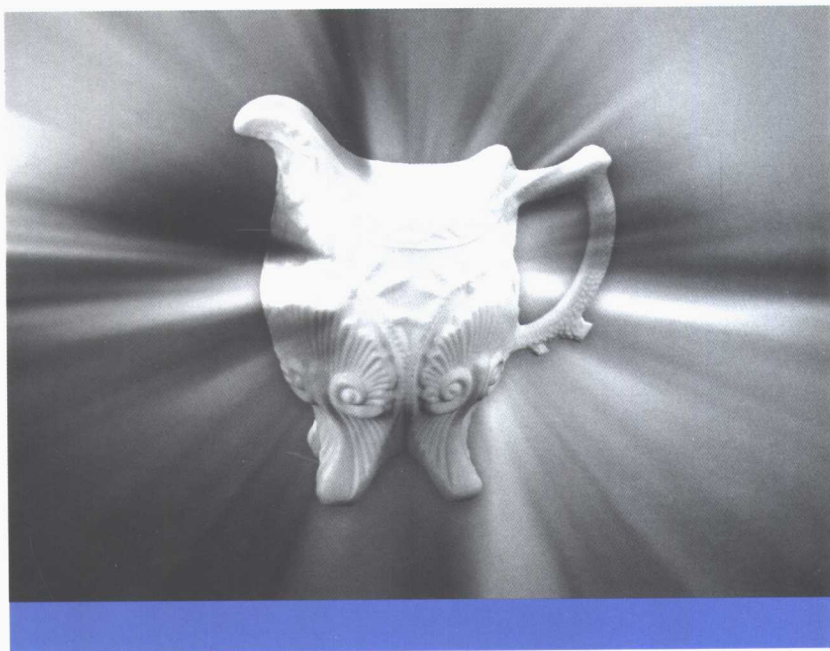


硅酸盐工业丛书

硅酸盐工业产品性能 及测试分析

谈国强 刘新年 宁青菊 编著



Chemical Industry Press



化学工业出版社
化学与应用化学出版中心

硅酸盐工业丛书

硅酸盐工业产品性能及测试分析

谈国强 刘新年 宁青菊 编著



化学工业出版社
化学与应用化学出版中心

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

硅酸盐工业产品性能及测试分析/谈国强, 刘新年, 宁青菊编著. —北京: 化学工业出版社, 2004. 7

(硅酸盐工业丛书)

ISBN 7-5025-5653-2

I. 硅… II. ①谈…②刘…③宁… III. 硅酸盐-化工产品-性能试验 IV. TQ170.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 073399 号

硅酸盐工业丛书

硅酸盐工业产品性能及测试分析

谈国强 刘新年 宁青菊 编著

责任编辑: 路金辉

文字编辑: 管景岩

责任校对: 顾淑云 战河红

封面设计: 郑小红

*

化学工业出版社 出版发行
化学与应用化学出版中心

(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 787mm×1092mm 1/16 印张 23¼ 字数 576 千字

2004 年 8 月第 1 版 2004 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5653-2/TQ·2014

定 价: 48.00 元

版权所有 违者必究

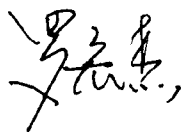
该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

丛书序言

硅酸盐系列丛书终于要和读者见面了，我感到由衷的欣慰。从事本专业教学科研工作以来，我深感此领域专业资料的缺乏，因此一直有此愿望，能将多年的研究成果汇集成册，能将本行业的前沿技术介绍给迫切需要的厂矿企业技术研究及应用人员。在我校数十名专家教授、科研及工程技术人员努力下，终于达成心愿。虽然也难免有缺憾，但其能够集中中外本研究领域之大成，知识新颖、技术全面。以方法论述为主导，以实际应用示例相辅证，以实用性强为特色，立足服务于生产、科研、开发与应用。

硅酸盐工程材料，在国民经济建设中有着举足轻重的地位和作用，是古老的传统产业之一。现代科学技术的发展为其注入了新的活力，使其今天依然具备不可替代或更为重要的作用。然而，由于本行业起源于实践，过去多是依重于经验，因此理论研究与科学总结相对偏少。在此方面，本系列丛书足以拾遗补缺，有所裨益。

近十至二十年来，硅酸盐行业的生产技术有了很大发展，很多用于先进材料生产中的尖端技术也开始应用，并取得了很好的成效，如水热技术、原位成型技术、计算机控制非接触装饰技术等，不仅简化了生产工艺，提高了产品质量、装饰效果等，也大大降低了生产成本。可以预见，边缘学科知识在本行业的应用会越来越广，充分展示这些知识应用的新方法、新技术也是本系列丛书的特色之一。因此，该丛书对于企业管理、技术开发工作有很好的指导意义，也是大专院校师生的一部较好的教学参考书。



