**行业标准**

《废旧烧结钕铁硼磁体再生利用技术规范》

**编制说明**

**（预审稿）**

**2020年06月**

# 一、工作简况

## 1、任务背景

作为重要的战略资源，稀土在新能源、新材料、节能环保、航空航天、电子信息等领域的应用日益广泛。中国是稀土资源大国，稀土资源储量居世界第一，发展稀土永磁产业具有得天独厚的优势。烧结钕铁硼永磁材料作为稀土永磁材料的重要代表，具有目前最高的最大磁能积，是当前发展最快、应用最广的一类稀土永磁材料，广泛应用于计算机、新能源汽车、节能家电、风力发电等领域。近十年来，我国烧结钕铁硼磁体产量以每年近10%的速度增长，2019年我国烧结钕铁硼毛坯产量超过17万吨。

烧结钕铁硼永磁材料的生产制造需要消耗大量的稀土资源，约占稀土资源年使用量的35%，是稀土资源最大的应用领域。伴随着稀土永磁行业及其它应用领域的快速发展，我国的稀土资源储量急剧下降。同时，在烧结钕铁硼材料生产-使用-废弃的整个生命周期中存在着大量的废旧料，主要包括生产加工过程中的边角料和应用市场中报废仪器中的废弃磁体。生产加工过程中产生的报废料，约占投入原材料的30%，其中废旧块状磁体占一半以上。以2019年毛坯产量计算，约产生钕铁硼磁体块状废料3万吨。另一方面，在烧结钕铁硼产品应用过程中，市场上每年报废的仪器设备中含有大量的烧结钕铁硼磁体。这些包含钕铁硼磁体的器件的使用寿命约为5~10年，按照平均寿命8年计算，2011年生产的约5.6万吨烧结钕铁硼磁体成品在2019年将全部报废淘汰。这些废旧钕铁硼材料很好的保持着烧结钕铁硼固有的成分、结构乃至良好的磁性能，可用于磁体的再制造，具有更高的回收再制造价值。保守估计每年可利用的废旧磁体数量达到8万吨以上，如果将其全部回收-再利用起来，至少可以生产制造6.8万吨的烧结钕铁硼磁体（按收得率85%计算），约占2019年烧结钕铁硼磁体总产量的三分之一以上，可以高效地利用废旧磁体资源的同时，替代每年稀土资源的供应，减少了直接分离带来的环境污染和成本，经济社会效应显著。

在废旧烧结钕铁硼永磁材料回收再利用方面，当前主要采用重熔再提炼技术，不仅工艺复杂，而且提炼过程会对环境造成二次污染。相比重熔再提炼技术，近年来发展起来的片块状废旧烧结钕铁硼永磁材料整体回收再生技术具有工艺简单、节能降耗等优点，是未来废旧烧结钕铁硼永磁材料乃至废旧稀土永磁材料回收再利用的主要方向。

因此，对废旧钕铁硼磁体进行回收再利用，不仅符合《稀土行业发展规划（2016－2020年）》中提出的“加快稀土行业绿色化和智能化转型，构建循环经济，研发废旧稀土产品再利用成套技术，建立健全回收制度，完善稀土回收利用体系，提升稀土资源综合利用水平”，而且有利于节约稀土资源，减少工业垃圾、保护环境。对构建低碳环保和高效再利用的循环经济体系，保持我国稀土资源优势、国家和环境安全具有重大意义。

我国于2009年发布了《钕铁硼废料》的国家标准（GB/T 23588-2009），规范了钕铁硼废料的要求、试验方法、检验规则和标志、包装、运输及贮存；于2009年颁布了行业标准XB/T612-2009、XB/T612.2-2009，规范了钕铁硼废料的化学分析方法；于2017年发布了《再生烧结钕铁硼永磁材料》的国家标准GB/T34490-2017，对再生烧结钕铁硼永磁材料的要求、试验方法、检验规则和标志、包装、运输及贮存进行了规范。然而，采用再制造的方法将废旧钕铁硼制备成再生钕铁硼磁体并作为未来烧结钕铁硼产品的重要来源，国内外尚没有相关工艺技术规范。

