

产品材料学

建材与新型建筑装饰材料

CHAN PIN CAI LIAO XUE

JIAN CAI YU XIN XING JIAN ZHU ZHUANG SHI CAI LIAO

刘建昌 主编

国内贸易部部编



专业学校教材

中国物资出版社

国内贸易部部编中等专业学校教材

——产品材料学

建材与新型建筑装饰材料

刘建昌 主编

中国物资出版社

图书在版编目(CIP)数据

建材与新型建筑装饰材料/刘建昌主编. —北京:中国物资出版社, 1997

国内贸易部部编中等专业学校教材

ISBN 7-5047-0647-7

I. 建… II. 刘… III. ①建筑材料-专业学校-教材②建筑材料:装饰材料-专业学校-教材 IV. T05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 23687 号

中国物资出版社出版

(北京市西城区月坛北街 25 号 邮编 100834)

全国新华书店经销

北京市白河印刷厂印刷

开本: 797×1092 毫米 1/32 印张: 7.75 字数: 170 千字

1998 年 1 月第一版

1998 年 1 月第一次印刷

书号: ISBN 7-5047-0647-7/G · 0111

印数: 0001—6000 册

定价: 11.00 元

编审说明

为适应建立社会主义市场经济新体制的要求,我部于1994年颁发了财经管理类5个专业和理工类7个专业教学计划。1996年初印发了以上12个专业的教学大纲。《建材与新型建筑装饰材料》一书是根据新编物资经营管理专业教学计划和教学大纲的要求,结合我国科技进步和财税、金融等体制改革的情况重新编写的。经审定,现予出版。本书是国内贸易部系统中等专业学校必用教材,也可供职业中专、职工中专、电视中专等选用,还可以作为业务岗位培训和广大企业职工工自学读物。

本书由安徽省物资学校高级讲师刘建昌主编,并编写第二、六章;辽宁省物资学校高级讲师陈起编写第一、五章;江西省物资学校讲师张力编写第三、四章。全书由安徽省建筑工业学院副教授汪正兰主审。

由于编写时间仓促,编者水平有限,书中难免有疏漏之处,敬请广大读者不吝赐教,以便于修订,使之日臻完善。

国内贸易部教育司

1997年7月

(021)	.....	第二章
(021)	.....	第三章
(021)	.....	第四章
(021)	.....	第五章
(021)	.....	第六章
第一章 水泥	.....	(1)
第一节 概述	.....	(1)
第二节 硅酸盐水泥	.....	(3)
第三节 掺混合材料的硅酸盐水泥	.....	(20)
第四节 特种水泥	.....	(29)
第五节 水泥的流通管理	.....	(39)
第二章 建筑陶瓷	.....	(47)
第一节 概述	.....	(47)
第二节 建筑卫生陶瓷	.....	(51)
第三节 陶瓷锦砖与釉面砖	.....	(57)
第四节 外墙面砖与地面砖	.....	(65)
第五节 其它陶瓷制品	.....	(69)
第三章 建筑防水材料	.....	(73)
第一节 沥青	.....	(73)
第二节 防水卷材	.....	(83)
第三节 其它防水材料	.....	(94)
第四章 保温材料与耐火材料	.....	(105)
第一节 保温材料	.....	(105)
第二节 耐火材料	.....	(112)
第五章 平板玻璃和玻璃纤维	.....	(120)
第一节 玻璃概述	.....	(121)

第二节	普通平板玻璃	(129)
第三节	特种平板玻璃	(136)
第四节	玻璃纤维	(145)
第五节	平板玻璃的管理	(152)
第六章	新型建筑装饰材料	(163)
第一节	建筑装饰材料的分类与功能	(1263)
第二节	建筑涂料	(165)
第三节	建筑塑料	(178)
第四节	饰面石材	(188)
第五节	建筑装饰板材	(197)
第六节	壁纸、墙布	(210)
第七节	木地板和地毯	(219)
第八节	其它装饰材料	(229)
主要参考书目		(240)

