

行业标准《粗氢氧化镓》编制说明

（审定稿）

一、工作简况

1. 任务来源

根据 2025 年 12 月 12 日工业和信息化部办公厅工信厅科函〔2025〕528 号关于印发《2025 年第五批行业标准制修订和外文版项目计划》的要求，有色金属行业标准《粗氢氧化镓》编制项目由全国有色金属标准化技术委员会归口，计划编号：2025—1367T-YS，项目周期为 12 个月，完成年限为 2026 年 12 月，由深圳市中金岭南有色金属股份有限公司丹霞冶炼厂、深圳市中金岭南有色金属股份有限公司、广东先导稀材股份有限公司、矿冶科技集团、广东省科学院资源利用与稀土开发研究所、江西理工大学、广州华储有色金属有限公司，江西恩凯金属科技有限公司、成都先进金属材料产业技术研究院股份有限公司、广西华银铝业有限公司等负责起草。

2. 背景

粗氢氧化镓作为稀散金属镓生产的关键中间产物，是当代高新技术产业发展的重要支撑材料。其来源广泛，主要涵盖氧化铝拜耳法碱液吸附回收、锌冶炼（如含镓锌精矿经加压氧浸—中和置换得到锌置换渣，再经二次溶出—萃取制备）、煤灰（如煤矸石处理后的煤灰酸浸萃取）等物料的综合回收过程；此外，还可从铅锌冶炼副产物、硫化铜矿浸出渣、闪锌矿浮选精矿以及钒钛磁铁矿冶炼烟尘等含镓物料中，通过酸浸—萃取—反萃—中和沉淀等工艺进行综合回收。具体而言：氧化铝拜耳法工艺是将铝土矿经高温高压碱溶后，镓以镓酸钠形式进入循环母液，借助离子交换树脂吸附或有机溶剂萃取实现选择性分离，再经酸或碱反萃，最终通过中和沉淀获得粗氢氧化镓；锌冶炼工艺针对含镓锌精矿，采用加压氧浸使镓进入溶液，经中和置换得到富镓锌置换渣，该渣再经二次酸浸溶出、溶剂萃取富集、反萃后中和沉淀制得产品；煤灰回收工艺是将含镓煤矸石或煤炭燃烧后的煤灰进行酸浸，使镓进入浸出液，再通过萃取、反萃、中和沉淀制备粗氢氧化镓；对于铅锌冶炼副产物（如铅锌烟尘、浸出残渣）、硫化铜矿和闪锌矿冶炼过程中富集于浸出渣或净化渣的镓，同样可采用类似的酸浸—萃取流程进行回收并制得粗氢氧化镓。镓在信息通讯、新能源、现代航空、现代军事等高新技术领域具有广泛应用，中国作为全球镓资源的重要供给国——2020 年全球原生镓产量为 327 吨，其中中国产量达 317 吨，占比高达 97%。随着新能源、新材料等领域的快速发展，国内金属镓生产能力不断增强，从各类物料中综合回收镓金属具有重要的战略意义。

粗氢氧化镓作为金属镓生产的直接原料，以沉淀物形式从含镓溶液中分离富集，能够满足镓电积生产的需求。无论是在铝冶炼过程中通过碱液吸附制备金属镓，还是从锌冶炼物料、煤灰等中综合回收镓，粗氢氧化镓均为不可或缺的中间产品。然而，目前国内外均缺乏专门针对粗氢氧化镓的产品标准：国家标准《镓》(GB/T 1475 - 2022) 仅对金属镓产品进行规范，未涉及粗氢氧化镓的质量要求；现有的部分企业标准仅适用于自主生产，其技术内容与范围存在差异，无法形成有效的统一规范。不同原料来源的粗氢氧化镓杂质组成差异显著：以锌冶炼渣为原料的产品含有 Fe、Pb、Zn、Cu、Ni、Al、Ca、In、Hg、Si、Cd、Mg 等杂质；以煤灰为来源的产品含有 Si、Al、Fe、Ca、Mg 等杂质；以铝冶炼过程（如氧化铝拜耳法循环母液吸附解析后沉淀）制备的产品主要含有 Al、Na、Ca、Si、Fe 等杂质；以钒钛磁铁矿冶炼烟尘为原料的产品则含有 V、Ti、Fe、Al、Ca、Mg 等杂质；从铅锌冶炼副产物、硫化铜矿浸出渣、闪锌矿浮选精矿等其他含镓物料中回收的产品，其杂质组成因原料而异，常见杂质还包括 Ge、Ni、Cu、Pb、Zn、In、Cd、Hg、Cr、Mn 等。这些杂质含量直接影响电积金属镓的品质。2023 年 7 月 3 日，经国务院批准，我国对镓相关物项实施出口管制，这进一步凸显了制定粗氢氧化镓标准的必要性。

基于上述背景，制定粗氢氧化镓产品标准以规范其产品分类与质量要求，明确化学成分（镓含量及杂质限量）、水分、粒度等指标参数及检验方法，符合《新产业标准》《标准化领航工程实施方案（2023 - 2035 年）》《“十四五”工业绿色发展规划》等对相关材料及其关键技术的发展需求。与此同时，构建并完善粗氢氧化镓在质量、试验方法、检验、标志、包装等方面的质量保证体系，能够对其生产、使用、贮存、运输及应用等环节实施有效规范，为金属镓电积生产提供稳定且合格的原料。这对于保障镓产品质量、推动技术进步、提高资源回收利用率、节约镓资源、保护环境、满足出口管制要求以及提升企业经济效益均具有重要价值。

3. 主要参建单位和工作组成员及其所做的工作

丹霞冶炼厂是一家集有色金属矿产品、冶炼产品、深加工产品、综合利用产品等的生产、加工、销售为一体的高新技术企业，公司长期致力于锌冶炼及稀贵金属综合回收领域的研发与生产，具有深厚的技术基础。公司拥有独特的锌氧压浸出工艺，引进加拿大 Dynatec 公司先进技术，是国内首家大规模采用该工艺并综合回收镓、锗等稀散金属的环保型锌冶炼企业，具有回收率高、能耗低、环保性能优越的特点；公司已建立成熟的锌冶炼渣综合回收生产线，生产工艺稳定，装备先进，试验检测设备完

善，目前锌锭年产能 14.8 万吨、硫黄 4.5 万吨、硫酸 6.1 万吨、硫酸锌晶体 2 万吨，并于 2016 年实现锌冶炼渣综合回收镓、锗、铜、铟金属，渣处理系统年产铅锭 11.58 万吨、粗铜 1182 吨、银锭 120 吨、铅铋合金 158 吨、次氧化锌 4.17 万吨、工业硫酸 25 万吨。综合处理各类危废 28.7 万吨/年，实现含铅原料及危废中有价金属的高效回收，以及烟气、废水的无害化达标排放，产品质量和技术经济指标处于行业领先水平，工厂拥有专利 80 余项，承担参与国家科研项目 5 项，获得省部级以上科技进步奖 6 项，锌锭产品“南华”牌获“2018 年广东省名牌产品”称号，2017 年入选国家首批绿色制造体系（绿色工厂）示范名单，2021 年被工信部列为符合《铅锌行业规范》企业名单（第一批）。作为标准起草的牵头单位，中金岭南有色金属股份有限公司丹霞冶炼厂在工作前期，对粗氢氧化镓产品类别和现阶段国内外产品现状进行了充分的调研和梳理，制定了系统的研究方案。在标准制定过程中，负责项目的总体实施和策划，积极组织各参编单位收集并认真研究国内外相关技术标准资料，结合生产实际，充分调研现场实际情况，收集实测数据，编制实测数据统计表，认真细致地修改标准文本。

深圳市中金岭南有色金属股份有限公司丹霞冶炼厂、深圳市中金岭南有色金属股份有限公司、广东先导稀材股份有限公司、矿冶科技集团、广东省科学院资源利用与稀土开发研究所、广州华储有色金属有限公司、江西恩凯金属科技有限公司、成都先进金属材料产业技术研究院股份有限公司、广西华银铝业有限公司等负责起草单位积极参加标准调研工作，配合主编单位开展大量的现场调研、各种试验工作，为本标准提供国内外客户意见反馈和真实有效的基础数据。本文件主要起草人及工作职责见表 1。

表 1 主要起草人及工作职责

起草人	工作职责
张伟	负责标准的工作指导、标准的编写、试验方案确定及组织协调
高艳芬	负责标准中相关技术要求内容的编写及把关
杨平、邓磊、张俊峰、	负责试验方案确定，标准编写材料的收集
李尚卷、汪胜东、苗海志、李裕、朱赞芳、姜洋、秦治峰、胡立、廖文讯、邹强	负责提供企业的现场调研及配合标准编写开展现场试验验证及数据积累
段丽娟、高远、毛寒成、岑春笋、刘付朋	提供理论支撑，并对国内外粗氢氧化镓相关标准对比提供支持
谢爱城、张珞	提供检测服务，整理实验验证数据和对比分析验证数据

