

行业标准《再生镓原料》

编制说明书

（送审稿）

行业标准《再生镓原料》起草小组

2024 年 6 月 10 日

《再生镓原料》行业标准

编制说明

一 工作简况

1.1、任务来源

根据工信部工信厅科函〔2023〕42号 2023-0907T-YS 的文件要求，YS/T 948-2014《再生镓原料》行业标准的修订任务由江西格林循环产业股份有限公司负责完成，标准修订参与单位为：广东先导稀材股份有限公司、上海交通大学、中铝矿业有限公司、中金岭南有色金属股份公司韶关冶炼厂。

删除[朱赞芳]：。

1、2 标准修订项目的和意义

1.2.1 自然界中镓的储备

镓是自然界中少数在室温下呈液态的金属之一，具有高沸点低熔点等特性。

镓虽然是地壳丰度最高的分散金属，可独立矿物极少，仅在南非 Tsumeb 铅锌矿床中发现硫镓铜矿和羟镓石两种独立矿物，绝大多数以伴生金属的形式存在。全球镓资源远景储量超过 100 万吨。绝大部分伴生在铝土矿床中，主要分布在非洲、大洋洲、南美洲(含加勒比)、亚洲和其他地区，所占比重分别为 32%、23%、21%、18%和 6%

1.2.2 镓的应用

镓被称为“半导体工业的新粮食”，被广泛应用于半导体、光伏、磁性材料、医疗、化工、无线通讯、LED 等领域；随着电子信息工业的发展以及镓应用领域的拓展，金属镓的战略地位也越来越凸显，美国《关键矿产战略》、欧盟关键矿产清单、日本《稀有金属保障战略》、联合国环境规划署《未来持续技术用关键金属及其循环回收潜力》均将镓列入其中，同时，中国于 2011 年将镓列为战略储备金属，并开始重视对镓的战略储备。

在半导体及太阳能光伏产业中，4N-5N 纯度的金属镓主要用于太阳能电池、气体传感器、稀土永磁材料、LED 材料等领域，6N 及以上纯度的金属镓主要用于制造砷化镓、氮化镓等化合物半导体。化合物半导体是我国也是全球金属镓最大消费领域，占消费量 65%左右。按照最终用途测算，我国金属镓 76%左右用于 LED 和半导体领域。军事工业中极为重要的相控阵

雷达的核心材料就是砷化镓和氮化镓。

在合金产业中，镓是非常重要的低熔点合金的基础材料，镓与铟、铊、锡、铋、锌等可在 3℃—65℃之间组成一系列低熔合金，用于温度测控、仪表中的代汞物、珠宝业作中支撑物、金属涂层、电子工业及核工业的冷却回路。

镓可用于医疗诊断，例如使用枸橼酸镓 (67Ga) 来诊断肺癌和肝癌等。镓的合金还可以应用到医疗器件和医用材料中，例如使用镓合金作为牙齿填充材料，使用“铟镓合金”制作体温计等。

镓能增强玻璃折射率，可以用来制造特种光学玻璃。例如，镓对光的反射能力特别强，可以把 70%以上折射来的光反射出去，同时又能很好地附着在玻璃上，承受较高的温度，因而被应用到反光镜中。

在化工行业中，镓的卤化物具有较高的活性，可以用于聚合和脱水等工艺，例如使用三氯化镓 (GaCl3) 作催化剂生产乙基苯、丙基苯和酮。而来自美国和丹麦科研人员开发的一种新的镍-镓催化剂，可以用来转化氢和二氧化碳为甲醇。此外，为了提高石油开采的经济效益，包括中国在内的一些国家都在研究使用硝酸镓的新型石油催化剂。

在原子能工业中，镓是一种常用的热传导物质，将反应堆中的热量传导出来。此外，镓还可以吸收中子，从而达到控制中子数目和反应速度的效果。

1.2.3 镓回收使用的必要性

中国镓生产 60%以上来源于原生镓。随着资源的消耗，有必要大力发展再生镓生产，中国从再生镓原料中回收镓的技术能力已居于全球领先水平。

从用量上看，砷化镓、氮化镓、荧光粉镓占据了主要的再生镓原料来源，铜铟镓硒光伏材料中的镓也是再生镓原料的来源之一。生产以及使用砷化镓、氮化镓、荧光粉的过程中会产生大量的二次资源，以砷化镓晶片、芯片生产为例，因为需要抛光切片等硬性工艺要求，这些工艺要求本身就是产生边角料和抛光外延料的工艺，所以大量的镓在相关过程中损耗，另外镓化合物半导体生产的成品率（也叫良率）也是行业内固有的存在现象，所以这些相关产业会产生大量的再生镓原料。

因为镓化合物半导体及荧光粉等这些物料是镓化合物制品，即使加上了抛光粉和配比材

料之类的杂质，物料中的镓含量也很高，这些再生料的镓含量远比原生矿的镓含量高很多，原矿中的镓基本上<0.005%。与从原生矿提取镓金属资源相比，再生镓回收镓的工艺链较为简单、回收成本低，从这些资源中回收镓非常有必要。从全球金属镓资源禀赋来说，仅靠原生镓是无法满足全球镓的供给和需求，再生镓也已成为新的来源之一。鉴于全球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，相应的回收能力也将加强。随着我国经济发展和科技进步，我国已从镓的全球供应商逐步向镓的应用需求商转变，充足的镓资源的供应是实现外观成为全球主要镓及镓化合物产品供应商的基本保证，确保实现我国在战略性稀散材料的行业地位。

1.2.4 标准修订的必要性和目的

在原标准《YS/T948-2014 镓废料》制定时的目的是为了规范国内外再生资源镓原料及镓相关废料的贸易而制定的，该标准中制定目的是为了国内外贸易及再生有色金属使用的镓废料。随着我国对固废进口的新的政策法规的出台，对符合国家回收利用的再生物料进行重新界定和规定已非常必要。为提高我国在稀散稀有金属元素镓这种战略金属的全球资源供给和生产能力，稳定甚至扩大我国在这种关键性战略资源的高品质资源的有效供应，保障和促进镓资源回收利用率，提升我国镓再生行业标准水平和生产产能，促进支持绿色环保新业态，亟需对 YS/T948-2014《镓废料》进行修订。

