

文章编号: 1000-2276(2006)01-0109-07

## 陶瓷工业能耗的现状 & 节能技术措施

曾令可 邓伟强 刘艳春 税安泽 王慧 刘平安 张海文

(华南理工大学材料学院, 广州: 510640)

### 摘要

本文简要分析了目前我国陶瓷工业能耗的现状 & 国内外所开展的相关节能技术, 并对陶瓷原料的制备、陶瓷制品的成型、干燥 & 烧成等生产工艺过程中所能采取的节能技术措施进行综述 & 评价。

关键词: 陶瓷工业, 能耗, 节能技术

中图法分类号: TQ 174 文献标识码: A

## 1 前言

自 1993 年以来我国建筑卫生陶瓷产量一直高居世界首位, 1998 年陶瓷砖产量占世界总产量的 34.5%, 卫生瓷占世界总产量的 23.4%。2002 年陶瓷砖年产量约 25 亿  $m^2$ , 卫生瓷年产量约 5500 万件, 共消耗资源 10000 万吨, 消耗能源 4000 万吨标准煤。到 2004 年我国日用瓷、建筑瓷和卫生瓷产量均位居世界第一。其中日用瓷产量高达 130 亿件, 约占世界总产量的 6 成(如果按世界现有人口计算, 可每人分得 2 件); 建筑瓷砖年产量约为 30 亿  $m^2$ (产量约占世界总产量的 50%), 按 20~24  $kg/m^2$  计算, 则每年消耗泥料和石料 6000~7000 万吨, 按每平方米消耗燃油 1.4~1.5L 计算, 每年消耗燃油高达 4.2~4.5 亿升。我国陶瓷行业的成就无疑是巨大的, 但我国是一个能源和资源相对贫乏的国家, 陶瓷行业是一个高能耗行业, 从原料的制备到制品的烧成等各工序燃料、电力等能源成本占整个陶瓷生产成本的 23%~40%。加上令人遗憾的是我们走的是一条“以量取胜”的发展道路, 质量(含市场适应性等因素)未能与时俱进。结果, 价格卖不上去, 而且越卖越低。就陶瓷生产而言, 节能降耗将是

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。因此, 本文就此展开陶瓷工业能耗的现状 & 节能技术的分析。

## 2 陶瓷工业能耗的现状

虽然我国陶瓷产量在世界上遥遥领先, 但总体上存在产品档次低、能耗高、资源消耗大、综合利用率低、生产效率低等问题。陶瓷工业所消耗的能源, 大部分用于烧成和干燥工序, 两者的能耗约占 80% 以上。据报道, 陶瓷工业的能耗中约有 61% 用于烧成工序, 干燥工序能耗约占 20%。目前我国陶瓷工业的能源利用率与国外相比, 差距较大, 发达国家的能源利用率一般高达 50% 以上, 美国达 57%, 而我国仅达到 28%~30% 左右。通过表 1 国内外建筑陶瓷和卫生陶瓷的能耗统计比较, 可以清楚的看到我国与国外能耗之间存在的差距。

日用陶瓷每年消耗不少于 348.23 万吨标准煤, 其中原煤 205.93 万吨标准煤, 占总能耗的 59.14%; 重渣油 73.57 万吨标准煤, 占总能耗的 21.13%; 煤气、天然气  $2.31 \times 10^7 m^3$ , 占总能耗的 0.88%; 电力  $1.151 \times 10^9$  度, 占总能耗的 13.35%; 其他能源消耗 19.16 万吨

收稿日期: 2005-09-26

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(编号: 000475); 广东省自然科学基金资助项目(编号: 04020035)

作者简介: 曾令可, 男, 教授

表1 国内外建筑陶瓷和卫生陶瓷的能耗统计比较

Table1 The comparison of statistical consumption of construction ceramics and sanitary ceramics at home and abroad

评价 水平	综合能耗		烧成热耗	
	建筑陶瓷(kg 标煤 /m <sup>2</sup> )	卫生陶瓷(kg 标煤 /t)	建筑陶瓷(kJ/kg 瓷)	卫生陶瓷(kJ/kg 瓷)
国内落后水平	-	-	>14651	62790 ~ 79530
国内一般水平	2.5 ~ 15	400 ~ 1800	8372 ~ 12558	20930 ~ 41860
国内先进水平	-	-	2930 ~ 6279	6280 ~ 16740
国外先进水平	0.77 ~ 6.42	238 ~ 476	1256 ~ 4186	3350 ~ 8370

