

# 第5-7讲 胶凝材料的选择与应用（2）

## 水泥

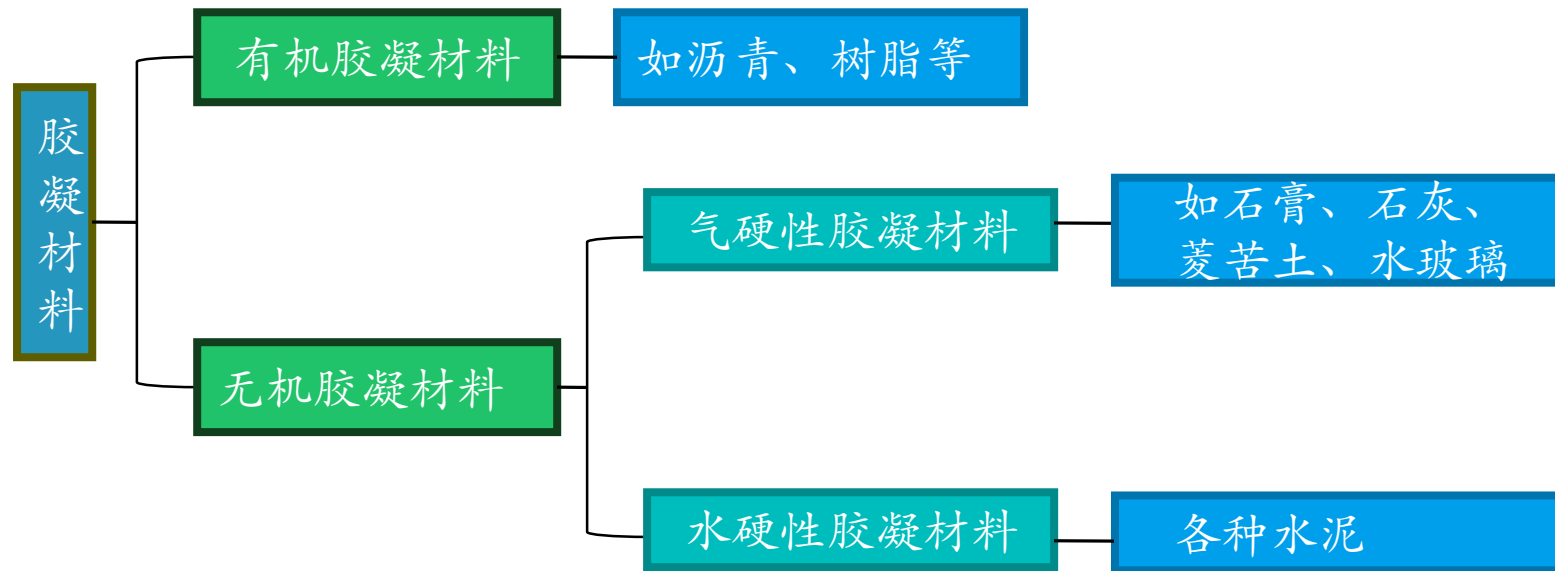
建筑工程学院

辛崇飞 博士

# 胶凝材料的选择与应用

- 学习目标
- 通过学习使学生具备几种常用胶凝材料的使用与检测能力。具体内容包括：
  - **了解**胶凝材料的定义和分类；石灰、石膏及水玻璃的原料与生产、熟化、凝结与硬化、技术要求、性质及应用等；
  - **掌握**硅酸盐水泥和掺掺混合材料硅酸水泥的性质、技术性质及选用原则；
  - **掌握**硅酸盐水泥和掺掺混合材料硅酸水泥的矿物组成、水化产物、检测方法、水泥石的腐蚀与防止等；
  - **熟悉**硅酸盐水泥的硬化机理，其他水泥品种及其性质和使用特点。

- 胶凝材料：在土木工程材料中，凡是经过一系列的物理、化学作用，能将散粒状或块状材料粘结成整体的材料，统称为胶凝材料。



- 气硬性胶凝材料：只能在空气中硬化，且只能在空气中保持或发展其强度。
- 水硬性胶凝材料：不仅在空气中，而且能更好的在水中硬化，并保持、发展其强度。



水泥



石灰

# 内容概要

- 一、硅酸盐水泥
- 二、掺有混合材料的硅酸盐水泥
- 三、特种水泥
- 四、水泥的验收、储存与运输

# 水泥概述

- 水泥是一种水硬性胶凝材料。（空气、水中凝结硬化）。
- 水泥是一种粉状矿物胶凝材料，与水混合后形成浆体，经过一系列物理化学变化，由可塑性浆体变成坚硬的石状体，并能将散粒材料胶结成整体。
- 现代建筑中，水泥是不可或缺的重要原料。**1824**年，英国建筑工人阿斯普丁发明，通过煅烧石灰石与粘土的混合料得到一种胶凝材料，制成砖块很像波特兰半岛采来的波特兰石，故称“**波特兰水泥**”。

# 水泥概述

## ■ 按化学组成分类

硅酸盐系列水泥、氯酸盐系列水泥、硫铝酸盐系列水泥、铁铝酸盐系列水泥、氟铝酸盐系列水泥；

## ■ 按性能和用途分类

水泥品种	性能与用途	主要品种
通用水泥	指一般土木工程通常采用的水泥。此类水泥的用量大，适用范围广	硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥等 6 大硅酸盐系水泥
专用水泥	具有专门用途的水泥	道路水泥、砌筑水泥和油井水泥等
特性水泥	某种性能比较突出的水泥	快硬硅酸盐水泥、白色硅酸盐水泥、抗硫酸盐硅酸盐水泥、低热硅酸盐水泥和膨胀水泥

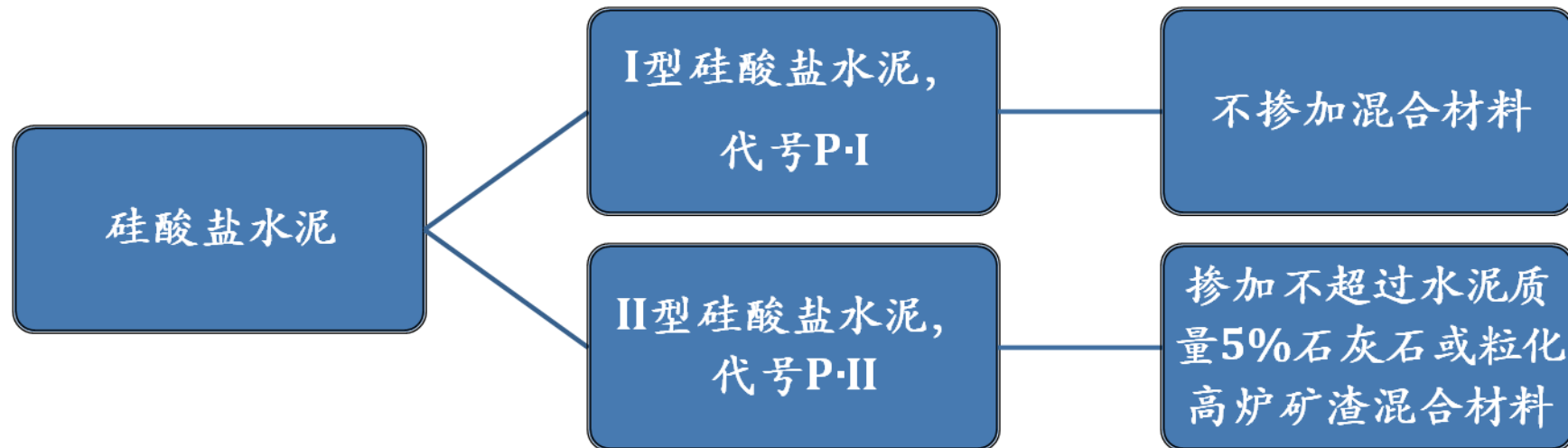
# 一、硅酸盐水泥

- 1、硅酸盐水泥的原料及生产工艺
- 2、硅酸盐水泥熟料的矿物组成
- 3、硅酸盐水泥的凝结硬化
- 4、影响硅酸盐水泥凝结硬化的因素
- 5、硅酸盐水泥的技术性质
- 6、硅酸盐水泥石的腐蚀与防止
- 7、硅酸盐水泥的特性及应用
- 8、硅酸盐水泥的储运与保管