2004年7月

前 言

硅酸盐工业是一个与国计民生息息相关且又与高新技术发展密切相关的行业。它包括陶瓷、水泥、玻璃、耐火材料等材料。随着材料工业的发展,硅酸盐工业日新月异,技术和品种不断更新。进入 21 世纪,硅酸盐工业与时俱进,不断发展壮大,为国民经济的发展做出巨大的贡献。

2003 年,中国硅酸盐工业经济增长水平创近年新高,生产、效益、固定资产投资和进出口基本保持协调发展。全年完成工业增加值 1428 亿元,实现利润 248 亿元,完成固定资产投资 599 亿元。硅酸盐产品进出口额 86.8 亿美元,其中出口金额 52 亿美元。

全国水泥产量 7.38 亿吨,增长 16.5%,位居世界第一位;平板玻璃产量 2.27 亿重量箱,增长 10.1% (其中浮法线产平板玻璃 1.8 亿重量箱,占 79.3%);耐火材料工业经过半个世纪的发展,已基本满足中国钢铁、有色金属、水泥、玻璃、陶瓷、化工等高温工业用耐火材料的需要,国产化率已达 98.50% 以上。吨钢消耗耐火材料为 9.9kg,步入世界先进行列;建筑陶瓷砖产量已达 18.7 亿平方米,占世界总产量的 40% 左右;卫生陶瓷产量约为 5400 万件,占世界总产量的 25% 左右,居世界第一位。

因此,中国已成为硅酸盐制品生产的大国,无论是数量上,还是品种上都可满足国内和国外的需求。但同时中国又不是硅酸盐工业的技术强国,许多中、小硅酸盐生产企业技术和管理还是粗放式的生产模式,很难适应加入世贸组织 (WTO) 后的国际竞争。

编写这本书的目的是为了给广大的中、小企业管理者,技术人员日常工作提供一本技术手册和参考资料,尽快地使中、小硅酸盐生产企业由粗放式的生产模式转化为集约式的管理模式。本书按陶瓷制品、耐火材料、玻璃制品、水泥制品等分别介绍了硅酸盐制品的组成和性能的相关性,硅酸盐制品的测试要求和方法,国家标准或行业标准对硅酸盐制品的理化指标的要求及各种硅酸盐制品的品种和分类等一系列实际问题。读者可以快速、简便地从中获得所需要的技术信息。

本书由陕西科技大学谈国强、刘新年、宁青菊等编著,全书共分 5 章,第 1 章、第 3 章由谈国强编写,第 2 章的 2.1、2.2、2.6、2.7 节由宁青菊编写,第 4 章由刘新年编写,第 5 章由黄凤萍编写,第 2 章的 2.3、2.4、2.5 节由咸阳陶瓷研究设计院的温伟明编写。

在此,对书中所引用相关资料的作者表示感谢。

限于作者的水平,书中难免有疏漏或错误之处,敬请读者批评指正。

编著者

2004 年 2 月

内 容 提 要

本书分为陶瓷制品、耐火材料、玻璃制品、水泥制品四大部分，分别介绍了各种硅酸盐制品的组成和性能的相关性、测试要求和方法，国家标准或行业标准对硅酸盐制品的理化指标的要求，以及各种硅酸盐制品的品种和分类等一系列问题。

本书将硅酸盐制品几方面的内容放在一起，便于读者从中快速、准确地获得所需要的技术信息，也便于读者了解其他产品的性能要求。

本书可作为广大中、小企业管理者、技术人员日常工作的技术手册和参考资料，也可供高校相关专业师生参考。

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 建筑卫生陶瓷	1
1.2 中国的耐火材料	4
1.3 玻璃制品	5
1.4 水泥的发展和机遇	6
第 2 章 陶瓷产品	8
2.1 陶瓷原料性能的测定	8
2.1.1 可塑性的测定	8
2.1.2 结合性的测定	13
2.1.3 耐火度的测定	14
2.1.4 原料颗粒组成分析	15
2.1.5 触变性测定	22
2.1.6 干燥灵敏指数测定	22
2.1.7 干燥线收缩和烧成收缩的测定	23
2.1.8 烧成温度范围的测定	24
2.1.9 高温显微镜分析	25
2.2 陶瓷材料性能的测定	28
2.2.1 力学性能	28
2.2.2 热学性能	36
2.2.3 化学性能	40
2.2.4 电性能	41
2.2.5 热分析	51
2.3 墙地砖陶瓷产品	56
2.3.1 概述	56
2.3.2 国家标准	57
2.3.3 试验方法	61
2.4 卫生陶瓷产品	68
2.4.1 概述	68
2.4.2 国家标准	68
2.5 日用陶瓷产品	72
2.5.1 概述	72
2.5.2 常用标准	73
2.5.3 常用产品标准简介	74

