

# 《光伏级高纯石英砂》团体标准

## 征求意见稿编制说明

### 一、任务来源

随着全球能源结构的转型和对清洁能源需求的日益增长，太阳能作为一种清洁、可再生的能源，受到了前所未有的关注。各国政府纷纷出台政策，鼓励太阳能产业的发展，这直接推动了光伏产业的快速增长。在这一背景下，光伏级高纯石英砂作为光伏产业链中不可或缺的一环，其重要性日益凸显。

高纯石英砂是生产光伏石英坩埚的关键原料，而石英坩埚是生产单晶硅棒和多晶硅锭的核心设备。单晶硅棒和多晶硅锭是制造太阳能电池板的基础材料，其质量直接影响到太阳能电池的光电转换效率和使用寿命。因此，高纯石英砂的纯度和质量，对于整个光伏产业链的性能和成本控制具有决定性的影响。此外，高纯石英砂还被广泛应用于半导体、光纤、精密光学仪器等高科技领域，其需求不仅仅局限于光伏产业。在全球范围内，光伏产业对高纯石英砂的需求量逐年攀升，市场对更高纯度、更稳定供应链的要求也在不断提高。为了满足这些需求，许多国家和企业正加紧投资，提高石英砂的提纯效率，降低生产成本，以确保其供应的稳定性和市场竞争力。然而，高纯石英砂的生产并非易事。它需要从特定的矿床中开采出高纯度的石英矿石，经过复杂的提纯工艺，才能得到满足光伏级要求的高纯石英砂。这一过程不仅技术要求高，而且成本巨大。此外，环保法规的日益严格，也对高纯石英砂的生产提出了更高的环保要求，这进一步增加了生产成本和难度。面对这些挑战，一些企业开始采用更先进的提纯技术，如超声波浮选、微波加热提纯和化学法去杂，以提高石英砂的纯度，减少杂质含量。同时，随着环保政策的升级，绿色矿山建设和低碳排放技术也成为高纯石英砂生产企业关注的重点，以确保在满足市场需求的同时降低对环境的影响。光伏产业的高速增长带动了高纯石英砂的市场需求，供不应求的局面推高了价格，同时促使企业加快技术创新，以优化提纯工艺，提高生产效率，降低成本，确保稳定供应。为满足行业需求，企业在原料开采、精细化加工和杂质控制方面持续改进，引入先进的浮选、化学提纯和微量元素检测技术，使高纯石英砂的质量不断提升，满足光伏硅片制造的严格标准。

生产规模的扩大进一步加剧了对高纯石英砂的需求，各企业正通过自动化、智能化生产手段，提高产能和品质控制能力，以确保产品在光伏产业链中的稳定供应。同时，随着环保法规的不断完善，行业正向绿色制造转型，加强废水处理、资源回收和能耗管理，以减少环境影响。技术进步与环保升级的双重推动，不仅提升了高纯石英砂的市场竞争力，也加速了光伏产业链的整体优化，为企业提供了更广阔的发展空间。

《光伏级高纯石英砂》团体标准的目的在于规范光伏级高纯石英砂的质量和技术要求，确保用于光伏产业的高纯石英砂具备稳定且高质量的特性。该标准的制定有助于提升光伏产品的质量和效率，推动光伏产业的可持续发展。同时，通过统一的技术规范，有助于规范市场秩序，提高光伏级高纯石英砂的市

场竞争力，促进光伏产业的健康稳定发展。此外，该标准还有助于引导企业加强技术创新和产品质量管理，提升光伏产业链的技术水平。《光伏级高纯石英砂》团体标准的制定，具有以下几方面的意义：

1、保障光伏产品质量与效率

光伏级高纯石英砂是制造光伏产品如硅片、光伏胶片和光纤等的关键原材料。其纯度和物理性质直接影响光伏产品的性能和寿命。通过制定《光伏级高纯石英砂》团体标准，可以确保石英砂的质量满足光伏产业的需求，从而提高光伏产品的质量和效率，延长产品的使用寿命。

2、规范市场秩序，提升行业竞争力

在缺乏统一标准的情况下，光伏级高纯石英砂市场可能存在质量参差不齐的问题。这不仅影响了光伏产品的制造，还可能对整个光伏产业的可持续发展构成威胁。团体标准的制定和实施有助于规范市场秩序，提高石英砂的质量和信誉度。