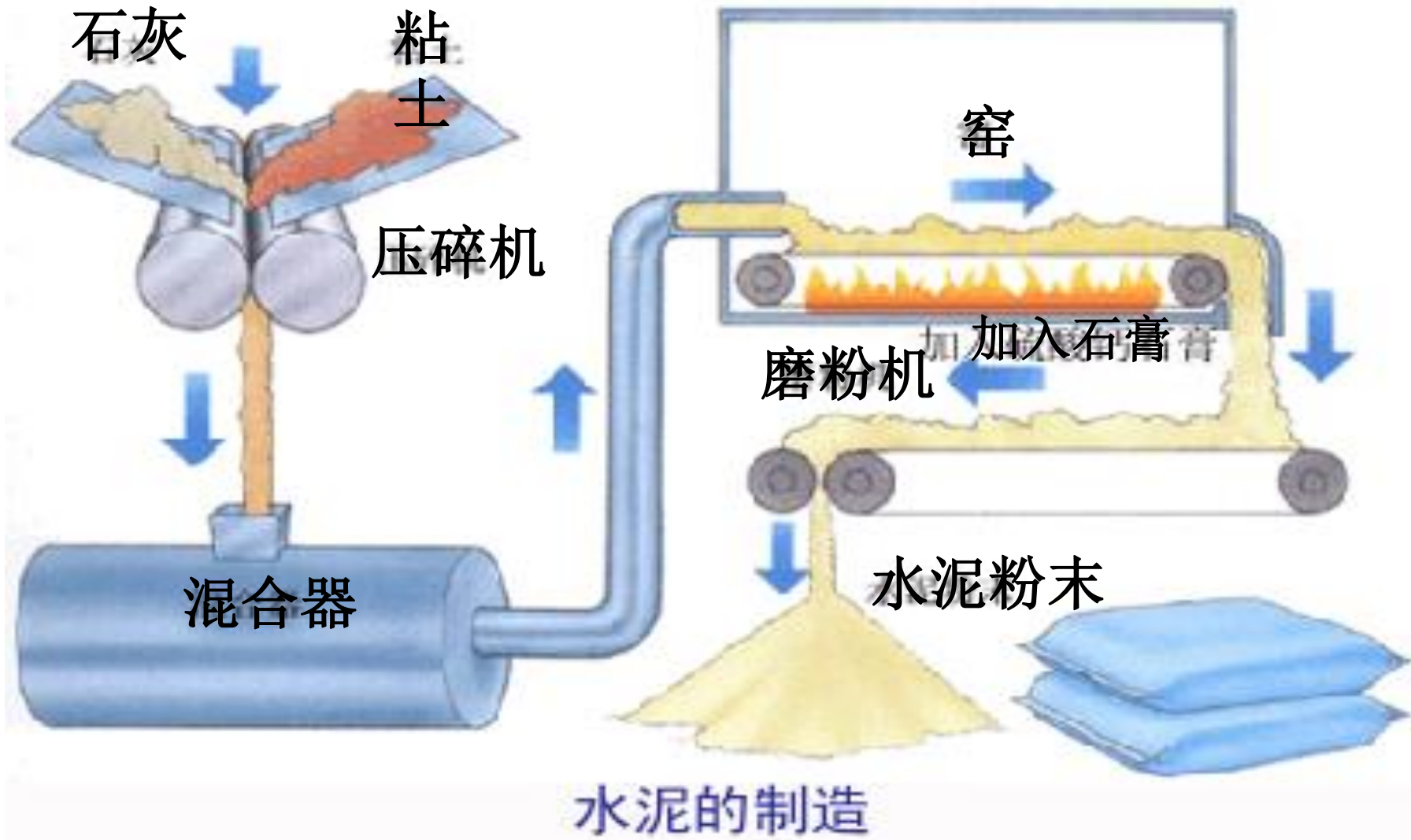
# 一、硅酸盐水泥

- 定义：以硅酸盐水泥熟料、适量石膏、0%~5%石灰石或粒化高炉矿渣混合料制成的水硬性胶凝材料。
- GB175-2007 《通用硅酸盐水泥》



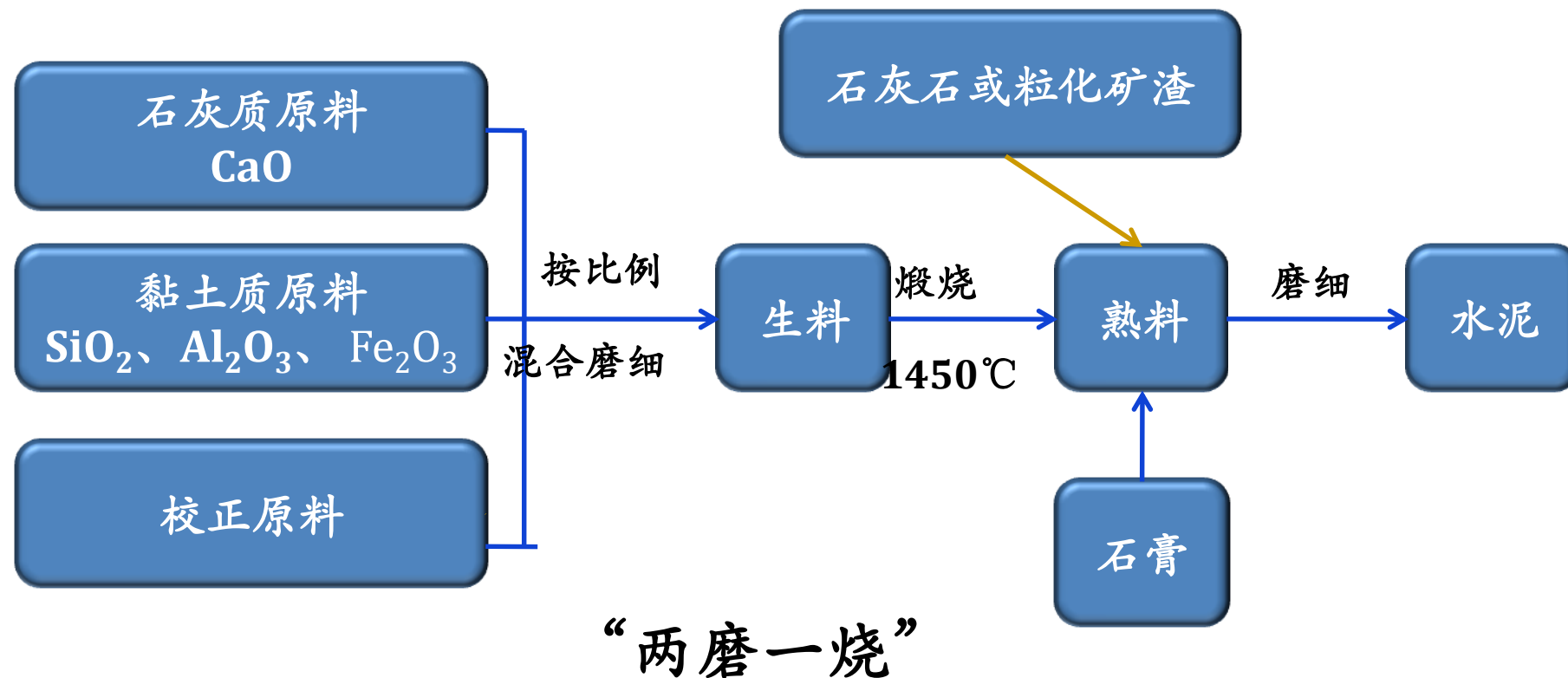
# 1、硅酸盐水泥的原材料和生产工艺

- 将各种原料经配比后粉磨成生料后再入窑进行煅烧成熟料，熟料中加入适量石膏粉磨后就是P·I类硅酸盐水泥。
- 三大环节：生料制备、熟料煅烧、水泥粉磨
- 主要设备：生料粉磨机、熟料煅烧窑、水泥粉磨机
  
- “两磨一烧”



煅烧5个环节：干燥、预热、分解、烧成、冷却

# 1、硅酸盐水泥的原材料和生产工艺



# 1、硅酸盐水泥的原材料和生产工艺

## ■ 水泥生料化学成分合适含量

化学成分	含量范围/%	化学成分	含量范围/%
CaO	62~67	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4~7
SiO <sub>2</sub>	20~24	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.5~6.0

- 生料中加入**石膏作用**：延缓水泥的凝结时间，满足使用要求；
- 加入**混合材料**（0%~5%石灰石或粒化高炉矿渣）：改善品种和性能，扩大使用范围。

# 1、硅酸盐水泥的原材料和生产工艺

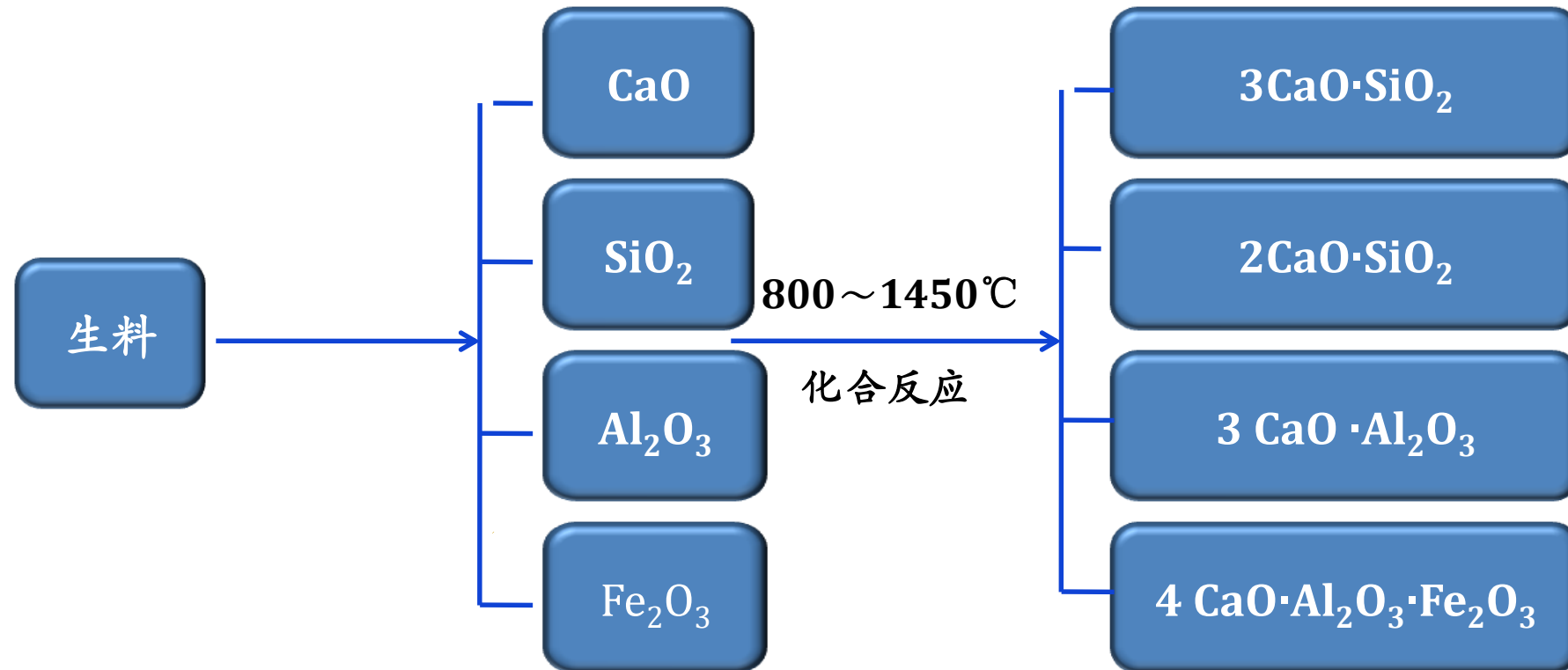
1) 生产工艺按生料制备是否加水分为:

- 湿法生产: 生料制备时, 加水制成料浆;
- 干法生产: 生料制备时, 干磨成粉料。

2) **新型干法生产工艺**/回转窑生产工艺/立窑生产工艺 (熟料煅烧以悬浮预热、窑外分解技术为核心): 规模大、质量好、消耗低、效率高-----主流和发展方向

传统的回转窑、立窑生产工艺, 技术落后、消耗高、效率低---被淘汰

## 2、硅酸盐水泥熟料矿物组成



## 2、硅酸盐水泥熟料矿物组成

化合物名称	氧化物成分	缩写符号	含量(%)	
硅酸三钙	$3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$	$\text{C}_3\text{S}$	45~65	36~60
硅酸二钙	$2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$	$\text{C}_2\text{S}$	15~30	15~37
铝酸三钙	$3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{C}_3\text{A}$	7~15	
铁铝酸四钙	$4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{C}_4\text{AF}$	10~18	

- ✓ 还含有少量的游离氧化钙、氧化镁及SO<sub>3</sub>杂质；
- ✓ 游离氧化钙、游离氧化镁是水泥中的有害物质，容易引起水泥安定性不良。



## 水泥熟料主要矿物组成及其特性

矿物名称		硅酸三钙	硅酸二钙	铝酸三钙	铁铝酸四钙
项目					
化学式简写		$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ $\text{C}_3\text{S}$	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ $\text{C}_2\text{S}$	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ $\text{C}_3\text{A}$	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ $\text{C}_4\text{AF}$
质量含量/%		50~60	15~37	7~15	10~18
凝结硬化速度		快	慢	最快	快
水化时放热量		多	少	最多	中
强度	高低	最大	大	小	小
	发展	快	慢	最快	较快
抗化学侵蚀性		较小	最大	小	大
干燥收缩		中	中	大	小

**C3S:** 硬化快，水化热多，早期放热，强度最高，是决定水泥强度的主要矿物；

**C2S:** 水化速度最慢，水化热最小，后期放热，是保证后期强度的主要矿物；

**C3A:** 硬化速度最快，水化热最快，强度发展最快，硬化体积收缩最大；

**C4AF:** 有利于提高水泥的抗拉强度。

## 组成-性能-应用

矿物组成       $\longrightarrow$  水泥性能       $\longrightarrow$       应用

---

$C_3S \uparrow$                                       高强水泥                                      结构工程

---

$C_3A$ 、 $C_3S \downarrow$  ,  $C_2S \uparrow$       水化热低（低热水泥）      大体积砼

---

$C_3S$ 、 $C_3A \uparrow$                                       快硬高强                                      抢修工程/道路水泥

---

### 3、硅酸盐水泥的水化与凝结硬化

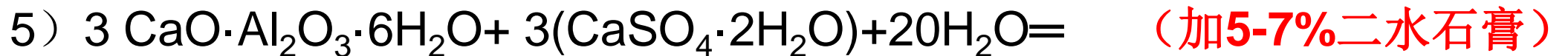
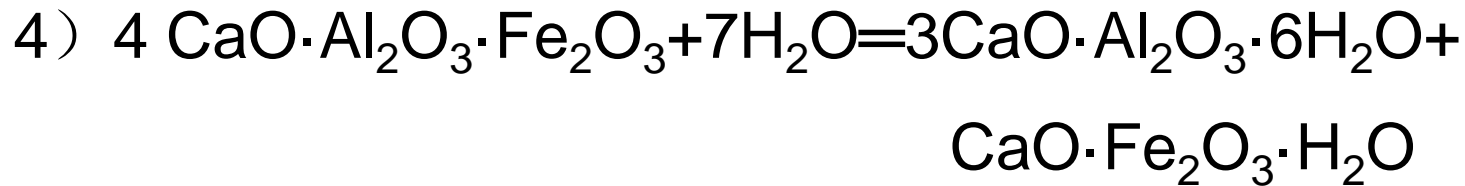
- 水泥 + 水 → 具有流动性、可塑性浆体 → 失去可塑性 —— 凝结（短暂，几个小时）
- 随后水泥浆体开始产生强度， → 坚硬的水泥石 —— 硬化（长期过程）



水化

### 3、硅酸盐水泥的水化与凝结硬化

#### (1) 水泥的水化



### 3、硅酸盐水泥的水化与凝结硬化

为什么生产水泥时要加入适量的石膏？

为了调节（延缓）水泥凝结时间

石膏掺量要适量



- 过少，起不到缓凝的作用
- 过多，会引起安定性不良

### 3、硅酸盐水泥的水化与凝结硬化

性质		$C_3S$	$C_2S$	$C_3A$	$C_4AF$
凝结硬化速度		快	慢	最快	较快
水化时放出热量		大	小	最大	中
强度	高低	高	早期低、 后期高	低	中
	发展	快	慢	快	较快

各种熟料矿物单独与水作用的性质

### 3、硅酸盐水泥的水化与凝结硬化

表 1-9 硅酸盐水泥的主要水化产物名称、代号及含量范围

水化产物分子式	名 称	代 号	所占比例/%
$3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	水化硅酸钙	$\text{C}_3\text{S}_2\text{H}_3$ 或 C-S-H	70
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	氢氧化钙	CH	20
$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	水化铝酸钙	$\text{C}_3\text{AH}_6$	不定
$\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	水化铁酸一钙	CFH	不定
$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 31\text{H}_2\text{O}$	高硫型水化硫铝酸钙(钙矾石)	$\text{C}_3\text{A S}_3\text{H}_{31}$ (AFt)	不定
$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	低硫型水化硫铝酸钙	$3\text{C}_3\text{A S}_3\text{H}_{12}$ (AFm)	不定

### 3、硅酸盐水泥的水化与凝结硬化

- 初凝：水泥加水拌和后，可塑性浆体，逐渐变稠失去可塑性。
- 终凝：失去可塑性，开始有强度时。
- 凝结：由初凝到终凝的过程。
- 硬化：浆体产生强度，逐渐发展成为坚硬的水泥石的过程。

水化与凝结硬化是一个连续的过程，水化是前提，凝结硬化是水化的结果。凝结与硬化是同一过程的不同阶段，但是凝结硬化的各阶段都是交替进行的，不能截然分开。



### 3、硅酸盐水泥的水化与凝结硬化

硅酸盐水泥凝结硬化的特点

**(1)放热反应**

**(2)凝结硬化速度3—7天内较快，大致28天完成基本部分，完成全过程需几年，甚至几十年时间。**

# 观察与讨论

仔细观察。以下是A、B两种硅酸盐水泥熟料矿物组成百分比含量，请分析A、B两种硅酸盐水泥的早期强度及水化热的差别。

矿物组成	C <sub>3</sub> S/%	C <sub>2</sub> S/%	C <sub>3</sub> A/%	C <sub>4</sub> AF/%
A水泥	60	15	16	9
B水泥	47	28	10	15

---

结论：**A**水泥的 **$C_3S$** 及 **$C_3A$** 含量高，而 **$C_3S$** 及 **$C_3A$** 的早期强度及水化热都较高，故**A**水泥的早期强度与水化热高于**B**水泥。

---

## 4、影响硅酸盐水泥凝结硬化的主要因素

- (1) 熟料中的矿物组成
- (2) 细度
- (3) 水胶比
- (4) 环境温度和湿度
- (5) 龄期

## 4、影响硅酸盐水泥凝结硬化的主要因素

- (1) 熟料中的矿物组成
- 硅酸钙占熟料的比例最大，是主导矿物，其比例决定了水泥的基本性质。
- **C3S**的水化和凝胶最快，是影响水泥凝结的主要因素。加入石膏，延缓，过多则影响安定性。
- **C3S**和**C3A**含量高时，水泥凝结硬化快，早期强度高，水化放热大。
- 调节水泥熟料比例结构可以改善水泥性质和产品结构。
- 熟料矿物对水泥性质影响是综合的，不是简单的叠加。

## 4、影响硅酸盐水泥凝结硬化的主要因素

- (2) 细度
- 细度并不改变水泥的基本性质
- 直接影响水泥的水化速率、凝结硬化、强度、干缩和水化放热等性质。
- 水泥的水化是从颗粒表面逐步向内部发展的，颗粒越细小，其表面越大，与水接触面积越大，水化作用就越迅速越充分，使得凝结硬化速率加快，早期强度越高。

