

科学技术史

我国瓷器出现时期的研究

李家治

(中国科学院上海硅酸盐研究所)

摘 要

本文在总结过去工作的基础上又研究了一些有价值的陶瓷标本。所得结果又一次充实和论证了作者所总结的陶瓷工艺发展中的三个重大突破——原料的选择和精制，炉窑的改进和烧成温度的提高，釉的发现和使用——以及从陶到瓷的三个阶段——陶器，原始瓷器(过渡阶段)，瓷器。

结合浙江上虞地区最近发掘所得东汉及西晋几个瓷器标本的研究，指出这些瓷片已达到近代瓷器的标准，因而我国在公元一到二世纪即已出现瓷器，最先烧造瓷器是在浙江地区。

早在1960年，我们^[1]曾对西安张家坡西周居住遗址出土的青釉器碎片进行过研究，发现早在2600年前，我国古代劳动人民即已掌握1200°C左右的高温，烧制出某些物理性能及胎的矿物组成已接近瓷器的青釉器。同时也指出，由于所用原料含有较高量的 TiO_2 和 Fe_2O_3 ，因而胎呈灰色，薄层不透光，尚不能完全符合一般所承认的瓷的定义。后来又对安徽屯溪西周墓出土的青釉器进行了研究^[2]，发现两地出土的青釉器有很多相似之处。近年来结合我国陶瓷发展史的编写工作，作者^[3]在我所过去进行的我国古陶瓷研究的基础上^[4,5,6,7]又补充了一些近年来考古工作中新发现的资料，较全面地总结了自新石器时代一直到明、清近7000年我国陶瓷工艺发展的过程，根据百多个各个时期、各个地区陶器、原始瓷器、瓷器的化学组成以及部分物理性能、工艺参数和显微结构的数据，指出我国古代劳动人民，经过长期实践，在制陶工艺上取得辉煌成就的基础上，他们又逐步提高认识，积累经验。在原料的选择和精制、炉窑的改进和烧成温度的提高、釉的发现和使用等方面又有了新的突破。于是远在三千多年前的商、周时代即创造了原始瓷器。经过一个过渡时期，使原始瓷器的工艺更为成熟，遂在三国魏、晋时期或更早一些的汉代完成由陶向瓷的过渡，使我国成为世界上最早发明瓷器的国家。并进一步阐述了原料的选择和精制是陶器向瓷器发展的内因根据，炉窑的改进和烧成温度的提高以及釉的发现和使用是外因条件。由此总结了由陶器经过原始瓷器向瓷器过渡及其化学组成在组成分布图上的变化规律。并指出其中起特别重要作用的 Fe_2O_3 ，由陶器中含量为6%以上，降到原始瓷的3%左右，然后再降到瓷器的1%左右。正是由于 Fe_2O_3 含量的降低，才使烧成温度有提高的可能。

作者在总结这些规律的基础上，提出我国陶瓷工艺发展的三个重大突破和我国陶瓷发展的三个阶段。三大重大突破即是原料的选择和精制，炉窑的改进和烧成温度的提高以及釉的

* 本文于1978年6月20日曾在我国古陶瓷及窑炉学术会议上宣读。

** 本文所用大量化学分析数据及矿物鉴定结果均由我所七室提供，参加本工作的尚有邓泽群同志。

发现和使用。三个阶段即是陶器,原始瓷器(过渡阶段)和瓷器。

我国陶瓷的连绵不断和渊源流长的工艺发展史是世界上所罕见的。因而对它的研究也就显得十分必要和突出的重要。在中国硅酸盐学会《陶瓷史》编写办公室的组织下,在省市文管会和博物馆的支持下,特别是浙江省文管会和浙江省博物馆给我们提供了极其难得的供研究用的标本,使我们的工作得以顺利地进行。

作者在本文内集中对商、周时期各地的原始瓷及浙江地区汉、晋时期的瓷器进行了重点探讨,以便在积累更多数据的基础上论述我国瓷器的起源问题。作者^[3]曾对一件编号为J4的浙江上虞龙泉塘西晋墓出土的越窑青釉双系罐腹部残片(同时出土的有西晋元康七年的墓砖)进行了研究,认为这个烧造年代不会晚于公元297年的瓷器无论在组成上、工艺上都已达到极高的水平。它的组成除 Fe_2O_3 和 TiO_2 的含量较高,分别为2.72%和1.11%,而使瓷胎呈较深的灰白色外,已接近宋、元、明时期瓷器的组成。它的烧成温度已达 1300°C 左右,这是当时我们所测的原始瓷器的烧成温度最高的一个,吸水率为0.42%,显气孔率为0.92%。釉呈青灰色,厚薄均匀,胎釉结合好,无剥落现象。在光学显微镜下,可看到瓷胎里有发育较好的莫来石晶体(图4,图版10),石英颗粒较细,还可看到它的熔蚀边。有较多的玻璃态,烧结程度较好,薄片(0.5毫米)微透光。根据这些结果应该说它已初步达到近代瓷器标准,因而我国出现瓷器的确切年代应该早于西晋元康七年。

