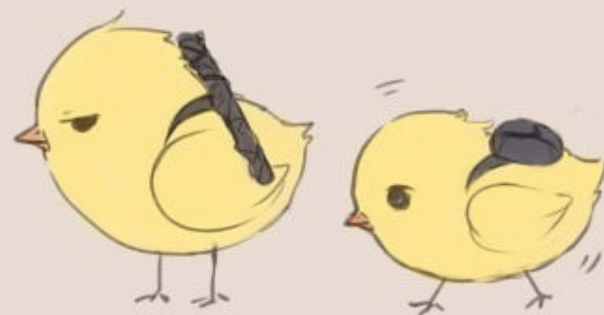


材料讲堂：先进陶瓷材料





第一章 陶瓷材料简介



第二章 先进陶瓷材料的制备工艺



第三章 常见先进陶瓷的应用



第一章 陶瓷材料简介

◆ 材料：金属材料、有机高分子材料、无机非金属材料。



一、 陶瓷的概念

传统上，陶瓷的概念是指以粘土及其天然矿物为原料，经过粉碎混合、成型、焙烧等工艺过程所制得的各种制品。亦称为“普通陶瓷”。



广义的陶瓷概念：是用陶瓷生产方法制造的无机非金属固体材料和制品的统称。



二、 陶瓷的分类

按陶瓷的概念和用途来分类，陶瓷制品分为两大类，即普通陶瓷（传统陶瓷）和先进陶瓷（新型陶瓷）。

普通陶瓷

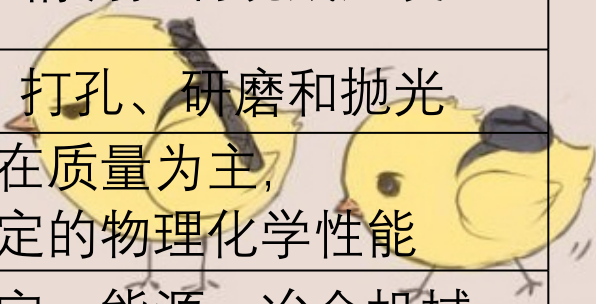


先进陶瓷



普通陶瓷与先进陶瓷的主要区别

区别	普通陶瓷	先进陶瓷
原料	天然矿物原料	人工精制合成原料
成型	以注浆、可塑成型为主	模压、等静压、流延、注射成型为主
烧成	烧成温度一般在1350℃以下，燃料以煤-油-气为主	结构陶瓷烧成温度在1600℃左右 功能陶瓷需要精确控制烧成温度
加工	一般不需要加工	需要切割、打孔、研磨和抛光
性能	以外观效果为主	以内在质量为主，表现出特定的物理化学性能
用途	炊具、餐具、陈设品和墙地砖、卫生洁具	主要应用于航空、能源、冶金机械、交通、家电等行业



Ø 先进陶瓷可分为结构陶瓷和功能陶瓷两大类。

u **结构陶瓷：**是指能作为工程结构材料使用的陶瓷。它具有高强度、高硬度、高弹性模量、耐高温、耐磨损、耐腐蚀、抗氧化、抗热震等特性。强调力学性能。



陶瓷球阀

u **功能陶瓷：**功能陶瓷是具有电、磁、光、热、化学、生物等特性，且具有相互转化功能的一类陶瓷。强调物理、化学性能。



透明陶瓷灯

✓ 结构陶瓷

按组分分类，结构陶瓷可分为：

- 氧化物陶瓷：如氧化铝陶瓷、氧化锆陶瓷、莫来石陶瓷、氧化镁陶瓷、氧化钙陶瓷、氧化铍陶瓷等。
- 氮化物陶瓷：如氮化硅陶瓷、氮化硼陶瓷等。
- 碳化物陶瓷：如碳化硅陶瓷、碳化硼陶瓷等。
- 硼化物陶瓷：如硼化钛陶瓷、硼化锆陶瓷等。



