



普通高等教育“十二五”创新型规划教材

无机材料 生产技术

(水泥方向)

WUJI CAILIAO SHENGCHAN JISHU
(SHUINI FANGXIANG)

主 编 杨永利 徐海军

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

普通高等教育“十二五”创新型规划教材

无机材料生产技术 (水泥方向)

主 编 杨永利 徐海军
副主编 郑建军 谭永梅 田凤兰
李庆阳 武海燕
参 编 张红波 许安逸 王建军 魏爱琴
张文豹 郭海荣 李艳茹 张红霞
主 审 李 嘉



TB321-43
29

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS



北航

C1632930

内 容 简 介

本书是为了适应高等院校无机非金属材料工程专业(水泥方向)教育特点,满足培养学生综合素质与综合技能要求而编写的,是国家骨干校重点专业建设成果之一。本书包括五个项目共18个工作任务,以新型干法水泥生产基本工艺为核心,以通用硅酸盐水泥生产过程为主线,展示了“矿山开采作业、原材料烘干破碎、原燃材料预均化、原料配料、生料制备、生料均化、熟料烧成及冷却、水泥配料制成、水泥调配均化、水泥散装或包装销售出厂”等具体工序的工作内容、工作岗位基础知识以及基本工作技能要求。考虑到学生参加工作后可能存在对工作岗位群的适应性需求,本书还增加了“水泥性能及其在混凝土方面的应用”内容。

本教材主要提供给高等院校所设材料工程专业(水泥或混凝土方向)学生使用,也可用作水泥生产企业职工岗位培训教材以及企业相关岗位技术及管理人员参考用书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

无机材料生产技术:水泥方向/杨永利,徐海军主编. —北京:北京理工大学出版社,2013.1

ISBN 978-7-5640-7233-9

I. ①无… II. ①杨… ②徐… III. ①无机材料-生产技术-高等学校-教材 IV. ①TB321

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第004986号

出版发行/北京理工大学出版社

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址/http://www.bitpress.com.cn

经 销/全国各地新华书店

印 刷/保定市中华美凯印刷有限公司

开 本/710毫米×1000毫米 1/16

印 张/19.5

字 数/363千字

版 次/2013年1月第1版 2013年1月第1次印刷

定 价/49.00元

加工编辑/胡卫民

责任编辑/陈 竑

责任校对/杨 露

责任印制/王美丽

图书出现印装质量问题,本社负责调换



前言

本书按照教育部关于高等教育改革和发展的若干指示精神,结合我院国家骨干校建设的探索与体会,组织院内外相关专业教师以及区域水泥行业知名工程技术人员共同精心编写而成。

国家骨干校建设过程中,课程建设是极其重要的核心内容之一。课程建设必须建立在深入水泥生产企业,充分调研,归纳整理生产岗位对岗位工作人员在职业素质、职业能力等方面基本要求的基础上。努力构建基于工作过程和职业领域,以工作项目、工作任务为架构,“工学结合”“学做一体”特色鲜明的课程内容体系。

本书以新型干法水泥生产基本工艺为核心,以通用硅酸盐水泥生产过程为主线,向学生展示了新型干法水泥制造业“矿山开采作业、原材料烘干破碎、原燃材料预均化、原料配料、生料制备、生料均化、熟料烧成及冷却、水泥配料制成、水泥调配均化、水泥散装或包装销售出厂”等具体工序工作内容、工作岗位基础知识以及基本工作技能要求。考虑到学生参加工作后可能存在对工作岗位群的适应性需求,本书还增加了“水泥性能及其在混凝土方面的应用”内容。

本书内容包括五个项目、18个任务、18个配套实训作业及相应数量的思考题,教材编写立足于生产实际需要,摒弃传统教材对知识体系完整性的刻意追求,以知识够用为度,着力突出生产实践性要求,努力体现项目引领、任务驱动的改革特色,引导学生视精力、能力进行选择学习,培养在若干重要工序方面的生产操作能力,培养学生逐步建立学习迁移能力。