(27)	.....	第三卷
(28)	.....	第四卷
(29)	.....	第五卷
(30)	.....	第三卷
(31)	.....	第一卷
(32)	.....	第二卷
(33)	.....	第三卷
(34)	.....	第四卷
(35)	.....	第一卷
(36)	.....	第二卷
(37)	.....	第三卷
(38)	.....	第一卷
(39)	.....	第二卷
(40)	.....	第三卷
(41)	.....	第四卷
(42)	.....	第一卷
(43)	.....	第二卷
(44)	.....	第三卷
(45)	.....	第一卷

第一章 水 泥

第一节 概 述

一、水泥的概念

水泥是一种呈粉末状态的矿物胶凝材料,与水拌和后,经水化反应能由可塑性浆体变成坚硬的石状体,并能将散粒状材料胶结成为整体。水泥浆体不但能在空气中硬化,还能更好地在水中硬化,保持并继续发展其强度。故水泥是一种水硬性胶凝材料。

二、水泥的分类

随着现代科学技术的发展,水泥的品种日益增多。水泥的分类方法很多,这里仅介绍以下两种方法:

(一)按水泥中的主要矿物组成分类

1. 硅酸盐系列水泥:以硅酸钙为主要成分的水泥,包括通用、专用和特性硅酸盐系列水泥。

2. 铝酸盐系列水泥:以铝酸钙为主要成分的水泥。

3. 硫酸盐系列水泥:以硫酸盐或硫铝酸盐为主要成分的水泥。

此外,还有氟铝酸盐水泥、磷酸盐水泥等。

(二)按性能和用途分类

1. 通用水泥(也称一般水泥):是指产量最大、使用最广泛的各种以硅酸盐成分为主的水泥。主要品种有硅酸盐水泥、

普遍硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥、复合硅酸盐水泥等。

2. 专用水泥:指有专门用途的水泥,如大坝水泥、油井水泥、砌筑水泥和道路水泥等。

3. 特性水泥:指某种性能比较突出的水泥,如快硬高强水泥、膨胀水泥、自应力水泥、耐火水泥、耐酸水泥、抗硫酸盐水泥、白色水泥等。

在物资流通领域,专用水泥与特性水泥又可通称为特种水泥。

三、水泥命名原则

水泥按不同类别,分别以水泥的主要水硬性矿物,混合材料、用途和主要特性进行命名。

1. 通用水泥:以水泥的主要水硬性矿物名称,冠以混合材料名称或其它适当名称,如普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、复合硅酸盐水泥等。

2. 专用水泥:以其专门用途命名,如普通油井水泥、特种油井水泥、低钙铝酸盐耐火水泥等。

3. 特性水泥:以水泥的主要水硬性矿物名称,冠以水泥的主要特性命名,如快硬硅酸盐水泥、膨胀硫铝酸盐水泥、白色硅酸盐水泥等。

4. 以火山灰或其它活性混合材料为主要组分的水泥(无熟料或少熟料水泥):以主要组分的名称冠以活性材料的名称进行命名,如石灰矿渣水泥、石灰火山灰水泥、石膏矿渣水泥等。

四、通用水泥的等级划分

按 1991 年 3 月 1 日颁布的 GB/T12707《工业产品质量

分等导则》国家标准,所制定的《水泥质量分等原则》,对我国水泥市场的主导产品——通用水泥的实物质量水平进行了明确的规定,即在符合相应标准的质量指标外,按水泥实物质量中的标号,3天抗压强度,均匀性试验变异系数和凝结时间进行等级划分。如表 1-1。

表 1-1 通用水泥的等级划分

项 目		优等品	一级品	合格品	
等 级					
水 泥 标 号		425R(含 425R) ^{以上}	425		
3 天 抗 压 强 度 (MPa) 不 低 于	硅酸盐水泥	30	—	符合通用水泥标准中的技术要求	
	普通硅酸盐水泥				
	矿 渣 水 泥	26			
	火山灰水泥				
粉煤灰水泥					
	复 合 水 泥				
均匀性变异系数(%)不大于		3.5	4.0		
凝 结 时 间 时 : 分	初凝不大于	3 : 30	4 : 30		
	终凝不大于	6 : 30	10 : 00		

第二节 硅酸盐水泥

一、定义、类型及代号

按《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》(GB175-92)规定:凡由硅酸盐水泥熟料,再掺入 0~5% 石灰石或粒化高炉矿渣、适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料,称为硅酸盐水泥(即国外通称的波特兰水泥)。

