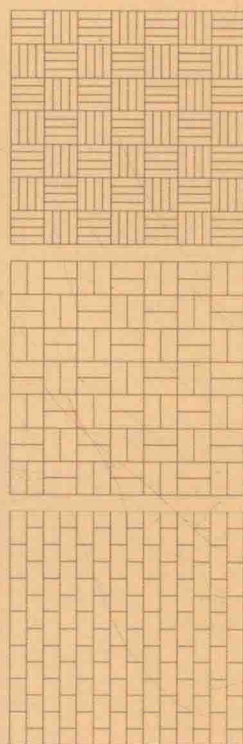
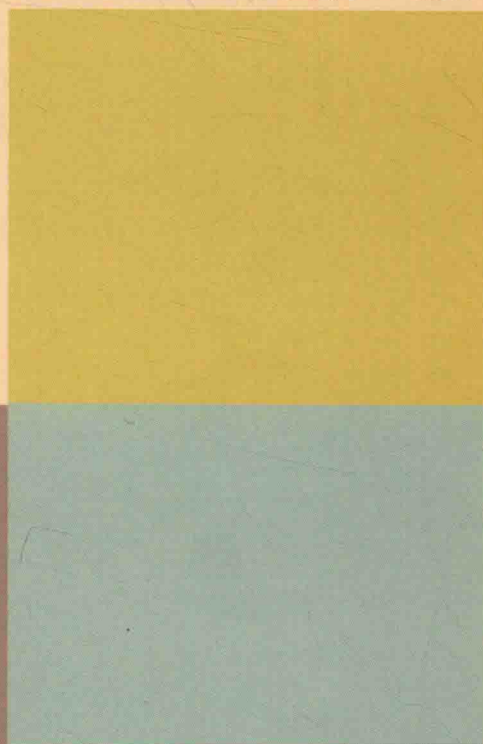


Yuanlin Gongcheng Cailiao Yu Yingyong

园林工程材料与应用

郭春华 刘小冬 吕建根 编著



中国建筑工业出版社

园林工程材料与应用

郭春华 刘小冬 吕建根 编著



中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

园林工程材料与应用 / 郭春华, 刘小冬, 吕建根编著. — 北京: 中国建筑工业出版社, 2018.1

ISBN 978-7-112-21649-9

I. ①园… II. ①郭… ②刘… ③吕… III. ①园林建筑—建筑材料
IV. ①TU986.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第313404号

本书讲述园林材料基本知识及各种材料产品的分类与工程应用, 内容共分七章。第一章为园林工程基本材料, 介绍了各种园林基本材料的概念、分类、特性及应用范围。第二章至第七章为常用园林材料产品及应用, 分别是饰面工程材料、砌筑工程材料、山石景观工程材料、景观生态工程材料、给水排水工程材料和供电工程材料的种类、规格、外观、施工工艺及工程应用特点。本书结构合理、内容适中、浅显易懂, 适于园林、风景园林、景观设计等专业大中专院校学生以及园林、景观设计与施工人员作为教材或参考书籍。

责任编辑: 李杰 兰丽婷

责任设计: 谷有稷

责任校对: 张颖

园林工程材料与应用

郭春华 刘小冬 吕建根 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京海淀三里河路9号)

各地新华书店、建筑书店经销

北京京点图文设计有限公司制版

北京市密东印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 13½ 插页: 10 字数: 385千字

2018年3月第一版 2018年3月第一次印刷

定价: 62.00元

ISBN 978-7-112-21649-9

(31296)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前言

园林工程材料作为表达设计的基本单元和主要的物质基础，与园林景观设计之间有着相辅相成的关系，合理的材料应用是建造优秀工程的基础。随着科技的进步和时代的发展，园林材料也在不断的更新和发展中，极大地丰富了园林景观的形式和内容，使现代园林呈现出崭新的面貌。通过园林景观材料合理的选择和应用，可以优化园林景观，体现园林特色，创造出优美的园林空间。

本书紧跟时代发展，立足园林景观设计和建设中对材料的合理应用，强调材料的分类知识、基本特点及产品的实际应用，帮助园林设计者客观而全面地认识园林工程材料，了解材料的本质特征，探求材料使用的基本规律。本书是一本园林工程材料基础性读物，编写结构分为材料基础知识的介绍和材料品种及应用两大部分，知识体系前后层次清晰、关联度高，内容浅显易懂。在材料的基础知识部分，注重材料基本知识的了解，易于理解掌握；在材料工程运用部分，侧重具体园林材料产品的种类、规格、加工工艺等知识点，强调各种材料产品在园林工程中的应用知识。本书结合中国主要城市和美国、日本、新加坡等园林景观中材料运用的经典案例和最新的工程实例，采用图文并茂的形式，结合当前风景园林学科的发展现状与趋势，对目前应用广泛的园林工程材料产品及应用进行了介绍，并在传统材料的基础上增加了景观生态工程材料等新内容。在编写时力求深入浅出、通俗易懂，加强其实用性，在阐述基础知识的基础上，以应用为重点，做到理论联系实际，书稿内容具有直观、全面、新颖的特色，重点在于帮助读者认识材料，并能恰当地应用各种材料。通过本书，读者可以快速了解掌握园林工程材料的基本知识，快速查找并学习各种常见园林材料产品及应用的相关知识。