标准煤,占总能耗的5.50%。

### 3 陶瓷工业的节能技术措施

#### 3.1 陶瓷原料制备过程中的节能措施

有资料显示,原料制备部分的能耗在整个陶瓷生产过程中占很大的比例,其中燃料耗量占49%,装机容量占72%,因此也是节能潜力较大的部分之一。

对于原料的制备,首先要取消噪音大、能耗高、难以除尘的粗中碎系统,如粗颚式破碎机、细颚式破碎机、旋磨机等,改用质量稳定且能够及时供应的原料粉料进厂。其次,采用连续式、大吨位球磨机进行细磨,产量可提高10倍以上,电耗为原来的20%。以全国年产16亿m<sup>2</sup>墙地砖,日用陶瓷100亿件,卫生陶瓷5500万件,如全部采用连续式球磨机计算,每年可节电25亿kw·h。另外,球磨机的内衬采用橡胶衬,既可以减小球磨机的负荷,又增加了球磨机的有效容积,产量可以提高40%,单位产品电耗降低20%以上。为了提高球磨机的效率,还可以根据工艺配方不同向泥浆中加入适量的减水剂、助磨剂等以及制定合理的料、球、水的比例。球磨时,采用氧化铝球,既可缩短球磨时间,又可节电35%左右。

喷雾干燥制粉时,降低泥浆的含水量,提高热风的温度,加大进塔泥浆量,降低废气温度,产量可提高近1倍,能耗下降30%。另外,料浆池采用间歇式搅拌,一天可节电135kw·h,年节电4.5万kw·h。

陶瓷原料的发展趋势是陶瓷原料的标准化,其既可充分利用资源,节省能源,又具有以下优点:供给稳定的符合要求的粉料,保证了生产的稳定性和高质量及合理利用资源。原料集中处理,提高设备利用

率,减少新厂对原料车间的投资。减少工厂原料的储备,节约场地的投资及减少城市粉尘、噪音污染。

#### 3.2 陶瓷制品成型与干燥过程中的节能措施

对于建筑陶瓷,在选择压砖机上,应选用大吨位、宽间距的压机,实现一机一窑,因为大吨位压砖机压力大,产量大,压制的砖坯质量好,合格率高。在同等条件下,电耗可减少30%以上。目前,我国开发出的2000-4000t级的压机已比较普遍的使用,而意大利SACMI和SITI公司生产的7200t可压出1200mm×1800mm的大砖,产量达10000m<sup>2</sup>/d。值得一提的是,最近广东科达机电股份有限公司和佛陶集团力泰机械有限公司开发的大吨位液压全自动陶瓷压砖机系列,最高吨位达到了7800t的国际先进水平。大大提高我国陶瓷墙地砖产品装备的国际竞争力,不仅在国内大量取代进口产品,而且已出口国外,特别是全线出口,这无疑为我国陶瓷工业的发展打下了坚实的基础。

对于卫生陶瓷可采用高中压注浆成型技术,把传统石膏模依靠毛细管力吸水成型机理变为多孔塑料模压滤排水机理,使卫生瓷成型次数由1天/次提高到10-30in/次,模具寿命达2万次以上,可节省模具干燥和加热工作环境所需的热能。

选用英国CDS公司推出的空气快速干燥器,用于卫生瓷、日用瓷、粘土砖和耐火材料,干燥周期可缩短46%-83%,平均节能50%。咸阳陶瓷设计院开发出的同类设备在大连电瓷厂成功应用,用于电瓷干燥周期11h,热耗1300×4.18kJ/kg水。若用于卫生瓷,预计干燥周期可降至6h,热耗950×4.18kJ/kg水。佛山有关陶瓷厂开发的辊道式宽断面干燥器,完全不用辅助热风炉,只用窑炉余热,热效率、干燥成品率大大提

表 2 传统与微波在干燥时间与能耗方面的比较

Table2 The comparison of drying time and consumption in tradition and microwave

	传统	微波
干燥时间 /min	480 ~ 600	15 ~ 20
功率 /kW	44	43
产量 /kg/h	41	99
能耗 /kW · h · kg <sup>-1</sup>	1.07	0.43