## 4、影响硅酸盐水泥凝结硬化的主要因素

- (3) 水胶比
- 水胶比 (W/B): 水泥浆中水与水泥用量的比值。
- 理论用水量大约是水泥质量的23%。
- 实际40~70%，提高水泥浆流动性和可塑性。多余的水分，延缓水泥的凝结时间，硬化过程中蒸发形成毛细孔，强度↓，硬化收缩↑，抗渗性↓，抗侵蚀性↓。
- 实际工程中，为提高水泥的硬化速度和强度，应尽可能降低水胶比。

## 4、影响硅酸盐水泥凝结硬化的主要因素

- (4) 环境温度和湿度
- 温度高，水泥的水化速度加快，硬化速度也快；
- 温度低，硬化速度慢，0度以下，硬化过程停止。
- 砂浆及混凝土要在潮湿的环境中才能够充分地水化。
  
- 硅酸盐水泥不宜采用蒸汽养护等湿热方法养护。（硅酸盐水泥水化硬化较快，早期强度高，如采用较高温度养护，水化产物生长过快，损坏早期结构网络，造成强度下降）



## 4、影响硅酸盐水泥凝结硬化的主要因素

- (5) 龄期
- 水泥强度随着龄期增长而不断增长。
- 硅酸盐水泥：3~7d，强度增长速度快；  
7~28d，强度增长速度较快；  
28d后，强度增长速度逐渐下降，  
强度增长会持续很长时间。

## 5、硅酸盐水泥的技术性质

- (1) 密度与堆积密度
- (2) 细度
- (3) 标准稠度用水量
- (4) 凝结时间
- (5) 体积安定性
- (6) 强度及强度等级
- (7) 水化热
- (8) 碱含量

## 5、硅酸盐水泥的技术性质

- (1) 密度与堆积密度
- 硅酸盐水泥密度： $3.1\sim 3.2\text{g/cm}^3$
- 实际混凝土配合比设计时常取 $3.1\text{g/cm}^3$
- 堆积密度： $1.3\text{-}1.6\text{g/cm}^3$

## 5、硅酸盐水泥的技术性质

- (2) 细度
- 是指水泥颗粒的粗细程度。
- 细度直接影响水泥的水化速度、强度和成本，而且影响水泥的生产成本。
- 通常对水泥强度起决定性作用的是水泥颗粒的大小，水泥颗粒太粗，强度低；颗粒太细，磨耗增高，生产成本上升，且水泥的硬化收缩较大。

## 水泥细度的测定方法：

- **方法一：比表面积法**（适合硅酸盐水泥）  
以**1kg**水泥所具有的总的表面积（**m<sup>2</sup>/kg**）表示；（一般硅酸盐水泥**>300 m<sup>2</sup>/kg**）
- **方法二：筛析法**（适合其他种类水泥）  
以方孔筛的筛余百分数表示细度。  
包括负压筛析法（**0.045mm**筛）、水筛法（**0.08mm**筛）和手工干筛法（**0.08mm**筛）。

## 5、硅酸盐水泥的技术性质

- (1) 密度与堆积密度
- (2) 细度
- (3) 标准稠度用水量
- (4) 凝结时间
- (5) 体积安定性
- (6) 强度及强度等级
- (7) 水化热
- (8) 碱含量

## 5、硅酸盐水泥的技术性质

### (3) 标准稠度用水量

- 为使水泥的凝结时间、体积安定性的测定结果具有可比性，在此两项指标测定时必须采用一个统一规定的稠度下进行，这个稠度称为“标准稠度”。
- 维卡仪
- 水泥标准稠度用水量是拌制水泥净浆时达到标准稠度所需的加水量，用占水泥的质量百分比表示。
- 硅酸盐水泥：**24%~30%**。
- 标准稠度用水量较大的水泥，拌制同样稠度的混凝土，加水量也较大，硬化时收缩较大，硬化后强度及密度较差。
- 一般地，当其它条件相同时，水泥标准粘稠用水量越小越好。



## 5、硅酸盐水泥的技术性质

- (4) 凝结时间
- **凝结时间**：是指水泥从加水开始，到失去流动性所用的时间，即从可塑状态到固体状态所需要的时间，分**初凝时间**、**终凝时间**；
- ✓ **初凝时间**：是指水泥从加水到水泥浆开始失去流动性所用的时间；
- ✓ **终凝时间**：是指水泥从加水到水泥浆完全失去流动性，并开始产生强度所用的时间。



## □水泥凝结时间的测定

- 测定：以标准稠度的水泥净浆，在规定的温度和湿度下，用**凝结时间测定仪**来测定。
- 国家标准规定：硅酸盐水泥的**初凝时间不得早于45min,终凝时间不得迟于6.5h**；

### 原因：

初凝时间过早，下一道工序无充足的施工时间；  
终凝时间过迟，会拖延整个工程的施工工期。



## 5、硅酸盐水泥的技术性质

- (5) 体积安定性
- 是指水泥浆体在凝结硬化过程中体积变化的均匀性。

**原因：1) 熟料中含游离氧化钙 (f-CaO)过多**  
**2) 熟料中含游离氧化镁 (f-MgO)过多**  
**3) 石膏过多**

**硅酸盐水泥中， $\text{SO}_3$ 含量 $\leq 3.5\%$ ， $\text{f-MgO} \leq 5.0\%$ 。**

具体原因：

- a. 熟料中f-CaO、f-MgO都是过烧的，结构致密，水化很慢；
  - b. 水泥硬化后才吸收孔隙中水分熟化： $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$   
 $\text{MgO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Mg}(\text{OH})_2$
  - c. 体积膨胀1.5~2.0倍以上，从而引起不均匀体积膨胀，使水泥石开裂。
- 沸煮法（雷氏夹法和试饼法），GB/T1346-2011《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》

## 5、硅酸盐水泥的技术性质

### (7) 强度

- 1) 水泥强度是指水泥胶砂试件单位面积上所能承受的破坏荷载，是水泥质量的主要技术指标。
- 2) 国标规定：采用ISO法测定水泥强度  
将水泥、标准砂、水按1 :3 :0.5混合，按规定方法制成40mm×40mm×160mm的标准试件，在标准条件下养护，分别测定其3d和28d的抗压强度和抗折强度。
- 3) 强度等级：
  - 根据3d、28d的抗压强度和抗折强度结果，将硅酸盐水泥分为42.5、42.5R、52.5、52.5R、62.5和62.5R六个强度等级。
  - 水泥按3d强度又分为普通型和早强型两种类型，其中有代号R者为早强型水泥。

表 1-10 通用硅酸盐水泥的强度等级(GB 175—2007)(MPa)

品种	强度等级	抗压强度		抗折强度	
		3d	28d	3d	28d
硅酸盐水泥	42.5	$\geq 17.0$	$\geq 42.5$	$\geq 3.5$	$\geq 6.5$
	42.5R	$\geq 22.0$		$\geq 4.0$	
	52.5	$\geq 23.0$	$\geq 52.5$	$\geq 4.0$	$\geq 7.0$
	52.5R	$\geq 27.0$		$\geq 5.0$	
	62.5	$\geq 28.0$	$\geq 62.5$	$\geq 5.0$	$\geq 8.0$
	62.5R	$\geq 32.0$		$\geq 5.5$	
普通硅酸盐水泥	42.5	$\geq 16.0$	$\geq 42.5$	$\geq 3.5$	$\geq 6.5$
	42.5R	$\geq 21.0$		$\geq 4.0$	
	52.5	$\geq 22.0$	$\geq 52.5$	$\geq 4.0$	$\geq 7.0$
	52.5R	$\geq 26.0$		$\geq 5.0$	
矿渣硅酸盐水泥 火山灰硅酸盐水泥 粉煤灰硅酸盐水泥 复合硅酸盐水泥	32.5	$\geq 10.0$	$\geq 32.5$	$\geq 2.5$	$\geq 5.5$
	32.5R	$\geq 15.0$		$\geq 3.5$	
	42.5	$\geq 15.0$	$\geq 42.5$	$\geq 3.5$	$\geq 6.5$
	42.5R	$\geq 19.0$		$\geq 4.0$	
	52.5	$\geq 21.0$	$\geq 52.5$	$\geq 4.0$	$\geq 7.0$
	52.5R	$\geq 23.0$		$\geq 4.5$	

## 5、硅酸盐水泥的技术性质

### (7) 水化热

- 是指水泥在水化过程中放出热量，单位kJ/kg。大部分是在水化初期放出的，后期放热逐渐减少。
- 水泥水化热的大小主要与水泥的细度及矿物组成有关。颗粒越细，水化热越大；矿物中， $C_3S$ 、 $C_3A$ 含量越大，水化热越高。
- **不利影响**：大体积混凝土用低热水泥，高热水泥水化热量积聚，混凝土表面和内部温差过大产生温差应力，导致混凝土受拉而开裂。
- **有利影响**：混凝土冬季施工时，水化热有利于水泥的凝结硬化，防止混凝土受冻。

## 5、硅酸盐水泥的技术性质

- (8) 碱含量
- 水泥中碱含量按照 $\text{Na}_2\text{O}+0.658\text{K}_2\text{O}$ 计算值表示。
- 低碱水泥：碱含量 $\leq 0.60\%$
- 碱-骨料反应：活性骨料与水泥所含的碱性氧化物发生化学反应，生成具有膨胀性的碱硅酸凝胶物质，对混凝土的耐久性产生很大影响。

