



# 建筑陶瓷生产技术

石棋 李月明 主编

江西高校出版社

# 建筑陶瓷生产技术

石 棋 李月明 主编

江西高校出版社

# 图书在版编目(CIP)数据

建筑陶瓷生产技术/石棋,李月明主编. —南昌:江西  
高校出版社, 2010. 8

ISBN 978 - 7 - 5493 - 0051 - 8

I. ①建... II. ①石... ②李... III. ①建筑陶瓷  
- 生产工艺 - 高等学校 - 教材 IV. ①TQ174. 76

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010) 第 172750 号

|       |                                |
|-------|--------------------------------|
| 出版发行  | 江西高校出版社                        |
| 社 址   | 江西省南昌市洪都北大道 96 号               |
| 邮政编码  | 330046                         |
| 总编室电话 | (0791) 8504319                 |
| 销售电话  | (0791) 8511423                 |
| 网 址   | www. juacp. com                |
| 印 刷   | 江西教育印务实业有限公司                   |
| 照 排   | 江西太元科技有限公司照排部                  |
| 经 销   | 各地新华书店                         |
| 开 本   | 787mm × 1092mm 1/16            |
| 印 张   | 23. 25                         |
| 字 数   | 499 千字                         |
| 版 次   | 2010 年 8 月第 1 版第 1 次印刷         |
| 印 数   | 1 ~ 2000 册                     |
| 书 号   | ISBN 978 - 7 - 5493 - 0051 - 8 |
| 定 价   | 35. 00 元                       |

赣版权登字 - 07 - 2010 - 146

版权所有 侵权必究

# 前 言

本书属国家“十一五”规划教材,是根据高等学校无机非金属材料专业教学大纲编写成册的。

近年来,我国建筑陶瓷产业出现了飞速发展,相关技术、设备出现了日新月异的变化。为适应新形势,满足建筑陶瓷教学要求,培养高质量的专业人才,满足行业发展之需要,我们按照科学性、先进性和系统性的原则,吸收国内现有相关教材、书籍的有益内容,综合国内外建筑陶瓷研究最新技术和成果,结合景德镇陶瓷学院的科研成果及生产实践,组织景德镇陶瓷学院教授、博士及建筑陶瓷企业技术主管人员编写成本教材。

本书共分 15 章,分别介绍了建筑陶瓷制备原理、工艺过程、相关设备及发展方向,具有时代特色和实用性。

全书由景德镇陶瓷学院石棋、李月明担任主编。绪论、第 1 章、第 6 章、第 7 章、第 14 章、第 15 章由石棋教授编写,第 3 章、第 4 章、第 12 章、第 13 章由李月明教授编写,第 2 章、第 8 章由郑乃章教授编写,第 9 章、第 5 章 5.2 节由王艳香教授编写,第 10 章、第 11 章和第 5 章 5.1 节由广东蒙娜丽莎陶瓷集团有限公司母军工程师编写,全书由顾幸勇教授主审。

本书编写时间短,资料收集尚欠详尽,加之编者水平有限,书中错误不当之处,恳请读者斧正。

编者

2010 年 3 月

# 目 录

## 0 绪论

- 0.1 国外建筑陶瓷发展史
- 0.2 我国建筑陶瓷发展简史
- 0.3 目前我国建筑陶瓷生产总体情况
- 0.4 我国建筑陶瓷发展规划与前景

## 第一篇 建筑陶瓷生产工艺原理篇

### 1 建筑陶瓷原料的选择依据

- 1.1 原料的分类
- 1.2 各类原料在坯、釉中的作用
- 1.3 建筑陶瓷生产用原料的特殊性

### 2 建筑陶瓷坯料制备原理

- 2.1 建筑陶瓷胎体显微结构
- 2.2 坯料
- 2.3 瓷质坯体的组成和配方
- 2.4 炻质瓷坯体的组成和配方
- 2.5 陶质坯体的组成和配方
- 2.6 坯料的性能与影响因素

### 3 建筑陶瓷成形工艺原理

- 3.1 成形方法和选择依据
- 3.2 干压成形
- 3.3 挤制成形

### 4 建筑陶瓷干燥与烧成工艺原理

- 4.1 干燥工艺原理
- 4.2 烧成工艺原理
- 4.3 低温快速烧成

### 5 建筑陶瓷色、釉料制备原理

- 5.1 色料
- 5.2 釉料

### 6 建筑陶瓷产品后加工原理

- 6.1 陶瓷材料的后加工机理

## 6.2 陶瓷材料后加工方法与特点

# 第二篇 建筑陶瓷生产工艺篇

## 7 建筑陶瓷生产用原料

- 7.1 建筑陶瓷生产用黏土类原料
- 7.2 建筑陶瓷生产用熔剂性原料
- 7.3 建筑陶瓷生产用石英类原料
- 7.4 工业废料在建筑陶瓷生产中的应用
- 7.5 建筑陶瓷生产用辅助原材料
- 7.6 原料质量的评估

## 8 建筑陶瓷坯料制备工艺及设备

- 8.1 泥料制备工艺及设备
- 8.2 粉料制备工艺及设备
- 8.3 确定制备工艺流程选择的原则

## 9 建筑陶瓷釉料

- 9.1 建筑陶瓷釉料分类及制备工艺
- 9.2 建筑陶瓷施釉工艺

## 10 陶瓷色料制备与应用

- 10.1 陶瓷色料的制备
- 10.2 建筑陶瓷常用的釉用色料
- 10.3 建筑陶瓷坯用色料
- 10.4 色料应用中的注意事项
- 10.5 新兴陶瓷色料

