DOI:10.13957/j.cnki.tcxb.2008.02.018

文章编号:1000-2278(2008)02-0121-22

中国瓷器起源的研究

叶宏明　杨 辉　叶培华　叶国珍　袁敏智
周绍达　夏侯辉　董建民　方晨鹏
(浙江树人大学,310003)

摘　要

中国瓷器的发明年代及发源地,多年来一直是中外陶瓷学术界争论的问题,有的从考古角度进行探索,有的用现代科学对古陶瓷及烧造工艺进行研究,都存在不够全面之弊。作者在前人研究基础上通过对全国古窑址的深入调查和多片古陶瓷片的化验证实,综合研究了陶瓷考古、陶瓷工艺、陶瓷科学,得到了以下结论:我国历史上最早出现的瓷器是青瓷,青瓷又是从釉陶发展过来的,我国由陶向瓷的演变过程在汉代完成,真正的青瓷瓷器起源于 1800 多年前的东汉;浙江是青瓷的发源地,最早烧制成功的青瓷产地是浙江省的上虞市小仙坛和帐子山一带。

关键词 瓷器,陶器,起源,演变
中图分类号 K876.3　文献标识码 B

(一)

中国是世界上著名的文化古国,瓷器是中国的伟大发明。

瓷器源于陶器,而精于陶器。远在 7000 多年前的新石器时代,我国古代劳动人民就已制造和使用陶器了。经过几千年的演进,逐步实现了从陶器到瓷器的进化。近代又发展制成了精陶和骨灰瓷等。但是,关于瓷器的发明年代及发源地,多年来一直是中外陶瓷学术界争论不休的问题。就瓷器起源地区而言,有人认为源于北方,依据是郑州商代遗址出土过一件带釉的灰白色尊;另一种意见认为源于南方,依据是南方出土的几何印纹硬陶,认为这种硬陶就是瓷器的祖先。在南方起源地问题上又有两说,一说是江西景德镇,另一说是在浙江绍兴或德清。就瓷器起源的年代而言,一说认为瓷器诞生在 1600 多年前的晋代,依据是我国晋代出现"瓷"字,并出现有关瓷器颜色的描写和瓷器产地记载;另一说把我国瓷器起源定为 1300 多年前的唐代,认为唐代越窑青瓷是瓷器,所以才有"千峰翠色,如玉如冰"之誉。悠悠历史,千古之谜。因此,揭开中国瓷器起源之谜为本研究的宗旨和主要内容。

(二)

关于陶器和瓷器的区别,首先必须指出,在历史文献上,陶字是可以包括瓷或用来称呼瓷的,如元、明、清三代叙述景德镇瓷业的著作——《陶记》、《陶说》、《天工开物》、《景德镇陶录》和《陶冶图编次》等,都以"陶"来称呼景德镇的真正的瓷器,而我们所研究的则是从现代的角度来探讨陶与瓷的区别及真正的瓷器所出现的年代。

在讨论陶器与瓷器区别这一问题时,我们还需认识到,对此目前尚无统一的标准。如有人认为"凡是坯体以高岭土原料制成的就是瓷器,坯体以粘土原料制成的就是陶器",并根据殷商时期一些釉陶是采用高岭土原料制成的,而将这些釉陶定为"瓷器"。实际上,我国传统的日用陶瓷的主要原料,应该说都是粘土,

收稿日期:2007-11-21
通讯联系人:叶宏明,男,浙江树人大学

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 1 瓷器和陶器鉴别表

Tab.1 Identification of porcelain and pottery

标 志	瓷 器	陶 器
胎的薄边透明度	半透明，颜色釉器物可不透明	不透明
胎的吸水率	2%以下，细瓷在 0.5%以下	2%以上
胎的孔隙度	较 低	较 高
胎的颜色	白色或浅灰白色，艺术釉器物可有色	白色或有色
胎的断面	坚硬、致密、有光	稍松，无光
胎的断面以舌尖试之	无吸着性	有吸着性
胎的结构	主要由玻璃相和结晶相组成，并含有残留石英颗粒，玻璃相含量多	主要是脱水粘土颗粒和石英颗粒，二者由少量玻璃相胶结在一起，玻璃相含量少
器物的成形，装饰手法	较为多样化	古陶器较为简单
相同器物胎的厚度	较 薄	较 厚
相同体积的器物重量	较 重	较 轻
相同器物胎的机械程度	较 大	较 小
釉 面	有釉，釉面光润	有釉或无釉，釉面光润度较差
釉的颜色	釉色纯正，古瓷多以青为主	釉色不够纯正，青中带黄或灰黄微绿
釉层厚度	在 0.1 毫米以上	古釉陶一般在 0.1 毫米以下，但也有在 0.1 毫米以上者
胎釉结合	良 好	古釉陶和原始瓷有剥釉，结合不良
釉面均匀度	均匀光洁	釉面不够均匀，缺乏光洁
采用釉类	石灰釉或长石釉	石灰釉或较难熔的非铅釉或铅釉
烧成温度	较高，可高于 1300℃	较低，一般不高于 1250℃
声 音	音 清	音 浊

高岭土仅仅是粘土矿物中的一个大类品种。高岭土可以用来制陶，也可以用来制瓷。因此以是否采用高岭土作为标准来判别陶或瓷，显然是非常片面的。又比如，还有人以胎骨中是否含有莫来石晶体作为区别陶和瓷的标志，认为“陶器的胎骨中没有莫来石，瓷器的胎骨中有莫来石”，并根据殷商釉陶的胎骨内含有莫来石晶体，而将殷商时期的釉陶定为“瓷器”。这种区分显然也是不妥当的。因为在电子显微镜下观察，我国温州精陶和宜兴精陶以及宜兴紫砂陶器的胎骨中均可清楚地见到许多发育良好的莫来石晶体，只是莫来石晶体的含量较现代龙泉青瓷和景德镇细瓷少一些。同时由研究得知，当高岭土和一些粘土的烧成温度达到 1000-1100℃范围内时，莫来石晶体便生成得很快，而一般陶器或瓷器的烧成温度均在 1100℃以上，所以坯体内是否含有莫来石不能成为区别陶器或瓷器的标志。

到底什么是区别陶器和瓷器的标准？我们认为要全面衡量，综合分析。根据我们多年实践的体会以及对陶和瓷的认识，归纳起来，大体可按表 1 所列加以鉴别。

根据表 1 所列，陶与瓷的区别主要有四点：一是烧成温度，二是吸水率，三是表面施釉，四是釉与胎的结合。

（三）

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

我国陶瓷的发展，经历了泥质或夹砂陶器、白陶器、印纹陶、釉陶（或称原始青瓷）、瓷器这几个过程。

一般说瓷器形成应该具备的几个条件是：第一，在原料的选择加工上选用高岭土或瓷石，其主要表现是胎内三氧化二铝（Al_2O_3）含量的提高和三氧化三铁（Fe_2O_3）含量的降低，使胎质呈白色或灰白色。第二，经过 1250℃以上高温烧成，使胎质烧结致密，不吸水，击之发出清脆的金石声。第三，在器表施釉，并经过高温烧成使胎釉结合牢固，釉面均匀。三者之中，原料是瓷器形成的内因，烧成温度和施釉是瓷器形成的外因，但也是不可缺少的重要条件，因而三者必须紧密结合才能形成瓷器。

根据对出土文物的考证，我们可以得出这样的结论，从陶器向瓷器进化的过程中，中国瓷器史上最早出现的瓷器是青瓷，而且青瓷发展的历史也长，因此对青瓷起源的研究，实际上也是对瓷器起源的研究。为了探索瓷器起源之谜，我们首先需要从形成瓷器的基本条件、原料选用、施釉、烧成技术等方面了解和分析我国从陶器向青瓷演变过程中的工艺特点，并对之加以深入研究。

（1）原料的选用

原始社会，我们的先人采用田泥、地表等表面易熔粘土作原料来制造陶器。这种表面泥土的特点是含杂质多，含铁量高，烧结温度低。浙江余姚河姆渡文化距今约 7000 年左右，它出土的陶器是我国已发现的新石器时代最早的陶器之一，其刻纹陶和彩陶的岩相在偏光显微镜下观察，结合化学分析（见表 2）[1]，可知胎泥所用的原料是取自沉积的地表易熔粘土并渗入了较多的谷壳和稻杆或植物种子，这说明陶器是继原始农业出现以后发明的，二者有相互依赖的关系。仰韶文化时期的一部分彩陶采用的也是田泥等表面易熔粘土，所以它们的含铁量均高达 8-9%。到了龙山文化时期，我国古代劳动人民在就地取材的基础上，选用粘性适度、泥质较细的红土、黑土和河谷中的沉积土等粘土为原料，这比采用田泥、地表等表面粘土作原料更适合于制作陶器。粘土中铁的含量也由仰韶文化时期的 8-9%下降到 6%左右[2]，并根据器物的不同用途，淘洗掉泥土中的砂粒、石灰、草根等杂质或掺和适量的砂子，以增加制品的热稳定性，提高炊具的耐火性能。我们的先人在 4000 年前已开始使用瓷土或高岭土为制陶原料，制造出精美的白陶了[3]。

商、周时代，我国已进入奴隶社会，此时由于手工业的进一步分工和发展，制陶技术有了新的提高，表现在原料的选用、淘洗以及精炼都较龙山文化时期认真，因而出现了釉陶[4]，其中有一部分已具备了瓷器的某些特征。这部分釉陶胎的含铁量已由 6%左右降低到 3%左右，杂质含量也较少，因此粘土内氧化铝含量相应提高了，这就标志着我们祖先对陶瓷原料的认识已经从表面直观深入到内部的变化了。氧化铝含量的增加，使坯体中生成较多的莫来石针状晶体，从而提高釉陶的机械强度和在烧成中使制品不易变形。西安张家坡西周居住遗址的釉陶以及安徽屯溪西周墓葬出土的釉陶的显微结构中，已经有较多量、发育较大的莫来石晶体存在，这种釉陶，实际上就是原始青瓷了[5]。

春秋战国时，浙江在商、周时期制陶工艺发展的基础上已大量生产釉陶，其中有一部分制作精美，胎质较为坚实，胎呈灰白色，采用含铁量为 3%左右的瓷土为原料，又施上一层薄薄的青中泛黄的釉，只是烧成温度较低，胎质气孔率较大，泥料淘洗还不够精

1 李家治.河姆渡遗址陶器的研究.中国科学院上海硅酸盐研究所,1978,6

2 a.周仁等.我国黄河流域新石器时代和殷周时代制陶工艺的科学总结.考古学报,1964(1)
b.程朱海等.云南省西双版纳傣族和西盟瓦族原始制陶工艺考察报告.北京:科学出版社,1987

3 a.周仁等.中国历代名窑陶瓷工艺的初步科学总结.考古学报,1960(1)
b.李家治.我国古代陶器和瓷器工艺发展过程的研究.考古,1978(3)
c.景德镇陶瓷研究所.中国的瓷器.北京:中国财政经济出版社,1963

4 a.陈万里.中国青瓷史略.上海:上海人民出版社,1956
b.蒋忠义等.古陶瓷研究.中国古陶瓷研究会,1982
c.丁义忠等.陶瓷史话.上海:上海科学技术出版社,1982