1.2.5 标准修订的意义

稀有稀散金属来源于有色金属铜、锌、铝等的产业，我国是全球最大的有色金属加工生产国家，相应的也是稀散金属最大的生产加工国家。稀散金属是是非常重要的战略物质，主要用来生产红外激光材料、薄膜太阳能材料、新一代半导体材料、液晶显示材料、微电子芯片及器件，广泛应用于航空航天、激光制导、新能源、红外、LED、电子、通讯、医药医疗等高科技、战略新兴行业，特别重要的部分是用于国防尖端武器装备。而稀散金属中的镓金属恰恰就是此类材料中的重要一种，镓是制造氮化镓砷化镓的核心的原料，此类材料的重要性毋庸置疑。在以前此类材料生产制造掌握在美日手中，全球生产企业不超过 5 家公司，现在我国已是这些材料的重要生产供应商。

我国在全球稀散金属及化合物的生产加工制造已形成了规模优势，为了巩固这种优势，

我国还建立了相应的稀散金属国家储备制度。所以既要合理促进稀散金属行业的发展，让符合加工特性和环保要求稀散金属富集物料包括铟的二次资源料可以正常进口，做大做强我国稀散金属产业，也要防止某些单位或个人将国家禁止进口物料借稀散金属物料的名义进口到国内，修订 YS/T 948-2014《镓废料》可以就可以在镓的二次资源利用方面起到重要作用。

由于美国本着“美国优先”的利己主义思想，从 2018 年开始对中国发动了长时间大规模的贸易战，中国广大民众也在这场斗争中学习了许多的知识。比如稀土、战略小金属铟镓锗钴钨等作为我国的潜在的回应手段屡屡被提及，因为我国是国际贸易规则和基本原则的坚定的支持者和维护者，更是模范执行者，所以我国并没有限制出口这些可以对全球新材料产业、信息产业甚至军工产业有重大影响的金属材料的出口。但毋庸置疑，其中潜藏着一条重要信息：谁真正掌握了这些资源，谁就掌握了话语权。同样的，因为我国已是全球最主要的有色金属冶炼加工制造大国，超过了全球 50%以上的份额，相应的我国也是小金属稀散金属的最大生产国，我国已具备控制这些小金属稀散金属的潜在能力，如果我国在战略小金属稀散金属方面能够实现中国制造供应全球，这对国家无缘是有极大的意义的。

该标准的修订是一种针对国家战略稀有元素方面综合回收相关的标准项目修订，符合国家发改委《“十四五”循环经济发展规划》，对保障国家资源安全，提高镓资源循环利用率，构建资源循环型产业体系具有重要意义。

1.3 工作单位简介

1.3.1 江西格林循环产业股份有限公司

公司成立于 2010 年 5 月，是著名循环经济产业集团格林美集团（股票代码 002340）控股的以电子废弃物综合利用和废塑料改性为主业的综合性低碳环保产业公司。目前格林循环分别在江西丰城、湖北武汉、湖北荆门、河南兰考、山西长治、内蒙古鄂尔多斯建设六大电子废弃物绿色处理中心，六大园区均获得了国家财政部、工信部、发改委和生态环境部认定的“废弃电器电子产品处理基金”名录内的企业。

格林循环年回收废弃电器电子产品规模超 1000 万台，占中国总量的 10%以上；再生废塑料年处理规模 6 万吨，废五金年处理规模 1.5 万吨，废线路板处理规范 2 万吨，形成了“电子废弃物拆解-废五金精细化分选-废塑料再生改性-废电路板稀贵金属回收”的电子废弃物综

合利用产业链。格林循环一直坚持以技术创新来解决电子废物的绿色化处理和回收，项目荣获 2018 年国家科技进步二等奖、2019 年国家教育部技术发明奖一等奖、2016 年度中国有色金属工业科学技术一等奖、2017 年度湖北省科技进步一等奖和中国循环经济科技进步一等奖等多项荣誉。

1.3.2 广东先导稀材股份有限公司

公司成立于 2003 年 5 月，是一家集硒、碲、铋、镉、镓、铟、锗等稀有金属及其化合物的研发、生产、销售为一体的大型高新技术企业，拥有国家稀散金属工程中心等，产品广泛应用于玻璃、陶瓷、电解锰、饲料、电子、通讯、光电半导体材料、热成像、探测器及太阳能光伏材料等行业。其砷化镓产量已占全球 25%以上。超高纯镓占全球 30%以上。

1.3.3 上海交通大学

上海交通大学是教育部直属并与上海市共建、中央直管的全国重点大学，位列国家“双一流”、“985 工程”、“211 工程”重点建设高校，拥有 1 个国家重大科技基础设施，8 个国家重点（级）实验室，1 个国家级科研机构，5 个国家工程研究中心，2 个国家工程实验室，1 个国家级研发中心。在城市矿产类固废资源循环、二次资源回收利用、有色金属绿色提取等方面拥有丰富经验，取得教育部技术发明一等奖、有色金属工业科学技术二等奖等多项荣誉。

1.3.4 标准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

序号	起草人姓名	职责及分工
1	郭苗苗	负责再生镓原料标准修订的方案制定、产品情况调研、资料搜集、数据采集与汇总、主持标准条款编写和审核等。
2	朱赞芳	负责再生镓原料标准修订工作中的技术要求的制定和审核
3		
4		
5		

1.4 主要工作过程

1.4.1 预研和试验工作简介

2023 年-2023 年，江西格林循环产业股份有限公司作为主编单位对国内国内外镓回收再生行业的生产情况及使用情况进行了详细的调研，了解了国内国内外镓再生原料的生产技术水平、应用情况及相关的研发拓展情况及未来相关的趋势，与行业内的相关人员深入讨论标准修订工作的技术要求、试验要求、建议要求等各环节的标准的具体的技术要求，通过整理归纳相关企业的制造水平、产品规格、检测手段、应用要求等，同时也考虑了国外能够涉及到和收集到的各类情况，由主编单位整理并编制形成了《再生镓》（修订）标准项目建议书、标准草案及标准立项说明等材料。根据此次调研情况，由主编单位整理并完善形成标准草案稿。

1.4.2 标准立项

1.4.2.1 2022 年 5 月中国有色金属标准化委员会召开了有色金属标准化年中会，江西格林循环产业股份有限公司在会上提交了修订申请报告，会上针对当前国内再生镓原料的生产情况及回收使用实际情况，广泛征求参会人员的意见，会上经讨论后同意向工信部提交申报，经过公示后同意决定由格林美公司修订再生镓原料》标准，并向工信部报修订申请。。

