验期间保持试样的初始应变或变形或标距恒定。

7.1.3 试验机应安装在无外来冲击、振动和温度稳定的环境中。

7.2 加热装置

加热装置应能将试样加热至规定温度,并能在试验期间保持温度恒定,温度偏差和温度梯度应符合表2要求。

表 2

℃

温度范围	温度偏差	温度梯度
<900	± 3	3
900~1 000	± 4	4

7.3 温度测量仪器

7.3.1 温度测量仪器误差不应超过 $\pm 1^\circ\text{C}$,分辨率不应大于 0.5°C ,并应定期校验。

7.3.2 测温热电偶应符合 JJ G141 或 JJ G351 中 2 级热电偶要求。热电偶冷端温度应保持恒定,偏差不超过 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 。

7.4 测量工具

7.4.1 测量试样横截面尺寸的量具最小分度值不应大于 0.01 mm 。

7.4.2 测量压痕间距的量具最小分度值不应大于 0.001 mm 。

8 试验程序

8.1 高温拉伸应力松弛试验

8.1.1 应在试样标距两端及中部各固定一支热电偶测量温度,在经证明能满足表 2 中所规定的试验温度时,热电偶的数量可适当减少。热电偶测量端应与试样表面良好热接触,并应避免加热炉壁的直接热辐射。

8.1.2 在升温期间应对试样施加预拉伸力,预拉伸力不超过初始应力的 10%,并且不大于 10 MPa 。

8.1.3 将试样加热至规定温度的时间一般为 $1\text{ h}\sim 8\text{ h}$,在加热过程中不得超过规定的温度范围,保温时间一般为 $8\text{ h}\sim 24\text{ h}$ 。加热及保温总时间应以温度达到充分稳定为准。

8.1.4 温度达到充分稳定后,应迅速而无冲击地施加试验力,施加全部初始试验力的时间不应超过 10 min 。在零时间应即使试样的初始总应变或总变形保持恒定。为此,应在施加试验力过程中不断调节总应变或总变形恒定控制系统,以保证在零时间处于平衡状态。在试验期间试样应变的波动应控制在 $\pm 2.5\times 10^{-5}\text{ mm/mm}$ 以内。

8.1.5 在整个试验期间,试样的温度应控制在表 2 规定范围内。

8.1.6 连续或定时记录试验力和温度,并监测试样的初始总应变或总变形。采用定时记录时,测量间隔应保证明确地绘出应力松弛曲线。如无其他规定,建议按下列时间间隔进行记录: 5 min 、 10 min 、 30 min 、 1 h 、 2 h 、 4 h 、 8 h 、 16 h 、 24 h ,以后每隔 24 h 记录一次,直至试验结束。

8.2 高温弯曲应力松弛试验

8.2.1 根据规定的初始应力,按公式(1)计算初始位移 Δ_0 :

$$\Delta_0 = \frac{\sigma_0}{AE_i} \quad \dots\dots\dots (1)$$

8.2.2 在室温(20 ± 5) $^\circ\text{C}$ 下测量和记录试样压痕间距 L ,然后打入楔块对试样施加位移,直至压痕间距达到按式(2)计算的 L_0 值。施加 L_0 的值应准确,偏差不超过 $\pm 0.01\text{ mm}$ 。

$$L_0 = L + \Delta_0 \quad \dots\dots\dots (2)$$

8.2.3 将试样置于恒温装置内,经一定时间间隔取出试样,冷却至室温后,除去楔块,测量并记录两压痕间距 L_1 。

8.2.4 重新打入楔块,保持 L_0 值。重复 8.2.3 的试验程序,得到不同时间间隔的 $L_2, L_3, L_4, \dots, L_t, \dots$ 。

8.2.5 测量压痕间距变化的时间间隔应保证能明确地绘出应力松弛曲线。

9 试验数据处理

9.1 用式(3)计算环状弯曲应力松弛试样的剩余应力:

$$\sigma_r = AE_i(L_0 - L_t) \quad \dots\dots\dots (3)$$

9.2 可以绘制剩余应力或松弛应力与时间或对数应力与时间的关系曲线;也可以绘制对数应力与对数时间的关系曲线。

9.3 为了比较材料的相对松弛特性,可以绘制松弛率与时间的关系曲线。

9.4 可以将应力松弛曲线的第二阶段曲线部分延长,对试验数据进行外推。对于高温应力松弛试验,外推时间一般不超过试验时间的 3 倍,外推时,对于材料在时间、温度及应力作用下的组织变化应予以充

分考虑。

10 试验报告

试验报告应包括如下内容：

- a) 试验材料种类及标志；
- b) 热处理制度及组织状态；
- c) 试验机型号；
- d) 试样形状、尺寸及编号；
- e) 试验温度；
- f) 初始应力(或初始试验力)；
- g) 初始试验力保持时间；
- h) 试验时间；
- i) 试验数据、曲线及外推方法；
- j) 规定试验时间的应力松弛性能(例如应力松弛速率、松弛应力、松弛率等)；
- k) 试验中异常现象；
- l) 试验日期、单位及试验者。

附录 A

(标准的附录)

预应力钢材拉伸应力松弛试验试样、试验程序及数据处理

A1 试样

A1.1 试样应从预应力钢材制品规定部位切取。试样在试验前,不应经受应力和冷、热加工处理。如相关产品标准允许,可以校直试样。

A1.2 试样标距应由相关产品标准规定。如无规定,建议试样标距不少于直径的 60 倍。如这一标距超过引伸计或试验机的能力,至少应为直径的 40 倍。

A2 试验程序

A2.1 试验温度应为 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 。试样应置于试验环境中足够的时间,确认达到温度平衡后施加初始试验力。

A2.2 初始试验力应按相关产品标准或协议的规定。

A2.3 除非相关产品标准或协议另作规定,应在 3 min~5 min 内均匀地施加全部初始试验力。在加力过程中不应超过初始试验力。初始试验力保持时间为 1 min。保持时间结束点作为零时间,在零时间应立即保持初始总应变或标距恒定。在试验期间试样应变的波动应控制在 $\pm 5 \times 10^{-6}$ mm/mm 以内。

A2.4 连续或定时记录试验力和试验温度,必要时监测试样的初始总应变或标距。采用定时记录时,如无其他规定,建议按下列时间间隔记录:1 min、3 min、6 min、9 min、15 min、30 min、45 min、1 h、1.5 h、2 h、4 h、8 h、10 h、24 h,以后每隔 24 h 记录一次,直至试验结束。

A3 试验数据处理

A3.1 达到规定试验时间的松弛率按式(A1)计算:

$$R(\%) = \frac{F_0 - F_t}{F_0} \times 100 \quad \dots\dots\dots (A1)$$

A3.2 为了比较材料的相对松弛特性,可以绘制松弛率与对数时间或对数松弛率与对数时间的关系曲线。

A3.3 可以绘制剩余试验力或松弛力与时间或对数时间的关系曲线,或绘制对数剩余试验力或对数松弛力与对数时间的关系曲线。

A3.4 可以采用试验数据的线性回归分析方法对试验数据进行推算。推算 1 000 h 的应力松弛性能时,建议最短试验时间不少于 100 h。