上林湖后司岙窑址秘色瓷的成分特征研究 *

故宫博物院　浙江省文物考古研究所

内容提要　为揭示秘色瓷胎釉成分特征及其与普通越窑青瓷之间的异同，并探讨越窑青瓷制釉技术的时代特征，本文采用X射线荧光能谱仪（EDXRF）对慈溪上林湖后司岙和荷花芯窑址出土的青瓷标本进行了无损测试。结果表明：（1）后司岙窑址秘色瓷的胎体元素组成与普通越窑青瓷无明显的差异，即二者均采用当地的瓷石原料制胎；（2）晚唐和五代秘色瓷釉的元素组成与同时期普通越窑青瓷也无明显差异，其独特的釉色与其采用瓷质匣钵的烧制工艺有关；（3）晚唐至五代时期越窑青瓷釉料配方可能发生了重大改变，即由早期的瓷石加草木灰的二元配方变成瓷石加草木灰、石灰石的三元配方。（4）晚唐至五代秘色瓷以及五代耀州窑青瓷、北宋汝官窑、南宋官窑以及龙泉南宋青瓷均将釉中氧化钙的含量严格控制在10%～14%范围之内，即各个窑口的制釉技术是非常类似的。

关键词　秘色瓷　越窑　晚唐　五代　后司岙窑址　荷花芯窑址

一　引言

唐宋时期，浙江慈溪上林湖周边窑厂林立，越窑青瓷产量巨大，畅销海内外，为“南青”之代表‹1›‹2›。随着越窑青瓷烧制工艺的愈臻成熟，“越瓷类玉”和“千峰翠色”等诸多美誉不断涌现，秘色瓷更是越窑青瓷中的精品，代表了当时越窑最高的烧造水平‹3›。自1987年陕西扶风法门寺地宫秘色瓷器出土以来，秘色瓷逐渐成为中国古陶瓷研究的一个热门话题。2015至2017年，浙江省文物考古研究所和慈溪市文物管理委员会办公室联合对越窑遗址进行了详细的考古调查，发掘了上林湖后司岙遗址‹4›，出土了大量秘色瓷、普通越窑青瓷和匣钵样品。此次发掘基本厘清了以后司岙窑为代表的晚唐五代时期秘色瓷的基本

*　本项研究得到了国家自然科学基金（项目编号：51402054）资助。

‹1›　中国硅酸盐学会编：《中国陶瓷史》页191－197，文物出版社，2009年7月。

‹2›　金祖明：《浙江馀姚青瓷窯址调查报告》，《考古学报》1959第3期。

‹3›　谢纯龙：《“秘色瓷”诸相关问题探讨》，《东南文化》1993年第5期。

‹4›　沈岳明：《秘色探秘》，载《秘色越器——上林湖后司岙窑址出土唐五代秘色瓷器》页1－17，文物出版社，2017年。

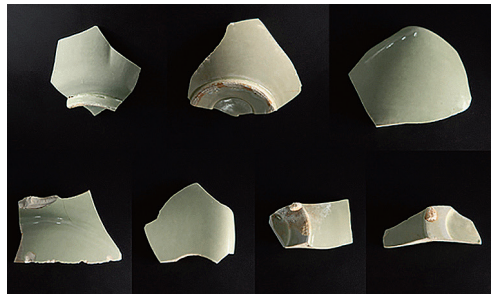
面貌与生产工艺、秘色瓷窑场基本格局、唐代法门寺地宫与五代吴越国钱氏家族墓出土秘色瓷的产地问题[1]，也为开展秘色瓷相关的科技问题研究工作提供了珍贵的实物标本。

本文拟采用X射线荧光能谱仪(EDXRF)对后司岙窑址出土的晚唐至五代时期的秘色瓷和普通越窑青瓷进行无损分析。同时，对上林湖荷花芯窑址[2]发掘出土的晚唐和北宋时期的普通越窑青瓷标本也一并进行了分析。本工作的主要目的是拟通过科技检测从元素组成含量角度揭示秘色瓷的胎、釉特征和变化规律以及其与普通越窑青瓷的异同。

