

● 高等职业技术教育教材

# 水泥生产工艺

*Shuini Shengchan Gongyi*

李坚利 周惠群 主编

武汉理工大学出版社

高等职业技术教育教材

# 水泥生产工艺

主 编 李坚利 周惠群  
副主编 李咸浩 张育才

武汉理工大学出版社  
· 武 汉 ·

## 内 容 提 要

本书是根据当前和今后一个时期我国水泥工业发展的指导性文件《水泥工业发展专项规划》及水泥工业产业发展政策、通用水泥修订标准等编写的。书中重点介绍了新型干法水泥生产工艺技术,全面系统地阐述了通用水泥的生产方法,硅酸盐水泥熟料、原料及预均化,配料及生料粉磨,熟料的煅烧,水泥的制成,水泥生产质量控制与管理的基本知识和技能,同时也介绍了水泥的水化和硬化、水泥性能、其他各品种水泥生产、水泥生产的节能与环保措施、水泥的应用等。

全书理论联系生产实际,深入浅出,内容丰富、翔实;立足我国水泥工业的特点,反映了国内外水泥工业的最新发展动向,体现了水泥工业的技术进步和水泥标准等方面的最新成就。本书可作为无机非金属材料工程、材料工程技术类专业及相关专业的教材使用,也可以供水泥企业的领导、管理人员、技术人员、岗位操作人员阅读和参考,亦可作为企业职工培训、继续教育的教材。

### 图书在版编目(CIP)数据

水泥生产工艺/李坚利,周惠群主编. 武汉:武汉理工大学出版社,2008.7

ISBN 978-7-5629-2726-6

I. 水...

II. ①李... ②周...

III. 水泥-生产工艺

IV. TQ172.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 092848 号

出版发行:武汉理工大学出版社

武汉市武昌珞狮路 122 号 邮编:430070

<http://www.techbook.com.cn>(理工图书网)

E-mail:yangxuezh@whut.edu.cn

经 销 者:各地新华书店

印 刷 者:湖北地矿印业有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:23.25

字 数:600千字

版 次:2008年7月第1版

印 次:2008年7月第1次印刷

印 数:1~3000册

定 价:38.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向武汉理工大学出版社发行部调换。

本社购书与服务热线:(027)87394412 87384412 87384729

版权所有,盗版必究。

# 出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》的精神,落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划,根据教育部“要加强学生实践能力、技术运用能力的培养,充分反映新兴技术、新兴产业对技能培养的要求,满足经济结构战略性调整、技术结构优化升级和高科技产业迅猛发展对人才培养的要求”的职业技术教育培养目标,建材行业职业教育教学指导委员会组织有关院校的专家、教师就《硅酸盐工艺及工业控制专业》和《建筑与工程材料专业》的课程开发进行了认真的行业调研、深入细致的改革方案论证及课程大纲审定工作。武汉理工大学出版社根据教育部对职业技术教育教材“要逐步建立以能力培养为基础的、特色鲜明的专业教材和实训指导教材”的教材建设要求,组织全国近 30 所院校和企业单位的专家、教师编写了职业技术教育《硅酸盐工艺及工业控制专业》和《建筑与工程材料专业》国家规划教材。

职业技术教育《硅酸盐工艺及工业控制专业》和《建筑与工程材料专业》国家规划教材开发的理念是,突破传统职业教育的课程体系,突破传统行业以产品定位专业的界限,立足以材料生产工艺的共性、以相关学科和产业的衔接为教材开发目标;注重推广行业产品的国家标准,注重现代教育技术的开发和使用;突出职业技术教育能力本位的教育观念,以知识和能力单元为基本模块组织教材开发,使教材内容可以根据高等职业技术教育和中等职业技术教育的教学目标进行教学基本模块的组合;部分教材的开发,结合行业岗位培训、职业(岗位)资格的鉴定规范组织编写,可以作为企业岗位培训、职业资格鉴定的培训教材。

建材行业职业技术教育国家规划教材的出版,对于行业人力资源开发与提高行业从业人员的素质,必将起到积极的促进作用。但是,随着我国加入 WTO 和现代企业制度的逐步建立与完善,产业技术进步和技术岗位重组力度的加大,职业技术教育国家规划教材的不断更新与完善将是我们今后的一个长期工作。因此,我们殷切地希望广大读者在使用本教材的过程中,及时提出修改意见和建议,使之不断完善和提高。

