

文章编号:1673-9981(2010)04-0600-05

陶瓷行业的低碳技术*

高富强, 刘艳春, 曾令可, 王 慧, 程小苏, 刘平安

(华南理工大学材料学院, 广东 广州 510640)

摘 要:随着“低碳经济时代”的到来,对陶瓷行业提出了前所未有的挑战和机遇,本文介绍了在陶瓷行业这个高能耗的工业领域中如何实行可行性的低碳技术,跟随时代脚步,最终达到陶瓷行业的低碳。

关键词:陶瓷行业; 低碳技术; 低碳经济

中图分类号: TB

文献标识码: A

2009年12月7日至18日令世界瞩目的哥本哈根联合国气候变化大会之后,环保理念及全面控制二氧化碳等温室气体排放、节能、新材料的应用等都成了当今世界的热门话题。与此同时,11月25日,我国官方宣布控制温室气体排放的行动目标——到2020年我国单位国内生产总值二氧化碳排放比2005年下降40%~45%,并提出相应的政策措施和行动。在今年的“两会”上,绿色、低碳经济、节能减排成为谈论和关注的重点及焦点。这些举措意味着将对高耗能产业展开新一轮大整顿,对于高能耗、二氧化碳排放量较大的陶瓷行业来说,无形中又提出了一个新的课题。在节约资源、节约能源、环境保护已成为全球的大趋势下,陶瓷行业面临着前所未有的大挑战和大机遇。陶瓷行业内只有直面低碳时代,以积极而果敢的姿态迎接这个时代的到来,才能把握先机,赢得光明的未来。

1 低碳与低碳经济

1.1 低碳

低碳,英文为 low carbon,意指较低(更低)的温室气体(二氧化碳为主)排放。随着世界工业经济的发展、人口的剧增、人类欲望的无限上升和生产生活方式的无节制,世界气候面临越来越严重的问题,二

氧化碳排放量越来越大,地球臭氧层正遭受前所未有的危机,全球灾难性气候变化屡屡出现,已经严重危害到人类的生存环境和健康安全,即使人类曾经引以为豪的高速增长或膨胀的GDP也因为环境污染、气候变化而大打折扣(也因此,各国曾呼唤“绿色GDP”的发展模式和统计方式)。

面对全球气候变化,急需世界各国协同减低或控制二氧化碳排放,1997年的12月,《联合国气候变化框架公约》第三次缔约方大会在日本京都召开。149个国家和地区的代表通过了旨在限制发达国家温室气体排放量以抑制全球变暖的《京都议定书》。2005年2月16日,《京都议定书》正式生效,这是人类历史上首次以法规的形式限制温室气体排放,把“低碳”法律化。

1.2 低碳经济

“低碳经济”一词首次出现在2003年英国政府发表的题为《我们未来的能源:创建低碳经济》的能源白皮书中,当时并没有给出低碳经济确切的定义以及相关的界定方法和标准,但“低碳经济”作为专有名词迅速成为引起全世界广泛关注的热门话题。2006年10月英国政府又发布《气候变化的经济学:凯特恩报告》,呼吁全球向低碳经济转型。2007年亚太经合组织(APEC)第15次领导人会议上,胡锦涛发表重要讲话中,一共说了4次“碳”：“发展低碳经

收稿日期:2010-10-07

* 基金项目:广东省重大科技专项(2009A080203003);粤港关键领域重点突破项目(20009Z44)

作者简介:高富强(1986—),男,硕士研究生。

济”、研发和推广“低碳能源技术”、“增加碳汇”、“促进碳吸收技术发展”。

2009年,中国环境与发展国际合作委员会发布了《中国发展低碳经济途径研究》,正式把“低碳经济”界定为:“一个新的经济、技术和社会体系,与传统经济体系相比在生产和消费中能够节省能源,减少温室气体排放,同时还能保持经济和社会发展的势头。”

