国家标准《太阳能级硅多晶》

编制说明（预审稿）

一、工作简况

（一）项目目的与意义

伴随“硅器时代” 的到来，硅在清洁能源生产、光通讯建设、集成电路领域均发挥 着基础主导性作用。太阳能级硅多晶作为联通光伏产业链的中间枢纽，在多晶需求的 占比达到 90%以上，伴随高效化、大硅片化及薄片化的发展趋势，市场对高效高品质

电池市场的需求急剧增加，从而对硅多晶原料品质要求也越来越严格。

2015 年~2016 年经行业专家反复推敲、行业共同验证的 GB/T 25074-2017 的部分 指标，已在市场浪潮的推动下略显不宜；尤其是近五年与之配套的电阻率、少子寿命、 氧碳、施受主杂质等关键参数测试方法标准的修订，低温红外检测设备的普及，与之

匹配的技术参数也需更新。

国内硅多晶的质量已完全能满足国内硅多晶片生产需求，正批量供应单晶硅生产 的应用。据《中国光伏产业发展路线图》统计，单晶用料占比达 80%以上，其中 N 型

用料对碳、氧杂质含量有着更高的要求。

2023 年 7 月 1 日 GB /T 12963《电子级硅多晶》已开始实施，GB/T35307《流化床 法颗粒硅》也于 2023 年 8 月 6 日发布，也即将开始实施，作为介于两种产品品质之间

的《太阳能级硅多晶》产品标准需要同步协同调整，更科学的指引行业应用。

因此作为太阳能硅多晶行业的指导性产品标准，亟须与时俱进，科学引领行业发

展。

（二）任务来源

根据《国家标准化管理委员会关于下达 2023 年第三批推荐性国家标准计划及相关 标准外文版计划的通知》(国标委发〔2023〕58 号) ，国家标准《太阳能级硅多晶》由 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 ，任务编号为

320231109-T-469 ，由洛阳中硅高科技有限公司牵头起草。

（三）主要参加单位和工作成员及其所作的工作

**1** ．主要参加单位情况

标准主编单位洛阳中硅高科技有限公司是世界 500 强中国五矿、中国中冶下属的国 有高新技术企业，成立于 2003 年 3 月，注册资本金 10.57 亿元。中硅高科拥有一个生 产基地和一个产业孵化基地，拥有一个硅基材料国家工程研究中心、两个省级研发平 台和一个博士后科研工作站，是河南省创新型示范企业、我国电子信息行业优秀创新 企业和高新技术企业，获得国家科技进步二等奖、中国发明专利金奖、国家工业大奖 提名奖等 30 多项荣誉奖励中硅高科成立以来始终坚持把科技创新作为引领发展的第一 动力，先后承担国家 863 计划、科技支撑计划、国家工业强基工程等重点项目 22 项， 多项成果填补国内空白，拥有专利 218 项，牵头制定国际、国家和行业标准 50 余项， 率先利用自主知识产权技术打破硅多晶国际垄断，带动了洛阳市乃至河南省光伏新能 源产业发展，促进了我国硅多晶产业从无到有并统领全球市场。 目前电子级硅多晶、 光纤级四氯化硅、电子级三氯氢硅、电子级二氯二氢硅、电子级六氯乙硅烷等集成电

路用硅基电子特气已具生产规模。

（四）主要工作过程

根据正在公示的计划（2023000379）的要求，国家标准《太阳能级硅多晶》的编 制工作由洛阳中硅高科技有限公司牵头负责，组建了由洛阳中硅高科技有限公司、新 特能源股份有限公司、内蒙古通威高纯晶硅有限公司、亚洲硅业(青海)股份有限公司、 新疆大全新能源股份有限公司、陕西有色天宏瑞科硅材料有限责任公司、江苏中能硅 业科技发展有限公司等专家成立标准编制组。编制组详细讨论并广泛调研收集整理了 国内外与本标准项目相关的标准、论文、专著等文献资料，为标准修订提供技术参考 和支撑。同时标准编制组也充分调研了硅多晶生产企业公司和下游客户单位的对太阳 能级硅多晶产品的技术要求，并组织相关人员整理，对拟制定标准所涉及的内容、范 围、适用性、和科学性等内容进行了认真研讨、论证和改进，在调研的基础上，初步 确立了标准的主要内容。最终形成了《太阳能级硅多晶》的讨论稿，并在编制组成员