4. 工作过程

4.1 预研阶段

2024 年 5 月,深圳市中金岭南有色金属股份有限公司丹霞冶炼厂成立行业标准《粗氢氧化镓》编制小组,对国内粗氢氧化镓的生产及应用现状进行调研,了解国内粗氢氧化镓的制备技术水平、检测及市场应用情况,开展现场试验验证,与企业技术人员、客户深入讨论标准的技术要求。根据调研情况,整理并编制形成了《粗氢氧化镓》行业标准项目建议书、标准草案及标准立项说明等材料。

4.2 立项阶段

(1) 2024 年 10 月,深圳市中金岭南有色金属股份有限公司丹霞冶炼厂向全国有色金属标准化技术委员会提交《粗氢氧化镓》的标准项目建议书、标准草案及标准立项说明等材料,经全体委员会会议讨论同意《粗氢氧化镓》行业标准立项,由全国有色金属标准化技术委员会转报上级单位。

(2) 2025 年 12 月,工业和信息化部下达制订《粗氢氧化镓》行业标准的任务,计划编号:2025-1367T-YS,项目周期为 12 个月,完成年限为 2026 年 12 月,技术归口单位为全国有色金属标准化技术委员会。由深圳市中金岭南有色金属股份有限公司丹霞冶炼厂、广东先导稀材股份有限公司、深圳市中金岭南有色金属股份有限公司、矿冶科技集团、广东省科学院资源利用与稀土开发研究所、成都先进金属材料产业技术研究院股份有限公司等负责起草。

4.3 起草阶段

本标准编制标准,在起草阶段进行了大量的数据收集,同时兼顾全国粗氢氧化镓生产厂家的现状。

(1) 2025 年 12 月,成立标准编制组,并明确了工作的职能和任务。

(2) 2025 年 12 月~2026 年 1 月,对粗氢氧化镓使用状况进行了相关资料的收集和总结,并对相关的技术资料进行了对比分析。

(3) 2026 年 2 月~2026 年 3 月,对粗氢氧化镓的相关资料进行分析和总结,并查阅相关的国内外标准进行调研,对产品化学成分、物理性能等指标参数逐一进行了重新核实,经标准编制工作组汇总及修改,结合产品特性,形成了《粗氢氧化镓》的讨论稿,并进行了广泛的征求意见。

(4) 2026 年 3 月 18 日由全国有色金属标准化技术委员会主持,在浙江省绍兴市召开了有色金属标准工作会议,来自宝钛集团有限公司、西北稀有金属材料研究院宁夏有限公司、赣州有色冶金研究院有限公司、西安瑞福莱钨钼有限公司、有研资源环

境技术研究院（北京）有限公司等多家单位专家对本标准（讨论稿）进行了认真、细致的讨论，提出了修改意见及建议。标准编制组及时对讨论稿进行了修改，形成《粗氢氧化镓》征求意见稿。同时，编制组根据征求意见稿规定的性能要求及试验方法启动了验证工作。

（5）2026年5月19日在湖南省衡阳市召开的轻、重、稀有、粉末标准工作会议上对《粗氢氧化镓》标准文件进行了预审，西部兴锌等与会单位及专家对标准的技术要求、试验方法及检验规则章节内容提出了建议。根据衡阳会议要求，编制组对《粗氢氧化镓》标准进行修改后，进行意见征求，发出意见20份，收到反馈18份，2家单位无回复，共收集到了16条意见（见意见汇总表）。

根据收集到的行业内相关意见，编制组对标准文稿进行了进一步修改，再次形成送审前的征求意见稿，并发函相关单位征求意见。

4.4 征求意见阶段

本标准将通过召开专题会议、发送标准邮件、在标委会网站上公开挂网等多种形式和办法进行广泛的征求意见。

二、标准编制原则

1、原则性

本着与时俱进、切合实际、合理利用资源、促进科技进步、促进产业升级与产品结构调整、满足市场需要、使供需双方公平受益、获取最大社会综合效益的基本原则。标准的制定格式严格按照 GB/T 1.1《标准化工作导则 第1部分：标准的结构与编写规则》的规定进行。

本标准在制定时主要遵守四大原则：

- （1）积极采用国际标准和国外先进标准；
- （2）有利于促进技术进步，提高产品质量；
- （3）有利于合理利用资源；
- （4）符合用户要求，保护消费者利益，促进对外贸易。

2、合理性

当前国内粗氢氧化镓的生产单位有中金岭南有色金属股份有限公司丹霞冶炼厂、广东先导稀材股份有限公司、矿冶科技集团、广东省科学院资源利用与稀土开发研究所、江西理工大学、广州华储有色金属有限公司、江西恩凯金属科技有限公司。成都先进金属材料产业技术研究院正处在试验研究阶段，预计2028年投入生产。编制小组在对国内外市场应用领域和国内主要生产厂家充分调研的基础上制定本标准，收集

对比了大量的实测数据，产品的技术指标均得到了响应和印证，确保合理性。本标准的制定，能够有效统一粗氢氧化镓产品的质量，充分反映了当前国内粗氢氧化镓行业内各企业的技术水平和应用水平，适宜应用。

3、先进性

通过本标准的制定，将对国内粗氢氧化镓生产企业和相关行业的技术进步起到积极作用。本标

准涉及内容的技术水平达到国内先进水平。

三、标准主要内容的确定依据及主要试验和验证情况分析

1、确定标准主要内容的论据

本文件是新制定的行业标准。主要是在对市场需求和国内粗氢氧化镓的实际生产水平充分调研的基础上，对产品的范围、分类、技术要求等内容进行了规定。

2、标准内容确定的论据

2.1 分类和标记

粗氢氧化镓产品主要来源于铝回收工艺、锌冶炼渣、含镓废料回收提纯工艺，以及工业镓金属制备领域。由于不同来源的产品在后段回收提纯镓金属的工艺处理情况不同，对镓含量和杂质含量的要求也有所差异，因此依据主含量（镓）将产品分为两个品级。

本标准主要规定镓和砷的含量，原因如下：

规定镓含量：镓是粗氢氧化镓产品的主成分，是衡量产品品级的核心指标。

规定砷含量：为防止在买卖过程中向粗氢氧化镓产品中人为添加砷化镓等废料，这类废料会在后段生产提纯镓金属时产生含砷废水、废气，对环境造成危害。

其他杂质元素（如 Fe、Pb、Zn、Cu、Ni、Al、Ca、In、Hg、Si、Cd、Mg 等）在回收生产镓的前一道工序中较易被分离去除，因此不作为主要控制元素。详细分类见表 2。

表2 粗氢氧化镓品级 （质量分数）/%

产品	品级	镓含量	砷含量	用途
粗氢氧化镓	一级品	≥30.0	≤0.2	生产、提纯镓金属
	二级品	15—30	≤0.5	生产、提纯镓金属

2.2 技术要求

2.2.1 化学成分

化学成分是粗氢氧化镓的关键技术指标，针对不同工艺的实际需求，我们对不同品级的粗氢氧化镓进行全元素分析，结合生产商、客户和贸易商、分析检测单位等相关方的需求，确定化学成分标准。粗氢氧化镓的化学成分应符合表 3 的规定，未涉及元素含量由供需双方根据实际需求自行协商。

表 3 化学成分及杂质含量（质量分数/%）

品级	镓含量	砷含量
一级品	≥ 30.0	≤ 0.2
二级品	15~30	≤ 0.5

2.2.2 水分含量

因产品特性，对粗氢氧化镓的水分没有严格要求，但考虑水分过高不利于包装及运输，如有特殊要求，由供需双方协商确定。

2.2.3 外观质量

产品呈灰白、土黄色块状，颜色均匀，无目视可见夹杂物。

3、主要试验（或验证）情况分析

本文件经过了大量实物供应及数据验证，针对粗氢氧化镓产品，要按本标准规定的方法对主要技术指标进行验证。

3.1 检测方法的选择

粗氢氧化镓砷元素的检测按 **GB/T 3884.18-2023** 《铜精矿化学分析方法 第 18 部分：砷、锑、铋、铅、锌、镍、镉、钴、铬、氧化铝、氧化镁、氧化钙含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法》方法，粗氢氧化镓镓金属采用经典的 Na_2EDTA 络合滴定法，通过加入过量 Na_2EDTA 与镓离子完全络合，再用锌标准溶液返滴定的方式测定镓含量。同时，采用电感耦合等离子体发射光谱仪（ICP-OES）测定滤液中的锌含量及沉淀中残留的镓含量，并对滴定结果进行校正。这种“化学滴定+仪器校正”的双重保障机制，有效消除了操作和基体干扰带来的误差，确保了最终结果的准确性。该方法具有以下优点：

