团体标准

《换流阀用铂针》（讨论稿）

编 制 说 明

二○二四年七月

**《换流阀用铂针》**

**团体标准（讨论稿）编制说明**

一、**工作简况**

1. **任务来源**

根据《关于下达2024年第三批协会团体标准制修订计划的通知》（中色协科字〔2024〕36号）的要求，团体标准《换流阀用铂针》，计划编号：2024-035-T/CNIA，计划完成时间为2025年10月，参加验证起草单位为中国南方电网超高压输电公司电力科研院、国标（北京）检验认证有限公司、有研亿金新材料有限公司、天津华瑞新材料科技有限公司、西安西电电力系统有限公司、常州博瑞电力自动化设备有限公司、广州高澜节能技术股份有限公司，技术归口单位为全国有色金属标准化技术委员会。

1. **主要参加单位和工作成员及其所作的工作**

**2.1 主要参加单位情况**

中国南方电网超高压输电公司电力科研院，是超高压输电公司的科研机构，超高压输电公司负责管理、运营、维护和建设南方电网跨省区骨干网架和重要联络线，是实施国家西电东送战略的骨干企业，已建成天广、高肇、兴安、昆柳龙等10多条直流输电工程，运行维护有近6万只均压电极，积累了丰富的均压电极运行维护经验。

国标（北京）检验认证有限公司隶属于中央企业中国有研集团，有近70年的科技服务传统。支撑国家重大项目的有色金属检测任务，持续推动测试评价技术进步和行业标准化建设，先后取得130余项部级以上科技成果，参与起草国际、国家和行业标准740余项，研制国家标准物质（标准样品）160余个，为中国有色金属工业体系建立与发展作出了重要贡献，为航空航天、高铁动车、核能研究等国家重大工程提供了关键保障。先后承担国家新材料测试评价平台建设任务，牵头组织中国新材料测试评价联盟，成为国家“双百企业”和混合所有制改革试点企业，国家平台作用日益凸显，技术团队不断成长，条件能力日益壮大，在北京、上海、青岛、深圳、德阳五地建立专业实验室逾40000平方米，装备高端仪器设备3500余台套，建成国际水准的金属材料综合测试评价能力，业务领域涵盖化学成分、微观组织结构、机械和物理性能、零部件失效分析、磨擦磨损特性、环境可靠性、材料及结构完整性等各个方面，为12000余家金属材料研究、生产和应用单位提供“一站式”服务。近4年来针对均压电极的铂针开展了相应的研究，主要包括不同电站运行中均压电极铂针的断裂失效分析、国内十多家电站的铂针成分、组织结构分析和力学性能分析，进口ABB和Siemens的换流阀用铂针的成分分析、组织结构及力学性能检测分析，并对运行一段时间后铂针的结垢成分及可能的结构进行了分析，提出了针对运行环境下提高铂针有效寿命的方法和建议。

有研亿金新材料有限公司，前身为北京有色金属研究总院稀有及贵金属材料研究所，为上市公司有研新材料股份有限公司全资子公司，主要研发、生产和销售集成电路用超高纯金属靶材、稀贵金属功能材料和铂族金属业务。拥有集成电路关键材料国家工程研究中心、国家火炬计划重点高新技术企业、国家技术创新示范企业、国家知识产权示范企业、北京市高纯金属溅射靶材工程技术研究中心、北京市企业技术中心、中国半导体材料十强企业等荣誉/资质；近20年来，累计承担国家科技重大专项、工业强基工程等国家项目36项；制修订国家/行业标准65项，国际标准2项。在贵金属功能材料方面，有研亿金自主研发系列超细贵金属粉体、贵金属精密丝材，成功应用于高端医疗器械、集成电路等领域。在技工能力方面，能够进行高纯金属熔炼、烧结、锻造、轧制和热处理、电子束焊接、钎焊、精密加工成型、检测、清洗包装等技术试验工作，同时具有完备的靶材从原材料到成品的分析测试设备，是国内贵金属加工制造的龙头企业。

北京中科高泰克新材料有限公司作为贵金属丝材、箔材生产企业，其生产的铂针产品质量处于国内领先。

西安西电电力系统有限公司：中国西电电气股份有限公司的核心成员单位，是国内高压直流输电工程常/柔直换流阀产品的主要供货商之一，为高肇直流、兴安直流以及云广特高压直流等26条直流输电工程提供均压电极近3万只，运行效果良好，得到南方电网公司和国家电网公司的一致好评，积累了丰富的均压电极设计和运行经验。