高。

微波干燥技术也日益受到关注。原因是传统干燥时由于热流是从物体的外部向内部流入,其温度是从外部高到内部低有一个明显的梯度,产品的温差是整体性的。由于陶瓷坯体一般是热的不良导体,这种温差一般在整个干燥过程中都很难消失。而在微波干燥中微波可以穿透至物料内部,使内外同时受热,蒸发时间比常规加热大大缩短,可以最大限度地加快干燥速度,极大地提高生产效率。由此而节约了大量的能源消耗,且微波能源利用率高,对设备及环境不加热,仅对物料本身加热,运行成本比传统干燥低。通过表 2 传统与微波在干燥时间与能耗方面的比较,可以看出微波干燥的优越性。

在相同的功率下,传统干燥时间是微波干燥的 30 ~ 32 倍,能耗为 2.5 倍,而生产能力则约为二分之一。

### 3.3 陶瓷制品烧成过程中的节能措施

众所周知,陶瓷工业生产过程中要消耗大量的能源,烧成工序的能耗约占总能耗的 61% 左右,而烧成工序又以陶瓷窑炉为主要能耗设备。下面就陶瓷窑炉的节能技术进行分析。

#### (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,我国陶瓷烧成温度大致为 1100 - 1280℃,有的日用瓷高达 1400℃ 以上。据热平衡计算,若烧成温度降低 100℃,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,在陶瓷行业中,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。因而在我国应进一步研究采用新原料,如珍珠岩、绢云母、石英片岩等配制烧成温度低的坯料、玻化温度低的釉料,改进现有生

产工艺技术,建造新型的结构性能好的窑炉,以实现低温快烧技术,降低能耗。

目前,一些陶瓷窑炉采用低温快烧技术以后,其烧成周期从最初设计的 50 多分钟至 70 多分钟,调整到 20 多分钟,产量几乎翻了一倍多,相应的单位产品能耗也降低到原来的 70% 左右,其能耗水平可以达到 2177.14kJ/kg 瓷以下,可见节能效果十分明显。

#### (2) 采用裸装明焰烧成技术

目前,我国陶瓷窑炉烧成方式主要有:明焰钵装,隔焰裸装和明焰裸装。明焰钵装采用传统的煤作为燃料,由于匣钵的加入占用了大量有效空间,使成本增加,热稳定性差,能耗大,烧成周期长;隔焰裸装采用重油为燃料,由于火焰所产生的热不能直接与制品作用,以致窑内温度不均匀,能耗高;而明焰裸烧是最合理、也是最先进的烧成方式,因为明焰裸烧不用匣钵和隔焰板,最大限度地简化了传热和传质过程,使热气体和制品之间直接传热、传质。特别是取消匣钵之后减少了匣钵吸热的热损失,有利于降低单位产品的热耗和缩短烧成周期,也消除了匣钵占据的空间,增大了窑炉的装坯容积,提高了生产能力。以隧道窑为例,根据热平衡测定,明焰裸装单位产品热耗最低,为 4000 - 15500kJ/kg 产品;其次是隔焰裸装,为 19800 - 76700kJ/kg 产品;而明焰钵装窑单位产品热耗最高,为 50000 - 103600kJ/kg 产品。

#### (3) 窑型向辊道化发展

在陶瓷行业中,使用较多的主要窑型有:隧道窑、辊道窑及梭式窑三大类。过去,我国的墙地砖、卫生陶瓷、日用陶瓷都是用隧道窑烧成的。现在,墙地砖基本上都用辊道窑烧成,卫生陶瓷辊道窑已在石湾几个主要生产厂及国内各瓷区的部份生产厂得到普遍推广,日用陶瓷辊道窑已有上百条窑在厂家使用。辊道窑具有产量大、质量好、能耗低、自动化程度高、操作方便、劳动强度低、占地面积小等优点,是当今陶瓷窑炉的发展方向。过去,用匣钵隧道窑烧彩釉砖和瓷质砖,年产量只有 20 - 25 万 m<sup>2</sup>,烧成能耗为 3000 - 4000 × 4.18kJ/kg 产品。现在,用辊道窑烧成,年产量可达 200 - 250 万 m<sup>2</sup>,烧成能耗为 550 - 600 × 4.18kJ/kg 产品,最低能耗可达 200 - 300 × 4.18kJ/kg 产品;卫生陶瓷隧道窑烧成能耗为 2400 × 4.18kJ/kg 产品,辊道窑为 1200 × 4.18kJ/kg 产品;日用陶瓷隧道窑烧成能耗

