**《高强高导铜铁合金棒线材》**

**标准编制说明—预审稿**

1. 工作简况

1.1任务来源

根据工信部《工业和信息化部2022年第二批行业标准制修订计划》（工信厅科函〔2022〕94号），由宁波金田铜业（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、安徽楚江合金铜材有限公司负责起草制订《高强高导铜铁合金棒线材》行业标准，计划编号2022-0566T-YS，完成年限2024年。

1.2立项目的和意义

铜铁合金是一种以铜、铁为主成分元素（铁含量为5-50%）的铜合金材料，既有铜的高导电、高导热和抗菌性，又有铁的高强度、高硬度、耐磨性和磁性能，以及较好的延展性、弹性、热导率和电磁屏蔽性能。以 CuFe10(H)线材为例，导电率超过60%IACS；抗拉强度在530～590MPa，硬度为150～170HV，分别高于C19400抗拉强度410～490MPa和硬度125～145HV；热导率达到350W/m•k，可作为C19400的升级版，也可替代部分锡磷青铜、黄铜和铍铜，比现有材料节约资源、减轻重量，降低成本，回收利用不存在有害物质，被视为新一代新型铜合金，不受ROHS规定的限制，属于绿色环保的合金。

铜铁合金作为一种性能优越的新型基础合金材料，可以加工成棒状、线状等，应用于半导体制造、电子产品制造、通信设备制造、医疗器械制造，家电制造等产业领域。比如5G通信用RF射频线、继电器和耐高温电机线圈等；同时因具有较好热传导率和硬度，可作为焊料（焊接丝料）和制作各种电线电缆的外套。

RF射频线是一种超高频交流变化电磁波的视频线，外面一层不仅绝缘，还抗电磁干扰，传输的信号稳定，不会受外界的干扰出现杂波。进入5G智能手机时代，伴随着高频、高速、高数据量的技术要求，很多原有的中低频通讯材料会被淘汰。这主要是由于5G的传输速率将比目前4G的速度快十倍以上，传输频率的增加使得5G天线数量是4G时期的5-10倍，这对射频前端的电磁屏蔽功能提出更高要求。因此，对所用接口、射频材料不仅要有性能更好且同时具备电磁兼容的导热材料。同时，铜铁合金可作为TIG焊接的焊丝，能焊接除铝外的所有金属材料，且焊接质量好（焊缝纯净、成形好，热影响区小），适于薄板（件）及打底和管-管、管-板全位置焊，无飞溅，也可制作基于镍铁或铜100%金属钎焊材料，能形成优质均匀的焊接接头，主要用于工业和汽车应用中的铜和黄铜热交换器，在一定情况下可代替昂贵的银钎焊合金，有利于降低成本，制造出导热性能高的铜冷却器。另外，铜铁合金线材因含铁，具有磁性，断线机率小，能与内芯引起共鸣产生动力，减小体积，可应用于小型耐高温电机。

随着电磁屏蔽/导热材料需求的增加以及工艺的升级，将带动电磁屏蔽/导热材料单机价值的提高，国内相关产业链也因此迎来新的增长机遇。据产业链调研估算单个射频前端价格为1美金，支持11个频段的4G手机，射频前端价值量可达11美金左右，5G 高频电路还会更高。根据 Yole预测，射频前端器件市场将以年均 14%左右增长，而且随着5G手机的渗透，具备200亿以上的增量市场空间。近年来，随着我国汽车市场规模持续扩大，带动了我国汽车热交换器需求持续增长。据行业统计，汽车热交换器行业产量年均复合增长率在5.4%以上，市场规模持续稳定发展。这也为铜金属钎焊材料发展带来新的机遇。铜铁合金作为新一代材料，其市场应用需求大，前景好。

本标准产品符合工信部发布《关于促进制造业产品服务质量提升的实施意见（工信部科[2019]188号）》文件 第三章 增强质量提升动力 第七条 发挥标准带动作用的规定，和《促进制造业产品和服务质量提升的实施意见》解读（四）加快重点产业质量提升：“加快高端材料创新，淘汰低质量产能，支持新材料及高端应用产业发展，提高供给质量”的要求；同时也符合了工业和信息化部、国家市场监督管理总局等四部委联合制定的《原材料工业“三品”实施方案》要求。本标准的制定与实施有效进推动新一代材料与国外接轨，提高市场竞争力扩大市场，对助力有色工业发展升级具有重要意义。

