《栅栏型铅合金包覆铝芯阳极板》

编制说明

（预审稿）

昆明理工恒达科技股份有限公司

2020年12月

目录

[1、任务来源 3](#_Toc21390)

[2、工作简况 3](#_Toc15932)

[2.1立项的目的和意义 3](#_Toc10796)

[2.2主要起草单位 4](#_Toc19041)

[2.3主要工作过程 5](#_Toc17893)

[3、编制原则 6](#_Toc26208)

[4、标准主要内容及论据 6](#_Toc5515)

[4.1标准题目及适用范围 6](#_Toc14631)

[4.2术语和定义 6](#_Toc21038)

[4.3产品分类 7](#_Toc30197)

[4.4化学成分 8](#_Toc3772)

[4.5导电头化学成分 9](#_Toc1542)

[4.6外形尺寸 9](#_Toc12666)

[4.7力学性能 10](#_Toc14492)

[4.8导电性能 11](#_Toc3691)

[4.9焊接质量 11](#_Toc29772)

[4.10外观质量 11](#_Toc20971)

[5、标准水平分析 12](#_Toc31674)

[6、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系 14](#_Toc9465)

[7、重大分歧意见的处理经过和依据 14](#_Toc10534)

[8、标准作为强制性或推荐性标准的建议 14](#_Toc270)

[9、标准实施贯彻的建议 14](#_Toc24444)

[10、预期效果 14](#_Toc6002)

1、任务来源

根据**根据工业和信息化部《工业和信息化部办公厅关于印发2019年第一批行业标准制修订和外文版项目计划的通知》（工信厅科〔2019〕126号）和**全国有色金属标准化技术委员会《关于转发第二批有色金属国家、行业、协会标准制（修）订项目计划的通知》（有色标委 [2019] 73 号），**其中附件2《2019年第二批有色金属行业标准项目计划表》序号第11项（**计划号2019-0174T-YS）。《栅栏型铅合金包覆铝芯阳极板》行业标准由昆明理工恒达科技股份有限公司、中国有色矿业集团有限公司、昆明理工大学、云南金鼎锌业有限公司负责起草，完成年限为2021年6月。

2、工作简况

**2.1立项的目的和意义**

湿法冶金技术因其独特的技术优势在有色金属工业获得广泛应用，全球每年有2,100多万吨有色金属采用湿法冶金技术提取，耗电高达650亿度，节能降耗及绿色发展迫在眉睫。有色金属电解过程占据整个湿法冶金过程能耗约70%，降低槽电压和提高电流效率是降低能耗的主要途径，电极材料是其决定性因素，直接影响有色金属工业节能降耗。铅合金电极材料已经在全球湿法冶金工业应用了150多年，但存在导电性及环境友好性差、易变形、成本高、能耗高等共性问题。有色金属工业降本增效和转型升级的任务艰巨，提升有色金属工业技术水平迫在眉睫，开发具有低成本、低能耗、高强度及长寿命的新型电极材料，为实现有色金属工业节能降耗、提质增效提供支撑，发挥我国有色金属冶炼技术及装备优势，开展国际产能合作提供新空间。

面向冶金行业发展重大难点需求，针对现有铅合金电极材料机械强度低、导电性差、能耗高等技术瓶颈，**昆明理工恒达科技股份有限公司研发的****栅栏型铅合金包覆铝芯阳极板，利用铝质量轻及优良的导电性能，解决了铝铅多金属异质界面有效结合的难题，实现多金属多层次连续复合的铅合金包覆铝芯阳极材料规模化生产，首创的栅栏型结构提高了阳极的机械性能和电化学性能，阳极板制作原材料成本低，有色金属电积过程中槽电压降低和电流效率提高。相比传统的铅基合金阳极板，重金属铅用量减少20%左右。在节能、降耗、减排及技术创新等方面，对有色冶金行业具有重大的历史意义和实际应用价值。目前，近四年栅栏型铅合金包覆铝芯阳极板的应用已超过16.5万片，特别是国际应用市场已占到了一定的比例，应用市场增长趋势明显，已经逐步实现对传统极板的替代，所以制定《栅栏型铅合金包覆铝芯阳极板》行业标准的需求已经迫在眉睫。**

