

从繁昌窑青白瓷制作看 “二元配方”工艺的产生

杨玉璋 张居中 (中国科学技术大学科技史与科技考古系)

安徽繁昌青白瓷窑址位于皖南北部、长江之畔的繁昌县境内,其窑址散落在县城周围的丘陵山坡上。该遗址发现于上世纪50年代,安徽省文物考古部门曾先后四次对其进行小规模试掘^{①②③}。为对繁昌窑遗址作进一步的深入研究,2002年,中国科学技术大学科技史与科技考古系与安徽省文物考古部门合作,对繁昌柯家冲窑址进行了又一次大规模的考古发掘,清理出北宋时期龙窑窑炉一座、作坊遗迹一处,获得大量瓷器、窑具标本。从考古发掘资料来看,该窑创烧于五代时期,发展兴盛于北宋早期,北宋中期后开始衰落,至北宋晚期基本停烧^④。

我国古代瓷器制作隋唐以后形成了“南青北白”的格局,安徽繁昌青白瓷窑址正处于南北交界的中间地带,其产品兼有南北方瓷器的特点,对研究青白瓷和南方白瓷的产生都具有重要的作用。五代时期,繁昌窑已开始采用匣钵叠烧的装烧工艺,其技术要领先于当时的景德镇窑^⑤。为进一步研究繁昌窑瓷器的制作工艺,包括其原料来源、胎料配方等问题,我们对2002年发掘出土的部分瓷片样品及制瓷原料样品进行了主要元素化学分析。

一、样品

我们按发掘后分期研究的结果选取了分属五代(907~960)、北宋早期(960~1022)及北宋中期(1023~1085)的瓷片标本8片,作坊遗址区出土的制瓷原料碎块样品2块进行了分析。瓷片标本皆为碗的底部,素面无纹,碗内底皆满釉,釉面光亮透明,器外施釉不及底,下腹及圈

足露胎。实验前先进行胎釉分离,去除了瓷片表面的釉层。标本编号、地层、时代及外貌特征观察见表一。

二、分析方法与结果

采用湿化学方法分析了瓷胎、制瓷原料的主要元素化学组成,包括Si、Al、Fe、Ti、Mn、P、Ca、Mg、K、Na元素及挥发份 $H_2O + CO_2$,结果列于表二。

分析结果显示,瓷胎样品除了kcct1中 Al_2O_3 的含量稍低,为17.86%,而铁含量很高,总量达到了5.74%以外,其余样品中 Al_2O_3 的含量均在20%以上, SiO_2 的含量最高为73.71%,碱金属氧化物 $K_2O + Na_2O$ 含量最高为3.42%,碱土金属氧化物 $CaO + MgO$ 含量最高为1.43%,而Fe和Ti的含量都比较低。制瓷原料样品中 SiO_2 的含量都较高,而 Al_2O_3 的含量相对于瓷胎来说却要低很多。

三、讨论

目前见诸报道的最早生产青白瓷的窑址有湖北青山窑和安徽繁昌窑,二者皆为五代时期开始烧造青白瓷^⑥,从瓷胎化学成分上来看,二者都具有“高硅低铝”的特征,同属南方瓷系,青山窑五代青白瓷胎料中 Al_2O_3 含量在20%以下,关于其具体的胎料来源及制作工艺尚未见有系统研究^⑦。

我国古代制瓷原料南北方有着较大的差异,北方各窑区附近盛产较优质的粘土,多为二次沉

表一

繁昌窑瓷片与制瓷原料样品的地层、时代及外观

名称	编号	地层	时代	外貌观察
瓷片	Kcct1	T95①	北宋中期	胎较厚, 胎色黄白, 胎中含较多黑色小斑点, 略生烧, 釉层薄, 釉色浅青中带黄, 开片密集, 高圈足制作粗糙
瓷片	Kcct2	T95②	北宋中期	胎厚, 胎色白中稍带青, 胎中有少量气孔及黑色小斑点, 釉层薄, 釉色青灰, 不开片, 高圈足制作显粗糙
瓷片	Kcct3	T95③	北宋中期	胎较厚, 胎色白中稍带青, 无黑色斑点, 气孔较少, 釉层较薄, 光亮, 釉色淡青, 开片大, 矮圈足制作略粗
瓷片	Kcct4	T95⑤	北宋早期	胎较厚, 胎色白中稍带青, 无黑色斑点, 气孔少, 釉层薄, 光亮, 釉色淡青, 不开片, 矮圈足制作较为精致
瓷片	Kcct5	T95⑥	北宋早期	胎较厚, 胎色白中稍带青, 有少量黑色小斑点, 釉层较薄, 光亮, 青白色, 开细小裂纹, 矮圈足制作稍粗糙
瓷片	Kcct6	T95⑧	北宋早期	胎较厚, 胎色白中稍带青, 黑色小斑点少, 釉层薄, 青白釉, 光亮, 开细碎小裂纹, 矮圈足制作较为精致
瓷片	Kcct7	T95⑩	五代	胎较薄, 胎色白, 黑色小斑点很少, 气孔少, 釉层薄, 青白釉, 釉面光亮, 开细碎裂纹, 矮圈足制作精致
瓷片	Kcct8	T95	五代	胎较薄, 胎色白, 无黑色斑点, 气孔极少, 薄釉, 青白色, 釉面光亮, 釉下有小气泡, 不开片, 矮圈足制作精致
原料	Keys1	T292②	北宋	块状岩石, 制瓷原料残渣, 黄白色, 结构致密, 含暗色矿物极少
原料	Keys2	T292②	北宋	块状岩石, 制瓷原料残渣黄白色, 结构致密, 含暗色矿物极少

