**团体标准**

**《****绿色设计产品评价技术规范 锗单晶和锗单晶片》**

**编制说明**

**（送审稿）**

**《绿色设计产品评价技术规范 锗单晶和锗单晶片》编制组**

**2024年9月**

团体标准《绿色设计产品评价技术规范 锗单晶和锗单晶片》

编制说明（送审稿）

# 一、工作简况

## **1.1 立项的目的及意义**

锗是典型的稀有分散金属，在地壳中含量约百万分之七，是重要的战略资源。我国是世界锗系列产品的主要生产及贸易大国，锗产量位居世界第一，且出口到美国、日本、比利时、德国等国家。目前，锗资源在全球分布较为集中，美国、中国、俄罗斯的锗资源储量分别约为3870吨、3500吨与860吨，占全球储量分别为45%、41%和10%，3个国家约占全球总储量的96%，其余已知储量则零散分布于加拿大、德国、比利时等国家；同时，全球锗产量主要分布为中国71%、俄罗斯4%、美国3%、其他22%。我国主要的锗矿资源位于云南省及内蒙古两地，二者合计占比超过80%，其中内蒙古储量占46%，云南占34%。

为贯彻国家“创新、协调、绿色、开放、共享”的战略发展理念，落实《绿色制造工程实施指南(2016-2020年)》的目标，全面推行绿色制造战略任务，实施绿色制造标准化提升工程。2017年，工业和信息化部发布了《工业节能与绿色标准化行动计划（2017-2019）》，鼓励社会组织和企业共同制定市场和创新需要的团体标准，强化产品全生命周期绿色管理。《中国制造2025》提出加快制造业绿色改造升级，积极推行低碳化、循环化和集约化；强化产品全生命周期绿色管理，全面推进钢铁、有色、化工、建材、轻工等传统制造业绿色改造。建立统一的绿色产品体系有利于贯彻绿色发展理念、树立中国绿色产品的高端国际形象，有利于助推供给侧结构性改革、推动制造业水平和产品质量提升，有利于满足消费升级需求、为人民健康生活提供保障。国务院办公厅关于印发国家标准化体系建设发展规划（2016-2020 年）的通知国办发〔2015〕89 号文中指出，“加强生态文明标准化，服务绿色发展”，明确了要提升绿色产品的标准化进程。

锗单晶和锗单晶片广泛应用红外光学领域，生产红外光学器件、红外成像夜视仪、探测器窗口。随着科技的突飞猛进，高速发展，特别是技术、经济与生态环境的不协调发展，人类赖以生存生活的自然环境遭到了极大破坏，环境、资源、人口已成为当今人类社会面临的三大主要难题，而制造业就是突出的资源消耗者及环境污染者之一。因此，大力发展绿色制造具有重要意义：

第一，绿色设计产品是以绿色制造实现供给侧结构性改革的最终体现，侧重于产品全生命周期的绿色化。积极开展绿色设计，按照全生命周期的理念，在产品设计开发阶段系统考虑原材料选用、生产、销售、使用、回收、处理等各个环节对资源环境造成的影响，有助于实现产品对能源资源消耗最低化、生态环境影响最小化、再生率最大化。

第二，建立统一的绿色产品标准、认证、标识体系，是推动绿色低碳循环发展、培育绿色市场的必然要求，是加强供给侧结构性改革、提升绿色产品供给质量和效率的重要举措，是引导产业转型升级、提升中国制造竞争力的紧迫任务，是引领绿色消费、保障和改善民生的有效途径，是履行国际减排承诺、提升我国参与全球治理制度性话语权的现实需要。

第三，统一绿色产品内涵和评价方法。绿色产品内涵应兼顾资源能源消耗少、污染物排放低、低毒少害、易回收处理和再利用、健康安全和质量品质高等特征。采用定量与定性评价相结合、产品与组织评价相结合的方法，统筹考虑资源、能源、环境、品质等属性，科学确定绿色产品评价的关键阶段和关键指标，建立评价方法与指标体系。

第四，开展绿色产品标准体系顶层设计和系统规划，充分发挥各行业主管部门的职能作用，共同编制绿色产品标准体系框架和标准明细表，统一构建以绿色产品评价标准子体系为牵引、以绿色产品的产业支撑标准子体系为辅助的绿色产品标准体系。参考国际实践，建立符合中国国情的绿色产品认证与标识体系，统一制定认证实施规则和认证标识，并发布认证标识使用管理办法。

第五，在锗单晶和锗单晶片的整个生产过程中引入绿色设计产品评价技术规范有利于减少企业在生产过程中对当地生态环境的影响，实现企业及生态环境的可持续发展，指导和规范锗行业绿色设计产品的评价工作，为绿色设计产品的政策和运行机制做好基础性支撑工作，为企业绿色设计产品的审核提供有效手段。

在此大背景之下，锗行业迫切需要加速淘汰落后产能，大力促进行业整体技术进步和节能减排进程，进一步提升产业集中度。为此，以产品生命周期评价理论为指导，以提升产品在其生命周期中的综合环境绩效为目标，针对重点产品环境安全问题，选择锗单晶和锗单晶片产品为研究目标，制定《绿色设计产品评价技术规范 锗单晶和锗单晶片》标准，成为锗单晶和锗单晶片实现绿色发展的必要选择。

## **1.2 任务来源**

根据全国有色金属标准化技术委员会《关于转发2023年第三批有色金属行业、协会标准制（修）订项目计划及征集起草单位的通知》（有色标委〔2023〕97号）的要求，《绿色设计产品评价技术规范 锗单晶和锗单晶片》由云南驰宏国际锗业有限公司牵头起草，由全国有色金属标准化技术委员会、全国半导体设备和材料标准化技术委员会材料分技术委员会归口，全国半导体设备和材料标准化技术委员会材料分技术委员会负责组织，计划号[2023-038-T/CHIA](http://219.239.107.155:8080/TaskBook.aspx?id=20211248TYS)，计划完成时间为2024年。