**2.2主要起草单位**

**（1）昆明理工恒达科技股份有限公司**

**昆明理工恒达科技股份有限公司成立于2000年，由自然人、昆明理工大学、红塔创新投资股份有限公司等股东组成，是典型的混合股份所有制企业，注册资本金7850万元。2014年9月在新三板挂牌上市，时机成熟时到创业板IPO；以新型节能降耗电极材料、高效储能新材料及其制备技术等为核心业务，是集有色金属新材料研发、产品设计、加工制造、产品销售和技术服务等为一体的国家级高新技术企业。公司全面通过ISO9001:2008质量管理体系、ISO14001:2004环境管理体系和GB/T28001-2001职业健康管理体系三标一体的认证。凭借先进技术、优质产品和优良服务，企业得到快速稳健的发展。**

**公司拥有一批行业内资深专家，拥有充满活力的经营管理团队和专业营销服务队伍；产品生产技术和设备先进，工艺成熟，检测设备精准。曾承担国家863计划、国家发改委高技术产业化项目、国家科技部火炬计划、云南省科技计划项目等30余项，保持着同行业市场和技术领先的地位，获省部级科学技术奖5项，专利40余件。建有云南省冶金电极材料工程技术研究中心、湿法冶金电极材料云南省创新团队和云南省企业技术中心等省级技术研发平台。**

**产品销往全国30多个省市自治区并远销至非洲大陆、东北亚、中东和东南亚等地区，与国内多家知名冶炼企业建立有长期合作关系。**

**（2）中国有色矿业集团有限公司**

**（3）昆明理工大学**

**（4）云南金鼎锌业有限公司**

**2.3主要工作过程**

**（1）2019年10月底行业标准编制立项获批，接到全国有色金属标准化技术委员会下达的《标准制修订任务书》后，即由昆明理工恒达科技股份有限公司牵头，中国有色矿业集团有限公司、昆明理工大学、云南金鼎锌业有限公司参与，成立了标准编写小组，开展如下工作：**

**（2）2019年11月-2020年12月，明确标准的主要起草人，明确标准起草、制定的计划安排、进度和要求，在标准的起草阶段，标准编写小组成员对国内外相关标准、资料进行了查询、收集和对比，并对产品的要求或技术指标进行了多次讨论，通过客户反馈的信息及理工恒达多年积累的实验和生产数据，形成数据汇总报告；**

**（3）2020年1月至3月完成了标准草案的编制；**

**（4）2020年3月至2020年6月，对标准草案进行讨论并征求意见，形成标准讨论稿；**

**（5）2020年9月：**标准会议上组织讨论，收集相关建议和意见**；**

**（6）2020年10月-2020年12月：依据专家意见进行修改完善，内部讨论形成标准预审稿。**

3、编制原则

**本文件本着提升产品品质、引导并推动行业发展，基于我国有色金属行业阳极的发展现状，综合梳理****有色金属行业用阳极产品的质量控制技术水平，在综合对比分析我国有色金属行业阳极产品相关标准基础上，遵循先进性、适用性、有效性、填补空白的原则，参考YS/T 1089-2015《湿法冶金铜电积用阳极板》、YS/T 995-2014《湿法冶金电解锌用阳极板》**等标准，标准编制工作组负责收集生产、检测数据、市场需求及完成情况等信息，确定《栅栏型铅合金包覆铝芯阳极板》行业标准的编制原则和编制依据。

4、标准主要内容及论据

**4.1标准题目及适用范围**

本文件立项名称为“栅栏型铅合金包覆铝芯阳极板”，英文名称“Fence-type anode plate with lead alloy coated aluminum core”,在标准征求意见的过程中未提出其他建议，故确定为此项目的名称。

