

文章编号: 1000-2278(2007)04-0303-05

一次烧成大规格超薄瓷质砖的配方研制

江 宏 李丛生 刘培功 常 力

(广东科达机电股份有限公司, 佛山: 528313)

摘 要

在广东科达机电陶瓷工程试验中心成功进行了具备全部独立知识产权的大规格超薄瓷质砖配方的研制及生产。本文主要介绍了大规格超薄瓷质砖坯体配方的组成、生产工艺及主要性能指标。

关键词 大规格, 超薄, 瓷质砖, 一次烧成, 配方

中图分类号: TQ176.4 文献标识码: A

1 前 言

随着建筑装饰材料行业的蓬勃发展,市场上陶瓷墙地砖的产品规格不断增大。由于传统生产工艺和生产设备的限制,随着墙地砖产品规格的增大,为了满足生产过程对坯体强度的要求及产品的其它性能,以致于产品厚度也大幅度增加。普通的大规格陶瓷砖、天然石材等建筑装饰材料,虽然装饰效果很好,但也同时带来的是资源消耗大、能耗高、利用率较低、建筑物负载重、运输和施工费用高等问题。这与我国自源资源缺乏的国情和国家现在提倡的节能降耗,绿色环保的产业发展政策相矛盾。近年来,陶瓷墙地砖、天然石材等装饰材料生产企业已经逐渐认识到这个问题的严重性。国内外石材的生产已经向天然石材薄板、石材复合板的方向发展,墙地砖的生产也在向大规格、薄型化、仿花岗岩和大理石的方向发展。

广东科达机电股份有限公司于 2006 年推出了包括 MODULO 6800 双活塞大吨位压机、MODULO 布料系统的魔术师装饰成型系统,该系统的推出实现了压前装饰的设计理念,可进行 3~20mm 厚度和任意颜色及图案的大规格瓷砖生产,属于世界首创。

在此重大革新装备推出的前提下,科达机电率先在国内研发并推出大规格超薄瓷质砖生产线,该生产线装备了 MODULO 6800 双活塞大吨位压机、MODULO 布料系统、高效节能辊道窑、超洁亮生产线等世界先进设备。在独特工艺配方和生产工艺的前提下,通过干法压制生产出 $800 \times 1800 \times 3.5\text{mm}$ 的大规格超薄瓷质砖。该产品单位面积重量约 8kg/m^2 ,原料消耗相当于同类规格产品重量的四分之一左右,单位面积能耗不到常规墙地砖产品的 75%,产品各项性能指标达到或超过 ISO 陶瓷砖标准。该生产线原料制备工段与常规墙地砖的生产工艺基本相同;MODULO 6800 双活塞大吨位压机为大规格超薄砖坯提供强大的压制力,确保了砖坯的压制密度和均匀性;独特的砖坯出模及输送装置,可有效地避免超薄砖坯在出模和输送时的破损;高效节能辊道窑通过特殊的传动设计,有效地避免了砖坯在烧成时的变形;纳米超洁亮抛光生产线为大规格超薄瓷质砖提供了最后的产品防护;同时也可以不经过抛光工序,直接生产大规格超薄哑光瓷质砖。在科达机电陶瓷工程试验中心进行的大规格超薄瓷质砖配方的研制及生产,已取得了圆满成功,这充分说明了企业在陶瓷机械设备自主创新及产品研发方面,又向前迈了一大步。本文主要介绍大规格超薄瓷质砖配方的研制及生产工艺。

2 大规格超薄瓷质砖对坯体性能的基本要求

一个理想的瓷质砖坯体配方应该满足以下要求:易解胶,泥浆流动性好,湿坯及干坯强度高,干燥收缩小,合适的烧成温度及较宽的烧成温度范围,较小的烧成变形及烧成收缩率,吸水率低,较高的成瓷机械强度和弹性,热稳定性好等理化指标。

大规格超薄瓷质砖,顾名思义,是砖面规格大、厚度薄,科达公司此次研制的产品规格为长×宽×厚1800×800×3.5mm。因此,大规格超薄瓷质砖坯体除了需具备普通瓷质砖坯体配方的基本性能外,还需要着重注意以下几个方面。