1) 抗干扰能力强，适用性广

粗氢氧化镓成分复杂，含有铁、铅、铟、铜等多种杂质离子。该方法通过加入氢氧化钠溶液，使铁、铅、铟等杂质以沉淀形式与镓分离，从源头消除了主要干扰。此

外,方法测定范围 5%~50%,完全覆盖了粗氢氧化镓产品的典型含量区间,适用性强。

2) 操作规范,易于标准化

该方法对试剂配制(如氟化铵、锌标准溶液等)、仪器参数(如 ICP-OES 的波长选择)及分析步骤(如溶解、沉淀、滴定)均作出了详细规定。这种高度的标准化使得该方法易于在不同实验室间推广和复现,为制定行业标准提供了良好基础。

3) 精密度良好,数据可信

文件明确给出了方法的重复性限(r)和再现性限(R),并要求在重复性条件下两次独立测试结果的绝对差值不超过重复性限。这表明该方法具有良好的精密度,能够为质量控制提供稳定、可信的分析数据。

4) 综合成本较低

与完全依赖大型仪器(如 ICP-MS)的方法相比,该方法主要依靠常规化学滴定,仅在校正环节使用 ICP-OES。这种设计在保证准确度的同时,降低了对高端仪器的依赖和日常运行成本,更适合在工厂实验室等常规检测场景中推广使用。

3.2 技术要求验证

3.2.1 化学成分验证

针对粗氢氧化镓,按照本标准规定的方法,对技术指标化学分析进行了验证,验证数据表见表 4—表 14。

表 4 一级品 从锌冶炼渣中制备粗氢氧化镓化学成分验证表(质量分数/%)

批号	H ₂ O	Ga	As	Pb	Ge	Cu	Fe
1	66.22	32.9	0.0005	0.019	0.097	0.059	0.47
2	65.93	35.47	0.0005	0.0005	0.14	0.018	0.43
3	61.21	30.9	0.15	0.032	0.42	0.011	0.3
4	61.8	31.42	0.048	0.036	0.0005	0.048	0.82
5	67.3	30.06	0.077	0.0038	0.0005	0.057	0.3
6	63.83	30.57	0.011	0.0005	0.31	0.0068	0.7
7	68	34.5	0.063	0.06	0.19	0.087	0.55
8	63.67	34.71	0.0032	0.0085	0.14	0.014	0.42
9	64.79	31.44	0.014	0.011	0.018	0.013	0.48
10	63.61	34.86	0.0005	0.011	0.11	0.024	0.72
11	63.98	34.5	0.0005	0.095	0.67	0.022	1.01
12	54.34	33.92	0.025	0.0005	0.1	0.0005	0.63
13	61.76	30.97	0.071	0.0005	0.25	0.0005	0.73
14	67.25	36.36	0.08	0.0005	0.015	0.0005	0.88
15	65.57	35.07	0.0005	0.099	0.48	0.035	1.01
16	69.09	34.21	0.0005	0.083	0.53	0.036	0.93
17	66.54	33.27	0.068	0.034	0.13	0.019	0.9
18	64.72	30.31	0.0005	0.0005	0.0005	0.0059	0.64
19	64.05	31.18	0.0005	0.0005	0.0005	0.0053	0.72
20	65.69	32.55	0.037	0.053	0.49	0.0052	0.64

批号	H ₂ O	Ga	As	Pb	Ge	Cu	Fe
21	71.03	30.85	0.0005	0.0005	0.2	0.027	0.78
22	68	31.77	0.0005	0.0005	0.4	0.022	0.66
23	63.22	30.72	0.035	0.051	0.54	0.017	0.94
24	62.18	31.92	0.029	0.071	0.4	0.028	0.79
25	67.69	33.46	0.018	0.013	0.085	0.0048	0.68
26	64.96	33.62	0.094	0.0006	0.0005	0.043	0.92
27	64.32	32.78	0.092	0.0089	0.034	0.0005	0.49
28	62.37	31.64	0.0005	0.0005	0.13	0.0031	0.5
29	69.18	36.1	0.0005	0.016	0.0005	0.021	0.66
30	60.71	30.95	0.0005	0.0045	0.07	0.02	0.91
31	63.27	31.78	0.092	0.0005	0.0005	0.045	1.19
32	65.81	30.68	0.0031	0.0005	0.0005	0.01	0.57
33	62.32	33	0.05	0.034	0.49	0.0086	0.67
34	65.39	30.22	0.065	0.0005	0.15	0.0042	0.58
35	65.04	33.23	0.0009	0.0012	0.0005	0.005	0.503
36	61.49	30.75	0.079	0.062	0.32	0.027	0.6
37	57.19	30.04	0.11	0.061	0.38	0.026	0.61
38	63	36.07	0.15	0.035	0.41	0.048	1.18
39	65.74	34.88	0.025	0.0044	0.73	0.034	1.36
40	65.18	33.07	0.32	0.042	0.14	0.014	0.69

表 5 一级品 从锌冶炼渣中制备粗氢氧化镓化学成分验证表（质量分数/%）

批号	H ₂ O	Ga	As	Pb	Ge	Cu	Fe
1	61.02	31.28	0.0005	0.015	0.018	0.0075	0.38
2	61.99	34.02	0.07	0.072	0.021	0.023	0.63
3	64.46	37.98	0.055	0.063	0.33	0.027	0.83
4	65.75	32.28	0.0005	0.0005	0.76	0.012	0.59
5	71.83	34.64	0.073	0.0005	0.58	0.019	0.96
6	71.27	39.08	0.024	0.0005	0.58	0.0005	0.85
7	67.78	30.34	0.0005	0.0005	0.041	0.026	0.16
8	66.67	30.38	0.025	0.16	0.7	0.017	1.28
9	62.37	32.7	0.073	0.0005	0.0005	0.019	0.82
10	59.25	31.26	0.072	0.0005	0.0005	0.013	0.61
11	61.7	32.42	0.0076	0.0005	0.0005	0.0008	0.57
12	63.67	35.25	0.024	0.0008	0.0005	0.039	1.16
13	63.91	30.55	0.0083	0.014	0.0005	0.011	0.37
14	72.82	31.62	0.041	0.009	0.14	0.025	1.02
15	70.65	32.03	0.0005	0.0064	0.11	0.025	0.28
16	63.79	32.15	0.0005	0.02	0.3	0.021	0.54
17	66.77	30.96	0.0005	0.063	0.58	0.018	1.14
18	70.73	36.96	0.0005	0.0005	0.26	0.0048	1.38
19	69.41	36.93	0.0005	0.022	0.29	0.13	1.26
20	69.85	37.71	0.07	0.061	0.51	0.023	1.24
21	66.1	36.47	0.033	0.06	0.31	0.018	1.2
22	63.28	33.03	0.0005	0.053	0.0005	0.014	0.47
23	64.61	38.91	0.12	0.075	0.0005	0.026	0.39
24	63	31.47	0.033	0.036	0.25	0.015	1.04
25	65.37	31.33	0.0005	0.039	0.45	0.02	0.95
26	65.85	34.94	0.0005	0.037	0.26	0.021	1.01
27	64.72	31.99	0.0009	0.0005	0.41	0.0089	0.94
28	66.15	31.92	0.016	0.025	0.0005	0.0075	0.79
29	69.45	31.34	0.21	0.013	0.0005	0.057	0.38
30	66.87	35.15	0.05	0.038	0.55	0.025	0.94
31	63.28	33.77	0.082	0.027	0.62	0.009	0.61

批号	H ₂ O	Ga	As	Pb	Ge	Cu	Fe
32	70.64	44.04	0.0005	0.09	0.18	0.016	0.91
33	66.8	37.85	0.12	0.047	0.37	0.023	1.45
34	66.48	33.34	0.079	0.053	0.3	0.023	0.9
35	64.97	33.15	0.036	0.05	0.4	0.019	0.84
36	64.45	37.11	0.017	0.0005	0.0005	0.031	0.064
37	65.09	35.12	0.089	0.0005	0.0005	0.05	0.15
38	62.48	35.01	0.15	0.0005	0.0005	0.044	0.23
39	63.46	30.2	0.53	0.0005	0.0005	0.07	0.37
40	63.94	30.13	0.092	0.0005	0.0005	0.0053	0.0005