本文件适用范围：本文件适用于以铅合金包覆铝芯为基本材料，以栅栏型为基本结构，按照特定技术和工艺生产的栅栏型铅合金包覆铝芯阳极板。

**4.2术语和定义**

以1060铝芯线材为基体，在表面包覆一层铅合金，形成铅合金包覆铝芯，根据结构形式分为扁型和圆形，由于该产品属于国内首创，所以采用图示，能直观的表述其结构特点：

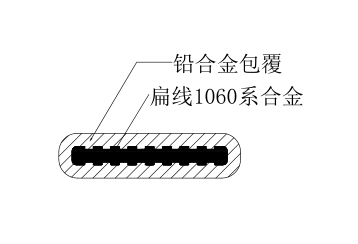


图1 扁型铅合金包覆铝芯复合棒截面示意图

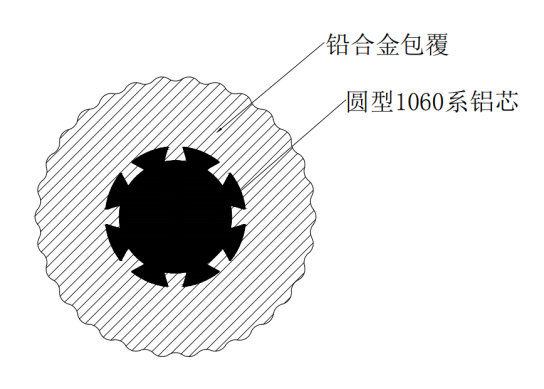


图2 圆型铅合金包覆铝芯复合棒截面示意图

**4.3产品分类**

根据多年来客户使用的情况，一般使用领域为电积锌、电积铜、电积镍和电解锰行业，综合了100份以上的设计图纸和使用领域的不同分为四种类型：锌电积栅栏型阳极板、铜电积栅栏型阳极板、镍电积栅栏型阳极板、锰电积栅栏型阳极板。

产品按合金成分为九个型号，包括PbAg、PbAgCaSr、PbAgCaSrRe、PbSnCa、PbSnCaSrRe、PbSb、PbSnCaRe、 PbAgSbRe、PbAgSnSbAs合金栅栏型阳极板；

**表1 牌号及规格**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 类型 | 铅合金  型号 | 铝芯分类 | 铅合金包覆铝芯复合棒规格及尺寸  mm | 宽度  mm | 长度  mm | 阳极板  类型 | 板面面积㎡ |
| 锌电积栅栏型阳极板 | PbAg  PbAgCaSr  PbAgCaSrRe | 宽扁型  1060系铝合金 | 扁型  7.8×29.8～11×32 | 400～960 | 600～1800 | 带吊耳栅栏型阳极板、带T形导电头栅栏型阳极板 | 1.2～3.6 |
| 铜电积栅栏型阳极板 | PbSnCa  PbSnCaSrRe  PbSb | 圆型  1060系铝合金 | 圆型  Ø9～Ø12 | 直梁栅栏型阳极板、  U形梁栅栏型阳极板 | 1.4～2.2 |
| 镍电积栅栏型阳极板 | PbAgCaSrRE  PbSnCaRe | 圆型  1060系铝合金 | 圆型  Ø9～Ø12 | 栅栏型阳极板 | 1.2～2.0 |
| 锰电积栅栏型阳极板 | PbAgCaRe  PbAgSbRe  PbAgSnSbAs | 宽扁型  1060系铝合金 | 扁型  7.8×29.8～9×31 | 栅栏型阳极板 | 0.5～1.2 |