为  $12000 \times 4.18\text{kJ/kg}$  产品, 辊道窑为  $3500 \times 4.18\text{kJ/kg}$  产品。

#### (4) 采用高效、轻质保温耐火材料及新型涂料

由于轻质砖的隔热能力是重质耐火砖的 2 倍, 蓄热能力则为重质耐火砖的一半, 而硅酸铝耐火纤维材料的隔热能力则是重质耐火砖的 4 倍, 蓄热能力仅为其 11.48%, 因而使用这些新型材料砌筑窑体和窑车, 节能效果非常显著。据文献介绍, 某厂隧道窑用轻质高铝砖及陶瓷纤维砌筑隧道窑, 散热降低 69.9%, 由占总能耗的 20.6% 下降到 9.02%, 节能达到 16.67%。另一隧道窑, 同样用轻质耐火材料对窑墙窑顶进行综合保温, 窑墙厚度由原来的 2m 减到 1.53m, 窑体的散热由原来占总能耗的 25.27% 下降到 7.93%, 仅此一项, 每年可节约标准煤 400 t 以上。

另外, 为了减少陶瓷纤维粉化脱落, 可利用多功能涂层材料来保护陶瓷纤维, 既达到提高纤维抗粉化能力, 又增加窑炉内传热效率, 节能降耗。如热辐射涂料(HIKAM IRADIATION COATING, 简称 HRC), 在高温阶段, 将其涂在窑壁耐火材料上, 材料的辐射率由 0.7 升为 0.96, 每平方米每小时可节能  $33087 \times 4.18\text{kJ}$ , 而在低温阶段涂上 HRC 后, 窑壁辐射率从 0.7 升为 0.97, 每平方米每小时可节能 4547kcal。某厂在一条梭式窑中进行喷涂后, 氧化焰烧成节能率可达 26.3%, 还原焰烧成节能率达 18.22%。我们研究的多功能涂层材料不但可提高红外辐射能力, 而且可以吸收废气中的有害成份  $\text{NO}_x$ , 吸收率可达 60% 以上。

#### (5) 改善窑体结构

有资料表明, 随着窑内高度的增加, 单位制品热耗和窑墙散热量也增加。如当辊道窑窑高由 0.2m 升高至 1.2m 时, 热耗增加 4.43%, 窑墙散热升高 33.2%, 故从节能的角度讲, 窑内高度越低越好。

随着窑炉内的宽度增大, 单位制品的热耗和窑墙的散热减少。如当辊道窑窑内宽从 1.2m 增大到 2.4m, 单位制品热耗减少 2.9%, 窑墙散热降低 25%, 故在一定范围内, 窑越宽越好。

当窑内宽和窑内高一定的情况下, 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 50m 增加到 100m 时, 单位制品热耗降低 1%, 窑头烟气带走热量减少 13.9%。随着窑长的增加, 整个窑体的升降温更加平缓, 不但适用

于烧成大规格制品, 质量稳定, 而且成倍地提高产量, 故窑炉的发展越来越长。由早期的 20 - 30m 发展到 200 - 300m。

#### (6) 采用自动控制技术

采用自动控制技术是目前国外普遍采用的节能有效方法, 它主要用于窑炉的自动控制。因而使窑炉的调节控制更加精确, 对节省能源、稳定工艺操作和提高烧成质量十分有利, 同时还为窑炉烧成的最优化, 提供了可靠的数据。生产实践证明, 采用微机控制系统, 能够自动调节窑内工况, 自动控制燃烧过剩空气系数, 使窑内燃烧始终处于最佳状态, 减少燃料的不完全燃烧, 减少废气带走的热量, 降低窑内温差, 缩短烧成时间, 提高产、质量, 降低能耗。计算表明, 在排出烟气中每增加可燃成份 1%, 则燃料损失要增加 3%。如果能够采用微机自动控制或仪表 - 微机控制系统, 则可节能 5 ~ 10%。

