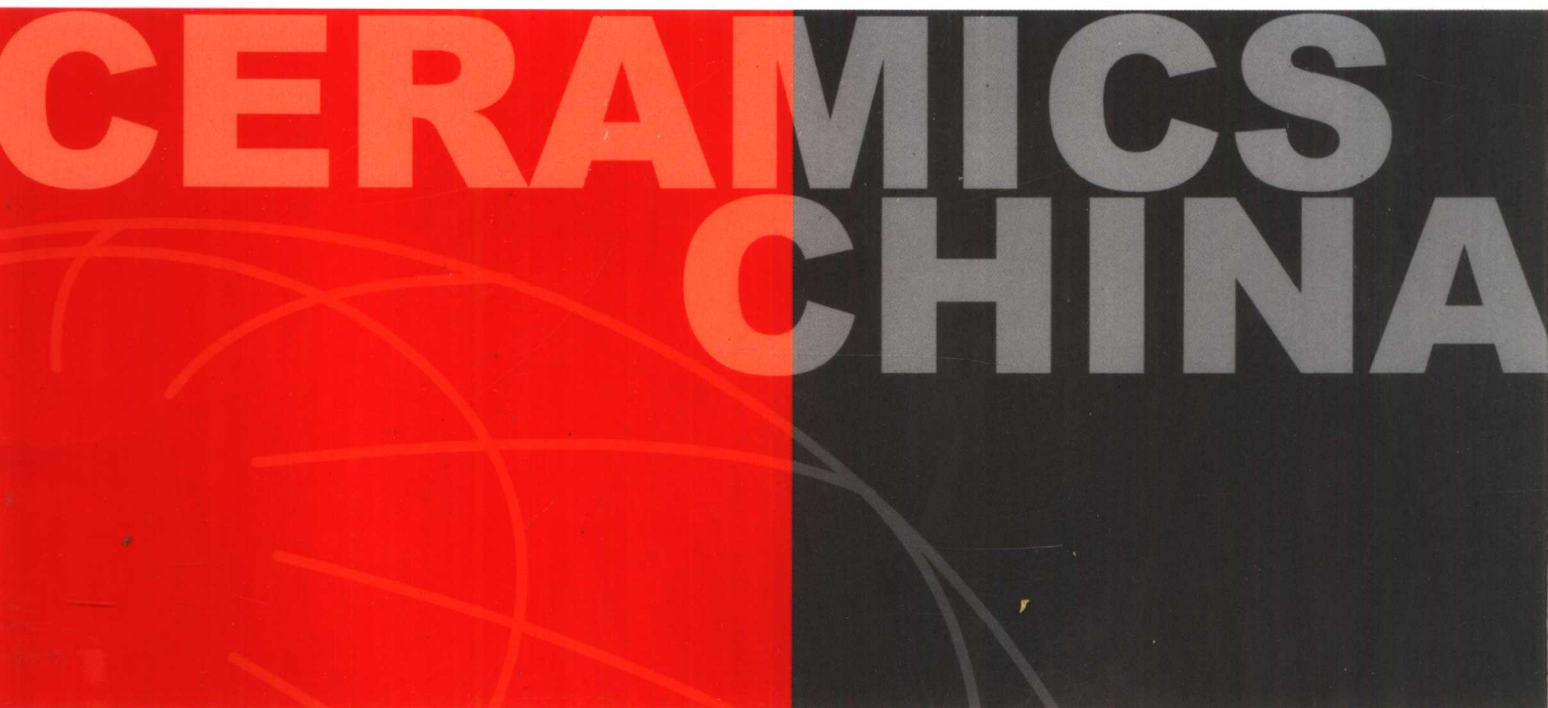




2005年国际陶瓷 工业发展论文集

中国国际贸易促进委员会建筑材料行业分会
中国陶瓷工业协会

编



中国建材工业出版社

2005 年国际陶瓷工业发展论文集

中国国际贸易促进委员会建筑材料行业分会 编
中 国 陶 瓷 工 业 协 会

中国建材工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

2005 年国际陶瓷工业发展论文集/中国国际贸易
促进委员会建筑材料行业分会,中国陶瓷工业协会编.

—北京:中国建材工业出版社,2005.5

ISBN 7-80159-911-X

I .2005… II .①中…②中… III .陶瓷工业—经济
发展—世界—文集 IV .F416.7-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 040105 号

