

文章编号: 1007-4627(2009)04-0356-04

严和店窑汝瓷和钧台窑钧官瓷的 EDXRF 分析*

温昶¹, 赵会仙¹, 李融武², 李国霞^{1, #}, 郭培育³, 高正耀¹,

赵维娟¹, 孙洪巍¹, 郭敏¹, 谢建忠¹

(1 郑州大学物理工程学院, 河南 郑州 450052;

2 北京师范大学物理系, 北京 100875;

3 河南省文物考古研究所, 河南 郑州 450000)

摘要: 采用能量色散 X 射线荧光(EDXRF)技术测试了若干严和店窑汝瓷和钧台窑钧官瓷样品胎和釉的化学组成, 利用多元统计中的因子分析方法分析了两窑场胎和釉的差异。结果表明: 严和店窑汝瓷和钧台窑钧官瓷能较好地加以区分。再次证明了钧瓷和汝瓷是有区别的。

关键词: 钧官瓷; 严和店窑汝瓷; 能量色散 X 射线荧光; 化学组成; 因子分析

中图分类号: O571; TQ174

文献标识码: A

1 引言

自古以来享有“青瓷之首, 汝窑为魁”美誉的汝瓷, 从区域上大致分为 6 个生产区, 其中严和店窑区目前已发现 26 个古汝窑场^[1], 产品以汝瓷豆绿釉刻印花为主, 也有大量的天蓝釉、天青釉、月白釉、黑釉、花釉、棕红釉、挂彩和白釉等。这里遗物丰厚, 器皿多样, 为宋代汝窑早期遗址。而另外一个以其“釉具五色, 艳丽绝伦”独树一帜的钧瓷, 以河南禹州钧台钧官窑为代表。它们所出陶瓷艺术水平甚高, 蕴含着非常丰富的历史文化, 是我国古代名瓷的杰出代表。

钧窑和汝窑两窑区同处河南中部, 地域接近, 土层成分相似, 又都属于青瓷类窑区, 在原料来源、制作技术等方面互相影响, 所以在釉色上部分瓷器难以辨清, 也就出现了“汝钧不分”的说法。为此很

多科技考古人员做了大量的研究工作, 得出“汝钧不分”之说不适合于所分析的多数汝官瓷和钧官瓷样品的结论^[2, 3]。相对官窑而言, 严和店窑属民窑, 该窑产品和钧官瓷之间存在什么样的关系, 至今尚未见到相关报道。本文用能量色散 X 射线荧光(EDXRF)技术分析测试了若干严和店窑汝瓷和钧台窑钧官瓷的釉和胎的化学组成, 用因子分析法处理数据, 研究它们的原料产地分布和配方差异, 探索“钧汝不分”之说对这两种瓷器是否成立。

2 实验样品选取

选取禹州市古钧台钧官窑 39 个胎和釉样品; 严和店汝窑 26 个胎样品和 24 个釉样品。钧官瓷和严和店窑民汝瓷样品全部由河南省文物考古研究所提供, 样品来源可靠的且具有代表性。样品的情况见表 1。

表 1 样品列表*

名称	样品编号	釉色
禹州钧台窑钧官瓷	J137, J138, J140, J141, J142, J143, J144, J145, J146, J147	碧蓝釉
	J176, J177, J179, J180, J181, J185, J186, J187, J190, J191	天蓝釉

* 收稿日期: 2009-03-12; 修改日期: 2009-08-22

* 基金项目: 国家自然科学基金资助项目(50772101, 50432010, 50572097); 河南省自然科学基金资助项目(0611011500); 中国科学院核分析技术重点实验室基金(K-113)

作者简介: 温昶(1984-), 男(汉族), 陕西榆林人, 硕士研究生, 从事核技术应用研究; E-mail: tonid@126.com

通讯联系人: 李国霞, E-mail: liguoxia@zzu.edu.cn

	J198, J200, J202, J205, J206, J208, J209, J211, J212, J213	淡天蓝釉
	J233, J234, J235, J237, J238, J243, J244, J245, J248, J249	天青釉
严和店窑民汝瓷	R90, R92, R104, R106, R122, R147, R149, R171, R180, R182	豆青
	R91, R107, R119, R120, R140, R153, R166, R181	青泛黄
	R95, R125, R142, R165, R168, R172, R188, R191, R213, R215	青泛蓝

* 个别样品只有胎或釉的数据。

3 EDXRF 实验

EDXRF 技术因具有简便、成本低、快速、动态范围宽、非破坏性和多元素同时分析等特点^[4]，已被用来作为古陶瓷或其它文物材料成分测定及其特征分析的有效手段。主要方法：使用光子激发待测

