

粘土釉面瓦的一次烧成*

陈建华, 顾玉艳, 李玉华

(盐城工学院 材料工程系, 江苏 盐城 224003)

摘要:采用铅硼硅熔块釉研制出同时符合普通粘土瓦坯的烧成温度低、热膨胀系数低这两个主要性能特点的釉料。一次烧成的技术关键是提高釉对坯的附着力。可以通过控制釉浆的细度和浓度、充分干燥并预热瓦坯、添加结合粘土和有机结合剂等途径达到要求。另外,与二次烧成相比,一次烧成施釉应略厚、升温速度应较慢、保温时间应适当延长。

关键词:粘土; 釉面瓦; 一次烧成

分类号: TU522

文献标识码: A

文章编号: 1008-5092(2001)01-0011-03

粘土釉面瓦是在普通粘土瓦上面加上一层彩色釉。它不仅继承了普通粘土瓦原料来源广泛、便于就地取材、生产工艺简单、价格便宜、耐久性好等优点,而且具有吸水率低、抗渗漏、美观大方、雨水自洁等特点。与传统的琉璃瓦相比,它具有不受资源限制、生产成本较低、便于广泛推广等特点。价廉物美的粘土釉面瓦是传统屋面防水材料的理想的升级换代产品^[1]。

粘土釉面瓦生产有一次烧成和二次烧成工艺两种。二次烧成是在成品瓦上施釉,再经过釉烧而成。这种工艺成品率较高,但能耗高、工序多、生产效率较低。一次烧成是在瓦坯上直接施釉,进窑一次焙烧成功。具有能耗低、工序少、生产效率高、成本低等优点,便于推广应用。且适合一次烧成的釉料一般也适用于二次烧成。因此本项目主要研究粘土釉面瓦一次烧成技术。

1 瓦坯粘土组成及性能特点

试验所用的瓦坯粘土的化学组成见表1。从中可以看出,粘土中 SiO_2 含量高,而 Al_2O_3 含量低,并且有 4.14% 的 R_2O 。另外从 XRD 分析可以知道,瓦坯粘土中属于粘土类矿物的水白云母、柯绿泥石的含量较低,主要非粘土矿物是石英和风化钠长石,并有一定含量的铁硅灰石、方解石、白云石等杂质矿物^[2]。因而其烧成温度低、易于烧

结,烧成温度范围为 900~1000℃,素坯吸水率为 15.24%。由于粘土中石英的含量高、泥料的颗粒粗、坯体的热膨胀系数较低,室温至 480℃范围内的热膨胀系数为 $6.68 \times 10^{-6} \text{℃}^{-1}$ 。

表1 瓦坯粘土的化学组成

Table 1 Chemical composition of clay for tile

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	IL	Σ
67.75	14.00	5.92	1.23	1.46	1.80	2.10	5.66	99.92

2 釉料组成的研究

从对瓦坯粘土的化学组成、矿物组成和工艺性能研究结果可以知道,其烧成温度较低、热膨胀系数较小、吸水率和气孔率较高,能与之相配合的釉属于低热膨胀系数的低温釉。经过分析比较,我们认为铅硼硅酸盐系统能同时满足这两个主要性能的要求,因而选择这个系统进行研究。

除了铅、硼、硅这三种主要氧化物适当配合以外,为了改进釉料性能、降低釉料成本,我们还引进 Al_2O_3 、 CaO 、 Na_2O 、 K_2O 、 ZnO 等其它氧化物。为了便于应用和推广,试验中所用的各种原料均为大宗矿物原料和工业级化工原料。为了降低成本,在满足性能要求的前提下,尽可能多用价格低廉的矿物原料,少用价格较高的化工原料。

由于原料中的硼砂、硼酸等易溶于水,并且氧化铅的比重大,在釉浆中容易沉淀,所以我们选择熔

* 收稿日期: 2000-07-29

作者简介: 陈建华(1952-),男,江苏大丰市人,博士,盐城工学院副教授。

块釉的制釉工艺。把硼砂、硼酸、红丹、石灰石以及部分石英砂、长石一起混合均匀,在 1250 ℃熔制一个多小时,得到无结石、仅有少量气泡的透明玻璃液,然后在水中淬冷成熔块,经干燥、粉碎、除铁后备用。熔块的设计化学组成和实际化学组成见表 2。熔块与其它生料及色料一起,经过称量配料以后,进球磨机研磨成釉浆。先在成品瓦上施釉,分别在 900 ℃、950 ℃、980 ℃下用不同的烧成制度进行二次烧成试验。从中选择烧成温度较低、热膨胀系数较低、釉面质量较好、色泽鲜艳、符合试验要求的釉方,再进行一次烧成研究。