2.5.4 常用方法标准简介	78
2.6 电瓷	81
2.6.1 概述	81
2.6.2 电瓷材料的性能指标	82
2.6.3 电瓷的配方与性能	83
2.6.4 高压电瓷用釉	85
2.7 特种陶瓷	86
2.7.1 概述	86
2.7.2 高铝质陶瓷	87
2.7.3 镁质瓷	92
参考文献	97
第3章 耐火材料	99
3.1 耐火材料的化学、矿物组成	100
3.1.1 化学组成	100
3.1.2 矿物组成	102
3.2 耐火材料的结构性能	104
3.2.1 气孔率	104
3.2.2 吸水率	105
3.2.3 透气度	106
3.2.4 气孔孔径分布	106
3.2.5 体积密度	107
3.2.6 真密度	108
3.3 耐火材料的热学性能	108
3.3.1 比热容	108
3.3.2 热膨胀性	109
3.3.3 热导率	110
3.3.4 温度传导性	111
3.3.5 导电性	112
3.4 耐火材料的力学性质	112
3.4.1 常温力学性质	112
3.4.2 高温力学性质	115
3.5 耐火材料的使用性能	119
3.5.1 耐火度	119
3.5.2 高温荷重软化温度	121
3.5.3 重烧线变化率	123
3.5.4 热震稳定性	124
3.5.5 抗渣性	129
3.5.6 耐真空性	135
3.5.7 抗酸性	135
3.5.8 抗碱性	136

3.5.9 抗氧化性	137
3.5.10 抗水化性	138
3.5.11 抗 CO 侵蚀性	139
3.6 耐火材料的分类	140
3.6.1 致密定形耐火材料的分类	140
3.6.2 定形隔热耐火制品的分类	141
3.6.3 不定形耐火材料的分类	142
3.7 铝硅系耐火制品	144
3.7.1 硅砖	144
3.7.2 半硅砖	148
3.7.3 黏土砖	149
3.7.4 高铝砖	154
3.7.5 莫来石砖	159
3.7.6 刚玉砖	160
3.8 碱性耐火制品	163
3.8.1 碱性耐火制品的分类	163
3.8.2 镁砖	164
3.8.3 镁铝砖	165
3.8.4 镁铬砖	166
3.8.5 白云石砖及镁白云石砖	168
3.9 含碳耐火制品	169
3.9.1 碳质制品	169
3.9.2 石墨制品	171
3.9.3 镁碳砖	172
3.9.4 铝碳质制品	173
3.9.5 铝镁碳砖	174
3.9.6 镁钙碳砖	174
3.9.7 碳化硅砖	175
3.10 含锆耐火制品	176
3.10.1 锆英石砖	177
3.10.2 氧化锆砖	178
3.10.3 锆刚玉砖	178
3.10.4 锆莫来石熔铸砖	179
3.11 隔热耐火材料	179
3.11.1 隔热耐火制品	180
3.11.2 耐火纤维	183
3.11.3 耐火纤维制品	185
参考文献	185
第 4 章 玻璃制品	187
4.1 玻璃的性能检测	187

4.1.1	玻璃的黏度	187
4.1.2	玻璃的表面张力	195
4.1.3	玻璃的物理机械性能	200
4.1.4	玻璃的热学性质	210
4.1.5	玻璃的电学性质	221
4.1.6	玻璃的光学性质	227
4.1.7	玻璃的化学稳定性	238
4.1.8	玻璃性能加和性法则计算	249
4.1.9	玻璃中的应力与退火	254
4.2	玻璃制品的加工	259
4.2.1	玻璃的钢化	259
4.2.2	玻璃的研磨和抛光	271
4.2.3	玻璃的化学处理	277
参考文献		281
第5章 水泥		282
5.1	硅酸盐水泥	282
5.1.1	硅酸盐水泥生产概述	282
5.1.2	硅酸盐水泥熟料的组成	287
5.1.3	硅酸盐水泥的原料、燃料及配料计算	296
5.1.4	硅酸盐水泥的生产过程	313
5.1.5	硅酸盐水泥的水化、硬化与腐蚀	334
5.2	其他通用水泥	341
5.2.1	矿渣硅酸盐水泥	341
5.2.2	火山灰质硅酸盐水泥	342
5.2.3	粉煤灰硅酸盐水泥	343
5.2.4	复合硅酸盐水泥	344
5.3	特种水泥	345
5.3.1	快硬水泥与高强水泥	345
5.3.2	膨胀和自应力水泥	349
5.3.3	抗硫酸盐硅酸盐水泥	351
5.3.4	专用工程水泥	352
5.3.5	装饰水泥	355
5.3.6	其他特种水泥	356
参考文献		359