1.3主要参加单位和工作成员作的工作

主要参加单位：宁波金田铜业（集团）股份有限公司始（证券代码：601609）建于1986年10月，专注铜加工三十余年，是全球领先铁铜及铜合金材料供应商，致力于为5G通讯、新能源汽车、轨道交通、电力物联网、智慧城市等战略性新兴产业发展提供铜材综合解决方案，形成了产业链完整、规模优势显著、产品种类齐全的竞争优势。公司立足宁波，放眼世界，持续推进全球化布局，在香港、美国、德国、日本等地设立子公司，建立全球供应链体系和销售网络，为国内外客户提供铜产品一站式的采购服务。公司建立了国家级企业技术中心、国家级博士后科研工作站和国家认可实验室，拥有国内外先进的全谱等离子体发射光谱仪、超高矫顽力永磁测量仪等先进检测仪器设备。并聚焦重点应用领域关键材料与技术，研发高强、高导、高精度的新型高端铜合金新材料，推动产品升级，打造技术竞争力。目前已拥有授权发明专利100多项，主持、参与国家/行业标准制订30余项，获得国家级、省部级科技进步奖10余项。2021年公司铜及铜合金材料总产量150多万吨，继续保持行业龙头地位。公司积极履行社会责任，长期恪守“生态重于生产”的环保理念，积极响应国家“碳达峰”、“碳中和”的战略目标，投入大量资金用于环境保护、节能降碳和生态建设，已成为行业内发展循环经济的典范，被授予国家循环经济试点单位、国家绿色示范工厂等荣誉。

主要参与单位：西安斯瑞先进铜合金科技有限公司，成立于2018年7月18日，是陕西斯瑞新材料股份有限公司的全资子公司。公司专注于高导高强铬锆铜系列材料、铜铬系列合金材料、铜铁系列合金材料、各种真空熔炼先进铜合金材料的研发和制造，具有二十多年的先进铜合金研发制造经验。公司建有真空熔炼、非真空熔炼、热挤压、拉拨、锻造、真空精密铸造、专用铜合金热处理、精密机械加工等多条生产线，产品广泛服务于轨道交通、中高压电力开关、汽车制造、模具制造、新一代电子信息化产品等领域。公司通过了ISO9001:2015质量管理体系认证、ISO14001:2015环境管理体系认证、OHSAS18001:2007职业健康安全管理体系认证、ISO/TS22163国际铁路行业标准认证及IATF16949:2016汽车行业质量体系认证,也通过了清洁生产审核。公司产品性能稳定、质量可靠、供货及时、服务到位，在行业内树立了良好的企业形象。公司将持续加大研发创新投入、全力提升产能，满足国内外客户对于各种特殊性能、各种成分先进铜合金的需求。

参与单位：中南大学

参与单位：芜湖楚江合金铜材有限公司是安徽楚江科技新材料股份有限公司的全资子公司, 国家高新技术企业，专精特新小巨人企业，拥有省级企业中心、铜合金产业公共服务平台、市级绿色工厂、市级数字化车间、市级工程技术研究中心。主要生产高精密新材料切割用黄铜母线材、高精度电气接插件线材、高精度Y型母线、高端电子元器件用铜合金线材、高端服辅用高弹耐磨铜合金线材等十几种产品。公司拥有较强的产品研发实力，先后承担了省级、市级产业化和科技计划项目，且成功研发出4项省级科技研究成果、6项省级新产品、8项高新技术产品，拥有60多项国家专利技术，共参与国家、行业标准10余项。

参与单位：绍兴质量技术监督研究院

工作成员所作的工作：

|  |  |
| --- | --- |
| 起草人 | 工作职责 |
| 项燕龙、王永如、李周 | 负责整体工作指导、工作协调 |
| 裘桂群 | 文本编制、数据收集分析 |
| 王立新、周斌、郑良玉 | 相关资料提供 |
|  |  |

1.4主要工作过程

1.4.1预研阶段

本标准制订工作于2021年11月份开始筹备，在编写前，充分进行市场调研，查阅了国内外有关矿物绝缘电缆用铜导体的信息和相关标准，整理参考数据资料。调研现有标准、产品应用情况，存在问题等，整理收集、归类、对比，确定编写的技术要求。