## 11 建筑陶瓷装饰方法

- 11.1 建筑陶瓷装饰方法概述
- 11.2 釉装饰
- 11.3 坯体装饰
- 11.4 综合装饰
- 11.5 丝网印花
- 11.5 滚筒印花
- 11.6 喷墨打印技术

## 12 建筑陶瓷成形工艺

- 12.1 干压成形工艺流程
- 12.2 压制成形的布料技术
- 12.3 干压制成形坯体常见缺陷及克服方法
- 12.4 挤制成形生产工艺
- 12.5 挤制成形工艺应该注意的几个关键问题

- 12.6 提高泥料成形性能的措施
- 12.7 成形压机
- 12.8 成形用金属模具
- 13 建筑陶瓷干燥、烧成工艺及热工设备
  - 13.1 建筑陶瓷干燥工艺
  - 13.2 建筑陶瓷烧成工艺
  - 13.3 降低建筑陶瓷烧成温度的措施
  - 13.4 实现建筑陶瓷快速烧成烧成的措施
  - 13.5 建筑陶瓷快速烧成对坯、釉和窑炉的要求
  - 13.6 建筑陶瓷干燥与烧成缺陷分析
  - 13.7 辊道窑
- 14 玻化砖后加工工艺及设备
  - 14.1 玻化砖的切割技术概述
  - 14.2 刀片切割工艺技术
  - 14.3 水刀切割技术
  - 14.4 玻化砖磨削与抛光技术
- 15 建筑陶瓷产品名词和性能检测
  - 15.1 建筑陶瓷产品名词术语
  - 15.2 建筑陶瓷尺寸描述
  - 15.3 建筑陶瓷产品分类
  - 15.4 建筑陶瓷尺寸和表面品质
  - 15.5 建筑陶瓷产品性能检测

## 参考文献

## 0 绪 论

陶瓷已经发展成为一个体系庞大的家族,按用途可分为传统陶瓷和特种陶瓷。凡是采用天然硅酸盐类矿物原料为主原料,通过陶瓷生产工艺生产的,产品主要满足人们日常生活应用要求,其生产、研究历史均较早的陶瓷,统称为传统陶瓷。

建筑陶瓷就是重要的传统陶瓷。其分支目前国际上还没有公认的划分方法,种类繁多,我国按用途划分方法,把用于建筑工程结构、建筑装饰的陶瓷制品归为一类,称为建筑陶瓷。按此定义,建筑陶瓷就包括:陶瓷内墙砖、外墙砖、地砖、琉璃制品、下水道管、输水管、落水管、烟囱管、黏土质粗陶砖瓦,日式、西式及各种新式陶质饰面瓦。还有各种陶瓷庭院砖、道路砖、栏杆砖、陶瓷建筑浮雕等等。《建筑卫生陶瓷产品名词术语(GB9195-88)》国家标准中定义建筑陶瓷为:用于建筑物饰面或作为建筑构件的陶瓷制品。建筑陶瓷目前的主导产品是陶瓷砖,国标 GB/T4100-2006《陶瓷砖》对建筑陶瓷砖(ceramic tiles)的定义是:由黏土和其他无机非金属材料制造的用于覆盖墙面和地面的薄板制品。陶瓷砖是在室温下通过挤压、干压或其他方法成形,干燥后,在满足性能要求的温度下烧制而成。砖分有釉或无釉的,而且是不可燃、不怕光的。

### 0.1 国外建筑陶瓷发展史

据考证:人类历史上第一次把用火煅烧过的制品用作建筑材料的时间几乎和人类第一次制出陶器一样早,约在公元前 5000 年,人们就已经制作出我们今天仍在使用的砖块(Brick),是承重用的结构材料,而不是起装饰作用的建筑陶瓷砖(Tile)。

目前世界上已知的最古老的砖(Brick)是在巴勒斯坦耶利哥古城的城墙上发现的,估计约公元前 6000 多年制造的,但是这样的砖仅仅是原始意义的,它是用留有稻根茬的黏土做成砖块,以阳光晒干而成。

公元前 5000 年出现了经过焙烧的砖,其工艺与今天基本相似,把黏土制成砖坯,然后在接近 1000℃ 的温度下焙烧。公元前 3500 年,古埃及开始使用与我们今天使用的墙地砖类似的装饰面砖(Tile)。从公元前 2000 年开始,美索不达米亚人大量生产黏土砖作为建筑材料,因为在美索不达米亚(Mesopotamia)区域缺乏很好的天然建筑原料美索不达米亚地区为西南亚的底格里斯和幼发拉底河流域,即今天的伊拉克、叙利亚、土耳其等国。历史发展到公元前 6~9 世纪,考古学家从当时遗留下来的废墟上发现那时已有装饰面砖、浮雕面砖及锡釉面砖。到公元 6 世纪在中东伊斯兰教地区,人们把明亮鲜艳的彩色釉面砖和马赛克(Mosaic)用于耶路撒冷(Jerusalem)和其他地区的伊斯兰教的清真寺