**4.4化学成分**

由于行业的特定原因，极板用于有色金属的湿法冶炼，在电解槽中的使用寿命与原材料的纯度有很大的关系，所以文件必须对原材料的化学成分做出规定。

4.4.1铅原料：应符合GB/T 469中牌号Pb99.994（Pb≥99.994%）的规定。

4.4.2 锡原料：应符合GB/T 728中相应牌号Sn99.99（Sn≥99.99%）的规定。

4.4.3 锑原料：应符合GB/T 1599中牌号Sb99.90（Sb99.90%）的规定要求。

4.4.4 钙原料：应符合GB/T 4864中牌号Ca99.50（Ca≥99.50%）的规定。

4.4.5 银原料：应符合GB/T 4135中牌号Ag99.90（Ag≥99.90%）的规定。

4.4.6纯铝原料：应符合GB/T 3190中牌号1060纯铝的规定。

4.4.7 铝合金原料：应符合GB/T 3190 中牌号6101铝合金的规定。

4.4.8 铜原料：应符合GB/T 5231 中牌号T2铜的规定。

本标准在调研了国内外市场及近5年我公司生产的栅栏阳极板，各收集了100个化学成分数据进行验证，具体验证结果见表2。

**表2铅合金的化学成分数据检测统计表（数据样本100份）**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 类型 | 铅合金成分 | 化学成分（质量分数）  % | | | | | | | 杂质含量（质量分数）  % | | | | | | |
| Pb | Ag | Ca | Sn | Sr | Re（稀土） | Sb | Cu | Sb | As | Bi | Fe | Zn | Sn |
| 锌电积栅栏型阳极板 | PbAg | 98.78～99.48 | 0.50～1.20 | — | — | — | — | — | 0.001 | 0.004 | 0.002 | 0.006 | 0.002 | 0.001 | 0.002 |
| PbAgCaSr | 99.31～99.84 | 0.10～0.50 | 0.04～0.10 | — | 0.003～0.070 | — | — | 0.001 | 0.004 | 0.002 | 0.006 | 0.002 | 0.001 | 0.002 |
| PbAgCaSrRe | 99.26～99.83 | 0.10～0.50 | 0.04～0.10 | — | 0.003～0.070 | 0.005～0.050 | — | 0.001 | 0.004 | 0.002 | 0.006 | 0.002 | 0.001 | 0.002 |
| 铜电积栅栏型阳极板 | PbSnCa | 98.38～99.45 | — | 0.04～0.10 | 0.50～1.50 | — | — | — | 0.001 | — | 0.002 | 0.006 | 0.002 | 0.001 | — |
| PbSnCaSrRe | 98.26～99.44 | — | 0.04～0.10 | 0.50～1.50 | 0.003～0.070 | 0.005～0.050 | — | 0.001 | 0.004 | 0.002 | 0.006 | 0.002 | 0.001 | — |
| PbSb | 92.48～96.99 | — | — | — | — | — | 3.00～7.50 | 0.001 | — | 0.002 | 0.006 | 0.002 | 0.001 | 0.002 |
| 镍电积栅栏型阳极板 | PbAgCaSrRe | 98.96～99.83 | 0.10～0.80 | 0.04～0.10 | — | 0.003～0.070 | 0.005～0.050 | — | 0.001 | 0.004 | 0.002 | 0.006 | 0.002 | 0.001 | 0.002 |
| PbSnCaRe | 98.33～99.44 | — | 0.04～0.10 | 0.50～1.50 | — | 0.005～0.050 | — | 0.001 | 0.004 | 0.002 | 0.006 | 0.002 | 0.001 | — |
| 锰电积栅栏型阳极板 | PbAgSnSr | 95.86～99.72 | 0.05～0.50 | — | 0.20～3.50 | 0.003～0.070 | — | — | 0.001 | 0.004 | 0.002 | 0.006 | 0.002 | 0.001 | — |
| PbAgSnSbRe | 94.93～99.53 | 0.05～0.50 | — | 0.20～3.50 | — | 0.005～0.050 | 0.20～1.00 | 0.001 | — | 0.002 | 0.006 | 0.002 | 0.001 | 0.002 |
| PbAgSnSbAs | 93.99～99.34 | 0.05～0.50 | — | 0.20～3.50 | — | — | 0.20～1.00 | 0.001 | — | — | 0.006 | 0.002 | 0.001 | — |
| 注：铅的含量为100%减去表中所列元素含量实测值总和的余量；除上述表中规定外，铅合金成分可按用户实际需求进行配制调整。 | | | | | | | | | | | | | | | |

