



教育部高职高专规划教材



水泥工艺技术



肖争鸣 李坚利 主编



化学工业出版社
教材出版中心

教育部高职高专规划教材

水泥工艺技术

肖争鸣 李坚利 主编



化学工业出版社
教材出版中心

· 北京 ·

本书以硅酸盐水泥生产工艺过程和应用为主线,重点介绍了新型干法水泥生产工艺技术,详细论述了硅酸盐水泥生产的原料及预均化、生料制备、生料均化、熟料煅烧、水泥制成、性能及应用、质量控制的基本知识和基本技能,简单介绍了传统水泥、其他通用水泥和特种水泥生产的知识。

本书具有理论联系实际、内容丰富、实用性强等特点。

本书系教育部高职高专材料工程类专业规划教材,经全国建材职业教育教学指导委员会审定,主要作为高职高专院校材料工程专业的教材,可作为本科院校无机非金属材料工程专业的教学参考书,也可供水泥行业的工程技术人员、企业管理人员、岗位技术工人阅读和参考,还可作为职工培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

水泥工艺技术/肖争鸣,李坚利主编. —北京:化学工业出版社,2006.4

教育部高职高专规划教材

ISBN 7-5025-8551-6

I. 水… II. ①肖…②李… III. 水泥-生产工艺-高等学校:技术学院-教材 IV. TQ172

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第036797号

教育部高职高专规划教材

水泥工艺技术

肖争鸣 李坚利 主编

责任编辑:程树珍 王文峡

文字编辑:李姿娇

责任校对:陈 静

封面设计:潘 峰

*

化学工业出版社 出版发行
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码100029)

购书咨询:(010)64982530

(010)64918013

购书传真:(010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销
大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷
三河市前程装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 22½ 字数 588 千字

2006年6月第1版 2006年6月北京第1次印刷

ISBN 7-5025-8551-6

定 价:38.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

高职高专材料工程技术专业教材编写委员会

名誉主任	周功亚				
主任委员	张战营				
副主任委员	张志华	李坚利	肖争鸣	王继达	咎和平
	周惠群	顾申良	刘晓勇		
委	王新锁	赵幼琨	陈 鸣	冯正良	
员	农 荣	隋良志	郭汉祥	黄为秀	
	辛 颖	彭宝利	芮君渭	葛新亚	
	蔡红军	毕 强			

序

全国建材职业教育教学指导委员会为建材行业的高职、高专教育发展做了一件大好事，他们组织行业内职业技术学院数百位骨干教师，在对有关企业的生产经营、技术水平、管理模式及人才结构等情况进行深入调研的基础上，经过几年的努力，规划开发了材料工程技术和建筑装饰技术两个专业的系列教材。这些教材的编写含有课程开发和教材改革的双重任务，在规划之初，该委员会就明确提出课程综合化和教材内容必须贴近岗位工作需要的目标要求，使这两个专业的课程结构和教材内容结构都具有较多的改进和新意。

在当前和今后的一段时期，我国高职教育的课程和教材建设要为我国走新型工业化道路、调整经济结构和转变增长方式服务，更好地适应于生产、管理、服务第一线高素质的技术、管理、操作人才的培养。然而我国高职教育的课程和教材建设当前面临着新的产业情况、就业情况和生源情况等多因素的挑战，从产业方面分析，要十分关注如下三大变革对高职课程和教材所提出的新要求：

1. 产业结构和产业链的变革。它涉及专业和课程结构的拓展和调整。

2. 产业技术升级和生产方式的变革。它涉及课程种类和课程内容的更新，涉及学生知识能力结构和学习方式的改变。

3. 劳动组织方式和职业活动方式的变革——“扁平化劳动组织方式的出现”；“学习型组织和终身学习体系逐步形成”；“多学科知识和能力的复合运用”；“操作人员对生产全过程和企业全局的责任观念”；“职业活动过程中合作方式的普遍开展”。它们同样涉及课程内容的更新与调整，还涉及非专业能力的培养途径、培养方法、学业的考核与认定等许多新领域的改革和创新。

