**稀土行业标准《钆铁合金》编制说明**

**一、工作简况**

**（一）任务来源**

**2021年4月，任务落实了《钆铁合金》修订项目。**根据《工业和信息化部办公厅关于印发2020 年第三批行业标准制修订项目计划的通知》（工信厅科函〔2020〕263 号）、《工业和信息化部办公厅关于印发2021 年第一批行业标准制修订和外文版项目计划的通知》（工信厅科函〔2021〕25 号）和主管部门相关工作安排，《钆铁合金》标准修订项目计划正式下达，计划号为2021-0434T-XB，**完成年限为2022年。**本文件由全国稀土标准化技术委员会（SAC/TC 229）提出并归口。由有研稀土新材料股份有限公司、赣州晨光稀土新材料有限公司、赣州有色冶金研究所、江西南方稀土高技术股份有限公司、虔东稀土集团股份有限公司、有研稀土高技术有限公司、宁波复能新材料股份有限公司、内蒙古自治区稀土产品质量监督检测研究院、包头稀土研究院、安徽大地熊新材料股份有限公司、湖南稀土金属材料研究院有限责任公司、山东南稀金石新材料有限公司、上犹东进稀土金属冶炼工贸有限公司、乐山有研稀土新材料有限公司等**14家生产与应用单位共同修订**。

**（二）****主要参加单位和工作成员及其所做的工作**

标准牵头起草单位有研稀土新材料股份有限公司（简称“有研稀土”）负责组织标准调研、验证、标准起草、预审、审定报批工作。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”进行整体改制而设立的股份公司，是首家在中关村科技园区德胜科技园的注册高新技术企业，被评为中关村国家自主创新示范区“十百千工程”重点培育企业。有研稀土长期从事稀土金属及合金产品的研发和生产工作，主要产品包括金属镝、金属铽、镝铽合金、钆铁合金、金属镧、金属铈、金属钕、镨钕合金等，电解产品年产能达到2000吨，其中钆铁合金产能达到100吨，有研稀土是最早研发钆铁合金生产工艺的企业之一，生产技术先进工艺稳定，产品质量得到国内外用户的一致认可。

标准参与起草由单位赣州晨光稀土新材料有限公司、赣州有色冶金研究所、江西南方稀土高技术股份有限公司、虔东稀土集团股份有限公司、有研稀土高技术有限公司、宁波复能新材料股份有限公司、内蒙古自治区稀土产品质量监督检测研究院、包头稀土研究院、安徽大地熊新材料股份有限公司、湖南稀土金属材料研究院有限责任公司、山东南稀金石新材料有限公司、上犹东进稀土金属冶炼工贸有限公司、乐山有研稀土新材料有限公司等多家单位组成，均为国内钆铁合金产品生产企业或应用单位，向标准牵头修订单位提供各单位钆铁合金产品生产情况或产品需求技术指标情况，共同参与标准起草。

本标准共同起草单位工作职责见表1。目前，该标准项目已经完成企业调研、标准征求意见稿的编制、向行业广泛征求意见等工作，具体的工作过程在“（四）主要工作过程”阐述。

表1 起草单位工作职责

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 备注 | 单位名称 | 工作职责 |
| 牵头单位 | 有研稀土新材料股份有限公司 | （1）牵头修订钆铁合金标准，负责任务的落实、执行；（2）成立钆铁合金编制修订项目组；（3）负责编制钆铁合金标准征求意见稿、编制说明等文件；（4）以线上方式组织项目成员的标准讨论会议。 |
| 参加单位 | 赣州晨光稀土新材料有限公司、赣州有色冶金研究所、江西南方稀土高技术股份有限公司、虔东稀土集团股份有限公司、有研稀土高技术有限公司、宁波复能新材料股份有限公司、内蒙古自治区稀土产品质量监督检测研究院、包头稀土研究院、安徽大地熊新材料股份有限公司、湖南稀土金属材料研究院有限责任公司、山东南稀金石新材料有限公司、上犹东进稀土金属冶炼工贸有限公司、乐山有研稀土新材料有限公司 | （1）钆铁合金生产企业提供各单位产品生产情况及产品质量情况，应用单位提供对产品技术指标需求情况；（2）参与征求意见稿的制定； |