本教材由杨永利、徐海军任主编,郑建军、谭永梅、田凤兰、李庆阳、武海燕任副主编。内蒙古自治区建材产品质量检验院张红波,内蒙古冀东水泥有限公司许安逸、王建军,中联集团金山特种水泥公司魏爱琴、张文豹、郭海荣、李艳茹,内蒙古工业大学张红霞等参与编写。全书由杨永利、徐海军统稿,济南大学李嘉教授主审,蒙西水泥集团张耀华、郝清华等参与审稿。具体编写分工为杨永利编写项目二中任务2以及项目三中任务3;徐海军编写项目一、项目二中任务6以及项目三中任务1;郑建军编写项目五任务2中5.2.1、5.2.2部分;谭永梅编写项目三中任务2;田凤兰编写项目五中任务2除5.2.1、5.2.2以外的部分;李庆阳编写项目二中任务4;武海燕编写项目四中任务2、任务3;张红波编写项

目五任务1中5.1.1、5.1.2部分；许安逸编写项目二中任务5；王建军编写项目二中任务1；魏爱琴编写项目四中任务1；张文豹编写项目二任务3中2.3.1部分；郭海荣编写项目二任务3中2.3.2部分；李艳茹编写项目二任务3中2.3.3部分；张红霞编写项目五任务1中5.1.3、5.1.4部分。

本书编写过程中获得众多水泥企业工程技术人员的大力支持及许多切实的帮助，编写中参考了大量专业书籍、论文以及网上资料，文尾参考文献处未将所有资料来源全部列明，在此，向所有支持过本书编写的同仁和被引用到本教材的书籍、论文和资料的作者表示最真挚的谢意！

由于编者水平有限，书中必定存在欠妥之处，恳请广大读者批评指正，以便及时改进。

编 者



目 录

项目一 通用硅酸盐水泥生产准备	1
任务1 水泥及其生产工艺分类	1
1.1.1 水泥分类与命名	1
1.1.2 生产方法分类	5
1.1.3 通用硅酸盐水泥国标	6
任务2 新型干法水泥生产工艺	13
1.2.1 新型干法水泥生产工艺流程	13
1.2.2 新型干法水泥生产工艺过程	15
1.2.3 新型干法水泥生产特点	15
任务3 生产用原燃材料	20
1.3.1 石灰质原料	21
1.3.2 黏土质原料	24
1.3.3 校正原料	26
1.3.4 燃料	27
1.3.5 矿山资源与废渣综合利用	28
任务4 生料与熟料	33
1.4.1 生料	33
1.4.2 熟料	34
思考题	48
实训	49
项目二 生料制备	50
任务1 原料矿山开采与运输	50
2.1.1 矿点的选择	51
2.1.2 开采前准备	51
2.1.3 开采工艺	52
2.1.4 进厂运输	52
任务2 原料破碎、烘干与厂内输送储存	54
2.2.1 原料破碎工艺	54
2.2.2 烘干	67
2.2.3 厂内物料的输送与储存	69

任务3 原料预均化	70
2.3.1 预均化的基本概念	71
2.3.2 预均化工艺	73
2.3.3 其他预均化形式	80
任务4 原料配料	83
2.4.1 配料方案选择	84
2.4.2 配料计算	87
2.4.3 (配料工艺) 配料计量及调整	94
任务5 生料制备	101
2.5.1 生料粉磨工艺技术	101
2.5.2 生料粉磨管球磨系统	108
2.5.3 立式磨系统	114
2.5.4 辊压机挤压粉磨系统	124
学习小结	125
阅读材料 配料中使用原燃料的发展历程	126
问题与讨论	126
任务6 生料均化	127
2.6.1 均化工艺	127
2.6.2 间歇式空气搅拌库	131
2.6.3 连续式气力均化库	132
2.6.4 重力均化与连续式气力均化复合式均化库	134
思考题	135
实训	136
项目三 熟料烧成	137
任务1 熟料烧成技术准备	137
3.1.1 熟料烧成过程中的物理化学变化	137
3.1.2 熟料形成热化学	147
3.1.3 矿化剂与晶种技术	150
3.1.4 微量组分与旁路防风	156
任务2 熟料烧成工艺技术	160
3.2.1 熟料烧成工艺类型	161
3.2.2 湿法窑烧成工艺	162
3.2.3 悬浮预热器回转窑烧成工艺	163
3.2.4 窑外分解窑熟料烧成工艺	166
任务3 熟料冷却机	177
3.3.1 熟料冷却机作用与类型	177
3.3.2 蓖式冷却机基本结构及工作过程	179
3.3.3 各种推动式蓖冷机机型介绍	182