5 a.叶宏明等.试论我国由陶器向青瓷演进的工艺特点.硅酸盐学通报,1982(4)
b.李家治.我国瓷器起源的研究.中国科学院上海硅酸盐研究所,1978

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 2 河姆渡文化陶器化学组成及分子式

Tab.2 Chemical composition and molecular formula of Hemudu pottery

序号	资料编号	时代品名和出土地点	化学组成										烧失	总量	分子式	备注
			SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	MnO	P_2O_5				
1	YMT1	第四文化层	60.88	17.18	1.44	0.68	1.44	1.00	2.18	1.40	0.06	0.30	13.42	99.98	$0.70R_xO_y \cdot Al_2O_3 \cdot 6.00SiO_2$	含碳重量为 5.04，包括在烧失量内
		夹炭黑陶	70.32	19.85	1.66	0.79	1.66	1.16	2.52	1.62	0.07	0.34				
2	YMT2	第四文化层	64.63	17.97	1.42	0.82	1.19	0.86	2.27	1.17	0.04	0.19	9.08	99.64	$0.61R_xO_y \cdot Al_2O_3 \cdot 6.09SiO_2$	含碳重量为 4.42，包括在烧失量内
		夹炭黑陶	71.36	19.84	1.57	0.91	1.32	0.95	2.51	1.29	0.04	0.21				
3	YMT3	第四文化层	67.44	15.40	1.63	0.77	0.88	0.66	3.39	1.31	0.04	0.41	8.74	100.67	$0.75R_xO_y \cdot Al_2O_3 \cdot 7.05SiO_2$	含碳重量为 2.97，包括在烧失量内
		夹砂黑陶														
4	YMT4	第三文化层	57.72	17.31	4.13	0.89	2.01	0.79	1.96	0.76	0.14	2.13	12.58	100.42	$0.84R_xO_y \cdot Al_2O_3 \cdot 6.42SiO_2$	含碳重量为 3.10，包括在烧失量内
		夹炭黑陶														
5	YMT5	第三文化层	63.01	16.58	3.97	0.75	1.54	0.89	2.41	1.05	0.11	2.33	7.50	100.14	$0.90R_xO_y \cdot Al_2O_3 \cdot 5.67SiO_2$	含碳重量为 1.19，包括在烧失量内
		夹砂灰陶														
6	YMT6	第二文化层	55.77	19.05	5.93	0.98	1.29	1.77	2.77	0.98	0.07	4.79	6.53	99.93	$1.10R_xO_y \cdot Al_2O_3 \cdot 4.97SiO_2$	含碳重量为 0.52，包括在烧失量内
		泥质红陶														
7	YMT7	第二文化层	61.23	16.22	3.62	0.86	1.68	1.53	2.78	1.33	0.09	3.43	7.27	100.04	$1.15R_xO_y \cdot Al_2O_3 \cdot 6.42SiO_2$	含碳重量为 1.46，包括在烧失量内
		泥质灰红陶														
8	YMT8	第一文化层	55.46	20.33	10.00	1.28	0.63	1.77	2.40	0.67	0.07	3.59	3.75	99.95	$1.01R_xO_y \cdot Al_2O_3 \cdot 4.63SiO_2$	含碳重量为 0.29，包括在烧失量内
		泥质灰陶														
9	YMT9	第一文化层	65.20	14.78	5.04	0.67	0.87	0.68	2.53	1.05	0.04	3.24	6.49	100.59	$1.00R_xO_y \cdot Al_2O_3 \cdot 7.49SiO_2$	含碳重量为 0.21，包括在烧失量内
		夹砂红陶														

注：以上化学组成引自注释[1]

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

细，这种釉陶就是原始青瓷，烧造的窑址在浙江的萧山进化区和绍兴富盛区都有发现，两地的窑址也较密集，这表明早在 2600 多年前，浙江已有相当集中的大规模生产釉陶或原始青瓷的窑场。到了东汉，浙江上虞上浦镇石浦地区的小仙坛窑场选用含铁量 2.5%以下的原生高岭土或瓷石为原料[6]，用水碓粉碎，提高了颗粒细度，经过淘洗、精炼，去掉了砂子、粗粒、可溶性杂质，提高了原料的纯度，增加了可塑性，坯料中的氧化铝含量也相应地提高了[7]（如浙江源底瓷土原矿三氧化二铝含量为 15.57%，淘洗后精泥提高到 18.17%；浙江毛家山瓷土原矿三氧化二铝含量为 19.20%，精泥提高到 22.79%）[8]，为制品在较高温度下烧成创造了条件，解决了由原始青瓷向成熟青瓷发展的内在因素问题[9]。

对浙江瓷土的分析表明，浙江的瓷土多为原生高岭土或瓷石，含铝量在 14- 24%，含铁量在 0.5- 3%，含硅量在 65- 80%。上虞、余姚、绍兴、萧山、东阳、兰溪、龙泉和温州地区都盛产瓷石[10]。如温州的马鞍岭瓷土和小京瓷土，均含有较多量的石英，其主要粘土矿物成分均属不同水化程度的多水高岭土，并含有少量白云母和绢云母；龙泉的毛家山、石层、源底和东山恩等的瓷土，也是属于瓷石瓷，它们主要含有大量石英和一定量的高岭石以及绢云母矿物；坞头、岭根和大窑等的瓷土，主要是含石英和高岭石以及云母的原生粘土，属于未完全风化的高硅质原生硬质高岭土。而龙泉的紫金土系由石英、长石、含铁云母以及其他含铁杂质组成，所以含铁量都很高，可作为胎、釉的着色原料。用瓷石原料制成的瓷坯中所含的主要矿物组成是石英、绢云母和高岭石等，因此，浙江青瓷可以说是石英—高岭—云母质瓷器。瓷石是云母和石英等的集合体，相当于高岭土、长石和石英三者的混合矿物，它含有机物质较少，粘性和吸附性较小，并多杂有水云母系矿物。这类矿物的含铁量比我国北方的次生高岭土和耐火粘土高，故适宜于用还原焰烧成。因为在还原气氛影响下，高价铁还原为低价铁，低价铁比高价铁助熔作用强烈得多，它能降低瓷坯的烧成温度，有助于瓷坯在较低的烧成温度下烧结。由此可见，由于白云母、绢云母在还原气氛影响下，浙江青瓷虽然烧成温度较低，但其化学物理性能均较我国北方的同期青瓷为优[11]，道理也在于此。

现代精细白瓷的原料要求含铁量在 0.4%以下，含铝量在 20%以上，含硅量在 70%以下，而浙江瓷石，由于含铝量低，含铁量和含硅量高，要想制造出精美的白瓷产品，是很困难的。精泥的铁含量和钾、钠含量较高，主要是由于瓷土中含有云母矿物成分的缘故。所以采用这类瓷石作为制瓷原料，在还原焰中烧成时釉呈青绿色，在氧化焰中烧成时釉呈黄色。这就说明了我国最早烧制成功的瓷器，为什么是以青瓷形态出现的。

由于东汉、三国、两晋及南朝时采用一类或二类瓷土为原料，配制的瓷胎内，氧化铝、氧化硅及有机物质含量的多少对青瓷制品的成形和干燥性能以及制品的成瓷性能会产生直接的影响，如氧化铝含量低时，就易发生变形现象；含有机物质少时，粘性和吸附性就较差，成形和上釉就较困难。另一方面，瓷土中的氧化铁含量决定着青瓷制品胎和釉的着色，也决定青瓷质量的优劣，如瓷胎氧化铁含量超过 3%时，工艺上若不采取相应措施，想获得翠青色调，是很难实现

6 叶宏明.浙江历代陶瓷名窑工艺的研究,瓷器 1981(2)

7 叶宏明等.浙江古代青瓷工艺发展的研究.硅酸盐学报,1980(3)

8 李国桢等.龙泉青瓷釉的研究.硅酸盐学报,1964(1)

9 a.同注 5a

b. 同注 7

c. 叶宏明等.关于我国瓷器起源的看法.文物,1978(10)

10 a.同注 8

b.周仁等.龙泉青瓷原料的研究,北京:文物出版社,1989

c.郭演仪.中国南北方青瓷.上海:上海科学技术出版社,1985

d.郭演仪.中国制瓷原料.上海:上海科学技术出版社,1985

11 a. 同注 7

b. 同注 9c

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

的。浙江几个名窑的制品，除了造型和装饰风格有区别外，胎和釉的呈色也有区别[12]。这是由于所用瓷土原料不同，如东汉越窑胎内的含铁量仅在 1.5- 1.9%，釉呈较纯的青色。晋代的越窑，一部分产品胎内含铁量在 2.5- 3%，釉的呈色，多青中带灰。晋代瓯窑，因瓷胎含铁量较越窑和婺州窑少，在 2%左右，所以胎的呈色较白，釉多呈淡青色[13]。福建建瓯木墩出土的梁天监五年的十多件青瓷器，由于瓷胎含 3%左右的氧化铁，当青釉完全玻化后，釉的色调都不够美观。福建省博物馆收藏的南朝晚期婺州窑的双耳盘口壶，因胎内含铁量超过 4%，胎呈猪肝色，釉的色调灰青带黄。婺州窑和德清窑因所用的原料含铁量多在 4%以上，以至胎骨多呈猪肝色，对青釉呈现翠青的色调影响极大。为了制造出较为优美的青釉器，我国古代陶瓷工匠，根据当地原料，通过不断实践，在晋代婺州窑开始创用化妆土来美化制品，即采用氧化铁含量较高的粘土成形为坯体后，先在坯体上挂以化妆土而后再挂釉。化妆土的原料采用精选后的氧化铁含量低的白色瓷土，经过认真淘洗而成。婺州窑的这个方法，一直沿用到唐代。采用化妆土，有四个作用：（1）使比较粗糙的坯体表面显得较为光滑；（2）使坯体烧成后所呈现的猪肝色得到覆盖；（3）使青釉制品的釉面在观感上显得较为饱满；（4）使青釉制品的釉色显得较为美观。除了婺州窑采用化妆土外，重庆博物馆收藏的南朝双耳瓷壶和青瓷碗，虽胎内含铁量在 2%左右，原料淘洗较细致，也采用了化妆土。这说明四川省在南朝已采用化妆土制造瓷器。但采用化妆土，不仅增加化妆土淘洗和挂化妆土工序，且烧成温度较低时胎釉结合不好，易产生剥釉现象，所以，南朝后，浙江青瓷就很少采用了。德清窑由于原料含铁量较高，在制瓷工艺上也和上虞的一座汉代窑一样选择了另一途径，即在烧制青釉基础上，兼烧黑釉。从晋代起，选用含铁量低于 3%的原料来制造青瓷，而含铁量在 3%以上的原料则用来制造黑釉制品[14]。所以德清窑的特点是灰白色胎制品多为青瓷，猪肝色胎制品多为黑釉产品。这一经验，为我国后来在同一窑内烧制几种不同颜色的高温釉提供了可贵的资料。

到隋代，胎釉原料无多大变化。如湖北博物馆收藏的隋代 8 件青瓷器，胎内含铁量为 3%左右，釉呈较暗的青灰色。唐越窑和五代的秘色窑，胎、釉原料淘洗、练泥较好，气孔率较少；胎骨薄而致密，瓷音较前更为清脆。由于胎内含铁量在 2.5- 3%，胎呈灰白色，釉呈灰青色，青的色调较隋代多，俗称艾色。

南宋龙泉弟窑胎的含铁量较唐、五代越窑少，为 2- 2.5%，如菊花瓣碗，胎内含铁量为 2.02%。器胎均呈淡灰白色，釉的呈色，前为粉青，后为梅子青[15]。南宋官窑和龙泉哥窑，胎用紫金土配成，含铁量为 3.5- 7%，含铝量为 22- 29%，胎呈猪肝色或黑色，釉呈灰青色[16]，因胎釉膨胀系数不同，釉面呈现开片。南宋龙泉窑胎的化学成学与东汉越窑相比也发生明显变化，东汉上虞越窑氧化硅为 77.42%，氧化铝为 16.28%，氧化钾为 2.67%；南宋龙泉弟窑氧化硅为 69.76- 73.95%，氧化铝为 18.36- 21.54%，氧化钾为 3.16- 4.54%。由于氧化铝含量的增加，龙泉青瓷胎的莫来石晶体与机械强度均比越窑青瓷提高。同时龙泉窑对胎和釉的原料的严格粉碎，精细淘洗，胎内石英颗粒和莫来石晶体分布比较均匀，石英颗粒大部分在 20 微米以下，所以龙泉青瓷胎质比汉越窑青瓷大为提高。到了元、明，龙泉青瓷的胎和釉的原料淘洗也很精细，胎内氧化铝含量为 20- 21%，三氧化二铁含量为 1.6- 1.8%，比南宋时减少；而氧化钾为 5.5- 6.5%，比南宋时增加，所以，胎色灰白，胎质也比南宋时细腻致密[17]。

（2）成型工艺的发展

12 a.叶宏明.浙江古代黑釉瓷器.中国陶瓷 1982(1)

b.叶宏明.越国故地话越窑.湖南陶瓷,1979(3)(4)