2022年6月组织公司内部标准制订启动讨论会，讨论高强高导铜铁合金棒线材标准相关技术要求，包括牌号、成分及力学性能、电性能和电磁性能等，对标准文本草案案稿进行补充和完善。同时，对于铜铁合金中铁含量的检测方法和电磁性能检测方法进行了讨论，明确各参与单位根据要求对检测方法进行实验验证。

1.4.2标准立项

公司于2020年申请提出《高强高导铜铁合金棒线材》行业标准的修订工作，并立项通过。标准制订计划任务正式下达后，项目成立了标准编制组，并落实起草任务，确定标准的主要起草人，拟定该标准的工作计划。各负责人分工明确，紧密合作，进行了全面的市场调研、资料查询，收集了大量的产品测试、用户使用方面的相关技术数据，比较全面和准确地了解焊丝、射频电缆等领域的需求及其技术要求，为本标准的制定提供了依据。本标准在制定过程中，与用户进行了多次沟通，以此保证本标准的数据采集和各项技术指标的验证以及标准文本的编制任务的顺利完成。

1.4.3起草阶段

（1）2022年11月17日由全国有色金属标准化技术委员会组织在安徽池州召开该标准的讨论会。会上讨论确定了产品牌号、化学成分、外形尺寸及尺寸允许偏差、力学性能、电性能及电磁性能等内容要求。会后根据各专家意见进行了修改与补充，并形成了《标准预审稿》及编制说明。相关意见处理结果列于表1。

（2）2023年2月中旬，组织第二次内部研讨会，相关参编单位参加。会上，对讨论会上提出的意见进行研讨和确定。明确再增加1个牌号的铜铁合金CuFe40，及其状态、相应力学性能、电性能；同时对于本文件中规定的化学成分应与《铜铁合金精炼铸锭》标准保持一致，明确氧含量上限值；针对是否将晶粒度或显微组织列入标准的问题，经商讨决定，由于显微组织要求比较复杂，不宜列入标准中进行规范；对于GB/T30142标准是否能全面适用于平面型、线材型电磁屏蔽材料屏蔽效能测量，经讨论，考虑采用丝织网进行，其检测方法可参照GB/T 4669-2008、GB/T 14343-2008或GB/T 3820-1997。

表1 讨论会意见处理表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 标准章条编号 | 意见内容 | 处理意见 | 说明 |
| 1 | 2  | GB/T 10567.2 适用于黄铜加工、组装件和零部件 | 采纳 | 本文件产品不需要进行残余应力检测，删除该引用文件 |
| 2 | 5.1  | CuFe20中Fe含量为18.5-20.0不符合标准规范要求 | 采纳 | 根据实际生产情况，CuFe20中Fe含量调整为18.0-21.0 |
| 3 | 5.2.1 | 直径＞1.0～3.0mm和＞3.0～10.0mm其外径尺寸允许偏差高精级分别在±0.020和±0.040，与普通级要求有矛盾 | 采纳 | 直径＞1.0～3.0mm和＞3.0～10.0mm其外径尺寸允许偏差高精级调整为±0.020和±0.030，普通级调整为为±0.030和±0.040 |
| 4 | 5.2.4 | 棒材直度没有注明状态 | 采纳 | H06、H04、H02状态棒材直度应符合表4规定 |
| 5 | 5.3 | 断后伸长率没有定标距 | 采纳 | 断后伸长率A%修改为A*100*% |
| 6 | 无 | 晶粒度或金相组织是否纳入技术要求 | 不采纳 | 不同熔炼工艺，其显微组织不一样，无法统一显微组织要求，不列入本文件产品技术要求 |
| 7 | 5.7 | 残余应力及氨熏检测方法不适合铜铁合金棒线材产品 | 采纳 | 删除残余应力和相应检测方法 |
| 8 | 6.1 | GB/T5121(所有部分)、YS/T482或YS/T483中对于铁含量的检测要求分别为0.0001～0.002、0.0001～9.0和0.050～10.0不适用于检测高铁含量 | 采纳 | 自行制定铜含量的检测方法，以附录形式列入本文件中。 |
| 9 | 6.5 | 电磁屏蔽性检测方法按GB/T30142规定，其中线丝材是否可以直接测量或通过编织网进行检测 | 采纳 | 更改检测方法。 |