因此有必要制定针对废旧磁体再制造方面的标准，对废旧磁体的分类、表面清理和再制造工艺技术、资源利用及环境保护等方面进行规范和要求，从而达到高效回收稀土资源，并实现节能减排和环境保护的目的。

## 2、任务来源

全国稀土标准化技术委员会于2019年7月发布“关于召开2019年第五次稀土标准制修订工作会的通知”（稀土标委[2019]36号），下达了《废旧烧结钕铁硼磁体再生利用技术规范》行业标准的制定任务（工信厅科函[2019]126号），计划号为2019-0478T-XB，完成年限为2021年。本标准主要起草单位为安徽大地熊新材料股份有限公司和北京工业大学。参与起草单位包括包头稀土研究院、中国北方稀土（集团）高科技股份有限公司、赣州富尔特电子股份有限公司、有研稀土新材料股份有限公司、国家钨与稀土产品质量监督检验中心、中国科学院海西研究院厦门稀土材料研究所、天津博雅全鑫磁电科技有限公司、中稀（广西）金源稀土新材料有限公司、赣州稀土友力科技开发有限公司、中国南方稀土集团有限公司、信丰县包钢新利稀土有限责任公司、甘肃稀土新材料股份有限公司。

## 3、标准项目编制工作组单位简况

1）安徽大地熊新材料股份有限公司

安徽大地熊新材料股份有限公司成立于2003年，是一家集稀土永磁材料研发、生产、经营为一体的高新技术企业、国家创新型试点企业。公司已通过ISO9001、IATF16949、ISO14001等体系的认证，拥有稀土永磁材料国家重点实验室、国家认定企业技术中心、国家地方联合工程研究中心等创新平台，授权专利125件，其中发明专利39件。

公司产品广泛应用于电子信息、航空航天、仪器仪表、新能源汽车、风电、轨道交通、节能电机、医疗设备及磁力机械等国民经济各个领域。产品两次荣获国家重点新产品，荣获安徽省科学技术奖一等奖、二等奖、三等奖各一项，教育部科技进步一等奖、二等奖一项，冶金部三等奖一项。“大地熊”被认定为“中国驰名商标”、“安徽省名牌产品”、“安徽自主出口名牌”。

近年来，公司主导和参与制定国家标准6项：《再生烧结钕铁硼永磁材料》、《快淬钕铁硼永磁粉》、《氢碎钕铁硼永磁粉》、《热压钕铁硼永磁材料》、《烧结钕铁硼表面镀层》、《烧结钕铁硼永磁材料》。参与了多项标准的起草及验证工作，在稀土标准的制修订方面，积累了丰富的经验。

2）北京工业大学

北京工业大学创建于1960年，是一所以工为主，理、工、经、管、文、法、艺术相结合的多科性市属重点大学。1996年12月通过国家“211工程”预审，正式跨入国家二十一世纪重点建设的百所大学行列。学校拥有3个国家重点学科，39个北京市重点学科；18个博士后科研流动站；18个一级学科博士学位授权点，1个二级学科博士学位授权点；57个本科专业。学校现有1个国家级产学研中心、33个省部级以上重点实验室或工程技术研究中心、1个教育部战略研究培育基地、6个北京市国际科技合作基地。学校现有1名中国科学院院士，8名中国工程院院士，3名国家级“高等学校教学名师奖”获得者，9名教育部“长江学者奖励计划”特聘教授，10名“国家杰出青年科学基金”获得者，11名“海外高层次人才引进计划”（简称“千人计划”）入选者，2名国家高层次人才特殊支持计划（万人计划）入选者，10名国家级百千万人才工程入选者。

近年来北京工业大学主持和参与制修订了《再生烧结钕铁硼永磁材料》、《稀土术语》多项标准，参与了多项标准的起草及验证工作，在稀土标准的制修订方面，累积了丰富的经验。

## 4、主要工作过程及进度安排

## （1）规范制定的必要性和可行性

废旧烧结钕铁硼永磁材料属于典型的大宗二次稀土资源，其绿色再生具有重要的经济和环保价值。目前，较多烧结钕铁硼制造企业均开展了废旧烧结钕铁硼永磁材料的回收生产，制造出再生烧结钕铁硼永磁产品。对此，安徽大地熊新材料股份有限公司和北京工业大学等单位共同制定了《再生烧结钕铁硼永磁材料》国家标准GB/T34490-2017，对再生烧结钕铁硼永磁材料的要求、试验方法、检验规则和标志、包装、运输及贮存进行了规范。该标准已于2018年5月1日开始实施。另一方面，目前国内外关于废旧烧结钕铁硼永磁材料的回收生产尚未形成技术规范。特别是目前所采用的各种技术在能耗、环保方面参差不齐，因此亟需制定相应的技术规范。