## 5、硅酸盐水泥的技术性质

### ■ 不溶物

不溶物指水泥经过酸和碱处理后，不能被溶解的残余物。

### ■ 烧失量

烧失量指水泥经高温灼烧后的质量损失率，主要由水泥中未煅烧的组分产生。

### ■ $\text{SO}_3$ 含量

$\text{SO}_3$ 过量会与铝酸钙矿物生成较多的钙矾石，产生体积膨胀，引起水泥安定性不良。

### ■ 氯离子含量

水泥中的氯离子含量不大于0.06%



表 1-11 通用硅酸盐水泥的化学指标

品 种	代 号	不溶物/%	烧失量/%	三氧化硫/%	氧化镁/%	氯离子/%
硅酸盐水泥	P·I	≤0.75	≤3.0	≤3.5	≤5.0	≤0.06 <sup>③</sup>
	P·II	≤1.50	≤3.5			
普通硅酸盐水泥	P·O	—	≤5.0			
矿渣硅酸盐水泥	P·S·A	—	—	≤4.0	≤6.0 <sup>①</sup>	
	P·S·B	—	—		—	
火山灰硅酸盐水泥	P·P	—	—	≤3.5	≤6.0 <sup>②</sup>	
粉煤灰硅酸盐水泥	P·F	—	—			
复合硅酸盐水泥	P·C	—	—			

①如果水泥压蒸试验合格，则硅酸盐水泥中氧化镁的含量(质量分数)允许放宽至 6.0%。

②如果水泥中氧化镁的含量(质量分数)大于 6.0%时，须进行水泥压蒸安定性试验并合格。

③当有更低要求时，该指标由买卖双方确定

- 
- 例 现有四种白色粉末，已知其为建筑石膏、生石灰粉、白色石灰石粉和白色硅酸盐水泥，请加以鉴别（化学分析除外）。
-

---

**解析：**取相同质量的四种粉末，分别加入适量的水拌合为同一稠度的浆体。

- 放热量最大且有大量水蒸气产生的为生石灰粉；
  - 在3~30分钟内凝结硬化并具有一定强度的为建筑石膏；
  - 在45分钟到10小时内凝结硬化的为白色水泥；
  - 加水后没有任何反应和变化的为白色石灰石粉。
-

# 一、硅酸盐水泥

- 1、硅酸盐水泥的原料及生产工艺
- 2、硅酸盐水泥熟料的矿物组成
- 3、硅酸盐水泥的凝结硬化
- 4、影响硅酸盐水泥凝结硬化的因素
- 5、硅酸盐水泥的技术性质
- 6、硅酸盐水泥石的腐蚀与防止
- 7、硅酸盐水泥的特性及应用
- 8、硅酸盐水泥的储运与保管

## 6、水泥石的腐蚀与防止

### ■ (1) 水泥石的腐蚀

水泥石在外界侵蚀性介质（软水、含酸、含盐、含碱等）的作用下结构受到破坏，强度降低的现象称为水泥石的腐蚀。

- 1) 软水侵蚀
- 2) 盐类腐蚀
- 3) 酸类腐蚀
- 4) 强碱的腐蚀
- 5) 其它的腐蚀

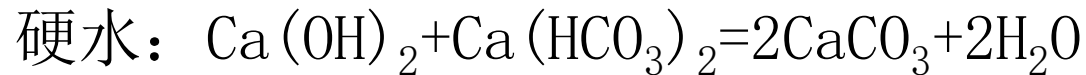
## 6、水泥石的腐蚀与防止

### 1) 软水侵蚀

- 溶出性腐蚀： $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 是水泥水化产物之一，软水中，被溶解或者分解，造成水泥石破坏。

常见软水：雨水/雪水/蒸馏水/冷凝水/河水/湖水等

- 静水无压或水量不多，溶解度小，限于表面；
- 流水、压力水、大量水时， $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 不断流失，气孔率增大，强度下降；分解，胶结能力变差，结构破坏。
- 软水腐蚀程度与水的暂时硬度有关（碳酸氢钙和碳酸氢镁含量），暂时硬度越高，腐蚀作用越小。



碳酸钙沉淀填充孔隙提高密实度，并形成不透水层，保护作用。

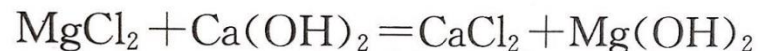
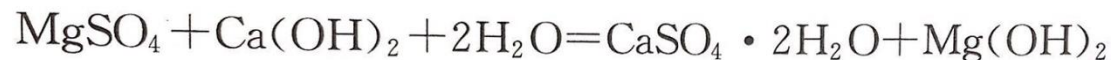
- **应用：混凝土构件或制品，表面碳化（碳酸钙外壳）保护，降低软水侵蚀**

## ■ 2) 盐类侵蚀

### a) 硫酸盐腐蚀(膨胀腐蚀)

在海水、地下水或某些工业废水中常含有钠、钾、铵等硫酸盐，它们与水泥石中的氢氧化钙反应，在水泥石的孔隙中形成石膏，石膏进一步与水泥石中水化铝酸钙起作用，生成针状结晶的水化硫铝酸钙(钙矾石)，体积增大2~2.5倍，从而对水泥石产生巨大的破坏作用。因水化硫铝酸钙的针状结晶与细菌中的杆菌外形相似，所以被称为“水泥杆菌”。

### b) 镁盐腐蚀



**硫酸镁对水泥起硫酸盐和镁盐的双重腐蚀，危害严重！**

## 6、水泥石的腐蚀与防止

### ■ 3) 酸类侵蚀

在工业废水、地下水、沼泽水中常含有不同种类的酸，这些酸与水泥石中的氢氧化钙作用，生成的化合物有的易溶于水，有的体积膨胀，使水泥石受到腐蚀以至破坏。

a) 碳酸腐蚀： $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CaCO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$

➤  $\text{CO}_2$ 含量较低时， $\text{CaCO}_3$ 沉淀在表面填充孔隙，腐蚀停止；

➤  $\text{CO}_2$ 含量较高时， $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ，反应持续进行，水泥石破坏。

b) 有机酸腐蚀较无机酸弱；酸的浓度越大，腐蚀作用越强。



- 4) 强碱侵蚀
- 碱度不高的碱类，无害。
- 高浓度碱（大于10%），缓慢腐蚀，主要是**化学腐蚀**和**结晶腐蚀**。
- $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot6\text{H}_2\text{O} + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{O}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{Ca}(\text{OH})_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
- 其中 $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ 溶于水会和空气中的 $\text{CO}_2$ 发生反应生成 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ，结晶膨胀导致水泥石破坏。

## 6、水泥石的腐蚀与防止

### ■ (2) 水泥腐蚀的防止

产生原因:

1, 水泥中存在易被腐蚀的组分

(氢氧化钙 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、水化铝酸钙)

2, 有能产生腐蚀的介质和环境

3, 水泥本身不密实

## 6、水泥石的腐蚀与防止

### ■ (2) 水泥腐蚀的防止

- 1) 根据建筑物所处的环境，选用适当的水泥；
- 2) 提高水泥制品本身的密实度，减少侵蚀介质的渗透；  
(降低水胶比、掺杂可以堵塞孔隙物质、改善施工方法、加强振捣等)
- 3) 当侵蚀作用很强时，在水泥结构物表面加做防护层  
物理保护层，如涂刷沥青、粘贴瓷砖、涂料等。  
化学方法保护层，表面碳化形成致密碳酸钙等。

# 一、硅酸盐水泥

- 1、硅酸盐水泥的原料及生产工艺
- 2、硅酸盐水泥熟料的矿物组成
- 3、硅酸盐水泥的凝结硬化
- 4、影响硅酸盐水泥凝结硬化的因素
- 5、硅酸盐水泥的技术性质
- 6、硅酸盐水泥石的腐蚀与防止
- 7、硅酸盐水泥的特性及应用
- 8、硅酸盐水泥的储运与保管

## 7、硅酸盐水泥的特性及应用

- 1) 凝结硬化快，强度高
- 2) 水化热高
- 3) 抗冻性好
- 4) 抗碳化能力强
- 5) 耐腐蚀能力差
- 6) 耐热性差
- 7) 温热养护效果差

# 7、硅酸盐水泥的特性及应用

## 1) 强度高

- 硅酸盐水泥强度等级比较高，主要用于地上、地下和水中**重要结构的高强度混凝土和预应力混凝土**工程。
- 由于这种水泥硬化较快，还适用于**早期强度高**和**冬季施工**的混凝土工程。
- 因决定水泥石28d以内强度的 $C_3S$ 含量高以及凝结硬化速率高，同时对水泥早期强度有利的 $C_3A$ 含量较高。

## 7、硅酸盐水泥的特性及应用

### 2) 水化热高

- 硅酸盐水泥中 $C_3S$ 及 $C_3A$ 含量较多，它们的放热大，因而不宜用于大体积混凝土工程。

## 7、硅酸盐水泥的特性及应用

### ■ 3) 抗冻性好

- 水泥石的抗冻性主要取决于它的孔隙率和孔隙特征。
- 硅酸盐水泥如采用较小水胶比，并经充分养护，可获得密实的水泥石。
- 适用于严寒地区遭受反复冻融的混凝土工程。



## 7、硅酸盐水泥的特性及应用

- 4) 碱度高、抗碳化能力强
- 硅酸盐水泥中  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  含量高，抗碳化能力强。
- 碱性环境中，钢筋表面可以形成一层钝化膜，保护钢筋不锈蚀。

