

面向 可持续发展的 水泥工业

■ 蒋尔忠 崔源声 主编



化学工业出版社

材料科学与工程出版中心

面向可持续发展的水泥工业

蒋尔忠 崔源声 主 编
王承敏 沈武一 副主编
乔龄山 高长明 主 审



化学工业出版社

材料科学与工程出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

面向可持续发展的水泥工业/蒋尔忠, 崔源声主编.
北京: 化学工业出版社, 2003.12
ISBN 7-5025-5061-5

I. 面… II. ①蒋…②崔… III. 水泥工业-可持续发展-研究-中国 IV. F426.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 124913 号

面向可持续发展的水泥工业

蒋尔忠 崔源声 主 编

王承敏 沈武一 副主编

乔龄山 高长明 主 审

特约编辑: 吕裕清

责任编辑: 潘正安 窦 臻

责任校对: 李 林

封面设计: 蒋艳君

*

化 学 工 业 出 版 社
材料科学与工程出版中心 出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

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

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 23½ 字数 576 千字

2004 年 2 月第 1 版 2004 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5061-5/TU·28

定 价: 65.00 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

序

欣闻《面向可持续发展的水泥工业》一书即将出版发行，这是建材行业的一则喜讯，我谨代表全行业致以衷心的祝贺！

可持续发展的思想从理论的提出到深入实践，从国际层面到国家层面，再从建材全行业深入到每个子行业，乃至每个企业、每个人，这说明可持续发展的理念正在逐步取得各行各业的广泛共识、深得人心，已正在变成建材行业各个领域走新型工业化道路的自觉行动。千篇理论，不如一项行动。踏踏实实干实事，理论联系实际见行动，努力实现建材行业的生态化转向和可持续发展，这是我们建材人的品格、远见卓识和神圣使命。

水泥工业是建材工业的重要组成部分，素有建材工业的“半壁江山”之说。搞好水泥工业的可持续发展，事关建材工业可持续发展的大局。水泥工业的可持续发展，代表着建材工业可持续发展的前进方向。水泥工业率先倡导可持续发展，将为建材工业的可持续发展积累宝贵的经验并闯出一条成功的示范之路。

以水泥混凝土材料为主体所构成的现代建筑文明，是继“秦砖汉瓦”之后的人类建筑材料文明的又一伟大创造。在现代的城市和基础设施建设之中，没有水泥的世界将是不可想像的。

然而，任何文明都有其双重性。水泥行业在为人类托起座座擎天大厦之时，也在大量消耗不可再生的矿物资源和化石能源，在加重环境负荷方面也在扮演着举足轻重的角色。

自波特兰水泥发明以来，水泥工业一直是在不断地克服各种自身或外部的局限和障碍中发展起来的。同其他传统产业一样，水泥工业也将面临着不可持续发展的问题。如何看待可持续或不可持续发展的问題，我认为应当辩证地对待。可持续与不可持续发展恰好是一个问题的两个方面，我们既要充分地认识到当今水泥工业可持续发展问题的严重性一面，也要看到事物有利的一面。最重要的是要创造转化条件，把握事物的主导方向，使不可持续发展的传统产业转向可持续发展的正确轨道。如果不正视问题、盲目发展和盲目乐观，不做准备，没有应对措施，即便是可持续发展的产业也很可能陷入不可持续发展的死胡同。正所谓“马到崖前接續晚，船到江心补漏难”。人类文明发展史上的不可持续发展的前车之鉴是不胜枚举的，例如古老的玛雅文化的消失、两河文明的衰败、黄河流域生态的恶化和楼兰古城的湮灭，都是人与自然不和谐的产物以及生态灾难所留给人类的不可持续发展的沉痛教训。2001年10月，世界可持续发展工商理事会在中国举办“面向可持续发展的水泥工业”高层研讨会时，我已阐明我的这一观点。当时国外的代表和国内代表在中国水泥工业是否可持续发展的问題上各执一端。这恰好说出了问题的两个主要方面，其关键之处是在于我们应怎样去认识和怎样去做。我们应全面地看问题，辩证地、科学地对待这个问题。早做准备，趋利避害，发挥水泥工业可持续发展的一面，克服其不可持续的一面，才会使其永续发展，这是我们研究问题的意义所在。

