

## 一、名词解释

1. 无机非金属材料 无机非金属材料是以某些元素的氧化物、碳化物、氮化物、卤素化合物、硼化物、以及硅酸盐、铝酸盐、磷酸盐、硼酸盐和非氧化物等物质组成的材料。是除金属材料 and 有机高分子材料以外的所有材料的统称。
2. 玻璃 玻璃是由熔融物冷却、硬化而得到的非晶态固体。其内能和构形熵高于相应的晶体，其结构为短程有序，长程无序。
3. 水泥 凡细磨成粉末状，加入适量水后成为塑性浆体，既能在空气中硬化，又能在水中硬化，并能将砂、石等散粒或纤维材料牢固地胶结在一起的水硬性胶凝材料，统称为水泥。
4. 陶瓷 陶瓷是以无机非金属天然矿物或化工产品为原料，经原料处理、成型、干燥、烧成等工序制成的产品。是陶器和瓷器的总称。
5. 澄清剂 凡在玻璃熔制过程中能分解产生气体，或能降低玻璃黏度，促进排除玻璃液中气泡的物质称为澄清剂。
6. 胶凝材料 凡能在物理、化学作用下，从浆体变成坚固的石状体，并能胶结其它物料而具有一定机械强度的物质，统称为胶凝材料，又称胶结料。
7. 烧成 烧成通常是指将初步密集定形的粉块（生坯）经高温烧结成产品的过程。其实质是将粉料集合体变成致密的、具有足够强度的烧结体，如砖瓦、陶瓷、耐火材料等。
8. 玻璃形成体 能单独形成玻璃，在玻璃中能形成各自特有的网络体系的氧化物，称为玻璃的网络形成体。如  $\text{SiO}_2$ ， $\text{B}_2\text{O}_3$ 和  $\text{P}_2\text{O}_5$ 等。
9. 水硬性胶凝材料 在拌水后既能在空气中硬化又能在水中硬化的材料称为水硬性胶凝材料，如各种水泥等。
10. 玻璃的化学稳定性 玻璃抵抗水、酸、碱、盐、大气及其它化学试剂等侵蚀破坏的能力，统称为玻璃的化学稳定性。
11. 凝结时间 水泥从加水开始到失去流动性，即从流体状态发展到较致密的固体状态，这个过程所需要的时间称凝结时间。
12. 玻璃调整体 凡不能单独生成玻璃，一般不进入网络而是处于网络之外的氧化物，称为玻璃的网络外体。它们往往起调整玻璃一些性质的作用。常见的有  $\text{Li}_2\text{O}$ ， $\text{Na}_2\text{O}$ ， $\text{K}_2\text{O}$ ， $\text{MgO}$ ， $\text{CaO}$ ， $\text{SrO}$  和  $\text{BaO}$ 等。
13. 坯、釉适应性 坯、釉适应性是指熔融性能良好的釉熔体，冷却后与坯体紧密结合成完美的整体不开裂、不剥脱的能力。
14. 假凝 假凝是指水泥的一种不正常的早期固化或过早变硬现象。在水泥用水拌和的几分钟内物料就显示凝结。假凝放热量极微，而且经剧烈搅拌后，浆体又可恢复塑性，并达到正常凝结，对强度并无不利影响；但仍会给施工带来一定困难。
15. 水泥混凝土 由水泥、颗粒状集料以及必要时加入化学外加剂和矿物掺和料，经合理配合的混合料，加水拌合硬化后形成具有凝聚结构的材料。
16. 急凝 急凝是指水泥的一种不正常的早期固化或过早变硬现象。在水泥用水拌和的几分钟内物料就显示凝结。急凝放热，急凝往往是由于缓凝不够所引起，浆体已具有一定强度，重拌并不能使其再具塑性。
17. 玻璃熔化 玻璃配合料经过高温加热转变为化学组成均匀的、无气泡的、并符合成型要求的玻璃液的过程。
18. 玻璃中间体 一般不能单独形成玻璃，其作用介于网络形成体和网络外体之间的氧化物，称之为中间体，如  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ， $\text{BeO}$ ， $\text{ZnO}$ ，镓  $\text{Ga}_2\text{O}_3$ ， $\text{TiO}_2$ 、 $\text{PbO}$ 等。
19. IM 铝率 又称铁率，其数学表达式为： $\text{IM} = \text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$  铝率表示熟料中氧化铝与氧化铁含量的质量比，也表示熟料熔剂矿物中铝酸三钙与铁铝酸四钙的比例。
20. 萤石含率 萤石含率指由萤石引入的  $\text{CaF}_2$  量与原料总量之比，即：萤石含率  $= \text{萤石含量} \times \text{CaF}_2\text{含量} / \text{原料总量} \times 100\%$
21. 煅烧 指物料经过高温，合成某些矿物或使矿物分解获得某些中间产物的过程。
22. SM 硅率，又称为硅酸率，其数学表达式是： $\text{SM} = \text{SiO}_2/(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3)$  硅率是表示熟料中氧化硅含量