〔图一〕后司岙窑址晚唐越窑青瓷标本



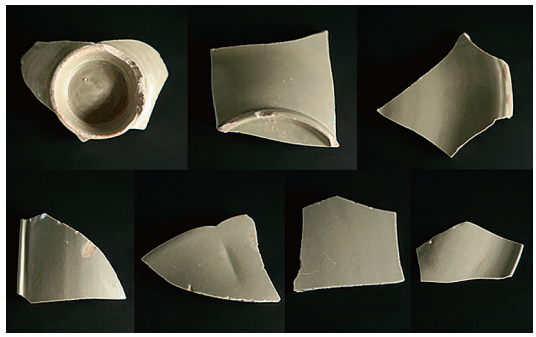
〔图二〕后司岙窑址晚唐秘色瓷标本



〔图三〕后司岙窑址五代越窑青瓷标本



〔图四〕后司岙窑址五代秘色瓷标本



〔图五〕荷花芯窑址晚唐时期越窑青瓷标本



〔图六〕荷花芯窑址北宋时期越窑青瓷标本



二　实验样品与方法

2.1 样品

此次分析的越窑青瓷样品由浙江省文物考古研究所提供，皆为考古发掘出土的青瓷标本，其中包括后司岙窑址晚唐时期的越窑青瓷6件〔图一〕和秘色瓷标本7件〔图二〕，五代时期越窑青瓷5件〔图三〕和秘色瓷标本7件〔图四〕，荷花芯窑址晚唐时期越窑青瓷标本5件〔图五〕，北宋时期青瓷标本8件〔图六〕。上述样品详细情况详见[表一]。

‹1› 沈岳明：《浙江上林湖发现后司岙唐五代秘色瓷窑址》，《中国文物报》2017年1月27日第8版。

‹2› 沈岳明：《慈溪上林湖荷花芯窑址发掘简报》，《文物》2003年第11期。

［表一］**后司岙和荷花芯窑址样品的详细情况**

窑址	时代	类型	数量
后司岙	晚唐	越窑青瓷	6
		秘色瓷	7
	五代	越窑青瓷	5
		秘色瓷	7
荷花芯	晚唐	越窑青瓷	5
	北宋	越窑青瓷	8

2.2 实验方法

采用美国EDAX公司的EAGLE Ⅲ XXL大样品室能量色散X射线荧光能谱仪对瓷片标本的胎、釉元素组成含量进行测试。实验测试条件为：主次量元素采用的电压为25KV，电流600uA，束斑0.3mm，测量时间600s，经标准样品校准校正后得到近似定量分析结果。微量元素采用的电压为40KV，电流400uA，束斑0.3mm，测量时间200s，半定量分析结果。

三　结果与讨论

此次分析的青瓷标本取自两个相距甚近的窑址—荷花芯窑址和后司岙窑址。上述标本的胎、釉元素组成含量详见[表二]和[表三]。

［表二］**越窑青瓷胎体元素组成含量（wt%）**

窑址	类型	编号	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	K_2O	CaO	TiO_2	MnO	Fe_2O_3	Rb_2O	SrO	Y_2O_3	ZrO_2
荷花芯	晚唐越窑青瓷	HHXT-YW-01	1.21	0.53	14.76	76.69	2.36	0.45	1.11	0.04	1.86	0.0153	0.0145	0.0039	0.0306
		HHXT-YW-02	1.58	0.59	15.60	75.39	2.46	0.32	1.16	0.04	1.87	0.0111	0.0081	0.0059	0.0359
		HHXT-YW-03	1.63	0.70	17.45	73.42	2.47	0.31	1.12	0.04	1.86	0.0132	0.0076	0.0052	0.0402
		HHXT-YW-04	1.17	0.53	16.17	75.28	2.48	0.38	1.17	0.03	1.79	0.0153	0.0089	0.0075	0.0415
		HHXT-YW-05	1.64	0.68	15.83	74.52	2.44	0.41	1.37	0.04	2.08	0.0155	0.0070	0.0057	0.0307
	北宋越窑青瓷	HHXS-YW-01	1.20	0.49	15.54	76.17	2.40	0.37	1.13	0.03	1.66	0.0153	0.0123	0.0056	0.0309
		HHXS-YW-02	2.11	0.48	14.85	75.86	2.57	0.36	0.99	0.03	1.76	0.0134	0.0078	0.0090	0.0285
		HHXS-YW-03	1.56	0.35	14.85	76.57	2.48	0.37	1.00	0.03	1.78	0.0142	0.0100	0.0039	0.0249
		HHXS-YW-04	1.59	0.54	15.48	75.80	2.62	0.30	0.90	0.02	1.74	0.0109	0.0102	0.0075	0.0260
		HHXS-YW-05	0.96	0.58	14.53	77.41	2.37	0.40	0.94	0.04	1.78	0.0124	0.0063	0.0034	0.0248
		HHXS-YW-06	1.03	0.45	15.62	76.65	2.37	0.38	0.86	0.03	1.61	0.0143	0.0093	0.0051	0.0205
		HHXS-YW-07	1.32	0.51	16.21	75.38	2.53	0.42	0.90	0.05	1.69	0.0117	0.0098	0.0046	0.0238
		HHXS-YW-08	1.18	0.54	14.73	77.01	2.35	0.40	1.11	0.02	1.65	0.0115	0.0108	0.0068	0.0271
后司岙	晚唐越窑青瓷	HSAT-YW-01	1.45	0.54	14.46	76.89	2.31	0.51	1.02	0.03	1.78	0.0119	0.0097	0.0057	0.0239
		HSAT-YW-02	1.41	0.52	15.55	75.98	2.34	0.50	0.98	0.03	1.69	0.0119	0.0092	0.0052	0.0191
		HSAT-YW-03	1.55	0.49	13.68	78.26	2.06	0.55	0.91	0.03	1.47	0.0118	0.0067	0.0043	0.0268
		HSAT-YW-04	1.07	0.67	17.96	73.27	2.60	0.32	0.96	0.04	2.10	0.0144	0.0091	0.0056	0.0264