目前看，在全行业大力发展循环经济，是促进和解决包括水泥工业在内的建材全行业实现可持续发展的一项最佳战略选择。我相信，《面向可持续发展的水泥工业》一书的出版，将有助于全行业在更高层次上强化对这一理念的认识。

参与编写本书的作者们都是水泥行业的一批有识之士，他们根据国内外行业发展的理论和实践，从长远发展战略的角度来思考水泥工业的现实问题，深刻认识和反思本行业的资源、能源和环境前景与人口、经济和社会协调发展等共性问题的关系，率先提出并研究行业的中长期可持续发展的一些重大事项，其蕴涵的现实和长远意义都是不言而喻的。本书的作者们都是我们建材行业多年从事专业理论和实践活动的知名专家、学者、科技工作者、研究和教学人员，以及管理人士等，代表着行业的最新研究和发展水平。希望水泥行业的各界同仁继续努力，为建材行业的可持续发展做出新的更大的贡献。

中国建材工业协会会长



2003年11月18日

前 言

可持续发展问题起始于 20 世纪 60~70 年代。从 20 世纪 90 年代初,可持续发展问题已在国内外的不同层面上全面展开。水泥工业比较正规地开展可持续发展的研究和实践,发达国家的起步也要比发展中国家早一些。我国水泥工业的可持续发展研究和实践,虽然在上个世纪 90 年代初也在以其他的形式进行了探索,比如本书的附录一中早期我国水泥工业产业结构调整的研究情况,但是从理论到实践进行比较系统地研究和探讨水泥工业的可持续发展问题,还是近几年的事情。

为了使可持续发展的理论为水泥工业广泛接受和传播,将国内外该领域的相关理论和成功实践介绍给我国读者,促进我国水泥工业“控制总量,调整结构”的政策实施,尽早实现“由大变强,靠新出强”的建材工业发展战略,推动水泥工业的现代化和可持续发展,我们组织水泥行业一批专家编写了《面向可持续发展的水泥工业》一书。

本书共分九章,从水泥工业可持续发展的不同角度介绍、论述和探讨了与可持续发展问题密切相关的一些理论和实践问题。

第一章由崔源声教授撰稿。主要从宏观的角度,对水泥工业可持续发展的由来、行业背景、理论实质、行业现状、主要问题、未来展望、发展战略和对策等进行了总体阐述。第二章由中国散装水泥发展协会副理事长蒋尔忠高级经济师撰写。主要从发展散装水泥的角度,论述其对水泥工业,乃至对整个生态环境和经济社会可持续发展的重大意义之所在。第三章由乔龄山教授撰写。比较详细地介绍了发达国家在水泥工业利用废弃物方面的技术、理论、成功的经验和一般的做法,可为我国水泥企业的生产实践及政府管理部门实施可持续发展战略提供有益的借鉴和实用参考。第四章由丁抗生教授和王承敏高级工程师编写,主要以欧盟国家的基本素材为主,系统介绍了欧盟在水泥工业处理工业废弃物方面的战略思考、技术规范、具体案例和政府的有关政策等做法。第五章由秦至刚教授撰稿。从水泥原料的角度,对水泥工业可持续发展赖以依存的资源要素进行了战略性的阐述。其水泥资源战略性转移一说,独具创意,给人以柳暗花明又一村之感。第六章由兰明章副教授和王晓芳研究生撰写。探讨了水泥工业加工和利用磨细矿渣对节省资源、保护环境、提高产品和建筑物质量,以及最终对水泥工业可持续发展的重大意义。第七章由王子明副教授和赵军锋研究生撰写。阐述了水泥工业利用粉煤灰对可持续发展的重要意义,同时对粉煤灰的产生、性能、加工和如何在水泥及混凝土中的利用均进行了全面的介绍。第八章由王栋民教授和左彦峰研究生撰写。主要从发展绿色混凝土的角度探讨了水泥工业的延伸产业与水泥工业自身可持续发展的内在关系。水泥工业只有和混凝土建筑产业密切配合,适应高性能和长寿命的建筑产品要求,才可能较好地体现出具有可持续发展的最终生命力。本书的最后一章,承蒙中国工程院唐明述院士的厚爱,将其新近的力作贡献为本书的压轴之笔。唐院士从水泥混凝土与可持续发展的角度,深刻地阐述了如何提高水泥混凝土建筑性能的各种技术路线,以及为实现经济和社会的可持续发展,水泥混凝土行业所能做出的贡献。

