**中华人民共和国工业和信息化部 发 布**

××××-××-××实施

××××-××-××发布

高强高导铜铁合金棒线材

Copper-Ferro bar and wire with high strength and high conductivity

（预审稿）

YS/T×× —××××

**YS**

中华人民共和国有色行业标准

ICS 77.150.30

CCS H62

1. 前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC 243）提出并归口。

本文件起草单位：宁波金田铜业（集团）股份有限公司、西安斯瑞先进铜合金科技有限公司、中南大学、绍兴市质量技术监督检测研究院

本文件主要起草人：

高强高导铜铁合金棒线材

* 1. 范围

本文件规定了铜铁合金棒、线材的分类和标记、技术要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输、贮存和随行文件、订货单内容。

本文件适用于铜铁合金棒、线材（以下简称棒线材）。

* 1. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 351 金属材料电阻系数测量方法

GB/T 4340.1 金属材料 维氏硬度试验 第1部分：试验方法

GB/T 5121 铜及铜合金化学成分分析方法

GB/T 5231 加工铜及铜合金牌号和化学成分

GB/T 10573 有色金属细丝拉伸试验方法

GB/T 10610 产品几何技术规范（GPS） 表面结构 轮廓法 评定表面结构的规则和方法

GB/T 26303.2 铜及铜合金加工材外形尺寸检测方法 第2部分：棒、线、型材

GB/T 29094 铜及铜合金状态表示方法

GB/T 30142 平面型电磁屏蔽材料屏蔽效能测量方法

GB/T 34505-2017 铜及铜合金材料 室温拉伸试验方法

YS/T 336 铜、镍及其合金管材和棒材断口检验法

YS/T 482 铜及铜合金分析方法 火花放电原子发射光谱法

YS/T 483 铜及铜合金分析方法 X射线荧光光谱法（波长色散型）

YS/T 668 铜及铜合金理化检测取样方法

* 1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电磁屏蔽 electromagnetic shielding

用导电、导磁或同时具备导电导磁的材料减少或阻断电磁场向指定区域传播的状态。

[来源：GB/T 26667-2021，3.1.6]

3.2

屏蔽效能 shielding effectiveness

在同一激励下的某点上，有屏蔽材料与无屏蔽材料时所测量到的电场强度、磁场强度之比。

*SE*=20*lg(E2/E1)*

或*SE*=20*lg(H2/H1)*……………………………………公式（1）

式中：

*SE*——屏蔽效能，单位为分贝（dB）；

*E1*——无屏蔽材料时的电场强度，单位为伏特每米（V/m）；

*E2*——有屏蔽材料时的电场强度，单位为伏特每米（V/m）；

*H1*——无屏蔽材料时的磁场强度，单位为安培每米（A/m）；

*H2*——无屏蔽材料时的磁场强度，单位为安培每米（A/m）；

注：屏蔽效能通常为负值，但习惯用其绝对值。

[来源：GB/T 26667-2021，3.1.7]

3.3

电磁屏蔽织物 electromagnetic shielding fabric

由导电、电磁性能的铜线（纤维）制成的具有电磁屏蔽作用的织物。

[来源：GB/T 26667-2021，3.2.7，有修改]

* 1. 分类和标记
     1. 产品分类

棒线材的牌号、状态和规格应符合表1的规定。

1. 牌号、状态、规格

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 状态 | 直径  mm | 长度  mm | |
| 卷状 | 直条状 |
| CuFe5 | O60、H02、H04、H06 | 0.07~14 | - | 1000～3000 |
| CuFe10 |
| CuFe20 | O60、H06 |
| CuFe40 | O60、H06 |
| 注：由双方协商，可供应其他牌号和规格的棒线材，具体要求宜在合同中注明。 | | | | |

* + 1. 标记示例

示例1：

|  |
| --- |
| 用CuFe5制造状态为H06、普通级、长度2000mm、直径为5mm的直条状棒材标记为：  直条状棒材 YS/T××××-CuFe5H06-5×2000 |

