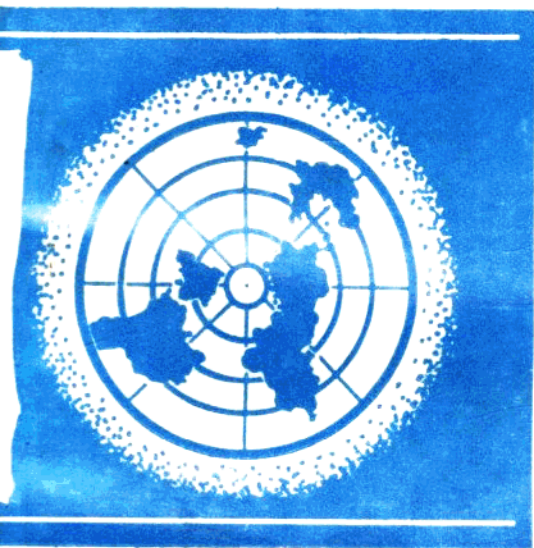


水泥

国际贸易指南

李远中、胡 坚、岳勇先 编著



中国建材工业出版社

序

水泥是重要的建筑材料，也是大宗进出口商品之一。我国水泥出口具有悠远的历史。近几年，由于东南亚及近洋国家和地区建筑业的发展，我国水泥出口贸易出现大幅度增长的趋势，贸易量由1989年的四十多万吨猛增到1991年的一千多万吨，出口额超过4亿美元，成为五金矿产系统出口创汇的拳头商品之一。在当前国际市场竞争激烈的情况下，如何进一步做好水泥的国际贸易是人们十分关注的问题。

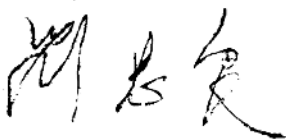
本书作者均系中国五金矿产进出口总公司的业务人员，他们编著这本书，将水泥的生产技术、应用性能及其国际贸易方面的知识与世界水泥工业（包括中国水泥工业）的状况和市场行情有机地融于一体，并从水泥国际贸易的实际出发，对水泥国际通用标准规范与中国水泥标准进行了较为详细的解析和对比，对国际水泥市场的未来趋势进行了客观的分析，为从事水泥国际贸易的工作者提供了一本较好的参考读物，同时对水泥生产、应用、商检、质检部门及宏观管理部门也有一定的参考价值。

工贸结合、技贸结合是外贸体制向深层次改革的方向。在当前改革开放的新形势下，外贸领域急需培养出一批既掌握科学技术知识，又熟悉外贸业务的跨学科人才。本书正是为适应这一要求而作的一次新颖的尝试。作者在繁忙的工作之余完成这样大的编写工作，其精神是难能可贵的。当然，

由于编著时间仓促，书中难免有不足之处，有待于在实践中得到充实和完善。我向大家推荐这本书的目的是希望本书的出版能对我国水泥国际贸易起到促进作用，达到编著者预期的效果。

中国五金矿产进出口总公司

总经理：刘忠良

A stylized handwritten signature in black ink, consisting of three main characters: '刘' (Liu), '忠' (Zhong), and '良' (Liang), written in a cursive, flowing style.

前 言

如果把水泥这种朴实无华的东西比作建筑材料的明珠，应该是恰如其份的。正是它，把人类理想的蓝图与自然的神韵胶结在一起，构成了这个奇妙的世界。

随着人类改造自然的能力和规模日益扩大，水泥在工业、农业、国防、交通、城市建设、水利工程、海洋开发等各个领域得到广泛的应用。这使水泥对国民经济有着如此重要的影响，以致于在某种意义上，水泥需求的变化可视为经济发展的晴雨表。它的需求动态超前地预示着经济的兴衰变化。由于各国经济发展的不平衡，水泥需求量相差甚远，而自然资源分布的不同，技术水平的差异，又使各国水泥生产能力参差不齐，水泥贸易也自然成为国际经济大循环中不可或缺的部分。