与氧化铝、氧化铁之和的质量比，也表示了熟料中硅酸盐矿物与溶剂矿物的比例。

## 二、填空题

23. 陶瓷的显微结构由结晶相、气孔和玻璃相组成。
24. 硅酸盐水泥熟料中含有 C3S、C2S、C3A、C4AF 四种矿物。
25. 根据各氧化物在玻璃结构中所起的作用，一般可将他们分为 网络形成体（玻璃形成体）、中间体和网络外体（调整体）三类。
26. 根据成型方法的不同，陶瓷坯料通常分为：注浆坯料、可塑坯料和压制坯料三类。
27. 硅酸盐水泥的生料在煅烧过程中将会发生以下物理化学变化 干燥与脱水、碳酸盐分解、固相反应、液相和熟料的烧结和熟料的冷却过程。
28. 拟定玻璃的组成应按照设计原则，根据设计玻璃的 性能要求，参考现有玻璃 组成，采用适当的玻璃系统并结合给定的生产 工艺条件，拟定出设计玻璃的最初组成（原始组成）。
29. 玻璃的质量缺陷主要有 气泡、条纹和结石。
30. 陶瓷坯料中混有铁质将使制品的外观质量受到影响，如降低 白度与半透明性，也会产生 斑点。
31. 硅酸三钙的水化过程可分为五个阶段：初始水化期、诱导期、加速期、衰减期和稳定期。
32. 无机非金属材料一般的热加工方法有 煅烧、烧成与熔化。
33. Na - Ca - Si 玻璃系统中，Na<sub>2</sub>O能提供 游离氧使玻璃结构中的 O/Si 比值 增加，使 Si - O键发生 断键，因而可以降低玻璃的粘度，使玻璃易于熔融，是玻璃良好的 助熔剂。
34. 粘土质原料的主要组成矿物有 高岭石，蒙脱石，伊利石。
35. 陶瓷的成型方法有 塑性成型，注浆成型，压制成型。
36. 工业生产中用于玻璃熔制的设施有 坩锅窑，池窑。
37. 平板玻璃的深加工方法有 钢化，镀膜。
38. 一般玻璃按组成可分为元素玻璃，氧化物玻璃，非氧化物玻璃三类。
39. 陶瓷的主要组成相为 晶相、晶界、气孔和玻璃相。
40. 水泥按其用途和性能可分为 通用水泥、专用水泥及特性水泥三大类。
41. 玻璃的熔制过程包括 烧结物的形成、玻璃液的形成、玻璃液的澄清、玻璃液的均化、玻璃液的冷却五个阶段。
42. 材料一般可分为 金属材料、无机非金属材料和有机高分子材料三大类。
43. 天然钙质原料主要有 石灰石，泥灰岩，白垩。
44. 陶瓷坯料组成的表示方法有 配料比表示、矿物组成表示、化学组成表示、实验公式表示。
45. 釉料按外观质量分为三类 透明釉、颜色釉、艺术釉。
46. 水泥的水化过程分为三个阶段 钙矾石形成期、硅酸三钙水化期、结构形成和发展期。
47. 水泥生产的主要原料有石灰石、黏土和铁粉。
48. 石灰饱和系数 KH 是熟料中全部氧化硅生成硅酸钙 (C3S + C2S) 所需的氧化钙量与全部二氧化硅理论上全部生成硅酸三钙所需的氧化钙含量的比值。
49. 陶瓷产品按组成可分为硅酸盐陶瓷、氧化物陶瓷、非氧化物陶瓷。
50. 陶瓷的成型方法分为可塑法成型、注浆法成型和干压法成型三大类。
51. 水泥熟料的三个率值分别为 KH、SM、IM。
52. 粘土质原料的主要化学组成为 SiO<sub>2</sub>，Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>。
53. 日用陶瓷的可塑成型按其操作方法不同可分为 雕塑、印坯、拉坯、刀压和滚压等种类。（手捏、挤压）
54. 硅酸盐水泥熟料由 氧化钙、氧化硅、氧化铝、氧化铁四种氧化物组成。
55. 玻璃的脱色剂按其作用可分为 物理脱色剂和化学脱色剂两种。
56. 陶瓷的主要原材料有粘土、石英、长石三部分。
57. 陶瓷按用途可分为 日用瓷、艺术瓷、建筑瓷、化工瓷等。
58. 影响水泥水化速率的主要因素有 熟料矿物组成、水灰比、细度、养护温度和外加剂。
59. 从结构上看，陶瓷是由 结晶物质、玻璃态物质和 气孔组成。