( Mosque) 等建筑的装饰上。这个时期,阿拉伯国家发展了陶瓷色料,同时也发展了生产技术,稍后传到西班牙。公元 10 ~ 15 世纪,面砖广泛用于墙壁、楼梯、地板及天花板。公元 14 ~ 16 世纪,地中海中的马约卡( Majorca) 岛上的商人把制作 Tile 的技术,从西班牙传到意大利( Italy)。该时期正处于意大利的文艺复兴时代( The age of the Renaissance),涌现出了众多的杰出天才,如但丁( Dante)、波提切利( Botticelli)、达·芬奇( da - Vinci) 和米开朗琪罗( Michelangelo) 等。同时在这个时期建筑陶瓷艺术也达到高峰。尤其突出的是意大利的白釉彩陶( Majolica,今天 Majolica 是锡釉陶器和白釉彩陶的代名词)。意大利人用锡( Sn) 作为乳浊剂,生产出具有高遮盖能力的乳浊釉,把陶瓷砖的制作技术推向新的高峰,不久意大利便成为世界上的陶瓷砖生产中心。

到目前为止,意大利仍处于陶瓷砖生产技术领先的地位。意大利全国有 250 余家公司和 500 家中小型工厂生产陶瓷墙地砖,意大利人口 5700 多万人,人均拥有墙地砖  $8\text{m}^2$  以上。

## 0.2 我国建筑陶瓷发展简史

由于历史和传统习惯的原因,远东地区很少把经火烧炼过的制品( 砖、瓦除外) 用作墙、壁体装饰材料,而是把精力用在发展日用陶瓷生产技术上。因此,远东地区和欧洲的陶瓷发展是两条路线,远东地区主要发展日用陶瓷,西亚和欧洲主要发展墙地砖。

远在商代( 公元前 17 世纪),我国劳动人民就开始用陶管作建筑物的地下排水道,西周初期( 公元前 1100 ~ 公元 200 年) 已能烧制板瓦、筒瓦。战国初期,开始制作精美的铺地砖、栏杆砖和凹槽砖,还出现了陶井圈。秦代大量营造宫殿,促进了建筑用砖的生产技术的发展。无论是制品的品种、质量还是烧制技术都比战国时期前进了一大步。汉代的画像砖,题材广泛,装饰独特。我们今天仍在使用的“秦砖汉瓦”一词就是源于那个时候。用于建筑、装饰的琉璃瓦始于北魏,盛于明清,时至今日,琉璃仍然是一种令人喜爱的高级建筑装饰材料。

用于墙面、地面装饰的墙地砖生产技术在我国起步较晚。1921 年我国第一批赴美学习硅酸盐工艺的技术人员回国后,创办了全国第一家生产外墙砖的工厂,浙江嘉善地区的泰山砖瓦股份有限公司。两年后在上海建立了二分厂,1926 年二分厂成功试制出泰山牌毛面砖( 无釉外墙砖)。全国第一家生产釉面砖的工厂是温州的西山窑业厂( 即今日的西山釉面砖厂),由民族资本家吴百亨 1939 年创办。随着西山窑业、泰山砖瓦、德胜窑业等企业的建立,中国开始了真正意义上的现代建筑陶瓷制品的制造。至 1949 年,全国陶瓷墙地砖年产量为  $2310\text{m}^2$ ,发展速度十分缓慢。

新中国成立后到 20 世纪 70 年代末的 30 年时间里,建筑陶瓷进入了持续发展的阶段。西山釉面砖厂、景德镇陶瓷厂、沈阳陶瓷厂、唐山建陶厂等大企业纷纷成立。在 20 世纪 50 年代,建筑陶瓷产量迅速增加,生产工艺技术取得了长足的进步。发展至 1960 年,全国陶瓷墙地砖年产量达到了 211 万  $\text{m}^2$ 。从 1961 到 1978 年是我国建筑陶瓷工业曲

折前进的 18 年,因“文化大革命”的影响,这期间没有什么大的发展。1978 年,全国建筑陶瓷企业约有 38 家。

进入 20 世纪 80 年代,改革开放的春风吹遍全国,建筑陶瓷工业得到迅猛发展。首先是新企业大量涌现。广东、福建、山东、河北、浙江等省市出现了一大批中小型企业。江西景德镇、广东石湾镇、江苏丁蜀镇、江南铜官镇等地打破了只生产日用陶瓷的局面,转产或部分转产建筑卫生陶瓷。其次是建筑卫生陶瓷的生产发展,冲破了部门界限,冶金、煤炭、外贸、农业、轻工、公安、司法等部门也都利用自己的优势条件,办起了建筑卫生陶瓷企业。1980 年,全国陶瓷墙地砖年产量达到了 1261 万  $\text{m}^2$ 。1983 年,佛山耐酸陶瓷厂从意大利引进中国第一条全自动陶瓷墙地砖生产线。从此,中国建筑陶瓷业开始迈出健康发展的步伐。

### 0.3 目前我国建筑陶瓷生产总体情况

#### 0.3.1 我国建筑陶瓷企业布局及产量

中国的陶瓷制造历史十分悠久,但建筑卫生陶瓷工业的迅猛发展却是改革开放以来二十多年的事。今天,中国的建筑卫生陶瓷已成为世界生产和消费大国,不仅在产量和生产企业的数量上名列世界前茅,而且在质量和生产技术方面也与世界先进水平不相上下。

据不完全统计,我国建筑陶瓷生产企业最多时达 4300 余家,目前还有 3000 多家。20 世纪 80 年代到 90 年代初,建筑卫生陶瓷生产企业主要分布在唐山、佛山、博山,形成的建筑陶瓷业“三山鼎立”的格局。广东佛山地区的产量最大,当时陶瓷砖产量就约占全国的一半。至 90 年代中后期“三山鼎立”的局面逐渐被打破,取而代之的是“三山一海夹两江”的产业布局,“三山”指广东佛山、山东博山、河北唐山,“一海”指上海,包括江浙地区;“两江”一指四川夹江,包括川渝地区,二指福建晋江,泛指福建省,这是最重要的建筑陶瓷产区。进入新世纪,随着国家产业政策的调整,佛山、上海等地区大批建筑陶瓷企业迁入江西,如景德镇市、丰城及高安市等,给这片因传统日用陶瓷制造而闻名于世的大地注入了新鲜的陶瓷血液。