表二

瓷胎及制瓷原料化学组成 (wt%)

编号	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	P ₂ O ₅	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	H ₂ O ⁺	CO ₂	总量
Kcct1	71.78	17.86	5.74	0.21	0.08	0.05	0.42	0.37	1.10	1.37	0.84	0.03	99.85
Kcct2	71.02	21.85	1.41	0.26	0.07	0.05	0.61	0.61	1.66	1.76	0.54	0.04	99.88
Kcct3	71.78	21.69	1.01	0.23	0.04	0.06	0.92	0.51	1.38	1.38	0.64	0.20	99.84
Kcct4	73.71	20.64	1.09	0.22	0.04	0.03	0.87	0.46	1.30	0.47	0.76	0.29	99.88
Kcct5	70.53	23.11	0.88	0.22	0.03	0.05	0.99	0.43	1.19	1.59	0.58	0.29	99.89
Kcct6	70.60	22.73	1.33	0.22	0.03	0.04	0.66	0.60	1.94	0.98	0.62	0.14	99.89
Kcct7	72.88	21.53	1.01	0.21	0.03	0.04	0.58	0.47	1.49	0.61	0.94	0.06	99.85
Kcct8	71.85	22.68	0.92	0.20	0.02	0.04	0.77	0.64	1.27	0.68	0.72	0.09	99.88
Key11	83.99	9.28	0.42	0.20	0.01	0.03	1.06	0.15	0.29	0.31	3.52	0.63	99.89
key2	81.49	11.69	0.17	0.15	0.01	0.02	0.42	0.12	0.53	2.49	2.62	0.17	99.88

积形。我国南方各省盛产瓷石, 如浙江、江西、福建、江苏和安徽南部等地区都蕴藏有大量瓷石矿。瓷石是由流纹岩、石英粗面岩、长英岩等岩

石中长石类矿物, 经受后期火山的热液作用绢云母化而生成的, 其矿物组成主要是石英和绢云母, 其中绢云母是水白云母的一种细颗粒组成,

它既具有适当的可塑性,又具有相当的助熔作用,同时其化学组成也十分接近瓷胎的化学组成^⑧。因此,它可以单独用作制瓷原料,不用添加其他任何粘土类矿物,这种只用瓷石一种原料制作瓷胎的技术就是中国制瓷史上所谓的“一元配方”工艺,在我国古代很长的时间内,“一元配方”工艺成为我国南方窑场所掌握的唯一制瓷技术。瓷石虽然可以用来单独成瓷,但由于其中石英矿物较多,仅用瓷石这种单一原料制成的瓷坯高温烧成时容易形成大量的玻璃相,使瓷器产生变形塌陷等现象,限制了瓷器质量的进一步提高,要提高瓷器的烧成温度,必须提高瓷胎中 Al_2O_3 的含量,以使高温烧成时能形成较多莫来石晶体,从而达到增加瓷器的强度、改善瓷器质量的目的。

要增加瓷胎中 Al_2O_3 的含量、降低 SiO_2 含量,可以通过两种途径来实现:一是增加原料的淘洗程度,使坯料中细颗粒部分增多;二是在配方中加入含铝量较高粘土类原料如高岭土等。实验证明,原料淘洗的越细,其中细颗粒部分就越多,由于细颗粒部分是以绢云母等矿物为主,因此不但可以提高 Al_2O_3 的含量,还可以提高助熔剂碱金属及碱土金属氧化物的含量,因而能很大程度的改善制瓷原料的质量,但淘洗越细,所费工时和困难程度就越大,所能使用的原料就越少,因此,从工艺角度分析,在古代用第一种方法是难以实现的。要想大幅度提高瓷胎中 Al_2O_3 的含量,只有在配方中掺入富铝的粘土类原料才能实现这一目的,这就是我国陶瓷史上所谓的“二元配方”工艺^⑨。

