磁极线圈用铜型材—编制说明（预审稿）

一、工作简况

1.1任务来源

根据《工业和信息化部办公厅关于印发2022年第二批行业标准制修订和外文版项目计划的通知》（工信厅科函〔2022〕158号）的要求，由浙江力博实业股份有限公司负责起草《磁极线圈用铜型材》行业标准。项目计划编号：2022-0825T-YS，计划完成年限为2023年。

1.2立项目的和意义

磁极线圈应用于水轮发电机，磁极线圈多采用铜型材绕制而成，以利于散热铜型材本身的截面设计成带散热筋形状，为磁极提供了较大的散热表面。特种规格的铜材主要考虑线圈的端部要为极间连接预留空间，所有极间连接部位的铜排的截面积均不小于绕组铜材的截面积。由于磁极线圈应用于水轮发电机的特殊性，对铜型材的性能要求较高。

随着水轮发电机制造水平的不断上升，磁极线圈用铜型材在外形尺寸、精度、力学性能、电性能方面要求进一步提高。现有的YS/T1111-2016《磁极线圈用铜型材》行业标准的技术要求已经不能满足复合触点材料的市场需求，因此需要将YS/T1111-2016《磁极线圈用铜型材》行业标准进行修订。修订后的标准可使我国磁极线圈用铜型材的技术要求更加先进、合理，使我国磁极线圈用铜型材的整体质量水平达到国际先进水平，对促进我国磁极线圈用铜型材生产应用的有序化和规范化将产生积极作用，并将有力的推动我国磁极线圈用铜型材快速健康的发展。

1.3主要参加单位和工作成员所作的工作

1、主要参加单位情况

标准主编单位浙江力博实业股份有限公司在标准的编制过程中，积极主动收集国内外相关标准，负责项目的总体实施和策划，带领编制组成员单位认真细致修改标准文本，征求多家企业的修改意见，编制实测数据统计表，最终完成标准的编制工作。佛山市华鸿铜管有限公司、绍兴市质量技术监督检测院、绍兴市特种设备检测院、浙江天宁合金材料有限公司、有色金属技术经济研究院有限责任公司等单位积极参加标准的调研和制定。

2、主要工作成员所负责的工作情况

本标准主要起草人及工作职责见表1

表1本标准主要起草人及工作职责表

|  |  |
| --- | --- |
| 起草人 | 工作职责 |
| 钟新锋 | 负责方案制定、产品调研、指标确定以及标准条款编写等工作 |
| 章敖生、陈洁 | 负责具体指标的确认核对 |
| 程小槐 | 负责标准资料的收集和使用情况的调研 |
| 石琴、胡晓江 | 负责标准文本核对及校正 |

1.4主要工作过程

1.4.1预研阶段

标准项目经过了充分的前期调研，搜集整理相关资料齐全。制定方案并对其进行了大量的试验验证，决定申请立项。

1.4.2标准立项

标准项目于2020年10月提交并通过全体委员会议的论证，项目于2021年2月提交至工业和信息化部。标准计划于2022年7月正式下达。

1.4.3起草阶段

本标准依据我国磁极线圈用铜型材市场情况修订，在起草阶段进行了大量的数据收集和测试研制，同时兼顾全国生产厂家的现状。

2022年10月成立标准编制组，并明确了工作的职能和任务。12月对磁极线圈用铜型材使用状况进行了相关资料的收集和总结，并对相关的技术资料进行了对比分析。2023年1月根据对磁极线圈用铜型材的相关资料进行分析和总结，对技术参数等问题逐一进行了重新核实，经修改，起草形成了《磁极线圈用铜型材》的初稿。

2023年2月21日～24日由全国有色金属标准化技术委员会主持在广东省佛山市召开该标准的讨论会。编制组根据会议要求和专家意见，对标准进行修改和完善，形成了标准《征求意见稿》及《编制说明》。

2023年6月25日～27日由全国有色金属标准化技术委员会主持在辽宁省沈阳市召开该标准的预审会。编制组根据会议要求和专家意见，对标准进行修改和完善，形成了标准《预审稿》及《编制说明》。