示例2：

|  |
| --- |
| 用CuFe10制造状态为O60、高精级、直径为3mm、卷状的圆形线材标记为：  卷状圆形线 YS /T××××-CuFe10O60-3 高 |

* 1. 技术要求
     1. 化学成分

棒线材CuFe5的化学成分应符合GB/T 5231的规定，其余牌号的化学成分应符合表2的规定。

1. CuFe10、CuFe20、CuFe40的化学成分

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 化学成分（质量分数）％ | | | | | | |
| Cu | Fe | Cr | Si | Mn | O | Cu+所列元素总和 |
| CuFe10 | 余量 | 9.5～10.5 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.01 | 99.8 |
| CuFe20 | 余量 | 18.0～21.0 | 0.03 | 0.02 | 0.05 | 0.015 | 99.8 |
| CuFe40 | 余量 | 38.0～42.0 | 0.03 | 0.02 | 0.05 | 0.02 | 99.8 |

* + 1. 外形尺寸及尺寸允许偏差

5.2.1 棒线外径尺寸及尺寸允许偏差应符合表3的规定。

1. 棒线材的外径尺寸及尺寸允许偏差 单位为毫米

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 形状 | 直径 | 允许偏差 | |
| 普通级 | 高精级 |
| 棒、线材 | 0.07～0.1 | ±0.004 | ±0.003 |
| ＞0.1～0.2 | ±0.005 | ±0.004 |
| ＞0.2～0.5 | ±0.008 | ±0.006 |
| ＞0.5～1.0 | ±0.010 | ±0.008 |
| ＞1.0～3.0 | ±0.030 | ±0.020 |
| ＞3.0～10.0 | ±0.040 | ±0.030 |
| ＞10.0～14.0 | ±0.060 | ±0.040 |
| 注：当要求允许偏差全为（+）或全为（-）单向偏差时，其值为表中相应值的2倍。 | | | |

5.2.2 圆度

棒线材的圆度不应大于直径允许偏差之半。

5.2.3定尺及倍尺长度允许偏差

棒材定尺或倍尺长度允许偏差为+15mm，倍尺长度应加入锯切分段时的锯切量，每一锯切量为5mm。定尺或倍尺长度应在不定尺长度范围内，并在合同中注明，否则按不定尺长度供货。

5.2.4 直度

H06、H04、H02状态棒材直度应符合表4规定。

1. 棒材的直度 单位为毫米

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 长度 | 圆棒直径 | | | |
| 10～14 | | ＜10 | |
| 全长直度 | 每米直度 | 全长直度 | 每米直度 |
| ＜1000 | ≤2 | - | ≤1.5 | - |
| 1000～2000 | ≤3 | - | ≤2 | - |
| 2000～3000 | ≤6 | ≤3 | ≤4 | ≤3 |

5.2.5 倒角

棒线材端部可倒角，具体要求由供需双方协商确定。

* + 1. 力学性能

棒线材的室温力学性能应符合表5的规定。

1. 棒线材的力学性能

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 状态 | 直径  mm | 拉伸实验 | | 硬度试验 |
| 抗拉强度*Rm*  *MPa* | 断后伸长率*A100*  % | 维氏硬度  HV |
| 不小于 | |
| CuFe5 | O60 | 0.07～3.0 | 280 | 25.0 | ≥80 |
| H02 | 0.07～3.0 | 450 | 15.0 | ≥120 |
| ＞3.0～8.0 | 400 | 17.0 |
| H04 | 0.07～3.0 | 550 | 2.0 | ≥130 |
| ＞3.0～14.0 | 500 | 4.0 |
| H06 | 0.07～3.0 | 720 | 3.0 | ≥165 |
| CuFe10 | O60 | 0.07～3.0 | 300 | 20.0 | ≥90 |
| H02 | 0.07～3.0 | 480 | 10.0 | ≥130 |
| ＞3.0～14.0 | 450 | 15.0 |
| H04 | 0.07～3.0 | 600 | 2.0 | ≥150 |
| ＞3.0～14.0 | 570 | 4.0 |
| H06 | 0.07～3.0 | 800 | 1.5 | ≥165 |
| CuFe20 | O60 | 0.5～3.0 | 450 | 10.0 | ≥100 |
| H06 | 550 | 10.0 | ≥170 |
| CuFe40 | O60 | 1.2～3.0 | 520 | 8.0 | ≥140 |
| H06 | 610 | 2.0 | ≥170 |