60. 硅酸盐水泥的基本组成材料为 熟料、石膏。
61. 陶瓷生产中的温度制度包括 升温速度、烧成温度、保温时间及 冷却速度。
62. 无机胶凝材料按硬化条件可分为 气硬性胶凝材料 和 水硬性胶凝材料 两种。

### 三、简答题

1. 石膏在水泥中的作用？

答：

石膏的作用主要是调节凝结时间，而且适量的石膏对提高水泥强度有利，尤其是早期强度；但石膏的量不宜过多，否则会使水泥产生体积膨胀而使强度降低，甚至影响水泥的安定性。

2. 陶瓷制品开裂的主要原因？

答：

- a. 生坯在搬运过程中因被碰而产生的细微裂纹；
- b. 坯体入窑水分过高、升温过急；
- c. 高温阶段升温太快，收缩过大；
- d. 坯体在晶型转化阶段冷却过快；
- e. 器形设计不合理。

3. 无机非金属材料生产过程中的共性？

答：原料的破碎，粉体制备，成型，烘干，高温热处理，冷却。

4. 水泥体积安定性的影响因素？

答： $f\text{-CaO}$ ， $\text{MgO}$ ， $\text{SO}_3$ 和冷却速率。

5. 硅酸三钙的水化过程？

答：初始水化期，诱导期，加速期，衰减期，稳定期。

6. 陶瓷压制坯料应满足哪些要求？

答：1) 流动性好 2) 堆积密度大 3) 含水率和水分的均匀性

7. 玻璃熔制过程的影响因素？

答：

- a. 玻璃组成；
- b. 玻璃液的粘度、表面张力；
- c. 原料的种类、原料的挥发、原料的粒度；
- d. 配合料的质量；
- e. 熔制作业制度。

8. 黏土原料的工艺性质有哪些？

答：可塑性、结合性、离子交换性、触变性、膨化性、收缩、烧结温度与烧结范围、耐火度。

9. 实际生产应用中，为何常对工业氧化铝预烧后使用？

答：

1) 在高温下使  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  尽量转变为  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ ，保证产品性能稳定；

2) 预烧工业氧化铝时，所加入的添加物和  $\text{Na}_2\text{O}$ 生成挥发性化合物，高温下变成气体离开氧化铝，可提高原料纯度；

3) 由于  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  转变为  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  引起的体积收缩在预烧时已经完成，所以预烧工业氧化铝可以使产品尺寸准确，减少开裂；

4) 采用经烧过的工业氧化铝配制热压注浆料时，可以减少用蜡的数量。

10. 设计陶瓷配方的依据？

答：

- 1) 产品的物理化学性质、使用要求；
- 2) 采用一些工厂或研究单位积累的数据和经验；
- 3) 了解各种原料对产品性质的影响；
- 4) 配方能满足生产工艺的要求；

5) 希望原料来源丰富、质量稳定、运输方便、价格低廉。

11. 玻璃浮法成型的原理？

答：玻璃液从池窑连续流入并浮在有还原气氛保护的锡液上，由于各物相界面张力和重力的综合作用，摊成厚度均匀，上下两平面平行，平整和火抛光的玻璃带，经冷却硬化后脱离锡液，再经退火、切割而得到浮法玻璃。

