



石家莊鐵道大學  
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

在线开放课程



石家莊鐵道大學  
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

在线开放课程

水泥

# 硅酸盐水泥（六）

主讲：张志伟

# 目录

---



在线开放课程

1. 硅酸盐水泥的腐蚀与防止
2. 硅酸盐水泥的特性与应用
3. 水泥的储存



# 1. 水泥石的腐蚀和防止

---



在线开放课程

- 水泥石腐蚀定义
- 腐蚀类型
- 腐蚀机理
- 腐蚀防止措施



# 1. 水泥的腐蚀与防止

## □ 水泥石腐蚀定义

在使用环境中，硅酸盐水泥石受某些**腐蚀性介质**的作用，其**组成和结构**会逐渐发生变化或受到损害，**导致性能改变、强度下降等**。

水泥石抵抗这种作用、而保持**不变的能力**称为其**耐腐蚀性**。

# 1. 水泥的腐蚀与防止

## □ 腐蚀类型

- 软水侵蚀
- 盐类腐蚀
  - a. 硫酸盐腐蚀
  - b. 镁盐腐蚀
- 酸类腐蚀
  - a. 碳酸性腐蚀
  - b. 一般酸腐蚀
- 强碱腐蚀

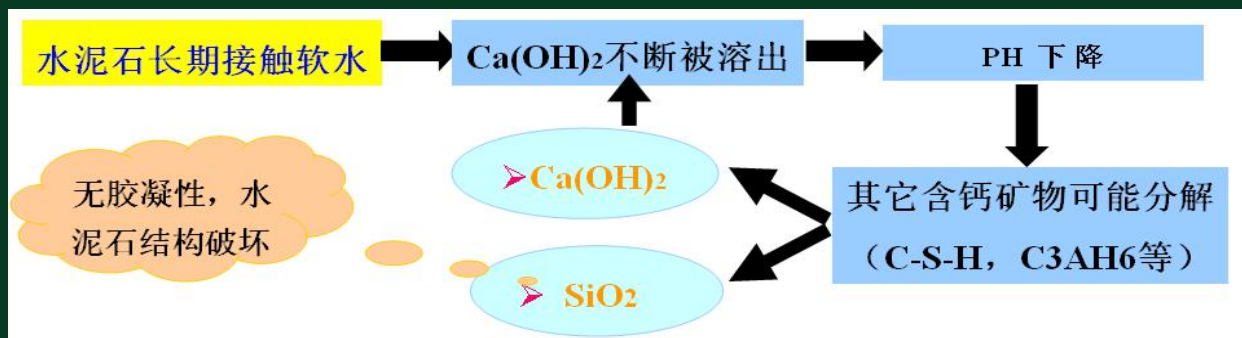
# 1. 水泥的腐蚀与防止

## □ 腐蚀机理

- 软水侵蚀-溶出
- 盐类腐蚀-生成膨胀组分
- 酸类腐蚀-溶出或膨胀组分
- 强碱腐蚀-生成膨胀组分

## ➤ 软水腐蚀

- 软水：雨水、雪水、蒸馏水、河水与湖水等。
- 腐蚀机理：溶出性侵蚀
- 腐蚀原因： $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 相对溶解度大，易溶于水
- 腐蚀条件：流水破坏性大；静止水破坏性不大



## ➤ 软水腐蚀

流水



砧

结果：

表面 $\text{Ca}^{2+}$ 的流失导致结构疏松，在流水作用下腐蚀进一步加剧。



# ➤ 酸类腐蚀

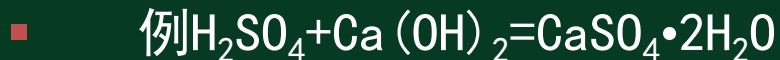
## □ 一般酸的腐蚀：

酸性介质易与水泥石中的氢氧化钙发生中和反应，破坏水泥石的结构。

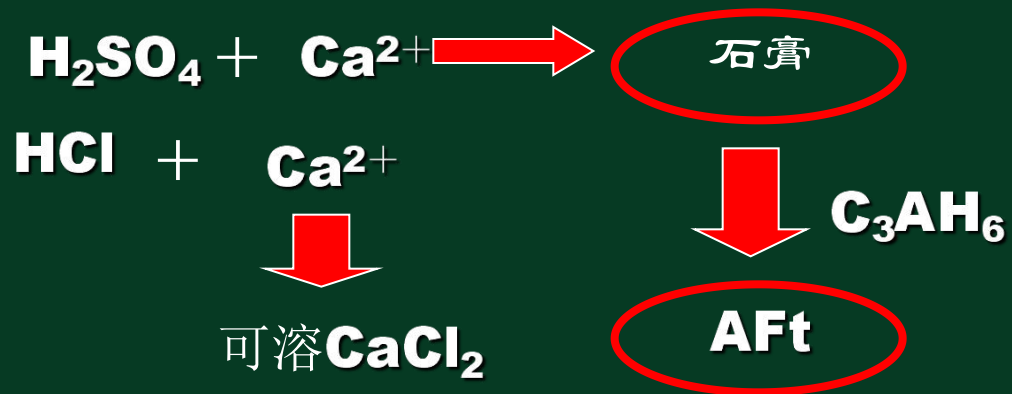
➤ 其反应产物可能溶于水中而流失——溶解性侵蚀。



➤ 其反应产物可能发生体积膨胀造成结构物的局部被胀裂——膨胀性侵蚀。



## □ 一般酸腐蚀



## ➤ 酸类腐蚀

### □ 碳酸腐蚀：

雨水及地下水中常溶有较多的二氧化碳，形成了碳酸。碳酸水先与水泥石中的氢氧化钙反应，形成了碳酸钙。碳酸钙再与碳酸反应生成可溶性的碳酸氢钙，并随水流失，从而破坏了水泥石的结构。