## **1.3 项目编制组单位简况**

## **1.3.1 编制组成员单位**

本项目由云南驰宏国际锗业有限公司、江苏宁达环保股份有限公司、云南临沧鑫圆锗业股份有限公司、云南驰宏锌锗股份有限公司、朝阳金美镓业有限公司等单位共同起草，这些编制组成员单位均是我国锗单晶和锗单晶片的主要生产、科研、产品检测或使用单位。

**1.3.2 主编单位简介**

云南驰宏国际锗业有限公司（以下简称驰宏锗业）为国有A股上市公司云南驰宏锌锗股份有限公司（以下简称驰宏锌锗）全资子公司，成立于2018年3月16日，注册资本2.5亿元，是驰宏锌锗战略性锗产业发展的专业公司，也是中铝集团、中国铜业和驰宏锌锗重点打造的“科改示范企业”。

驰宏锗业以科技创新为驱动，现已发展成为全国最大的原生锗生产企业，原生锗产能产量居国内第一，市场份额约占全国1/3、全球1/4；构建了从原料到高端材料，再到红外光学器件、综合红外光电系统的全产业链。驰宏锗业已建成30t/年光纤级四氯化锗生产线，是国内外少数掌握光纤用超高纯四氯化锗制备技术的企业；红外锗镜片远销国内外红外领域领先企业；推出“工业CT”红外热成像系统，可结合多种应用场景实现定制化生产，为工矿企业安全生产保驾护航。

驰宏锗业先后通过国家专精特新“小巨人”企业、国家高新技术企业、云南省知识产权优势企业、云南省科技型中小企业认定，拥有云南省锗资源综合高值利用工程研究中心、云南省企业技术中心、中铝集团锗高纯材料及产业发展研究中心、院士（专家）工作站等多个研究平台，是中国科学院光电研究院、暨南大学、昆明理工大学等知名院所高校的合作伙伴。2022年入选国务院国资委“科改示范企业”，2023年入围国务院国资委“创建世界一流专业领军示范企业”，先后申报专利145项（其中发明63项），目前已取得授权106项（发明17项），软件著作权3项；先后获中国有色金属工业协会科学技术二等奖1项、中国铜业科技进步一等奖2项、中国铜业科技进步三等奖1项、驰宏锌锗科技进步特等奖1项。主导制定《高纯锗粉》《锗行业绿色工厂评价要求》等行业标准，参与制修订《正电子发射断层扫描仪用锗酸铋闪烁晶体》《金属锗化学分析方法 第3部分痕量杂质元素的测定 辉光放电质谱法》等国家标准及《绿色设计产品评价技术规范 区熔锗锭》等团体标准共计10项，展现出极强的技术研发创新能力，是国内专业化的锗系列产品的主要供应商。2023年荣获“第五届云南省人民政府质量奖提名奖”。

## **1.3.3 主要参与单位简介**

江苏宁达环保股份有限公司（原扬州宁达贵金属有限公司）成立于2004年4月，位于扬州市江都区宜陵镇工业园区，注册资金1.875亿元，现有员工400余人。公司现具备年产高纯锗系列产品40吨/年，公司为国家火炬计划重点高新技术企业、江苏省专精特新企业，城市矿产示范企业。建有江苏省工程技术研究中心、江苏省博士后创新实践基地和江苏省研究生工作站等研发平台。公司成立以来，高度重视技术创新，与中南大学、上海交通大学、同济大学、常州工学院、江苏理工学院等省内外著名高校建立了产学研合作关系。公司先后承担了国家科技支撑计划、科技部中小企业创新基金项目、江苏省科技成果转化项目等国家、省市计划项目20多项，主持参与制定行标5件项，公司获授权专利44件，其中发明专利25件，先后荣获教育部科学技术奖、中国有色金属工业协会科学技术奖和省市级科学技术奖等20余项。

云南临沧鑫圆锗业股份有限公司是集锗矿开采、锗高效提取、锗产品精深加工及锗新材料研发生产为一体的世界知名企业，是中国第一、亚洲最大的锗系列产品生产商和供应商。公司拥有丰富的锗矿资源，资源储量占到了全国的27%以上，是国内锗资源保有储量最大的企业。公司主要生产经营区熔锗锭、高纯二氧化锗、有机锗、红外光学锗单晶及元器件、太阳能电池用锗单晶片、光纤级四氯化锗、砷化镓单晶及晶片等高新技术产品，是中国锗行业的龙头企业。云南锗业具有强大的自主开发和技术创新能力，公司建有“企业技术中心”、“分析测试中心”和“云南省锗材料工程技术研究中心”等多个研发机构，配备有先进的仪器设备和专业的技术人才，研发新产品、新工艺。通过自主创新，先后承担国家科技支撑计划项目课题2项、国家863计划项目课题1项、云南省重点新产品等省市级科技计划项目10余项。2010年公司被科技部认定为国家火炬计划重点高新技术企业，云南临沧国家锗材料基地骨干企业，公司技术中心于2015年12月被认定为国家级企业技术中心，技术中心配备了国内外各种大型的检测实验设备，有以30余名专业技术人员组成的省级锗材料创新团队，先后承担了40余项的国家标准和国家标准样品的研制项目，具有丰富的标准制修订经验和很强的标准制修订能力，2014年被云南省科技厅认定为科技型企业，公司分析测试中心于2017年3月通过了中国合格评定国家认可委员会（CNAS）的认可，范围涵盖了锗系列产品的分析检测技术领域，在锗的检测方面跨入了国内先进行列。