建筑材料行业的变化层出不穷，传统的硅酸盐材料工业生产广泛采用了新工艺，普遍引入计算机集散控制技术，装备水平发生根本性变化；行业之间的相互渗透急剧增加，技术创新过程中学科之间的融通加快，又催生出多种多样的新型材料，使材料功能获得不断扩展，被广泛应用于建筑业、汽车制造业、航天航空业、石油化工业和信息产业，尤其是建筑装饰业，是融合工学、美学、材料科学及环境科学于一体的新兴服务业，有着十分广阔的市场前景，它带动材料工业的加速发展，而每当一种新的装饰材料问世，又会带来装饰施工工艺的更新；随着材料市场化程度的提高，在产品的检测、物流等领域形成新的职业岗位，使材料行业的产业链相应延长，并对从业人员的知识能力结构提出了新的要求。

然而传统的材料类专业课程模式和教材内容，显然滞后于上述各种变化。以学科为本位的教学模式应用于高职教育教学过程时，明显地出现了如下两个“脱节”，一是以学科为本的知识结构与职业活动过程所应用的知识结构脱节；二是以学科为本的理论体系与职业活动的能力体系脱节。为了改变这种脱节和滞后的被动局面，全国建材职业教育教学指导委员会组织开展了这一次的课程和教材开发工作，编写出版了这一系列教材。其间，曾得到西门子分析仪器技术服务中心的技术指导，使这批教材更适应于职业教育与培训的需要，更具有现

代技术特色。

随着它们被相关院校日益广泛地使用，可望我国高职高专系统的材料工程技术和建筑装饰技术两个专业的教学工作将出现新的局面，其教学水平和教学质量将上一个新的台阶。

中国职业技术教育学会副会长、学术委员会主任

高职高专教育教学指导委员会主任

杨金土

2006 年 1 月

前 言

《水泥工艺技术》是根据2004年10月在太原召开的全国建材高职高专规划教材编写会议精神及2005年4月在洛阳召开的全国建材职业教育教学指导委员会审定的《水泥工艺技术》教材编写大纲编写而成的。

本教材立足于我国水泥工业技术现状及发展趋势,重点突出高职高专教材的应用性特点,尽可能体现我国水泥工业现阶段的新工艺、新技术、新经验,尽可能反映水泥工艺技术的先进性、科学性、实用性,以期对水泥企业生产和管理有一定的指导作用。本书以硅酸盐水泥生产工艺过程和应用为主线,重点介绍新型干法水泥生产工艺技术,也介绍了传统水泥、其他通用水泥和特种水泥的生产工艺技术。本书详细介绍了关于硅酸盐水泥生产的原料及预均化、生料制备、生料均化、熟料煅烧、水泥制成、性能及应用、质量控制的基本知识和基本技能,同时也介绍了传统水泥、其他通用水泥和特种水泥生产的知识。

本书由绵阳职业技术学院肖争鸣担任主编,江西现代职业技术学院李坚利担任第二主编。编写分工是:第1章由绵阳职业技术学院肖争鸣编写;第2章、第11章由江西现代职业技术学院李坚利编写;第3章由河北建材职业技术学院张雪芹(副主编)编写;第4章由安徽职业技术学院刘春英编写;第5章由江油高级技工学校任继明编写;第6章由绵阳职业技术学院刘成编写;第7章由贵州建材工业学校陆天生编写;第8章由陕西建材工业学校周建平编写;第9章由绵阳职业技术学院胡骈编写;第10章由绵阳职业技术学院杨峰编写;第12章由天津城市建设学院黄燕生(副主编)编写。全书由肖争鸣统稿和修改整理后定稿。

