

新农村人居环境与村庄规划丛书

新农村

新农村人居环境与村庄规划

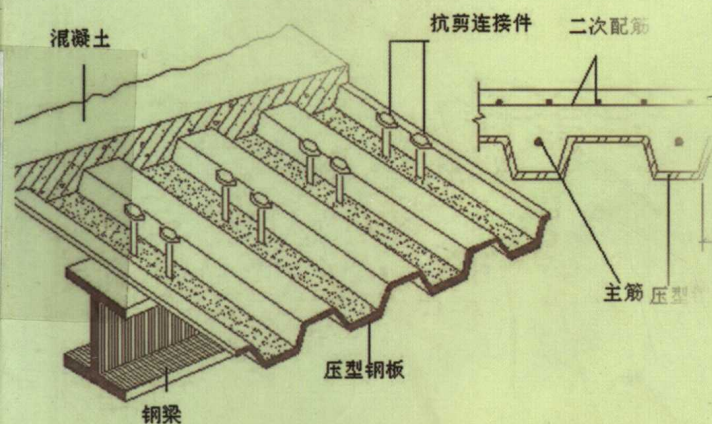
建立健康卫生 安全 舒适 节约 环保
特色鲜明的新农村
权威的解读
实用的蓝图
本书

主要介绍在农村住宅建设中，如何进行建筑设计，
如何处理结构构造

住宅建筑实用技术

负慧星 编著

中国社会科学出版社



10982.29

4

:11

2006

新农村

住宅建筑实用技术

负慧星 ○ 编著

中国社会科学出版社

图书在版编目(CIP)数据

新农村住宅建筑实用技术 / 负慧星编著. — 北京: 中国社会出版社, 2006.9
(新农村人居环境与村庄规划丛书)

ISBN 7-5087-1267-6

I. 新... II. 负... III. 农村住宅-建筑设计

IV. TU241.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 105885 号

丛 书 名: 新农村人居环境与村庄规划丛书

书 名: 新农村住宅建筑实用技术

编 著 者: 负慧星

责任编辑: 魏光洁

出版发行: 中国社会出版社 邮政编码: 100032

通联方法: 北京市西城区二龙路甲 33 号新龙大厦

电 话: (010)66051698 电 传: (010)66051713

邮购部: (010)66060275

经 销: 各地新华书店

印刷装订: 中国电影出版社印刷厂

开 本: 185mm×240mm 1/16

印 张: 9.75

字 数: 200 千字

版 次: 2006 年 9 月 第 1 版

印 次: 2006 年 9 月 第 1 次印刷

定 价: 14.00 元

(凡中国社会出版社图书有缺漏页、残破等质量问题, 本社负责调换)

建设社会主义新农村书屋

总顾问：回良玉

编辑指导委员会

主 任：李学举

副主任：翟卫华 柳斌杰 胡占凡 窦玉沛

委 员：詹成付 吴尚之 涂更新 王英利

李宗达 米有录 王爱平

新农村人居环境与村庄规划丛书编委会

顾问委员会

主 任：李兵弟

委 员：赵 晖 徐素君 白正盛 欧阳湘 郑文良

组稿委员会

主 任：浦善新 张 军

委 员：王 东 夏宗玗 杜白操 任世英 单德启 寿 民

白正盛 董艳芳 熊 燕 温 静 马赤宇 邓晓白

宗颖生 郭玉明 曾思齐 董淑新

编写委员会

主 任：方 明 浦善新

撰稿人：(按姓氏笔画为序)

方 明	王 春	王 宁	白 芳	帅能龙	江胜文
关乃群	负慧星	李王峰	李 宏	李 涛	李 婧
刘 军	刘小波	刘玉军	宋军继	杜白操	杜鹏飞
杜 娟	陈 圻	陈 敏	杨旭东	佟庆远	邵爱云
林波荣	林 瑾	郑竺凌	单 明	单彦名	赵 辉
俞 涛	高 潮	唐集兴	浦善新	黄忠豪	董艳芳
廖光华	熊 燕	薛玉峰			

总序 造就新农民 建设新农村

李学举

党的十六届五中全会作出了建设社会主义新农村的战略部署。在社会主义新农村建设过程中，大力发展农村文化事业，努力培养有文化、懂技术、会经营的新型农民，既是新农村建设取得进展的重要标志，也是把社会主义新农村建设不断推向前进的基本保证。

