



# 硅酸盐水泥的生产及组成

## --土木工程材料

CIVIL ENGINEERING MATERIAS



## 什么叫洋灰呢？洋代表什么意思呢？



水泥诞生之初，中国正处在积贫积弱的“**满清**”政府，我国没有水泥的生产能力。只能依靠进口，故称之为“**洋灰**”。

**新中国成立之后**，我国水泥工业获得长足发展，多年保持产量和销量皆为**全球第一**。昔日买“洋灰”的**弱国**已经变成水泥生产**强国**！



## 2.1 定义与分类

### 定义

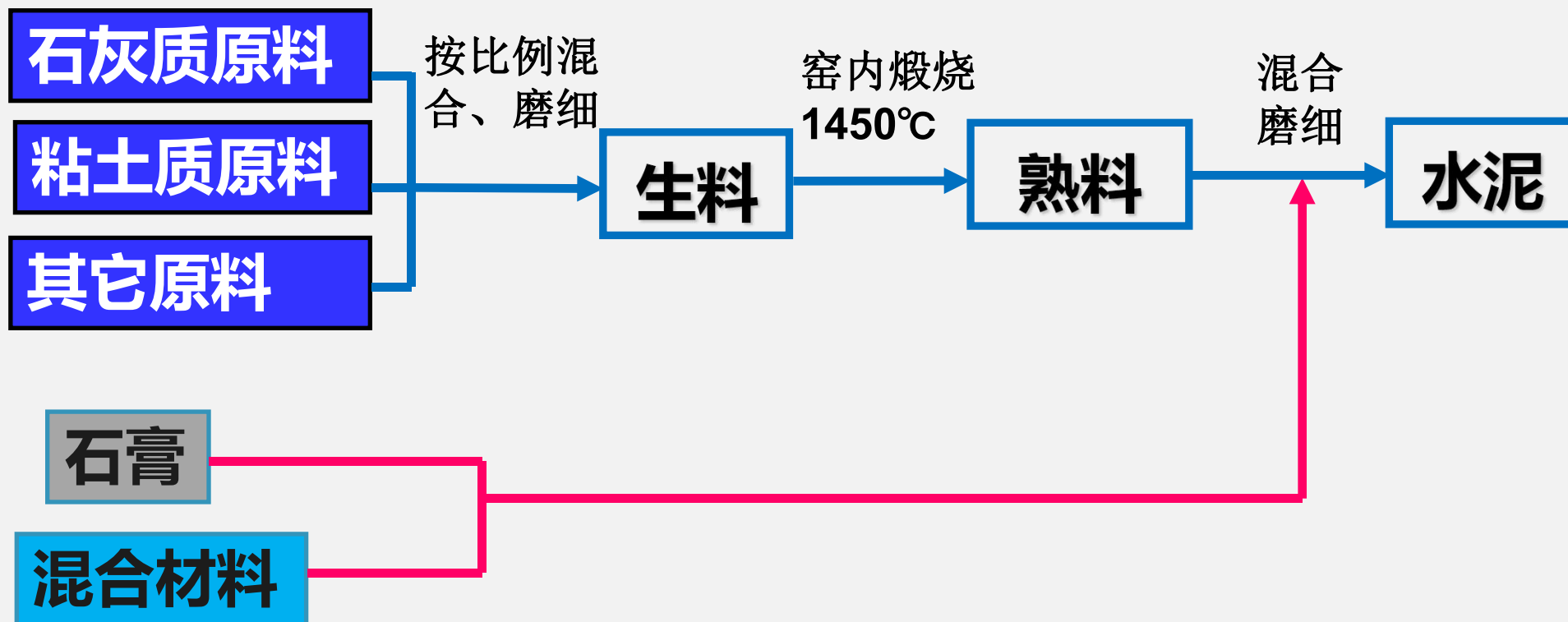
凡由**硅酸盐水泥熟料**、**适量石膏**、**0~5%混合材料**制成的**水硬性胶凝材料**，称为“**硅酸盐水泥**”，即“**波特兰水泥**”

### 分类

- ◇ **I型硅酸盐水泥 (P.I)** —— 不掺混合材
- ◇ **II型硅酸盐水泥 (P.II)** —— 掺**小于5%**的混合材
- ◇ 按强度等级：**42.5、42.5R、52.5、52.5R、62.5、62.5R**六个等级

## 2.2 生产

### 两磨一烧：



## 2.3 产物

矿物名称	化学成分	缩写符号	含量	强度 组分
• 硅酸三钙	$3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$	$\text{C}_3\text{S}$	36% ~ 60%	
• 硅酸二钙	$2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$	$\text{C}_2\text{S}$	15% ~ 36%	
• 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%	

水泥中尚含有少量游离  $\text{CaO}$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{SO}_3$ 、及碱（ $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ ），有害成分，国家标准中有严格限制。

## 3.1 矿物特性

### 水泥熟料矿物的特性

矿物组成	硅酸三钙	硅酸二钙	铝酸三钙	铁铝酸四钙
反应速度	快	慢	最快	中
28d水化放热量	多	少	最多	中
早期强度	高	低	低	低
后期强度	较高	高	低	低

## 3.1 矿物特性

### 硅酸盐水泥熟料矿物的水化反应



硅酸三钙

水化硅酸钙

氢氧化钙

C-S-H凝胶(强度高)



