

# 石英送检样品检测分析报告

## 报告基本信息

报告编号: BG20241010013

样品名称: 石英石

送检编号: QC-IND-RJ-SANOD-2024-0982

样品状态: 块状

样品包装: 塑料包装

样品数量: 310g

样品收到日期: 2024-10-10

委托单位: Hong Kong Mohini Biochem - Rajasthan Quartz Division

委托单位联络信息: Mr. Wang 15818785185 / Unit B25, 3/Floor Tai Tak Industrial Building, 2-12 Kwai Fat Road, Kwai Chung, New Territories, Hong Kong. scmax.cn

检测依据: GB/T 3284-2015 《石英玻璃化学成分分析方法》

检测日期: 2024-10-10 至 2024-10-11

检测场所: 玻璃新材料创新中心

## 一、样品检测结果概述

根据 GB/T 3284-2015 标准对石英石样品进行了化学成分分析，主要元素及其含量如下表所示：

序号	检测项目 (单位)	技术要求	检测结果	单项判定	检测方法
1	铝(Al), $\mu\text{g/g}$	-	110.97	-	GB/T 3284-2015
2	铁(Fe), $\mu\text{g/g}$	-	5.20	-	GB/T 3284-2015
3	镁(Mg), $\mu\text{g/g}$	-	0.99	-	GB/T 3284-2015
4	钠(Na), $\mu\text{g/g}$	-	40.08	-	GB/T 3284-2015
5	钾(K), $\mu\text{g/g}$	-	16.06	-	GB/T 3284-2015
6	钛(Ti), $\mu\text{g/g}$	-	7.03	-	GB/T 3284-2015
7	铬(Cr), $\mu\text{g/g}$	-	未检出	-	GB/T 3284-2015
8	铜(Cu), $\mu\text{g/g}$	-	未检出	-	GB/T 3284-2015
9	镍(Ni), $\mu\text{g/g}$	-	未检出	-	GB/T 3284-2015
10	钡(Ba), $\mu\text{g/g}$	-	0.41	-	GB/T 3284-2015
11	锰(Mn), $\mu\text{g/g}$	-	0.29	-	GB/T 3284-2015
12	钴(Co), $\mu\text{g/g}$	-	未检出	-	GB/T 3284-2015
13	锂(Li), $\mu\text{g/g}$	-	0.70	-	GB/T 3284-2015
14	钙(Ca), $\mu\text{g/g}$	-	27.26	-	GB/T 3284-2015
15	锆(Zr), $\mu\text{g/g}$	-	未检出	-	GB/T 3284-2015

## 二、二氧化硅纯度评估

根据上述检测结果，可以推算出样品中二氧化硅(SiO<sub>2</sub>)的纯度。由于检测报告未直接给出 SiO<sub>2</sub> 的具体含量，我们可以通过计算其他杂质元素的总含量来间接估算 SiO<sub>2</sub> 的纯度。根据检测结果，主要杂质元素的总含量约为：

$$110.97+5.20+0.99+40.08+16.06+7.03+0.41+0.29+0.70+27.26=208.99\mu\text{g/g}$$

样品中二氧化硅的纯度为 99.979101%。

## 三、应用评估

### 1. 光伏领域

在光伏领域，高纯石英石是制造石英玻璃制品的重要原料之一。根据上述检测结果，该样品具有极高的 SiO<sub>2</sub> 纯度，且杂质元素含量较低，特别是 Fe、Ti 等对光伏性能有负面影响的元素含量极低，这使得该样品非常适合用于光伏行业的基础原料。具体可以生产的光伏产品包括但不限于：