书中第一章由吕建根编写，第二章至第五章由郭春华编写，第六章和第七章由刘小冬编写，全书由郭春华统稿。仲恺农业工程学院研究生陈泽洲、区盛光绘制了书中部分插图。本书在编著过程中，参考了相关图书和其他文献资料，在此表示衷心感谢。由于作者水平有限，书中难免存在错漏之处，敬请广大读者批评指正。

目 录

前 言

第一章 园林工程基本材料	1
第一节 水泥	1
第二节 石灰	4
第三节 砂浆	7
第四节 混凝土	11
第五节 砖	14
第六节 金属材料	23
第七节 防水材料	30
第八节 石材	35
第九节 木材	40
第十节 陶瓷	46
第十一节 玻璃	50
第二章 饰面工程材料	56
第一节 饰面石材	56
第二节 铺地砖材	78
第三节 饰面陶瓷砖	82
第四节 饰面木材	85
第三章 砌筑工程材料	92
第一节 砌筑砖材	92
第二节 砌筑石材	102
第三节 砌块	108
第四章 山石景观工程材料	111
第一节 山石材料	111
第二节 置石与假山结构材料	117

第五章	景观生态工程材料	124
第一节	土工布网材料.....	124
第二节	土工格框材料.....	132
第三节	生态织袋材料.....	136
第四节	疏水排水材料.....	140
第五节	生态建筑工程材料.....	146
第六章	给水排水工程材料	155
第一节	给水排水管材.....	155
第二节	喷泉工程材料.....	167
第三节	喷灌工程材料.....	176
第四节	动力与控制设备.....	181
第七章	供电工程材料	189
第一节	园林灯具.....	189
第二节	供电导线.....	203
第三节	控制设备.....	207
参考文献		209

第一章 园林工程基本材料

第一节 水泥

一、水泥的概念

水泥为粉状水硬性无机胶凝材料，加水搅拌成浆体后能在空气或水中硬化，用以将砂、石等散粒材料胶结成砂浆或混凝土。长期以来，它作为一种重要的胶凝材料，广泛应用于园林工程、土木建筑、水利、国防等工程。正确合理地选用水泥将对提高园林工程质量和降低工程造价非常重要。

二、水泥的分类

(一) 水泥分类

水泥按用途和性能可分为通用水泥、专用水泥、特性水泥三大类：

(1) 通用水泥：一般土木建筑工程通常采用的水泥。通用水泥主要是指《通用硅酸盐水泥》GB 175—2007 规定的六大类水泥，即硅酸盐水泥、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。

(2) 专用水泥：专门用途的水泥。如 G 级油井水泥、道路硅酸盐水泥。

(3) 特性水泥：某种性能比较突出的水泥。如快硬硅酸盐水泥、低热矿渣硅酸盐水泥、膨胀水泥、白色水泥和彩色水泥等。

(二) 通用水泥

目前，我国园林建筑工程中常用的是通用水泥，也称通用硅酸盐水泥，它是以通用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。根据《通用硅酸盐水泥》GB 175—2007/XG 1—2009 规定，通用硅酸盐水泥按其掺用混合料的品种和掺量不同，分为六大类，其分类、代号及强度等级见表 1-1-1，强度等级中 R 表示早强型。

通用硅酸盐水泥的分类、代号及强度等级

表 1-1-1

水泥分类名称	简称	代号	强度等级
硅酸盐水泥	硅酸盐水泥	P·I、P·II	42.5、42.5R、52.5、52.5R、62.5、62.5R
普通硅酸盐水泥	普通水泥	P·O	42.5、42.5R、52.5、52.5R
矿渣硅酸盐水泥	矿渣水泥	P·S·A、P·S·B	32.5、32.5R、42.5、42.5R、52.5、52.5R
火山灰质硅酸盐水泥	火山灰水泥	P·P	
粉煤灰质硅酸盐水泥	粉煤灰水泥	P·F	
复合硅酸盐水泥	复合水泥	P·C	

1. 硅酸盐水泥

由硅酸盐水泥熟料、石灰石或粒化高炉矿渣（含量 $\leq 5\%$ ）、适量石膏磨细制成的水硬性凝胶材料，称为硅酸盐水泥。硅酸盐水泥又分为两类，未掺入混合材料的称Ⅰ型硅酸盐水泥，代号为P·I；掺入不超过水泥质量5%的混合材（粒化高炉矿渣或石灰石）的称为Ⅱ型硅酸盐水泥，代号为P·II。

2. 普通硅酸盐水泥

普通硅酸盐水泥代号为P·O。与硅酸盐水泥特点差不多，只是其中加入了大于5%且不超过20%的活性混合材，其中允许用不超过水泥质量8%的非活性混合材或不超过水泥质量5%的窑灰代替部分活性混合材。所以成本比硅酸盐水泥低，强度和水化热有所减小。

3. 矿渣硅酸盐水泥

简称矿渣水泥，由硅酸盐水泥熟料、粒化高炉矿渣（大于20%且不超过70%）、适量石膏磨细制成。矿渣硅酸盐水泥分为两个类型，加入大于20%且不超过50%的粒化高炉矿渣的为A型，代号为P·S·A；加入大于50%且不超过70%的粒化高炉矿渣的为B型，代号为P·S·B。其中允许用不超过水泥质量8%的活性混合材、非活性混合材或窑灰中的任何一种材料代替部分矿渣。