所谓低碳经济,是指在可持续发展理念指导下,通过技术创新、制度创新、产业转型、新能源开发等多种手段,尽可能地减少煤炭石油等高碳能源消耗,减少温室气体排放,达到经济社会发展与生态环境保护双赢的一种经济发展形态。发展低碳经济,一方面是积极承担环境保护责任,完成国家节能降耗指标的要求;另一方面是调整经济结构,提高能源利用效益,发展新兴工业,建设生态文明。其实质是提高能源利用效率和清洁能源结构、追求绿色 GDP 的问题,核心是能源技术创新、制度创新和人类生存发展观念的根本性转变。

2 发展低碳陶瓷

中国陶瓷工业产量在世界上遥遥领先(2009年瓷砖总量达到67.24亿 m^2 ,卫生洁具1.77亿件,占全球的60%以上),但总体上存在能耗高、综合能源利用率低、生产效率低等问题。陶瓷工业的可持续发展正面临自然生态环境的严峻考验,能源短缺又给陶瓷行业的发展提出了越来越高的要求。陶瓷企业是高能耗、高污染的企业,具有很大的节能潜力。因此,“十二五”节能专项规划将会给全国陶瓷行业产生深远的影响,低碳是陶瓷生产的大势所趋,也是陶瓷工业可持续发展的重要条件。

发展低碳陶瓷,制造业是重点,只有实现了陶瓷生产的低碳化,陶瓷低碳经济发展才有坚实的基础。要实现陶瓷生产的低碳化主要有以下几点:首先,要创造出具有自主知识产权的低碳陶瓷生产技术;其次,尽快出台低碳经济发展路线图等的实施原则和操作细则;其三,积极开展低碳试点示范,争取在重点地区、重点行业取得率先突破;最后,更新人们的生活观念和消费观念,形成陶瓷绿色消费的生活氛围。

3 低碳经济下陶瓷发展战略

3.1 节能减排实现低碳化

近几年,国家对高能耗行业加大了节能减排的力度,这从不断出台节能、节约资源标准、淘汰落后设备及关闭小企业等政策就可以看出。2007年国家标准化管理委员会会同国家发改委等部门编制了《2008-2010年资源节能与综合利用标准发展规划》和《建筑卫生陶瓷单位产品能耗评价体系和监测方法》,其出台为节能减排提供了技术支持和参考标准。

3.1.1 采用先进的烧成技术

(1)采用低温快烧技术。在陶瓷生产中,烧成温度越高,能耗就越高。据热平衡计算,若烧成温度降低 $100^{\circ}C$,则单位产品热耗可降低10%以上,且烧成时间缩短10%,产量增加10%,热耗降低4%。因此,应用低温快烧技术,不但可以增加产量,节约能耗,而且还可以降低成本,实现低碳目标。如佛山某企业和华南理工大学合作,采用超低温配方烧成,将现有的建筑陶瓷产品的烧成温度降低约 $200^{\circ}C$,达到 $1000^{\circ}C$ 以下,单位制品的燃料降低25%,每公斤瓷能耗为3~5 MJ,仅为普通烧成技术的75%左右,大大降低了生产成本。

(2)采用一次烧成技术。采用一次烧成技术比一次半烧成($900^{\circ}C$ 左右低温素烧,再高温釉烧)和两次烧成更节能,综合效应更佳,同时可以解决制品的后期龟裂,延长制品的使用寿命,制品的合格率也大大提高。如广东某建筑陶瓷企业自从实现一次烧成后,烧成的综合燃料和电耗都下降30%以上,大大节约了设备和其它设施的投资,也提高了产品的质量。

3.1.2 微波辅助气体烧成技术

微波辅助气体烧成技术(MAGF)是一种较实用、合理的烧成方法。微波被用来加热制品,使制品从内到外快速升温,燃气产生辐射热源,使坯体表面升温,防止表面热损失而使温度偏低,减少制品中不均匀性温度分布的产生。采用微波辅助气体烧成技术,制品的热应力和非均质性比普通工艺要低得多,温度分布均匀,而且由于坯体内外温差小,可快速烧成,故能耗低。据国外资料报道,采用MAGF技术烧成可增产4倍,节能70%以上,能源成本下降40%,