（续表二）

窑址	类型	编号	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	K_2O	CaO	TiO_2	MnO	Fe_2O_3	Rb_2O	SrO	Y_2O_3	ZrO_2
		HSAT-YW-05	1.78	0.42	14.70	76.79	2.31	0.50	0.92	0.03	1.55	0.0108	0.0073	0.0045	0.0195
		HSAT-YW-06	1.29	0.73	15.87	75.58	2.55	0.49	0.95	0.03	1.51	0.0115	0.0075	0.0052	0.0301
	晚唐秘色瓷	HSAT-MC-01	1.48	0.63	15.96	75.46	2.48	0.41	0.92	0.03	1.62	0.0119	0.0090	0.0071	0.0188
		HSAT-MC-02	1.76	0.40	14.09	77.56	2.41	0.33	0.91	0.04	1.50	0.0138	0.0094	0.0066	0.0220
		HSAT-MC-03	1.76	0.49	14.29	77.12	2.79	0.32	0.94	0.03	1.26	0.0140	0.0084	0.0059	0.0309
		HSAT-MC-04	1.51	0.51	16.51	74.82	2.63	0.38	1.05	0.05	1.54	0.0149	0.0083	0.0060	0.0293
		HSAT-MC-05	1.30	0.39	14.19	77.94	2.42	0.40	0.93	0.03	1.40	0.0124	0.0064	0.0057	0.0271
		HSAT-MC-06	1.30	0.39	14.19	77.94	2.42	0.40	0.93	0.03	1.40	0.0136	0.0072	0.0083	0.0256
		HSAT-MC-07	1.45	0.42	14.69	76.87	2.41	0.48	1.06	0.03	1.59	0.0144	0.0075	0.0058	0.0261
	五代越窑青瓷	HSAF-YW-01	1.23	0.66	16.36	75.43	2.37	0.44	0.87	0.03	1.61	0.0127	0.0086	0.0061	0.0257
		HSAF-YW-02	1.50	0.53	16.05	75.53	2.50	0.43	0.83	0.03	1.60	0.0122	0.0087	0.0062	0.0248
		HSAF-YW-03	1.46	0.57	16.32	75.20	2.62	0.35	0.90	0.04	1.54	0.0148	0.0103	0.0044	0.0255
		HSAF-YW-04	0.39	0.40	16.67	75.71	2.50	0.37	0.99	0.03	1.94	0.0135	0.0078	0.0030	0.0216
		HSAF-YW-05	1.02	0.52	16.66	75.11	2.69	0.39	0.91	0.03	1.67	0.0138	0.0082	0.0065	0.0287
	五代秘色瓷	HSAF-MC-01	1.55	0.73	14.99	76.03	2.64	0.40	0.96	0.03	1.67	0.0129	0.0117	0.0045	0.0268
		HSAF-MC-02	1.91	0.69	14.73	76.16	2.30	0.37	1.14	0.03	1.67	0.0116	0.0073	0.0050	0.0345
		HSAF-MC-03	1.85	0.64	16.49	74.32	2.48	0.42	1.21	0.02	1.58	0.0124	0.0064	0.0043	0.0250
		HSAF-MC-04	1.48	0.56	15.34	75.77	2.34	0.45	1.24	0.04	1.79	0.0120	0.0072	0.0044	0.0330
		HSAF-MC-05	1.95	0.36	15.35	75.62	2.49	0.38	1.15	0.03	1.67	0.0136	0.0083	0.0037	0.0292
		HSAF-MC-06	1.37	0.55	17.36	73.93	2.34	0.37	1.19	0.03	1.86	0.0127	0.0073	0.0048	0.0197
		HSAF-MC-07	1.77	0.56	15.92	75.26	2.25	0.43	0.94	0.02	1.84	0.0111	0.0084	0.0055	0.0235

