

新编

建筑装饰材料 实用手册

李继业 主 编
司马玉洲 姜德贵 董 涛 副主编



化学工业出版社

新编建筑装饰 材料实用手册

李继业 主 编

司马玉洲 姜德贵 董 涛 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

前 言

建筑装饰材料是各类建筑装饰工程的物质基础，在一般情况下，材料费用占工程总投资的50%~60%。建筑装饰材料发展史充分证明，建筑装饰材料的发展赋予了建筑物以时代的特性和风格；建筑设计理论不断进步和施工技术的革新，不但受到建筑材料发展的制约，同时也受到其发展的推动。因此，建筑装饰材料的科学合理的使用是建筑工程设计和施工中的一项重要工作。

随着材料科学和材料工业的不断发展，各种类型的建筑装饰材料不断涌现，建筑装饰材料在工程建设中占有极其重要的地位。建筑装饰材料是各类工程的重要物质基础，它集材料工艺、造型设计、美学艺术于一体，在选择建筑装饰材料时，尤其要特别注意其经济性、实用性、坚固性和美化性的统一，以满足不同建筑装饰工程的各项功能要求。

工程实践充分证明，材料的性能、规格、品种、质量等，不仅直接影响工程的质量、装饰效果、使用功能和使用寿命，而且关系到工程造价、人身健康、经济效益和社会效益。因此，了解建筑装饰材料的基本性质、特点和适用范围，科学合理地选择建筑装饰材料，具有非常重要的意义。

本书遵循先进性、全面性、实用性、规范性的原则，比较详尽地介绍了现代工程常用的建筑装饰材料，着重讲解了各种材料的具体特性和应用。不仅可作为建筑装饰工程设计和施工人员的实用技术手册，而且可作为高等学校相关专业的教学辅助教材。

本书由李继业担任主编，由司马玉洲、姜德贵、董涛担任副主编，刘景涛、李海豹、李红梅、刘霆参加了编写。李继业负责全书的规划和最终修改；司马玉洲负责“建筑材料”部分的统稿，姜德贵负责“装饰材料”部分的统稿；董涛负责资料收集和校对。具体编写分工为：李继业编写第一章、第三章；司马玉洲编写第二章、第四章、第五章、第六章；姜德贵编写第八章、第九章、第十章；董涛编写第七章、第十三章；刘景涛编写第十二章、第十八章；李海豹编写第十一章、第十四章、第十六章；刘霆编写第十五章、第十七章；李红梅编写第十九章。

在本书的整个编写过程中，参考了大量的有关专家的书籍和文献资料，在此衷心表示感谢。由于编者掌握的资料不足，再加上水平有限，不足和疏漏之处在所难免，敬请有关专家学者和广大读者批评指正。

编 者
2011年10月

目 录

上篇 建筑材料	1
第一章 气硬性胶凝材料	1
第一节 建筑石灰	1
一、石灰的生产工艺	1
二、石灰熟化与硬化	1
三、石灰的技术性质	2
四、建筑石灰技术标准	3
五、建筑石灰的应用	3
第二节 建筑石膏	4
一、建筑石膏的定义与分类	4
二、建筑石膏的凝结硬化	4
三、建筑石膏的技术性质	5
四、建筑石膏的技术标准	6
五、建筑石膏的工程应用	7
第三节 水玻璃	7
一、水玻璃的组成	7
二、水玻璃的硬化	8
三、水玻璃的性质	8
四、水玻璃的应用	8
五、水玻璃混凝土配合比	9
第二章 水硬性胶凝材料	10
第一节 通用硅酸盐水泥	10
一、硅酸盐水泥	11
二、普通硅酸盐水泥	18
三、矿渣硅酸盐水泥	18
四、火山灰硅酸盐水泥	19
五、粉煤灰硅酸盐水泥	19
六、复合硅酸盐水泥	20
第二节 常用水泥的选择	20
一、按环境条件不同选择水泥品种	20
二、按工程特点不同选择水泥品种	21
三、按所处部位不同选择水泥品种	21
第三节 其他品种的水泥	22
一、快硬硅酸盐水泥	22
二、铝酸盐水泥	22
三、膨胀水泥	23
四、硫铝酸盐水泥	26
五、抗硫酸盐硅酸盐水泥	27
六、钢渣类水泥	27
七、道路硅酸盐水泥	29
八、中热和低热硅酸盐水泥	30
九、砌筑水泥	31
十、白色硅酸盐水泥	32
十一、彩色硅酸盐水泥	32
第三章 普通混凝土	34
第一节 普通混凝土概述	34
一、普通混凝土的优点	34
二、普通混凝土的缺点	34
第二节 普通混凝土的组成材料	34
一、胶凝材料	35
二、细骨料	35
三、普通混凝土中的粗骨料	39
四、普通混凝土的外加剂	40
第三节 普通混凝土的主要技术性质	58
一、混凝土拌和物的和易性	58
二、普通混凝土的强度	61
三、普通混凝土的变形性能	66
四、普通混凝土的耐久性	67
第四节 普通混凝土的配合比设计	69
一、混凝土配合比设计原则	70
二、混凝土配合比设计参数	70
三、混凝土配合比设计方法	71
四、混凝土配合比设计的工程实例	75
第五节 普通混凝土的质量控制	77
一、混凝土的生产控制	77
二、混凝土的合格性控制	77
第四章 建筑砂浆	81
第一节 建筑砂浆概述	81
一、建筑砂浆的组成材料	81
二、建筑砂浆的技术性质	82
第二节 砌筑砂浆和抹面砂浆	84
一、砌筑砂浆	84
二、抹面砂浆	86
第三节 预拌砂浆	87
一、预拌砂浆的定义与分类	88
二、预拌砂浆的技术指标	89
第四节 其他种类的砂浆	92
一、防水砂浆	92
二、墙体饰面砂浆	92