12. 陶瓷注浆坯料应满足哪些要求？

答：1) 流动性好 2) 悬浮性好 3) 触变性适当 4) 滤过性好

13. 水泥熟料贮存处理的目的？

答：

- 1) 降低熟料温度，以保证磨机的正常操作；
- 2) 改善熟料质量，提高易磨性；
- 3) 保证窑磨生产的平衡，有利于控制水泥质量。

14. 玻璃的通性？

答：1) 各向同性 2) 介稳性 3) 无固定熔点 4) 固态和熔融态间转化的渐变性和可逆性 5) 性质随成分变化的连续性和渐变性

15. 陶瓷坯体在烧成过程中的物理化学变化？

答：1) 坯体的水分蒸发期 2) 氧化分解及晶型转化期 3) 玻化成瓷期 4) 冷却期

16. 硅酸盐水泥的水化过程？

答：1) 钙矾石形成期 2) C3S水化期 3) 结构形成和发展期

17. 在陶瓷坯体的烧成过程中为什么要控制气氛？

答：

氧化气氛——烧掉碳素及硫化物等，保证表面质量；  
还原气氛——高价铁成为低价铁等，保证坯体质量。

18. 玻璃的熔制过程？

答：烧结体的形成；玻璃液的形成；玻璃液的澄清；玻璃液的均化；玻璃液的冷却。

19. 生产低热硅酸盐水泥的矿物组成应如何调整？

答：在硅酸盐水泥熟料的四种矿物中，水化热顺序为： $C_3A > C_3S > C_4AF > C_2S$ ，因此，可降低  $C_3A$  含量、适当降低  $C_3S$  含量，以达到降低水泥水化热之目的。

20. 生产普通陶瓷的主要原料及其作用？

答：石英——骨架；粘土——成型与烧成性能；长石——熔剂物质。

21. 设计玻璃组成应注意的原则？

答：

- 1) 根据组成、结构和性质的关系，使设计的玻璃能满足预定的性能要求；
- 2) 根据玻璃形成图和相图，使设计的组成能够形成玻璃，析晶倾向小；
- 3) 根据生产条件使设计的玻璃能适应熔制、成型、加工等工序的实际要求；
- 4) 所设计的玻璃应当价格低廉，原料易于获得。

22. 无机非金属材料在热加工过程中，通常存在哪些过程？

答：1) 燃料煅烧 2) 物料或坯体加热 3) 自由水分的蒸发 4) 分解反应 5) 固相反应 6) 或烧成、或熔化 7) 冷却。

#### 四、简述题

1. 有一瓶罐玻璃生产厂欲提高玻璃的化学稳定性、提高机速，对配比应做如何调整？为什么？

答：

碱金属氧化物 ( $Na_2O$ ,  $K_2O$ ) 对玻璃的化学稳定性影响最大。为了提高设计玻璃的化学稳定性，必须使设计玻璃中的  $Na_2O$ 、 $K_2O$  比现有玻璃降低；增加机速，可适当增加  $CaO$ ，同时考虑到  $MgO$  对提高化学稳定性有利，而又能防止析晶，为此在设计玻璃中强加了  $MgO$ ，并使 ( $MgO + CaO$ ) 的含量比原有玻璃中  $CaO$  的含量增高。

2. 硅酸盐水泥熟料烧成后要进行冷却的目的是什么？为何生产实践中要采用急速冷却？

答：

1) 熟料冷却的目的：

- a. 改善熟料的质量；
- b. 提高熟料的易磨性；
- c. 回收熟料的余热，降低热耗，提高热的效率；
- d. 降低熟料温度，便于熟料的运输、储存和粉磨。

2) 急速冷却熟料的优点：

- a. 急冷能防止或减少  $C_2S$  转化成  $C_3S$ ；
- b. 急冷能防止或减少  $C_3S$  的分解；
- c. 急冷能防止或减少  $MgO$  的破坏作用；
- d. 急冷使熟料中  $C_3A$  晶体减少；
- e. 急冷熟料易磨性提高。

3. 无机非金属材料与金属材料在性能上有那些不同？试分析其原因？

答：

无机非金属材料的化学组分主要为元素的氧化物、碳化物、氮化物、卤素化合物、硼化物、以及硅酸盐、铝酸盐、磷酸盐、硼酸盐和非氧化物等物质，其化学键主要为离子键或离子—共价混合键。因此，无机非金属材料的基本属性主要体现为高熔点、高硬度、耐腐蚀、耐磨损、高抗压、良好的抗氧化性、隔热性，优良的介电、压电、光学、电磁性能及其功能转换特性等。但大多数无机非金属材料具有抗拉强度低、韧性差等缺点。