表 6 一级品 从铝冶炼渣中制备粗氢氧化镓化学成分验证表（质量分数/%/ppm）

批号	H ₂ O	Ga	Al	As	Zn	Ca	V	Fe
	%	%	%	ppm				
1	61.13	40.12	7.82	18	1023	759	924	808
2	61.12	36.02	10.63	24	731	697	474	570
3	60.55	34.61	8.94	3	699	766	460	373
4	60.62	37.15	6.86	8	760	909	798	615
5	62.03	36.08	8.35	38	928	873	1115	1235
6	65.31	36.85	7.95	27	694	703	531	470
7	64.13	36.22	6.94	6	1250	779	630	401
8	62.72	40.17	5.78	6	2010	774	1007	671
9	62.37	35.30	7.51	41	539	659	977	737
10	62.55	36.43	7.81	1	933	823	605	627
11	61.88	41.79	7.81	466	1056	837	14040	810
12	62.31	42.37	7.81	18	1104	809	1144	1055
13	63.59	38.24	6.60	27	1011	785	843	938
14	62.27	36.25	5.87	30	794	810	669	574
15	62.82	43.20	4.36	3	812	1489	1225	914
16	62.63	40.55	5.31	290	1053	930	1778	1213
17	63.54	35.72	7.66	7	834	747	808	1012
18	62.27	36.38	10.23	5	634	693	724	336
19	61.80	40.36	5.16	11	826	874	1201	573
20	61.79	40.91	5.45	14	1117	873	1291	711

表 7 一级品 从铝冶炼渣中制备粗氢氧化镓化学成分验证表（质量分数/%/ppm）

批号	H ₂ O	Ga	Al	As	Zn	Ca	V	Fe
	%	%	%	ppm				
1	61.79	38.24	7.95	12	1015	840	460	1211
2	64.24	36.25	6.94	13	1003	693	798	475
3	62.36	40.55	5.78	18	1050	752	1115	425
4	61.13	35.72	4.36	17	896	840	627	678
5	61.80	36.38	5.31	16	965	856	810	672
6	62.5	36.53	7.66	15	953	934	1055	830
7	62.3	34.90	10.23	22	1026	956	938	1053
8	64.8	37.15	5.16	23	969	921	574	938
9	63.5	36.08	5.45	23	958	778	914	929
10	62.4	36.85	6.94	25	788	856	1012	850
11	63.25	36.22	5.78	30	865	845	336	743
12	61.29	35.30	7.26	199	843	833	573	698
13	62.27	36.43	6.53	5	792	956	711	754

批号	H ₂ O	Ga	Al	As	Zn	Ca	V	Fe
	%	%	%	ppm				
14	62.55	41.79	5.28	23	546	930	808	596
15	61.88	36.02	6.24	11	643	1021	570	747
16	63.54	34.61	7.25	14	722	745	373	840
17	61.55	37.15	5.23	12	643	933	615	856
18	62.27	35.30	6.28	15	548	921	711	928
19	63.21	36.43	6.45	36	949	875	730	479
20	62.58	34.69	5.46	12	1021	873	925	1023

表 8 一级品：广州华储有色金属有限公司粗氢氧化镓化学成分验证表（质量分数/%）

批号	H ₂ O	Ga	批号	H ₂ O	Ga
	%	%		%	%
1	52.63	43.75	21	53.62	42.72
2	53.65	42.63	22	52.61	42.18
3	54.23	41.26	23	53.24	43.25
4	55.65	40.80	24	55.62	42.66
5	58.25	38.15	25	54.25	41.20
6	55.26	41.19	26	54.62	42.23
7	54.77	41.71	27	52.27	43.25
8	52.26	43.24	28	52.89	43.15
9	53.21	43.19	29	53.65	42.66
10	55.2	41.25	30	55.21	42.23
11	52.65	43.80	31	53.25	41.99
12	53.29	43.11	32	54.66	42.80
13	52.78	43.54	33	52.78	43.21
14	52.62	43.83	34	52.21	42.21
15	52.55	44.02	35	53.22	41.244
16	52.97	43.38	36	53.25	42.33
17	56.54	43.26	37	52.85	42.56
18	55.33	43.15	38	52.83	41.98
19	52.56	42.59	39	54.63	43.25
20	52.58	43.82	40	54.50	44.01
21	62.18	43.45	61	63.18	43.6
22	62.54	43.26	62	65.2	41.58
23	63.59	42.18	63	64.22	42.23
24	63.28	42.5	64	67.54	40.12
25	62.54	41.66	65	62.58	42.77
26	61.99	41.35	66	62.79	42.53
27	62.36	42.15	67	66.58	43.15
28	64.53	42.33	68	63.59	42.66
29	62.58	43.21	69	62.99	42.18
30	63.21	41.26	70	63.45	43.21
31	64.28	40.25	71	63.54	45.72
32	62.25	40.98	72	63.22	44.68
33	63.25	40.37	73	63.20	43.73
34	63.28	42.56	74	62.15	43.56
35	63.24	42.31	75	60.54	43.21
36	64.26	42.68	76	62.73	42.85
37	62.81	42.71	77	65.46	42.31
38	62.56	43.26	78	62.58	43.09
39	64.28	43.54	79	63.54	43.21
40	62.98	43.21	80	62.15	43.38

表 9 一级品 江西恩凯金属科技有限公司制备粗氢氧化镓化学成分验证表 (质量分数/%)

批号	H ₂ O	Ga	Al	Zn	Cu	Fe
1	59.88	50.74	0.095	0.0045	0.0014	0.025
2	60.21	50.28	0.063	0.0043	0.0012	0.016
3	58.54	50.03	0.075	0.004	0.0013	0.018
4	58.33	50.21	0.064	0.0038	0.0025	0.023
5	62.31	50.26	0.078	0.0027	0.0056	0.043
6	55.76	50.59	0.082	0.0052	0.0045	0.045
7	58.93	49.58	0.090	0.0026	0.0023	0.026
8	58.67	49.86	0.063	0.0056	0.0018	0.023
9	57.69	49.65	0.076	0.0035	0.0012	0.045
10	55.43	49.81	0.074	0.0033	0.0009	0.011
11	59.41	49.78	0.075	0.0043	0.0005	0.012
12	58.56	49.68	0.068	0.0024	0.0012	0.023
13	59.62	52.31	0.059	0.0018	0.0010	0.025
14	58.43	52.09	0.064	0.0035	0.0013	0.032
15	57.99	55.23	0.072	0.0018	0.0007	0.018
16	58.62	52.21	0.063	0.0012	0.0023	0.014
17	58.98	50.04	0.052	0.0013	0.0024	0.018
18	59.65	57.37	0.055	0.0014	0.0037	0.017
19	59.63	50.67	0.054	0.0014	0.0028	0.019
20	59.66	50.08	0.058	0.0016	0.0014	0.020

表 10 一级品 从钒钛磁铁矿中提取制备粗氢氧化镓化学成分验证表 (质量分数/%)

批号	H ₂ O	Ga	As	V	Zn	Cl	Cu	TFe
1	72.3	45.1	0.148	0.023	0.174	3.61	0.052	3.52
2	72.5	45.5	0.152	0.025	0.178	3.65	0.054	3.56
3	71.6	44.9	0.147	0.022	0.172	3.59	0.051	3.5
4	72.4	45.7	0.153	0.026	0.18	3.67	0.055	3.58
5	72.6	44.7	0.146	0.021	0.17	3.57	0.05	3.48
6	71.68	45.2	0.15	0.024	0.176	3.63	0.053	3.54
7	72.65	45.9	0.155	0.027	0.182	3.69	0.056	3.6
8	72.48	44.5	0.145	0.02	0.168	3.55	0.049	3.46
9	73.26	45.3	0.151	0.024	0.175	3.62	0.053	3.53
10	42.56	45.8	0.149	0.026	0.181	3.68	0.055	3.59
11	72.45	44.8	0.15	0.022	0.171	3.58	0.051	3.49
12	72.68	45.4	0.154	0.025	0.179	3.66	0.054	3.57
13	73.21	44.6	0.146	0.021	0.169	3.56	0.05	3.47
14	42.66	46	0.156	0.028	0.183	3.7	0.057	3.61
15	71.48	45	0.147	0.023	0.173	3.6	0.052	3.51
16	72.50	45.6	0.153	0.025	0.177	3.64	0.054	3.55
17	72.53	44.9	0.148	0.022	0.172	3.59	0.051	3.5
18	72.56	45.2	0.149	0.024	0.175	3.63	0.053	3.54
19	71.48	45.7	0.156	0.026	0.18	3.67	0.055	3.58
20	71.40	45.1	0.148	0.023	0.174	3.62	0.052	3.53

表 11 二级品 粗氢氧化镓化学成分验证表 (质量分数/%)