本书由上海联合水泥有限公司总工郁伟华主审。参加审稿的有南京工业大学材料学院刘亚云教授、曾燕伟教授、陆雷教授、朱宏教授和绵阳职业技术学院材料工程系全体教授。在编写过程中得到全国建材职业教育教学指导委员会主任周功亚的大力支持和帮助,在此表示衷心感谢。

由于编者的水平和条件有限,书中欠妥之处在所难免,恳请广大师生和读者提出宝贵意见,以便修正。

编 者

2006年1月

目 录

1 绪论	1
1.1 水泥的起源与发明	1
1.1.1 胶凝材料的定义和分类	1
1.1.2 胶凝材料的发展简史	1
1.1.3 水泥的发明	2
1.2 水泥的定义和分类	2
1.3 水泥在国民经济中的作用	2
1.4 水泥工业的发展概况	3
1.4.1 世界水泥工业的发展概况	3
1.4.2 中国水泥工业的发展概况	4
1.5 水泥工业的环境保护	6
1.5.1 水泥工业的环境污染和治理	7
1.5.2 水泥工业的可持续发展	7
2 硅酸盐水泥生产技术	8
2.1 硅酸盐水泥生产概述	8
2.1.1 硅酸盐水泥熟料	8
2.1.2 混合材料	8
2.1.3 石膏	9
2.1.4 硅酸盐水泥生产技术要求	9
2.2 硅酸盐水泥的生产工艺	11
2.2.1 生产过程	11
2.2.2 生产方法	12
2.2.3 水泥生产方法的选择	15
2.3 新型干法水泥生产的技术特征	15
2.3.1 新型干法水泥生产技术	15
2.3.2 新型干法水泥生产工艺流程	15
2.3.3 新型干法水泥生产的特点	17
2.3.4 新型干法水泥生产工序	18
2.4 硅酸盐水泥熟料的组成	18
2.4.1 熟料的化学组成	18
2.4.2 熟料的矿物组成	19
2.4.3 熟料的物理性能要求	20
2.4.4 化学成分与矿物组成间的关系	21
2.4.5 熟料矿物的特性	21
2.5 硅酸盐水泥熟料的率值	25
2.5.1 石灰饱和系数	26
2.5.2 硅率	27
2.5.3 铝率	27

2.5.4 熟料率值的控制	27
2.6 熟料矿物组成的计算与换算	29
2.6.1 硅酸盐水泥熟料矿物组成的计算	29
2.6.2 熟料化学组成、矿物组成与率值的换算	30
学习小结	31
复习思考题	31
3 原料及预均化技术	33
3.1 水泥生产用主要原料	34
3.1.1 石灰质原料	34
3.1.2 黏土质原料	36
3.2 水泥生产用辅助原料	39
3.2.1 校正原料	39
3.2.2 燃料	40
3.2.3 低品位原料和工业废渣的利用	41
3.3 矿山开采	43
3.4 原料破碎与烘干、输送与储存	45
3.4.1 破碎	45
3.4.2 烘干	46
3.4.3 输送与储存	47
3.5 原料的预均化	48
3.5.1 均化与预均化的基本概念	48
3.5.2 原燃材料的预均化	50
3.6 提高原料预均化效果的主要措施	51
学习小结	54
复习思考题	54
4 生料制备技术	56
4.1 生料的配料及计算	56
4.1.1 基本概念	56
4.1.2 配料计算	56
4.2 生料粉磨工艺技术	65
4.2.1 粉磨流程及特点	65
4.2.2 生料粉磨系统的发展特点	71
4.2.3 生料的粉磨细度及颗粒分布要求	72
4.3 立式磨在生料粉磨中的应用	72
4.3.1 立式磨的发展历史	72
4.3.2 立式磨系统	73
4.3.3 立式磨的特点	74
4.3.4 立式磨的操作控制要点	75
4.4 生料粉磨系统的调节控制	76
4.4.1 物料配比控制	76
4.4.2 磨机负荷自动控制	77
4.4.3 温度控制	78
4.4.4 压力控制	78