4. 简述玻璃熔化过程的各个阶段及其特点？

答：

1) 烧结体的形成 在高温作用下，发生一系列物理、化学反应，形成不透明烧结物。对于普通钠钙硅酸盐玻璃而言，这一阶段结束后，配合料转变为由硅酸盐和残余石英颗粒组成的烧结体。

2) 玻璃液的形成 不透明烧结体经进一步加热，未完全熔化的配合料残余颗粒溶解，烧结物开始熔融、扩散，并最终由不透明烧结体变为透明玻璃液。但此时的玻璃液含有大量可见气泡，且玻璃液的化学成分很不均匀。

3) 玻璃液的澄清 玻璃液的澄清是指气体夹杂物从玻璃液中消除的过程。

4) 玻璃液的均化 均化过程是为了消除玻璃液中条纹和其他化学组成与玻璃液组成不同的不均体，从而获得化学组成均匀一致的玻璃液。

5) 玻璃液的冷却 为使玻璃液满足成型所需的粘度要求，经高温澄清、均化后的玻璃液需进一步降温冷却。整个冷却过程应力求平稳进行，以保证玻璃液的热均匀性，并防止出现温度波动，以免引起二次气泡。

5. 在硅酸盐水泥生产中，当氧化钙含量变化时，对煅烧和矿物形成有何影响？

答：

当氧化钙含量提高时，熟料中的  $C_3S$  增加，熟料强度提高，因此，提高氧化钙含量，有利于提高水泥熟料质量；但氧化钙含量过高，熟料煅烧困难，致使  $f-CaO$  增加，熟料强度降低；降低氧化钙含量，熟料中的  $C_3S$  减少， $C_2S$  增多，熟料强度降低，熟料易粉化。

6. 陶瓷厂在采用注浆成型时，对坯料有何要求？

答：

1) 流动性好。保证泥浆浇注成型时要能充满模型的各个部位。

2) 悬浮性好。浆料中各种固体颗粒能在较长的一段时间悬浮而不沉淀的性质称为泥浆的悬浮性。它是保证坯体组分均匀和泥浆正常输送、贮放的重要性能之一。

3) 触变性适当。受到振动和搅拌时，泥浆粘度会降低而流动性增加，静置后又恢复原状，此外，泥浆放路一段时间后，在维持原有水分的情况下也会变稠，这种性质称为触变性。泥浆触变性过大，容易堵塞泥浆管道，且坯体脱模后易塌落变形；触变性过小，生坯强度较低，影响脱模和修坯。

4) 滤过性好。滤过性也称渗模性，是指泥浆能够在石膏模中滤水成坯的性能。滤过性好，则成坯速率较快。当细颗粒过多时，易堵塞石膏模表面的微孔脱水通道，不利于成坯。熟料和瘠性原料较多时有利于泥浆的脱水成坯。

7. 普通平板玻璃的主要组成成分及其作用？

答：

主要组成成分——  $\text{Na}_2\text{O}$   $\text{CaO}$   $\text{SiO}_2$ ；各成分的主要作用——  $\text{Na}_2\text{O}$ ，玻璃助熔剂，降低玻璃的粘度，使玻璃易于熔融； $\text{CaO}$ ，稳定剂，增加玻璃的化学稳定性和机械强度，高温时降低玻璃的粘度，促进玻璃的熔化和澄清； $\text{SiO}_2$ ，玻璃的形成氧化物，作为玻璃的骨架。

8. 简述生料在煅烧过程中的物理化学变化？

答：

- 1) 干燥与脱水——干燥是物理水的蒸发，脱水是粘土矿物分解放出化合水；
- 2) 碳酸盐分解—— $\text{MgCO}_3 = \text{MgO} + \text{CO}_2$ ， $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$ ；
- 3) 固相反应——形成低钙矿物；
- 4) 液相和熟料的烧结——出现液相， $\text{C}_3\text{S}$ 等形成，形成熟料；
- 5) 熟料冷却——熟料温度降低至室温。