批号	H ₂ O	Ga	As	Pb	Ge	Cu	Fe
----	------------------	----	----	----	----	----	----

批号	H ₂ O	Ga	As	Pb	Ge	Cu	Fe
1	60.7	25.34	0.084	0.0005	0.0005	0.0079	0.29
2	64.76	27.79	0.0005	0.0005	0.024	0.0048	0.37
3	64.45	29.45	0.051	0.002	0.0005	0.005	0.61
4	61.65	29.57	0.026	0.0005	0.053	0.0005	0.35
5	57.49	26.82	0.034	0.0005	0.028	0.0044	0.52
6	66.22	32.9	0.0005	0.019	0.097	0.059	0.47
7	65.93	35.47	0.0005	0.0005	0.14	0.018	0.43
8	61.21	28.9	0.15	0.032	0.42	0.011	0.3
9	63.56	28.13	0.11	0.026	0.49	0.0077	0.29
10	60.97	26.13	0.069	0.023	0.24	0.0049	0.44
11	63.32	19.24	0.0005	0.0005	0.14	0.0005	0.19
12	63.36	16.95	0.0005	0.0005	0.36	0.0005	0.11
13	62.11	24.08	0.15	0.0005	0.0005	0.0091	0.31
14	65.75	25.76	0.033	0.0005	0.0005	0.016	0.4
15	66.97	26.73	0.0005	0.0007	0.69	0.0095	0.51
16	59.83	24.55	0.0005	0.014	0.053	0.0052	0.35
17	60.76	26.39	0.0062	0.014	0.28	0.013	0.24
18	58.07	29.05	0.025	0.017	0.21	0.011	0.48
19	62.32	27.58	0.0005	0.01	0.0005	0.039	0.34
20	65.25	29	0.0005	0.019	0.0005	0.063	0.44

表 12 二级品 粗氢氧化镓化学成分验证表（质量分数/%）

批号	H ₂ O	Ga	As	Pb	Ge	Cu	Fe
1	63.91	26.33	0.0005	0.03	0.0005	0.0086	0.44
2	71.97	27.29	0.039	0.0005	0.33	0.0071	0.85
3	63.61	27.5	0.063	0.0005	0.0005	0.0022	0.72
4	64.62	27.54	0.073	0.0005	0.18	0.0005	0.41
5	63.49	24.93	0.063	0.014	0.033	0.0087	0.55
6	64.15	25.56	0.052	0.054	0.18	0.059	0.65
7	64.52	28.64	0.0005	0.043	0.0005	0.017	0.66
8	62.98	25.36	0.0005	0.045	0.0005	0.022	0.51
9	61.8	31.42	0.048	0.036	0.0005	0.048	0.82
10	54.29	15.35	0.046	0.0072	0.062	0.0096	0.33
11	64.5	28.93	0.0005	0.0005	0.21	0.001	0.17
12	67.3	30.06	0.077	0.0038	0.0005	0.057	0.3
13	63.83	30.57	0.011	0.0005	0.31	0.0068	0.7
14	68	34.5	0.063	0.06	0.19	0.087	0.55
15	63.99	29.5	0.034	0.053	0.24	0.089	0.21
16	63.67	24.71	0.0032	0.0085	0.14	0.014	0.42
17	64.79	21.44	0.014	0.011	0.018	0.013	0.48
18	63.61	24.86	0.0005	0.011	0.11	0.024	0.72
19	63.98	24.5	0.0005	0.095	0.67	0.022	1.01
20	64.66	22.98	0.11	0.0057	0.0005	0.07	0.47

表 13 二级品 粗氢氧化镓化学成分验证表（质量分数/%）

批号	H ₂ O	Ga	As	Pb	Ge	Cu	Fe
1	63.91	26.33	0.0005	0.03	0.0005	0.0086	0.44
2	71.97	27.29	0.039	0.0005	0.33	0.0071	0.85
3	63.61	27.5	0.063	0.0005	0.0005	0.0022	0.72
4	64.62	27.54	0.073	0.0005	0.18	0.0005	0.41
5	63.49	24.93	0.063	0.014	0.033	0.0087	0.55
6	64.15	25.56	0.052	0.054	0.18	0.059	0.65
7	64.52	28.64	0.0005	0.043	0.0005	0.017	0.66

批号	H ₂ O	Ga	As	Pb	Ge	Cu	Fe
8	62.98	25.36	0.0005	0.045	0.0005	0.022	0.51
9	61.8	21.42	0.048	0.036	0.0005	0.048	0.82
10	54.29	15.35	0.046	0.0072	0.062	0.0096	0.33
11	64.5	28.93	0.0005	0.0005	0.21	0.001	0.17
12	67.3	28.06	0.077	0.0038	0.0005	0.057	0.3
13	63.83	26.57	0.011	0.0005	0.31	0.0068	0.7
14	68	24.5	0.063	0.06	0.19	0.087	0.55
15	63.99	29.5	0.034	0.053	0.24	0.089	0.21
16	63.67	24.71	0.0032	0.0085	0.14	0.014	0.42
17	64.79	21.44	0.014	0.011	0.018	0.013	0.48
18	63.61	24.86	0.0005	0.011	0.11	0.024	0.72
19	63.98	25.58	0.0005	0.095	0.67	0.022	1.01
20	64.66	22.98	0.11	0.0057	0.0005	0.07	0.47

表 14 二级品 粗氢氧化镓化学成分验证表（质量分数/%）

批号	H ₂ O	Ga	As	V	Zn	Cl	Cu	TFe
1	62.5	17.28	0.448	13.71	0.174	3.58	0.111	4.12
2	62.3	19.25	0.352	13.65	0.178	3.6	0.108	4.08
3	64.8	15.31	0.274	13.75	0.172	3.58	0.113	4.16
4	63.5	16.22	0.335	13.6	0.18	3.47	0.107	4.05
5	62.4	17.35	0.446	13.85	0.17	3.55	0.116	4.2
6	63.25	19.18	0.452	13.5	0.176	3.63	0.105	4
7	61.29	21.33	0.354	13.8	0.182	3.67	0.115	4.18
8	62.27	23.24	0.265	13.620	0.168	3.53	0.109	4.06
9	62.55	21.38	0.331	13.9	0.175	3.63	0.118	4.22
10	64.24	19.2	0.259	13.45	0.181	3.66	0.106	4.02
11	62.36	19.27	0.356	13.68	0.171	3.60	0.11	4.1
12	61.13	18.21	0.358	13.58	0.179	3.59	0.107	4.04
13	62.54	19.3	0.456	13.72	0.169	3.57	0.112	4.14
14	61.99	18.4	0.247	13.95	0.183	3.64	0.12	4.25
15	62.36	21.15	0.365	13.4	0.173	3.62	0.103	3.98
16	64.53	21.28	0.258	13.71	0.177	3.60	0.111	4.12
17	62.58	17.34	0.436	13.82	0.172	3.58	0.117	4.19
18	63.21	21.19	0.256	13.43	0.175	3.57	0.104	4.01
19	63.8	26.29	0.345	13.7	0.18	3.63	0.112	4.13
20	62.45	16.37	0.302	13.88	0.174	3.65	0.119	4.23

3.2.2 外观质量验证

针对粗氢氧化镓产品，按照本标准规定的方法，对外观质量进行了验证，各生产单位均认为可以达到下列标准：

产品呈灰白、土黄色块状，颜色均匀，无目视可见夹杂物。

3.3 验证分析结论

综上，粗氢氧化镓产品的化学成分和外观质量稳定，满足本标准要求。本标准对

产品主要技术参数的规定是合理可行的，同时产品主要技术参数的实测验证数据稳定，并有一定富余度

及可提升空间，规定的产品技术要求科学合理，同时便于生产厂家调整。

四、标准中涉及专利情况

本标准不涉及专利问题。

五、预期达到的社会效益等情况

1、项目的可行性简介

随着科技的进步和产业的发展，镓作为典型的稀散金属，在半导体、光电、新能源等高新技术领域的应用日益广泛，市场需求持续增长，已成为国家战略性矿产资源中非常重要的组成部分。然而，目前粗氢氧化镓作为生产金属镓的关键中间产品，各生产企业存在工艺标准不一致的问题，生产差异较大，造成产品质量参差不齐。加之缺乏统一的国家标准和行业标准，给产品的生产、质量控制以及后续金属镓的电积加工带来了一定的困难。鉴于粗氢氧化镓在镓资源综合回收中的关键作用及其对金属镓品质的直接影响，制定粗氢氧化镓的行业标准对于确保金属镓产品质量、促进技术进步、保护环境和提升资源利用率具有重要意义。标准化可以统一粗氢氧化镓产品性能指标，规范其杂质含量等各项参数，提高生产效率，降低生产成本，提升行业发展水平，同时为镓相关物项的出口管制提供重要依据。