4.4.5	控制磨内通风量	78
4.4.6	根据出磨气温来调节喷水量或辅助热风温度	79
4.4.7	控制粉磨液压	79
4.4.8	控制出磨生料细度	79
4.4.9	选择合适的挡料圈高度	79
4.4.10	搞好磨辊密封,提高入磨气体负压值	79
4.4.11	开车喂料程序控制	79
4.4.12	料仓料位指示控制	79
4.4.13	增湿塔出口气体温度控制	79
学习小结		79
复习思考题		80
5	生料均化技术	81
5.1	生料均化的基本原理	81
5.1.1	生料均化的意义	81
5.1.2	生料均化的基本原理	82
5.1.3	均化过程的基本参数	83
5.2	生料均化的主要设施	89
5.2.1	生料均化库的发展	89
5.2.2	生料粉气力搅拌法的基本部件	89
5.2.3	生料均化的主要设施	90
5.3	生料均化的工艺技术	98
5.3.1	淮海水泥厂生料均化工艺	99
5.3.2	国外某水泥厂生料均化工艺	100
5.3.3	冀东水泥厂生料均化工艺	101
5.3.4	宁国水泥厂生料均化工艺	103
5.3.5	生料均化系统的前馈控制法	104
5.4	提高生料均化效果的途径	105
5.4.1	充气装置故障及防止措施	105
5.4.2	入库生料成分的控制	105
学习小结		107
复习思考题		108
6	熟料煅烧技术	109
6.1	概述	109
6.2	生料在煅烧过程中的物理化学变化	110
6.2.1	干燥	110
6.2.2	脱水	110
6.2.3	碳酸盐分解	111
6.2.4	固相反应	113
6.2.5	熟料烧结	114
6.2.6	熟料冷却	116
6.3	悬浮预热技术	117
6.3.1	悬浮预热技术	117
6.3.2	悬浮预热技术的优越性	117

6.3.3	悬浮预热器的构成及功能	117
6.3.4	旋风预热器	118
6.4	预分解技术	119
6.4.1	概述	119
6.4.2	预分解窑的特点	119
6.4.3	分解炉内气、固流运动方式及功能	120
6.4.4	新型分解炉型及结构分析	123
6.4.5	分解炉与窑的连接方式	125
6.5	回转窑技术	125
6.5.1	回转窑的功能	125
6.5.2	回转窑的发展历程	126
6.5.3	预分解窑工艺带的划分	126
6.5.4	物料在窑内的工艺反应	127
6.6	熟料冷却技术	128
6.6.1	熟料冷却机的功能及发展	128
6.6.2	熟料冷却机的作业原理	129
6.6.3	冷却机的性能指标	129
6.6.4	算式冷却机的分类及其发展	130
6.6.5	国产第三代算冷机	131
6.7	预分解窑技术的生产控制	132
6.7.1	预分解窑生产中重点监控的主要工艺参数	132
6.7.2	预分解窑工艺控制的自动调节回路	135
6.7.3	中央控制室简介	136
6.7.4	预分解窑异常状况调控及其故障处理	137
6.8	新型干法水泥生产技术的发展	140
6.8.1	世界超大型水泥熟料预分解窑的发展状况	140
6.8.2	中国超大型水泥生产技术的发展	140
	学习小结	151
	复习思考题	151
7	水泥制成技术	152
7.1	水泥粉磨工艺技术	152
7.1.1	硅酸盐水泥的制成工艺	152
7.1.2	水泥组成材料的工艺处理及要求	152
7.1.3	水泥组成材料的配比	153
7.1.4	水泥粉磨细度	153
7.1.5	水泥粉磨系统	153
7.1.6	当前水泥粉磨技术和设备发展的情况	154
7.2	管球磨粉磨技术	155
7.2.1	管球磨粉磨的基本流程	155
7.2.2	提高管球磨水泥粉磨系统产量和质量的技术途径	156
7.3	立式磨在水泥粉磨中的应用	159
7.3.1	概述	159
7.3.2	立式磨粉磨流程及特点	160