单位内进行了充分的讨论。

2023 年 11 月 15 日，行业内近百名专家相聚浙江丽水对该标准展开了集中讨论， 形成数十条修改意见，其中在本次会议中确定了该标准的名称为《太阳能级硅多晶》， 会后洛阳中硅根据讨论会意见，联合标准起草组，形成了标准的征求意见稿并于 2024

年 5 月进行公开意见征集。

 2023年7~8月份，编制组充分吸收并转化各相关防提出的意见，形成标准预审稿并在徐州会议上实施预审。

二、标准编制原则

本标准的编制原则如下：

（一）细化修改太阳能级硅多晶的质量要求，使之满足和保证行业应用的技术发展需

要。根据行业水平和用户需求，一方面对现有《太阳能级硅多晶》国家标准技术指标

进行修订，另一方面删减部分技术指标。

（二）将氧含量和少数载流子寿命作为供需双方协商项目，更符合现有产品质量和客

户需求。

（三）尺寸、表面质量部分按照最新的市场需求进行调整。

（四）结合国内硅多晶实际生产水平，同时根据产品用户的意见反馈，正确兼顾好彼

此之间的关系，追求技术的先进性、指标的合理性和严谨性的统一。

三、标准主要内容的确定依据及主要试验验证情况分析

本次修订，主要技术变动内容及其依据如下：

（一）第二章：规范性引用文件的说明

规范性引用文件增加了最新的检测方法标准，删除了换算类的准确度低的方法。

（二）第四章：牌号及分类

牌号部分按照最新《半导体材料牌号表示方法》进行约束；

（三） 第四章：标准主要技术内容确定依据

标准编制小组首先开始搜集相关的资料，起草小组对国际、国内太阳能级硅多晶 产品生产情况进行了深入调研和分析，各企业内控指标均为太阳能特级品比例 100%， 原太阳能二、三级品形同虚设，现有指标体系的“分辨率 ”无法区分 N 型单晶与普通 光伏用的质量差，在标准讨论稿中将国内外太阳能级硅多晶企业标准和用户需求与国

内实际生产情况相结合，经过讨论形成讨论稿技术指标见表 2。

表 2 讨论稿技术要求

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 技术指标 |
| 特级品 | 1 级品 | 2 级品 | 3 级品 |
| 施主杂质含量（P、As、Sb 总含量，以原子数计）cm-3 | ≤2.0 × 1013 | ≤3.0 × 1013 | ≤4.5 × 1013 | ≤6.0 × 1013 |
| 受主杂质含量（B、Al 总含量，以原子数计）cm-3 | ≤7.5 × 1012 | ≤ 1.0 × 1013 | ≤2.0 × 1013 | ≤4.0 × 1013 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 碳含量（以原子数计）cm-3 | ≤ 1.5 × 1016 | ≤2.0 × 1016 | ≤2.5 × 1016 | ≤3.0 × 1016 |
| 基体金属杂质含量（Fe、Cr、Ni、Cu、Zn、Na 总含量），ng/g（ppbw） | ≤3 | ≤ 10 | ≤20 | ≤20 |
| 表面金属杂质含量（Fe、Cr、Ni、Cu、Zn、Na、Ti、Mo、W、Co 总含量），ng/g（ppbw） | ≤ 10 | ≤20 | ≤30 | ≤50 |
| 注：硅多晶的导电类型、电阻率、少数载流子寿命和氧含量由供需双方确定。 |

因硅多晶结构（氧化夹层、温度夹层）的出现，会影响产品纯度，导致产品质量 下降从而引发质量风险，所以在标准中增加了结构条款“硅多晶应无氧化夹层和温度

夹层 ”。

在标准公开讨论过程中，与会专家认为，表面金属对下游客户的影响度较高，且 Al 、K 等碱金属也为关键质量特性，因此扩项了表金属的监测范围并收紧其规格要求， 匹配行业高质量发展要求。但同时专家认为，标准在高质量发展的同时也要考虑中小 企业的发展以及不合格物料的处置问题，因此建议三级品的指标适当放宽至原二级品 附近作为兜底。同时考虑体表金属的逻辑匹配问题，最终形成征求意见稿的技术指标

