LED用稀土氮化物红色荧光粉

编制说明（审定稿）

二零二五年四月十七日

**国家标准**

**《LED用稀土氮化物红色荧光粉》**

**编制说明（审定稿）**

**一、工作简况**

## 1.1任务背景

半导体照明（White Light Emitting Diode, 白光LED）作为新一代在绿色照明产品具有高光效、低能耗、长寿命、无污染等优点，已在绿色照明和高端显示领域得到广泛应用，是我国重点发展的战略性新兴产业。近年来白光LED光源技术和产品得到飞速发展，目前在通用照明和液晶显示等领域渗透率逐年攀升。“十四五”初期，以LED荧光粉为配套核心材料的白光LED照明产业2023年总产值达到6578亿元，其中通用照明在出口市场的强力带动下，出口市场总体持平，仍处于历史高位，稳健支撑半导体照明行业发展。随着人们经济生活水平的不断提升，对白光LED的需求逐步由更高的发光效率到更健康的照明方式上，对色温(2500‒4500 K可调)、显色指数(＞80)、色域(＞90% NTSC)等性能指标的要求也越来越高。目前市场上主要采用蓝光LED芯片复合绿色、红色荧光粉的方式，以满足高显色、低色温的封装需要，其中，红色荧光粉是器件显色能力的保障，决定着照明器件的光源品质与显色能力。

早期红色荧光粉的研究主要集中在Eu2+激活的(Ca,Sr,Ba)2Si5N8:Eu2+氮化物红色荧光粉，凭借较高的发光效率成为当时主流商业用粉。随着照明市场的发展需求及相关研究技术的进步，具有1113结构的氮化物红色荧光粉(Ca,Sr,Ba)AlSiN3:Eu2+凭借更宽的激发光谱、更高的发光效率及优异湿热稳定，受到了白光LED科研和产业界的极大关注，现已发展成为现有商用主流红色荧光粉。近年来，随着氮化物红粉工程化技术研发和产业化技术的不断完善，一方面(Ca,Sr,Ba)AlSiN3:Eu2+逐步成为当前主流商用产品，该结构产品朝着超短波和长波方向发展，产品种类趋于完整；另一方面(Ca,Sr,Ba)2Si5N8:Eu2+及(Ca,Sr,Ba)AlSiN3:Eu2+两类氮化物红色荧光粉发光强度和老化性能都有了显著提升，原标准指标性能已不能代表现在的行业发展水平。因此，亟需对氮化物红粉国家标准进行修改，满足LED用稀土氮化物红粉生产技术的进步及市场的需求。稀土氮化物红色荧光粉国家标准的修订顺应LED用稀土氮化物红粉生产技术的进步及市场的需求，更全面的指导和规范我国氮化物红色荧光粉产品的生产和销售，提升产品质量，以满足制备LED照明等应用领域的要求，提高稀土行业整体水平，为产品贸易提供仲裁的依据，加速推动我国半导体照明产业的快速健康发展，为我国节能减排提供技术支撑；有助于完善我国关键战略型稀土材料标准体系建设，推动建设制造强国、质量强国。

## 1.2 任务来源

2023年11月在厦门全国稀土标准项目论证会上，有研稀土新材料股份有限公司提出了国家标准《LED用稀土氮化物红色荧光粉》的立项建议，此部分是针对现行258结构《LED用稀土氮化物红色荧光粉》国标GBT 30075-2013的修订标准，得到了稀土标准化委员会和稀土行业的广泛认可并进行了立项。根据全国稀土标准化技术委员会2022年标准制修订工作安排，《LED用稀土氮化物红色荧光粉》由全国稀土标准化技术委员会归口，有研稀土新材料股份有限公司（以下简称“有研稀土”）牵头起草。该项目计划编号为20231391-T-469，项目计划完成时间为2025年4月。

## 1.3标准编制工作组单位简况

本文件的起草单位有有研稀土新材料股份有限公司、有研稀土高技术有限公司、赣州中蓝稀土新材料科技有限公司、江门市科恒实业股份有限公司、江苏博睿光电股份有限公司、江西理工大学、包头稀土研究院、厦门稀土材料研究所、内蒙古稀土功能材料创新中心有限公司。

其中有研稀土新材料股份有限公司和江门市科恒实业股份有限公司提供部分样品，有研稀土新材料股份有限公司同时负责统一样品的收集和分发，样品测试结果的收集和处理，标准文本、试验报告和编制说明的撰写、意见征集及文本修改。有研稀土高技术有限公司、江门市科恒实业股份有限公司、江苏博睿光电股份有限公司、江西理工大学、赣州中蓝稀土新材料科技有限公司、包头稀土研究院、厦门稀土材料研究院、内蒙古稀土功能材料创新中心有限公司负责对试验报告中各项技术指标提供测试，并对标准文本提出修改意见。

**（1）有研稀土新材料股份有限公司**

有研稀土新材料股份有限公司（简称有研稀土）是2001年由中国有研科技集团有限公司（原北京有色金属研究总院）作为主发起人对稀土国家工程研究中心经营性资产进行改制而设立的股份公司，是国家高新技术企业。其前身1952年开始稀土研究，是我国最早从事稀土研究开发的单位之一， 也是我国稀土工业技术的主要发源地。

有研稀土主要从事稀土资源开发利用、稀土材料及应用的研究开发与生产，拥有从稀土矿山到稀土功能材料的完整产业链，主要产品包括稀土化合物、高纯稀土金属及特种合金、稀土靶材及镀膜材料、稀土磁性材料、稀土光功能材料、稀土催化材料等，通过了ISO9001:2015质量管理体系认证，总生产能力超过10000吨/年。

有研稀土继承和提升了稀土国家工程研究中心的科技创新能力，拥有国际先进的稀土冶金、分离提纯、稀土新材料及应用等综合研发实力，是国家企业技术中心。70多年来，累计开发了400余项先进的稀土冶炼、分离提纯、稀土金属及合金，以及稀土功能材料技术成果，获得国家及省部级科技奖170余项，申请发明专利900余件，获得授权发明专利500余件（国外100余件），向国内外转让技术或专利授权许可使用170多项次，为中国稀土工业体系的建立、发展和调整升级做出了突出贡献。

在稀土光功能材料领域，有研稀土用有近50余年稀土发光材料研究历史，目前主要从事高端白光LED荧光粉及其产业化开发，近年来相继在具有自主知识产权白光LED用铝酸盐荧光粉、氮化物荧光粉常压高温氮化技术、高稳定性氟化物荧光粉可控制备技术等领域取得突破，连续两年获得“高工LED金球奖”，多次被评为国产LED荧光粉第一品牌，跻身全球知名白光LED荧光粉供应商。目前有研稀土已建设了年产300吨LED荧光粉生产线，累计销售LED荧光粉近600吨，在国内中高端市场的占有率超过30%，累计销售收入7.2亿元，直接带动下游LED封装产值超500亿元，所开发多种LED荧光粉打破了日美企业在中国市场的垄断、迫使国外产品价格下降超过90%，为LED荧光粉国产化及下游产业的发展做出重要贡献。

**（2）江苏博睿光电股份有限公司**

江苏博睿光电股份有限公司专业从事新型光电材料的研究、开发和应用工作，是国内LED荧光粉领域的龙头企业，也是包括昕诺飞、欧司朗、三星等国际照明企业的荧光粉全球主要供应商之一和战略合作伙伴。公司紧跟半导体技术前沿发展，深度布局高性能稀土发光材料、界面连接材料、高导热 陶瓷基板等领域，在第三代半导体封装材料领域，已形成科研开发、规模生产和专业化服务的完整体系。公司为国家重点专精特新小巨人企业、高新技术企业、苏南国家自主创新示范区“瞪羚企业”、 江苏省最具成长性高科技企业，是江苏省企业知识产权管理标准化示范先进单位、南京市百强高新技 术企业、南京市知识产权示范企业、江宁高新区纳税大户，属于工业稳增长和转型升级成效明显市内企业。

**（3）江门市科恒实业股份有限公司**

江门市科恒实业股份有限公司1997年开始涉足稀土发光材料行业，以公司为依托单位组建了“广 东省稀土发光材料工程技术研究开发中心”，江门科恒是中国最大的从事稀土发光材料制造的国家级 高新技术企业，产品涵盖三基色荧光粉，LED荧光粉等，年产销稀土发光材料达到1500吨。江门科恒 自创办之日起，始终专注于产品技术创新，并与多所高校展开产学研合作，多项科研成果通过产品鉴 定，获得国家、省、市、区的各级奖励，部分产品列入国家火炬计划项目、星火计划项目。公司为灯 用稀土荧光粉国家标准起草单位，生产的节能灯用稀土荧光粉产品为“广东省名牌产品”，公司商标 为“广东省著名商标”。

**（4）赣州中蓝稀土新材料科技有限公司**

赣州中蓝稀土新材料科技有限公司是一家专注于稀土后端应用精深加工，以稀土产品应用研究、生产、销售以及政、企、产、学、研、融、用高度融合为一体的国家高新技术企业。公司拥有国际领先的研究开发基础和雄厚的技术实力，对所研发的高端LED荧光粉产品拥有自主核心技术和完整的知识产权。公司配备了先进的试验分析与研究开发设备，拥有一支专业配置齐全、结构组成合理的科研创新队伍。

目前拥有4条大型铝酸盐和硅酸盐系列生产线，3条红粉系列生产线，产品包含氮化物系列红粉、铝酸盐系列黄粉、铝酸盐系列黄绿粉、氮氧化物青粉、硅酸盐系列绿粉橙粉、氯磷酸盐系列蓝粉、氟化物系列红粉、焦磷酸盐系列紫粉，8大系列，50多个品种，且高端新品不断研发中，已经做到稀土光功能产品全覆盖。

**（5）厦门稀土材料研究所**

厦门稀土材料研究所（以下简称"厦门稀土所"）瞄准闽赣稀土资源的集成开发利用和稀土功能材料产业科技需求，重点聚焦稀土分离提纯、稀土磁性材料、稀土发光材料、稀土催化材料、稀土功能助剂、清洁生产与环境修复、稀土特种合金、纳米生物治疗等领域的研发，建立稀土材料高质化利用与工程化示范、综合技术示范与应用基地，以稀土材料的源头创新促进新能源、新材料、新一代信息技术、节能环保等战略性新兴产业的培育和发展，为促进海西稀土产业及其产业链的健康快速发展提供科技支撑。我所科研人员以技术入股、参股及创建稀土应用企业多家。同时针对社会需求，成立中科院福建物质结构研究所厦门检验检测中心已通过国家认监委审核，获得国家级CMA资质认证资格，面向全社会提供更好的测试服务。