云南驰宏锌锗股份有限公司（简称驰宏锌锗）由中国铝业集团有限公司控股的上市公司，公司成立于2000年7月，注册资本1，667，560，890元人民币，现有员工10014人，是一户以铅、锌产业为主，集地质勘探、采矿、选矿、冶金、化工、深加工、贸易和科研为一体的央企控股A股上市公司。驰宏锌锗前身云南会泽铅锌矿，始成立于1951年1月，是我国“一五”计划156个重点建设项目之一，也是中国最早从氧化铅锌矿中提取锗用于国防尖端工业建设的企业，为“两弹一星”的成功研制做出过贡献。经过60多年的传承与创新发展，驰宏锌锗现已发展成为在国内的云南、四川、内蒙古、黑龙江、西藏、香港以及国外的加拿大、澳大利亚、玻利维亚等地拥有40家分子公司的集团化、国际化企业，资源品种覆盖铅、锌、锗、银、金、铟、铜、钼等多种有色金属。截止2015年末，驰宏锌锗资产总额逾330亿元，位列全国铅锌行业之首，具备年采矿300万吨、选矿450万吨、冶炼产能35万吨，综合回收金、银、锗、镉、铋、锑、铟等伴生金属1100余吨，主要装备、环保和工艺技术处于“国内一流、国际先进”水平，综合竞争力名列国内同行业前茅。驰宏锌锗积极顺应产业发展导向，努力发展绿色循环经济，构建了“风险地质勘探——矿山无废开采——冶炼清洁生产——“三废”循环利用——稀贵金属综合回收——产品精深加工”全产业链发展模式。驰宏锌锗具有冶金行业专业乙级、建筑行业专业丙级资质，拥有“富氧顶吹-侧吹还原和奥斯迈特粗铅熔炼技术”、“湿法炼锌—深度净化—长周期电积”专有知识产权，“隐伏矿体定位预测方法”、“矿山膏体胶结充填采矿技术”等数十项核心技术，拥有省级实验研究平台3个，有效授权专利100余件。

朝阳金美镓业有限公司成立于2000年，2018年，因总公司略发展的需要，逐步将半导体产业链“北进”，在辽宁省朝阳市喀左工业经济开发园区建立了朝阳金美镓业有限公司。金美镓业主营稀散金属和一、二、三代高纯半导体新材料等，是中国规模最大的知名高纯镓生产企业，主产品有：高纯锗及其化合物、高纯镓及其化合物、高纯铟和高纯磷化铟多晶、高纯无水氧化硼以及用于MO源的镓镁合金、铟镁合金等，其中高纯锗为辽宁省“揭榜挂帅”科技攻关计划重点项目，高纯镓获江苏省科技进步二等奖等。公司拥有专利33项，半材标委会会员单位、中国有色稀散金属分会理事单位、中再生联盟会员单位；辽宁省“高新技术企业”、 “专精特新中小企业”、“瞪羚企业”等。

## **1.4 工作过程**

1.4.1 起草阶段

标准起草单位接到项目任务后，成立了专门的《绿色设计产品评价技术规范 锗单晶和锗单晶片》编制组，其中包括领导组、技术组和专家组，并制定了相关工作计划。根据工作计划进度安排，标准编制组收集查阅了国内外相关政策、标准、文献，认真学习绿色设计产品评价技术规范相关标准的编制原则和需要注意的内容。编制组对我国锗单晶和锗单晶片企业生产现状进行调研，调研方式主要有资料调研、网上调研、现场调研等。在调研工作的基础上，经逐步修改完善，形成《绿色设计产品评价技术规范 锗单晶和锗单晶片》讨论稿。

1.4.2 征求意见阶段

根据2024年3月江苏南京讨论会对标准范围和评价指标进行讨论。会后编制组根据标准讨论会上的意见对标准稿件进行了修改完善，并委托标委会秘书处将征求意见稿发相关企业征求意见。征求意见的相关企业主要有云南临沧鑫圆锗业股份有限公司、广东先导稀材股份有限公司、江苏宁达环保股份有限公司、朝阳金美镓业有限公司、武汉拓材科技有限公司、ＴＣＬ环鑫半导体（天津）有限公司、云南东昌金属加工有限公司、昆明云锗高新技术有限公司等8家企业。

最终收到了云南临沧鑫圆锗业股份有限公司、江苏宁达环保股份有限公司、朝阳金美镓业有限公司、武汉拓材科技有限公司、ＴＣＬ环鑫半导体（天津）有限公司等5家企业的反馈意见，广东先导稀材股份有限公司、云南东昌金属加工有限公司、昆明云锗高新技术有限公司等3家企业反馈无意见，发出8家，收到反馈意见8家，反馈率100%，并根据反馈企业所提出的修改意对文本进行了修改。具体情况如下：

表1 征求意见及采纳情况

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **标准章条**  **编号** | **意见内容** | **提出单位及提出人**  **（可简写）** | **处理意见** | **备注** |
| 1 | 4.1基本要求 | 将4.1.1中“，污染物的排放应达到国家和地方相关污染物排放标准的管理要求”调整到4.1.2。 | 武汉拓材/曾小龙  金美镓业/汪洋 | 采纳 |  |
| 2 | 4.1基本要求 | 4.1.2改为“生产企业的污染物的排放应达到国家和地方相关污染物排放标准的管理要求，污染物总量控制应达到国家和地方污染物排放总量控制指标。” | 武汉拓材/曾小龙  金美镓业/汪洋 | 采纳 |  |
| 3 | 4.2评价指标要求 | 表1中锗综合回收率基准值进行分段确定。 | 云南锗业/普世坤金美镓业/汪洋  江苏宁达/刘新军 | 采纳 |  |
| 4 | 4.2评价指标要求 | 表1中评价指标要求基准值在征求各主要生产企业意见后进行确定并在编制说明中进行说明。 | 云南锗业/普世坤 | 采纳 |  |
| 5 | 4.2评价指标要求 | 表1中锗综合回收率判定依据“现场监测数据或分析检验结果”改为“现场统计数据” | 云南锗业/普世坤 | 采纳 |  |
| 6 | 4.2评价指标要求 | 表1中删除能源属性“≤39.9”，改为“应符合GB 29447的规定”并增加“单位产品综合能耗”指标的注解（注：基准值为累加值，当评价的系统边界出现缺损时，将缺损段能源消耗值剔除不计入） | 云南锗业/普世坤 | 采纳 |  |
| 7 | 4.3.1统计  4.3.2实测 | 在“企业的原辅材料消耗及能源使用量”中“能源”后增加“资源” | 环鑫半导体/杨玉聪 | 采纳 |  |
| 8 | A2.4数据取舍原则 | 图A.1中“水”改为“资源” | 环鑫半导体/杨玉聪 | 采纳 |  |
| 9 | A3.1总则 | 将“生命周期清单内应涵盖锗单晶和锗单晶片产品系统边界内的所有原料、辅料、能源和水资源的输入”中“和水”删除 | 环鑫半导体/杨玉聪 | 采纳 |  |
| 10 | A.3.2.1概况 | b)锗单晶和锗单晶片包装中“包装”前增加“检测、” | 云南锗业/普世坤 | 采纳 |  |
| 11 | B.1工序过程 | 规范工序流程图绘制 | 云南锗业/普世坤 | 采纳 |  |
| 12 | A.4.4 分类评价 | 表A.3 特征化因子确定来源及具体数值。 | 环鑫半导体/杨玉聪 | 采纳 |  |