## 7、硅酸盐水泥的特性及应用

- 5) 耐腐蚀性差
- 硅酸盐水泥石中含有较多的氢氧化钙和水化铝酸钙，所以不宜用于受流动及压力水作用的混凝土工程。也不宜用于海水、矿物水等腐蚀作用的工程。

## 7、硅酸盐水泥的特性及应用

- 6) 耐热性差
- 硅酸盐水泥石的主要成分在高温下发生脱水和分解，结构遭受破坏。
- 理论上讲硅酸盐水泥并不是理想的防火材料，不宜单独用于耐热工程。

## 7、硅酸盐水泥的特性及应用

- 7) 湿热养护效果差
- 常规养护条件下硬化快、强度高。
- 不适合湿热养护。

## 8、硅酸盐水泥的运输及保管

- 运输和保管应特别注意防水，防潮。工地存储水泥应设专用仓库，库房要干燥；
- 存放袋装水泥时，地面垫板要离地30cm，四周离墙 30cm，堆放高度一般以10袋为宜；
- 水泥的储存应按照到货先后依次堆放，尽量作到先到先用，防止存放过久。
- 一般水泥储存期三个月，三个月后强度降低约10~20%，时间越长，强度降低越多；
- 使用存放三个月以上的水泥，必须重新检验其强度，否则不得使用。
- 对于受潮水泥可以进行处理，然后再使用。

# 内容概要

- 一、硅酸盐水泥
- 二、掺有混合材料的硅酸盐水泥
- 三、特种水泥
- 四、水泥的验收、储存与运输

### 三、单项选择题

- 1.熟石灰粉的主要成分是( )。  
A. CaO B. Ca(OH)<sub>2</sub> C. CaCO<sub>3</sub> D. CaSO<sub>4</sub>
- 2.石灰膏应在储灰坑中存放( )d以上才可使用。  
A. 3 B. 7 C. 14 D. 28
- 3.石灰熟化过程中的陈伏是为了( )。  
A. 有利于硬化 B. 蒸发多余水分 C. 消除过火石灰的危害
- 4.水玻璃中常掺入( )作为促硬剂。  
A. NaOH B. Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> C. NaHSO<sub>4</sub> D. Na<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>
- 5.建筑石膏的分子式是( )。  
A. CaSO<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O B. CaSO<sub>4</sub>·1 / 2H<sub>2</sub>O C. CaSO<sub>4</sub> D. Ca(OH)<sub>2</sub>
- 6.普通建筑石膏的强度较低，这是因为其调制浆体时的需水量( )。  
A. 大 B. 小 C. 中等 D. 可大可小

答案：1 B 2 C 3 C 4 D 5 B 6 A

## 四、多项选择题

- 1. 下列材料中属于气硬性胶凝材料的是( )。  
A. 水泥 B. 石灰 C. 石膏 D. 混凝土
- 2. 石灰的硬化过程包含( )过程。  
A. 水化 B. 干燥 C. 结晶 D. 碳化
- 3. 天然二水石膏在不同条件下可制得( )产品。  
A.  $\text{CaSO}_4$  B.  $\beta$ 型 $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$  C.  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$   
D.  $\alpha$ 型 $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$
- 4. 建筑石膏依据( )等性质分为三个质量等级。  
A. 凝结时间 B. 细度 C. 抗折强度 D. 抗压强度
- 5. 下列材料中属于胶凝材料的是( )。  
A. 水泥 B. 石灰 C. 石膏 D. 混凝土

答案：1、BC 2、CD 3、BD 4、CD 5、ABC



## 二、掺有混合材料的硅酸盐水泥

- 1、掺加混合材料的作用
- 2、混合材料的种类
- 3、掺混合材料的硅酸盐水泥
  - ✓ 普通硅酸盐水泥
  - ✓ 矿渣硅酸盐水泥
  - ✓ 火山灰硅酸盐水泥
  - ✓ 粉煤灰硅酸盐水泥
  - ✓ 复合硅酸盐水泥

# 1、掺加混合材料的作用

- 混合材料：在水泥生产过程中，为改善水泥性能，调节水泥强度等级，扩大使用范围而掺入的天然或人工的矿质原料称为混合材料。
- 作用：
  - 1) 改善水泥性能
  - 2) 增加水泥品种
  - 3) 降低水泥成本

## 2、混合材料的种类

- 1) 非活性混合材料
- 2) 活性混合材料（应用量最大）
- 3) 窑灰（水泥回转窑窑尾废气中收集的粉尘）

## 2、混合材料的种类

### ■ 1) 非活性混合材料

加水拌和后，不能与水泥、石灰或石膏发生化学反应的混合材料，又称填充性混合材料。

如：磨细的石灰石、石英砂、粘土、慢冷矿渣等。

**作用：**提高产量、降低成本、降低强度、减少水化热等。

**要求：**加入量一般较少。



## 2、混合材料的种类

- 2) 活性混合材料（应用量最大）
- 加水拌和后，能与水泥、石灰或石膏发生化学反应，生成具有一定水硬性的胶凝产物的混合材料。
- 粒化高炉矿渣：炼铁的水淬矿渣，含活性 $\text{SiO}_2$ 和 $\text{Al}_2\text{O}_3$
- 火山灰质材料：天然火山灰、烧粘土、粉煤灰、煤渣等，含活性 $\text{SiO}_2$ 和 $\text{Al}_2\text{O}_3$



### 3、掺混合材料的硅酸盐水泥

- ◆ 1) 普通硅酸盐水泥，简称普通水泥：由硅酸盐水泥熟料和石膏组分80%~95%，掺杂5%~20%的混合材料，磨细而成的水硬性胶凝材料，代号P·O。
  - 细度：比表面积 $\geq 300\text{m}^2/\text{kg}$ ;
  - 凝结时间：初凝时间 $\geq 45\text{min}$ ，终凝时间 $\leq 600\text{min}$ ;
  - 强度：42.5、42.5R、52.5、52.5R;
  - 烧失量： $\leq 5.0\%$ 。
  - 普通水泥广泛应用于各种混凝土或钢筋混凝土工程，是主要品种之一。



### 3、掺混合材料的硅酸盐水泥

- ◆ 2) 矿渣硅酸盐水泥：由硅酸盐水泥熟料和20%~70%的粒化高炉矿渣及适量石膏混合磨细而成的水硬性胶凝材料，称为矿渣硅酸盐水泥(简称矿渣水泥)，代号P·S·A、P·S·B。



### 3、掺混合材料的硅酸盐水泥

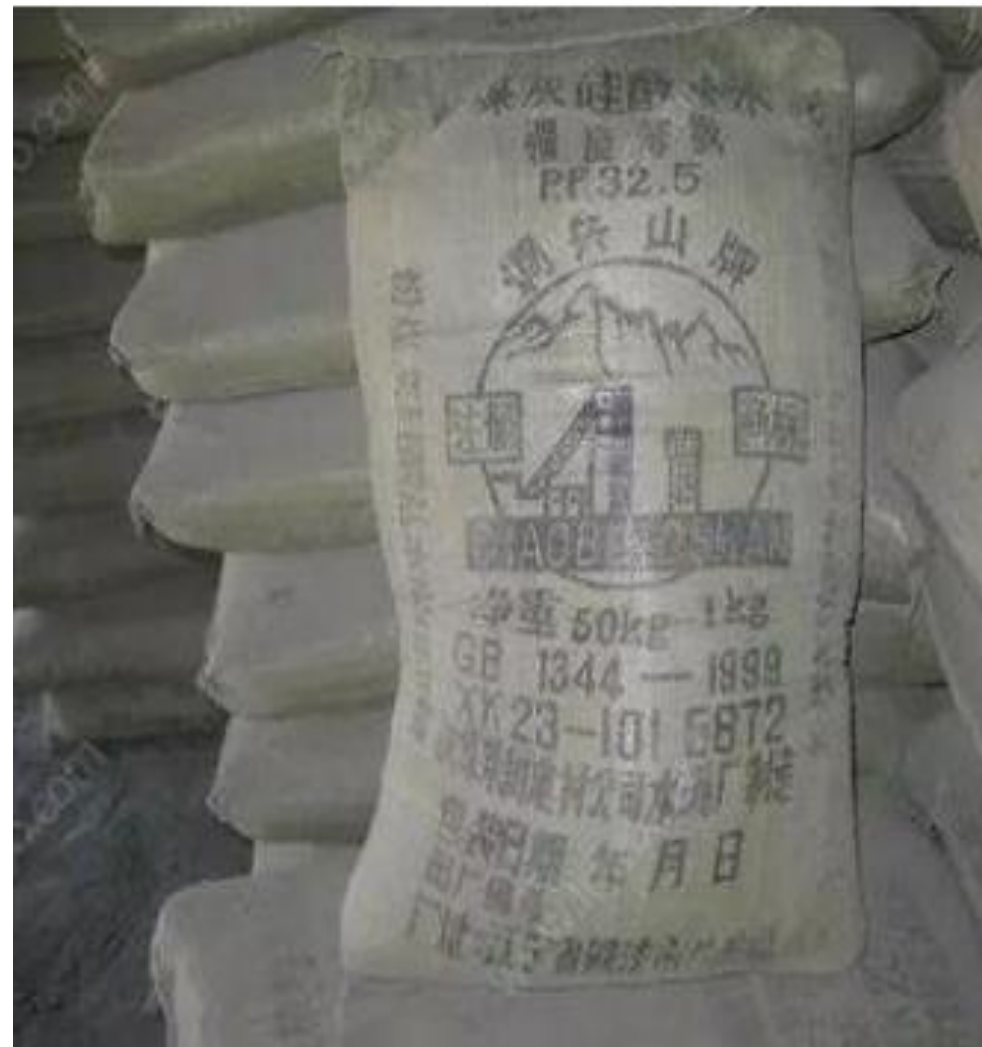
- ◆ 3) 火山灰质硅酸盐水泥：由硅酸盐水泥熟料和20%~40%的火山灰质混合材料及适量石膏混合磨细而成的水硬性胶凝材料，称为火山灰质硅酸盐水泥(简称火山灰水泥)，代号P·P。