**（6）江西理工大学**

江西理工大学分析测试中心是具有独立开展检测业务活动的分析测试机构，自2003年成立以来， 已拥有总价值约6,000万元的先进大中型分析测试仪器，总面积约2000平方米，在成分与结构分析方面的仪器设备已基本配套，并于2006年通过资质认定(计量认定)，中心具有雄厚的师资力量与技术力量，是为学校教学、科研提供分析测试服务的公共大平台，也是分析测试技术、方法的研发中心和培养高层次人才的重要实验基地。同时它面向社会开放，积极为地方的科研、经济建设服务。目前，中心主要分析测试业务范围包括：无机物和有机物成份与结构分析、表面分析、微区形貌及成份分析、热分析和物性测定分析以及未知物质和复杂体系的分离、鉴定等分析测试服务。

**（7）有研稀土高技术有限公司**

有研稀土高技术有限公司成立于2014-04-17，主要经营有色金属材料的研发、生产、销售；稀土材料的研究、开发、生产、销售；稀土、有色金属的销售；电子元器件制造、销售；稀土全光谱类太阳光、特种LED光源系统产品研发生产、销售；与稀土相关材料、设备的研究、开发、生产、销售；稀土技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；进出口业务。

**（8）包头稀土研究院**

包头稀土研究院（以下简称“稀土院”） 作为全国最大的综合性稀土研发机构，稀土院始终以稀土资源的综合开发、利用为宗旨，以稀土冶金、环境保护、新型稀土功能材料及在高新技术领域的应用及稀土产品分析检测、稀土行业科技信息服务等为研究重点。

下设资源与生态环境研究所、金属材料研究所、稀土功能材料研究所、磁性材料研究所4个科研主体和中试孵化基地，拥有包头市蒙稀磁业分公司、天津分院、杭州分院3个全资子公司，以技术转化方式参股瑞鑫公司、京瑞公司、烟台东星公司，布局参股了国瑞科创稀土功能材料有限公司和稀土新材料技术创新中心，形成了较为完善的稀土科技创新体系。

**（9）内蒙古稀土功能材料创新中心有限公司**

内蒙古稀土功能材料创新中心有限责任公司（以下简称“创新中心”） 建有“稀土材料研发创新基地”、“国创-汇德稀土企业孵化公共服务平台”、“国创稀土大数据平台”及“N个共建示范点”。拥有实验、中试验证、办公等场所面积约4.68万平方米，自主购置、共享国内外高端仪器设备700余台套，总价值约1.8亿元。具备技术研发、检验检测、中试验证等创新能力。创新中心已构建“院士牵头、行业专家为主、专业人才补充、技能人才为辅”的四级人才梯队，共计160余人。

创新中心瞄准新一代信息技术、清洁能源、航空航天等领域，已开发关键共性技术7项、开发新装备、新产品、新材料9项、申报专利36项、研制标准10项、建设技术成果示范线12条，并依托上述成果，孵化内蒙古国创稀磁科技有限公司等7家高技术企业，形成了稀土系固态储氢装置、耐高温高性能钐钴永磁材料、定制化钕铁硼磁粉等一批技术创新成果，荣获中国有色金属工业科学技术一等奖、第三届全国机械工业设计创新大赛铜奖等多项荣誉，行业影响力持续彰显，逐步承担起促进稀土产业高质量发展的国家使命。

## 1.4 主要工作过程

有研稀土新材料股份有限公司接到该标准制订任务后，立即组织骨干人员成立了标准编制组，制定了该标准的研究内容、技术路线、任务分工和进度安排。

主要工作过程经历以下阶段：

### 1.4.1 起草阶段

（1）任务落实

2024年3月全国稀土标准化技术委员会在珠海召开了2024年第一次稀土标准工作会议，会上对《LED用稀土氮化物红色荧光粉》进行了任务落实。确定了由有研稀土新材料股份有限公司负责《LED用稀土氮化物红色荧光粉》的起草工作，由有研稀土高技术有限公司、江门市科恒实业股份有限公司、江苏博睿光电股份有限公司、江西理工大学、包头稀土研究院、厦门稀土材料研究所内蒙古稀土功能材料创新中心有限公司和赣州中蓝稀土新材料科技有限公司8家单位协助起草，同时确定了样品提供单位、制定计划、时间节点等事项，并形成了任务落实会的会议纪要。

（2）样品收集及试验方案研究

根据目前市场应用情况，早期红色荧光粉的研究主要集中在Eu2+激活的(Ca,Sr,Ba)2Si5N8氮化物红色荧光粉，凭借较高的发光效率成为当时主流商业用粉。随着照明市场的发展需求及相关研究技术的进步，具有1113结构的氮化物红色荧光粉(Ca,Sr,Ba)AlSiN3:Eu2+凭借更宽的的激发光谱、更高的发光效率及优异湿热稳定性，受到了白光LED科研和产业界的极大关注，现已发展成为商用主流红色荧光粉。为能反映的氮化物红色荧光粉国标的普遍适用性和实用性，通过与各参与单位的讨论研究，一致认为保留目前市场上258结构较为普遍应用的长波段（650 nm~675 nm）的(Ca,Sr,Ba)2Si5N8氮化物红色荧光粉，而对于主流的1113结构的(Ca,Sr,Ba)AlSiN3:Eu2+氮化物红色荧光粉则根据市场下游封装客户的应用需求对各个波段进行分类，分别为595 nm~610 nm、610 nm~630 nm、630 nm~650 nm和650 nm~680 nm。

**表1 试验样品方案**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 体系 | 峰值波长范围（nm） | 试验样品提供单位 |
| （Ca,Sr,Ba)2Si5N8: Eu2+ | 650~675 | 江门市科恒实业股份有限公司有研稀土新材料股份有限公司 |
| (Ca,Sr,Ba)AlSiN3:Eu2+ | 595~610 |
| 610~630 |
| 630~650 |
| 650~680 |

按照上述各个波段氮化物红色荧光粉的分类要求，2024年11月牵头单位有研稀土新材料股份有限公司向各参与单位和氮化物红色荧光粉上下游企业发起了氮化物红色荧光粉产品指标的调查并在每个对应波段提供1-2个样品进行测试验证，试验样品如表1所示。2025年2月中旬综合各参与单位和行业内上下游企业的反馈意见进行修改形成标准文本、征求意见稿和编制说明。

（3）预审

2025年3月5-6日，2025年第二次稀土标准工作会议在安徽省合肥市召开。由全国稀土标准化技术委员会宋冠禹秘书长主持、有色金属技术经济研究院有限公司申立汉专家主审，来自稀土行业的近20名专家代表参会，与会专家对《LED用稀土氮化物红色荧光粉》国家标准进行了预审。专家组审阅了相关资料，听取了标准牵头单位的工作汇报，经质询、讨论，形成意见如下：

1. 编制说明中要增加各个单位测试原始数据，并分析指标确定的依据。
2. 1范围部分:删除了“LED发光器件”中的LED。
3. 3术语和定义部分：删除标准荧光粉、相对亮度、色品坐标、激发波长、发射峰值波长、高温高湿性能、高压加速老化性能、密度、pH值、电导率，对于保留的术语增加术语的来源。
4. 增加一章为产品分类和牌号，重新规定牌号并详细规定牌号命名规则。
5. 第5章中产品性能改成技术要求，分为三部分，分别是主要性能、参考性能、产品外观。
6. 主要性能表１中相对亮度应该有交叉，需重新征求编制组单位意见，根据测试数据讨论得出。
7. 去掉表2中具体的测试条件，因为是引用标准，标准里面有详细的规定，这个地方不用明确写出。外量子效率的460 nm保留，因为引用的标准没有规定。
8. 5.3产品外观，改成“5.3.1产品为橙红色、红色或深红色的粉末，5.3.2产品应均匀洁净，无目视可见夹杂物”。
9. 6试验方法分成三部分，分别是主要性能、参考性能和产品外观，并按照第5章中性能的出现顺利排列。
10. 删除表3检验项目和检验方法。
11. 7.4中取样数量要考虑所有测试性能所需要的量，改为30 g，需再次确认下是否准确。

根据预审专家提出的建议，会后与各参与单位经商讨确认后重新对《LED用稀土氮化物红色荧光粉》标准进行修改。

（4）专项标准编制组会议

2025年4月11日在北京市召开专项标准编制组会议，由全国稀土标准化技术委员会宋冠禹秘书长主持，来自稀土行业线上线下近50名专家代表参会，与会专家对《LED用稀土氮化物红色荧光粉》国家标准进行了审定前的再预审工作。专家组审阅了相关资料，听取了标准牵头单位的工作汇报，经质询、讨论，形成意见如下：

1）峰值波长分类无依据，后期如何支撑峰值波长的分类：最好有一个氮化物市场用量的支撑。

2）相对亮度测试数据太少，无法准确确定相对亮度在各个分类波段的范围。

3）1113结构与之前258结构的差别体现在哪些方面，要有合适的调研数据支撑。

4）充分调研行业内主要牌号各家产量占比，产品粒度占比分析。并对测试数据进行分析，最好用柱状图、饼状图进行分析。

6）中心粒径指标后的d50±0.5 (d50<10.0)、d50±1.0 (d50>10.0)表述不准确，建议修改。

7）密度采用的标准用的是三基色的标准，但是这个标准不包含LED用荧光粉，要在编制说明里面进行说明。

8）建议将主要性能指标和参考性能指标合并。

根据全国稀土标准化技术委员会专家提出的建议，会后与各参与单位经商讨确认后重新对《LED用稀土氮化物红色荧光粉》标准再次进行修改。

### 1.4.2 征求意见阶段

2025年2月18日，标准编制小组对《LED用稀土氮化物红色荧光粉》标准征求意见稿进行广泛征求意见，陆续发出标准文本和编制说明进行意见征询。2025年2月25日，全国稀土标准化技术委员会在国家标准化管理委员会的“国家标准化业务管理平台”上挂网，向社会公开征求意见，未收到反馈意见。同时，标委会通过工作群、邮件向委员单位征求意见，并将征求意见资料在www.cnsmq.com网站上挂网征求意见。征求意见的单位包括主要的生产、经销、使用、科研、检验等，征求意见单位广泛且具有代表性。

2025年3月初，根据征求意见稿的回函情况，经过编制小组讨论研究，提出具体修改意见及采纳情况，编写了标准征求意见稿意见汇总处理表，并对标准文本进行修改，形成了《LED用稀土氮化物红色荧光粉》标准送审稿。