4. 火山灰质硅酸盐水泥

简称火山灰水泥，由硅酸盐水泥熟料和火山灰质混合材料、适量石膏磨细制成。水泥中火山灰质混合材料掺加量按质量百分比应大于20%且不超过40%。火山灰质硅酸盐水泥代号为P·P。

5. 粉煤灰硅酸盐水泥

简称粉煤灰水泥，由硅酸盐水泥熟料和粉煤灰、适量石膏磨细制成。水泥中粉煤灰掺加量按质量百分比应大于20%且不超过40%。粉煤灰硅酸盐水泥代号为P·F。

6. 复合硅酸盐水泥

简称复合水泥，由硅酸盐水泥熟料和粉煤灰混合材料、适量石膏磨细制成。水泥中混合材料总掺加量按质量百分比应大于20%且不超过50%。其中允许用不超过水泥质量8%的窑灰代替部分混合材料；掺矿渣时混合材料掺量不得与矿渣硅酸盐水泥重复。复合硅酸盐水泥代号为P·C。

（三）白色和彩色水泥

园林建筑工程中除了经常用到上述的通用硅酸盐水泥外，为了满足某些园林工程的特殊性能要求，还经常用到具有特殊性能的水泥，最常用的是白色硅酸盐水泥和彩色硅酸盐水泥，其分类、代号及强度等级如表1-1-2所示。

特殊水泥的分类、代号及强度等级

表1-1-2

水泥分类名称	简称	代号	强度等级
白色硅酸盐水泥	白水泥	P·W	32.5、42.5、52.5
彩色硅酸盐水泥	彩色水泥		27.5、32.5、42.5

三、水泥的特性

（一）通用水泥性能

因掺用混合料的种类、掺量不同，不同品种的通用硅酸盐水泥性能有较大差别，六大通

用硅酸盐水泥的主要特性见表 1-1-3。

通用硅酸盐水泥的主要特性

表 1-1-3

名称	主要特性
硅酸盐水泥	凝结硬化快、早期强度高；水化热大；抗冻性好；耐热性差；耐腐蚀性差；干缩性较小
普通水泥	凝结硬化较快、早期强度较高；水化热较大；抗冻性较好；耐热性较差；耐腐蚀性较差；干缩性较小
矿渣水泥	凝结硬化慢、早期强度低、后期强度增长较快；水化热较小；抗冻性差；耐热性好；耐腐蚀性较好；干缩性较大；泌水性大、抗渗性差
火山灰水泥	凝结硬化慢、早期强度低、后期强度增长较快；水化热较小；抗冻性差；耐热性较差；耐腐蚀性较好；干缩性较大；抗渗性较好
粉煤灰水泥	凝结硬化慢、早期强度低、后期强度增长较快；水化热较小；抗冻性差；耐热性较差；耐腐蚀性较好；干缩性较小；抗裂性较高
复合水泥	凝结硬化慢、早期强度低、后期强度增长较快；水化热较小；抗冻性差；耐腐蚀性较好；其他性能与所掺入的两种或两种以上混合料的种类、掺量有关

(二) 白色和彩色水泥性能

白色硅酸盐水泥是以铁含量少的硅酸盐水泥熟料、适量石膏及混合材料磨细所得的水硬性胶凝材料。磨制水泥时，允许加入不超过水泥质量 5% 的石灰石或窑灰做外加物，并且还允许加入起助磨作用而不损害水泥性能的助磨剂，根据 2007 年颁布的国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175—2007 的规定“水泥中允许掺加不超过水泥质量 0.5% 的助磨剂”。白水泥的性能与普通硅酸盐水泥的性能基本相同。

彩色硅酸盐水泥生产方法有间接法和直接法。间接法是用白色硅酸盐水泥熟料、石膏和颜料共同磨细而成。颜料有有机和无机两类。有机颜料有孔雀蓝、天津绿等，无机颜料有氧化铁、二氧化锰、氧化铬、钴蓝、群青蓝、炭黑等。一般有机颜料着色性强、色彩鲜艳，无机颜料则耐久性好。对颜料的性能要求为着色性强，不溶于水，耐碱和耐大气稳定性好，不破坏水泥的组成和性能。直接法是在白水泥生料中加入少量金属氧化物作为着色剂，直接烧成彩色熟料后再磨成水泥。其性能与普通硅酸盐水泥的性能基本相同。

四、水泥的应用

常见硅酸盐水泥的特点及使用见表 1-1-4。

常用硅酸盐水泥的应用

表 1-1-4

混凝土工程的特点或所处的环境条件		优先选用	可以使用	不宜使用
普通混凝土	1 在普通气候环境中的混凝土	普通水泥	矿渣水泥、火山灰水泥、粉煤灰水泥、复合水泥	
	2 在干燥环境中的混凝土	普通水泥	矿渣水泥	火山灰水泥、粉煤灰水泥
	3 在高湿度环境中或长期处于水中的混凝土	矿渣水泥、火山灰水泥、粉煤灰水泥、复合水泥	普通水泥	
	4 厚大体积的混凝土	矿渣水泥、火山灰水泥、粉煤灰水泥、复合水泥		硅酸盐水泥