不足的是, 对于窑内各种参数之间的函数关系, 目前很少有深入研究, 假如能用一个函数公式, 利用电子计算机进行全面计算用数字进行控制, 在此基础上选择最佳的烧成方案, 这对于提高产品质量、节能降耗将大有好处。

#### (7) 窑车窑具材料轻型化

隧道窑及大型梳式窑由于结构特点需要窑车及窑具, 烧卫生洁具或外墙砖的辊道窑也需要垫板或棚架等窑具。窑车和窑具随着制品在窑炉中被加热及冷却, 窑车及车衬材料处于稳态导热过程, 加热时它阻碍和延迟升温, 消耗大量的热量; 冷却时它阻碍和延迟降温, 释放出大量热能, 而且这些热能难以很好的利用。在工厂的生产实际使用中, 每部窑车一般装载制品的重量仅占整车重量的 8% - 10%, 故窑车在窑中吸收大量的热, 并随窑车带出窑外, 降低了热效率。据测定, 产品与窑具的重量比越小, 其热耗越低。如产品 / 窑具 = 1/1.52, 其热耗为 16.7M J/kg; 产品 / 窑具 = 1/1.82, 其热耗为 27.2M J/kg; 而产品 / 窑具 = 1/7.1, 其热耗增至 36.4M J/kg。因此, 采用轻质耐火材料作为窑车和窑具的材料对节能具有重大的意义。

窑车应使用低蓄热、容重小、强度高、隔热性能好的材料来制备。其中的原因之一是, 传统的窑车在预热带和烧成带的温度均匀性差, 蓄热耗能大。一般在隧道窑内积蓄热占到预热带和烧成带热支出的 20 ~

30% 热耗较大。

窑车车衬材质的选取也挺重要。实验表明,轻质砖做车衬时,产品热耗是传统重质耐火砖做车衬时的 91%;轻质砖和硅酸铝耐火纤维做车衬时,产品热耗是传统重质耐火砖做车衬的 79.5~85.8%;采用全硅酸铝耐火纤维做车衬(承重部位采用强度高的材料),产品热耗最低,是重质砖做车衬时的 59.1~66.3%。

#### (8) 采用洁净液体和气体燃料

目前,陶瓷窑炉中的燃料除了煤气、轻柴油、重柴油外,还有的用原煤。据资料介绍,仅日用瓷,目前国内仍有 300 多条隧道窑使用原煤,据统计每条烧煤隧道窑平均耗煤约 3600 吨,全国 300 条窑共计耗煤 108 万吨,如果改为烧煤气隧道窑可节约燃料 60%,每年可节约煤炭 64.8 万吨。全国仍有 200 余条烧重油的隧道窑,每年共计耗油 50 万吨,折合标准煤 70.8 万吨,如果改为烧煤气,可节约燃料 30% - 40%,每年可节约煤炭 21.3 - 28.3 万吨。可见采用洁净的液体、气体燃料,不仅是裸烧明焰快速烧成的保证,而且可以提高陶瓷的质量,大大节约能源。更重要的是可以减少对环境的污染。

如果陶瓷厂在农村地区,又能符合当地环保部门的要求,那么喷雾塔的燃料用水煤浆代替重油,生产成本将大幅度降低(水煤浆每吨约 420 元,热值  $4000 \times 4.18 \text{kJ/kg}$ ,重油每吨为 1800 元,热值  $10000 \times 4.18 \text{kJ/kg}$ )。一台 4000 型喷雾塔,以日产 300t 料计算,每年可节约 230 万元。另外,将水煤气应用于窑炉烧成,比使用烧柴油节约成本 50% 以上。

#### (9) 充分利用窑炉余热

衡量一座窑炉是否先进的一个重要标准就是有没有较好的余热利用。据窑炉热平衡测定数据显示,仅烟气带走的热量和抽热风带出的热量占总能耗的 60% - 75%。如果将烧重油隔焰隧道窑预热带、隔焰道的烟气和冷却带抽出的余热送入隧道干燥器干燥半成品,可提高热利用率 20% 左右;若将明焰隧道窑排出的 360 左右烟气,先经金属管换热,再把温度降至 180 的废气送地炕换热,使排出的废气温度降至 60,将换热的热风送半成品干燥,可节约燃料 15%;若能利用蓄热式燃烧技术将明焰隧道窑的热空气供助燃,不但可改善燃料燃烧,提高燃烧温度,而且可降低燃料 6% - 8%。