13 a. 同注 6

b. 同注 5a

c.朱伯谦等.三国、两晋、南北朝陶瓷的新兴面貌.中国陶瓷史,1989

14 叶宏明.浙江古代黑釉瓷器.中国陶瓷 1982(1)

15 同注 8

16 叶宏明等.南宋官窑青瓷的研究.硅酸盐学报,1982(4)

17 同注 6

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

原始社会，我国古人是在平地上将粘土搓成泥条，圈叠或盘叠成形状简单的陶器粗坯，然后修饰整形的[18]。小件器物则直接捏塑而成。直到仰韶文化前期，才开始将粘土放在木板上搓成泥条，然后不断转动木板，用盘塑法成形。一个较大的陶罐，大体用八层泥条盘塑，它是陶轮的雏形[19]。这种成形方法，在我国云南勐海县曼贺地区还可以见到。整个成形过程采用光拍、斜纹拍和直纹拍三种木拍。以制陶罐为例，先在木板上用光拍拍打泥片成陶罐底部，再用泥条盘塑成粗坯，经过阴干，拍打整形；然后用带有花纹的拍板拍印出篮纹、方格纹或水浪纹。由于这种成形方法仍不方便，于是在木板下面加上一个倒截的圆锥，成为木墩，使它在成形时能直接在地面上转动，这是陶轮的前身。后来在木墩中心开个洞，在地面上再安插一根木头支杆，将木墩装置在支杆上转动，这样即成陶轮了[20]。这种慢轮，成形一只陶罐粗坯，一般要 30 分钟左右，整形加工和拍打花纹图案，一只也要用 15 分钟左右，所以成形工效还是很低的。良渚文化、龙山文化时期，开始采用快轮拉坯成形。上虞横塘公社潮头大队王家村古窑出土的战国几何印纹硬陶，就是用泥条盘塑成形，用花纹拍拍印出方格纹、米筛纹的。

到汉代，这种成形方法继续沿用。在上虞汉代窑址遗物中，印纹陶罂、双系泡菜罐、盘口壶、五管瓶等较大的器物，大多数用泥条盘塑成形，经整形后，外面拍印波浪纹、斜方格网纹等纹饰，有的在肩部划双线弦纹，耳面饰杉叶纹。碗、盏等小件器物系用快轮拉坯成形和修坯。

三国、两晋、南朝时期，成型工艺发生了显著变化，快轮拉坯成型已广泛应用，拍坯成形大为减少。成型方法的改进，使器形复杂了，装饰内容丰富了，品种增加了，在拉坯成形的坯体上能堆贴、压印各种人物、动物或者刻划各种花纹图案。当时，在采用拉坯成形的同时还采用模印成形以提高工效和统一规格。如上虞县皂湖公社宋家山晋代青瓷窑址所出土的狮形水注陶模和鸡首陶模，就是采用陶土素烧而成的。鸡首陶模的发现，证明鸡首是将胎泥压印成形后，再安装在壶上的。所以鸡首壶的鸡首是实心的，仅起装饰的作用。1973 年浙江省衢县上圩公社街路村出土的晋元康八年（公园 298 年）的长方形九格鬲是用拍片成形的[21]。绍兴出土的东吴永安三年（公元 260 年）高达 47 厘米的青瓷谷仓，主体是用快轮拉坯成形的，谷仓上堆贴的乐伎人物、鱼龙水龟、守卫门犬、飞禽走兽和佛像亭阙，一部分是采用手工捏塑成形的，一部分是采用陶模压印成形的，也有拍坯成形的，而且各种小件还需要经过刻划修饰后再安装在坯体上，工艺十分复杂，集中地反映了当时的成形技术水平。除成形工艺较为繁复的鸡首壶、谷仓、灯、鬲、蛙形水注、香熏和兽圈之外，还有品种较为特殊的具有双领的泡菜罐、盖钮呈铁锚状的盖罐、盘口斜肩的直腹罐。江苏宜兴周墓墩出土的造型新颖的西晋青瓷神兽尊（现藏南京博物馆）和南京林口梁代大墓出土的造型宏伟、装饰复杂、高达 85 厘米的南朝青瓷莲花尊（现藏南京博物馆）等等，都充分反映出瓷器成形的各种技巧方法和匠师们的创作成果。南京赵士冈出土的上刻“赤乌十四年（公元 251 年）会稽上虞师袁宜作”铭文的青瓷虎子和江苏金坛县白塔公社出土的“紫（此）是会稽上虞范休可作甲者也”铭文的青瓷扁壶，是十分难得的具有当时制瓷名匠袁宜和范休可姓名的珍贵作品。

唐代，由于拉坯成型技术的不断提高，并已采用匣钵装烧技术，所以日用青瓷规格基本一致，胎骨显著减薄，品种增加，器形更为规则端正，坯体均匀光洁。五代吴越钱氏，在余姚上林湖（现属慈溪市）建立“御窑厂”，烧造秘色瓷，在造形技巧上又有所发展。如五代越窑青瓷鸽盒，有在盖上浮雕的狮与凤、镂空的花与草，以及画着人物的一个局部，展示了我国瓷器最早的雕刻、镂空和开光等技法。

南宋龙泉青瓷，在造形上又有新的成就。器物的形态表现极为讲究，器形简练，结构严谨，线条流畅，曲直有致。如双鱼耳瓶和双鱼洗的双鱼均用精细陶模压印成形。龙虎瓶的瓶身为拉坯成形，龙虎是雕塑成形后粘接在瓶身上的。鬲炉的三足采用手捏成型，在器身边缘及足部的转折处，凸有棱角线，使釉呈色较淡，成为一条白线，产生“出筋”现象。由于成形技巧熟练，器形多优雅庄重，规格一致。特别是器物的口缘部分，坯体较薄，给人以端巧工整、秀丽挺拔的感觉。器物的底部不施釉的部分呈血红色，形成“朱砂足”，与

18、19、20 同注 2b

21 同注 13c

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

青釉相衬托，使器物更为美观。

元明龙泉青瓷，在成形上又有进展。最突出的是高 1 米以上的青瓷大花瓶和直径为 60 厘米以上的青瓷大盘等的大型器物制造成功。大花瓶系用分段拉坯成形，各段坯体厚度比例掌握极为恰当。瓶身下部较厚，中部次之，上部较薄，各段粘接工整，修坯极为认真，使瓶体表面光滑；青瓷大盘采用拍坯成型，大盘的各部厚度也颇合理。靠近口缘部分较薄，接近盘底部分较厚，以承载荷重，减少变形，盘底较薄。此外还在盘心堆雕大枝的花果，使青瓷的造型别开生面。

（3）釉的创制和施釉方法的改进

原始社会的陶器无釉，表面粗糙，易吸水，又易污染，给人们在使用中带来了许多麻烦。到山东的龙山文化和浙江的良渚文化时期，古人使用各种工具对陶器进行修刮、磨光，仍不能解决防水去污问题[22]。陶工们经过长期辛勤实践，终于在商代创制成功石灰釉[23]。从无釉到有釉，这是我国陶瓷史上一个重大的成就，也为从陶向瓷演进创造了一个非常重要的条件。由于标本收集不易，以及釉层较薄，上海硅酸盐研究所仅分析了少数几种商周及汉晋时期的青釉[24]，氧化钙含量都介于 16-20%之间。而战国山西侯马的 2 个釉陶的釉内氧化钙含量分别为 15.71%和 20.59%。可以看出，釉料中大量的氧化钙是靠加入石灰石而得到的。氧化钙在釉料中是助熔剂，使釉的熔融温度降低，能在较低的温度下玻化。这种釉一直沿用到宋代。

石灰釉具有光泽好，透明度高，硬度大等特点，适宜作青瓷的釉料。坯体上刻划的花纹图案和浮雕的人物，可以通过釉的透明性清晰地映现出来。我国历代烧造青釉陶瓷器物的窑，如越窑、瓯窑、婺州窑、德清窑、汝窑、临汝窑、耀州窑、官窑和龙泉窑等，都以铁为主要着色剂，以氧化钙为主要助溶剂[25]。越窑釉内二氧化硅含量为 57-61%，三氧化二铝仅为 11-15%，而氧化钙含量高达 16-20%，二氧化钛仅为 0.52-1.14%。由于二氧化钛产生尖晶石反应时使釉呈黄色，在还原剂气氛中有时部分二氧化钛形成三氧化二钛，使釉泛有一定程度的紫色，它对青釉呈色极为有害，所以越窑釉色多黄中带绿或青中带黄[26]。采用含钛量较高的原料配釉，即使充分还原，也不能达到象宋龙泉青瓷那样青翠的色调。另一方面，由于釉内氧化钙含量过高，往往产生失透现象，使釉缺乏光泽。早期越窑，往往就有这种现象。

从东汉到北宋，青瓷一直沿用石灰釉[27]，氧化钙含量愈早愈高，釉的厚度愈早愈薄，早期釉层厚度仅 0.1 毫米左右。南宋时，随着制瓷技术的改进，釉中氧化钙含量不断减少，汉晋 16-20%，南宋时减少到 9-12%；氧化钾的含量，汉晋在 4%以下，南宋时提高到 5%左右。因此南宋龙泉窑除用瓷土和石灰石外，又加入草木灰配制青釉，而成为石灰--碱釉。石灰釉的主要特征是高温粘度比较小，流动性好，釉面光泽很强，石灰--碱釉的高温粘度则显著提高，在适当温度下烧成时，釉面光泽柔和，没有强烈的浮光感。南宋由石灰釉改用石灰—碱釉，而使青釉厚而不流，釉内气泡不致太大，从而获得晶莹丰满、翠青如玉的色釉。另一方面，南宋采用含铁量在 4%以上的紫金土原料，创制成功官窑和哥窑的碎纹艺术釉，在中外陶瓷史上是杰出的创举。

石灰釉采用还原焰烧成，釉中氧化铁含量占到 0.8%左右时，就能呈现影青色（此时部分氧化铁被还原为氧化亚铁）。随着铁量的增多，釉的呈色也加深，釉内铁含量为 1-3%时，釉呈青绿色；假使铁再增多，达到 4-5%时，釉呈暗灰青、茶叶末或者墨绿色；到 8%左右时，釉呈赤褐色乃至暗褐色；当釉的厚度达到 1 毫米以上或釉内铁含量增至 10%左右时，看起来釉就变成黑色了。

在石灰釉内，除了铁作着色剂外，钛和锰也是很强的着色剂。钛可使釉呈黄色或紫色，锰可使釉呈棕色和紫色。当铁、钛和锰三种氧化物一起在釉内，含量低时，釉呈青中带黄和灰黄微绿；含量高时，又变成暗褐色或黑色。上虞越窑远在汉代就开始利用石灰石和紫金土等原料配釉，烧成酱色釉。到晋代，德清窑利用

22 同注 2a

23 同注 5a

24 同注 3b

25 同注 10c

26 同注 6

27 同注 6

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

含铁量很高的紫金土甚至掺和含锰粘土来配制黑釉，这在制瓷工艺上是一个巨大的进步。

古人在发明石灰釉的同时，也学会了在陶器上刷釉的方法。釉陶的出现，为陶向瓷演进创造了必要的条件。由于初期釉料配制工艺尚未成熟和采用刷釉法上釉，施釉方法简单，所以釉层极薄，釉面不匀，并有裂纹和失透现象，釉的玻化不良，釉色不纯，胎釉结合不好。商周到春秋战国，施釉技术已有所提高，在萧山县进化区和绍兴县富盛区出土的战国釉陶及原始青釉，釉层虽薄，只有 10-50 微米，釉色浅红黄，但胎釉结合比前稍好了。

到了汉代，开始采用浸釉法施釉，但仍以刷釉法上釉为主。浸釉法上釉操作技巧和难度比刷釉法高，制品的釉面较为均匀，釉层也较厚。由于釉料配制和施釉技术的不断提高，施釉方法的改进，釉色质量大为提高。如上虞出土的东汉青瓷四系罐，全体施釉，釉呈较纯的淡青色，釉面色调和釉层均匀一致而无裂纹，釉层厚度在 0.2 毫米以上，玻化良好，胎釉结合牢固[28]。1972 年在湖北当阳出土了 1 件四系罐、1 件钵、2 件四系坛，其中四系罐釉呈淡青色略泛黄，色调上下基本一致，釉层厚度在 0.1 毫米以上；2 件四系坛，釉呈虾青色，釉层厚度在 0.5 毫米左右，光泽中等；钵的釉面略有不匀，青中稍带黄色。这些器物烧结情况良好，已经是成熟的青瓷了。