在我国，水泥的出现改变了秦砖汉瓦遍领风骚上千年的历史，而水泥的广泛应用又使我国成为水泥的生产和消费大国。我国水泥产量已稳居世界之榜首，进出口贸易也十分活跃，尤其是进入90年代的第一年，一座出口水泥的丰碑上载刻着出口1000多万吨的空前纪录。尽管水泥出口仅占我国水泥产量的很小一部分（5%以下），但透过市场的窗口所反馈的国际水泥生产、消费、技术发展的信息以及由出口所带来的对水泥生产的刺激和推动，对我国水泥工业大有裨益。编者有幸在水泥国际贸易的第一线，亲眼目睹了水泥国际贸

易的现实并感受到国际竞争中严峻的挑战，深感水泥的国际贸易远非一般商品所比拟。这不仅仅因为水泥作为一种特殊的商品，其自身的特点决定了水泥国际贸易的难度，而且因为水泥有着十分复杂的技术规范和标准，其最终的应用会产生重要的社会效应和后果，并辐射和关联着未来。作为从事水泥国际贸易的工作者，不仅要有贸易方面所具有的基本技能，而且还须对水泥的生产、技术规范及其使用性能有较全面和系统的了解。正是在这种背景下，我们编著了这部书。

本书是将工业生产及其技术规范与商品贸易、市场行情结合起来的一次尝试。它从国际贸易的实际需要出发，将水泥工业发展水平、生产技术规范及国际贸易和市场信息有机地融为一体，目的是在水泥生产、工业技术及贸易和市场之间架起一道桥梁，以填补一些与水泥工业领域所关联的种种方面的某些缺憾。虽然本书主要是为从事水泥贸易的人而写的，但也力图对从事研究、生产和应用以及决策部门展示一片新的视野。因为在我国深化体制改革的今天，水泥出口管理模式正在发生引人注目的变化，我国水泥生产及其技术发展水平与国际水泥工业状况和市场相割裂的局面已经一去不复返了，替而代之以的是一种连锁循环的开放经济大格局。

据测，二十一世纪乃至更长的时期，水泥仍将是不可替代的主要建筑材料，而且随着人类创造的巨手向太空和海洋的延伸，对水泥在质量、数量和品种、性能等方面提出越来越高的要求。未来的水泥国际贸易将在更高层次上以更大的广度和深度日益活跃。我国有着丰富的石灰石资源和劳动力资源，水泥生产技术也日趋成熟。在未来的国际竞争中，是有优势的。我们期望本书的出版能促进我国水泥国际贸易的

进一步发展。

全书由李远中主编。第一章、第二章由李远中编著，第三章由胡坚编著，岳勇先、李远中、胡坚共同编著了第四章和第五章。本书附录中全文抄录了中国矿产进出口公司总经理赵传喜同志在全国第五次水泥出口工作会议上的工作报告，这是我国水泥出口高峰时期水泥出口工作的具体总结，反映了特定时期我国水泥出口工作的管理模式和经验教训，这在改革开放新形势下，对做好水泥出口工作有很好的借鉴和参考作用。

本书由市里和赵传喜同志担任主审，他们为本书的写作提出了很多宝贵意见。同时，本书的写作过程中，还得到中国五金矿产进出口总公司水泥部全体同志的大力支持和协助，他们历年来辛勤积累的各种资料为本书提供了大量确实可靠的信息。在本书的出版发行工作中，青岛开发区物资总公司高广平同志为我们提供了大力支持，在此我们一并致以诚挚的谢意。