为落实中央的战略部署，中央文明办、民政部、新闻出版总署、国家广电总局决定，将已开展三期的“万家社区图书室援建和万家社区读书活动”由城市全面拓展到农村，“十一五”期间计划在全国三分之一以上的村委会开展农村图书室援建和读书活动，使两亿多农民由此受益，让这项造福城市居民的民心工程同时也造福亿万农民群众。中央领导同志对此十分重视，中共中央政治局委员、国务院副总理回良玉同志作出重要批示：“发展农村文化事业是新农村建设的重要内容，也是农村发展中一个亟待加强的薄弱环节。在农村开展图书室援建和读书活动，为亿万农民群众送去读得懂、用得上的各种有益书刊，对造就有文化、懂技术、会经营的新型农民，满足农民全面发展的需求，将发挥重要作用。对这项事关农民切身利益、事关社会主义新农村建设的重要活动，要精心组织，务求实效。”

中共中央政治局委员、中央书记处书记、中宣部部长刘云山同志也作出重要批示。他指出：“万家社区图书室援建和万家社区读书活动，是一项得人心、暖人心、聚人心的活动，对丰富城市居民的文化生活、推动学习型社区建设发挥了重要作用。这项活动由城市拓展到农村，必将对丰富和满足广大农民群众的精神文化生活，推动社会主义新农村建设发挥积极作用。要精心组织，务求实效，

把这件事关群众利益的好事做好。”

为了使活动真正取得实效，让亿万农民群众足不出村就能读到他们“读得懂、用得上”的图书，活动的主办单位精心组织数百名专家学者和政府相关负责人，编辑了“建设社会主义新农村书屋”。“书屋”共分农村政策法律、农村公共管理与社会建设、农村经济发展与经营管理、农村实用科技与技能培训、精神文明与科学生活、中华传统文化道德与民俗民风、文学精品与人物传记、农村卫生与医疗保健、农村教育与文化体育、农民看世界等10大类、1000个品种。这些图书几乎涵盖了新农村建设的方方面面。“书屋”用农民的语言、农民的话，深入浅出，使具有初中文化水平的人就能读得懂；“书屋”贴近农村、贴近农民、贴近农村生活的实际，贴近农民的文化需求，使农民读后能够用得上。

希望农村图书室援建和农村读书活动深入持久地开展下去，使活动成为一项深受欢迎的富民活动，造福亿万农民。希望“书屋”能为农民群众提供一个了解外界信息的窗口，成为农民学文化、学科技的课堂，为提高农民素质，扩大农民的视野，陶冶农民的情操发挥积极作用。同时，也希望更多有识之士参与这项活动，推动农村文化建设，关心支持社会主义新农村建设。

二〇〇六年九月

新农村人居环境与村庄规划丛书的序

农村公共管理与社会建设图书编辑委员会主任

建设部村镇建设办公室主任 李兵弟

由中央文明办、国家民政部等单位组织,包括建设部等中央和国家机关,以及社会众多部门参与的“建设社会主义新农村书屋”活动启动了,其中“新农村人居环境与村庄规划”丛书也出版发行了,这是一件值得庆贺的大事。

农村人居环境是我们人类居住环境的重要组成部分,是人类文明始祖最初定居从事以农业生产活动为主的生活形态,是与大自然长期共生、相互依存的恬静生活。随着工业化的进程和人类活动的加剧,这种田园诗般的农村古朴生活被不平衡的生产活动打破了,加之在特定的历史条件下对农村长期索取过多,带来农村生态环境的巨大负担,以及较长时期内对农村的投入不足,我们农村的人居环境竟成了“脏、乱、差”的代名词,一些农民的住房依然存在着难以觉察的安全隐患,城镇化过程中的农村与城镇之间的发展差距越拉越大,严重影响了农村稳定和城乡协调发展。社会主义新农村建设就是通过城乡统筹发展逐步并彻底解决我国的“三农”问题,“生产发展、生活宽裕、乡风文明、村容整洁、管理民主”的方针蕴含着改善农村人居环境的深刻内涵。村庄整治是实现农村人居环境改善的必要手段,是新农村建设的核心内容之一和长期艰巨的工作任务,是惠及农村千家万户的德政工程,是立足于现实条件、缩小城乡差别、促进农村全面发展的必由之路。加强村庄整治工作,有利于提升农村人居环境和农村社会文明,有利于改善农村生产条件、提高广大农民生活质量、焕发农村社会活力,有利于改变农村传统的农业生产生活方式。为此,建设部按照社会主义新农村建设要求