武汉理工大学出版社

## 前 言

本书是为无机非金属材料工程、材料工程技术类专业编写的教材,可供与材料相关的专业作为教材使用,也可供水泥企业的领导、管理人员、技术人员、岗位操作人员阅读,以及作为企业职工培训、继续教育的教材。

水泥是国民经济的重要基础原材料,在未来相当长的时期内,水泥仍将是人类社会的主要建筑材料,水泥工业已经成为国民经济社会发展水平和综合实力的重要标志。近年来,我国水泥工业得到较快的发展,20多年来产量一直居世界第一位。随着我国工业化和城镇化进程的加快及全面建设小康社会,水泥消费将继续保持较高的水平,水泥工业也将进入新的发展时期。未来10~20年,我国水泥工业发展的主要任务是贯彻落实科学发展观和走新型工业化道路,加快结构调整和产业升级,促进水泥工业健康可持续发展。

全书根据水泥生产和《水泥工业发展专项规划》、水泥工业产业发展政策的需要,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技能,同时也阐述了水泥的水化和硬化理论,介绍了其他各品种水泥的生产和水泥生产过程的节能与环保措施等。

在编写过程中,编者力求理论联系生产实际,深入浅出,立足我国水泥工业的特点,反映国内外水泥工业的最新发展动向,体现水泥工业的技术进步和水泥标准,特别是通用水泥修订标准等方面的最新成就。

本书由李坚利、周惠群主编,江西现代职业技术学院李咸浩、昆明冶金高等专科学校张育才担任副主编。参加编写的人员还有昆明冶金高等专科学校的杨晓杰、江西现代职业技术学院的陈玉平。其中,李坚利编写第1、2、3、11章,周惠群编写第6、8、9章,李咸浩编写第5、13章,陈玉平编写第4章,张育才编写第7、12章,杨晓杰编写第10、14章。全书由李坚利教授统稿并审核。

由于编者水平有限,书中难免有疏漏和错误之处,恳请读者批评指正。

编 者

2008年5月

# 目 录

1 绪论 .....	(1)
1.1 水泥的定义和分类 .....	(1)
1.1.1 胶凝材料 .....	(1)
1.1.2 水泥的定义 .....	(1)
1.1.3 水泥的分类 .....	(1)
1.2 水泥工业基本情况 .....	(2)
1.2.1 我国水泥工业的现状 .....	(2)
1.2.2 我国水泥工业发展中存在的主要问题 .....	(3)
1.2.3 我国水泥工业发展产业政策 .....	(4)
阅读材料 .....	(5)
2 通用硅酸盐水泥生产概述 .....	(9)
2.1 通用硅酸盐水泥的国家标准 .....	(9)
2.1.1 水泥标准 .....	(9)
2.1.2 通用硅酸盐水泥的定义 .....	(9)
2.1.3 通用硅酸盐水泥的组分 .....	(10)
2.1.4 硅酸盐水泥熟料 .....	(10)
2.1.5 石膏 .....	(10)
2.1.6 混合材料 .....	(11)
2.1.7 窑灰 .....	(11)
2.1.8 助磨剂 .....	(11)
2.1.9 强度等级 .....	(11)
2.1.10 技术要求 .....	(11)
2.1.11 试验方法 .....	(13)
2.1.12 检验规则 .....	(13)
2.1.13 包装、标志、运输与贮存 .....	(14)
2.2 通用硅酸盐水泥生产工艺 .....	(14)
2.2.1 生产过程 .....	(14)
2.2.2 生产方法 .....	(15)
2.2.3 湿法回转窑生产工艺流程与特点 .....	(15)
2.2.4 半干法回转窑生产 .....	(16)
2.2.5 现代立窑水泥生产的基本特征 .....	(16)
2.2.6 干法回转窑生产(普通干法回转窑) .....	(17)
2.3 新型干法水泥生产工艺 .....	(18)
2.3.1 新型干法水泥生产工艺流程 .....	(18)