第1章 绪 论

传统的硅酸盐工业是一个与国计民生息息相关且又与高新技术发展密切相关的行业。它包括陶瓷、水泥、玻璃、耐火材料等一系列材料，随着科学技术的发展，每一类材料又分为很多种类，广泛存在于人们的日常生活之中。

近年来，中国硅酸盐行业不断进行技术革新和创新。陶瓷行业采用了宽端面辊道窑、大吨位自动压砖机、等静压成型机，卫生瓷采用了高、中压注浆成型机；玻璃行业采用了浮法生产线；耐火材料行业在装备、工艺、科研水平等各方面都取得显著进步，与国际先进水平的差距越来越小，耐火材料新品种不断问世，主要有优质硅砖、氮化硅结合碳化硅材料、Silon 结合碳化硅材料、重结晶碳化硅材料、连铸用铝碳滑板等等；水泥工业水泥产量突破 7 亿吨，位居世界第一位，用预热器窑和预分解窑生产水泥的新型干法生产工艺成为中国生产水泥的主要方法。下面主要从建筑卫生陶瓷、耐火材料、浮法玻璃等几个侧面谈一谈中国硅酸盐工业的发展和现状。

中国是闻名遐迩的陶瓷王国，也是世界上最早发明瓷器的国家，中国陶瓷的生产和发展对人类文化做出了卓越贡献。传统的陶瓷材料分为日用陶瓷、建筑陶瓷、卫生陶瓷、电瓷、工艺瓷、装置瓷等，特别是 20 世纪 90 年代以来，建筑卫生陶瓷有了长足的进步，中国已成为世界建筑卫生陶瓷的生产大国。

1.1 建筑卫生陶瓷

(1) 发展历史和对世界的影响 建筑陶瓷作为陶瓷大家族的重要成员之一，在中国的生产有着悠久的历史，独特精湛的技艺和深厚的历史传统，在世界建筑陶瓷史上有着广泛而深远的影响。

中国现今发现最早的建筑陶器是产于商代早期的陶水管，距今已有 3000 多年的历史。西周初期又创制了用于宫殿建筑顶部的板瓦、筒瓦和瓦当等配套讲究的建筑陶器构件。建筑陶器的使用结束了过去使用茅草屋顶的历史，延长了建筑的使用寿命，在中国建筑史上是一个重要的里程碑。战国时期，开始出现大型空心砖的使用，砖外装饰有花纹，既平整美观又坚硬结实，空心的设计不仅节省了原料，还减轻了建筑地基的承重，实属一项重要创造。汉代装饰于墓室内的画像砖，制作技艺已达很高水平，画面题材丰富、构图简练、形象生动，有着重要的艺术价值。汉代的建筑陶器还被运往海外，1931 年在朝鲜平壤大同江南岸就挖掘出西汉王莽时代的瓦当、漆器、货币等杰出工艺品，其中铭记“乐浪礼宫”等旧刻的瓦当和一批陶塑，与汉代陶器没有任何差别。

北魏时期，琉璃瓦开始使用于建筑，仅用于檐脊装饰，在中国建筑史上是一项重大突破。琉璃是在建筑陶器表面施透明黄、绿等颜色釉经低温烧制而成的。琉璃的使用改变了建

筑用陶无釉、裸胎、颜色单调的历史，表面施釉如同穿上一身美丽的外衣，不仅提高了砖瓦的抗雨雪性能，还把建筑装扮得更加富丽堂皇、庄严华美，使建筑面貌大大改观，形成了中国建筑特有的风貌。

隋唐时期，琉璃瓦的使用较前期普遍。公元 634 年始建的大明宫，不仅屋顶全部使用琉璃瓦，还使用了表面雕刻莲花的绿釉砖。唐代诗人皮日休有诗句“全吴漂瓦十全户”（宋前琉璃瓦又称“漂瓦”），可看出琉璃瓦用量之大，建筑的豪华和壮观。唐代在对外贸易和文化交流方面是极为繁盛的。中国瓷器不仅远销世界各地，而且制瓷技艺也向国外传播。1937 年，在朝鲜古代百济国遗址就出土了装饰凤凰、莲花、蟠龙等纹样的陶瓦，古代新罗国遗址还发现表面施黄、蓝琉璃釉刻画天王像的陶砖，这些陶瓦和陶砖从纹样到制作方法都受到中国建陶的影响，装饰明显具有唐代和西域的艺术风格。当时，日本的建筑陶瓦也受到唐瓦风格的影响。