制定和规范了村庄整治工作的相关制度。

怎样做好村庄整治,使农村人居环境得到持续改善,让农民和各级政府的积极性得到充分释放和有机结合,使我们的村庄整治更科学、更合理、更受农民欢迎,我想,重要的是要尊重和保护农民的利益,而其中一个主要的做法就是政府要把应该做什么,怎样做最合适,通过农民可以接受的方式告诉农民,让农民自己动手做,而且做得更好、更满意,这就是本套丛书的目的。目前这套丛书包含了农村建设领域的方方面面,尤其注重对历史文化与生态环境的保护,村庄整治与规划建设的管理,基础设施建设与安全防灾,新能源、新材料与适用技术的推介,节约型、和谐型村庄建设的引导,使农村人居环境建设和农村面貌的改善始终沿着中央制定的正确道路前行。

这一年多来,以中国建筑设计研究院小城镇发展研究中心一批长期从事村镇建设的专家为主,与清华大学、山西农业大学等学校的专家一起,通过辛勤劳动、无私奉献,在社会主义新农村建设的农村人居环境方面作了大量卓有成效的工作,他们深入农村、尊重民俗、了解民情、集中民智、反映民意,把科学技术知识转换成农民可以理解的语言,把政府的规范性要求分解成农民易于实施的行动,把符合地方特色、民族特色、农村特色的工法归纳为农民认可的做法,填补了农村建设领域中的不少空白。能否通过这套丛书,科学引导农村建设,改变农村落后的生活习俗,建设健康、卫生、安全、舒适、节约、环保和特色鲜明的新农村,这要由农民兄弟通过他们的实践来检验。

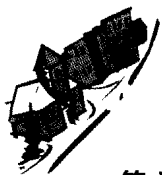
是为此,我愿意写这个序,期待更多的朋友关注新农村建设,期望更多为农民服务的书籍能送到农民兄弟的手中。

二〇〇六年八月二十八日



目 录

第一章 建筑材料	1
第一节 胶凝材料	1
第二节 建筑金属材料	6
第三节 混凝土与砂浆	10
第四节 沥青	19
第五节 合成高分子材料	20
第六节 木材	22
第七节 建筑功能材料	23
第二章 建筑平面设计	31
第一节 平面设计的内容	31
第二节 主要使用房间的设计	32
第三节 辅助使用房间的设计	38
第四节 交通联系部分设计	40
第五节 建筑平面的组合设计	44
第三章 建筑剖面设计	48
第一节 房间的剖面形状	48
第二节 房屋高度的确定	50
第三节 房屋的层数	52
第四节 建筑空间组合与利用	53
第四章 建筑体型及立面设计	56
第一节 建筑体型和立面设计的要求及影响因素	56
第二节 体型及立面设计方法	57
第五章 基础与地下室	60
第一节 地基与基础	60
第二节 地下室构造	64



第六章 墙	67
第一节 墙体类型及设计要求	67
第二节 砖墙构造	71
第三节 砌块墙构造	78
第四节 隔墙构造	79
第五节 墙面装修	81
第七章 楼梯	86
第一节 楼梯概论	86
第二节 预制装配式钢筋混凝土楼梯构造	92
第三节 现浇整体式钢筋混凝土楼梯构造	97
第四节 踏步和栏杆扶手构造	99
第五节 室外台阶构造	103
第八章 楼地层	105
第一节 概述	105
第二节 钢筋混凝土楼板	107
第三节 地坪层构造	110
第四节 楼地面装修	110
第五节 阳台及雨篷	114
第九章 屋顶	116
第一节 屋顶的类型和设计要求	116
第二节 屋顶排水设计	117
第三节 卷材防水屋面构造	121
第四节 刚性防水屋面	128
第五节 涂膜防水屋面	132
第六节 瓦屋面	134
第七节 吊顶棚构造	137
第八节 屋顶的保温与隔热	139
参考文献	143
后 记	144

第一章 建筑材料

建筑材料是农村建筑工程的物质基础,由于组分、结构和构造不同,建筑材料品种门类繁多、性能各不相同、价格相差悬殊,同时在农村建筑工程中用量巨大,因此,广大农民朋友只有掌握好各种建筑材料的性能、应用、各自特点及其适用范围,全面掌握土木工程建筑材料的知识,才能设计并建造出安全、实用、美观、耐久性好且造价经济的住宅建筑。