三、建筑保温砂浆	93	二、焊剂	139
四、聚合物水泥防水砂浆	93	三、焊丝	140
五、水泥基灌浆材料	94	第七章 木材	142
第五章 墙体材料	95	第一节 木材分类与构造	142
第一节 墙体材料概述	95	一、木材的分类	142
一、墙体材料的一般规定	95	二、木材的构造	142
二、对墙体块体材料要求	95	第二节 木材主要技术性能	143
三、对墙体板材材料要求	96	一、木材的含水量	144
四、对墙体砂浆材料要求	97	二、木材的热传导性	145
五、对墙体保温材料要求	97	三、木材的力学性能	145
第二节 墙体砖材	98	四、木材的装饰性	148
一、烧结普通砖	98	第三节 木材防腐与防火	149
二、烧结多孔砖	100	一、木材的防腐	149
三、烧结空心砖	101	二、木材的防火	150
四、混凝土实心砖	103	第四节 木材及制品的应用	150
五、非烧结垃圾尾矿砖	104	第八章 防水材料	153
六、混凝土多孔砖	105	第一节 防水材料概述	153
第三节 墙体砌块	106	一、建筑防水体系	153
一、蒸压加气混凝土砌块	106	二、防水材料的分类	154
二、粉煤灰小型空心砌块	108	第二节 刚性防水材料	154
三、泡沫混凝土砌块	109	一、刚性防水的主要组成材料	154
四、轻集料混凝土小型空心砌块	110	二、刚性防水的外加剂	156
五、装饰混凝土砌块	111	第三节 沥青防水材料	160
六、石膏砌块	112	一、石油沥青的化学组分	160
第四节 墙用板材	113	二、石油沥青的结构	161
一、纸面石膏板	113	三、石油沥青的技术性质	161
二、装饰纸面石膏板	114	四、石油沥青的技术标准与选用	162
三、玻璃纤维增强水泥外墙板	114	第四节 防水卷材与涂料	163
四、建筑用轻质隔墙条板	115	一、防水卷材	163
五、灰渣混凝土空心隔墙板	116	二、防水涂料	174
六、建筑隔墙用保温条板	117	第五节 建筑密封材料	178
七、纤维增强低碱度水泥建筑平板	117	第六节 防水材料的选择	181
八、维纶纤维增强水泥平板	118	一、地下工程的防水材料	181
第六章 建筑钢材	120	二、屋面防水材料的选择	182
第一节 钢的冶炼和分类	120	第九章 其他类型材料	183
一、钢的冶炼	120	第一节 建筑塑料	183
二、钢材的分类	120	一、建筑塑料的组成	183
第二节 建筑钢材主要技术性能	121	二、常用的建筑塑料	184
一、力学性能	121	第二节 绝热材料	185
二、钢材的工艺性能	124	一、绝热材料的基本要求	185
三、化学成分对钢材性能的影响	124	二、绝热材料的主要类型	185
四、钢材冷加工处理和时效处理	126	三、建筑上常用绝热材料	186
第三节 建筑工程常用钢材	126	第三节 吸声、隔声材料	189
一、钢结构用钢材	127	一、吸声材料	190
二、混凝土结构用钢材	131	二、隔声材料	191
第四节 钢材的焊接材料	136		
一、焊条	137		

下篇 装饰材料	192
第十章 装饰砂浆与装饰混凝土	192
第一节 装饰水泥	192
一、白色硅酸盐水泥	192
二、彩色硅酸盐水泥	193
第二节 装饰砂浆	195
一、装饰砂浆的组成材料	195
二、灰浆类装饰砂浆	196
三、石渣类装饰砂浆	197
第三节 装饰混凝土	199
一、彩色装饰混凝土	199
二、露明骨料混凝土	200
三、清水装饰混凝土	200
第十一章 装饰金属材料	203
第一节 建筑装饰钢材	203
一、普通不锈钢	203
二、彩色不锈钢制品	204
三、彩色涂层钢板	206
四、覆塑复合金属板	207
五、铝锌钢板及铝锌彩色钢板	208
六、彩色压型钢板	208
七、搪瓷装饰板	208
八、钢门帘板	209
九、轻钢龙骨	209
第二节 铝合金装饰材料	212
一、铝合金的特性和分类	212
二、铝合金型材	213
三、铝合金装饰制品	215
第三节 其他金属装饰材料	221
一、铜及铜合金	221
二、金属装饰线条	223
三、铁艺制品	225
第十二章 建筑装饰石材	227
第一节 天然石材的基本知识	227
一、岩石的形成与分类	227
二、天然石材的技术性质	227
第二节 天然大理石	229
一、天然大理石的特点及用途	229
二、天然大理石板材的技术指标	229
第三节 天然花岗岩	231
第四节 人造装饰石材	233
一、人造石材的特点	233
二、人造石材的类型	234
三、聚酯型人造大理石	236
第十三章 建筑装饰陶瓷	238
第一节 建筑装饰陶瓷概述	238
一、陶瓷材料的分类	238
二、陶瓷的表面装饰	240
第二节 装饰内墙面砖	241
一、内墙面砖的特点和用途	241
二、陶瓷砖的分类和技术要求	242
三、陶瓷砖质量检验方法	244
第三节 装饰外墙面砖	245
一、装饰外墙面砖的特点和用途	246
二、外墙面砖的品种及规格	246
三、外墙面砖的技术质量要求	247
四、新型墙地砖	249
第四节 装饰陶瓷锦砖	251
一、陶瓷锦砖的品种、形状和规格	251
二、陶瓷锦砖的特点及用途	252
三、陶瓷锦砖的技术质量要求	253
第十四章 装饰玻璃材料	255
第一节 装饰玻璃概述	255
一、玻璃的组成与生产	255
二、玻璃的基本性质	256
三、玻璃的种类	257
第二节 普通平板玻璃	258
一、平板玻璃的生产工艺	258
二、平板玻璃的规格与等级	259
第三节 装饰安全玻璃	260
一、钢化玻璃	260
二、夹丝玻璃	262
三、夹层玻璃	264
第四节 装饰节能玻璃	266
一、吸热玻璃	266
二、热反射玻璃	268
三、中空玻璃	269
第五节 其他装饰玻璃	273
一、空心玻璃砖	274
二、玻璃锦砖	275
三、压花玻璃	276
四、镀膜抗菌玻璃	277
第十五章 建筑装饰涂料	279
第一节 装饰涂料概述	279
一、建筑涂料的组成	279
二、建筑装饰涂料的功能	281
三、建筑装饰涂料的分类	282
四、建筑装饰涂料的选用原则	283