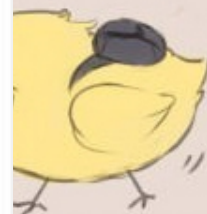
V型陶瓷球阀



结构陶瓷吸声板



氧化锆纳米陶瓷刀



✓ 功能陶瓷

按特性分类，功能陶瓷可分为：

- 电子陶瓷：如绝缘陶瓷、介电陶瓷、铁电陶瓷、压电陶瓷、磁性陶瓷、导电陶瓷、超导陶瓷等；
- 热学陶瓷：如耐热陶瓷、隔热陶瓷、导热陶瓷等；
- 光学陶瓷：如透明陶瓷、红外辐射陶瓷、发光陶瓷等；
- 生物陶瓷：如生物活性陶瓷、医用陶瓷等。

稀有发光陶瓷



绝缘陶瓷



隔热陶瓷



发光陶瓷



医用陶瓷

第二章 陶瓷材料的制备工艺

粉体制备 → 胚体成型 → 胚体烧结 → 精加工



陶瓷烧结炉



一、粉体制备

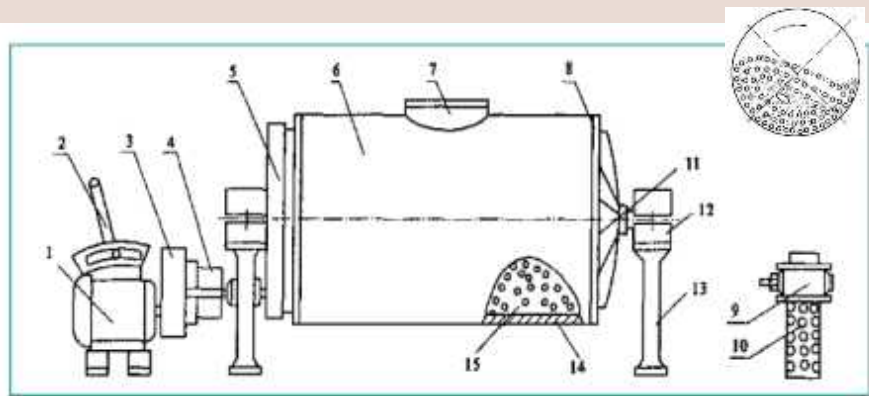
粉体制备是指将各种原料通过物理机械或化学方法，制成所需的粉体。

粉体制备方法 {
物理粉碎法
化学合成法



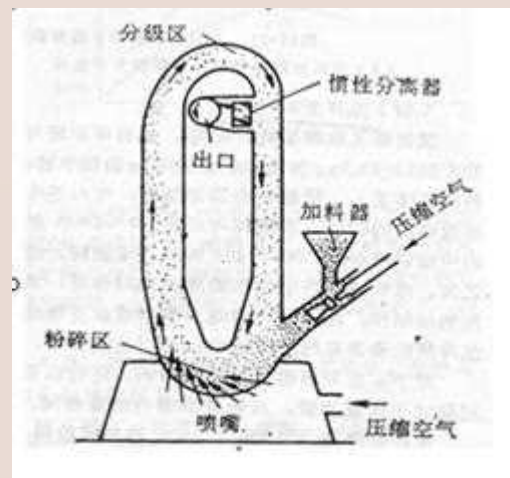
➤1. 物理粉碎法

物料粉碎法分为：机械粉碎和气流粉碎。



1-电动机 2-离合器操纵杆 3-减速器 4-摩擦离合器 5-大齿圈 6-筒身 7-加料口 8-端盖 9-旋塞阀 10-卸料管 11-主轴头 12-轴承座 13-机座 14-衬板 15-研磨