1.4.2.2 2023 年 7 月，工信部批准了由格林美起草修订行业标准《再生镓原料》，并确认了江西格林循环产业股份有限公司、广东先导稀材股份有限公司、上海交通大学等参与修订。

1.4.3 标准起草阶段

本标准修订标准，江西格林循环产业股份有限公司在起草阶段进行了大量的数据收集，同时结合全国再生镓原料的生产厂家和回收使用的生产现状及技术水平及用户的实际要求，进行了以下工作：

- 1) 2023 年 3 月，成立标准编制组，初步制定了工作计划和进度安排，明确了各参与单位的工作职能和任务。
- 2) 2023 年 8 月，编制小组对再生镓原料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) 2023 年 9 月，根据各生产企业、用户、相关行业的专家意见等的相关资料进行归纳和总

结，确认了标准内主要的技术要求如牌号、物理性能、规格、表面质量、内部质量、分析方法等的修订要求的具体内容，形成了《再生镓原料》（修订）的讨论稿，并进行了相关广泛的征求意见工作。

4) 2023 年 3 月，在衡阳召开了《再生镓原料》标准的讨论会议，会议对《再生镓原料》（修订）行业标准进行了广泛讨论，根据会议的意见和建议形成了《再生镓原料》（修订）（预审稿）

1.4.4 征求意见阶段

本标准以召开专题会议、发送标准邮件、标委会网站上公开挂网等多种形式和办法进行了广泛的征求意见。并于 2023 年，由全国有色金属标准化技术委员会轻金属分技术委员会组织，在浙江湖南衡阳召开了标准工作会议，在会上对标准进行广泛的讨论。

二 标准修订原则

2.1、被修订的 YS/T948-2014《镓废料》是推荐性行业标准，应按照 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，有色金属标准化技术委员会针对最新版的标准起草要求做了深入的培训，按照培训要求及本标准。

2.2、本次修订应重点关注和解决在生产和经营使用实际情况中的技术要求、试验方法、检验要求，准确体现和反应行业现状和要求及发展要求，对再生镓原料的生产、贸易、使用企业的各项工作要求起到指导作用。

2.3、《再生镓原料》修订标准的和内容，要统一考虑国际、国内两个市场的供需情况，标准的修订尽量体现国内特别是国际贸易的一般现状接轨，注重回收再生物料满足环保要求和国家政策及进出口的监管要求，做到制定出的标准既可以给行业提供执行和规范要求并且执行和使用清晰明了，也可以让行业之外的其他部门了解行业状况。

三、 标准修订的主要内容和修订依据

3.1 起草单位广泛调研，统计了国内近 10 年常见的再生镓原料的化学成分，统计的再生镓原料的化学成分情况见表 2、表 3、表 4

表 2 再生镓原料化学成分统计表

来源	名称	H2O%	Ga%	Gd%	Se%	Sb%	As%	In%	Al%	Ca%
----	----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

英国	铋化镓	/	35.63	<0.01	<0.01	59	0.03	0.22	<0.01	<0.01
国内 1	含镓物料	5-50	0.8-1.8	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	0.04	0.28
日本	砷化镓	8-15	3-9	<0.01	<0.01	<0.01	0-10	<0.01	0.01-0.2	0.01-1
国内 2	粗镓	/	99.5-99.9	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.002	<0.01	<0.01
国内 3	含镓物料	0.1-5	50-99	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
国内 4	含镓物料 （荧光粉）	0.1-30	5-14	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	16.42	0.43
韩国	氧化镓 镓粉	0.01-0.5	22.30	<0.01	<0.01	<0.01	32.07	<0.01	<0.01	<0.01
国内 5	含镓物料	/	77-99	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		0.12
国内 6	报废砷化 镓外延片	/	42	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.12	0.07	<0.01
国内 7	镓镁合金	/	6-53	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.77	9.33
国内 8	铜旋转靶	/	25.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.03	<0.01
国内 9	含镓物料	3.2	66.86	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	8.19	0.52	0.01
法国	氧化钨镓	0.02	27.59	40.38	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.64
国内 10	含镓物料	1.03	1.4	<0.01	<0.01	<0.01	0.09	<0.01	0.03	0.08
国内 11	镓粉、报废 滤芯镓粉	0.6	76	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	2.95	1.17	0.01
国内 12	滤芯镓粉	1.15	71.39	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	4.15	0.57	0.03
国内 13	含 镓 物 料 （荧光粉）	0.3	10.40	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	12.27	0.20
国内 14	含镓物料	1-6	30-99.9	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
国内 15	含 石 英 镓 料	/	79.39	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
国内 16	含镓物料	6.88	68.61	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	1.73	0.08	0.12

国内 17	荧光粉（含镓物料）	0.02	13-16	0.24	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	13.84	0.12
德国	铟锡合金、粗镓		62-98	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02-25	<0.01	<0.01
国内 18	含镓物料	0.2-19	60-75	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		2	<0.01
德国	砷化镓		42-48	<0.01	<0.01	<0.01	43-50		0.12	<0.01
国内 19	镓粉	3.44	56.41	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.23	0.63	0.36
国内 20	镓粉	0.05	78.43	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
国内 21	含镓物料	2.41	0.94	<0.01	<0.01	<0.01	84	0.61	0.23	<0.01
日本	砷化镓	/	4-13	<0.01	<0.01	<0.01	0.01-13	<0.01	0.010.24	<0.01
国内 22	镓粉	0.64	72.40	<0.01	<0.01	<0.01		3.71	0.70	0.10
国内 23	含镓物料	0.3-8	14-48	<0.01	<0.01	<0.01	30-43	<0.01	0.17	1.02
国内 24	砷化镓	/	46-49	<0.01	<0.01	<0.01	44-47	0.58	0.30	<0.01
国内 25	滤芯镓粉	0.86	72.19	<0.01	<0.01	<0.01	0.04	3.08	0.61	0.06
韩国	粗氮化镓	0.8-1.5	65-77	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	2.33	0.17	0.03
新加坡	铜铟镓合金粉	0.07	16.81	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	45.55	<0.01	<0.01
国内 26	铜铟镓硒靶材	/	3-7	<0.01	20-40	0.01	<0.01	10-23	0.11	<0.01
国内 27	含镓物料	36.24	2.25	<0.01	<0.01	0.03	0.32		2.00	<0.01
国内 28	镓粉	1.94	70.42	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	2.51	0.18	<0.01
国内 29	滤芯镓粉	0-29	50-74	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	3-7	0.3	0.08
国内 30	铜铟镓硒、废砂	/	1.4-84	<0.01	0.4-2	<0.01	<0.01	11-98	<0.01	<0.01
国内 31	砷化镓	/	5.74	<0.01	<0.01	<0.01	5.80	<0.01	<0.01	0.52
国内 32	含镓物料	5-30	0.5-1.5	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	0.04	0.28

