ICS 77.150.30

CCS H 62

**YS**

中华人民共和国有色金属行业标准

YS/T XXXX—202X

超导线材用铜槽线

 The copper channel for superconducting wire

（送审稿）

XXXX-XX-XX发布

XXXX-XX-XX实施

**中华人民共和国工业和信息化部 发布**

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/TC243）提出并归口。

本文件起草单位：西部超导材料科技股份有限公司、西安聚能超导线材科技有限公司、广东中实金属有限公司、西安汉唐分析检测有限公司、西北有色金属研究院。

本文件主要起草人：郭强、王瑞龙、柳祥、史小云、方瀚楷、周子敬、白新房、张凯林、朱燕敏、王庆阳。

超导线材用铜槽线

1 范围

本文件规定了超导线材用铜槽线（以下简称铜槽线）的分类和标记、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存及随行文件和订货单内容。

本文件适用于医疗器械等领域的超导线材用铜槽线。

2 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 5121（所有部分） 铜及铜合金化学分析方法

GB/T 5231 加工铜及铜合金牌号和化学成分

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 8888 重有色金属加工产品的包装、标志、运输、贮存和质量证明书

GB/T 25897-2020 剩余电阻比测量 铌-钛（Nb-Ti）和铌三锡（Nb3Sn）复合超导体剩余电阻比测量

GB/T 26303.2 铜及铜合金加工外形尺寸检验方法 第2部分：棒、线、型材

GB/T 29997 铜及铜合金棒线材涡流探伤方法

GB/T 34505 铜及铜合金材料 室温拉伸试验方法

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

3 术语和定义

GB/T 25897-2020界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

超导体 superconductor

在某一温度下，电阻为零的导体。

3.2

铜槽线 copper channel

具有一定形状带有凹槽的铜导体。

3.3

剩余电阻比 residual resistance ratio

*RRR*

室温时的电阻值与刚超过超导转变温度时的电阻值之比。

4 分类和标记

4.1 产品分类

铜槽线的牌号、代号、状态、规格应符合表1的规定。经供需双方协商，也可供应其他牌号、状态和规格的铜槽线，具体要求在订货单中注明。

表1 铜槽线的牌号、代号、状态及规格

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 代号 | 状态 | 规格mm |
| 宽度 | 高度 | 槽深 | 槽宽 |
| T1.5 | T10950 | 硬（H04） | 1.400～7.500 | 1.000～4.500 | 0.500～2.500 | 0.500～6.000 |

4.2 产品标记

产品标记按产品名称、文件编号、牌号（或代号）、状态和规格的顺序表示。铜槽线截面形状示意图如图1所示，标记示例如下：



标引符号说明：

*A* ——宽度；

*B* ——高度；

*C* ——槽深；

*D* ——槽宽；

*R* ——外圆角半径；

*r* ——内圆角半径。

图1 铜槽线截面形状示意图

示例：

|  |
| --- |
| 用T1.5制造的硬（H04），宽度为2.148mm，高度为1.313mm，槽宽为0.820mm的铜槽线标记为： 铜槽线 YS/T XXXX-T1.5H04-2,148×1,313/0,820 或 铜槽线 YS/T XXXX-T10950H04-2,148×1,313/0,820 |

5 技术要求

5.1 化学成分

铜槽线的化学成分应符合表2的规定。

表2 化学成分

质量分数/ %

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Cu+Ag | P | Ag | Bi | Sb | As | Fe | Ni | Pb |
| ≥99.95 | ≤0.0003 | ≤0.0025 | ≤0.0001 | ≤0.0004 | ≤0.0005 | ≤0.0010 | ≤0.0010 | ≤0.0005 |
| Sn | S | Zn | Se | Te | Mn | Cd | O | 总和a |
| ≤0.0002 | ≤0.0015 | ≤0.0001 | ≤0.0003 | ≤0.0002 | ≤0.00005 | ≤0.0001 | 0.0080～0.0300 | ≤0.008 |
| a总和为表中所列杂质元素实测值的总和，不包含O。 |

5.2 外形尺寸及其允许偏差

5.2.1 铜槽线宽度、高度、槽深、槽宽及其允许偏差应符合表3的规定。

表3 尺寸及其允许偏差

单位为毫米

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 尺寸 | 允许偏差a |
| 宽度 *A* | 1.400～＜3.000 | ±0.020 |
| 3.000～7.500 | ±0.030 |
| 高度 *B* | 1.000～＜3.000 | ±0.020 |
| 3.000～4.500 | ±0.030 |
| 槽深 *C* | 0.500～2.500 | ±0.020 |
| 槽宽 *D* | 0.500～＜3.000 | ±0.020 |
| 3.000～6.000 | ±0.030 |
| a当需方要求允许偏差全为（+）或全为（-）单向偏差时，其值为表中相应数值的2倍。 |

5.2.2 铜槽线外圆角半径和内圆角半径及其允许偏差应符合表4的规定。

表4 圆角半径及其允许偏差

单位为毫米

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 尺寸 | 允许偏差a |
| 外圆角半径 *R* | 0.15～＜0.30 | ±0.02 |
| 0.30～0.50 | ±0.03 |
| 内圆角半径 *r* | 0.15～0.30 | ±0.02 |
| a当需方要求允许偏差全为（+）或全为（-）单向偏差时，其值为表中相应数值的2倍。 |