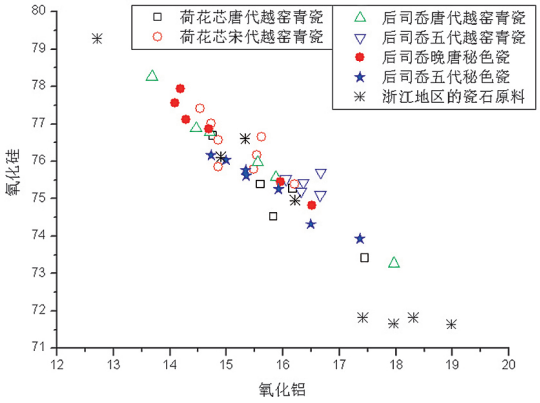
［**表三**］**越窑青瓷釉层元素组成含量（wt%）**

窑址	类型	编号	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	K_2O	CaO	TiO_2	MnO	Fe_2O_3	Rb_2O	SrO	Y_2O_3	ZrO_2
荷花芯	晚唐越窑青瓷	HHXT-YW-01	1.02	2.75	13.01	66.44	1.35	10.01	0.79	0.50	2.15	0.0154	0.0353	0.0044	0.0298
		HHXT-YW-02	0.44	2.98	12.50	66.31	1.25	11.30	0.80	0.55	1.87	0.0105	0.0449	0.0039	0.0328
		HHXT-YW-03	0.60	3.05	11.72	64.16	1.44	13.06	0.68	0.67	2.23	0.0128	0.0462	0.0097	0.0301
		HHXT-YW-04	1.01	2.98	11.71	63.53	1.38	13.20	0.63	0.64	2.18	0.0118	0.0417	0.0089	0.0495
		HHXT-YW-05	0.57	3.71	12.83	64.17	1.43	11.31	0.98	0.62	2.11	0.0157	0.0308	0.0083	0.0462
	北宋越窑青瓷	HHXS-YW-01	0.64	2.94	12.52	61.17	1.13	15.78	0.54	0.31	2.20	0.0137	0.0547	0.0058	0.0368
		HHXS-YW-02	0.72	2.69	13.00	64.28	1.93	12.53	0.65	0.40	1.60	0.0112	0.0490	0.0074	0.0451
		HHXS-YW-03	0.77	2.96	12.47	63.80	1.40	13.31	0.59	0.52	1.77	0.0129	0.0428	0.0037	0.0316
		HHXS-YW-04	0.41	3.00	12.37	66.04	1.45	11.59	0.61	0.37	2.09	0.0146	0.0347	0.0065	0.0260
		HHXS-YW-05	1.12	2.81	11.98	64.64	1.37	12.89	0.60	0.58	1.77	0.0090	0.0480	0.0073	0.0257
		HHXS-YW-06	0.75	2.92	11.75	61.13	1.43	16.16	0.50	0.30	1.82	0.0096	0.0654	0.0069	0.0205
		HHXS-YW-07	1.19	2.80	12.81	62.05	1.30	14.40	0.57	0.30	1.90	0.0143	0.0426	0.0089	0.0332
		HHXS-YW-08	0.52	3.01	13.21	61.04	2.47	14.44	0.66	0.54	1.16	0.0132	0.0499	0.0065	0.0245