# 1.4.3 预审阶段

2024年6月，全国半导体设备和材料标准化技术委员会材料分技术委员会在湖北武汉组织召开了标准预审会，会上，专家对已经形成的《绿色设计产品评价技术规范 锗单晶和锗单晶片》预审稿及其编制说明进行了讨论，对文本的内容提出了很好的建议，具体情况如下：

表2 预审意见及采纳情况

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **标准章条**  **编号** | **意见内容** | **提出单位及提出人**  **（可简写）** | **处理意见** | **备注** |
|  | 1范围 | 将“评价方法、评价流程”修改为“评价方法和流程” | 东莞光电院/丁晓民 | 采纳 |  |
|  | 3.1 绿色设计产品 | 注明引用来源，并将引用来源文件写入附录后的参考文献。 | 东莞光电院/丁晓民 | 采纳 |  |
|  | 4.2 评价指标要求 | 表1所属阶段栏删除，将产品生产阶段写入文字表达中，即4.2中“锗单晶和锗单晶片产品的评价指标、基准值、判定依据等要求见表1。”改为“针对锗单晶和锗单晶片产品生产阶段的评价指标、基准值、判定依据等要求见表1。” | 东莞光电院/丁晓民 | 采纳 |  |
|  | 4.2 评价指标要求 | 表1中资源属性栏“锗精矿”后增加（YS/T 300）改为“锗精矿（YS/T 300）”，“再生锗原料”后增加（GB/T 23522）改为“再生锗原料（GB/T 23522）”。 | 云南锗业/普世坤 | 采纳 |  |
|  | 4.2 评价指标要求 | 如果表1跨页，则需在第二页表上增加“表1 评价指标要求（续）” | 东莞光电院/丁晓民 | 采纳 |  |
|  | 4.2 评价指标要求 | 将“单位产品新鲜水消耗量a”中注a标注到“新鲜水”后，即“单位产品新鲜水a消耗量”。 | 东莞光电院/丁晓民 | 采纳 |  |
|  | 4.2 评价指标要求 | 将“单位产品废水产生量”指标单位由“L/kg”改为“m3/kg”；“单位产品新鲜水消耗量”和“单位产品废水产生量”基准值在征求主要生产企业指标值后确定。 | 半材标委/贺东江  云南锗业/普世坤  金美镓业/汪洋 | 采纳 |  |
|  | 4.2 评价指标要求 | 注a中“取水种类包括地表水、自来水、井水、中水等”删除“井水、”，顺序调整为“自来水、地表水、中水等”。 | 半材标委/贺东江  云南锗业/普世坤  金美镓业/汪洋 | 采纳 |  |
|  | 4.2 评价指标要求 | 将“大气污染物排放限值”的单位“mg/m3”改为“mg/Nm3”。 | 江苏宁达/岳喜龙 | 采纳 |  |
|  | 4.2 评价指标要求 | 将“固体废物”的单位“m3/kg”改为“t/（kg.锗单晶和锗单晶片）” | 半材标委/贺东江  云南锗业/普世坤  金美镓业/汪洋 | 采纳 |  |
|  | 4.2 评价指标要求 | “固体废物”和“工业固体废物综合利用率”改为“一般工业固体废物”。 | 云南锗业/普世坤 | 采纳 |  |
|  | 5.1 生命周期评价方法 | 将“和附录B中表格收集的数据，”删除。 | 东莞光电院/丁晓民 | 采纳 |  |
|  | 6.2 评价流程 | “评价流程如图1所示。”另起一行。 | 云南锗业/普世坤 | 采纳 |  |
|  | 6.2 评价流程 | 图1中“基本要求”“评价指标要求”“生命周期评价报告”改为菱形框，“同时满足”改为长方形框，“非绿色设计产品”框和“绿色设计产品”框对齐。 | 云南锗业/普世坤  东莞光电院/丁晓民 | 采纳 |  |
|  | A.2.1 总则 | “锗单晶和锗单晶片产品生命周期评价的目的在于汇总和评估在锗单晶和锗单晶片生产和包装生命周期内的所有投入及产出对环境造成的和潜在的影响；”“；”改为“。” | 云南锗业/普世坤 | 采纳 |  |
|  | A.2.3 系统边界/图A.1/A.3.2.4.1 生产阶段 | 高纯二氧化锗烘干等工艺过程中“烘干”改为“干燥”。“高纯二氧化锗烘干”改为“高纯二氧化锗干燥”。“烘干等生产工艺过程”改为“干燥等生产工艺过程”。 | 金美镓业/汪洋 | 采纳 |  |
|  | A.2.4 数据取舍原则 | f)中删除“各工序的设备、”改为“道路和厂房的基础设施、厂区内人员及生活设施的消耗和排放，均忽略；” | 云南锗业/普世坤  金美镓业/汪洋 | 采纳 |  |
|  | 图A.1 | 输入“原材料、辅料、能源、资源”的顺序改为“能源、原料、辅料、资源”。 | 云南锗业/普世坤 | 采纳 |  |
|  | A.3.2.2 现场数据采集 | 删除“数据收集参见附录B。”，将附录B以示例的形式加入该条款下面。 | 东莞光电院/丁晓民 | 采纳 |  |
|  | A.3.4 数据分配 | 将“若锗单晶和锗单晶片产品的生产过程还得到了其他副产品（例如，四氯化锗、高纯二氧化锗、区熔锗锭等），应按照一定的原则和程序，将资源输入和环境排放数据分配到各个产品或过程中。数据分配一般按照以下程序进行：”改为“若锗单晶和锗单晶片产品的生产过程还得到了其他副产品（例如，四氯化锗、高纯二氧化锗、区熔锗锭等），应按照以下程序将资源输入和环境排放数据分配到各个产品或过程中。” | 云南锗业/普世坤  金美镓业/汪洋 | 采纳 |  |
|  | A.3.4 数据分配 | a)、b)中的。改为； | 云南锗业/普世坤 | 采纳 |  |
|  | A.4.4.1 | 公式及公式注解中的下标i、j改为正体。 | 东莞光电院/丁晓民 | 采纳 |  |
|  | 表A.3 特征化因子 | 特征化因子值参考《T∕CNIA 0100-2021 绿色设计产品评价技术规范 区熔锗锭》编制说明进行细化明确。 | 云南锗业/普世坤 | 采纳 |  |
|  | A.5.3 热点问题识别与改进方案确定 | 删除“，具体方法参见附录C”。将附录C以示例的形式加入该条款下面。 | 东莞光电院/丁晓民 | 采纳 |  |
|  | 图B.1 | “氯化蒸馏”段输入端“HCl”改为“工业盐酸”；增加“二氧化锰”；输出端增加“废渣：蒸馏残渣”。 | 云南锗业/普世坤  金美镓业/汪洋 | 采纳 |  |
|  | 图B.1 | “粗四氯化锗复蒸”段输入端“HCl”改为“试剂盐酸”；增加“氯气”。 | 云南锗业/普世坤  金美镓业/汪洋 | 采纳 |  |
|  | 图B.1 | “四氯化锗精馏提纯”段输出删除“①”中的“、氯”，③余热，④废渣：蒸馏残渣。 | 云南锗业/普世坤  金美镓业/汪洋 | 采纳 |  |
|  | 图B.1 | “高纯四氯化锗水解”段输出端“①废气：氯化氢、氯”中删除“、氯”，删除“③余热”。 | 云南锗业/普世坤  金美镓业/汪洋 | 采纳 |  |
|  | C.1 排序方法 | “生产管理，估计实施某方案可能对生产计划或者其他生产管理者产生的影响。”中“估计”改为“评估”。 | 金美镓业/汪洋 | 采纳 |  |