3、推动技术创新与产业升级

《光伏级高纯石英砂》团体标准的制定，往往需要结合最新的科研成果和产业发展趋势。因此，这一标准的实施可以推动光伏产业的技术创新和产业升级，促进产业向更高质量、更高效率的方向发展。

4、保障光伏产业的可持续发展

光伏产业作为清洁能源的重要组成部分，对于推动全球能源转型和实现可持续发展目标具有重要意义。通过制定和实施《光伏级高纯石英砂》团体标准，可以确保光伏产业的关键原材料质量可靠，从而保障光伏产业的可持续发展。

二、起草单位所作工作

1、起草单位

本标准由河南协鑫硅基新材料有限公司提出，由中国技术市场协会归口。本标准由河南协鑫硅基新材料有限公司、天长硅基新材料有限公司、北京石晶光电科技股份有限公司、河南省亿焰新材料有限公司共同起草。

2、主要起草单位及其所作工作

本文件主要起草人及工作职责见表1。

表1主要起草单位及工作职责

| 起草单位                                    | 工作职责                                                                                 |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 河南协鑫硅基新材料有限公司                           | 项目主编单位主编人员，负责标准制定的统筹规划与安排，标准内容和试验方案编制与确定，标准水平的把握及标准编制运行的组织协调。人员中包括了材料行业资深专业人员，行业管理人员 |
| 天长硅基新材料有限公司、北京石晶光电科技股份有限公司、河南省亿焰新材料有限公司 | 实际生产单位、负责汇报企业生产数据、试验方法，参与标准编制。                                                       |

三、标准的编制原则

标准起草小组在编制标准过程中，以国家、行业现有的标准为制订基础，结合我国目前的材料行业现状，按照GB/T1.1—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》的规定及相关要求编制。

四、标准编制过程

4.1 立项阶段

2025年3月14日，中国技术市场协会正式批准《光伏级高纯石英砂》立项。

4.2 起草阶段

4.2.1 成立标准制定工作组，根据《光伏级高纯石英砂》编制需要，河南协鑫硅基新材料有限公司、天长硅基新材料有限公司、北京石晶光电科技股份有限公司、河南省亿焰新材料有限公司等机构相关专家成立标准制定工作组。

4.2.2 形成标准草案：根据工作计划及分工安排，在系统参考、学习已有标准及研究的基础上，标准制定工作组完成《光伏级高纯石英砂》各部分内容，并于2025年3月30日汇总形成标准草案。

4.2.3 2025年4月23日，通过腾讯会议线上召开了《光伏级高纯石英砂》团体标准讨论会，与会代表30余人参加会议。会上，标准编制组就该标准立项背景和标准框架分别进行了介绍。与会专家和代表就标准名称、框架结构、定义、范围、技术指标、试验方法等内容进行了深入讨论。明确了该标准编制工作方向，并提出了一系列标准内容的完善措施和修改意见、建议。

在讨论会结束后标准编制工作组根据与会专家及参会代表的意见和建议，对标准稿进行了修改完善，形成了标准征求意见稿和编制说明。

4.3 征求意见阶段

2025年4月27日，本标准由中国技术市场协会在全国团体标准信息平台面向社会进行公开征求意见，同时由编制工作组向相关单位进行定向征求意见。

五、标准主要内容

根据生产企业河南协鑫硅基新材料有限公司、天长硅基新材料有限公司、北京石晶光电科技股份有限公司、河南省亿焰新材料有限公司等单位的产品数据得到以下主要内容：

1、主要内容包括：

技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输与贮存。

2、主要技术内容包括：

1) 成分：

表 1 成分

| 项目   |                          | 允许含量/ (μg/g)           |
|------|--------------------------|------------------------|
| 主要成分 | 二氧化硅 (SiO <sub>2</sub> ) | ≥9.999×10 <sup>5</sup> |
| 杂质成分 | 铝 (Al)                   | <20                    |
|      | 钙 (Ca)                   | <1                     |
|      | 铁 (Fe)                   | <0.5                   |
|      | 钠 (Na)                   | <1                     |
|      | 钾 (K)                    | <1                     |
|      | 锂 (Li)                   | <1                     |
|      | 镁 (Mg)                   | <0.5                   |
|      | 铬 (Cr)                   | <0.1                   |
|      | 镍 (Ni)                   | <0.1                   |
|      | 硼 (B)                    | <0.1                   |

| 项目 |       | 允许含量/（ $\mu\text{g/g}$ ） |
|----|-------|--------------------------|
|    | 锰（Mn） | $<0.2$                   |
|    | 铜（Cu） | $<0.1$                   |
|    | 钛（Ti） | $<1.5$                   |