2.3.2	新型干法水泥生产的特点	(19)
2.3.3	新型干法水泥生产工序	(20)
	本章小结	(21)
	阅读材料	(21)
	思考题	(23)
<b>3</b>	<b>硅酸盐水泥熟料</b>	(24)
3.1	熟料的化学组成	(24)
3.1.1	主要化学成分与含量	(24)
3.1.2	化学要求	(25)
3.2	熟料的矿物组成	(25)
3.3	熟料的物理性能要求	(26)
3.3.1	凝结时间	(26)
3.3.2	安定性	(26)
3.3.3	强度	(26)
3.3.4	物理性能的检验	(27)
3.3.5	其他要求	(27)
3.4	化学成分与矿物组成间的关系	(27)
3.5	熟料矿物的特性	(28)
3.5.1	硅酸三钙	(28)
3.5.2	硅酸二钙	(29)
3.5.3	铝酸三钙	(31)
3.5.4	铁铝酸四钙	(31)
3.5.5	玻璃体	(31)
3.5.6	游离氧化钙和方镁石	(32)
3.6	熟料的率值	(33)
3.6.1	石灰饱和系数	(33)
3.6.2	硅率	(34)
3.6.3	铝率	(35)
3.7	熟料率值的控制	(35)
3.7.1	$KH$ 值的确定	(35)
3.7.2	选择 $n$ 值与 $KH$ 值相适应	(35)
3.7.3	合适的 $p$ 值	(36)
3.7.4	三率值的一般范围	(36)
3.8	熟料矿物组成的计算与换算	(37)
3.8.1	硅酸盐水泥熟料矿物组成的计算	(37)
3.8.2	熟料化学组成、矿物组成与率值的换算	(38)
	本章小结	(39)
	阅读材料	(39)
	思考题	(42)

<b>4 硅酸盐水泥的原料及预均化</b> .....	(43)
4.1 主要原料.....	(44)
4.1.1 石灰质原料.....	(44)
4.1.2 黏土质原料.....	(47)
4.2 辅助原料.....	(50)
4.2.1 校正原料.....	(50)
4.2.2 燃料.....	(50)
4.2.3 缓凝剂.....	(52)
4.3 矿山资源和工业废渣的综合利用.....	(52)
4.3.1 矿山资源的综合利用.....	(52)
4.3.2 工业废渣的综合利用.....	(53)
4.4 原料的开采及运输.....	(54)
4.4.1 原料开采前的准备.....	(54)
4.4.2 原料开采.....	(55)
4.5 原料的破碎与烘干.....	(58)
4.5.1 破碎.....	(58)
4.5.2 烘干.....	(60)
4.5.3 物料的输送与储存.....	(61)
4.6 原料的预均化.....	(62)
4.6.1 预均化的基本概念.....	(62)
4.6.2 预均化工艺.....	(64)
本章小结 .....	(69)
阅读材料 .....	(69)
思考题 .....	(75)
<b>5 硅酸盐水泥配料及生料制备</b> .....	(76)
5.1 配料的基本概念.....	(76)
5.1.1 生料.....	(76)
5.1.2 配料.....	(77)
5.1.3 配料计算中的常用基准及换算.....	(77)
5.2 配料方案的选择.....	(79)
5.2.1 确定配料方案的依据.....	(79)
5.2.2 熟料率值的选择.....	(80)
5.3 配料计算.....	(82)
5.3.1 递减试凑法.....	(82)
5.3.2 尝试拼凑法.....	(87)
5.4 配料工艺.....	(91)
5.4.1 配料方式及特点.....	(91)
5.4.2 配料过程中的计量.....	(92)
5.4.3 影响配料准确性的因素.....	(93)