本书除正文九章外,还附有两个附录。附录一是十年前原国家建材局黄书谋副局长委托

建材情报所做的软科学研究课题。虽是十年前之作，正如文前所言，其研究成果今已为行业所广泛接受，正是水泥行业进行可持续发展理论和实践研究的开端。不管是自觉或不自觉之为，其结果和今天所倡导的可持续发展之理念应情同一理。为使更多的人认识到，我们今天为行业所做的可持续发展理论与实践的研究和介绍，十年后的今天，也将和十年前的水泥产业结构调整的研究成果一样，必将成为全行业的共识和自觉行动。附件二是世界可持续发展工商理事会（WBCBD）在中国举办“面向可持续发展的水泥工业”高层研讨会的有关报道，也是作者萌发编写本书的基本背景材料。

非常感谢为本书编辑和出版工作付出大量劳动的化学工业出版社的编辑人员，参加本书编辑和编务工作的还有吕裕清和郭艳萍等，作者在此一并致以诚挚的谢忱。

最后，特别要感谢的是全国政协委员、全国政协环境与资源委员会副主任、原国家建筑材料工业局局长、中国建材工业协会会长张人为先生为本书作序，作者备受鼓舞。

由于水平所限，编著疏漏之处，恳请读者指评指正。

编 者

2003 年 11 月 10 日

内 容 摘 要

本书是我国水泥行业第一本专门论述可持续发展的专业书籍。该书从水泥工业的宏观战略开始，逐步拓展到散装水泥、利用工业废弃物、国外的理论和实践、水泥原料的战略转移、利用钢铁厂的磨细矿渣和开发电厂的粉煤灰，并最终归结到提高和改善水泥的混凝土建筑产品质量和功能上，始终围绕着对水泥工业可持续发展密切相关的若干重要问题进行了广泛和深入的探讨。无论是从宏观到微观，还是从理论到实践；不管是从国际到国内，还是从现状到未来；本书都从不同角度全面描述了水泥工业可持续发展所涉及的一些关键内容和要点。本书既阐述了水泥工业的宏观发展战略，又介绍了可持续发展水泥工业中使用的原材料、具体生产、应用技术和科学方法。相信本书对各级政府和企业管理者，科研及设计研发人员，大专院校的有关教师及学生等，乃至整个社会关心可持续发展的人员，实施宏观决策，或是进行实践操作，都有一定的参考和借鉴作用。

目 录

第一章 中国水泥工业可持续发展战略	1
第一节 概述	1
第二节 水泥工业的现状分析	3
一、生产及应用过程中的环境协调性	3
二、全球水泥业近期发展态势	5
三、水泥工业的 SWOT 分析	6
四、小结	7
第三节 发达国家可持续发展理论的研究与实践	7
一、理论研究——可持续发展的基本理念	7
二、发达国家典型案例分析	11
第四节 可持续发展理论的实质分析	14
一、信息和知识经济时代的可持续发展模式概述	14
二、水泥工业的信息化	16
三、建设和开发信息资源对经济发展的倍增作用	18
四、物质、信息、知识与情报之间的关系	18
五、加速信息资源的建设与开发，为水泥工业的可持续发展服务	18
第五节 我国水泥工业现状、问题和可持续发展的必要性	19
一、我国水泥工业现状调查和结果分析	19
二、我国水泥工业的主要问题	20
三、我国水泥工业自然发展前景	21
四、我国水泥工业可持续发展的必要性	28
第六节 我国水泥工业可持续发展的战略模式	31
一、战略目标	31
二、战略途径	33
三、战略要素	33
第七节 实现我国水泥工业可持续发展战略的对策和建议	35
一、宏观对策	36
二、中观对策	37
三、微观对策	38
第八节 结语	39
参考文献	39
第二章 中国散装水泥工业与可持续发展	41
第一节 基础知识	41
一、散装水泥 (bulk cement)	41
二、专用名词	43