2005 年国际陶瓷工业发展论文集

中国国际贸易促进委员会建筑材料行业分会
中 国 陶 瓷 工 业 协 会 编

出版发行:中国建材工业出版社

地 址:北京市西城区车公庄大街 6 号

邮 编:100044

经 销:全国各地新华书店

印 刷:北京鑫正大印刷有限公司

开 本:889mm×1194mm 1/16

印 张:8

字 数:255 千字

版 次:2005 年 5 月第 1 版

印 次:2005 年 5 月第 1 次

定 价:30.00 元

网上书店: www.ecool100.com

本书如出现印装质量问题,由我社发行部负责调换。联系电话:(010)88386906



Ceramics China 2006

亚洲规模最大、最具权威性的专业展览会

第二十届 中国国际陶瓷工业展览会



Ceramics China 2006

地点：广州国际会议展览中心(琶洲) 时间：2006年

主办单位：

中国陶瓷工业协会
中国国际贸易促进委员会建筑材料行业分会

支持单位：

中国轻工业联合会
中国建筑材料工业协会

指定媒体：

亚洲陶瓷

国家展团组织单位：

意大利陶瓷机械设备制造商协会
德国建筑材料机械设备协会
西班牙瓦伦西亚自治区对外贸易局
英国斯塔福德郡商会
日本东海日中贸易中心



www.ceramicschina.net

前 言

陶瓷工业的可持续发展正面临自然生态环境的严峻挑战,保护环境已成为各国政府的重要任务。能源短缺给高能耗行业,包括陶瓷行业的发展提出了越来越严格的要求。在这种背景下,由中国国际贸易促进委员会建筑材料行业分会、中国陶瓷工业协会共同主办的“第三届国际陶瓷工业发展论坛”于2005年5月15日至18日在广州国际会议展览中心举办,该论坛以推广新技术、实现陶瓷工业的可持续发展为主题进行学术交流,为此配套出版了《2005年国际陶瓷工业发展论文集》一书。

本书以发展陶瓷工业循环经济方面的专题研究为主,选登了有关陶瓷工业专家、学者以及有关管理部门、行业协会、研究院所、陶瓷研发企业代表的论文,他们从不同角度、不同层面探讨了国内外陶瓷工业发展的前沿动态,技术改进方法及管理经验,对促进陶瓷工业的技术创新和发展,大力推广新技术、新工艺、新设备,为陶瓷行业可持续发展必将大有裨益。

在编撰本书过程中,由于时间紧、任务急,书中难免有不足之处,希望读者给予批评指正。

《2005年国际陶瓷工业发展论文集》编委会

2005年5月

《2005 年国际陶瓷工业发展论文集》

编 委 会

主 任：杨自鹏

特约顾问：燕公度 郑承耀

主 编：胡幼奕

副 主 编：付维杰 屈交胜

编 辑：肖佳嘉 刘 颖 王 然 曹昊婧

黄蕊红 侯文全 毛增印

目 录

专家论坛

专家简介.....	(2)
循环经济与建材产业发展.....	张人为(3)
建筑陶瓷装饰技术的现状和展望.....	俞康泰 杨 颖 江陵陵(7)
高性能结构陶瓷的发展与应用	苗赫濯(12)
陶瓷窑炉的污染及可持续发展	曾令可 方海鑫 王 慧 税安泽 刘平安(21)
中国陶瓷产业的方向探讨	陈 帆(32)

技术讲座

TOMMI-A NEW INSTRUMENT FOR THE CHARACTERIZATION OF MATERIALS AT HIGH TEMPERATURES	K. SEBASTIAN, F. RAETHER, R. SPRINGER(38)
SANITARYWARE-CHANGING TIMES	S. SANTORO(41)
REDUCING THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF THE CERAMICS INDUSTRY IN THE FOSHAN REGION-RECYCLING OF FIRED SCRAPS	DR GRAHAM SMALL(47)
先进陶瓷材料发展现状	刘文化(50)
陶瓷辊道窑辊道密封节能技术应用	葛海桥 刘奇俊(57)

研究与开发

谈谈陶瓷工业的清洁生产	李湘洲(62)
回转式动态煅烧技术的应用研究	许文华 肖 军 贾 军 董 辉(67)
高导热陶瓷的研制及性能探讨	陈广乐 范仕刚 王 坤 夏淑琴(72)
新型蓄光性发光陶瓷	许 霞 王义坤 彭炳林(78)
陶瓷工业中的红色颜料及其研究进展	朱振峰 周 燕(87)
喷雾干燥器节能降耗途径探索	张润录(92)
陶瓷原位凝固胶态成型基本原理及在建筑卫生陶瓷中的应用初探	刘 纯(96)
少空气快速干燥器在陶瓷行业的应用前景	贾书雄 刘明福(101)
陶瓷连续式球磨机在陶瓷墙地砖行业的应用及在我国的发展前景	康智勇(105)

企业管理

景德镇陶瓷适用专利或商业秘密法律保护的选择	金晓虹 梁帮福(108)
我国陶瓷企业海外市场拓展策略	许剑雄 李 丽 殷耀如(113)
我国陶瓷产品对外贸易的环境竞争力定性分析	李继岩 王 岩 王世群(117)



专 家 论 坛



专家简介

张人为 第十届全国政协委员、第十届全国政协人口资源环境委员会副主任。中国建筑材料工业协会会长、党委书记,兼任中国硅酸盐学会理事长、同济大学顾问、兼职教授、华东理工大学兼职教授。

苗赫濯 清华大学材料系教授,博士生导师,国际陶瓷科学院院士,中国机械工程学会工程陶瓷专业委员会名誉主任委员。长期从事高性能结构陶瓷的研究与教学工作。

陈帆 华南理工大学教授,博士生导师。中国陶瓷工业协会副理事长、中国建筑卫生陶瓷协会副会长,中国硅酸盐学会陶瓷分会陶瓷机械专业委员会主任委员。

俞康泰 武汉理工大学教授,博士生导师。中国硅酸盐学会陶瓷分会副理事长、色釉料专业委员会主任,陶瓷专家。

曾令可 华南理工大学教授,博士生导师。中国硅酸盐学会自动化委员会理事,中国硅酸盐学会陶瓷专业委员会理事,广东省材料研究学会理事,广东省土木建筑学会建筑材料学术委员会委员。