三国、两晋时期，已较为普遍地采用浸釉法上釉，故釉层厚而均匀，呈色亦较稳定，西晋青瓷的釉层厚度一般已在 0.1 毫米以上，但莲花尊由于是刷釉法上釉，釉层较薄。1958 年在南京电力学校发掘的甘露元年（公元 265 年）东吴墓出土的一对青瓷羊，采用浸釉法上釉，釉层厚，釉面均匀。青瓷谷仓的釉色呈现较深的绿色，釉层也厚，离开了原始青瓷釉薄和釉色淡绿带黄的阶段；南朝有一部分制品，胎泥采用含铝量较高和含铁量较低的白瓷土作原料，并用氧化焰烧成，这样胎质所需的烧结温度提高了，但由于当时没有相应的调整釉的化学组成，结果制品烧成后，釉已完全玻化，胎尚未烧结，造成胎、釉结合极为不良，釉面光泽很强，产生龟裂和严重剥釉现象[30]。

隋唐之世，我国的瓷器手工业有了显著的发展，北方的邢窑白瓷和耀州窑青瓷都有了长足的进步；浙江青瓷生产更有了迅速的发展，尤其是越窑青瓷有了显著的发展和提高。由于施釉技术的不断提高，唐、五代的越窑青瓷，釉层厚度已达到 0.2-0.5 毫米，釉面也比晋越窑均匀滋润，青的色调增多，釉色也较稳定，所以有“千峰翠色”之誉，唐代陆羽在《茶经》中，把越窑青瓷评为全国第一。越窑的产品畅销中外，对国内外瓷业的发展影响深远。

南宋龙泉窑在施釉工艺上有新的发展，技术也有新的提高。该窑采用在器物里面荡釉和外面浸釉的方法上釉，通过素烧和几次上釉来提高釉层厚度，所以，南宋龙泉青瓷的釉层厚度，普遍达到 1 毫米。在偏光显微镜下观察，胎和釉之间，可十分清楚地看到有一层约为 0.1 毫米的中间层，在中间层处有石英晶体和放射状的微细晶体，它们是在高温时由坯和釉相互扩散和熔融而产生的。这层中间层可使坯釉之间的少许热膨胀系数差异得到补偿而结合牢固，消除裂釉和剥釉现象。同时在偏光显微镜下观察，釉内含有 5-10% 肉眼不易看到的小而均匀的气泡，大小在 0.01-0.05 毫米之间，并有 5%左右均匀分布的石英晶体。该窑还能较好地掌握釉料配比，一般能控制三氧化二铁在 1-2.5%，三氧化二铝在 14-16%，二氧化硅在 65-69%，氧化钙在 9-12%之间，将我国青釉的配制技术推向了新阶段。由于釉面均匀，釉层增厚，呈色也发生了显著的变化，不但釉层丰满，而且晶莹润澈，出现了“似冰”、“类玉”的粉青、梅子青等翠青色釉，为世所称颂，被誉为“青瓷之花”，驰名中外。

到了元、明，龙泉窑的大件产品增多，这些大件产品有的改为浇釉法上釉。中、小件产品仍沿用浸釉和荡釉法上釉。釉料组成仍然采用石灰-碱釉，釉层厚度减薄，为 0.5-0.8 毫米，釉的透明度和光泽度均比南宋时提高。釉色以豆青色为主，粉青和梅子青少了。总的来说，釉色不及南宋。

（4）窑炉的发展和烧成技术的提高

28 同注 9c

29 同注 5a

30 同注 7

31 同注 2b

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

在原始社会时期，最初烧陶是没有窑的，仅用柴草把陶器围盖起来，点火焙烧，烧成温度为 700℃左右。后来采用在草上抹泥的办法，每次烧陶器时于平地上建一个临时性窑，烧成温度为 800℃左右[31]。这种窑，由于在烧成过程中窑体开裂，大量空气进入窑内，所以烧成温度较低。到了仰韶文化时期，出现了竖穴式窑和横穴式窑，烧成温度为 950-1050℃。竖穴式窑的窑室在火膛之上，火膛是口小底大的袋状坑，窑室和火膛之间有数条火道。横穴式窑的窑室呈圆形或方形，窑底有箅，箅上开有火孔。火膛中来的火焰，经过火道和火孔到达窑室。

这种横穴式窑，到龙山文化时，窑室扩大，火膛加深，火口缩小，支火道和窑箅孔眼增多，这样，既加强了火力，又使窑室受热较为均匀。

到了殷代，就有直焰式的圆窑和方窑，烧成温度在 1200℃以下，能烧成硬陶和釉陶了。窑炉结构分为前后两部分，前是火膛，后是窑室，窑室平面呈圆形或方形，箅长、宽各约 1 米，上面约有九个火眼，火焰通过火道而进入窑室。西周晚期张家坡及洛阳王湾 2 座陶窑又前进了一步，窑床都成平台形，将火膛从窑床下面移到前面，使火焰直接进入窑床。这是为提高烧成温度所作的一次改进，但窑仍建在地下。战国中期以后，窑炉开始有了较大发展，1956 年发掘的洛阳陶窑，窑床面积从西周的 2 平方米左右增加到 8-10 平方米之间，用土坯砌成，窑已有用草拌泥制的窑顶。烟囱位置移到窑室后面，对减少窑内上下温差和提高窑内温度是有利的，因而烧成温度可超过 1200℃。春秋战国湖北江陵毛家山陶窑是目前发现的最早把窑建在地面上的馒头窑。

浙江萧山进化区，也有战国时代的窑，此窑的平面呈马蹄形，窑室为半圆形，前面设火门和火膛，窑室后面设置烟囱，窑体较大，壁高 1 米，上口横宽 4 米。

横穴式窑的结构，经过不断改进，除发展成马蹄形外，还向龙窑方向发展。经浙江省文物管理委员会等单位调查，浙江在商周时期已有龙窑和马蹄形窑。浙江上虞县和余姚县、永嘉县在东汉时已较为普遍地使用龙窑烧成。古代上虞县的陶瓷业十分发达，现今在上虞境内已发现的古窑址有 200 余处，其中汉代古窑址 40 余处，三国的窑址 34 处，西晋的窑址 63 处，东晋的窑址 29 处，南朝窑址 10 处，唐宋窑址 118 处，窑型基本上都是龙窑[32]。

由于龙窑需要一定的倾斜度，所以一般都建在山坡上。窑址选择在燃料和原料资源较为丰富、交通和水源都比较方便的地区。现将龙窑的优越性简述如下：(1) 利用山坡建造龙窑，形成一定的高度差，因而具有自然力，可以不设烟囱；而且不易受到地下水的影响；(2) 当时青瓷系采用明火叠烧，因生坯的机械强度低，不宜叠高，龙窑较矮，适合要求；(3) 龙窑的窑床面积较大，火焰流通比直焰窑均匀，所以产量较高，质量较好；(4) 龙窑具有一定的长度，可利用部分余热，热效率较高，单位燃料用少，产品成本低；(5) 龙窑结构简单，建筑材料要求不高，造价低，适合当时手工业窑场的发展；(6) 松柴的挥发成分多，灰分熔点高，着火温度低，燃烧速度快，火焰长，便于快速烧成。浙江还因原料中含铁量较高，应以还原焰烧成，并要求快速冷却，减轻铁的二次氧化。龙窑适应这种快速烧成和快速冷却的工艺要求。

由于龙窑具有这些优越性，所以在浙江得到迅速发展，炉窑结构也逐步完善和合理。现将浙江发掘的龙窑[33]，按时代先后，介绍如下。

在上虞建筑卫生陶瓷厂的厂址旁，发现商代龙窑 2 座，长度约 6 米左右。

在上虞县联江公社红光大队帐子山发掘东汉龙窑 2 座，晋代龙窑 1 座，在对面的鞍山发掘三国龙窑 1 座，保存较为完整。

东汉一号窑的前段，在唐宋时已被破坏。后段残长 3.9 米，其中窑床残长 2.98 米，上口宽为 2.16-2.21 米，底宽为 1.97-2.20 米。倾斜度前段为 28 度，后段为 21 度，前后段相交处有明显的折腰现象。窑壁残高 32-42 厘米，厚为 10-20 厘米。壁面有一层窑汗，前段较厚，乌黑发亮，丰厚处呈钧瓷的天蓝色。后段窑汗薄，近排烟孔边有几件碗、碟，胎质较松，呈淡红色，极易破碎，釉层为粉末状，易剥落，似无釉的素烧坯，看来后部温度低，有严重的生烧现象。窑内发现有一块长 22.5 厘米、宽 16.5 厘米、厚 19.8 厘米的拱顶砖。说明在东汉时，我国已用粘土砖砌窑。

32 同注 13c

33 同注 13c

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

烟道部分有排烟孔墙，厚 26 厘米，高 18-23 厘米，排烟孔宽狭不一，中间较狭约为 17-18.5 厘米，靠东边较宽为 24 厘米，西北角被破坏。

烟道下有长 66-70 厘米、高 28-37 厘米、宽与窑床相同的出灰坑。窑顶结构为弧顶拱卷，高 1.40 米左右。窑尾高度仅 40 厘米左右。

东汉二号窑在与一号窑并列，约距 0.7 米处。这 2 座窑的结构、建筑材料和破坏情况相同。二号窑的前段倾斜度为 31 度，后段为 14 度，折腰现象更为明显。窑壁残高 40-54 厘米。窑内产品也有生烧现象。

排烟孔并不规则，设在窑壁两边和中间，共三个。东边的一个用粘土堵住，留有一条宽 13 厘米、高 20 厘米的小孔道。表明当时以此来调节窑内抽力以控制窑内的烧成温度和火焰流速。

2 座窑的窑床底层保留着部分窑具和制品的残件：一号窑的窑具的斜底直筒式垫座和三足支钉垫饼，二号窑则均为高 33.5 厘米、上口径 20.5 厘米、底径为 22 厘米的斜底束腰喇叭形口的高大筒式垫座，用瓷土做成。两窑所遗制品有区别，一号窑以小件的碗、盏类为主，二号窑则有印纹瓷罍的碎片，两窑烧制的产品，似有分工。

据朱伯谦和朱瑞钱先生调查，三国龙窑，全长 13.23 米，宽 2.1-2.4 米，高 1.2-1.6 米。窑由燃烧室、窑床和烟囱三部分组成。燃烧室长 1 米左右，残壁有弧形，应呈半圆形，底比窑床低 42 厘米。窑头前的操作面用粘土铺成，厚 4 厘米，与燃烧室底齐平。燃烧室与窑床之间，有一堵粘土墙，厚 11 厘米，朝火膛面有一层极薄的窑汗。窑床为斜长甬道，长 10.29 米，前宽 2.4 米，后宽 2.1 米，倾斜度前段为 13 度，后段为 23 度。底铺沙厚 5-6 厘米。残存的两壁窑墙用粘土砖筑成，砖长 23 厘米，厚 15 厘米，宽 16.5 厘米左右，向窑内的一面有厚厚的一层窑汗。窑床与烟道间有堵挡火墙，墙顶平，两壁斜伸，高 10 厘米。离墙后 57-80 厘米处，有五个排烟孔，高于挡火墙以排出烟气，排烟孔间有长方形粘土柱，柱的前、上、左、右面都有窑汗，说明柱上无墙，也不连接窑顶。柱后有粘土堆，由数块湿土搭成，不规则，有的还留有手指印，表面有一层薄窑汗，看来是为调节窑内温度而临时堵塞的。

窑床内部遗留着大量窑具和残破的烧成品，其中段最密集，前段较少，后段更少。窑具分三足支钉式、束腰式和筒式三种。三足支钉式窑具用瓷土做成，制作甚好，它一般用于叠装碗、盏的小型器物。后二种系用陶土做成，制作粗糙，用过多次。束腰式窑具上端为平口，呈喇叭状，下端有倾斜度，插入沙层中与窑底倾斜度相近，置放平稳。筒式窑具上、下端均为平口且相通，口沿内折。