续表

混凝土工程的特点或所处的环境条件		优先选用	可以使用	不宜使用	
有特殊要求的混凝土	1	要求快硬早强的混凝土	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	高强（大于C50级）的混凝土	硅酸盐水泥	普通水泥、矿渣水泥	火山灰水泥、粉煤灰水泥
	3	严寒地区的露天混凝土，寒冷地区的处在水位升降范围内的混凝土	普通水泥	矿渣水泥	火山灰水泥、粉煤灰水泥
	4	严寒地区处在水位升降范围内的混凝土	普通水泥（不低于42.5级）		矿渣水泥、火山灰水泥、粉煤灰水泥、复合水泥
	5	有抗渗要求的混凝土	普通水泥、火山灰水泥		矿渣水泥
	6	有耐磨性要求的混凝土	硅酸盐水泥、普通水泥	矿渣水泥	火山灰水泥、粉煤灰水泥
	7	受侵蚀介质作用的混凝土	矿渣水泥、火山灰水泥、粉煤灰水泥、复合水泥		硅酸盐水泥

白色和彩色硅酸盐水泥主要应用于园林建筑装饰工程中，常用于配制各类彩色水泥浆、水泥砂浆，用于饰面刷浆或陶瓷铺贴的勾缝，配制装饰混凝土、彩色水刷石、人造大理石及水磨石等制品，并以其特有的色彩装饰性，用于雕塑艺术和各种装饰部件。

彩色硅酸盐水泥可直接配制各种颜色的装饰工程材料，而白色水泥则需加入各种矿物颜料来配制各类彩色装饰工程材料。

第二节 石灰

一、石灰的概念

石灰是人类在建筑中最早使用的胶凝材料之一，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。另外，也可以利用化学工业副产品，例如用电石（碳化钙）制取乙炔时的电石渣，其主要成分是氢氧化钙。

二、石灰的分类

（一）按加工方法分类

石灰按加工方法，可分为以下4种，其特性见表1-2-1。

（1）建筑生石灰：将以含碳酸钙为主的天然岩石，在高温下煅烧而得的块状石灰，其主要成分为氧化钙（CaO）。它是生产其他石灰产品的原料。

（2）建筑生石灰粉：以建筑生石灰为原料，经研磨所得的生石灰粉。一般细度达到0.08mm方孔筛，筛余量小于15%。由于其颗粒细小，遇水后可直接消化，多用于石灰制品的生产。

（3）建筑消石灰粉：以建筑生石灰为原料，经消化所制得的消石灰粉。

（4）石灰浆：将生石灰加大量水（为生石灰体积的3~4倍）消化而得的可塑性浆体，也称为石灰膏，如果水分加的更多，则呈白色悬浮液，称为石灰乳。

不同石灰产品的状态、成分与用途

表 1-2-1

产品名称	物理状态	有效成分	主要用途
建筑生石灰	灰白色块状	CaO、MgO	生产其他石灰产品
建筑生石灰粉	白色或灰白色粉末	CaO、MgO	生产石灰膏或硅酸盐制品
建筑消石灰粉	白色粉末	Ca(OH) ₂ 、Mg(OH) ₂	制作石灰土、三合土、硅酸盐制品
石灰浆	白色浆体	Ca(OH) ₂ 、Mg(OH) ₂	抹面、刷浆与砌筑胶结材料

(二) 按化学成分分类

石灰按照化学成分,可分为钙质石灰和镁质石灰两类,根据化学成分的含量每类又分成各个等级(表 1-2-2)。

(1) 钙质石灰:指 MgO 含量不超过 5% 的生石灰;或 MgO 含量不超过 4% 的消石灰粉。

(2) 镁质石灰:指 MgO 含量大于 5% 的生石灰;或 MgO 含量在 4% ~ 24% 的消石灰粉。

建筑生石灰的分类

表 1-2-2

类别	名称	代号
钙质石灰	钙质石灰 90	CL90
	钙质石灰 85	CL85
	钙质石灰 75	CL75
镁质石灰	镁质石灰 85	ML85
	镁质石灰 80	ML80

三、石灰的特性

1. 可塑性和保水性好

生石灰熟化成石灰浆时,能自动形成颗粒极细的呈胶体分散状态的氢氧化钙,表面吸附一层水膜。因此,用石灰调成的石灰砂浆,其突出优点是具有良好的可塑性。若在水泥砂浆中掺入石灰膏,可使砂浆的可塑性和保水性显著提高。

2. 硬化慢、强度较低

从石灰浆体的硬化过程可以看出,由于空气中二氧化碳稀薄,碳化甚为缓慢,而且表面碳化后,形成的紧密外壳不利于碳化作用进一步深入和内部水分的蒸发,因此,石灰是一种硬化缓慢的胶凝材料。受潮后石灰中的氧化钙及氢氧化钙会溶解,强度更低,在水中还会溃散。所以,石灰不宜在潮湿的环境中使用,也不宜单独用于建筑物的基础。

石灰熟化时的大量多余水分在硬化后蒸发,在石灰体内留下大量的孔隙,所以硬化后的石灰体密度小,硬化后的强度不高,1 : 3 的石灰砂浆 28d 抗压强度通常只有 0.2 ~ 0.5MPa。

