

LED 用稀土荧光粉试验方法

第 1 部分：相对光谱功率分布的测定

编制说明（送审稿）

二零二四年九月二十日

国家标准

《LED 用稀土荧光粉试验方法 第 1 部分：相对光谱功率分布的测定》

编制说明（征求意见稿）

一、工作简况

1.1 任务背景

半导体照明（白光 LED）具有高效、节能和长寿命等优点，是我国重点发展的战略性新兴产业，2023 年我国半导体照明整体规模超 6700 亿元，是高效照明和液晶显示背光源主流技术，2023 年 LED 照明渗透率超 60%，年节电超 3000 亿度，相当于 3 个三峡大坝年发电量。稀土荧光粉作为白光 LED 光源的配套核心材料直接决定了器件的显色性、光效等关键性能。近年来，我国 LED 稀土荧光粉从 2016 年的 200 吨左右迅速增长至到 2023 年 765 吨，产值达到数亿元，国产化率达到已达到 80%以上。目前 LED 稀土荧光粉包括石榴石结构铝酸盐系列荧光粉、氮化物红色荧光粉、硅酸盐黄绿色荧光粉和塞隆绿色荧光粉等商用主流 LED 荧光粉，其中前两种主要用于白光 LED 照明、后两种主要用于液晶显示 LED 背光。

现行《白光 LED 用稀土黄色荧光粉试验方法 第 1 部分：光谱性能的测试》（GB/T 23595.1-2009）国家标准制定和颁布时，石榴石结构铝酸盐系列荧光粉主要体系为钇铝石榴石 YAG:Ce 黄色荧光粉，主要用于显色指数 $Ra < 70$ 的普通 LED 照明。经过十几年的技术发展，石榴石结构铝酸盐/氮化物/硅酸盐/氮氧化物等 LED 用稀土荧光粉的技术与产品已经成熟，应用场景的细化对荧光粉光谱性能测试提出了更高的要求。普通显色、高显色与类太阳光 LED 照明和普通色域、广色域显示等细化应用场景将现有商用主流 LED 荧光粉按照发射波长划分形成多个牌号，特别是 3-5nm 波长测试误差对下游 LED 封装客户造成较大使用困扰。加之目前光谱性能测试装备精度也在不断提高，在光谱测试仪器方面，包括国内远方和美国 Horiba、英国爱丁堡，日本日立等均对已有荧光光谱测试仪器进行测试精度和误差的升级，荧光粉样品的检测速度、测量范围、稳定性及测量精度等显著提升。同时下游客户会依照光谱性能筛选荧光粉组合，对生产厂商提供的荧光粉产品的激发和发射峰值波长提出更高精度要求，现有国标测试误差难以满足需求，因此，通过修订此试验方法标准有助于指导和规范我国 LED 稀土荧光粉

的生产和销售，加速推动我国半导体照明产业的快速健康发展；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

2022 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 用稀土荧光粉试验方法 第 1 部分：相对光谱功率分布的测定》的立项建议，此部分是针对现行《白光 LED 灯用稀土黄色荧光粉试验方法》国标 GBT 23595-2009 的修订标准，得到了稀土标准化委员会和稀土行业的广泛并进行了立项。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 用稀土荧光粉试验方法 第 1 部分：相对光谱功率分布的测定》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牵头起草。该项目计划编号为计划号 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、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、包头稀土研究院、天津包钢稀土研究院、广东省科学院资源利用与稀土开发研究所、中国科学院海西研究院厦门稀土材料研究所。

其中有研稀土新材料股份有限公司、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分别提供部分样品，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、分析方法的试验研究、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、包头稀土研究院、天津包钢稀土研究院、广东省科学院资源利用与稀土开发研究所、中国科学院海西研究院厦门稀土材料研究所 7 家参与单位负责对试验报告中的条件试验进行验证，提供精密度测试数据，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 年由北京有色金属研究总院作为主发起人对稀土材料国家工程研究中心（简称稀土中心）进行整体改制而设立的股份公司。有研稀土及其前身稀土中心、稀土冶金研究所是我国最早从事稀土研究的单位之一。60 年来，自主开发了 500 多项稀土冶炼、分离提纯、稀土金属及合金以及稀土磁、光、催化功能材料等工程化技术，研究成果 50%以上应用于工业生产。获得省部以上科技奖励 162 项，其中国家级奖励 40 项；向国内外转让稀土冶金及材料先进技术 70 余项（170 余次），为我国稀土工业体系的建立和发展做出了突出贡献。全世界生产的 60%以上的稀土产品均采用有研稀土的技术，行业影响力不断提升。