对于“二元配方”工艺起源的时间问题,学术界有不同的认识,主要有以下两种:一是1980年代初,经过对文献的系统考证和高岭土产地的考察后所提出的高岭土引进瓷胎的年代,至迟在元泰定年间(14世纪20年代),但不会早于元初^⑩。二是1990年代初,在应用对应分析方法对景德镇历代瓷胎化学组成数据进行研究后,认为高岭土配合瓷石制胎的二元配方始于元代,成熟于明末清初;在元明时期,使用单一瓷石制胎的一元配方与瓷石配合高岭土的二元配方

同时存在^⑪。现在一般认为景德镇元代以后开始使用“二元配方”制瓷工艺。景德镇宋代瓷胎中的 Al_2O_3 含量都在20%以下,进入元代以后 Al_2O_3 含量才略高于20%^⑫。

繁昌柯家冲窑址周围广泛分布有一种白色致密块状岩石,其所含暗色矿物很少,且紧靠窑址,故有人认为这就是南方制瓷业常用的瓷石^⑬。然而,通过对所采标本的肉眼和显微镜下观察鉴定及X射线衍射分析、化学成分分析发现,这是一种具有斑状结构、风化程度较弱的次火山岩,其斑晶为石英、斜长石,基质为细小的钠长石和石英,并零星分布着微量的黄铁矿和萤石。其中 Al_2O_3 含量在13%以下,因此这种在遗址周围广泛分布的白色岩石并非我国南方制瓷业常用原料—瓷石,它不能单独用来制作瓷器^⑭。

2002年的发掘在遗址作坊区出土了大量制瓷原料岩石残渣,表2中KCY11、KCY12两个作坊区出土的制瓷原料碎块样品,从肉眼观察来看,与窑址周围分布的白色岩石特征一致,同时其主要元素的化学组成也与表4中列出的白色岩石化学组分基本一致,由此可以确定,遗址周围的这种白色岩石就是繁昌窑瓷器的制作原料。

对比以往繁昌窑瓷胎的化学分析结果(见表三)^⑮,与我们此次的分析结果基本一致,其 SiO_2 含量都在70%以上, Al_2O_3 含量基本高于20%。值得注意的是,出土于该窑址最上层的样品KCCP1中 Al_2O_3 含量只有17.86%,而Fe元素总量达到了5.74%,这种Al元素含量降低而Fe元素总量上升的现象,与瓷片标本胎色由白变成黄白色、胎中出现大量黑色斑点、制作工艺粗糙、瓷器质量降低等特征相一致,说明了北宋晚期日趋衰落的繁昌窑,无论其胎料配方还是制作技术皆已没落,都再也无法与其早中期相提并论了。

从繁昌窑瓷胎和制瓷原料的化学组成对比可以看出,繁昌窑瓷胎中 Al_2O_3 含量与制瓷原料中 Al_2O_3 的含量差异很大,从上述讨论中可知,单纯依靠增加淘洗程度在古代是无法产生这种效果的,要想获得这种 Al_2O_3 含量的大幅度提高,只有在这种当地所产的原料中另外加入富铝的粘土类原料,才能达到这种效果,也就是说使用了“二元

表三

繁昌窑青白瓷胎的化学组成

编号	氧化物含量(重量%)							
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
FC1	73.45	21.06	1.29	0.26	1.08	0.07	0.80	2.52
FC3	73.83	21.15	1.32	0.26	0.52	0.05	0.86	1.63
FC43	73.05	21.15	1.37	0.23	0.39	0.69	1.12	1.07
FC54	74.37	20.78	1.49	0.27	0.61	0	0.48	1.07
FC57	71.90	22.86	1.52	0.26	0.61	0	0.85	1.62
FC63	73.10	21.67	1.36	0.24	0.50	0	1.13	1.07
FC66	73.47	21.25	1.46	0.24	0.62	0	0.96	1.56
FC74	73.48	21.01	1.40	0.22	0.53	0.33	1.03	1.97
FC77	73.27	21.11	1.27	0.25	0.53	0.65	0.93	2.41

配方”的制瓷工艺,这对研究和重新认识我国陶瓷制作技术的发展历程具有十分重要的意义。

注 释

四、结 论

通过对繁昌窑瓷胎与制瓷原料元素组成的对比分析,我们得出以下结论:

1. 繁昌窑遗址作坊区出土的制瓷原料碎块,其形貌特征与化学组成与遗址周围广泛分布的白色岩石基本一致,可以确定其确为繁昌窑的制瓷原料。繁昌窑制瓷原料是就地取材的,当地这种原料蕴藏十分丰富,这是先民在此选址建窑的重要原因之一,也与古代我国窑址的分布规律相一致。

2. 繁昌窑瓷胎中 Al₂O₃ 的含量远高于制瓷原料中铝的含量,这种量上的较大差异单纯依靠对原料的粉碎、淘洗过滤等物理过程是不可能达到的,只有通过制胎原料中加入其他富铝的粘土类物质才能实现。

