

ICS 77.150.30
H 62



中华人民共和国国家标准

GB/T 3952—2008
代替 GB/T 3952—1998

电工用铜线坯

Copper drawing stock for electrical purpose

2008-03-31 发布

2008-09-01 实施

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 发布

前 言

本标准修改采用美国 ASTM B49—1998《电气用铜线杆盘条》及英国 BS 6926—1988《电工用铜 高导铜线坯》标准。

本标准是对 GB/T 3952—1998《电工用铜线坯》的修订。与原标准相比,本标准主要变化如下:

- 加严了 T1、T2 牌号铜线坯中的氧含量的限量,并根据国内实际修改了 TU2 牌号铜线坯的氧含量,T3 牌号铜线坯规定为用紫杂铜生产的连铸连轧和上引法铜线坯;
- 将原标准中的正反 10 转扭转试验改为扭断试验并增加了相应的等级规定,以明确对试验结果的界定,同时加严了热态 T2、TU2 牌号伸长率指标;
- 增加了与体积电阻率对应的质量电阻率指标;
- 增加了对连铸连轧铜线坯的铜粉量、上引无氧铜线坯的氢脆、紫杂铜火法精炼高导电率铜线坯的退火性能要求,并规定了相应的检验方法;
- 增加了附录 A,铜线坯铜粉量的测定方法;
- 增加了附录 B,无氧铜线坯氢脆试验方法;
- 增加了附录 C,退火性能试验方法。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C 为资料性附录。

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归口。

本标准由云南铜业股份有限公司、中国有色金属工业标准计量质量研究所负责起草。

本标准由铜陵有色金属集团控股有限公司、江西铜业集团公司、国际铜业协会(中国)参加起草。

本标准主要起草人:卢宝仁、李刚、李东林、丁士启、吴予才、张邦琪、刘婉容、危利民、李保娣、孙宁。

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 3954. 1—1989, GB/T 3952—1998。

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、检验规则及标志、包装、运输和贮存。

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

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

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

GB/T 238—2002 金属材料 线材 反复弯曲试验方法

GB/T 467 阴极铜

GB/T 3048.2 电线电缆电性能试验方法 金属导体材料电阻率试验

GB/T 4909.2 裸电线试验方法 尺寸测量

GB/T 4909.3 裸电线试验方法 拉力试验

GB/T 4909.4 裸电线试验方法 扭转试验

GB/T 5121(所有部分) 铜及铜合金化学分析方法

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(R)	6.0~35.0
TU1, TU2	热(R)	
		硬(Y)

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、热态、直径为 8.0 mm 的铜线坯标记为:

铜线坯 T1 R ϕ 8.0 GB/T 3952—2008

示例2:牌号为 TU2、硬态、直径为 10.0 mm 的铜线坯标记为:

铜线坯 TU2 Y ϕ 10.0 GB/T 3952—2008

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。

3.2.2 T2、TU2 牌号铜线坯的化学成分应符合表3的规定。

3.2.3 T3 牌号铜线坯的化学成分应符合表4所的规定。

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	
杂质元素总质量分数/%		0.006 5		

注：T1 的氧含量应不大于 0.040%；TU1 的氧含量应不大于 0.001 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 6	0.002 5	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002 5	0.001

注：T2 的氧含量应不大于 0.045%；TU2 的氧含量应不大于 0.002 0%。

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	杂质总量
99.90	—	—	0.002 5	—	0.005	—	—	—	—	—	—	—	0.05

注 1：T3 的氧含量应不大于 0.05%。
注 2：杂质总量为表中所列杂质元素实测值之和。

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。

3.5 力学性能

铜线坯的力学性能应符合表6的规定;硬态铜线坯充分退火后应能满足表6中相应牌号热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/(N/mm ²)	伸长率/%
			不小于	不小于
T1、TU1	R	6.0~35	—	40
T2、TU2			—	37
T3			—	35
TU1、TU2	Y	6.0~7.0	370	2.0
		>7.0~8.0	345	2.2
		>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

3.6.1 直径为6.0 mm~10.0 mm的(热态)电工用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、TU1	R	25	25
T2、TU2		25	20
T3		25	17

3.7 电性能

3.7.1 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。

表8 电阻率

牌 号	状 态	质量电阻率 ρ_{20}	体积电阻率 ρ_{20}
		$\Omega \cdot \text{g}/\text{m}^2$, 不大于	$\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$, 不大于
T1、TU1	R	0.151 76	0.017 07
T2、TU2、T3		0.153 28	0.017 24
TU1	Y	0.155 75	0.017 50
TU2		0.157 98	0.017 77

3.7.2 采用 4.6.2 规定制备的试样,铜线坯的电阻率应符合表 8 中相应牌号热态产品的规定。

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低氧光亮铜线坯,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)。对于电磁线用铜线坯,铜粉量应不大于 12 mg/300 mm;其他用铜线坯应不大于 24 mg/300 mm。