1.4.4征求意见阶段

2023年7月完成了本标准送审稿，然后将送审稿进行专家征求意见，发送《征求意见稿》的单位数 个；回函并有建议或意见的单位数 个；没有回函的单位数 个。根据专家意见，最终修改完成了本标准的送审稿。

编制组根据意见，对标准进行修改和完善，形成了标准《送审稿》及《编制说明》初稿。

1.4.5审查阶段

暂无。

1.4.6报批阶段

暂无。

二、编制原则

本标准在编制时，主要参考了相关企业标准及客户技术标准，结合市场调研，完成了标准文本。同时，项目组确定出以下主要原则：

a）标准应严格按照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》的规定格式进行编写。

b）产品均为已大量批产并广泛使用。

c）产品的技术指标应均得到相应印证，确保合理性。

三、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

（一）标准主要技术内容的确定依据

本标准为《磁极线圈用铜型材》的修订版本。本标准与YS/T1111-2016相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术参数变化如下：

1、表1：原厚度为5.0～20.0 mm，现厚度为5.0～25.0 mm；原宽度为50.0～120.0mm，现宽度为50.0～140.0mm。

2、表2：第二行原厚度为＞10.0～20.0mm，现厚度为＞10.0～25.0mm。

3、表3：第一行原宽度允许偏差为±0.25mm，现宽度允许偏差为±0.20mm。

4、表6：原抗拉强度为≥250Rm/MPa，现抗拉强度为≥260Rm/MPa。

5、表7：原体积电阻系数为≤0.017593Ω·mm2/m，现体积电阻系数为≤0.017391Ω·mm2/m；原导电率为≥98%IACS，现导电率为≥99%IACS。

（二）主要试验（或验证）情况分析

1、产品分类

目前磁极线圈铜型材所使用的铜材料牌号主要是Tu1和T2材质，型材厚度由原来的20mm以内逐渐发展至25mm，宽度由原来的140mm逐渐发展至150mm以内，通过对目前在产的型材规格数据进行收集整理，形成型材厚度、长度直方图。图1、图2为铜型材的厚度、宽度直方图，由图1、图2分析，铜型材厚度、宽度应符合表1的规定。

图1铜型材TU1/T2牌号厚度直方图

样本数：98

图2铜型材TU1/T2牌号宽度直方图

样本数：98

表1 牌号、代号、状态、规格

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 代号 | 状态 | 规格  mm | | |
| 厚度 | 宽度 | 长度 |
| TU0 | T10130 | 挤压+拉拔（H50） | 5.0～25.0 | 50.0～140.0 | 100.0～6000.0 |
| TU1 | T10150 |
| T1 | T10900 |
| T2 | T11050 |
| *注：经双方协商，可供其它牌号、状态、规格的型材，具体要求在合同中注明。* | | | | | |

2、外形尺寸及其允许偏差

由图3所示，厚度（10.0～25.0 mm）规格的型材厚度偏差主要分布在-0.1～+0.1之间，宽度（50～75.0 mm）规格的型材宽度偏差主要分布在-0.2～+0.2之间，因此将厚度（10.0～25.0 mm）规格的型材厚度偏差更改0.1～+0.1，宽度（50～75.0 mm）规格的型材宽度偏差更改为-0.2～+0.2，见表2、表3。

图3铜型材TU1/T2牌号厚度允许偏差直方图

样本数：49

图4铜型材TU1/T2牌号宽度允许偏差直方图

样本数：37

图4铜型材TU1/T2牌号宽度允许偏差直方图

样本数：49

表2 厚度及其允许偏差 单位为毫米

|  |  |
| --- | --- |
| 厚度（H） | 厚度允许偏差 |
| 5.0～10.0 | ±0.05 |
| ＞10.0～25.0 | ±0.10 |
| a当要求厚度允许偏差全为（+）或全为（-）单向偏差时，其值为表中相应数值的2倍。 | |

