

中华人民共和国国家标准

GB/T 3952—2016
代替 GB/T 3952—2008

电工用铜线坯

Copper drawing stock for electrical purpose

2016-08-29 发布

2017-07-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会





前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 3952—2008《电工用铜线坯》，与 GB/T 3952—2008 相比，主要技术变化如下：

- 规范性引用文件中删除了 GB/T 238《金属材料 线材 反复弯曲试验方法》，增加了 YS/T 464《阴极铜直读光谱分析方法》和 GB/T 23606《铜氢脆检验方法》。
- 调整了 T2、TU2 牌号中杂质元素 Bi 的含量要求，其质量分数由 0.000 6% 改为 0.000 5%。
- 调整了 T3 牌号杂质总量要求，由 0.05% 改为 0.06%。
- 明确伸长率试验试样标距为 200 mm。
- 统一了铜粉量及扭断试验试样标距为 250 mm。
- 增加了铜线坯表面氧化膜指标要求，并附氧化膜测定方法，列为附录 C。
- 化学成分、电性能、铜粉量和氢脆取样数量由原来的每 15 卷或 30 t 改为每 15 卷或 60 t。
- 调整了无氧铜线坯氢脆试验方法，由附录 B 无氧铜线坯氢脆试验方法改为 GB/T 23606 铜氢脆检验方法。

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/TC 243)归口。

本标准负责起草单位：江西铜业股份有限公司、云南铜业股份有限公司、江苏江润铜业有限公司、铜陵有色股份铜冠电工有限公司。

本标准参加起草单位：宁波金田铜业(集团)股份有限公司、山东祥瑞铜材有限公司、山东亨圆铜业有限公司、中铝昆明铜业股份有限公司。

本标准主要起草人：危利民、肖洪量、李东林、朱先明、王克胜、汪建华、胡浙平、王永如、刘庆国、燕志富、陈忠良、殷杰、刘婉容、王金美、张勇、刘海峰、吴予才、李刚。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 3952.1—1989、GB/T 3952.2—1989、GB/T 3952.3—1989、GB/T 3952—1998、GB/T 3952—2008。
- GB/T 3954.1—1989。

电工用铜线坯

1 范围

本标准规定了电工用铜线坯的要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存、质量证明书及订货单(或合同)内容。

本标准适用于直径为 6.0 mm~35.0 mm,供进一步拉制线材或其他电工用铜导体的圆形截面铜线坯。

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 230.1 金属材料 洛氏硬度试验 第 1 部分:试验方法(A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T 标尺)

GB/T 3048.2 电线电缆电性能试验方法 第 2 部分:金属材料电阻率试验

GB/T 4909.2 裸电线试验方法 第 2 部分:尺寸测量

GB/T 4909.3 裸电线试验方法 第 3 部分:拉力试验

GB/T 4909.4 裸电线试验方法 第 4 部分:扭转试验

GB/T 5121(所有部分) 铜及铜合金化学分析方法

GB/T 23606 铜氢脆检验方法

YS/T 464 阴极铜直读光谱分析方法

3 要求

3.1 产品分类

3.1.1 牌号、状态、规格

铜线坯的牌号、状态、规格应符合表 1 的规定。

表 1 牌号、状态、规格

牌号	状态	直径/mm
T1, T2, T3	热轧(M20)	6.0~35.0
TU1, TU2	铸造(M07)	
		拉拔(硬)(H80)

3.1.2 标记示例

标记示例按牌号、状态、直径和标准编号的顺序表示,标记示例如下:

示例 1:牌号为 T1、热轧(M20)状态、直径为 8.0 mm 的铜线坯标记为:

铜线坯 T1 M20 ϕ 8.0 GB/T 3952—2016

示例 2:牌号为 TU2、拉拔(硬)(H80)状态、直径为 10.0 mm 的铜线坯标记为:

铜线坯 TU2 H80 ϕ 10.0 GB/T 3952—2016

3.2 化学成分

3.2.1 T1、TU1 牌号铜线坯的化学成分应符合表 2 的规定,并且 T1 的氧含量应不大于 0.040%,TU1 的氧含量应不大于 0.001 0%。

表 2 T1、TU1 牌号铜线坯的化学成分

元素组	杂质元素	质量分数/% ,不大于	元素组总质量分数/% ,不大于	
1	Se	0.000 2	0.000 30	0.000 3
	Te	0.000 2		
	Bi	0.000 2		
2	Cr	—	0.001 5	
	Mn	—		
	Sb	0.000 4		
	Cd	—		
	As	0.000 5		
	P	—		
3	Pb	0.000 5	0.000 5	
4	S	0.001 5	0.001 5	
5	Sn	—	0.002 0	
	Ni	—		
	Fe	0.001 0		
	Si	—		
	Zn	—		
	Co	—		
6	Ag	0.002 5	0.002 5	
杂质总量,质量分数/% ,不大于		0.006 5		
注:杂质总量为表中所列杂质元素实测值之和。				

3.2.2 T2、TU2 牌号铜线坯的化学成分应符合表 3 的规定,并且 T2 的氧含量应不大于 0.045%,TU2 的氧含量应不大于 0.002 0%。

表 3 T2、TU2 牌号铜线坯的化学成分

质量分数/%										
Cu+Ag 不小于	杂质元素,不大于									
	As	Sb	Bi	Fe	Pb	Sn	Ni	Zn	S	P
99.95	0.001 5	0.001 5	0.000 5	0.002 5	0.002	0.001 0	0.002 0	0.002	0.002 5	0.001
注:表中 Cu+Ag 含量为直接测得值。										

3.2.3 T3 牌号铜线坯的化学成分应符合表 4 的规定,并且 T3 的氧含量应不大于 0.05%。

表 4 T3 牌号铜线坯的化学成分

质量分数/%													
Cu+Ag 不小于	杂质元素,不大于												
	As	Sb	Bi	Fe	Pb	Sn	Ni	Zn	S	P	Cd	Mn	杂质总和
99.90	—	—	0.002 5	—	0.005	—	—	—	—	—	—	—	0.06
注 1: 杂质总量为表中所列杂质元素实测值之和。													
注 2: 表中 Cu+Ag 含量为直接测得值。													

3.3 尺寸及其允许偏差

3.3.1 铜线坯的直径及其允许偏差应符合表 5 的规定。

表 5 直径及其允许偏差

单位为毫米

公称直径	6.0~6.35	>6.35~12.0	>12.0~19.0	>19.0~25.0	>25.0~35.0
允许偏差	+0.5 -0.25	±0.4	±0.5	±0.6	±0.8

3.3.2 铜线坯应成卷供应,每卷应为连续一根,不允许焊接。最小卷重应不低于 1 t,但允许双方协商确定交货重量。

3.4 表面质量

3.4.1 铜线坯应圆整,尺寸均匀(符合 3.3.1 的规定),并且不需经酸洗和扒皮,直接使用。

3.4.2 铜线坯表面不应有皱边、飞边、裂纹、夹杂物及其他影响使用的缺陷。

3.4.3 用于漆包线的铜线坯,表面质量由供需双方协商,并在合同中注明,氧化膜厚度应不大于 75 nm。

3.5 力学性能

铜线坯的力学性能应符合表 6 的规定;H80 态的铜线坯充分退火后应能满足表 6 中相应牌号 M07 态产品的伸长率要求。

表 6 抗拉强度和伸长率

牌号	状态	直径/mm	抗拉强度/MPa 不小于	伸长率/% 不小于
T1	热轧(M20)	6.0~35	—	40
T2			—	37
T3			—	35
TU1	铸造(M07)		—	40
TU2			—	37
TU1、TU2	拉拔(硬) (H80)	6.0~7.0	370	2.0
		>7.0~8.0	345	2.2

表 6 (续)