第一节 胶凝材料

一、石灰

建筑材料中,凡是经过一系列物理、化学作用,从浆体变为坚固的石状体,并能胶结其他物料而具有一定机械强度的物质,统称为胶凝材料。胶凝材料一般可分为有机胶凝材料与无机胶凝材料。无机胶凝材料按硬化条件不同可分为气硬性和水硬性两类。常用的水硬性胶凝材料有各种水泥,拌合水后既可在空气中硬化,亦可于水中硬化,保持并继续发展其强度。只能在空气中硬化,并保持和继续发展强度者称为气硬性胶凝材料。石灰就是一种气硬性胶凝材料。

1. 石灰的生产及分类

将主要成分为碳酸钙的天然岩石,在 $900^{\circ}\text{C} \sim 1100^{\circ}\text{C}$ 温度下燃烧,分解、排出二氧化碳后,所得到以 CaO 为主要成分的产品即为生石灰,生石灰呈白色或灰色块状。将煅烧成的块状生石灰经过不同加工,还可得到石灰的另外三种产品:

(1)生石灰粉:石灰在生产过程中,采用石灰石、白云石、白垩、贝壳等原料,并将原料煅烧后,得到块状的生石灰,生石灰粉是由块状生石灰磨细而成。

(2)消石灰粉:将生石灰用适量水经消化和干燥而成的粉末为消石灰粉。其主要成分为 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 。

(3)石灰膏:将块状生石灰用过水量(约为生石灰体积的 $3 \sim 4$ 倍)消化,或将消石灰粉和水拌合,所得到的一定稠度的膏状物为石灰膏,其主要成分为 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 和水。

根据 JC/T479-92《建筑生石灰》规定,按氧化镁含量的多少,建筑石灰可分为钙质和镁质两类。当石灰中 MgO 含量小于或等于 5% 时,称钙质石灰;当 MgO 含量大于 5% 时,称镁质石灰。镁质石灰熟化较慢,但硬化后强度稍高。

2. 石灰的熟化与硬化

生石灰(CaO)与水反应生成氢氧化钙 $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$,这个过程称为石灰的熟化。

石灰浆体的硬化包括干燥结晶和碳化两个过程,后者过程缓慢。干燥结晶即



离水分蒸发,氢氧化钙逐渐从饱和溶液中结晶。所谓碳化即为氢氧化钙与空气中的二氧化碳化合生成碳酸钙结晶,释出水分并蒸发。

3. 石灰的性质与技术要求

石灰的性质:可塑性好、硬化较慢、强度低,硬化时体积收缩大、耐水性差、石灰吸湿性强。

建筑工程中所用的石灰常分3个品种:建筑生石灰、建筑生石灰粉和建筑消石灰粉。我国建材行业标准 JC/T479-92《建筑生石灰》、JC/T480-92《建筑生石灰粉》与 JC/T481-92《建筑消石灰粉》分别对生石灰、生石灰粉及消石灰粉的主要技术指标作出了相关的规定,并按技术指标被分为优等品、一等品、合格品3个等级。通常优等品、一等品适用于装饰面层和中间涂层,合格品仅用于砌筑。

4. 石灰的应用

石灰在建筑上的用途很广,比如:制作石灰乳涂料、配制砂浆、拌制石灰土和石灰三合土、生产硅酸盐制品、制作碳化石灰板等。

(1) 石灰乳和石灰砂浆

将消石灰或熟化好的石灰膏加入多量的水搅拌稀释,成为石灰乳。它是一种廉价易得的涂料,主要用于内墙和天棚刷白,我国农村也用于外墙。

石灰砂浆是将石灰膏、砂加水拌制而成,按其用途分为砌筑砂浆和抹面砂浆,详见本章第三节。

石灰乳和石灰砂浆应用于吸水性较大的基面(如普通粘土砖)上时,应事先将基面润湿,以免石灰浆脱水快速而成为干粉,丧失胶结能力。

(2) 石灰土(灰土)和石灰三合土

石灰土(石灰+粘土)和石灰三合土(石灰+粘土+砂石或炉渣、碎砖等填料)的应用:石灰土和三合土在夯实或压实后,可用作墙体、建筑物基础、路面和地面的垫层或简易地面。

(3) 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)搅拌均匀成型后,用二氧化碳进行人工碳化而成的一种轻质板材。

