**《电工用镉铜棒》编制说明**

1. 任务来源

根据工信厅科函（2022）94号《2022年第一批行业标准制修订和外文版项目计划的通知》，由沈阳有色金属研究所有限公司负责起草修订行业标准《电工用镉铜棒》，项目计划编号2022-0210T-YS，完成年限为2023年。

1. 工作简况

1、立项的目的和意义

镉铜具有高导电性和导热性，良好的耐磨性、减磨性、耐蚀性和加工性，广泛用于制造电工装置的导电，耐热，耐磨零件，及常用于制作常温或高温下工作的高导电、耐磨的零件，主要用途有：电机整流子、开关元件，较高强度的传输线，接头及接触焊机电极和滚轮等。是国防军工部门需用的重要有色金属材料之一。

镉铜棒是含有0.7%~1.2%镉质量分数的高铜合金。高温时镉与铜形成a固溶体，随温度的降低，镉在铜中的固溶度急剧下降。由于镉的含量低，析出相质点强化效果很弱，因此，合金不能通过热处理时效硬化，只能采用冷变形加工获得强化。

镉的加入，使铜的导电率略有下降，但其强度，再结晶温度和抗高温软化能力明显提高，合金具有良好的冷、热加工性能。能承受热挤、热轧、热弯、锻造和多种形式的冷变形加工，变形率可达90%以上。根据不同应用的需要，可供应锻制大规格棒材， 挤制棒材和高精度拉制棒材产品。

随着电力、装备制造领域的科技进步，主要装备向高可靠、长寿命、高性能、高功效、节能环保方向迅速发展，对材料的导电、导热、强度、抗软化等综合性能要求越来越高。镉铜棒材是目前综合性能较好的高强高导铜基合金材料，具有其他合金不具备的特殊性能，广泛用于制造大功率、大电流、高温等恶劣工况下的重要导电、导热器件。其应用正不断被开发，产品正在被不同行业所重视。

沈阳有色金属研究所有限公司，利用真空熔炼方式生产镉铜棒材，有效避免了熔炼过程中镉对环境的污染，产品质量稳定，占有较大的市场份额。

2、申报单位情况

沈阳有色金属研究所有限公司，是一家从事有色金属材料研发和生产的高新技术企业，主要产品有铜及铜合金、镍及镍合金、钛及钛合金、贵金属合金和钎焊料等复杂的板、带、箔、管、棒、线、型材及军工制品等。公司拥有从真空熔炼到板、带、管、棒、线材加工的完整生产线。主要的生产设备有：真空感应电炉（二台）；现代化板、带材生产线，其具有热轧、中轧、冷轧、自动剪切等先进生产系统；板材冷热轧机、高精度带材可逆冷轧机；井式真空退火炉、卧式真空退火炉；多台管、棒、线材拉伸机等。拥有最先进的高精度试验、检测设备：电感耦合等离子体原子发射光谱仪（Plasma 2000）、电子万能试验机（岛津SHIMADZU）、高频红外碳硫分析仪（CS-2800）、涡流导电仪（Sigma2008B）、高倍金相显微镜、各种硬度计等，可实现从生产到试验、检测的整套流程。

公司建有完善的科研体系、严谨的科研团队，拥有2项科学技术成果，10余项国家专利。作为国家标准委员会会员单位，公司还先后起草和参与了十多项国家标准及行业标准的编制工作。近几年公司管理水平逐步提高，先后通过并拥有各种生产资格及资质。2020年，被评为辽宁省瞪羚企业；2021年，公司被认定为辽宁省有色金属合金材料专业技术创新中心。开发出多种有色金属高科技材料，广泛应用在航空航天、船舶制造、微波传输、电子通讯、雷达探测、精密仪器仪表、兵器制造等领域，其中有30多种产品处于独家生产状态,多种材料实现国产化替代进口。目前，公司已被列为兵器、航空、航天、船舶电子集采平台的合格供应商。

由于公司在研发该合金材料产品上投入了大量的技术工作，并取得了显著的成果，为修订本标准提供了有力的技术支撑，具备了修订本标准的技术基础。

3、主要工作过程

自2021年标准修订计划下达后，沈阳有色金属研究所有限公司立即成立了标准修订小组，首先整理收集公司TCd1棒材产品多年来生产实际积累的技术数据，进行整理组合分析，将数据分析结果与原标准比对，确定原标准中部分技术指标已不适合现在用户的使用要求，因此更改部分技术指标值，以满足用户的需求。