# 二、标准编制原则

主编单位有研稀土新材料股份有限公司汇集国内主要LED用稀土荧光粉生产企业和相关科研院所共9家单位成立了标准编制工作组，负责收集了LED用稀土荧光粉市场高端产品，测试手段、测试设备参数、检验数据、市场需求及用户技术需求等信息，开展LED用稀土氮化物红色荧光粉产品指标测试，确定了《LED用稀土氮化物红色荧光粉》标准起草所遵循的基本原则：

1. 遵守国家各种关于LED用稀土荧光粉的法律法规及相关国家标准；

2. 充分满足LED照明及显示市场需求的原则和有利于创新发展的原则；

3 根据目前国内LED用稀土氮化物红色荧光粉的具体情况，结合生产企业和用户的要求及应用技术的发展趋势，力求做到标准的合理性、实用性，与时俱进；

4. 完全按照GB/T 1.1和国家标准编写示例的要求进行格式和结构编写。

# 三、标准主要技术内容确定依据及关键技术指标确定情况分析

## 3.1主要技术内容确定依据

## 3.1.1更改了规范性引用文件

根据标准文件内容增加了GB/T 5838.1 荧光粉名词术语、GBT 39492-2020《白光LED用荧光粉量子效率测试方法》：量子效率测定和CIE-1931标准色度观察者文件；删减了SJ/T 11397-2009半导体发光二极管用荧光粉文件。

## 3.1.2增加了术语和定义

根据标准文件内容增加了 “光（辐射）功率”、“色品坐标漂移”、“热猝灭”、 “粒度分布离散度”、“外量子效率”的术语和定义，并注明了增加术语的来源。

## 3.1.3增加牌号定义规则

由于新标准LED用稀土氮化物红色荧光粉按结构组成分为两大类（258结构和1113结构），因此原标准GBT 30075-2013中的数字牌号和字符牌号将不再适用。编制组参考GB/T17803—2015标准中5.10稀土发光材料部分的命名原则，将产品按组分共分为5个牌号。其中牌号由发光材料英文首字母和阿拉伯数字组成。共分为4个层次，第一层次用发光材料英文的首字母“LM”表示；由于GB/T17803—2015标准中第二层次01和02分别表示蓝光和紫外激发的LED荧光粉，而氮化物红色荧光粉可被紫外或蓝光LED芯片激发，因此第二层用备用的“09”编号（产品可被紫外或蓝光LED芯片激发）表示产品的功能类别；为了与蓝光激发 LED 荧光粉氮化物体系荧光粉区分，第三层次采用备用编号“04”表示新标准产品的体系；第四层次用英文字母“A、B”分别表示氮化物红色荧光粉的258结构（Ca,Sr,Ba)2Si5N8: Eu2+和1113结构（Ca,Sr,Ba)AlSiN3: Eu2+。第五层次序号1-4表示1113结构（Ca,Sr,Ba)AlSiN3: Eu2+不同发射峰值波段的氮化物红色荧光粉。

3.1.4更改了产品分类和牌号

删减了原标准的数字牌号200661、200662、200663、200664、200665、200666、200667和字符牌号G36-R1、G36-R2、G36-R3、G36-R4、G36-R5、G36-R6、G36-R7，重新规定了字符牌号并详细规定了牌号的命名规则，LM-09-04-A代表258结构（Ca,Sr,Ba)2Si5N8: Eu的氮化物红色荧光粉；LM-09-04-B1、LM-09-04-B2、LM-09-04-B3、LM-09-04-B4代表1113结构（Ca,Sr,Ba)AlSiN3: Eu2+的氮化物红色荧光粉。

## 3.1.5删除了半峰宽技术指标

由于氮化物红色荧光粉的半峰宽的测量可能涉及复杂的光谱分析，而荧光粉性能的核心评价指标（如发射峰值波长、色品坐标、相对亮度等）已能综合反映客户的应用效果。删除冗余指标可简化测试流程，降低生产成本，符合行业标准动态调整的趋势。在LED封装应用需求方面，荧光粉的半峰宽虽然影响光谱分辨率，但实际应用中更关注宽光谱覆盖能力。此外，氮化物荧光粉本身具有较宽的红光发射带，已能满足多数场景需求，无需通过额外指标约束，因此删减了半峰宽技术指标。

## 3.1.6增加了发射峰值波长

由于此标准分为两种结构的氮化物红色荧光粉，为了更能反映测试方法的准确性和适用性，经过与各参与单位讨论和研究，对主流的1113结构（Ca,Sr,Ba)AlSiN3: Eu2+的氮化物红色荧光粉，按照产品下游封装客户的需求由低波段到高波段设置了4个发峰值波长范围。而对于258结构（Ca,Sr,Ba)2Si5N8: Eu2+的氮化物红色荧光粉，市场上在用的多为高波段（650 nm~670 nm）的氮化物红色荧光粉，因此仅设置了1个发峰值波长范围。

## 3.1.7更改了热稳定性的测试条件和指标

原标准的热稳定性测试条件（180℃，8h）延续了三基色荧光粉的密闭使用条件，而白光LED光源中的芯片和荧光粉直接暴露在一定温度和湿度环境中，LED器件寿命除受到自身运行发热外，还受到特殊高温条件和高湿环境中的水汽侵蚀综合作用的影响，高温高湿性能成为白光LED器件的不可或缺的评价手段。因此，按照最新发布国标GB/T 23595.4-2025《LED用稀土荧光粉试验方法 第4部分 高温高湿性能的测定》的规定对其进行85 ℃、85% RH，1000 h条件下的高温高湿性能的测定，根据产品测试结果获得相应的技术指标。

## 3.1.8更改了热猝灭性测试的测试条件和技术指标

原热猝灭性测试条件为120 ℃，20 min，随着照明技术发展和生活品质提高，LED器件的光色性能逐步的已不能完全满足使用需求，对LED器件的光色稳定性有了更高的要求，而荧光粉信赖性决定了器件光色稳定性。采用多色荧光粉封装制成的白光LED器件点亮时，LED芯片的结温最高可达到180 ℃，在此高温下光源的光色参数会发生显著变化，因此原热猝灭测试的120℃条件已不能满足现有荧光粉产品的要求。根据最新发布的GB/T 23595.4-2025《LED用稀土荧光粉试验方法 第7部分 热猝灭性能的测定》的规定，对其进行180 ℃，20 min热猝灭性能测试。另外，相对亮度值会受视觉函数影响，产品波段受温度影响会发生红移或蓝移，对相对亮度有较大波动。而光（辐射）功率不受视觉函数影响，是直接能表征荧光粉发光能力的物理量，因此按照最新的方法标准，用光（辐射）功率来体现产品的热猝灭性能。在LED照明和显示应用中，色品坐标的漂移直接影响光源或显示器的颜色稳定性和一致性。使用色品坐标漂移值可以更直观地反映材料在实际使用中的性能变化。而色品坐标变化的描述较为笼统，无法直接关联到实际应用中的具体问题。按照最新的方法标准，还增加了色品坐标漂移技术指标，并给出了相应的技术值。按照最新发布国标GB/T 23595.7-2025《LED用稀土荧光粉试验方法 第4部分 热猝灭性能的测定》的规定对其进行180 ℃、20 min条件下的热猝灭性能的测定，根据产品测试结果获得相应的技术指标。

## 3.1.9增加了高压加速老化性能的测试条件和技术指标

氮化物红色荧光粉广泛应用于LED照明、显示器件等领域，这些应用场景对材料的可靠性和寿命要求极高。LED器件在工作时会产生热量和湿度，可能导致荧光粉性能衰减。高压加速老化性能测试可以模拟LED器件在实际使用中的高温、高湿、高压等条件，确保荧光粉在长期使用中仍能保持稳定的发光性能。因此，按照最新发布国标GB/T 23595.8-2025《LED用稀土荧光粉试验方法 第8部分 高压加速老化性能的测定》的规定对其进行121 ℃、100% RH，0.2 MPa条件下的高压加速老化性能的测定，根据产品测试结果获得相应的技术指标。

## 3.1.10更改了量子效率的测试条件和技术指标

原国家标准GB/T 30075-2013《LED用稀土氮化物红色荧光粉》外量子效率测试按照SJ/T 11397-2009行业标准的附录进行测试。2020年，我国首部量子效率国家标准GB/T 39492-2020《白光LED用荧光粉量子效率测试方法》发布实施，其明确了白光LED用荧光粉量子效率测试的方法原理、仪器装置和测试步骤，例如采用双光源（氙灯、溴钨灯）覆盖太阳光谱范围，并通过光纤光谱仪等设备实现高精度测量。相较之下，SJ/T 11397-2009作为行业标准，在测试流程和仪器规范上较为简略。新标准通过细化操作步骤和仪器要求，提高了测试的可重复性和准确性，减少人为误差。另外，GB/T 39492-2020将测试范围限定在激发波长400-480 nm和发射波长400-780 nm，更贴合当前主流LED芯片与荧光粉的匹配特性，确保测试结果与实际应用场景一致。因此将LED用稀土氮化物红色荧光粉的外量子效率测试采用的方法由SJ/T 11397-2009行业标准更改为GB/T 39492-2020国家标准。且由于近年来技术进步，氮化物红色荧光粉性能提升，1113结构的氮化物红色荧光粉成为主要商用荧光粉，相对于258结构，其外量子效率更高，本标准根据现有测试方法测试商用产品性能，获得相应的技术值，并根据不同结构荧光粉分类进行规定。

## 3.1.11更改了试验方法

根据上述增加或更改的测试条件和技术指标，将原标准的热稳定性能试验测试方法更改为高温高湿试验测试方法，增加了高压加速老化性能试验测试方法，将原来的外量子效率的SJ/T11397-2009测试方法更改为GB/T 39492-2020《量子效率性能试验测试方法》。

## 3.2关键技术指标确定情况分析

## 3.2.1关键技术指标确定来源

《LED用稀土氮化物红色荧光粉》国家标准审定稿中涉及的关键指标数据来源包括以下几个方面:

1）已有的国家标准、行业标准：标准中的牌号分类方法及试验方法、检验规则等内容参考了已有的国家标准；

2）标准起草单位的大量实验测定和数据采集：标准起草单位进行了大量的实验，为了让获得的这些数据可能接近实际水平选择最佳的方式，标准起草单位进行了大量实验和数据采集工作，并最终形成了LED用稀土氮化物红色荧光粉产品标准。