思考题	187
实训	187
项目四 水泥制成	188
任务1 水泥生产用缓凝剂、混合材料及水泥制成工艺技术	188
4.1.1 水泥生产用缓凝剂及混合材料	189
4.1.2 水泥制成工艺技术（水泥粉磨配方）	195
任务2 水泥粉磨	197
4.2.1 水泥粉磨系统及其发展	198
4.2.2 管球磨粉磨技术	201
4.2.3 立式磨在水泥粉磨中的应用	207
4.2.4 挤压粉磨技术	208
任务3 水泥均化、储存与发运	215
4.3.1 水泥均化与储存	216
4.3.2 水泥发运	216
4.3.3 水泥粉磨站	222
思考题	227
实训	227
项目五 水泥性能及其在混凝土方面的应用	228
任务1 水泥的主要性能	228
5.1.1 凝结时间	229
5.1.2 强度	234
5.1.3 体积变化与水化热	237
5.1.4 硅酸盐水泥的耐久性	241
任务2 硅酸盐水泥在混凝土方面的应用	251
5.2.1 普通混凝土及其应用	251
5.2.2 高强混凝土及其应用	273
5.2.3 高性能混凝土及其应用	275
5.2.4 泵送混凝土及其应用	278
5.2.5 流态混凝土及其应用	280
5.2.6 轻集料混凝土及其应用	282
5.2.7 纤维混凝土及其应用	284
5.2.8 聚合物混凝土及其应用	289
5.2.9 建筑砂浆	291
5.2.10 水泥制品	299
思考题	300
实训	300
参考文献	301

项目一

通用硅酸盐水泥生产准备

本项目面向材料工程技术专业（水泥方向）学生，使其全面学习水泥生产专业知识，系统地培养专业能力。本项目运行目标是将水泥生产作业加工对象——原材料、生料、熟料、终产品水泥，水泥生产基本工艺技术以及基本过程展示给学生，要求学生对水泥生产建立完整的、全面的、概括的印象，能够完整、准确、独立地描述其对水泥生产的综合认识。

任务1 水泥及其生产工艺分类

知识目标

通过学习，了解不同种类水泥命名规则及其命名实例，了解通用硅酸盐水泥国标有关规定内容；掌握关于水泥种类、生产方法种类、通用硅酸盐水泥国标规定的十个物理、化学性能指标等相关知识。

能力目标

完成学习任务后，能够完整、准确、独立地描述水泥种类、生产方法种类、通用硅酸盐水泥国标规定的十个物理、化学性能指标。能够独立查阅资料，完成新建水泥企业合理的水泥产品及其生产方法、生产规模分析报告。

实训项目

完成“关于新建水泥企业合理的水泥产品及其生产方法、生产规模分析”报告。

1.1.1 水泥分类与命名

1.1.1.1 水泥的定义

通常说的水泥，是指拌和一定量的洁净水后呈现塑性浆体状态，能胶结砂、石、钢筋等适当材料，能在空气中硬化并且在水中可以继续硬化的粉体水硬性胶凝材料。它是各种类型水泥的总称。

从特征上来说,水泥必须通过粉磨后获得,是具有一定细度的粉体,其拌和适量水后可成为塑状浆体;它既能在空气中硬化,也能在水中继续硬化形成人造石材;水泥浆能够与砂、石、钢筋等集料牢固地胶结在一起,作为一个整体,具备一定承受负荷的强度。

1.1.1.2 水泥的种类

水泥自发明以来,品种不断增加,至今已有上百种之多。

(一) 对水泥按其用途及性能划分

可将水泥分成三大类:通用水泥、专用水泥、特性水泥。

1. 通用水泥

通常将在一般土木建筑工程上使用的水泥,称为通用水泥。也就是 GB 175—2007 通用硅酸盐水泥国家标准所说的通用硅酸盐水泥,具体包括硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥、复合硅酸盐水泥六大品种。