2.1 更好的半成品强度

普通瓷质砖配方坯料的湿坯断裂模数大于0.7MPa,干燥后坯体断裂模数大于2.5MPa即可满足正常生产要求。由于大规格超薄瓷质砖坯尺寸大,厚度薄,同样断裂模数的坯体,因其厚度大幅度降低,在生产过程中强度无法满足要求。如果没有足够好的生坯强度,则很容易造成压制成形后的生坯在输送过程中破损率大使生产无法正常实现,而普通瓷质砖坯料的生坯强度一般不能满足大规格超薄瓷质砖生产的需要。为了保障生产的顺利进行,在研制大规格超薄瓷质砖配方时可以从以下三个方面来提高其坯体的强度:第一,选用可塑性好,干燥强度高,易解胶、泥浆流动性好,干燥敏感性好,品质稳定的粘土来提高坯体的半成品强度;第二,利用非全瘠性原料(例如瓷石)代替瘠性长石原料,来增加坯料的可塑性,提高坯体的半成品强度;第三,良好的坯体增强剂对提高坯体的湿坯强度非常有利,因为在压制成型的粉料中,加入一定数量的添加剂,可以减少颗粒之间及粉料与模壁之间的摩擦,增加颗粒之间的粘结作用,促进颗粒弹性-塑性变形,从而提高坯体的密度和断裂模数,减少密度分布不均的现象。属于有机物质的坯体增强剂,如羧甲基纤维素(CMC)、聚乙稀醇(PVA)等,既可提高坯体的致密度和断裂模数,在较低温度下灼烧后又几乎不留灰烬,更无残渣。在大规格超薄瓷质砖的坯体粉料中我们分别采取添加坯

体专用型羧甲基纤维素(CMC)和聚乙稀醇(PVA)的不同试验,经实验室检测,取得了坯体中添加0.15%羧甲基纤维素(CMC)后的湿坯断裂模数较添加前增加10%左右,添加0.3%聚乙稀醇(PVA)后的湿坯断裂模数较添加前增加近15%的最佳值。通过综合采取上述三方面增加坯体半成品强度的措施,基本上可以使湿坯断裂模数大于1.2MPa,较好的保证了生产的顺利进行。

2.2 要求坯体的干燥性能好

要使干燥合格率高,减少超薄砖坯的输送破损,另一个有效的方法是要求坯体的干燥收缩尽可能小,变形小;坯体中粘土的可塑性愈好,粒度愈细,则所吸附的水膜愈厚,干燥收缩和变形就愈大,同时,如果粘土矿物颗粒太粗,分布不匀,也会导致各部分收缩不一致而变形,只有塑性原料的可塑性和干燥敏感性好及整个泥浆的颗粒级配比较合理,这样才能使坯体在快速干燥中干燥收缩小,变形小,干燥强度较高,干燥敏感性较好,不易开裂。

2.3 要求坯体的烧成性能好

坯体良好的烧成性能包括坯体有合适的烧成温度及较宽的烧成温度范围,坯体的烧成收缩尽可能小,这样使烧成的坯体变形和开裂情况减少;烧成过程中,陶瓷坯体在出现液相之前或液相固化之后,可视为弹性体,液相出现直至其完全固化之前处于或部分处于可塑性状态。坯体在弹性状态受热时由于传热过程所需时间,在坯体断面上形成温度梯度,从而引起了坯体的不均匀膨胀(冷却过程中为不均匀收缩),这种不均匀膨胀或收缩使坯体内部产生应力。当这种应力超过坯体的强度极限时就会出现开裂;坯体处于部分塑性状态时,虽可能不会开裂但易产生变形。由于大规格超薄瓷质砖产品尺寸大,同一块砖烧成时前后跨温区长,温差大,由此因体积变化不均匀产生的应力较大,即变形和开裂的概率就很大。因此,坯体的导热性能必须好,良好导热性能的坯体,形成的温度梯度小,产生的应力就小,从而避免产品因窑炉温差而变形、开裂。

2.4 要求成品的理化性能更好

吸水率低,机械强度高,热稳定性好等,是普通瓷质砖的基本性能要求。由于大规格超薄瓷质砖坯面尺寸大,厚度很薄,其厚度仅为同规格普通瓷质砖

的四分之一左右，而产品的破坏强度与其厚度的平方成正比，因此，在产品断裂模数相同的情况下，大规格超薄瓷质砖的抗折断能力很差，只有同规格普通瓷质砖的十六分之一左右，所以必需重点提高大规格超薄瓷质砖的断裂模数和弹性，以便增加产品的抗折断能力和抗冲击性能。

增加坯体中高岭土或高岭土类粘土的含量，提高坯体中氧化铝含量，同时增加坯体在烧成过程中的高温保温时间，以达到增加产品中的莫来石含量，因为在 1200 左右，熔体中碱离子扩散到粘土区，促使粘土形成一次鳞片状莫来石。同时，由于熔体中碱含量降低，中心部位组成向莫来石析晶区变化，导致在熔体中析出二次针状莫来石；与粘土接触的熔体边缘因熔解粘土物质，富集了氧化铝而析出二次针状莫来石。随着高温保温时间的加长，液相促使扩散过程加剧，莫来石针状晶体线性尺寸发育长大。而莫来石含量的增加对提高产品的断裂模数和弹性及热稳定性都非常有利。但高岭土烧失量大，如果坯料中高岭土类粘土原料用量大多，则坯料中烧失量过高，这将对坯体的烧成及成品性能产生不利的影响。综合上述因素，采用在坯料中引入煨烧高岭土（铝矾土）替代部分天然高岭土的方法，因为加入煨烧高岭土的另一个不可替代的作用是相当于添加莫来石诱发因子，促使成品中莫来石的快速均匀产生增长，所以，使用适量的煨烧高岭土来提高坯体中氧化铝含量，并减小烧失量，减小干燥及烧成收缩，改善烧成性能，提高产品的机械强度和弹性及热稳定性。