第二节 内墙装饰涂料	285	一、铝合金天花板	330
一、合成树脂乳液内墙涂料	285	二、彩色钢扣板	331
二、水性内墙涂料	286	三、金属微穿孔吸声板	331
三、溶剂型内墙涂料	286	四、金属装饰吊顶板	332
四、多彩内墙涂料	287	第五节 其他顶棚饰面材料	333
五、其他内墙涂料	287	一、TK装饰板	333
第三节 外墙装饰涂料	288	二、玻璃卡普隆天棚	333
一、乳液型外墙涂料	289	三、FC装饰板	334
二、溶剂型外墙涂料	290	第六节 装饰线条材料	335
三、复层建筑涂料	290	一、木装饰线条	335
第四节 地面装饰涂料	291	二、艺术装饰石膏制品	337
一、木地板涂料	292	三、金属装饰线条	338
二、溶剂型地面涂料	292	第十八章 装饰织物材料	339
三、合成树脂厚质地面涂料	293	第一节 地毯装饰材料	339
四、聚合物水泥地面涂料	294	一、地毯的分类	339
第五节 特种装饰涂料	296	二、地毯的主要技术性能	342
一、防火涂料	296	三、纯毛地毯	345
二、防水涂料	297	四、化纤地毯	346
三、防霉涂料	298	五、尼龙地毯	347
四、防腐蚀涂料	299	六、新型地毯	347
五、防雾涂料	300	七、地毯使用中的注意事项	348
第十六章 建筑装饰胶黏剂	302	第二节 墙面装饰织物	349
第一节 胶黏剂的组成及分类	302	一、壁纸类材料	349
一、胶黏剂的组成	302	二、墙布类材料	350
二、胶黏剂的分类	303	三、高级墙面装饰织物	350
三、胶黏剂的性能	304	第三节 窗帘装饰材料	351
第二节 胶黏机制及胶接强度影响因素	305	一、窗帘的基本组成	351
一、胶黏剂的胶接机理	305	二、窗帘帷幔的种类	351
二、胶接强度的影响因素	306	三、窗帘帷幔的选择	352
第三节 胶黏剂在装饰工程中的应用	308	第十九章 木质装饰材料	353
一、建筑装饰工程中胶黏剂的主要种类	308	第一节 木地板	353
二、建筑装饰工程中胶黏剂的选用	314	一、实木地板	353
第十七章 顶棚饰面材料	323	二、复合木地板	356
第一节 装饰石膏板材料	323	三、强化地板	359
一、嵌装式装饰石膏板	323	四、实木集成地板	360
二、吸声用穿孔石膏板	325	第二节 木质饰面材料板	362
第二节 矿棉装饰板材	326	一、胶合板	362
一、矿物棉装饰吸声板	326	二、纤维板	365
二、玻璃棉装饰材料吸声板	327	三、刨花板	366
三、岩棉装饰吸声板	328	四、细木工板	367
第三节 塑料装饰天花板	328	第三节 其他木质装饰材料	368
一、聚氯乙烯(PVC)天花板	328	一、木装饰线条	368
二、钙塑泡沫装饰吸声板	328	二、木花格	369
第四节 金属装饰天花板	329	三、木塑装饰材料	369
参考文献	371		

上篇 建筑材料

第一章 气硬性胶凝材料

在建筑工程中将能够把散粒状材料和块状材料黏结成一个整体的材料，统称为胶凝材料。胶凝材料按照化学成分不同，可分为无机胶凝材料和有机胶凝材料两大类。无机胶凝材料按其能否在水中凝结硬化、保持和发展强度，又可分为气硬性胶凝材料和水硬性胶凝材料。

气硬性胶凝材料只能在空气中凝结硬化、保持和发展强度。气硬性胶凝材料的耐水性较差，一般只适用于地上或干燥环境，不适宜用于潮湿环境，更不能用于水中。水硬性胶凝材料耐水性好，既可用于空气中也可用于地下或水中。在建筑工程上常用的气硬性胶凝材料，主要有石灰、建筑石膏、水玻璃等。

第一节 建筑石灰

建筑石灰是人类在建筑中最早使用的胶凝材料之一，由于其原材料蕴藏丰富、分布广泛、生产工艺简单、成本低廉、使用方便，所以至今仍广泛应用于各种工程中。

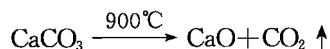
一、石灰的生产工艺

(一) 石灰的原料

生产石灰的主要原料是以碳酸钙为主要成分的天然岩石，常用的有石灰石、白云石、白垩等。这些天然原料中常含有碳酸镁（ MgCO_3 ）和黏土杂质，一般要求黏土杂质控制在8%以内。生产石灰的原料，除了用天然原料外，另一种原料是利用化学工业副产品。

(二) 石灰的生产

将石灰的原料石灰石在一定的温度下煅烧，碳酸钙将分解成为生石灰，其主要成分为氧化钙，另外还有少量的 MgO 等杂质，其化学反应表示如下：



在正常温度下煅烧良好的块状石灰，质轻且色白，呈疏松多孔结构，氧化钙（ CaO ）的含量高，密度在 $3.1 \sim 3.4 \text{ g/cm}^3$ 范围内，堆积密度为 $800 \sim 1000 \text{ kg/m}^3$ 。

建筑石灰按照氧化镁（ MgO ）的含量不同，可将生石灰分为钙质石灰（ $\text{MgO} \leq 5\%$ ）和镁质石灰（ $\text{MgO} > 5\%$ ）。镁质石灰熟化速度较慢，但硬化后的强度较高。按照成品加工方法不同，在建筑工程中常用的石灰类型有块状生石灰、生石灰粉、消石灰粉、石灰浆和石灰膏。

二、石灰熟化与硬化

(一) 石灰的消化

烧制成的生石灰为块状，在使用时必须加水进行消化，使氧化钙消化成为粉状的“消石灰”，这一过程也称为石灰的“熟化”。其化学反应为：



在建筑工程中，生石灰必须经充分熟化后方可使用。这是因为块状生石灰中常含有过火石灰，过火石灰的熟化十分缓慢，如果没有充分熟化而直接使用，过火石灰就会吸收空气中的水分