据统计,从 1991 ~ 2003 年的 10 多年时间里,中国的建筑陶瓷产量从 2.72 亿  $\text{m}^2$  猛增至 32.5 亿  $\text{m}^2$ ,平均年增长率为 22.9%。2001 年建筑陶瓷砖产量超过 21 亿  $\text{m}^2$ ,约占世界总产量的五分之二。2003 年,产量达到 32.5 亿  $\text{m}^2$ ,其中广东的新中源、新明珠、东鹏、蒙娜丽莎、唯美,上海的斯米克、信益、亚细亚,浙江的杭协、现代等 60 家知名品牌企业的产量合计占中国陶瓷墙地砖总产量的 30%,并且形成了具有自己特色的品牌。另外,生产集中度在提高,如广东新中源集团陶瓷砖生产能力超 1 亿  $\text{m}^2$ 。

据统计,2000 年至 2005 年陶瓷砖产量的年增长率为 11.64%,2005 年的产量为 35 亿  $\text{m}^2$ ,约占世界产量的二分之一。自 1993 年起,我国建筑陶瓷产量就位居世界第一位。随后是西班牙,意大利排名第三。

在连续6年保持较快增长之后,2008年全国陶瓷砖产量增速明显减缓。2008年1~11月全国陶瓷砖产量57.7亿 $\text{m}^2$ ,比上年同期增长16.1%。预计2008年全国陶瓷砖产量达到62亿 $\text{m}^2$ ,比2007年增长11%,增速与2007年21.7%的平均水平相比回落10.7个百分点,这也是2002年以来陶瓷砖产量增长速度最低的一年。

2008年11月份陶瓷砖主要产区产量下降或下滑趋势明显。2008年11月份当月,广东、福建和四川陶瓷砖产量分别下降了10.4%、9.7%和5.8%,山东陶瓷砖产量虽未下降,但增速仅为5.6%,比2008年10月份增速回落了51.4个百分点。主要地区产量下降或增速减缓,对全国陶瓷砖产量产生了直接影响。2008年11月份当月,全国陶瓷砖产量增长仅为0.48%,是2008年2月份以来最低增长率。2008年陶瓷砖产量月度增长率波动性较大,高起高落,说明市场需求的不确定性因素增多。

广东、四川陶瓷砖产量增速回落较大。2008年1~11月广东和四川陶瓷砖产量分别增长6.8%和6.7%,与上年同期相比分别回落32.2个和12.5个百分点。广东陶瓷砖产量自2008年9月份开始连续3个月呈持续下降态势,随着广东产业结构调整推进,部分企业停产或转移,产量增速下降的趋势还将会持续;四川陶瓷砖产量自2008年5月份开始连续7个月呈持续下降态势,主要是受地震的影响部分企业停产,一些产品档次低、盈利能力差的企业将面临退出的危机。

2009年,随着世界上金融危机逐渐好转,建筑陶瓷企业复苏迹象明显。

### 0.3.2 我国建筑陶瓷产品结构状况

我国建筑陶瓷产量大,花色品种多,与此同时,产品品种年年增加,质量不断提高。20多年前我国建筑陶瓷产品只有内墙釉面砖、陶瓷锦砖、红地砖等少数品种,花色单调,规格单一。随着业内科技进步和管理水平的提高,使我国建筑陶瓷产品质量和档次有了质的飞跃。各企业积极开发新产品,已拥有并能够生产不同品种、不同规格、不同功能、不同装饰效果的建筑陶瓷产品。如按材质分有:精陶釉面砖、炻质彩釉砖、瓷质砖和锦砖;按使用功能分有:内墙砖、外墙砖、地砖、广场砖、梯级砖,还开发了仿花岗石砖、渗花抛光砖、大规格异型抛光砖、抗菌陶瓷砖等新品种。近几年又开发出了仿布、皮、金属砖、抛釉砖、大规格超薄砖、微粉布料砖、微晶通体砖等等,产品结构主要是向高档有釉砖或中高档抛光砖方向发展。

2000年,我国建筑陶瓷花色品种已达2000多种。目前,从马赛克到 $1000\text{mm} \times 1000\text{mm}$ , $800\text{mm} \times 1600\text{mm}$ 各种规格的砖都有生产,产品规格尺寸齐全。2006年成功研制出大规格超薄砖( $800\text{mm} \times 1600\text{mm} \times 4\text{mm}$ ),还能生产各种异型瓷砖。

通过大量数据统计分析显示,随着我国居民收入水平的提高和人均居住面积的增加,大规格地砖的需求出现了明显的增长,结构比例逐年提高。小规格墙地砖的市场份额逐年下降,规格在 $600\text{mm} \times 600\text{mm}$ 以上的地砖逐渐成为了市场的主流产品,平均销售量年增长率超过80%。 $800\text{mm} \times 800\text{mm}$ 地砖的销量亦呈现出较快的增长势头, $600\text{mm} \times 900\text{mm}$ 、 $1000\text{mm} \times 1000\text{mm}$ 及以上的超大规格瓷砖,成为企业产品发展方向。内墙砖也有