1.4.4征求意见阶段

1.4.5审查阶段

1.4.6报批阶段

1. 编制原则

本标准起草单位自接受起草任务后，成立了标准编制工作组，负责收集生产统计、检验数据、市场需求及客户要求等信息。初步确定《高强高导铜铁合金棒线材》标准起草所遵循的基本原则和编制依据：

a)查阅国内外相关标准和客户的相关技术要求，目前国内还没有该类材料的相应国家/行业标准。

b)高强高导铜铁合金产品属于为新材料，其产品标准对市场和产品的规范，具有切实的指导意义，能够有效地促进该类产品的有序发展。

c)本标准所涉及的合金，主要以市场（客户）的需求为主，所列检棒线材均已量产供应的产品。

d)棒线材的订货与生产过程中的技术要求、识别，能够直观、明确，不易产生分歧和误判。对形状标识、尺寸要求等主要技术要求，力求使标准达到的合理性与适用性；

e)根据技术发展水平及测试数据确定技术指标取值范围；尽可能多采集数据，进行数据分类统计和分析；

f)按照GB/T 1.1和有色加工产品标准和国家行业标准编写示例的要求格式和结构进行编写。

1. 标准主要技术内容的确定依据及主要试验和验证情况分析

3.1标准适用范围

根据市场实际应用的需求，本标准应用于生产焊丝、通讯射频编织网用的铜铁合金棒线材。

* 1. 产品分类

产品分类是对铜铁合金棒线材产品的牌号、状态、规格进行规定，同时规定了产品标记方法，相关情况分别说明如下：

（1）本标准的产品为铜铁合金棒材，产品截面形状为圆形，以产品的外径来划分不同的规格。

（2）通过市场调研及收集相关企业的资料发现，国内目前生产的较成熟的高强高导铜铁合金棒线

材牌号主要有CuFe5、CuFe10、CuFe20、CuFe40。

（3）产品尺寸规格范围，根据目前市场需求现状，确定本标准尺寸规格为：外径为0.07～14mm。

（4）产品标记方法：按照GB/T 1.1-2020的规定，产品名称、标准编号、牌号、状态、规格的顺序表示，标准中给出了铜铁合金棒线的典型标记示例。

本标准的分类优点在于材料用途特性明确了CuFe5、CuFe10、CuFe20、CuFe40等材料基础形状材料，满足专用产品生产需要。

3.3 技术要求

3.3.1化学成分

本标准根据目前高强高导铜铁合金棒格材的实际生产情况，共收录4个合金，CuFe5牌号棒线材化学成分应等同采用GB/T5231《加工铜及铜合金牌号及化学成分》，其余牌号应符合表2规定。

表2 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 |

为较好的确定各牌号成分要求，由生产企业宁波金田、西安斯瑞提供CuFe5、CuFe10、CuFe20、CuFe40的样品进行检测，同时进行互相进行数据验证，最终确定表2的成分要求。

（1）其中CuFe5成分数据统计、分析如下表3所示。

表3 CuFe5成分数据统计、分析

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 测试成分 | 样本数量/个 | 范围/% | 平均值/% | 标准偏差σ/% |
| Fe | 43 | 4.22-5.63 | 5.10 | 0.38 |
| Cr | 43 | 0.0067-0.0093 | 0.0089 | 0.0028 |
| Si | 43 | 0.0072-0.0089 | 0.0086 | 0.0032 |
| Mn | 43 | 0.013-0.021 | 0.018 | 0.0061 |

（2）CuFe10成分数据如下表4所示。

表4 CuFe10成分数据统计、分析

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 测试成分 | 样本数量/个 | 范围/% | 平均值/% | 标准偏差σ/% |
| Fe | 52 | 9.22-10.76 | 9.92 | 0.47 |
| Cr | 52 | 0.0087-0.015 | 0.012 | 0.0025 |
| Si | 52 | 0.011-0.029 | 0.017 | 0.0051 |
| Mn | 52 | 0.031-0.047 | 0.041 | 0.0047 |
| O | 52 | 0.0063-0.0082 | 0.0076 | 0.0006 |