接上表 2：

表 3 先导集团再生镓原料化学成分统计表

来源	名称	P%	Cu%	Fe%	Pb%	S%	Sn%	Zn%	Si%	Cd%
英国	铋化镓	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
国内 1	含镓物料	<0.01	0.02	0.13	0.03	0.19	<0.01	0.12	40-60	<0.01
日本	砷化镓	<0.01	0.01-1	0.01-1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
国内 2	粗镓	<0.01	0.01	<0.01	0.004	<0.01	<0.01	0.06	<0.01	<0.01
国内 3	含镓物料	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
国内 4	含 镓 物 料 （荧光粉）	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	2.7	<0.01
韩国	氧 化 铟 镓 锌粉	<0.01	<0.01	1.55	<0.01	<0.01	<0.01	22.09	<0.01	<0.01
国内 5	含镓物料	<0.01	<0.01		<0.01	<0.01	<0.01	0.12	<0.01	<0.01
国内 6	报 废 砷 化 镓外延片	0.16	<0.01	0.09	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
国内 7	镓美合金	<0.01		0.72		9.02	<0.01	0.2	<0.01	<0.01
国内 8	铜旋转靶	<0.01	73.8	0.11			<0.01	0.14	<0.01	<0.01
国内 9	含镓物料	<0.01	0.01	0.03			<0.01	0.02	<0.01	<0.01
法国	氧化钐镓	<0.01					<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
国内 10	含镓物料	<0.01		0.05		0.02	<0.01	<0.01	49	<0.01
国内 11	镓粉、报废 滤芯镓粉	<0.01	0.01	0.06	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
国内 12	滤芯镓粉	<0.01	0.06	0.59		0.02	<0.01	0.11	<0.01	<0.01
国内 13	含 镓 物 料 （荧光粉）	<0.01	<0.01	0.16	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
国内 14	含镓物料	<0.01	<0.01		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

国内 15	含石 英 镓 料	<0.01	<0.01	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
国内 16	含镓物料	<0.01	<0.01	0.06	<0.01	<0.01	<0.01	0.06	<0.01	<0.01
国内 17	荧光粉（含 镓物料）	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		<0.01	<0.01
德国	镓 铟 锡 合 金、粗镓	<0.01	<0.01		0.01-0. 02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
国内 18	含镓物料	<0.01	<0.01	0.05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
德国	砷化镓	0.31	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
国内 19	镓粉	<0.01	<0.01	1.34	<0.01	0.22	<0.01	1.45	<0.01	<0.01
国内 20	镓粉	<0.01	<0.01		<0.01		<0.01		<0.01	<0.01
国内 21	含镓物料	2.10	<0.01	0.12	<0.01	0.05	<0.01	0.02	<0.01	<0.01
日本	砷化镓	<0.01	<0.01	0.05-0 .6	<0.01		<0.01	0.02	<0.01	<0.01
国内 22	镓粉	0.51	<0.01	0.04	<0.01	0.14	<0.01		<0.01	<0.01
国内 23	含镓物料	0.09	<0.01	1.02	<0.01	0.06	<0.01		<0.01	<0.01
国内 24	砷化镓	0.98	<0.01	0.01	<0.01		<0.01		<0.01	<0.01
国内 25	滤芯镓粉	<0.01	0.02	0.21	0.03	0.17	<0.01	0.13	<0.01	<0.01
韩国	粗氮化镓	<0.01		0.46			0.03	0.07	3.2	<0.01
新加坡	铜 铟 镓 合 金粉	<0.01	35.31	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
国内 26	铜 铟 镓 硒 靶材	<0.01	9-14	0.2	0.14	2.31	<0.01	1-39	<0.01	<0.01
国内 27	含镓物料	<0.01	1.07	8.66	0.27		0.26	5.30	<0.01	0.04
国内 28	镓粉	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.06	<0.01	<0.01
国内 29	滤芯镓粉	<0.01	<0.01	0.07	<0.01	<0.01	<0.01	0.03	<0.01	<0.01

[illegible]

	靶材									
国内 27	含镓物料	0.18		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
国内 28	镓粉	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
国内 29	滤芯镓粉	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
国内 30	铜 钢 镓 硒	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	废砂									
国内 31	砷化镓	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
国内 32	含镓物料	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

以上物料统计是 2015 年至今全球主要流通的再生镓原料化学成分统计情况，从以上统计可以看出：各类主要流通的再生镓原料中对环境影响较大的元素除砷以外，铅、镉、汞均含量较低，代表之类物料中这些元素均较低，所以在标准中除对砷需要控制以促进再生镓原料生产企业注意分类外，其他杂质元素不需要控制。

3.2 标准名称的变更和变更依据

原标准修订前的名称为《镓废料》，标准号为 YS/T 948-2014，原标准的制定时间为 2014 年，制定该标准的目的为适用当时的国内外贸易及再生有色金属使用的镓废料，当时国家对各类再生资源的贸易及进口是按照是否可以实现无害化利用的前提来规定的，是允许有利用价值并且可以实现无害化处理的废料进口货贸易的，所以当时制定该 YS/T 948-2014《镓废料》是符合国家对固体废物方面的控制要求的，并且不会限制反而可以促进镓二次资源的进口或贸易的。

《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》已由中华人民共和国第十三届全国人民代表大会常务委员会第十七次会议于 2020 年 4 月 29 日修订通过并予公布，自 2020 年 9 月 1 日起施行。在该法中明确规定“第二十三条 禁止中华人民共和国境外的固体废物进境倾倒、堆放、处置。第二十四条 国家逐步实现固体废物零进口，由国务院生态环境主管部门会同国务院商务、发展改革、海关等主管部门组织实施。第二十五条海关发现进口货物疑似固体废物的，可以委托专业机构开展属性鉴别，并根据鉴别结论依法管理。” 如果还是按照 YS/T 948-2014《镓废料》的定义和要求来界定镓再生物料，那么所有镓再生物料均会被 YS/T