近年来，标准起草单位一直在跟踪和分析废旧烧结钕铁硼永磁材料市场的变化与发展趋势、新技术和新市场的动向和专利形势及格局，充分掌握国内外废旧烧结钕铁硼永磁材料的现状和技术进展。此外，鉴于目前已有相当数量的烧结钕铁硼制造企业参与回收生产，技术规范的制定具有可行性。

## （2）规范制定过程及进度安排（其中标注蓝色为未来计划）

2019年1月～2019年6月：文献和产业情况调研，了解国内外废旧烧结钕铁硼永磁材料的技术发展、生产动态及应用领域的变化，编写标准草稿：确定了主要章条和各章条所规定的主要技术内容，以及标准名称和基本结构，涵盖技术要素、列出涉及章条的标题。形成项目建议书，向标准化行政主管部门提出立项建议。

2019年7月：标准化行政主管部门对项目建议进行审查、征求意见与批准，下达行业标准制订计划。

2019年8月~2019年12月：起草单位安徽大地熊新材料股份有限公司建立了标准编制单位微信群，组织所有标准编制的参与单位，完成技术指标的实验和验证工作，收集、统计主要烧结钕铁硼磁体的主要生产加工单位数据，进行标准条款的数据论证，在此基础上形成标准草稿。

2020年1月~2020年2月：将标准草稿发放给所有参与单位征求意见并完成意见汇总，增加完善了标准中的部分内容，形成了《废旧烧结钕铁硼磁体再生利用技术规范》行业标准征求意见稿。

（4）2020年3月~2020年5月：《废旧烧结钕铁硼磁体再生利用技术规范》行业标准征求意见稿发放给稀标委及北京中科三环高技术股份有限公司等32家行业内单位征求意见，并在反馈意见的基础上，修改完善了标准中的部分内容，形成了《废旧烧结钕铁硼磁体再生利用技术规范》行业标准预审稿。

（5）2020年6月：将预审稿提交稀标委召集专家对预审稿进行预审。

（6）2020年7月～2020年10月：根据预审会的意见和建议进一步修改，形成**送审稿**，交稀标委安排专家审定。

（7）2020年11月：标准审定会。

（8）2020年12月：会后形成**报批稿**，标准报批。

## 5、标准工作会议情况

## （1）第一次工作会议（任务落实和讨论会）

2019年8月14日至16日于江西赣州召开“2019年第五次稀土工作会议”，会上起草单位对标准讨论稿做了详细说明，与会代表就再生磁体的意义、废旧烧结钕铁硼磁体再生利用技术规范、再生技术工艺过程的资源节约及环保要求等内容展开了热烈的讨论。会议确定了项目参与单位，并初步确定了《废旧烧结钕铁硼磁体再生利用技术规》标准时间安排、负责与参加起草单位。

## （2）第二次工作会议（预审会）

2020年6月16至19日与浙江杭州召开“2020年第二次稀土工作会议”，会上。。。

# 二、标准编制原则和标准内容的确定

## 1、编制原则

本标准在工作中遵循“面向市场、服务产业、自主制定、适时推出、及时修订、不断完善”的原则，标准制定与技术创新、试验验证、产业推进、应用推广相结合，统筹推进。本标准在结构编写和内容编排等方面依据GB/T 1.1-2009《标准化工作导则第1 部分：标准的结构和编写》和GB/T 1.2-2002《标准化工作导则第2 部分：标准中规范性技术要素内容的确定方法》进行编写。在确定本标准主要技术性能指标时，综合考虑我国烧结钕铁硼生产企业的能力和用户的利益，寻求最大的经济、社会效益，充分体现了标准在技术上的先进性和合理性。