循环经济与建材产业发展

张人为

(中国建筑材料工业协会 北京 100831)

在 2004 年 12 月初召开的中央经济工作会议上,胡锦涛总书记和温家宝总理都再次强调了大力发展循环经济和加快建设节约型社会这一涉及经济社会环境可持续发展的重大问题。我们这次举办循环经济与建材产业发展论坛,就是以科学发展观为指导,交流和探讨建材产业发展循环经济的理论和实践问题,推动行业健康发展。

我国传统建材工业素以矿业加窑业作为其主要产品生产的产业特征,它主要服务于建筑业,共同构建了共和国大厦的重要基础。我们在为国家和人民做出巨大贡献而倍感骄傲的同时,也不能不为其大量消耗有限而不可再生的化石能源和矿产资源,严重污染生态环境而深感忧虑。资源是有限的、环境容量也是有限的。我们必须尽快转变追求数量的粗放增长方式,重新定位建材产业的发展模式,走可持续发展之路。

在 2003 年 9 月中国硅酸盐学会学术年会上,我曾就循环经济与建材产业发展的问题做过一个抛砖引玉的报告。今天,我想结合行业实际,讲一下在发展循环经济中建材产业的定位和如何发展循环经济的一些问题,希望引起大家讨论,以进一步深化行业对循环经济的认识,更自觉地按照循环经济的模式发展好建材产业。

一、在发展循环经济中建材产业的定位

去年我曾讲过建材产业发展循环经济的三种形式和转向三级生态系统等问题。这些形式有的发生在建材产业内部,有的跨越行业乃至面向全社会。建材产业是整个国民经济和工业领域的一个组成部分,发展循环经济既给建材产业带来了机遇和挑战,同时它又在整个经济社会大循环中扮演着重要角色,支撑和协同共生产业的发展。任何就建材而论建材的循环经济发展或者脱离建材而言其他的循环经济发展思路,都是有欠缺的。我们要在国家发展循环经济的总体指导思想和格局下,把建材产业的发展融合到整个经济、社会和环境协调发展的大系统中,使建材产业的发展与相关产业和经济社会总的发展相协调,相得益彰。

建材产业的上游是矿产资源产业。据资料统计,建材产业的物质资源消耗比重占基本原材料产业的 90% 以上。因此,节省资源,充分利用尾矿和低品位矿石,实现废弃物的资源化,开发新资源及可再生资源,与矿产资源部门紧密合作,是建材行业发展循环经济的一项长期任务。

建材产业的下游是建筑业等产业。大部分建材产品最终都会用于构建建筑物,并最终被废弃。建材产品的再利用和资源化必然与建筑业的循环发展密切相关。建材产业发展循环经济是一个涉及自身、相关产业和社会大系统的复杂体系。只有通过建材企业、建筑企业、协会、政府和社会各方的协调互动,建材产业发展循环经济才有可能得以实现。

建材产业又与煤炭、电力、冶金和化工等基础工业相关联,它们为建材产业提供了燃料、电力及其他重要原料。由于建材工业的产品生产工艺特点,煤炭工业产生的煤矸石,电力工业排放的粉煤灰和冶金工业产生的矿渣,其大部分都可由建材工业消纳和利用,造福于民。没有建材产业和这些产业的共生和代谢关系,发展工业系统的循环经济是困难的。

建材产业还面临着与社会之间的大循环。根据发达国家和国内的一些经验,除了工业和建筑废弃物

以外,相当部分的生活垃圾甚至部分有毒有害废弃物都可以在水泥回转窑等建材工业窑炉中得到有效的消纳和利用,显示出比其他处理方式更为优越的特性。但是应该指出,建材产业对废弃物的资源化利用是一项技术性强,要求标准高和政策性严格的工作,不是什么废弃物都可以作为资源用于建材产业的。

目前,国内循环经济的发展很快,许多地方正在建设生态省、生态市县和生态园区。我国的鲁北工业生态示范园、贵阳生态市等园区的产业链中都有生产建材产品的企业。在我国生态省市县和生态工业园的建设中,建材企业都可以根据生态学原理,利用自己的广泛耦合优势,找到与之配套或共生的、形成循环经济生态链中的地位,为经济、社会 and 环境的全面协调和可持续发展发挥自己的作用。

可以肯定地说,在国家发展循环经济的大格局中,建材产业不但可以实现平稳较快发展,逐步打造成新型绿色产业,而且可以在相关产业发展循环经济和加快建设节约型社会中做出更大的贡献。

二、建材产业如何发展循环经济

建材产业发展循环经济的指导思想是:以科学发展观为指导,以节能、节省资源和保护环境为中心,以水泥、墙材等工业为重点,以清洁生产为基础,以提高资源利用率和降低排放为目标,以科技创新和制度创新为动力,依靠国家法律法规和政策措施,依靠市场运作,依靠全行业的自觉参与和不懈努力,把建材产业建设成为有较强可持续发展能力,与经济、社会和环境相协调发展的新型绿色产业。