由于成书比较仓促，书中难免不尽详实之处，欢迎各界专家批评指正。

编 者

1992年8月

目 录

序	(1)
前言	(1)
第一章 普通硅酸盐水泥的基本知识	(1)
第一节 普通硅酸盐水泥的生产	(2)
一 普通硅酸盐水泥的原料	(2)
二 硅酸盐水泥的生产工艺过程	(3)
三 水泥生产技术的基本知识	(3)
第二节 水泥熟料的组分及其相互关系和作用	(9)
一 水泥熟料中各氧化物的作用	(11)
二 水泥熟料中的主要矿物性质和作用	(12)
三 水泥熟料中的化学成分与矿物组分 之间的定量关系	(15)
第三节 普通波特兰水泥国际通用标准 及技术性能解析	(22)
一 硅酸盐水泥的定义及其标准	(22)
二 硅酸盐水泥国际标准对比及技术 指标解析	(23)
三 世界水泥标准概要	(46)
第四节 波特兰水泥与混凝土的工程性能 及其应用	(49)
一 水泥及其混凝土的强度和应用	(50)

二	硅酸盐水泥及其混凝土的耐久性与局限……	(52)
第五节	混合水泥及混合材料……	(57)
一	混合材料的种类……	(57)
二	活性混合材的作用及其化学活性的激发……	(66)
三	混合水泥简介……	(68)
	矿渣水泥……	(68)
	火山灰质水泥……	(69)
	粉煤灰水泥……	(70)
	钢渣水泥……	(72)
四	混合水泥的标准简介……	(75)
第二章	特种水泥的基本知识……	(84)
第一节	高铝水泥……	(85)
一	高铝水泥的组分及其矿物性能……	(85)
二	高铝水泥的性能和特点及其局限……	(88)
三	高铝水泥标准解析与比较……	(95)
第二节	抗硫酸盐水泥……	(102)
一	抗硫酸盐水泥的矿物组分特点及性能……	(102)
二	抗硫酸盐水泥的国际标准解析……	(103)
第三节	大坝水泥 (中热水泥) ……	(109)
一	大坝水泥的矿物组成及其特点……	(110)
二	大坝水泥的国际标准解析……	(116)
第四节	油井水泥……	(118)
一	油井水泥与普通硅酸盐水泥的差异……	(118)
二	油井水泥的类别及其特点与标准……	(120)
	API油井水泥标准……	
	中国油井水泥标准表……	(123)

三	中国油井水泥与美国油井水泥的标准比较与分析·····	(129)
第五节	白水泥与彩色水泥·····	(133)
一	白水泥与普通波特兰水泥的差异·····	(133)
二	白水泥及彩色水泥的制造与标准·····	(134)
第六节	快硬早强水泥·····	(136)
一	硅酸盐快硬早强水泥及其国际标准解析·····	(137)
二	硫铝酸盐型快硬水泥·····	(142)
三	氟铝酸盐型快硬水泥·····	(144)
四	铁铝酸盐早强水泥·····	(147)
第七节	膨胀水泥和自应力水泥·····	(148)
一	膨胀水泥之膨胀原理与命名·····	(149)
二	膨胀水泥的种类与标准解析·····	(150)
	硅酸盐自应力水泥 (S型膨胀水泥) ·····	(150)
	铝酸盐自应力水泥 (M型膨胀水泥) ·····	(153)
	硫铝酸盐自应力水泥 (K型膨胀水泥) ·····	(154)
	明矾石膨胀水泥·····	(160)
三	膨胀水泥之共性及国际贸易中应注意的技术要点·····	(161)
第三章	世界水泥工业状况及水泥市场介绍·····	(168)
第一节	欧洲水泥工业及市场·····	(170)
一	欧洲水泥供需情况·····	(170)
二	欧洲水泥价格·····	(173)
三	1990—2000年西欧水泥需求趋势预测·····	(174)
四	东欧水泥消费量预测·····	(176)
五	1990—2000年欧洲水泥生产趋势·····	(177)