## 2、主要内容

标准编制的主要内容包括：废旧烧结钕铁硼磁体再生利用的工艺流程、技术要求、资源综合利用及能耗要求、环境保护要求。

（1）工艺流程：采用废旧烧结钕铁硼磁体为原料制备再生钕铁硼磁体的工艺流程与采用金属原料制备烧结钕铁硼磁体工艺具有一定的不同。废旧烧结钕铁硼磁体经分类、退磁处理、表面预处理、清洗、粗破碎及成分检测、成分设计及调整、制粉、压制成型、烧结及热处理等工艺制成再生烧结钕铁硼磁体。且每一个工艺过程中需关注资源消耗、环境、安全等重要参数指标。

（2）技术要求：

分类：由于回收收集到的废旧烧结钕铁硼磁体来源广泛，磁体状态不一，且不同类别的废旧烧结钕铁硼磁体对后续磁体的处理工艺要求不同。因此，必须对回收的废旧烧结钕铁硼磁体进行分类处理。根据废旧烧结钕铁硼磁体是否带磁及表面状态（包括：涂/镀层种类、是否氧化、是否清洁等）进行分类。分类过程中应做好环境保护，防止废旧磁体中混杂的粉尘和油污污染环境；分类过程中应做好个人防护，防止被锋利的边角料划伤、防止被带磁的磁体夹伤、防止吸入粉尘。

退磁处理：对分类出的带磁的废旧烧结钕铁硼磁体应进行退磁处理。退磁气氛可为真空、空气、氮气或氩气气氛。为了降低电能消耗，宜采用高效节能的热处理设备对废旧烧结钕铁硼磁体进行退磁处理。

表面预处理：对不带磁的或是经退磁后的废旧烧结钕铁硼磁体进行表面预处理。该步骤主要是去除废旧磁体表面的涂/镀层或氧化皮，获得表面干净无杂质的废旧烧结钕铁硼磁体。主要包括：采用化学试剂浸泡、机械研磨、高温灼烧等方法去除磁体表面的涂/镀层；采用喷砂、抛丸或酸洗的方法去除磁体表面的氧化皮。表面预处理过程中应控制能源消耗，降低处理过程对人体伤害以及降低排放物对环境的污染。具体包括：化学试剂浸泡时应控制化学试剂的添加量以节约资源，同时做好废弃化学试剂的收集和处理；机械研磨时应做好粉尘的收集和降噪处理；高温灼烧时宜采用高效节能的加热设备，同时做好安全防护，防止灼伤；喷砂和抛丸宜采用低能耗设备，同时做好粉尘防护；酸洗时应控制酸液添加量以节约资源，同时做好废弃酸液的收集和处理。

清洗：对表面不清洁的废旧烧结钕铁硼磁体进行清洗，获得表面清洁的烧结钕铁硼基体，基体呈银灰色/灰色。为了减小水资源的消耗，清洗过程中宜采用节水清洗工艺，应做好废水的收集、处理工作。

粗破碎及成分检测：对经过清洗后的废旧钕铁硼磁体进行破碎处理，获得一定粒度范围的钕铁硼粗粉。同时，抽样检测粗粉中各元素的含量，控制粗粉中的各元素的比例。推荐使用氢破碎方式对废旧烧结钕铁硼磁体进行粗破碎，破碎时应防止爆燃，同时做好废弃氢气的处理。当使用机械破碎方式对废旧烧结钕铁硼磁体进行粗破碎时，应选用高效节能的破碎设备，同时做好粉尘收集和降噪处理。

成分设计及调整：根据成分检测结果，设计再生烧结钕铁硼磁体的主要成分，通过添加稀土金属或合金粉末，调整各元素含量。为了综合利用资源，再生烧结钕铁硼磁体应以废旧烧结钕铁硼磁体为主要原材料。

制粉：为了获得粒度更加细小的钕铁硼磁粉，采用气流磨方式对粗粉进行研磨。研磨过程中，为了降低能耗和减小噪音污染，宜采用低能耗的气流磨，同时做好粉尘收集和降噪处理。

压制成型：压制成型工艺的优劣直接影响磁体的磁性能大小。压制过程中，应在氮气保护下将混合均匀的钕铁硼细粉装填在模具中压制成型，获得压坯。为了增加压坯的密度、强度，可选择使用等静压。为了降低能耗，宜采用低能耗的成型压机和等静压机