（3）CuFe20成分数据如下表5所示。

表5 CuFe20成分数据统计、分析

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 测试成分 | 样本数量/个 | 范围/% | 平均值/% | 标准方差σ% |
| Fe | 30 | 19.63-21.03 | 20.23 | 0.46 |
| Cr | 30 | 0.021-0.036 | 0.029 | 0.0041 |
| Si | 30 | 0.017-0.022 | 0.019 | 0.0017 |
| Mn | 30 | 0.037-0.051 | 0.042 | 0.0043 |
| O | 30 | 0.0079-0.016 | 0.011 | 0.0030 |

（4）CuFe40成分数据如下表6所示。

表6 CuFe40成分数据统计、分析

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 测试成分 | 样本数量/个 | 范围/% | 平均值/% | 标准偏差σ/% |
| Fe | 28 | 38.7-42.3 | 40.2 | 1.26 |
| Cr | 28 | 0.026-0.033 | 0.029 | 0.0020 |
| Si | 28 | 0.0172-0.0230 | 0.0191 | 0.0016 |
| Mn | 28 | 0.0331-0.0662 | 0.0432 | 0.0086 |
| O | 28 | 0.0165-0.022 | 0.0193 | 0.0021 |

3.3.2 主要尺寸及其允许偏差

棒线材的具体参数将根据用户的不同需要，并结合产品实际检测值、产品应用领域和生产过程的模具使用寿命确定，其允许偏差应符合表7的规定。

表7 棒线材的外径尺寸及尺寸允许偏差

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 形状 | 直径/mm | 允许偏差 |
| 普通级 | 高精级 |
| 棒、线 | 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 | ±0.030 | ±0.040 |
| ＞10.0～14.0 | ±0.040 | ±0.060 |
| 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。 |

3.3.3 圆度

铜铁合金棒线材的圆度与常规棒线材要求是一样的，不应大于直径允许偏差之半。

3.3.4定尺及倍尺长度允许偏差

铜铁合金棒材定尺及倍尺长度的允许偏差与常规棒材要求是一样的，因此其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。

3.3.4 直度

目前，在供货过程中用户对于棒材的直度没有特别要求，按常规棒材产品要求进行规定，因此H06、H04、H02状态棒材直度应符合表8规定。

表8 棒材的直度 单位：mm

|  |  |
| --- | --- |
| 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 |

3.3.5 倒角

棒线材端部可倒角，具体要求由供需双方协商确定。

3.3.6 力学性能

力学性能是衡量铜铁合金抗变形能力和断裂能力的指标。力学性能可以通过拉伸试验进行测试，测得抗拉强度和断后伸长率。基于产品特性和生产实际情况及客户不同侧重点要求，标准还规定了给维氏硬度。根据对收集到的实测数据进行了分析整理和统计，具体见表9、表10、表11。

表9-1 直径0.07～3.0mm CuFe5、CuFe10力学性能数据统计（抗拉强度）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 牌号及规格 | 样品数量(个) | 抗拉强度检测结果范围MPa | 平均值μ（MPa） |
| CuFe5（O60） | 35 | [280,335] | 305.2 |
| CuFe5（H02） | 32 | [450,550] | 491.5 |
| CuFe5（H04） | 32 | [550,672] | 612.0 |
| CuFe5（H06） | 32 | [720,850] | 787.1 |
| CuFe10（O60） | 30 | [300,350] | 327.0 |
| CuFe10（H02） | 30 | [480,550] | 508.8 |
| CuFe10（H04） | 26 | [600,700] | 658.5 |
| CuFe10（H06） | 26 | [800,900] | 585.6 |

表9-2 直径0.5～3.0mm CuFe20力学性能数据统计（抗拉强度）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 牌号及规格 | 样品数量(个) | 抗拉强度检测结果范围MPa | 平均值μ（MPa） |
| CuFe20（O60） | 25 | [456,495] | 477.5 |
| CuFe20（H06） | 25 | [565,639] | 600.4 |

表9-3 直径1.2～3.0mm力学性能数据统计（抗拉强度）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 牌号及规格 | 样品数量(个) | 抗拉强度检测结果范围MPa | 平均值μ（MPa） |
| CuFe40（O60） | 22 | [521,577] | 545.3 |
| CuFe40（H06） | 22 | [615,700] | 658.2 |

