

《稀土永磁材料晶界扩散工艺技术规范》

编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

本项目根据中国欧洲经济技术合作协会 2025 年团体标准制定计划，项目名称为《稀土永磁材料晶界扩散工艺技术规范》的任务而进行制订。

（二）起草单位及主要起草人

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

（三）标准制定目的和意义

从产业角度分析，制定《稀土永磁材料晶界扩散工艺技术规范》团体标准的目的和意义主要体现在以下几个方面：

1. 目的

制定《稀土永磁材料晶界扩散工艺技术规范》团体标准旨在建立稀土永磁材料晶界扩散工艺的统一技术规范，系统解决当前工艺参数不统一、扩散效果不稳定、质量一致性差等突出问题，引导行业实现从经验摸索向精准控制的跨越。通过明确晶界扩散前处理、扩散源涂覆、热处理工艺、后处理等全流程的技术要求与关键参数控制范围，为生产企业提供科学、可重复的工艺实施依据，提升产品矫顽力、耐温性等关键性能的均匀性与可靠性，降低废品率与生产成本。标准将统一产品性能评价方法，规范质量检验规则，营造公平透明的市场竞争环境，促进晶界扩散技术在新能源汽车驱动电机、风力发电机、节能家电等下游领域的规模化应用。同时，对标国际先进水平，推动国产稀土永磁材料向高性能、高稳定性方向升级，增强产业链自主可控能力，保障国家战略新兴产业发展对高端磁材的迫切需求，提升我国稀土永磁产业的整体技术实力与国际竞争力。

2. 意义

本标准的制定对保障国家战略性新兴产业安全、提升稀土永磁产业核心竞争力具有重大战略意义与实践价值。稀土永磁材料是新能源汽车驱动电机、风力发电、节能家电等领域的核心功能材料，晶界扩散工艺作为提升矫顽力与耐温性的关键技术，其规范化水平直接决定高端磁材的自主可控能力。从国家战略层面，统一技术规范有助

于打破国外技术壁垒，构建完整自主的工艺体系，保障产业链供应链安全，支撑国家“双碳”目标与制造强国战略。从产业发展角度，标准填补了晶界扩散工艺领域的标准空白，统一了技术语言与评价基准，引导企业从经验驱动向参数化、数字化制造转型，显著提升产品批次一致性与质量稳定性，降低生产成本与资源消耗。从技术进步维度，通过明确全流程工艺要求与关键控制点，激励企业加大研发投入，突破扩散均匀性控制、重稀土高效利用等共性技术瓶颈，推动行业整体技术水平向国际一流迈进。从市场规范层面，建立统一的质量检验与性能评价规则，营造公平竞争环境，提升国产高端磁材的品牌信誉与国际认可度，增强在全球稀土永磁产业的话语权与定价权，对实现我国从稀土大国向稀土强国的历史性跨越具有深远影响。

（四）主要工作过程

1. 前期准备工作

项目立项前，标准编制小组查阅、研读相关国内外文献，广泛搜集相关的材料。同时，标准编制小组安排相关人员，多次与相关行业人员进行调研、交流，广泛征求标准制定方面的意见和建议。

2025年11月6日本团体标准由中国欧洲经济技术合作协会正式立项，立项名称为：《稀土永磁材料晶界扩散工艺技术规范》。

2. 标准起草过程

2025年11月，团体标准立项通知公示后，标准编制小组首先组织了标准制定工作会议，各编写人员根据工作计划分工和编写要求开展了相关工作。在标准起草期间，编制小组主编单位及参编单位组织了数次内部研讨会和专家咨询会，经过多次修改，于2025年12月完成了标准初稿及编制说明的撰写工作。

二、标准编制原则和依据

（一）编制原则

标准起草小组在编制标准过程中，以国家、行业现有的标准为制订基础，结合我国目前的行业现状，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》的规定及相关要求编制。