**（三）研制背景**

**1、项目的必要性简述**

钆铁合金主要用于制备钕铁硼等稀土永磁功能材料。钕铁硼永磁材料自80年代问世以来，因其具有最高的磁性能而广泛地应用于电机、家用电器、计算机、医疗器械等行业。据弗若斯特沙利文的数据显示，2020年我国稀土永磁材料总产量达 19.62 万吨，其中烧结钕铁硼磁体 18.55 万吨，占比高达 94.5%；2025 年我国稀土永磁产量将达到 28.42 万吨，2020~2025 年均复合增长率 7.7%。我国高性能稀土永磁材料成品产量在 2020 年达到 4.62 万吨，预计到 2025 年达到10.51 万吨。钆铁作为生产钕铁硼辅助添加金属，主要用于降低镨钕金属的用量，缩减生产成本，从整体钕铁硼产业看，随着全球新能源汽车、机器人产业等新兴产业的不断发展，钕铁硼等稀土永磁材料的需求也迎来高速增长，目前钕铁硼永磁材料用钆铁合金的需求量约为4500吨/年。

目前，现行有效的XB/T 403-2012《钆铁合金》包含了三个牌号钆铁合金产品，RE分别是75±1、72±1和69±1。随着钆铁合金生产技术的进步，生产企业生产的产品牌号与标准牌号不符。为了进一步规范并提高钆铁合金生产企业的生产能力、产品品质，引导全球范围内的实际贸易市场，提出修订《钆铁合金》行业标准，其修订必要性如下：

①原生产73以上金属，外观表面夹杂熔盐较多，在进行抛光处理时损耗达1%，另在下游磁材客户熔炼时，造渣量也大，影响收率，现将工艺调整，改善金属外观，夹杂盐明显减少，抛光后处理过程中损耗仅为 4‰内，因此需要将牌号进行调整；

②原生产75以上钆铁合金，单炉产量160Kg/D，电耗将近8200度/吨，且金属外观夹杂熔盐较多经过长期的生产工艺调整，生产RE为70~72的产品，单炉产量可达230Kg/D，实际电耗7050度/吨；生产RE为72~74的产品，单炉产量可达200Kg/D，实际电耗7500度/吨，实现节能降耗的目的，为下一步火法合金产品绿色评价相关技术规范提供依据；

③更新钆铁合金取制样品的方法，更好指导生产实践及贸易。

④现行XB/T 403-2012《钆铁合金》于2012年发布实施，修订该标准进一步优化了标龄，让标准文本更加规范。

⑤镧铁、铈铁、钆铁、镝铁、钬铁、钇铁合金的化学分析方法统一整合为GB/T 26416《稀土铁合金化学分析方法》，即将发布实施，需相应调整《钆铁合金》中化学分析方法应。

因此，修订XB/T 403-2012《钆铁合金》标准，对下游钕铁硼等高性能稀土永磁功能材料的规模化生产、扩大其推广应用领域有着深远的影响；对于规范钆铁合金产品的生产和销售贸易，促进企业技术改造和产品质量的提高，减少生产厂家和用户之间的贸易纠纷，规范钆铁合金行业的发展具有非常重要的实际意义。

**2、项目的可行性简述**

项目牵头单位和参与单位涵盖了国内主要钆铁合金生产单位，以及部分产品应用单位，生产企业已建立了钆铁合金完整的生产线，稳定供应钆铁合金产品，工艺参数稳定；同时，生产企业已建立了完善的钆铁合金产品工艺操作制度和分析检测制度，为标准技术指标的合理设定提供了良好的基础。

有研稀土一直积极参与标准的制修订工作，牵头/参与制定了《氟化镝》、《氟化钕》、《稀土术语-稀土金属及合金》、《稀土术语-稀土矿产品及化合物》、《快淬钕铁硼永磁粉》、《粘结钕铁硼永磁材料》、《钕铁硼速凝薄片合金》、《金属钬》、《高纯金属镝》、《高纯金属铽》等100多项稀土国际标准/国家标准/行业标准，具备承担标准制修订任务的能力。

