

水泥生产技术丛书

水泥 窑用耐火材料

王杰曾 曾大凡 编著

SHUINI

YAOYONG

NAIHUO CAILIAO



化学工业出版社

水泥生产技术丛书

水泥窑用耐火材料

王杰曾 曾大凡 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书是《水泥生产技术丛书》的一个分册，主要介绍了水泥工业所用耐火材料的种类、性能特点、生产技术及发展趋势等，并针对水泥用户比较详细介绍了水泥窑系统耐火材料的选择、设计、砌筑施工和熟料煅烧过程耐火材料的损毁情况及日常维护等内容。

本书可供从事水泥工业生产、耐火材料生产与应用等工作的技术人员阅读，高校相关专业师生也可参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

水泥窑用耐火材料/王杰曾, 曾大凡编著. —北京:
化学工业出版社, 2011.7
(水泥生产技术丛书)
ISBN 978-7-122-11438-9

I. 水… II. ①王…②曾… III. 水泥-窑-耐火材料 IV. TQ172.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 103174 号

责任编辑: 常 青
责任校对: 边 涛

文字编辑: 冯国庆
装帧设计: 张 辉

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司
装 订: 三河市前程装订厂
710mm×1000mm 1/16 印张 21 $\frac{1}{2}$ 字数 409 千字 2011 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 58.00 元

版权所有 违者必究

丛书前言

水泥是社会经济发展最主要的建筑材料之一，在今后几十年甚至上百年之内仍然是无可替代的基础材料，对人类生活文明的重要性不言而喻。我国是水泥生产和消费大国，自1985年以来，我国水泥年产量一直居世界首位，目前占世界总产量的比重已近50%，2005年的产量已超过10亿吨。全国有水泥生产企业数千家，从业人员数百万人。在今后相当长的时期内，我国水泥的产量仍将持续增长，最终稳定在一个较高的水平上。

水泥工业的快速发展，以及水泥生产装备水平和生产技术的逐步提高，使越来越多的工程技术人员投入到水泥行业中。一方面，很多企业规模扩张较快，一些技术人员的专业水平跟不上生产技术的发展；另一方面，由于高等院校对于学生的培养趋于重基础、宽专业，专业授课课时数减少，从事水泥生产的专业技术人员需要在生产实践中学习和掌握更多的专业知识。为此我们组织编写了这套水泥生产技术丛书，以期对水泥生产企业的技术人员有所帮助。

本套丛书共有《水泥的原料与燃料》、《水泥熟料烧成工艺与装备》、《水泥生产破碎与粉磨工艺技术及设备》、《水泥化学分析》、《水泥性能及其检验》、《水泥岩相》、《水泥工业大气污染治理》、《水泥窑用耐火材料》、《水泥混合材和混凝土掺合料》和《水泥工艺外加剂技术》10个分册，基本上涵盖了水泥生产工艺全过程、产品性能控制、生产装备及其维护保养等各方面的知识。丛书的作者均为长期从事水泥行业科研、教学和生产一线工作的高级专业技术人员，有较高的专业技术水平和丰富的实践经验，丛书中包含了作者们多年的经验积累和部分研究成果。考虑到目前我国水泥工业的生产装备仍然是窑外分解窑和机械化立窑共存的局面，虽然新型干法窑逐步占据主导地位，但是在今后一段时期仍然会有部分机立窑存在，在提高新型干法窑水泥企业技术水平的同时，提高机立窑企业技术人员的技术水平进而提高机立窑水泥质量和降低资源消耗，也有利于经济可持续发展。因此，本套丛书的内容既力求全面系统地反映水泥新型干法生产工艺技术，也兼顾机立窑存在的客观需求。丛书尽可能从实用的角度总结和反映近年来国内外水泥生产技术方面的新进展和新成果，并给出一些生产实例，相信对于水泥生产企业的技术人员及管理人员会有所帮助，对于从事水泥专业研究和教学的科技人员、教师和研究生也会有较好的参考价值。