5.4.4	配料的调整	(94)
5.5	生料粉磨	(96)
5.5.1	生料粉磨工艺流程及特点	(96)
5.5.2	干法生料粉磨系统	(97)
5.5.3	烘干兼粉磨系统	(98)
5.5.4	立式磨系统	(101)
5.5.5	辊压机挤压粉磨系统	(102)
5.5.6	生料粉磨系统的发展特点	(105)
5.5.7	生料的粉磨细度及颗粒分布要求	(105)
5.6	生料均化技术	(106)
5.6.1	生料均化的原理及意义	(106)
5.6.2	生料粉的均化	(107)
5.6.3	各种类型均化库的比较	(115)
5.6.4	生料浆的均化	(115)
	本章小结	(117)
	阅读材料	(117)
	思考题	(118)
<b>6</b>	<b>硅酸盐水泥熟料的煅烧</b>	<b>(120)</b>
6.1	煅烧过程物理化学变化	(120)
6.1.1	干燥	(120)
6.1.2	黏土脱水	(120)
6.1.3	碳酸盐分解	(121)
6.1.4	固相反应	(124)
6.1.5	熟料烧成	(125)
6.1.6	熟料的冷却	(128)
6.2	熟料形成热	(129)
6.2.1	熟料形成过程的热效应	(129)
6.2.2	各熟料矿物形成热	(129)
6.2.3	生成1 kg熟料的理论热耗	(130)
6.2.4	熟料热耗	(131)
6.3	微量元素对煅烧和熟料质量的影响	(132)
6.3.1	挥发性组分的影响	(132)
6.3.2	非挥发性组分的影响	(134)
6.4	水泥熟料煅烧工艺及特点	(134)
6.4.1	湿法回转窑煅烧工艺及特点	(135)
6.4.2	悬浮预热器窑煅烧工艺及特点	(136)
6.4.3	预分解窑煅烧工艺及特点	(138)
6.4.4	立窑煅烧工艺及特点	(141)
6.5	水泥熟料的冷却工艺及特点	(142)

6.5.1	篦式冷却机工艺及特点	(142)
6.5.2	多筒式冷却机工艺及特点	(144)
6.5.3	单筒式冷却机工艺及特点	(145)
6.6	水泥窑纯低温余热发电技术	(146)
6.6.1	水泥工业低温余热的特征	(146)
6.6.2	纯低温余热发电技术原理及主要类型	(146)
6.6.3	纯低温余热发电系统的特点	(147)
	本章小结	(148)
	阅读材料	(149)
	思考题	(150)
7	硅酸盐水泥的制成	(151)
7.1	水泥粉磨工艺	(151)
7.1.1	球磨机粉磨工艺	(151)
7.1.2	立式磨粉磨工艺	(152)
7.1.3	粉磨技术的发展	(153)
7.2	水泥储存与发运	(154)
7.2.1	水泥储存与均化	(154)
7.2.2	水泥包装与散装	(154)
7.2.3	水泥质检与发运	(155)
	本章小结	(156)
	阅读材料	(157)
	思考题	(158)
8	水泥生产质量管理与控制	(159)
8.1	水泥生产原料、燃料质量管理与控制	(159)
8.1.1	石灰质原料质量管理与控制	(159)
8.1.2	黏土质原料质量管理与控制	(160)
8.1.3	校正原料质量管理与控制	(161)
8.1.4	燃料质量管理与控制	(161)
8.2	水泥生产过程质量管理与控制	(162)
8.2.1	质量控制点、控制项目、控制指标的确定	(162)
8.2.2	取样方法、取样次数、检验次数与检验方法	(163)
8.2.3	生产流程质量控制图表	(163)
8.3	萤石、石膏质量管理与控制	(171)
8.3.1	萤石的质量管理与控制	(171)
8.3.2	石膏质量管理与控制	(171)
8.4	混合材质量管理与控制	(172)
8.4.1	混合材的分类与性质	(172)
8.4.2	混合材质量管理与控制	(172)
8.5	生料质量管理与控制	(175)