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 70 吨 LED 荧光粉生产线，累计生产销售 LED 荧光粉超过 120 吨、销售收入近 3 亿元，直接带动下游产业超过 100 亿元，国内中高端市场占有率约 30%，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 50-90%，为 LED 荧光粉国产化及下游产业的发展做出重要贡献。其中有研稀土铝酸盐系列荧光粉、氮化物红粉和氟化物红粉成功销往中国台湾和美国、韩国等海外市场。

(2) 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。

(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（股票代码：300340）成立于 1994 年，是一家专业从事锂离子电池正极材料、智能装备和稀土功能材料研发、生产、制造的国家级高新技术企业，产品广泛应用于新能源汽车、便携式通讯、电子产品、照明及催化剂等行业领域。目前拥有二十多家全资子公司及参控股公司，江门、清远、深圳、珠海四大生产基地。科恒股份 1997 年涉足稀土发光材料，产品覆盖三基色稀土荧光粉，LED 用稀土荧光粉，曾获国家火炬计划项目（全光谱新型稀土发光材料）、国家重点新产品计划项目 3 项（液晶显示器背光源冷阴极发光材料、白光 LED 稀土发光材料 3820K、全光谱新型稀土发光材料 5000K）、广东省部产学研合作专项（稀土光功能材料科技创新平台）、广东省重大科技专项（高光效、环境友好新型稀土发光材料制备关键技术研究及产业化）等 20 余项国家级、省级专项支持。

(4) 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。

（5）包头稀土研究院

包头稀土研究院（以下简称“稀土院”）于 1960 年按照聂荣臻副总理指示筹建，1963 年经国务院批准挂牌成立，直属原冶金工业部。1992 年并入包头钢铁稀土公司（现包钢集团公司），2007 年并入包钢稀土（现北方稀土），2020 年 4 月列入国务院国资委“科改示范”行动名单。

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。建院以来，共承担“863 计划”“973 计划”等各级各类项目 2300 余项，获得包括国家发明一等奖、国家科技进步一等奖在内的省部级以上科技成果奖励 300 余项，获得国际、国内授权专利近 500 项，在稀土选矿、稀土冶金、环境保护、稀土功能材料及应用等领域的研究成果沿用至今。

稀土院建有国家科技部批复的“白云鄂博稀土资源研究与综合利用全国重点实验室”“稀土材料国际科技合作基地”和“北方稀土行业生产力促进中心”、国家工信部批复的“国家新材料测试评价平台——稀土行业中心”等国家级科研平台。建有稀土行业门户网站“中国稀土网”，负责《稀土》《稀土信息》和 China Rare Earth Information 等期刊的出版发行。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。

稀土院始终秉持“开放合作、互利共赢”的研发理念，与国内重点高校、科研院所企业以及美国、日本、德国、法国、英国、俄罗斯、意大利、韩国、蒙古、斯洛伐克等国的研究机构和重点企业进行了卓有成效的合作与交流。为“长征”系列运载火箭、“神舟”系列飞船、“中国探月工程”和“载人航天”等诸多国家重点工程研制生产了关键材料和器件，为我国稀土产业的发展和现代化国防建设做出了重要贡献。迈入新时代，稀土院将以争做两个“稀土基地”建设科技主力军，打造世界一流稀土科研院所为己任，为稀土产业高质量发展做出贡献！

(6) 天津包钢稀土研究院

天津包钢稀土研究院成立于 2012 年，是东丽区“122”计划引进的第一家科研机构，注册资本 4550 万元，是全国最大的综合性稀土科技研发机构包头稀土研究院在天津设立的独立法人实体，依托国内最大的原料、科研生产基地中国北方稀土集团。

建院以来，天津包钢稀土研究院先后被认定为“天津市科技型中小企业”、“天津市技术领先企业”、“天津市专家服务基地”、“国家高新技术企业”、“天津市技术领先型企业”“天津市产业技术研究院”、天津市新材料产业联盟副理事长单位、天津内蒙古包头商会副会长单位；是天津海关、大连海关进出口检测分包实验室；是目前天津市唯一一家专业从事稀土功能制备及应用研究的企业。