第二节	美洲水泥工业及市场	(187)
一	北美水泥产销情况	(187)
二	拉丁美洲水泥市场	(194)
第三节	亚太地区水泥工业及市场	(202)
一	日本水泥生产及消费情况	(203)
二	南朝鲜水泥产销情况	(207)
三	泰国水泥产销情况	(211)
四	菲律宾水泥产销情况	(214)
五	马来西亚水泥产销情况	(217)
六	新加坡水泥产销情况	(220)
七	越南水泥产销情况	(224)
八	孟加拉水泥产销情况	(225)
九	印度尼西亚水泥产销情况	(228)
十	台湾水泥产销情况	(231)
十一	其它亚洲国家和地区水泥产销情况	
	概述	(234)
第四节	大洋洲、非洲、中东地区水泥产销	
	状况概要	(235)
第四章	中国水泥工业及国际贸易状况	(239)
第一节	中国水泥生产状况及水泥工业布局	(239)
第二节	中国水泥进出口情况	(248)
一	水泥进口情况	(249)
二	水泥出口的历史和现状	(249)
三	活跃在水泥出口战线上的部分企业介绍	(254)
第三节	中国特种水泥的生产及其出口前景	(268)
一	中国特种水泥的生产概况及特种水泥	

厂介绍·····	(268)
二 特种水泥的出口前景·····	(272)
第五章 水泥国际贸易大观·····	(274)
第一节 水泥的包装及贸易形式·····	(275)
一 袋装水泥·····	(275)
二 散装水泥·····	(282)
三 水泥熟料·····	(285)
第二节 水泥运输·····	(286)
一 水泥的陆运和内河运输·····	(286)
二 水泥的海洋运输·····	(287)
第三节 水泥进出口贸易中应注意的问题·····	(291)
一 水泥的质量和品质标准·····	(291)
二 水泥的仓储·····	(293)
三 滞期与速遣问题·····	(294)
四 水泥的价格和销售策略问题·····	(296)
第四节 水泥国际贸易实例介绍·····	(298)
附录一 第五次全国水泥工作会议工作报告 (赵传喜)·····	(319)
附录二 日本、法国、前苏联、前联邦德国水泥 标准·····	(326)
附录三 水泥试验标准代号·····	(346)
附录四 主要水泥名词、技术术语汉英对照·····	(350)
附录五 常用CLF、CIF及FOB合同装卸条款·····	(355)
参考文献·····	(360)

第一章 普通硅酸盐水泥的 基本知识

按照国际标准化组织 (ISO) 的一般定义, 水泥是一种细磨材料, 加适量水后成为多少具有流动性的胶结浆体, 这种浆体能在空气中和水中硬化, 并能把适当材料胶结在一起。这种广义概念的水泥, 就是通常所称的水硬性胶凝材料。

水硬性胶凝材料是无机胶凝材料中的一大类。与之相对应的另一类材料是气硬性胶凝材料, 这类材料只能在空气中硬化而不能在水中硬化。如半水石膏, 生石灰及镁质胶凝材料。本章所要讨论的水泥, 是水硬性胶凝材料中最常见和通用的硅酸盐水泥。

硅酸盐水泥即为人们所熟知的波特兰水泥 (Portland cement)。据称硅酸盐水泥硬化后的水泥石与英国海岸的一个名叫波特兰岛上的石头颜色相似, 人们便用此岛的名字为之命名, 故而水泥得名为“波特兰水泥”。1824年, 英国一位名叫约瑟夫·阿斯普丁 (Joseph Aspdin) 的瓦工首次取得了生产波特兰水泥的专利权。50年后, 美国人制造出现代意义的水泥, 人类进入了人造胶凝材料的新阶段。

第一节 普通硅酸盐水泥的生产

一、普通硅酸盐水泥的原料

生产硅酸盐水泥的原料通常为两类，一类是粘土质原料，如粘土、页岩、黄土等，这些物质主要提供铝和硅。另一类是石灰质原料，主要有石灰石、白垩、石灰质凝灰岩等，这类物质主要提供钙。