由于作者的知识水平和掌握的资料有限，丛书所述内容难免有疏漏和不妥之处，我们真诚欢迎读者提出宝贵的意见和建议，以便再版时使其得到改进和完善。

《水泥生产技术丛书》编委会

2006年11月

前 言

水泥窑用耐火材料是水泥工艺和耐火材料相互渗透形成的技术学科，是关于水泥工业用耐火材料研究、制造、设计、使用和维护的知识体系。

改革开放以来，我国水泥工业快速发展。2010年，全国水泥产量已达18.7亿吨，约占世界水泥总产量的60%。同时，水泥窑用耐火材料也随水泥工业的发展而迅速成长。目前，我国水泥工业和耐火材料工业都面临着进行由大到强、由数量增长到质量提高的转变。为促进技术进步，我国水泥行业和耐火材料行业都需要系统介绍水泥窑用耐火材料技术、全面反映该领域国内外最新成果的专业书籍。

为此，笔者结合所在单位长期从事耐火材料研制的第一手资料，参考国内外同行的成果，借鉴有关相邻学科，综合各家之长，编写了本书。本书尽可能详细地叙述耐火材料的基本知识，全面地介绍各类新型耐火材料，详述水泥窑用耐火材料的众多热点，研讨我国水泥窑用耐火材料行业的历史、现状和趋势，对耐火材料的发展提出了建议。

本书由王杰曾撰写初稿，由曾大凡主审修改，由张用宾复审，绿色建筑材料国家重点实验室汪澜教授对第十一、十四章进行了审阅。参与本书编写的还有河南瑞泰董事长刘锡俊、河南瑞泰技术部主任叶亚红、安徽瑞泰生产部主任周健。陈松林博士对书中公式进行了校核，博士研究生杨圣玮和硕士研究生于龙泉对文字进行了校核。本书的编写结合了国家973计划项目“水泥低能耗制备与高效应用的基础研究”（项目编号：2009CB623100）的最新成果并得到该项目的相应资助。在此，一并表示感谢。

由于水泥窑用耐火材料是一种高度复杂的多层次颗粒复合材料，不仅发展速度很快，其研制、生产、使用和损毁涉及的问题也非常广泛，所以书中难免存在种种不足，敬请读者批评指正。

编著者 2011年3月

目 录

第一章 概述

第二章 水泥工业及其对耐火材料的要求

第一节 水泥工业的发展和趋势	4
一、新型干法水泥生产技术的推广	4
二、使用替代燃料	6
三、焚烧生活垃圾	6
第二节 新型干法水泥窑对耐火材料的要求	8
一、窑温增高的影响	8
二、窑速加快的影响	9
三、窑径加大的影响	10
四、挥发性组分的影响	10
五、窑系统复杂性的影响	11
六、节能要求的影响	11

第三章 水泥窑用耐火材料的发展

第一节 耐火材料的技术进步	14
一、原料高纯化	14
二、材质复合化	14
三、工艺自动化	15
四、耐火材料技术进步的影响	15
第二节 国际耐火材料行业的变革	16
一、企业大型化	16
二、市场全球化	16
第三节 我国耐火材料行业的演变	17
一、水泥窑用耐火材料的起步	17
二、水泥窑用耐火材料的提高	18
三、水泥窑用耐火材料的壮大	19

第四章 耐火材料的理论基础

第一节 耐火材料的物质结构	24
---------------	----

一、耐火材料结构的层次性	24
二、原子及其化学性质	25
三、电负性和化学键	26
四、纳观结构	27
五、微观结构	31
六、细观结构	32
七、宏观结构	33
第二节 耐火材料的物理化学	34
一、热力学定律和反应的方向	34
二、相平衡	35
三、物理化学反应的能垒和速率	40

第五章 耐火材料的性能

第一节 气孔率、体积密度	42
第二节 机械强度	43
一、耐压强度	44
二、抗折强度	44
三、粘接抗折强度	45
第三节 热学性能	45
一、热膨胀	45
二、热导率	46
第四节 高温性能	48
一、高温体积稳定性	48
二、耐火度	48
三、荷重软化温度	49
四、高温蠕变	50
第五节 抗侵蚀性、弹性模量和硬度	51
一、抗侵蚀性	51
二、弹性模量和泊松比	52
三、硬度	53
第六节 耐磨性和耐冲击性	54
一、耐磨性的测试	54
二、磨损的机理	55
三、耐冲击性	56
第七节 断裂力学性能	58
一、断裂韧性	58

