

## 景德镇明代仿天目瓷初考

郭景康 朱海信 承焕生 陈显求

(复旦大学)

黄瑞福

(中国科学院上海硅酸盐研究所)

郭贤性

(景德镇陶瓷学院)

### 摘要

研究了一片景德镇明朝成化时期仿天目瓷的样品,用显微镜进行观察,应用质子激发 X 荧光分析技术测定其主量、痕量化学组成,并与其它古代天目瓷加以比较。

**关键词** 仿天目瓷,化学组成分析,PIXE 技术,模式识别

## STUDY ON TEMMOKU IMITATED BY JINGDEZHEN IN MING DYNASTY

Guo Jingkang Zhu Haixin Cheng Huansheng Chen Xianqiu

(Fudan University)

Huang Ruifu

(Shanghai Institute of Ceramics, Chinese Academy of Science)

Guo Xianxing

(Jingdezhen Institute of Ceramics)

### Abstract

A piece of temmoku bowl shard, which imitated by Jingdezhen in Chenghua period of Ming dynasty, is studied in this work. At the first, the observations of the specimen are carried out using the OM. The proton induced X-ray emission (PIXE) technique is used to measure the major and trace chemical constitution and concentration of glaze and body. The results are compared with those of other ancient temmokus. It find that the major chemical composition of glaze of Jingdezhen imitation temmoku is similar to those of Jian kiln temmokus, and the major chemical composition of body is similar to those of Jizhou temmokus. However, the visual discriminations and mathematics discriminations between Jingdezhen imitation temmokus and Jian kiln temmokus are acquired by pattern recognition.

**Keywords** imitation temmoku, chemical composition analysis, PIXE technique, pattern recognition

## 1 前言

景德镇在明、清两朝都曾经大量仿制古代各种名瓷,但景德镇明朝时期仿制的天目瓷却鲜为人知。作者在景德镇的古窑场址中收集到一片景德镇明朝成化时期仿天目瓷残片,同处收集到一片有“大明成化年制”底款的青花碗残片,可以作为年代的佐证。经考古学家初步鉴定,两瓷片确属于明朝成化年间的古瓷。本文报道了对景德镇明朝成化时期仿天目瓷残片的研究结果。

## 2 实验方法

(1)用实体显微镜对瓷片的胎和釉进行观察。

(2)应用PIXE技术测定瓷胎和瓷釉的主量、痕量化学组成;PIXE技术测定方法参见文献<sup>[1,2]</sup>。测量

时,在瓷片的胎和釉上分别选取三个点进行测定,在瓷片的内口沿、外口沿上分别选取一个点进行测定。用PIXE技术测量主量化学组成时,系统误差小于5%。用PIXE技术只能半定量测定痕量化学组成,测量结果表明各种元素的相对含量。

## 3 实验结果

从瓷片的形状看,该片拟为碗的口部残片,其外口沿脱釉、内口沿无釉;瓷胎厚5mm,瓷釉厚0.5mm;瓷胎的颜色灰白,瓷釉的颜色纯黑,内口沿为土黄色,外口沿脱釉处呈金黄色。

在显微镜下观察,瓷胎完全烧结,只有少量较小的气孔;瓷釉透明,气泡极少。经测量瓷胎的吸水率为0.2%,可见该瓷片的烧结程度较高。PIXE方法测定瓷片胎和釉的主量化学组成,结果见表1;PIXE方法测定瓷片胎和釉的痕量化学组成,结果见表2。

表1 景德镇明朝成化时期仿天目瓷胎和釉的主量化学组成(单位 wt%)

Table 1 The major composition of body and glaze of Jingdezhen imitation temmoku in Chenghua period of Ming dynasty detected by PIXE(unit: wt%)

测量点编号	测量点位置	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	TiO <sub>2</sub>	MnO	FeO+Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
F1B	胎	27.44	63.59	4.43	0.24	0.14	0.11	2.56
F2B	胎	27.49	63.14	4.54	0.27	0.17	0.13	2.76
F3B	胎	27.56	63.44	4.33	0.25	0.17	0.10	2.63
F1G	釉	14.14	63.30	2.41	9.97	0.52	0.17	8.00
F2G	釉	14.05	64.13	2.48	9.63	0.40	0.13	7.69
F3G	釉	12.73	63.14	2.61	10.43	0.51	0.13	8.96
F4B	内口沿	28.95	59.54	4.55	2.10	0.13	0.24	3.00
F4G	外口沿	13.44	67.69	3.71	5.94	0.31	0.14	7.26