3. 硬化时体积收缩大

石灰浆硬化过程中,大量水分蒸发,使内部网状毛细管失水收缩,从而引起显著的体积收缩,导致表面开裂。因此,除调成石灰乳做薄层涂刷外,石灰不宜单独使用。工程上常在其中掺入骨料和各种纤维材料,以减少石灰硬化时的体积收缩。

4. 耐水性差

由于石灰浆体硬化慢、强度低,尚未硬化的石灰浆体处于潮湿环境中,石灰中的水分蒸

发不出去,因此不会产生硬化;已经硬化的石灰,大部分是尚未碳化的氢氧化钙,由于氢氧化钙可溶于水,这会使得石灰硬化体遇水产生溃散,因而石灰的耐水性差。

5. 吸湿性强

块状生石灰在放置过程中,会缓慢吸收空气中的水分而自动熟化成消石灰粉,再与空气中的二氧化碳作用生成碳酸钙,失去胶结能力。因此,在储存生石灰时,不但要防止受潮,而且不宜储存过久。通常的做法是将生石灰运到工地(或熟化工厂)后立即熟化成石灰浆,使储存期变为陈伏期。由于生石灰受潮熟化时放出大量的热且体积膨胀,所以储存和运输生石灰时要注意安全。

四、石灰的应用

1. 配制石灰乳涂料

将消石灰粉或熟化后的石灰膏加入适量的水搅拌稀释后,成为石灰乳。石灰乳是一种廉价易得的涂料,施工简便且颜色洁白,主要用于内墙和顶棚的刷白,增加室内美观度和亮度。

2. 配制石灰砂浆或水泥混合砂浆

由于石灰膏和消石灰粉中的氢氧化钙颗粒非常小,调水后石灰具有良好的可塑性和粘结性,常将其配制成砂浆,用于墙体的砌筑和抹面。在石灰膏或消石灰粉中,掺入砂和水拌和后,可制成石灰砂浆;在水泥砂浆中掺入石灰膏后,可制成水泥混合砂浆,在园林建筑工程中用量都很大。

3. 拌制石灰土和三合土

熟石灰粉可用来拌制石灰土(熟石灰+黏土)和三合土(熟石灰+黏土+砂、石或炉渣等填料)。常用的三七灰土和四六灰土,分别表示熟石灰和砂土体积比例为3:7和4:6。由于黏土中含有的活性氧化硅和活性氧化铝与氢氧化钙反应可生成水硬性产物,使黏土的密实程度、强度和耐水性得到改善,因此灰土和三合土广泛用于建筑的基础和道路的垫层。

4. 生产硅酸盐制品

以石灰(消石灰粉或生石灰粉)与硅质材料(砂、粉煤灰、火山灰、矿渣等)为主要原料,经过配料、拌和、成型和养护后可制得砖、砌块等各种制品。因内部的胶凝物质主要是水化硅酸钙,所以称为硅酸盐制品,常用的有蒸压灰砂砖、粉煤灰砖、加气混凝土等,主要用作墙体材料。

5. 生产灰砂砖

灰砂砖是磨细生石灰或消石灰粉与天然砂配合均匀,搅拌加水,再经陈伏、加压成型和经压蒸处理而成,灰砂砖是一种技术成熟、性能优良、节能的新型建筑材料,适用于各类民用建筑、公用建筑和工业厂房的内、外墙及房屋的基础,是替代烧黏土砖的产品。

6. 碳化石灰板

碳化石灰板是将磨细生石灰、纤维状填料(如玻璃纤维)或轻质骨料(如矿渣)搅拌成型,然后用二氧化碳进行人工碳化(12~14h)而成的一种轻质板材,为了减轻表观密度和提高碳化效果,多制成空心板,这种板适于做非承重隔墙板、顶棚等。

7. 制作无熟料水泥

石灰还可以用来配制无熟料水泥,如石灰矿渣水泥、石灰粉煤灰水泥、石灰火山灰水泥等。这类水泥的水硬性、强度等性能取决于原料的性质和配合比,其强度等级一般都较低,早期强度不高,但后期强度较高,抗水性、耐腐蚀性和耐热性较好,而抗冻性、大气稳定性较

差,易风化,不宜长期贮存。适用于地下、水中和潮湿环境中的建筑工程,也可用于制作地坪、路面以及一般建筑;不适用于冻融交替频繁、要求早期强度较高、长期处于干燥地区的建筑工程。

8. 加固软土地基

生石灰块可直接用来加固含水的软土地基,称为石灰桩。它是在桩孔内灌入生石灰块,利用生石灰吸水熟化时体积膨胀的性能产生膨胀压力,从而使地基加固。

9. 制造静态破碎剂和膨胀剂

利用过烧石灰水化慢且同时伴随体积膨胀的特性,可用它来配制静态破碎剂和膨胀剂。这种破碎剂可用于混凝土和钢筋混凝土构筑物的拆除,以及对岩石的破碎和切割。

第三节 砂浆

一、砂浆的概念

砂浆是由胶凝材料、细骨料、掺加料和水按适当比例配制而成的建筑材料。砂浆是现代建筑工程中应用最广泛的材料之一,主要用于砌筑墙柱等砌体和装饰建筑表面,也可用作防水、隔热等特殊用途。拌制砂浆的胶凝材料主要有水泥和石灰,砌筑用水泥砂浆采用的水泥,其标号应为砂浆强度等级的4~5倍,强度等级不宜大于32.5级;水泥混合砂浆采用的水泥,其强度等级不宜大于42.5级。水泥强度等级过高,将使水泥用量不足而导致保水性不良。细骨料主要是天然砂,所配制的砂浆称为普通砂浆。砂的最大粒径应小于砂浆厚度的 $1/4 \sim 1/5$,一般不大于2.5mm。作为勾缝和抹面用的砂浆,最大粒径不超过1.25mm,砂的粗细程度对水泥用量、和易性、强度和收缩性影响很大。掺加料(外加剂)是一种添加在水泥及砂子中,用以改善水泥砂浆性能的添加剂,可显著改善砂浆和易性,克服砂浆空鼓、开裂等现象。