（续表三）

窑址	类型	编号	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	K_2O	CaO	TiO_2	MnO	Fe_2O_3	Rb_2O	SrO	Y_2O_3	ZrO_2
后司岙	晚唐越窑青瓷	HSAT-YW-01	0.82	3.07	12.23	63.87	1.27	13.51	0.74	0.68	1.47	0.0128	0.0468	0.0077	0.0268
		HSAT-YW-02	0.77	2.59	11.14	67.91	1.49	11.88	0.55	0.37	1.58	0.0109	0.0472	0.0056	0.0269
		HSAT-YW-03	0.75	3.17	12.44	66.27	1.24	11.19	0.62	0.38	2.14	0.0139	0.0347	0.0059	0.0278
		HSAT-YW-04	0.51	2.74	12.71	67.62	1.66	9.59	0.73	0.52	2.17	0.0136	0.0306	0.0057	0.0286
		HSAT-YW-05	0.78	3.33	12.47	64.70	1.23	12.97	0.67	0.50	1.33	0.0109	0.0369	0.0069	0.0402
		HSAT-YW-06	1.12	4.51	11.58	57.44	3.49	14.69	0.60	0.51	1.55	0.0151	0.0468	0.0050	0.0229
	晚唐秘色瓷	HSAT-MC-01	0.73	2.74	13.06	63.18	1.25	13.84	0.59	0.44	1.61	0.0140	0.0363	0.0066	0.0280
		HSAT-MC-02	0.59	2.87	12.12	66.10	1.25	12.06	0.63	0.56	1.65	0.0135	0.0427	0.0082	0.0365
		HSAT-MC-03	1.35	3.01	12.49	65.27	1.30	11.40	0.73	0.50	1.71	0.0151	0.0405	0.0051	0.0355
		HSAT-MC-04	0.59	3.10	12.32	65.82	1.35	12.01	0.62	0.49	1.61	0.0145	0.0420	0.0071	0.0254
		HSAT-MC-05	0.99	2.65	13.51	67.35	1.54	8.82	0.80	0.48	1.86	0.0136	0.0257	0.0072	0.0308
		HSAT-MC-06	0.64	3.08	12.96	66.19	1.43	10.57	0.61	0.48	2.00	0.0139	0.0309	0.0045	0.0268
		HSAT-MC-07	1.25	3.22	13.01	65.16	1.33	10.54	0.64	0.50	2.03	0.0121	0.0313	0.0075	0.0284
	五代越窑青瓷	HSAF-YW-01	0.90	2.99	12.70	64.34	1.44	12.30	0.64	0.40	2.00	0.0137	0.0375	0.0046	0.0399
		HSAF-YW-02	1.09	3.29	12.14	64.42	1.25	12.20	0.71	0.36	2.42	0.0152	0.0425	0.0057	0.0296
		HSAF-YW-03	1.47	2.68	13.84	66.23	2.00	8.59	0.89	0.38	2.03	0.0162	0.0203	0.0026	0.0289
		HSAF-YW-04	0.90	3.21	12.74	62.85	1.07	13.61	0.64	0.35	1.97	0.0160	0.0517	0.0059	0.0329
		HSAF-YW-05	0.98	3.01	12.02	64.54	1.24	12.80	0.64	0.35	2.40	0.0130	0.0493	0.0082	0.0283
	五代秘色瓷	HSAF-MC-01	0.61	3.00	12.87	64.86	1.52	11.85	0.75	0.39	2.36	0.0154	0.0377	0.0075	0.0468
		HSAF-MC-02	0.83	2.62	13.42	64.76	1.31	12.03	0.64	0.41	1.73	0.0150	0.0438	0.0061	0.0384
		HSAF-MC-03	1.01	2.26	13.28	65.05	1.22	12.01	0.66	0.39	1.73	0.0121	0.0280	0.0086	0.0292
		HSAF-MC-04	0.78	3.01	12.22	64.49	1.21	12.97	0.60	0.44	1.67	0.0139	0.0437	0.0056	0.0264
		HSAF-MC-05	0.75	2.86	13.26	64.51	1.19	12.62	0.73	0.67	1.60	0.0130	0.0474	0.0102	0.0250
		HSAF-MC-06	0.80	3.43	13.12	63.32	1.09	13.23	0.64	0.46	1.75	0.0131	0.0363	0.0031	0.0252
		HSAF-MC-07	0.84	3.02	14.40	64.77	0.99	10.89	0.70	0.53	2.07	0.0145	0.0307	0.0049	0.0259