* + 1. 电性能

棒线材的电性能应符合表6的规定。

1. 电性能

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 牌号 | 状态 | 导电率  %IACS，不小于 |
| CuFe5 | O60 | 65 |
| H02 | 60 |
| H04 | 55 |
| H06 | 50 |
| CuFe10 | O60 | 60 |
| H02 | 55 |
| H04 | 52 |
| H06 | 48 |
| CuFe20 | O60 | 52 |
| H06 | 40 |
| CuFe40 | O60 | 28 |
| H06 | 20 |

* + 1. 电磁性能

棒线材的电磁屏蔽性应符合表7的规定。

1. 电磁屏蔽性

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 牌号 | f（频率） | 磁场屏蔽效能  dB |
| 不小于 |
| CuFe5 | 14KHz | 49.5 |
| 450MHz | 140.5 |
| 3GHz | 113.0 |
| CuFe10 | 14KHz | 103.0 |
| 300MHz | 106.0 |
| 3GHz | 105.0 |
| CuFe20 | 14KHz | 33.5 |

* + 1. 内部质量

棒线材断口应致密、无缩尾。不应有超出YS/T336中规定的气孔、分层和夹杂等缺陷。

* + 1. 表面质量

棒线材表面应光亮、清洁，不应有影响使用的缺陷。

* + 1. 卷重量

线材卷重量应符合表8规定。

1. 线材卷重量

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 直径  mm | 每卷重量  kg | |
| 标准卷 | 较轻卷 |
| 0.07-0.5 | 5±1 | 2±1 |
| ＞0.5-1.0 | 12±1 | 8±1 |
| ＞1.0-2.0 | 25±2 | 15±2 |
| ＞2.0-4.0 | 30±5 | 20±5 |

* 1. 试验方法
     1. 化学成分

CuFe10、CuFe20、CuFe40中的铁含量检测方法应按附录A规定进行，CuFe5及其余元素的化学成分分析方法按GB/T 5121、YS/T482或YS/T 483规定的进行。

* + 1. 外形尺寸及其允许偏差测量方法

棒线材的外形尺寸测量方法按GB/T 26303.2的规定进行。

* + 1. 力学性能

6.3.1 棒线材的维氏硬度试验按GB/T 4340.1的规定进行。

6.3.2 棒材的室温拉伸试验及其试样制备方法按GB/T 34505-2017的规定进行，线材的室温拉伸试验及其试样制备方法按GB/T10573的规定进行，试样的选取应符合表9的规定。

1. 拉伸试样类型的选取

|  |  |
| --- | --- |
| 直径/mm | 试样类型的选取 |
| ≤0.25 | 按YS/T 815规定的线材拉伸试样，取全截面试样。 |
| ＞0.25～10 | GB/T 34505-2017表11中全截面试样 |
| ≥10～14 | GB/T 34505-2017表11中试样号R2 |

* + 1. 电性能

棒线材的电性能按GB/T 351的规定进行。

* + 1. 电磁性能

6.5.1 棒线材的电磁性能检测按6.5.2检验。

6.5.2 棒线材电磁性能检测流程如下：

a）取样，将棒线材编织成铜金属电磁屏蔽织物。

b) 铜金属电磁屏蔽织物按GB/T 30142的规定检测电磁性能。

* + 1. 内部质量

棒线材的断口检验按YS/T 336的规定进行。

* + 1. 表面质量

棒线材的表面质量用目视进行检验。

* + 1. 卷重量

线材卷重量用相应精度的测量工具检测。

* 1. 检验规则
     1. 检验和验收

7.1.1 棒线材应由供方或第三方进行检验，保证产品质量符合本文件及订货单的规定。

7.1.2 需方可对收到的产品按本文件及或订货单的规定进行检验，如检验结果与本文件及订货单的规定不符时，应在收到产品之日起3个月内以书面形式向供方提出。如需仲裁，仲裁取样由供需双方共同进行。