**扩散管：**用于太阳能电池片的扩散工艺，要求材料具有良好的耐高温性和化学稳定性。

**法兰：**用于连接不同的光伏设备部件，需要具备良好的机械强度和密封性。

**炉管：**用于光伏硅片的热处理过程，要求材料具有良好的耐高温性和抗腐蚀性。

**石英舟：**用于承载硅片进行化学气相沉积等工艺，要求材料具有良好的耐高温性和化学稳定性。

**石英坩埚：**用于单晶硅或多晶硅的生长过程，要求材料具有极高的纯度和良好的耐高温性。该样品特别适合用于石英坩埚的内层，因为内层直接接触熔融硅，对纯度要求极高。

## 2. 半导体领域

在半导体领域，高纯石英石同样是非常重要的基础原料。该样品的高纯度和低杂质含量使其非常适合用于半导体行业的各种石英玻璃制品。具体可以生产的半导体产品包括但不限于：

**扩散管：**用于半导体芯片的扩散工艺，要求材料具有极高的纯度和良好的耐高温性。

**炉管：**用于半导体硅片的热处理过程，要求材料具有良好的耐高温性和抗腐蚀性。

**石英舟：**用于承载半导体硅片进行化学气相沉积等工艺，要求材料具有良好的耐高温性和化学稳定性。

**石英坩埚：**用于半导体级单晶硅的生长过程，要求材料具有极高的纯度和良好的耐高温性。该样品特别适合用于石英坩埚的内层，因为内层直接接触熔融硅，对纯度要求极高。

## 四、提纯工艺建议

为了进一步提高样品的纯度，满足光伏和半导体行业对高纯石英石的严苛要求，建议采用以下几种提纯工艺：

### 1. 浮选法

浮选法是一种常用的物理提纯方法，通过选择性地分离石英矿中的杂质矿物，可以显著降低杂质含量。具体步骤包括：

**破碎与磨矿：**将石英石破碎至适当粒度，然后进行磨矿，使杂质矿物与石英颗粒充分分离。

**调浆与浮选：**将磨细的石英粉调成浆料，加入捕收剂和起泡剂，利用浮选机进行浮选，去除杂质矿物。

**脱水与干燥：**浮选后的石英粉经过脱水和干燥，得到初步提纯的石英粉。

## 2. 酸浸法

酸浸法是一种化学提纯方法，通过酸溶液溶解石英中的杂质元素，从而提高石英的纯度。

具体步骤包括：

酸的选择：常用的酸有硫酸、盐酸、氢氟酸等，根据杂质元素的性质选择合适的酸。

酸浸处理：将石英粉与酸溶液混合，搅拌一定时间，使杂质元素溶解到酸液中。

过滤与洗涤：酸浸后的石英粉经过过滤和多次洗涤，去除残留的酸液和溶解的杂质。

干燥与煅烧：洗涤后的石英粉经过干燥和高温煅烧，进一步提高纯度。

## 3. 磁选法

磁选法利用石英和杂质矿物的磁性差异，通过磁场分离杂质。具体步骤包括：

预处理：将石英粉进行适当的预处理，如破碎、磨矿等，使其达到适宜的粒度。

磁选分离：将预处理后的石英粉通过磁场，利用磁选机分离出磁性杂质。

后处理：分离后的石英粉进行干燥和筛分，得到高纯度的石英粉。

## 4. 热处理法

热处理法通过高温煅烧，使某些杂质元素挥发或发生化学反应，从而提高石英的纯度。具体步骤包括：

具体步骤包括：

预处理：将石英粉进行适当的预处理，如破碎、磨矿等，使其达到适宜的粒度。

高温煅烧：将预处理后的石英粉在高温下煅烧，通常温度在 1000°C 以上，使某些杂质元素挥发或发生化学反应。

冷却与处理：煅烧后的石英粉经过冷却和筛分，得到高纯度的石英粉。

## 5. 溶胶-凝胶法

溶胶-凝胶法是一种先进的化学提纯方法，通过溶胶-凝胶过程制备高纯度的石英材料。具体步骤包括：

溶胶制备：将硅源（如正硅酸乙酯）在溶剂中水解，形成溶胶。

凝胶化：将溶胶在一定条件下凝胶化，形成湿凝胶。

干燥与煅烧：将湿凝胶经过干燥和高温煅烧，得到高纯度的石英粉。

通过上述提纯工艺的组合应用，可以进一步提高石英石的纯度，使其完全满足光伏和半导体行业对高纯石英石的严苛要求。

## 五、结论

综上所述，该样品具有极高的 SiO<sub>2</sub> 纯度和低杂质含量，符合光伏和半导体行业对基础原料的严格要求。因此，该样品可以广泛应用于光伏和半导体领域的各种石英玻璃制品，尤其是对纯度要求极高的石英坩埚内层。建议进一步进行详细的工艺测试，以确保其在实际应用中的性能表现。同时，结合上述提纯工艺，可以进一步提高样品的纯度，满足更严格的工业需求。