948-2014《镓废料》行业标准定义为废料而被禁止进口，在国内贸易中也因为被归类为固体废料而被因为要求按照固体废料管理和控制。这就与国家鼓励再生资源回收利用以减少资源浪费的宗旨和目的背道而驰。以铜铅锌这些大宗有色金属产业来说明，在铜、铅、锌再生资源的回收利用方面就遇到了这个问题，而且这个问题特别严重和紧急，所以国家为了满足国内在铜铅锌二次资源利用方面的方方面面的要求，新制定了《回收铜原料》、《回收黄铜原料》、《再生铜原料》、《再生锌原料》等很多国家标准或行业标准，以满足国家对这些资源利用方面的要求。

镓无独立的矿储备地质资源，其来源只存在两个方面：有色金属铅锌原料、铝原料的镓综合回收的原生镓生产，再生镓主要为砷化镓或氮化镓、LED 的回收利用。特别是再生镓资源再镓的使用中占了 40% 以上的需求，所以在修订 YS/T 948-2014《镓废料》时必须首先更改名称。在此次修订中将名称更改为《再生镓原料》

3.3 范围的修订和修订的依据

3.3.1 修订后标准适用范围的变化

修订前的适用范围：本标准规定了镓废料的分类、要求、试验方法、检验规则和标志、包装、运输、贮存及合同（订货单）内容。本标准适用于再生有色金属使用的含镓废料。

修订后的适用范围：本文件规定了再生镓原料的分类、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存、随行文件和订货单内容。

本文件适用于从含镓物料的生产、加工、使用过程中产生的可回收的再生镓原料。

3.3.2 适用范围修订的依据

适用范围内容的更改适用了国家的新要求，体现了标准的时间使用要求及最新的标准格式要求。

3.4 术语和定义

原标准中无需要条款，按照新的标准编写要求增加了需要说明的定义：再生镓原料。

3.5 规范性引用文件的修订和修订的依据

3.5.1 修订后的文本删除了 GBT16487.2 和 GBT16487.7 两个标准，增加了 GB/T 6679 固体化工产品采样通则

3.5.2 删除的依据：

该两个标准在标准正文中没有实际使用。

3.5.3 增加的依据：

在修订的标准内容中有取样和检测的要求，所以需要增加相应的标准条款。

3.6 分类的修订及依据

3.6.1 修订的前后变化

原标准的分类内容为 5 类：Ⅰ类镓及镓合金废料，Ⅱ类含镓半导体废料，Ⅲ类含镓化工废料，Ⅳ类含镓废液，Ⅴ类含含镓废灰渣。

修订后的标准内容分为 3 类：Ⅰ类再生纯镓原料，Ⅱ类再生镓化合物原料，Ⅲ类再生镓合金原料，并且按照存在形态和来源增加了以下表格 4

表4 再生镓原料的类别和存在形态及主要来源

类别	存在形态	主要来源
再生纯镓原料	镓以单质形式存在的再生镓原料	包括镓粉、镓粒、镓锭、镓棒、海绵镓、液相外延残余镓及合成残余料等，颜色呈镓金属的银灰色或灰黑色等。
再生镓化合物原料	镓以化合态等形式存在的再生镓原料	包括氮化镓、砷化镓、锑化镓等半导体类等含镓半导体材料的头尾料、碎料、不合格品、切磨抛外延泥料等及加工使用的余料残料下脚料等，含镓类 LED 及荧光粉生产加工使用的余料或不合格品等，含镓类太阳能材料生产加工使用的余料残料下脚料或不合格品，氧化铟锌镓靶材生产加工使用的余料或残靶或不合格品等，纯度较高的镓化合物如氧化镓、硝酸镓、氢氧化镓的使用余料或不合格品等。
再生镓合金原料	镓以合金态存在的再生镓原料	包括镓镁合金的加工使用余料或不合格品等，铜镓合金或铜铟镓硒类合金的加工余料或不合格品等，铜铟镓硒靶材使用余料或残靶或不合格品等，含镓低熔点合金如镓铟锡合金的加工余料或不合格品等。

3.6.2 修订的依据：

3.6.2.1 原标准中分类是根据镓的用途和产生来源两个方面分的类：Ⅰ、Ⅱ类、Ⅲ类包括合金方面的应用定义为镓及镓合金废料、半导体方面的应用定义为含镓半导体废料、化工产品方面的应用定义为含镓化工废料，这三类是根据用途归的类别；Ⅳ、Ⅴ类包括废水方面的产

生来源定义为含镓废液、废渣方面的产生来源定义为含镓废灰渣。这个分类方法含糊不清，不能作为产品类型的标准中的使用办法。

3.6.2.2 修订后的标准分类更改为 3 类：Ⅰ类再生纯镓原料，Ⅱ类再生镓化合物原料，Ⅲ类再生镓合金原料。这种分类方法是按照镓元素的存在方式来归类，可以准确体现各类再生镓原料的形态，在再生镓原料产品的生产和使用利用各方面都可以得到很清晰的界定。并且有利于再生镓原料产品中最主要的一项“镓含量”的技术要求做很方便快速准确的归类。

3.7 技术要求的修订

3.7.1 技术要求的修订前后的变化

原标准是一个分类的标准，相应的也无具体的技术要求的内容，修订后的标准增加了技术要求的内容，增加了品级的要求和化学成分的要求，类别及品级和化学成分的要求见下表 5 的规定。

表5 再生镓原料的化学成分

类别	品级	化学成分（质量分数），%		
		Ga	H ₂ O	AS
再生纯镓原料	/	≥90~99.99	≤1	≤0.1
再生镓化合物原料	一级	≥60~90	≤5	≤0.1
	二级	≥30~60	≤30	≤55
	三级	≥0.6~30	≤30	≤55
再生镓合金原料	一级	≥60~90	≤1	≤0.1
	二级	≥30~60	≤1	≤0.1
	三级	≥3~30	≤1	≤0.1

3.7.2 增加表 2 的依据：

3.7.2.1 产品标准中需要体现化学成分的含量要求，特别是作为再生资源原料的产品更需要对主要化学成分“镓含量”做相应的要求，该表格中的镓含量以化学成分作为品级的分类要求，符合一般品级分类要求和方法，在实际贸易实际中易执行和体现。

3.7.2.3 该表格中提出镓的要求并且将最低含量限定为 1%，是为了限制回收利用较低的物料、促进生产企业规范管理分类相关物料；相对于可以富集生产镓的铝矿资源的镓含量为