机械粉碎



气体粉碎

- 优点：设备成本低，过程简单，易操作。
- 缺点：杂质多，粉体粒度一般在 $1\mu\text{m}$ 以上。



Ø 2. 化学合成法

化学合成法：固相法、液相法和气相法。

- 优点：粉体纯度、粒度可控，均匀性好，颗粒微细。
- 缺点：过程复杂，不易操作。

ü 化学合成法一：固相法

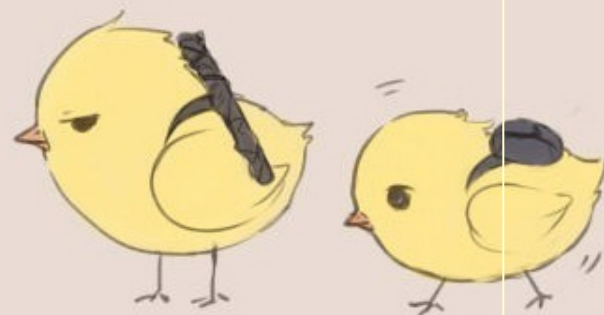
固相法 通过从固相到固相的变化，来制造粉体。

Ⅰ 热分解反应法： $A(s) \rightarrow B(s) + C(g)$

Ⅰ 化合反应法： $A(s) + B(s) \rightarrow C(s) + D(g)$

Ⅰ 氧化还原法或还原碳化、还原氮化

如： $3SiO_2 + 6C + 2N_2 \rightarrow Si_3N_4 + 6CO$



ü 化学合成法二：液相法

□ **液相法** 以均相的溶液为出发点，通过各种方法使溶质与溶剂分离，溶质形成一定大小和形状的颗粒，得到所需粉末的前躯体，热解后得到粉体。以 ZrO_2 陶瓷粉体为例：

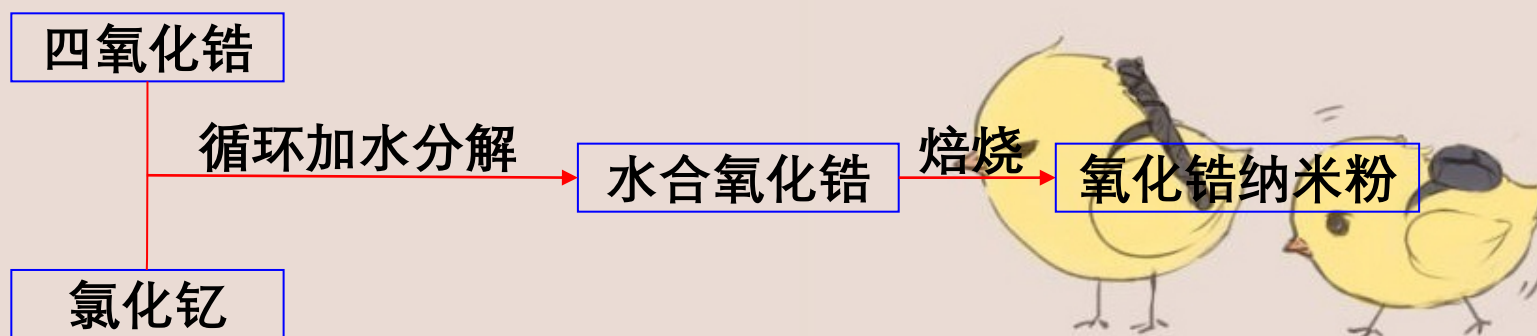
(1) 水热法： $\text{ZrSiO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow \text{ZrO}_2 + \text{Na}_2\text{SiO}_3$



ü 化学合成法二：液相法

□ **液相法** 以均相的溶液为出发点，通过各种方法使溶质与溶剂分离，溶质形成一定大小和形状的颗粒，得到所需粉末的前躯体，热解后得到粉体。以 ZrO_2 陶瓷粉体为例：