我认为,建材行业发展循环经济可以从以下 7 个方面进行探索和实践。

1. 节约能源,提高能源利用效率

循环经济的物质闭路循环,是在外部输入能量的驱动下不断改变物质形态的过程。是否能够实现循环,最终还要取决于能源。通过节约不可再生能源,虽然无法最终避免这类资源的枯竭,但是可以延长使用年限。同时为不断开发新能源,特别是可再生的能源创造时空条件,也减轻了环境负荷。因此,节能是发展循环经济的首选之策,

建材行业是能耗大户。产品的平均单位能耗远高于世界先进水平,节能潜力很大。在生产领域依靠科技进步和加强管理,有望在较短的时间内将现有能源消耗水平降低一半。以现代窑外分解水泥窑为例,它已经可以使水泥熟料的烧成热耗接近理论热耗,仅为水泥湿法窑热耗的一半。近年来燃料电力的供应紧张和价格上升严重影响企业的生存发展,水泥企业因限电拉闸而停产的新闻不时见诸报端。节能已不仅是企业长远发展之策,而且已成为建材企业的当务之急。我们应该将建材工业的节能目标设定为,2020 年建材产业的工业增加值比 2000 年翻两番,而能源消耗总量力争不增加。

2. 节省资源,提高资源利用率

节省资源和节约能源都属于循环经济减量化原则范围。建材企业实施的节省资源措施主要是降低单位产品原料消耗,提高产品成品率,使用低品位原料,利用废弃物,实施清洁生产,防止对环境的过量排放,等等。如把实心砖改为空心砖,既减少资源消耗,同时又降低生产和建筑使用能耗,一举多得。

鉴于不可再生的矿产资源的有限性,实施资源保护性开采,提高开采利用低品位资源的水平,都是节省资源的重要内容。

3. 减排降污,保护环境

从技术层面上,发展循环经济最终试图通过生态设计,使企业对环境做到零排放。节能和节省资源,从源头上减少了废弃物产生,避免了环境的恶化。

目前,我国建材企业在保护生态环境和重视公众利益方面与国际先进水平差距还很大。总体上看,建材企业的社会环保形象不佳。部分建材企业粉尘排放尚不达标,对有害气体和温室气体的治理问题更没提上议事日程。我们要提高环保意识,通过加大投入、工艺革新,设备改造等手段,降低粉尘排放;积极开



发固体废物资源化利用技术,实现固体废弃物的再利用;通过大力消纳利用废弃物和开发替代资源等方式,实现原、燃材料的转化,减少温室气体和有毒有害气体的排放。

严格走环保之路,无论是从理论和实践上,还是从历史和现实看都是从事物质产品生产企业的一条必由之路,也是发展循环经济对建材企业的基本要求。

4. 提高产品质量,延长使用寿命

循环经济的“再利用”原则,要求不断提高产品的使用寿命或服务年限。这要依靠提高产品质量(包括耐久性和多功能)来实现。

提高产品质量无止境。通过加大科技投入、提高管理水平,把产品的质量提高若干等级,产品功能增强或增多,服役寿命提高若干倍,对建材产品或建筑物来说都是可以力争做到的。比如,通过长寿命设计可以使钢筋混凝土建筑物的寿命从设定的 50 年延长到 100 年甚至更长,其结果对节省能源、资源和保护环境的意义是巨大的。

不断提高建材产品的质量和功能,既是企业管理的永恒主题,也是建材企业推进循环经济发展和提高可持续发展能力的上乘选择。

5. 促进科技进步,建立发展循环经济的技术支撑体系

我国建材工业的发展很大程度上还是“资源—产品—废弃物”的线性经济模式,而要改变这一发展模式,重要的是要依靠科技进步,建立起发展循环经济的技术支撑体系。主要包括消除有毒有害污染物的环境工程技术,提高资源利用效率、生产过程无废少废,生产绿色产品的清洁生产技术,提高废弃物资源化水平和附加值的材料工程技术,建材产业与其他相关产业的耦合共生技术、新能源、新资源,特别是可再生能源、资源的开发利用技术,以及提高管理水平和生产效率的信息技术等。当然,最理想的应该是运用生态设计,实现废弃物的“零”排放。实在无法实现生态设计的部分,通过清洁生产实现“减污减排”。对于目前清洁生产也无法解决的问题,也应通过再循环或末端治理的技术来解决。

发展循环经济寄希望于科学技术的不断进步,使之较好地解决发展中的诸多技术问题。建材科技界要在循环经济的大潮中有所作为,要主动探索本行业的后续能源和资源技术的问题。比如说开发和利用可再生的生物质能和木质建材资源等问题。

建材科技面对循环经济的到来,既是挑战,也是机遇。抓住机遇,迎接挑战,就可能创造奇迹,构建新的绿色节能材料体系,开辟新的材料文明时代。

6. 加快和完善立法,建立促进循环经济发展的法律法规和政策体系

建材产业是国家发展循环经济的一个重点产业,加快发展需要国家大环境的支持,包括国家法律法规、经济、科技和环境等政策、产业政策和标准与规范等。

根据发达国家的经验,在发展循环经济实践过程中,必须加快制定和完善相关法律法规和政策体系,做到有法可依,有章可循。中国建筑材料工业协会参与了全国人大的立法调研和国家发改委、财政部、科技部等部委的一系列课题研究,并提交了研究报告。相信在不久的将来,国家将会陆续出台一系列促进循环经济发展的法律法规和政策。