二、砂浆的分类

(一) 按所用胶凝材料分类

砂浆按所用胶凝材料可分为:

(1) 石灰砂浆。由石灰膏、砂和水按一定配比制成,一般用于强度要求不高、不受潮湿的砌体和抹灰层。

(2) 水泥砂浆。由水泥、砂和水按一定配比制成,一般用于潮湿环境或水中的砌体、墙面或地面等。

(3) 混合砂浆。由水泥、石灰、砂和水按一定配比制成,砂浆中也可掺加适当掺合料如粉煤灰等,以节约水泥或石灰用量,并改善砂浆的和易性。常用的混合砂浆有水泥石灰砂浆、水泥黏土砂浆和石灰黏土砂浆等。石灰不仅作为胶凝材料,更主要的是使砂浆具有良好的保水性。

(二) 按用途分类

砂浆按用途可分为砌筑砂浆、抹面砂浆及特种砂浆等。

1. 砌筑砂浆

将砖、石、砌块等粘结成为砌体的砂浆称为砌筑砂浆。砌体的承载能力不仅取决于砖、

石等块体强度，而且与砂浆强度有关。砌筑砂浆应根据工程类别及砌体部位的设计要求来选择砂浆的强度等级，再按所选择的砂浆强度等级确定其配合比。

2. 抹面砂浆

抹面砂浆也称抹灰砂浆，以薄面抹在建筑物内外表面，既可保护建筑物，增加建筑物的耐久性，又可使其表面平整、光洁美观。根据建筑的不同部位，抹面砂浆的配合比要求不同（表 1-3-1）。为了便于施工，要求抹面砂浆具有良好的和易性，与基底材料有足够的粘结力，长期使用不致开裂或脱落。因此，抹面中常需加入纤维材料，如纸筋、麻刀等。抹面砂浆按其功能的不同可分为普通抹面砂浆、装饰砂浆等。

(1) 普通抹面砂浆。普通抹面砂浆主要是为了保护建筑物结构主体免遭各种侵蚀，提高建筑物的耐久性，使表面平整美观，改善建筑物的外观形象。包括石灰砂浆、水泥砂浆、混合砂浆、麻刀石灰浆、纸筋石灰浆等。

(2) 装饰砂浆。用于室内外装饰，以增加建筑物美感为主要目的的砂浆称为装饰砂浆。装饰砂浆与抹面砂浆的主要区别在面层，装饰砂浆可以形成不同色彩和质感的具有特殊效果的建筑表面形式。装饰砂浆常以白水泥、彩色水泥、石膏、普通水泥、石灰等为胶凝材料，以白色、浅色或彩色的天然砂、石屑或特制的塑料色粒为骨料配制而成。利用不同矿物颜料可以调制成多种色彩，通过喷涂、滚涂、弹涂等表面装饰新工艺，使建筑表面呈现出各种不同的色彩、线条和花纹等装饰效果。常见的装饰砂浆有彩色抹面、水刷石、斩假石、干粘石、水磨石等。

各种抹面砂浆配合比参考

表 1-3-1

材 料	配合比（体积比）	应用范围
石灰：砂	1：2 ~ 1：4	用于砖石墙面（檐口、勒脚、女儿墙及潮湿房间的墙除外）
石灰：黏土：砂	1：4：4 ~ 1：1：8	干燥环境的墙表面
石灰：水泥：砂	1：0.5：4.5 ~ 1：1：5	用于檐口、勒脚、女儿墙及潮湿的部分
水泥：砂	1：3 ~ 1：2.5	用于浴室、潮湿房子的墙裙、勒脚及比较潮湿的部分
水泥：砂	1：2 ~ 1：1.5	用于地面、顶棚或墙面面层
水泥：砂	1：0.5 ~ 1：1	用于混凝土地面随时压光
水泥：白石子	1：2 ~ 1：1	用于水磨石（打底用 1：2.5 水泥砂浆）
水泥：白云灰：白石子	1：(0.5 ~ 1)：(1.5 ~ 2)	用于水刷石（打底用 1：0.5：3.5）
水泥：白石子	1：1.5	用于剁石（打底用 1：2 ~ 1：2.5 水泥砂浆）

3. 特种砂浆

特种砂浆是为适用某种特殊功能要求而配制的砂浆，特种砂浆有很多品种，如防水、隔热等功能。

(1) 防水砂浆。一种制作防水层的抗渗性高的砂浆。常用于地下工程、水池、地下管道、沟渠、隧道或水塔的防水。砂浆防水层常用于不受振动和具有一定刚度的混凝土与砖石砌体的表面，砂浆防水层又称刚性防水层。