天津包钢稀土研究院是稀土院在京津冀的重要平台和窗口，依托地域优势，围绕包钢（集团）公司稀土产业发展中的关键技术难题和天津市稀土新材料未来发展方向开展工作，其战略定位为充分利用现有创新资源和载体优势，推进稀土功能材料的新方向挖掘，带动镧、铈轻稀土的高附加值应用，以产业研究院为平台，节能减碳政策为引导，延伸稀土产业链，形成了以技术研发、人才聚集、成果转化、创业孵化为一体的创新发展模式。

天津包钢稀土研究院三年引进五支创新团队，每个创新团队常驻人员 3 人与稀土院团队融为一体，共建了五个联合实验室，六个新材料实验室。2021 年，天津包钢稀土研究院与南开大学稀土与无机功能材料创新研究中心、天津理工大学功能晶体研究院、中国科学院包头稀土研发中心、内蒙古稀土功能材料创新中心、天津市内蒙古包头商会、天津龙新石油机械制造股份有限公司签订了战略合作协议，后期随着成果溢出或企业精准需求，逐步落户产业研究院。

(7) 广东省科学院资源利用与稀土开发研究所

广东省科学院资源利用与稀土开发研究所，为广东省科学院骨干科研机构之一，公益二类事业单位。依托研究所建有稀有金属分离与综合利用国家重点实验室、广东省矿产资源开发及综合利用重点实验室、广东省稀土开发及应用研究重点实验室等创新平台。研究所面向国家矿产资源安全的重大战略需求，围绕稀有金属矿产资源、二次资源的开发和综合利用、稀有金属绿色提取和高纯化、稀土功能材料等方向开展基础研究、应用基础研究及工程化技术研究。承担国家重点研发计划项目、国家支撑计划等国家、省市各级项目 300 余项，获国家科技进步二等 2 项，中国专利优秀奖 2 项，省部级科技奖励 70 余项。

(8) 中国科学院海西研究院厦门稀土材料研究所

中国科学院海西研究院厦门稀土材料研究中心（地方法人：厦门稀土材料研究所，以下简称“厦门稀土所”）为中国科学院海西研究院、厦门市人民政府与厦

门钨业股份有限公司三方，于 2012 年签约共建成立的地方事业法人单位。

厦门稀土所立足于福建省稀土资源优势 and 厦门现有稀土企（产）业基础，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。

厦门稀土所是福建省第一批命名的省级新型研发机构，已建有福建省清洁核能燃料系统与材料联合创新重点实验室平台、福建省稀土工程研究中心、厦门稀土光电功能材料重点实验室和厦门市重大科技创新公共服务平台等多个平台。

厦门稀土所公共技术服务中心先后获得中科院、福建省及厦门市创新平台等多项经费支持，至今已购入科研设备 50 余台，资产总额约 5000 万元，已经具备了一定的科研服务能力。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。

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 1 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 用稀土荧光粉试验方法 第 1 部分：相对光谱功率分布的测定》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 用稀土荧光粉试验方法 第 1 部分：相对光谱功率分布的测定》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、包头稀土研究院、中国科学院海西研究院厦门稀土材料研究所、天津包钢稀土研究院有限责任公司、广东省科学院资源利用与稀土开发研究所 7 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）样品收集及试验研究

根据目前市场应用情况，主流的 LED 商用稀土荧光粉主要为 Ce^{3+} 激活的铝

酸盐黄粉/黄绿粉， Eu^{2+} 激活的氮化物红色荧光粉以及 Eu^{2+} 激活的硅酸盐绿粉，通过这三个体系的验证测试，能反映测试方法的准确性和适用性。其中，铝酸盐和氮化物体系的荧光粉在市场上用量最大，其能覆盖的波段范围也最广，因此，此两个体系，每个体系准备三个水平的样品。相对而言，硅酸盐的用量稍小，此次测试验证提供一个样品。

2024 年 2 月-3 月期间由牵头单位有研稀土新材料股份有限公司提供样品三个荧光粉体系共 7 个样品，送到其他参与单位，所有单位进行测试验证。

2024 年 6 月各验证单位完成验证，本编制组汇总试验结果，经过数据整理分析及根据各家单位提供的意见进行修改形成标准文本征求意见稿和编制说明。

1.4.2 征求意见阶段

(1) 本编制组通过发函、在中国有色金属标准质量信息网上公开等形式对《LED 用稀土荧光粉试验方法 第 1 部分：光谱性能的测定》标准征求意见稿进行意见征询。

(2) 在标准意见征询阶段，本编制组面向国内主要的 LED 荧光粉生产厂家、用户、科研院所和第三方检测机构广泛征求意见。

1.4.3 预审阶段

2024 年 6 月 13 日在包头市召开稀土标准工作会议，会上对国家标准《LED 用稀土荧光粉试验方法 第 1 部分：相对光谱功率分布的测定》进行了预审，主审专家为梁超，会上专家讨论建议：