作者又对一件编号为H5的浙江上虞小仙坛窑址出土的东汉越窑青釉斜方格印纹叠腹下部残片进行了研究。发现这件瓷器较前面所说的J4西晋越窑青釉双系罐腹部残片在各个方面都有提高。在化学成分分布图上其组成点处于J4的下方更接近于瓷器的组成点。 Fe_2O_3 和 TiO_2 的含量更低,分别为1.64%和0.97%,是我们目前所分析的汉、晋时期青釉瓷器中含铁、钛量最低的一个。烧成温度略高于J4为 $1310^\circ\text{C}\pm 20^\circ$,烧结程度更好。其显气孔率和吸水率分别为0.62%和0.28%,也较J4为小。釉呈青色,透明光亮,厚薄均匀,为石灰釉。胎釉结合好,无剥落现象,无纹片。这个瓷除 TiO_2 含量较高,使瓷胎仍呈灰白色外,其余均符合近代瓷的标准。因而又把我国出现瓷器的年代提前若干年。更重要的是从东汉到西晋这一、二百年间已出现两个不同地点出土的烧制水平很高的瓷器,说明已不是孤例而是这一时期陶瓷工艺水平确已提高到相应的高度。正如制陶工艺发展到商、周时期就出现了原始瓷器一样,到汉、晋时期,由于原始瓷器烧制工艺的发展就很自然地出现了瓷器。这些都是陶瓷工艺发展的必然结果,是一个从量变到质变的过程。

一、实 验 部 分

本工作所用的商、周时期及汉、晋时期的标本共16件,其中商、周时期的标本是9个省市博物馆提供的,汉、晋时期的标本则集中在浙江,是浙江博物馆近年来在上虞县一带发掘调查所得的极为珍贵的标本。这些标本的深入研究对讨论我国瓷器起源问题具有极其重要的价值。

1. 胎、釉的化学分析及胎的组成分布图

分析了16个标本的胎的化学组成,其结果列在表1中。根据前文^[3]所建议的方法计算的分子式列入图1中。其余组成点均是作者在前文^[3]所用的数据。为了避免组成点过于集

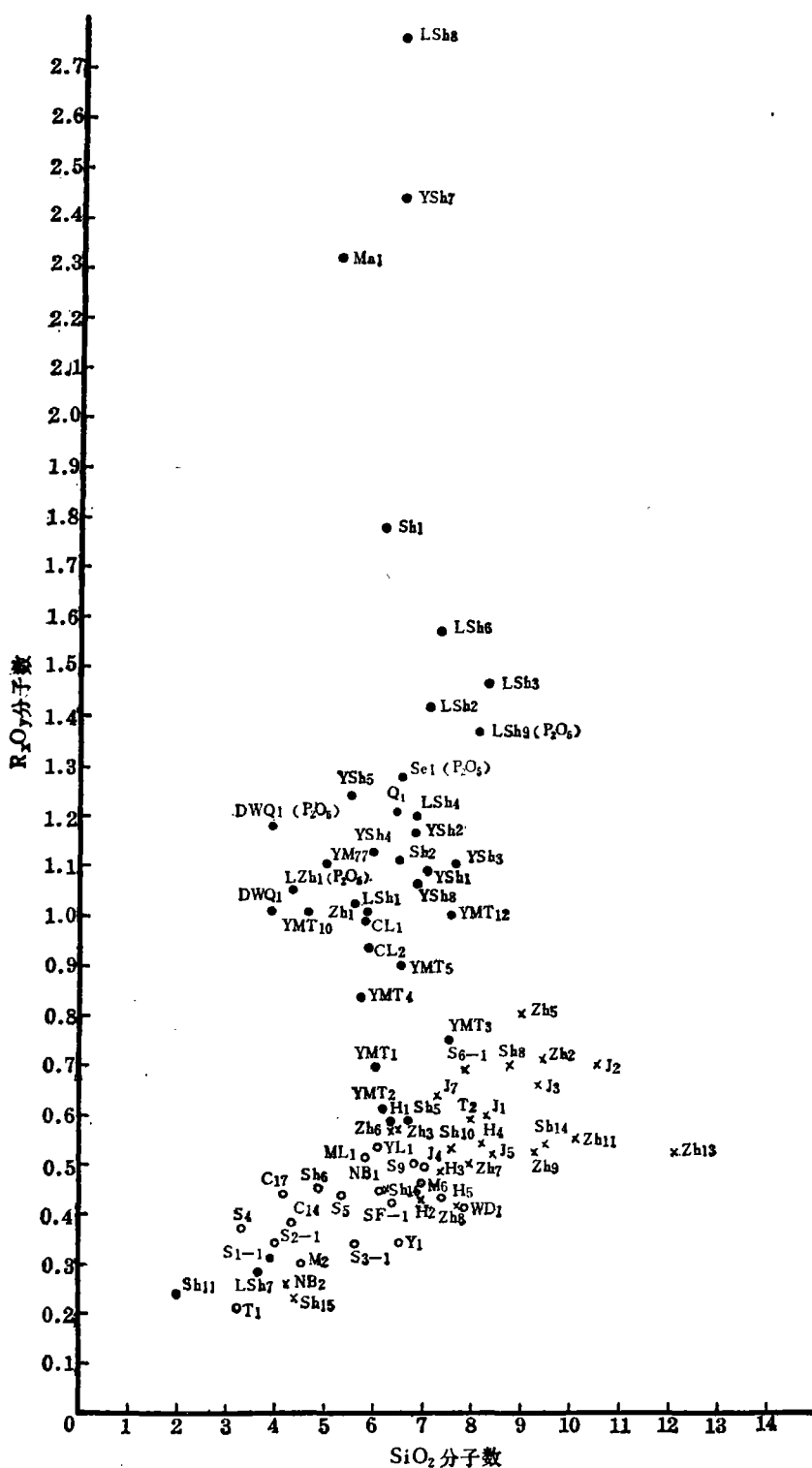


图 1 我国历代陶瓷胎化学组成分布图

●—陶瓷; ×—原始瓷; ○—炻器; R_2O_3 — Fe_2O_3 、 TiO_2 、 CaO 、 MgO 、 K_2O 、 Na_2O 、 MnO 、 P_2O_5