继续熟化, 体积膨胀而使构件表面凸起、开裂或局部脱落, 严重影响工程质量。

消石灰的主要化学成分为氢氧化钙 $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$, 上式化学反应中的理论需水量仅为石灰的 24.32%, 但是由于石灰消化是一个放热过程, 且体积迅速膨胀 1~2.5 倍, 所以其实际加水量达 70% 以上, 将生石灰加水熟化成含大量水的石灰乳, 经沉淀除去部分水分制成石灰膏。

在石灰消化时, 应注意加水速度。对活泼性大的石灰, 如果加水速度过慢或加水量不足, 则已消化的石灰颗粒生成氢氧化钙, 包围在未消化颗粒的周围, 使内部石灰不易消化, 这种现象称为“过烧”; 相反, 对于活泼性差的石灰, 如果加水的速度过快, 则发热量少, 水温过低, 增加了未消化颗粒, 这种现象称为“过冷”。

为了消除“过火石灰”的危害, 石灰浆应在储灰池中“陈伏”2 周以上; 石灰在“陈伏”期间, 在其表面应留有一层水, 使之与空气隔绝, 以防止与二氧化碳 (CO_2) 产生碳化现象。

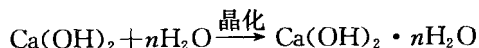
(二) 石灰的硬化

石灰浆体的硬化过程包括干燥、结晶和碳酸三个交错进行的过程, 可以概括为干燥硬化和碳化硬化两个硬化过程:

1. 石灰浆的干燥硬化

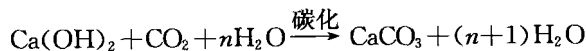
石灰浆体的干燥过程, 由于水分蒸发形成网状孔隙, 这时滞留在孔隙中的自由水由于表面张力的作用, 从而产生毛细管压力, 使石灰粒子更加密实, 而获得“附加强度”。

此外, 由于水分的蒸发, 引起氢氧化钙溶液过饱和而使结晶析出, 并产生“结晶强度”。但此时从溶液中析出的氢氧化钙数量不多, 因此强度增长也不显著。其反应式为:



2. 硬化石灰浆的碳化

结晶后氢氧化钙与空气中二氧化碳作用, 生成不溶于水的碳酸钙晶体, 析出的水分逐渐被蒸发, 产生“碳化强度”。石灰的碳化作用只有在有水的条件下才能进行, 其化学反应式为:



三、石灰的技术性质

石灰是一种典型的气硬性胶凝材料, 与其他胶凝材料相比, 它具有以下特性。

1. 可塑性好

生石灰熟化为石灰浆时, 能形成颗粒极细的呈胶体分散状态的氢氧化钙粒子, 其比表面积 (材料的总表面积与其质量的比值) 很大, 使得氢氧化钙颗粒表面吸附一层较厚的水膜, 使石灰的可塑性明显改善。

2. 硬化慢、强度低

石灰的凝结硬化速率很慢, 且硬化后的强度很低。如 1:3 的石灰砂浆, 28 天的抗压强度仅为 0.2~0.5MPa。受潮后石灰容易产生溶解, 强度会更低。

3. 耐水性差

若石灰浆体尚未硬化就处于潮湿环境中, 由于石灰浆中的水分不能蒸发, 则其凝结硬化停止; 若已硬化的石灰, 长期受潮或受水浸泡, 则由于氢氧化钙易溶于水, 甚至会使已硬化的石灰溃散。因此, 石灰的耐水性很差, 软化系数接近于零, 不宜用于潮湿环境及易受水浸泡的部位。

4. 干燥收缩大

石灰浆体在硬化过程中, 由于水分要大量蒸发, 从而会引起显著的体积收缩, 甚至使其表面出现开裂, 所以除调成石灰乳做薄层涂刷外, 一般不宜单独使用。在建筑工程中应用时, 常在石

灰中掺入适量的砂、麻刀、纸巾等,以抵抗收缩引起的开裂和增加抗拉强度。

5. 吸湿性强

生石灰块是一种传统常用的干燥剂,它能从空气中吸收水分,具有较强的吸湿性。

四、建筑石灰技术标准

建筑石灰按现行标准《建筑生石灰》(JC/T 479—1992)、《建筑生石灰粉》(JC/T 480—1992)和《建筑消石灰粉》(JC/T 481—1992)的规定,按其氧化镁的含量多少可分为钙质石灰和镁质石灰两种,如表 1-1 所列。

表 1-1 钙质石灰和镁质石灰分类界限

单位: %

类别 \ 石灰种类	生石灰	生石灰粉	消石灰粉
钙质石灰	≤5	≤5	<4
镁质石灰	>5	>5	≥4

由于生石灰和消石灰粉的分等技术项目和指标不同,所以对生石灰、生石灰粉和消石灰粉分别提出不同的技术标准。

1. 生石灰技术标准

按有效氧化钙(CaO)+氧化镁(MgO)含量、产浆量、未消解残渣和二氧化碳含量等 4 个项目的指标分为优等品、一等品和合格品三个等级,如表 1-2 所列。

表 1-2 生石灰技术指标 (JC/T 479—1992)

项 目	钙质生石灰			镁质生石灰		
	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
1. (CaO+MgO)含量/%	≥ 90	85	80	85	80	75
2. 未消解残渣含量(5mm 圆孔筛筛余量)/%	≤ 5	10	15	5	10	15
3. 二氧化碳含量/%	≤ 5	7	9	6	8	10
4. 产浆量/(L/kg)	≥ 2.8	2.3	2.0	2.8	2.3	2.0

2. 生石灰粉技术标准

按有效氧化钙+氧化镁含量、二氧化碳含量和细度等 3 个项目的指标,将生石灰粉分为优等品、一等品和合格品三个等级,如表 1-3 所列。

表 1-3 生石灰粉技术指标 (JC/T 480—1992)

项 目	钙质生石灰			镁质生石灰		
	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
1. (CaO+MgO)含量/%	≥ 85	80	75	80	75	70
2. 二氧化碳含量/%	≤ 7	9	11	8	10	12
3. 细度	0.90mm 筛筛余/%	≤ 0.2	0.5	1.5	0.2	0.5
	0.125mm 筛筛余/%	≤ 7.0	12.0	18.0	7.0	12.0