(2) 隔热砂浆。以水泥、石灰、石膏等胶凝材料与膨胀珍珠岩、膨胀蛭石、火山渣、浮岩或陶粘砂等轻质多孔骨料，按一定比例配制。隔热砂浆导热系数为 $0.07 \sim 0.10W/(m \cdot K)$ 。

隔热砂浆具有轻质和保温隔热性能，可用于屋面隔热层、隔热墙壁或供热管道的隔热层等处。

(3) 吸声砂浆。由水泥、石膏、砂、锯末配制成的砂浆，称为吸声砂浆。在石灰、石膏砂浆中掺入玻璃纤维、矿物棉等松软纤维材料，也可得到吸声砂浆。由轻质多孔骨料配制成的隔热砂浆也具有吸声性能。吸声砂浆用于有吸声要求的建筑物室内墙壁和顶棚的抹灰。

(4) 耐腐蚀砂浆。由普通硅酸盐水泥，密实的石灰岩、石英岩、火成岩之类的砂和粉料，掺入水玻璃（硅酸钠）、氟硅酸钠配制的砂浆，称为耐腐蚀砂浆。耐腐蚀砂浆多用作衬砌材料、耐酸地面和耐酸容器的内壁防护层。

三、砂浆的技术性质

砂浆的技术性质包括新拌砂浆的和易性，硬化后砂浆的抗压强度、粘结强度和变形性能。

(一) 新拌砂浆的和易性

新拌砂浆的和易性是指在搅拌运输和施工过程中不易产生分层、析水现象，并且易于在粗糙的砖、石等表面上铺成均匀薄层的综合性能。通常用流动性和保水性两项指标表示。

1. 流动性

流动性指砂浆在自重或外力作用下是否易于流动的性能。砂浆流动性实质上反映了砂浆的稠度。流动性的大小以砂浆稠度测定仪的圆锥体沉入砂浆中深度的毫米数来表示，称为稠度（沉入度）。砂浆流动性的选择与基底材料种类、施工条件以及天气情况等有关。对于多孔吸水的砌体材料和干热的天气，则要求砂浆的流动性大一些；相反对于密实不吸水的砌体材料和湿冷的天气，要求砂浆的流动性小一些。影响砂浆流动性的主要因素有胶凝材料及掺加料的品种和用量，砂的粗细程度、形状及级配，用水量，外加剂品种与掺量，搅拌时间等。可参考表 1-3-2 和表 1-3-3 选择砂浆的流动性。

砌筑砂浆流动性要求

表 1-3-2

砌体种类	砂浆稠度 (mm)
烧结普通砖砌体	70 ~ 90
石砌体	30 ~ 50
轻骨料混凝土小型空心砌块砌体、蒸压加气混凝土砌块砌体	60 ~ 90
烧结多孔砖、空心砖砌体	60 ~ 80
混凝土砖砌体、普通混凝土小型空心砌块砌体、灰砂砖砌体	50 ~ 70

抹面砂浆流动性要求

表 1-3-3

抹灰工程	砂浆稠度 (mm)	
	机械施工	手工操作
准备层	80 ~ 90	110 ~ 120
底层	70 ~ 80	70 ~ 80
面层	70 ~ 80	90 ~ 100
石膏浆面层	—	90 ~ 120

2. 保水性

砂浆的保水性指新拌砂浆保存水分的能力,也表示砂浆中各组成材料是否易分离的性能。新拌砂浆在存放、运输和使用过程中,都必须保持其水分不致很快流失,才能便于施工操作且保证工程质量。如果砂浆保水性不好,在施工过程中很容易泌水、分层、离析或水分易被基面所吸收,使砂浆变得干稠,致使施工困难,同时影响胶凝材料的正常水化硬化,降低砂浆本身强度以及与基层的粘结强度。因此,砂浆要具有良好的保水性。一般来说,砂浆内胶凝材料充足,尤其是掺加了石灰膏和黏土膏等掺合料后,砂浆的保水性均较好,砂浆中掺入加气剂、微沫剂、塑化剂等也能改善砂浆的保水性和流动性。

但是砌筑砂浆的保水性并非越高越好,对于不吸水基层的砌筑砂浆,保水性太高会使得砂浆内部水分早期无法蒸发释放,从而不利于砂浆强度的增长,并且增大了砂浆的干缩裂缝,降低了砌体的整体性。砂浆的保水性用分层度表示。分层度的测定是将已测定稠度的砂浆装入分层度筒内(分层度筒内径为150mm,分为上下两节,上节高度为200mm,下节高度为100mm),轻轻敲击筒周围1~2下,刮去多余的砂浆并抹平。静置30min后,去掉上部200mm砂浆,取出下部剩余100mm砂浆,倒入搅拌锅中搅拌2min再测稠度,前后两次测得的稠度差值即为砂浆的分层度(以mm计)。砂浆合理的分层度应控制在10~30mm,分层度大于30mm的砂浆容易离析、泌水、分层或水分流失过快,不便于施工;分层度小于10mm的砂浆硬化后容易产生干缩裂缝。