表 1 各个时期原始瓷器及瓷器的化学组成及分子式

| 编号 | 原料料编号 | 时代、品名和出土地点 | 化 学 组 成 (重量%) | | | | | | | | | | | 分 子 式 | |
|-----------------|------------------------|---------------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|------|------|------------------|-------------------|------|-------------------------------|------|--------|--|
| | | | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | TiO ₂ | CaO | MgO | K ₂ O | Na ₂ O | MnO | P ₂ O ₅ | 烧失量 | | 总量 |
| Sh12 | 73GT× M19+02 | 河北藁城商代 酱釉原始瓷片 | 73.16 | 18.05 | 3.52 | 1.02 | 0.29 | 1.00 | 2.49 | 0.52 | 0.02 | 微量 | 微量 | 100.07 | 0.56RrOy·Al ₂ O ₃ 6.88SiO ₂ |
| Sh13 | 鄂1-2 | 湖北黄陂盘龙城商代 黄色釉原始瓷片 | 82.49 | 11.51 | 1.61 | 1.10 | 0.33 | 0.50 | 0.90 | 0.13 | 0.01 | 0.57 | 1.32 | 100.47 | 0.52RrOy·Al ₂ O ₃ 12.14SiO ₂ |
| Sh14 | 74ET ₁₀ (3) | 江西清江吴城商代 青灰色釉原始瓷片 | 78.74 | 13.92 | 2.08 | 1.33 | 0.36 | 0.57 | 1.65 | 0.38 | 0.02 | 0.11 | 0.79 | 99.95 | 0.54RrOy·Al ₂ O ₃ 9.50SiO ₂ |
| Sh15 | 粤2-5 | 广东徐平商代 酱釉原始瓷片 | 67.30 | 26.04 | 2.88 | 1.91 | 0.23 | 0.16 | 0.66 | 0.04 | 0.01 | 0.08 | 1.44 | 100.75 | 0.23RrOy·Al ₂ O ₃ 4.39SiO ₂ |
| Sh16 | 75A×7F11:55 | 河南晚商 青灰色釉原始瓷片 | 71.97 | 19.75 | 1.96 | 1.92 | 0.23 | 0.16 | 0.66 | 0.04 | 0.01 | 0.08 | 0.78 | 100.43 | 0.45RrOy·Al ₂ O ₃ 6.19SiO ₂ |
| Sh17 | 73宁黄碳T× | 湖南宁乡黄村商代 印纹硬陶片 | 71.24 | 19.19 | 3.03 | 0.97 | 0.53 | 0.74 | 2.41 | 0.80 | 0.03 | 痕迹 | 0.89 | 99.92 | 0.53RrOy·Al ₂ O ₃ 6.30SiO ₂ |
| Zh 8 | 京5-①M208 | 北京房山西周 青釉豆足原始瓷片 | 75.95 | 16.76 | 2.05 | 0.74 | 0.26 | 0.52 | 2.36 | 0.19 | 0.02 | 痕迹 | 1.19 | 100.04 | 0.41RrOy·Al ₂ O ₃ 7.71SiO ₂ |
| Zh 9 | | 陕西扶风西周 青灰色釉原始瓷片 | 76.83 | 16.95 | 2.07 | 0.75 | 0.26 | 0.53 | 2.39 | 0.19 | 0.02 | 痕迹 | 1.19 | 99.99 | 0.41RrOy·Al ₂ O ₃ 7.71SiO ₂ |
| Zh10 | | 浙江德清县琚山西周 青灰色釉原始瓷片 | 78.48 | 14.41 | 1.54 | 0.92 | 0.12 | 0.29 | 3.53 | 0.21 | 0.01 | 0.06 | 0.98 | 99.02 | 0.52RrOy·Al ₂ O ₃ 9.26SiO ₂ |
| Zh11 | 浙① | 浙江萧山茅湾里东周 青灰色釉原始瓷片 | 79.51 | 13.34 | 2.06 | 1.11 | 0.25 | 0.65 | 1.79 | 0.46 | 0.02 | 痕迹 | 0.98 | 100.17 | 0.55RrOy·Al ₂ O ₃ 10.11SiO ₂ |
| Zh12 | 浙② | 浙江绍兴富盛东周 青灰色釉原始瓷片 | 80.16 | 13.45 | 2.08 | 1.12 | 0.25 | 0.66 | 1.80 | 0.46 | 0.02 | 痕迹 | 0.65 | 100.00 | 0.57RrOy·Al ₂ O ₃ 9.84SiO ₂ |
| H ₅ | 浙三 | 浙江上虞小仙坛东汉 越窑青釉印花瓷片 | 79.50 | 13.69 | 1.68 | 0.70 | 0.38 | 0.45 | 2.50 | 0.73 | 0.02 | 痕迹 | 0.65 | 100.00 | 0.57RrOy·Al ₂ O ₃ 9.84SiO ₂ |
| J ₄ | 浙四 | 浙江上虞龙泉糖西晋墓 出土, 越窑青釉瓷片 | 76.15 | 15.19 | 2.12 | 1.18 | 0.41 | 0.61 | 2.30 | 0.76 | 0.02 | 0.10 | 1.10 | 99.94 | 0.58RrOy·Al ₂ O ₃ 8.49SiO ₂ |
| J ₆ | 浙七 | 浙江绍兴东晋墓出土 越窑四系青釉瓷片 | 77.04 | 15.37 | 2.14 | 1.19 | 0.41 | 0.62 | 2.33 | 0.77 | 0.02 | 0.10 | 0.99 | 99.99 | 0.44RrOy·Al ₂ O ₃ 7.38SiO ₂ |
| NB ₃ | 闽2-3 | 福州张郡山南朝 青釉五盅盘瓷片 | 75.85 | 17.47 | 1.64 | 0.97 | 0.20 | 0.52 | 2.66 | 0.54 | 0.03 | 微量 | 微量 | 99.88 | 0.44RrOy·Al ₂ O ₃ 7.38SiO ₂ |
| J ₇ | 浙十一 | 浙江金华竹马馆东晋墓 出土, 婺州窑青釉瓷片 | 73.51 | 18.06 | 2.72 | 1.11 | 0.29 | 0.50 | 2.46 | 0.93 | 0.02 | 微量 | 微量 | 99.60 | 0.50RrOy·Al ₂ O ₃ 6.91SiO ₂ |
| NB ₄ | 浙十 | 浙江上虞张子山南朝 越窑瓷片 | 78.00 | 15.65 | 1.83 | 0.76 | 0.26 | 0.53 | 2.44 | 0.50 | 0.02 | 微量 | 微量 | 99.99 | 0.48RrOy·Al ₂ O ₃ 8.48SiO ₂ |
| | | | 67.68 | 22.40 | 2.97 | 1.21 | 0.44 | 0.95 | 3.61 | 0.70 | 0.04 | 微量 | 微量 | 100.00 | 0.53RrOy·Al ₂ O ₃ 5.12SiO ₂ |
| | | | 73.85 | 17.13 | 3.02 | 1.02 | 0.65 | 0.63 | 2.39 | 1.22 | 0.03 | 微量 | 微量 | 99.94 | 0.63RrOy·Al ₂ O ₃ 7.32SiO ₂ |
| | | | 76.90 | 16.20 | 2.00 | 0.77 | 0.22 | 0.56 | 2.89 | 0.50 | 0.01 | 微量 | 微量 | 100.05 | 0.50RrOy·Al ₂ O ₃ 8.05SiO ₂ |