做大的倾向。在传统的  $200\text{mm} \times 300\text{mm}$  产品基础上,不少企业开发出  $330\text{mm} \times 480\text{mm}$ 、 $250\text{mm} \times 380\text{mm}$ 、 $333\text{mm} \times 666\text{mm}$  等大规格瓷片。

目前,市场上的建筑陶瓷产品琳琅满目,丰富多彩,呈现出前所未有的多样性和复杂性,很难对当前产品结构作准确的定性分析,但总体来看,建筑陶瓷产品呈现如下特点:

(1) 内墙高档化。现代家居观念改变了过去“重厅轻厨”意识,把厨房和卫生间作为家庭装饰、装修的重点和构思设计最精彩的地方,各种瓷片成为厨卫家装的精美衣裳。高光、亚光、无光釉面砖及腰线和花片的整体搭配,使内墙装饰日趋高档。内墙高档化体现在以下几方面:

一是瓷片内、外在质量的提高;二是装饰风格和装饰效果得到提升;三是科技含量大为提高,新材料、新科技在内墙瓷片上的运用日趋广泛。

(2) 外墙瓷质化。外墙装饰砖经历了由陶质到炆质再到瓷质的过程,长条砖和小方砖日趋没落,瓷化程度高的外墙砖将受欢迎,并逐步取代陶质和炆质砖。

(3) 地砖石材化。整个建筑陶瓷行业都在做石头文章,把天然石材(目前还主要集中在花岗石和大理石两类题材上)作为开发的蓝本。把瓷砖石头化的开发理念推向高潮,在大企业的带动下,建筑陶瓷行业出现了以“石”为本的开发局面。

### 0.3.3 我国建筑陶瓷产品工艺设计和开发趋势

科学技术的迅猛发展以及新材料、新技术、新设备、新工艺的不断运用,推动了建筑陶瓷产品的开发向着更高、更快、更好的方向发展。同时受设计、装饰理念的影响,其工艺设计和开发正出现以下“六化”趋势。

1. 时装化。受市场的影响,产品更新速度非常快,产品生命周期大大缩短,新产品层出不穷,小批量、多品种、转产快成为工业化大生产的新动向。最大的特点有两个:一是反应迅速,升级换代快;二是追赶潮流,追求时尚,追逐流行色彩。

2. 个性化。企业着力开发个性化产品,根据市场变化和消费者需求,有针对性地进行产品开发,提供更多的个性化产品,通过体现产品的差异化来寻找和开拓市场空间,通过产品的差异性来带动新的消费观念和消费行为,激活市场。

3. 人性化。瓷砖不再是冷冰冰的无情之物,而是充满亲和力量的有情之物,一片普通的瓷砖,却充满了人性关爱。在它里面注入了许多文化内涵和人文关怀,体现了“人与砖”之间的交流与沟通。如简单的瓷质砖、通体砖、玻化砖,命名为丽晶石、雨花石、幻彩石、彩虹石、琥珀石等等。

4. 艺术化。瓷砖将越做越精美,生产水平的提高、设计观念的更新、文化内涵的注入使瓷砖已不再是一件简单的产品,乃至可以称为凝聚了创作者心血的艺术品。尤其是知名建筑家、设计师、艺术家大量介入建筑陶瓷行业,更使瓷砖设计与装饰范围变得丰富多彩,在设计手法和装饰技巧上达到艺术化的效果。如随着三次烧乃至多次烧技术的成熟和广泛运用,使许多充满灵性的瓷砖艺术品进入千家万户。

5. 自然化。随着工业化、城市化的推进和审美情趣的提高,返璞归真、贴近自然、回归

自然将成为重要的消费理念。美到极致是自然,仿古、仿自然类产品渐受欢迎。自然化既体现人与自然的完美结合,又体现艺术与自然的和谐统一,即设计中蕴涵的“天人合一”思想。

6. 多功能化。瓷砖产品正在突破过去仅限于耐用和装饰的范围,朝着功能多样化的方向发展。这是许多大企业新品开发的新方向,由于将多功能开发理念注入到新产品开发中,具有多功能的陶瓷产品也不断涌现。如具有吸音功能、反射音响的专用音响功能瓷砖;具有防止静电性能的防静电瓷砖;具有抗菌、保洁功能的抗菌瓷砖等等。

0.3.4 我国建筑陶瓷产品出口状况

随着中国在国际建筑陶瓷市场中的地位不断提高,进口产品逐年下降,出口产品逐年增加,如表 0.1 所示。连续几年,我国建筑陶瓷产品出口量和出口额都以翻番的速度增长,显示出我国建筑陶瓷工业已具备较强的国际竞争力。据有关部门统计,2000 年至 2005 年我国陶瓷砖的出口量和出口额年均增长率分别为 76.93% 和 73.56%,2000~2006 年是陶瓷砖出口增长最快的 7 年,年均出口量增长速度高达 60% 以上。2004 年是中国建材进出口贸易额业绩突出的一年,建材产品出口额达 76.71 亿美元。就在这一年,中国建筑陶瓷成为中国建材产业出口增幅最大的行业,同时也是中国建材产业出口创汇额最高的行业,建筑陶瓷出口额达 7.94 亿美元,占全国建材出口额的 10.35%。2005 年我国成为建筑商品的出口大国,实现出口建筑陶瓷 2 亿 m<sup>2</sup>,占世界出口总量的 20%。