牌号	状态	直径/mm	抗拉强度/MPa 不小于	伸长率/% 不小于
TU1、TU2	拉拔(硬) (H80)	>8.0~9.0	335	2.4
		>9.0~10.0	325	2.8
		>10.0~11.0	315	3.2
		>11.0~12.0	290	3.6

3.6 扭转性能

直径为 6.0 mm~10.0 mm 的(M20、M07 状态)铜线坯应进行扭断试验,不同牌号的铜线坯扭转性能应符合表 7 的规定。

表 7 铜线坯的扭转性能

牌号	状态	正转转数	反转至断裂的转数,不少于
T1	热轧(M20)	25	25
T2		25	20
T3		25	17
TU1	铸造(M07)	25	25
TU2		25	20

3.7 电性能

3.7.1 铜线坯采用 4.6.3 规定制备的试样,铜线坯的电阻率应符合表 8 的规定。

3.7.2 铜线坯采用 4.6.2 规定制备的试样,其电阻率应符合表 8 中相应牌号 M(M07 或者 M20)态的规定。

表 8 电阻率

牌号	状态	质量电阻率 ρ_{20} $\Omega \cdot g/m^2$, 不大于	体积电阻率 ρ_{20} $\Omega \cdot mm^2/m$, 不大于
T1	热轧(M20)	0.151 76	0.017 070
T2、T3		0.153 28	0.017 241
TU1	铸造(M07)	0.151 76	0.017 070
TU2		0.153 28	0.017 241
TU1	拉拔(硬)(H80)	0.155 61	0.017 504
TU2		0.157 98	0.017 774

3.8 铜线坯的其他要求

3.8.1 铜粉量

用连铸连轧法生产的铜线坯,若用户有要求,并在合同中注明,参照附录 A 的方法进行铜粉量测试

(仅适用于 $\phi 8$ mm 的铜线坯)。对于漆包线用铜线坯,铜粉量应不大于 8 mg/250 mm;其他用铜线坯应不大于 15 mg/250 mm。

3.8.2 氢脆

TU1 牌号、TU2 牌号铜线坯,用于非常规的电线电缆、电磁线等有特殊要求的领域(对氧含量有严格的限制),若用户有要求,并在合同中注明,需要作氢脆试验。氢脆试验应按照 GB/T 23606 的方法进行,TU1 牌号的产品应能经受住最少 10 次反复弯曲而不会断裂成两段;TU2 牌号的产品应能经受住最少 8 次反复弯曲而不会断裂成两段。

3.8.3 退火性能

若用户对 T3 牌号铜线坯的退火性能有要求,并在合同中注明,可参照附录 B 的方法进行退火性能试验,并在供货质量证明书中注明该批产品的退火性能。[所测试的洛氏硬度(F 级)如果小于 60 HRF,则认为是完全退火的,60 HRF~70 HRF 是中等退火的,高于 70 HRF 则属于低退火的。]

4 试验方法

4.1 化学成分

铜线坯的化学成分分析方法可按 GB/T 5121(所有部分)或 YS/T 464 的规定进行,仲裁分析方法应按 GB/T 5121(所有部分)的规定进行。

4.2 尺寸测量

铜线坯的尺寸测量方法应按 GB/T 4909.2 的规定进行。

4.3 表面质量

铜线坯的表面质量用目视检查,表面氧化膜检测试验参照附录 C 进行。

4.4 力学性能

铜线坯的室温拉伸试验应按 GB/T 4909.3 的规定进行,试样采用 200 mm 的标距。

4.5 扭转性能

扭断试验应按 GB/T 4909.4 的规定进行,试样标距长度为 250 mm,扭转速度为 30 r/min(速度偏差 $\pm 10\%$ 以内)。

4.6 电性能

4.6.1 铜线坯电阻率测试方法应按 GB/T 3048.2 的规定进行。

4.6.2 电阻率试验应按下述方法制备试样:试样经清洗并加工至直径为 2 mm,去油污,经 500 °C~550 °C 保护性气氛中退火 30 min,然后在同一保护性气氛中快速冷却或在空气中快速转移到水中冷却。