表3 宽度及其允许偏差单位为毫米

|  |  |
| --- | --- |
| 宽度（B） | 宽度允许偏差a |
| 50.0～75.0 | ±0.20 |
| ＞75.0 | ±0.3%B |
| a当要求宽度允许偏差全为（+）或全为（-）单向偏差时，其值为表中相应数值的2倍。 | |

3、力学性能

图5为铜型材的力学性能直方图，由图5所示，样本型材抗拉强度均大于260因此，铜型材抗拉强度应符合表4的规定。

图5铜型材TU1/T2牌号抗拉强度直方图

样本数：49

表4力学性能

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 状态 | 抗拉强度*R*m/MPa | 伸长率*A*/% | 布氏硬度HBW |
| TU0、TU1、T1、T2 | 挤压+拉拔（H50） | ≥260 | ≥15 | ≥75 |
| *注：拉伸试验和布氏硬度试验二选其一进行，需方没有注明时，提供布氏硬度。* | | | | |

4、电性能

图6、图7为铜型材的电性能直方图，由图6所示，样本型材最高体积电阻率未超过0.01740Ω·mm2/m，建议将型材最高电阻率更改为为0.017391Ω·mm2/m，即电导率≥57.5S/m。由图6所示，样本型材导电率均大于99%，因此建议将型材导电率（IACS）更改为≥99%。样本铜型材体积电阻率和导电率应符合表5的规

定。

图6铜型材TU1/T2牌号体积电阻系数直方图

样本数：49

图7铜型材TU1/T2牌号体导电率直方图

样本数：49

表5电性能

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 状态 | 体积电阻系数Ω·mm2/m | 导电率%IACS |
| TU0、TU1、T1、T2 | 挤压+拉拔（H50） | ≤0.017391 | ≥99 |

四、标准中涉及专利的情况

本标准不涉及专利问题。

1. 预期达到的社会效益等情况
2. 项目的必要性阐述

磁极线圈应用于水轮发电机，磁极线圈多采用铜型材绕制而成，以利于散热铜型材本身的截面设计成带散热筋形状，为磁极提供了较大的散热表面。特种规格的铜材主要考虑线圈的端部要为极间连接预留空间，所有极间连接部位的铜排的截面积均不小于绕组铜材的截面积。由于磁极线圈应用于水轮发电机的特殊性，对铜型材的性能要求较高。

现有的YS/T1111-2016《磁极线圈用铜型材》行业标准的技术要求已经不能满足复合触点材料的市场需求，因此需要将YS/T1111-2016《磁极线圈用铜型材》行业标准进行修订。

1. 项目的可行性阐述

1、企业技术储备与技术水平、产业化情况、满足用户需求情况、市场规模

力博集团始建于1988年，总部位于浙江绍兴，下辖浙江绍兴、浙江杭州湾、江西鹰潭三大生产基地，六大事业部。公司主营铜基精深加工材料、铝基精深加工材料、信息通信电子线缆三大领域，年产高档无氧铜线、丝、棒、排、板、带20万吨，高精度铝带、箔20万吨，信息传输和5G射频电缆20万千米。

力博集团为中国有色金属加工工业协会副理事长单位，行业十强，中国民营企业制造业 500强，并被国家人社部评为“全国模范劳动关系和谐企业”和“全国模范职工之家”，“力博”品牌被国家市场监督管理总局认定为“中国市场推荐品牌”，并获得中国有色金属工业协会产品质量评选最高奖-“金杯奖”。力博集团也是全世界规模最大的无氧铜精深制造企业和铜精深加工“上引-连续挤压”技术领军企业。

公司始终坚持以技术创新为根本，为国家重点高新技术企业，建有浙江省省级企业研究院、省级技术中心、省级研发中心、省级博士后工作站等重点科创平台，拥有国家授权专利70余项，主持（参与）制定国家（行业）标准40余项、“浙江制造”标准10余项，荣获多项省部级和地市级科技进步一、二、三等奖，并承担国家“十二五”科技支撑计划重点项目，参与国家“十三五”重大专项、国家863计划及多项国家火炬计划项目等。