有害物质的挥发量大大减少,而且由于烧成中的热应力小,产品的机械性能亦有所改善。

3.1.3 富氧燃烧技术节能

针对陶瓷烧成的燃烧技术,一般认为,助燃空气中的氧气含量大于21%所采取的燃烧技术,简称为富氧燃烧技术。燃料在富氧状态下能降低燃点温度,且使燃烧速度加快,燃烧完全,从而提高了火焰强度,获得较好的热传导。由于采用富氧燃烧技术,燃烧相对完全,火焰长度相对缩短,火焰上部温度降低,减轻了窑炉、蓄热室的热负荷,即减轻了对它的侵蚀,窑炉寿命相应延长。采用富氧空气后可以适当减少二次助燃风量,从而减少了废气排放量,也就减少了废气带走的热量,提高了热效率,达到节能的目的,进而达到减少二氧化碳的排放达到低碳目标。

3.2 研发新产品实现低碳化

3.2.1 瓷砖薄型化

目前,市面上的大规格陶瓷砖厚度一般都在10mm以上,大规格瓷片也在10mm左右,而大规格抛光砖厚度则超过14mm,“砖王”甚至厚达25mm。如果瓷砖厚度由10mm降到8mm,按目前我国墙地砖60亿平方米年产量计算,瓷砖减薄了20%,则每年可节约原料2400-4000万t,同时每年的综合能耗可减少约102亿kg标准煤,经济效益和社会效益都非常可观,瓷砖的薄型化将成为行业未来发展的主要方向。2007年国家标准化管理委员会会同国家发改委等部门编制了《超薄陶瓷板(薄型陶瓷砖)》标准,2009年建设部正式发布了GJ/T172-2009《建筑陶瓷薄板应用技术规程》和《陶瓷板》,其出台不仅为陶瓷板的施工提供技术支持,也为陶瓷板的大量应用扫除了障碍,也将进一步促进节能、降耗产品的大力发展。蒙娜丽莎是国内陶瓷薄板的先行者,一经推出,就在行业内引发了一场节能减排的风暴;超薄板砖一般规格为1000mm×3000mm,厚度3~6mm,比传统的陶瓷砖每平方米节约原料30-60%,节约用水63%,节约用电26%,减少污染物排放70%以上。此外,还有海棠企业推出主打低碳牌的BOBO薄板。陶瓷薄板在吸收现有陶瓷生产技术的基础上,通过合理利用现有资源,优化产品结构,在现有传统陶瓷机械的基础上,实现全面创新与升级,目前已经能实现大规模产业化。从国内外瓷砖的发展方向来看,大规格薄板将是陶瓷低碳的重要途径。

3.2.2 瓷砖轻质化

瓷砖的减轻不仅可以通过减薄来实现,还可以通过改变瓷砖的内部结构来实现。目前,轻质砖是采用陶瓷生产废料为主要原料,通过加入特殊的发泡材料,在高温下烧制而成的一种具有陶瓷性能、比重小的新型装饰材料。轻质新型建材与同类产品相比,单位面积建筑陶瓷材料用量降低50%以上,节约60%以上的原料资源,降低综合能耗50%以上。经国家建筑材料测试中心检测,主要性能指标均达到或超过国家相关标准,广泛应用于建筑外墙装饰工程、商业空间装饰工程、家庭空间装饰等。2009年以来陆续面市的轻质砖包括欧神诺的轻质砖、晶立方及蒙娜丽莎的QQ板等产品,在抛光砖的废渣循环利用上取得了突破。