根据国家的法律法规和政策体系,我们要认真研究建材产业相应的发展模式、产业政策、产业结构、技术支撑体系、标准规范、产业化示范和推广等诸多问题。这些都是发展循环经济,适应产业更新和转型所必然要涉及的内容。全行业要高度重视,尽早介入,提升企业和行业的竞争力和可持续发展能力。

建材产业发展循环经济,还应有一套科学的评价体系。至少要从经济发展、环境保护和社会进步三个大方面来衡量。国家有关部门已经开始实施改革现行的经济核算体系,从企业到国家建立一套绿色经济核算制度,包括企业绿色会计制度、政府和企业绿色审计制度、绿色国民经济核算体系等。

建材行业要研究绿色经济核算体系和绿色国内生产总值(EDP)在建材行业的应用内容和范围。通过



这些研究可以客观公正地评价和衡量一个地区、一个产业或一个企业的对国民经济和社会发展的真实贡献,促使人们抛弃传统的线性经济发展模式,致力于发展循环经济,走可持续的发展道路。

7. 提倡绿色消费,促进建材产业绿色化

教育和引导公众,社会树立绿色消费观念,大力倡导绿色消费,形成绿色产业良性发展的市场机制。

中国建筑材料工业协会完成了“绿色建材产品评价体系”的研究,连续组织了三届绿色建材论坛,国际绿色建材展以及绿色建材产品的评定工作,为推动绿色建材消费做出了积极的努力。

可以预见,随着国家循环经济法律法规和政策的不断出台,通过政府的绿色采购、绿色认证、绿色标志、绿色消费行为等不断影响事业单位、企业和公众,一个政府引导、行业呼应、企业主导和公众参与的绿色建材消费的社会氛围必将逐步形成。

建材企业特别是大中型企业还应率先发布包括企业生产过程、采购和消费行为等内容在内的年度环境报告,设立专门的环保机构,为社会树立一个良好的负责任的绿色建材企业形象。

发展循环经济的理论和实践内容非常丰富,而且还在不断发展。建材产业实践循环经济任重道远。千里之行,始于足下。我们一定要在科学发展观的指导下,在加快发展循环经济的实践中大胆创新,勇于开拓,使建材行业逐步走上可持续发展之路。

参 考 文 献

中国建筑材料工业协会. 循环经济系列研究报告

建筑陶瓷装饰技术的现状和展望

俞康泰^① 杨 颖^② 江陵陵^③

(①武汉理工大学材料学院 武汉 430070, ②华中师范大学后勤管理处 武汉 430079,
③佛山大宇新型材料公司 佛山 528000)

摘 要 建筑陶瓷制品竞争的一个重要方面是花色品种的竞争,竞争的焦点是产品设计和装饰材料的水平。装饰材料包括陶瓷颜料、熔块、干粒、液体色料、渗花釉等。其中,不乏一些新型陶瓷装饰材料,如仿金属色料、相干色料、仿金属釉、虹彩釉、反应釉、各种熔块、干粒等,在装饰手法上吸收了很多日用陶瓷和艺术陶瓷的装饰手法和印刷行业的惯用技法,如手彩、釉中、釉下彩,丝网印花、辊筒印花、喷墨印刷等。我国要缩小建筑陶瓷制品和国外先进国家的差距,首当其冲的是要在产品的装饰材料、装饰技术上迎头赶上;不仅要缩短两者在硬件方面的差距,还要缩短在软件方面的差距,使我国建筑陶瓷产品的档次有明显的提高。

关键词 瓷砖 装饰技术 装饰手法 金属色料 相干色料 喷墨印刷 干粒 干法布料

近年来,建筑陶瓷的装饰技术发展很快,特别是在瓷砖生产强国意大利和西班牙,他们不断推出一些新品和精品,特别是在仿古砖、陶瓷锦砖领域。陶瓷制品装饰的物质基础是各种陶瓷装饰材料,包括陶瓷颜料、釉料、熔块、干粒、液体色料、渗花釉等,其中以传统装饰材料为主,也不乏一些新型装饰材料,如仿金属色料、相干色料、仿金属釉、虹彩釉、反应釉;各种彩色熔块、微晶玻璃熔块;各种干粒、红色和黑色渗花釉等。在装饰手法上吸收了很多日用陶瓷的装饰技法和印刷行业的丝网印花、套印技术,如手彩、釉中彩和釉下彩;胶辊印刷、陶瓷四原色喷墨印刷色料以及喷墨印刷技术、转移印花和超高速印花等。