(2) 水解法：

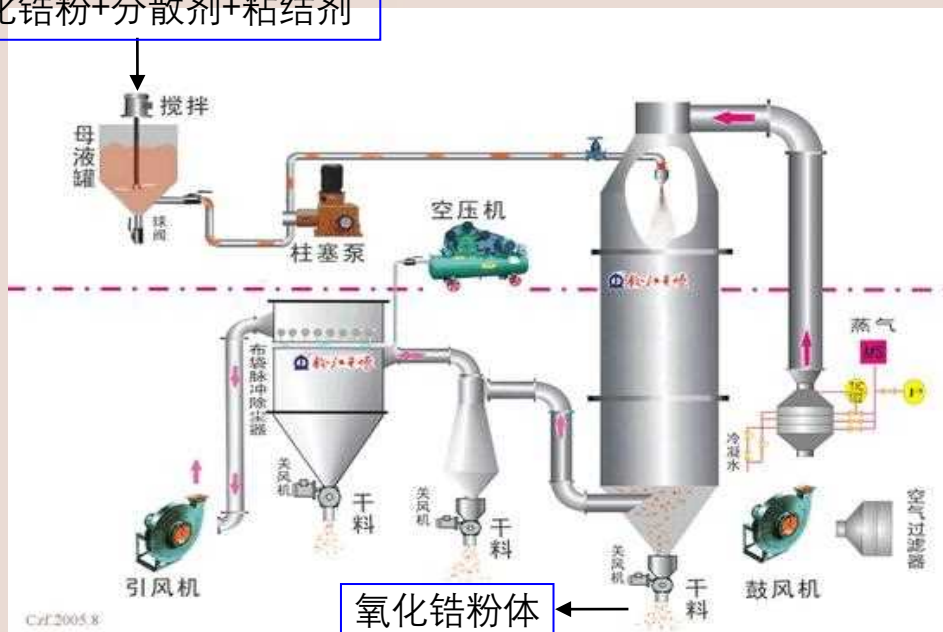


ü 化学合成法二：液相法

□ **液相法** 以均相的溶液为出发点，通过各种方法使溶质与溶剂分离，溶质形成一定大小和形状的颗粒，得到所需粉末的前躯体，热解后得到粉体。以 ZrO_2 陶瓷粉体为例：

