**ICS 77.040.99**

**H23**





GB/Txxxx－xxxx

铜及铜合金弯曲应力松弛试验方法

Test method of the bending stress relaxation for copper and copper alloys

(送审稿)

20xx-xx-xx 发布

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

中 国 国 家 标 准 化 管 理 委 员 会

20xx-xx-xx 实施

**前 言**

**GB/Txxxx-xxxx**

本标准按照GB/T1.1-2009给出的规则起草。

本标准由中国有色金属工业协会提出。

本标准由全国有色金属标准化技术委员会(SAC/TC243)归口。

 本标准负责起草单位：

本标准主要起草人员：

铜及铜合金弯曲应力松弛试验方法

1 范围

本标准规定了铜及铜合金材料弯曲应力松弛试验方法的术语和定义、试验原理、试验设备、试样、环境、试验准备、试验步骤、试验报告。

本标准适用于厚度为0.1mm～1.0mm的铜及铜合金板带材在恒定应变条件下弯曲应力松弛性能测试。

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 8170 [数值修约规则与极限数值的表示和判定](http://www.gb688.cn/bzgk/gb/javascript%3Avoid%280%29)

GB/T 10623 金属材料 力学性能试验术语

GB/T 22315 金属材料 弹性模量和泊松比试验方法

GB/T 26303.3 铜及铜合金加工材外形尺寸检测方法 第3部分：板带材

GB/T 34505 铜及铜合金材料 室温拉伸试验方法

3 术语和定义

 GB/T 10623-2008界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

**弯曲应力 bending stress**

试样在单端弯曲状态下所产生的正应力。

3.2

**应力松弛 stress relaxation**

在规定温度及初始变形或位移恒定的条件下，金属材料的应力随时间而减小的现象。

[GB/T 10623-2008，定义3.26]

3.3

**初始应力 initial stress**

应力松弛试验开始时，达到规定的弯曲变形瞬间，试样产生的最大弯曲应力。

[GB/T 10623-2008，定义3.27]

3.4

**初始弯曲变形 initial deformation**

为了达到规定的弯曲应力，使试样产生的弹性弯曲变形。

3.5

**初始高度 initial reference height**

为了测试准备，在室温下，给予初始弯曲变形，卸载后，试样的负载点到基准面的高度。

3.6

**剩余应力 remaining stress**

应力松弛试验中任一时间试样上所保持的弯曲应力。

[GB/T 10623-2008，定义3.27]

3.7

**松弛应力 relaxed stress**

应力松弛试验中任一时间试样上所减小的弯曲应力。

[GB/T 10623-2008，定义3.29]

3.8

**永久应变 permanent strain**

与松弛应力相对应的应变。

3.9

**永久弯曲变形 permanent deformation**

应力松弛下造成的塑性弯曲变形。

3.10

**应力松弛率 stress relaxation ratio**

松弛应力和初始应力的百分比，以永久弯曲变形和初始弯曲变形的比率来表示。

4 试验原理

 铜及铜合金在长期应力及一定温度的作用下，保持一定的弯曲变形，随着时间的延长，其内部弹性应变会逐渐转变为塑性应变，从而引起应力松弛现象，是金属构件失效的一种重要形式。将试样加热至规定的温度，在此温度下保持恒定的弯曲变形，达到规定时间后除去试样负载，测定试样永久弯曲变形量。

5 试验设备

5.1试样夹持装置

试样夹持装置按照图1给出的方式进行设计。



图1 单端固定块式夹具

5.2 加热设备

恒温区温度波动小于5℃，温度精度优于±0.5℃。

5.3 变形测定装置

试样加热前后，在自由端负载位置测定永久弯曲变形，测量仪器的分辨率不低于10μm，使用金相显微镜或工具显微镜测定。

6 试样

6.1试样标准尺寸，宽10mm±0.05mm，长度100mm，长度可根据试验片的厚度、初期应力等进行适当的调整，试样长度方向平行于轧制方向。

6.2试样的截取和制样，取样过程应尽量避免过热和加工硬化对试验结果产生影响，必要时可以去除加工部位毛刺。

6.3试样应从平整度≤3mm/m的板带材上截取，平整度的检测按GB/T 26303.3的规定进行。

单位为毫米



说明：

 *t*——试样厚度；

 *b*——试样宽度；

 *l*——试样长度。

图2 试样示意图

**7 环境**

 试验测试环境温度应维持在23℃±5℃范围内，且测量永久弯曲变形时试样及夹具的温度需与测试环境温度达到一致。

**8 试验准备**

8.1 弯曲段长度*ls*

试样的弯曲段长度*ls*按公式（1）计算：

$l\_{s}=\sqrt{\frac{1.5×ε\_{0}×E×t}{σ}}$………………………………………………………（1）

式中：

 *ε*0——初始弯曲变形，单位为毫米(mm)；

 *σ*——初始应力，单位为兆帕(Mpa)；

 *t*——试样厚度，单位为毫米(mm)；

 *E*——弹性模量，单位为兆帕(MPa)；

 *ls*——弯曲段长度，单位为毫米(mm)。

8.2 初始应力*σ*

试样的初始应力规定为试样规定塑性延伸强度Rp0.2的80%，规定塑性延伸强度Rp0.2的测试按GB/T 34505的规定进行。

8.3 弹性模量*E*

弹性模量*E*的测定按照GB/T 22315的规定进行。

8.4 初始弯曲变形*ε0*

初始弯曲变形为4mm，经协商，初始弯曲变形也可采用其它值，只有初始弯曲变形相同时，应力松弛率才能相互比较。初始弯曲变形不应大于弯曲段长度的1/2。

8.5 初始高度的测量

将试样夹持在夹具上，在试样自由端规定位置给予初始弯曲变形，在室温下静置30s~35s后卸载，测定试样自由端负载点到基准面的高度，即为初始高度Hi。

9 **试验步骤**

9.1 试验温度为125℃或150℃，时间为24h、48h、96h、192h，经协商，温度和时间也可以使用其他值。时间的精度应在3%以内。

9.2 使用夹具将试样固定，并放入加热设备中。当温度到达规定温度的95%后开始计时。

9.3 到达规定试验时间后，将夹具从加热设备中取出，放到室温环境下。当试样冷却至室温后，卸除试样载荷，测量试样负载点到基准面的距离，即为应力松弛后高度Ht。

9.4 测量后，重新装上加载装置，使试样恢复至初始弯曲变形量，放入加热设备中重新加热至规定温度继续试验。

9.5 到达下一个规定试验时间，重复9.3、9.4的步骤。

**10 试验数据处理**

10.1 永久弯曲变形

各个时间下的永久弯曲变形εt根据公式（2）计算：

εt=Hi-Ht………………………………………………………………（2）

式中：

εt——永久弯曲变形，单位为毫米(mm)；

Hi——初始高度，单位为毫米(mm)；

Ht——应力松弛后高度，单位为毫米(mm)；

10.2 应力松弛率的计算

在各个加热时间下的应力松弛率根据公式（3）算出：

p=εt/ε0×100%………………………………………………（3）

式中：

 P——应力松弛率，单位为百分比（%）；

 εt——测试过后的试样，在取下装置后，发生的永久弯曲变形，单位为毫米（mm）；

 ε0——初始弯曲变形，单位为毫米（mm）。

应力松弛率数值按GB/T 8170 的规定修约至0.1%。

**11 试验报告**

试验报告应包含以下内容：

a）本标准编号；

b）材料名称；

c）抗拉强度；

d）规定塑性延伸强度；

e）材料厚度；

f）试验时间和温度；

g）弹性模量；

h）应力松弛率；

i）试验日期。

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_