三 、标准编制原则

目前没查阅到相关的国外标准，本标准技术参数主要依据多年来TCd1棒材生产中积累的技术数据指导确定本标准中的技术数据，以及应用领域的对TCd1棒材技术条件的要求，综合上述两方面的技术资料修订本标准。

同时，按照GB/T1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的要求对标准进行制定，通过多次讨论，广泛征求各方意见之后，形成了标准讨论稿及编制说明。

四、主要技术指标及其确定依据

1、牌号﹑状态﹑规格

根据多年来棒材生产的数据积累、用户需求及市场调研，确定产品牌号、状态不变，更改软化退火及硬态棒材长度。

1. 化学成分

根据多年来棒材的生产及用户需求，化学成分仍采用原标准的国标规定执行。

3、尺寸及允许偏差

本标准热加工棒材直径允许偏差分挤制和锻制两种，挤制棒材直径允许偏差与行标《铜及铜合金挤制棒》公差水平基本相当，并根据当前行业锻制工艺及装备发展水平确定了锻制棒材的允许偏差（见表1）。拉制棒材直径（或对边距）及其允许偏差略严于国家《铜及铜合金拉制棒》标准公差水平，这与当前行业发展水平相适应。

本标准对棒材长度、扭拧度、圆角半径、直度等外形尺寸指标进行了相应的规定，指标水平与当前行业发展水平及应用领域的需求相适应。

根据多年生产实际情况和用户需求，确定对硬态和软化退火棒材的直径或对边距离允许偏差进行了更改，其更改后的数据见表1。

表1 硬态和软化退火态棒材直径或对边距离允许偏差

 单位为毫米

|  |  |
| --- | --- |
| 直径或对边距离 | 允许偏差a |
| 圆形 | 六角形、正方形 |
| 普通级 | 高精级 | 普通级 | 高精级 |
| 5～10 | ±0.06 | ±0.04 | ±0.11 | ±0.08 |
| >10～18 | ±0.08 | ±0.05 | ±0.13 | ±0.10 |
| >18～30 | ±0.10 | ±0.06 | ±0.15 | ±0.10 |
| >30～45 | ±0.10 | ±0.09 | ±0.16 | ±0.13 |
| >45～55 | ±0.12 | ±0.10 | ±0.18 | ±0.15 |
| >55～80 | ±0.15 | ±0.12 | — | — |
| a 需方要求允许偏差全为（+）或（—）单向偏差时，其值为表中数值的2倍。 |

4、力学性能

室温力学性能是电工用隔铜棒材的重要技术指标，既符合实际的使用要求，又便于供需双方的验收，室温力学性能包含抗拉强度、断后伸长率及布氏硬度。参考多年实际生产数据，将标准的部分棒材室温力学性能指标进行了更改，标准的室温力学性能具体指标值见表2，更改的棒材产品室温力学性能实际检测统计数据列于表3、表4中，图1是抗拉强度直方图列举图，图2是断后伸长率直方图列举图。

表2 棒材的室温力学性能

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 状态 |  直径或对边距/mm | 抗拉强度Rm/MPa | 断后伸长率A/% | 布氏硬度/HB |
| TCd1 | M30M10 | 8～120 | ≥215 | ≥38 | ≤75 |
| ＞120～200 | ≥205 | ≥38 | ≤75 |
| H04 | ≤8 | ≥415 | ≥5 | — |
| ＞8～30 | ≥400 | ≥5 | ≥100 |
| ＞30 | ≥370 | ≥6 | ≥100 |
| O60 | ≤8 | ≥220 | ≥50 | — |
| ＞8～80 | ≥220 | ≥50 | ≤75 |

表3 TCd1棒材的室温力学性能检测统计表（抗拉强度）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 状态 | 直径或对边距/mm | 样品数量（个） | 抗拉强度检测范围MPa | 抗拉强度下限值U | 平均值 | 标准偏差 | 正态分布曲线左边接受概率% | 正态分布曲线右边接收概率% | 标准指标接收概率% |
| 标准指标系数u1 | 接受概率% |
| TCd1 | O60 | ≤8 | 100 | 217~272 | 217 | 244.5 | 4.89 | 50.00 | 2.71 | 49.66 | 99.66 |
| ＞8～80 | 100 | 217~272 | 217 | 244.5 | 5.57 | 50.00 | 3.28 | 49.95 | 99.95 |