表10 力学性能数据统计（硬度HV）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 样品数量(个) | 硬度（HV）检测结果范围 | 平均值μ（HV） |
|
| CuFe5（O60） | 35 | [80,101] | 90.4 |
| CuFe5（H02） | 32 | [116,142] | 129.6 |
| CuFe5（H04） | 32 | [127,152] | 140.7 |
| CuFe5（H06） | 32 | [165,201] | 181.9 |
| CuFe10（O60） | 30 | [90,112] | 101.1 |
| CuFe10（H02） | 30 | [130,155] | 140.6 |
| CuFe10（H04） | 26 | [150,172] | 161.1 |
| CuFe10（H06） | 26 | [165,185] | 174.3 |
| CuFe20（O60） | 25 | [458,494] | 477.5 |
| CuFe20（H06） | 25 | [560,643] | 600.4 |
| CuFe40（O60） | 22 | [521,577] | 545.3 |
| CuFe40（H06） | 22 | [615,700] | 658.2 |

表11 力学性能数据统计（断后伸长率A%）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 样品数量(个) | 断后伸长率*A100*%检测结果范围 | 平均值μ（A%） |
|
| CuFe5（O60） | 35 | [25,28.5] | 26.2 |
| CuFe5（H02） | 32 | [15,18.3] | 16.6 |
| CuFe5（H04） | 32 | [2,3.5] | 3.1 |
| CuFe5（H06） | 32 | [3,3.6] | 3.3 |
| CuFe10（O60） | 30 | [20,25.3] | 22.5 |
| CuFe10（H02） | 30 | [10,13.1] | 11.9 |
| CuFe10（H04） | 26 | [2,3.5] | 2.9 |
| CuFe10（H06） | 26 | [1.5,2.9] | 2.3 |
| CuFe20（O60） | 25 | [10.2,12.5] | 11.1 |
| CuFe20（H06） | 25 | [4,6] | 4.7 |
| CuFe40（O60） | 22 | [8,10.3] | 9.4 |
| CuFe40（H06） | 22 | [2,3.3] | 2.8 |

根据对收集到的实测数据进行了分析整理和分析，由以上数据得出得出我们的力学性能应满足以下规定：棒线材的力学性能应符合表12的规定。

表12 棒线材的力学性能

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 状态 | 直径mm | 抗拉强度*Rm*MPa | 断后伸长率 *A100*% | 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 |

3.3.7 电性能

铜铁合金棒线材属于磁性高导材料，可用于制作编织网、散热材料等。既有较好的导电性，也要有一定的保磁力JHC。电性能检测方法按GB/T351的规定进行，电阻越小时，导电所损失的电流也越小，导电率就越高。在20℃温度下测试，棒线材的电性能见表13。