余热利用在国外受到重视,视其为陶瓷工业节能的主要环节并投入很大力量抓这项工作。国外对烟气带走的热量和冷却物料消耗的热量(约占总窑炉耗能的 50%~60%)这一部分数量可观的余热利用较好,明焰隧道窑冷却带余热利用可达  $1047 \sim 1256 \text{kJ/kg}$  产品,约占单位产品热耗的 20%~25%。目前,国外将余热主要用于干燥和加热燃烧空气。利用冷却带  $220 \sim 250$  的热空气供助燃,可降低热耗 2~8%,这不但能改善燃料的燃烧,提高燃料的利用系数,降低燃料消耗,还提高了燃烧温度,并为使用低质燃料创造了条件。对余热利用较先进的国家是英国、日本和德国等。例如,在英国有 80% 以上的陶瓷企业安装了高效余热回收设备。

#### (10) 采用高速烧嘴

采用高速烧嘴是提高气体流速,强化气体与制品之间传热的有效措施,它可使燃烧更加稳定,更加完全,燃烧产物以  $100 \text{m/s}$  以上的高速喷入窑内,可使窑内形成强烈的循环气流,强化对流换热,增大对流换热系数,以改善窑内温度在垂直方向和水平方向上的均匀性,有利于实现快速烧成,提高产品的产量和质量,一般可比传统烧嘴节约燃料 25%~30%。

不久前,德国一公司设计的“鳄鱼窑”采用了同流换热烧嘴。这是一种通过热交换器回收热的高速烧嘴,燃烧空气可被加热到窑温的 50%,可节省能耗 20%。通过烧嘴燃烧气体的排气流速约为  $100 \text{m/s}$ ,从而保证了烧成空间的温度均衡,提高了热效率和烧成质量。

对于烧重油的窑炉,则可采用重油乳化燃烧技术,使重油燃烧更加完全,通过乳化器的作用后,把水和重油充分乳化混合,成油包水的微小雾滴,喷入窑内产生“微爆效应”,起到二次雾化的作用,增大了油和水的接触面积,使混合更加均匀,且燃烧需要的空气量减少,基本消除了化学不完全燃烧,有利于提高燃烧温度及火焰辐射强度,掺油率 13% - 15%,节油率可达 8% - 10%。

#### (11) 采用一次烧成新工艺

近年来,我国不少陶瓷企业在釉面砖、玉石砖、水晶砖、渗花砖、大颗粒和微粉砖的陶瓷工艺和烧成技术上取得重大突破,实现了一次烧成新工艺,减少了素烧工序,烧成的综合能耗和电耗下降 30% 以上,大

大节约了厂房和设备投资,而且大幅度提高了产品质量。

#### (12) 加强窑体密封性和窑内压力制度

加强窑体密封和窑体与窑车之间、窑车之间的严密性,降低窑头负压、保证烧成带处于微正压,减少冷空气进入窑内,从而减少排烟量,降低热耗。经计算,烟道汇总出的空气过剩系数由5减少到3时,当其他条件不变的情况下,烟气带走热量从30%降为18%,节能12%。

#### (13) 微波辅助烧结技术

微波辅助烧结技术是通过电磁场直接对物体内部加热,而不像传统方法其热能是通过物体表面间接传入物体内部,故热效率很高(一般从微波能转换成热能的效率可达80~90%),烧结时间短,因此可以大大降低能耗达到节能效果。例如 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 的烧结,传统方法需加热几个小时而微波法仅需3~4分钟。

据报道,英国某公司有一种新型的陶瓷窑炉生产与制造技术,该窑炉最大的特点在于:它不仅采用了当今世界上微波烧结陶瓷的最新技术,而且采用了传统的气体烧成技术。它在传统窑炉中把微波能和气体燃烧辐射热有机结合起来,这样既解决微波烧成不容易控制的问题,又解决了传统窑炉烧成周期长、能耗大等问题。据介绍,这种窑炉适用于高技术陶瓷及其他各种陶瓷的烧成,可达到快速烧成、减少能耗、降低成本的目的。