常州博瑞电力自动化设备有限公司：是南京南瑞继保电气有限公司的工艺研究中心和智能型一次装备产业基地，提供的均压电极在南澳、舟山、张北、乌东德、广东背靠背、白鹤滩、昌吉等直流输电工程中应用，数量约为1.5万只左右。目前均压电极运行情况良好，无断针等缺陷，目前生产能力每个月可以提供3000只左右的均压电极。

广州高澜节能技术股份有限公司：专注于电力电子装置用纯水冷却设备的研发、设计、生产、销售及售后服务，产品广泛应用于发电、输电、配电及用电各个环节的电力电子装置冷却，建有国家级、广东省级企业技术中心、广东省工程技术研究中心、广东省院士工作站等研发平台。自2012年哈密项目至今，一直供应铂金均压电极，总计供货22000多只。

**2.2 主要工作成员所负责的工作情况**

本文件主要起草人及工作职责见表1。

1. 主要起草人及工作职责

|  |  |
| --- | --- |
| 起草人 | 工作职责 |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

1. **工作过程**

**3.1 预研阶段**

2023年1月至2023年12月，由中国南方电网超高压输电公司电力科研院与各单位共同对国内换流阀用均压电极进行了现场调研，具体内容为：了解国内换流阀用铂针的科研、生产、应用及产品实际情况，与企业技术人员深入讨论换流阀用铂针的具体要求，参观企业现场生产及检测情况，根据调研情况，由主编单位整理并编制形成了《换流阀用铂针》标准项目建议书、标准草案及标准立项说明等材料。

**3.2 立项阶段**

2023年12月，中国南方电网超高压输电公司电力科研院向全国金属标准技术委员会贵金属分标委提交了《换流阀用铂针》标准制定订的项目建议书、标准草案和立项报告等材料，经全体委员论证同意立项。

2024年4月，正式下达该标准的修订任务，标准名称为《换流阀用铂针》，项目计划编号周期为18个月，完成年限为2025年10月，技术归口单位为全国有色金属标准化技术委员会。

**3.3 起草阶段**

2023年12月，由全国有色金属标准化技术委员会组织召开了《换流阀用铂针》修订任务落实与协调会议。主编单位对标准的主要技术要求以及编制进度进行了汇报，各相关单位对标准的技术指标进行了充分讨论，并确定了标准编制组。

依据此次会议精神，编制组及时修改了标准文本，形成了《换流阀用铂针》标准讨论稿及编制说明。

**二、标准编制原则**

本文件在编制过程中，始终遵循满足市场需求、技术内容合理、检测方法可行的原则，以目前主要生产厂家水平及用户使用反馈为主要制定依据，以提高与已发布实施的国家标准之间的协调性和一致性为编制原则，以提高产品精度控制和通用性为技术要求，体现了国内大多数换流阀用铂针生产企业的技术水平，并遵循粉末冶金产品的要求，具有良好的行业适用性，为国内相关产业提供技术指导。同时，项目组确定出以下主要原则：

1）本文件应严格按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则第一部分：标准化文件的结构和起草原则》的规定格式进行编写。

2）本文件规定产品的技术指标应均得到相应印证，保证本文件的规范性、先进性，注重其使用性、可操作性和完整性。

**三、标准主要内容的确定依据及主要试验和验证情况分析**

1. **确定标准主要内容的论据**

**1.1适用范围**

本标准适用于高压直流输电换流阀均压电极用铂针的生产和验收，换流阀用铂针采用高真空熔炼、锻造、挤压方法生产，由纯铂加工制成，由于在使用过程中现阶段缺乏统一的标准，产品质量参差不齐，铂针使用过程时常发生断裂，本标准针对于该领域使用的铂针做出统一的归档，其他领域应用铂针，尤其是对性能有一定要求的可参照执行。

1.2**外观、外形尺寸及公差**

本文件规定的外观、外形尺寸及公差主要参考根据材料本身情况及实际应用情况确定。换流阀用铂针应用时必须满足换流阀安装的尺寸要求，因此对实际使用换流阀用铂针的外形尺寸等需要做出规定。本项目对直径、长度、倒角及其公差等按照实际的安装情况做出了规定。