二、石膏

石膏胶凝材料是一种以硫酸钙为主要成分的气硬性胶凝材料。由于石膏胶凝材料及其制品具有许多优良的性质,原料来源丰富,生产能耗较低,因而在建筑工程中得到广泛应用。

1. 石膏的种类

(1)天然二水石膏($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)矿石是生产石膏胶凝材料的主要原料,纯净的天然二水石膏矿石或呈无色透明或呈白色,但天然石膏常含有各种杂质而呈灰、褐、黄、红、黑等颜色。

(2) 化工石膏

化工石膏是指一些含有 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 与 CaSO_4 混合物的化工副产品及废渣,可作为生产石膏的原料,例如磷石膏是制造磷酸时的废渣,此外还有盐石膏、硼石膏、黄石



膏、钛石膏等。

(3) 天然无水石膏

天然无水石膏(CaSO_4)结晶紧密,结构比天然二水石膏致密,质地较硬,难溶于水,又称天然硬石膏。天然硬石膏密度为 $2.9 \sim 3.1 \text{ g/cm}^3$,一般作为生产水泥的原料。

(4) 建筑石膏(半水石膏)

建筑石膏是以 β 型半水石膏($\beta\text{-CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$)为主要成分,不添加任何外加剂的粉状胶结料,主要用于制作石膏建筑制品。

建筑石膏主要是由天然二水石膏在 $107^\circ\text{C} \sim 170^\circ\text{C}$ 的干燥条件下加热脱水而成的。二水石膏在温度为 $65^\circ\text{C} \sim 75^\circ\text{C}$ 时脱水,到 $107^\circ\text{C} \sim 170^\circ\text{C}$ 时生成 β 型半水石膏($\beta\text{-CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$),其反应式为:



建筑石膏晶体较细,调制成一定稠度的浆体时,需水量较大,因而强度较低。

(5) 高强石膏

若将二水石膏置于具有 0.13 MPa 、 124°C 的过饱和蒸汽条件下蒸压,或置于某些盐溶液中煮沸,可获得晶粒较粗、较致密的 α 型半水石膏($\alpha\text{-CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$),这就是高强石膏。高强石膏晶粒粗大,调制成浆体时需水量较小,因而强度较高。

2. 建筑石膏的水化和硬化

建筑石膏与适量的水相混合,最初成为可塑的浆体,但很快就失去塑性并产生强度,发展成为坚硬的固体。这一过程就是建筑石膏的水化和硬化过程。

3. 建筑石膏的性质与技术要求

(1) 建筑石膏的性质

建筑石膏凝结硬化快,其制品具有以下特性:硬化时体积微膨胀;硬化后孔隙率较大、表观密度和强度较低;隔热、吸音性良好;防火性能良好;具有一定的调温调湿性;耐水性和抗冻性差;加工性能好。

(2) 建筑石膏的技术要求

建筑石膏色白,密度为 $2.60 \sim 2.75 \text{ g/cm}^3$,堆积密度为 $800 \sim 1000 \text{ kg/m}^3$ 。根据 GB 9776—88《建筑石膏》规定,

表 1.1 建筑石膏的技术指标 (GB 9776—88)

技 术 指 标	优等品	一等品	合格品
抗折强度 /MPa, 不小于	2.5	2.1	1.8
抗压强度 /MPa, 不小于	4.9	3.9	2.9
细度(0.2 mm 方孔筛筛余 1%), 不大于	5.0	10.0	15.0
凝结时间	初凝时间不早于 6min; 终凝时间不迟于 30min		

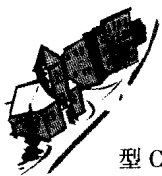
定,建筑石膏按强度、细度、凝结时间指标分为优等品、一等品和合格品 3 个等级。(见表 1.1)
建筑石膏产品标记顺序为:产品名称、抗折强度值、标准号。例如,抗折强度为 2.5 MPa 的建筑石膏标记为:建筑石膏 2.5GB9776。

4. 建筑石膏的应用

石膏在建筑中应用十分广泛,如粉刷石膏、多种建筑石膏制品,下面是这种石膏的摘要介绍:

(1) 粉刷石膏

粉刷石膏是二水石膏或无水石膏经煅烧,产生的生成物($\beta\text{-CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ 和 II