（四）主要工作过程

1、起草阶段

**2019年12月**，项目牵头单位实地调研了**部分钆铁合金生产企业情况，形成了《钆铁合金》标准草**案。

**2021年4月**， 对本项目进行了任务落实，有研稀土新材料股份有限公司等单位组织成立了标准编制工作组，对目标任务进行分解，明确各参加起草单位的任务要求，**制定工作计划和进度安排**。

**2022年2月**，**建立了相应微信工作交流群**，编制组通过进一步调研、查阅资料，**编制出《钆铁合金》标准征求意见稿、编制说明等**文件。

2022年3月，**根据反馈回来的意见和建议，完善标准的征求意见稿，修订后形成预审稿，**并将标准预审稿、编制说明、意见汇总等（电子版）发送至稀土标委会秘书处。

2、征求意见阶段

项目开展以来，对主要的生产企业进行了实地调研，并以电话、咨询等形式对江西、江苏等地区的企业进行了了解。在上述工作的基础上，经逐步修改完善，于2022年2月形成《钆铁合金》征求意见稿。2022年3月，项目牵头单位通过邮件形式对《钆铁合金》标准进行征求意见。**本标准发送《征求意见稿》的单位数42个，包括项目参与单位在内的回函单位数12个，回函并有建议或意见单位数9个**。专家提反馈的主要意见如下：

1. 参照GB/T 1.1的要求，对照修改封面内容；
2. 部分修改前沿，表述更加规范、修改内容更加清晰；
3. 修改规范性引用文件，考虑将引用XB/T 616修改为GB/T 26416；
4. 引用GB 39176稀土产品的包装、标志、运输和贮存 标准；
5. 增加牌号GdFe-71钆铁合金产品的分类，即GdFe-71A和GdFe-71B分别为熔配法和一次电解法产品，氧含量依次为0.05%和0.03wt.%；
6. 调整钆铁合金产品中Ni的含量，非稀土杂质Ni小于0.02%建议修改为小于0.01%；
7. 钆铁合金中稀土含量的表示方法写为>\*\*~\*\*，有歧义；
8. 钆铁合金的稀土总量、稀土杂质、非稀土杂质的测定方法由XB/T 616修改为GB/T 26416；
9. 修改化学成分检验的取样方法。

征求意见范围广泛且具代表性，项目编制组根据征求到的专家意见对《征求意见稿》进行修改完善，于2022年3月形成了《钆铁合金》（预审稿）。

3、预审会

全国稀土标准化技术委员会于2022年3月30日召开第二次标准工作会议（网络会），会上对有研稀土新材料股份有限公司牵头起草的《钆铁合金》标准进行了预审，与会代表对该标准的预审稿、编制说明等预审阶段材料进行了认真的讨论，现将与会专家的意见和建议（除编辑性问题）汇总如下：

（1）确定下GB/T 26416.7、GB/T 26416.8标准修订完成时间，钆铁合金标准是否直接引用。

（2）广泛征求生产单位和应用单位的意见，若市场上没有GdFe-75牌号产品，建议删除该牌号。

（3）表1中Fe的化学成分建议“余量”修改为具体范围值；

（4）表1中“稀土杂质合量/RE”修改为“稀土杂质合量”，同时将各牌号中稀“稀土杂质合量/RE不大于0.5%”修改为“稀土杂质合量不大于0.4%”；

（5）表1中各牌号的Mg含量不大于0.01%、Ni含量不大于0.02%，与会专家认为Mg、Ni杂质含量依次修改为0.005%和0.001%对钕铁硼的性能没有实质性改变，故建议不修改；C含量不大于在0.05%，不建议修改为0.05%，其原因是与会专家认为虽然C是钕铁硼磁体比较关心的有害杂质，希望越低越好，但从生产角度考虑，若C含量控制0.03%以下，钆铁合金产品的合格率会严重下降，则产品相应的价格自然会增加，与钕铁硼选用GdFe合金降低生产成本的初衷相违背，因此建议C含量仍保持不大于0.05%值不变。

（6）试验方法中稀土杂质含量的分析方法与钆的相对纯度的分析方法相互调换下顺序，先是稀土杂质含量的分析方法。

（7）与会专家认为测试氧含量时，需要增加惰性气体下进行取样，但部分代表认为，在惰性气氛下就进行取样的操作不切合实际，执行起来比较困难。

4、送审稿征求意见

预审会后，以微信方式在钆铁合金标准项目工作群中对预审会专家提出的关于“牌号设立、稀土杂质含量及取制样方法”进行了调研及征求意见：

（1）国内主要生产企业均表示市场上目前不存在RE含量74wt.%以上的钆铁合金产品，故删除Gd-74以上的牌号产品。

（2）原标准稀土杂质/RE修改为RE，同时RE建议修改为0.4。

（3）在实际各取样过程中，分析氧含量的样品建议在充满惰性气体保护的情况下进行取样品。

在上述工作的基础上，经逐步修改完善，于2022年4月形成《钆铁合金》预审稿征求意见稿。2022年4月14日，本标准发送《征求意见稿》的单位数15个，包括项目参与单位在内的回函单位数15个，回函并有建议或意见单位数2个。专家提反馈的主要意见如下：