表13棒线材的电性能数据

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 状态 | 20℃电阻率/Ω**●**mm**2**/m 检测结果 | 导电率/%IACS |
| CuFe5 | O60 | 0.026525  | 65.0 |
| 0.026443  | 65.2 |
| 0.025243  | 68.3 |
| 0.025849  | 66.7 |
| 0.024215  | 71.2 |
| 0.026403  | 65.3 |
| 0.023748  | 72.6 |
| 0.025965  | 66.4 |
| 0.023846  | 72.3 |
| 0.026443  | 65.2 |
| 0.022927  | 75.2 |
| 0.025849  | 66.7 |
| 0.023748  | 72.6 |
| 0.026403  | 65.3 |
| 0.026242  | 65.7 |
| 0.026005  | 66.3 |
| 0.025169  | 68.5 |
| H02 | 0.028735  | 60.0 |
| 0.027630  | 62.4 |
| 0.026403  | 65.3 |
| 0.025810  | 66.8 |
| 0.028172  | 61.2 |
| 0.027719  | 62.2 |
| 0.027674  | 62.3 |
| 0.026813  | 64.3 |
| 0.027763  | 62.1 |
| 0.029074  | 59.3 |
| 0.027586  | 62.5 |
| 0.027194  | 63.4 |
| 0.027719  | 62.2 |
| 0.027989  | 61.6 |
| 0.028640  | 60.2 |
| 0.028357  | 60.8 |
| H04 | 0.028735 | 60.0 |
| 0.027943 | 61.7 |
| 0.027629 | 62.4 |
| 0.031347  | 55.2 |
| 0.028498  | 60.5 |
| 0.029624  | 58.2 |
| 0.028126  | 61.3 |
| 0.030089  | 57.3 |
| 0.028592  | 60.3 |
| 0.028310  | 60.9 |
| 0.032347  | 53.3 |
| 0.029173  | 59.1 |
| 0.028126  | 61.3 |
| 0.030515  | 56.5 |
| 0.028126  | 61.3 |
| 0.031462  | 54.8 |
| 0.029880  | 57.7 |
| 0.029624  | 58.2 |
| H06 | 0.034482  | 50.0 |
| 0.032653  | 52.8 |
| 0.031928  | 54.0 |
| CuFe5 | 0.031234  | 55.2 |
| 0.032046  | 53.8 |
| 0.031577  | 54.6 |
| 0.031810  | 54.2 |
| 0.030678  | 56.2 |
| 0.035258  | 48.9 |
| 0.033348  | 51.7 |
| 0.031751  | 54.3 |
| 0.030407  | 56.7 |
| 0.032966  | 52.3 |
| 0.031404  | 54.9 |
| 0.032408  | 53.2 |
| CuFe10 | O60 | 0.028735  | 60.0 |
| 0.027674  | 62.3 |
| 0.027454  | 62.8 |
| 0.027323  | 63.1 |
| 0.027151  | 63.5 |
| 0.027367  | 63 |
| 0.027674  | 62.3 |
| 0.027498  | 62.7 |
| 0.027151  | 63.5 |
| 0.027674  | 62.3 |
| 0.027280  | 63.2 |
| 0.027454  | 62.8 |
| 0.027586  | 62.5 |
| 0.027498  | 62.7 |
| 0.028034  | 61.5 |
| H02 | 0.031347  | 55.0 |
| 0.031177  | 55.3 |
| 0.030733  | 56.1 |
| 0.030898  | 55.8 |
| 0.030623  | 56.3 |
| 0.031234  | 55.2 |
| 0.030898  | 55.8 |
| 0.028126  | 61.3 |
| 0.027410  | 62.9 |
| 0.030953  | 55.7 |
| 0.031177  | 55.3 |
| 0.028640  | 60.2 |
| H04 | 0.033156  | 52.0 |
| 0.033029  | 52.2 |
| 0.033608  | 51.3 |
| 0.031577  | 54.6 |
| 0.033092  | 52.1 |
| 0.032715  | 52.7 |
| 0.029573  | 58.3 |
| 0.031121  | 55.4 |
| 0.031519  | 54.7 |
| 0.028357  | 60.8 |
| H06 | 0.035919  | 48.0 |
| 0.034073  | 50.6 |
| 0.031177  | 55.3 |
|  | 0.035475  | 48.6 |
| 0.035043  | 49.2 |
| 0.036761  | 46.9 |
| 0.033608  | 51.3 |
| 0.036450  | 47.3 |
| 0.032840  | 52.5 |
| 0.033220  | 51.9 |
| CuFe20 | O60 | 0.033183 | 52.5 |
| 0.032142 | 54.2 |
| 0.032502 | 53.6 |
| 0.032624 | 53.4 |
| 0.032685 | 53.3 |
| 0.032502 | 53.6 |
| 0.031907 | 54.6 |
| 0.032381 | 53.8 |
| 0.033502 | 52.0 |
| 0.031560 | 55.2 |
| 0.032746 | 53.2 |
| 0.033057 | 52.7 |
| 0.033631 | 51.8 |
| H06 | 0.040326 | 43.2 |
| 0.038457 | 45.3 |
| 0.040894 | 42.6 |
| 0.041777 | 41.7 |
| 0.040420 | 43.1 |
| 0.040991 | 42.5 |
| 0.042182 | 41.3 |
| 0.038204 | 45.6 |
| 0.037708 | 46.2 |
| 0.041380 | 42.1 |
| CuFe40 | O60 | 0.055837 | 31.2 |
| 0.059661 | 29.2 |
| 0.056931 | 30.6 |
| 0.053603 | 32.5 |
| 0.054783 | 31.8 |
| 0.051848 | 33.6 |
| H06 | 0.088431 | 19.7 |
| 0.086243 | 20.2 |
| 0.081789 | 21.3 |
| 0.105582 | 16.5 |
| 0.078473 | 22.2 |
| 0.084980 | 20.5 |

 从上表可看出CuFe5、CuFe10和CuFe20铜合金在不同状态下导电率均在50%以上，最高达到75.2%，其导电率也是非常优异的。根据上述数据的分析，本文本产品性能如表14规定。