样品，使样品内的原子内层电子受激而发射 X 射线，收集样品被激发后所产生的 X 射线信息，经过特定程序分析射线的光谱结构，从而得到样品的元素组成(见表 2)。本实验是在中国科学院上海硅酸盐研究所完成的，具体过程参见文献^[5]。

表 2 样品主量化学组成的平均值和标准差统计表 (%)

样品的化学组成	严和店汝瓷胎	严和店汝瓷釉	钧官瓷胎	钧官瓷釉
Na ₂ O	0.58±0.24	1.34±0.49	0.39±0.26	0.63±0.23
MgO	0.62±0.12	0.57±0.34	0.91±0.11	0.73±0.28
Al ₂ O ₃	26.36±1.52	12.93±0.63	24.69±0.68	10.11±0.34
SiO ₂	65.27±0.86	70.67±2.27	66.12±0.67	72.57±0.76
K ₂ O	1.70±0.19	3.83±0.56	2.58±0.16	4.05±0.32
CaO	0.90±0.25	7.76±2.18	0.78±0.19	8.95±0.94
TiO ₂	0.73±0.04	0.12±0.03	0.67±0.04	0.31±0.01
Fe ₂ O ₃	2.85±0.99	1.78±0.41	2.85±0.14	1.83±0.17

4 主量化学组成的多元统计分析

多元统计分析是目前处理古陶瓷数据的常用方法。本文借助多元统计分析软件 SPSS15.0，用因子分析对实验数据进行处理，并采用主成分分析法提取主成分因子 F₁ 和 F₂^[6]，根据这两种主成分绘制二维散点图，进而分析胎和釉的分布规律。

4.1 瓷片胎的因子分析

经分析选取 Al₂O₃、K₂O、TiO₂、CaO、Fe₂O₃ 和 MgO 6 种特征氧化物作为观测量，提取的 F₁ 和 F₂ 主因子共代表了样品 77.894% 的信息。其二维散点图如图 1 所示。由图 1 可以看出，钧官瓷胎样品集中于图的右下部，而全部严和店汝瓷胎样品位于图的左半部。由此表明，钧官瓷胎样品和严和店汝瓷的胎料产地是可以区分开来的，并不具备“钧汝不分”的特点。尽管其中有 3 个严和店汝瓷胎

样品 R122, R125 和 R142 接近钧官瓷，但由于两窑区相近，土层相似这一客观原因决定了二者部分样品应有相似之处。

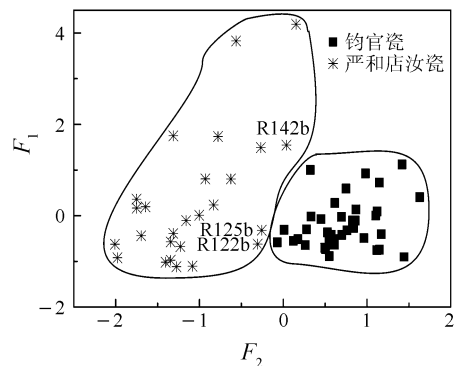


图 1 严和店汝瓷和钧官瓷胎的因子散点图

4.2 瓷片釉的因子分析

经分析选取 Al₂O₃、K₂O、Na₂O、CaO 和 SiO₂

5 种特征氧化物作为观测量, 提取的 F_1 和 F_2 主因子共代表了样品 79.579% 的信息。其二维散点图如下图 2 所示。

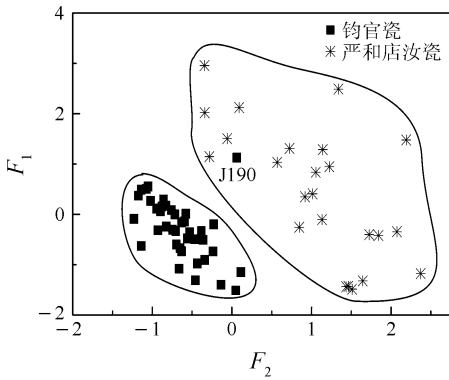


图 2 严和店汝瓷和钧官瓷釉的因子散点图

严和店窑汝瓷样品的釉和钧官瓷样品的釉可以很清晰地分为两大类, 这充分说明两点: (1) 钧官瓷和严和店汝瓷在釉色配方上有区别; (2) 钧官瓷和严和店汝瓷釉的原料来源有所不同, 这也再次证明了“钧汝”是可以区分开来的。这里有一个特殊就是 J190g 被分在了严和店窑汝瓷类里, 因为该样品的胎并未混淆, 所以可能是人为因素造成。但这并不影响总体上两种窑区的区分。