〔图七〕后司岙和荷花芯窑址青瓷标本胎体及浙江瓷石铝硅含量散点图



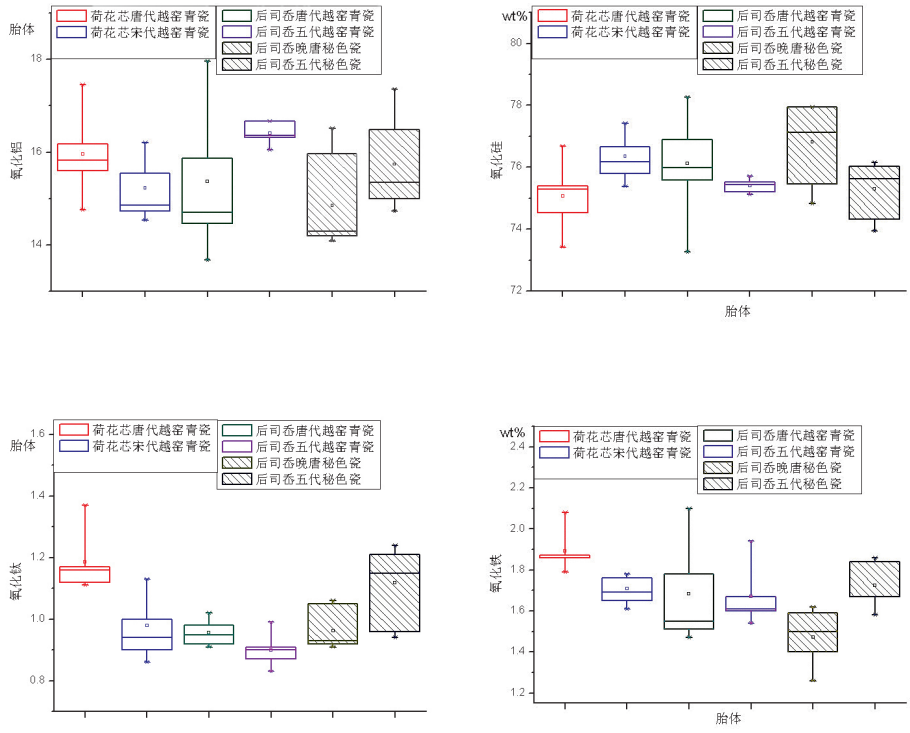
3.1 秘色瓷胎体组成特征

从[表二]可知，荷花芯和后司岙窑址唐、五代及北宋时期越窑青瓷和秘色瓷胎体中氧化铝含量基本介于14%～17%之间，氧化硅介于73%～78%之间，氧化钾介于2%～3%之间，氧化钛介于08%～1.4%之间，氧化铁介于1.2%～2.2%之间。这与《中国科学技术史·陶瓷卷》中给出的历代越窑青瓷胎体元素含量的变化范围是一致的[1]。

‹1› 李家治：《中国科学技术史·陶瓷卷》页114－126，科学出版社，2007年。

从〔图七〕可知，慈溪后司岙和荷花芯窑址越窑青瓷和秘色瓷胎体中氧化铝和氧化硅含量基本处在浙江地区瓷石[1]的含量范围之内，这表明唐宋时期秘色瓷和越窑青瓷皆采用了当地瓷石原料制胎。同时，秘色瓷胎体中氧化铝、氧化硅含量与两个窑址普通越窑青瓷胎体也无明显的差异。相对而言，秘色瓷胎体元素组成含量较普通越窑青瓷胎体波动范围较小一些，这表明秘色瓷对胎体原料的选择和处理更加精细。虽然唐、宋时期越窑青瓷胎体元素含量整体波动不大[2][3]，但从某些元素含量上也能看出一定的时代特征和变化规律。从〔图八〕可知，后司岙窑址越窑青瓷和秘色瓷标本中氧化铝含量从晚唐至五代时期略呈升高的趋势，而氧化硅含量则略有降低，推测与原料的选择和淘洗等处理工艺有关。此外，后司岙晚唐时期秘色瓷胎体中氧化钛和氧化铁含量均比五代秘色瓷胎体含量略低，从而使胎体颜色略白一些，可能对其釉色有一定的影响。

〔图八〕慈溪后司岙和荷花芯窑址青瓷标本胎体元素组成含量箱式图



3.2 秘色瓷釉层组成特征

根据[表三]计算可知，荷花芯窑址晚唐时期青瓷釉中氧化铝、氧化硅和氧化钙含量平均分别为12.35%、64.92%和11.78%，而北宋时期则为12.51%、63.02%和13.89%。对比可知，荷花芯窑址宋代越窑青瓷氧化钙含量较晚唐时期有所升高，且波动更大一些〔图九〕，提示制釉技术越发不稳定，这可能是导致越窑青瓷于北宋中期走向衰落的原因之一[4][5]。后司岙窑址晚唐越窑青瓷釉中氧化铝、氧化硅和氧化钙含量平均分别为12.10%、64.64%和12.31%，同时期秘色瓷釉中则为12.78%、65.58%和11.32%。到了五代

‹1› 李国桢、郭演仪：《中国名瓷工艺基础》页26，上海科学技术出版社，1985年。

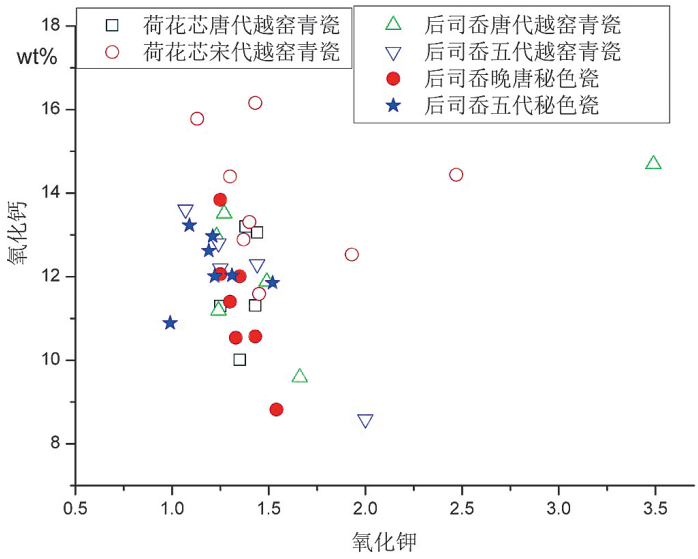
‹2› 李家治、邓泽群、吴瑞：《从工艺技术论越窑青釉瓷兴衰》页201－204，《陶瓷学报》2002年第3期。