0.002%左右、铅锌矿左右的镓含量为 0.01%左右，1%的镓含量相比于矿产品中的镓含量已富集了 500 倍，再次提取金属镓的资源消耗不足 10%，对于这类具有战略价值的稀有金属来说，1%是很高的限定要求，但最为回收料的限定要求是合适的。

3.7.2.2 再生镓原料提出水分的要求的目的是为了促使再生镓原料生产者对物料有清晰的界定和归置和存放，注意物料的存放和防潮，比如一级品和二级品水分<1%的限制，可以有效防止将生产过程无谓的水分多杂质高的物料掺入更上一级的物料中。

3.7.2.3 再生镓原料提出砷的要求的目的是为了促使再生镓原料生产者对物料有清晰的界定和归置和存放，不将含砷的再生镓原料和其他原料混储，提高回收利用的能效及有针对性的防止环境污染的发生。

3.7.2.4 再生镓原料不对其他杂质元素提出要求，主要是依据 3.1 的统计，统计表明，再生镓原料除砷外较低或不含有铅、镉、汞、铬等环境控制元素，而铁、铜、锌、硅等属于常见及不形成环境压力的元素，所以除砷外不对其他杂质元素进行控制。

3.8 外观质量的修订及依据

3.8.1 增加的内容

再生镓原料呈粉泥状、粒状、碎屑状、块状、筒状等，可允许少量颜色差异，无外来夹杂物。，典型图片见如下示例：



纯镓 1



纯镓 2



纯镓 3



纯镓 4



氮化镓 1



氮化镓 2



含镓太阳能材料残料



含镓化合物料



砷化镓料 1



砷化镓料 2



砷化镓 3



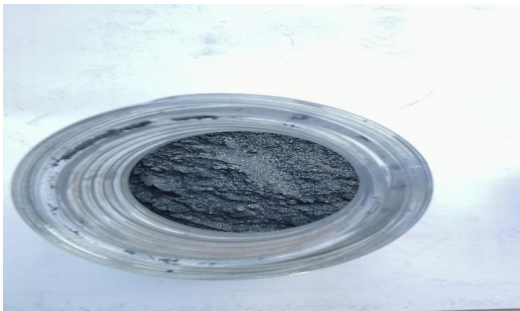
砷化镓 4



砷化镓泥料 1



砷化镓泥料 2



铈化镓 1



铈化镓 2



铜镓合金 1



铜镓合金 2



氧化铟镓锌粉



荧光粉 1



荧光粉 2

3.8.2 增加的依据

再生镓原料为服务于生产和贸易的产品类标准，需要对相应的产品做外观质量的规定，因为再生料的产生特性，可允许少量的颜色差异。增加此要求的目的是满足供需双方的生产运输贸易和加工利用的要求。

3.9 试验方法的修订及依据

3.9.1 修订前后的变化

最主要的修订变化是增加了水分和镓含量的测定的相关技术内容和附录 A、附录 B，其中附录 B 的验证试验报告如下：

B.1 方法的试验步骤

B.1.1 称取 0.6g（精确到 0.0001g）样品置于 250 毫升三角烧杯中，加 20ml 王水，低温加热至样品完全溶解，冷却后定容至 100ml 容量瓶中。

B.1.2 移取 10.00ml 样品溶液(可根据镓含量调整移取的溶液体积)，用移液管准确加入 25.00ml 的 EDTA 溶液，加入 2g 六次甲基四胺，2 滴二甲酚橙指示剂，用氨水调节溶液颜色刚好变为紫色，再用盐酸使溶液恢复黄色，加入 0.1g 氟化铵，加入 10ml 六次甲基四胺缓冲溶液，用锌标准溶液滴定溶液至微红色即为终点，记录消耗锌标准溶液的体积。同时做试剂空白试验记录消耗的锌标准溶液体积。

B.2 试验条件的选择与讨论

B.2.1 溶解使用的酸的选择试验

以 1#砷化镓再生料、2#镓镁合金再生料、3#纯镓再生料三个样为试验依据，每个样称取 2 份平行样，分别称取相应的质量样品于 250ml 烧杯三角烧杯中，加入 15 盐酸，加入 5ml 硝酸，加热溶解盖上表面皿，加热溶解，三个样均有微量不溶物，然后用定量滤纸过滤，用盐酸（5+95）洗涤滤纸上的沉淀。然后取下滤纸置于 30ml 的镍坩埚中，在 600° C 马弗炉中灰化滤纸，加入 1.5g 氢氧化钠及 1.5g 过氧化钠，在 800° C 马弗炉中熔融 30min。取下镍坩埚，稍冷，置于已装有 30ml 热水的烧杯中，盖上表面皿，加热浸取熔融物。完成浸取后取出镍坩埚，加入 40ml 王水，加热溶解，样品溶解澄清。然后转移定容至 200ml 容量瓶中，用电感耦合等离子发射光谱仪测定溶液中的铋含量，检测结果如下表 6：

表 6 王水溶解后镓的溶解情况

样品编号	称样量 （g）	不溶物熔融处理定容后的镓浓度 （ug/ml）	计算到样品中的镓含量（%）
1#-1	1.1375	0.2	<0.005
1#-2	1.1238	0.2	<0.005
2#-1	1.2304	0.05	<0.005
2#-2	1.2897	0.01	<0.005
3#-1	1.2691	0.1	<0.005
3#-3	1.3301	0.05	<0.005

从以上结果来看，均小于<0.005%。可见，该溶解方法可以完成溶解样品中的镓。

B. 2. 2 滴定时 PH 值的试验选择

本标准使用如下标准调节滴定时溶液的 PH 值：加入 2g 六次甲基四胺，2 滴二甲酚橙指示剂，用氨水调节溶液颜色刚好变为紫色，再用盐酸使溶液恢复黄色，加入 0.1g 氟化铵，加入 10ml 六次甲基四胺缓冲溶液，用锌标准溶液滴定溶液至微红色即为终点，记录消耗锌标准溶液的体积。同时做试剂空白试验记录消耗的锌标准溶液体积为。

选择使用 1#样品，按照标准方法处理成 100ml 的待滴定溶液，然后移取 10.00m 溶液液置于 500mL 三角烧杯中加入 2g 六次甲基四胺，2 滴二甲酚橙指示剂，用氨水调节溶液颜色刚好变为紫色，再用盐酸使溶液恢复黄色，加入 0.1g 氟化铵，用盐酸和氨水调节 PH 到 3.5 左右，用锌标准溶液滴定溶液至微红色即为终点，滴定终点不敏锐。

