**ICS 77.040.99**

**H23**





GB/Txxxx－xxxx

铜及铜合金弯曲应力松弛试验方法

Research and application of the bending stress relaxation test method for copper and copper alloys

(讨论稿)

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：宁波兴业盛泰集团有限公司、宁波兴业鑫泰新型电子材料有限公司、安徽鑫科铜业有限公司、北京有色金属研究总院、中铝华中铜业有限公司、山西春雷铜材有限责任公司、江西金品铜业科技有限公司、中色（宁夏）东方集团有限公司、国家铜冶炼及加工产品质量监督检验中心（山东）、凯美龙精密铜带（河南）有限公司、西北有色金属研究院。

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、方法原理、试验设备、试样、环境、试验方法、测试报告。

本标准适用于厚度为0.1～1.0mm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。

本标准不适合用特殊铜合金材料，如热镀、电镀、超薄、超厚等铜及铜合金材料弯曲应力松弛的测试。

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 34505-2017 铜及铜合金材料 室温拉伸试验方法

3 术语和定义

 GB/T 10623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**

试样单端在弯曲下所产生的表面最大应力。

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。

3.3

**初始应力 initial stress**

σi

在一定约束状态下，在应力松弛开始前，试样产生的弯曲应力。

3.4

**初始弯曲变形 initial set**

ε0

为了达到一定的弯曲应力，必要的试样弹性弯曲。

3.5

**初始高度 initial reference height**

Hi

为了测试准备，在室温下，加一定的弯曲应力，卸下装置后，试样的规定部位到基准面的高度。

3.6

**剩余应力 remaining stress**

σr

在规定的时间下，试样上剩余的弯曲应力。

3.7

**松弛应 力 relaxed stress**

σL

弯曲应力在松弛的情况下，所减少的弯曲应力。

3.8

**永久变形 permanent strain**

与松弛应力相对应的塑性变形。

3.9

**永久弯曲变形 permanent set**

应力松弛下造成的塑性变形。

3.10

**应力松弛率 stress relaxation ratio**

松弛应力和初始应力的百分比，以永久变形和初始变形的比率来表示。

4 方法原理

 铜及铜合金在长期应力及高温的作用下，若其总变形(总应变或总位移)保持不变，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。松弛稳定性是用在一定温度和应力作用下经过一定服役时间后剩余应力来表示，即剩余应力是初始应力的百分之几，称为应力松弛率。

5 试验设备

5.1试样夹持装置

试样固定部分

试样

契形块

位置调整块

基准面

测距长ls

图1 单端固定块式夹具

基准面

试样加载时

试样卸载时

测距长ls

永久变形

初始变形

Hi

Ht

试验夹具

位置调整螺丝

图2 单端固定螺丝式

5.2 加热设备

恒温槽或加热炉，炉膛内保温区温度变化小于5℃，温度准确度小于±0.5℃。

5.3 位移测定装置

试样加热前后，在自由端负载位置测定永久变形，使用分辨率不低于10μm的仪器测量，例如金相显微镜或工具显微镜。

6 试样

6.1试样标准尺寸，宽10±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）。

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，必要时可以使用砂纸打磨去除加工部位。

6.3试样应从平整度f≤3mm的板材上截取。

t

b

图3 试样示意图

说明：

 t：试样厚度

 b：试样宽度

**7 环境**

 试验测试环境温度应维持在23±5℃范围内，且测量高度时试样及夹具的温度需与测试环境温度达到一致。

**8 试验方法**

8.1 初始应力，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 34505-2017的规定进行。

8.2 测距长ls，测距长ls应当不小于初始弯曲变形ε0的2倍。

8.3 初始位移，试样的初始位移按公式（1）计算：

………………………………………………………（1）

式中：

 —初始位移，单位为毫米(mm)；

 —试样表面最大应力，单位为(N/mm2)；

 t —试样厚度，单位为毫米(mm)；

 E—弹性模量，单位为(N/mm2)；

 ls—测距长，单位为毫米(mm)。

8.4 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一定弯曲变形，在室温下静置30~35s后，卸下变形装置，测定试样自由端负载点到基准面的高度，即为初始高度Hi。

8.5 使用夹具将试样固定，并放入恒温槽或加热炉内。当温度到达设定温度的95%后开始计时。到达规定时间后，将夹具从恒温槽或加热炉中取出，放到常温处，并卸下变形装置。当试样冷却至常温后，测量试样负载点到基准面的距离，即为Ht。测量后，再将变形装置装上，使试样弯曲变形。再反复进行上述测试。各个时间下的每个永久弯曲变形量εt可根据公式（2）计算：

εt=Hi-Ht………………………………………………………………（2）

式中：

εt—永久弯曲变形量；

Hi—初始高度；

Ht—应力松弛后高度；

8.6 应力松弛率的计算

 在各个加热时间下的应力松弛率可根据公式（3）算出：

应力松弛率=εt/ε0\*100%………………………………………………（3）

式中：

 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）。

8.7 应力松弛数值按GB/T 8170 的规定修约至1%。

**9 测试报告**

除非另有规定，测试报告应至少包含如下内容：

a）材料名称；

b）抗拉强度；

c）规定塑性延伸强度；

d）厚度；

e）试样取样方向；

f）计算弯曲应力时的弹性模量；

g）试验时间和温度；

h）应力松弛率。

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