3）参与单位以及同行业单位征集的数据：在标准编制过程中，编制单位根据下游封装客户的应用需求，按发射峰波长分类分别向参与单位以及行业内其他单位广泛地征集了数据，其中包括产品相对亮度、色品坐标、峰值波长、中心粒径、粒度分布离散度、外量子效率、密度、热猝灭性能、高温高湿性能以及高压加速老化性能等产品指标，确保大部分单位生产及使用的LED用稀土氮化物红色荧光粉产品符合标中确立的关键数据要求。

## 3.2.2关键指标确定依据分析

1）峰值波长和牌号

有研稀土新材料股份有限公司在标准编制前期先对行业内各家单位氮化物红色荧光粉的销售情况进行了初步统计，如图1所示，并将统计结果与各参与单位进行了深入分析，经调研发现市场上主流的商用为1113结构的氮化物红色荧光粉，占比近99%，258结构的氮化物红色荧光粉仅占0.79%，但考虑到标准的完整性和普遍适用性，经与行业各专家老师讨论，保留了市面上仅有的650 nm-675 nm波段的氮化物红色荧光粉。而对于1113结构的氮化物红色荧光粉，不同发射峰值波长的销售量也存在差异性。氮化物红色荧光粉主要应用于白光LED领域和彩色光照明领域，其中不同发射峰值波长范围的氮化物红色荧光粉在白光LED领域有着不同的应用需求，因此最终与编制组专家老师讨论根据下游封装客户的应用需求对1113结构氮化物红色荧光粉按发射峰值波长分类。了解到后端荧光粉封装企业按发射峰值波长595 nm~610 nm、610 nm~630 nm和610 nm~630 nm的氮化物红色荧光粉分别主要用于Ra~70、Ra~80、Ra~90组合方案，发射峰值波长650 nm~680 nm主要用于Ra＞95组合方案，因此此标准的修订也按上述波段对氮化物红色荧光粉进行分类，并以此分成4个牌号，258结构650 nm~675 nm单独为一个牌号，共计5个牌号，如表2所示。



**图1 氮化物红色荧光粉各发射峰值波段在行业内销售占比情况**

**表2氮化物红色荧光粉不同发射峰值波长范围的应用**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 体系 | 峰值波长范围（nm） | 应用领域 |
| 白光LED领域 | 彩色光照明领域 |
| （Ca,Sr,Ba)2Si5N8: Eu2+ | 650~675 | Ra＞95 |
| (Ca,Sr,Ba)AlSiN3:Eu2+ | 595~610 | Ra~70 |
| 610~630 | Ra~80 |
| 630~650 | Ra~90 |
| 650~680 | Ra＞95 |

随后，有研稀土新材料股份有限公司组织各参与单位在每个波段中提供一个样品进行测试验证，并补充了各参与单位和氮化物红色荧光粉上下游企业对氮化物红色荧光粉产品指标的调查，统计指标包括相对亮度、色品坐标、峰值波长、中心粒径、粒度分布离散度、外量子效率、密度、热猝灭性能、高温高湿、高压加速老化等产品指标，调查结果和测试结果汇总至表3和表4所示，通过对表3和表4进行整理和数据分析，并初步确定了氮化物红色荧光粉的产品技术指标，各项指标的确定依据如下文所示。

**表3 补充市场上氮化物红色荧光粉产品调研结果1**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 258结构 | 产品 | 峰值波长λp/nm | 相对亮度Br/% | 色品坐标X | 色品坐标Y | 粒度d50/μm | 粒度分布离散度s(10,90) |
|
| 650nm~675nm | 1 | 650.1 | 18.62 | 0.6639 | 0.3340 | 11.5 | 1.75 |
| 2 | 652.6 | 18.51 | 0.6673 | 0.3324 | 11.2 | 1.74 |
| 3 | 667.8 | 9.09 | 0.6743 | 0.3252 | 8.6 | 1.98 |
| 4 | 674.8  | 9.11  | 0.6799 | 0.3198  | 9.1 | 1.86 |
| 1113结构 | 产品 | 峰值波长λp/nm | 相对亮度Br/% | 色品坐标X | 色品坐标Y | 粒度d50/μm | 粒度分布离散度s(10,90) |
| 595nm~610nm | 1 | 595.1 | 38.45 | 0.5654 | 0.4321 | 16.3 | 1.24 |
| 2 | 600.2 | 50.67 | 0.5839 | 0.4148 | 20.1 | 0.95 |
| 3 | 601.7 | 55.65 | 0.5884 | 0.4104 | 20.4 | 0.92 |
| 4 | 603.7 | 52.19 | 0.5956 | 0.4033 | 20.3 | 0.96 |
| 5 | 605.0  | 59.60  | 0.5967  | 0.4020  | 20.2 | 0.86 |
| 6 | 607.2 | 55.90 | 0.6032 | 0.3959 | 21.2 | 0.96 |
| 7 | 608.6 | 53.20 | 0.6065 | 0.3926 | 21.5 | 0.97 |
| 8 | 608.5  | 59.29  | 0.6055  | 0.3928  | 21.5 | 0.98 |
| 9 | 610.5 | 55.16 | 0.6102 | 0.3891 | 15.9 | 1.02 |
| 610nm~630nm | 10 | 612.2 | 51.55 | 0.6176 | 0.3818 | 22.8 | 0.88 |
| 11 | 612.0  | 55.58  | 0.6152  | 0.3822  | 17.2 | 1.05 |
| 12 | 615.5  | 55.16  | 0.6156  | 0.3837  | 18.1 | 0.97 |
| 13 | 616.5 | 49.85 | 0.6232 | 0.3762 | 20.0 | 0.91 |
| 14 | 617.1 | 49.07 | 0.6324 | 0.3671 | 23.1 | 0.85 |
| 15 | 617.8 | 48.02 | 0.6346 | 0.3649 | 20.4 | 0.89 |
| 16 | 619.2 | 44.42 | 0.6378 | 0.3618 | 18.5 | 1.15 |
| 17 | 619.9  | 49.15  | 0.6380  | 0.3604  | 18.2 | 1.07 |
| 18 | 622.5 | 41.12 | 0.6434 | 0.3556 | 15.3 | 1.22 |
| 19 | 624.3 | 40.59 | 0.6470 | 0.3526 | 18.5 | 1.05 |
| 20 | 625.2 | 39.99 | 0.6475 | 0.3521 | 18.3 | 0.94 |
| 21 | 625.7  | 42.63  | 0.6482  | 0.3510  | 18.5 | 1.03 |
| 22 | 626.4 | 37.58 | 0.6512 | 0.3488 | 18.5 | 0.87 |
| 23 | 627.8 | 38.39 | 0.6530 | 0.3483 | 18.5 | 0.88 |
| 24 | 627.3  | 41.32  | 0.6521  | 0.3471 | 18.8 | 0.99 |
| 25 | 629.7  | 38.56  | 0.6567  | 0.3441  | 18.9 | 1.01 |
| 26 | 629.4 | 37.00 | 0.6560 | 0.3437 | 18.6 | 0.99 |
| 27 | 630.1 | 37.01 | 0.6562 | 0.3434 | 18.5 | 1.00 |
| 630nm~650nm | 28 | 633.8 | 28.05 | 0.6607 | 0.3390 | 20.1 | 0.93 |
| 29 | 634.9 | 30.31 | 0.6655 | 0.3342 | 20.3 | 0.96 |
| 30 | 636.7  | 29.57  | 0.6601  | 0.3395  | 20.5 | 0.96 |
| 31 | 636.8 | 28.94 | 0.6668 | 0.3329 | 20.1 | 0.98 |
| 32 | 638.8 | 25.08 | 0.6686 | 0.3311 | 18.3 | 1.01 |
| 33 | 638.1 | 24.45 | 0.6656 | 0.3373 | 15.1 | 1.02 |
| 34 | 638.1 | 24.97 | 0.6664 | 0.3334 | 19.5 | 1.04 |
| 35 | 639.0  | 27.34  | 0.6676  | 0.3311  | 19.8 | 1.10 |
| 36 | 641.5 | 25.15 | 0.6621 | 0.3379 | 18.0 | 1.03 |
| 37 | 642.4 | 20.75 | 0.6659 | 0.3368 | 17.5 | 1.02 |
| 38 | 643.6 | 20.75 | 0.6657 | 0.3369 | 17.7 | 1.04 |
| 39 | 645.3  | 23.63  | 0.6632  | 0.3349 | 18.5 | 1.52 |
| 40 | 646.6 | 22.55 | 0.6667 | 0.3330 | 17.5 | 1.25 |
| 41 | 647.9 | 19.38 | 0.6673 | 0.3323 | 13.4 | 1.20 |
| 42 | 648.0  | 21.81  | 0.6692  | 0.3330  | 18.2 | 1.19 |
| 43 | 648.7 | 19.47 | 0.6695 | 0.3327 | 18.1 | 1.18 |
| 44 | 648.9 | 20.08 | 0.6696 | 0.3329 | 18.4 | 1.09 |
| 45 | 650.2 | 19.95 | 0.6724 | 0.3269 | 14.2 | 1.10 |
| 650nm~680nm | 46 | 651.8 | 17.63 | 0.6741 | 0.3258 | 13.2 | 1.28 |
| 47 | 652.0  | 18.99  | 0.6744  | 0.3254 | 13.4 | 1.20 |
| 48 | 656.0 | 16.91 | 0.6746 | 0.3249 | 13.7 | 1.14 |
| 49 | 658.6  | 15.76  | 0.6843  | 0.3155  | 13.6 | 1.18 |
| 50 | 663.8 | 13.91 | 0.6926 | 0.3072 | 13.5 | 1.25 |
| 51 | 665.9 | 8.54 | 0.6958 | 0.3041 | 13.5 | 1.23 |
| 52 | 666.1  | 13.07  | 0.6961  | 0.3035  | 12.1 | 1.45 |
| 53 | 666.3 | 8.28 | 0.6962 | 0.3032 | 10.7 | 1.78 |
| 54 | 668.8 | 8.16 | 0.6978 | 0.3021 | 11.2 | 1.65 |
| 55 | 674.8  | 7.65  | 0.6991 | 0.3012  | 11.2 | 1.70 |
| 56 | 677.6 | 2.79 | 0.7069 | 0.2932 | 11.6 | 1.71 |
| 57 | 679.5 | 2.67 | 0.7071 | 0.2926 | 11.2 | 1.65 |