从以上结果可知，一般情况下的 PH 为 3.5 左右时，滴定终点不敏锐，在方法中选择使用 PH 为 5.5 时滴定镓的含量。

B. 2. 3 选择使用六次甲基四胺缓冲溶液和醋酸钠缓冲溶液的试验：

选择使用 3#样品，按照标准方法处理成 100ml 的待滴定溶液，然后移取 10.00mL 标液置于 500mL 三角烧杯中, 加入 5ml 水，用盐酸和氨水调节 PH 至 5 左右，加入酸-醋酸钠（PH ≈5.5）20ml, 加入 0.1g 氟化铵，加入 3 滴二甲酚橙指示剂，用锌标准溶液滴定溶液至微红色即为终点，和 B. 1 的滴定终点相比较，该滴定终点不敏锐。

从以上结果可知，使用醋酸-醋酸钠做缓冲溶液，滴定终点不敏锐，选择使用六次甲基四胺缓冲溶液做为滴定镓的缓冲溶液。

B. 2. 4 方法准确性试验

以 5N 纯镓做试验，然后加入砷和氧化镁，加入 20 毫升王水，以下步骤和 B. 1 一致，记录滴定体积，得到镓含量；检测结果和验证情况如下表 7：

表 7 镓滴定法回收料

序号	称取的镓 (g)	称取加 入的砷 量 (g)	称取加 入 的氧化镁 量 (g)	Na2EDTA 标准溶 液浓度 (mol/L)	消耗的锌标准溶 液 (0. 04959 mol/L) 体积 (ml)	滴定得到的铋含 量 (回收率) %
1	0. 6105	0. 1051	0. 1090	0. 02014	7. 70	99. 90
2	0. 4572	0. 1028	0. 1102		12. 10	100. 13

B. 3 精密度试验

用纯砷化镓和砷混合制成含镓 10%的 1#样品、30%的 2#样品，用氧化镓和氯化钠混合制成含镓 50%的 3#样品、含镓 70%的 4#样品，用纯镓做 5#样品，做精密度试验，对以上 5 个样品的样品独立进行 7 次测定，测定结果见表 8。

表 8 方法重复性数据

项目	测定次数	1#	2#	3#	4#	5#
镓含量	1	10.23	30.11	50.36	70.42	99.98
	2	10.15	30.02	50.23	70.36	99.75
	3	10.16	30.24	50.19	70.33	99.81
	4	10.11	30.06	50.27	70.29	100.02
	5	10.06	30.24	50.28	70.24	100.05
	6	10.19	30.11	50.31	70.38	99.86
	7	10.17	30.07	50.22	70.25	99.84
平均值/%		64. 48	10.15	30.12	50.27	70.32
标准偏差		0. 107	0.04	0.07	0.04	0.06
相对标准偏差/%		0. 17	0.39	0.22	0.09	0.08

B. 3 结论

B. 3. 1、该方法是一个创新方法，有一定的创新技术水平

B. 3. 2、 该方法适应于砷化镓、镓镁合金、纯镓等的测定，方法简单易掌握。

3. 9. 2 修订的依据

增加了水分的试验方法是因为标准中提出了水分的指标要求,再生镓原料中水分的测定：取好分析样后，混匀，按照四分法分出 100~200 g 试料，在 105 ℃恒温干燥箱烘干进行测定。并在附录 A 增加了测定水分的操作规程。

再生镓原料是重要的稀有稀散金属及战略金属，也是高价值的金属元素，在适应的前提下相应提出满足行业需求的再生镓原料中镓含量的测定方法。

3. 10 取制样的修订和依据

3. 10. 1 修订的内容

原文本的取制样有供需双方协商确定，修订后的内容更改为：

取样：粉状再生镓原料用钢制插钎在包装单元上从上到下插钎 5 点，将每个包装单元的样品混匀，然后根据每个包装单元的净重组合成一个不小于 600g 的原始综合样。

制样：将原始综合样品全部置于干燥盘内，按照附录 A 的方法检测水分，将干燥后的样品全部破碎后全部过 100 目筛网，用网格法挑取 3 份样品，样品由供需双方各执一份，另一份样品由供需双方签字后作为仲裁样品由需方保留。

其他要求：其他形状的再生镓原料的取制样方法可由供需双方商定，样品由供需双方各执一份，另一份样品由供需双方签字后作为仲裁样品由需方保留。

3. 10. 2 修订的依据

因为物料价值高导致回收再生利用率高，再生镓原料是一种常见的贸易产品，也有相应的主体或常见的物料种类，需要对这类物料的取制样方法和要求进行规定，所以选取了常见的粉体类物料的取制样方法进行规定。

3. 11 文本格式的修订

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》发布后，在此时间之前制定的相关标准均有或多或少的不符合的地方，所以需要安装相应的起草格式要求进行修订。

4 再生镓原料的产生、回收利用、环境保护和市场情况

4. 1 全球主要原生镓生产情况

全球共有 30 余企业生产原生粗镓，主要分布在中国、日本、乌克兰、哈萨克斯坦和加

拿大等国。生产原生粗镓的企业主要为有色金属冶炼厂和大型氧化铝厂，如中国的中国铝业股份有限公司，乌克兰尼古拉耶夫铝厂，哈萨克斯坦的巴甫洛达铝厂、日本同和矿业、美国世界镓股份有限公司等；全球主要的再生镓回收利用的企业除比利时优美科公司外主要为中国的企业，其中主要有广东先导稀材股份有限公司、山西孝义兴安镓业有限公司、中国铝业集团有限公司、杭州锦江集团、珠海方源有限公司、东方希望集团有限公司，还有一些铝生产企业具备镓的产能及条件，或多或少在生产镓类物料等。下表 3 为全球主要的生产企业的镓终端产品，其中广东先导稀材股份有限公司是全球最大的再生镓生产企业，也是全球最大的精镓生产企业。

表 9 全球原生镓的生产企业

地区	公司名	产品类型
国外	锡加公司 SN PLUS INC	精镓
	同和矿业株式会社	精镓
	拉沙工业株式会社	精镓
	住友化工株式会社	精镓
	巴铺洛达铝业公司	粗镓
	尼古拉耶夫铝厂	粗镓
	AXT 铝业公司	精镓
	界镓股份有限公司	精镓
中国	广东先导稀材股份有限公司	精镓
	山西孝义兴安镓业有限公司	精镓
	中国铝业集团有限公司	精镓
	杭州锦江集团	粗镓
	东方希望三门峡铝业公司	粗镓
	珠海方源有限公司	粗镓