通过合理配制上述两种原料，使水泥体系内的氧化钙、氧化硅、氧化铝和氧化铁保持合理的比例，才能满足水泥对这些化学组分的要求。水泥的化学成分范围如表1-1所示：

表 1-1 水泥体系的主要化学成分

化学成分	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO
百分含量	21—23	5—7	3—5	64—68	<5

配比组合后的原料通常称之为生料。当生料中的化学成分不能满足硅酸盐水泥体系的要求时，则要加入第三，甚至第四种原料加以调整，如生料中氧化铁不足时，可加入黄铁矿渣，或含铁高的粘土；如生料中氧化硅含量不足时，可加入硅藻土，蛋白石，火山灰等；如生料中氧化铝不足时，可加入钒土，或含铝高的粘土，以保证生料中各种氧化物的正常比例。此外，在水泥生料中还常常加入少量的萤石(CaF_2)，这种萤石作为矿化剂，可改善水泥的煅烧条件，使水泥烧成温度降低，熔体增加。

二、硅酸盐水泥的生产工艺过程

硅酸盐水泥的生产可用四个字简单地概括为“两磨一烧”：即包括生料的磨细；熟料的烧成；熟料的磨细。

1. 生料的配制与粉磨：这一阶段包括生料的配料，磨细和均化等工序。即用指定的化学成分确定所选用的各种原料的比例后，同时或分别将这些原料磨细至所规定的细度，并使之混合均匀，为煅烧创造良好的条件。

2. 烧成工序：形成生料进行化学反应所需的环境，供应其化学吸热反应所需的热量和温度场，使生料在煅烧中部分熔融形成熟料。生料在煅烧时，经过一系列化学反应而生成所需的硅酸盐矿物，这些矿物交织在一起，在迅速冷却后所形成的不同尺寸的颗粒块称为熟料（clinker）。

3. 熟料的粉磨：将适量的石膏与熟料共同磨细至所需的细度，最终成为水泥。

在上述几个环节中，第二环节即烧成工序最为关键和复杂。烧成条件、温度、时间等会直接影响熟料的矿物含量，影响熟料的质量和安定性。亦决定了水泥生产技术水平。

三、水泥生产技术的基本知识

在水泥生产过程中，为了达到合理的矿物组成和质量较高的熟料，并兼顾生产过程中的关联的社会、经济效益因素，人们在烧成设备和生料配制方面颇费苦心，找到了多种水泥生产方法。

1. 水泥的窑形及其变革

水泥生料在较低温度下进入水泥的煅烧设备——窑系统，开始是生料的脱水干燥，既而是高岭土脱水反应（450℃），然后是石灰石分解（800℃），最后才发生熟料矿物的化学生

成，直至1450℃左右熟料烧成，开始冷却。这些物理、化学反应要求的温度和环境不同，需要的供热也不同。而不同的窑系统存在不同的热力分布。人们根据不同的需要，设计了不同的生产技术和工艺，其中煅烧窑形的改革，是水泥生产变革的重要标志。

水泥窑最初出现的是土立窑，采用间歇式作业，这种土立窑逐渐为后来的机械化立窑所代替。立窑生产的水泥因生料成分波动和容易出现煅烧不完全，易出现水泥熟料质量不稳定和安定性不合格等问题，后来逐渐为回转窑所取代。实际上，1885年已出现了回转窑，其后在回转窑规格不断扩大的同时，窑的形式和结构也有了新的发展，除直筒窑外，曾出现过窑头扩大、窑尾扩大及两端扩大的窑型。有代表性的窑型有德国伯力鸠斯公司在1930年研制的立波尔窑，前联邦德国洪堡公司在1950年研制成功悬浮预热窑，又称洪堡窑，1971年日本石川岛公司和秧父水泥公司研制成功预分解窑，从此水泥生产技术日新月异，发展很快。

2. 水泥生产的干法和湿法

伴随着水泥烧成设备的不断进化和发展，水泥的工艺流程也发生了巨大变革，水泥生产经历了湿法，老式干法及半干法，过渡到以悬浮预热和窑外分解技术为核心的新型干法水泥生产，把水泥工业推向一个新的阶段。