3. 繁昌窑创烧于五代时期,此时的繁昌窑已开始使用两种原料混合制胎的“二元配方”制瓷技术,以提高瓷器的烧成温度,改善瓷器的质量。这是目前已知的最早的“二元配方”工艺使用的记录,比过去传统认识的该种工艺开始使用的时间要早三百余年,对重新认识我国陶瓷科技发展史有着重要的意义。

- ①张道宏《试掘繁昌窑遗址》,《文物参考资料》,1958年6期。
- ②陈衍麟《安徽繁昌柯家村窑址调查简报》,《东南文化》1991年2期。
- ③阙绪杭《繁昌县骆冲窑遗址的发掘及其青白釉瓷的创烧问题》,《文物春秋增刊》1997年。
- ④中国科学技术大学科技史与科技考古系、安徽省文物考古研究所、繁昌县博物馆《安徽繁昌柯家冲窑遗址发掘简报》待刊。
- ⑤刘新园、白焜《景德镇湖田窑各期碗类装烧工艺考》,《文物》1982年5期。
- ⑥湖北省文物考古研究所《武昌青山窑遗址发掘简报》,《江汉考古》1991年4期。
- ⑦陈尧成、郭演仪等《武昌青山窑古瓷制作工艺的科学总结》,《中国陶瓷》1996年3期。
- ⑧郭演仪《中国制瓷原料》,载自李家治等主编《中国古代陶瓷科学技术成就》上海:上海科学技术出版社,1985。
- ⑨⑩李家治主编《中国科学技术史·陶瓷卷》北京:科学出版社,1998年。
- ⑪刘新园、白焜《高岭土史》,《中国陶瓷—古陶瓷研究专辑》,1982,增刊(7)。
- ⑫罗宏杰等《对应分析在景德镇历代瓷胎配方演变规律研究中的应用》,《硅酸盐学报》,1991,19(2)。
- ⑬胡悦谦《安徽江南地区的繁昌窑》,《东南文化》1994年增刊。
- ⑭冯敏等《繁昌窑青白瓷初步研究》,《文物保护与考古科学》2004,16(3)。
- ⑮邓泽群等《繁昌窑青白瓷研究》,《02'古陶瓷科学技术国际讨论会论文集》上海:上海科学技术文献出版社,2002年。

(责任编辑 张海云)

从繁昌窑青白瓷制作看“二元配方”工艺的产生

作者: [杨玉璋](#), [张居中](#)
作者单位: [中国科学技术大学科技史与科技考古系](#)
刊名: [考古与文物](#) PKU CSSCI
英文刊名: [ARCHAEOLOGY AND CULTURAL RELICS](#)
年, 卷(期): 2006 (2)
被引用次数: 3次

参考文献(14条)

1. [张道宏](#) [试掘繁昌窑瓷遗址](#) 1958
2. [陈衍麟](#) [安徽繁昌柯家村窑址调查简报](#) 1991
3. [阙绪杭](#) [繁昌县骆冲窑遗址的发掘及其青白釉瓷的创烧问题](#) 1997(zk)
4. [中国科学技术大学科技史与科技考古系;安徽省文物考古研究所;繁昌县博物馆](#) [安徽繁昌柯家冲窑遗址发掘简报](#)
5. [刘新园](#); [白焜](#) [景德镇湖田窑各期碗类装烧工艺考](#) 1982
6. [湖北省文物考古研究所](#) [武昌青山窑遗址发掘简报](#) 1991
7. [陈尧成](#); [郭演仪](#) [武昌青山窑古瓷制作工艺的科学总结](#) 1996
8. [郭演仪](#) [中国制瓷原料](#) 1985
9. [李家治](#) [中国科学技术史·陶瓷卷](#) 1998
10. [刘新园](#); [白焜](#) [高岭土史考](#) 1982(zk)
11. [罗宏杰](#) [对应分析在景德镇历代瓷胎配方演变规律研究中的应用](#) 1991(02)
12. [胡悦谦](#) [安徽江南地区的繁昌窑](#) 1994(zk)
13. [冯敏](#) [繁昌窑青白瓷初步研究\[期刊论文\]-文物保护与考古科学](#) 2004(03)
14. [邓泽群](#) [繁昌窑青白瓷研究\[会议论文\]](#) 2002

引证文献(3条)

1. [杨玉璋](#), [张居中](#), [鲁厚祖](#) [安徽繁昌窑研究新进展\[期刊论文\]-东南文化](#) 2009(3)
2. [杨玉璋](#), [张居中](#) [安徽繁昌窑青白瓷微量元素组成的中子活化分析\[期刊论文\]-核技术](#) 2008(7)
3. [翟艳艳](#) [繁昌窑的兴衰\[期刊论文\]-东南文化](#) 2009(3)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_kgyww200602017.aspx