2、拟要解决的主要问题，相关标准情况，存在的问题，研制标准的意义。

磁极线圈应用于水轮发电机，磁极线圈多采用铜型材绕制而成，以利于散热铜型材本身的截面设计成带散热筋形状，为磁极提供了较大的散热表面。特种规格的铜材主要考虑线圈的端部要为极间连接预留空间，所有极间连接部位的铜排的截面积均不小于绕组铜材的截面积。由于磁极线圈应用于水轮发电机的特殊性，对铜型材的性能要求较高。

现有的YS/T 1111-2016《磁极线圈用铜型材》行业标准的技术要求已经不能满足复合触点材料的市场需求，因此需要将YS/T 1111-2016《磁极线圈用铜型材》行业标准进行修订。修订后的标准可使我国磁极线圈用铜型材的技术要求更加先进、合理，使我国磁极线圈用铜型材的整体质量水平达到国际先进水平，对促进我国磁极线圈用铜型材生产应用的有序化和规范化将产生积极作用，并将有力的推动我国磁极线圈用铜型材快速健康的发展。

1. 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

标准修订过程中，我们对浙江力博实业股份有限公司的2家磁极线圈铜型材主要用户东芝水电设备有限公司、浙江富春江水电设备有限公司进行了调研。东芝水电”注册资本金为2500万美元，其中世界500强企业之一的东芝集团出资80%，拥有2万名员工，水力土建工程在中国占60%市场份额的大型集团公司；浙江富春江水电设备有限公司是浙富控股集团（股票代码：002266）的核心企业。公司致力于清洁能源领域的开发，在水电、核电等产业上已拥有强大的技术研发、市场开拓、产品设计和制造能力。这2家企业在水轮发电机制造行业中均属龙头企业，力博集团所生产的磁极线圈铜型材占据了其采购量的90%左右。在收集整理了东芝水电设备有限公司、浙江富春江水电设备有限公司在产的各类磁极线圈铜型材的实际数据后，针对原标准的相关条款，在借鉴了2家企业技术规范要求基础上，对型材外形尺寸、公差、力学性能、电性能方面分别进行了修改。修订后的标准，可使我国磁极线圈用铜型材的技术要求更加先进、合理，使我国磁极线圈用铜型材的整体质量水平达到国际先进水平，对促进我国磁极线圈用铜型材生产应用的有序化和规范化将产生积极作用，并将有力的推动我国磁极线圈用铜型材快速健康的发展，使企业取得较好的经济效益和社会效益。

1. 采用国际标准和国外先进标准的情况

本标准在修订过程中没有采用同类国际、国外先进标准。

1. 与现行法律、法规、强制性国家标准及相关标准协调配套情况

该标准的制定符合现行法律、法规的要求，本标准与其他强制性国家标准无矛盾与不协调之处。标准的格式和表达方式等方面完全执行了现行的国家标准和有关法规，符合GB/T1.1的有关要求。

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

本标准修订了YS/T 1111-2016，属产品标准，建议本标准的性质为推荐性行业标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议

1、组织措施

本标准的实施主体涉及科研院所、大专院校、生产企业、质监部门及终端用户，应保证标准文本的充足供应，使各实施主体能及时获取标准文本，保证标准贯彻实施。

本标准遵循开放、透明、公平的原则，开展标准宣贯，保证实施主体获取、了解、认识和理解标准修订原则及主要内容。

2、技术措施

本标准的实施主体涉及科研院所、大专院校、生产企业、质监部门及终端用户，行业覆盖面广，对于标准使用过程中出现的疑问，起草单位有义务进行必要的解释。

3、过渡办法

建议本标准批准发布后3个月实施。

十一、废止现行有关标准的建议

本标准实施后，YS/T1111-2016《磁极线圈用铜型材》即行废止。

十二、其他主要内容的解释和其他需要说明的事项。

无。

《磁极线圈用铜型材》编制组

2023年6月20日