4.6.3 电阻率试验也可在未经进一步加工和退火的铜线坯试样上直接进行,若体积电阻率测试方法重现性不好或偏差过大,可采用质量电阻率测试方法。

4.7 铜粉量

铜线坯铜粉量的检测参照附录 A 的方法进行,或按供需双方协商确定的方法进行。

4.8 氢脆

无氧铜线坯氢脆试验方法应按 GB/T 23606 的规定进行。

4.9 退火性能

铜线坯的退火性能试验参照附录 B 的方法进行,或按供需双方协商确定的方法进行。

5 检验规则

5.1 检查和验收

5.1.1 铜线坯应由供方质量监督部门进行检验,保证产品质量符合本标准或订货单(或合同)的规定,并填写质量证明书。

5.1.2 需方可对收到的产品按本标准的规定进行检验,如检验结果与本标准的规定不符时,应在收到产品之日起 30 d 内向供方提出,由供需双方协商解决。如需仲裁,仲裁取样由供需双方共同进行。

5.2 组批

铜线坯应成批提交验收,每批应由同一牌号、状态和规格的铜线坯组成。

5.3 检验项目

5.3.1 每批铜线坯应进行化学成分、尺寸偏差、力学性能、扭转性能、电性能和表面质量的检验。

5.3.2 当用户要求并在合同中注明时,可进行铜粉量、退火性能及氢脆的检验。

5.4 仲裁取样与制样

5.4.1 取样

根据不同的检验项目,每批铜线坯应采用表 9 规定的按卷数或重量两种方法计算取样数量,以取样数量多者确定为最终取样方法,并以此方法确定出取样数量,从该批铜线坯中随机抽取相应数量的样品。

表 9 取样数量

检验项目		取样数量	要求的章条号	试验方法的章条号
化学成分	氧含量	每 5 卷或 20 t 取一个样	3.2	4.1
	其他元素含量	每 15 卷或 60 t 取一个样	3.2	4.1
尺寸偏差		逐卷检查	3.3	4.2
表面质量		逐卷检查	3.4	4.3
力学性能		逐卷检查	3.5	4.4
扭转性能		逐卷检查	3.6	4.5
电性能		每 15 卷或 60 t 取一个样	3.7	4.6
铜粉量		每 15 卷或 60 t 取一个样	3.8.1	4.7
氢脆			3.8.2	4.8
退火性能			3.8.3	4.9

5.4.2 制样

化学成分分析用试样制备,首先应去掉样品表皮,采用机加工方式将样品制备成屑样。加工过程中不得使用润滑剂,且应保持材料不被氧化。将该批各个样品制成的屑样取等量合并成一个大样,大样的总量不得少于 600 g;将大样充分混匀,用磁铁除净加工时带入的铁。用缩分法等分成 4 份,一份留供方,一份交需方,一份供仲裁分析用,一份备用。

5.5 检验结果的判定

5.5.1 化学成分、电性能不合格时,判该批为不合格品;力学性能、扭转性能、表面质量和尺寸偏差不合格时,判该卷为不合格品。

5.5.2 铜粉量、氢脆、退火性能与本标准或订货单(或合同)不符时,应从该批产品(包括原检验不合格的那卷产品)中另取双倍数量的试样进行重复试验。重复试验结果全部合格,则该批产品符合合同协议规定要求,若重复试验结果仍有试样不合格,则判该批产品不合格或逐卷检验,合格者组批交货。

6 标志、包装、运输、贮存和质量证明书

6.1 标志

在每卷检验合格的铜线坯上应附有以下内容的标签:

- a) 生产厂名称;
- b) 产品商标;
- c) 产品牌号、状态、规格;
- d) 净重;
- e) 批号;
- f) 生产日期。

6.2 包装

6.2.1 铜线坯应成卷包装,捆扎良好。

6.2.2 应有防潮、防污染及防机械损伤措施。

6.2.3 允许双方协议规定包装方法。

6.3 运输、贮存

在存放、搬运和运输过程中,应注意保护铜线坯免受机械损伤,防止铜线坯受潮及受到腐蚀物质的侵蚀。

6.4 质量证明书

每批铜线坯应附有产品质量证明书,注明:

- a) 生产厂名称;
- b) 产品名称;
- c) 产品牌号、状态、规格;
- d) 批号;
- e) 净重和件数;
- f) 各项检验结果和技术监督部门印记;
- g) 本标准编号;

h) 出厂日期。

7 订货单(或合同)内容

订购本标准所列材料的订货单(或合同)内应包括下列内容:

- a) 产品名称;
- b) 牌号、状态、规格;
- c) 重量;
- d) 是否进行铜粉量或退火性能或氢脆检验;
- e) 本标准编号;
- f) 其他。

附录 A
(资料性附录)

电工用铜线坯 铜粉量测定 干刷法

A.1 范围

本附录规定了连铸连轧电工用铜线坯表面铜粉量的测定方法。

本附录仅适用于 $\phi 8$ mm 连铸连轧电工用铜线坯表面铜粉量的测定。

A.2 试样的制备

A.2.1 剪切一段 300 mm~350 mm 长,经表面质量检验合格的铜线坯样品,轻轻校直,用无水乙醇或其他有机溶剂认真清洗干净铜线坯表面的保护蜡涂层和残留乳化液,用透明胶带把样品两端头各 25 mm~50 mm 长的部分缠绕起来,使两胶带间的铜线坯间距为 250 mm。

A.2.2 用天平对缠有胶带的铜线坯样品进行称重并加以记录(单位为 g,精确到小数点后 4 位)。

A.3 试验

A.3.1 把样品插入扭转试验机,两夹头的夹持部分为透明胶带缠绕的两端头,对样品进行 10/10 的正反扭转,扭转速度设定为 30 r/min(速度偏差 $\pm 10\%$ 以内),完成后用软刷子轻轻刷擦样品,彻底清除干净样品间距上的所有粉粒。

A.3.2 从试验机上取出的样品应避免污染,若发现胶带已脱落,应从夹头中取下胶带,胶带上的铜粉应保留。

A.3.3 若称重铜线坯有困难时,也可在扭转试验机夹头下方放置一个略长于 250 mm 洁净的瓷盘,让扭转试验中脱落的铜粉粒全部落入洁净的瓷盘,扭转完成后,用软刷子轻轻刷擦样品,彻底清除干净样品间距上的所有粉粒,使之全部落入洁净的瓷盘内。

A.4 计算

A.4.1 在天平上称量步骤 A.3.2 所得缠有胶带并经刷擦干净的样品重量,进行记录。

A.4.2 用步骤 A.2.2 所得的重量减去步骤 A.4.1 所得的重量记录下差值来判定。

A.4.3 也可用 A.3.3 步骤瓷盘收集的铜粉单独称重来判定。

A.4.4 推荐用相同的方法测试 3 次取平均值作为最终测试值。

附录 B

(资料性附录)

铜线坯的退火性能试验方法

B.1 范围

本附录规定了铜线坯的退火性能试验方法。

本附录适用于铜线坯的退火性能的检验。

B.2 试样的制备

B.2.1 在—批铜线坯产品中,每 60 t 从线卷的端头切取经 3.4.2 检验合格的适当长度的线坯样品。

B.2.2 样品在冷轧设备上冷轧成扁平断面,厚度为原线坯直径的 30%,不要求轧边。

B.2.3 把冷轧后的扁试样放在恒温槽中,在 $275\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度条件下加热 15 min,然后在环境温度条件下快速放入水中进行水淬[也可按订货单(或合同)采用其他温度和时间]。