2、标准的先进性、创新性、标准实施后预期产生的经济效益和社会效益。

本标准根据我国情况首次制定，在国家正式文件中明确了粗氢氧化镓的定义，填补了粗氢氧化镓产品标准的行业空白。其技术指标符合用户要求，先进合理。本标准在编制过程中进行了大量的数据收集和试验测试工作，同时兼顾了国内大部分粗氢氧化镓生产厂家的现状。

通过文献检索和网上查询，国内尚无关于粗氢氧化镓的相关国家标准，仅有部分企业标准以满足特定用户的需求，因此迫切需要制定该产品行业标准，对粗氢氧化镓的供应和质量作出规范。

3、预期效益。

本标准的制定，可及时解决粗氢氧化镓产品无标准可依的现状。对粗氢氧化镓的生产、贸易进行规范，对保障国家资源安全、提高镓资源综合利用率具有重要意义。

6. 采用国际标准和国外先进标准的情况

无。

7. 与现行相关法律法规、规章及相关标准，特别是强制性国家标准的协调配套情况

本标准《粗氢氧化镓》从技术上保证了产品使用的安全性和可靠性，条文精练表述清楚，技术要求全面、准确、科学、合理；在标准的格式和表达方式等方面完全执行了现行的国家标准和有关法规，符合 GB/T 1.1-2020 的有关要求。

8. 重大分歧意见的处理过程和依据

暂无重大分歧意见。

9. 标准性质的建议说明

鉴于本标准规定的粗氢氧化镓，不涉及人身及设备安全的内容，其属于产品标准，不属于安全性标准。依据标准化法和有关规定，建议本标准作为行业标准推广使用。

10. 贯彻标准的要求和措施建议

1、首先应在实施前保证标准文本的充足供应，使每个制造厂、设计单位以及检测机构等都能及时获取本标准文本，这是保证新标准贯彻实施的基础。

2、本次制定的《粗氢氧化镓》行业标准，不仅与生产企业有关，而且与检测机构等相关。对于标准使用过程中容易出现的疑问，起草单位有义务进行必要的解释。

3、建议本标准批准 6 个月后实施。

11. 废止现有相关标准的建议

无

12. 其他应予说明的事项

标准制定时充分考虑了国内外相关生产企业实际质量水平，具有充分的先进性、科学性、普遍性、广泛性和适用性，其综合水平达到国内领先水平，完全满足国内外用户、市场的需求，助推我国战略金属镓产品产量和质量。

编制组

2026 年 7 月 16 日

行业标准《粗氢氧化镓》

附录A 粗氢氧化镓 水分含量的测定 重量法 编制说明

一、工作简况

1、任务来源

根据 2025 年 12 月 12 日，工业和信息化部办公厅工信厅科函〔2025〕528 号关于印发《2025 年第五批行业标准制修订和外文版项目计划》的要求，有色金属行业标准《粗氢氧化镓》编制项目由全国有色金属标准化技术委员会归口，计划编号：2025—1367T-YS，项目周期为 12 个月，完成年限为 2026 年 12 月，由深圳市中金岭南有色金属股份有限公司丹霞冶炼厂、深圳市中金岭南有色金属股份有限公司、广东先导稀材股份有限公司、矿冶科技集团、广东省科学院资源利用与稀土开发研究所、广州华储有色金属有限公司、江西恩凯金属科技有限公司、成都先进金属材料产业技术研究院股份有限公司等负责起草。

2、项目承担单位概况

深圳市中金岭南有色金属股份有限公司拥有国家级技术中心，设立了“博士后科研工作站”“院士工作站”。公司为国家高新技术企业，拥有享受国务院政府特殊津贴的专家共 19 人。多年来，公司共获得省部级以上科技奖励超 100 项，其中国家级奖励 13 项：科技进步奖一等奖二项、二等奖七项、三等奖三项，技术发明二等奖一项。目前，持有自行研究开发所获得的专利近两百项，其中有效发明专利 48 项。拥有世界先进、国内首创的大规模锌氧压浸出生产线，对我国铅锌冶炼生产工艺的改造和技术提升具有示范性的推动作用。

实验室配备了目前世界上最为高端的诸多精密分析仪器，拥有 ICP-AES、ICP-MS、X 射线荧光光谱仪、电子探针、光电直读光谱、原子荧光、原子吸收、分光光度计、高频红外碳硫分析仪等多套设备。具有优良的科研传统和较强的研究能力，开发的分析方法上百种。

3、主要工作过程

3.1 预研阶段

2024 年 5 月，深圳市中金岭南有色金属股份有限公司丹霞冶炼厂成立行业标准《粗氢氧化镓》编制小组，对国内粗氢氧化镓的生产及应用现状进行调研，了解国内粗氢

氧化镓的制备技术水平、检测及市场应用情况，开展现场试验验证，与企业技术人员、客户深入讨论标准的技术要求。根据调研情况，整理并编制形成了《粗氢氧化镓》行业标准项目建议书、标准草案及标准立项说明等材料。

3.2 立项阶段

(1) 2024 年 10 月，深圳市中金岭南有色金属股份有限公司丹霞冶炼厂向全国有色金属标准化技术委员会提交《粗氢氧化镓》的标准项目建议书、标准草案及标准立项说明等材料，经全体委员会会议讨论同意《粗氢氧化镓》行业标准立项，由全国有色金属标准化技术委员会转报上级单位。

(2) 2025 年 12 月，工业和信息化部下达制订《粗氢氧化镓》行业标准的任务，计划编号：2025—1367T-YS，项目周期为 12 个月，完成年限为 2026 年 12 月，技术归口单位为全国有色金属标准化技术委员会。由深圳市中金岭南有色金属股份有限公司丹霞冶炼厂、广东先导稀材股份有限公司、深圳市中金岭南有色金属股份有限公司、矿冶科技集团、广东省科学院资源利用与稀土开发研究所、成都先进金属材料产业技术研究院股份有限公司等负责起草。

3.3 起草阶段

本标准编制标准，在起草阶段进行了大量的数据收集，同时兼顾全国粗氢氧化镓生产厂家的现状。

(1) 2025 年 12 月，成立标准编制组，并明确了工作的职能和任务。

(2) 2025 年 12 月~2026 年 1 月，对粗氢氧化镓使用状况进行了相关资料的收集和总结，并对相关的技术资料进行了对比分析。

(3) 2026 年 2 月~2026 年 3 月，对粗氢氧化镓的相关资料进行分析和总结，并查阅相关的国内外标准进行调研，对产品化学成分、物理性能等指标参数逐一进行了重新核实，经标准编制工作组汇总及修改，结合产品特性，形成了《粗氢氧化镓》的讨论稿，并广泛征求意见。

(4) 2026 年 3 月 18 日由全国有色金属标准化技术委员会主持，在浙江省绍兴市召开了有色金属标准工作会议，来自宝钛集团有限公司、西北稀有金属材料研究院宁夏有限公司、赣州有色冶金研究院有限公司、西安瑞福莱钨钼有限公司、有研资源环境技术研究院（北京）有限公司等多家单位专家对本标准（讨论稿）进行了认真、细致的讨论，提出了修改意见及建议。标准编制组及时对讨论稿进行了修改，形成《粗

氢氧化镓》征求意见稿。同时，编制组根据征求意见稿规定的性能要求及试验方法启动了验证工作。

(5) 2026年5月19日在湖南省衡阳市召开的轻、重、稀有、粉末标准工作会议上对《粗氢氧化镓》标准文件进行了预审，西部兴锌等与会单位及专家对标准的技术要求、试验方法及检验规则章节内容提出了建议。根据衡阳会议要求，编制组对《粗氢氧化镓》标准进行修改后，进行意见征求，发出意见20份，收到反馈18份，2家单位无回复，共收集到了16条意见（见意见汇总表）。

根据收集到的行业内相关意见，编制组对标准文稿进行了进一步修改，并再次形成了送审前的征求意见稿，发函相关单位征求意见。

4、标准主要起草人及起草工作

谢爱城、张珞：负责调研，负责全过程的标准编制、起草、协调工作。

广东先导稀材股份有限公司、矿冶科技集团、广东省科学院资源利用与稀土开发研究所、广州华储有色金属有限公司、江西恩凯金属科技有限公司、成都先进金属材料产业技术研究院股份有限公司等单位在标准征求意见阶段给出了宝贵的建议。

表1 本标准主要起草人及工作职责

起草单位	起草人	主要职责
深圳市中金岭南有色金属股份有限公司	谢爱城、张珞	起草附录 A 水分含量的测定
广东先导稀材股份有限公司	朱赞芳	验证附录 A 水分含量的测定
成都先进金属材料产业技术研究院股份有限公司	秦治峰	验证附录 A 水分含量的测定
江西恩凯金属科技有限公司	苗海志	验证附录 A 水分含量的测定

