

团体标准

T/BYXT 146-2025

天然玻璃晶体加工技术规范

Technical specifications for processing natural glass crystals

(征求意见稿)

2025-XX-XX 发布

2025-XX-XX 实施

包头市白云鄂博矿区市场监督管理局
包头市白云鄂博矿区工信和科技局 发布
包头市白云鄂博矿区稀土产业标准化协会

目 次

前 言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 原料要求 1

 4.1 天然玻璃晶体 1

 4.2 辅助材料 1

5 加工工艺流程 2

6 技术要求 2

 6.1 预处理 2

 6.2 元素掺杂 2

 6.3 结晶化控制 2

 6.4 表面处理 2

 6.5 指标要求 2

7 试验方法 2

 7.1 化学成分分析 2

 7.2 晶体结构检测 3

 7.3 光学性能 3

8 检验规则 3

 8.1 出厂检验 3

 8.2 型式检验 3

9 标志、包装、运输与贮存 3

 9.1 标志 3

 9.2 包装 3

 9.3 运输与贮存 3

前 言

本文件按照 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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由包头市稀谷科技有限公司提出。

本文件由包头市白云鄂博矿区稀土产业标准化协会归口。

本文件起草单位：……。

本文件主要起草人为：……。

本文件为首次发布。

天然玻璃晶体加工技术规范

1 范围

本文件规定了以天然玻璃晶体为原料制备纯晶祖母绿天然玻璃宝石的加工技术，包括原料筛选、元素掺杂、结晶化处理、表面光学增强等技术要求及检测方法。

本文件适用于纯晶祖母绿天然玻璃宝石光学材料及工艺品制造领域。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 16553 珠宝玉石 鉴定

GB/T 37983 晶体材料 X 射线衍射仪旋转定向测试方法

T/BYXT 147 纯晶祖母绿天然玻璃宝石质量标准

3 术语和定义

下列术语和定义中的内容适用于本文件。

3.1

天然玻璃晶体 Natural glass crystal

由火山岩浆快速冷却形成的天然玻璃体晶体，主要成分为 SiO_2 （ $\geq 70\text{wt}\%$ ），含少量Fe、Al、Ca等元素。

3.2

绿柱石晶体 Beryl crystal

化学式为 $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ 的六方晶系晶体。

3.3

阶梯退火 Step annealing

通过分阶段控温实现玻璃基质向晶体转化的热处理工艺。

4 原料要求

4.1 天然玻璃晶体

化学成分： $\text{SiO}_2 \geq 70\text{wt}\%$ ， $\text{Fe}_2\text{O}_3 \leq 3\text{wt}\%$ ， $\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 10\text{wt}\%$ 。

物理特性：透明度 $\geq 80\%$ （波长 550nm），无可见裂纹与包裹体。

4.2 辅助材料

致色剂： Cr_2O_3 纯度 $\geq 99.9\%$ ， V_2O_5 纯度 $\geq 99.5\%$ 。

晶核剂：绿柱石晶体粉末粒径 $\leq 5\text{ }\mu\text{m}$ ，纯度 $\geq 98\%$ 。

5 加工工艺流程

工艺流程：原料破碎 → 酸洗净化 → 高温熔融 → Cr/V 掺杂 → 还原气氛处理 → 晶核添加 → 阶梯退火 → 水热结晶 → CVD 镀膜 → 切割抛光 → 成品检测。

6 技术要求

6.1 预处理

酸洗：10% HF + 5% HCl 混合液（体积比 3:1），60℃超声处理 2h，杂质残留量≤0.5%。

熔融：氩气保护下，1350±10℃熔融 4h，降温速率 5℃/min 至 800℃保温 1h。

6.2 元素掺杂

致色元素：Cr₂O₃ 添加量 0.10%~0.30%，V₂O₅ 添加量 0.05%~0.10%。

还原处理：H₂/N₂ 混合气体（H₂ 占比 3%~5%），900±20℃处理 2h，Fe²⁺/Fe³⁺≥3:1。

6.3 结晶化控制

晶核添加量：1.0%~2.0%（质量分数）。

阶梯退火：950℃保温 3h → 0.5℃/min 缓冷至 650℃。

水热强化：1mol/L NaOH 溶液，380±10℃、120±10MPa 处理 60h。

6.4 表面处理

CVD 镀膜：SiO₂-TiO₂ 复合膜厚度 100~150nm，折射率 1.57~1.58。

切割抛光：台面角度 42° ±1°，亭部角度 43° ±1°，表面粗糙度 Ra≤5nm。

6.5 指标要求

应符合表 1 的要求。

表 1

项目	指标要求	试验方法
晶体含量	≥80%	GB/T 16553
折射率	1.57~1.58	
莫氏硬度	7.5~8.0	
表面粗糙度 Ra	≤5nm	

7 试验方法

7.1 化学成分分析

XRF 法：按 GB/T 16553 检测 SiO₂、Fe₂O₃ 含量。

7.2 晶体结构检测

XRD 法：按 GB/T 37983 分析晶体特征峰强度占比（ $\geq 80\%$ ）。

7.3 光学性能

折射率：阿贝折射仪（波长 589nm），偏差 $\leq \pm 0.005$ 。

颜色坐标：CIE Lab 色度系统（D65 光源），与天然祖母绿 $\Delta E \leq 3.0$ 。

8 检验规则

8.1 出厂检验

必检项目：晶体含量、折射率、莫氏硬度、表面缺陷。

抽样方案：每批次随机抽取 5%（不少于 10 件）。

8.2 型式检验

周期：每年一次，工艺参数变更或重大投诉时追加。

项目：全指标检测。

9 标志、包装、运输与贮存

9.1 标志

产品标签应注明：符合“T/BYXT 147”质量要求，附批次号与折射率值。

9.2 包装

防震 PE 泡沫盒，内衬无酸纸，每件独立封装。

9.3 运输与贮存

避免高温、潮湿环境，贮存温度 $10\sim 30^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $\leq 60\%$ 。