注: 上表化学组成中在同一格内凡有两数者, 第二数为扣除烧失量的百分数。

表 2 各个时期原始瓷及瓷器釉的化学组成 (重量%)

| 编号 | 原始资料编号 | 时代、品名和出土地点 | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | TiO ₂ | CaO | MgO | K ₂ O | Na ₂ O | MnO | PbO | P ₂ O ₅ |
|----------------|-------------|--------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|-------|------|------------------|-------------------|------|-------|-------------------------------|
| Sh-12 | 73GT×M19:02 | 河北蒿城商代酱色釉原始瓷片 | | | 5.31 | 6.49 | 0.15 | 2.29 | 0.96 | 0.14 | 0.31 | | |
| Sh-15 | 粤2-5 | 广东饶平商代酱色釉原始瓷片 | | 15.99 | 5.20 | 0.98 | 8.85 | 2.61 | 2.41 | 0.13 | | | |
| Zh-10 | | 浙江德清皇坟山西周青灰釉原始瓷片 | | 11.71 | 3.35 | 0.73 | 9.93 | 2.47 | 5.11 | 1.34 | 0.24 | | |
| H-5 | 浙 三 | 浙江上虞小仙坛东汉越窑青釉印花器瓷片 | 59.66 | 13.70 | 1.84 | 1.06 | 18.20 | 1.55 | 1.85 | 0.49 | 0.45 | | |
| J-4 | 浙 四 | 浙江上虞龙泉塘西晋越窑青釉瓷片 | 59.55 | 13.12 | 2.61 | 1.06 | 16.09 | 1.84 | 2.08 | 0.97 | 0.18 | <0.02 | |
| J-7 | 浙 十 | 浙江金华竹马馆东晋婺州窑青釉瓷片 | 60.56 | | 2.00 | 18.14 | 1.28 | 2.33 | 0.57 | 0.22 | 0.04 | | |
| J-6 | 浙 一 | 浙江绍兴东晋越窑四系罐瓷片 | 59.31 | | 2.53 | 18.43 | 1.97 | 1.48 | 0.65 | 0.28 | 0.01 | | |
| NB4 | 浙 七 | 浙江上虞张子山窑址南朝越窑碗瓷片 | 57.37 | | 2.40 | 19.69 | 2.07 | 2.05 | 0.64 | 0.34 | 0.01 | | |
| J ₁ | 浙 十 | 江苏宜兴均山西晋青釉碗碎片 | 61.30 | 11.30 | 1.87 | 0.97 | 17.92 | 2.03 | 1.23 | 0.54 | 0.30 | 0.02 | 1.07 |
| H ₂ | | 江苏镇江地区汉代青釉罐碎片 | 53.94 | 13.78 | 2.05 | 0.71 | 21.45 | 2.73 | 2.55 | 0.19 | 0.26 | 0.02 | 1.97 |
| J ₂ | | 江苏宜兴周墓墩西晋青釉罐碎片 | 62.24 | 16.17 | 1.99 | 0.77 | 13.25 | 2.79 | 1.48 | 1.16 | 0.25 | | |
| J ₃ | | 江苏宜兴周墓墩西晋青釉罐碎片 | 60.79 | 11.23 | 2.60 | 1.14 | 17.95 | 2.25 | 1.42 | 0.74 | 0.16 | | |