**4.5导电头化学成分**

导电头是整个极板主要的导电单元，通过压铸铝的方式，将铝合金包覆在铜排表面，所以其化学成分直接影响导电性能，导电头化学成分按照相关国标要求进行检验，统计数据如下：

**表3 导电头化学成分检测统计表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 栅栏型阳极板部件 | | 材质 | 化学成分 |
| 导电头 | 内芯 | T2铜 | 符合GB/T 5231的规定 |
| 包覆层 | 铝合金6101 | 符合GB/T 3190的规定 |

**4.6外形尺寸**

栅栏型阳极板的板面主要由铅合金包覆铝芯组成，其外外形尺寸的检测数据统计如下：

**表4 铅合金包覆铝芯的外形尺寸及其允许偏差检测统计表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 类型 | 厚度（mm）/宽度（mm）或者直径（mm） | 一般精度允许偏差（mm） |
| 锌电积栅栏型阳极板 | 7.8/29.8 | ±0.05 |
| 9.0/31.0 | ±0.05 |
| 11.0/32.0 | ±0.05 |
| 铜电积栅栏型阳极板 | Ø9.0 | ±0.05 |
| Ø12.0 | ±0.05 |
| 镍电积栅栏型阳极板 | Ø9.0 | ±0.05 |
| 锰电积栅栏型阳极板 | 11/32 | ±0.05 |

根据客户的要求和使用领域的不同，我们对栅栏型阳极板的设计尺寸都有所不同，通过多年的客户数据收集和图纸数据汇总，栅栏型阳极板面长度、宽度、对角线、平面度、悬挂铅垂度及板面复合棒之间的间距尺寸允许偏差检测数据统，反映的实际生产控制水平和目前用户使用要求，标准正文中规定卷状锌阳极产品标称尺寸和重量偏差见表5和表6：

**表5 栅栏型阳极板面尺寸及允许偏差检测统计表**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 长度  mm | | 宽度  mm | | 对角线  mm | 平面度  mm | 悬挂铅垂度  mm | 板面铅合金包覆铝芯  之间的间距  mm | |
| 长度 | 允许  偏差 | 宽度 | 允许  偏差 | 允许  偏差 | 允许  偏差 | 允许  偏差 | 棒间距 | 允许  偏差 |
| 600.0～1800.0 | ±2.00 | 400.0～960.0 | ±2.00 | ±3.00 | ±3/1000 | ±5.00 | 7.0～35.0 | ±1.00 |

**表6 导电梁外形尺寸及允许偏差检测统计表**

**（mm、常温20℃）**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 长度 | | 宽度 | | 厚度 | |
| 长度  mm | 偏差  mm | 宽度  mm | 偏差  mm | 厚度  mm | 偏差  mm |
| 700.00～1500.00 | ±2.00 | 50.00～90.00 | ±0.20 | 20.00～45.00 | ±0.20 |

**4.7力学性能**

栅栏阳极板主要由铅合金包覆铝芯构成，其力学性能取决于铅合金包覆铝芯的力学性能，所以力学性能针对铅合金包覆铝芯做相关实验和检测，对不同型号的铅合金包覆铝芯复合棒阳极板检测数据数据汇总，铅合金包覆铝芯复合棒的温室力学性能检测数据统计如下：