2. 专用水泥

将具有特定用途的水泥,称为专用水泥。如油井水泥、道路水泥、砌筑水泥等。

3. 特性水泥

将具有某种突出性能的水泥,称为特性水泥。如快硬硅酸盐水泥、抗硫酸盐硅酸盐水泥、白色硅酸盐水泥等。

专用水泥与特性水泥可以合称为特种水泥。

(二) 对水泥按其熟料主要矿物组成划分

1. 硅酸盐水泥系列(通常简称为硅酸盐水泥类)

该系列水泥的特征是其水泥熟料矿物以硅酸盐为主要成分。如生产生活中使用量最大的通用硅酸盐水泥以及大部分专用水泥、特性水泥等。

2. 铝酸盐水泥系列

该系列水泥的特征是其水泥熟料矿物以铝酸钙为主要成分,主要有铝酸盐膨胀水泥、铝酸盐自应力水泥和铝酸盐耐火水泥等。

3. 铁铝酸盐水泥系列

该系列水泥的特征是其水泥熟料矿物以铁铝酸盐为主要成分,如快硬铁铝酸盐水泥、高强铁铝酸盐水泥、膨胀铁铝酸盐水泥、自应力铁铝酸盐水泥等。

4. 硫铝酸盐水泥系列

该系列水泥的特征是其水泥熟料矿物以硫铝酸钙为主要成分,包括快硬硫铝酸盐水泥、高强硫铝酸盐水泥、膨胀硫铝酸盐水泥、自应力硫铝酸盐水泥、低碱

硫铝酸盐水泥等。

5. 氟铝酸盐水泥系列

该系列水泥的特征是其水泥熟料矿物以氟铝酸钙为主要成分，包括快凝快硬氟铝酸盐水泥、型砂水泥、锚固水泥等。

6. 其他类型水泥

以上系列之外的水泥类型，包括而但不限于如耐酸水泥、氧化镁水泥、生态水泥、少熟料和无熟料水泥等。

1.1.1.3 水泥的命名

水泥种类已近百余种，如何对水泥命名需要视情况而定。一般按类别不同分别以水泥的主要水硬性矿物、混合材料种类、水泥用途及其主要特性来进行命名，如果名称过长，可以使用简称。

通用水泥，现在新的水泥国家标准（GB 175—2007）已重新确定了其标准称谓，即“通用硅酸盐水泥”。“通用硅酸盐水泥”具体包括硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥、复合硅酸盐水泥六个品种，从具体水泥品种的名称可以看出其命名是以混合材料名称或其他适当名称加水泥的主要水硬性矿物名称来作为规则的。例如，火山灰硅酸盐水泥，以所掺加“火山灰”混合材料连接通用硅酸盐水泥的主要水硬性矿物“硅酸盐”而命名的；对不掺或仅掺少许混合材料（ $<5\%$ ）的水泥则直接称之为硅酸盐水泥（相当于国外波特兰水泥）。

专用水泥则按其专门用途命名。也就是按能充分发挥水泥特性，取得最佳使用效果的、特定的、单一用途来命名，而出于相互区别的需要，有时还在其名称前冠以不同型号。例如，开采石油时，在不同井深，不同温度、压力环境下使用的固井水泥分别称 A 级油井水泥、B 级油井水泥等；专门适合修建道路的水泥称道路硅酸盐水泥，简称道路水泥。

特性水泥是以水泥的主要特性命名的。特性水泥并非只能局限于单一的用途使用，在依赖其优良特性的场合均可使用。特性水泥以其特性、混合材和水泥熟料主要矿物一起共同进行命名，如快硬硅酸盐水泥、低热矿渣硅酸盐水泥、膨胀硫铝酸盐水泥等。

除了前述以外，以潜在水硬性或火山灰性材料以及其他活性材料为主要组分的水泥，一般可以所掺加激发剂组分的名称和活性材料的名称来进行命名，也可以再冠以特性名称。如石膏矿渣水泥、石灰火山灰水泥等。

2011 年度，我国水泥总产量已突破 22 亿吨，其中 99% 以上属于通用硅酸盐水泥，其他在产的 30 余种水泥总量不足 1%。因此，本书将通用硅酸盐水泥尤其是硅酸盐水泥作为主要研究对象。表 1-1-1 所示为水泥总产量以及部分年份新