表 3 各个时期原始瓷及瓷器的烧成温度和物理性能

| 编号 | 原始资料编号 | 时代、品名和出土地点 | 烧成温度 (°C) | 显气孔率 (%) | 吸水率 (%) | 抗弯强度 (公斤/厘米 ²) | 膨胀系数, ×10 ⁻⁷ (室温~500°C) |
|-----------------|--------|---------------------|-----------|----------|---------|----------------------------|------------------------------------|
| Zh-9 | | 陕西扶风西周原西周青灰色釉原始瓷片 | 1280±20 | | | 220 | |
| Zh-10 | | 浙江德清皇坟山西周墓墩青灰色釉原始瓷片 | | | | 370 | |
| Zh-12 | 浙② | 浙江绍兴富盛窑东周青灰色釉印花器瓷片 | 1160±20 | 0.66 | 0.32 | 430 | |
| H4 | 浙 | 浙江上虞小仙坛东汉越窑青釉印花器瓷片 | 1310±20 | 0.62 | 0.28 | 710 | 60.2 |
| H5 | 浙 | 浙江上虞小仙坛东汉越窑青釉印花器瓷片 | 1300±20 | 0.92 | 0.42 | | |
| J ₄ | 浙 | 浙江上虞龙泉塘西晋墓出土越窑青釉瓷片 | 1180±20 | 1.31 | 0.60 | 530 | |
| J ₅ | 浙 | 浙江上虞张子山窑址西晋越窑青釉瓷片 | 1270±20 | 2.68 | 1.22 | | |
| J ₆ | 浙 | 浙江绍兴东晋墓出土越窑四系罐瓷片 | 1180±20 | 2.91 | 1.21 | | |
| J ₇ | 浙 十 | 浙江金华竹马馆东晋出土婺州窑瓷片 | | | | | |
| NB ₄ | 浙 | 浙江上虞张子山窑南朝越窑碗瓷片 | 1190±20 | 1.70 | 0.73 | | |

中, 模糊分辨, 有些数据未能列入图 1。由于提供的标本一般都比较小, 再加上釉层都较薄, 因而对釉层取样分析是比较困难的。我们只分析了少数几个样品, 而且还不能作全分析, 其结果列在表 2 中。表中还列入江苏出土的四个标本的釉的成分以供参考。

2. 胎的烧成温度及其物理性能

凡是标本能取得供测试的足够大小的试样, 我们都进行了烧成温度的测定^[6]。并测定了它们的显气孔率和吸水率, 少数样品还进行了抗弯强度和膨胀系数的测定, 其结果列在表 3。

3. 胎、釉的显微结构

重点进行了 H5 东汉越窑青釉印纹鬲瓷片和 J4 西晋越窑青釉瓷片的光学显微镜观察和 X 射线分析。图 2 (图版 9) 和图 3 (图版 9) 分别为 H5 的胎、釉显微照片。图 4 (图版 10) 为 J4 的胎的显微照片。图 5 (图版 10) 为 Sh16 晚商青灰色釉原始瓷片胎的显微照片, 试样均制成超薄光薄片进行观察, 由我所磨片室提供。

对 H5、J4 还进行了 X 射线分析, 均发现有残留 α 石英和莫来石线条。在 J4 中还发现有 α 方石英, 这些结果和显微镜观察的结果是一致的。

二、讨 论

1. 本工作所用的标本是由北京等十个省市文管会和博物馆提供的, 并在 1977 年由 中国硅酸盐学会召开的“我国古陶瓷测试会议”上由 各省市 博物馆的考古工作者鉴定选用的, 一般说来在年代上 是比较可靠的, 代表性也是比较理想的。浙江博物馆提供的 十余件标本中即有三件是有纪年可证的标本。如 J4 越窑双系罐腹片是在浙江上 虞龙泉塘西晋元康七年 (公元 297 年) 纪年砖墓出土。J6 越窑四系罐腹片 (图 6, 图版 11) 是在浙江绍兴东晋太宁三年 (公元 325 年) 纪年砖墓出土。NB1 越窑碗残片^[3] (化学分析未列入表 1) 是在浙江 瑞安桐溪南朝梁大同八年 (公元 542 年) 纪年砖墓出土。这些标本都是非常难得的。特别是 J4 釉呈青灰色, 较薄均匀, 无光, 胎釉结合好。胎呈较深灰白色均匀致密, 不吸水, 击之有铿锵声。根据化学组成、烧成温度、胎釉显微结构等数据, 作者^[3]认为这个标本已初步达到近代瓷的标准。