三、三大基本特性	45
第二节 发展散装水泥与可持续发展	52
一、发展散装水泥节约巨额资源能源	52
二、发展散装水泥带来广泛的环境效益	52
三、发展散装水泥提高质量与增进社会效益	53
四、发挥特殊作用有效抵御自然灾害	54
第三节 发达国家发展散装水泥状况	55
一、发达国家水泥散装率及其实现散装化的时间	55
二、发达国家散装水泥的主要使用方向	56
三、发达国家散装水泥的运输、中转与储存	56
四、发达国家迅速实现水泥散装化的基本原因	57
第四节 中国散装水泥发展概况	58
一、艰难曲折,步入轨道	58
二、初具规模,绩效显著	60
三、横向比较,差距很大	60
四、认真总结,加快发展	61
第五节 企业营销散装水泥中的难点及应对策略	62
一、散装水泥营销的特殊性	62
二、散装水泥营销中的若干难点	62
三、扬长避短,正确认识和把握优劣势	63
四、应对策略与举措	63
第六节 大力发展农村散装水泥	65
一、基本认识	65
二、基本要求	67
三、基本模式	68
四、基本方法	69
参考文献	69
第三章 水泥厂利用废弃物有关问题的研究	70
第一节 国外有关法规及研究成果	70
一、水泥工业利用废弃物的主要途径和问题	70
二、欧盟新公布的法规	71
三、德国水泥回转窑利用废弃物的有关规定	72
四、德国的一些研究成果	74
第二节 微量元素在水泥回转窑中的状态特性	76
一、微量元素的界定	77
二、水泥中的微量元素及其含量	77
三、微量元素在水泥窑中的挥发性	80
四、微量元素在水泥窑中的状态特性	82
五、微量元素的处理	86
第三节 有害气体与放射性污染	87

一、SO ₂ 的排放	87
二、NO _x 排放	90
三、一氧化碳与有机物排放	95
四、二噁英/呋喃 (PCDD/PCDF)	99
五、放射性与氦气	100
六、结束语	104
第四节 对水泥厂环境相容性的评价	104
一、水泥厂的粉尘特性	105
二、对水泥厂污染的监测与评价	106
三、基本结论	109
第五节 水泥厂利用废弃物的基本准则	111
一、最低热值要求	111
二、对废弃物的 M. E. P 综合分析	113
三、对有害物质带入量的限定	114
四、关于水泥工业处置城市垃圾问题	119
五、对烧废弃物水泥回转窑的具体要求	121
六、结束语	122
参考文献	123
第四章 欧盟水泥工业综合处理废弃物管理规范综述	125
第一节 综合处理废弃物的管理概况	125
一、工业部门综合处理废弃物	125
二、水泥工业综合处理废弃物	125
三、专用焚烧炉销纳废弃物及其灰烬的掩埋	125
四、充分发挥工业利用与处理废弃物之间的互补性	126
第二节 规范的基本要求	126
一、范畴与选择排序	126
二、欧盟对废弃物的界定	127
三、欧盟的优先选择的原则	127
四、可持续发展原则	127
第三节 工业综合处理废弃物的概况	128
一、综合处理废弃物	128
二、工业部门综合处理废弃物的潜力	128
三、现有工业部门综合处理废弃物的主要法规	129
四、管理限制	129
五、经济范畴	130
六、结论——生命周期评估 (L. C. A.)	130
第四节 欧盟水泥工业综合处理废弃物	130
一、欧盟水泥生产过程废弃物管理的特点	130
二、欧盟水泥工业废弃物管理的一般技术准则	133
三、欧盟水泥工业综合处理废弃物的技术界定	134

四、水泥及熟料质量要求对废弃物品质的限定	136
五、排放标准	139
六、综合处理废弃物的经济效益	141
七、用生命周期评估比较水泥工业综合利用的燃烧工艺和 用专用焚烧炉销纳废弃物	142
八、水泥工业废弃物处理——主要结论	144
第五节 通过焚烧和填埋销纳废弃物的规范	144
一、引言	144
二、为专用焚烧炉和填埋所提出的对废弃物品质的限定	145
三、提案——利用专用焚烧炉和填埋销纳废弃物的技术规范	146
第六节 D'Obourg 湿法水泥厂综合处理垃圾实例	147
一、生产过程	147
二、能源	147
第五章 水泥原料战略转移与可持续发展	150
第一节 代土、节煤、利废的研究积累	150
一、代土、节煤的研究	150
二、利废作混合材的研究	151
三、应用低钙石灰石和尾矿	151
第二节 水泥原料战略转移的提出	152
一、水泥工业自身发展的需要	153
二、资源利用的合理途径	153
第三节 水泥原料战略转移的实践	155
一、高钙石灰石+煤渣+尾矿	155
二、中钙石灰石+玄武岩	155
三、低钙石灰石+尾矿	155
四、磷渣+煤渣	155
五、其他岩矿	156
第四节 水泥原料战略转移的发展	156
一、全新变化搞水泥	156
二、开发低标号水泥	156
三、水泥厂生产制品	157
第五节 水泥原料战略转移的意义	158
参考文献	159
第六章 磨细矿渣与水泥工业的可持续发展	160
第一节 概述	160
第二节 国际上应用磨细矿渣的概况	162
第三节 国内应用磨细矿渣情况	163
第四节 磨细矿渣的产生	164
一、矿渣和磨细矿渣的产生	164
二、矿渣与钢渣的区别	166