**表7 铅合金包覆铝芯的力学性能检测统计表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 类型 | 合金成分 | 拉伸试验 | | 硬度试验（铅合金层） |
| 拉伸强度  Rm/MPa | 断后伸长率A  % | 布氏硬度  HB |
| 铜电积栅栏型阳极板 | PbSb | ≥26.00 | ≤45.00 | ≥6.00 |
| PbCaSn | ≥31.00 | ≤55.00 | ≥7.50 |
| PbCaSnSrRe | ≥32.00 | ≤55.00 | ≥7.50 |
| 锌电积栅栏型阳极板 | PbAg | ≥24.00 | ≤40.00 | ≥6.50 |
| PbAgCaSr | ≥28.00 | ≤45.00 | ≥7.20 |
| PbAgCaSrRe | ≥28.00 | ≤45.00 | ≥7.20 |
| 镍电积栅栏型阳极板 | PbAgCaSrRe | ≥28.00 | ≤45.00 | ≥7.20 |
| PbSnCaRe | ≥31.00 | ≤55.00 | ≥7.50 |
| 锰电积栅栏型阳极板 | PbAgSnSr | ≥26.00 | ≤43.00 | ≥7.00 |
| PbAgSnSbRe | ≥29.00 | ≤44.00 | ≥7.00 |
| PbAgSnSbAs | ≥30.00 | ≤43.00 | ≥7.00 |

**4.8导电性能测试**

根据产品特点和使用环境的要求，通过对栅栏型阳极板不同类型的阳极板的导电性能检测，检测统数据最终汇总如表8：

**表8 栅栏型阳极板导电梁的导电性能检测统计表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类型 | 20℃的导电率（IACS）  % | 20℃电导率  MS/m | 电阻系数  Ω·mm2/m |
| 铜电积栅栏型阳极板 | ≥57.00 | ≥33.06 | ≤0.0302 |
| 镍电积栅栏型阳极板 | ≥57.00 | ≥33.06 | ≤0.0302 |
| 锰电积栅栏型阳极板 | ≥57.00 | ≥33.06 | ≤0.0302 |
| 锌电积栅栏型阳极板 | ≥57.00 | ≥33.06 | ≤0.0302 |

**4.9焊接质量**

栅栏型阳极板板面与导电梁、导电头与导电梁的焊接采用气体保护焊接，是比较较成熟稳定的焊接工艺，焊缝应密实饱满、表面平整、过渡平缓，不允许有裂纹、表面夹渣、未填满弧坑、未熔合、未焊透、组织过烧等明显的焊接缺陷。

栅栏型阳极板板面及导电梁的焊接属于典型的铝合金焊接，焊接质量按GB/T 985.1的规定进行。

**4.10外观质量**

铅合金包覆铝芯表面外观应清洁、平整、无分层、气泡、波浪、裂纹、刮痕和油污夹杂等不影响使用的缺陷。

栅栏型阳极板表面外观不得有肉眼可见的裂纹、夹杂和微孔、严重划伤，无毛刺、压坑、明显的焊接缺陷。

5、标准水平分析

**栅栏型阳极板产品**应用于锌、铜等有色金属电积领域，与现有传统铅基合金阳极相比，阳极成本降低了5%-10%、铅合金用量减少了30%、锌电积的电流效率提高2%-6%、吨锌直流电耗降低100-200kWh；铜电积的电流效率提高3%-10%、吨铜直流电耗降低200-300kWh，槽电压降低了0.05V-0.15V，直流电耗降低5%以上。与传统铅基阳极板相比，高性能栅栏型铝基铅合金复合材料阳极的技术指标比较情况如下：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **类别** | **国际先进水平** | **公司技术水平** |
| **材料设计技术** | **材料成分：铅合金**  **性能：密度大（11.34g/cm3）、导电性差（19.11×10-6Ω·cm）、强度低（抗拉强度σb≥24N/mm2）**  **成本：消耗贵金属多，成本高**  **效果：槽电压高（电积锌3.20-3.40V；电积铜1.90-2.30V）、直流电耗高（电积锌2950~3250kW h/t；电积铜2000-2700kW h/t）** | **材料成分：铝基铅合金**  **性能：密度小（8.79g/cm3）、导电性好（9.39×10-6Ω·cm）、强度高（抗拉强度σb≥31N/mm2）**  **成本：消耗贵金属少，成本低**  **效果：槽电压低（电积锌3.15-3.30V；电积铜1.80-2.05V）、直流电耗低（电锌2900~3050kW h/t；电积铜1800-1900kW h/t）** |
| **结构设计技术** | **结构：平板型**  **性能：易变形，单片质量重**  **效果：溶液流动性差、电流效率低、易短路烧板** | **结构：栅栏型**  **性能：不变形，单片质量轻**  **效果：溶液流动性好、电流效率高、不会短路烧板** |
| **表面镀膜技术** | **工艺：镀膜时间长（24h）**  **性能：膜层疏松多孔、附着力差、成分以无电催化活性α-PbO2为主。**  **效果：电催化活性差、寿命短、能耗高** | **工艺：镀膜时间短（2h）**  **性能：膜层致密、膜层原位生长、成分以电催化活性强β-PbO2为主。**  **效果：电催化活性好、寿命长、能耗低** |
| **制备技术** | **熔炼→浇铸→轧制** | **连续挤压复合** |