表2 景德镇明朝成化时期仿天目瓷胎和釉的痕量化学组成(单位:ppm)

Table 2 The trace composition of body and glaze of Jingdezhen imitation temmoku in Chenghua period of Ming dynasty detected by PIXE(unit: ppm)

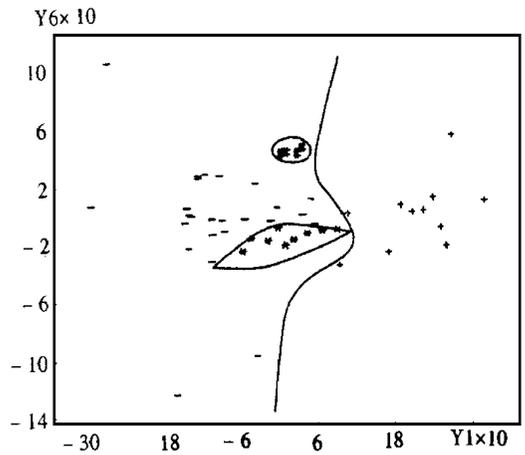
测量点编号	测量点位置	NiO	CuO	ZnO	AsO	Rb <sub>2</sub> O	SrO	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ZrO <sub>2</sub>
F1B	瓷胎	18	31	256	26	1950	48	129	163
F2B	瓷胎	0	55	276	31	2181	40	76	174
F3B	瓷胎	7	46	303	7	2280	48	34	152
F1G	瓷釉	96	78	209	37	628	335	283	249
F2G	瓷釉	127	60	192	22	582	312	331	228
F3G	瓷釉	142	78	273	23	747	389	332	152
F4B	内口沿	74	112	437	71	2065	81	88	210
F4G	外口沿	93	68	329	86	1325	242	349	351

### 4 讨论

将景德镇明朝成化时期仿天目瓷与古代建窑天目瓷相比较,从外观上看,两者瓷釉颜色纯黑,极为相似。但是古代建窑天目瓷胎呈灰黑色,而景德镇的仿品瓷胎呈灰白色,两者有明显差别。建窑天目瓷胎所用原料取材于窑址附近所出的瓷土和红泥,铁含量较高,且烧成温度较低,<sup>[3]</sup>故其瓷胎呈灰黑色,且较为疏松。景德镇仿品瓷胎所用原料取材料于景德镇当地的瓷石,经淘洗加工后含铁量较低,且烧成温度较高,故其呈灰白色,且较为致密。根据考古学家的介绍,明朝初期,景德镇在仿制天目瓷时,曾经在瓷胎和瓷釉之间加涂一层化妆土,以减少白色瓷胎对天目瓷外观的影响。

在显微镜下观察,两者釉极为相似。但是建窑天目瓷胎中的孔洞较大,而景德镇仿品瓷胎中的孔洞则较小。

用模式识别方法<sup>[4]</sup>研究景德镇明朝成化时期仿天目瓷与古代吉州天目瓷、耀州天目瓷和建窑天目瓷在化学组成上的关系。用各种化学组分(即各种氧化物)构造一个多维空间,各个测量点在这个多维空间中对应着一个点,从而构成一个化学组成分布图,将多维空间的化学组成分布图投影到二维空间,可以直观地图示各种古瓷之间的关系。