1.3**化学成分**

换流阀用铂针因用于超高电压及冷却水环境中，具备电解腐蚀的条件，因此材料必须耐腐蚀，因此采用惰性电极，根据目前实际使用的情况，各家均采用纯铂材质。采用质量分数≥99.95%纯铂，铂的高纯度可以保证铂针的导电性，同时也能防止在超高压环境下产生腐蚀。

**1.4力学性能**

本文件规定的产品因处于水流的冲击作用下，因此需要对其力学性能指标有一定的要求。前期使用的电极针经检测发现其剪切强度、硬度等存在较大的差别，剪切强度低、硬度低的铂针在使用过程中容易产生断裂，服役时间较短；另外考虑到铂针价格的昂贵，剪切实验耗费样品相较于拉伸、弯曲等实验样品较少，可操作性更强。因此本项目拟对材料的剪切实验及硬度做出要求。

**1.5密度**

本文件规定的产品密度测量主要参考了GB/T 1423，无论对于耐火纤维行业还是高温晶体生长领域用换流阀用铂针，其使用寿命均与密度呈正相关关系。粉末冶金方法制备的换流阀用铂针密度可以达到21.5g/cm3以上，对于目前国内粉末冶金换流阀用铂针烧结致密工艺来说，密度达到21.5g/cm3以上是轻松的事情，因此，目前的换流阀用铂针密度应提高到21.5g/cm3以上方可代表行业水平，同时有益于坩埚使用寿命的提升，提高换流阀用铂针产品品质，降低成本。

**1.6外观质量**

换流阀用铂针的内外表面应洁净光滑、无毛刺、裂纹、针孔等缺陷。换流阀用铂针的使用环境要求换流阀用铂针外观表面应洁净光滑、无毛刺、裂纹、针孔等缺陷，这样才能保证换流阀用铂针的使用寿命。另一方面，换流阀用铂针在产品成型后须进行矫直和表面处理，换流阀用铂针的外表面允许有不超过壁厚允许偏差的斑点、压痕、麻点及相应矫直痕迹。

1. **主要试验（或验证）情况分析**
2. 本文件经过了大量实物实验数据验证，对换流阀用铂针的技术要求和考核指标进行了科学合理的规定，并对主要技术进行了试验验证。

**2.1主要验证分析**

将用于测试的电极针截取可以用于剪切试验的最低长度，参照《GB/T 6400-2007 金属材料 线材和铆钉剪切试验方法 标准》规定的方法进行测试（双面剪切）。不同样品的剪切试验测试数据见表2。从测试结果看，测试的最高抗剪强度为222MPa，其余各电极的抗剪强度处于135～222MPa之间。

表3

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 换流阀用铂针 | 生产单位 | 规格（mm） | 剪切强度（MPa） | 硬度HV0.5 | 外观质量 |
| A | Φ2.0 | 140 | 65 | 铂针外观光滑、洁净，呈银白色，无肉眼可见缺陷。 |
| Φ2.0 | 151 | 70 |
| Φ2.0 | 135 | 64 |
| B | Φ2.0 | 222 | 126 | 铂针外观光滑、洁净，呈银白色，无肉眼可见缺陷。 |
| Φ2.0 | 210 | 122 |
| C | Φ2.0 | 317 | 174 | 铂针外观光滑、洁净，呈银白色，无肉眼可见缺陷。 |
| Φ2.0 | 309 | 169 |

**2.2验证分析结论**

**2.2.1**经过前期多批次试验验证，产品的技术要求满足本文件规定要求。

**2.2.2**本文件对产品技术要求的规定是合理可行的，同时产品主要技术参数的实测验证数据稳定，并有一定富余度及可提升空间，规定产品的技术要求科学合理。

**四、标准中涉及专利的情况**

本文件不涉及专利问题。

**五、预期达到的社会效益等情况**

1. **项目的必要性简述**

高压直流输电已经成为我国主要的跨区跨省能源传输方式，近年来，国家也制定了大量的产业政策。2022年，国家相继发布《加快电力装备绿色低碳创新发展行动计划》、《加强直流输电系统安全管理》、《“十四五”能源领域科技创新规划》、《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》等通知，要求提升输变电设备消纳保障能力，加快推进装备升级换代，保障产业链供应链自主可靠，联合开展 “卡脖子”关键技术攻关，提升直流关键设备自主化水平。