晋代龙窑的燃烧室和窑床前段全遭破坏，仅剩窑床后段和烟道部分。残长 3.27 米、宽 2.4 米，壁残高 15-22 厘米。窑床尾部有损坏和断裂，用废窑具修补。窑床倾斜度 10 度，残长 2.05 米，粘土底，呈砖红色，厚 11 厘米，上铺沙层 12 厘米左右。在窑内有大量从窑顶坍下来的破碎窑顶砖，一面有窑汗。烟道部分长 1.21 米，从两壁烧土层有内折的情况看，应有排烟孔，尾部紧接岩壁以作墙，下有出烟坑，呈长方形，底不甚平整。

窑内有大小不一、高低不同的各种齿口圆形窑具、束腰式窑具和少数筒式窑具，但已不见三足支钉式的窑具。齿口圆形窑具一般用耐火粘土做成。较大的齿口圆形窑具齿尖向下，放在沙层中作垫座；较小的作为小型器物叠装用，替代了三足支钉式的窑具。这里的束腰窑具下端没有倾斜度而为平口，其用途已不做底座而和筒式窑具相仿，放在齿形窑具上以装坯体，起到调节窑底部分火焰流通的作用。

窑内的齿口圆形窑具垫座纵横排列很规则。行距在 6 厘米、8 厘米、12 厘米之间，而中间两行为 15 厘米；现存的六排间距是 12.5 厘米、13 厘米、14 厘米、15 厘米、16 厘米，由密而疏，间距和行距的排列都交错而成。遗留的产品质量较好，无生烧现象。

1959 年在丽水吕步坑发掘的唐代龙窑全长 39.85 米，宽 1.7 米，残壁高 0.75 米，倾斜度 10-12 度，前段为 10 度，中后段为 12 度。

在龙泉大窑发掘的宋、明时期龙窑是：

北宋龙窑，全长 30 米，宽 1.85-2 米，首尾高差 8.95 米。火膛呈半圆形，最大直径 57 厘米，底比窑床低 25 厘米，周围窑壁全用长 18 厘米、宽 15-18 厘米、厚 5.5 厘米的斧形粘土砖砌成。窑的中后段逐渐向北弯曲。窑床为泥床，上辅沙粒。窑壁下部主要利用土坑岩壁，用砖和匣钵砌的很少，内壁涂粘土一层，烧结层较厚。其中东、南壁宋时已遇到严重破坏，西北上部也已坍损，残存最高点为 1 米，没有发现窑门，可能

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

开在南壁。

南宋龙窑，两头已被破坏，残长 46.5 米，宽 2.5- 2.58 米，窑身自中段以后逐渐向北弯曲，倾斜度以中后段为大，首尾高差 11.65 米。窑顶已倒塌，从窑壁高 74 厘米处开始起卷的形迹看，顶作圆拱形，内高约为 1.7 米，窑壁残高在 50 厘米左右，最高处达 1.40 米。拱顶用砖砌成，下部主要用匣钵，也有利用窑壁和砖砌成的。窑门有九个，宽 45- 63 厘米，大多数开在东南壁，西北壁只有接近烟囱处有一个窑门。窑底有三层，呈斜形，不分级，每层厚 7- 15 厘米，下面是红色粘土，上面铺石英等沙粒。窑壁的烧结层较薄。在上层窑底上，留有底层匣钵，这是了解各类瓷器的烧成位置和装窑方法的重要资料。窑的中段放置较大匣钵，前后段大小间置，每隔四排小匣钵放一排大匣钵。

明代开始采用阶级窑，它在龙窑中间用墙把窑床分成若干室，每间前面近隔墙处有燃烧室，间隔墙下有通气孔，使火焰成为半倒焰式。阶级窑比龙窑较易控制还原气氛。这座阶级窑破坏严重，仅存尾部两室和一个烟囱，残长 10.88 米。窑顶已塌，壁残高 0.57- 1.18 米，先铺平砖五层作基础，上砌匣钵。后室长 5.1 米，壁面烧结层较薄，东壁有二个窑门，宽 56 厘米和 60 厘米。前室残长 3.3 米，壁面烧结层甚厚，由此可知两室的烧成温度相差很大。前室和后室，后室和烟囱，各有两堵墙，两墙间距 13- 20 厘米，前壁下部有七个排烟孔，全用耐火砖砌成，其中窑边二个比较宽大，高 30- 48 厘米，宽 13- 30 厘米，深 20 厘米：其作用是加大火焰流量，避免窑底两边温度偏低，造成坯件生烧。墙的上部前俯，用口径 21 厘米的匣钵砌成，外涂粘土一层，表面平整，顶部是半圆形。后墙残高 0.67- 1.12 米，墙身较宽，全用残破的大匣钵叠砌而成，底部无排烟孔。后墙的前面也用粘土涂抹平整，后面则参差不齐。烟囱狭窄，呈长条形，南北直径 30 厘米，粘沙底，呈红色，后壁用匣钵砌成，残高 25- 58 厘米，壁外堆粘土。

根据以上情况分析，阶级窑外形与龙窑相似，前有火膛，后设烟囱，窑床每隔 5- 6 米筑两堵墙，辟为一室。前墙上面向前弧，与窑顶相连，形如火车厢；下部设排烟孔。后墙不到顶，火焰由排烟孔进入隔墙，通过后墙顶部到第二室。隔墙之间的壁面用粘土涂抹平整，以利火焰流通。同时在前墙后窑侧处设有投柴孔。每室开二个窑门，作为装窑、出窑用。

阶级窑比龙窑优越之处是，火焰虽都属于半倒焰，但比龙窑较易控制还原气氛，有利于烧大件瓷器和青釉制品。

为了进行对比，将现代龙窑的结构简述如下：

现代龙窑长 40- 100 米，宽 1.5- 2.5 米，窑高 1.6- 2 米，全窑有两三个窑门，窑顶两侧有投柴孔，投柴孔前后间距约为 1 米。现代龙窑的倾斜度较小，使烟气预热制品，不致过快流失。龙窑的窑头有预热室，为了满足烧窑时窑头需要最多的热量和使热量集中，窑头的横断面积最小，窑中间最大，窑尾又较小，用以保持适当的动压。

将历代龙窑的结构与现代龙窑相比，可以清楚地看出龙窑的发展情况：（1）窑的倾斜度逐渐合理。东汉两座龙窑的后段倾斜度各为 21 度和 14 度，均比现代龙窑大，所以，火焰流速快，热量损失多，前后温差大，燃料消耗也大。三国龙窑前、后段的倾斜度与现代龙窑比，正好相反。到西晋，龙窑后段的倾斜度才逐渐趋向合理；（2）窑的长度逐步增长。窑长在商代为 6 米左右，东汉为 10 米左右，三国为 13 米左右，唐代为 40 米左右，到南宋已发展为 45- 53 米；（3）窑的高度逐步增高。早期窑高为 1.2- 1.6 米。到了唐代，由明火叠烧改为采用匣钵装烧，解决了生坯在叠装时的负重问题，所以窑的高度有所发展，为 1.6- 2 米，与现代龙窑基本相同。

对于制瓷工艺来说，选好了制瓷原料，掌握了原料中的化学组成，特别是三氧化二铝和三氧化二铁的含量，并对原料进行精细的加工，这就解决了成瓷的内在因素。像商代白陶的三氧化二铁含量较低，三氧化二铝含量较高，这类原料是可以用来制造瓷坯的，但因当时的烧成温度在 1200℃以下，所以即使施上一层釉，也不能烧成瓷器，如现代的精陶就是这样。显然这里需要解决一个外因条件，就是烧成温度；制造青瓷还要恰当地掌握还原气氛，才能烧成较好的翠青

34 同注 9c

35 a.同注 9c

b. 同注 5b

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

色釉。到了东汉，上虞窑场已解决了原料的选用问题，龙窑的出现又为提高烧成温度创造了条件。所以部分原始青瓷的窑址中，发现有成熟青瓷。如上虞联江公社大湖岙大队的原始青瓷窑址中，有原始青瓷和青瓷堆积在一起的残片，说明原始瓷与青瓷是同窑合烧的。在大湖岙大队附近的上浦公社石浦大队小仙坛瓷窑遗址，我们选取了三个瓷片，进行吸水率测定[34]，它们的釉层厚度均在 0.2 毫米以上，釉呈淡青色，釉面无裂纹；胎系选用含铁量在 2%以下的瓷石为原料；烧成温度在 1250℃以上，瓷化良好，胎质较白，细腻致密，胎的薄片微透光，胎釉结合牢固；它们的吸水率分别为 0.5%、0.26%、0.16%。基本上已达到现代瓷器在这些方面的要求。

东汉以来，一些窑址除烧成温度已能达到 1300℃左右外[35]，对烧成气氛也能较好地控制。进入三国后，烧成技术更为熟练，上虞县帐子山的西晋青瓷片烧成温度已达 1280℃，上虞县鞍山的西晋青瓷片高达 1300℃，烧成气氛也控制得更好。

烧成气氛的控制，主要是控制体系内增加或减少入窑的空气量。入窑的空气和燃料充分燃烧而氧气还有多余时，多余的氧气将氧化亚铁氧化为三氧化二铁，这种火焰即为氧化焰；如果入窑的空气数量不够，不能和燃料充分燃烧而产生一氧化碳和碳化氢等气体，这些气体便会夺取三氧化二铁中的氧而发生还原作用生成氧化亚铁，这种火焰叫作还原焰。青瓷在烧成时所使用的火焰，其性质根据产品胎釉的还原比值（即二价铁含量对三阶铁含量的比值）不同而有异，还原比值越大，气氛的还原能力越强；反之，则气氛的还原能力越弱。当釉内还原比值低达 0.3 以下时，气氛性质逐步由还原而转向氧化，到 0.2 以下时即成强氧化性质。还原比值与釉色的关系见表 4。

以下所提到的强还原、弱还原或强氧化等概念，系对高温阶段中整个气氛的平均性质而言。实际上，在这个阶段中，即使控制得很好，气氛的性质由于窑内上下、前后的部位不同，仍会出现相当大的波动，有时还原性强些，有时弱些，如果控制不好，还会出现氧化气氛。

据中国科学院上海硅酸盐研究所分析[36]，殷代晚期安阳釉陶胎内氧化铁含量为 0.35%，三氧化二铁含量为 1.28%，它的还原比值为 0.27，是在氧化气氛中烧成的。东汉上虞越窑瓷胎内氧化铁含量为 1.26%，三氧化二铁含量为 0.30%，它的还原比值为 4.2，是在较强还原气氛中烧成的，还原比值大于殷代釉陶 15 倍，证明在烧制技术上，已能较为成功地控制烧成气氛。

青瓷在烧成过程中，主要分氧化、还原和冷却三个阶段。烧成技术主要控制还原和冷却阶段的气氛。根据我们恢复龙泉青瓷工作中的经验：当烧成温度在 950℃以下时为氧化焰；950-1050℃时转为弱还原焰，一氧化碳含量为 1-4%；1050-1150℃时为强还原焰，一氧化碳含量为 4-8%；1150-1260℃时又为弱还原焰，以保持釉内的氧化亚铁不被氧化成三氧化二铁。龙泉青瓷的烧成应该在 1260℃左右为宜。在烧成过程中，若在弱还原焰中烧成时，釉内有较大比例的三氧化二铁，釉呈“青中带黄”；若在强还原焰中烧成，釉内有较大比例的氧化亚铁，釉呈“梅子青”，若控制不当，易产生烟熏。如烧成温度过高了，就要造成流釉和形成较深的翠青色；若烧成温度较低，可能形成半光亮的淡青色。在冷却过程中，高温冷却的速度要快，慢则发生二次氧化而使釉呈现“青中带黄”，低温冷却的速度不宜太快，太快则易产生“惊风”现象。所以，掌握青瓷焙烧的火候，是非常重要的。青瓷烧制成功，标志着由陶向瓷的演进，是有划时代意义的伟大发明。