3. 消石灰粉技术标准

按有效氧化钙+氧化镁含量、游离水、体积安定性和细度等 4 个项目的指标,将生石灰粉分为优等品、一等品和合格品三个等级,如表 1-4 所列。

五、建筑石灰的应用

1. 石灰乳涂料和砂浆

用消石灰粉或熟化好的石灰膏加水稀释成为石灰乳涂料,可以用于内墙和天棚的粉刷;用石

灰膏或生石灰粉配制的石灰砂浆或水泥石灰混合砂浆,可以用于墙体的砌筑,也可以用于墙面、柱面、顶棚等部位的抹灰。

表 1-4 消石灰粉技术指标 (JC/T 481—1992)

项 目	钙质消石灰			镁质消石灰			白云石消石灰		
	优等	一等	合格	优等	一等	合格	优等	一等	合格
1. (CaO+MgO)含量/%	≥ 70	65	60	65	60	55	65	60	55
2. 游离水/%	0.4~2.0			0.4~2.0			0.4~2.0		
3. 体积安定性	合格	合格	—	合格	合格	—	合格	合格	—
4. 细度	0.90mm 筛筛余/%	≤ 0	0	0.5	0	0	0.5	0	0
	0.125mm 筛筛余/%	≤ 3	10	15	3	10	15	3	10

2. 配制灰土和三合土

消石灰粉和黏土按一定比例配合称为灰土,再加入适量的炉渣、炉灰、砂、石等填料,即成为三合土。灰土和三合土经夯实后强度高、耐水性好、操作简单、价格低廉,广泛应用于建筑物、道路等垫层和基础。

石灰与黏土混合后,由于石灰改善了黏土的和易性,在强力夯打之下大大提高了其紧密度;同时,黏土表面的少量活性氧化硅和氧化铝与氢氧化钙起化学反应,生成了不溶性的水化硅酸钙和水化铝酸钙,将黏土颗粒比较牢固地黏结起来,从而提高了黏土的抗压强度和耐水性。

3. 制造硅酸盐制品

将磨细的生石灰或消石灰与硅质材料(如粉煤灰、火山灰、炉渣等)按照一定比例配合,经搅拌、成型、蒸养或蒸压处理等工序制造的人造材料,称为硅酸盐制品。在建筑工程上常用的硅酸盐制品有粉煤灰砖、粉煤灰砌块、蒸压灰砂砖、加气混凝土砌块等墙体材料。

4. 制作碳化石灰板

将磨细生石灰、纤维状填料(如玻璃纤维)或轻质骨料(如炉渣)和水按一定比例搅拌成型,然后通入高浓度二氧化碳进行人工碳化,经过 12~24h 而制成的轻质板材称为碳化石灰板。这种碳化石灰板热导率较小,保温绝热性能较好,是一种新型节能建筑材料,可以用于非承重内墙板、天花板等。

第二节 建筑石膏

石膏是以硫酸钙为主要成分的传统气硬性胶凝材料之一。我国石膏矿藏量非常丰富,已探明的有 52 亿吨,分布于全国各地,加之其建筑性能优良,制作工艺简单,因此近年来石膏制品发展极其迅速,已成为极有发展前途的新型建筑材料之一。当石膏中含有的结晶水不同时可能形成多种性能不同的石膏,常见的主要有建筑石膏、无水石膏、生石膏等。

一、建筑石膏的定义与分类

根据国家标准《建筑石膏》(GB/T 9776—2008)中的规定:建筑石膏是指用天然石膏或工业副产品石膏经脱水处理制得的,以 β 半水硫酸钙 (β CaSO₄ · 1/2H₂O) 为主要成分,不预加任何外加剂或添加物的粉状胶凝材料。

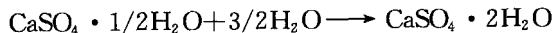
按照生产建筑石膏的原材料种类不同,建筑石膏可分为天然建筑石膏、脱硫建筑石膏和磷建筑石膏。天然建筑石膏代号为 N,是以天然石膏为原料制取的石膏;脱硫建筑石膏代号为 S,是以烟气脱硫石膏为原料制取的石膏;磷建筑石膏代号为 P,是以磷石膏为原料制取的石膏。

按照 2h 的抗折强度不同,建筑石膏可分为 3.0、2.0 和 1.6 三个等级。按照石膏的用途不同,建筑石膏可分为黏结石膏和粉刷石膏。

二、建筑石膏的凝结硬化

建筑石膏与适量的水混合后,最初形成可塑性的浆体,但很快失去塑性,然后迅速产生强

度,并发展成为坚硬的固体,这一过程称为石膏的凝结硬化。实际上,建筑石膏的凝结硬化,是 β 型半水石膏加水拌和后发生化学反应放出一定热量,并逐渐凝结硬化产生强度,从而重新水化生成二水石膏。其化学反应式如下:



建筑石膏的凝结硬化分为凝结和硬化两个过程。

(一) 建筑石膏的凝结

由于二水石膏在水中的溶解度仅为半水石膏溶解度的 $1/5$ 左右,所以二水石膏首先从过饱和溶液中沉淀并析晶,而使原有半水石膏溶解的平衡浓度破坏,半水石膏进一步溶解,由于结晶体的不断生成,造成浆体塑性开始下降,称为石膏的初凝;而后,随着晶体颗粒间摩擦力和黏结力的增大,浆体的塑性急剧下降,直到失去可塑性,称为石膏的终凝。以上整个过程称为建筑石膏的凝结。

(二) 建筑石膏的硬化

建筑石膏终凝后,其晶体颗粒仍在不断增大和相互交错,逐渐使浆体产生强度,并不断增长直到水分完全蒸发,形成坚硬的石膏结构,这个过程称为建筑石膏的硬化。

三、建筑石膏的技术性质

建筑石膏是建筑工程中推广应用的新型建筑材料,它与其他胶凝材料相比,具有以下明显的特性。

(一) 凝结硬化速率比较快

建筑石膏加水拌和后, $4\sim 6\text{min}$ 可达到初凝, 30min 左右可达到终凝, 2h 强度可达到 $3\sim 6\text{MPa}$ 。由于其初凝时间较短,为了有足够的时间进行搅拌等施工操作,可掺入适量的硼砂、动物胶、酒精、柠檬酸等,以延长石膏的凝结硬化时间。但是,掺加缓凝剂后,石膏的强度将会有所下降。