表4 TCd1棒材的室温力学性能检测统计表（断后伸长率%）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 状态 | 直径或对边距/mm | 样品数量（个） | 断后伸长率检测范围% | 断后伸长率下限值U | 平均值 | 标准偏差 | 正态分布曲线左边接收概率% | 正态分布曲线右边接受概率% | 标准指标接收概率% |
| 标准指标系数u1 | 接受概率% |
| TCd1 | O60 | ≤8 | 100 | 48~73 | 48 | 60.5 | 0.557 | 3.27 | 49.95 | 50.00 | 99.95 |
| ＞8～80 | 100 | 46~71 | 46 | 58.5 | 0.29 | 3.72 | 49.99 | 50.00 | 99.99 |

图1

图2

5、 电性能

本标准棒材主要应用于导电导热应用领域，对电性能有较高的要求，本标准根据用户需求及生产中的检测数据对电性能规定如下：

经供需双方协商，并在合同中注明，棒材可做电性能检验。20℃时的导电率应不小于75%IACS(或电阻系数不大于0.022988Ω·mm2/m)，较高要求时，可供应导电率不小于80%IACS（或电阻系数不大于0.0215513Ω·mm2/m）的棒材。

6、内部质量

镉铜棒材生产中存在严重“皮下夹层”缺陷，在工艺上必须进行严格控制，产品需作低倍检查合格后才能供货。本标准规定棒材应进行断口和低倍组织检验，内容如下：

棒材断口应致密，无缩尾。不允许有超出YS/T 336 中规定的气孔、夹杂和分层等缺陷。

低倍组织检验应无肉眼可见的组织离断，如气孔、缩孔、裂纹、缩尾与夹杂等缺陷。

由于棒材断口和低倍检验取样量较大，因此本标准规定可用探伤方法代替断口和低倍检验，当需方有要求并在合同中注明时，可对棒材进行超声波探伤试验，不允许有超出GB/T3310规定的缺陷。

五、标准水平分析

镉铜棒材是目前综合性能较好的高强、高导铜基合金材料，具有其他合金不具备的特殊性能，广泛用于制造大功率、大电流、高温等恶劣工况下的重要导电、导热器件。其应用正不断被开发，产品正在被不同行业所重视，是国防军工部门需用的重要有色金属材料之一。

关于电工用镉铜棒专用材料标准，目前国内外均没有对此类材料做出规定，此标准的发布，是对高强度、高导电铜基合金材料镉铜棒综合性能的统一规范和总结，使标准在电工用镉铜棒产品上更具适用性。

该标准属于国内先进水平。

六、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

本标准的制定符合相关的法律、法规和相关规定，与现有的标准不冲突。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

八、作为强制性国家标准的建议

 本标准不建议作为强制性标准，而建议作为推荐性标准推广使用。

九、贯彻标准的要求和措施建议

本标准是以我国TCd1棒材产品的实际生产现状为基础，结合订货合同要求进行制定的，标准全面覆盖了TCd1棒材产品的一般要求，建议相关单位组织专项标准宣贯会，进行系统学习。杜绝或减少因无标可循给企业生产与经营造成的麻烦。本标准发布后，各企业应积极宣传和贯彻，并立即采用本标准订货，以使产品质量得到充分保证，满足国内、外市场及用户的需要。

十、废止现行有关标准的建议

 无。

十一、其它应予说明的事项

本标准根据目前国内TCd1棒材的实际生产现状和订货合同情况确定采用的牌号、规格和性能，考虑随着新材料的开发、使用和新的生产装备的更新，如果以后生产或订货合同中有其他牌号、规格及性能等需求可在下一版中进行补充修订。

十二、预期效果

由于镉铜棒产品广泛应用于制造电工装置的导电，耐热，耐磨零件，及常用于制作常温或高温下工作的高导电、耐磨的零件，我国近年来对该材料及产品的研发有了长足的进展，应用领域不断扩大，生产制造水平在不断研发和创新的基础上持续提高。因而，其产品制造水平和技术指标还有很大的提升空间，相信随着标准的实施和技术不断创新发展，本产品的质量和制造水平会有较大的提升。

本标准是在结合生产企业及需求的基础上制定的，技术指标先进，具有普遍性、广泛性、适用性、科学性和先进性。本标准发布后，将规范我国TCd1棒材的各项技术要求及性能指标，提高产品在国内市场的竞争力，给生产和使用企业带来巨大的经济效益。

 《电工用镉铜棒》行业标准编制组

 2022年11月6日