* + 1. 组批

产品应成批提交检验。每批应由同一牌号、状态、规格的产品组成。

* + 1. 检验项目

产品的检验项目分为出厂检验项目和型式检验项目，见表10。出现下列任一情况时，应进行型式检验；

* 1. 新产品或老产品转厂的试制定型鉴定；
  2. 产品的原料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
  3. 产品停产后，恢复生产时；
  4. 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
  5. 连续二年未进行型式检验时；
  6. 需方要求时（在订货单中注明）；
  7. 国家有关监督机构提出进行型式检验的要求时。

1. 检验项目

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 检验项目 | | 出厂检验项目 | 型式检验项目 |
| 化学成分 | | √ | √ |
| 外形尺寸及其允许偏差 | | √ | √ |
| 力学性能 | 抗拉强度 | √ | √ |
| 延伸率 | △ | √ |
| 硬度HV | √ | √ |
| 电性能 | | √ | √ |
| 电磁性能 | | △ | √ |
| 内部质量 | | √ | √ |
| 表面质量 | | √ | √ |
| 注：表中“√”表示必验项目；“△”表示“需方有要求时进行的检验项目”。 | | | |

* + 1. 取样

棒线材取样应符合表11的规定。取样方法按YS/T 668的规定进行。

1. 棒线材的取样

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 检验项目 | 取样规定 | 要求的章条号 | 试验方法的章条号 |
| 化学成分 | 供方每炉取1个试样 | 5.1 | 6.1 |
| 外形尺寸及其允许偏差 | 按照GB/T 2828.1规定的取样方案要，选择正常检验一次抽样方案，检测水平Ⅱ，接收质量限AQL=2.5，或供需双方协商 | 5.2 | 6.2 |
| 力学性能 | 每批任取2根，每根取1个试样 | 5.3 | 6.3 |
| 电性能 | 每批任取2根，每根取1个试样 | 5.4 | 6.4 |
| 电磁性能 | 每批任取2根，每根取1个试样 | 5.5 | 6.5 |
| 内部质量 | 每批任取2根，每根取1个试样 | 5.6 | 6.6 |
| 表面质量 | 按照GB/T 2828.1规定的取样方案要，选择正常检验一次抽样方案，检测水平Ⅱ，接收质量限AQL=2.5，或供需双方协商 | 5.7 | 6.7 |

* + 1. 检验结果判定
       1. 检验结果的数值按GB/T 8170的规定进行修约，并采用修约值比较法进行判定。
       2. 化学成分不合格时，判该批型材不合格。
       3. 棒线材的外形尺寸及其允许偏差和表面质量不合格时，按根判不合格。每批中不合格件数超出接收质量限时判整批不合格，或由供方逐根检验，逐根判定。
       4. 当力学性能、电性能、电磁性能、内部质量的试验结果中有试样不合格时，应从该批型材中另取双倍数量的试样（其中一个试样必须取自原检验不合格的那根）进行重复试验，重复试验结果全部合格，则判整批棒线材合格。若重复试验结果仍有试样不合格，则判该批棒线材不合格。
  1. 标志、包装、运输和贮存及随行文件
     1. 标志、包装、运输、贮存
     2. 随行文件