烧结及热处理：烧结及热处理工艺是制备再生烧结钕铁硼磁体的关键技术，直接影响着成品的质量。烧结过程中，应控制烧结温度和时间。烧结及热处理气氛可为真空或氩气气氛。为了降低能耗，宜采用高效节能的烧结和热处理设备。

（3）资源综合利用及能耗要求：在利用废旧烧结钕铁硼制备再生钕铁硼磁体的技术规范中，必须控制好能源的损耗。规定了废旧烧结钕铁硼磁体再生利用技术工艺过程的关键参数，主要包括：每吨再生磁体的综合能耗、工业用水重复利用率、废旧磁体的回收率。

（4）环境保护要求：在利用废旧烧结钕铁硼制备再生钕铁硼磁体的技术规范中，必须尽量减小对环境的污染。规定了废旧烧结钕铁硼磁体再生利用技术工艺过程的关键参数，主要包括：环保要求、噪音排放、二氧化碳排放、颗粒物排放、工业废水排放等相关标准。

## 3、关键数据的确定

《废旧烧结钕铁硼磁体再生利用技术规范》行业标准送审稿中涉及的关键数据来源包括以下几个方面：

1）已有的国家标准、行业标准：制备再生烧结钕铁硼磁体的废旧烧结钕铁硼磁体各元素含量的参考范围、废旧烧结钕铁硼磁体分类及成分调整建议等参数部分参考了已有的《再生烧结钕铁硼永磁材料》国家标准（GB/T 34490-2017），并尽可能保持与该标准的一致性。

2）标准起草单位的大量实验测定和数据采集：再生烧结钕铁硼永磁材料主要由废旧烧结钕铁硼永磁材料制成，其主要成分、主要磁性能能受废旧材料中的氧含量、总稀土含量、重稀土含量等影响，与普通的烧结钕铁硼永磁材料存在较大差异，为了确保该部分数据真实反映再生材料的实际情况，标准起草单位选择不同的废旧材料制备再生材料，进行了大量的实验。同时，在利用废旧烧结钕铁硼磁体制备再生钕铁硼磁体的工艺过程中，必须综合考虑整个工艺对环境的影响（主要包括二氧化碳排放、颗粒物排放、噪音排放等）、对能源（主要包括水资源、电能等）的消耗情况。另外，废旧烧结钕铁硼磁体再生利用过程中，废旧磁体的回收率是评价整个技术规范过程的关键参数，也必须在指定范围内。为了让获得的这些数据尽可能接近实际水平，标准起草单位进行了大量实验和数据采集工作。

3）同行业单位征集的数据：标准编制过程中，编制单位向行业内其他单位广泛地征集了数据，包括技术规范中废旧磁体的成分范围、再生烧结钕铁硼磁体的成分范围、资源综合利用及能耗要求中每吨再生磁体的综合能耗、工业用水重复利用率、废旧磁体的回收率以及环保要求中噪音排放、二氧化碳排放、颗粒物排放等相关数值，确保大部分厂家生产的再生烧结钕铁硼永磁材料符合标准中确立的关键数据要求。

# 三、与有关标准的关系

标准编制的主要内容包括：废旧烧结钕铁硼磁体再生利用的工艺流程、技术要求、资源综合利用及能耗要求、环境保护要求。

本标准使用的相关术语参考了《稀土术语》和《电工术语 磁性材料与元件》，制备再生烧结钕铁硼磁体的废旧磁体各元素含量的参考范围及废旧磁体分类及成分调整建议等参数的确定部分参考了《再生烧结钕铁硼永磁材料》国家标准（GB/T 34490-2017），并尽可能保持与该标准的一致性。在利用废旧烧结钕铁硼制备再生钕铁硼磁体的技术规范中，对资源综合利用及能耗要求和环境保护相关要求，参考了国家和行业的相关标准。