‹3› 熊樱菲、龚玉武、夏君定、吴婧玮：《上林湖越窑青瓷胎釉化学组成的EDXRF分析》，《文物保护与考古科学》2010年第4期。

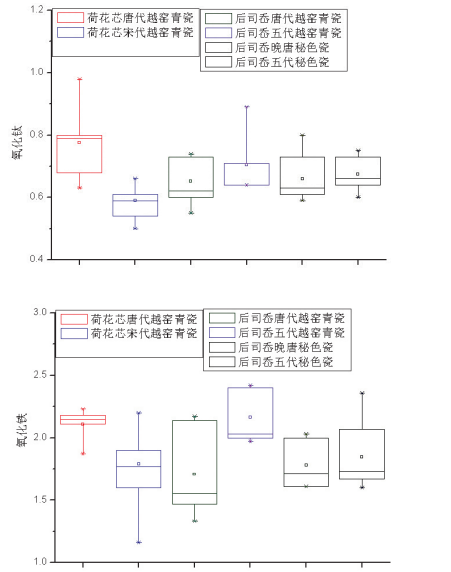
‹4› 权奎山：《试论越窑的衰落》，《故宫博物院院刊》2003年第5期。

‹5› 前揭《从工艺技术论越窑青釉瓷兴衰》页201－204。

〔图九〕慈溪后司岙和荷花芯窑址青瓷标本釉中氧化钾和氧化钙含量散点图



〔图十〕慈溪后司岙和荷花芯窑址青瓷标本釉层元素组成含量箱式图



时期，普通越窑青瓷釉中氧化铝、氧化硅和氧化钙含量平均分别为12.69%、64.48%和11.90%，而秘色瓷釉中则为13.22%、64.54%和12.23%。故整体而言，后司岙窑址烧制的秘色瓷釉与同时期的普通越窑青瓷釉的元素组成含量非常类似‹1›，这说明秘色瓷的制釉原料和技术与同时期普通越窑青瓷是相同的。青瓷釉中的呈色元素主要是铁和钛，从〔图十〕可以看出秘色瓷釉中的铁、钛含量与普通越窑青瓷差别不大，即氧化铁和氧化钛含量不是造成秘色瓷与普通越窑青瓷釉色差别的主要因素。秘色瓷的釉色与传统越窑青瓷存在显著差异的原因，推测是其制釉原料的选择与处理更加严格，并与其采用瓷质匣钵的烧制工艺有关‹2›。

相关研究表明南方传统的青瓷釉料一般是由瓷石和草木灰两种原料配制而成‹3›。宋元间，景德镇和龙泉青瓷釉料则采取草木灰与石灰石一起烧炼成釉灰，并与瓷石类原料混合制釉‹4›‹5›。使用草木灰制釉的特征是釉中氧化磷(P_2O_5)和氧化锰(MnO)含量较高，原因在于草木灰中含有较高的磷和锰等元素，而瓷石、粘土类原料仅含有很少量的磷和锰‹6›。从〔图十一〕可以看出，荷花芯窑址和后司岙窑址晚唐时期越窑青瓷釉中氧化锰含量较高(大于0.45%)，但氧化钙则介于10%～15%之间。而两个窑址五代和北宋

‹1› 朱伯谦、陈克伦、承焕生：《上林湖窑晚唐时期秘色瓷生产工艺的初步探讨》，《文博》1995年第6期。

‹2› 前揭《上林湖窑晚唐时期秘色瓷生产工艺的初步探讨》。

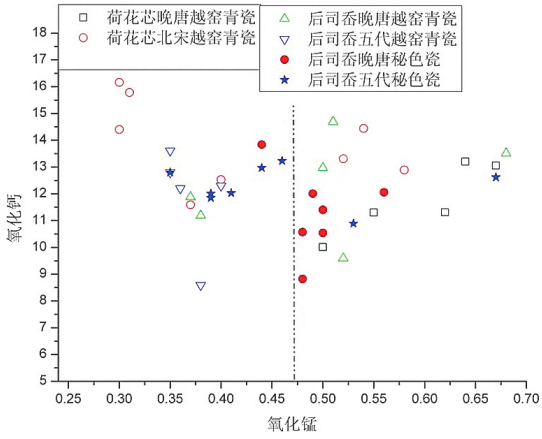
‹3› 李国桢、郭演仪：《中国名瓷工艺基础》页71－75，上海科学技术出版社，1985年。

‹4› 蒋祈《陶记》记载：“攸山、山槎灰之制釉者取之，而制之之法，则石垩炼灰，杂以槎叶木柿火而毁之，必剂以岭背釉泥，而后用之。”