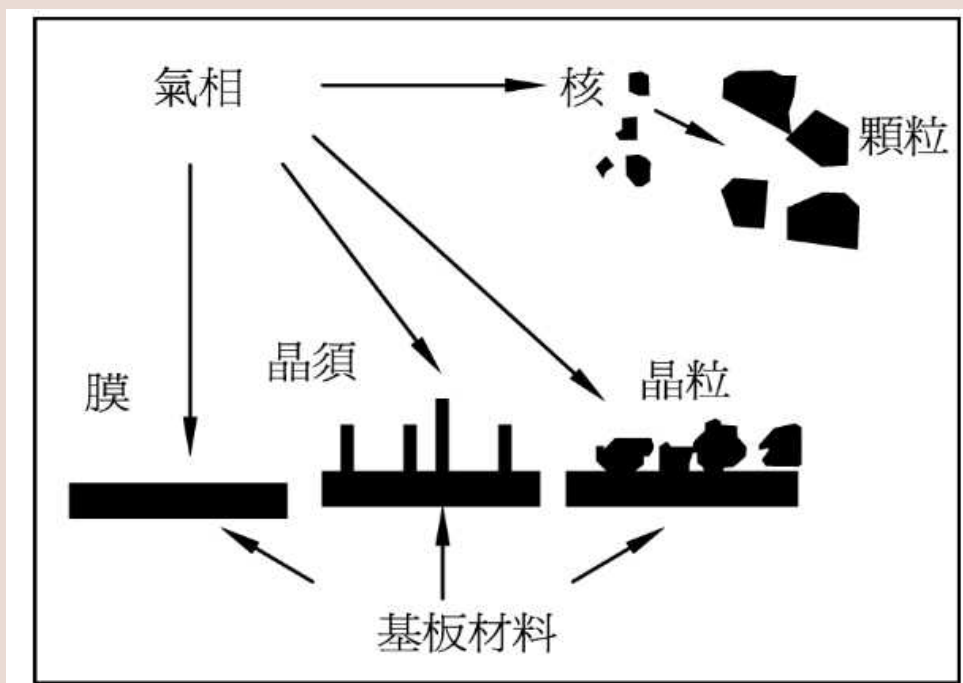
(3) 喷雾法：

氧化锆粉+分散剂+粘结剂



ü 化学合成法三：气相法

气相法 直接利用气体或通过某种手段将物质变为气体，使之在气体状态下发生物理化学反应，最后在冷却过程中凝聚长大形成纳米微粒。



CVD 方法原理及气象沉淀产物示意图

化学气相沉积法



二、胚体成型

胚体成型方法

注浆成型

模压成型

等静压成型

流延成型

挤压成型

注射成型

其它

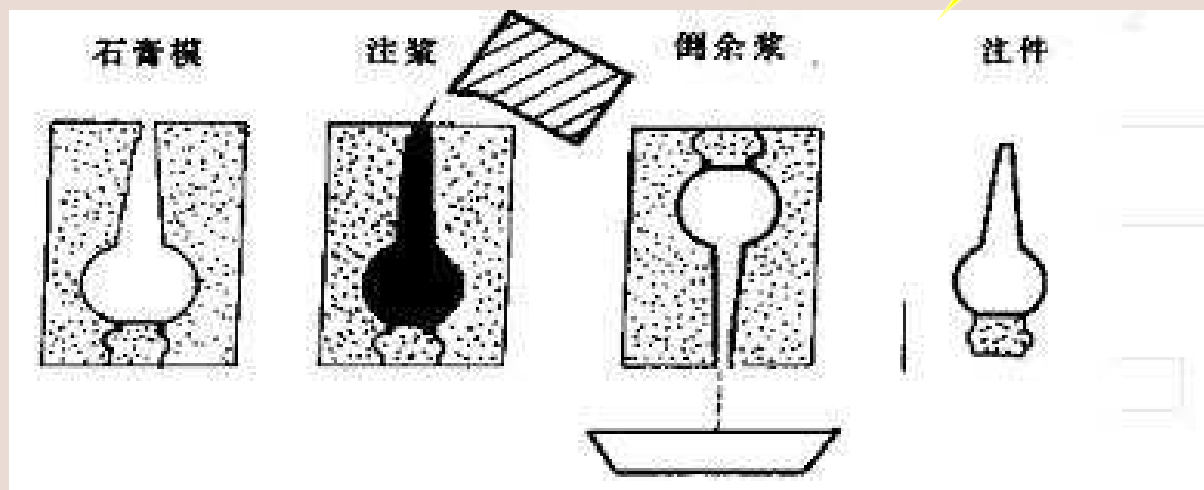


Ø 1. 注浆成型（传统成型）

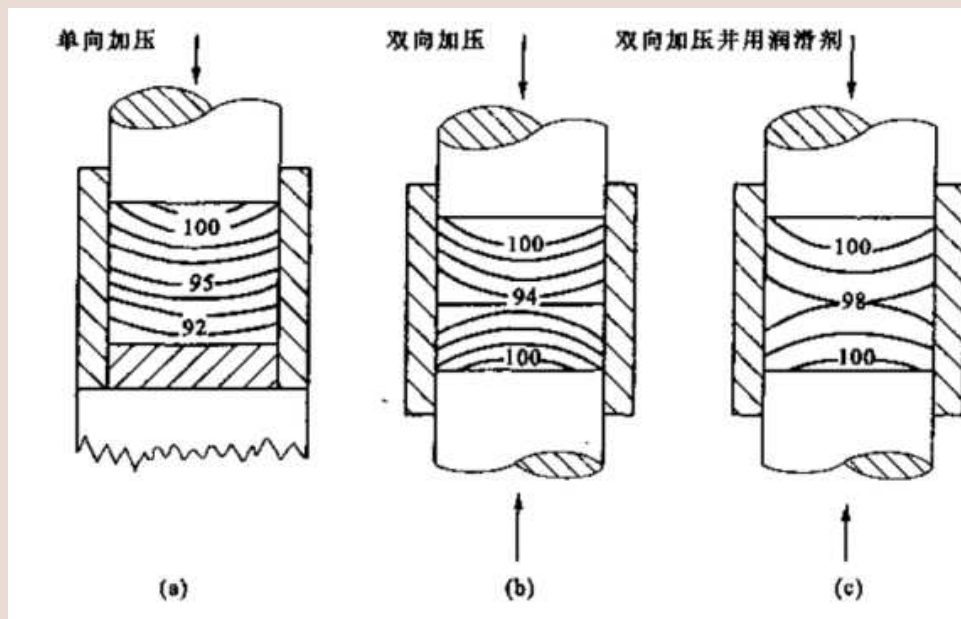
对注浆成型所用的浆料，必须具备以下性能：

- ✓ 流动性好
- ✓ 稳定性好（不易沉淀和分层）
- ✓ 脱模性好

缺点：
劳动强度大