硅酸盐水泥又分为两种类型：不掺入混合材料的称Ⅰ型硅酸盐水泥，代号为P·I；粉磨时掺入不超过水泥重量5%的石灰石或粒化高炉矿渣混合材料的称Ⅱ型硅酸盐水泥，代号为P·II。

二、硅酸盐水泥的生产

硅酸盐水泥是通用水泥中的一个基本品种，其生产过程分为制备生料、煅烧熟料、水泥磨细三个阶段，简称两磨一烧（如图1-1所示）。即由石灰质原料、粘土质原料和适量校正质原料，按一定比例配合，磨细成生料后，入窑中煅烧至部分熔融，得到以硅酸钙为主要成分的熟料，冷却后再加入适量石膏等共同磨细而成。其生产流程如图1-1所示。

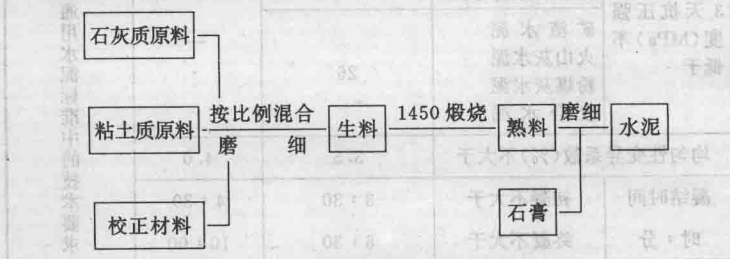


图 1-1 硅酸盐水泥生产流程示意图

（一）原料

1. 石灰质原料

主要为硅酸盐水泥提供氧化钙组分。

2. 粘土质原料

主要为硅酸盐水泥提供二氧化硅、三氧化二铝和三氧化二铁等组分。

3. 校正原料

鉴于以石灰质原料和粘土质原料进行配合时,往往会出现个别组分偏低的情况,为此需要引入其它原料进行校正。

(二) 制备生料 将水泥原料经配合、磨细、混匀制成料粉、料球或料浆的过程,称为制备生料。水泥生产方法也因此分为干法、半干法和湿法三种。

(三) 生料煅烧 1. 煅烧设备 煅烧生料通常在水泥窑中进行,水泥窑分立窑和回转窑两种。其中回转窑的产量大、质量稳定,但建厂一次性投资较大。立窑和回转窑的形状如图 1-2 和图 1-3。

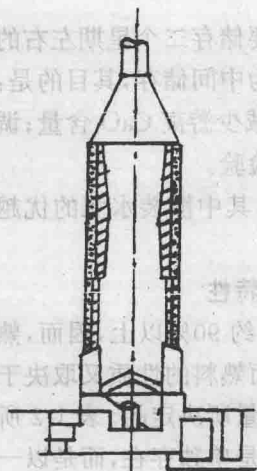


图 1-2 立窑示意图

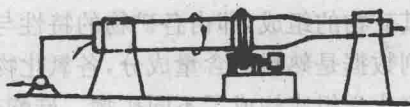


图 1-3 回转窑示意图

2. 煅烧过程

烧制水泥,虽方法各异,所用煅烧设备也不尽相同,但生料在窑内都要经过干燥、预热、分解、烧成和冷却等几个阶段。其中烧成阶段的反应是煅烧水泥的关键。在整个煅烧过程中,生料经过一系列的物理化学变化,最后生成熟料。

(四)熟料磨细

熟料冷却后要经过一定时间的储存,使游离的 CaO 和 MgO 先吸水被水化,有利于水泥体积的安定性。在磨细时,同时要加入 2%~6% 石膏,并可加入不超过 5% 的混合材料,得到比表面积大于 $300\text{m}^2/\text{kg}$ 细度的混合物,制成硅酸盐水泥。

(五)水泥储存、包装及出厂

粉磨后的水泥,不能立即出厂,还要储存二个星期左右的时间,在水泥厂存放这段时间,一般称为中间储存,其目的是:使水泥进一步冷却至常温,以利包装;减少游离 CaO 含量;调整与测试水泥质量并完成七天的强度检验。