# 二、标准编制原则和确定标准主要内容的依据

## **2.1 编制原则**

### **2.1.1 指标选取的原则**

从产品生产生命周期阶段出发，重点分析产品在该阶段的资源能源消耗、生态环境影响及人体健康安全影响因素，选取能够表征该类产品主要绿色特性并能量化和可检测验证的指标构成绿色设计产品评价指标体系。

产品绿色性能的提升不应牺牲产品的质量性能，产品质量、安全或其他一些强制性标准，以此作为绿色产品评价的基础。

**2.1.2 生命周期评价与指标评价相结合的原则**

不同类型的产品应建立不同的绿色设计评价指标体系，作为评估筛选绿色设计产品的准入条件。在满足评价指标要求的基础上，采用生命周期评价方法，开展生命周期清单分析，进行生命周期影响评价，编制生命周期报告并作为评价绿色设计产品的必要条件。

### **2.1.3 环境影响种类最优选取原则**

为降低生命周期评价的难度，应根据产品特点，选取具有影响大、社会关注度高、关键法律或政策明确要求的环境影响种类，通常可在气候变化、臭氧层破坏、水体生态毒性、人体毒性-癌症影响、人体毒性-非癌症影响、可吸入颗粒物、电离辐射-人体健康影响、光化学臭氧生成潜势、酸化、富营养化-陆地、富营养化-水体、水资源消耗、矿物和化石能源消耗、土地利用变化等种类中选取，选取的数量不宜太多；本标准文件选取资源消耗、气候变化、酸化、富营养化、光化学烟雾等5种环境影响种类。

### **2.1.4 持续改进原则**

技术评价指标具有一定的时效性。随着生产设备的改善、工艺的革新和技术的发展，标准中的指标将难以起到促进企业加强管理和技术改造的作用。因此标准需要随着时间的推移和技术进步进行相应的调整和修订。

## **2.2 评价方法**

按照《绿色设计产品评价技术规范 锗单晶和锗单晶片》中“4.1 基本要求”和“4.2 评价指标要求”开展自我评价或第三方评价，采用指标评价与生命周期评价相结合的方法，在满足评价指标要求的基础上，采用生命周期评价方法，进行生命周期影响评价，编制生命周期评价报告。锗单晶和锗单晶片产品同时满足以下条件，可判定为绿色设计产品：

1. 满足基本要求（见4.1）和评价指标要求（见4.2）；
2. 提供锗单晶和锗单晶片产品生命周期评价报告（见5.2）。

## **2.3 评价流程**

根据锗单晶和锗单晶片产品的特点，明确评价的范围；根据评价指标体系中的指标和生命周期评价方法，收集需要的数据，同时应对数据质量进行分析；对照基本要求和评价指标要求，对产品进行评价，符合基本要求和评价指标要求的产品，可判定该产品符合绿色设计产品的评价要求；产品符合基本要求和评价指标要求的生产企业，还应提供该产品的生命周期评价报告。