7.3.3	影响立式磨产量和质量的主要因素	161
7.3.4	磨机运行中的操作与监控	162
7.3.5	可能出现的问题及解决办法	162
7.4	挤压粉磨技术	162
7.4.1	概述	162
7.4.2	挤压粉磨系统的工艺流程	162
7.4.3	挤压粉磨系统主机性能与特点	165
7.4.4	挤压粉磨工艺的选择	166
7.4.5	选择挤压粉磨工艺应采取的技术措施	167
7.5	水泥的储存与发运	168
7.5.1	水泥的储存与均化	168
7.5.2	水泥的发运	168
	学习小结	170
	复习思考题	170
8	硅酸盐水泥的性能及应用	171
8.1	硅酸盐水泥的凝结时间	171
8.1.1	凝结速度	171
8.1.2	缓凝机理及其适宜掺量的确定	172
8.1.3	假凝现象	174
8.1.4	调凝外加剂	175
8.2	硅酸盐水泥的强度	176
8.2.1	强度的产生和发展	176
8.2.2	影响水泥强度的因素	177
8.3	硅酸盐水泥的体积变化与水化热	179
8.3.1	体积变化	179
8.3.2	水化热	182
8.4	硅酸盐水泥的耐久性	183
8.4.1	抗渗性	183
8.4.2	抗冻性	185
8.4.3	环境介质的侵蚀	186
8.4.4	碱集料反应	188
8.4.5	耐久性的改善途径	189
8.5	硅酸盐水泥的应用	191
8.5.1	普通混凝土及其应用	192
8.5.2	高强混凝土及其应用	205
8.5.3	高性能混凝土及其应用	207
8.5.4	泵送混凝土及其应用	208
8.5.5	流态混凝土及其应用	209
8.5.6	轻集料混凝土及其应用	209
8.5.7	纤维混凝土及其应用	209
8.5.8	聚合物混凝土及其应用	210
8.5.9	配制砂浆	210
8.5.10	水泥制品	211

学习小结.....	211
复习思考题.....	211
9 水泥生产质量控制	213
9.1 原燃材料的质量控制	213
9.1.1 石灰石的质量控制	215
9.1.2 黏土质原料的质量控制	215
9.1.3 铁质校正原料的质量控制	216
9.1.4 燃料的质量控制	216
9.1.5 矿化剂、晶种的质量控制	217
9.1.6 原燃材料的预均化	217
9.2 生料的质量控制	217
9.2.1 生料制备的质量要求	217
9.2.2 入磨物料的质量控制	218
9.2.3 出磨生料的质量控制	219
9.2.4 入密生料的质量控制	220
9.3 熟料的质量控制	221
9.3.1 熟料质量控制项目	221
9.3.2 熟料的管理	223
9.4 水泥的质量控制	225
9.4.1 水泥制成质量控制项目与指标	225
9.4.2 出磨水泥的管理	226
9.4.3 出厂水泥的质量管理	226
9.4.4 水泥出厂手续及售后服务	228
学习小结.....	230
复习思考题.....	230
10 传统水泥生产技术	231
10.1 湿法回转窑生产技术.....	231
10.1.1 湿法回转窑的特点及发展概况.....	231
10.1.2 湿法回转窑窑体的形状.....	231
10.1.3 湿法回转窑的生产工艺流程.....	233
10.1.4 生料浆的制备.....	233
10.1.5 湿法窑内的煅烧.....	234
10.2 干法回转窑水泥生产技术.....	241
10.2.1 传统干法回转窑水泥生产技术.....	241
10.2.2 立波尔窑水泥生产技术.....	242
10.3 立窑水泥生产技术.....	246
10.3.1 概述.....	246
10.3.2 立窑水泥的生产工艺流程.....	246
10.3.3 立窑对原燃材料的选择.....	247
10.3.4 生料的成分.....	248
10.3.5 全黑生料的配热.....	251
10.3.6 机立窑的结构.....	252
10.3.7 供风与排气.....	254