二、标准编制原则和确定标准主要内容的依据

1、符合性

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》、GB/T 20001.4-2015《标准编写规则 第4部分：试验方法标准》、GB/T 6379.2-2004《测量方法与结果的准确度（正确度与精密度） 第2部分：确定标准测量方法重复性与再现性的基本方法》的要求进行编写。

2、适用性和先进性

编制本标准的目的是满足《粗氢氧化镓》中水分准确测定要求。编制本标准的原则是准确、具有一定的先进性和操作简单性。根据国情制订技术规范。

三、标准主要内容的确定依据及主要试验和验证情况分析

3.1 精密度数据

称取试样，按本文拟定的分析步骤对粗氢氧化镓的1个试验样进行7次独立测定，结果见表2。

表2 精密度试验 (n=11)

样品序号	1#
单次测定结果/%	67.44
	67.36
	67.44
	67.40
	67.35
	67.46
	67.50
均值	67.42
SD值	0.054
RSD值	0.081

由表 2 可知，试样的相对标准偏差为 0.081，该法精密度好。

3.2 结论

本文通过试验研究，确定了用重量法测定粗氢氧化镓的水分含量的分析方法，该方法相对标准偏差在 0.87~1.50 之间。试验证明该方法精密度良好，准确度高，可作为行业标准进行推广使用。

编制组

2026 年 7 月 16 日

行业标准《粗氢氧化镓》

附录B 粗氢氧化镓中镓含量的测定 Na₂EDTA滴定法编制说明

一、工作简况

1、任务来源

根据 2025 年 12 月 12 日工业和信息化部办公厅工信厅科函〔2025〕528 号关于印发《2025 年第五批行业标准制修订和外文版项目计划》的要求，由深圳市中金岭南有色金属股份有限公司丹霞冶炼厂负责起草。在第 5 章 5.1 化学成分中对镓含量有含量限定，但无合适的标准可引用，因此拟由深圳市中金岭南有色金属股份有限公司丹霞冶炼厂负责起草附录 A《粗氢氧化镓中镓含量的测定》。经过充分调研与试验，粗氢氧化镓中镓含量的测定选定为络合反滴定法。

2、背景

制定粗氢氧化镓产品标准以规范其产品分类及质量要求，明确化学成分（镓含量及杂质限量）、水分等指标参数及检验方法，符合国家发改委“十四五”战略性矿产资源开发利用，对保障国家资源安全，提高镓资源综合利用率，构建资源综合利用型产业体系具有重要意义。同时，建立健全粗氢氧化镓的质量、试验方法、检验、标志、包装等质量保证体系，对其生产、使用、贮存、运输和应用起到规范作用，进而为金属镓生产提供稳定、合格的原料，对于确保镓产品质量、促进技术进步、提高资源回收利用率、节约镓资源、保护环境、满足出口管制要求以及提升企业经济效益具有重要意义。

电子信息等领域发展推高金属镓需求，除铝冶金外，从锌冶炼渣等含镓物料中回收镓日益受到关注。现行有效的镓国家标准《GB/T 1475-2022 镓》规定了 Ga₃N-Ga₅N 工业镓分类和化学成分要求，以及高纯镓 Ga₆N 的化学成分要求。《YS/T 742—2010 氧化镓化学分析方法 杂质元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》规定了氧化镓中铜、铅、锌、镉、铁、锡、镍、镁、钴、铬、锰、钛、钼、铋含量的测定方法。国内有多家企业有通过浸出、萃取、中和沉淀等工艺提取得到的镓含量达到一定品位的镓富集物的经验，并具备一定的检测和判断方法。

针对附录 B，自 2006 年起已有相关标准采用 EDTA 络合滴定法进行镓含量的测定，对复杂物料较适用，因此继续保留该法原理，根据粗氢氧化镓品种情况，采用氢氧化钠沉淀干扰离子，结合电感耦合等离子体发射光谱仪对滤渣中的镓量进行检测校正。

3、主要参建单位和工作组成员及其所做的工作

深圳市中金岭南有色金属股份有限公司拥有国家级技术中心，设立了“博士后科研工作站”“院士工作站”。公司为国家高新技术企业，拥有享受国务院政府特殊津贴的专家共 19 人。多年来，公司共获得省部级以上科技奖励超 100 项，其中国家级奖励 13 项：科技进步奖一等奖 2 项、二等奖 7 项、三等奖 3 项，技术发明二等奖 1 项。目前，持有自行研究开发所获得的专利近两百项，其中有效发明专利 48 项。拥有世界先进、国内首创的大规模锌氧压浸出生产线，对我国铅锌冶炼生产工艺的改造和技术提升具有示范性的推动作用。

实验室配备了目前世界上诸多高端精密分析仪器，拥有 ICP-AES、ICP-MS、X 射线荧光光谱仪、电子探针、光电直读光谱、原子荧光、原子吸收、分光光度计、高频红外碳硫分析仪等多套设备。具有优良的科研传统和较强的研究能力，开发的分析方法上百种，主编过多项国家标准和行业标准。

本标准主要起草人及工作职责见表 1。

表 1 本标准主要起草人及工作职责

编号	实验室	人员	分工
1	深圳市中金岭南有色金属股份有限公司丹霞冶炼厂	谢爱城、张珞	负责调研、全过程的标准编制、起草、协调工作
2	广东先导稀材股份有限公司	朱熹芳	验证附录 B 镓含量的测定、提供样品
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			

4. 主要工作过程

同正文。

二、标准编写原则和编写格式

1、符合性：本标准严格根据 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 附录 A：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；并按照 GB/T 6379.2-2004《测量方法与结果的准确度》进行数理统计分析。

2、适用性和先进性：根据国际标准，确定测定方法及测定范围，提高本标准的适用性。通过充分调研，采用操作简便、灵敏度高、精密度和准确度好且在行业内普及的分析方法，能很好地满足行业对粗氢氧化镓中镓含量的分析测试要求，提高了本标准的可操作性和先进性。

三、标准主要内容的确定依据

3.1 样品准备及样品的整体情况

准备1#、2#、3#、4#、5#样品，样品中的镓含量大约为34%、37%、19%、25%、35%，其中1#、2#样品为广东先导稀材股份有限公司的铝冶炼副产品粗氢氧化镓，3#、4#、5#为丹霞冶炼厂铅锌冶炼副产品粗氢氧化镓。各称取1.500g样品，用王水溶解，定容于250mL容量瓶中，然后移取10mL溶液定容于250mL容量瓶中，用电感耦合等离子发射光谱仪测定，得到样品中的杂质含量，见下表2。

表2 粗氢氧化镓中杂质含量（单位：ppm）

样品编号	Ag	Al	As	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	In	Mg	Mn	Mo
1#	<10	10.2%	<10	63	<10	<10	<10	<10	693	20	125	<10	<10
2#	<10	9.6%	<10	127	<10	<10	<10	<10	862	<10	<10	<10	<10
3#	<10	9.2%	12	20	<10	<10	<10	271	0.25%	0.04%	<10	<10	<10
4#	<10	7.1%	87	30	<10	<10	<10	782	0.65%	0.24%	<10	<10	<10
5#	<10	5.2%	80	23	<10	<10	<10	665	0.76%	0.20%	<10	<10	<10
	Na	Ni	Pb	S	Sb	Si	Sn	Ti	V	Zn	稀土		
1#	2.5%	15	12	5.2%	<10	0.16%	<10	<10	1181	0.13%	<10		
2#	0.16%	<10	<10	5.6%	<10	0.12%	<10	<10	683	0.12%	<10		
3#	7.8%	<10	<10	7.3%	51	93	<10	<10	46	49	<10		
4#	7.3%	<10	85	8.6%	174	149	<10	<10	56	342	<10		
5#	5.7%	<10	56	6.6%	193	95	<10	<10	<38	301	<10		

3.2 氢氧化钠溶液直接溶解试验

按下表3称取1#~5#样品于250mL三角烧杯中，用10mL左右的水润湿，各加入0.015g的铅、铜、铟、钒、铋、锌、锰、镉、钴、钇、锆，然后分别加入20mL的20%氢氧化钠溶液，加热溶解，加入50mL水，加热，趁热用中速滤纸过滤，用热的2%氢氧化钠溶液洗涤烧杯和滤纸。至滤液超过100mL后停止过滤，滤液用三角烧杯承接。