型 CaSO_4) 单独或二者混合后掺入外加剂,也可加入集料制成的胶结料。粉刷石膏按用途分为面层粉刷石膏、底层粉刷石膏和保温层粉刷石膏。

粉刷石膏粘结力高、不裂、不起鼓、表面光洁、防火、保温,并且施工方便,可实现机械化施工,是一种高档抹面材料,可用于办公室、住宅等建筑的墙面、顶棚等的抹面。

(2) 建筑石膏制品

建筑石膏制品的种类很多。如纸面石膏板、空心石膏板、石膏砌块、装饰石膏板、石膏角线、灯圈、罗马柱等,主要用于分室墙、内隔墙、吊顶及装饰。

三、其他气硬性胶凝材料

1. 水玻璃

(1) 水玻璃的组成和硬化

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化合而成的一种可溶于水的硅酸盐。建筑常用的为硅酸钠($\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$)水溶液,又称钠水玻璃。要求高时也使用硅酸钾($\text{K}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$)的水溶液,又称钾水玻璃。液体水玻璃是一种既具有胶体特征,又具有溶液特征的胶体溶液。

水玻璃在空气中吸收二氧化碳,析出二氧化硅凝胶,并逐渐干燥脱水成为氧化硅而硬化。由于空气中二氧化碳的浓度较低,为加速水玻璃的硬化,常加入氟硅酸钠(Na_2SiF_6)作为促硬剂,加速二氧化硅凝胶的析出。

(2) 水玻璃的性质与应用

水玻璃在凝结硬化后,粘结力强,强度较高,耐酸性好,耐热性好,但耐碱性和耐水性差。利用水玻璃凝结硬化后的性能,在建筑工程中主要有以下几方面用途:

① 涂刷建筑材料表面可提高抗分化能力

用浸渍法处理多孔材料时,可使其密实度和强度提高。常用水将液体水玻璃稀释,多次涂刷或浸渍,对粘土砖、硅酸盐制品和石灰石等均有良好的效果。但不能用以涂刷或浸渍石膏制品,因为石膏会与水玻璃起化学反应生成硫酸钠,在制品孔隙中结晶,体积显著膨胀,从而导致制品的破坏。

② 配置防水剂

以水玻璃为基料,加入两种、三种或四种矾配制而成,称为两矾、三矾或四矾防水剂。四矾防水剂是以蓝矾(硫酸铜)、明矾(钾铝矾)、红矾(重铬酸钾)和紫矾(铬矾)各 1 份,溶于 60 份 100°C 的水中,降温至 50°C ,投入 400 份水玻璃溶液中,搅拌均匀而成。这种防水剂凝结迅速,一般不超过 1 分钟,与水泥浆调和,适用于堵塞漏洞、缝隙等的局部抢修。

③ 配置水玻璃矿渣砂浆,修补砖墙裂缝

将液体水玻璃、粒化高炉矿渣粉、砂和硅氟酸钠按比例配合,压入砖墙缝隙。

④ 用于土壤加固

将液体水玻璃和氯化钠溶液通过金属管轮流向地层压入,两种溶液发生化学反应,析出硅酸胶体,将土壤颗粒包裹并填实其空隙。

2. 菱苦土

菱苦土又称镁质胶凝材料或氯氧镁水泥,是一种白色或浅黄色粉末。其主要成分



为 MgO 。菱苦土硬化后的主要产物为 $x\text{MgO} \cdot y\text{MgCl}_2 \cdot z\text{H}_2\text{O}$, 其吸湿性大, 耐水性差。遇水或吸湿后易产生翘曲变形, 表面泛霜, 且强度大大降低, 因此菱苦土制品不宜用于潮湿环境。

使用玻璃纤维增强的菱苦土制品具有很高的抗折强度和抗冲击能力, 其主要产品为玻璃纤维增强菱苦土波瓦。

四、硅酸盐水泥

1. 硅酸盐水泥的生产及其矿物组成

水泥是能与水发生物理、化学作用, 使其由可塑性浆体硬化成坚硬的石状体的一种粉末状水硬性胶凝材料, 是一种重要的建筑材料。

(1) 硅酸盐水泥的定义与分类

凡以适当成分的生料烧至部分熔融, 所得以硅酸钙为主的水泥熟料, 掺入适量石膏、0~5% 的石灰石或粒化高炉矿渣磨细制成的水硬性胶凝材料, 就是硅酸盐水泥 (也称波特兰水泥)。当硅酸盐水泥中不掺混合材料时, 称为 I 型硅酸盐水泥, 代号 P. I。当硅酸盐水泥中混合材料掺量不超过 5% 时, 称为 II 型硅酸盐水泥, 代号 P. II。