另外值得重视的是编号为 H4^[3]和 H5 的两件东汉青釉印纹鬲瓷片特别是 H5 (图 7, 图版 11) 釉青色透明, 厚薄较均匀, 无纹片, 不剥落。胎灰白色, 致密, 不吸水, 击之有铿锵声, 断面均匀光滑不见气孔, 是一件难得的标本。

其余商、周时期的标本有些也是非常可贵的, 如河南博物馆提供的 Sh16 晚商青灰色釉原始瓷片。釉呈青灰色有亮光, 厚薄不匀, 局部较厚。胎致密, 灰白色, 不吸水。其 Fe_2O_3 和 TiO_2 的含量是原始瓷中比较少的一个, 组成点也是原始瓷中处于瓷器范围中的一个, 可惜标本太小、太少, 不能作更多的研究。它和 Zh11 浙江肖山东周青灰色釉原始瓷片, Zh9 陕西扶风周原西周青灰釉原始瓷片, Zh8 北京房山西周青釉豆残片等都是值得重视的标本。它们的釉虽然都未脱离原始瓷那种极薄、不均匀和易脱落的原始性, 但由于胎中 Fe_2O_3 和 TiO_2 的含量都较少, 而呈略带灰的白色。由于试样关系未能测试它们的烧成温度, 但估计也不会太低。我们对商、周时期的原始瓷的认识还在逐步深入, 各地的标本也在不断出土。

我们期待着原始瓷方面的考古工作和研究工作在不远将来都能有新的突破,为从陶到瓷补充新的资料。

2.这次所分析的16个标本胎的组成点全部集中在图1的下部。毫无例外地反映了原料的选择和精制是陶器向瓷器发展的内因根据这一规律。汉、晋时期标本的组成点更是集中分布在原始瓷和瓷器混处的区域,只是由于过于集中,尚有几个组成点无法描绘在图1中。已如前述,这次有几个商、周时期标本(Sh16、Zh11、Zh9、Zh8)的 Fe_2O_3 和 TiO_2 的含量都较低,但总的趋势还是在2%~3%之间。因而从化学组成来看,作者在前文^[3]中所采用的化学组成点的分析以及 Fe_2O_3 含量减少的规律在这里又一次得到充实和证明。

釉的化学分析虽不多,但可以肯定所有已分析的带有各种颜色和色调的釉都是石灰釉,而不是铅釉,其中微量 PbO 是作为杂质引入的。釉的着色剂都是 Fe_2O_3 和 TiO_2 。商、周时期标本的 CaO 含量都在10%以下, Fe_2O_3 含量都较高,除作为着色剂外,兼作助熔剂。汉、晋时期江、浙地区标本的 CaO 含量都超过15%,而 Fe_2O_3 的含量一般都在2%左右。待到南宋以后浙江龙泉青釉的 CaO 含量又降到15%以下,多数在10%以下^[7,9](包括景德镇瓷釉),稍增加了 K_2O 和 Na_2O 的含量,以适应烧成温度的提高。我国瓷釉中 CaO 含量的从低到高,然后再从高到低形成我国瓷釉的特色,也表现我国瓷釉的发展规律。

H5东汉越窑青釉印纹罍瓷片中 Fe_2O_3 的含量为1.64%,是这一时期我们所分析的含 Fe_2O_3 最低的一个。H5的 Fe_2O_3 含量已较ML1明代龙泉青瓷为低,ML1的 Fe_2O_3 的含量为1.71%^[3],但ML1的瓷胎则呈白色,而H5则呈灰白色。这主要是因为H5中含有 TiO_2 0.97%,而ML1中仅含 TiO_2 0.19%。这就是汉、晋时这一地区所产青瓷白度不高的真正原因。

3.H5的烧成温度已达 $1310\pm 20^\circ\text{C}$,J4西晋越窑青釉瓷片的烧成温度也达 $1300\pm 20^\circ\text{C}$ 。说明这时的高温技术已达到相当高的水平。浙江博物馆最近在上虞调查发掘中发现在东汉时期已较普遍采用龙窑烧成。因而达到 1300°C 以上的高温是完全可能的。

由于H5的烧成温度高,因而瓷胎已烧结不吸水,它的显气孔率和吸水率分别为0.62%和0.28%,是我们所测的这一时期的瓷器的最低数据,甚至已较元、明时期的厚胎制品的显气孔率^[5]为小。

从表3还可看到H5的抗弯强度(6个试样的平均值)竟高达710公斤/厘米²,超过Zh10浙江德清西周青灰釉原始瓷片的强度(220公斤/厘米²)约500公斤/厘米²。甚至也超过C11康熙厚胎五彩花觚(700公斤/厘米²)和C12康熙厚胎青花觚(650公斤/厘米²)^[8]的抗弯强度。

由于H5烧成温度高,透光性也较好,0.8毫米的薄片已可微透光,较J4的透光性略好(0.5毫米微透光)。

4.重点进行了H5和J4的显微镜观察和X射线分析。从图2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,棱角均已园钝。说明烧成温度较高。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。玻璃态物质也较多。还有少量闭口气孔。J4瓷胎的显微结构(图4)与H5基本上相同。这些瓷胎的显微结构与近代瓷亦基本相似。只是因为泥坯料处理欠精,在低倍显微镜下还可看到层状长形小气孔。X射线所得结果与显微镜观察基本一致。在这些胎的显微结构中也还可以观察到少量云母残骸。