10.3.8 机立窑熟料的形成原理	254
10.3.9 机立窑的煨烧	258
10.4 传统水泥生产技术的改造	269
10.4.1 干法中空窑的改造	269
10.4.2 湿法回转窑的改造	271
10.4.3 机立窑扩径	272
学习小结	273
复习思考题	274
11 其他通用水泥生产技术	275
11.1 混合材料的种类及质量要求	275
11.1.1 混合材料的种类及作用	275
11.1.2 粒化高炉矿渣	276
11.1.3 火山灰质混合材料	278
11.1.4 粉煤灰质混合材料	280
11.1.5 其他混合材料	281
11.2 普通硅酸盐水泥	283
11.2.1 定义与代号	283
11.2.2 组分材料要求	283
11.2.3 强度等级与标号	283
11.2.4 生产技术要求	283
11.2.5 试验方法与检验规则	284
11.2.6 生产过程与控制	285
11.2.7 性能与应用	286
11.3 矿渣硅酸盐水泥	287
11.3.1 定义	287
11.3.2 标号及技术要求	287
11.3.3 生产过程	288
11.3.4 水化和硬化	288
11.3.5 性能和用途	289
11.3.6 提高矿渣水泥质量的主要途径	290
11.4 火山灰硅酸盐水泥	292
11.4.1 生产技术要求	292
11.4.2 配制工艺	292
11.4.3 混合材料的掺加量	292
11.4.4 水化硬化过程	293
11.4.5 性能与用途	293
11.5 粉煤灰硅酸盐水泥	294
11.5.1 粉磨工艺	295
11.5.2 水化硬化	297
11.5.3 性能	297
11.5.4 用途	299
11.5.5 提高粉煤灰水泥早期强度的途径	299
11.6 复合硅酸盐水泥	300

11.6.1	生产技术要求	300
11.6.2	混合材料掺加量	300
11.6.3	生产复合水泥应注意的问题	303
11.6.4	性能特点与应用	303
11.7	石灰石硅酸盐水泥	304
11.7.1	定义与代号	304
11.7.2	组分材料要求	304
11.7.3	生产技术要求	304
11.7.4	生产与应用中应注意的问题	305
	学习小结	306
	复习思考题	307
12	特种水泥生产技术	308
12.1	概述	308
12.1.1	特种水泥的分类	308
12.1.2	特种水泥的生产状况	308
12.2	快硬高强水泥	309
12.2.1	快硬硅酸盐水泥	310
12.2.2	快硬硫铝酸盐水泥	311
12.2.3	快硬氟铝酸盐水泥	313
12.2.4	快硬铁铝酸盐水泥	314
12.2.5	特种高强水泥	316
12.3	抗硫酸盐水泥	316
12.3.1	抗硫酸盐水泥的技术要求	316
12.3.2	抗硫酸盐水泥的生产技术	317
12.3.3	抗硫酸盐水泥的性能与主要用途	317
12.4	装饰水泥	318
12.4.1	白色水泥的技术要求	318
12.4.2	白色水泥的生产技术	318
12.4.3	其他品种的白水泥	319
12.4.4	彩色水泥	319
12.5	道路水泥	320
12.5.1	道路水泥的技术要求	320
12.5.2	道路水泥的生产技术	320
12.5.3	道路水泥的性能和用途	321
12.6	油井水泥	321
12.6.1	油井水泥的技术要求	321
12.6.2	油井水泥的生产技术	322
12.7	其他特种水泥	323
12.7.1	砌筑水泥	323
12.7.2	耐酸水泥	324
12.7.3	耐高温水泥	325
12.7.4	中热硅酸盐水泥和低热矿渣硅酸盐水泥	331
12.7.5	膨胀和自应力水泥	332