本标准编制中引用和参考的国家标准、行业标准如下：

|  |  |
| --- | --- |
| GB 8978 | 污水综合排放标准 |
| GB/T 9637 | 电工术语 磁性材料与元件 |
| GB 12348 | 工业企业厂界环境噪声排放标准 |
| GB/T 15676 | 稀土术语 |
| GB/T 16157 | 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法 |
| GB 16297 | 大气污染物综合排放标准 |
| GB 18599 | 一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准 |
| GB/T 20861 | 废弃产品回收利用术语 |
| GB/T 31962 | 污水排入城镇下水道水质标准 |
| GB/T 50087 | 工业企业噪声控制设计规范 |
|  |  |

# 四、标准水平分析

我国于2009年发布了《钕铁硼废料》的国家标准（GB/T 23588-2009），规范了钕铁硼废料的要求、试验方法、检验规则和标志、包装、运输及贮存；于2009年颁布了行业标准XB/T612-2009、XB/T612.2-2009，规范了钕铁硼废料的化学分析方法；于2017年发布了《再生烧结钕铁硼永磁材料》的国家标准GB/T34490-2017，对再生烧结钕铁硼永磁材料的要求、试验方法、检验规则和标志、包装、运输及贮存进行了规范。然而，采用再制造的方法将废旧钕铁硼制备成再生钕铁硼磁体并作为未来烧结钕铁硼产品的重要来源，国内外尚没有相关工艺技术规范。

本标准为国内首次制定，符合我国目前法律法规的规定，国内还没有关于废旧烧结钕铁硼磁体再生利用技术规范类的相关标准，尚未查到其他国家、国际标准，本标准技术指标设计科学合理、比较先进，且符合国内检测要求。本标准达到了国际领先水平。

# 五、与现行相关法律、法规、规章及标准，特别是强制性标准的协调性

本标准编制单位充分调研了相关法律、法规、规章及相关标准，确保标准内容与现行相关法律、法规、规章及相关标准（特别是强制性标准）的协调一致。

# 六、标准中如涉及专利，应有明确的知识产权说明

截至目前，尚未发现与本标准内容相关的知识产权问题。

# 七、重大分歧意见的处理经过和依据

截至目前，尚未发现涉及本标准内容的重大分歧意见。

# 八、标准性质的建议说明

本标准是根据我国烧结钕铁硼磁制造企业实际生产使用情况制定的，建议按推荐性行业标准发布。

# 九、贯彻标准的要求和措施建议

标准贯彻的有效性取决于其对实际状况的相适性。本标准编制过程中进行了广泛地调研，后期还会进行更为充分地讨论和验证，确保本标准具有良好的可贯彻性。贯彻标准的具体措施包括：

（1）组织措施。本标准依据工信部《稀土行业发展规划（2016-2020年）》，坚持稀土行业绿色发展的基本原则，加快资源综合利用技术和清洁生产改造，推广绿色低碳发展模式，减少能耗，减少污染物产生和排放，提高资源能源利用率。标准颁布实施后，需要国家有关部门组织大力宣传和贯彻，使相关企业及相关贸易单位能够主动地解读标准内容，充分认识和理解制订的标准条款，进而加以应用。

（2）技术措施。废旧烧结钕铁硼磁体包括城市矿产回收料和工业固废回收料，这类废料具有与原始磁体类似的成分，氧化和腐蚀程度低，具有高附加值。本标准全面考虑了国烧结钕铁硼磁制造企业针对废旧烧结钕铁硼磁体的实际生产情况，并充分考虑绿色再生过程的能耗和环境保护要求。相关企业参照使用本标准时，应对废旧烧结钕铁硼磁体的特性和规范性回收工艺及技术标准有充分的了解，应认真解读本技术规范标准。

# 十、其他应予说明的事项

《废旧烧结钕铁硼磁体再生利用技术规范》行业标准（预审稿）起草工作得到了全国稀土标准化技术委员会及相关单位的大力支持，在此表示衷心感谢，也向在本标准起草过程中，提出建议和意见的各位专家、代表表示衷心感谢！

本标准的建立，将为废旧烧结钕铁硼磁体提供很好的技术和生产。通过实施本标准的生产规范，节能降耗，减少环境负担，创造良好的社会效益和可观的经济效益。

安徽大地熊新材料股份有限公司 北京工业大学

2020年6月5日