我们还观察了 Sh16 晚商青灰色釉原始瓷胎的显微结构(图 5)。它的石英颗粒较大,棱角较尖锐,熔蚀较轻。长石残骸中发育较大的莫来石也可见到。还可看到较大的气孔。这些可能说明它的烧成温度较低。

从图 3 H5 东汉越窑青釉印纹鬲瓷釉显微照相可见釉内已无残留石英,其它结晶亦不多见,釉泡大而少,这就是造成这种釉特别透明的原因,在显微镜下酷似一池清水,装点着几个圆形孤岛。胎釉交界处可见多量的斜长石晶体自胎向釉生长而形成反应层,使得胎釉结合较好,无剥釉现象。从釉的显微结构也反应这个瓷片的烧成温度是较高的,因而使得这种釉无论在外观上或是显微结构上都已摆脱原始瓷釉那种原始性。

三、结 论

在百多个陶器、原始瓷、瓷器标本综合研究的基础上,我们认为在商、周出现原始瓷器,经过一千多年的发展,到了东汉使陶器通过原始瓷器完成了向瓷器的过渡。

根据本工作对 H5 东汉越窑青釉印纹鬲瓷片的全面分析研究,结合 J4 西晋越窑青釉瓷片的一些数据,我们认为这两个瓷片已达到瓷器的标准,因而我国在公元一到二世纪的东汉即已出现瓷器,使我国成为世界上出现瓷器最早的国家,最先烧造的地方是在浙江地区。随着我国各地区地下文物的不断出现,以及我国古陶瓷的考证和研究工作的不断深入,上述我国瓷器出现最早的时代和地区是不是最后的结论,则将接受伟大的未来的考验。

参 考 文 献

- [1] 周仁、李家治、郑永甫,“张家坡西周居住遗址陶瓷碎片的研究”,考古[9]48(1960)。
- [2] 周仁、李家治、郑永甫,“张家坡西周陶瓷烧造地区的探讨”,考古[8]444(1961)。
- [3] 李家治,“我国古代陶瓷工艺发展过程的研究”,考古[3]179(1978)。
李家治,“瓷器——我国伟大的发明”,化学通报[6]362(1977)。
- [4] 周仁、张福康、郑永甫,“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[1]1(1964)。
- [5] 周仁、李家治,“中国历代名窑陶瓷工艺的初步科学总结”,考古学报[1]89(1960)。
- [6] 周仁、李家治,“景德镇历代瓷器胎、釉和烧制工艺的研究”,硅酸盐,4[2]49(1960)。
- [7] 周仁、张福康、郑永甫,“龙泉历代青瓷烧制工艺的科学总结”,考古学报[1]131(1973)。
- [8] 周仁、李家治、敖海宽,“清初瓷器胎、釉的研究”,《景德镇瓷器的研究》,科学出版社,1(1958)。
- [9] 李国桢、叶宏明,“龙泉青瓷釉的研究”,硅酸盐学报,3[1]1(1964)。

A STUDY ON THE EMERGENCE OF PORCELAIN IN ANCIENT CHINA

Li Chia-chih

(Shanghai Institute of Ceramics, Academia Sinica)

Abstract

On the basis of summarizing his past work, the author also studies several valuable specimens of pottery and porcelain. The results obtained further supplement and prove the previous summaries of three major points concerning the development of pottery and porcelain technology—selection and refining of raw materials, improvement of kiln and raising of firing temperature, discovery and application of glaze—and of three stages of the evolution of porcelain from pottery—pottery, proto-porcelain (transition stage) and porcelain.

In combination with the research of several porcelain specimens of the Eastern Han and the Western Tsin dynasty recently excavated by archaeologists in Shangyu district of Chekiang province, the author considers that these porcelain pieces had already conformed to the standard of current porcelain. It is obvious that the emergence of porcelain was in first to second century A.D. in Chekiang province of our country.