水泥包装有袋装和散装两种形式,其中散装水泥的优越性高,为当今发展趋势。

三、硅酸盐水泥熟料中矿物组成与特性

鉴于在硅酸盐水泥中,熟料含量占约 90% 以上,因而,熟料的性质基本上决定了水泥的性质。而熟料的性质又取决于其矿物的组成,即由各矿物的特性与含量所决定的。表 1-2 所列数据是熟料的含量成分,各氧化物不是单独存在,而是以一定化学组成构成了不同矿物。硅酸盐水泥熟料矿物组成的含量详见表 1-2。

表 1-2 硅酸盐水泥主要矿物组成的含量

名 称	成 分	简写符号	重量含量(%)
硅酸三钙	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C_3S	37~60
硅酸二钙	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C_2S	15~37
铝酸三钙	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	C_3A	7~15
铁铝酸四钙	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	C_4AF	10~18

熟料中四种主要矿物组成的性质是各不相同的,分述如下:

(一) 硅酸三钙

它无色结晶体,熔融温度为 2150°C ,是硅酸盐水泥熟料中的主要成分,也是硅酸盐水泥获得高强度的主要矿物,与水反应比较快,几小时就凝结硬化,它的强度绝对值和强度增进率均很快。其主要特点是在水化后早期强度(7天以前)及总强度(28天以后)较高,缺点是与水反应后能分解出较多的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$,因而耐水性和抗硫酸盐等溶液的侵蚀性能较差,水化放热量较大。

(二) 硅酸二钙

它无色结晶体,熔融温度为 2130°C ,与水反应较慢,因此,早期强度低,但后期强度增进率高,有较高的后期强度,约在一年以后其强度可达到 C_3S 的强度。水化放热量较低。它在熟料中起到早期强度低,后期强度增进率和总强度较高的效果。

(三) 铝酸三钙

它无色结晶体,熔融温度为 1535°C ,为硅酸盐水泥熟料的熔剂矿物,特别是有极强的水化能力,遇水后很快发生化

学反应,凝结时间快,水化放热量最大,强度增长快,总强度并不高。干缩变形较大,抗硫酸盐腐蚀能力较差。

(四)铁铝酸四钙

它为深色结晶体,与铝酸三钙构成熟料的熔剂矿物,对熟料的生成起较好的作用,凝结硬化速度快,早期有一定的强度,后期强度发展缓慢,水化能力、水化放热都不很强烈。抗硫酸盐腐蚀性能好。密度为 3.77,在四种矿物中为最大(C_3A : 3.04, C_3S : 3.15, C_2S : 3.28)。

除四种主要矿物组分外,尚存在着少量游离的 CaO 、 MgO 等杂质。游离的 CaO 是生产工艺控制不当形成的, MgO 是由各种原料带入的。二者水化均缓慢,并产生相应的氢氧化物,其含量过高,使水泥及混凝土结构造成体积局部膨胀,会使已硬化水泥石遭受破坏。

由此可知,硅酸盐水泥的性质是由上述不同含量的矿物组成共同作用的结果。如果改变矿物组成的含量,乃至改变矿物的成分,最终能取得不同性质的熟料和水泥。

四、硅酸盐水泥的水化和凝结硬化原理及影响因素

(一)水化原理

水泥以适量水调和后,成为可塑性浆体,同时产生化学反应,即为水泥的“水化”。

水泥的水化,最初反应较快,以后逐渐变慢,反应一直要持续若干年。水泥中的矿物成分与水反应后,形成了如下的水化产物:

1. 硅酸三钙与水反应生成水化硅酸钙和氢氧化钙。
2. 硅酸二钙与水反应生成水化硅酸钙和氢氧化钙。
3. 铝酸三钙与水反应生成水化铝酸钙。

4. 铁铝酸四钙与水反应生成水化铝酸钙和水化铁酸钙。
5. 石膏与水化铝酸三钙反应生成水化硫铝酸钙针状晶体,也称钙矾石。

上述水化硅酸钙、氢氧化钙、水化铝酸钙、水化铁酸钙、水化硫铝酸钙等产物生成晶体相互穿插交织,形成胶凝体的过程,称为水化过程。

(二)凝结和硬化

随着水化产物的生成,水泥浆体逐渐变稠,塑性逐渐降低。

当水泥浆体完全失去塑性,但尚不具备强度时,称为水泥的“凝结”。

水泥浆体强度不断提高,并构成坚硬的人造石,称为水泥的“硬化”。

水泥的凝结、硬化可分为四个阶段:初始期、诱导期、加速期、衰退期。

1. 初始期

水泥加适量水拌和后,水泥颗粒分散在水中,成为水泥浆体,颗粒表面的熟料矿物,立即与水反应生成相应的水化物,水化物溶解于水暴露出新的表面,使水化反应继续进行。因此,在水泥加水初期,水化速度很快。由于各种水化物的溶解度很小,水化物生成的速度大于水化物向溶液中扩散的速度,所以很快就在水泥颗粒周围达到过饱和,析出以水化硅酸钙凝胶为主体的水化物晶体,沉积在颗粒表面,形成半渗透膜层。膜层阻碍了水与未水化矿物的大面积接触,使水化速度逐渐变得非常缓慢,此时水泥的水化反应由初始期进入诱导期。

2. 诱导期

在诱导期内水泥的水化反应是靠水分子通过微孔膜层向

水泥颗粒内部渗透而继续进行。水分子渗入膜层以内进行的水化反应使膜层向内增厚;通过膜层向外扩散的水化物聚集在膜层外侧,使膜层向外增厚;大约在诱导期的末期,水化硅酸钙呈长纤维状的晶体,由水泥颗粒上长出,颗粒间由于针状的水化硫铝酸钙晶体长大,它们在某些点接触,构成比较疏松的网状结构,使水泥浆体失去流动性,并开始失去塑性,通常称为初凝,即指水泥浆体开始凝结。

3. 加速期

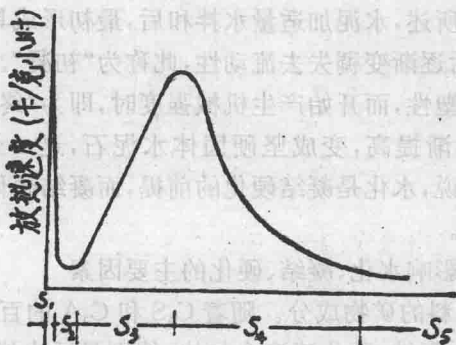
由于水分子渗入膜层内部的速度,大于水化物通过膜层向外扩散的速度,因而产生渗透压,即膜层内部水化物的过饱和溶液对膜层向外施加压力,使膜层终于破裂。这时未水化的颗粒内核与水又迅速而广泛地接触,水化反应由此进入加速期。在加速期内,生成大量的水化产物晶体和胶凝体,它们互相接触连生,于颗粒间交错搭接,各质点间不仅有静电引力,而且还有不断增大的化学键力,使水泥浆体呈现紧密的网状结构,完全失去塑性,成为具有一定强度的凝固体,这时称为终凝。此时,水化反应仍在进行,水化产物不断充实于网状结构的内部。随后,由于未水化的水泥颗粒表面,重新为水化产物所包裹,因而使水化反应进入衰退期。

4. 衰退期

此时,各种水化物仍不断增加,水泥颗粒间孔隙愈来愈小,机械强度不断提高,到一定程度后,便成为坚硬的水泥石,这就是水泥的硬化。

水泥的全部凝结硬化过程如下图所示:

水泥的凝结硬化过程,与温度和湿度有直接关系。在始终保持温暖、潮湿的环境下,水泥石强度增长在 28 天内较快,



S_1 为初期； S_2 为诱导期； S_3 为加速期；
 S_4 、 S_5 为衰退期

图 1-4 硅酸盐水泥凝结硬化示意图

超过 28 天以后逐渐放慢，三个月后更为缓慢。但水化过程一直能继续发展几年、十几年甚至几十年。据有关单位实测的资料，水泥混凝土 20 年龄期的强度是 28 天强度的三倍。见表 1-3。

表 1-3

混凝土后期强度增长率表

混凝土所处的环境	始终保持温、湿保养条件						
龄 期	28 天	3 个月	6 个月	1 年	2 年	5 年	20 年
平均强度增长率	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	3.00

若水泥石处于干燥环境中，当水分蒸发完毕后，水化反应将无法继续进行，硬化即行停止，强度也不再增加。使用上常以 28 天的强度作为工程设计的依据。因此，混凝土工程在浇筑后 2—3 周内，必须保持在温、湿条件下进行养护。