2) 物理性能:

表 2 物理指标

| 项目                       |                                      | 指标           |
|--------------------------|--------------------------------------|--------------|
| 密度/（ $\text{g/cm}^3$ ）   |                                      | $\geq 2.65$  |
| 堆积密度/（ $\text{g/cm}^3$ ） |                                      | 1.2~1.6      |
| 比表面积                     |                                      | $\leq 120$   |
| 水分含量                     |                                      | $\leq 0.5\%$ |
| 莫氏硬度                     |                                      | $\geq 7$     |
| 粒度                       | 180 $\mu\text{m}$ ~250 $\mu\text{m}$ | $\geq 90\%$  |

六、主要试验（验证）的分析，技术经济论证，预期的经济效果

6.1主要实验（验证）的分析

（1）核心性能验证

通过模拟光伏级高纯石英砂在光伏产业链中的实际应用场景，对其核心性能进行全面验证。

1) 成分纯度验证：运用高精度的电感耦合等离子体质谱仪（ICP-MS）、X射线荧光光谱仪（XRF）等设备，对石英砂中的二氧化硅及铝、钙、铁等多种杂质元素含量进行精确测定。严格对照标准中各元素的允许含量指标，对不同批次、不同产地的石英砂样品进行多次检测，确保主要成分二氧化硅含量 $\geq 9.999\times 10^5\mu\text{g/g}$ ，且杂质元素含量均符合要求，防止杂质影响石英坩埚的性能，进而保障单晶硅棒、多晶硅锭及太阳能电池板的质量。

2) 物理性能验证：采用密度测定仪测量石英砂的密度和堆积密度，确保其密度 $\geq 2.65\text{g/cm}^3$ ，堆积密度在1.2-1.6 $\text{g/cm}^3$ 范围内；利用比表面积分析仪测定比表面积，保证其 $\leq 120$ ；通过烘干失重法检测水分含量，使其 $\leq 0.5\%$ ；使用硬度测试设备确定莫氏硬度 $\geq 7$ ；借助筛分设备对石英砂粒度进行分析，保证粒度在180  $\mu\text{m}$ -250  $\mu\text{m}$ 的颗粒占比 $\geq 90\%$ ，满足光伏生产工艺对石英砂物理性能的严格要求。

（2）环境适应性验证

模拟石英砂在不同存储和使用环境下的状况，测试其稳定性和耐受性。

1) 温湿度耐受性验证：将石英砂样品置于温湿度交变环境箱中，模拟高温高湿、低温干燥等极端存储条件，在不同时间段对样品进行成分分析和物理性能检测，观察是否出现成分变化、颗粒团聚或粉化等现象，验证石英砂在复杂环境下的质量稳定性，避免因环境因素导致产品性能下降。

2) 化学环境耐受性验证：模拟光伏生产过程中可能接触到的化学试剂环境，将石英砂与酸碱溶液等进行接触试验，通过检测接触前后石英砂的成分和物理性能变化，评估其在化学环境中的耐腐蚀能力，确保在光伏生产的化学处理环节中，石英砂不会被腐蚀或引入新的杂质，保障产品质量。

（3）应用场景兼容性验证

在光伏石英坩埚制造、单晶硅棒和多晶硅锭生产等实际应用环节，对光伏级高纯石英砂进行测试，验证其适配性。

1) 石英坩埚制造验证：将石英砂用于光伏石英坩埚的生产过程，监测坩埚的成型质量、密度均匀性等指标，评估石英砂对坩埚制造工艺的适应性；对制成的石英坩埚进行高温使用测试，观察其在高温下的抗析晶性能、形变情况等，分析石英砂质量对坩埚使用寿命和性能的影响，确保坩埚能够满足单晶硅棒和多晶硅锭生产的需求。