二、断裂功	58
第八节 抗热震性	59
一、热震经典理论	59
二、抗热震因子	60
三、抗热震性的测试	61

第六章 耐火原料详述

第一节 硅质、半硅质耐火原料	65
一、硅石	65
二、硅灰	66
三、叶蜡石	67
第二节 黏土质耐火原料	68
一、矿产概况	68
二、技术指标	69
第三节 蓝晶石族矿物原料	70
一、矿产概况	70
二、技术指标	70
三、原料性质	71
四、原料用途	72
第四节 高铝质耐火原料	72
一、高铝矾土	72
二、合成莫来石	76
第五节 刚玉质耐火原料	77
一、原料简述	77
二、棕刚玉	78
三、高铝刚玉	79
四、白刚玉	79
五、致密刚玉	80
六、烧结刚玉	81
第六节 碳化硅质耐火原料	81
一、原料简述	81
二、技术条件	82
第七节 镁质耐火原料	84
一、原料简述	84
二、矿产概况	85
三、烧结镁砂	86

四、电熔镁砂	86
第八节 尖晶石质耐火原料	87
一、尖晶石的结构	87
二、铬铁矿	88
三、镁铬尖晶石	89
四、镁铝尖晶石	90
五、铁铝尖晶石	92
第九节 镁钙质耐火原料	92
一、矿产概况	92
二、制砂工艺	93
第十节 锆质耐火原料	94
一、原料简述	94
二、资源分布	96
第十一节 隔热耐火原料	96
一、轻质熟料	96
二、空心球	97
三、漂珠	98
四、珍珠岩	100
五、硅藻土	101
六、陶粒	102
第十二节 耐火材料用无机结合剂	103
一、铝酸钙水泥	103
二、磷酸及磷酸盐	106
三、水玻璃	108
四、硅溶胶	112
第十三节 耐热钢	113
一、概述	113
二、铁碳合金相图	113
三、钢的高温性能	114
四、耐热钢的成分	116
五、耐热钢的牌号	119
六、耐热钢纤维	120

第七章 耐火材料的生产

第一节 原料准备	121
一、采选	121

二、煅烧	123
三、拣选	124
第二节 破碎工艺	124
一、破碎的机理	124
二、原料性质对破碎的影响	125
三、颚式破碎机	126
四、对辊破碎机	127
五、圆锥破碎机	127
六、球磨机	128
七、辊式磨	131
八、超细粉碎设备	131
第三节 配合工艺	132
第四节 混练工艺	134
第五节 成型工艺	135
一、成型过程	135
二、成型作用	136
三、成型质量	137
四、成型操作	138
五、成型模具	138
六、成型压机	139
第六节 干燥和烧成工艺	139
一、干燥工艺	139
二、烧成工艺	140

第八章 致密定形耐火材料

第一节 镁铬质耐火材料	143
一、镁铬质耐火材料的物理化学	143
二、镁铬质耐火材料的品种和性能	145
三、镁铬砖耐火材料的性能	149
四、镁铬残砖的污染及其解毒	150
第二节 镁铝尖晶石耐火材料	152
一、镁铝尖晶石耐火材料的物理化学	152
二、镁铝质耐火材料的品种	152
第三节 镁铁/铁铝尖晶石耐火材料	158
一、镁铁/铁铝尖晶石耐火材料的物理化学	158
二、镁铁尖晶石耐火材料	160

三、铁铝尖晶石耐火材料·····	161
第四节 镁钙(锆)质耐火材料·····	162
一、镁钙系耐火材料的物理化学·····	162
二、镁钙系耐火材料的制造要点·····	167
三、镁钙系耐火材料的品种和性能·····	169
第五节 高铝质耐火材料·····	170
一、常规高铝砖·····	171
二、轻烧高铝砖·····	175
三、三石改性高铝砖·····	175
四、抗剥落高铝砖·····	176
五、硅莫质耐火砖·····	180
第六节 水泥窑用耐碱砖·····	184
一、新型干法水泥窑的碱蚀·····	184
二、耐碱砖的物理化学·····	184
三、水泥窑用耐碱砖的品种和性能·····	186