**表4 补充市场上氮化物红色荧光粉产品调研结果2**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 258结构 | 公司 | 外量子效率 | 密度 | 热猝灭性能 | 高温高湿性能 | 高压加速老化性能 |
| ∆Φe% | Δx | Δy | Dxy | ∆Φe% | Dxy | ∆Φe% | Dxy |
| 650nm~675nm | 1 | ＞0.65 | 4.2-3.0 | ＜65 | ＞-0.03 | ＜0.03 | ＜0.04 | ＜6 | ＜0.003 | ＜10 | ＜0.004 |
| 2 | ＞0.66 | 4.3-3.0 | ＜65 | ＞-0.02 | ＜0.03 | ＜0.03 | ＜5 | ＜0.002 | ＜8 | ＜0.004 |
| 3 | ＞0.68 | 4.2-3.0 | ＜60 | ＞-0.03 | ＜0.02 | ＜0.04 | ＜6 | ＜0.003 | ＜10 | ＜0.003 |
| 1113结构 | 公司 | 外量子效率 | 密度 | 热猝灭性能 | 高温高湿性能 | 高压加速老化性能 |
| ∆Φe% | Δx | Δy | Dxy | ∆Φe% | Dxy | ∆Φe% | Dxy |
| 595nm~610nm | 1 | ＞0.70 | 3.6-3.2 | ＜20 | ＞-0.01 | ＜0.02 | ＜0.03 | ＜2 | ＜0.002 | ＜5 | ＜0.002 |
| 2 | ＞0.72 | 3.5-3.0 | ＜20 | ＞-0.02 | ＜0.02 | ＜0.02 | ＜2 | ＜0.002 | ＜5 | ＜0.002 |
| 3 | ＞0.73 | 3.5-3.0 | ＜25 | ＞-0.01 | ＜0.02 | ＜0.03 | ＜4 | ＜0.001 | ＜3 | ＜0.002 |
| 610nm~630nm | 1 | ＞0.80 | 3.4-3.0 | ＜30 | ＞-0.02 | ＜0.02 | ＜0.03 | ＜5 | ＜0.001 | ＜4 | ＜0.002 |
| 2 | ＞0.75 | 3.5-3.0 | ＜25 | ＞-0.02 | ＜0.02 | ＜0.02 | ＜2 | ＜0.002 | ＜4 | ＜0.003 |
| 3 | ＞0.79 | 3.5-3.0 | ＜30 | ＞-0.02 | ＜0.02 | ＜0.03 | ＜5 | ＜0.001 | ＜2 | ＜0.003 |
| 630nm~650nm | 1 | ＞0.73 | 3.2-2.8 | ＜30 | ＞-0.02 | ＜0.01 | ＜0.03 | ＜5 | ＜0.002 | ＜5 | ＜0.003 |
| 2 | ＞0.75 | 3.2-3.0 | ＜25 | ＞-0.02 | ＜0.02 | ＜0.02 | ＜4 | ＜0.002 | ＜3 | ＜0.003 |
| 3 | ＞0.72 | 3.2-2.8 | ＜25 | ＞-0.01 | ＜0.02 | ＜0.03 | ＜5 | ＜0.002 | ＜3 | ＜0.002 |
| 650nm~680nm | 1 | ＞0.66 | 3.2-3.0 | ＜55 | ＞-0.03 | ＜0.03 | ＜0.03 | ＜6 | ＜0.002 | ＜10 | ＜0.004 |
| 2 | ＞0.65 | 3.2-2.8 | ＜50 | ＞-0.02 | ＜0.03 | ＜0.03 | ＜6 | ＜0.003 | ＜5 | ＜0.003 |
| 3 | ＞0.68 | 3.2-3.0 | ＜55 | ＞-0.03 | ＜0.02 | ＜0.02 | ＜4 | ＜0.002 | ＜10 | ＜0.004 |

2）相对亮度和色品坐标

氮化物红色荧光粉的相对亮度除色品坐标和峰值波长对相对亮度有直接的影响，荧光粉粒度对亮度也有直接影响。在其他条件相同的情况，峰值波长越长，亮度越低；粒度越小，亮度越低。市场商用氮化物红色荧光粉的粒度调研数据如表3和表4所示，258结构长波段红色荧光粉的市场在用产品粒度较小，基本在8-12 μm之间。而主流的1113结构的氮化物红色荧光粉595 nm~650 nm的产品基本都在15-25 μm，长波段红粉在10-15 μm左右。经过与各参与单位研究讨论，针对下游客户的应用需求，本标准的相对亮度范围主要以以下常用粒度产品的相对亮度为依据，对于其他多样化需求的小粒度和超大粒度产品的相对亮度允许可在本标准的范围外波动。

为了准确确定各个牌号对应的峰值波长范围内相对亮度和的色品坐标性能指标范围，

如表2所示，各参与单位测试统计了各个牌号对应的峰值波长范围内尽可能多的产品数据，并在每个波长范围内都有1-2个产品测试数据进行验证，如表5和表6所示，考虑到产品的测试误差，依据国标相对亮度GB/T 23595.2和色品坐标GB/T 23595.3的规定，最终确定了各个波长范围内相对亮度和色品坐标的指标范围。

3）粒度分布离散度

由于技术的更新和产品的迭代进步，按258和1113结构各家单位统计的粒度数据分开来确定两种结构的氮化物红色荧光粉粒度分布离散度，并在每个波长范围内都有1-2个产品测试数据进行验证，如表5和表6所示，根据调研结果最终确定258结构氮化物红粉粒度分布离散度≤2，1113结构氮化物红粉粒度分布离散度≤1.8。

4）量子效率：

根据各家单位测试的各个发射峰值波段范围内量子效率的数据，同时也考虑近年来的氮化物红色荧光粉技术的迭代和进步，相较于原标准258结构的氮化物红粉由原来的＞0.6增加到＞0.65。而市面上在用主流的1113结构的氮化物红色荧光粉经与各家单位讨论实际封装的应用需求，将1113结构的氮化物红粉按发射波长范围确定了各个波段的量子效率，根据测试和调研结果，确定了指标范围，最终确定了各个波段量子效率的技术指标，另外为进一步保证指标的准确性，在每个波长范围内都有1-2个产品测试数据进行验证，如表5和表6所示。

5）密度：

尽管国标GB/T 39492-2020密度的测试方法规定适用于三基色荧光粉，没有说明适用LED用荧光粉，但与专家讨论分析后认为两种都属于荧光粉的粉体材料，粉体材料间差异性不大，因此得出结论该密度标准的测试方法同样适用于LED用荧光粉。同理按结构分类分别确定了258结构和1113结构氮化物红色荧光粉的指标范围，根据密度调研数据，最终确定258结构氮化物红粉密度指标为4.2≥ρ≥3.0，1113结构氮化物红粉密度指标为3.6≥ρ≥2.8。

6）热猝灭、高压加速老化和高温高湿：相较于高波段的650 nm~680 nm氮化物红色荧光粉，市场主流1113结构的氮化物红绝大部分在使用595 nm~650 nm波段，且根据各家单位统计的产品数据反应出595 nm~650 nm波段的各技术指标变化不大，但与650 nm~680 nm波段存在明显差异，因此在指标划分上将1113结构氮化物红色荧光粉划分为595 nm~650 nm波段和650 nm~680 nm波段两部分，而258结构的650 nm-670 nm波段单独作为一部分，最终根据各家单位提供的产品数据，最终确定出热猝灭、高压加速老化和高温高湿各个指标范围，另外为进一步保证指标的准确性，在每个波长范围内都有1-2个产品测试数据进行验证，如表5和表6所示。

**表5**氮化物红色荧光粉各单位试样测试平均值数据分析1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 产品1 | 相对亮度Br/% | 色品坐标X | 色品坐标Y | 发射峰值波长nm | 粒度分布离散度s (10,90) |
| 实验室1 | 9.21 | 0.6795  | 0.3203  | 667.1  | 1.73  |
| 实验室2 | 9.23 | 0.6794  | 0.3204  | 667.8  | 1.75  |
| 实验室3 | 9.85 | 0.6743  | 0.3253  | 669.7  | 1.88  |
| 实验室4 | 9.13 | 0.6815  | 0.3184  | 668.9  | 1.96  |
| 平均值 | 9.36 | 0.6787  | 0.3211  | 668.4  | 1.83  |
| 产品2 | 相对亮度Br/% | 色品坐标X | 色品坐标Y | 发射峰值波长nm | 粒度分布离散度s (10,90) |
| 实验室2 | 57.83  | 0.5891  | 0.4099  | 601.7  | 0.84  |
| 实验室2 | 57.89  | 0.5892  | 0.4098  | 602.1  | 0.84  |
| 实验室3 | 59.04  | 0.5821  | 0.4165  | 602.5  | 0.97  |
| 实验室4 | 57.38  | 0.5903  | 0.4088  | 602.8  | 0.96  |
| 平均值 | 58.03 | 0.5876  | 0.4112  | 602.3  | 0.90  |
| 产品3 | 相对亮度Br/% | 色品坐标X | 色品坐标Y | 发射峰值波长nm | 粒度分布离散度s (10,90) |
| 实验室1 | 36.94  | 0.6530  | 0.3467  | 628.0  | 0.90  |
| 实验室2 | 36.83  | 0.6531  | 0.3465  | 628.1  | 0.91  |
| 实验室3 | 37.92  | 0.6455  | 0.3541  | 629.3  | 1.07  |
| 实验室4 | 37.01  | 0.6536  | 0.3461  | 628.6  | 1.12  |
| 平均值 | 37.17  | 0.6513  | 0.3483  | 628.5  | 1.00  |
| 产品4 | 相对亮度Br/% | 色品坐标X | 色品坐标Y | 发射峰值波长nm | 粒度分布离散度s (10,90) |
| 实验室1 | 19.11  | 0.6689  | 0.3308  | 651.8  | 1.20  |
| 实验室2 | 19.07  | 0.6693  | 0.3304  | 651.4  | 1.19  |
| 实验室3 | 20.26  | 0.6622  | 0.3372  | 652.2  | 1.25  |
| 实验室4 | 19.07  | 0.6688  | 0.3307  | 650.4  | 1.25  |
| 平均值 | 19.37  | 0.6673  | 0.3322  | 651.5  | 1.22  |
| 产品5 | 相对亮度Br/% | 色品坐标X | 色品坐标Y | 发射峰值波长nm | 粒度分布离散度s (10,90) |
| 实验室1 | 13.93  | 0.6853  | 0.3145  | 660.4  | 0.86  |
| 实验室2 | 13.94  | 0.6852  | 0.3145  | 659.6  | 0.87  |
| 实验室3 | 14.97  | 0.6786  | 0.3210  | 660.2  | 1.05  |
| 实验室4 | 13.89  | 0.6850  | 0.3148  | 660.4  | 1.07  |
| 平均值 | 14.18  | 0.6835  | 0.3162  | 660.2  | 0.96  |
| 产品6 | 相对亮度Br/% | 色品坐标X | 色品坐标Y | 发射峰值波长nm | 粒度分布离散度s (10,90) |
| 实验室1 | 5.50  | 0.7063  | 0.2936  | 679.0  | 1.08  |
| 实验室2 | 5.53  | 0.7062  | 0.2937  | 679.2  | 1.09  |
| 实验室3 | 5.82  | 0.6996  | 0.3002  | 680.0  | 1.17  |
| 实验室4 | 5.49  | 0.7069  | 0.2929  | 679.0  | 1.15  |
| 平均值 | 5.58  | 0.7047  | 0.2951  | 679.3  | 1.12  |