(二) 硬化后具有微膨胀性

建筑石膏与水泥、石灰等胶凝材料不同,其浆体在凝结硬化后体积,不仅不会出现收缩,在初期反而略有膨胀,其膨胀率为 $0.5\%\sim 1.0\%$ 。因此,建筑石膏制品表面光滑、质地细腻、尺寸精确、形体饱满。

(三) 凝结硬化后孔隙率大

建筑石膏水化反应的理论需水量一般仅 18.6% 左右,在生产石膏制品时,为满足施工可塑性要求,通常用水量一般为石膏用量的 $60\%\sim 80\%$ 。石膏凝结硬化后,由于大量多余的水分蒸发,使石膏制品内部形成大量的毛细孔隙,制品的孔隙率可达 $50\%\sim 60\%$ 。由于石膏制品的孔隙率较大,所以其体积表观密度仅为 $800\sim 1000\text{kg/m}^3$,属于一种轻质材料。

(四) 具有优良的防火性能

建筑石膏制品的热导率较小,其传热速度则慢,特别是当其遇火时,二水石膏受热结晶水蒸发,并能在表面蒸发形成水蒸气带,可有效地阻止火的蔓延,具有优良的防火性能,是建筑物室内常选用的建筑装饰材料。

(五) 可调节室内温度湿度

建筑石膏制品的比热容比较大,对调节室内温度有一定的作用。由于其内部的大量毛细孔对空气中的水蒸气具有较强的吸附能力,因此对室内的空气湿度也有一定的调节作用。随着科学技术的不断进步,建筑石膏制品的功能才开始向节能型和健康型方向发展。

(六) 具有良好的装饰性能

建筑石膏制品不仅表面光洁、形体饱满,而且质地细腻、颜色洁白,所以具有良好的装饰性,特别适合制作建筑装饰品及石膏模型。

(七) 保温隔热和吸声性好

建筑石膏的硬化体内部微细的毛细孔隙率高,其热导率一般为 $0.121 \sim 0.205 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$,所以建筑石膏制品的隔热保温性能非常好,是目前比较理想的建筑节能材料。同时,由于建筑石膏制品中含有大量均匀、微细的孔隙,使其对声音传导或反射能力显著下降,因此也具有较强的吸声能力。

(八) 耐水、抗渗和抗冻差

由于建筑石膏制品的孔隙率高,且二水石膏又微溶于水,遇水后强度会降低,软化系数很小(一般为 $0.20 \sim 0.30$),属于不耐水材料,因此它的耐水性、抗渗性和抗冻性均较差,不得用于潮湿的环境中。

四、建筑石膏的技术标准

(一) 建筑石膏的技术标准

根据国家标准《建筑石膏》(GB/T 9776—2008)中的规定,建筑石膏的技术指标应符合表 1-5 中的要求。

表 1-5 建筑石膏的技术指标

项 目		技术指标				
组成成分要求		建筑石膏组成中 β 半水硫酸钙($\beta \text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$)的含量(质量分数)应不小于 60.0%				
物理力学性能	强度等级	细度(0.2mm 方孔筛筛余)/%	凝结时间/min		2h 强度/MPa	
			初凝	终凝	抗折强度	抗压强度
	3.0	≤ 10	≥ 3	≤ 30	≥ 3.0	≥ 6.0
	2.0				≥ 2.0	≥ 4.0
	1.6				≥ 1.6	≥ 3.0
放射性		工业副产建筑石膏的放射性核素限量应符合《室内装饰装修材料建筑材料放射性核素限量》(GB 6566—2010)的要求				
限制成分		工业副产建筑石膏中限制成分氧化钾(K_2O)、氧化钠(Na_2O)、氧化镁(MgO)、五氧化二磷(P_2O_5)和氟(F)的含量由供需双方商定				

(二) 黏结石膏的技术标准

黏结石膏是以建筑石膏作为主要胶凝材料,和/或骨料、填料及添加剂所组成的室内用石膏基黏结材料。按物理性能分为快凝型(R)和普通型(G)两种。根据行业标准《黏结石膏》(JC/T 1025—2007)中的规定,黏结石膏的技术指标应符合表 1-6 中的要求。

表 1-6 黏结石膏的技术指标

项 目			技 术 指 标	
			快凝型 R	普通型 G
外观要求			黏结石膏的外观为干粉状,应均匀、无结块、无杂物	
物理力学性能	细度/%	1.18mm 筛网筛余	0	
		150 μm 筛网筛余	≤ 1	≤ 25
	凝结时间/min	初凝	≥ 5	≥ 25
		终凝	≤ 20	≤ 120
	绝干强度/MPa	抗折强度	≥ 5.0	
		抗压强度	≥ 10.0	
		拉伸黏结	≥ 0.70	≥ 0.50

(三) 粉刷石膏的技术标准

粉刷石膏是指二水硫酸钙经脱水或无水硫酸钙经煅烧和/或激发,其生成物半水硫酸钙($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$)和Ⅱ型无水硫酸钙(Ⅱ型 CaSO_4)单独或两者混合后掺入外加剂,也可加入集料制成的抹灰材料。

根据行业标准《粉刷石膏》(JC/T 517—2004)中的规定,粉刷石膏可分为面层粉刷石膏(代号 F)、底层粉刷石膏(代号 B)和保温层粉刷石膏(代号 T)三类。粉刷石膏的技术指标应符合表 1-7 中的要求。

表 1-7 粉刷石膏的技术指标

项 目		技 术 指 标		
		面层粉刷石膏	底层粉刷石膏	保温层粉刷石膏
细度/%	1.0mm 方孔筛筛余	0	—	—
	0.2mm 方孔筛筛余	≤40	—	—
凝结时间	初凝时间/min	≥60		
	终凝时间/h	≤8		
可操作时间/min		≥30		
保水率/%		90	75	60
强度/MPa	抗折强度	3.0	2.0	—
	抗压强度	6.0	4.0	0.6
	剪切黏结强度	0.4	0.3	—
体积密度/(kg/m ³)		—	—	≤500