表 0.1 1991~2001 年建筑陶瓷产量及进出口情况统计

| 项目<br>年份 | 产量<br>(亿 m <sup>2</sup> ) | 出口量<br>(万 m <sup>2</sup> ) | 出口额<br>(万美元) | 平均价格<br>(美元/m <sup>2</sup> ) | 进口量<br>(万 m <sup>2</sup> ) | 进口<br>(万美元) | 平均价格<br>(美元/m <sup>2</sup> ) | 顺(逆)<br>差 |
|----------|---------------------------|----------------------------|--------------|------------------------------|----------------------------|-------------|------------------------------|-----------|
| 1991 年   |                           |                            | 4086         |                              |                            | 1408        |                              | 2678      |
| 1992 年   |                           |                            | 3595         |                              |                            | 1776        |                              | 1819      |
| 1993 年   |                           |                            | 2985         |                              |                            | 2755        |                              | 230       |
| 1994 年   | 9.59                      |                            | 3344         |                              |                            | 2599        |                              | 745       |
| 1995 年   | 15.84                     |                            | 5019         |                              |                            | 4780        |                              | 239       |
| 1996 年   | 13.57                     | 26.25                      | 6884         |                              | 15.97                      | 3725        | 3159                         |           |
| 1997 年   | 18.41                     | 2219                       | 7923         | 3.57                         | 909                        | 4859        | 5.35                         | 3064      |
| 1998 年   | 15.94                     | 1987                       | 6820         | 3.43                         | 704                        | 2771        | 3.93                         | 4049      |
| 1999 年   |                           | 1786.4                     | 5816         | 3.26                         | 426.37                     | 1832        | 4.30                         | 3984      |
| 2000 年   |                           | 2426.2                     | 7651         | 3.15                         | 319.3                      | 1635        | 5.12                         | 6016      |
| 2001 年   |                           | 5312                       | 15519        | 2.92                         | 208                        | 1175        | 5.65                         | 14344     |

注:1997 年前产量为全行业统计数,1998 年起为销售额在 500 万元以上企业(国家经贸委行业规划司提供)。

2000 年按陶瓷砖出口量排序,我国居世界第五位,次于意大利、西班牙、土耳其和巴

西。2001 年就超过巴西,居世界第四位。2002 年又超过土耳其,居世界第三位。2005 年陶瓷砖出口量超过西班牙,居世界第二位。

受人民币升值、出口退税下调等因素的影响,2007 年我国陶瓷砖出口增速明显减缓,增长率仅为 85%,比 2006 年下降了 21 个百分点。

2008 年 1~11 月全国陶瓷砖出口 6.2 亿  $\text{m}^2$ ,比上年同期增长 17.1%。

出口市场过去多集中在港澳和东南亚,现在已大量进入中东、欧美、中亚等市场。

### 0.3.5 我国建筑陶瓷配套技术装备现状

改革开放以前,我国建材机械工业十分弱小,附属于几个产瓷区的陶瓷机械厂是在修理厂的基础发展起来的国有企业,生产设备落后,产品质量低、产量小。随着世界陶瓷工业的发展,中国的陶瓷机械、各种先进陶瓷窑炉、陶瓷化工原料、色釉料、陶瓷模具及耐火材料等专业生产企业也得到了迅速的发展,现在与建筑陶瓷生产相关的企业如色釉料、熔块、机械、辊棒、匣钵、模具、耐火材料及配套材料企业有 1000 多家。如广东省的科达机电、力泰为首的一批科技型、知识型的陶瓷装备生产企业发展迅速,其经营管理水平、产品的研制与生产组织等方面正努力与世界市场接轨,并具备了一定的国际竞争力,为中国建筑陶瓷产业的持续发展奠定了坚实可靠的基础。

1. 原料处理装备:建筑陶瓷的主要原料制造设备包括三大类。

(1) 粉碎机械,如颚式破碎机、轮碾机、施磨机、雷蒙磨、球磨机等。

(2) 制浆、制粉机械,如:各类搅拌机、喷雾干燥塔、增湿造粒机等。

(3) 其他辅助设备,如:喂料机、自动称量设备、泥浆泵、振动筛、除铁器等。

以上各类设备已国产化,其中细牙颚式破碎机、50t 以下球磨机、6000 型以下喷雾干燥塔、直径 100~200mm 泥浆柱塞泵及干法造粒机等已达到国际先进水平,价格仅为进口设备的二分之一左右,国内市场占有率在 90% 以上。网带式泥浆压滤机,处理能力强,速度快,为陶瓷企业解决了环保问题。目前,我国仅有少数独资或合资企业用进口的原料制造设备。

球磨机是建筑陶瓷厂原料加工耗电最大的装备,约占陶瓷厂耗电 40% 左右。以佛山冠菱自动化技术有限公司为代表的国内球磨机生产企业,通过其内置的节电优化程序的研究,根据球磨机运行负荷自动调整电机在运行过程中的功率,自主研发球磨机专用节电器,具有很好的节电和软启动性能,并获得多项国家专利。目前在佛山新明珠陶瓷、东鹏陶瓷、骏仕陶瓷,以及山东皇冠陶瓷、东岳陶瓷、华地陶瓷,江西高安安全环陶瓷等知名陶瓷企业的球磨机上广泛应用,节电率达 10%~20%。相关投资约 10~15 个月就可以通过电费节省全部回收,并缓解了用电紧张,实现了减负荷错峰用电,其意义重大。