### 3、掺混合材料的硅酸盐水泥

- ◆ 4) 粉煤灰硅酸盐水泥：由硅酸盐水泥熟料和20%~40%的粉煤灰及适量石膏混合磨细而成的水硬性胶凝材料称为粉煤灰硅酸盐水泥(简称粉煤灰水泥)，代号P·F。



### 3、掺混合材料的硅酸盐水泥

- ◆ 5) 复合硅酸盐水泥：凡由硅酸盐水泥熟料、两种或两种以上规定的混合材料、适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料，称为复合硅酸盐水泥，代号P·C。



# 通用硅酸盐水泥组分表

品种	代号	组分				
		熟料+石膏	粒化高炉矿渣	火山灰质混合材料	粉煤灰	石灰石
硅酸盐水泥	P·I	100	—	—	—	—
	P·II	$\geq 95$	$\leq 5$	—	—	—
		$\geq 95$	—	—	—	$\leq 5$
普通硅酸盐水泥	P·O	$\geq 80$ 且 $< 95$	$> 5$ 且 $\leq 20^a$			
矿渣硅酸盐水泥	P·S·A	$\geq 50$ 且 $< 80$	$> 20$ 且 $\leq 50^b$	—	—	—
	P·S·B	$\geq 30$ 且 $< 50$	$> 50$ 且 $\leq 70^b$	—	—	—
火山灰质硅酸盐水泥	P·P	$\geq 60$ 且 $< 80$	—	$> 20$ 且 $\leq 40^c$	—	—
粉煤灰硅酸盐水泥	P·F	$\geq 60$ 且 $< 80$	—	—	$> 20$ 且 $\leq 40^d$	—
复合硅酸盐水泥	P·C	$\geq 50$ 且 $< 80$	$> 20$ 且 $\leq 50^e$			

### 3、掺混合材料的硅酸盐水泥-共性与应用

掺混合材料硅酸盐水泥的共性（与硅酸盐水泥相比）：

- 凝结硬化慢、早期强度低，后期强度增长快（不宜用于早期强度要求高的工程、冬季施工及预应力混凝土等。）
- 温度敏感性高，适宜高温湿热养护（蒸汽、蒸压养护）
- 水化热低，适合大体积混凝土工程，水坝等
- 耐腐蚀性较好
- 抗冻性、耐磨性较差，不宜用于严寒地区和耐磨要求的工程
- 抗碳化能力差

### 3、掺混合材料的硅酸盐水泥-个性与应用

#### 矿渣水泥

- 耐热性较好—可用于耐热混凝土，如高温车间及热工窑炉基础；

(矿渣是高温形成的)

- 保水性差，干缩性较大，易形成孔隙通道，抗渗性差。

(粒化高炉矿渣玻璃体对水的吸附力差)



### 3、掺混合材料的硅酸盐水泥-个性与应用

#### 火山灰水泥

- ▶ 抗渗性好、耐水性好—适宜于抗渗砼  
(火山灰质材料含有大量细微气孔)
- ▶ 干缩较大、不耐干燥(潮湿状态养护)—不宜用于干燥环境



### 3、掺混合材料的硅酸盐水泥-个性与应用

#### 粉煤灰水泥

- 干缩小、抗裂性好，适用于大体积水工混凝土及地下和海港工程  
(粉煤灰颗粒呈球形，较为致密，吸水性差，加水拌和时内摩擦阻力小，需水少)
- 抗渗性较差，不适合用于干燥环境及抗渗要求高的工程。



# 通用硅酸盐水泥的化学指标

品种	代号	不溶物 (质量分 数)	烧失量 (质量分 数)	三氧化硫 (质量分数)	氧化镁 (质量分 数)	氯离子 (质量分数)
硅酸盐水泥	P·I	≤0.75	≤3.0	≤3.5	≤5.0	≤0.06 <sup>c</sup>
	P·II	≤1.50	≤3.5			
普通硅酸盐水泥	P·O	—	≤5.0	≤4.0	≤6.0 <sup>a</sup>	
矿渣硅酸盐水泥	P·S·A	—	—		—	
	P·S·B	—	—			
火山灰硅酸盐水泥	P·P	—	—	≤3.5	≤6.0 <sup>b</sup>	
粉煤灰硅酸盐水泥	P·F	—	—			
复合硅酸盐水泥	P·C	—	—			

<sup>a</sup>如果水泥压蒸试验合格，则硅酸盐水泥中氧化镁的含量（质量分数）允许放宽至6.0%。

<sup>b</sup>如果水泥中氧化镁的含量（质量分数）大于6.0%时，须进行水泥压蒸安定性试验并合格。

<sup>c</sup>当有更低要求时，该指标由买卖双方确定。



# 通用硅酸盐水泥的选用

工程特点及所处环境条件		优先选用	可以选用	不宜选用	
普通混凝土	1	一般气候环境	普通水泥	矿渣水泥、火山灰水泥、粉煤灰水泥、复合水泥	
	2	干燥环境	普通水泥	矿渣水泥	火山灰水泥、粉煤灰水泥
	3	高温或长期处于水中	矿渣水泥、火山灰水泥、粉煤灰水泥、复合水泥		
	4	厚大体积		硅酸盐水泥、普通水泥	
有特殊要求的混凝土	1	要求快硬、高强 (>C40)、预应力	硅酸盐水泥	普通水泥	矿渣水泥、火山灰水泥、粉煤灰水泥、复合水泥
	2	严寒地区冻融条件			
	3	严寒地区水位升降范围	普通水泥 强度等级>42.5		
	4	蒸汽养护	矿渣水泥、火山灰水泥、粉煤灰水泥、复合水泥		硅酸盐水泥 普通水泥
	5	有耐热要求	矿渣水泥		
	6	有抗渗要求	火山灰水泥、普通水泥		矿渣水泥
	7	受腐蚀作用	矿渣水泥、火山灰水泥、粉煤灰水泥、复合水泥		硅酸盐水泥 普通水泥

# 内容概要

- 一、硅酸盐水泥
- 二、掺有混合材料的硅酸盐水泥
- 三、特种水泥
- 四、水泥的验收、储存与运输

## 三、特种水泥

- 1、铝酸盐水泥
- 2、膨胀硅酸盐水泥与自应力硅酸盐水泥
- 3、白色硅酸盐水泥
- 4、道路硅酸盐水泥
- 5、砌筑水泥
- 6、低水化热硅酸盐水泥
- 7、抗硫酸盐硅酸盐水泥

## 三、特种水泥

- 1、铝酸盐水泥
- 以铝酸钙为主的铝酸盐水泥熟料，磨细制成的水硬性胶凝材料，CA,又称矾土水泥。
- 高铝水泥的特性及应用
  - (1) 快凝早强，1d强度可达最高强度的80%以上。适用于工期紧急的工程，如军事、道路、桥梁、码头等的紧急施工与抢修。
  - (2) 水化热大，且放热量集中，1d内放出水化热总量的70%-80%，使混凝土内部温度上升较高。适用于冬季及低温环境施工，不适用于大体积混凝土。



- (3) 抗硫酸盐性能很强，因其水化后无  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  生成。适用于耐磨性要求高的工程，受软水、海水、酸性水和受硫酸盐腐蚀的工程。
- (4) 耐热性好，能耐  $1300\text{-}1400^\circ\text{C}$  高温。适用于各种锅炉、窑炉用的耐热和隔热混凝土和砂浆。
- (5) 耐碱性差 铝酸盐水泥与含碱物质接触会引起铝酸盐水泥的侵蚀

铝酸盐水泥不得与硅酸盐水泥或石灰等析出  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  的材料混合使用，否则出现“瞬凝”现象。

另外，铝酸盐水泥可用于防中子辐射的特种混凝土。不宜用于长期承重的结构和高温高湿环境的工程。



## 2、膨胀水泥和自应力水泥

- 膨胀水泥适用于补偿混凝土收缩的结构工程，作防渗层或防渗混凝土；填灌构件的接缝及管道接头；结构的加固与修补；固结机器底座及地脚螺丝等。
- 产生膨胀的途径：氧化钙水化生成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ，氧化镁水化生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ，**铝酸盐生成钙矾石**
- 自应力水泥适用于制造自应力钢筋混凝土压力管及其配件。



### 3、白色硅酸盐水泥

普通水泥的颜色主要因其化学成分中所含氧化铁所致。因此，白水泥与普通水泥制造上的主要区别，在于严格控制水泥原料的氧化铁含量，当氧化铁含量  $< 0.5\%$  时水泥接近白色。

白色和彩色硅酸盐水泥在装饰工程中常用来配制彩色水泥浆，配制装饰混凝土，配制各种彩色砂浆用于装饰抹灰，以及制造各种色彩的水刷石、人造大理石及水磨石等制品。



## 4、道路硅酸盐水泥

由较高铁铝酸钙含量的道路硅酸盐水泥熟料，0%~10%活性混合材和适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料，称为道路硅酸盐水泥（简称道路水泥）。

对道路水泥的性能要求是：耐磨性好、收缩小、抗冻性好、抗冲击性好，有高的抗折强度和良好的耐久性。

- 1) 提高熟料中 $C_3S$ 和 $C_4AF$ 含量（耐磨性），限制 $C_3A$ 和游离氧化钙含量；
- 2) 粉磨细度，一般控制在 $3000-3200\text{cm}^2/\text{g}$ ；
- 3) 适当提高石膏加入量，降低收缩，提高强度；
- 4) 加5%以下的石英砂，提高耐磨性。