第五节 磨细矿渣的作用机理·····	167
第六节 磨细矿渣的性能·····	169
一、性能概述·····	169
二、制备无熟料水泥·····	171
三、对高性能混凝土强度的增强·····	172
第七节 磨细矿渣的加工与制备·····	173
第八节 磨细矿渣的国家标准·····	174
一、定义·····	174
二、技术要求·····	174
三、试验方法·····	174
第九节 磨细矿渣的增值应用·····	176
一、在搅拌站的应用·····	176
二、在其他方面的应用·····	176
第十节 应用实例·····	176
参考文献·····	178

第七章 粉煤灰与水泥工业的可持续发展····· 180

第一节 粉煤灰的形成、分类与性质·····	181
一、粉煤灰的形成与分类·····	181
二、粉煤灰的物理性质与作用·····	182
三、粉煤灰的化学组成与性质·····	183
第二节 粉煤灰的应用概况·····	185
第三节 粉煤灰在水泥工业中的应用·····	186
一、粉煤灰的作用·····	186
二、普通粉煤灰水泥·····	186
三、特种粉煤灰水泥·····	187
第四节 粉煤灰在混凝土中的应用·····	190
一、粉煤灰的活性行为和胶凝作用·····	191
二、粉煤灰的需水行为和减水作用·····	194
三、粉煤灰的充填行为和致密作用·····	195
四、粉煤灰对混凝土的体积稳定作用·····	197
五、粉煤灰混凝土及其应用·····	198
第五节 粉煤灰在墙体中的应用·····	199
第六节 粉煤灰的商品化深加工技术·····	201
一、粉煤灰分选·····	201
二、粉煤灰分选工艺·····	201
三、分选粉煤灰的性能·····	202
四、粉煤灰中脱炭技术·····	202
第七节 煤灰的相关标准规范·····	203
一、粉煤灰在混凝土和砂浆中的应用·····	204
二、在普通混凝土中的应用·····	205

三、在泵送混凝土中的应用·····	205
四、在轻骨料混凝土中的应用·····	206
五、在砂浆方面的应用·····	206
六、粉煤灰的其他应用·····	206
第八节 前景展望与思考·····	207
参考文献·····	209
第八章 绿色高性能混凝土 ·····	210
第一节 混凝土掺合料·····	211
一、概述·····	211
二、粉煤灰 (FA) ·····	212
三、高炉磨细矿渣 (BFS) ·····	213
四、硅灰 (SF) ·····	214
五、沸石粉·····	216
六、膨胀剂·····	217
七、小结·····	218
第二节 超塑化剂·····	218
一、概述·····	218
二、萘系超塑化剂·····	219
三、三聚氰胺系 (蜜胺系) 超塑化剂·····	221
四、聚羧酸系超塑化剂·····	223
五、小结·····	224
第三节 高性能混凝土配合比设计·····	224
一、概述·····	224
二、高性能混凝土拌和物的配合比法则·····	225
三、高性能混凝土配合比设计·····	225
四、高性能混凝土配合比设计全设计法·····	226
五、小结·····	231
第四节 高性能混凝土的性能·····	231
一、概述·····	231
二、工作性能·····	231
三、强度·····	231
四、耐久性·····	231
五、小结·····	232
第五节 高性能混凝土在工程中的应用·····	232
一、高性能自密实膨胀混凝土在河南省人民医院新病房楼工程的应用·····	232
二、流态泵送膨胀混凝土在中国科学院高能物理所高层板式住宅楼工程的应用·····	234
三、北京经济技术开发区检验检疫综合业务实验楼地下室 HPEC 混凝土冬季 施工技术及应用 (结构自防水、超长无缝施工) ·····	234
第六节 结束语·····	236
参考文献·····	236