五、建筑石膏的工程应用

由于建筑石膏具有以上许多优良性能,所以在建筑工程中的应用比较广泛,目前主要用作室内装饰、保温绝热、吸声阻燃等方面的材料,用于室内抹灰、粉刷、石膏装饰制品和生产各种石膏板。具体来说,建筑石膏在工程上的应用有以下几个方面。

(一) 用于室内抹灰和粉刷

建筑石膏用于室内抹灰和粉刷具有优良的特性。建筑石膏加一定比例的水、砂和缓凝剂拌制成石膏砂浆,可用于室内的高级抹灰。用建筑石膏材料的抹灰,表面细腻光滑、洁白美观。建筑石膏加入适量的水拌制成的石膏浆,也可作为涂料的底层,可直接涂刷或粘贴墙布和壁纸;建筑石膏加入水和缓凝剂拌制成的石膏浆体,可作为室内粉刷涂料。

(二) 可制作各类石膏板

石膏板具有轻质、保温、隔热、吸声、防火、调湿、细腻、光滑、尺寸稳定、可加工性好、成本较低、施工方便等优良性能,是一种很有发展前途的新型板材,是目前大力推广应用的室内装饰材料。石膏板可用于建筑物的内墙、顶棚等部位,常用的石膏板有纸面石膏板、纤维石膏板、石膏刨花板、装饰石膏板、石膏空心板等。

第三节 水 玻 璃

水玻璃俗称泡花碱,是由不同比例的碱金属氧化物和二氧化硅组成的一种水溶性硅酸盐,常见的水玻璃有硅酸钠水玻璃($\text{Na}_2 \cdot n\text{SiO}_2$)和硅酸钾水玻璃($\text{K}_2 \cdot n\text{SiO}_2$),以硅酸钠水玻璃最为常用。

一、水玻璃的组成

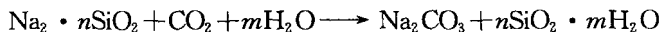
水玻璃的化学式为 $\text{R}_2 \cdot n\text{SiO}_2$, 其中 R_2O 为碱金属氧化物, n 为二氧化硅与碱金属氧化物的物质的量之比,称为水玻璃的模数。 n 值越大,水玻璃的黏度越大,其黏结力、强度、耐酸和耐热性越高,但越难溶于水,施工越困难,难以保证工程质量。

建筑工程上常用的水玻璃是硅酸钠($\text{Na}_2 \cdot n\text{SiO}_2$)的水溶液,呈青灰色或淡黄色黏稠液体。常用的水玻璃模数为 2.6~3.0,密度为 1.35~1.50g/cm³。当水玻璃模数和密度不符合要求时,则应进行适当的调整。在建筑工程上有时也可使用硅酸钾水玻璃($\text{K}_2 \cdot n\text{SiO}_2$)的水溶液。

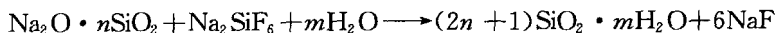
当水玻璃的密度太大或太小时,可采用加水稀释或加热浓缩的办法来调整。

二、水玻璃的硬化

水玻璃在空气中吸收二氧化碳,析出二氧化硅凝胶,并逐渐脱水干燥成为氧化硅而硬化。其化学反应如下:



由于空气中二氧化碳的浓度比较低,因此水玻璃的反应速率很慢、过程比较长。为加速水玻璃的硬化,常加入适量的氟硅酸钠(Na_2SiF_6)作为促凝剂,以加速二氧化硅的析出。其化学反应如下:



氟硅酸钠的适宜掺量为水玻璃的12%~15%,其技术指标如表1-8所列。如果掺量不足,不但硬化速度慢,而且硬化不充分,强度和耐水性均较低;如果掺量过多,则会造成施工困难,同时凝结过快、强度和抗渗性均降低。加入氟硅酸钠后,水玻璃的初凝时间可缩短到30~60min,终凝时间可缩短到240~360min,7d即可达到其最高强度。

表 1-8 氟硅酸钠的技术指标

项 目	技 术 指 标		项 目	技 术 指 标	
	一级	二级		一级	二级
外观及颜色	白色结晶颗粒	允许浅灰或浅黄色	氧化钠/%	≤3.0	≤5.0
纯度/%	≥95	≥90	水分/%	≤1.0	≤1.2
氟化钠/%	≤0.2	≤0.3	水不溶物/%	<0.5	—
氯化钠/%	≤0.2	≤0.3	细度	全部通过0.16mm的方孔筛	
硫酸钠/%	≤0.2	≤0.3	游离酸(折合HCl)/%	≤0.2	≤0.3

三、水玻璃的性质

水玻璃在凝结硬化后具有以下性质。

1. 黏结力强、强度较高

水玻璃在凝结硬化后,其主要成分为二氧化硅凝胶和氧化硅,硅酸凝胶能堵塞毛细孔,起到阻止水分渗透的作用,因而具有较高的黏结力和强度;工程实践证明,用水玻璃配制的混凝土,其抗压强度可达15~40MPa。

2. 具有极好的耐酸性

由于水玻璃硬化后的主要成分为二氧化硅,因此可以抵抗除氢氟酸、过热磷酸以外的几乎所有的无机酸和有机酸,是一种耐酸性能极好的建筑材料,可用于配制耐酸混凝土、耐酸砂浆和耐酸胶泥。

3. 具有良好的耐热性

水玻璃硬化后形成的二氧化硅网状骨架,在高温下不燃烧、不分解,且强度有所提高。可用于配制耐热混凝土、耐热砂浆和耐热胶泥。

4. 耐碱性和耐水性差

水玻璃在加入氟硅酸钠后,仍不能完全硬化,仍有一定量的 $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ 存在。由于 $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ 和 SiO_2 均可溶于碱,且 $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ 可溶于水,因此水玻璃硬化后耐碱性和耐水性均比较差。为提高其耐水性,常用中等浓度的酸对已硬化的水玻璃进行酸洗处理。