**表6**氮化物红色荧光粉各单位试样测试平均值数据分析2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 产品1 | 量子效率 | 密度 | 热猝灭 | 高压加速老化 | 高温高湿 |
| ∆Φe/% | Δx | Δy | Dxy | ∆Φe/% | Dxy | ∆Φe/% | Dxy |
| 实验室1 | 0.720 | 3.16 | -58.79 | -0.0183 | 0.0289 | 0.0328 | 4.14 | 0.0035 | 4.51 | 0.0019 |
| 实验室2 | 0.729 | 3.17 | -58.90 | -0.0173 | 0.0293 | 0.0343 | 4.45 | 0.0038 | 4.22 | 0.0021 |
| 实验室3 | 0.745 | 3.19 | -57.99 | -0.0209 | 0.0281 | 0.0350 | 3.88 | 0.0037 | 3.85 | 0.0016 |
| 实验室4 | / | 剔除 | -57.60 | -0.0249 | 0.0240 | 0.0350 | 5.45 | 0.0031 | 4.76 | 0.0023 |
| 实验室5 | / | 5.30 | 0.0037 | / |
| 平均值 | 0.731 | 3.17 | -58.32 | -0.0204 | 0.0276 | 0.0343 | 4.64 | 0.0035 | 4.34 | 0.0020 |
| 产品2 | 量子效率 | 密度 | 热猝灭 | 高压加速老化 | 高温高湿 |
| ∆Φe/% | Δx | Δy | Dxy | ∆Φe/% | Dxy | ∆Φe/% | Dxy |
| 实验室1 | 0.798 | 3.58 | -13.05 | -0.0156 | 0.0160 | 0.0242 | 2.50 | 0.0003 | 0.40 | 0.0008 |
| 实验室2 | 0.792 | 3.50 | -13.06 | -0.0157 | 0.0162 | 0.0226 | 2.11 | 0.0003 | 0.37 | 0.0006 |
| 实验室3 | 0.776 | 3.40 | -11.28 | -0.0154 | 0.0141 | 0.0208 | 2.13 | 0.0004 | 0.82 | 剔除 |
| 实验室4 | / | 剔除 | -12.25 | -0.0139 | 0.0134 | 0.0208 | 2.54 | 0.0009 | 0.50 | 0.0010 |
| 实验室5 | / | 2.38 | 0.0002 | / |
| 平均值 | 0.788 | 3.49 | -12.41 | -0.0151 | 0.0149 | 0.0221 | 2.33 | 0.0005 | 0.52 | 0.0008 |
| 产品3 | 量子效率 | 密度 | 热猝灭 | 高压加速老化 | 高温高湿 |
| ∆Φe/% | Δx | Δy | Dxy | ∆Φe/% | Dxy | ∆Φe/% | Dxy |
| 实验室1 | 0.817 | 3.24 | -19.88 | -0.0182 | 0.0178 | 0.0254 | 1.72 | 0.0016 | 1.61 | 0.0009 |
| 实验室2 | 0.836 | 3.24 | -19.95 | -0.0180 | 0.0182 | 0.0238 | 1.62 | 0.0017 | 1.89 | 0.0006 |
| 实验室3 | 0.811 | 3.36 | -22.23 | -0.0186 | 0.0183 | 0.0260 | 1.34 | 0.0013 | 1.46 | 剔除 |
| 实验室4 | / | 剔除 | -20.23 | -0.0173 | 0.0163 | 0.0260 | 1.49 | 0.0012 | 1.52 | 0.0010 |
| 实验室5 | / | 1.72 | 0.0016 | / |
| 平均值 | 0.821 | 3.28 | -20.57 | -0.0180 | 0.0176 | 0.0253 | 1.58 | 0.0014 | 1.62 | 0.0008 |
| 产品4 | 量子效率 | 密度 | 热猝灭 | 高压加速老化 | 高温高湿 |
| ∆Φe/% | Δx | Δy | Dxy | ∆Φe/% | Dxy | ∆Φe/% | Dxy |
| 实验室1 | 0.803 | 2.81 | -15.82 | -0.0181 | 0.0146 | 0.0226 | 2.06 | 0.0016 | 1.51 | 0.0011 |
| 实验室2 | 0.804 | 2.81 | -15.90 | -0.0181 | 0.0148 | 0.0225 | 2.08 | 0.0015 | 1.47 | 0.0008 |
| 实验室3 | 0.803 | 3.03 | -14.74 | -0.0177 | 0.0175 | 0.0249 | 1.73 | 0.0022 | 剔除 | 剔除 |
| 实验室4 | / | 剔除 | -13.81 | -0.0162 | 0.0155 | 0.0249 | 1.59 | 剔除 | 1.47 | 0.0015 |
| 实验室5 | / | 1.78 | 0.0012 | / |
| 平均值 | 0.803 | 2.88 | -15.06 | -0.0175 | 0.0156 | 0.0237 | 1.85 | 0.0016 | 1.48 | 0.0011 |
| 产品5 | 量子效率 | 密度 | 热猝灭 | 高压加速老化 | 高温高湿 |
| ∆Φe/% | Δx | Δy | Dxy | ∆Φe/% | Dxy | ∆Φe/% | Dxy |
| 实验室1 | 0.772 | 2.87 | -17.50 | -0.0173 | 0.0192 | 0.0239 | 0.56 | 0.0020 | 1.58 | 0.0009 |
| 实验室2 | 0.770 | 2.86 | -17.52 | -0.0171 | 0.0190 | 0.0254 | 0.66 | 0.0022 | 1.44 | 0.0007 |
| 实验室3 | 0.794 | 2.93 | -18.20 | -0.0201 | 0.0195 | 0.0279 | 0.63 | 剔除 | 剔除 | 0.0006 |
| 实验室4 | / | 剔除 | -17.31 | -0.0175 | 0.0174 | 0.0279 | 1.16 | 0.0015 | 1.68 | 0.0011 |
| 实验室5 | / | 0.64 | 0.0023 | / |
| 平均值 | 0.779 | 2.88 | -17.63 | -0.0180 | 0.0187 | 0.0263 | 0.73 | 0.0019 | 1.56 | 0.0008 |
| 产品6 | 量子效率 | 密度 | 热猝灭 | 高压加速老化 | 高温高湿 |
| ∆Φe/% | Δx | Δy | Dxy | ∆Φe/% | Dxy | ∆Φe/% | Dxy |
| 实验室1 | 0.704 | 3.03 | -47.55 | -0.0143 | 0.0238 | 0.0238 | 3.60 | 0.0009 | 1.59 | 0.0015 |
| 实验室2 | 0.711 | 3.02 | -47.65 | -0.0144 | 0.0245 | 0.0271 | 2.68 | 0.0009 | 1.18 | 0.0014 |
| 实验室3 | 0.692 | 2.99 | -49.33 | -0.0205 | 0.0203 | 0.0288 | 2.83 | 0.0009 | 1.81 | 剔除 |
| 实验室4 | / | 剔除 | -48.90 | -0.0187 | 0.0187 | 0.0288 | 3.22 | 0.0002 | 1.47 | 0.0019 |
| 实验室5 | / | 2.71 | 0.0010 | / |
| 平均值 | 0.702 | 3.01 | -48.36 | -0.0170 | 0.0218 | 0.0271 | 3.01 | 0.0006 | 1.51 | 0.0016 |

# 四、标准水平分析

本标准是原标准GB/T 30075.4-2013的修订标准，相对于现有国际标准和国家标准，本标准修改了规范性引用文件、产品分类、技术指标、试验方法、检测项目，增加了术语与定义，获得更加完整和准确的氮化物红色荧光粉的标准内容。本标准更贴合实际应用需求，能够更好地满足LED照明、显示器件等领域的多样化要求。本标准引入了更科学的测试方法和更严格的技术要求，能够更准确地反映荧光粉的性能。本标准适用于几乎所有LED用稀土氮化物红色荧光粉的测定，通过此内容的修订，本标准适用性更宽，详细准确的测试内容更能指导生产企业对荧光粉的各技术指标的测试，且方便下游使用企业根据本标准更精准的选用氮化物红色荧光粉产品。优化LED光源的粉体组合方案，提高LED光源整体性能，加快LED光源技术更迭。

因此，本标准更能很好地满足行业对LED用稀土氮化物红色荧光粉的快速分析测试需求，提高了本标准的可操作性和测试准确性，该产品标准的确立有利于完善我国白光LED用荧光粉产品标准体系建设，有助于完善我国关键战略型稀土材料标准体系建设，对制造强国、质量强国的建设有重要的促进意义，达到了国际先进水平。

# 五、与国内有关现行法律、法规和强制性标准的关系

该标准符合国家有关法律、法规的要求，与现行国家强制性标准协调一致。

# 六、标准中涉及专利的知识产权分析

标准不涉及专利等知识产权。

# 七、重大分歧意见的处理经过和依据

暂无。

# 八、贯彻标准的要求和措施建议

本标准归口单位为全国稀土标准化技术委员会，建议LED用荧光粉研发生产销售检测的相关企业和单位积极贯彻本标准的内容。

# 九、预期的经济和社会效益

本文件充分考虑了目前国内LED用稀土氮化物红色荧光粉生产研发应用和检测的实际技术水平。本文件颁布执行后，有助于指导和规范我国LED用稀土氮化物红色荧光粉的生产和销售，为下游LED封装企业提供一种更简便可靠的荧光粉信赖性检测方法与手段，助力我国半导体照明产业的快速健康发展发挥着十分重要的作用。