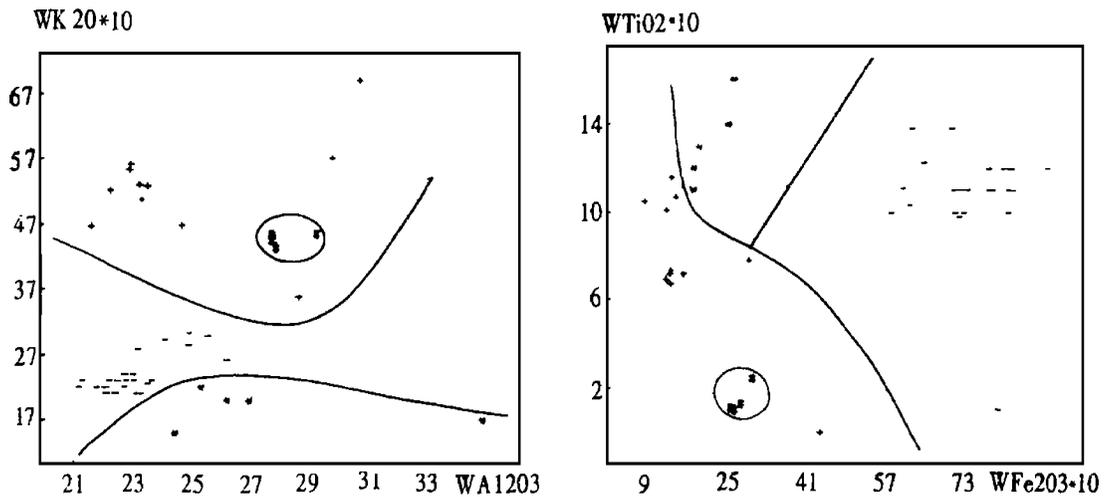
$$Y1 = 0.2146W_{SiO_2} - 0.5612W_{Al_2O_3} + 0.5378W_{K_2O} + 0.3431W_{CaO} - 0.3545W_{Fe_2O_3} + 0.3262W_{TiO_2}$$

$$Y6 = 0.5998W_{SiO_2} + 0.5416W_{Al_2O_3} + 0.2940W_{K_2O} + 0.3681W_{CaO} - 0.3505W_{Fe_2O_3} + 0.0461W_{TiO_2}$$

+ : 吉州天目瓷釉;      - : 建窑天目瓷釉;  
 \* : 耀州天目瓷釉;      # : 景德镇仿天目瓷釉  
 + : Jizhou temmoku;      - : Jian kiln temmoku  
 \* : Yaozhou temmoku;      # : Jingdezhen imitation temmoku

图 1 各种天目瓷釉的主量化学组分分布图

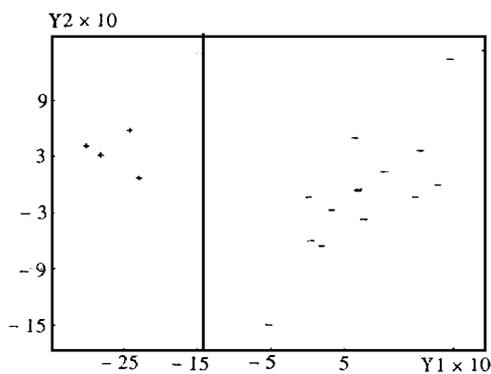
Fig. 1 The distribution figure of glaze of various temmokus according to major chemical constitution



+ : 吉州天目瓷胎;      - : 建窑天目瓷胎; \* : 耀州天目瓷胎; # : 景德镇仿天目瓷胎  
 + : Jizhou temmoku;      - : Jian kiln temmoku; \* : Yaozhou temmoku; # : Jingdezhen imitation temmoku

图 2 各种天目瓷胎的主量化学组分分布图

Fig. 2 The distribution figure of body of various temmokus according to major chemical constitution



$$Y1 = 0.5987W_{CaO} + 0.5913W_{SrO} - 0.5490W_{Y_2O_3}$$

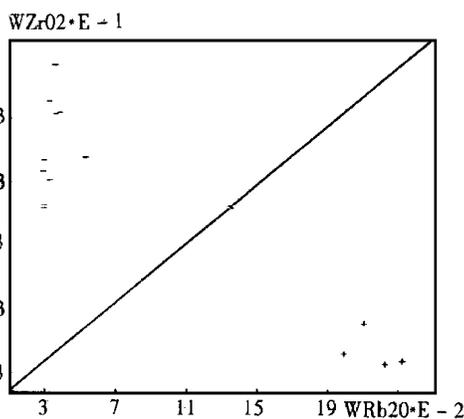
$$Y2 = -0.7044W_{CaO} + 0.7097W_{SrO} - 0.0065W_{Y_2O_3}$$

+ : 景德镇仿天目瓷釉; - : 建窑天目瓷釉

+ : Jingdezhen imitation temmoku; - : Jian kiln temmoku

图3 景德镇仿天目瓷与建窑天目瓷釉的痕量化学组分分布图

Fig. 3 The distribution figure of glaze of Jingdezhen imitation temmokus and Jian kiln temmokus according to trace chemical constitution