如表 3 所示：

表 3 征求意见稿技术指标

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 技术指标 |
| 特级品 | 1 级品 | 2 级品 | 3 级品 |
| 施主杂质含量（P、As、Sb 总含量，以原子数计） cm-3 | ≤2.0×1013 | ≤3.0×1013 | ≤4.5×1013 | ≤10.0×1013 |
| 受主杂质含量（B、Al 总含量，以原子数计） cm-3 | ≤7.5×1012 | ≤1.0×1013 | ≤2.0×1013 | ≤4.0×1013 |
| 碳含量（以原子数计）cm-3 | ≤1.5×1016 | ≤2.0×1016 | ≤2.5×1016 | ≤3.0×1016 |
| 基体金属杂质含量（Fe、Cr、Ni、Cu、Zn、Na 总含 量），ng/g（ppbw） | ≤3 | ≤8 | ≤15 | ≤20 |
| 表面金属杂质含量（Fe、Cr、Ni、Cu、Zn、Na、Al、K、Ti、Mo、W、Co 总含量），ng/g（ppbw） | ≤5 | ≤10 | ≤20 | ≤30 |

在尺寸及允许偏差部分，与会专家认为根据目前的实际供应，客户端对混装的比 例要求不同，在标准中推荐界定的指导意义不大，因此删除了混装比例的规定。结构 方面虽然氧化夹层、温度夹层是重要的评价指标，但随着硅多晶生产技术的进步，氧 化夹层、温度夹层视为严重不合格，因此在最新版的标准中不宜作为一项普遍的技术

标准。

（四）第六章：试验方法的确定

1 、因现在硅多晶企业普遍采用低温红外光谱仪检测施受主杂质，不再使用准确度

低的换算方法，删除了硅多晶中的施主杂质含量和受主杂质含量的检验按 GB/T1551

和 GB/T13389 规定的方法换算得出。

2 、随着 GB/T 35306《硅单晶中碳、氧含量的测定 低温傅立叶变换红外光谱法》 的实施，业内碳含量和氧含量检测普遍采用低温红外光谱法，所以增加了 GB/T 35306

并作为仲裁方法。

3 、 目前太阳能硅多晶品质提升很大，基体金属检测方法增加了 GB/T 37049《电子 级硅多晶中基体金属杂质含量的测定 电感耦合等离子体质谱法》并且作为仲裁检验方

法。

4 、删除了硅多晶结构（氧化夹层、温度夹层）的检验按 GB/T 4061 的规定进行，

和 5.3 条款相对应。

（五）组批的修订，

根据现有生产工艺流程和生产工艺，将组批由“产品应成批提交验收，每批应由 同一等级，以类似工艺条件生产并可追溯生产条件的硅多晶组成。 ”，在讨论稿中修 改为“产品应成批提交验收，每批应由同一规格、同一等级，同一工艺条件生产并可 追溯生产条件的硅多晶组成。 ”，增加了“ 同一规格 ”的要求，把“类似工艺条件 ”

修改为“ 同一工艺条件 ”更严谨。

在标准讨论过程中，与会专家认为还原炉的技术参数具有单炉差异，同一工艺条 件的约束反而制约了实际的批次管控，因此在征求意见稿中修订为“每批应由同一等

级，相同工艺条件生产的硅多晶组成 ”。

（六）检验结果的判定

根据修订后的技术指标进行检验结果的判定。

（七）附录

历经 7 年的过度，硅多晶电阻率的判级已经不被采用， 因此本次修订删除附录 A

太阳能级硅多晶参考技术指标。

四、标准中涉及专利的情况

本标准不涉及专利问题。

五、采用国际标准和国外先进标准的情况

无。

六、与现行相关法律、法规、规章及相关标准的关系

本标准属于有色金属标准体系“半导体材料”类，原材料系列。

本标准修订时，考虑到与国际标准和规范接轨，在规范性引用文件上按我国标准 体系做了调整和编辑，在标准的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输 和贮存等方面与国内相关标准协调一致；新修订的《太阳能级硅多晶》从技术上保证 了产品的使用安全和可靠性，条文精炼表达清楚，技术要求全面、准确、科学、合理； 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

的有关要求。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

八、标准性质的建议说明

本标准作为推荐性国家标准。

九、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，使每个太阳能级硅多晶生产企业和

高纯材料分析检测机构都能及时获得本标准，这个是保证新标准贯彻实施的基础。

2 、本次修订的《太阳能级硅多晶》标准，不仅与材料生产企业有关，而且与相关 科研院所、检测机构等相关。对于标准使用过程中出现的疑问，起草单位有义务进行

解释。

3 、可以针对标准使用的不同对象，有侧重点的进行标准培训和宣贯，以保证标准

的贯彻实施。

十、废止现行标准的建议

本标准发布实施之日起，代替 GB/T 25074-2017《太阳能级硅多晶》。

十一、其他应予说明的事项

无。

标准编制组

2024 年 8月