**通过多家客户所供应的的传统阳极板与栅栏性阳极板电阻测试，通过检测数据得出，我公司生产的铅合金包覆铝芯型栅栏阳极板电阻值比传统传统阳极板电阻值低。**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **铅合金型号** | **直流电流（A）** | **检测位置** | **传统阳极板（铜电解）** | | **铜电积栅栏型阳极板** | |
| **检测位置电压（mV）** | **检测位置过渡段电阻(mΩ)** | **检测位置电压（mV）** | **检测位置过渡段电阻(mΩ)** |
| **PbSb** | **100A** | **导电头搭接面到板面对角端的位置** | **9.142** | **0.09142** | **8.9682** | **0.08968** |
| **600A** | **55.472** | **0.09481** | **52.449** | **0.08742** |
| **PbCaSn** | **100A** | **9.235** | **0.0923** | **8.975** | **0.08975** |
| **600A** | **56.472** | **0.0907** | **55.472** | **0.08721** |
| **PbCaSnSrRe** | **100A** | **9.101** | **0.09101** | **9.043** | **0.09043** |
| **600A** | **55.454** | **0.0897** | **53.475** | **0.0886** |
| **铅合金型号** | **直流电流（A** | **检测位置** | **传统阳极板（锌电解）** | | **锌电积栅栏型阳极板** | |
| **检测位置电压（mV）** | **检测位置过渡段电阻(mΩ)** | **检测位置电压（mV）** | **检测位置过渡段电阻(mΩ)** |
| **PbAg** | **100A** | **导电头搭接面到板面对角端的位置** | **9.473** | **0.09473** | **8.454** | **0.08454** |
| **600A** | **56.867** | **0.09478** | **55.472** | **0.0853** |
| **PbAgCaSr** | **100A** | **9.325** | **0.09325** | **9.017** | **0.09017** |
| **600A** | **55.452** | **0.08784** | **55.024** | **0.0858** |
| **PbAgCaSrRe** | **100A** | **9.171** | **0.09171** | **8.397** | **0.08397** |
| **600A** | **53.478** | **0.08543** | **52.472** | **0.08275** |
| **铅合金型号** | **直流电流（A** | **检测位置** | **传统阳极板（镍电解）** | | **镍电积栅栏型阳极板** | |
| **检测位置电压（mV）** | **检测位置过渡段电阻(mΩ)** | **检测位置电压（mV）** | **检测位置过渡段电阻(mΩ)** |
| **PbAgCaSrRe** | **100A** | **导电头搭接面到板面对角端的位置** | **9.234** | **0.09234** | **8.798** | **0.08798** |
| **600A** | **55.415** | **0.09175** | **54.523** | **0.08912** |
| **PbSnCaRe** | **100A** | **9.178** | **0.09178** | **9.073** | **0.09073** |
| **600A** | **56.245** | **0.09182** | **55.452** | **0.08997** |
| **铅合金型号** | **直流电流（A** | **检测位置** | **传统阳极板（锰电解）** | | **锰电积栅栏型阳极板** | |
| **检测位置电压（mV）** | **检测位置过渡段电阻(mΩ)** | **检测位置电压（mV）** | **检测位置过渡段电阻(mΩ)** |
| **PbAgSnSr** | **100A** | **导电头搭接面到板面对角端的位置** | **8.9542** | **0.089542** | **8.7875** | **0.08787** |
| **600A** | **56.233** | **0.09071** | **54.252** | **0.08674** |
| **PbAgSnSbRe** | **100A** | **9.0231** | **0.090231** | **8.9254** | **0.08925** |
| **600A** | **55.425** | **0.09012** | **54.553** | **0.08991** |
| **PbAgSnSbAs** | **100A** | **8.7542** | **0.08742** | **8.7234** | **0.08723** |
| **600A** | **56.452** | **0.08872** | **55.478** | **0.08723** |