评价流程如图1所示。

**图1 锗单晶和锗单晶片绿色设计产品评价流程**

范围确定

生命周期清单分析

同时满足

生命周期影响评价

符合要求

未符合要求

基本要求

符合要求求

通过审核

绿色设计产品

是

生命周期解释

非绿色设计产品

生命周期评价报告

评价指标要求

未符合要求

未通过审核

## **2.4 确定标准主要内容的依据**

### **2.4.1 范围**

本文件规定了锗单晶和锗单晶片绿色设计产品评价的评价要求、产品生命周期评价报告编制方法以及评价方法和流程。

本文件适用于以锗精矿、再生锗原料等含锗原料生产的锗单晶和锗单晶片的绿色设计产品评价。

### **2.4.2 基本要求**

2.4.2.1 生产企业近三年无重大安全、环境污染和质量事故。

2.4.2.2 生产企业污染物的排放应达到国家和地方相关污染物排放标准的管理要求，污染物总量控制应达到国家和地方污染物排放总量控制指标。

2.4.2.3 生产企业安全管理应符合GB/T 33000的规定；生产企业应按照GB/T 19001、GB/T 24001、GB/T 45001及GB/T 23331分别建立、实施、保持并持续改进质量管理体系、环境管理体系、职业健康安全管理体系和能源管理体系。

2.4.2.4 锗单晶和锗单晶片的单位产品能源消耗限额应符合GB 29447的规定。

2.4.2.5 生产企业应对产品主要原材料的供应方、生产协作方、相关服务提供方等提出相关质量、环境、安全和能源等方面的管理要求，宜开展绿色供应链管理，并建立绿色供应链管理的绩效评价机制、程序，确定评价指标和评价方法。

2.4.2.6 生产企业应采用国家鼓励的先进技术、工艺和装备，不应使用国家或有关部门发布的淘汰或禁止的技术、工艺、装备及相关物质，设计、生产过程中应以节约材料为原则制定要求。

2.4.2.7 生产废渣应分类存放处置，一般工业固体废物的处置应符合GB 18599的规定，危险废物的处置应符合GB 18597的规定。

2.4.2.8 产品包装材料应采用可再生利用或可降解的材料。

#### 2.4.3 标准评价指标的制定分析

**2.4.3.1 标准评价指标的主要内容**

本文件的绿色评价指标由一级指标和二级指标组成。其中，一级指标包括资源属性指标、能源属性指标、环境属性指标和产品属性指标等四类，每类指标又由一个或多个二级指标组成。绿色特性指标依据锗单晶和锗单晶片产品特点、对环境和人体健康影响程度，现有标准实施情况以及实际现状等侧重选取。

其中，资源属性是描述锗单晶和锗单晶片产品生命周期中所消耗的资源，重点选取生产阶段原辅材料消耗和再生利用等方面的指标，如锗综合回收率、单位产品新鲜水消耗量两项指标。

能源属性重点选取产品在生产过程中能源消耗方面的指标，如单位产品综合能耗。

环境属性是描述锗单晶和锗单晶片产品生命周期中向环境排放的各种污染物，是本标准的核心指标，因为资源属性、能源属性指标最终在评价报告中都会转化为对环境排放的污染物数量来考察其环境影响，因此重点选取有害物质禁用及限量要求、生产过程污染物排放、使用过程有毒有害物质释放等方面的指标，如水污染物排放限值、单位产品废水产生量、大气污染物排放限值、一般工业固体废物、一般工业固体废物综合利用率等指标。

产品属性重点以产品的性能为准，如产品等级指标。

**2.4.3.2 指标基准值的确定**

项目开展以来，编制组对我国主要锗单晶和锗单晶片企业生产现状进行大量调研，调研方式包括资料调研、网上调研、发放调研表等。在上述工作的基础上，根据产品和行业特点，以评价筛选绿色设计产品为目的，以国家标准和行业标准为基础，经过一定规模的测试，并在广泛征询行业专家、生产厂商意见的基础上，科学、合理确定指标基准值。

2.4.3.2.1 资源属性指标

资源属性重点选取生产阶段原辅材料消耗和再生利用等方面的指标，由于锗单晶和锗单晶片生产的关键原材料为锗精矿和再生锗原料，再生利用方面，锗单晶和锗单晶片生产对水的消耗为关键资源，因此设定单位产品新鲜水消耗量指标，根据以上分析，制定出锗综合回收率、单位产品新鲜水消耗量两项指标。通过调研，根据各锗单晶和锗单晶片生产企业的生产状况，结合已经发布实施的T/CNIA 0100-2021《绿色设计产品评价技术规范 区熔锗锭》团体标准给出先进的指标值。

1. 锗综合回收率指标的确定：

T/CNIA 0100-2021《绿色设计产品评价技术规范 区熔锗锭》中锗综合回收率≥95%，区熔锗锭产品到锗单晶和锗单晶片产品，中间还存在锗单晶和锗单晶片生产段，在实际生产过程中，流程长的回收金属的难度更大，结合各主要生产企业实际情况，《绿色设计产品评价技术规范 锗单晶和锗单晶片》在≥95%的基础上降低0.5，定为≥94.5%（一级）。但是由于所用原料不同，同一种原料锗金属含量品位存在差异，因此根据YS/T 300《锗精矿》和GB/T 23522《再生锗原料》标准，分别设置指标值；YS/T 300《锗精矿》分为含锗褐煤生产和其他原料生产两大类，根据分级不同，指标值设置为含锗褐煤生产（一级≥94.5%、二级≥92.5%、三级≥89.5%）、其他原料生产（特级≥95.5%、一级≥94.5%、二级≥92.5%、三级≥89.5%、四级≥87.5%、五级≥84.5%），两者一级至三级一一对应，其余级数根据生产实际，其他原料生产特级在一级的基础上增加1个百分点，四级在三级的基础上降低2个百分点，五级在四级的基础上降低3个百分点；GB/T 23522《再生锗原料》分为金属态和化合态两大类，由于锗金属品位含量相对锗精矿高，指标整体比锗精矿高，根据分级不同，指标值设置为金属态（特级≥97.5%、一级≥96.5%、二级≥94.5%、三级≥925%、四级≥90.5%）、化合态（一级≥97.5%、二级≥95.5%、三级≥93.5%）。