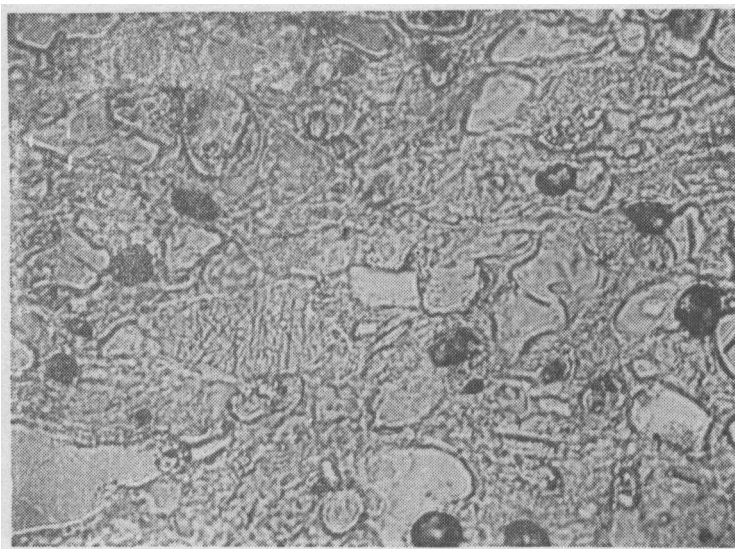


图 2 H5东汉越窑青釉印纹墨瓷胎显微照相
透光578×

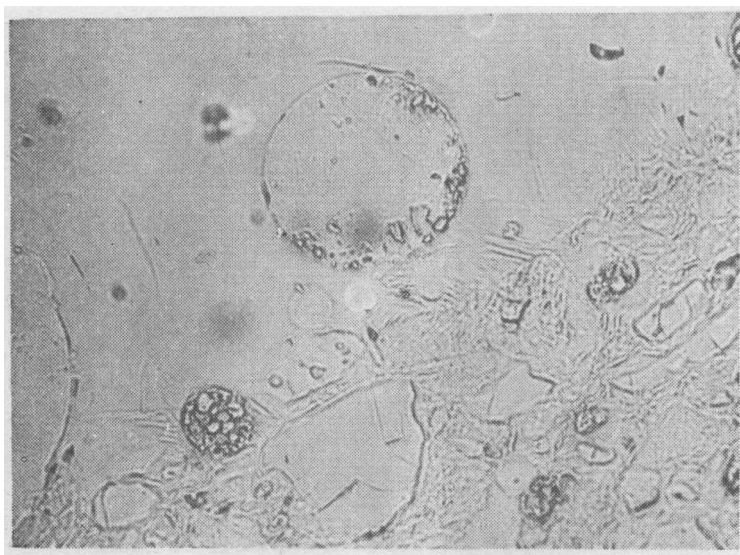


图 3 H5东汉越窑青釉印纹墨瓷釉显微照相
透光578×

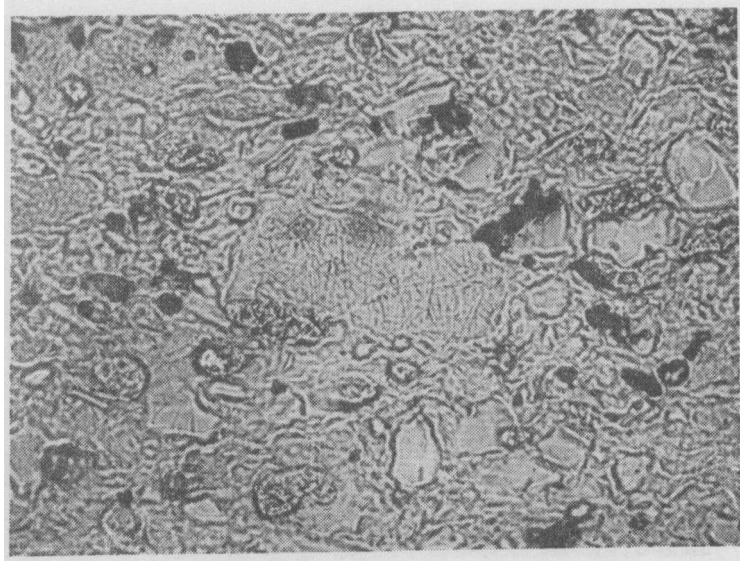


图 4 J4西晋越窑青釉瓷胎显微照片
透光578×

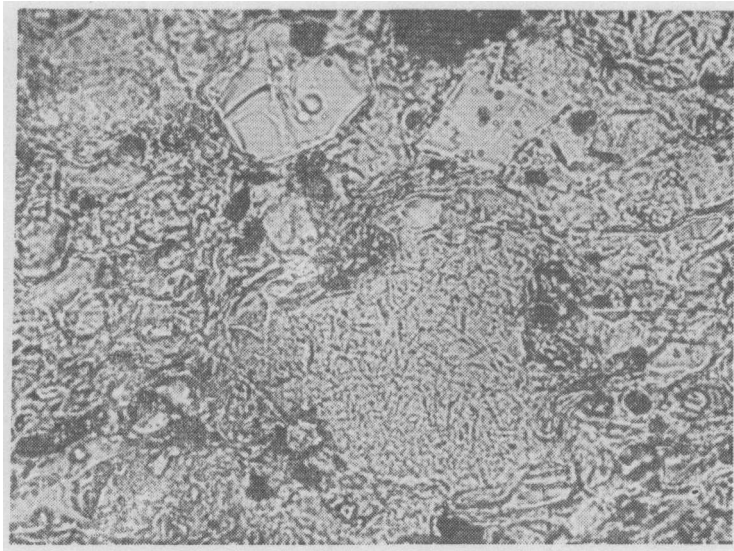


图 5 sh16晚商青灰色釉原始瓷胎显微照片
透光578×



图 6 J6浙江绍兴东晋墓出土越窑青釉罐瓷片（公元325年）

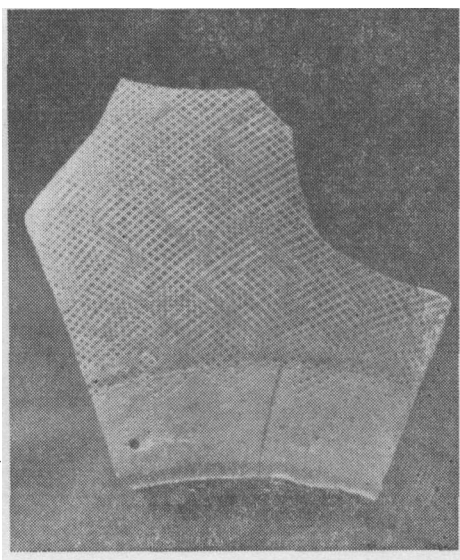


图 7 H5浙江上虞小仙坛东汉越窑青釉印纹罍瓷片