5.2.3 铜槽线的扭拧度每米应不大于5°。

5.3 拉伸性能

铜槽线的室温抗拉强度（*R*m）为290～420MPa。

5.4 电性能

铜槽线经过500℃，真空保温2h随炉冷却到室温的剩余电阻比（RRR）应为300～690。

5.5 涡流检验

铜槽线应进行涡流检验。响应信号应不大于纵向槽型标准人工缺陷信号幅度，标准人工缺陷大小应符合表5的规定。

表5 标准人工缺陷

单位为毫米

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 深度 | 宽度 | 长度 |
| 0.20±0.02 | 0.20±0.02 | 1.20±0.05 |

5.6 外观质量

铜槽线表面不应有杂质（铁颗粒等）、裂纹以及其他影响使用的缺陷。

6 试验方法

6.1 化学成分

铜槽线的化学成分分析方法按GB/T 5121（所有部分）、 YS/T 482 或 YS/T 483 的规定进行，仲裁时按GB/T 5121（所有部分）的规定进行。

6.2 外形尺寸及其允许偏差

铜槽线的扭拧度测量按GB/T 26303.2的规定进行，其他外形尺寸及其允许偏差的测量采用金相法进行。

6.3 拉伸性能

铜槽线的室温拉伸试验按GB/T 34505的规定进行。

6.4 电性能

铜槽线的电性能检验按GB/T 25897规定的方法进行，剩余电阻比按公式（1）计算。

$RRR=\frac{ρ\_{300K}}{ρ\_{10K}}$ …… …… …… …… …… …… …… …… ……（1）

式中：

$ρ\_{300K}$——300K温度下的电阻值；

$ρ\_{10K}$——10K温度下的电阻值。

6.5 涡流检验

铜槽线的涡流检验按GB/T 29997规定的方法进行。

6.6 外观质量

铜槽线的外观质量采用目视检验的方法进行。

7 检验规则

7.1 检查和验收

7.1.1 产品应由供方或第三方进行检验，产品质量应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的规定进行检验。如检验结果与本文件或订货单的规定不符时，应以书面形式向供方提出，由供需双方协商解决。属于表面质量或外形尺寸的异议，应在收到产品之日起一个月内提出；属于其他性能的异议，应在收到产品之日起三个月内提出。如需仲裁，应由供需双方在需方共同取样或协商确定。

7.2 组批

铜槽线应成批提交检验，每批应由同一炉次和规格的产品组成。每批重量应不大于4 000kg。

7.3 检验项目

每批铜槽线应进行化学成分、外形尺寸及其允许偏差、拉伸性能、电性能、涡流检验、外观质量的检验。

7.4 取样

铜槽线的取样应符合表6的规定。取样方法按YS/T 668的规定进行。

表6 取样

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 检验项目 | 取样规定 | 技术要求的章条号 | 试验方法的章条号 |
| 化学成分 | 每批任选1卷，取1个试样 | 5.1 | 6.1 |
| 外形尺寸及其允许偏差 | 每批任选2卷，每卷取2个试样 | 5.2 | 6.2 |
| 拉伸性能 | 每批任选1卷，每卷取2个试样 | 5.3 | 6.3 |
| 电性能 | 每批任选1卷，每卷取2个试样 | 5.4 | 6.4 |
| 涡流检验 | 逐卷 | 5.5 | 6.5 |
| 外观质量 | 逐卷 | 5.6 | 6.6 |

7.5 检验结果的判定

7.5.1 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判定。

7.5.2 化学成分不合格时，判该批铜槽线不合格。

7.5.3当外形尺寸及其允许偏差、拉伸性能和电性能的试验结果中有试样不合格时，应从该批铜槽线（包括原检验不合格的那卷铜槽线）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，则判整批铜槽线合格。若重复试验结果仍有试样不合格，则判该批铜槽线不合格，或由供方逐卷检验，逐卷判定。

7.5.4 涡流检验和外观质量不合格时，判该卷铜槽线不合格。

8 标志、包装、运输、贮存及随行文件

8.1 标志、包装、运输、贮存

产品的标志、包装、运输、贮存应符合GB/T 8888的规定。

8.2 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：

1. 产品质量证明书，内容如下：

· 产品名称、牌号、规格和状态；

· 产品加工批号和重量；

· 产品的主要性能；

· 各项分析检验结果及质量检验部门印记。

1. 产品合格证，内容如下：

· 产品加工批号；

· 检验日期；

· 检验员签名或盖章。

1. 产品质量控制过程中的检验报告及成品检验报告；
2. 产品使用说明：正确搬运、使用、贮存方法等；
3. 其他。

9 订货单内容

需方可根据自身的需要，在订购本文件所列产品的订货单内，列出如下内容：

* 1. 产品名称；
	2. 牌号；
	3. 状态；
	4. 规格；
	5. 重量（或卷数）；
	6. 本文件编号；
	7. 其他。