## □ 碳酸腐蚀

碳化



现象：  
碱度下降  
结构收缩

结果：  
防腐减弱  
应力裂纹

$CO_2$   
 $H_2O$

$Ca^{2+}$  砣  
 $CO_2$   
 $H_2O$

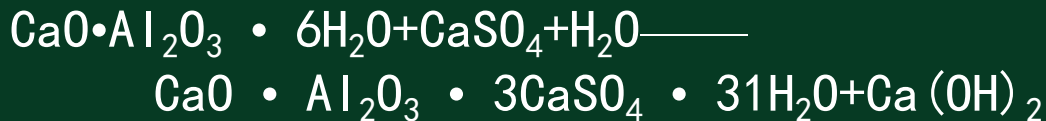
# ➤ 盐类腐蚀

## □ 硫酸盐腐蚀

### □ 特点

- 当环境中含有硫酸盐时，硫酸盐与水泥石中的氢氧化钙反应生成石膏，产生体积膨胀，石膏再与水泥石中的水化铝酸钙反应生成钙矾石，产生1.5倍的体积膨胀，这种膨胀必然导致脆性水泥石结构的开裂，甚至崩溃。
- 由于钙矾石为微观针状晶体，人们常称其为**水泥杆菌**。

### □ 举例



## □ 镁盐腐蚀

### ➤ 特点:

- 海水、地下水等常含有镁盐。
- 镁盐与水泥石中的成分反应，生成易溶于水的或松软无胶凝性的物质，破坏水泥石。

### ➤ 举例: $MgCl_2 + Ca(OH)_2 = CaCl_2 + Mg(OH)_2$



➤ 易溶于水

➤ 结晶膨胀

➤ 无胶凝性

## ➤ 强碱腐蚀

### ➤ 特点:

- 固态碱腐蚀性不大等。
- 强碱（NaOH、KOH）与水泥石中的成分反应，生成易溶于水的或膨胀性的物质，破坏水泥石。

➤ 举例： $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2$



➤ 干燥、结晶、膨胀

➤ 易溶于水

# 1. 水泥石的腐蚀和防止

## □ 水泥石腐蚀破坏的原因

- 外因：  
环境中的腐蚀性介质，如：软水；酸、碱、盐的水溶液等。
- 内因：
  - 水泥石内存在原始裂缝和孔隙，为腐蚀性介质侵入提供了通道；
  - 水泥石内有在某些腐蚀性介质下不稳定的组分，如： $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ，水化铝酸钙等；
  - 腐蚀与毛细孔通道的共同作用 加剧水泥石结构的破坏。



# 1. 水泥石的腐蚀和防止

## □ 水泥石腐蚀的防止措施

- 根据侵蚀环境特点，合理选用水泥品种。
- 提高水泥石的密实度
- 表面加保护层

## 2. 硅酸盐水泥的特性与应用

特性

1. 强度等级高、强度发展快
2. 抗冻性好
3. 耐腐蚀性差
4. 耐热性较差
5. 水化热高

## 2. 硅酸盐水泥的特性与应用

➤ 凝结硬化快

适用于要求凝结硬化快、早强要求的工程  
如冬季施工、现浇等工程

➤ 强度高

适用于高强度混凝土工程和预应力钢筋混凝土工程

➤ 抗冻性好

适用于冬季施工及严寒地区反复遭受冻融的工程。

➤ 水化热高

不宜用于大体积混凝土工程，但有利于低温季节蓄热法施工

## 2. 硅酸盐水泥的特性与应用

➤ 抗碳化性好



适用于空气中二氧化碳浓度高的环境（水化后氢氧化钙含量较多，水泥石的碱度不易降低，对钢筋保护作用强）

➤ 耐热性差



不适用于承受高温作用混凝土工程

➤ 耐磨性好



适用于高速公路、道路和地面工程。

➤ 耐蚀性差



不适与淡水及海水等腐蚀性介质接触。

### 3. 硅酸盐水泥的存储

- 防潮防水

运输和储存时应保持干燥。对袋装水泥，地面垫板要高出地面30cm，四周离墙30cm，堆放高度一般不超过10袋。存放散装水泥时，应将水泥储存于专用的水泥罐中。

- 分类储存 ■

不同品种、不同强度等级的水泥应分别存放，不可混杂。

### 3. 硅酸盐水泥的存储

- 储存期不宜过长 ■

储存期过长，由于空气中的水汽、二氧化碳作用而降低水泥强度。一般来说，贮存3个月后的强度降低10%~20%。所以，水泥存放期一般不超过3个月，应做到先到的先用。过期水泥，使用时必须经过试验，并按试验重新确定的强度等级使用。

# 小结

## 1. 硅酸盐水泥的腐蚀与防止

- 水泥石腐蚀定义
- 腐蚀类型
- 腐蚀机理
- 腐蚀防止措施

## 2. 硅酸盐水泥的特性与应用

## 3. 水泥的储存