+ : 景德镇仿天目瓷胎; - : 建窑天目瓷胎

+ : Jingdezhen imitation temmoku; - : Jian kiln temmoku

图4 景德镇仿天目瓷与建窑天目瓷胎的痕量化学组分分布图

Fig. 4 The distribution figure of body of Jingdezhen imitation temmokus and Jian kiln temmokus according to trace chemical constitution

从  $W_{SiO_2}$ 、 $W_{Al_2O_3}$ 、 $W_{K_2O}$ 、 $W_{CaO}$ 、 $W_{Fe_2O_3}$ 、 $W_{TiO_2}$  (氧化物质量百分数) 六种化学组分构成的多维空间向二维平面投影, 得到各种天目瓷釉的主量化学组成分布图 (见图 1); 从图 1 可以看出, 古代吉州天目瓷釉与建窑

天目瓷釉各成一体, 耀州天目瓷釉和景德镇仿天目瓷釉的主量化学组成与建窑天目瓷釉很相近。图 2 是各种天目瓷胎的主量化学组成分布图。由图 2 可见, 建窑天目瓷胎的特征是氧化铝的含量较低, 氧化铁的含量较高; 耀州天目瓷胎的氧化钾含量较低, 氧化钛含量较高, 具有典型的北方瓷土的特征; 景德镇仿天目瓷胎和吉州天目瓷胎化学组成较为相近, 他们共同的特征是氧化钾的含量较高, 这可能与景德镇、吉州同处一省, 地理位置相近有关; 另外, 景德镇仿天目瓷胎的氧化铁和氧化钛的含量较低, 可见其制作瓷胎所用原料是经过淘洗加工的。化钛的含量较低, 可见其制作瓷胎所用原料是经过淘洗加工的。

用模式识别方法对痕量化学组分进行筛选<sup>[4]</sup>, 得到  $W_{CaO}$ 、 $W_{SrO}$ 、 $W_{Y_2O_3}$  (痕量元素氧化物质量百分比含量) 三种元素组分, 构成一个三维空间, 从三维空间向二维平面投影, 得到如图 3 所示的景德镇成化仿天目瓷和古代建窑天目瓷釉的痕量化学组成分布图, 可作为区分景德镇明朝成化时期仿天目瓷与古代建窑天目瓷的可视分类图。由图 3 可得到区分景德镇明朝成化时期仿天目瓷与古代建窑天目瓷的判据:

$$Z1 = 0.5987W_{CaO} + 0.5913W_{SrO} - 0.5490W_{Y_2O_3} - 1.4 = 0$$

即:  $Z1 > 0$ , 为建窑天目瓷;  $Z1 < 0$ , 为景德镇仿天目瓷。

同样的方法得到景德镇成化仿天目瓷和古代建窑天目瓷胎的痕量化学组成分布图 (见图 4)。亦可作为区分景德镇明朝成化时期仿天目瓷与古代建窑天目瓷可视分类图。由图 4 得到区分景德镇明朝成化时期仿天目瓷与古代建窑天目瓷的判据:

$$Z2 = -0.226WRb_2O + W_{ZrO_2} - 94.650 = 0$$

即:  $Z2 > 0$ , 为建窑天目瓷;  $Z2 < 0$ , 为景德镇仿天目瓷。

综上所述, 景德镇成化仿建窑天目瓷釉和胎的痕量化学组成与古代建窑天目瓷有明显的区别。

## 5 总 结

对景德镇成化仿天目瓷的研究表明, 其瓷釉的外观和主量化学组成与古代建窑天目瓷釉非常接近, 但两者痕量化学组成有显著区别。景德镇成化仿天目瓷胎的主量化学组成与古代吉州天目瓷较为相近。

由痕量化学组成得到了景德镇明朝成化仿天目瓷与古代建窑天目瓷的可视分类图及数学判据, 可以作为古陶瓷无损鉴定时的参考依据。

参 考 文 献

- 1 承焕生,何文权,汤家镛,杨福家,王键华.清代官窑白釉常量与微量元素浓度的 PIXE 研究,95'古陶瓷科学技术 3—国际讨论会论文集(ISAC '95).上海科学技术出版社.1996,5:433—437
- 2 何文权.离子束分析与科技考古.复旦大学博士论文.1997,11
- 3 陈显求,黄瑞福,陈士萍.绚丽多姿的吉州天目釉的内在本质.中国古代陶瓷科学技术成就.上海科学技术出版社.1985,12:257—269
- 4 许禄.化学计量学方法.科学出版社.1995,2:192—276