(一) 增加引言部分，表述系列标准之间的关系。

(二) 标准名称“光谱性能的测定”中，光谱不应以性能描述，改为“相对光谱功率分布的测定”。

(三) 2 中引用的文件名称改为 GB/T 5838.1 荧光粉:术语。

(四) 2 中删去对国标 GB/T24982 的引用。

(五) 2 中删除“CIE-1931 标准色度观察者”。

(六) 3.2 发射光谱的定义“发光的能量按波长或频率的分布”改为“发光的辐射功率按波长或频率的分布”。

(七) 3.3 发射峰值波长符号 λ_{emp} 改为 λ_{p} 。

(八) 5.3“激发光谱测量范围：200 nm~800nm”改为“激发光谱测量范围：200 nm~780nm”。

(九) 增加 6 试样 将样品置于干燥器干燥处理，使样品为干燥无结块的粉末。

(十) 7 测试中增加 7.2.1 测试环境：环境温度： $25\pm 5^{\circ}\text{C}$ 相对湿度： $\leq 65\%$ ”对测试环境进行规定，测试环境具体规定应征求其他单位意见。

(十一) 7.2.3 将“激发波长 360nm 或 460nm”改为“激发波长 400nm 或 460nm”。

(十二) 7.2.3 中应限定测试步进小于 0.3nm。

(十三)应在文件中加入氮氧化物青粉的测试数据,其为了得到精密度数据,每个体系的样品至少需要两个水平的样品数据,建议重新全面送样测试。

1.4.4 重新试验验证

根据预审专家提出的建议,虽然目前 Eu^{2+} 激活的氮氧化物青粉不如铝酸盐和氮化物在市场上用量大,但每年使用量也在几百公斤的水平,是目前实现全光谱 LED 照明不可或缺的部分,预计未来随着全光谱 LED 的渗透,氮氧化物青粉的市场用量会不断提升。为了测试方法的数据验证覆盖的更加全面,本编制组对试验方案进行了修改,经过再次和参与单位讨论制定了如下试验方案。

表 1 试验样品方案

体系	波段	产品	样品提供单位
$\text{Y}_3(\text{AlGa})_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$	515-560nm	A-1	有研稀土新材料股份有限公司
		A-2	
		A-3	
$(\text{Ca}, \text{Sr})\text{AlSiN}_3:\text{Eu}^{2+}$	594-648nm	R-1	有研稀土新材料股份有限公司
		R-2	
		R-3	
$(\text{Sr}, \text{Ba})\text{Si}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}$	505-570nm	S-1	江门市科恒实业股份有限公司
		S-2	江苏博睿光电股份有限公司
		S-3	江门市科恒实业股份有限公司
$\text{BaSi}_2\text{O}_2\text{N}_2:\text{Eu}^{2+}$	485-505nm	N-1	江门市科恒实业股份有限公司
		N-2	有研稀土新材料股份有限公司

2024 年 6 月牵头单位有研稀土新材料股份有限公司收集了包括铝酸盐、氮化物、硅酸盐和氮氧化物四个体系样品共 11 个,并进行分发寄送至各个参与单位进行相对光谱功率分布的测定,2024 年 9 月所有单位精密度测试数据返回,2024 年 9 月初召集所有单位参与的线上讨论会议,分析了精密度测试结果,会后根据各参与单位对精密度试验方案草案的意见和建议补充部分修改了精密度试验方案。2024 年 9 月中旬各验证单位完成验证,本编制组汇总试验结果并形成标准文本征求意见稿和编制说明。

1.4.5 审定阶段

二、标准编制原则

2.1 符合性

本文件严格按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》、GB/T 6379.2-2004《测量方法与结果的准确度》的要求进行编制。并在编制过程中考虑了已经颁布实施的多个 LED 荧光粉标准，如 GB/T 5838 荧光粉名词术语、GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定、CIE-1931 标准色度观察者等。