（1）表1 中稀土杂质合量按预审会专家建议由相对含量改为绝对量表示后，其数值应取其下限为宜，才能保证Gd/RE不小于99.5%。建议稀土杂质分别为0.36%、0.35%、0.34%，或取中间值统一为0.35%。

（2）引用文件 GB/T 39176 放在末尾，按文件序号由小到大排列。且不应注日期，文中未引用主日期的文件。

（3）建议Fe量不采用“余量”，而是规定上限值的方式，如 牌号GdFe-73 Fe≤28；牌号GdFe-71 Fe≤30；牌号GdFe-69 Fe≤32，因为标准中仅列出了部分非稀土杂质，所以铁写余量不合适，除非规定了其他所有的非稀土杂质含量，铁的余量值才有参考意义。在生产企业实际控制中，铁的检测是一个很重要的指标，而且铁的检测简单快速误差小（可控制0.2%之内），稀土总量需要草酸盐重量法，方法繁杂且结果波动大易偏低，不易于做为生产过程的关键指标。

（4）表述上均增加产品中。。。的分析方法按。。。

二、标准编制原则、主要内容及其确定依据

1、本标准起草过程中遵循以下原则：

（1）本标准是根据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》和GB/T 20001.4-2015《标准编写规则 第4部分：试验方法标准》的要求进行编写的；

（2）充分满足市场要求的原则；

（3）划繁就简的原则；

（4）有利于创新发展的原则。

2、主要技术内容及其确定的依据：

本文件规定了钆铁合金的要求、试验方法、检验规则、包装、运输、标志、贮存及随行文件。本文件适用于电解法、熔配法生产的钆铁合金，主要用于制备钕铁硼等高性能稀土永磁材料。本标准技术指标按各钆铁合金生产厂习惯与用户使用要求化繁就简，抓主要关键指标，以追求经济合理性和可操作性。本文件代替XB/T 403-2012《钆铁合金》，与XB/T 403-2012相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

（1）修改了钆铁合金产品的检测方法，将引用XB/T 616修改为GB/T 26416

在稀土铁合金产品化学成分分析领域，我国目前现行有效的分析标准包括GB/T 26416-2010《镝铁合金化学分析方法》、XB/T 616-2012《钆铁合金化学分析方法》、XB/T 621-2016《钬铁合金化学分析方法》、XB/T 623-2018《铈铁合金化学分析方法》、XB/T 624-2018《钇铁合金化学分析方法》。2021年度， GB/T 26416《稀土铁合金化学分析方法》标准以GB/T26416-2010为基础，合并了XB/T 616-2012、XB/T 621-2016、XB/T 623-2018、XB/T 624-2018等标准，最后形成对镧铁、铈铁、镧铈铁、钕铁、镝铁、钆铁、钬铁和钇铁等稀土铁合金中稀土总量、稀土杂质和非稀土杂质的综合分析方法标准系列。经修订的方法标准引用了先进的检测方法，覆盖了钆铁产品，为稀土铁合金化学成分的测定提供了快捷、准确的方法规范，具有良好的操作性。因此，修订现有《钆铁合金》中产品的检测方法，将引用XB/T 616修改为GB/T 26416，并相应修改规范性引用文件。

（2）将钆铁合金产品按化学成分分为3个牌号（085075、085072、085069）修改为按化学成分分为GdFe-73、GdFe-71、GdFe-69三个牌号

项目组调研了国内主要钆铁合金生产企业生产情况，包括江西南方稀土、虔东稀土、晨光稀土、江苏金石、东进稀土等公司，目前钆铁合金产品主要调整了产品中Gd的指标，其它指标未出现大的变动。目前，生产的钆铁合金产品覆盖了Gd含量从68wt.%至74wt.%的所有产品，市场上未见74wt.%以上产品供应。因此，相比原有3个牌号（085075、085072、085069），钆铁合金技术指标变化原因有以下两方面：