# 十、其它需说明事项

无。

标准编制工作组

2025年4月17

附录A 氮化物红色荧光粉各单位测试原始数据

相对亮度B r (单位:%)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 实验室1 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 9.20 | 57.74 | 36.97 | 19.04 | 13.98 | 5.48 |
| 2 | 9.23 | 57.92 | 36.90 | 19.17 | 13.88 | 5.52 |
| 平均值 | 9.21 | 57.83 | 36.94 | 19.11 | 13.93 | 5.50 |
| 实验室2 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 9.24 | 58.00 | 36.83 | 19.04 | 13.94 | 5.53 |
| 2 | 9.22 | 57.77 | 36.82 | 19.09 | 13.94 | 5.53 |
| 平均值 | 9.23 | 57.89 | 36.83 | 19.07 | 13.94 | 5.53 |
| 实验室3 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 9.84 | 59.03 | 37.93 | 20.27 | 15.01 | 5.84 |
| 2 | 9.86 | 59.06 | 37.91 | 20.26 | 14.93 | 5.80 |
| 平均值 | 9.85 | 59.04 | 37.92 | 20.26 | 14.97 | 5.82 |
| 实验室4 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 9.14 | 57.55 | 37.11 | 19.18 | 13.91 | 5.49 |
| 2 | 9.11 | 57.20 | 36.91 | 18.95 | 13.86 | 5.48 |
| 平均值 | 9.13 | 57.38 | 37.01 | 19.07 | 13.89 | 5.49 |

色品坐标X

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 实验室1 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 0.6796  | 0.5890  | 0.6530  | 0.6688  | 0.6852  | 0.7063  |
| 2 | 0.6794  | 0.5891  | 0.6530  | 0.6689  | 0.6854  | 0.7063  |
| 平均值 | 0.6795  | 0.5891  | 0.6530  | 0.6689  | 0.6853  | 0.7063  |
| 实验室2 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 0.6794  | 0.5892  | 0.6531  | 0.6693  | 0.6852  | 0.7062  |
| 2 | 0.6794  | 0.5891  | 0.6530  | 0.6693  | 0.6852  | 0.7061  |
| 平均值 | 0.6794  | 0.5892  | 0.6531  | 0.6693  | 0.6852  | 0.7062  |
| 实验室3 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 0.6744 | 0.5821 | 0.6455 | 0.6622 | 0.6783 | 0.6996 |
| 2 | 0.6742 | 0.5821 | 0.6455 | 0.6622 | 0.6789 | 0.6995 |
| 平均值 | 0.6743  | 0.5821  | 0.6455  | 0.6622  | 0.6786  | 0.6996  |
| 实验室4 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 0.6815 | 0.5903 | 0.6535 | 0.6687 | 0.6852 | 0.7069 |
| 2 | 0.6815 | 0.5902 | 0.6536 | 0.6688 | 0.6848 | 0.7069 |
| 平均值 | 0.6815 | 0.5903 | 0.6536 | 0.6688 | 0.6850 | 0.7069 |

色品坐标Y

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 实验室1 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 0.3201 | 0.4099 | 0.3466 | 0.3308 | 0.3146 | 0.2935 |
| 2 | 0.3204 | 0.4098 | 0.3467 | 0.3307 | 0.3144 | 0.2936 |
| 平均值 | 0.3203 | 0.4098 | 0.3466 | 0.3306 | 0.3144 | 0.2936 |
| 实验室2 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 0.3204 | 0.4097 | 0.3465 | 0.3303 | 0.3145 | 0.2937 |
| 2 | 0.3203 | 0.4098 | 0.3465 | 0.3304 | 0.3145 | 0.2937 |
| 平均值 | 0.3204 | 0.4098 | 0.3465 | 0.3304 | 0.3145 | 0.2937 |
| 实验室3 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 0.3252 | 0.4165 | 0.3541 | 0.3372 | 0.3213 | 0.3001 |
| 2 | 0.3254 | 0.4165 | 0.3541 | 0.3372 | 0.3207 | 0.3002 |
| 平均值 | 0.3253  | 0.4165  | 0.3541  | 0.3372  | 0.3210  | 0.3002  |
| 实验室4 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 0.3182 | 0.4086 | 0.3460 | 0.3307 | 0.3149 | 0.2928 |
| 2 | 0.3185 | 0.4089 | 0.3461 | 0.3306 | 0.3147 | 0.2930 |
| 平均值 | 0.3184 | 0.4088 | 0.3461 | 0.3307 | 0.3148 | 0.2929 |

发射峰值波长（单位:nm）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 实验室1 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 667.8 | 601.7 | 627.9 | 651.8 | 660.4 | 678.4 |
| 2 | 666.3 | 601.7 | 628 | 651.8 | 660.4 | 679.6 |
| 平均值 | 667.1 | 601.7 | 628.0 | 651.8 | 660.4 | 679.0 |
| 实验室2 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 667.8 | 602.5 | 627.1 | 651 | 660.4 | 679.9 |
| 2 | 667.8 | 601.7 | 629.1 | 651.8 | 658.8 | 678.4 |
| 平均值 | 667.8 | 602.1 | 628.1 | 651.4 | 659.6 | 679.2 |
| 实验室3 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 670 | 602.7 | 629.6 | 652 | 660.6 | 679.8 |
| 2 | 669.3 | 602.3 | 628.9 | 652.4 | 659.8 | 680.2 |
| 平均值 | 669.7  | 602.5  | 629.3  | 652.2  | 660.2  | 680.0  |
| 实验室4 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 668.8 | 602.8 | 628.6 | 650.6 | 660.2 | 678.6 |
| 2 | 669.0 | 602.8 | 628.6 | 650.2 | 660.6 | 679.4 |
| 平均值 | 668.9 | 602.8 | 628.6 | 650.4 | 660.4 | 679.0 |

粒度分布离散度

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 实验室1 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 1.70  | 0.84  | 0.90  | 1.20  | 0.86  | 1.09  |
| 2 | 1.76  | 0.83  | 0.91  | 1.20  | 0.86  | 1.06  |
| 平均值 | 1.73  | 0.84  | 0.90  | 1.20  | 0.86  | 1.08  |
| 实验室2 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 1.76  | 0.84  | 0.91  | 1.19  | 0.88  | 1.10  |
| 2 | 1.74  | 0.85  | 0.91  | 1.18  | 0.86  | 1.08  |
| 平均值 | 1.75  | 0.84  | 0.91  | 1.19  | 0.87  | 1.09  |
| 实验室3 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 1.88  | 0.97  | 1.06  | 1.23  | 1.03  | 1.19  |
| 2 | 1.87  | 0.96  | 1.08  | 1.27  | 1.06  | 1.14  |
| 平均值 | 1.88  | 0.97  | 1.07  | 1.25  | 1.05  | 1.17  |
| 实验室4 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 1.94 | 0.94 | 1.13 | 1.26 | 1.09 | 1.12 |
| 2 | 1.98 | 0.97 | 1.11 | 1.23 | 1.05 | 1.18 |
| 平均值 | 1.96 | 0.955 | 1.12 | 1.245 | 1.07 | 1.15 |

量子效率

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 实验室1 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 0.722  | 0.800  | 0.816  | 0.803  | 0.772  | 0.703  |
| 2 | 0.719  | 0.796  | 0.817  | 0.803  | 0.773  | 0.704  |
| 平均值 | 0.720  | 0.798  | 0.817  | 0.803  | 0.772  | 0.704  |
| 实验室2 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 0.729  | 0.791  | 0.837  | 0.806  | 0.768  | 0.708  |
| 2 | 0.729  | 0.793  | 0.835  | 0.803  | 0.773  | 0.714  |
| 平均值 | 0.729  | 0.792  | 0.836  | 0.804  | 0.770  | 0.711  |
| 实验室3 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 0.743  | 0.775  | 0.810  | 0.804  | 0.793  | 0.690  |
| 2 | 0.747  | 0.776  | 0.811  | 0.803  | 0.795  | 0.694  |
| 平均值 | 0.745  | 0.776  | 0.811  | 0.803  | 0.794  | 0.692  |

密度ρ (单位：g/cm3)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 实验室1 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 3.14 | 3.56 | 3.26 | 2.79 | 2.88 | 3.01 |
| 2 | 3.18 | 3.59 | 3.22 | 2.82 | 2.85 | 3.04 |
| 平均值 | 3.16  | 3.58  | 3.24  | 2.81  | 2.87  | 3.03  |
| 实验室2 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 3.16 | 3.51 | 3.21 | 2.84 | 2.87 | 2.99 |
| 2 | 3.18 | 3.49 | 3.26 | 2.78 | 2.84 | 3.05 |
| 平均值 | 3.17  | 3.50  | 3.24  | 2.81  | 2.86  | 3.02  |
| 实验室3 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 3.15 | 3.41 | 3.25 | 2.92 | 2.88 | 2.86 |
| 2 | 3.23 | 3.39 | 3.47 | 3.14 | 2.98 | 3.11 |
| 平均值 | 3.19  | 3.40  | 3.36  | 3.03  | 2.93  | 2.99  |

热淬灭性能-光功率的变化幅度∆Φe（单位：%）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 实验室1 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | -58.56 | -12.98 | -19.85 | -15.90 | -17.46 | -47.44 |
| 2 | -59.03 | -13.11 | -19.92 | -15.74 | -17.54 | -47.66 |
| 平均值 | -58.79 | -13.05 | -19.88 | -15.82 | -17.50 | -47.55 |
| 实验室2 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | -58.68 | -13.04 | -19.94 | -15.96 | -17.48 | -47.60 |
| 2 | -59.13 | -13.08 | -19.97 | -15.84 | -17.56 | -47.70 |
| 平均值 | -58.90 | -13.06 | -19.95 | -15.90 | -17.52 | -47.65 |
| 实验室3 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | -58.61 | -11.42 | -22.34 | -14.86 | -18.34 | -49.17 |
| 2 | -57.37 | -11.13 | -22.11 | -14.61 | -18.06 | -49.49 |
| 平均值 | -57.99 | -11.28 | -22.23 | -14.74 | -18.20 | -49.33 |
| 实验室4 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | -57.67 | -12.26 | -20.24 | -13.79 | -17.28 | -48.94 |
| 2 | -57.52 | -12.23 | -20.21 | -13.82 | -17.33 | -48.85 |
| 平均值 | -57.60 | -12.25 | -20.23 | -13.81 | -17.31 | -48.90 |