3.8.2 氢脆

用上引法生产的无氧铜线坯,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。氢脆试验参照附录 B 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

若用户对用紫杂铜火法精炼生产的 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 C 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(M),60 HRF~70 HRF 是中等退火的(1/2 硬,Y2),高于 70 HRF 则属于低退火的(3/4 硬,Y1)。

4 试验方法

4.1 化学成分仲裁分析方法

铜线坯的化学成分分析方法按 GB/T 5121 的规定进行。

4.2 尺寸测量方法

铜线坯的尺寸测量方法按 GB/T 4909.2 的规定进行。

4.3 表面质量检查方法

铜线坯的表面质量用目视检查。

4.4 力学性能检验方法

铜线坯的室温拉伸试验按 GB/T 4909.3 的规定进行。

4.5 扭转性能检验方法

4.5.1 扭断试验按 GB/T 4909.4 的规定进行。

4.5.2 试样应从经过 3.4.1 和 3.4.2 检查合格的铜线坯上取样。试样原始标距长度为 300 mm,扭转速度应不大于 30 r/min;绕试样轴线方向按表 7 中的规定的转数正转,然后反向转至断裂。

4.6 电性能试验方法

4.6.1 铜线坯电阻率测试方法按 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℃~550℃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 电阻率试验也可在经清洗但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。

4.6.4 仲裁试验取样按 4.6.2 进行。

4.7 铜粉量试验

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

4.8 氢脆试验

无氧铜线坯氢脆试验方法参照附录 B 的方法进行,或按供需双方协商确定的方法进行。

4.9 退火性能试验

铜线坯的退火性能试验参照附录 C 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 天内向供方提出,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、氢脆及退火性能的检验。

5.4 仲裁取样与制样

5.4.1 取样方法和取样数量

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 取样方法和取样数量

检 验 项 目		取样方法和取样数量	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 30 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 30 t 取一个样	3.7	4.6
铜粉量		每 15 卷或 30 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。用缩分法等分成四份,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合同中达成的协议不符时,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 质量证明书及标志、包装、运输、贮存

6.1 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(若合同中对铜粉量、氢脆、退火性能有要求时,应包括在其中);
- g) 本标准编号;
- h) 出厂日期。

6.2 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;
- g) 生产厂技术监督部门的检印。

6.3 包装

6.3.1 铜线坯应成卷包装,捆扎良好。

6.3.2 应有防潮、防污染及防机械损伤措施。

6.3.3 允许双方协议规定包装方法。

6.4 运输及贮存

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。

7 订货单(或合同)内容

7.1 产品名称;

7.2 牌号、状态、规格;

7.3 重量;

7.4 本标准编号;

7.5 铜粉量、氢脆、退火性能检测要求;

7.6 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 350 mm~400 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 300 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(扭转速度为 30 r/min),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 从试验机上取出样品,应避免污染,若胶带已脱落,应从夹头中取下胶带,胶带上若有铜粉应保留。

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 300 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。

评价方法:

≤ 5 mg/300 mm	优质
5 mg~13 mg/300 mm	良好
> 13 mg~24 mg/300 mm	合格
> 24 mg/300 mm	劣质

附录 B
(资料性附录)
无氧铜线坯氢脆试验方法

B.1 范围

本附录规定了无氧铜线坯氢脆试验方法。

本附录规定的测定反映氢脆敏感性的试验只能在无氧铜上进行。

B.2 试样的制取

B.2.1 将经 3.4.2 检验合格的无氧铜线坯试样拉成直径为 2.0 mm 的丝,然后在 850℃±25℃ 温度条件下并且在氢含量不小于 10% 的气氛中退火 30 min,同时在同样的气氛中快速冷却,或者不暴露在空气中,最后在水中淬火。

B.2.2 试样的截取按 GB/T 238—2002 中 5.1~5.4 的要求进行。

B.3 试验仪器

B.3.1 试验仪器按 GB/T 238—2002 中 4.1~4.3.2 制造。

B.4 试验步骤

B.4.1 试验步骤按 GB/T 238—2002 中 6.1~6.8 进行。

B.4.2 弯曲试验是将试样从起始位置向右(左)弯曲 90°,然后返回至起始位置作为第一次弯曲。再向与第一次弯曲相反的方向,向左(右)弯曲 90°返回至起始位置作为第二次弯曲,依次连续反复弯曲。

B.5 对 TU1 铜线坯拉制的试样应能经受住最少 10 次反复弯曲而不会断裂成两段;对 TU2 铜线坯拉制的试样应能经受住最少 8 次反复弯曲而不会断裂成两段。

附 录 C
(资料性附录)
铜线坯的退火性能试验方法

C.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退火性能的检验。

C.2 试样的制备

C.2.1 在一批铜线坯产品中,每 30 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。

C.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。

C.2.3 把冷轧后的扁试样放在恒温槽中,在 $275^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 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(也可按合同协议采用其他温度和时间)。

C.3 硬度试验

C.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。

C.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]。

C.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。