**“栅栏型铝基铅合金复合阳极制备技术与应用”**和**“新型铅合金及铝基铅合金复合材料电极设计与制备”**两项科研成果，分别于2016年8月和2019年5月由中国有色金属工业协会组织、邀请了有色金属行业内张国成院士、张文海院士、王国栋院士及知名专家进行了成果评价，分别给予了“**项目整体技术在有色金属电积领域处于国际领先水平”、“项目整体技术达到国际领先水平”**的综合评价结论。特别对于新型复合材料电极，评价报告指出：“项目技术难度大，复杂程度高，技术经济指标先进。自主设计制造的新型铝基铅合金复合材料电极，应用于有色金属湿法冶金行业，显著降低能耗、提高电流效率，增加产量，为国内外首创。项目技术的成功应用，对湿法冶金工业的节能降耗，阴极产品质量的提高提供了技术支撑，促进了有色金属湿法冶金行业电极材料的升级改造和科技进步。”

迄今为止，“栅栏型铝基铅合金复合阳极制备技术与应用”和“新型铅合金及铝基铅合金复合材料电极设计与制备”两项科研成果的产业化产品——栅栏型铝基铅合金复合材料阳极已在深圳市中金岭南有色金属股份有限公司丹霞冶炼厂、江西铜业铅锌金属有限公司、西部矿业股份有限公司、云南华联锌铟股份有限公司等国内20余家大型湿法冶金企业广泛应用，对国外进口的3.2平方米铅合金阳极板实现了进口替代；尤其在“一带一路”沿线的缅甸、赞比亚、刚果金等国家广泛应用，对提高我国企业技术经济竞争能力，降低海外投资风险，积极“走出去”开发铜、钴、镍等战略性有色金属资源，保障国家经济发展和国防安全发挥了重大积极作用。

此外，该技术荣获2016年中国有色金属工业科学技术奖一等奖，2017年度云南省技术发明奖三等奖，2018年度第三届锌冶炼、回收环保大会“杰出技术大奖”。

**本文件是初次起草、制定，****栅栏型铅合金包覆铝芯阳极板产品是国内外首创，国内外无该产品相应的标准；也无对应的国际标准或国外先进标准；无相关国家或行业标准。**

6、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

**本文件的制定过程、技术指标选定、检验项目的设置等符合现行法律、法规及相关性的国家标准或行业标准。**

7、重大分歧意见的处理经过和依据

**无**

8、标准作为强制性或推荐性标准的建议

**本文件建议作为推荐性行业标准**

9、标准实施贯彻的建议

本文件的制订，可填补栅栏型铅合金包覆铝芯阳极板标准空白，建议大力推广和执行。标准全面覆盖了栅栏型铅合金包覆铝芯阳极板的技术要求，建议相关生产及使用单位组织专项标准宣贯会进行系统学习。本文件发布后，各企业应积极宣传和贯彻，并按照标准要求进行组织生产，以保证产品质量，满足国内、外市场及客户的需要。

10、预期效果

本文件在国内生产企业及国内外客户使用需求的基础上，参照国内外相关类似产品标准、规范制定的，技术指标先进，具有普遍性、广泛性、适用性、科学性和先进性。本文件发布后，将更好的推动我国有色金属电积用阳极板的制造行业的整体水平、提高产品的竞争力，给生产企业带来更大的经济效益，同时也更好的服务客户。