不易自动化
收缩形变大



Ø 2. 模压成型



模压受力分布



四柱式液压成型机

ü 优点：工艺简单、易自动化生产。

ü 缺点：胚体有明显的各向异性，不适用形状复杂的制品。

Ø 3. 等静压成型

等静压成型 又称静水压成型，利用液体介质不可压缩性和均匀传递压力性的一种成型方法。

优点

胚体密度高
制品密度接近理论密度
不易变形

缺点

设备投资成本高
不易自动化
生产效率不高

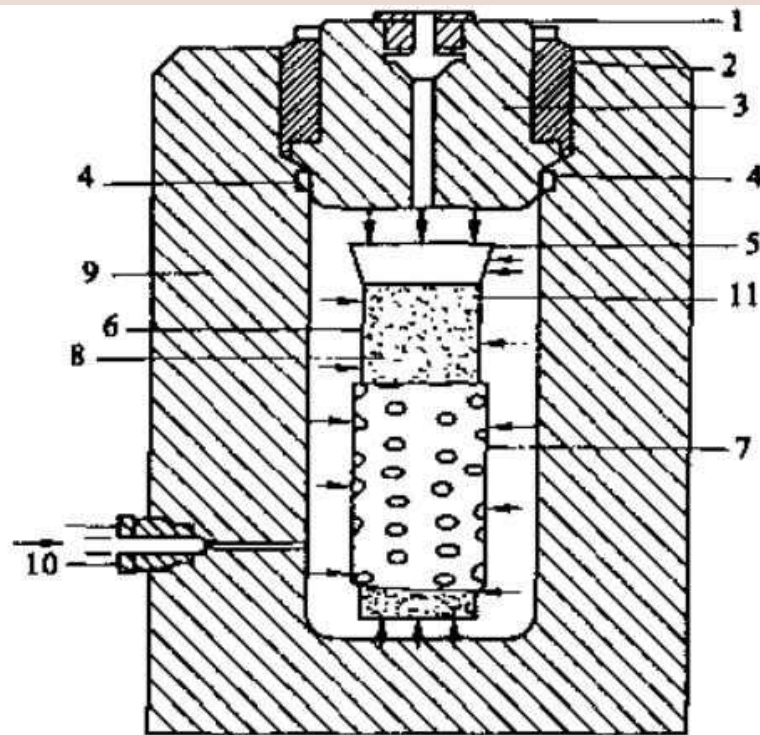


图 2.14 湿式等静压机示意图

1—排气塞；2—螺帽；3—压力塞；4—密封圈；
5—橡皮塞；6—软模；7—穿孔金属套；8—粉料；
9—高压容器；10—高压液体；11—棉花

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/425330101000011111>