（二）标准主要内容与确定依据

1. 标准主要内容

1.1 范围

本文件适用于钕铁硼等烧结稀土永磁材料通过晶界扩散工艺提升矫顽力及其他磁性能的研发、试制与工业化生产。

1.2 规范性引用文件

GBZ 2.1 工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素

GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划

GB/T 3217 永磁（硬磁）材料 磁性试验方法

GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准

GB/T 13560 烧结钕铁硼永磁材料

GB/T 15676 稀土术语

GB 16297 大气污染物综合排放标准

GB/T 25915.1 洁净室及相关受控环境 第1部分：按粒子浓度划分空气洁净度等级

GB/T 25915.2 洁净室及相关受控环境 第2部分：洁净室空气粒子浓度的监测

1.3 术语和定义

定义了稀土永磁材料晶界扩散工艺的相关术语和定义。

1.4 生产工艺流程

对稀土永磁材料晶界扩散工艺的生产工艺流程进行规定。

1.5 设备要求

对稀土永磁材料晶界扩散工艺的设备要求进行规定。

1.6 环境要求

对稀土永磁材料晶界扩散工艺的环境要求进行规定。

1.7 人员要求

对稀土永磁材料晶界扩散工艺的人员要求进行规定。

1.8 安全与环保要求

对稀土永磁材料晶界扩散工艺的安全与环保要求进行规定。

1.9 质量检验与判定

对稀土永磁材料晶界扩散工艺的质量检验与判定进行规定。

2. 确定标准主要内容的依据

本标准的主要内容依据稀土永磁材料晶界扩散工艺的成熟技术路径与产业化实践需求，系统构建了覆盖全流程、全要素的技术规范体系。标准以烧结钕铁硼永磁材料为对象，明确了从原材料准备、前处理、扩散源制备、晶界扩散热处理到后处理与成品检验的完整工艺流程，并对各环节关键技术参数提出控制要求。技术要求维度涵盖基体磁体性能、扩散源材料特性、前处理表面清洁度、扩散源施加方式、热处理制度、后处理精整及磁性能提升等核心指标，建立从微观结构到宏观性能的立体化质量评价体系。设备要求部分系统规定了前处理、扩散源制备、热处理、检测分析及环境控制等装备的规格与性能标准，确保工艺实施硬件条件的一致性。环境要求针对洁净度、温湿度、气氛真空度及振动噪声等要素设定控制基准，保障工艺稳定性。人员要求明确了资质培训、防护规范与岗位分工，强化操作规范性。安全与环保要求聚焦化学品安全、三废处理及职业健康，实现绿色制造。质量检验与判定体系包含外观、磁性能、微观结构及可靠性检验，建立产品分级标准与全过程追溯机制，形成完整质量证据链。标准内容充分吸纳行业最佳实践，兼顾技术先进性与产业可行性，为晶界扩散工艺的标准化、规模化应用提供坚实技术依据，推动稀土永磁产业向高端化、绿色化方向升级。

三、主要试验[或验证]情况分析、技术经济论证、预期经济效果

（一）主要试验情况分析

本标准构建的试验体系系统覆盖了晶界扩散工艺全过程质量控制要点。试验项目设置科学合理，磁性能检验直接反映扩散工艺对矫顽力、剩磁等核心指标的提升效果，是评价工艺有效性的关键；扩散层深度检测与重稀土含量测定则从微观层面验证扩散的均匀性与元素利用效率，为工艺参数优化提供依据。微观结构分析通过表征晶界相分布与核壳结构形成质量，揭示性能提升的物理本质；力学性能检测确保产品在后续加工与使用中的可靠性。可靠性检验涵盖热稳定性、湿热及冷热冲击试验，模拟极端服役环境，评估长期性能保持能力。试验方法均引用现行国家标准，保证了检测结果的权威性与可比性。该试验体系实现了从宏观磁性能到微观组织、从化学成分到力学性能的立体化评价，形成了完整的质量证据链，为晶界扩散工艺的标准化、规模化应用提供了坚实的检测技术保障，有效支撑产品质量稳定性与一致性提升。

（二）技术经济论证

本标准的技术经济论证立足于晶界扩散工艺的成熟技术路径与规模化应用需求。从技术角度看，晶界扩散作为提升稀土永磁材料矫顽力的核心工艺，已形成稳定的技术体系，标准通过规范蒸镀、溅射、涂覆等多种工艺路线，确保技术可复制性与产品

质量一致性，大幅降低研发试错成本，加速技术迭代升级。经济性方面，标准明确重稀土元素利用率等关键指标，引导企业优化工艺参数，减少贵金属原料浪费，显著降低材料成本；统一的检验方法与质量评定规则提升产品合格率与品牌信誉，增强市场竞争力。同时，标准契合新能源汽车、风力发电等下游产业对高性能磁材的迫切需求，推动国产稀土永磁材料进入高端供应链，提升产业附加值。制定本标准将促进产业链上下游深度协同，实现技术经济效益最大化，支撑我国稀土永磁产业向绿色化、高端化转型，保障战略性新兴产业供应链安全，具有显著的社会经济效益与战略价值。

（三）预期经济效果

本标准实施后，将通过规范晶界扩散工艺全流程，显著提升稀土永磁材料生产效率和产品质量一致性，有效降低原材料浪费与废品率，直接节约生产成本。统一的质量检验与分级标准将增强产品市场信誉度，推动国产高性能磁材进入新能源汽车、风力发电等高端供应链，提升产业附加值与国际竞争力。同时，标准化的安全环保要求将降低企业经营风险与环境治理成本，促进绿色制造。从长远看，该标准将加速产业链上下游协同创新，构建自主可控的技术体系，保障国家战略性新兴产业供应链安全，带来持续的社会经济效益，推动稀土永磁产业向高质量、可持续方向转型升级。

四、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准的制定过程、技术要求的选定、试验方法的确定、检验项目设置等符合现行法律、法规和强制性国家标准的规定。

五、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

六、废止现行有关标准的建议

本标准不涉及对现行标准的废止。

七、知识产权情况说明

本文件不涉及必要专利等知识产权情况。

八、标准作为强制性或推荐性标准的建议

建议该标准作为推荐性团体标准。

九、贯彻标准的要求和措施建议，包括（组织措施、技术措施、过渡办法）

本标准首次制定，没有特殊要求。

十、其他应予说明的事项

无。

《稀土永磁材料晶界扩散工艺技术规范》团体标准编制组

2025 年 12 月