表 2 基础釉料化学组成

Table 2 Chemical composition of matrix glaze

釉号	SiO ₂	Al ₂ O ₃	B ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	ZnO	PbO	Na ₂ O	K ₂ O
Y10	50.37	5.20	10.46	0.36	7.45	1.28	4.92	12.55	3.92	3.49
Y28	50.29	5.36	10.52	0.38	7.51	1.33		17.44	3.99	3.56

表 2 为经过多次试验后用于一次烧成的基础釉方。Y10 适用于咖啡、红棕等暖色调的色釉,因为这些色料要求基础釉为锌釉,即其中必须含有一定数量的氧化锌,以帮助其显色^[3]。Y28 适用于铬绿、孔雀蓝等冷色调的色釉,因为这些色料中含有 Cr₂O₃, ZnO 与 Cr₂O₃ 反应生成褐色的铬酸盐,使颜色逐渐变为灰色^[4]。所以在试验中从 Y10 中去掉 ZnO,再添加红丹,设计了 Y28 基础釉用于色料中含氧化铬的色釉。实验室试验和工厂试验的结果都证明这两个基础釉方的烧成温度范围较宽,与瓦坯的烧成特性完全符合,并且釉面光泽好、坯釉结合牢固。

Y10 外加 3% 色料制成的咖啡釉从室温至 450 ℃的热膨胀系数为 $6.49 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$,比坯体小 2.8%; Y28 外加 3% 色料制成的铬绿釉为 $6.43 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$,比坯体小 3.7%,均为正釉。并且在整个温度范围内,坯与釉的热膨胀特性都非常匹配。

对铬绿和咖啡两种釉的化学稳定性进行了测定。粒径 0.2~0.4 mm 的铬绿釉和咖啡釉釉粉在水中煮沸 1 h 以后析出的 R₂O 量分别为 0.15 mg/g 和 0.18 mg/g。并且溶液颜色在煮沸前后没有发生任何变化。这说明这两种釉料的化学稳定性、耐久性良好。

3 一次烧成工艺的研究

实践证明,对釉料组成进行二次烧成试验,从

中筛选出坯釉性能匹配、色调纯正、釉面质量良好的釉料配方以后,在生坯上施釉进行一次烧成时不一定能取得好的效果。还必须根据实际情况对工艺制度进行适当的调整,才能达到预期的目的。

3.1 釉浆的悬浮和稳定

由于采用的以熔块为主的铅硼釉,原料比重比较大,釉浆的悬浮性、稳定性都比较差,容易沉聚。常用的解决方法是添加结合粘土,利用结合粘土的胶体性能来提高釉浆的悬浮性、稳定性。并且结合粘土对提高釉的附着力也有一定作用。但是,结合粘土中一般有害杂质特别是氧化铁的含量较高,用量不宜过高。经过试验,釉料中引入 5% 的膨润土可以使釉浆长时间保持悬浮和稳定,不产生沉聚。

但是,膨润土有很强的触变性,静置一段时间,就使釉浆的流动性大降低。这对于生产操作是非常不利的。我们试验后确认,在釉料中添加 0.1%~0.2% NaCl,可以在保证悬浮性和稳定性的前提下,有效地提高釉浆的流动性能,长时间保持稳定和流动,满足运输、施釉等工艺操作对釉浆稳定性和流动性的要求。

3.2 釉对坯的附着力

由于瓦坯粘土的可塑性、结合性比较好,施釉时釉浆中的水分不易向内部扩散,施釉后釉对坯的附着力不强,甚至形成分层、脱落,容易引起缺釉、缩釉,成为进行一次烧成的难题。经过多次试验研究,终于找到解决这一难题的方法。