12.7.6 辐射水泥.....	337
12.7.7 氯氧镁水泥.....	339
12.7.8 生态水泥.....	340
学习小结.....	341
复习思考题.....	341
参考文献	342

1 绪 论

1.1 水泥的起源与发明

水泥起源于胶凝材料，是在胶凝材料的发展过程中逐渐演变和发明的。水泥是指具有水硬性的无机胶凝材料。

1.1.1 胶凝材料的定义和分类

胶凝材料是指在物理、化学作用下，能从浆体变成坚固的石状体，并能胶结其他物料而具有一定机械强度的物质，又称胶结料。胶凝材料可分为无机胶凝材料和有机胶凝材料两大类，如沥青和各种树脂属于有机胶凝材料。无机胶凝材料按照硬化条件又可分为水硬性胶凝材料和非水硬性胶凝材料两种。水硬性胶凝材料在拌水后既能在空气中硬化，又能在水中硬化，通常称为水泥，如硅酸盐水泥、铝酸盐水泥等。非水硬性胶凝材料只能在空气中硬化，故又称气硬性胶凝材料，如石灰、石膏等。

1.1.2 胶凝材料的发展简史

胶凝材料的发展史极为悠久，可追溯到人类史前时期。它先后经历了天然的黏土、石膏-石灰、石灰-火山灰、天然水泥、硅酸盐水泥、多品种水泥等各个阶段。

远在新石器时代，距今约 4000~10000 年，由于石器工具的进步，劳动生产力的提高，人类为了生存开始在地面挖穴建室居住。人们利用黏土和水后具有一定可塑性、干硬后有一定强度的胶凝性来砌筑简易的建筑物，有时还在黏土浆中掺入稻草、壳皮等植物纤维，以达到加筋增强的作用。但未经煅烧的黏土不抗水且强度低。黏土是最原始的、天然的胶凝材料。这个阶段可称为天然黏土时期。

随着火的发现，在公元前 2000~3000 年，石膏、石灰石及石灰开始被人类利用。人们利用石灰岩和石膏岩在火中煅烧脱水、在雨水中胶结产生的胶凝性，开始用经过煅烧所得的石膏或石灰来调制砌筑砂浆。例如古埃及的金字塔、中国著名的万里长城以及其他许多宏伟的古建筑，都是用石灰、石膏作为胶凝材料砌筑而成的。这个阶段可称为石膏-石灰时期。

随着生产的发展，在公元初，古希腊人和古罗马人都已经发现，在石灰中掺加某些火山灰沉积物，不仅强度提高，而且还具有一定的抗水性。例如古罗马的“庞贝”城及罗马圣庙等著名古建筑都是用石灰-火山灰材料砌筑而成的。在中国古代建筑中所大量应用的石灰、黄土、细砂组成的三合土实际上也是一种石灰-火山灰材料。随着陶瓷生产的需要，人们发现将碎砖、废陶器等磨细后代替天然的火山灰与石灰混合，同样能制成具有水硬性的胶凝材料。从而，使火山灰质材料由天然发展到人工制造，将煅烧过的黏土与石灰混合可以获得具有一定抗水性的胶凝材料。这个阶段可称为石灰-火山灰时期。

随着港口建设的需要，在 18 世纪下半叶，英国人 J. Smetetonf 发现掺有黏土的石灰石经过煅烧后获得的石灰具有水硬性。他第一次发现了黏土的作用，制成了“水硬性石灰”。例如英国伦敦港口的灯塔建设，就是用水硬性石灰作为建筑材料。随后又出现的罗马水泥，都是将含有适量黏土的黏土质石灰石经过煅烧而成的。在此基础上，发展到用天然水泥岩（黏土含量在 20%~25% 的石灰石）煅烧、磨细而制成天然水泥。这个阶段可称为天然水泥