在滤液中加入20mL盐酸、10mL硝酸，加热溶解，冷却后用水定容于200mL容量瓶中，此容量瓶溶液为酸溶解过滤液A。

将滤纸置于250三角烧杯中，加入20mL盐酸、10mL硝酸，加热溶解，然后过滤，用水洗涤，滤液定容于200mL容量瓶中，此容量瓶溶液为酸溶解滤纸溶液B。

用电感耦合等离子发射光谱仪测定溶液A、B，测定结果如下表3。

表3 滤液A和滤纸B的杂质和镓含量（ppm）

样品编号	称取的样品重量（g）	Fe	Cu	In	Bi	Co	Cd	In	Y	Zr	Mn	V	Zn	Ga
1A	1.4325	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	0.85%	0.98%	34%
2A	1.3502	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	1.02%	0.86%	36%
3A	1.6395	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	0.85%	0.57%	18%
4A	1.5036	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	0.91%	0.62%	25%
5A	1.3602	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	0.98%	0.65%	24%
1B	1.4325	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	0.1%	0.06%	320
2B	1.3502	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	360	0.24%	263
3B	1.6395	1.2	0.9	1.0	0.9	0.9	0.9	1.0	0.9	0.9	0.9	635	0.34%	526
4B	1.5036	1.7	1.2	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	695	0.35%	0.13%
5B	1.3602	1.8	1.1	1.4	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	0.1%	0.45%	9.8%

由表3可见用氢氧化钠溶液直接溶解样品，铝冶炼的粗氢氧化镓副产品的样品的镓易溶解，铅锌冶炼的粗氢氧化镓副产品有两个样品不能全部溶解，尤其是样品5#的镓有近10%的镓不能溶解。重新称取5#样品，加入30mL的氢氧化钠溶液，加热2h，样品仍然有6.2%、6.8%的镓不能溶解。故而，用氢氧化钠溶液溶解样品的方法不适用。

3.3 样品采用酸溶解方案的确定

选取2#、3#样品来做相关实验，通过3种不同的溶样方法进行比对，实验现象见表

4:

表4 溶样方法的选择

溶样方法	方法一 盐酸	方法二 盐酸+硝酸	方法三 盐酸+硝酸+硫酸
2#实验现象	样品溶解完全，溶液清亮	样品溶解完全，溶液清亮	样品溶解完全，溶液清亮
3#实验现象	样品溶解完全，溶液清亮	样品溶解完全，溶液清亮	样品溶解完全，溶液清亮

由表4可见,方法一、二、三都可以使样品溶解完全,考虑经济效益以及操作便捷情况,本试验选择方法二,用盐酸、硝酸来溶解样品。

3.4 酸溶解、氢氧化钠溶液测定分离杂质试验

按下表5称取1#~5#样品于250mL三角烧杯中,用10mL左右的水润湿,各加入0.015g的铅、铜、镉、钒、铋、锌、锰、镉、钴、钇、锆、钒,然后分别加入5mL硝酸、10mL盐酸,低温加热溶解;然后取下表面皿,将溶液蒸发至不超过5mL,取下稍冷,用水吹洗烧杯及表面皿,加水至50mL左右。滴加2滴酚酞指示剂,摇晃下缓慢加入氢氧化钠溶液至溶液变微红色,并过量3mL,使氢氧化镓溶解完全,盖上表面皿,低温加热保持微沸10min左右,其间摇动烧杯数次,取下烧杯,用少量水吹洗杯壁和表面皿,用中速滤纸过滤(注意过滤之前用水润湿滤纸),用温热的氢氧化钠溶液洗涤烧杯和滤纸,滤液用250mL的容量瓶承接,冷却,用水定容,摇匀,此溶液为滤液溶液E。

将滤纸置于250三角烧杯中，加入20mL盐酸、10mL硝酸，加热溶解，然后过滤，用水洗涤，滤液定容于200mL容量瓶中，此容量瓶溶液为酸溶解滤纸溶液F。

用电感耦合等离子发射光谱仪测定溶液E、F的铜、锌、镓含量,测定结果如下表5。

表 5 滤液 E 和滤纸 F 的杂质和镓含量 (%)

样品编号	称取的样品重量 (g)	V	Zn	Ga
1E	1.4698	0.92%	0.98%	35%
2E	1.3576	0.89%	0.98%	36%
3E	1.7023	0.85%	0.96%	18%
4E	1.5104	0.96%	0.95%	25%
5E	1.3805	1.00%	1.03%	34%
1F	1.4023	0.09%	0.06%	123
2F	1.3936	0.06%	0.02%	235

3F	1.6031	0.05%	0.03%	368
4F	1.5407	0.06%	0.02%	203
5F	1.4018	0.07%	0.07%	217

从上表5可知，用酸溶解后氢氧化钠溶液沉淀分离，铝冶炼的粗氢氧化镓副产品和铅锌冶炼的粗氢氧化镓副产品均可实现镓基本上进入滤液中，可以和铅、铁、铜、铟、稀土、镉、锰、钒、锆等分离，但不可以分离锌、钒。因而可以用酸溶解后用氢氧化钠溶液沉淀分离杂质然后用 Na_2EDTA 返滴定，在滴定结果中需要扣减滴定液中锌的量、钒量和加上滤纸上残留的镓量。

3.5 精密度试验

称取1#~5#样品，按照以上试验步骤7进行试验，每个样品分别进行7次测定，检测结果见下表6。

表 6 1#~5#样品的精密度统计

样品编号	检测结果 (%)							平均结果	SD	RSD
1	34.95	35.00	34.86	35.02	35.03	34.89	35.04	34.97	0.072	0.20
2	37.14	37.16	37.28	37.09	37.11	37.12	37.15	37.15	0.062	0.17
3	19.05	19.04	19.12	19.08	19.11	19.13	19.07	19.09	0.035	0.18
4	25.43	25.34	25.35	25.38	25.29	25.23	25.27	25.33	0.068	0.27
5	35.28	35.30	35.21	35.32	35.19	35.24	35.17	35.24	0.057	0.16

3.7 结论

本文通过试验研究，确定了用 Na_2EDTA 滴定粗氢氧化镓的镓含量的分析方法，该方法相对标准偏差在0.16~0.27之间。试验证明该方法精密度良好，准确度高，可作为行业标准进行推广使用。

四、标准中涉及专利的情况

本标准不涉及专利和知识产权问题。

五、标准预期达到的社会效益等情况

5.1 标准编写的目的和意义

镓是重要的稀散金属，是当代高新技术产业发展的关键材料，在信息通讯、新能源、现代航空、现代军事等高新技术领域具有广泛应用。无论是铝冶炼过程中碱液吸附制备金属镓，还是从锌冶炼物料、煤灰等物料中综合回收镓的过程，粗氢氧化镓均是生产过程中得到的一个必不可少的产品，是金属镓生产的直接原料。粗氢氧化镓主要以沉淀物从含镓的溶液中分离富集，从而作为金属镓碱性电积的原料，满足镓电积生产的需要。中国镓资源丰富，是全球重要的镓资源供给国。2020年全球原生镓产量

327吨，其中中国生产317 吨，占97%。随着新能源、新材料、现代航空、现代军事等高新技术的快速发展，预计在2025年，全球镓需求金属量将为1623.1吨。

鉴于镓的需求市场的日益扩大，我国国内金属镓的生产能力也将越来越强，根据《中华人民共和国出口管制法》《中华人民共和国对外贸易法》《中华人民共和国海关法》等有关规定，为维护国家安全和利益，2023年7月3日，经国务院批准，决定对镓、锗相关物项实施出口管制。当前，经标准查新，国内外无粗氢氧化镓标准分析方法。粗氢氧化镓未建立相关的检测标准，导致现实贸易活动中没有标准可依，因而通过建立粗氢氧化镓化学分析方法，提高粗氢氧化镓产品的价值，有利于贸易结算。

5.2 标准预期的作用和效益

本标准充分考虑了目前国内粗氢氧化镓生产、研发、应用和检测的实际技术水平。本标准颁布执行后，将在国内形成对粗氢氧化镓中镓化学成分的统一的分析测试标准，对于增加各机构检测数据之间的可靠性和可比性，助力我国镓产业的发展发挥着十分重要的作用。

六、采用国际标准和国外先进标准的情况

本标准方法为国内新增方法。

七、与现行法律法规、强制性国家标准及相关标准的关系

本标准属于粗氢氧化镓化学分析方法标准，领域内没有强制性国家标准。本标准与现行法律法规和相关标准相协调、无冲突。

八、重大分歧意见的处理和依据

无重大分歧。

九、标准作为强制性或推荐性国家（或行业）标准的建议

建议本标准为推荐性行业标准，供相关组织参考采用。

十、贯彻标准的要求和措施建议

建议向粗氢氧化镓生产、销售、检测的相关企业和单位积极贯彻本标准的内容。

十一、废止现行有关标准的建议

本标准不涉及相关标准的废止。

十二、其它应予说明的事项

无。

编制组

2026 年 7 月 16 日