B.3 硬度试验

B.3.1 经热处理后的样品洛氏硬度试验方法,按 GB/T 230.1 的规定进行。

B.3.2 洛氏硬度的标尺采用 F 标尺[压头为“1/16”(1.587 5 mm)的钢球,总试验力为 588.4 N,测量硬度范围为 60 HRF~100 HRF]。

B.3.3 测试应沿退火试样的中心线进行,并按标准规定的测试次数计算平均值。

附录 C

(资料性附录)

铜线坯的氧化膜测试试验方法

C.1 范围

本附录规定了连铸连轧电工用铜线坯表面氧化膜的测试方法。

本附录仅适用于 $\phi 8$ mm 连铸连轧电工用铜线坯表面氧化膜的检验。

C.2 试样的制备

剪取一段 150 mm~200 mm 长铜线坯试样,用丙酮或其他同类试剂将铜线坯试样表面擦拭干净。

C.3 氧化膜测试试验

C.3.1 本试验采用电解减少法来测量铜线坯表面氧化层的厚度。试验是在一个电解池中进行,将表面的氧化层电解去除。如图 C.1 所示:以试样做阴极,铂丝或其他惰性金属做阳极;用电量计或直流电源计提供电流,供电电流强度范围应为 1 mA~20 mA 可调,试验时电流强度通常为 10 mA;电解液为 0.1 mol 的碳酸钠溶液,且溶液覆盖试样长度不少于 101.6 mm。

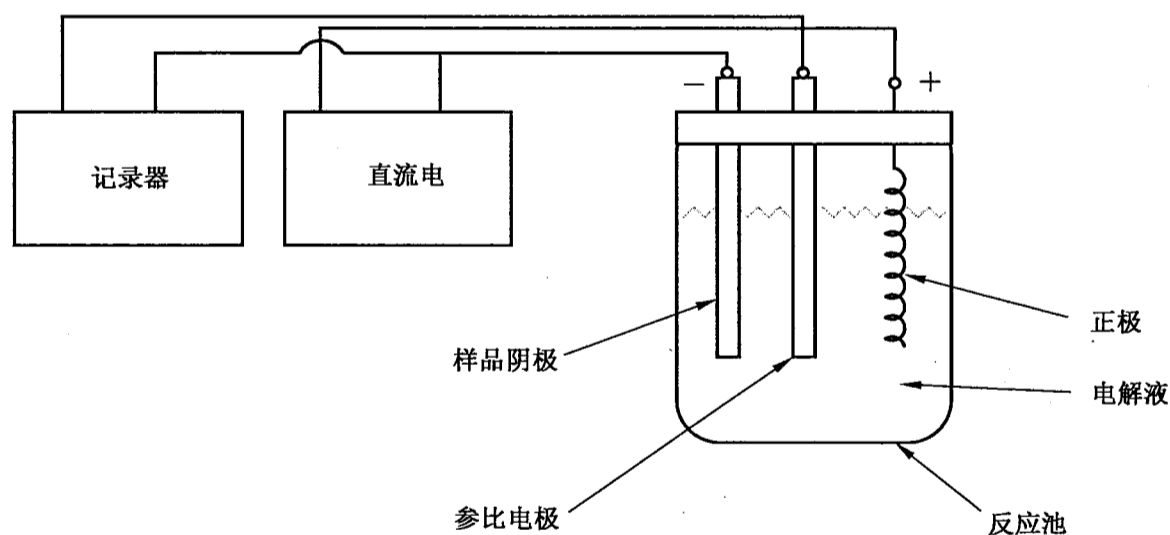


图 C.1 电解减少测试方法示意图

C.3.2 铜线坯表面氧化物主要为氧化铜和氧化亚铜,它们具有不同的还原电位,试验过程中通过记录整个过程的电压-时间变化趋势,就可以计算出氧化物厚度,计算按式(C.1)进行;试验过程中当试样表面氧化物电解反应完成后,试样表面就会出现明显的微细氢气泡。

$$T = \frac{I \cdot t \cdot M}{S \cdot d \cdot F \cdot n} \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