(二) 硬化后砂浆的技术性质

1. 抗压强度

砌筑砂浆的强度用抗压强度等级来表示。砂浆强度等级是以边长为70.7mm的立方体试块,在标准养护条件下(温度 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度95%以上),用标准试验方法测得28d龄期的抗压强度值(单位为MPa)确定。砌筑砂浆按抗压强度划分为M20、M15、M10、M7.5、M5、M2.5等6个强度等级。一般情况下,多层建筑物墙体选用M2.5~M15的砌筑砂浆;砖石基础、检查井、雨水井等砌体,常采用M5砂浆;工业厂房、变电所、地下室等砌体选用M2.5~M10的砌筑砂浆;二层以下建筑常用M2.5以下砂浆;简易平房、临时建筑可选用石灰砂浆;一般高速公路修建排水沟使用M7.5强度等级的砌筑砂浆。

2. 粘结强度

由于砖、石、砌块等材料是靠砂浆粘结成一个坚固整体并传递荷载的,因此,要求砂浆与基材之间应有一定的粘结强度。两者粘结得越牢,则整个砌体的整体性、强度、耐久性及抗震性等越好。

一般砂浆抗压强度越高,则其与基材的粘结强度越高。此外,砂浆的粘结强度与基层材料的表面状态、清洁程度、湿润状况以及施工养护等条件有很大关系。同时还与砂浆的胶凝材料种类有很大关系,加入聚合物可使砂浆的粘结性大为提高。

实际上,针对砌体这个整体来说,砂浆的粘结性较砂浆的抗压强度更为重要。但是,考虑到我国的实际情况以及抗压强度相对容易测定,因此,将砂浆抗压强度作为必检项目和配合比设计的依据。

3. 变形性能

砌筑砂浆在承受荷载或在温度变化时会产生变形。变形过大或不均匀容易使砌体的整体性下降,产生沉陷或裂缝,影响到整个砌体的质量。抹面砂浆在空气中也容易产生收缩等变形,变形过大也会使面层产生裂纹或剥离等质量问题。因此要求砂浆具有较小的变形性。砂浆变

形性的影响因素很多,如胶凝材料的种类和用量,用水量,细骨料的种类、级配和质量以及外部环境条件等。

第四节 混凝土

一、混凝土的概念

普通混凝土是指以水泥、矿物掺合料为胶凝材料,砂子和石子(或卵石)为骨料,加入水以及必要时掺加的外加剂和掺合料,按一定比例配制,经均匀搅拌,密实成型,养护硬化而成的一种建筑材料。在混凝土中,砂子、石子起骨架作用,统称为骨料,水泥、矿物掺合料与水形成胶凝浆体,胶凝浆体填充在骨料的空隙中并包裹骨料。在硬化前,胶凝浆体起润滑作用,保证了拌合物具有一定的和易性,便于使用,胶凝浆体硬化后将胶结成一个坚实的整体。

混凝土具有原料丰富、价格低廉、生产工艺简单的优点,因而其用量越来越大。同时混凝土还具有抗压强度高、耐久性好、强度等级范围宽等特点。这些特点使其使用范围十分广泛,是当代最主要的土木工程材料之一,不仅在各种土木、园林工程中使用,在造船业、机械工业、海洋开发、地热工程等领域,混凝土也是重要的材料。当然,混凝土也具有自重大、比强度小、抗拉强度低、变形能力差及易开裂等缺点。

二、混凝土分类

混凝土的分类方法很多,可按照表观密度的大小、使用功能、胶凝材料的种类、施工工艺、掺合料和拌合物的和易性等进行分类。

按照国家行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55—2011的规定,将混凝土按照表观密度分为普通混凝土、轻混凝土和重混凝土。普通混凝土是园林建筑工程中常见的结构材料,干表观密度为 $2000 \sim 2800\text{kg/m}^3$;轻混凝土是采用陶粒等轻骨料,或用发泡工艺等制备的多孔及大孔混凝土,主要用于轻质结构材料和绝热材料,干表观密度小于 2000kg/m^3 ;重混凝土一般用特别密实和特别重的集料制成,如重晶石混凝土、钢屑混凝土等,它们具有不透X射线和 γ 射线的性能,又称防辐射混凝土,一般用于核工业工程的屏蔽结构材料,干表观密度大于 2800kg/m^3 。

混凝土按使用功能分为结构混凝土、保温混凝土、装饰混凝土、防水混凝土、耐火混凝土、水工混凝土、海工混凝土、道路混凝土、防辐射混凝土等。

按胶凝材料分为水泥混凝土、硅酸盐混凝土、沥青混凝土、聚合物混凝土、水玻璃混凝土和石膏混凝土等,建筑结构中使用最多的是水泥混凝土,道路工程中多采用沥青混凝土。

按施工工艺分为预拌混凝土(商品混凝土)、泵送混凝土、灌浆混凝土、喷射混凝土、碾压混凝土、挤压混凝土等。

按配筋方式分为素混凝土、钢筋混凝土、钢丝网水泥、纤维混凝土、预应力钢筋混凝土等。

按混凝土掺合料和拌合物的和易性分为干硬性混凝土、半干硬性混凝土、塑性混凝土、流动性混凝土、高流动性混凝土、流态混凝土等。

此外,混凝土还可以按抗压强度分为低强混凝土($<30\text{MPa}$)、中强混凝土($30 \sim 60\text{MPa}$)和高强混凝土($>60\text{MPa}$);按单位混凝土的水泥用量分为贫混凝土($<170\text{kg/m}^3$)和富混凝土($\geq 230\text{kg/m}^3$)等。