### 3.4 其他节能技术

#### (1) 采用单螺杆式空压机

目前,我国有近3万条陶瓷窑炉生产线及配套的喷雾塔设备,按每条生产线配套一台45kW或是75kW的活塞式压缩机,每天工作16h(按每年运行300天)来计算,每年消耗的电力达6.48亿kW·h(45kW空压机)或10.8亿kW·h,按每条生产线的喷雾塔设备配套一台75kW罗茨风机,每天运行16h(按每年运行300天)来计算,每年消耗的电力达10.8亿kW·h。然而,使用单螺杆式空压机以后,一台55kW的单螺杆式空压机就可以满足一条陶瓷生产线的空气需求,淘汰75kW的活塞式空压机,一年就可以节约电力96000kW·h。如果喷雾塔设备的罗茨风机也用单螺杆式空压机代替,每小时可节电20kW·h。

#### (2) 减少陶瓷窑炉落脏,提高成品率

陶瓷窑炉内的落脏在每个生产厂家都不可避免,种类也大致相同,差异只在比率多少。据统计,有5~10%的制品不同程度的受到窑壁窑顶耐火材料、膨胀缝陶瓷纤维粉化脱落以及窑头烟气积聚形成水滴的污染,年损失达300万以上。佛山某厂通过对耐火材料、窑头烟气聚水等引起落脏的因素进行治理,并加强了生产过程的管理,制品由于落脏导致的次品率降至1%~1.8%,成品率大大提高。

## 4 展望

“十一五”节能专项规划将对我国陶瓷行业产生深远的影响。就陶瓷干燥与烧成所需能源来看,数十年或数百年后,电烧窑很可能会取代现行的油烧或液化气烧窑,因为以电为能量的微波烧成技术的研究正在推广,而微波烧成使用的是一种新颖的烧成方法及烧成机理,可大大缩短烧成时间,改善烧成质量,并且能源利用率高。目前国际上微波烧成技术已应用在生产精细陶瓷、小件电瓷及工业瓷阶段。随着大件产品(如瓷砖、卫生洁具等)微波烧成技术的突破,将使传统的陶瓷烧成技术发生革命性的变化。

除了核电技术外,太阳能转换技术也正取得重大的进展。随着新型太阳能、光(电及热)电新技术的开发,在宇宙中筹建空间站然后把太阳能输送到地球的研究工作正在积极进行中。因此,太阳能转换为电能将可应用于陶瓷烧成中。此外,潮汐能、风能、水能等的开发利用也在进行中。这样,未来陶瓷烧成的能源种类将呈现出多元化与广谱化的局面。积极开发与利用新能源,将使陶瓷工业保持稳定与可持续发展,免除后顾之忧。

#### 参考文献

- 1 陈立骏,徐景维.从传统陶瓷隧道窑的热能分布状况,探讨提高窑炉热能利用率的潜力.中国陶瓷工业,1998,(1) 23-26
- 2 李湘洲.国外陶瓷窑炉节能技术简介.节能技术,1997,(5): 24-25
- 3 杨洪儒.建筑卫生陶瓷工业现状及技术发展趋势(下).建材发展导向,2004,(1) 32-37
- 4 陈立骏,张佩岭.日用陶瓷工业能耗现状与分析及节能技术

- 途径.中国陶瓷工业,1996( 3) :9-12
- 1995,10(2):164-168
- 5 刘志国.世界能源形势与建筑陶瓷工业的发展.佛山陶瓷, 2004,(9):30-31
- 7 彭金辉,何蔼平.德国在微波处理材料方面的应用研究.昆明理工大学学报,1996,21(6):39-41
- 6 蔡杰,郭景坤.陶瓷材料微波烧结研究.无机材料学报,

## THE PHENOMENON OF CERAMIC INDUSTRY CONSUMPTION AND THE TECHNOLOGY MEASURE OF ECONOMY ENERGY

Zeng Lingke Deng Weiqiang Liu Yanchun Sui Anze Wang Hui Liu Pingan Zhang Haiwen  
(Material Institute,South China University of Technology,Guangzhong 510640)

### Abstract

In this paper the phenomena of ceramic industry consume is briefly analysed and the relational technology of economy energy is showed from home and abroad,and summarize and appraise the technology measure of economy energy in the production process of the preparation of raw material and the molding and drying and firing of the ceramic and so on.

Keywords:ceramic industry,consumption,the technology of economy energy