硅酸二钙

C-S-H凝胶



铁铝酸四钙

水化铝酸钙

水化铁酸钙



铝酸三钙

水化铝酸钙

## 3.1 矿物特性

矿物名称	凝结硬化时间					完全水化
	3d	7d	28d	90d	180d	
$C_3S$	406	460	485	519	565	669
$C_2S$	63	105	167	184	209	331
$C_3A$	590	661	874	929	1025	1063
$C_4AF$	92	251	377	414	—	569



## 3.2 案例研讨

硅酸盐水泥的熟料矿物成分对其性能用怎样的影响呢？

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两种硅酸盐水泥哪种适用于某住宅框架结构构件（早期强度要求高）的构件,哪种适于三峡工程这类大型水利工程浇注？

矿物组成	$C_3S$ %	$C_2S$ %	$C_3A$ %	$C_4AF$ %
A水泥	60	15	16	9
B水泥	47	28	10	15

## 3.2 案例研讨



## 4. 梳理总结

### 总结

- 1 硅酸盐水泥的由石灰质、黏土质等原料进行煅烧而成，生产包括“两磨一烧”。**
- 2 硅酸盐水泥的熟料矿物由硅酸三钙、硅酸二钙、铝酸三钙、铁铝酸四钙组成，要根据矿物特性选择水泥。**



## 5. 知识拓展



据统计生产一吨水泥灰产生大量 $\text{CO}_2$ ，造成全球气温上升，对环境造成巨大影响。怎样才能减少水泥生产时的排放呢？

### 海外新产品与新技术

#### 一种能吸收二氧化碳的“绿色水泥”

人们现在常用的硅酸盐水泥(国际上也称:波特兰水泥),根据国际能源机构预计,每加工生产一吨波特兰水泥会排入 0.83 吨二氧化碳,当它最终与水混合用于建筑时,每吨水泥则能在使用过程中吸收 0.4 吨二氧化碳(编辑注:应是指混凝土的碳化过程),因此每吨波特兰水泥的“碳足迹”约为 0.4 吨。这种传统水泥被视为导致全球气候变暖的“杀手”之一,每年生产水泥排出的温室气体,甚至超过全球整个航空业的排放量。

2014 年 1 月,英国一年一度的 RushlightAward 奖揭晓,这是一项旨在鼓励当年英国和爱尔兰最出色科技发明的奖项,英国 Novacem 公司凭借一种可以吸收二氧化碳的绿色水泥获得该奖。它的研究灵感来自日

本、澳大利亚等国控制二氧化碳排放量的一种方法,即用发电厂和炼钢厂生产过程产生的炉渣和废弃颗粒来代替天然石灰石,可使传统硅酸盐水泥生产应用过程的二氧化碳排量减少 80%左右。

英国 Novacem 公司研制的这种绿色水泥,它的技术核心原理是:用镁硅酸盐取代天然石灰石;烧成生产过程在大约 650℃低温运行,比硅酸盐水泥熟料上千度的烧成温度大幅下降,使吨水泥生产只排放 0.5 吨的二氧化碳;而它在硬化过程中,每吨水泥能吸收 0.6 吨的二氧化碳。因此绿色水泥的生产应用过程,不会产生“碳足迹”。

据悉,如果一切顺利的话,这种绿色水泥将会在 2014 年投放市场。



## 5. 知识拓展

### 阅读材料：



### Green Concrete Geopolymers As A New Concept In Sustainable Green Building "Zero Cement"



© 2017 IJSRST | Volume 3 | Issue 4 | Print ISSN: 2395-6011 | Online ISSN: 2395-602X  
Themed Section: Science and Technology

#### Green Concrete Geopolymers As A New Concept In Sustainable Green Building "Zero Cement"

##### ABSTRACT

Green concrete can be defined as the concrete with the material as a partial or complete replacement for cement or fine or coarse aggregates. The substitution material can be of waste or residual product in the manufacturing process. Green concrete should follow reduce, reuse and recycle technique or any two processes in the concrete technology. The three major objective behind green concept in concrete is to reduce greenhouse gas emission (carbon dioxide emission from cement industry, as one ton of cement manufacturing process emits one ton of carbon dioxide), secondly to reduce the use of natural resources such as limestone, shale, clay, natural river sand, natural rocks that are being consume for the development of human mankind that are not given back to the earth, thirdly use of waste materials in concrete that also prevents the large area of land that is used for the storage of waste materials that results in the air, land and water pollution. Geopolymers cement concretes' (GPCC) are Inorganic polymer composites, which are prospective concretes with the potential to form a substantial element of an environmentally sustainable construction by replacing/supplementing the conventional concretes. GPCC have high strength, with good resistance fire attack, etc. These are commonly formed by alkali activation of industrial aluminosilicate waste materials such as FA and GGBS, and have a very small Greenhouse footprint when compared to traditional concretes. The sustainability of green concrete resulted from the development without destruction natural resources. Aim of this work mainly explain the preparation of Geopolymers and the different factor that effect on the specifications of concrete. Types of activator, particles size and chemical composition of silica alumina waste materials and setting condition of concrete. Geo polymer concrete gets advantage in the resistivity to change in mechanical and physical characterization at high temperature compared to the traditional concrete.

**Keywords :** Zero Cement – Geopolymers- Sustainable- Green Building- New Cement And Concrete.





谢谢！