(2) 硅酸盐水泥的生产概述

生产硅酸盐水泥的原料主要有: 石灰质原料 (如石灰石、白垩等, 主要提供氧化钙), 粘土质原料 (如粘土、页岩等, 主要提供氧化硅及氧化铝与氧化铁), 还有少量辅助原料, 如铁矿石。煅烧所得的熟料还要加入作缓凝剂用的石膏磨制水泥。

(3) 硅酸盐水泥熟料矿物组成

- ① 硅酸三钙 (简称 C_3S): 其矿物组成为 $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, 含量约 50% 左右;
- ② 硅酸二钙 (简称 C_2S): 其矿物组成为 $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, 含量约 20% 左右;
- ③ 铝酸三钙 (简称 C_3A): 其矿物组成为 $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, 含量约 7% ~ 15%;
- ④ 铁铝酸四钙 (简称 C_4AF): 其矿物组成为 $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$, 含量约 10% ~ 18%;
- ⑤ 其他矿物组成: 硅酸盐水泥熟料中还含有少量的游离氧化钙和游离氧化镁及少量的碱 (氧化钠和氧化钾), 它们可能对水泥的质量及应用带来不利影响。

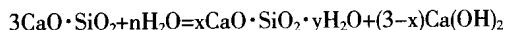
2. 硅酸盐水泥的水化和硬化

(1) 硅酸盐水泥熟料矿物的水化

硅酸盐水泥拌合水后, 四种主要熟料矿物与水反应, 分述如下:

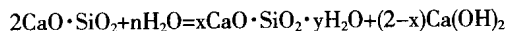
① 硅酸三钙水化

硅酸三钙在常温下经水化反应生成水化硅酸钙 (C-S-H 凝胶) 和氢氧化钙



② 硅酸二钙的水化

$\beta\text{-C}_2\text{S}$ 的水化与 C_3S 相似, 只不过水化速度慢而已。



所形成的水化硅酸钙在 C/S 和形貌方面与 C_3S 水化生成的都无大区别, 故也称为 C-S-H 凝胶。但 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 生成量比 C_3S 的少, 结晶却粗大些。

③ 铝酸三钙的水化

铝酸三钙的水化迅速, 水化放热较大, 其水化产物组成和结构受液相 CaO 浓度



和温度的影响很大,先生成介稳状态的水化铝酸钙,最终转化为水石榴石(C_3AH_6)。

在有石膏的情况下, C_3A 水化的最终产物与起始石膏掺入量有关。最初形成的三硫型水化硫铝酸钙,简称钙矾石,常用 AFt 表示。若石膏在 C_3A 完全水化前耗尽,则钙矾石与 C_3A 作用转化为单硫型水化硫铝酸钙,常用 AFm 表示。

④ 铁相固溶体的水化

水泥熟料中铁相固溶体可以用 C_4AF 作为代表。它的水化速率比 C_3A 略慢,水化热较低,即使单独水化也不会引起快凝。其水化反应及其产物与 C_3A 很相似。

(2) 硅酸盐水泥的凝结硬化

硅酸盐水泥水化初期,水化产物的数量较少,水泥浆还具有良好的可塑性。随后水化产物的数量不断增加,自由水分不断减少,水化产物颗粒间逐渐接近,部分颗粒黏结在一起形成一定的网状结构,水泥浆体失去可塑性,产生凝结。石膏对硅酸盐水泥水化起缓凝剂作用。随着水化的进一步进行,水化产物不断生成并填充水泥颗粒的空隙。更多的水化产物颗粒间产生黏结作用使所形成的网状结构更加密实,此时水泥浆体逐步产生强度进入硬化阶段。

凝结硬化的影响因素有:水泥的熟料矿物组成及细度、水泥浆的水灰比、环境温度和湿度、龄期以及石膏的掺量。

3. 硅酸盐水泥的技术要求

国家标准 GB 175-1999《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》对硅酸盐水泥的不溶物、烧失量、氧化镁、三氧化硫、细度、凝结时间、安定性、强度和碱 9 个方面提出了技术要求。