型干法水泥产量表。

表 1-1-1 1978 年以来我国历年水泥总产量以及部分年份新型干法水泥产量

年份	全国产量/万吨	增长量/万吨	增长率/%	新型干法水泥 产量/万吨	占水泥总产量 比率/%
1978	6 524	959	17.2		
1979	7 390	866	13.3		
1980	7 986	596	8.1		
1981	8 290	304	3.8		
1982	9 520	1 230	14.8		
1983	10 825	1 305	13.7		
1984	12 302	1 477	13.6		
1985	14 595	2 293	18.6		
1986	16 606	2 011	13.8		
1987	18 625	2 019	12.2		
1988	21 014	2 389	12.8		
1989	21 029	15	0.1		
1990	20 971	-58	-0.3		
1991	25 261	4 290	20.5		
1992	30 822	5 561	22.0		
1993	36 788	5 966	19.4		
1994	42 118	5 330	14.5		
1995	47 561	5 443	12.9	2 853	6
1996	49 118	1 557	3.3		
1997	51 174	2 056	4.2		
1998	53 600	2 426	4.7		
1999	57 300	3 700	6.9		
2000	59 700	2 400	4.2	7 188	12
2001	66 104	6 404	10.7		
2002	72 500	6 396	9.7		
2003	86 200	13 700	18.9		
2004	97 000	10 800	12.5	32 000	33
2005	10 6000	9 000	9.3	47 300	45
2006	124 000	18 000	17.0	62 400	50
2007	136 000		10.1		
2008	139 000		5.2	81 000	60
2009	163 000		17.9		
2010	188 000		13.8		
2011	熟料 118 000		7.8	熟料 95 000	
2011					

1.1.2 生产方法分类

1.1.2.1 硅酸盐水泥的生产过程

硅酸盐水泥的生产过程可以简单地概括为“两磨一烧”三个阶段。即通常所说的“生料制备、熟料煅烧、水泥制成及出厂”三大工序。具体说来,先将石灰石原料、黏土质原料与少量校正原料进行破碎,必要时需要预均化,之后将各种物料按一定比例配合,送入生料制备磨机粉磨至指定细度,出磨后加以调配、均化制得细度合格、成分适当、质量均匀的生料,称生料的制备;将生料加入水泥窑内煅烧至部分熔融,获得以硅酸钙为主要成分的硅酸盐水泥熟料,称为熟料煅烧;将优质熟料、石膏、混合材料按照指定比例配合后喂入水泥磨粉机,对出磨水泥进行调配并且均化后,制成物理化学指标符合国家标准规定的水泥粉体,经包装或散装后出厂,称为水泥制成及出厂。

1.1.2.2 硅酸盐水泥的生产方法分类

目前水泥的生产方法因生料制备磨型及熟料煅烧窑型有区别而主要作两种分类:

1. 按制备生料的干湿法磨型进行分类:湿法生产、干法生产

1) 湿法生产

将黏土质原料,基本上是用黏土,先淘制为黏土浆,然后将水、石灰质原料、铁质校正原料等按指定比例配合,喂入湿法磨机磨制生料浆,出磨生料浆经调配、均化处理,达到控制指标要求后喂入湿法回转窑煅烧成为熟料,称为湿法生产,湿法生产中料浆水分一般占32%~40%。加入少量不影响熟料质量的减水剂,料浆水分可以减少到28%左右。

湿法粉磨、湿法窑煅烧过去在江南水网地区普遍使用,华北、东北地区也有部分水泥企业使用,由于烧成热耗过高,生产成本高,竞争力差,违反国家产业政策,所以目前使用日渐减少,近于绝迹。

2) 干法生产

将带有少许水分的各种潮湿原料先单独烘干后,再按比例配合送入生料磨机粉磨,或者直接将各种潮湿原料按比例配合送入生料磨机粉磨,同时磨机内通入热风进行烘干,出磨生料干粉经调配均化且符合质量控制指标要求后,将其喂入干法窑内煅烧,获得合格的熟料,称为干法生产。