9. 简述钙质原料在典型无机非金属材料中的作用？

答：

硅酸盐水泥： $\text{CaO}$ ——满足生成熟料矿物的要求。 $\text{CaO}$ 量过高，生料易烧性差，熟料中  $f - \text{CaO}$  增多，会导致安定性不良； $\text{CaO}$ 量过低，熟料中  $\text{C}_2\text{S}$  增多， $\text{C}_3\text{S}$ 减少，熟料强度下降。

陶瓷中：主要起助熔作用，缩短烧成时间，增加瓷器的透明度，使坯釉结合牢固。

玻璃中：稳定剂，即增加玻璃的化学稳定性和机械强度，但含量不宜过高，否则会使玻璃的结晶倾向增大，而且易使玻璃发脆。 $\text{CaO}$ 在高温时，能降低玻璃的粘度，促进玻璃的熔化和澄清；但当温度降低时，粘度增加得很快，使成型困难。含  $\text{CaO}$ 高的玻璃成型后退火要快，否则易于爆裂。

10. 在硅酸盐水泥生产中，当  $\text{KH}$  变化时，对煅烧和矿物形成有何影响？

答：

当  $\text{C}_3\text{S}=0$ 时， $\text{KH}=0.667$ ，即此时的熟料矿物只有  $\text{C}_2\text{S}$   $\text{C}_3\text{A}$   $\text{C}_4\text{AF}$ 而无  $\text{C}_3\text{S}$ ；当  $\text{C}_2\text{S}=0$ 时， $\text{KH}=1$ ，即此时的熟料矿物只有  $\text{C}_3\text{S}$   $\text{C}_3\text{A}$   $\text{C}_4\text{AF}$ 而无  $\text{C}_2\text{S}$ 。石灰饱和系数  $\text{KH}$  应控制在  $0.667 \sim 1.0$  之间。因此，提高石灰饱和系数  $\text{KH}$ ，可提高  $\text{C}_3\text{S}$ 在熟料中的含量，熟料强度高，有利于提高水泥熟料质量；但  $\text{KH}$  过高，熟料煅烧困难，熟料中的  $f - \text{CaO}$  高，影响水泥的安定性，对水泥强度不利。降低  $\text{KH}$  值，熟料中的  $\text{C}_3\text{S}$ 减少， $\text{C}_2\text{S}$ 增多，熟料强度降低，熟料易粉化。

11. 简述影响玻璃化学稳定性的因素？

答：

1) 玻璃的组成 玻璃网络完整性愈高，网络外离子愈少，玻璃化学稳定性愈好。

2) 侵蚀介质的种类 水汽侵蚀能力大于水。弱酸的侵蚀能力大于强酸，因前者中含水多。碱的侵蚀受阳离子吸附能力， $\text{OH}^-$  浓度以及生成的硅酸盐溶解度三方面影响。

3) 热历史 急冷玻璃较慢冷玻璃网络疏松，其中的离子迁移较容易，因而急冷玻璃的化学稳定性较差；玻璃退火时，若发生析碱，去除表面碱层后，则在玻璃表面形成富硅层，而提高玻璃化学稳定性。

4) 温度压力的影响 室温下玻璃相对稳定。但加温加压后，水的电离大大增加，侵蚀作用加剧。如： $0 \sim 100$  范围内，温度每升高  $20\text{K}$ ，侵蚀作用增大 10 倍。

12. 简述如何选择陶瓷的成型方法？

答：

1) 产品的形状、大小、厚薄等。一般形状复杂或较大，壁较薄的产品，可采用注浆法成型；而具有简单回转体形状的器皿可采用最常用的旋压、滚压等可塑法成型。

2) 坯料的性能。可塑性较好的坯料适用于可塑法成型，可塑性较差的坯料可用注浆或干压法成型。

3) 产品的产量和质量要求。产量大的产品可采用可塑法的机械成型，产量小的产品可采用注浆法成型，产量很小质量又要求不高的产品可考虑采用手工可塑成型。



4) 设备要简单, 劳动强度要小。

5) 经济效果要好。

总之, 在选择成型方法时, 希望在保证产品产量质量的前提下, 选用设备最简单, 生产周期最短, 成本最低的一种成型方法。

13. 简述影响碳酸钙分解速度的因素。

答:

1) 温度: 随温度升高, 分解速度常数  $K$  和压力的倒数差都相应增加, 分解时间缩短, 分解速度增加。

但应注意温度过高, 将增加废气温度和热耗; 预热器和分解炉结皮、堵塞的可能性亦大。

2) 窑系统的  $\text{CO}_2$  分压: 通风良好,  $\text{CO}_2$  分压较低, 有利于碳酸钙的分解。

3) 生料细度和颗粒级配: 生料细度细, 颗粒均匀, 粗粒少, 分解速度快。

4) 生料悬浮分散程度: 生料悬浮分散差, 相对地增大了颗粒尺寸, 减少了传热面积, 降低了碳酸钙的分解速度。因此, 生料悬浮分散程度是决定分解速度的一个非常重要的因素。这也是在悬浮预热器和分解炉内的碳酸钙分解速度较回转窑、立波尔窑内快的主要原因之一。

5) 石灰石的种类和物理性质: 结构致密、结晶粗大的石灰石, 分解速度慢。

6) 生料中粘土质组分的性质: 高岭土类活性大、蒙脱石、伊利石次之, 石英砂较差。活性越大的, 在 800℃ 下越能和氧化钙或直接与碳酸钙进行固相反应, 生成低钙矿物, 可以促进碳酸钙的分解过程。

14. 简述拟定陶瓷烧成制度的一般原则?

答:

坯料在加热过程中的形状变化

通过分析坯料在加热过程中的形状变化, 初步得出坯体在各温度或时间阶段可以允许的升、降温速率等。这些是拟定烧成制度的重要依据之一。

坯体形状、厚度和入窑水分

同一组成坯体, 由于制品的形状、厚度和入窑水分的不同, 升温速度和烧成周期都应有所不同。壁薄、小件制品入窑前水分易于控制, 一般可采取短周期快烧, 大件、厚壁及形状复杂的制品升温不能太快, 烧成周期不能过短。坯体中含大量可塑性粘土及有机物多的粘土时, 升温速度也应放慢。有学者根据不稳定传热过程的有关参数推算出, 安全升、降温的速度与陶瓷坯体厚度的平方成反比。

窑炉结构、燃料性质、装窑密度

它们是能否使要求的烧成制度得以实现的重要因素。所以在拟定烧成制度时, 还应结合窑炉结构、燃料类型等因素一道考虑, 也就是把需要的烧成制度和实现烧成制度的条件结合起来, 否则先进的烧成制度也难以实现。

烧成方法

同一种坯体采用不同的烧成方法时, 要求的烧成制度各不相同。日用瓷的素烧温度总是低于本烧的温度。釉面砖素烧的温度往往高于釉烧的温度。一些特种陶瓷可在常压下烧结外, 还可用热压法、热等静压法等一些新的方法烧成。热压法及热等静压法的烧成温度比常压烧结的温度低得多, 烧成时间也可缩短。因此拟定烧成制度时应同时考虑所用的烧成方法。

15. 如何加速玻璃的熔制过程?

答:

1) 添加剂 实践中使用的加速玻璃融化的添加剂有助熔剂、澄清剂。

2) 搅拌与鼓泡 在池窑上增设搅拌与池底鼓泡装路可提高玻璃液的澄清和均化速度。

3) 电助熔与全电熔 电助熔是在燃料加热的同时, 在池窑融化部、加料区和作业部增加电加热, 以提高玻璃液的熔化速度。

4) 富氧燃烧 富氧燃烧可提高燃料利用率, 提高熔化温度, 加速熔化过程。

5) 高压与真空熔炼 高压与真空熔炼有利于玻璃中可见气泡的消除, 前者可使可见气泡中气体溶解至玻璃液, 后者可导致可见气泡的迅速膨胀而加速上浮。

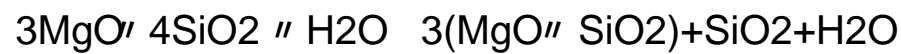
16. 简述工艺因素对陶瓷显微结构的影响?