2.2 适用性和先进性

本文件是根据原 GB/T 23595.4-2009 的修订标准，在原标准 GB/T 23595.4-2009 测试原理基本不变的情况，综合考虑 LED 用荧光粉体系的扩展以及测试仪器的精度升级等，结合行业内专家和参与单位的意见和测试结果以及产品下游对 LED 用荧光粉的测试要求，修改了标准适用范围、仪器装备、测试步骤、相对亮度测定仪技术指标以及测试精密度参数等内容，提高了本标准的适用性，能很好地满足行业对 LED 用稀土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，标准达到了国家先进水平。

三、标准主要技术内容及编制依据

3.1 标准主要修订内容

本文件是《LED 用稀土荧光粉试验方法》的第 1 部分。

本文件代替 GBT 23595.1-2009《白光 LED 灯用稀土黄色荧光粉试验方法:第 1 部分：光谱性能的测定》。

本标准与 GBT 23595.1-2009 相比，除编辑性修改外主要技术变化如下：

- a) 修改了文件名称；
- b) 修改了文件适用范围，扩展了荧光粉激发波长范围（详见第 1 部分，2009 年版的第 1 部分）；
- c) 增加了 2 规范性引用文件；
- d) 增加了 3 术语和定义；
- e) 修改了方法原理中“固定某一发射波长测得激发光谱”为“监测某一发射波长的发光强度随相同强度不同波长（或频率）激发光的变化测得激发光谱”（详见 4，2009 版的 2）；
- f) 修改了仪器技术指标（荧光分光光度计精度由 $\pm 0.5\text{nm}$ 修改为 $\pm 0.3\text{nm}$ ，详见 5.1，2009 年版的 3.1）；
- g) 增加了对测试样品粒径的要求（详见 6.2.1，2009 版的 4.2.1）；
- h) 删除了激发光谱峰值波长；
- i) 修改了发射光谱主峰波长（修改为发射峰值波长，详见 6.2.2 和 6.2.4，2009 年版的 4.2.2 和 4.2.4）；

- j) 修改了激发波长，由“在激发波长 400 nm 或 460 nm 时作发射光谱”修改为“在激发波长 400 nm 或 460 nm 时作发射光谱扫描”，规定了测试步进不大于 0.3nm；
- k) 修改了测试精密度参数（发射光谱峰值波长的重复性限和再现性限见 8.1 和 8.2，2009 版的 6.1 和 6.2）；
- l) 增加了测试报告要求（详见第 9 部分）。

3.2 编制依据

近年来，通用照明LED用稀土荧光粉发光综合性能持续提高，高显高光效照明和高品质广色域显示等细分应用领域不断发展，现有技术已从仅使用 440nm-480nm 蓝光LED+黄色荧光粉技术发展成为350nm-480nm紫外-蓝光LED+黄色/黄绿色/红色荧光粉，以及蓝光LED+绿色\红色荧光粉，形成了包括石榴石结构铝酸盐黄色/黄绿色荧光粉，氮化物红色荧光粉、硅酸盐绿色、黄色荧光粉以及/氮氧化物蓝青色荧光粉等超四大商用主流体系的 LED 荧光粉产品，牌号种类越来越丰富，产品批次稳定性和信赖性等综合质量要求越来越高。因此，面对丰富的 LED 用稀土荧光粉产品以及技术更迭，原以白光LED灯用稀土黄色荧光粉为适用对象的GB/T 23595-2009《白光LED灯用稀土黄色荧光粉试验方法》已不能满足现有LED用稀土荧光粉的通用测试要求，有必要建立符合现有技术的统一评价方法。

因此，本文件修改了标准名称，由原《白光 LED 灯用稀土黄色荧光粉试验方法:第 1 部分：光谱性能的测定》修改为《LED 用稀土荧光粉试验方法第 1 部分：相对光谱功率分布的测定》，并扩宽了适用范围，由原来的 440nm-480nm 蓝光激发白光 LED 灯用稀土黄色荧光粉光谱性能的测定，扩宽为适用 350 nm~480 nm 紫外光到蓝光激发 LED 用稀土荧光粉光谱性能的测定，如。通过此修改，更能满足现有丰富体系产品和最新技术的测试需求。

3.3 精密度实验

3.3.1 精密度实验结果

将各实验室对样品 $\text{Y}_3(\text{Al,Ga})_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ 、 $(\text{Ca,Sr})\text{AlSiN}_3:\text{Eu}^{2+}$ 、 $(\text{Sr,Ba})_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{BaSi}_2\text{O}_2\text{N}_2:\text{Eu}^{2+}$ 的发射峰值波长测试结果平均值分别汇总于表 2 中。