换流阀是高压直流输电的心脏，均压电极是电力系统换流阀的重要组成部分，主要安装于阀塔的进出水主水管路和各阀层中阀段的支水管路上。典型的均压电极包括底座和电极针，其中底座因不同的供应商而呈现不同的结构及材料形式，主要确保电极针的安装和均压电极在水路的安装，可由不锈钢芯或塑料加工制备而成，一般能满足使用要求，而电极针基本采用高纯Pt加工制备而成（简称铂针）。铂针是实现均压电极功能的核心单元，均压电极通过Pt电极针伸入水管中，从而维持阀段水路之间电位相等，避免在水路中出现电位差。

在电站运行过程中，换流阀用均压电极多因电极针断裂而失去均压作用。据此，均压电极中起主导作用的主要是电极针，也即电极针是均压电极的关键，其质量的高低直接影响均压电极的使用和寿命的长短，甚至直接影响换流阀系统的运行安全。因此，项目中针对均压电极质量控制主要针对的是电极针的质量控制，其涉及的成分（纯度）、剪切强度、硬度等关键力学性能、电极针中夹杂物含量、晶粒大小及微孔/疏松控制等微观组织要求则是控制电极针质量的关键。

1. **项目的可行性简介**
2. 目前换流阀用铂针制备技术已经得到明显的提升，本项目所涉及修订的换流阀用铂针相关技术指标，已经得到了普遍用户的认可。已经形成了专用的技术和装备，技术稳定、可靠、符合换流阀用铂针用户要求。本项目的制定可使我国换流阀用铂针的技术要求更加先进、合理，使我国换流阀用铂针的整体质量水平达到国际先进水平，对促进我国换流阀用铂针生产应用的有序化和规范化将产生积极作用，对推广我国换流阀安全、可靠运行及发展将产生重要影响。
3. **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。**

换流阀用铂针通常采用较粗的铂棒先熔炼成一定规格的铂锭、再对铂锭修整，修整后轧制、轧制到可拉拔的尺寸开始拉拔，经多道次塑性变形加工并经退火而成，目前既无可靠生产工艺的借鉴数据，也没有可供参考的相关标准，无相应的标准可对比，对其质量高低缺乏评判的依据。所研制的标准主要适用于高压直流换流阀换流阀用铂针，针对换流阀均压电极所用铂针的要求，主要开展针对经一系列加工成型后的铂针其化学成分、剪切强度、硬度等关键力学性能、外形尺寸和表面质量的要求控制及其相应的测试方法，并对铂针的外观，包装、运输及贮存等内容提出要求。标准为首次制定，目前国内外无相关产品标准，标准经过数次失效分析及国内外产品质量充分对比分析基础上提出，具备一定的技术先进性，标准的内容也是根据产品失效分析基础上提出的，是根据应用环境提出的特色关键技术指标。随着近年来国家直流输电产业的大力扶持，换流阀用铂针用量也大幅提升，其质量的提升可直接降低输电成本，提高输电安全，保障用电企业生产效率，提升经济效益，该标准在一定意义上可以推动行业进步。

**六、采用国际标准和国外先进标准的情况**

1. 现无查询到国外相关标准

**七、与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性国家标准的协调配套情况**

1. 本文件的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等方面与国内相关标准协调一致；本文件将从技术上保证了产品使用的安全性和可靠性，条文精炼表述清楚，技术要求全面、准确、科学、合理；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/T 1.1-2020的有关要求。

**八、重大分歧意见的处理经过和依据**

1. 暂无重大分歧意见。

**九、标准性质的建议说明**

1. 鉴于本文件规定的钨坩埚不涉及人身及设备安全的内容，其属产品标准，不属于安全性标准。依据标准化法和有关规定，建议本文件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. 1、首先应在实施前保证标准文本的充足供应，使每个制造厂、设计单位以及检测机构等都能及时获取本文件文本，这是保证新标准贯彻实施的基础。
2. 2、本次制定的《换流阀用铂针》，不仅与生产企业有关，而且与设计单位、检测机构等相关。对于标准使用过程中容易出现的疑问，起草单位有义务进行必要的解释。
3. 3、可以针对标准使用的不同对象，如制造厂、质量监管等相关部门，有侧重点地进行标准的培训和宣贯，以保证标准的贯彻实施。
4. 4、建议本文件批准发布6个月后实施。

**十一、废止现行有关标准的建议**

1. 无。

**十二、其他应予说明的事项**

1. 本文件发布实施后，将有助于提升我国换流阀用铂针的整体质量水平。相关产品在满足国内需求的同时也提高了在国际市场上的竞争实力，对促进我国换流阀用铂针的发展将产生积极影响。

**《换流阀用铂针》标准编制组**