T ——厚度,单位为厘米(cm);

I ——电流,单位为安培(A);

t ——反应时间,单位为秒(s);

- M —— 氧分子重量,单位为克(g);
- S —— 样品浸入的面积,单位为平方厘米(cm^2);
- d —— 氧化物密度(Cu_2O 为 6.0 g/cm^3 , CuO 为 6.4 g/cm^3);
- F —— 法拉第常数, $96\ 500 \text{ C}$;
- n —— 氢当量, $n=2$ 。

C.3.3 图 C.2 为铜线坯表面氧化层反应时典型的电压-时间曲线图。

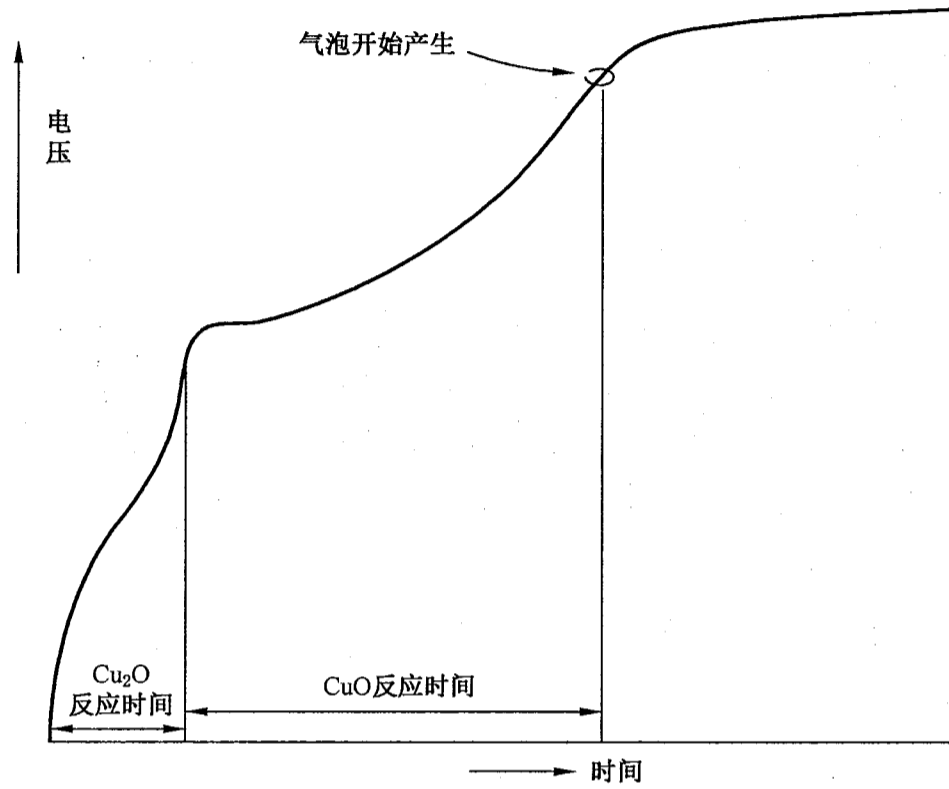
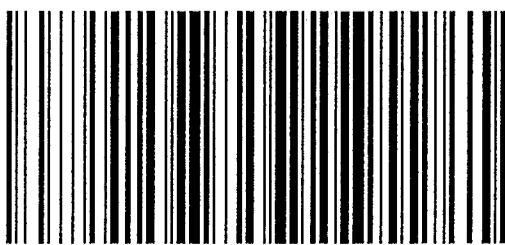


图 C.2 铜线坯表面氧化层反应时典型的电压-时间曲线图



GB/T 3952-2016

版权专有 侵权必究

*

书号:155066·1-54424

定价: 18.00 元

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
电 工 用 铜 线 坯
GB/T 3952—2016

*

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.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 23 千字
2016年10月第一版 2016年10月第一次印刷

*

书号: 155066·1-54424 定价 18.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107