宋代建筑陶瓷的规格开始标准化，为普及使用奠定了基础。建筑琉璃的应用范围进一步扩大，建筑上大量使用琉璃贴面砖。这一时期最有代表性的建筑是河南开封佑国寺铁塔，该塔墙、门、窗、腰檐等贴有铁褐色琉璃面砖，故有铁塔之称，这也是宋代佛塔建筑的创造。

元代，官府设有琉璃局专事负责的皇家烧制建筑用陶。这在一定程度上促进了建陶业的发展和工艺技术的提高。元代建筑风貌从意大利著名旅行家马可·波罗那本著名的游记中，对雄伟壮丽的元大都宫殿的描述可见一斑：“大殿宽广，足容六千人聚食而有余，房屋之多，可谓奇观。此宫壮丽富瞻，世人布置之良，诚无逾于此者，顶上之（琉璃）瓦，皆红、黄、绿、蓝及其他诸色，上涂以釉，光泽灿烂，犹如水晶，致使远处亦见此宫光辉。结构之坚，可延存多年。”《马可·波罗游记》在献给法国王子后，成为轰动世界的名著，自中世纪以来就吸引着欧洲对中国神奇的建筑艺术的巨大兴趣。

明至清朝前期，中国建筑陶瓷生产达到繁荣时期，无论从造型、釉色、品种、质量、性能，还是烧造技术都超过以前，当时就是在世界上也是技术先进的国家。明朝时，郑和七下西洋，既促进了世界文化交流，又扩大了海外贸易，中国瓷器销往西亚、中亚、非洲、欧洲、澳洲等地，对当地的陶瓷业产生深远影响。在土耳其的伊菲民克，陶器匠师们除勤奋地学习从中国流传去的青花瓷器，还生产大量的建筑装饰砖瓦供给宫殿、寺院使用，有的模仿中国，如在直径八英寸的星状陶瓦上装饰中国传统的凤凰图案，施以蓝、绿或玫瑰红釉色，这是 1408 年（明永乐六年）的作品，制作已达很高水平。

近代特别是鸦片战争以后，中国建筑陶瓷业逐渐衰落了，国外的建筑陶瓷业却不断赶上并超过了中国。解放后，中国的建陶业才逐步得到恢复和发展，全国各地的建陶生产有了相当规模并形成比较合理的布局。

（2）现状 近 10 年来，中国建筑卫生陶瓷行业有了长足的发展。1993 年建筑陶瓷砖和卫生陶瓷产量首次双双名列世界第一。中国已成为世界建筑卫生陶瓷生产大国。

① 产业规模高速增长 进入 20 世纪 90 年代以来，中国建筑卫生陶瓷行业高速增长。2000 年全行业的产值和销售收入已达：建筑陶瓷砖为 334.21 亿元、卫生陶瓷为 283.67 亿元，年平均增长率分别为 113.75% 和 123.09%。

建筑陶瓷砖产量 2000 年已达 18.7 亿平方米，占世界总产量的 40% 左右。卫生陶瓷产量约为 5400 万件，占世界总产量的 25% 左右，居世界第一位。

② “三山两江加一海”——中国重要的建筑卫生陶瓷生产出口基地 中国建筑卫生陶瓷

最主要的生产和出口基地是著名的“三山”，即佛山、唐山、博山。这三个地区不仅总体水平较高、产量大、出口多，而且具有一批与之配套的如色釉料、熔块、辊棒、模具、耐火材料、设备等制造企业。随着这些专业化加工厂的健全、完善，必将促进建筑卫生陶瓷“三山”基地的进一步发展。

除“三山”外，20世纪90年代以来，福建、四川夹江、河南、上海等地区企业发展迅猛。福建省晋江由于乡镇企业和台资企业发展的推动，目前已成为中国建筑陶瓷大省，1999年建筑陶瓷产量位居全国第二，其中内墙釉面砖的产量名列全国第一。四川夹江因原料、燃料、人工的优势成为建筑陶瓷的后起之秀。福建的晋江、四川夹江称为“两江”。

上海及周边地区由于上海强有力的市场拉动，又有大量的外资介入，加之地区技术力量较强、人员素质较高，因此建筑卫生陶瓷企业的起点高，其产品的质量、档次、总体水平均较高。上海地区建筑卫生陶瓷产业的崛起和其推行的“精品战略”已引起业内人士的广泛关注。上海市已发展成为继“三山两江”之后的中国建筑卫生陶瓷的重要生产和出口地区，与前两者并称为“三山两江加一海”。