2) 硅锭生产验证：将使用该石英砂制成的石英坩埚应用于单晶硅棒和多晶硅锭的生产，检测硅锭的纯度、晶体结构完整性等关键性能指标，对比不同批次石英砂生产的硅锭质量差异，优化石英砂的质量参数，确保其能够有效提升硅锭品质，进而提高太阳能电池的光电转换效率和使用寿命。

## 6.2 技术经济论证

该技术标准的制定通过分阶段验证与产业化实践，实现技术可行性与经济效益的平衡。

### (1) 实验室验证阶段（2025年3月-2025年4月）

在实验室环境下，利用专业的材料检测设备和分析仪器，对光伏级高纯石英砂样品进行系统的成分分析、物理性能测试和模拟应用试验。通过调整提纯工艺参数、原料配比等，研究不同因素对石英砂品质的影响，探索最佳的生产工艺条件，优化生产流程，确保样品符合标准技术指标要求，为后续中试和规模化生产提供详细的技术参数和工艺方案。

### (2) 中试验证阶段（2025年5月-2025年7月）

在中试生产线上，按照优化后的工艺进行光伏级高纯石英砂的小批量生产。对生产出的产品进行全性能检测，与实验室数据进行对比，验证生产工艺在放大过程中的稳定性和可靠性；将中试产品提供给光伏石英坩埚制造企业和硅锭生产企业，在实际生产线上进行试用，收集企业在使用过程中的反馈数据和改进建议，进一步优化工艺参数，解决中试过程中出现的技术问题，降低大规模生产的风险。

### (3) 产业化推广阶段（2025年8月-2025年11月）

联合产业链上下游企业，建立标准化的生产流程、质量控制体系和供应链管理机制，实现光伏级高纯石英砂的规模化生产。引入自动化生产设备和智能化检测系统，提高生产效率，降低人工成本和生产成本；加强与光伏企业的深度合作，根据市场需求不断优化产品质量和性能，推广符合标准的石英砂产品，提升产品在光伏市场中的竞争力，推动光伏产业链的协同发展。

## 6.3 预期的经济效果

《光伏级高纯石英砂》团体标准的实施，将为光伏产业及相关领域带来显著的经济和社会效益。预计在未来三年内，标准化产品将占据光伏级高纯石英砂市场65%以上的份额，推动行业集中度提升，淘汰技术落后、质量不达标生产企业和产能；通过规范生产工艺和质量控制，带动石英矿开采、提纯设备制造等上游产业的协同发展，降低原材料和设备采购成本12%-18%。在技术层面，标准的实施将促使企业加大研发投入，开发更高纯度、更适合光伏生产需求的石英砂产品和先进提纯技术，推动行业技术进步，助力产品参与国际竞争，使行业整体出口份额从10%提升至30%。经济效益方面，规模化生产将使光伏级高纯石英砂单位生产成本降低22%，产品合格率提高至97%以上，同时提升光伏企业的生产效率，降低硅片、电池片的生产成本，单位光伏产品能耗降低15%，减少废弃物排放20%，符合绿色制造和可持续发展要求；在社会效益上，高质量的光伏级高纯石英砂将有效提升光伏产品的质量和性能，提高太阳能电池的光电转换效率和使用寿命，为清洁能源的大规模应用和推广提供坚实的材料支撑，助力国家能源结构转型和“双碳”目标的实现，减少因材料质量问题导致的光伏电站故障和维护成本35%。

## 六、标准水平分析

### 6.1 采用国际标准和国外先进标准的程度

经查，暂无相同类型的国际标准与国外标准，故没有相应的国际标准、国外标准可采用。

### 6.2 与国际标准及国外标准水平对比

本标准达到国内先进水平。

### 6.3 与现有标准及制定中的标准协调配套情况

本标准的制定与现有的标准及制定中的标准协调配套，无重复交叉现象。

### 6.4 设计国内外专利及处置情况

经查，本标准没有涉及国内外专利。

#### 七、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准及相关标准协调配套情况

本标准的制定过程、技术要求的选定、试验方法的确定、检验项目设置等符合现行法律、法规和强制性国家标准的规定。

#### 八、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

#### 九、标准作为强制性或推荐性标准的建议

建议该标准作为推荐性团体标准。

#### 十、贯彻标准的要求和措施建议，包括（组织措施、技术措施、过渡办法）

由于本标准首次制定，没有特殊要求。

#### 十一、废止现有有关标准的建议

无。

团体标准起草组

2025 年 4 月