第九章 致密不定形耐火材料

第一节 不定形耐火材料的一般问题·····	187
第二节 水泥结合耐火浇注料·····	189
一、水泥结合的本质·····	189
二、普通水泥结合耐火浇注料·····	190
三、低水泥结合耐火浇注料·····	190
四、超低水泥结合耐火浇注料·····	204
第三节 磷酸盐结合不定形耐火材料和水玻璃结合不定形耐火材料·····	208
一、磷酸盐结合的物理化学基础·····	208
二、磷酸盐结合不定形材料的种类和性能·····	212
三、水玻璃结合不定形耐火材料·····	214
第四节 特殊成型不定形耐火材料·····	215
一、自流不定形耐火材料·····	215
二、泵送不定形耐火材料·····	217
三、喷射不定形耐火材料·····	220

第十章 隔热耐火材料

第一节 提高隔热性能的途径·····	223
第二节 轻质耐火制品·····	224
一、采用氧化铝空心球制作隔热砖·····	224

二、采用轻骨料和可燃物制作隔热砖	224
三、采用传统泡沫法制作钙长石隔热砖	225
第三节 硅酸钙隔热制品	227
一、硅酸钙制品的物理化学	227
二、硬硅钙石制品的工艺和性能	228
第四节 耐火纤维	233
一、耐火纤维的性能	233
二、耐火纤维的问题	233
第五节 隔热不定形耐火材料	234
一、隔热不定形耐火材料简介	234
二、喷射隔热不定形耐火材料的工艺	234

第十一章 耐火材料的选择

第一节 水泥生产条件	237
一、水泥熟料的形成	237
二、生料的细度和熟料的成分	238
三、燃料和燃烧	240
四、窑料的运动和传热	242
五、回转窑的热负荷	243
第二节 耐火材料的选择	244
一、窑内各带的划分	244
二、窑尾系统用耐火材料	246
三、回转窑用耐火材料	249
四、冷却机用耐火材料	250
五、三次风管用耐火材料	252
六、余热发电用耐火材料	252

第十二章 耐火衬里的设计

第一节 回转窑用砖设计	253
一、砖型尺寸	253
二、砌筑方式	254
三、膨胀缝	254
四、锁缝砖	257
五、挡砖圈	257
第二节 复合衬隔热设计	258
第三节 预热器用砖设计	259

一、锚固砖	259
二、托砖板	259
第四节 浇注料的设计	260
一、锚固件	260
二、锚固砖	261
第五节 锚固件的焊接	262
一、焊接简介	262
二、焊缝结构	263
三、焊接裂缝	263
四、钢铁材料的焊接性	264
五、异种钢材的焊接	264
六、耐热钢与耐热钢的焊接	265
七、耐热钢与其他钢材的焊接	266
第六节 篦冷机的吊挂碇和预制件	266
一、篦冷机的吊挂碇	266
二、篦冷机的预制件	267
第七节 单筒冷却机的衬料	268
第八节 三次风管用闸板	270

第十三章 耐火材料的施工

第一节 窑内耐火砖的砌筑	272
一、砌筑准备	272
二、基本要求	272
三、砌筑方法	273
四、锁缝方法	274
五、不规则部位的处理	275
第二节 不定形材料的施工	276
一、耐火浇注料的施工	276
二、涂抹捣打料的施工	278
三、窑的烘烤	279

第十四章 耐火材料的使用维护

第一节 窑体的维护	280
一、窑体一般维护	280
二、椭圆度的控制	280
第二节 窑皮的维护	281

一、窑皮的作用	281
二、窑皮的形成过程	281
三、窑皮的形成条件	282
四、熟料化学成分对窑皮的影响	283
五、耐火砖性能对挂窑皮的影响	285
六、窑皮的维护	286
第三节 特殊故障的处理	287
一、煅烧条件对窑料低熔物质含量的影响	287
二、结“大蛋”	289
三、“飞砂”	290
四、“雪人”	290
五、结圈	291

第十五章 我国耐火材料的发展趋势

第一节 耐火材料工业的发展趋势	294
一、企业大型化	294
二、市场全球化	295
三、我国耐火材料行业的发展方向	295
第二节 耐火材料装备的发展趋势	296
一、国产耐火材料的主要问题	296
二、西方耐火材料行业的质量和服务	297
三、西方国家的再制造	299
四、西方耐火材料企业采用先进装备的范例	300
五、我国耐火材料企业采用先进装备的范例	301
第三节 耐火材料工艺的发展趋势	303
一、耐火材料工艺的发展趋势	303
二、先进耐火材料工艺方法应用	304
参考文献	312