③ 产品的结构性矛盾突出 中国建筑卫生陶瓷产品结构总体上是：建筑陶瓷低档产品和大路货产品充斥市场，中高档产品比例只占20%~30%，产品的花色、品种和规格尺寸比较单一；卫生陶瓷中高档产品比例太少，只占10%~15%，部分高档瓷依赖进口，国内生产产品大多只能进入三星级以下宾馆使用。

④ 外国公司来势凶猛，抢占高档建陶主流市场 外商来华投资已由20世纪90年代初的中小公司变为90年代末的大公司、跨国公司、金融界；由以港台为主发展到欧美等国，由贸易公司转移到专业公司；投资由南转北，由沿海地区转移到内陆。

目前涉足国内建筑卫生陶瓷业的国家有意大利、日本、美国、法国、西班牙、泰国、印尼、新加坡、中国台湾等国家和地区的生产商。国外卫生陶瓷生产的主要厂商如美国标准、美国科勒、日本东陶、法国丹丽等著名品牌的洁具厂商，均已在中国建立了合资企业，这些合资、独资企业起点高、档次高、规模大、竞争力强，对国内陶瓷企业提出了严峻的挑战。

(3) 市场前景广阔，竞争日趋激烈

① 中国建筑卫生陶瓷工业的发展很不平衡，产区多集中在东部沿海地区。广东、山东、福建、浙江4省，建筑陶瓷产量占约全国总产量的近80%，卫生陶瓷占约30%。而西部及内蒙古东部，东北内陆地区，建筑陶瓷产量仅占全国总产量不足5%，卫生陶瓷产量不足3%。根据中国建筑卫生陶瓷发展战略，今后建筑卫生陶瓷生产会通过横向联合、技术投入等手段向中西部地区转移。中西部地区也会由于经济的发展而大大刺激消费，但受总量控制，结束了经济发达地区那种火热的建陶市场势头。

② 国内建筑卫生陶瓷的主要市场仍是经济比较发达的华东地区和沿海省市以及富裕的农村地区，不仅总耗量大，而且对中高档以上产品的需求增长较快，尤其是对新颖、大规格、有特色、外装饰效果好的产品更加青睐，市场看好。

③ 建筑卫生陶瓷产品属劳动密集型产业，美、日、西欧等各发达国家，由于能源、资源、环境保护、劳动生产力等种种因素，致使生产成本增加。因此，有的国家降低了产量，扩大了进口，把建筑卫生陶瓷生产向发展中国家转移，而在国内大力发展高附加值的高技术陶瓷，这也给中国产品打入欧、美市场带来机遇。

按照建材工业“九五”规划和 2010 年长远发展规划, 中国建筑卫生陶瓷工业到 2010 年要从整体上实现现代化, 为此, 现阶段中国建筑卫生陶瓷行业已开始进入企业结构、产品结构调整时期。可以预计, 随着国民经济的发展和人民生活水平的提高, 对建筑卫生陶瓷的总需求量还会继续增长, 国内人均消费水平也会逐步达到国外中等发达国家的人均消费水平。尤其是拥有 9 亿农民的农村市场潜力巨大。同时, 国际市场对建筑卫生陶瓷的需求量也在逐年增长, 欧美一些发达国家仍将是建筑卫生陶瓷产品的主要进口国。同时, 随着中国建筑卫生陶瓷行业加快向实现全行业现代化的方向发展, 预计到 2005 年中国将成为出口大国。到那时, 将实现出口建筑陶瓷 2 亿平方米 (占世界出口总量的 20%), 出口卫生陶瓷 6000 万件 (占世界总量的 8.46%)。总之, 中国建筑卫生陶瓷市场前景广阔, 机遇与挑战并存, 希望与困难并存。

1.2 中国的耐火材料

(1) 现状和发展 中国耐火材料工业经过半个世纪的发展, 已经取得较好成绩。当前, 中国钢铁、有色、水泥、玻璃、陶瓷、化工等高温工业用耐火材料已基本立足国内。1998 年全国进口耐火材料仅 2.38 万吨, 约占全国耐火材料年消耗量的 0.26%。如现代化的宝钢, 在耐火材料国产化率已达 98.50% 以上的条件下耐火材料消耗 (按同口径计算) 达 9.9kg/t 钢, 步入世界先进行列。20 世纪 70 年代末中国耐火材料工业只能出口少量初级原料, 如 1978 年全年出口镁砂 6.52 万吨, 创汇 612 万美元, 而 1999 年全国耐火材料原材料出口 365.04 万吨, 创汇 4.579 亿美元, 其中耐火材料制品出口 33.82 万吨, 创汇 1.215 亿美元, 出口各种镁砂 168.89 万吨, 创汇 2.085 亿美元, 甚至连铸用滑板砖、转炉用镁碳砖等高级耐火材料制品也进入了美、日等发达国家市场, 受到用户青睐。