水泥生产的干法和湿法之说，实际上是在生料制备时所采用的两种方法，并由此而划分了水泥的生产工艺性质。干法制备生料时，先将原料干燥，而后粉碎、混合、磨细而得生料，再经过预均化措施（如采用空气搅拌），使之得到均匀混合的生料粉，再入窑煅烧。而湿法制备生料时，则先将

石灰石破碎至大小为 8—25mm 的颗粒，同时将粘土压碎 并将其加入到淘泥池中淘洗，然后将破碎的石灰石与粘土泥浆，按配料要求共同在生料磨中湿磨，所得生料浆可用泵送入料浆库，然后在料浆库中对其化学成分进行调整，最后将配制好的料浆送至料浆池中备烧。

早期的水泥生产不论是立窑，还是回转窑装备的工厂，均采用干法生产。立窑生产水泥，生料制备必须采用干法、即黑生料球法，而旋窑则既可用干法，亦可用湿法。因此，只有在回转窑出现后，才出现了湿法生产，立波尔窑的出现，水泥又出现了半干法生产。水泥曾处于干湿法并存，各显千秋的发展阶段。这两种方法实质上代表了水泥生产技术的两个学派，在不同的时期和条件下，各自都有其发展的黄金时期。大约三十年代以前，干法水泥生产处于主流地位，而三十年代至六十年代初期，湿法生产则占主导地位。六十年代后期，干法生产又重振旗鼓，成为水泥生产的主流。但就不同的国家而言，依具体情况不同，对水泥的生产方法有所偏重。如燃料贫乏的国家象日本、德国即使在湿法生产最旺盛流行的年代，干法生产也处于发展的主流地位。相反，在美国和前苏联等一些资源丰富的国家，湿法生产又受到偏爱，甚至在五十年代，美国还曾把干法悬浮预热窑改为湿法窑。

湿法回转窑的热工制度稳定，料浆易于均化，熟料质量优良，且在大型化和环境保护方面优于老式干法，湿法的主要特点是：

(1) 由于湿法制备料浆，可以适应原料水分含量大，和在多雨地区建厂的要求。

(2) 湿法原料磨比干法磨的生产效率高10%左右, 电耗相应降低。

(3) 料浆易于均化, 入窑物料均匀, 为水泥窑的热工制度稳定和长期运转创造了有利条件。

基于这些特点, 湿法水泥在六十年代以前代表了近代水泥工业技术, 领导了当时水泥生产的潮流。

但由于湿法料浆入窑要蒸发其所含的35%左右的水份, 从而使耗热量约增加1884kJ/kg 熟料, 其单位热耗大大高于干法。因此, 随着全球燃料资源的日益减少及能源危机的出现, 湿法生产的缺点日益显露出来, 尤其是燃料紧缺的国家, 历来注重干法生产。

干法生产水泥在三十年代立波尔窑出现后重露头角, 但其全面革新是五十年代悬浮预热技术用于水泥工业之后开始的。七十年代世界性能源危机为干法水泥生产提供了发展的契机。而窑外分解技术的突破, 才使干法生产更趋完善, 使之发展成为今天的新型干法水泥新技术。它在生产效率、产品质量、热耗和生产大型化、自动化方面全面超过湿法生产, 独占鳌头, 成为水泥生产发展的必然趋势。

3. 新型干法水泥的特点

新型干法水泥就是以悬浮预热和窑外分解技术为核心, 把现代科学技术和工业生产成就广泛应用于水泥干法生产过程。它包含了一整套现代化水泥生产新技术和与之相适应的现代科学管理方法。与传统的湿法、干法、半干法相比, 新型干法水泥具有均化、节能、环保、自动控制、长期安全运转和科学管理六大保证体系。其特点如下:

(1) 生料制备全过程广泛采用现代化均化技术