熔剂原料在瓷质砖中的主要作用是在坯体中产

生玻璃相，从而使多孔的坯体形成结构致密而气孔率低的瓷坯。采用复合熔剂，其助熔作用比单一熔剂强。锂瓷石由于含有长石、石英、锂云母和高岭石等，而且铁含量低，其熔点比钠长石更低，熔体粘度低，更能促进石英、高岭土分解产物及其它组成的熔解，有利于莫来石晶体的形成；锂辉石是一种性能超群的熔剂。锂比钠、钾的化学活性都要强，就相对原子量来说，Na 为 23, K 为 39, 而 Li 仅为 7, 具有显著降低熔化温度的优点，此外，锂质溶液其熔解石英的能力比钠和钾强很多，在不大高的温度范围内（400- 1000 ）左右，生成热膨胀系数极低的 - 锂铝硅酸盐固熔体，并析出含有膨胀系数很小的锂化合物晶体，致使产品具有较小的热膨胀系数，锂辉石还可以抑制石英的晶型转变，有助于在更低的温度下生成莫来石，锂辉石加热从 700 开始到 1080 ，有一个从天然的 相向 相的单向相变，这个相变伴随有大约三分之一的体积变化，比重由 3.2 减小为 2.4。总之，在坯料中加入一定量的锂辉石来取代

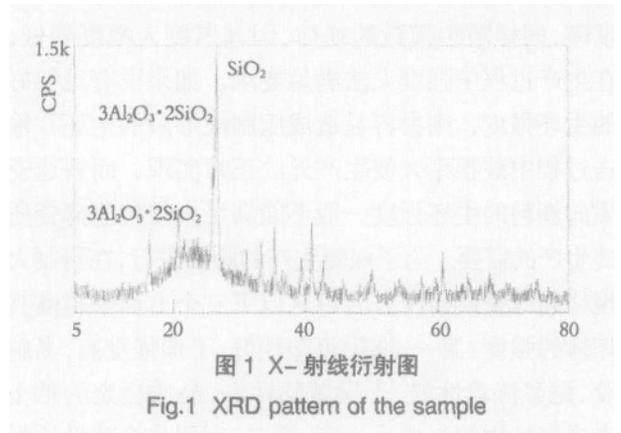


表 1 坯用原料化学组成(wt%)

Tab.1 Chemical composition of the body material

序号	原料名称	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	Li ₂ O	I.L.
1	水洗黑泥	55.47	30.47	0.92	0.59	0.01	0.14	0.80	0.05	/	13.12
2	混合黑泥	68.54	20.65	0.77	0.59	0.12	0.11	1.01	0.20	/	8.44
3	钾长石	69.30	16.58	0.05	0.03	0.15	0.03	9.52	2.93	/	0.35
4	钠长石	70.21	18.48	0.06	0.02	0.46	0.05	0.38	9.52	/	0.42
5	煨烧高岭土	55.27	42.92	0.50	0.67	0.43	0.13	0.29	0.01	/	0.18
6	锂辉石	67.34	22.70	0.58	0.07	0.32	0.10	0.80	0.50	6.76	0.40
7	滑石	59.46	1.15	1.43	0.06	0.45	31.66	0.03	0.01	/	5.65

表2 坯体配方组成 (wt%)

Tab.2 Body formula

原料名称	水洗黑泥	新会混合泥	钾长石	钠长石	锂辉石	煅烧高岭土	滑石
配比 (%)	15~30	15-25	10-15	10-20	5-15	8-16	1-3

表3 坯体配方化学组成 (wt%)

Tab.3 Chemical composition of the body formula

名称	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	Li ₂ O	I.L.
大规格超薄瓷质砖	62.22	25.18	0.46	0.28	0.21	0.66	1.71	2.70	1.01	5.1

钾钠长石,可以降低烧成温度,促进坯体烧结,减小烧成收缩,降低产品热膨胀系数,提高热稳定性,并提高产品的机械强度。滑石在瓷质砖中也是性能优良的熔剂。在瓷质砖中加入少量的滑石,可以降低烧成温度,在较低的温度下形成液相,加速莫来石晶体的形成,同时扩大烧成范围,提高产品的白度、机械强度和热稳定性。