8.5.1	出磨生料质量管理与控制 .....	(175)
8.5.2	入窑生料质量管理与控制 .....	(176)
8.6	熟料质量管理与控制 .....	(179)
8.6.1	熟料质量管理 .....	(179)
8.6.2	熟料质量分析与评价 .....	(180)
8.6.3	入磨熟料质量管理 .....	(180)
8.6.4	熟料质量控制 .....	(180)
8.7	水泥制成质量管理与控制 .....	(183)
8.7.1	出磨水泥管理 .....	(183)
8.7.2	水泥制成质量管理与控制 .....	(183)
8.8	出厂水泥的质量管理与控制 .....	(185)
8.8.1	出厂水泥质量要求 .....	(185)
8.8.2	水泥出厂管理 .....	(185)
	本章小结 .....	(188)
	阅读材料 .....	(189)
	思考题 .....	(190)
9	硅酸盐水泥的水化和硬化 .....	(192)
9.1	熟料矿物的水化 .....	(192)
9.1.1	硅酸三钙的水化 .....	(192)
9.1.2	硅酸二钙的水化 .....	(194)
9.1.3	铝酸三钙的水化 .....	(194)
9.1.4	铁铝酸钙的水化 .....	(195)
9.2	硅酸盐水泥的水化 .....	(195)
9.2.1	水化过程 .....	(195)
9.2.2	水化速度 .....	(197)
9.2.3	影响水泥水化的因素 .....	(197)
9.3	硬化水泥浆体 .....	(199)
9.3.1	整体结构的形成和发展 .....	(199)
9.3.2	硬化水泥浆体的结构 .....	(200)
	本章小结 .....	(202)
	阅读材料 .....	(203)
	思考题 .....	(205)
10	硅酸盐水泥的性能 .....	(206)
10.1	凝结 .....	(206)
10.1.1	凝结速度 .....	(206)
10.1.2	缓凝机理 .....	(207)
10.1.3	假凝现象 .....	(209)
10.1.4	调凝外加剂 .....	(209)
10.2	强度 .....	(211)

10.2.1	强度的形成和发展	(211)
10.2.2	影响水泥强度的因素	(211)
10.3	体积变化与水化热	(214)
10.3.1	体积变化	(214)
10.3.2	水化热	(217)
10.4	硅酸盐水泥的耐久性	(219)
10.4.1	抗渗性	(219)
10.4.2	抗冻性	(221)
10.4.3	环境介质的侵蚀	(222)
10.4.4	碱-集料反应	(225)
10.4.5	耐久性的改善途径	(226)
	本章小结	(228)
	阅读材料	(228)
	思考题	(229)
11	其他通用水泥生产技术	(230)
11.1	混合材料的种类及质量要求	(230)
11.1.1	混合材料的种类及作用	(230)
11.1.2	粒化高炉矿渣	(231)
11.1.3	火山灰质混合材料	(234)
11.1.4	粉煤灰质混合材料	(236)
11.1.5	其他混合材料	(237)
11.2	普通硅酸盐水泥	(239)
11.2.1	定义与代号	(239)
11.2.2	组分材料要求	(239)
11.2.3	强度等级与标号	(240)
11.2.4	生产技术要求	(240)
11.2.5	试验方法与检验规则	(240)
11.2.6	生产过程与控制	(241)
11.2.7	普通水泥的性能与应用	(242)
11.3	矿渣硅酸盐水泥	(244)
11.3.1	矿渣硅酸盐水泥的定义	(244)
11.3.2	矿渣硅酸盐水泥的强度等级及技术要求	(244)
11.3.3	矿渣水泥的生产	(245)
11.3.4	矿渣水泥的水化和硬化	(245)
11.3.5	矿渣水泥的性能和用途	(246)
11.3.6	提高矿渣水泥质量的主要途径	(248)
11.4	火山灰质硅酸盐水泥	(249)
11.4.1	生产技术要求	(249)
11.4.2	配制工艺	(250)