（四）

根据上述几个方面的研究可知，浙江在由陶向瓷演变和在陶瓷发展过程中占有十分重要的地位。如我国最早有关瓷器的文字记载，即是晋人潘岳在《笙赋》中说：“披黄苞以授甘，倾缥瓷以酌酃。”意思就是当时古人吃着剥开甜蜜的黄色瓯柑，用青翠似玉的瓯窑青瓷的酒具痛饮湖南酃绿名酒真可谓人生一大快事。又如晋人杜毓在《荈赋》中说：“器择陶拣，出自东瓯。”东瓯即今之浙江温州、永嘉等地。东瓯窑被誉为“东瓯缥瓷”，可见当时浙江青瓷具有相当影响。

36 同注 2a

37 同注 13c

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 3 浙江古代陶瓷窑址简表

Tab.3 Ancient kiln sites in Zhejiang

名 称	时 代	地 点
印纹硬陶、釉陶窑址	春秋战国	萧山市临江乡茅湾里，进化区裘家坞、孙家、义桥头、泗州、泗化、邵家塔、钟家坞等
印纹硬陶、釉陶窑址	春秋战国	绍兴市富盛乡塘城、西堡村、乌龟山等
半陶半瓷窑址	汉 代	永嘉县罗溪乡罗田，东岸乡观下村
半陶半瓷窑址	汉 代	上虞市上浦乡石浦龙井后山、大湖岙等地
越窑青瓷窑址	汉 代	上虞市上浦乡石浦小仙坛，联江乡帐子山、鞍山
越窑青瓷窑址	三国	上虞市联江乡帐子山、鞍山等，共发现 30 处余
越窑青瓷窑址	西晋	上虞市内发现 63 处，密布在曹娥江两岸
越窑青瓷窑址	西晋	绍兴市九岩乡、禹陵乡、王家娄乡、娄家湖乡、塘城乡等 10 余处
越窑青瓷窑址	东晋	上虞市内 20 多处，萧山市上董乡，鄞县小白市，余姚市鳌唇山乡
瓯窑青瓷窑址	晋代	温州市、永嘉县夏鼐山乡等地。
越窑青瓷窑址	南朝	奉化市白杜乡，吴兴县何家埠乡，以及绍兴市、鄞县、萧山市等地。
越窑青瓷窑址	南朝	上虞市百官镇龙山，上浦乡陶岙、石浦、庙里湾、大善村、小坞村、联江乡新窑，曹娥乡乡庵，横塘乡白马湖、王家埠；慈溪市皂湖乡潘窑社等
越窑青瓷窑址	南朝	余姚市横河乡石门坎，匡堰乡小古山，项匡乡除家岙等
越窑青瓷窑址	南朝	临海市五孔岙乡，章安乡南军港
德清窑窑址	晋代	德清县县城东、南门外，余杭市大陆果园
瓯窑青瓷窑址	唐～宋	温州市西山，永嘉县罗浮乡鼠灶、坦头、南岙、黄岙、观下村，瑞安市上寺前、下寺前等
婺州青瓷窑址	唐～宋	金华市大山乡，汤溪县古方乡等
越窑青瓷窑址	唐～宋	余姚市上林湖、上岙湖、白洋湖，匡堰乡观音山、自己山、碗片滩、低头岭、游源、东岙、云栖乡杨其岙、牟山乡牟山湖，双河乡胡口龙。以及象山县唐代象山窑等
越窑青瓷窑址	五代～宋	慈溪市明湖乡许埠头、鸣鹤乡杜湖，上虞市江乡窑寺前、联江乡凌湖等
越窑青瓷窑址	五代～宋	嵊县石羊村、长乐镇王村、新山乡，宁波市东钱湖郭家峙，奉化市白杜乡孙猴村
越窑青瓷窑址	五代～宋	诸暨市枫桥乡骆家桥，仙居县白塔乡下叶村，黄岩县沙埠乡祝家岭、金家岙乡、双板桥乡、于成庙乡、磁山乡等
瓯窑青瓷窑址	五代	乐清市大荆镇
瓯窑青瓷窑址	宋	泰顺县玉塔乡，青田县梅岙乡
青瓷窑址	宋	武义县溪里乡、王宅乡，江山市源口乡
郊坛下、修内司官窑	南宋	杭州市江干区乌龟山、凤凰山老虎洞窑址
龙泉窑窑址	五代～明	龙泉市大窑、高际头、杨岙头、金村乡、溪口乡、枫堂乡、竹口乡、新窑乡、八都乡、梧桐口乡、道泰乡、安福口乡、安福乡、安仁口乡、源口乡、云和县赤石乡、遂昌县湖山镇乡、梓坊乡等
龙泉窑窑址	宋～明	丽水县保定乡、高溪乡、郎奇乡、仙玄乡黄山、瓷窑
龙泉窑窑址	元～明	永嘉县永临区朱溪
温岭窑窑址	宋～清	温岭县横峰乡、石粘乡等

注：本资料由上虞县文化馆朱瑞钱先生提供

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 4 陶瓷还原比值与釉色关系表

Tab.4 Relationship between the value of ceramic reduction ratio and glaze **color**

时 代	Fe_2O_3%	FeO%	还原比值	气氛性质	釉 色
东汉越窑	0.30	1.25	4.20	较强还原	青绿
三国越窑	0.45	1.78	3.95	较强还原	豆青
晋代越窑	1.71	1.54	0.90	弱还原	灰黄微绿
五代龙泉窑	1.23	0.50	0.40	弱还原	黄绿
北宋龙泉窑	0.52	0.71	1.13	弱还原	绿中带黄
南宋龙泉窑	0.23	0.77	3.34	还原	粉青
南宋龙泉窑	0.07	0.83	11.90	强还原	梅子青
元代龙泉窑	0.23	1.13	4.10	较强还原	粉青带黄绿
明代龙泉窑	1.16	0.25	0.21	强氧化	深黄带灰

注: 东汉上虞越窑和三国上虞越窑还原比值数据, 由中国科学院硅酸盐研究所郭演仪研究员提供

据考证[37], 浙江远在 3500 多年前的商代中期已有青釉器的生产, 到春秋战国时期, 至少在浙江萧山的进化区、绍兴的富盛区已大批生产黄绿釉和青釉的碗、杯、盘、盂、鼎等青釉器。分析当时浙江和全国等地的青釉器, 尽管其中有一部分已具备了瓷器的某些特征, 但毕竟还不能达到瓷器的标准, 而只能算作原始青瓷。其理由是: 当时的青釉器, 经测定胎泥所用原料有两种: 一类含铁量在 3%以上, 多属陶土, 淘洗也较精细, 这类青釉器在提高烧成温度后, 可以成为瓷器。但高岭土耐火度高达 1730-1770℃, 烧结温度在 1400℃左右, 而当时受窑炉结构的局限, 不可能达到这样高的温度, 所以不能烧成瓷器。其青釉器吸水率一般均高于 2%, 且胎骨较松, 断面也较粗糙, 胎没有半透明感, 敲击起来音浊, 釉层厚度低于 0.1 毫米。同时当时不仅烧成温度低, 而且烧窑的操作技巧也不成熟, 还不能按照陶工主观愿望控制烧成气氛, 采用还原焰来烧制产品。如殷代安阳青釉器胎内氧化铁含量为 0.35%, 三氧化二铁含量为 1.28%, 它们还原比值为 0.27, 说明是在氧化气氛中烧成的。因此在前人经验的基础上如何提高烧成温度, 就成了当时由原始青瓷向成熟青瓷演变的决定因素。在这方面浙江具备了得天独厚的有利条件, 因为龙窑是在浙江首创的。用龙窑来烧制高温釉陶 (1200℃), 这是古陶瓷技术的一次飞跃。1984 年 5 月, 浙江省文物考古所在上虞县城南的樟塘乡严村, 发现了两座约 6 米长的商代龙窑, 这是我国古窑址中最早的龙窑。龙窑既可烧陶器又可烧瓷器, 特别适宜浙江地下水位较高这一特点, 同时又为以后烧窑技术发展及用还原焰快速烧成和快速冷却创造了条件, 因此春秋战国尤其是东汉时期, 龙窑在浙江各地得到了广泛应用。值得一提的是在战国时期, 浙江境内的越国注重经济发展, 绍兴地区原始青瓷的生产已相当发达, 这种青釉器, 后来统称为“越器”, 这就是后来发展为誉满中外的我国越窑青瓷--越瓷的始祖。

在考古工作者的配合下, 自上世纪 70 年代开始, 全国古陶瓷学术委员会副主任委员、主任委员叶宏明教授跑遍了全国除西藏以外几乎所有的著名古窑址或省级博物馆, 在调查中, 证明古窑址数量最多且密集度最高的, 首推浙江上虞。上虞位于浙江绍兴地区以东, 秦时为会稽郡辖县, 它北靠钱塘江的入海口杭州湾, 东邻余姚、慈溪, 南接奉化、嵊县, 西邻绍兴, 境内山岭起伏, 水网纵横, 八大水系, 条条相连。曹娥江贯穿南北, 上接嵊县剡溪, 下通杭州湾, 水路、陆路交通都很方便, 瓷土矿藏和燃料资源丰富, 且瓷石的含铁量在 2%左右,“水土宜陶”,“人皆冶陶”, 具备了发展瓷业生产的优越条件。近年来, 经朱伯谦、朱瑞钱先生等调查, 在上虞已陆续发现古窑址 278 处, 其中汉代古窑遗址有 40 余处, 主要分布于曹娥江两岸。如曹娥江下游小舜江附近的小浦镇石浦小仙坛一带, 就已发现 4 个东汉龙窑和 1 个南朝龙窑, 曹娥江东岸 1.5

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

公里的帐子山，也发现 2 个东汉龙窑，1 个三国龙窑和 1 个晋代龙窑。帐子山周围仅 0.5 公里即有东汉到北宋的窑址 10 余处，且普遍使用龙窑。小仙坛、帐子山等地的东汉龙窑，长度已在 10 米以上，有的达到 13 米以上，烧成温度可以达到 1300℃，也就是说制造真正瓷器的所有基本条件，浙江上虞在东汉时期都已经具备了。

为了进一步探讨我国瓷器的起源，我们在浙江省文物研究工作者朱伯谦、任世龙和朱瑞钱先生以及考古学者冯先铭、宋伯胤、李辉炳、蒋赞初和陈丽琼等先生协助下，对我国自商代以来有代表性的青釉陶瓷器标本，尤其是浙江境内古窑址标本—古陶瓷片共 1000 多片进行外貌观察、吸红试验，并选取一部分典型的标本进行吸水率测定。在此基础上，选取东汉、三国和西晋、唐、宋等时代的标本，送请中国科学院上海硅酸盐研究所、国家建材研究所、浙江大学进行理化性能等测定，详见表 5-10。

H1、H2 和 H3（浙江上虞小仙坛地区东汉青釉瓷片）等标本胎质均较坚硬细腻，有贝壳光泽，呈淡灰白色，不吸水，不吸红，断面均匀光滑没有气孔，釉呈青色，透明光亮，厚薄较均匀，釉层厚度在 0.1 毫米以上，有晶莹如玉的美感，胎釉结合良好，无剥落现象，无纹片；瓷器残片击之有铿锵声，瓷胎 0.5 毫米的薄片有微透性，符合现代瓷的外观标准。

从胎的化学组成分析可看出，H1、H2 和 H3 胎内所含氧化硅含量为 75-76%，氧化铝含量为 16-18%，氧化铁含量仅 1.5-1.8%，碱金属氧化物含量为 4.28%，可见胎内氧化铝和铁的氧化物含量较低，其所用原料系采用瓷石为主的烧结温度较低的瓷土。由于胎内含有 0.8-1.0%的氧化钛，在钛和铁共同着色的影响下，胎呈淡灰白色并降低了透明性。

釉的化学组成分析表明，其氧化钙含量达 18-20%，较德清西周釉陶的氧化钙含量约高一倍，显然是属于石灰釉的。由于石灰釉透明度高，硬度大，光泽好，有利于青釉呈现青的色调和增强抵抗釉面磨损的能力，所以采用松柴作燃料时，用石灰釉作为青瓷的釉料还是比较合适的。