第九章 水泥混凝土与可持续发展	238
第一节 水泥混凝土是社会发展的支柱产业	238
第二节 我国水泥混凝土产业在世界的地位	239
一、城市化的大发展	240
二、基建工程的需要	240
第三节 实施“可持续发展”战略水泥混凝土产业大有作为	240
一、充分利用工业废渣	241
二、提高工程的寿命是节约资源能源和保护环境的关键措施	245
第四节 我国水泥混凝土发展展望	247
参考文献	248
附录一 中国水泥工业产业结构调整方向的研究	249
《水泥工业产业结构调整方向的研究》综合报告	252
专题报告之一	
水泥工业的数量与市场结构研究	276
专题报告之二	
水泥工业的产品结构研究	289
专题报告之三	
水泥工业的技术结构研究	314
专题报告之四	
我国水泥企业的规模结构研究	325
专题报告之五	
水泥工业投资与所有制结构的研究	338
专题报告之六	
立窑水泥调整政策的研究	344
附录二 《中国建材报》等有关“面向可持续发展水泥工业 高层研讨会”的报道	355

第一章 中国水泥工业可持续发展战略

第一节 概 述

人口爆炸、资源枯竭和环境恶化是当今人类社会面临的三大主要经济难题。随着时间的推移,这些难题已日益威胁到了人类自身的可持续发展。

为捍卫人类自身的生存和尊严,协调当代人和子孙后代对生态、经济和社会发展的需求,在1989年5月举行的第15届联合国环境署理事会期间,经过反复磋商,正式提出、通过和发表了《关于可持续发展的声明》。所谓的“可持续发展”概念可定义为:“协调当代人和子孙后代对生态、社会和经济需求的所有努力的总和^[1]。”因此,本题目有超自然、跨越时代和地域空间的三重目标和三重涵义,各个国家均把其视为重大战略问题来对待。

如何实现可持续发展,从总体上看决不是一个国家、一个地区和一代人的事。为此,1992年联合国在巴西的里约热内卢召开了环境与发展大会。会上通过了一系列文件和决议,特别是大会制定的《21世纪议程》,把可持续发展的理念推向了落实与行动阶段。从此,可持续发展的思想成为世界各国制定国策的指导思想^[2]。各国的各个行业也无一例外,都纷纷提出自己的可持续发展的子目标。

水泥工业作为近代人类文明的基础材料产业,同样对可持续发展肩负着不可推卸的重大责任。

自1973年世界石油危机以来,世界上绝大多数的水泥厂已从烧油转为烧煤。按一般的估计,石油的可开采储量只能支持几十年,煤炭的可开采储量即便是在储量相对丰富的国家,最多也只能维持几百年^[3]。

人类文明自从有文字的历史以来已延续了几千年,波特兰水泥工业从诞生到现在已有179年的历史^[4]。如何维持人类文明和水泥工业的可持续发展,已成为政府、企业和社会各界共同关心的重大课题。

就水泥工业而言,在过去的30年里,世界人口呈指数性增长,导致水泥消耗近似于线性的增加,世界每年新增水泥生产能力约为3300万吨^[5]。

水泥消耗随人口增长的急剧攀升,不但加速了耗费不可再生的矿石性能源的进程,使传统能源枯竭日期日益临近,而且使可开采的优质矿产资源如石灰石等也濒临告罄;更有甚者,每生产1吨波特兰水泥,接近于向环境排放1吨CO₂等温室效应气体和其他SO₂等酸雨媒介物,以及NO_x等有毒致癌物。2000年,全世界的水泥产量约为16.7亿吨^[5],中国水泥产量为5.28亿吨,向环境排放的温室气体等有害物也接近于同样的数量。比如,欧洲地区的水泥产量和中国类似,如果少生产5亿吨水泥,就会少向环境排放约5亿吨CO₂等有害气体,欧洲就可以实现在京都议定书中所承诺的减少温室气体排放的全部数量^[6]。可见,水泥工业对环境保护肩负的责任举足轻重。如不控制水泥的产量,任其发展下去,环境将不堪重负。目前,发达国家和发展中国家都面临着降低温室气体排放的巨大压力。