11.4.3	火山灰质硅酸盐水泥混合材料的掺加量	(250)
11.4.4	火山灰质硅酸盐水泥的水化硬化	(250)
11.4.5	火山灰质硅酸盐水泥的性能与用途	(251)
11.5	粉煤灰硅酸盐水泥	(252)
11.5.1	粉煤灰水泥的粉磨工艺	(253)
11.5.2	粉煤灰水泥的水化硬化	(255)
11.5.3	粉煤灰水泥的性能	(255)
11.5.4	粉煤灰水泥的用途	(257)
11.5.5	提高粉煤灰水泥早期强度的途径	(258)
11.6	复合硅酸盐水泥	(258)
11.6.1	复合硅酸盐水泥的生产技术要求	(259)
11.6.2	复合水泥的混合材料掺加量	(259)
11.6.3	生产复合水泥应注意的问题	(263)
11.6.4	复合水泥的性能与应用	(263)
	本章小结	(264)
	阅读材料	(265)
	思考题	(269)
<b>12</b>	<b>特种水泥</b>	<b>(270)</b>
12.1	概述	(270)
12.1.1	特种水泥的分类	(270)
12.1.2	我国特种水泥生产现状	(271)
12.2	快硬高强水泥	(272)
12.2.1	快硬硅酸盐水泥	(273)
12.2.2	快硬硫铝酸盐水泥	(274)
12.2.3	快硬氟铝酸盐水泥	(276)
12.2.4	快硬铁铝酸盐水泥	(278)
12.3	抗硫酸盐硅酸盐水泥	(279)
12.4	水工水泥	(281)
12.4.1	中热硅酸盐水泥	(282)
12.4.2	低热硅酸盐水泥	(283)
12.4.3	低热矿渣硅酸盐水泥	(283)
12.5	油井水泥	(284)
12.5.1	A、B、C、D、E、F、G、H、J 油井水泥	(284)
12.5.2	特种油井水泥	(288)
12.6	装饰水泥	(289)
12.6.1	白色硅酸盐水泥	(289)
12.6.2	彩色水泥	(292)
12.7	膨胀和自应力水泥	(293)
12.7.1	膨胀水泥的基本原理	(293)

12.7.2	膨胀水泥的种类	(294)
12.7.3	膨胀水泥的生产工艺及性能	(295)
12.8	耐高温水泥	(298)
12.8.1	高铝水泥	(298)
12.8.2	高强高铝水泥-65	(300)
12.8.3	磷酸和磷酸盐耐火混凝土	(301)
12.8.4	水玻璃耐火混凝土	(301)
12.9	其他特种水泥	(302)
12.9.1	道路硅酸盐水泥	(302)
12.9.2	砌筑水泥	(303)
12.9.3	耐酸水泥	(304)
12.9.4	低碱度水泥	(305)
12.9.5	氯氧镁水泥	(306)
12.9.6	生态水泥	(306)
12.10	磨细矿渣微粉	(309)
12.10.1	磨细矿渣粉的定义	(309)
12.10.2	磨细矿渣粉的技术要求	(309)
12.10.3	磨细矿渣粉的生产	(310)
12.10.4	磨细矿渣粉的性能和应用	(311)
	本章小结	(311)
	阅读材料	(312)
	思考题	(313)
<b>13</b>	<b>水泥生产的节能与环保</b>	<b>(314)</b>
13.1	水泥工业能耗现状	(314)
13.1.1	水泥工业能源消耗特点	(314)
13.1.2	水泥工业资源利用现状	(315)
13.2	水泥工业对环境的影响	(316)
13.2.1	粉尘	(316)
13.2.2	有害气体	(317)
13.3	水泥生产节能途径	(320)
13.3.1	发展新型干法生产技术	(320)
13.3.2	提高水泥熟料质量	(320)
13.3.3	回转窑节能降耗	(320)
13.3.4	粉磨节能	(320)
13.4	资源综合利用与环境保护	(321)
13.5	现代水泥清洁生产	(322)
13.5.1	清洁生产的概念	(322)
13.5.2	清洁生产的要求	(322)
13.5.3	清洁生产的措施	(324)

13.5.4 清洁生产效益·····	(325)
本章小结·····	(325)
阅读材料·····	(326)
思考题·····	(329)
<b>14 水泥的应用</b> ·····	<b>(330)</b>
14.1 混凝土·····	(330)
14.1.1 混凝土的组成材料·····	(330)
14.1.2 混凝土拌合物的和易性·····	(337)
14.1.3 混凝土的结构与性质·····	(339)
14.1.4 混凝土配合比的设计·····	(341)
14.2 新型混凝土·····	(347)
14.2.1 高强混凝土·····	(347)
14.2.2 泵送混凝土·····	(348)
14.2.3 加气混凝土·····	(348)
14.2.4 轻集料混凝土·····	(349)
14.2.5 纤维混凝土·····	(349)
14.2.6 预拌混凝土·····	(350)
14.2.7 生态混凝土·····	(351)
14.3 水泥的其他应用·····	(351)
14.3.1 配制砂浆·····	(351)
14.3.2 水泥制品·····	(352)
本章小结·····	(352)
阅读材料·····	(353)
思考题·····	(354)
<b>参考文献</b> ·····	<b>(355)</b>