表 2 各实验室对样品的测试结果平均值

	$\text{Y}_3(\text{Al,Ga})_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$			$(\text{Ca,Sr})\text{AlSiN}_3:\text{Eu}^{2+}$			$(\text{Sr,Ba})_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$			$\text{BaSi}_2\text{O}_2\text{N}_2:\text{Eu}^{2+}$	
	A-1	A-2	A-3	R-1	R-2	R-3	S-1	S-2	S-3	N-1	N-2
牵头单位	518.65	534.33	558.79	602.65	628.25	649.62	519.45	524.52	547.68	494.18	496.42
验证实验室 1	517.43	536.60	559.62	603.63	628.20	650.22	518.73	523.99	548.00	494.18	496.42
验证实验室 2	518.36	534.23	558.38	604.05	628.55	650.55	519.41	524.38	547.77	494.27	496.25
验证实验室 3	521.78	535.37	559.31	603.51	628.91	651.40	519.11	524.67	547.85	492.75	495.65
验证实验室 4	519.75	535.07	557.29	600.70	627.24	650.67	520.05	524.71	548.47	493.18	494.85
验证实验室 5	516.55	538.78	561.23	599.71	628.44	649.88	519.70	524.71	548.26	493.40	495.09
验证实验室 6	524.71	539.15	565.34	602.25	631.30	650.95	522.05	526.16	550.66	495.45	497.06
验证实验室 7	519.18	536.09	562.36	603.09	629.73	652.64	520.55	525.18	550.27	494.82	496.91
总平均值	519.55	536.20	560.29	602.45	628.83	650.74	519.88	524.79	548.62	494.03	496.08

3.3.2 重复性限和再现性限计算

	$\text{Y}_3(\text{Al, Ga})_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$			$(\text{Ca, Sr})\text{AlSiN}_3:\text{Eu}^{2+}$			$(\text{Sr, Ba})_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$			$\text{BaSi}_2\text{O}_2\text{N}_2:\text{Eu}^{2+}$	
	A-1	A-2	A-3	R-1	R-2	R-3	S-1	S-2	S-3	N-1	N-2
T1	45720.50	47185.90	49305.50	53015.40	55336.70	57265.10	45749.50	46181.60	48278.80	43474.60	43655.20
T2	23754660	25301515	27625884	31939185	34797278	37264748	23784365	24235716	26486953	21477797	21656601
T3	88.00	88.00	88.00	88.00	88.00	88.00	88.00	88.00	88.00	88.00	88.00
T4	968.00	968.00	968.00	968.00	968.00	968.00	968.00	968.00	968.00	968.00	968.00
T5	135.51	295.88	209.33	107.63	81.64	41.89	65.05	24.94	80.82	23.20	25.98
Sr2	1.69	3.70	2.62	1.35	1.02	0.52	0.81	0.31	1.01	0.29	0.32
Sr	1.30	1.92	1.62	1.16	1.01	0.72	0.90	0.56	1.01	0.54	0.57
r	3.64	5.38	4.53	3.25	2.83	2.03	2.52	1.56	2.81	1.51	1.60
SL2	6.63	3.22	6.47	2.18	1.40	0.86	1.01	0.39	1.28	0.76	0.62
SR2	8.32	6.92	9.08	3.53	2.42	1.39	1.82	0.70	2.29	1.05	0.95
SR	2.88	2.63	3.01	1.88	1.55	1.18	1.35	0.84	1.51	1.02	0.97
R	8.08	7.37	8.44	5.26	4.35	3.30	3.78	2.35	4.24	2.86	2.73

四、标准水平分析

经检索，经查询，国际上只有 LED 灯具的标准，并无 LED 用稀土荧光粉测试方法相关标准。该测试方法标准的确立有利于完善我国白光 LED 用荧光粉测试方法标准体系建设，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。

五、与现行法律、法规规章、主相关标准的协调性

本标准的制定符合国家有关法律法规，符合产业政策的需求。本标准起草依据并引用了国内相关现行有效的标准，不违背国内其它行业标准、法律、法规及强制性标准的有关规定。

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，建议向镨钕金属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镨钕金属生产研发应用和检测的实际技术水平。本文件颁布执行后，将在国内形成对镨钕金属化学成分的快速分析测试标准，对于增加各机构检测数据之间的可靠性和可比性，助力我国镨钕金属产业的快速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

2024 年 9 月 20 日