1. 单位产品新鲜水消耗量指标的确定：

T/CNIA 0100-2021《绿色设计产品评价技术规范 区熔锗锭》中单位产品新鲜水消耗量≤0.9m3/kg，结合调研数据，生产锗单晶和锗单晶片单位产品新鲜水消耗量如下：

A企业：2022年：1.10m3/（kg.锗单晶片）；2023年：1.13m3/（kg.锗单晶片）。

B企业：2022年：1.11m3/（kg.锗单晶片）；2023年：1.10m3/（kg.锗单晶片）。

两家企业生产数据显示，2022年平均值为1.12m3/（kg.锗单晶片），2023年平均值为1.11m3/（kg.锗单晶片），取两家企业达到的最优值，将此指标设定为≤1.10m3/（kg.锗单晶片）。

2.4.3.2.2 能源属性指标

能源属性选取了单位产品综合能耗指标，指标基准值是结合2022年完成的国家标准GB 29447-2022《多晶硅和锗单位产品能源消耗限额》确定的，由于GB 29447-2022《多晶硅和锗单位产品能源消耗限额》为国家强制性标准，单位产品综合能耗应符合GB 29447的规定。

2.4.3.2.3 环境属性指标

环境属性重点选取水污染物排放限值和大气污染物排放限值两项指标，同时设定单位产品废水产生量、一般工业固体废物、一般工业固体废物综合利用率三项指标。水污染物排放限值指标根据GB 8978《污水综合排放标准》强制性标准确定，大气污染物排放限值指标根据GB 16297《大气污染物综合排放标准》强制性标准确定。单位产品废水产生量指标，T/CNIA 0100-2021《绿色设计产品评价技术规范 区熔锗锭》中单位产品废水产生量≤55L/kg，结合生产实践，锗单晶和锗单晶片的生产比区熔锗锭多锗单晶和锗单晶片生产段流程，废水产生量更多，加之单位产品新鲜水消耗量≤1.10m3/（kg.锗单晶片），因此单位产品废水产生量指标设定为≤0.050m3/（kg.锗单晶片）。一般工业固体废物指标，根据GB 18599《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》，结合环保要求，产生量值要求≤1.02kg/（kg.锗单晶片）。一般工业固体废物综合利用率指标，T/CNIA 0100-2021《绿色设计产品评价技术规范 区熔锗锭》中工业固体废物综合利用率≥90%，目前环保要求进一步提高，结合生产实际，将该指标一般工业固体废物综合利用率设定为≥97.0%。

2.4.3.2.4 产品属性指标

产品属性重点以产品的性能为准。产品性能是根据该产品标准GB/T 5238《锗单晶和锗单晶片》确定的，应符合GB/T 5238的规定。

最终的评价指标结果见表2。

表2 评价指标要求

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 一级指标 | | 二级指标 | | 单位 | | 基准值 | | | | | | | | | 判定依据 | | |
| 资源属性 | | 锗综合回收率 | | % | | 锗精矿（YS/T 300） | 含锗褐煤生产 | | | 其他原料生产 | | | | | 现场统计数据 | | |
| 一级 | ≥94.5 | 特级 | | ≥95.5 | | |  | | |
| 一级 | | ≥94.5 | | |
| 二级 | ≥92.5 | 二级 | | ≥92.5 | | |
| 三级 | | ≥89.5 | | |
| 三级 | ≥89.5 | 四级 | | ≥87.5 | | |
| 五级 | | ≥84.5 | | |
| 再生锗原料（GB/T 23522） | 金属态 | | 化合态 | | | | |
| 特级 | ≥97.5 | 一级 | | ≥97.5 | | |
| 一级 | ≥96.5 |
| 二级 | ≥94.5 | 二级 | | ≥95.5 | | |
| 三级 | ≥92.5 |
| 四级 | ≥90.5 | 三级 | | ≥93.5 | | |
| 单位产品新鲜水a消耗量 | | m3/（kg.锗单晶片） | | ≤1.10 | | | | | | | | 现场数据 | | | |
| 一级指标 | 二级指标 | | 单位 | | 基准值 | | | | | | | | 判定依据 | | |
| 能源属性 | 单位产品综合能耗b | | kgce/（kg.锗单晶片） | | 应符合GB 29447的规定 | | | | | | | 现场数据 | | | |
| 环境属性 | 水污染物排放限值 | | mg/L | | 应符合GB 8978的规定 | | | | | | | GB 8978，现场监测数据或分析检验结果 | | | |
| 单位产品废水产生量 | | m3/（kg.锗单晶片） | | ≤0.050 | | | | | | | 现场监测统计数据 | | | |
| 大气污染物排放限值 | | mg/Nm3 | | 应符合GB 16297的规定 | | | | | | | GB 16297，现场监测数据或分析检验结果 | | | |
| 一般工业固体废物c | | kg/（kg.锗单晶片） | | ≤1.02 | | | | | | | GB 18599，现场监测数据或分析检验结果 | | | |
| 一般工业固体废物综合利用率 | | % | | ≥97.0 | | | | | | | 统计监测数据 | | | |
| 产品属性 | 锗单晶和锗单晶片技术要求 | | — | | 应符合GB/T 5238的规定 | | | | | | | GB/T 5238，分析检验结果 | | | |
| a 新鲜水的取水范围包括工业生产用水、辅助生产用水和附属生产用水，取水种类包括自来水、地表水、中水等。  b 基准值为累加值，当评价的系统边界出现缺损时，将缺损段能源消耗值剔除不计入。  c 对于无一般工业固体废物排放的企业不评价一般工业固体废物排放指标，有一般工业固体废物排放的企业评价指标参照1.02 kg/（kg.锗单晶片）进行。 | | | | | | | | | | | | | | | |