(2) 中国耐火材料工业当前存在的问题

① 耐火材料生产能力过大, 供求关系严重失衡。最近 10 余年来, 国内耐火材料市场迅猛发展, 特别是 20 世纪 90 年代以来, 低水平重复建设严重, 导致耐火材料生产能力呈严重“结构性过剩”, 且继续逐年恶性膨胀。当前, 国内耐火材料年生产能力在 1400 万吨水平, 居世界首位, 而据测算, 国内耐火材料年耗约 800 万~900 万吨, 国内耐火材料市场呈供大于求的态势。在国际上, 随着发达国家工业的战略调整, 技术进步加快, 耐火材料消费及产量逐年降低。

② 普通制品多, 优质长寿节能产品少, 耐火材料消耗高。在全国耐火材料总量中, 普通黏土砖约占 60%, 且有节能和广泛适用性, 号称“第三代耐火材料”的不定形耐火材料仅占约 10% 左右, 而发达国家黏土砖约占 15%、不定形耐火材料占 50% 以上。当前, 中国吨钢平均耐火材料消耗约为 45kg, 而日本平均水平小于 10kg。

总之, 目前和今后若干年对中国耐火材料工业来说, 是一个经历结构优化, 企业重组和品种结构调整的时期。中国耐火材料发展的战略应以中国丰富的自然资源为基础, 开发高性能的合成原料和更多的高性能和功能性产品, 以满足先进的高温工业发展的需要, 重点是连铸和洁净钢生产用耐火材料。同时, 应注重装备和管理, 使耐火原料和产品质量的稳定性和可靠性提高。

(3) 中国耐火材料工业面临的机遇 作为耐火材料最大用户的钢铁工业, 虽然日、美、

欧洲等发达国家的钢产量停滞不前，但中国、印度、巴西、伊朗等发展中国家的钢产量却在增加，全球钢产量总体仍呈增长趋势。其他制造业如水泥、玻璃、有色金属、石油化工、陶瓷等也离不开耐火材料。发达国家生产的耐火材料的成本远高于发展中国家的，同时由于环保要求更严格，迫使他们只生产高附加值产品或出口技术，而将大宗产品、劳动密集型产品转移到发展中国家生产。中国由于有得天独厚的原材料优势和劳动力成本优势，无疑机会更多一些。据统计，截至 2002 年底，在中国内地注册的外国独资、合资、合作企业达 50 家之多，还有许多境外公司在中国开设了办事处。中国已宣布从 2004 年一月份开始对大多数耐火原料出口取消退税，产成品出口也将降低退税幅度。这意味着重要原料出口进一步受到限制，这将对依赖进口中国耐火原料和产品的一些发达国家的耐材工业产生重要影响。为了降低成本，他们势必把工厂搬到中国来。这对中国耐材工业的发展也将是一个重要的机会。因此，耐火材料目前和今后的研发及创新面临新的机遇：①长寿命、低消耗的钢包系统用耐材；②高效连铸连轧系统用耐火材料；③炉外精炼系统用耐火材料；④高性能不定形耐火材料；⑤适应新施工方法的耐火材料；⑥水泥、有色、石化、陶瓷等工业关键设备和关键部位用高性能耐火材料；⑦有利于环保和生态的耐火材料。

1.3 玻璃制品

(1) 历史和发展 中国的平板玻璃工业发展十分缓慢。1949 年，全国平板玻璃厂 3 家，产量仅为 91 万重量箱。但到 1979 年，已有平板玻璃企业近 300 多家。目前留存的大、中小型平板玻璃企业近 160 多家。

改革开放的 20 多年是中国平板玻璃工业发展最快的阶段。其间，1989 年，中国平板玻璃产量已跃居世界第一位（8440 万重量箱，浮法玻璃占 28%）。到 1998 年，全国平板玻璃总产量已达 1.75 亿重量箱，比 1997 年增长了 5.4%，其中浮法玻璃约 1.1 亿重量箱，占总量的 65% 左右。1998 年中国平板玻璃已占世界平板玻璃总产量的 28.5%

浮法玻璃成型工艺是当今国际、国内公认的最先进的平板玻璃成型工艺。中国于 1971 年在中国洛阳建成了第一条浮法玻璃生产线，1981 年正式通过了国家级鉴定，并定名为“中国洛阳浮法玻璃工艺”。到 2000 年底，中国（不含台湾省 2 条线）共计建有 69 条浮法玻璃生产线。其中，采用中国自己的“洛阳浮法工艺”建线共 61 条，浮法玻璃的总产量已超过 1.2 亿重量箱，占总量（1999 年全国平板总产量达 1.75 亿重量箱）的 67%。