3.3 发展循环经济实现低碳化

3.3.1 废料回收利用技术

如今越来越多陶瓷企业加入到利用废渣生产陶瓷产品的行列,看中的是废渣利用的成本优势,目前陶瓷原矿价格每吨达70元,而陶瓷废渣的收购价每吨仅25元,加上精加工费用,废渣变成生产原料每吨成本才50元。用这种废渣做成的轻质砖和保温砖,预计比普通外墙砖价格高20%左右。废弃物的回收和利用在很大程度上节省了资源,也减轻了对环境的危害。专家估计,若按我国每年建筑陶瓷产品总重量为1亿吨计算,含固体废料在内的陶瓷废料近千万吨,其中抛光废渣超过300万吨。与发达国家50%的矿产资源总回收利用率相比,我国仅为30%。全国可回收而没有回收利用的再生资源价值达到350-400亿元,每年有200-300亿元的再生资源白白流失浪费。目前中国建筑能耗的排放量已经达到25%,而在同样的温差环境下使用,用陶瓷废渣制成的保温砖的隔热性能是普通瓷砖的四倍。由于本身可以使建筑节能,而制作的原料又有一大部分来自废渣,保温砖的生产过程和产品本身都符合了低碳经济的要求。

3.3.2 余热回收利用技术

积极采用先进的烟气余热回收技术,降低陶瓷窑炉排烟热损失是实现工业窑炉节能的主要途径。当前国内外烟气余热利用主要用于干燥、烘干制品和生产的其他环节。采用换热器回收烟气余热来预热助燃空气和燃料,具有降低排烟热损失、节约燃料和提高燃料燃烧效率、改善炉内热工过程的双重效

果.一般认为:空气预热温度每提高 100°C ,即可节约燃料 5% .

现有余热利用方式主要有以下几种:①在换热器中用烟气余热加热助燃空气和煤气;②设置预热段或辊道干燥窑,用烟气余热干燥湿坯;③设置余热锅炉,用烟气余热生产蒸汽;④加热空气作为烘干坯件的热源;⑤利用烟气余热发电和供暖;⑥利用冷却带预热作为喷雾塔干燥热源可取消原有的热风炉等.加大余热回收利用无疑也是发展低碳陶瓷的一条很好的途径.

3.4 窑炉技术革新实现低碳化

3.4.1 窑炉结构优化

随着窑炉内高的增加,单位制品热耗和窑墙散热量也增加.如当辊道窑内高由 0.2 m 升高至 1.2 m 时,热耗增加 4.43% ,窑墙散热升高 33.2% ,所以从节能的角度讲,窑内高度越低越好;随着窑内宽度的增大单位制品热耗和窑墙散热减少.如当辊道窑窑内宽从 1.2 m 增大到 2.4 m 时,单位制品热耗减少 2.9% ,窑墙散热降低 25% .如把辊道窑的内宽由 2.5 m 扩大到 3.0 m ,产量则可以从 10000 m^2 增加到 15000 m^2 ,窑体散热面积由 1206 m^2 增加到 1422 m^2 ,每生产 1 m^2 砖,窑墙散热面积由 0.1206 m^2 减少到 0.0948 m^2 ;如果窑墙外表面温度与环境的温度差不变,则窑体外壁的散热损失可减少 27.2% ,所以在一定范围内,窑越宽越好;窑越宽,节能率越高,故只要能很好地解决断面温差的问题,宽体窑是未来发展的方向;当窑内宽和内高一定的情况下,随着窑长的增加,单位制品的热耗和窑头烟气带走的热量均有所减少.如当辊道窑的窑长由 50 m 增加到 100 m 时,单位制品热耗降低 1% ,窑头烟气带走热量减少 13.9% .辊道窑长度低于 100 m ,产量 5000 m^2 左右,长度超过 100 m 产量可达 10000 m^2 ,长 $200\sim 300\text{ m}$,产量可达 20000 m^2 ,长 300 m 以上,产量可达 $25000\sim 30000\text{ m}^2$,故早期的窑炉均为几十米长,现在的辊道窑最长达 450 m ,隧道窑长 140 多米.因此,应重点研究和优化窑炉结构,减少能耗,并逐步缩小窑内各断面的温差,加快烧成周期,以达到节约能耗实现低碳的目的.