通过对成品进行X-射线衍射分析,衍射图谱见图1。由衍射图谱可知,成品的主晶相为莫来石,次晶相为 - 锂辉石。

3 坯体配方组成

- 3.1 坯用原料化学组成如表1所示。
3.2 坯体配方组成如表2如示。
3.3 坯体配方化学组成如表3所示。

4 生产工艺

4.1 生产工艺流程

配料 球磨 过筛(40目)、除铁 泥浆陈腐
过筛(80目)、除铁 喷雾干燥塔制粉 粉料陈腐
压制成型 坯体干燥 坯体煅烧 抛光
超洁亮处理 成品检验 包装

4.2 生产过程简介

浆料和粉料制备工艺和常规墙地砖的制备工艺相同。由于大规格超薄瓷质砖坯采用的是干法压制成型,故对压制成型后坯体的湿坯断裂模数要求较大(1.2MPa)。大规格超薄瓷质砖的生产对从砖坯

压制成型后到进干燥器前的输送装置的平稳性要求很高。由于刚成型后的湿坯断裂模数较小,在进入干燥器前的输送过程中,容易引起裂纹缺陷,而采用MODULO 6800压机和MODULO布料系统压制成型的坯体可以完全避免出现此缺陷。其显著特点是此成型系统无下模具,采用的是弹性底膜作为载体替代传统压制模具中的下模,此举既可任意调整砖坯厚度,又可使超薄砖坯连同弹性底膜一同出模,并被平稳送到输送皮带上,再进入干燥器进行干燥而不致破损。为保证干燥器传动平稳、避免砖坯在干燥过程中产生裂纹,可采用钢丝网作为传动载体进行输送。干燥后的坯体被连续送到高效节能辊道窑(小辊棒、短辊距)内进行煅烧。

4.3 工艺参数

4.3.1 球磨

泥浆比重(g/ml): 1.68~1.70; 泥浆流速(%) : 25-35; 250目标准筛余(%) : 0.8~1.0。

4.3.2 喷雾干燥塔制粉

粉料含水率(%) : 6.0~7.0; 粉料颗粒级配(%)如下: 20目以上: < 1; 20~40目: 15~25; 40目~60目: 40~50; 60目~80目: 15~20; 80目~100目: 1~5; 100目以下: < 3。

4.3.3 粉料压制成型

最大压强(MPa): 34.3; 最大压力(T): 6130; 湿坯断裂模数(MPa) 1.4。

4.3.4 坯体干燥

干燥周期(分): 14; 干坯残余水份(%) : < 0.5; 干坯断裂模数(MPa) 3.8。

4.3.5 坯体煅烧

烧成温度 () : 1230 (高火保温时间:12- 13 分
钟) ; 烧成周期 (分) : 70; 成品砖尺寸 (mm) : 1806 ×
810。

5 产品主要性能指标

成品砖吸水率 (%) : < 0.1; 成品砖断裂模数
(MPa): 55; 成品砖厚度 (mm) : 3.5; 热膨胀系数: <
 6.3×10^{-6} ; 白度: 750; 莫氏硬度大于 7; 经抛光和超
洁亮生产线处理后的光泽度大于 900。

6 结论

一次烧成大规格超薄瓷质砖的生产, 对工艺配
方和生产设备的要求比普通瓷质砖更为严格, 但只

要选用可塑性好的粘土原料, 确保压制成形后的坯
体具有足够的湿坯强度; 提高坯料中氧化铝的含量,
来增加产品中的莫来石含量, 从而提高产品的机械
强度和弹性; 并添加分子量小的锂系熔剂, 以降低产
品的热膨胀系数及提高热稳定性; 同时结合使用广
东科达机电独创的魔术师装饰成型系统, 小辊距高
效节能辊道窑, 即可正常生产出规格大, 厚度薄, 强
度好, 且节能环保的大规格超薄瓷质砖。

参考文献

- 1 李家驹主编.陶瓷工艺学.北京:中国轻工业出版社
- 2 耿 谦. 锂辉石的成矿及在陶瓷和玻璃工业中的应用. 陶瓷,
2002, 2 (156) :29- 31
- 3 贺宗武.耐热陶瓷烹调器 ().佛山陶瓷,2001, 8 (53) :33- 35

FORMULA DEVELOPMENT OF ULTRA- THIN LARGE- SIZED SINGLE- FIRE CERAMIC TILES

Jiang Hong Li Congsheng Liu Peigong Chang Li
(Guangdong Keda Dynamo- Electric Co., Ltd., Foshan 52813)

Abstract

The formula of ultra - thin large - sized ceramic tile with Chinese full ownership of the intellectual property was
successfully developed and put into production at the Ceramic Engineering Research and Testing Center of Guangdong
Keda Dynamo- Electric Co., Ltd. This paper introduces the body formula development of the ultra- thin large- sized ceramic
tiles.

Keywords large- sized, ultra- thin, ceramic tile, single- fire, formula