表14 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 |

3.3.8 电磁性能

棒线材的电磁性能按GB/T 30142测量方法进行。首先是将铜棒线材制成织物网状，然后进行磁场屏蔽效能的测试。根据数据情况分析饱和磁强度随铁含量增加而增加。



3.3.9 内部质量

产品应用过程中，客户对产品内部质量提出了更高要求，同时，也是保证产品质量重要内容之一，因此，对内部质量指标进行规范。型材断口应致密、无缩尾，不应有超出YS/T 336中规定的气孔、夹杂及分层等缺陷。

3.3.10表面质量

棒线材表面应光亮、清洁，不允许有影响使用的缺陷。

四、标准中涉及专利的情况

本标准不涉及专利问题。

五、预期达到的社会效益等情况

（一）项目的必要性阐述

铜铁合金是一种以铜、铁为主成分元素（铁含量为5-50%）的铜合金材料，既有铜的高导电、高导热和抗菌性，又有铁的高强度、高硬度、耐磨性和磁性能，以及较好的延展性、弹性、热导率和电磁屏蔽性能。以 CuFe10(H)线材为例，导电率超过60%IACS；抗拉强度在530～590MPa，硬度为150～170HV，分别高于C19400抗拉强度410～490MPa和硬度125～145HV；热导率达到350W/m•k，可作为C19400的升级版，也可替代部分锡磷青铜、黄铜和铍铜，比现有材料节约资源、减轻重量，降低成本，回收利用不存在有害物质，被视为新一代新型铜合金，不受ROHS规定的限制，属于绿色环保的合金。

铜铁合金作为一种性能优越的新型基础合金材料，可以加工成棒状、线状等，应用于半导体制造、电子产品制造、通信设备制造、医疗器械制造，家电制造等产业领域。比如5G通信用RF射频线、继电器和耐高温电机线圈等；同时因具有较好热传导率和硬度，可作为焊料（焊接丝料）和制作各种电线电缆的外套（编织网）。近几年，基于电子通讯、半导体、智能终端、互联网等产业的高速发展，需要研发新一代用于智能互联高传输高强高导系列合金新材料，然而需求的关键材料中，约三分之一国内完全空白，约一半性能稳定性较差，部分产品受到国外严密控制，国内又急切需要突破受制于人的关键战略材料。所以说，高端铜合金材料被放在了史无前例的重要地位。

（二）项目的可行性阐述

高铁含量铜合金的研究与应用在国外少数机构已取得突破，其具有高抗磁屏蔽、高导热、高强度、高焊接性等优异性能，可以满足电子、航空等高端需求，具有广泛的应用领域和替代传统产品的潜力。美国奥林公司1964年推出了铜铁合金专利C194，由于其有较高强度、导电性等特性，很快得到了大量商业化应用。目前已占据了引线框架用材料量的60%左右。近些年来，在铜铁合金应用领域研究方面，日本和韩国已走在了世界的前列。日本开发的Cu90% + Fe10%的镀金线已应用于智能手机里，使用WiGi通讯线所开发的Cu95% + Fe5%镀金线也在测试中。日本、韩国下一步将推广应用更多领域。

国内以宁波金田、西安斯瑞、中南大学为代表的企业和科院所已开展了Cu-Fe系列材料的基础研究和生产，并已向日韩批量出口，国内的应用推动工作在国家工信部材料司和有色铜加工协会的指导下正在蓬勃发展。

（三）标准的先进性、创新性、标准实施后预期产生的经济效益和社会效益

六、采用国际标准和国外先进标准的情况

 通过国内外资料收集、文献查阅发现，国内外尚未出台关于新型铜铁合金材料的相关标准进行统一规范。

——查阅到国际同类标准的情况，及标准水平的对比分析（宜以表格形式出现）；

——与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况。

七、与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性情况

本标准的制定过程 、技术指标的选定、检验项目的设置符合现行法律、法规和强制性国家标准的规定，与其他同类国家标准、行业标准无冲突、重叠和不协调之处。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

九、作为强制性或推荐性国家标准的建议

本标准建议作为推存性行业标准发布。

十、贯彻标准的要求和措施建议

——组织措施

——技术措施

——发布实施

十一、废止现行有关标准的建议

无。

十二、其他主要内容的解释和其他需要说明的事项

无。

高强高导铜铁合金棒线材编制小组

二○二二年十一月