3.4.2 选用合理喷嘴

过去喷嘴使用时的温度控制容易出现偏差.由于高温火焰流因浮力而上升,形成窑内温度上高下低,使热电偶检测到的温度偏高,故造成热电偶仪表

显示温度与窑内制品实际温度发生很大的偏差.采用新型高速喷嘴或脉冲烧成技术,可以使窑内温度变得均匀,减小了窑内上下温差,不但能缩短烧成周期,降低能耗,而且可以提高制品的烧成效果.特别对于宽断面的窑炉,采用脉冲比例烧嘴或高速烧嘴;对于烧成用水煤气的宽断面辊道窑,采用二次预混式烧嘴,不但可以减小窑断面温差,而且可以节约能源 10% 左右.

3.4.3 选用高效的保温材料和涂层技术

窑体热损失主要分为蓄热损失与散热损失.对于间歇式窑炉来说两者均存在,但连续式窑炉仅存在散热损失.减少热损失的主要措施是加强窑体的有效保温.并且在保证窑墙外表温度尽可能低的情况下,选用最合理最经济的材料以取得最薄的窑墙结构.高性能保温材料或绝热材料在陶瓷窑炉上的应用,将使陶瓷窑炉的窑墙结构发生革命性的变化,不但可以减少窑墙的蓄热,而且可以大大地减薄窑壁的厚度,使窑壁的结构简单化.

另外,为了提高陶瓷纤维抗粉化能力,增加窑炉内传热效率,节能降耗,可使用多功能涂层材料,如热辐射涂料.在高温阶段,将其涂在窑内壁的耐火材料上,材料的辐射率由 0.7 升为 0.96 ,可节能 $138.3\text{ MJ/h}\cdot\text{h}$;而在低温阶段涂上该涂料后,窑内壁辐射率从 0.7 升为 0.97 ,可节能 $19.0\text{ MJ/h}\cdot\text{h}$.

4 结 语

陶瓷行业作为高能耗、高消耗的行业,通过节能减排技术、研发新型低碳产品、发展循环经济和窑炉技术革新,都可以实现低碳的目标,为全球发展低碳经济发挥举足轻重的作用.

参考文献:

- [1] 曾令可,邓伟强.广东省陶瓷行业的能耗现状及节能措施[J].佛山陶瓷,2006(2):1-4.
- [2] 曾令可,刘涛.陶瓷窑炉的节能减排技术(I)[J].陶瓷,2008(1):57-69.
- [3] 曾令可,刘涛.陶瓷窑炉的节能减排技术(II)[J].陶瓷,2008(2):57-60.
- [4] 黄宾.低碳经济时代陶瓷行业的新课题[J].佛山陶瓷,2010(5):1-2.
- [5] 杜夏芳,姚远.陶瓷行业如何应对低碳经济时代的来临[J].陶瓷,2010(7):7-10.
- [6] 冼志勇,刘树,曾令可.陶瓷行业应对节能减排的措施

- [6] 佛山陶瓷,2009(6),13-16.
- [7] 李振中. 陶瓷窑炉节能减排的探讨[J]. 佛山陶瓷,2010(4),6-9.
- [8] 段先湖,刘幼红. 陶瓷砖薄型减量化生产符合科学发展观的要求[J]. 陶瓷,2009(9),15-19.
- [9] 曾令可. 现代窑炉的新技术与新工艺[J]. 建筑卫生陶瓷,2007,164(6),94-95.
- [10] 戴树业,韩建国,李宏. 富氧燃烧技术的应用[J]. 玻璃与搪瓷,2000,28(2):26-29.
- [11] 谭绍祥,谭汉杰. 广东陶瓷行业节能和发展循环经济的现状问题与对策[J]. 陶瓷,2007(4):9-13.
- [12] 马永平. 陶瓷行业迈向低碳时代[J]. 陶瓷,2010(5):53-55.

Low-carbon technique in ceramic industry

GAO Fu-qiang, LIU Yan-chun, ZENG Ling-ke, WANG Hui, CHENG Xiao-su, LIU Ping-an

(College of Materials Science & Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: With the advent of the Low-carbon economy, it takes the ceramic industry both opportunity and challenge. This paper introduces how to put Low-carbon technique into practice in the ceramic industry.

Key words: ceramic industry; low-carbon technique; low-carbon economy