四、水玻璃的应用

水玻璃除可配制耐酸和耐热材料外,根据其以上优良的特性,还有以下主要用途。

1. 涂料其他材料的表面

以密度为 $1.3\text{g}/\text{cm}^3$ 的水玻璃,浸渍或涂刷水泥混凝土、天然石材、普通黏土砖等建筑材料的表面,不仅能提高材料的密实度、强度、耐水性,而且还可提高材料的抗渗性、抗冻性和耐久性。但是,石膏制品的表面不能涂刷水玻璃,因为硅酸钠与硫酸钙反应生成体积膨胀的硫酸钠,

会导致制品产生胀裂而破坏。

2. 能提高地基承载能力

将液体水玻璃与氯化钠溶液交替注入土壤中，水玻璃与氯化钠反应能吸收土壤中的水分，析出的硅酸胶体起到胶结和填充孔隙的作用，能有效地阻止水分渗透，明显提高土壤的密实度和地基的承载能力，是加固地基的良好材料。

3. 用于防腐蚀的工程

以水玻璃为胶凝材料，加入耐酸的填料和骨料，可以配制成耐酸浆体、耐酸砂浆和耐酸混凝土，广泛应用于化学、冶金、金属等防腐蚀要求较高的工程。

4. 用于高温耐热工程

在水玻璃中加入促凝剂和耐热的填料、骨料，可以配制成耐热砂浆、耐热混凝土和耐热胶泥，用于高炉基础、热工设备基础及围护结构等耐热工程。

五、水玻璃混凝土配合比

水玻璃耐酸混凝土是耐酸工程中最常用的材料，其配合比设计至今尚未有成熟固定的计算公式，大多数是根据试验由现场试配确定。根据对耐酸混凝土的基本要求，在进行耐酸混凝土配合比设计时必须考虑以下两点：一是应使耐酸混凝土具有良好的抗稀酸性、抗水稳定性，这是对耐酸混凝土的最基本的要求；二是应使耐酸混凝土具有适宜的强度，以满足结构在强度方面的要求，另外还应当满足施工和易性的要求。

水玻璃耐酸混凝土的配合比，一般可参考经验配合比选择，然后再通过试验进行调整，最后确定出适合的配合比。表 1-9 列出了水玻璃耐酸混凝土常用配合比，可供设计时参考。

表 1-9 水玻璃耐酸混凝土的经验配合比

名 称	配比 种类	配合比(质量比)						
		水玻璃	氟硅酸钠	耐 酸 填 料			耐 酸 骨 料	
				辉绿岩粉	辉绿岩粉与 石英粉 1 : 1	耐酸粉料	细骨料	粗骨料
水玻璃 混凝土	1	1.0	0.15~0.16	2.0~2.2			2.3	3.2
	2	1.0	0.15~0.16		1.8~2.0		2.4~2.5	3.2~3.3
	3	1.0	0.15~0.16			2.1~2.2	2.6~2.7	3.2~3.3

第二章 水硬性胶凝材料

水泥是国民经济建设中重要的建筑材料之一，广泛应用于建筑工程、道路工程、电力工程、港口工程、水利工程和国防工程等领域。水泥作为胶凝材料可用来制作混凝土、钢筋混凝土和预应力混凝土构件，也可用来配制各类砂浆用于建筑物的砌筑、抹面、装饰等。

水泥按其用途和性能分类，可分为通用水泥、专用水泥和特性水泥三大类。根据国家标准的水泥命名原则，水泥按其主要水硬性矿物名称，可分为硅酸盐系水泥、铝酸盐系水泥、硫酸盐系水泥、硫铝酸盐系水泥、铁铝酸盐系水泥和磷酸盐系水泥等。在我国的土木工程建设中最常用的是硅酸盐系水泥。

第一节 通用硅酸盐水泥

根据国家标准《通用硅酸盐水泥》(GB 175—2007/XG1—2009)中的规定，以硅酸盐水泥熟料和适量的石膏及规定的混合材料制成的水硬性胶凝材料，称为通用硅酸盐水泥。通用硅酸盐水泥按混合材料的品种和掺量分为硅酸盐水泥、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。

通用硅酸盐水泥的各品种的组分和代号应符合 2-1 的规定，通用硅酸盐水泥的技术性能应符合表 2-2 的规定。

表 2-1 通用硅酸盐水泥的各品种的组分和代号

水泥品种	代号	组分(质量分数)/%				
		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	≥95	5	—	—	—
		≥95	—	—	—	≤5
普通硅酸盐水泥	P·O	≥80 且 <95	>5 且 ≤20 ^①			
矿渣硅酸盐水泥	P·S·A	≥50 且 <80	>20 且 ≤50 ^②	—	—	—
	P·S·B	≥30 且 <50	>50 且 ≤70 ^③	—	—	—
火山灰质硅酸盐水泥	P·P	≥60 且 <80	—	>20 且 ≤40	—	—
粉煤灰硅酸盐水泥	P·F	≥60 且 <80	—	—	>20 且 ≤40 ^④	—
复合硅酸盐水泥	P·C	≥50 且 <80	>20 且 ≤50 ^⑤			

① 本组分材料为符合 GB 175 第 5.2.3 条的活性混合材料，其中允许用不超过水泥质量 8% 且符合 GB 175 第 5.2.4 条的活性混合材料或不超过水泥质量 5% 且符合 GB 175 第 5.2.5 条的窑灰代替。

② 本组分材料为符合 GB/T 203 或 GB/T 18046 的活性混合材料，其中允许用不超过水泥质量 8% 且符合本标准第 5.2.3 条的活性混合材料或符合本标准第 5.2.4 条的非活性混合材料或符合本标准第 5.2.5 条的窑灰中的任一种材料代替。

③ 本组分材料为符合 GB/T 2847 的活性混合材料。

④ 本组分材料为符合 GB/T 1596 的活性混合材料。

⑤ 本组分材料为由两种（含）以上符合 GB 175 第 5.2.3 条的活性混合材料或/和符合 GB 175 第 5.2.4 条的非活性混合材料组成，其中允许用不超过水泥质量 8% 且符合 GB 175 第 5.2.5 条的窑灰代替。掺矿渣时混合材料掺量不得与矿渣硅酸盐水泥重复。