未来建筑陶瓷(包括卫生陶瓷)的竞争主要是花色品种的竞争,毫无疑问,首当其冲的应该是装饰材料的竞争。我国的建筑卫生陶瓷产品由于装饰材料以初、中级产品为主,加上装饰技术上的落后,产品的色彩与款式大多落后国际市场的新潮,再加上品牌效应等因素,所以同样的产品卖不出好价位,只能算是中、低档产品,其价格只相当于国外同类型产品的三分之二甚至不到一半。因此,我们必须不断开发出装饰材料的新品种,提高我们的装饰技术水平,而高品位的装饰材料和优秀的装饰技术往往是由高科技来支撑的。本文主要介绍有关装饰材料和装饰技术的现状和发展动向。

一、传统陶瓷色料及发展趋势

(1)建筑陶瓷常用坯用色料(见表1)。

表1 建筑陶瓷常用坯用色料(暨行业使用量排名顺序)

序 号	颜 色	晶体结构类型	分 子 通 式	排名顺序	备 注
1	黑色	刚玉、赤铁矿型	$(\text{Fe}, \text{Cr})_2\text{O}_3$	1	无钴黑
2	粉红色	刚玉、赤铁矿型	$(\text{Mn}, \text{Al})_2\text{O}_3$	2	锰红
3	棕色	尖晶石型	$(\text{Zn}, \text{Fe})(\text{Fe}, \text{Cr}, \text{Al})_2\text{O}_4$	3	红棕、黄棕、金棕



续表

序 号	颜 色	晶体结构类型	分 子 通 式	排名顺序	备 注
4	桔色	金红石型	$(\text{Ti}, \text{Cr}, \text{Sb})\text{O}_2$	4	桔红、桔黄
5	蓝色	尖晶石型	CoAl_2O_4	5	钴蓝
6	黄色	锆英石型	$(\text{Zr}, \text{Pr})\text{SiO}_4$	6	锆铬黄
7	绿色	刚玉、赤铁矿型	$(\text{Cr}, \text{Al})_2\text{O}_3$	7	铬绿
8	粉红色	锆英石型	$(\text{Zr}, \text{Fe})\text{SiO}_4$	8	锆铁红
9	蓝绿色	锆英石型	$(\text{Zr}, \text{V})\text{SiO}_4$	9	锆钒蓝

(2)建筑陶瓷常用釉用色料(见表2)。

表2 建筑陶瓷常用釉用色料(暨行业使用量排名顺序)

序 号	颜 色	晶体结构类型	分 子 通 式	排名顺序	备 注
1	棕色	尖晶石型	$(\text{Zn}, \text{Fe})(\text{Fe}, \text{Cr}, \text{Al})_2\text{O}_4$	1	红棕、黄棕、金棕
2	桔色	金红石型	$(\text{Ti}, \text{Sb}, \text{Cr}, \text{Ni}, \text{Nb}, \text{W}, \text{Mn})\text{O}_2$	2	桔红、桔黄
3	黑色	尖晶石型	$(\text{Co}, \text{Fe}, \text{Ni})(\text{Mn}, \text{Cr})_2\text{O}_4$	3	有钴系列, 无钴系列
4	灰色	锡石型	$(\text{Sn}, \text{Sb})\text{O}_2$	4	锡锑灰包括银灰色、蓝灰色多品种
5	蓝绿色	锆英石型	$(\text{Zr}, \text{V})\text{SiO}_4$	5	锆钒蓝
6	鲜黄色	锆英石型	$(\text{Zr}, \text{Pr})\text{SiO}_4$	6	锆铬黄
7	粉红色	锆英石型	$(\text{Zr}, \text{Fe})\text{SiO}_4$	7	锆铁红
8	蓝色	尖晶石型	$(\text{Co}, \text{Zn})\text{Al}_2\text{O}_4$	8	钴蓝
9	大红、橙黄	锆英石包裹型	$\text{Cd}(\text{Se}_x\text{S}_{1-x})/\text{ZrSiO}_4$	9	包裹红、包裹黄

(3)釉上、釉中、手彩、花纸用陶瓷颜料(见表3)。

表3 釉上、釉中、釉下、手彩、花纸用陶瓷颜料

序 号	颜 色	晶体结构类型	分 子 通 式	备 注
1	包裹红	包裹型	$\text{Cd}(\text{Se}_x\text{S}_{1-x})-\text{ZrSiO}_4$	锆英石包裹型、Se含量相对较多
2	包裹黄	包裹型	$\text{Cd}(\text{Se}_x\text{S}_{1-x})-\text{ZrSiO}_4$	锆英石包裹型、Se含量相对较少
3	粉红、绛红	锡帽石型	$\text{CaO} \cdot (\text{Sn}, \text{Cr})\text{O}_2 \cdot \text{SiO}_2$	铬锡红(有浅红、深红之分)
4	粉红	锆英石型	$(\text{Zr}, \text{Fe})\text{SiO}_4$	锆铁红
5	鲜黄	锆英石型	$(\text{Zr}, \text{Pr})\text{SiO}_4$	锆铬黄
6	蓝绿	锆英石型	$(\text{Zr}, \text{V})\text{SiO}_4$	锆钒蓝
7	棕色	尖晶石型	$(\text{Zn}, \text{Fe})(\text{Fe}, \text{Cr}, \text{Al})_2\text{O}_4$	红棕、黄棕、金棕
8	蓝绿、墨绿	尖晶石型	$(\text{Zn}, \text{Co})(\text{Cr}, \text{Al})_2\text{O}_4$	钴铬绿
9	钴-硅蓝	橄榄石型	$\text{CoSiO}_4[\text{Sn}, \text{V}]$	宝石蓝、(加锡后偏紫)
10	钴-锌-铝蓝	尖晶石型	$(\text{Co}, \text{Zn})\text{Al}_2\text{O}_4[\text{Sn}]$	海碧(加锡后色偏深蓝)
11	钴-铝-硅蓝	尖晶石型	$(\text{Co}, \text{Si})\text{Al}_2\text{O}_4$	绀青(紫蓝)
12	钴蓝	尖晶石型	CoAl_2O_4	
13	钴黑	尖晶石型	$(\text{Co}, \text{Ni})(\text{Fe}, \text{Cr})_2\text{O}_4$	