2. 按煅烧熟料窑的结构分类

1) 立窑生产

利用竖立且静止不动的用钢板卷制成的中空圆柱体水泥熟料煅烧设备,即立窑煅烧水泥熟料的方法称为立窑生产。

2) 回转窑生产

利用与水平面成微小角度（ 3° 左右）倾斜放置且做回转运动的水泥熟料煅烧设备，即回转窑来煅烧水泥熟料的方法称为回转窑生产。用于煅烧湿法生料浆者，称为湿法回转窑；用于煅烧干法生料粉者，称为干法回转窑（包括悬浮预热器窑、预分解窑等新型干法回转窑）。

3. 半干半湿法生产、半湿半干法生产与湿磨干烧法生产

1) 半干半湿法生产

在使用立窑或立波尔回转窑作为煅烧熟料的设备的企业，需要先使用干法磨机制得干法生料粉，然后向其中加入 12%~15% 的水分，制得粒径 8~15 mm 的生料球（立窑生料球含煤，回转窑生料球不含煤）送入立窑或立波尔回转窑煅烧成熟料，人们也将这种方法称为半干半湿法。

2) 半湿半干法生产

有的企业在使用立波尔回转窑时，须使用湿法磨机磨制生料浆且料浆水分在 32%~40%。入窑前先经压滤或甩滤脱水，制成含水分 15%~20% 的生料团块，送入立波尔回转窑煅烧成熟料，人们也将这种方法称为半湿半干法。

3) 湿磨干烧法生产

由于历史的原因或遵循国家循环经济产业政策的发展，先湿法制备生料浆，再经压滤或甩滤脱水，利用本企业生产排放的气体余热进行烘干后破碎，干法生料粉入窑煅烧，这种方法称为湿磨干烧法，目前仍有企业在使用。

1.1.3 通用硅酸盐水泥国标

1.1.3.1 水泥标准渊源

水泥标准一方面在国家、行业、企业中引领、指导水泥的生产、控制水泥质量、加强行业管理和提高企业经济效益方面发挥着重要作用；另一方面也成为各级质量监督检验部门、建筑业设计单位、建设施工公司等单位监督检验，确保工程质量的重要技术依据。

新中国成立以来，我国经历了从无到有、从硬练到软练的水泥质量以及检验方法标准。其后不断制订新水泥标准，修订、完善已有水泥标准，已经形成了比较完善的水泥标准体系。水泥标准的质量逐步达到或接近国际先进水平。

在我国的上百个水泥专业标准中，既有强制性的国家标准（代号 GB）、建材行业标准（代号 JC，1990 年前也曾用 ZBQ），也有推荐性的国家标准（GB/T）、建材行业标准（JC/T）。

对于水泥企业追逐市场需求生产的新型水泥品种，在尚未建立国家标准和行业标准时，则允许生产企业制订企业标准以组织、控制生产，并报当地政府标准

化行政主管部门（国家质量监督检验检疫局暨国家标准化管理委员会）和有关行政主管部门（建材行业管理机构）备案。企业生产水泥产品已建立国家标准或者行业标准的，国家提倡企业制定严于国家标准或行业标准的企业内部标准来指导、评价生产。

目前，我国现行的通用硅酸盐水泥标准是 2007 年修订的，2008 年 6 月 1 日正式在全国实施，标准化代号为 GB 175—2007。

1.1.3.2 通用硅酸盐水泥定义及其品种分类

1. 通用硅酸盐水泥定义

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。

2. 通用硅酸盐水泥具体品种分类

GB 175—2007 通用硅酸盐水泥标准，自实施之日起，替代了原 GB 175—1999《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》、GB 1344—1999《矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥》、GB 12958—1999《复合硅酸盐水泥》三个标准。

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、复合硅酸盐水泥六个品种，但新标准未再规定该六个品种的具体定义，并将旧标准规定内容的性质从全文强制改为条文强制。仅标准第 7.1、7.3.1、7.3.2、7.3.3、8.4 条为强制性条款，即关于水泥五项化学性能要求以及物理性能要求中凝结时间、安定性、强度三项以及氯离子的检验方法规定为强制性执行条款，必须严格遵守，而碱含量、细度均属于推荐性条款，可以自行决定是否执行。