## **2.4.4 产品生命周期评价报告编制方法**

### **2.4.4.1 生命周期评价方法**

按照附录A中规定的生命周期评价方法对锗单晶和锗单晶片产品进行生命周期评价。

**2.4.4.2 评价范围的确定**

锗单晶和锗单晶片产品生命周期的系统边界包括锗单晶和锗单晶片生产和锗单晶和锗单晶片包装阶段。锗单晶和锗单晶片生产包括锗精矿（YS/T 300）和再生锗原料（GB/T 23522）等的氯化蒸馏、粗四氯化锗复蒸、四氯化锗精馏提纯、高纯四氯化锗水解、高纯二氧化锗干燥、高纯二氧化锗氢还原、还原锗锭区熔提纯、锗单晶拉制、切片等工艺过程。

单元过程数据种类很多，应对数据进行适当的取舍，原则如下：

### 能源的所有输入均列出；

### 原料的所有输入均列出；

### 辅料质量小于原料总耗0.1%的项目输入可忽略；

### 对大气、水体、土壤的各种排放物和废弃物均列出；

### 小于固体废弃物排放总量1%的一般性固体废弃物可忽略；

### 道路和厂房的基础设施、厂区内人员及生活设施的消耗和排放，均忽略；

### 取舍原则不适用于有毒有害物质，任何有毒有害的材料和物质均应包含于清单中。

锗精矿、再生锗原料等

氯化蒸馏、复蒸、精馏

能源

高纯四氯化锗水解、高纯二氧化锗干燥

原料

辅料

三废排放

高纯二氧化锗氢还原

资源

还原锗锭区熔提纯

锗单晶拉制、切片

锗单晶和锗单晶片检测、包装

图2 锗单晶和锗单晶片产品生命周期评价的系统边界

### **2.4.4.3 生命周期清单分析**

对生命周期清单进行分析，明确数据范围，采集各个阶段的现场数据和背景数据，对采集的数据进行计算，合并相同类型数据，有多个产品的，还要基于“重量分配”原则对数据进行分配。

### **2.4.4.4 生命周期影响评价**

对所整理的数据开展锗单晶和锗单晶片产品生命周期影响评价，对潜在的影响进行评价。环境影响类型可分为资源消耗、气候变化、酸化、富营养化、光化学烟雾等，对影响类型的影响区域也进行了说明，具有全球影响的有资源消耗、气候变化，具有区域性影响的有酸化、富营养化、光化学烟雾等。

气候变化、酸化、富营养化、光化学烟雾等影响类型的清单因子，根据锗单晶和锗单晶片产品的实际情况和特点，分别选取了不同的物质。对于各个影响类别的特征化因子也进行了进一步说明，以便进行分类汇总，特征化因子见表3。资源消耗影响因子较单一，则无需对其进行特征化处理。

表3 特征化因子

| 影响类别 | 单位 | 指标参数 | 推荐特征化因子a | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 资源消耗 | kg，Geeq./kg | Ge | 1 | |
| 气候变化 | kg，CO2 eq./kg | CO2 | 1 | |
| CH4 | 27.0 | |
| N2O | 273 | |
| 酸化 | kg，SO2 eq./kg | SO2 | 1 | |
| SO3 | 0.80 | |
| NH3 | 1.88 | |
| NO | 1.07 | |
| NO2 | 0.70 | |
| HCl | 0.88 | |
| HF | 1.60 | |
| H2S | 1.88 | |
| 富营养化 | kg，PO43- eq./kg | NO | 0.2 | |
| NO2 | 0.13 | |
| N2 | 0.42 | |
| NH3 | 0.35 | |
| P2O5 | 1.34 | |
| COD | 0.022 | |
| 影响类别 | 单位 | 指标参数 | 推荐特征化因子a | |
| 光化学烟雾 | kg，C2H4 eq./kg | CO | 0.027 | |
| CH4 | 0.006 | |
| NO2 | 0.028 | |
| SO2 | 0.048 | |
| a 数据来源:1.Handbook on life cycle assessment operational guide to the ISO standards [2]  2.Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change[3]  3.Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change[4] | | | | |

特征化因子数值为推荐数值，在使用时，具体以联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）报告中的数值为准。

### **2.4.4.5 绿色设计改进方案**

在分析指标的符合性评价结果以及生命周期评价结果的基础上，提出锗单晶和锗单晶片绿色设计改进的具体方案。

### **2.4.4.6 评价报告主要结论**

生命周期评价报告中应说明锗单晶和锗单晶片产品对评价指标的符合性结论、生命周期评价结果、提出的改进方案，并根据评价结论判断该产品是否为绿色设计产品。

# 三、标准水平分析

本标准属首次制定。最终确定标准水平后进行补充解释。

# 四、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性

目前我国无锗单晶和锗单晶片绿色设计产品评价的国家标准或行业标准，本标准是新制定的团体标准。本标准的制定是我国锗行业标准体系的完善和补充。本标准的制定与现行的相关法律、法规、规章及相关标准的关系不矛盾、不冲突，关系协调一致。

# 五、标准中涉及的专利或知识产权说明

本标准不涉及任何专利或知识产权。

# 六、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

# 七、标准作为强制性或推荐性标准的建议

本标准建议作为推荐性标准发布实施。

# 八、贯彻标准的要求和措施建议

## **8.1 组织措施**

本标准发布后，由中国有色金属工业协会、全国半导体设备和材料标准化技术委员会材料分技术委员会、编制组单位等加强对本标准的宣传力度，介绍本标准的核心技术内容及实施的关键技术要素，促进更多的企业和科研单位了解、掌握科学的锗单晶和锗单晶片绿色设计产品评价规范，促进标准的顺利实施。

## **8.2 技术措施**

该标准给出的术语和定义、计算方法和评价方法等，企业应按照本标准，结合本企业实际生产情况，统筹考虑资源、能源、环境、产品等属性，科学确定企业产品评价的关键阶段和关键指标，确定正确的评价结果。

# 九、废止现行有关标准的建议

无。

# 十、重要内容的解释和其他应予以说明的事项

无。

《绿色设计产品评价技术规范 锗单晶和锗单晶片》编制组

2024年9月