续表

序 号	颜 色	晶体结构类型	分 子 通 式	备 注
14	锑锡灰	锡石型	$(\text{Sn}, \text{Sb})\text{O}_2$	包括银灰、蓝灰
15	维多利亚绿	石榴石型	$3\text{CaO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2$	呈黄绿色(不含 ZnO)
16	铬锡紫	锡石型	$(\text{Sn}, \text{Cr})\text{O}_2$	紫偏红
17	孔雀蓝	尖晶石型	$(\text{Co}, \text{Zn})(\text{Cr}, \text{Al})_2\text{O}_4$	呈蓝绿色(含少量 ZnO)
18	铬铝红	尖晶石型	$\text{Zn}(\text{Al}, \text{Cr})_2\text{O}_4$	呈桃红色(适于 ZnO)

在传统陶瓷色料领域,我国在产品品种、结构、组成上和国际是接轨的,并且开始大量出口。但在某些产品的高温稳定性和呈色均匀性方面和国外一些著名厂家相比还有差距,还有待进一步改进。改进可以从以下两个主要方面着手:其一是组成方面,要加强对色料合成矿化剂及其矿化机理的研究,任何矿化剂都会有副作用,主要是降低色料的高温稳定性和缩小使用温度范围,要降低矿化剂的用量,使用复合矿化剂,有鉴于稀土特殊的电子层结构,采用稀土改性的方法往往在提高色料的高温稳定性,扩大使用温度范围及改进色相方面会收到良好的效果。能不使用矿化剂的,最好不使用,而是通过其他手段来提高色料的高温稳定性和使用温度范围。其二是合成工艺方面,这方面要重点抓三点:一是配合料的混合,无论是湿混还是干混,都要注意配合料的混合,特别是干混要严格控制单元组成物料的细度,要选择好混料设备,避免出现死角区,影响配合料的均匀性。我国在混料设备上和国外比有相当大的差距,建议专用设备生产厂家能提供更多一些种类的高效干混设备以满足国内色釉料厂家的需求。二是装、烧工艺的控制和相关钵具,窑炉的选型及热工控制。装钵包括钵具材料的选择,装钵方法,如松装、压装、留缝,还是压缝,还是密封,因不同色料品种而异。现在国内厂家在窑型选择上,首先选择最多的是梭式窑,其次是隧道窑和推板窑。国外则较多采用辊道窑。最近还有报道采用类似水泥生产中所广泛采用的回转窑来连续生产陶瓷色料的。国外一些工业发达国家在窑炉的温度场、压力场控制方面、自动化检测方面实现了整线计算机自动控制,从而保证了窑内的温度制度和气氛制度,能满足对不同色料生产的要求,其温差通常可以控制在 10°C 以内。三是合成色料的后处理,包括细磨、干磨或湿磨。湿磨还包括水洗或酸洗、洗净、脱水、干燥、细磨,最后是调色、表面改性等。在这方面釉用色料和坯用色料是有差别的,不同色料之间也是有差别的,应因品种而异,没有一个统一的规定,最后细磨是至关重要的。特别强调的是产品的颗粒组成,它包括颗粒大小和形状,特别是颗粒级配。陶瓷色料的颗粒分析是色料品质管理中最重要控制项目之一,采用沉降法或激光法进行颗粒分析,激光颗粒分析仪成为陶瓷色料生产厂家不可缺少的测试设备。仿古砖就其特征来讲是上釉的瓷质砖(gress);抛光砖就其特征来讲是同质砖、通体砖,其装饰手法方面广泛采用了二次布料和多管布料,由此对陶瓷坯、釉用色料的用量、品种和性能都提出了更高的要求,尽管它们绝大部分还属于传统色料,但对性能提出了更高的要求,如易分散釉用色料(行业上俗称为速溶色料)和干混色料(广泛应用在干法布料上),为了适应生产这些色料的要求,要对色料进行颗粒组成控制和表面改性,要选择适当的细磨和改性设备,如振动磨、搅拌磨、流化床等。

二、新型陶瓷色料及发展趋势

(一)仿金、代金颜料及其发展

在 2004 年意大利的博罗尼亚和里比尼展会上,我们看到了意大利、西班牙等国的厂家推出的用仿金属色料和仿金属釉装饰的地砖产品,如庄兴-万丰展室的地面,就全部铺上了用他们公司生产的仿金属釉地砖,十分引人注目,可谓金碧辉煌,使我们联想到奥地利首都维也纳的金色大厅。这些仿金属釉地砖是瓷质砖(gress)在 1200°C 温度以上一次烧成的。由此得到启发,我国国产的仿金属色料及成釉的产业化不