(2) 中国玻璃市场引人注目

① 中国平板玻璃市场浮法玻璃已成主流 由浮法玻璃原片逐步取代引上法普通平板玻璃，其原因是深加工及大型建筑用玻璃，必须用规格大、厚度范围广、质量好的原片玻璃，非浮法玻璃莫属。

② 中国平板玻璃出口状况 我国平板玻璃出口额可达到 2 亿美元左右，占建材年出口额的 8%。

③ 市场需求预测 据国家有关主管部门发布的信息表明，中国“十五”期间平板玻璃生产总量将控制在 1.8 亿重量箱，据有关方面调查显示的市场需求如下：

① 2000 年需求约 200 万立方米（约合 1 亿重量箱）。

② 2010 年需求约 325 万立方米，约合 1.175 亿重量箱。

③ 2020 年市场需求量约上升到 400 万立方米（约合 2 亿重量箱）。

（3）中国玻璃的发展 在未来的几年中，中国的玻璃要全面地提高自己的技术水平和创新能力，应从以下几方面做起。

- ① 全面提高“中国洛阳浮法”技术水平。
- ② 加工玻璃新品种、加工技术装备的研制开发。
- ③ 浮法窑全氧燃烧技术的研究。
- ④ 加强对玻璃熔窑用耐火材料的研制开发。
- ⑤ 玻璃工业环境保护技术的研究。
- ⑥ 平板玻璃碎玻璃的回收和再循环。
- ⑦ 硅质原料的破碎选分技术及装备的研究。
- ⑧ 粒化配合料和料前预热技术方面的研究。

1.4 水泥的发展和机遇

中国是水泥大国，2003 年的产量已经突破 7 亿吨，位居世界第一位。中国水泥工业存在的主要问题是能源消耗高、经济效益差、污染严重的小企业占绝大多数，上述状况在今后较长的一段时间内将制约中国水泥工业的发展。调整水泥工业结构，满足经济建设的需求，“由大变强，靠新出强”是中国水泥工业今后较长时间内的艰巨任务。

水泥企业面临的机遇：

（1）西部大开发 西部大开发的重点是加快西部基础设施建设，尤其是交通、通讯、水利工程、城市建设；生态环境的保护和建设；伴随着西部大规模基础设施建设的开展，对水泥的需求也会大幅上升。西部的水泥工业拥有资源优势。西部地区用于水泥生产的石灰石、石膏、页岩等原材料资源丰富，西部地区的劳动力成本在全国具有优势，同时还拥有丰富廉价的水电和煤炭资源，这些都使西部水泥企业具有一定的成本优势。

（2）西气东输工程 西气东输工程不仅形成了对钢材、设备、检测仪器等的巨大需求，沿线的气站及配套工程的建设还会形成巨大的水泥需求。

（3）南水北调工程 南水北调工程已于 2002 年底正式开工建设，到 2010 年主要完成东线一、二期工程和中线一期工程，计划总投资为 1400 多亿元，该工程会在沿线形成巨大的水泥需求。

（4）奥运场馆建设 北京将新建奥运场馆 8 个，改造旧有场馆 13 个，加上按计划本来要建设的 11 个，7 年中需要约 160 亿人民币；筹建四条地铁和重要城市道路建设，通过重点工程大力推进城市基础设施供应能力，60 项重大工程需要 1000 亿人民币；北京的住宅建设投资将大量增加，每年估计为 50 亿人民币。大规模的城市建设和奥运场馆建设需要大量的水泥建材。

经过几年的发展，目前中国水泥工业装备取得了长足进步。日产 2000 吨的新型干法生产线已实现了国产化，日产 4000 吨以上生产线的技术和装备国产化也取得了较大成果。目前中国大型新型干法生产线的熟料烧成技术、环保技术和装备已达到世界水平。

从以上几个侧面可以看出：今后硅酸盐行业面临着结构优化、企业重组和品种结构调整的时期。开发高性能和功能性产品，以满足国民经济的发展和高新技术的需求，将硅酸盐工业

做大做强是每一个材料工作者肩负的重任。

编写本书的目的为了将硅酸盐制品几方面的内容放在一起，便于读者查阅。另外，硅酸盐行业之间本身既有内在的联系，又有明确的分工，按单一的产品进行编写可能会阻碍行业之间的相互渗透和交流。这样便于读者了解其他产品的性能要求，更好地为本职工作服务。