东汉时，由于采用龙窑烧成青瓷制品，烧成温度高达 1260-1310±20℃，吸水率分别为 0.28%、0.16%和 0.22%[38]。此外，对东汉越窑瓷胎化验时，其氧化铁含量为 1.26%，三氧化二铁含量为 0.3%，它的还原比值为 4.2。说明是在较强的还原焰中烧成的，同时也说明用还原焰烧制青瓷的操作技巧在东汉已趋于成熟。另外，对 H1 的抗弯强度测定也可看出，其指标竟高达 710kg/cm²，甚至超过康熙厚胎五彩花觚（700kg/cm²）的抗弯强度[39]，这比德清西周灰釉陶抗弯强度（仅 200kg/cm²）要增强 3 倍多，这也可证明东汉上虞小仙坛地区烧造的青釉器，已达到了瓷器的要求。有人说中国瓷器起源于浙江北部，即德清的火烧山窑址和亭子桥窑址；此说尚需科学数据的测试和证实。

对 H1 和 H2 的岩相观察，可见残留石英颗粒较细，分布也均匀。石英周围有明显的熔蚀边，棱角均已圆钝，说明烧结温度较高，长石残骸中发育较好的莫来石到处可见，偶而亦见玻璃中的二次莫来石，玻璃态的物质也较多，还有少量闭口气孔。在瓷胎的显微结构中还可以观察到少量云母残骸。瓷釉的显微照相可见釉内已无残留石英，其他结晶亦不多见，釉泡大而少，这就是造成该种釉特别透明的原因。胎釉交界处可见多量的斜长石晶体自胎向釉生长而形成一个反应层，使得胎釉结合较好，无剥釉现象。结合扫描电子显微镜的形貌观察和物性测定，发现东汉晚期越窑青瓷的胎釉质量不比唐和五代时期差，从而可以肯定，东汉晚期浙江上虞县小仙坛一带所烧造的青瓷，已达到现代瓷的标准要求，中国瓷器的创制时代应为公元 1 世纪至公元 2 世纪的东汉，距今已有 1800 多年，它比西方烧造瓷器要早 15 个世纪，最先创造瓷器的地方是在浙江省的上虞市，从而使浙江成为我国青瓷的著名发源地。在湖北当阳出土东汉青瓷实物有 2 件东汉青瓷坛、1 件青瓷四系罐和 1 件青瓷钵，但它们均是随葬品，从其造型和装饰分析，均系浙江越窑器物。但上虞文化站收藏的 1 件东汉四系罐[40]，是在东汉古窑址中发现的，青润如玉，作为一件成熟的早期青瓷，其意义非常重大。

38 同注 9c

39 同注 5b

40 同注 9c

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 5 浙江各个时期釉陶、青瓷胎的化学组成

Tab.5 Chemical composition of the body for glazed pottery and celadon porcelain of different periods in Zhejiang

资料编号	时代品名和出土地点	化学组									总量	分子式
		SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	MnO		
Zn1	德清皇坟口西周青灰色釉陶	80.16	13.45	2.08	1.12	0.25	0.66	1.80	0.46	0.02	100.00	$0.55R_xO_y\cdot Al_2O_3\cdot 10.11SiO_2$
Zn2	萧山茅湾里东周青灰色釉陶	79.78	13.74	1.69	0.70	0.38	0.45	2.51	0.73	0.02	100.00	$0.57R_xO_y\cdot Al_2O_3\cdot 9.84SiO_2$
Zn3	绍兴富盛窑东周青灰色釉陶	77.04	15.37	2.14	1.19	0.41	0.62	2.33	0.77	0.02	99.99	$0.58R_xO_y\cdot Al_2O_3\cdot 8.49SiO_2$
H1	上虞小仙坛东汉越窑青釉瓷片	75.85	17.47	1.64	0.97	0.20	0.52	2.66	0.54	0.03	99.88	$0.44R_xO_y\cdot Al_2O_3\cdot 7.38SiO_2$
H2	上虞小仙坛东汉青釉盆腹瓷片	75.40	17.73	1.75	0.86	0.31	0.57	3.00	0.49	0.03	100.14	$0.44R_xO_y\cdot Al_2O_3\cdot 7.17SiO_2$
H3	上虞小仙坛东汉青釉罐口瓷片	77.42	16.28	1.56	0.82	0.38	0.53	2.67	0.58	0.04	100.28	$0.56R_xO_y\cdot Al_2O_3\cdot 8.08SiO_2$
H4	上虞东汉黑釉残片	76.00	15.71	2.35	0.83	0.36	0.52	3.14	0.92		99.83	$0.59R_xO_y\cdot Al_2O_3\cdot 8.16SiO_2$
H5	上虞东汉黑釉残片	75.51	15.76	2.62	1.11	0.37	0.66	3.23	1.05		100.31	$0.68R_xO_y\cdot Al_2O_3\cdot 8.11SiO_2$
H6	上虞东汉黑釉残片	75.81	16.25	2.61	0.81	0.38	0.69	3.17	1.02		100.76	$0.63R_xO_y\cdot Al_2O_3\cdot 7.89SiO_2$
W1	上虞三国青釉残片	75.83	16.60	2.23	0.84	0.33	0.54	2.90	0.60	0.02	99.89	$0.48R_xO_y\cdot Al_2O_3\cdot 7.77SiO_2$
J1	上虞龙泉塘西晋青釉瓷片	73.51	18.06	2.72	1.11	0.29	0.50	2.46	0.93	0.02	99.60	$0.50R_xO_y\cdot Al_2O_3\cdot 6.91SiO_2$
J2	上虞帐子山西晋青釉洗口残片	76.60	16.09	1.88	0.85	0.30	0.57	3.00	0.89	0.02	99.72	$0.50R_xO_y\cdot Al_2O_3\cdot 8.09SiO_2$
J3	绍兴东晋青釉四系罐	78.00	15.65	1.83	0.76	0.26	0.53	2.44	0.50	0.02	99.99	$0.48R_xO_y\cdot Al_2O_3\cdot 8.48SiO_2$
J4	晋越窑器碎片	77.84	14.16	2.88	1.41	0.40	0.50	1.84	1.01		100.04	$0.35ROR_2O\cdot R_2O_3\cdot 8.36RO_2$
J5	德清窑东晋黑釉残片	73.41	17.92	2.86	0.92	0.48	0.65	2.58	1.02		99.84	$0.56R_xO_y\cdot Al_2O_3\cdot 6.94SiO_2$
J6	余杭窑东晋黑釉残片	74.60	16.80	2.77	0.93	0.46	0.78	2.28	1.10		99.72	$0.59R_xO_y\cdot Al_2O_3\cdot 7.53SiO_2$
J7	金华东晋婺州窑青釉残片	73.85	17.13	3.02	1.02	0.65	0.63	2.39	1.22	0.03	99.94	$0.63R_xO_y\cdot Al_2O_3\cdot 7.32SiO_2$
NB1	上虞帐子山南朝青釉残片	76.90	16.20	2.00	0.77	0.22	0.56	2.89	0.50	0.01	100.05	$0.50R_xO_y\cdot Al_2O_3\cdot 8.05SiO_2$
NB2	瑞安桐溪南朝青瓷片	72.31	20.18	1.96	0.97	0.23	0.47	2.89	0.85	0.03	99.89	$0.43R_xO_y\cdot Al_2O_3\cdot 6.80SiO_2$
T2	象山窑唐代青瓷洗残片	78.01	14.23	1.82	0.80	0.44	0.53	2.75	0.81	0.04	99.43	$0.56R_xO_y\cdot Al_2O_3\cdot 9.32SiO_2$
T3	余杭窑唐代青瓷碗残片	75.83	17.17	1.84	1.00	0.29	0.55	2.67	0.87		100.24	$0.47R_xO_y\cdot Al_2O_3\cdot 7.50SiO_2$
T4	温州窑唐代青瓷碗残片	74.37	18.32	1.10	0.71	0.36	0.33	3.68	0.29	0.02	99.20	$0.34R_xO_y\cdot Al_2O_3\cdot 6.70SiO_2$
f1	鄞县窑五代青瓷碗残片	76.94	15.79	1.74	1.05	0.34	0.57	2.65	1.00	0.03	100.21	$0.38R_xO_y\cdot Al_2O_3\cdot 8.28SiO_2$
f2	临海窑五代青瓷碗残片	76.36	16.22	1.89	0.99	0.33	0.52	2.60	0.84	0.01	99.80	$0.50R_xO_y\cdot Al_2O_3\cdot 7.29SiO_2$
S1	宋越窑青瓷碗底	74.56	16.34	1.91	0.98	1.09	0.99	2.51	1.01		99.39	$0.51ROR_2O\cdot R_2O_3\cdot 7.24RO_2$
S2	宋越窑青瓷碗底	75.23	16.48	1.92	0.84	1.03	0.76	2.93	0.96	0.02	100.17	$0.48ROR_2O\cdot R_2O_3\cdot 7.18RO_2$
S3	南宋官窑器碎片	68.99	22.21	3.57	0.09	0.82	0.60	3.51	0.33	0.03	100.15	$0.20ROR_2O\cdot R_2O_3\cdot 4.78RO_2$
S4	南宋哥窑黑胎碗	60.96	28.51	4.82	0.46	0.63	0.78	3.67	0.43		100.26	$0.25ROR_2O\cdot R_2O_3\cdot 3.28RO_2$
S5	南宋弟窑洗残片	67.74	23.18	2.40	少量	少量	少量	5.56	1.36		100.24	$0.36ROR_2O\cdot R_2O_3\cdot 5.02RO_2$
110	1961 年生产的龙泉青瓷	69.20	21.06	2.34	0.23	1.01	0.65	4.75	0.27	0.12	100.09	$0.40ROR_2O\cdot R_2O_3\cdot 5.11RO_2$

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 6 浙江各个时期釉陶、青瓷釉的化学组成

Tab.6 Chemical composition of the glaze for glazed pottery and celadon porcelain of different periods in Zhejiang

资料编号	时代、品名和出土地点	化学组成										总量	分子式
		SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	MnO	P_2O_5		
Zn1	德清皇坟山西周釉陶		11.71	3.35	0.73	9.93	2.47	5.11	1.34	0.24			
H1	上虞小仙坛东汉越窑青瓷	59.66	13.70	1.84		18.70	1.55	1.85	0.49	0.45			
H2	上虞小仙坛东汉越窑青瓷	57.87	13.73	1.60	0.59	19.74	2.39	2.05	0.69	0.89	0.89	100.44	
H4	上虞东汉黑釉残片	56.45	14.15	4.92	1.22	16.58	2.20	3.67	0.91	0.26		100.00	$RO{\cdot}0.42R_2O_3{\cdot}2.35RO_2$
H5	上虞东汉黑釉残片	56.13	13.81	5.29	0.97	16.40	2.02	3.79	1.09	0.30		99.52	$RO{\cdot}0.43R_2O_3{\cdot}2.36RO_2$
W1	上虞帐子山三国青瓷片	58.95	12.75	2.03	0.73	19.56	1.89	2.17	0.81	0.17	0.82	99.88	
J1	上虞西晋青瓷片	59.55	13.12	2.61	1.06	16.09	1.84	2.08	0.97	0.18			
J2	上虞帐子山西晋青瓷片	60.94	13.84	2.04	0.49	16.91	2.23	1.86	0.86	0.31	0.85	100.33	
J3	绍兴东晋越窑瓷片	59.31		2.53		18.43	1.97	1.48	0.65	0.28			
J4	晋越窑器碎片	60.79	11.03	2.60	1.14	17.95	2.25	1.42	0.74	1.16		99.22	$RO{\cdot}0.29R_2O_3{\cdot}2.43RO_2$
J5	德清窑东晋黑釉片	52.10	11.25	8.13	0.93	22.99	1.63	1.80	0.72	0.19		99.44	$RO{\cdot}0.33R_2O_3{\cdot}1.83RO_2$
J6	余杭窑东晋黑釉片	56.59	14.19	6.74	0.96	17.80	1.26	1.56	0.82	0.26		100.00	$RO{\cdot}0.48R_2O_3{\cdot}2.50RO_2$
J7	金华东晋婺州窑青瓷	60.56		2.00		18.14	1.26	2.33	0.57	0.22			
NB1	上虞帐子山南朝青瓷片	57.37		2.40		19.69	2.07	2.05	0.64	0.34			
T2	象山窑唐代青瓷片	55.96	10.61	3.37	0.74	19.89	2.05	2.73	0.85	0.33	1.42	98.34	
T3	余姚窑唐代青瓷片	63.67	11.75	1.93	0.65	15.12	2.69	1.61	0.85	0.41	1.62	100.30	
T4	温州窑唐代青瓷片	61.29	13.15	1.54	0.53	16.62	1.64	2.58	0.43	0.24	0.96	99.34	
f1	鄞县窑五代青瓷片	60.93	12.09	2.16	0.70	16.51	3.02	1.38	0.83	0.37	1.57	99.56	
f2	临海窑五代青瓷	58.72	12.57	1.96	0.53	18.10	3.14	1.51	0.85	0.49	1.80	99.70	
S1	宋越窑青瓷	58.96	14.91	1.61	0.74	17.38	3.37	1.37	0.99	0.54		99.70	$RO{\cdot}0.36R_2O_3{\cdot}2.27RO_2$
S2	宋越窑青瓷	57.45	13.56	1.99	0.52	20.30	3.33	1.28	1.00			99.57	$RO{\cdot}0.30R_2O_3{\cdot}2.02RO_2$
S3	南宋官窑青瓷	62.75	16.02	1.14	0.42	14.61	1.02	3.01	2.03	0.40		99.66	$RO{\cdot}0.50R_2O_3{\cdot}3.19RO_2$
S4	南宋哥窑青瓷	65.27	16.89	0.92	少量	11.93	0.76	3.68	0.52			100.07	$RO{\cdot}0.61R_2O_3{\cdot}3.89RO_2$
S5	南宋弟窑青瓷	68.02	14.14	0.91	少量	9.88	0.77	4.41	1.54			99.67	$RO{\cdot}0.53R_2O_3{\cdot}4.23RO_2$
110	1961 年生产的龙泉青瓷	67.31	12.03	1.06	0。17	14.95	0.26	3.55	0.62	0.04		99.99	$RO{\cdot}0.39R_2O_3{\cdot}3.42RO_2$