首先,适当控制釉料细度和釉浆浓度。实践证明,釉料过粗,釉浆的悬浮性、稳定性不好,釉对坯的附着力不高,并且成熟温度提高,对釉面光泽也有不良影响。釉料过细,始熔温度过低,不利于烧成时瓦坯中气体的排除,容易造成针孔、釉裂等釉面缺陷。另外,釉浆浓度过高或过低对釉附着力明显有不良影响。经过试验得出比较适宜的制釉的工艺参数为:料:球:水 = 1:2:0.65,研磨时间 8 h,釉料细度为万孔筛余 0.08%~0.10%,釉浆比重 1.48~1.50。

其次,充分干燥并预热瓦坯。施釉时瓦坯的水分必须低于 4%。另外施釉时最好将瓦坯预热至 60 ℃以上,以提高吸浆速度和坯釉结合强度。否则容易造成釉附着不好,甚至脱落。

第三,添加有机结合剂。添加有机结合剂可以大大提高釉的附着力。曾经试验过聚乙烯醇、羧甲基纤维素钠(Na-CMC)等多种有机结合剂。

经过试验证实,外加 0.3% ~ 0.5% Na₂CMC 就可以大大提高釉的附着力。不仅施釉后釉粉不易脱落,而且烧成时釉层不易翘曲、分层造成缺釉、釉裂、缩釉。并且 Na₂CMC 含有少量 Na⁺,对釉浆的悬浮性、稳定性、流动性也有利。

3.3 施釉和烧成

粘土釉面瓦一般为单面施釉,适宜的施釉方法是喷釉和浇釉。因为一次烧成时坯、釉之间的反应更激烈,并且坯体起始密度低,坯釉中间层较厚,所以釉层应略厚。否则容易造成无光、干釉。但也不宜过厚,因为施釉过厚,坯体水分扩散更慢,容易造成坯釉分层,影响釉的附着力。因此,每片平瓦适宜的施釉量为干釉粉约 40 g。

由于粘土瓦坯比较厚,一次烧成与二次烧成相比,同样烧成温度下为了使瓦坯充分烧结,保温时间应延长 30% ~ 50%。升温速度应适当降低,特别是在 700 ~ 800 ℃ 内。最好能在 750 ℃ 左右

保温一定时间。因为从瓦坯粘土的 DTA 和 TG 曲线可知,瓦坯粘土在 700 ~ 760 ℃ 脱除结构水,放出气体,产生比较明显的失重。如果升温过快,气体来不及在釉层封闭前排除干净,就容易产生针孔、釉裂。

4 结论

(1)本地普通粘土瓦坯的烧成温度低、热膨胀系数低,采用铅硼硅熔块釉可以同时满足这两个主要性能要求。生产粘土釉面瓦外观质量、物理化学性能均能达到质量要求。

(2)一次烧成的关键是提高釉对坯的附着力。可以通过控制釉浆的细度和浓度、干燥并预热瓦坯、添加结合粘土和有机结合剂等途径达到要求。

(3)一次烧成与二次烧成相比,其施釉应略厚、升温速度应较慢、保温时间应适当延长。

参考文献:

- [1] 王浩,王秋芳.釉面瓦生产工艺[J].砖瓦,1991,(2):10~12.
- [2] 陈建华,徐凤广,陈景华.低温烧成粘土釉面瓦釉料研究[J].建筑材料学报,2000,(3):17~19.
- [3] 邓金元.琉璃制品的坯釉结合及釉的研讨[J].陶瓷,1994,(5):36~38.
- [4] 素木洋一.釉及色料[M].刘可栋,刘光跃译.北京:中国建筑工业出版社,1979.

One Step Firing of Glazed Tile Made from Common Clay

CHEN Jian-hua, GU Yu-yan, LI Yu-hua

(Department of Building Material Engineering of Yancheng Institute of Technology, Jiangsu Yancheng 224003, PRC)

Abstract: The color glaze of low firing temperature and low expansion coefficient, to match the glaze tile made from common clay, was prepared in lead borosilicate system. The technique key of one step firing is to improve the adhesion of glaze to clay body, which can be realized by controlling the fineness and concentration of glaze, drying and preheating the green body, adding soft clay and organic binder. In addition when one step firing is to be in process, the thickness of glaze should be slightly thicker, the rate of heating be rather slower and the soaking time be properly longer in comparison with twice firing.

Keywords: clay; glazed tile; One Step Firing