为了学习的方便，这里按照新标准精神，导出硅酸盐水泥的定义。

凡由硅酸盐水泥熟料，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）。硅酸盐水泥分两种类型，不参加混合材料的称Ⅰ型硅酸盐水泥，用代号 P.Ⅰ表示；在硅酸盐水泥粉磨时掺入不超过水泥质量 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，用代号 P.Ⅱ表示。其中 P 为波特兰“Portland”的英文单词的首字母。这里需要注意，石灰石或粒化高炉矿渣混合材料只允许各自单独使用，不能混掺。

1.1.3.3 组分材料

1. 组分

表 1-1-2 为通用硅酸盐水泥组分表。

表 1-1-2 通用硅酸盐水泥组分表

品 种	代 号	组成（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	/	/	/
			/	/	/	≤5
普通硅酸盐水泥	P. O	≥80， ≤95	> 5， ≤20 ^①			
矿渣硅酸盐水泥	P. S. A	≥30， ≤80	> 20， ≤50 ^②	/	/	/
	P. S. B	≥30， < 50	> 50， ≤70	/	/	/
火山灰质硅酸盐水泥	P. P	≥60， ≤80	/			> 20， ≤40 ^③
粉煤灰硅酸盐水泥	P. F	≥60， ≤80	/	/	> 20， ≤40 ^④	/
复合硅酸盐水泥	P. C	≥50， ≤80	> 20， ≤50 ^⑤			
备注： ① 本组分材料为符合本标准第 5.2.3 条的活性混合材料，其中允许用不超过水泥质量 8% 且符合本标准第 5.2.4 条的非活性混合材料或不超过水泥质量 5% 且符合本标准第 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 条的窑灰中的任意一种材料代替。 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组成，其中允许用不超过水泥质量 8% 且符合本标准第 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。						

2. 材料

1) 硅酸盐水泥熟料

它是由主要含 CaO、SiO₂、Al₂O₃、Fe₂O₃ 的原料，按适当比例磨成细粉烧至部分熔融，得到以硅酸钙为主要矿物成分的水硬性胶凝物质。其中硅酸钙矿物不小于 66%，氧化钙和氧化硅质量比值不小于 2.0。

2) 石膏

(1) 天然石膏：应符合 GB/T 5483 中规定的 G 类或 M 类二级（含）以上的石膏或混合石膏标准。

(2) 工业副产石膏：以硫酸钙为主要成分的工业副产物。采用前应经过试验

证明对水泥性能无害。

3) 活性混合材料

符合 GB/T 203、GB/T 18046、GB/T 1596、GB/T 2847 标准要求的粒化高炉矿渣、粒化高炉矿渣粉、粉煤灰、火山灰质混合材料（具体介绍见项目四）。

4) 非活性混合材料

活性指标分别低于 GB/T 203、GB/T 18046、GB/T 1596、GB/T 2847 标准要求的粒化高炉矿渣、粒化高炉矿渣粉、粉煤灰、火山灰质混合材料、石灰石和砂岩，其中石灰石中的三氧化二铝含量不大于 2.5%。

5) 窑灰

符合 JC/T 742 的规定。

6) 助磨剂

水泥粉磨时允许加入助磨剂，其加入量应不大于水泥质量的 0.5%，助磨剂应符合 JC/T 667 的规定。

1.1.3.4 强度等级

(1) 硅酸盐水泥的强度等级分为 42.5、42.5 R、52.5、52.5 R、62.5、62.5 R 六个等级。

(2) 普通硅酸盐水泥的强度等级分为 42.5、42.5 R、52.5、52.5 R 四个等级。

(3) 矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥、复合硅酸盐水泥的强度等级分为 32.5、32.5 R、42.5、42.5 R、52.5、52.5 R 六个等级。

1.1.3.5 技术要求

技术要求即品质指标，是衡量通用硅酸盐水泥品质及保证其质量的重要依据。一般通过化学指标和物理指标加以控制和评定。化学指标主要是控制可能危害水泥性能的化学成分不超过一定限量；水泥的物理指标主要是保证水泥具有一定的物理力学性能，满足工程建设中对水泥使用的要求，保证建设工程的质量；水泥强度等级是根据水泥强度的高低来划分水泥产品质量的等级。

通用硅酸盐水泥技术指标主要有不溶物、烧失量、三氧化硫、氧化镁、氯离子、碱、凝结时间、安定性、强度及细度指标 10 项。

(一) 化学指标

化学指标应符合表 1-1-3 的规定。