5 结论

本文用 EDXRF 方法测得钧窑和汝窑两种窑区的古陶瓷样品化学组成, 利用因子分析法从科学的角度上再次探讨了“钧汝不分”之说。综合以上两个窑区胎和釉的因子分析散点图可得:

(1) 钧官瓷和严和店汝瓷无论从釉色上还是胎料来源上来说, 二者是有区别的。

(2) 多数钧官瓷无论是釉的配方上还是胎料来源上分布都十分集中, 由此可以推测当时钧官瓷烧制相当集中, 不仅官府管理有序, 而且它的烧制工

艺也是相当成熟的; 相反, 严和店汝瓷分布比较分散, 说明当时烧制分散, 多家窑口各自为营。

(3) 少数严和店汝瓷的胎接近钧官瓷, 说明二者的原料来源接近。古代由于交通不便, 材料来源一般是就地取材, 两窑场地域位置接近, 土层的成矿背景相似, 所以有上述现象也并不影响总体结论。尽管“钧汝不分”之说在民间一直流传, 但对所分析的钧瓷与汝瓷样品, 依靠科技考古方法多数都能够很好地区分开。

参考文献 (References):

- [1] Cheng Huansheng, He Wenquan, Yang Jiafu. *Science of Conservation and Archaeology*, 1999, **11**(2): 19(in Chinese). (承焕生, 何文权, 杨福家. *文物保护与考古科学*, 1999, **11**(2): 19.)
- [2] Li Guoxia, Zhao Weijuan, Li Rongwu, *et al.* *Science in China*, 2006, **G36**(3): 239(in Chinese). (李国霞, 赵维娟, 李融武等. *中国科学*, 2006, **G36**(3): 239.)
- [3] Qiu Xia, Zhao Weijuan, Li Guoxia, *et al.* *Nuclear Physics Review*, 2006, **23**(3): 304(in Chinese). (邱霞, 赵维娟, 李国霞等. *原子核物理评论*, 2006, **23**(3): 304.)
- [4] Yang Yimin, Mao Zhenwei. *Sciences of Conservation and Archaeology*, 2003, **8**(3): 2(in Chinese). (杨益民, 毛振伟. *文物保护与考古科学*, 2003, **8**(3): 2)
- [5] Wu Jun, Li Jiazhi, Wu Rui. *Proceedings of International Symposium on Ancient Ceramic Science and Technology*, 2005, **11**(1): 502(in Chinese). (吴隽, 李家治, 吴瑞. *古陶瓷科学技术国际讨论会会议论文集*, 2005, **11**(1): 502.)
- [6] Dong Junling, Zhao Weijuan, Liu Guodong, *et al.* *Nuclear Physics Review*, 2008, **25**(4): 380(in Chinese). (董军领, 赵维娟, 刘国栋等. *原子核物理评论*, 2008, **25**(4): 380.)

EDXRF Analysis of Yanhedian Ru Kiln and Jun Official Kiln Porcelain^{*}

WEN Chang¹, ZHAO Hui-xian¹, LI Rong-wu², LI Guo-xia^{1, #}, GUO Pei-yu³, GAO Zheng-yao¹,

ZHAO Wei-juan¹, SUN Hong-wei¹, GUO Min¹, XIE Jian-zhong¹

(¹ Faculty of Physical Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, China;

² Department of Physics, Beijing Normal University, Beijing 100875, China;

³ Institute of Cultural Relic and Archaeology of Henan Province, Zhengzhou 450000, China)

Abstract: The chemical components of the body and glaze samples of some Ru porcelains from Yanhedian kiln and Jun official porcelains from Juntai kiln are determined by the technology of Energy Dispersive X-ray Fluorescence(EDXRF) in this work. The difference of the two kiln's glaze and body are analyzed by factor analysis method of Multi-dimensional statistical analysis. The results indicate that Yanhedian Ru porcelains can be well distinguished from Jun official porcelains from Juntai kiln. This evidence once again proves that Jun ceramics and Ru ceramics can be distinguished obviously.

Key words: porcelain of Jun official kiln; porcelain of Yanhedian kiln; energy dispersive X-ray fluorescence; chemical composition; factor analysis

* **Received date:** 12 Mar. 2009; **Revised date:** 22 Aug. 2009

* **Foundation item:** National Natural Science Foundation of China(50772101, 50432010, 50572097); Natural Science Foundation of Henan Province(0611011500); Key Laboratory Foundation of Nuclear Analysis Techniques, Chinese Academy of Sciences(K-113)

Corresponding author: Li Guo-xia, E-mail: liguoxia@zzu.edu.cn