答:

## 1. 陶瓷原料及配比

1)  $\text{Al}_2\text{O}_3$  原料有两种晶型、型， $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  易烧结但得到的刚玉晶体大小不均，以 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  为原料得到的刚玉晶体不会异常长大，大小均匀，利于提高强度；

2) 滑石瓷：采用优质滑石，分解出充足的无定形石英与钡形成钡质玻璃



3) 配比：例如镁质瓷，配方中滑石与其他成分的不同，可以制成多种类型的镁质瓷，如滑石+粘土质瓷，块滑石瓷，镁橄榄石瓷，堇青石瓷等。

## 2. 原料粉末的特征

颗粒大小、分布、聚集程度影响最为明显。

1) 颗粒大小影响成瓷后晶粒尺寸。

a、粗粒多：成瓷后晶粒尺寸增加小；

b、细粒多：成瓷后晶粒尺寸增加大，因为比表面大，利于晶粒发育长大。

2) 粒度分布范围影响产品的密度：即气孔率分布范围窄，则密度高，粉末要求聚集成团，因团粒之间的空隙往往大于颗粒之空隙。

## 3. 添加掺杂物

1) 掺杂物进入固溶体，增加晶格缺陷，促进晶格扩散，使坯体致密，减少气孔；

2) 晶粒周围形成连续的第二相，促进烧结。如第二相不易移动，则阻碍晶界移动，抑制晶粒长大，多数情况下掺杂物会抑制晶粒粗化，减缓晶界移动速度，但也会加速晶粒生长，与其数量种类有关。

## 4. 烧成制度

1) 烧成气氛是影响产品结构、性能的重要因素之一。

气孔率、晶粒尺寸、缺位形成、阳离子价态、矿物组成

如： $\text{TiO}_2$  在还原气氛下，颜色加深， $\text{Ti}^{4+} \rightarrow \text{Ti}^{3+} + \text{O}^{2-}$  空位

$\text{Fe}_2\text{O}_3$  在氧化气氛下  $\rightarrow \text{FeO} + \text{O}_2$ ，使气孔率

2) 升降温度影响坯体密度，晶粒大小，相的分布。

控制速率煅烧，中间温度下维持较长时间——促进坯体致密；

快速烧成时高温下维持较短时间——抑制晶粒粗化。

冷却速度对显微结构影响表现在各相分布。

a、快速冷却：越过第二相的析出温度，则第二相形成数量少；

b、缓慢冷却：不同温度会析出不同的第二相。

## 17. 简述陶瓷坯体的干燥过程？

生坯与干燥介质接触时，生坯表面的水首先汽化，内部的水借助扩散作用向表面移动，并在表面汽化，然后干燥介质将汽化的水带走。干燥速度取决于内部扩散速度和表面汽化速度两个过程。

干燥过程可分为四个阶段：

1、升速阶段 短时间内，坯体表面被加热到等于干燥介质湿球温度的温度，水分蒸发速度很快增大，到 A 点后，坯体吸收的热量和蒸发水分耗去的热量相等。时间短，排除水量不大。

2、等速干燥阶段 坯体表面蒸发的水分由内部向坯体表面源源不断补充，坯体表面总是保持湿润。干燥速度不变，坯体表面温度保持不变，水分自由蒸发。到临界水分点后，坯体内部水分扩散速度开始小于表面蒸发速度，坯体水分不能全部润湿表面，开始降速阶段，体积收缩。

3、降速干燥阶段 表面停止收缩，继续干燥仅增加坯体内部孔隙。干燥速度下降，热能消耗下降，坯体表面温度提高。

4、平衡阶段 坯体表面水分达到平衡水分时，干燥速度为 0，取决于干燥介质的温度和湿度——干燥最终水分。

## 18. $\text{SiO}_2$ 在典型无机非金属材料中的作用？

答：

硅酸盐水泥：与氧化钙一起形成硅酸钙。如果熟料中  $\text{SiO}_2$  过高，熟料煅烧困难，特别当氧化钙含量低，硅酸二钙含量多时，熟料易于粉化。硅率过低，则熟料中硅酸盐矿物太少而影响水泥强度，且影响窑



的操作。

在玻璃中： $\text{SiO}_2$  是玻璃形成氧化物，以硅氧四面体  $[\text{SiO}_4]$  的结构组元形成不规则的连续网络，成为玻璃的骨架。

在陶瓷产品烧成过程中，二氧化硅的体积膨胀可以起着补偿坯体收缩的作用。高温下石英部分地溶于液相中，增加熔体的粘度，而未溶解的石英颗粒构成坯体的骨架，减少变形的可能性。由于石英属瘠性原料，因而可减小坯体的干燥收缩和缩短干燥时间。