第一章 概 述

水泥窑用耐火材料科学是水泥工艺和耐火材料的交界学科。对于水泥业者来说，其基本任务是根据水泥窑的工作情况，正确选择、使用、维护耐火材料，对耐火材料的损毁情况进行分析，找出问题的原因和解决问题的办法。对于耐火材料业者来说，既要解决生产耐火材料的过程中开发新原料、新工艺、新装备，改进已有产品和研制新产品，还需与水泥行业技术人员进行必要的沟通。

从最低限度来讲，水泥企业的普通耐火材料管理人员必须熟悉水泥工艺的知识、窑炉的工作条件、各种耐火材料的性能，掌握有关产品的国家、行业和知名企业的产品标准，具备正确使用、维护耐火材料的知识，了解耐火材料的损毁机理。这样，才能较好地完成耐火材料管理工作。

从更高的要求来说，水泥企业的高级耐火材料管理人员不仅应能管好、用好现有的耐火材料，还要能够善用耐火材料方面的资源，尽力挖掘出窑炉的潜力，取得最大限度的增产节能效果。因此，首先要弄清现有耐火材料的性能如何？施工、使用、维护是否正确？主要损毁机理是什么？此外还需做些必要的分析工作。例如，送检耐火材料，剖析残砖，走访科研院所，到兄弟单位取经等。根据主要损坏机理的分析、现有材料和候选材料的优缺点比较、以往的经验、同行的实践，制订出预期目标。接着，对耐火材料生产厂家进行考察，对国内外知名单位、人士走访，通过去伪存真、去粗取精，找到解决问题的方案。然后，进行技术谈判、签约试用。最后，评价试用效果、总结经验，必要时和耐火材料生产、研制单位合作继续改进材料。

水泥窑用耐火材料是一个跨学科的专业技术领域，其技术含量较高，需要既懂水泥生产，又懂耐火材料使用的人才。以下，将从这两个方面入手简要分析水泥企业对耐火材料的需求。

水泥窑用耐火材料的主要作用是作为水泥窑炉内衬，应维持烧成水泥熟料所需的高温，同时保护窑炉设备并减少窑炉散热损失。耐火材料对水泥生产的产量高低、质量好坏、能耗大小和设备寿命都有重要的影响。

改革开放以来，我国水泥工业得到了很大发展。特别是近年来新型干法窑得到了迅猛发展。1980年，全国水泥产量仅0.8亿吨，1990年增长到2.1亿吨，2000年又增长到6.0亿吨，2008年增至13.9亿吨，2009年全国水泥产量又增至16.3亿吨。至2009年底，全国共有新型干法水泥生产线1113条，熟料产能9.6亿吨。采用新型干法生产的水泥已占水泥总量的76.9%。

目前,我国水泥工业的产能已严重过剩,水泥企业之间的竞争日趋激烈。一方面,水泥市场渐趋饱和,产品价格低迷不振;另一方面,燃料和动力价格节节攀升。在很多地方,水泥企业的利润已经很薄。因此,水泥企业特别需要通过挖掘潜力来提高效益。如果一台10000t/d的大型新型干法水泥窑,每年少停一次窑,以每天至少生产10000t水泥计,按停窑5d计,可多产50000t水泥,价值近2000万元。所以,正确选择和使用耐火材料对于水泥工业设法实现高产、优质、低消耗和安全运转的目标具有举足轻重的作用。

从耐火材料工艺来讲,水泥窑用耐火材料已从黏土砖、高铝砖、矾土水泥砌块等少数几个品种,发展成为近百种材料的家族。当今,水泥窑用耐火材料可大致分为烧结碱性耐火材料、烧结铝硅质耐火材料、不定形耐火材料及预制件、隔热耐火制品等几个板块。

烧结碱性材料方面,有普通镁铬砖、直接结合镁铬砖、低铬镁铬砖、方镁石-镁铝尖晶石砖(以下简称镁铝尖晶石砖)、镁铝尖晶石锆砖、镁铝尖晶石锆硼砖、镁铁尖晶石砖、铁铝尖晶石砖、含铬镁铝尖晶石砖、镁锰尖晶石砖、白云石砖、镁白云石砖、白云石锆砖、镁白云石锆砖、方镁石锆酸钙砖、复合碱性砖等品种。