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 7 浙江各个时期釉陶、青瓷的烧成温度和物理性能

Tab.7 Firing temperature and physical properties of glazed pottery and celadon porcelain of different periods in Zhejiang

编号 资料	时代、品名和 出土地点	烧成温度 (℃)	显气孔率 (%)	吸水率 (%)	体积比重 (g/cm³)	吸红试验	备 注
H1	上虞小仙坛东汉青釉印纹罍瓷片	1310±20	0.62	0.28		不吸红	抗弯强度 710kg/cm²
H2	上虞小仙坛东汉青釉盆腹片	1270±20	0.36	0.16	2.20	不吸红	
H3	上虞小仙坛东汉青釉罐口片	1260±20	0.49	0.22	2.17	不吸红	
H4	上虞东汉黑釉残片	1220±20		2.8		吸红	
H5	上虞东汉黑釉残片	1200±20		6.8		吸红	
H6	上虞东汉黑釉残片	1240±20		1.0		轻度吸红	
W1	上虞三国青瓷碗残片	1240±20	1.06	0.45	2.28	不吸红	
J1	上虞西晋青瓷片	1300±20	0.92	0.42			
J2	上虞帐子山西晋青瓷片	1180±20	1.31	0.60			抗弯强度 530kg/cm²
J3	绍兴东晋墓出土青瓷四系罐	1270±20	2.68	1.22		轻度吸红	
J4	晋越窑器碎片		1.81				
J5	德清窑东晋黑釉残片	1150±20		0.8		轻度吸红	
J6	余杭窑东晋黑釉残片	1130±20		1.7		轻度吸红	
J7	金华东晋婺州窑青釉残片	1180±20	2.91	1.21		轻度吸红	
NB1	上虞帐子山南朝青釉残片	1190±20	1.70	0.73			
T2	象山窑唐代青瓷洗残片	1200±20	1.06	0.50	2.15	不吸红	
T3	余姚窑唐代青瓷碗残片	1200±20	0.99	0.46	2.16	不吸红	
T4	温州窑唐代青瓷碗残片	1270±20	0.75	0.33	2.24	不吸红	
f1	鄞县窑五代青瓷碗残片	1220±20	3.89	2.09	1.87	轻度吸红	
f2	临海窑五代青瓷碗残片	1220±20	0.76	0.34	2.24	不吸红	
S1	宋越窑青瓷碗底	1050±20		10.05		吸红	生烧
S2	宋越窑青瓷碗底			0.16		不吸红	正烧
S3	南宋官窑器碎片	1150±20		3.83		吸红	生烧
S5	南宋弟窑青瓷	1240±20		0.40		不吸红	正烧
110	1961 年生产的龙泉青瓷	1260		0.16		不吸红	正烧

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 8 浙江各个时期青瓷、黑釉瓷的烧成气氛性质

Tab.8 Firing atmosphere for celadon porcelain and black glazed porcelain of different periods in Zhejiang

资料编号	胎				釉				气氛性质	备注
	FeO%	Fe_2O_3%	还原比值 FeO/Fe_2O_3	胎色	FeO%	Fe_2O_3%	还原比值 FeO/Fe_2O_3	釉色		
H2	0.06	1.09	0.60	淡灰白色	0.12	1.48	0.08	青色	弱还原	东汉越窑
H3	1.26	0.30	4.20	淡灰白色				青色	较强还原	东汉越窑
H4				淡灰白色	2.49	2.15	1.15	厚处呈黑褐色	还原	东汉黑釉瓷
H5				灰青色	3.08	1.87	1.64	棕色至黑褐色	还原	东汉黑釉瓷
W1	1.78	0.45	3.95	淡灰色	0.41	1.62	0.25	青色	先还原后弱氧化	三国越窑
J2	1.44	0.44	3.27	淡灰色	0.22	1.82	0.12	青色	先还原后弱氧化	西晋越窑
J4	1.08	1.68	0.64	瓦灰色				灰黄微绿	弱还原	晋越窑
J5				棕红色	3.16	4.62	0.68	黑中微显棕色	弱还原	东晋黑釉瓷
J6				灰色	2.21	4.28	0.45	黑棕色至黑色	弱还原	东晋黑釉瓷
T2	0.23	1.59	0.14	淡灰色				黄绿带灰	氧化	唐代青瓷
T3	0.67	1.17	0.57	淡灰白色	0.19	1.74	0.10	淡灰青色	氧化	唐代越窑
T4	0.10	1.00	0.10	淡灰白色				豆绿色	氧化	唐代瓯窑
f1	0.26	1.47	0.17	淡灰色	0.83	1.33	0.62	豆青色	先氧化后弱还原	五代越窑
f2	0.38	1.51	0.25	淡灰色	0.56	1.40	0.40	青色	先氧化后弱还原	五代青瓷
S1	0.45	1.41	0.31	色灰略黄				暗黄色	氧化	宋代越窑
S2	0.47	1.41	0.33	淡灰色	0.98	0.99	0.98	淡黄色	先还原后强氧化	宋代越窑
S3	1.78	1.57	1.13	灰黑色	1.12	0.02	0.56	灰青	极强还原	南宋官窑
S6	0.61	1.74	0.35	白中带灰	0.11	0.87	0.13	淡黄带灰	强氧化	南宋弟窑
S7	1.90	0.25	7.6	白中带灰	0.77	0.23	3.34	粉青	还原	南宋弟窑
S8				灰黑色	0.17	0.64	0.40	灰青	弱还原	南宋哥窑
Y1	1.31	0.15	8.7	白中带灰	1.13	0.23	4.10	粉青带黄绿	弱强还原	元代龙泉窑
M1	0.37	1.29	0.29	灰黄色	0.25	1.16	0.21	深黄带灰	强氧化	明代龙泉窑
110	1.87	0.24	7.80	白中带灰	0.85	0.10	8.70	梅子青	强还原	现代龙泉瓷

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 9 黑釉瓷器外貌观察

Tab.9 Appearance of black glazed porcelain

资料编号	时代、品名和出土地点	釉				胎		
		釉色	光泽	釉面	其他	胎色	胎骨	其他
H4	上虞东汉黑釉片	薄处灰黄微绿，厚处黑褐色	稍有	不均匀	有露胎，釉厚处开纹片	灰白微红,有白点	较细,较致密	外侧有印纹，内侧画有细褐色条纹
H5	上虞东汉黑釉片	薄处灰黄微绿，厚处黑褐色	稍有	极不均匀	开细纹片	浅灰色,有白点	较细,较致密	有较多小气孔
H6	上虞东汉黑釉片	内侧为棕色，外侧呈黑褐色	稍有	较薄	开细纹片	灰青色,有白点	较细,较致密	有小气孔
J5	德清窑东晋黑釉片	黑微显棕色，薄处呈灰黄微绿	差	不均匀	开较粗纹片，下部釉流聚成堆	棕红色	较细,较致密	有少量大气孔,外侧胎釉间有灰色层,有少量较大气孔
J6	余杭窑东晋黑釉片	黑棕色至黑色	稍有	釉层厚度约为 0.1~0.2 毫米	开纹片	灰色,有较大白色颗粒	较细	

表 10 黑釉瓷器岩相分析结果

Tab.10 Lithofacies analysis of black glazed porcelain

资料编号	胎 层								釉 层	中间层
	原料粗细	石英含量(%)	石英颗粒大小	石英熔蚀边	长石	莫来石	云母	气孔(%)		
H4	较细	30 左右	一般在 30μ 以下,少量达 65μ	看不出	颗粒小,其上布满莫来石针晶	只有长石上有，量不多	少量		为透明玻璃体	有少量条束状霓辉石
H5	较细,均匀	25 左右	一般在 20~30μ，少量达 80μ	无	正长石残骸上莫来石大,而斜长石上莫来石针晶很小	气泡周围莫来石较多	少量	25 左右	为透明玻璃体,气泡很多且较圆	无晶体
H6	很细	30 左右	一般在 20~30μ，个别达 100μ	无	长石上有莫来石小针晶	较多	少量		为透明玻璃体,有少量气泡	有极少量霓辉石
J5	很细	30 左右	一般在 15~40μ，最大约有 90μ	不明显	长石残骸上密布莫来石针晶	少量	少量	7 左右	透明玻璃	有少量柱状钙长石和针状霓辉石
J6	很细,均匀	40~50	约 20~40μ	不明显	长石残骸上密布莫来石针晶	少量	少量	4 左右	透明玻璃	无晶体

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

因此，综合以上分析和研究，通过对全国古窑址，特别是浙江上虞古窑址的发掘、调查以及对采集的 1000 多片古陶瓷片测试证实：(1) 我国历史上最早出现的瓷器是青瓷。青瓷又是从釉陶发展而来的；(2) 我国由陶向瓷的演变过程，是在汉代完成的，真正的青瓷瓷器起源于 1800 多年前的东汉；(3) 浙江是青瓷的发源地，最早烧制青瓷成功的青瓷产地是浙江省的上虞市小仙坛和帐子山一带。

STUDY ON THE ORIGIN OF CHINESE PORCELAIN

Ye Hongming Yang Hui Ye Peihua Ye Guozhen
Yuan Minzhi Zhou Shaoda Xia Houhui Dong Jianmin Fang Chenpeng

Abstract

The origin of Chinese porcelain has long been a controversy among scholars at home and abroad. They base their auguments on archaeoiogical research or modern hitech study on the ancient kilns and its process. Taking advantage of other scholars' studies and combining his own investigations of old kilns and examination of broken porcelain pieces with archaeological study and latest achievements in porcelain science, the author of this paper arrives at the following conclusions: (1) The first porcelain ware known to Chinese history was the celadon made of witrified clay. (2) The evolution from pottery to porcelain occurred in the Han Dynasty (206 B.C.~220 A.D.), and the real celadon came into being in the Eastern Han Dynasty (25~220 A.D.). (3) Zhejiang Province in East China was the home of celadon. The first celadon was produced in the Xiaoxiantan-Zhangzishan region, Shangyu City, Zhejiang Province.

Keywords porcelain, pottery, origin, evolution

Received on Nov. 21, 2007

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net