## 5、砌筑水泥

由一种或者一种以上的水泥混合材料，加入适量硅酸盐水泥熟料、石膏，经磨细制成的工作性能较好的水硬性胶凝材料。

可采用矿渣，粉煤灰、沸腾炉渣等，掺加量大于50%，允许掺入适量石灰石或窑灰。

凝结时间要求初凝不迟于60min，终凝时间不迟于12h。

保水率不低于80%。

应用：砌筑砂浆、内墙抹面砂浆及基础垫层等。



# 内容概要

- 一、硅酸盐水泥
- 二、掺有混合材料的硅酸盐水泥
- 三、特种水泥
- 四、水泥的验收、储存与运输

## 四、水泥的验收、储存与运输

- 1、水泥的质量评定
- 2、水泥的验收
- 3、水泥的保管、储存与运输

## 四、水泥的验收、储存与运输

### 1、水泥的质量评定

- 1) 检验样品的确定
- 建筑用石灰及水泥在使用前应分批次对其质量进行**抽样检测**。
- 监理人员**见证**下，随机**取样**，委托有资质的机构进行检测。

石灰名称	组批规则	抽样方法与抽样数量
通用硅酸盐水泥	同一生产单位生产的同品种、同强度等级的水泥为一批。散装水泥以 500 t/批；袋装水泥以 200 t/批，当不足上述数量时，也按一批计	<p>袋装水泥：从检验批中随机抽取不少于 20 袋水泥，用专用取样管沿水泥包装袋对角线插入抽取等量的水泥样品，总量至少 12 kg。</p> <p>散装水泥：从散装水泥卸料处或输送水泥运输机具的出料处，在流动的水泥流中随机抽取水泥样品，总量至少 12 kg</p>

## 四、水泥的验收、储存与运输

### 1、水泥的质量评定

#### 2) 检验项目

##### 通用硅酸盐水泥

- 水泥的细度
- 标准稠度用水量
- 凝结时间
- 体积安定性
- 胶砂强度

## 四、水泥的验收、储存与运输

### 2 水泥的验收

#### 3) 检验结果评定

##### ➤ 不合格水泥的评定

- 国标规定，凡细度、终凝时间、不溶物、烧失量中的任一项不符合标准要求。
- 包装标志中水泥品种、强度等级、工厂名称和出厂编号不全的。

##### ➤ 废品水泥的评定

- 凡氧化镁、三氧化硫、初凝时间、体积安定性中任一项不合格。
- 废品应严禁出厂，工程中严禁使用。

## 四、水泥的验收、储存与运输

### 2、水泥的验收

#### 1) 检查、核对水泥出厂质量检验报告

是否相符，试验项目是否齐全，测试值是否符合国标要求。

质量检验报告是水泥验收依据；

是施工单位长期保存的技术资料；

是工程质量验收的技术凭证。

#### 2) 核对包装及标志是否相符

袋装50kg，98%，20袋总质量不得少于1000kg.

产品名称、代号、净含量、强度等级、生产许可证编号、厂家、标准、日期等齐全。



硅酸盐水泥、普通水泥（红色）；矿渣水泥（绿色）；火山灰/粉煤灰水泥（黑色）



## ■ 四、水泥的验收、储存与运输

### ➤ 3 水泥的保管

- 1) 防水防潮 工地存储水泥应设专用仓库，库房要干燥；
- 存放袋装水泥时，地面垫板要离地30cm，四周离墙 30cm，堆放高度一般以10袋为宜；

受潮情况	处理方法	使用场合
有粉块,用手可以捏成粉末,无硬块	压碎粉块	通过试验后,根据实际强度等级使用
部分结成硬块	筛除硬块,压碎粉块	通过试验后,根据实际强度等级使用。 用于受力较小的部位,也可配制砂浆
大部分结成硬块	将硬块粉碎磨细	不能作为水泥使用,可作为混合材料掺加到混凝土中

## ■ 四、水泥的验收、储存与运输

### ➤ 3 水泥的保管

#### ➤ 2) 分类储存

➤ 不同品种、强度等级、生产厂家、出厂日期的水泥应分别储存，并标识；

#### ➤ 3) 储存期不宜过长

➤ 水泥的储存应按照到货先后依次堆放，尽量作到先到先用，防止存放过久。

➤ 一般水泥储存期三个月，三个月后强度降低约10~20%，时间越长，强度降低越多；

➤ 使用存放三个月以上的水泥，必须重新检验其强度，否则不得使用。



# 内容概要

- 一、硅酸盐水泥
- 二、掺有混合材料的硅酸盐水泥
- 三、特种水泥
- 四、水泥的验收、储存与运输

# 一、填空题

- 1.无机胶凝材料按其硬化条件分为\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
- 2.生产石膏的原料为天然石膏，或称\_\_\_\_\_，其化学式为\_\_\_\_\_。
- 3.建筑石膏从加水拌合一直到浆体刚开始失去可塑性，这段时间称为\_\_\_\_\_。从加水拌合直到浆体完全失去可塑性，这段时间称为\_\_\_\_\_。
- 4.生产石灰的原料主要是以含\_\_\_\_\_为主的天然岩石。
- 5.为加快水玻璃的凝结硬化，常加入\_\_\_\_\_作为固化硬化剂。
- 6.石灰浆体的硬化过程主要包括\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_两部分。
- 7.生石灰熟化成熟石灰的过程中体积将\_\_\_\_\_；而硬化过程中体积将\_\_\_\_\_。
- 8.石灰膏陈伏的主要目的是\_\_\_\_\_。
- 9.石膏在凝结硬化过程中体积将略有\_\_\_\_\_。
- 10.水玻璃 $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ 中的n称为\_\_\_\_\_；该值越大，水玻璃粘度\_\_\_\_\_，硬化越\_\_\_\_\_。

## 二、判断题

- 1.气硬性胶凝材料只能在空气中凝结硬化，而水硬性胶凝材料只能在水中硬化。( )
- 2.建筑石膏的分子式是 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。( )
- 3.因为普通建筑石膏的晶体较细，故其调成可塑性浆体时，需水量较大，硬化后强度较低。( )
- 4.石灰在水化过程中要吸收大量的热量，其体积也有较大收缩。( )
- 5.石灰硬化较慢，而建筑石膏则硬化较快。( )
- 6.石膏在硬化过程中体积略有膨胀。( )
- 7.水玻璃硬化后耐水性好，因此可以涂刷在石膏制品的表面以提高石膏的耐水性。( )
- 8.石灰硬化时的碳化反应是： $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 。( )
- 9.生石灰加水水化后立即用于配制砌筑砂浆用于砌墙。( )
- 10.在空气中贮存过久的生石灰，可照常使用。( )

### 三、单项选择题

- 1.熟石灰粉的主要成分是( )。  
A. CaO B. Ca(OH)<sub>2</sub> C. CaCO<sub>3</sub> D. CaSO<sub>4</sub>
- 2.石灰膏应在储灰坑中存放( )d以上才可使用。  
A. 3 B. 7 C. 14 D. 28
- 3.石灰熟化过程中的陈伏是为了( )。  
A. 有利于硬化 B. 蒸发多余水分 C. 消除过火石灰的危害
- 4.水玻璃中常掺入( )作为促硬剂。  
A. NaOH B. Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> C. NaHSO<sub>4</sub> D. Na<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>
- 5.建筑石膏的分子式是( )。  
A. CaSO<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O B. CaSO<sub>4</sub>·1 / 2H<sub>2</sub>O C. CaSO<sub>4</sub> D. Ca(OH)<sub>2</sub>
- 6.普通建筑石膏的强度较低，这是因为其调制浆体时的需水量( )。  
A. 大 B. 小 C. 中等 D. 可大可小

答案：1 B 2 C 3 C 4 D 5 B 6 A

## 四、多项选择题

- 1. 下列材料中属于气硬性胶凝材料的是( )。  
A. 水泥 B. 石灰 C. 石膏 D. 混凝土
- 2. 石灰的硬化过程包含( )过程。  
A. 水化 B. 干燥 C. 结晶 D. 碳化
- 3. 天然二水石膏在不同条件下可制得( )产品。  
A.  $\text{CaSO}_4$  B.  $\beta$ 型 $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$  C.  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$   
D.  $\alpha$ 型 $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$
- 4. 建筑石膏依据( )等性质分为三个质量等级。  
A. 凝结时间 B. 细度 C. 抗折强度 D. 抗压强度
- 5. 下列材料中属于胶凝材料的是( )。  
A. 水泥 B. 石灰 C. 石膏 D. 混凝土

答案：1、BC 2、CD 3、BD 4、CD 5、ABC

## 五、问答题

- 1. 某住宅楼的内墙使用石灰砂浆抹面，交付使用后在墙面个别部位发现了鼓包等缺陷。试分析上述现象产生的原因，如何防治？
- 2. 某住户喜爱石膏制品，用普通石膏浮雕板作室内装饰，使用一段时间后，客厅、卧室效果相当好，但厨房、厕所、浴室的石膏制品出现发霉变形。请分析原因，提出改善措施。
- 3. 某工人用建筑石膏粉拌水为一桶石膏浆，用以在光滑的天花板上直接粘贴，石膏饰条前后半小时完工。几天后最后粘贴的两条石膏饰条突然坠落，请分析原因，提出改善措施。



---

谢谢大家，欢迎提问！

---