1）一次钆铁合金产品外观质量效果提升明显。原生产74以上金属，外观表面夹杂熔盐较多，在进行抛光处理时损耗达1%，另在下游磁材客户熔炼时，造渣量也大，影响收率，现将工艺调整，改善金属外观，夹杂盐明显减少，抛光后处理过程中损耗在4‰内。

2）节能降耗，生产成本降低。原生产75以上钆铁合金，单炉产量160Kg/D，电耗将近8200度/吨，且金属外观夹杂熔盐较多，需要进行二次熔炼增加了生产成本，同时也给下游磁材客户增加采购原材料成本，为避免二次熔炼，改善金属外观，进行长期的生产工艺调整，生产70~72，单炉产量可达230Kg/D，实际电耗7050度/吨；生产72~74，单炉产量可达200Kg/D，实际电耗7500度/吨。

3）稀土总量成分波动±1%，保持与原有标准一致。通过调查多家用户，都希望稀土含量要稳定，以便在后续制备钕铁硼材料时计算钆铁合金加入量。±1%的成分波动范围是行业惯例，也体现了生产厂家的质量水平，不宜放宽要求。

4）钆铁合金产品不分电解或重熔合金产品，保持与原有标准一致。通过调查不同生产厂家，用户只关心产品的成分，不关心用什么工艺生产的，没必要按工艺划分产品牌号。镝铁合金的国家标准中也没有按照生产工艺划分产品牌号。

表2 钆铁合金化学成分

|  |  |
| --- | --- |
| 产品牌号 | 化学成分（ 质量分数）/ % |
| RE | Fe | Gd/RE不小于 | 杂质含量，不大于 |
| 稀土杂质合量 | 非稀土杂质 |
| Si | Ca | Mg | Al | Mn | Ni | C | O |
| GdFe-73 | 72≤RE＜74 | ≤28 | 99.5 | 0.35 | 0.05 | 0.01 | 0.01 | 0.05 | 0.05 | 0.02 | 0.05 | 0.03 |
| GdFe-71 | 70≤RE＜72 | ≤30 | 99.5 | 0.35 | 0.05 | 0.01 | 0.01 | 0.05 | 0.05 | 0.02 | 0.05 | 0.03 |
| GdFe-69 | 68≤RE＜70 | ≤32 | 99.5 | 0.35 | 0.05 | 0.01 | 0.01 | 0.05 | 0.05 | 0.02 | 0.05 | 0.03 |

（3）修改了产品取样与制样

化学成分分析取样时，首选将试样打磨干净。分析氧含量时，在惰性气氛保护下从合金锭中间位置截取试样，取样量不少于10g；分析其他杂质含量时，用直径5~10mm的钻头在合金锭上、下两面等距离处各钻取3点以上，弃去距锭块表面0.5mm~1.0mm的钻屑，然后以小于50r/min的转速钻取试样，取样量不少于10g，将取好的试样迅速混匀缩分至所需数量，并立即密封保存。取样过程应防止样品氧化。

（4）修改了“ 标志、包装、运输、贮存及随行文件”

引用GB 39176 稀土产品的包装、标志、运输和贮存 标准。产品的标志、包装、运输、贮存应符合GB 39176的规定。如需方对包装有特殊要求，可由供需双方协商确定。每批产品应附有随行文件，其中应包括质量证明书，质量证明书应符合GB 39176的规定。

三、试验验证的分析、综述报告，预期达到的社会效益

本标准方法的建立可进一步促使有限的稀土元素的利用价值得到更好的拓展，进一步规范并提高稀土企业的生产能力、产品品质及全国同行的实际生产、引导全球范围内的实际贸易市场，本标准修订对产业发展具有一定的支撑作用。

四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况

目前，国外还没有生产钆铁合金的报道，也无对应的国际标准。本标准是根据我国实际生产使用情况制定的，其整体内容达到国际先进水平。建议作为推荐性行业标准发布实施。

五、采标情况，以及是否合规引用或采用国际国外标准

经查，本标准的制订与现有的标准及制订中的标准协调配套，无重复交叉现象。

六、与有关法律、法规的关系

本标准本文件按照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》的规定起草。本标准与现行法律、法规和相关标准相协调、无冲突。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

无重大分歧。

八、涉及专利的有关说明

本标准未涉及相关知识产权。

九、贯彻国家标准的要求，以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期的建议等措施建议

十、其他应当说明的事项

无。

 标准编制工作组

2022年4月18日