2. 成形装备:近年来,随着建筑陶瓷市场对高档、精细、大规格墙地砖的需求日益增加,厂家对压机的需求正由小吨位转向大吨位,如 2000t 以上大吨位压机。以前大吨位压机只能进口。1999 年,具有世界先进水平的 KD3200 型国产全自动液压压砖机研制成功,填补了国内大吨位压机的空白,宣布了我现代陶瓷墙地砖成形技术装备已全部实现国



产化。目前,我国已经能够生产 7800t 的全自动液压压砖机,国内生产大吨位压机的主要厂家已有广东省的广东科达机电股份有限公司、广东佛陶集团力泰机械有限公司三家。目前,科达公司的大吨位压机占国内市场的 30%。在生产技术装备的机械化、自动化方面,陶瓷砖工业比卫生陶瓷工业有更快的发展。最值得骄傲的是陶瓷机械中机电液气一体化、技术含量最高的全自动液压压砖机的制造,中国已走在世界前列。科达的 7800t 压砖机、力泰的 7200t 压砖机是世界上吨位最大的在用的陶瓷压砖机,使用性能良好,已超越日本、德国的众多公司,直接挑战最著名的意大利 SACMI 公司。中国的陶瓷机械已从上世纪 80 年代起的大量进口变为现在的源源不断地出口,在印度、越南、伊朗、孟加拉国、朝鲜等发展中国家使用。世界著名的阿联酋哈伊马角公司也采用中国的瓷质抛光砖全线设备。

在我国建筑陶瓷生产中,以大型喷雾干燥粉料、大吨位压机压制砖坯的干法墙地砖生产方式已经受到高能耗、高污染的能源环保容量压力。目前以塑性挤出成形为标志的湿法生产在近年来蓬勃发展,其投资少、见效快。2007 年 6 月举行的第 21 届中国国际陶瓷工业展上,湖南湘潭炜达机电制造有限公司推出国内首创 TCJ400 四轴真空挤出机,利用泥料塑性挤压成形方法制造大规格外墙隔音隔热干挂陶板、地砖、承重砖、蜂窝陶瓷劈开砖、琉璃瓦、干挂瓦等产品。推出填补国内空白的 WYJ150 压瓦机,单机日产西瓦、中瓦 2000m<sup>2</sup> 以上,性能优于国外同类机械,备受追捧,市场前景广阔。

3. 窑炉是陶瓷工业生产的关键设备,在陶瓷工业的发展中起着举足轻重的作用。我国从 20 世纪 80 年代初全线引进国外窑炉生产线,通过消化、吸收,现已成为我国建筑陶瓷装备国产化率最高的设备之一。到目前为止,国产辊道窑市场占有率已达 90% 以上,其价格仅为进口设备的 50% ~ 60%,主要技术性能指标达到国际先进水平。调查统计资料显示,在我国现仍在生产的 3000 条建筑陶瓷生产线中,拥有各种类型的窑炉总量为 3400 座左右,其中辊道窑约 1800 座,隧道窑约 950 座,梭式窑约 320 座,其他窑炉约 330 座。

国内辊道窑的主要生产厂家逐步向专业化、规模化发展,如湖北省华夏窑炉工业集团总公司、佛山市天泽陶瓷窑炉机械有限公司、广东科达机电股份有限公司、佛山市中窑窑业发展有限公司等。

佛山市科信达、中信窑炉、鑫信达窑炉、兴中信窑炉等陶机企业都在窑炉节能降耗上下功夫,开发的新型窑炉结构稳固、使用安全、操作简单、燃料能耗低。特别是大型化的窑炉采用高质量的窑墙和窑顶隔热系统有效地控制了热散射。配置新型烧嘴,灵活的温度调节手段,有效地控制窑炉断面温差。计算机自动监控系统稳定控制烧成温差,能根据陶瓷企业客户不同的需要,个性化设计、施工各种节能减排的窑炉,使窑炉的余热干燥砖坯得到充分的利用。最近,国内多条长 300m 以上的辊道窑投产,日产 600mm × 600mm 瓷质砖 14000m<sup>2</sup>,日产釉面砖 18000m<sup>2</sup>。由于采用了一系列新技术、新材料、新设备,这些窑产量大、质量好、温度稳定、有效地利用余热干燥半成品,这些新型窑炉的热效率高达 86.96%,其中产品热效率为 42.5%,均达到世界先进水平。

4. 瓷质砖抛光设备: 截止 2000 年底,在我国现在仍生产的 3000 条建筑陶瓷生产线中,瓷质砖抛光线约 600 条,其中进口线约占 30%,大多进口线为 1997 年以前引进,其余 70% 为 1995 年开始投放市场的国产线。在广东地区近一千条建筑陶瓷生产线中,瓷质砖抛光线约 400 条,约占全国瓷质砖抛光线总量的 70% 左右。1992 年中国第一台陶瓷磨边机、1994 年中国第一台陶瓷刮平定厚机、1995 年中国第一台陶瓷抛光机诞生。1996 年开始,由以上产品组成的具有国际先进技术水平的国产陶瓷抛光线开始大量替代进口产品,并以其良好的价格性能比优势,开始小批量出口南美、中东、东南亚、台湾等地。瓷质砖抛光设备的国产化,极大地推动了我国建筑陶瓷抛光砖市场的发展。从 2002 年开始,广东科达机电有限公司在广东新中源建筑陶瓷有限公司做了多条旧线改造,在 28 头抛光线上,增加了两个头的粗磨机,抛光砖产量从  $4000\text{m}^2/\text{d}$  递增到  $7000\text{m}^2/\text{d}$ 。