每批产品应附有随行文件，其中除应包括供方信息、产品信息、本文件编号、出厂日期或包装日期外，还宜包括：

a）产品质量保证书，内容如下：

* 产品的主要性能及技术参数
* 产品特点（包括制造工艺及原材料的特点）；
* 对产品质量所负的责任；
* 对产品获得的质量认证及带供方技术监督部门检印的各项分析检验结果。

b）产品合格证，内容如下：

* 检验项目及其结果或检验结论；
* 批量或批号；
* 检验日期；

9 订货单内容

本文件所列产品的订货单应包括下列内容：

a) 产品名称；

b) 牌号；

c) 状态；

d) 规格；

e) 重量或根数；

f) 拉伸试验和硬度试验

g) 电性能；

h) 残余应力(有需要时）；

i）本文件编号；

j）其他。

附 录 A

（规范性）

铜铁合金中铁含量的测定方法

A.1 方法原理

试样用盐酸和硝酸溶解，在氯化铵与氨水介质中沉淀铁，过滤去除铜氨络合物，将沉淀溶于盐酸后，用氯化亚锡还原铁（Ⅲ）为铁（Ⅱ），用二氯化汞除去过量的氯化亚锡后，以二苯胺磺酸钠作指示剂，用重铬酸钾标准溶液滴定。

测定范围5%-80%。

A.2 试剂

除非另有说明，在分析中仅使用确认为分析纯的试剂和蒸馏水或去离子水或相当纯度的水。

A.2.1盐酸(ρ1.19g/mL)。

A.2.2硝酸(1+1)。

A.2.3氯化铵。

A.2.4二氯化汞饱和溶液。

A.2.5氯化亚锡溶液10%:称取10克氯化亚锡溶于20毫升盐酸中，加热溶解后，用水稀释至100毫升。

A.2.6硫磷混酸:硫酸：磷酸：水=150毫升：150毫升：700毫升。

A.2.7二苯胺磺酸钠溶液:0.08%。

A.2.8洗液:2%氨水+2%氯化铵。

A.2.9重铬酸钾标准溶液（0.1000mol/L）:称取重铬酸钾4.903g预先经140℃～150℃烘至恒重、置于干燥器中冷却至室温的基准重铬酸钾，置于250mL烧杯中，以水溶解。移入1000mL容量瓶中，用水稀释至刻度，混匀。

A.3 仪器

A.3.1 电子天平。

A.3.2 滴定管。

A.4 取样测定

A.4.1 取样

按表A.1称取样，精确至0.0001g。

表A.1 取样质量

|  |  |
| --- | --- |
| 铁质量分数/% | 取样质量/g |
| 5.00～15.00 | 1.00 |
| ＞15.00～35.00 | 0.50 |
| ＞35.00～60.00 | 0.30 |
| ＞60.00～80.00 | 0.20 |

A.4.2 测定

A.4.2.1将试样（A.4.1）置于250mL三角烧瓶中，用少量水润湿，加盐酸15mL（A.2.1），加热溶解，待大部分试样溶解后，加硝酸15mL(A.2.2)，加热溶解完后，取下，用水吹洗表皿及杯壁。

A.4.2.2稀释至100mL左右，加入氯化铵2-5克(A.2.3)，用氨水中和至氢氧化铁完全沉淀后，在过量5毫升，加热煮沸，用快速滤纸过滤，用洗液洗涤烧杯8-10次。

A.4.2.3将沉淀用热的盐酸（1+1）溶解于原烧瓶中，滤纸用热水和盐酸（1+1）交替洗涤至滤纸上无黄色为止（保持50毫升左右）。

A.4.2.4加热至近沸，趁热滴加10%氯化亚锡溶液(A.2.5)至黄色消失后再过量1-2滴，迅速冷却，加入二氯化汞饱和溶液10mL(A.2.4)，混匀，静置2min后，加硫磷混酸10mL(A.2.6)，0.08%二苯胺磺酸钠溶液5滴(A.2.7)，用重铬酸钾标准溶液(A.2.9)滴定至溶液由绿色转变为紫色为终点。

A.5 试验数据的处理

按式(1)计算铁的质量分数w（Fe），数值以%表示：

………………………………（1）

式中：

*c*——重铬酸钾标准溶液的实际浓度，单位为摩尔每升（mol/L）

*m*——试样的质量，单位为克（g）

*V*——试液总体积，单位为毫升（mL）

55.85——铁的摩尔质量，单位为克每摩尔（g/mol）

铁的质量分数以2份样品检测结果的平均值为最终结果，所得结果误差±0.3%，精确至小数点后两位。