热淬灭性能-色品坐标的X的变化Δx

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 实验室1 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | -0.0183 | -0.0157 | -0.0180 | -0.0180 | -0.0172 | -0.0143 |
| 2 | -0.0184 | -0.0154 | -0.0184 | -0.0182 | -0.0173 | -0.0143 |
| 平均值 | -0.0183 | -0.0156 | -0.0182 | -0.0181 | -0.0173 | -0.0143 |
| 实验室2 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | -0.0173 | -0.0156 | -0.0181 | -0.0183 | -0.0171 | -0.0144 |
| 2 | -0.0174 | -0.0158 | -0.0179 | -0.0178 | -0.0171 | -0.0144 |
| 平均值 | -0.0173 | -0.0157 | -0.0180 | -0.0181 | -0.0171 | -0.0144 |
| 实验室3 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | -0.0204  | -0.0152  | -0.0187  | -0.0177  | -0.0201  | -0.0206  |
| 2 | -0.0214  | -0.0155  | -0.0184  | -0.0177  | -0.0200  | -0.0203  |
| 平均值 | -0.0209  | -0.0154  | -0.0186  | -0.0177  | -0.0201  | -0.0205  |
| 实验室4 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | -0.0250 | -0.0140 | -0.0174 | -0.0161 | -0.0174 | -0.0186 |
| 2 | -0.0248 | -0.0138 | -0.0172 | -0.0163 | -0.0175 | -0.0188 |
| 平均值 | -0.0249 | -0.0139 | -0.0173 | -0.0162 | -0.0175 | -0.0187 |

热淬灭性能-色品坐标的Y的变化Δy

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 实验室1 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 0.0289  | 0.0159 | 0.0179 | 0.0146 | 0.0191 | 0.0243 |
| 2 | 0.0290 | 0.0161 | 0.0178 | 0.0146 | 0.0192 | 0.0234 |
| 平均值 | 0.0289 | 0.0160 | 0.0178 | 0.0146 | 0.0192 | 0.0238 |
| 实验室2 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 0.0295 | 0.0159 | 0.0182 | 0.0150 | 0.0190 | 0.0244 |
| 2 | 0.0291 | 0.0164 | 0.0182 | 0.0146 | 0.0191 | 0.0246 |
| 平均值 | 0.0293 | 0.0162 | 0.0182 | 0.0148 | 0.0190 | 0.0245 |
| 实验室3 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 0.0280  | 0.0141  | 0.0184  | 0.0176  | 0.0200  | 0.0204  |
| 2 | 0.0281  | 0.0140  | 0.0181  | 0.0174  | 0.0189  | 0.0202  |
| 平均值 | 0.0281  | 0.0141  | 0.0183  | 0.0175  | 0.0195  | 0.0203  |
| 实验室4 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 0.0240 | 0.0135 | 0.0164 | 0.0153 | 0.0173 | 0.0185 |
| 2 | 0.0239 | 0.0133 | 0.0161 | 0.0156 | 0.0174 | 0.0189 |
| 平均值 | 0.0240 | 0.0134 | 0.0163 | 0.0155 | 0.0174 | 0.0187 |

热淬灭性能-色品坐标的漂移Dxy

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 实验室1 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 0.0329 | 0.0240 | 0.0254 | 0.0226 | 0.0239 | 0.0243 |
| 2 | 0.0328 | 0.0245 | 0.0255 | 0.0226 | 0.0239 | 0.0234 |
| 平均值 | 0.0328 | 0.0242 | 0.0254 | 0.0226 | 0.0239 | 0.0238 |
| 实验室2 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 0.0342 | 0.0229 | 0.0239 | 0.0223 | 0.0254 | 0.0271 |
| 2 | 0.0344 | 0.0223 | 0.0238 | 0.0227 | 0.0255 | 0.0270 |
| 平均值 | 0.0343 | 0.0226 | 0.0238 | 0.0225 | 0.0254 | 0.0271 |
| 实验室3 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 0.0346 | 0.0207 | 0.0262 | 0.0250 | 0.0284 | 0.0290 |
| 2 | 0.0353 | 0.0209 | 0.0258 | 0.0248 | 0.0275 | 0.0286 |
| 平均值 | 0.0350 | 0.0208 | 0.0260 | 0.0249 | 0.0279 | 0.0288 |
| 实验室4 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 0.0347 | 0.0194 | 0.0239 | 0.0222 | 0.0245 | 0.0262 |
| 2 | 0.0344 | 0.0192 | 0.0236 | 0.0226 | 0.0247 | 0.0267 |
| 平均值 | 0.03455 | 0.0193 | 0.0238 | 0.0224 | 0.0246 | 0.0265 |

高压加速老化性能-光功率的变化幅度∆Φe（单位：%）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 实验室1 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 4.02 | 2.40 | 1.64 | 2.11 | 0.56 | 3.49 |
| 2 | 4.27 | 2.60 | 1.79 | 2.01 | 0.56 | 3.72 |
| 平均值 | 4.14 | 2.50 | 1.72 | 2.06 | 0.56 | 3.60 |
| 实验室2 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 4.35 | 2.06 | 1.69 | 2.06 | 0.76 | 2.59 |
| 2 | 4.54 | 2.16 | 1.56 | 2.11 | 0.57 | 2.76 |
| 平均值 | 4.45 | 2.11 | 1.62 | 2.08 | 0.66 | 2.68 |
| 实验室3 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 4.00 | 2.05 | 1.58 | 1.79 | 0.64 | 2.79 |
| 2 | 3.76 | 2.20 | 1.10 | 1.68 | 0.63 | 2.87 |
| 平均值 | 3.88 | 2.13 | 1.34 | 1.73 | 0.63 | 2.83 |
| 实验室4 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 5.70 | 2.49 | 1.50 | 1.50 | 1.17 | 3.33 |
| 2 | 5.20 | 2.59 | 1.48 | 1.68 | 1.15 | 3.11 |
| 平均值 | 5.45 | 2.54 | 1.49 | 1.59 | 1.16 | 3.22 |
| 实验室5 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 5.18 | 2.28 | 1.633 | 1.82 | 0.59 | 2.78 |
| 2 | 5.41 | 2.475 | 1.81 | 1.73 | 0.689 | 2.64 |
| 平均值 | 5.30 | 2.38 | 1.72 | 1.78 | 0.64 | 2.71 |

高压加速老化性能-色品坐标的漂移Dxy

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 实验室1 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 0.0035 | 0.0003 | 0.0015 | 0.0014 | 0.0021 | 0.0009 |
| 2 | 0.0036 | 0.0003 | 0.0016 | 0.0017 | 0.0020 | 0.0009 |
| 平均值 | 0.0035 | 0.0003 | 0.0016 | 0.0016 | 0.0020 | 0.0009 |
| 实验室2 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 0.0037 | 0.0003 | 0.0017 | 0.0012 | 0.0022 | 0.0009 |
| 2 | 0.0038 | 0.0003 | 0.0017 | 0.0018 | 0.0022 | 0.0009 |
| 平均值 | 0.0038 | 0.0003 | 0.0017 | 0.0015 | 0.0022 | 0.0009 |
| 实验室3 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 0.0036 | 0.0003 | 0.0014 | 0.0018 | 0.0003 | 0.0002 |
| 2 | 0.0039 | 0.0004 | 0.0012 | 0.0025 | 0.0003 | 0.0002 |
| 平均值 | 0.0037 | 0.0004 | 0.0013 | 0.0022 | 0.0003 | 0.0002 |
| 实验室4 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 0.0031 | 0.0009 | 0.0011 | 0.0003 | 0.0016 | 0.0006 |
| 2 | 0.0030 | 0.0009 | 0.0012 | 0.0003 | 0.0014 | 0.0006 |
| 平均值 | 0.0031 | 0.0009 | 0.0012 | 0.0003 | 0.0015 | 0.0006 |
| 实验室5 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 0.0037 | 0.0002 | 0.0016 | 0.0012 | 0.0023 | 0.0010 |
| 2 | 0.0037 | 0.0002 | 0.0016 | 0.0012 | 0.0022 | 0.0010 |
| 平均值 | 0.0037 | 0.0002 | 0.0016 | 0.0012 | 0.0023 | 0.0010 |

高温高湿性能-光功率的变化幅度∆Φe（单位：%）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 实验室1 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 4.57 | 0.35 | 1.59 | 1.34 | 1.50 | 1.60 |
| 2 | 4.46 | 0.45 | 1.62 | 1.68 | 1.65 | 1.59 |
| 平均值 | 4.51 | 0.40 | 1.61 | 1.51 | 1.58 | 1.59 |
| 实验室2 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 4.22 | 0.43 | 1.78 | 1.35 | 1.46 | 1.18 |
| 2 | 4.22 | 0.31 | 2.00 | 1.59 | 1.42 | 1.18 |
| 平均值 | 4.22 | 0.37 | 1.89 | 1.47 | 1.44 | 1.18 |
| 实验室3 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 3.97 | 0.72 | 1.49 | 0.67 | 0.26 | 1.98 |
| 2 | 3.73 | 0.92 | 1.43 | 0.69 | 0.37 | 1.64 |
| 平均值 | 3.85 | 0.82 | 1.46 | 0.68 | 0.32 | 1.81 |
| 实验室4 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 4.82 | 0.34 | 1.51 | 1.45 | 1.64 | 1.61 |
| 2 | 4.69 | 0.65 | 1.52 | 1.48 | 1.71 | 1.33 |
| 平均值 | 4.76 | 0.50 | 1.52 | 1.47 | 1.68 | 1.47 |

高温高湿性能-色品坐标的漂移Dxy

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 实验室1 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 0.0020  | 0.0007  | 0.0009  | 0.0010  | 0.0009  | 0.0014  |
| 2 | 0.0018  | 0.0009  | 0.0009  | 0.0012  | 0.0009  | 0.0016  |
| 平均值 | 0.0019  | 0.0008  | 0.0009  | 0.0011  | 0.0009  | 0.0015  |
| 实验室2 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 0.0022  | 0.0010  | 0.0009  | 0.0012  | 0.0010  | 0.0021  |
| 2 | 0.0019  | 0.0009  | 0.0008  | 0.0012  | 0.0010  | 0.0020  |
| 平均值 | 0.0021  | 0.0006  | 0.0006  | 0.0008  | 0.0007  | 0.0014  |
| 实验室3 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 0.0015 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0002 | 0.0006 | 0.0006 |
| 2 | 0.0017 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0002 | 0.0005 | 0.0006 |
| 平均值 | 0.0016 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0002 | 0.0006 | 0.0006 |
| 实验室4 | 258结构 | 1113结构 |
| Sr2Si5N8:Eu | (Ca, Sr)AlSiN3:Eu |
| 牌号 | 产品1 | 产品2 | 产品3 | 产品4 | 产品5 | 产品6 |
| 1 | 0.0024  | 0.0010  | 0.0010  | 0.0014  | 0.0011  | 0.0018  |
| 2 | 0.0022  | 0.0010  | 0.0010  | 0.0015  | 0.0011  | 0.0019  |
| 平均值 | 0.0023  | 0.0010  | 0.0010  | 0.0015  | 0.0011  | 0.0019  |