4.2 全球主要的再生镓原料生产情况

再生镓主要来源于氮化镓、砷化镓、荧光粉的再生回收，所以主要的氮化镓、砷化镓、荧光粉的生产企业就是主要的再生镓原料的制造商或制造商；国外砷化镓氮化镓主要的企业有：日本住友公司、英国 IQE 公司、德国 FCM 公司等，中国的公司有：广东先导稀材股份有限公司、江西格林美循环产业股份有限公司、台湾 EPISTAR 晶元公司、厦门乾照光电、浙江华灿光电有限公司、江苏纳维半导体有限公司、三安光电股份有限公司、上海镓特半导体有限公司等，荧光粉国内市场企业有：江苏博睿光电有限公司、江苏英特美光电有限公司、江苏科恒科技有限公司、有研稀土新材料有限公司等。其中日本住友国外最大镓半导体制造公司，相应的再生镓原料也是最大制造商，广东先导是国内最大砷化镓制造商及镓合金、高纯镓、氧化镓、硝酸镓等制造商，相应的广东先导也是中国再生镓原料最大制造商，先导公司年再生镓按照镓金属计算为 15 吨。

4、3 全球镓供需分析和价格

镓产品根据生产方式分为原生镓和再生镓。2020 年全球原生镓和再生镓产量达 580 吨左右，中国原生镓和再生镓产量约 340 吨，约占世界产量的 60%；在 2016 年以前日本是全球最大的镓金属资源消费国，随着我国的经济发展、产业升级、科技创新的提升，我国在 2018 年取代日本成为全球最大的镓金属消费国，占全球镓金属消费量的 50%以上。特别是到 2022 年，我国的镓消费已从 LED 生产占主要比例转向为砷化镓氮化镓等占比越来越高的趋势，这一趋势充分说明我国的产业升级和科技创新的力度。

镓元素的物理特性注定镓金属在现代高科技应用的不可或缺的重要性，镓的重要性已充分体现在了镓的价格的变化之中。镓已成为较为贵重的稀有稀散金属，在 2022 年 4 月粗镓金属的均价已达 260 万/吨，与 2019 年均价 95 万/吨相比，涨幅超超过 270%。

4.4 再生镓的主要处理工艺和环境保护情况

再生镓原料的回收利用针对不同的原料来源有多种回收工艺，下面是最常见的砷化镓和氮化镓再生料回收镓的工艺

（1）真空蒸馏：将破碎后的砷化镓废料装入到砷化镓塔式中频真空炉内，开启设备，达到一定的真空度后，开启加热，使砷蒸发、冷凝后收集；镓留在装料坩埚内，实现砷镓的分离，分别得到 4N 镓和粗砷

（2）氯化提成砷：粗砷在氯化反应釜中，经氯化后，得到粗三氯化砷，再经过蒸馏提纯，获得高纯三氯化砷，用于高纯砷的制备。如无粗砷氯化提纯工艺，粗砷转入有专业处理资质的公司再次处理。

（3）氮化镓的回收提纯工艺相对砷化镓更为简单：碱焙烧后浸取，沉淀后电解得到粗镓。

（4）在我国打开回收镓的产业技术和供应链后的大门后，凭着我国的整体产业优势和集群优势，我国的再生镓回收纯镓行业消耗的能源及耗材均处于较低的水平，特别是与从原矿中提取镓金属相比，消耗的能源及耗材处于极低的水平；因为行业的总体物料总量较少、处理工艺链较短，行业易配套环保技术实现安全环保生产，在回收企业基本上是实行闭环工艺管理，无环境压力的问题。

五、标准中涉及专利的情况

本标准不涉及专利问题。（若标准中涉及专利，需要在附件中提供必要专利信息披露表、已披露的专利清单、必要专利实施许可声明表等材料。）

六 预期达到的社会效益等情况

6.1 项目的必要性和社会效益

砷化镓、氮化镓、含镓 LED 节能照明材料等材料是我国明确要求发展的重点高新材料，工业与信息化部发布的《重点新材料首批次应用示范指导目录（2021 版）》第 237 项的重点高新材料项目为“高性能稀土发光材料”、第 251 项为“氮化镓单晶底”、第 252 项为“氮化镓外延片”，这三种材料的核心组成金属元素就是镓，《重点新材料首批次应用示范指导目录（2021 版）》具体列明的材料有 304 项，而镓就占据了 3 项，达到了 1%的应用要求，可见镓元素对国家材料方面的重要性。而镓金属有接近 40%的金属量是来源于再生料的回收利用，可见合理充分有效利用镓的再生生利用是极其符合国家和社会的时代要求和社会效益。在经济效益上也是有很大的经济效益，镓的市场价值已达 250 多万每吨，有效利用镓的再生资源对行业也有着较大的经济效益。

6.2 项目的可行性

起草单位江西格林美循环产业股份有限公司、广东先导稀材股份有限公司、占全球的镓市场规模达到 30%以上，上海交通大学拥有雄厚的科技实力，具备制定修订标准的的生产

技术水平和现状，具备全面的技术储备和开发能力，新修订的标准可以全面反映行业特点和要求，修订后的标准将对行业的发展壮大具备助推器的作用。

七、与现行相关法律、法规、规章及相关标准的协调性

本标准的制定过程、技术指标的选定、检验项目的设置符合现行法律、法规和强制性国家标准的规定。。

八、标准水平

（1）采用国际标准和国外先进标准的程度

未查到再生镓原料的国际标准或国外先进标准，所以本标准没有采用其他国际或国外标准。

（2）该标准与国内相关标准间的关系

未查到相关的国家或行业标准，该标准具有主导地位。

九、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

十、作为强制性国家标准的建议

本标准建议不作为强制性标准，而建议作为推荐性标准。

十一、贯彻标准的要求和措施建议

本标准属于镓行业的基础标准，全面覆盖挑回收产业的一般要求，建议相关单位组织专项标准宣贯会进行系统的学习与贯彻实施。如果需方或对产业有特殊要求时，建议供需双方在本标准基础上对特殊要求在订货合同中进行详细的约定或起草专项技术协议。

十二、废止现行有关标准的建议

本标准发布实施之日起，代替 YS/T 948-2014《镓废料》

十三、其他主要内容的解释和其他需要说明的事项。

无。

《再生镓原料》（修订）编制组

2024. 6. 10