会很远了。

近些年来国外对陶瓷用代金(仿金)颜料的研究和开发加快了步伐,由低温($750 \sim 850^{\circ}\text{C}$)装饰,提高到中、高温(1200°C 以上)装饰,其中相当大一部分不再使用或很少使用黄金、铂金等贵重金属材料,而用代金(仿金)颜料,但呈色效果不错,非常适合于各种中、高档建筑卫生陶瓷产品的装饰。代金材料装饰方法很多,有喷涂法和常规施釉法,有三度烧也有一度烧的,有低温烧成的,也有中、高温烧成的。在代金(仿金)颜料方面,德国的一些化工企业在国际上处于领先地位,据报道,德国的代金颜料不再采用传统的氯化钛(TiCl_4)等材料,而采用由人工合成云母粉加工色料再加溶剂所制备。合成云母粉最先由德国的颜料公司开发出,然后被推销到世界各地。代金颜料的生产工艺过程如下:沉淀 $\rightarrow$ 加热 $\rightarrow$ 碾磨 $\rightarrow$ 煅烧 $\rightarrow$ 摇罐研磨(100 h 以上) $\rightarrow$ 干式碾磨, $\rightarrow$ 全部过 150 目筛。色料的煅烧在窑中进行,烧成温度 1200°C 以上,色料最终的颗粒大小为小于 $10\text{ }\mu\text{m}$ 的占到 95% 以上。

(二)电光颜料

电光颜料早在20世纪60年代我国就已用在日用瓷装饰上,近些年来有了较大的发展,主要是用在建筑陶瓷产品的装饰上。它是以油脂、松节油、苯、樟脑油等材料,将电光颜料稀释成 $10\% \sim 20\%$,再涂敷或喷彩到砖的表面,烧后砖的浓处颜色呈绿色,浅处颜色呈绯红、紫、蓝、黄、淡蓝、灰等多种色调,非常美丽,有时带有某种金属质感,在光线照耀下闪闪发光。电光颜料的烧成温度通常为 $750 \sim 800^{\circ}\text{C}$,金红及红色电光颜料则需在 $780 \sim 820^{\circ}\text{C}$ 下烧成。电光颜料表现出一种古典的装饰美感,很富有一种现代、前卫的装饰美,主要用在三度烧腰线砖上。意大利和西班牙等国已开始在建筑卫生陶瓷产品上大量采用电光颜料的装饰方法,形成众多的色调,有珍珠色、桃红色、金褐色、紫色、铜色、黑色、鼠灰色等几十个品种。

我国对电光颜料的研究和开发在日用瓷装饰上积累有丰富的经验和基础,相信将该种装饰技术加以改进后,用在建筑陶瓷产品的装饰上是不会亚于西方国家水平的。

(三)相干颜料及其发展

目前,我们习惯上将传统色料,归类于一维色料,因为从任一角度来看,观察者看到的都是同一种颜色,属于吸收色料。金属光泽色料或仿金属色料归类于二维色料,因为随观察者观察角度的变化,外观颜色也发生变化,属吸收—反射色料;相干色料是三维空间色料,因为观察角度和入射光角度改变时,它们都会呈现出不同的颜色外观,属吸收—反射—干涉色料,它增强了所装饰物体的空间感即立体感,属于典型的高科技装饰。相干色料的出现只不过是几十年前的事,它最早应用于印刷、时装、汽车涂料漆等常温领域,而应用到陶瓷装饰上只是最近十年的事,在国内只是近一、二年才接触到的。相干色料首次在1969年由Du pont获得专利,但它的价格非常昂贵,而且许多年来,扩大使用这些色料,均因成本因素而受阻,只是在Merch开发了一种较简单的生产工艺后,相干色料开始大规模产业化,但陶瓷专用相干色料的出现只是近几年的事,在陶瓷用相干色料中,主要采用以钛或铁覆盖分散在云母鳞片基体上,也用于在以硅或氧化铝鳞片为组分的基体上。

第一种方法用在陶瓷装饰上的相干色料,于1993年由Daniel MC Harry C获得专利,但这种方法只能用于三度烧、低温烧成,为了避免鳞片与釉料的相互作用,鳞片以包覆层,涂在釉层上,在第二次烧成时将鳞片置于釉料上,此时下层的玻璃开始软化。还有一种方法更实用,它是将釉浆用未经处理的云母鳞片饱和,然后加入经着色处理的云母鳞片,直至在釉层表面形成着色鳞片层,增强了颜色效果。相干色料中不含有的重金属,它们是完全无毒的,属绿色环保型陶瓷装饰材料。

三、建筑陶瓷成釉装饰及发展趋势

近年来,瓷砖釉色新品种不断涌现,深受用户青睐,成为市场上畅销不衰的长线产品。

(1)各种仿天然石材、仿木、仿金属、仿丝绸、仿布纹、仿各种其他材料的成釉装饰,采用了电脑制版和