ZHONGYAOTECH
XINGTAI ZHONGYAO CHEMICAL

TECHNICAL DOCUMENT
ZY-TEC-5G-2026

5G陶瓷介质材料技术手册

高纯氧化镁应用与工艺指南

DOCUMENT NO.	REVISION	ISSUED	PREPARED BY
ZY-TEC-5G-2026	Rev. 1.0	2026-10	Technical Dept.

Item / 项目	Detail / 内容
产品	高纯氧化镁（MgO），电子/介电级
CAS 号	1309-48-4
典型含量	≥ 99.9 %（灼烧基）
主要用途	微波介质谐振器、基板、5G 基站滤波器
保质期	未开封防潮包装 24 个月

一 适用范围

本手册说明用于 5G 基站滤波器、介质谐振器等射频器件的微波介质陶瓷中，高纯氧化镁的选型、指标要求、杂质影响、烧结窗口与质量控制方法。

二 为什么微波介质陶瓷用 MgO

氧化镁是 $MgTiO_3$、Mg_2TiO_4 体系的骨架成分，也直接作为部分商用配方的烧结助剂与介电基体。其价值来自三点：

- 介电损耗低——本征 tanδ 很小，成品 Q×f 主要受杂质而非晶格限制。
- 导热性好——大功率射频腔体产生的热量可快速导出。
- 与钛酸盐化学相容——生成稳定化合物，无挥发性副产物。

实际成品能达到的 Q×f，决定性因素往往不是牌号名称，而是铁、钙、钠、硅这几个杂质元素的水平。

三 典型规格

指标	典型值	检测方法
MgO 含量	≥ 99.95 %	络合滴定 / ICP-OES
比表面积（BET）	5 – 10 m^2/g	BET 氮吸附
粒度 D50	1 – 2 μm	激光粒度
介电常数 εr	9.8	腔体谐振法

以上为微波介质产品页公布指标。铁、钙、钠的更严限值可按下单时确认的 TDS 约定。

介电级真正起控制作用的是杂质上限，单一的纯度百分比并不足以描述材料。

四 杂质对介电损耗的影响

下表给出四种最常见杂质的实际后果，可作为批次 Q×f 异常时的排查依据。

元素	常见来源	对陶瓷的影响	应对措施
Fe	原矿、钢制磨介磨损	tanδ 明显上升、颜色变深、易还原	磁选除铁；非铁磨介；来料 COA 把关
Ca	原矿中的白云石	生成第二相，εr 偏移，Q×f 分散度变大	酸法提纯；每批 XRD 物相检查
Si	石英、耐火材料磨损	晶界形成玻璃相，损耗上升	避免硅质内衬；关注 LOI 一致性
Na / K	工艺用水、试剂	离子导电，高湿环境下损耗升高	洗涤并干燥；控制水分 < 0.3 %

五 烧结窗口

MgO 基介电陶瓷通常在 1350 – 1550 °C 烧结，具体取决于钛酸盐配比与助剂体系。下表为起步参数，实际需用密度与 Q×f 曲线确认。

体系	预烧	烧结	目标密度	典型 Q×f
$MgTiO_3$	1100 – 1200 °C / 2 h	1350 – 1420 °C / 4 h	> 3.8 g/cm³	150 000 – 200 000 GHz
Mg_2TiO_4	1150 – 1250 °C / 2 h	1400 – 1480 °C / 4 h	> 3.5 g/cm³	120 000 – 170 000 GHz
MgO + TiO_2 复合	1200 °C / 2 h	1450 – 1550 °C / 3 h	> 3.6 g/cm³	100 000 – 150 000 GHz

超过最佳温度后，晶粒粗化会在密度尚未明显变化时就已经造成 Q×f 下降。

六 工艺流程

- 配料——按配方称量，精度 ±0.1 %，记录各组分批号。
- 球磨——去离子水湿法球磨 4 – 8 h，用氧化锆或氧化铝磨介，避免铁接触。
- 干燥与预烧——110 °C 干燥后按上表预烧，XRD 确认物相。
- 二次球磨——磨至目标 D50，注意防止二次团聚。
- 造粒——喷雾造粒，加 2 – 4 wt% PVA 粘结剂用于干压，或流延成型用于基板。
- 成型——单轴压制 80 – 150 MPa，复杂形状用等静压。
- 排胶——缓慢升温至 600 °C，空气中排胶，避免开裂。
- 烧结——按确认曲线在空气或氧气中进行。
- 后加工——研磨、划切、金属化。

七 质量控制

检查项	频次	判定
来料矿石/前驱体	每批	Fe、Ca、Si 合格，LOI 在带内
粉体规格	每批	ICP + 激光粒度 + BET 全项
物相组成	每个预烧批	目标相 ≥ 95 %，无游离 TiO_2
烧结密度	每炉	≥ 理论密度 96 %
Q×f 与 εr	每炉	在约定窗口内
显微结构	每周	晶粒尺寸在带内，无异常气孔

八 包装、储存与操作

- 包装：25 kg 净重，PE 内衬 PP 编织袋；批量供货可提供 1000 kg 吨袋。
- 储存：干燥仓库，5 – 35 °C，相对湿度低于 60 %。
- 保质期：未开封 24 个月；开封后密封并在 30 天内用完。
- 操作：避免扬尘，建议局部排风并佩戴 P2/P3 级防尘口罩。
- 运输：非危险品，注意防潮防撞。

九 说明

本文档所列数值为常规生产的典型值，供选型与技术交流参考，不构成批次放行证书。具体验收指标请以下单时的批次 COA 与现行 TDS 为准。