五、其他通用水泥

通用水泥是指用于一般土木建筑工程的水泥,如硅酸盐水泥。除硅酸盐水泥外,其他通用水泥为普通硅酸盐水泥、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等。几种通用水泥的性能特点及应用见表 1.2。

第二节 建筑金属材料

一、钢的分类

钢与生铁的区分在于含碳量的大小。含碳量小于 2.06% 的铁碳合金称为钢,含碳量大于 2.06% 的铁碳合金称为生铁。

1. 按化学成分分类

(1) 碳素钢

碳素钢根据含碳量可分为:

低碳钢含碳量 $< 0.25\%$; 中碳钢含碳量为 $0.25\% \sim 0.60\%$; 高碳钢含碳量 $> 0.60\%$ 。

(2) 合金钢

低合金钢:合金元素总含量 $< 5.0\%$; 中合金钢合金元素总含量为 $5.0\% \sim 10\%$; 高合金钢合金元素总含量 $> 10\%$ 。

建筑工程中,钢结构用钢和钢筋混凝土结构用钢,主要使用非合金钢中的低碳钢及



低合金钢加工成的产品,合金钢也有少量应用。建筑钢材的含碳量一般不大于 0.8%。

2. 按品质(杂质含量)分类

(1)普通钢:含硫量 $\leq 0.045\%$ ~ 0.050% ;含磷量 $\leq 0.045\%$ 。

(2)优质钢:含硫量 $\leq 0.035\%$;含磷量 $\leq 0.035\%$ 。

(3)高级优质钢:含硫量 $\leq 0.025\%$;含磷量 $\leq 0.025\%$ (高级优质钢的钢号后加“高”字或“A”字)。

(4)特级优质钢:含硫量 $\leq 0.015\%$;含磷量 $\leq 0.025\%$ (特级优质钢号后加“E”字)。

3. 按冶炼时脱氧程度分类

钢按冶炼时脱氧程度可分为镇静钢、特殊镇静钢、沸腾钢和半镇静钢。

二、建筑钢材的力学与工艺性能

1. 抗拉性能

在外力作用下,材料抵抗变形和断裂的能力称为强度。测定钢材强度的主要方法是拉伸试验。

拉伸性能是建筑钢材最重要的性能。通过对钢材进行抗拉性能试验所测得的弹性模量、屈服强度、抗拉强度和伸长率是钢材的 4 个重要技术性能指标。

2. 塑性和韧性

(1)塑性

塑性是钢材的一个重要性能指标。钢材的塑性通常用拉伸试验时的伸长率或断面收缩率来表示。

把试件断裂的两段拼起来,便可测得标距范围内的长度 L_1 , L_1 减去原始标距长 L_0 就是塑性变形值,此值与原长 L_0 的比率称为伸长率 d 。伸长率 d 是衡量钢材塑性的指标,它的数值越大,表示钢材塑性越好。

(2)冲击韧性

钢材的冲击韧性是处在简支梁状态的金属试样在冲击负荷作用下折断时冲击吸收功。钢材的冲击韧性试验是将标准弯曲试样置于冲击机的支架上,并使切槽位于受拉的一侧。

在冲击韧性试验中,当试验机的重摆从一定高度自由落下时,在试样中间开 V 型缺口,试样吸收的能量等于重摆所作的功,用 W 表示。若试件在缺口处的最小横截面积为 A ,则冲击韧性 $\alpha_k = W/A$ (式中 α_k 的单位为 J/cm^2)。钢材的冲击韧性越大,钢材抵抗冲击荷载的能力越强。 α_k 值与试验温度有关。有些材料在常温时冲击韧性并不低,破坏时呈现韧性破坏特征。但当试验温度低于某值时, α_k 突然大幅度下降,材料无明显塑性变形而发生脆性断裂,这种性质称为钢材的冷脆性。

3. 耐疲劳性

受交变荷载反复作用,钢材在应力低于其屈服强度的情况下突然发生脆性断裂破坏的现象,称为疲劳破坏。钢材的疲劳破坏一般是由拉应力引起的,首先在局部开始形成细小断裂,随后由于微裂纹尖端的应力集中而使其逐渐扩大,直至突然发生瞬时疲劳断裂。疲劳破坏是在低应力状态下突然发生的,所以危害极大,往往造成灾难性的事故。