对我国瓷质砖生产厂家新建、技改的需求统计分析,我国建筑陶瓷企业 1999 年对瓷质砖抛光线的总需求量约 110 条,2000 年总需求量为 125 条。目前,我国建筑陶瓷企业产品结构调整的主要方向是向高档有釉砖或中高档抛光砖调整,厂家对抛光线设备和高水平釉线设备的需求保持着稳定增长的态势。随着陶瓷工业的发展,抛光机不仅只用于瓷质砖抛光,还可以用于瓷砖釉面抛光、微晶玻璃抛光。科达机电有限公司在玻化砖抛光机生产中占有优势,成为建筑陶瓷专用机械生产的一流企业,占有国内陶瓷抛光机生产的 60% 的份额。

5. 深加工设备: 近年来,为解决建陶厂家成品抛光砖破损率居高不下的难题,以及为适应市场对抛光砖时装化、个性化、艺术化的需求,国内外一些具有较强研发能力机械厂家开发了系列对抛光砖进行深加工的设备,如水刀切割机、连续切砖机、磨弧开槽机等。

佛山新景泰陶瓷机械有限公司、佛山禅城区大同机械厂等企业推出全自动切割机,利用成熟高效的合金轮作为切刀,具有安全可靠、速度高、噪音低、污染少、低电耗、不用水的特点,配合高效磨边机,可以实施快速、高速的切割瓷砖、玻璃等大规格产品分为小规格。可以在不改变前工序的情况下,实现单花式、多规格的生产,日产量达  $5000\text{m}^2$  以上。比传统型手动割砖机提高效率数十倍,大大节约了生产成本,缩短生产时间,满足了目前瓷砖装饰“切割切割再切割、组合组合再组合”的铺贴要求。同时也可以对崩角破损砖进行“大割小”的综合利用,做到变废为宝,效益显著。

6. 智能化自由布料系统: 近年来,随着陶瓷墙地砖生产的个性化、时装化、多样化发展,使得二次布料、多管布料设备系统也随之应运而生。目前,这种集计算机控制技术、光感技术、自由布料工艺技术、机械制造技术及图形处理技术等一体的高科技、创新性产品,正创造着国内建筑陶瓷新的市场需求。

## 0.4 我国建筑陶瓷发展规划与前景

建筑卫生陶瓷工业的高速发展至今,也突显了许多问题。集中表现在: ① 品牌不硬,中低档产品为主的状况使大量企业陷入低价竞争。② 尽管建筑陶瓷工业的专业化生产有



了很大发展,出现了一大批原料、色釉料、金属和石膏模具、机械装备、窑炉、窑用耐火材料、卫生陶瓷五金及塑料配件等专业工厂(佛山、潮州产区已形成此类产业集群),促进了陶瓷行业发展,但专业厂地区分布不平衡,尤其是原料生产基地建设缓慢,影响了资源综合利用。

耗料、耗油、耗电、耗水最多的瓷质抛光砖成为中国陶瓷砖的主打产品,而资源丰富又节能的红坯砖却只有很少的企业在生产。原料和燃料消耗大,环境污染成为普遍现象。许多瓷区的地方政府都出台了“禁止采用煤烧窑炉”;佛山出台陶瓷企业废气污染治理方案;潮州陶瓷废渣回收利用项目动工;淄博实施绿色建材工程,推行清洁燃料技术改造,限期治理烟气污染等。环境污染问题有所改观,但由于小企业众多,投资不足、认识不到位、执法不严、燃料结构不合理等因素,陶瓷企业的粉尘、废烟气、废水、废渣、噪声等污染环境的问题仍很严重。节能环保将成为建筑陶瓷产业的主题和发展方向。

国家“十一五”规划:建材工业必须继续实行控制总量、调整结构,进一步转变经济增长方式,加速由数量增长型向质量效益型转变,实现行业“由大变强、靠新出强”的历史性跨越。具体要求为:

(1) 优化建筑卫生陶瓷产品结构。建筑陶瓷工业要发展高档产品,增加中档产品,压缩低档产品。

(2) 加强技术改造,采用新型装饰技术,提高产品质量和档次,加强配套并发展环保产品、节水产品,满足国内外市场的需求。

(3) 发展新型工艺技术,增加建筑陶瓷花色品种。建筑陶瓷的发展以全自动液压压砖机、新型装饰技术和使用洁净燃料的辊道窑为重点,淘汰手动压砖机和煤烧窑。

(4) 大力推进二次布料、梦幻布料、渗花、彩色大颗粒、干法施釉、抛光、水刀切割拼花、多次装饰、多次烧成等新型工艺和装饰技术,增加产品花色品种,提高产品质量和档次。

(5) 发展环保、抗污、抗菌等多功能产品,综合利用尾矿和工业废渣。

尽管我国建筑陶瓷生产企业整体上与国际一流水平企业尚存在差异,如:在经济指标方面我国建筑陶瓷与世界先进水平尚有差异,在采用世界上最先进的质量监控技术和仪器设备方面还有待加强。但经过 20 多年的飞速发展,目前我国建筑陶瓷部分生产企业基本上迈入现代化企业,具体表现在:

- (1) 采用世界上最先进的工艺和技术装备;
- (2) 生产达到了规模经济水平;
- (3) 设计、开发新产品能力强,产品更新换代快;
- (4) 产品质量达到或超过世界同类产品水平;
- (5) 技术指标达到世界先进水平;
- (6) 管理和生产人员素质较高;
- (7) 文明生产、保护环境、无公害。

我国建筑陶瓷有巨大的内需市场,出口市场日益繁荣,装备、技术、管理机制日渐完