定形铝硅质耐火材料方面,有耐碱黏土砖、高强耐碱砖、拱顶耐碱砖、耐碱隔热砖、磷酸盐结合高铝砖、磷酸盐结合耐磨砖、钢纤维增强磷酸盐结合耐磨砖、高荷软砖、蓝晶石砖、抗剥落高铝砖、硅莫砖、硅莫红砖以及其他特种高铝砖。

定形隔热耐火材料方面,有普通硅酸钙隔热制品、硬钙硅石隔热耐火制品、耐火纤维制品,以及采用漂珠、陶粒、硅藻土、膨胀珍珠岩、空心球、其他轻质原料以及添加可燃物质制成多种多样的隔热制品。

不定形耐火材料方面,有普通耐火浇注料、低水泥耐火浇注料、超低水泥耐火浇注料、无水泥耐火浇注料、钢纤维耐火浇注料、防爆裂浇注料、抗结皮浇注料、磷酸盐耐火浇注料、耐碱浇注料、隔热浇注料。此外,还有自流料、泵送料、喷射料等各种新型不定形耐火材料。

由此可见,水泥工业用耐火材料的技术变化之快、品种数量之多,真使人头晕目眩。在很多情况下,实践远远“跑到了”理论的前面,令一些耐火材料专业人士一时也难以掌握。

我国水泥窑耐火材料经历了从无到有、乡镇企业兴起、冶金转向建材、跨国公司进入中国以及国有企业重新崛起等几个阶段。目前,包括转制恢复活力的国有企业在内的按现代企业制度建立的大型中资耐火材料企业,大幅提高了耐火材料制造工艺技术,大量购置了先进装备,新建了多条具有现代化水平的生产线。因此,我国一些领军耐火材料企业具备了大批量制造优质耐火材料的能力,耐火材料的质量得到明显提高,水泥企业使用耐火材料的效果已经得到改善,水泥企

业对于国产新型优质耐火材料的需求将可以得到满足。

我国的水泥企业需要使用优质、廉价的国产耐火材料提高效益。我国耐火材料工业也逐步具备了满足水泥企业这种需求的能力。但是，耐火材料发展很快，原有的耐火材料知识陈旧、新型耐火材料的技术资料分散，致使许多水泥工厂的技术人员对水泥窑用新型耐火材料缺乏了解，不敢或不能正确使用这些材料，从而妨碍了水泥工业的技术进步。

为了满足水泥企业技术人员选择、使用、维护新型耐火材料，提高水泥回转窑增产节能、安全环保效果的需求，笔者根据长期从事耐火材料科研、管理工作的经验，参考、提炼大量国内外资料，撰写了这本以普及为主、兼顾提高，关于水泥工业用耐火材料的读物，以期对推动我国水泥窑用耐火材料的技术进步有所帮助。

水泥窑用耐火材料科学是一门快速发展的边缘学科。一方面，水泥窑用耐火材料的质量取决于耐火材料企业的原料、装备、技术、管理等制造条件；另一方面，水泥窑用耐火材料的使用效果又受到水泥窑工作条件、耐火材料施工、维护措施的影响。水泥煅烧技术的进步常常都需要强化窑内物理化学过程，因而都会增加耐火材料的负荷，缩短耐火材料的寿命，所以水泥工业用耐火材料问题的解决、水泥新型干法生产线潜力最大限度地挖掘，就需要水泥行业和耐火材料行业的携手合作。

水泥工艺专业和耐火材料专业是无机非金属材料相邻专业，它们的专业基础课程如硅酸盐物理化学、无机材料物理性能、硅酸盐岩相学、无机材料测试方法、热工、流体力学、机械设计制造基础、仪表和自动控制、电子计算机应用技术等大体相同。所以，水泥技术人员可以掌握耐火材料的工艺，参与耐火材料的研发。比如，水泥企业的技术人员可评价耐火材料的使用效果，分析耐火材料的损毁原因，对耐火材料企业提出建议，选择最适合于自己条件的产品。水泥科技人员的参与将推动耐火材料的发展，加快水泥工业的进步，使水泥工业的明天将变得更加美好！