研究表明,全球性气候变暖和温室效应气体有密切的关系^[7]。由于人类大量使用化石燃料,加之森林面积锐减使得大气中二氧化碳含量与日俱增。而二氧化碳所具有的不吸收短波

光辐射,却易于吸收长波光辐射的特性,使得它允许太阳辐射的能量穿过大气到达地表,同时又阻止了地球上反射的能量逸散到外层空间,结果就使地球气候变暖。这很像用一个大型的温室罩子把地球包裹起来,因此这种现象也叫“温室效应”。

气候不断变暖最严重的后果是最终导致南、北两极的冰雪融化,这将使海平面上升 5~7m,使许多岛屿和沿海低洼地区被淹没。高纬度与低纬度地区的温差将大大缩小,使冷暖气流的对流减弱,导致干旱地区更加干旱,而多雨地区更加多雨,加重了旱涝灾害。同时,还可能会使疾病在全球流行。

由此可看出:人口、资源和环境的综合制约,决定了传统水泥工业不可可持续发展的特性。为了在传统能源和资源耗竭之前,在保持人类基本生态不继续恶化的前提下,维持水泥工业的健康发展,并对维持生态平衡和人类社会发展做出贡献,水泥工业目前所能做到的是,尽量节省使用现有的资源和能源,多使用替换燃料、劣质原料和工业废渣,减少对环境的破坏,减轻资源和能源的负担,为人类争取更多的可持续发展时间和空间,也为科技界开发新能源、新资源和新材料争取更多的时间。此外,提高水泥质量,比如说把水泥质量提高,寿命增加一倍,现有的水泥产量就可以降低一倍,能源和资源消耗也可减半,但使用价值不变,对温室气体的排放也可减少一半,对可持续发展的意义重大。特别是对于一些使用寿命只有 10 年、20 年的劣质水泥,提高质量更是迫在眉睫。据国家建材“十五”计划称:“由于采用高强混凝土和高性能混凝土可减少水泥用量 30% 以上,预计 2005 年水泥总需求将维持在现有水平,而可配制高强混凝土和高性能混凝土的优质水泥的需求将大幅度增加。”这从另一个角度说明了提高水泥质量,可以减少水泥产量的道理。

把可持续发展的概念引入水泥工业,并系统地、正规地进行专业化研究和实践,只是近两年的事情。尽管在相当长的一段时间里,西方发达国家由于工业化进程起步较早,对环境问题的认识和实践已有相当多的经验和教训,但是从可持续发展的角度来全面审视水泥工业的问题,仍然可以说是处在开始阶段。

为克服 21 世纪人类和水泥工业所面临的共同危机,大的水泥集团将承担更大的责任。从 2000 年开始,在世界 10 大水泥集团的资助下,世界可持续发展工商理事会组织了一项题为“面向可持续发展的水泥工业”的大型专题研究项目。具体承担研究项目的牵头单位是美国久负盛名的巴特利纪念研究院(Battelle Memorial Institute),有几十个协作机构参与,涉及十多个发达国家和中国、印度、巴西、埃及和墨西哥等发展中国家^[8]。目前,研究已取得初步进展,分别在世界举办了六场专题研讨会,并刚刚在中国举办了第七次专题研讨会。

由于 Battelle 研究项目的权威性、影响力、参与程度和广泛的代表性,本篇论文将引用其最新的和直接的研究成果来反映国际水泥工业的可持续发展情况。通过参考国际研究成果和典型范例介绍,再结合中国水泥工业的实际,运用情报学的理论与方法(比较、定性分析、定量分析、SWOT 分析、数学模型、系统分析、统计分析和多种预测方法等)^[9],分析可持续发展的理论实质和探讨我国水泥工业的可持续发展之路,这是本篇研究论题的基本技术路线。

尽管可持续发展的理论在以世界十大水泥集团为代表的世界发达国家的一些现代企业中已取得一般性的共识和初步的实践经验,但是对占世界水泥产量 1/3 以上的中国水泥工业来说,实施可持续发展战略,除了在大方向和总体目标上与国际趋势相一致外,在具体目标、具体内容、具体实现形式等方面,仍有其特定的历史、地理和人文环境特点等不同之处。如何把可持续发展的共同理念,结合中国水泥工业的实际成功地加以应用,设计出中国水泥企