# 1 绪 论

水泥是国民经济的重要基础原材料,目前国内外尚无一种材料可以替代它的地位。在未来相当长的时期内,水泥仍将是人类社会的主要建筑材料,水泥工业已经成为国民经济发展水平和综合实力的重要标志。改革开放以后,我国水泥工业得到较快的发展,产量已 20 多年居世界第一位。随着我国工业化和城镇化进程的加快及全面建设小康社会,水泥消费将继续保持较高的水平,水泥工业也将进入新的发展时期。

未来 10~20 年,我国水泥工业发展的主要任务是贯彻落实科学发展观和走新型工业化道路,加快结构调整和产业升级,促进水泥工业健康可持续发展。

## 1.1 水泥的定义和分类

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。通常以 1824 年英国人阿斯普丁(J. Aspdin)取得专利作为水泥发明的标志,距今有 100 多年历史了。这期间,水泥由单一品种发展到多品种,仅我国研制开发的水泥就有 70 多个品种。

### 1.1.1 胶凝材料

所谓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,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。

非水硬性胶凝材料只能在空气中硬化而不能在水中硬化,故又称气硬性胶凝材料,如石灰、石膏等。

水硬性胶凝材料在拌水后既能在空气中又能在在水中硬化,如水泥。

### 1.1.2 水泥的定义

凡细磨成粉末状,加入适量水后可成为塑性浆体,既能在空气中硬化,又能在在水中继续硬化,并能将砂、石等材料胶结在一起的水硬性胶凝材料通称为水泥。

### 1.1.3 水泥的分类

水泥按用途及性能分为三类:

(1) 通用硅酸盐水泥 一般土木工程通常采用的水泥。通用水泥以水泥的主要水硬性矿物名称冠以混合材料名称或其他适当名称命名。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。

(2) 专用水泥 专门用途的水泥。专用水泥以其用途命名,并可冠以不同型号。例如 A 级油井水泥、砌筑水泥、道路硅酸盐水泥等。



(3) 特性水泥 某种性能比较突出的水泥。特性水泥以水泥的主要水硬性矿物名称冠以水泥的主要特性命名,并可冠以不同型号或混合材料名称。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。

水泥也可以按其主要水硬性物质名称分为硅酸盐水泥、铝酸盐水泥、硫铝酸盐水泥、铁铝酸盐水泥、氟铝酸盐水泥、以火山灰或潜在水硬性材料及其他活性材料为主要组分的水泥。

## 1.2 水泥工业基本情况

### 1.2.1 我国水泥工业的现状

#### (1) 产量持续增长

改革开放以来,随着经济建设规模扩大,我国水泥工业发展很快。1978年全国水泥产量6524万吨,2006年水泥产量12.4亿吨,其中水泥销售收入3217亿元,比上年增长22.3%,实现利润总额150亿元,比上年增长89.9%;2006年水泥和熟料累计出口3613万吨(见表1.1)。从1985年起我国水泥产量已连续21年居世界第一位,目前占世界总产量的48%左右。水泥产量的快速增长,从数量上基本满足了国民经济持续快速发展和大规模经济建设的需要。

表 1.1 1978 年以来我国历年水泥产量

年份	全国产量 (万吨)	增长量 (万吨)	增长率 (%)	年份	全国产量 (万吨)	增长量 (万吨)	增长率 (%)
1979	7390	866	13.3	1993	36788	5966	19.4
1980	7986	596	8.1	1994	42118	5330	14.5
1981	8290	304	3.8	1995	47561	5443	12.9
1982	9520	1230	14.8	1996	49118	1557	3.3
1983	10825	1305	13.7	1997	51174	2056	4.2
1984	12302	1477	13.6	1998	53600	2426	4.7
1985	14595	2293	18.6	1999	57300	3700	6.9
1986	16606	2011	13.8	2000	59700	2400	4.2
1987	18625	2019	12.2	2001	66104	6404	10.7
1988	21014	2389	12.8	2002	72500	6396	9.7
1989	21029	15	0.1	2003	86200	13700	18.9
1990	20971	-58	-0.3	2004	97000	10800	12.5
1991	25261	4290	20.5	2005	106000	9000	9.3
1992	30822	5561	22.0	2006	124000	18000	17.0