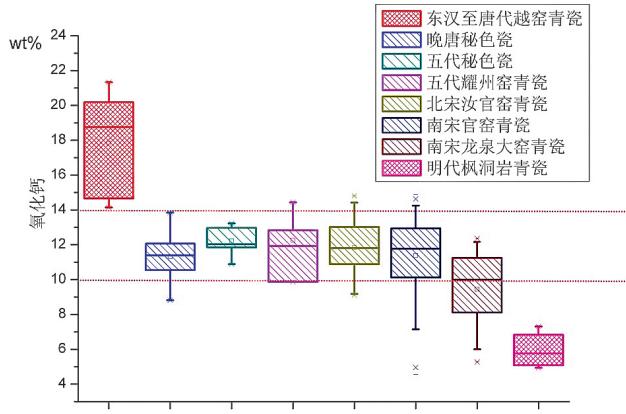
‹5› 明代陆蓉所撰《菽园杂记》关于南宋龙泉瓷釉的制作方法为：“油则取诸山中，蓄木叶炼成为灰，并白石末澄取细者，合而为油。”

‹6› 张福康：《中国传统高温釉的起源》，《古陶瓷科学技术国际讨论会论文集》页41－46，上海科学技术文献出版社，1987年。

〔图十一〕慈溪后司岙和荷花芯窑址青瓷标本釉中氧化锰和氧化钙含量散点图



〔图十二〕不同窑口青瓷釉中氧化钙含量箱式图



时期越窑青瓷釉中氧化锰的含量有所降低(小于0.45%)，氧化钙的含量则较晚唐时期无明显的变化。氧化锰含量的降低有两种可能性，一是晚唐至五代时期，烧制草木灰的植物种类发生了改变，即可能使用了一种含锰较低的草木灰，但这种可能性不大；另一种可能是晚唐至五代时期，草木灰的用量有所减少，釉中氧化钙的含量不仅由草木灰引入，还有可能来自于石灰石类原料。如此推测，晚唐至五代时期越窑青瓷釉料配方可能发生了重大改变，即由早期的瓷石加草木灰的二元配方变成瓷石加草木灰、石灰石的三元配方。从〔图十一〕还可知，五代秘色瓷的釉料配方也在晚唐时期配方的基础上，同步与普通越窑青瓷发生改变，即由二元配方变成三元配方。越窑于晚唐至五代时期逐渐采用三元配方制釉的技术比北宋晚期定窑采用三元配方[1]以及景德镇窑、龙泉窑宋元间才采用三元配方还要更早一些。

釉中氧化钙等助熔组分的含量高低与窑炉高温技术发展水平相关。随着高温技术的发展进步，釉中助熔组分含量越来越低，瓷器的烧成温度也越来越高，这是中国瓷釉的时代发展规律。从〔图十二〕可以看出，唐之前的越窑青瓷属于高钙釉，其釉中氧化钙的含量通常大于14%。而到了晚唐时期，越窑青瓷和秘色瓷釉中氧化钙的含量稳定保持在10%～14%之间。五代耀州窑青瓷以及后来的北宋汝官窑、南宋官窑以及南宋龙泉窑均将釉中氧化钙的含量严格控制在10%～14%范围之内。之后的明代龙泉青瓷釉中的氧化钙含量更是急剧降低，平均值约为6%。因此，从氧化钙含量来看，处在不同地区的晚唐五代秘色瓷、五代耀州窑青瓷、北宋汝官窑、南宋官窑以及龙泉南宋青瓷，即便制釉原料和烧制窑炉不同，但制釉技术是类似的。至于秘色瓷对后期其他青瓷窑口制釉技术的影响以及中国传统制釉技术的传承与发展等问题，则是我们在今后的研究中需要深入探讨的。

‹1› 康葆强、苗建民、秦大树：《定窑遗址考古出土制釉原料的探析》，《中国国家博物馆馆刊》2014年第9期。

四　研究结论

(1)秘色瓷的胎体元素组成与普通越窑青瓷无明显的差异，二者均采用当地的瓷石原料制胎；相对而言，秘色瓷对胎体原料的选择和处理更加精细。

(2)秘色瓷釉的元素组成与同时期普通越窑青瓷无异，其独特的釉色推测与其采用瓷质匣钵的烧制工艺有关。

(3)晚唐至五代时期越窑青瓷釉料配方可能由早期的瓷石加草木灰的二元配方变成瓷石加草木灰、石灰石的三元配方。五代秘色瓷的釉料配方也在晚唐时期配方的基础上，同步与普通越窑青瓷发生改变。

(4)晚唐五代秘色瓷以及五代耀州窑青瓷、北宋汝官窑、南宋官窑以及龙泉南宋青瓷均将釉中氧化钙的含量严格控制在10%～14%范围之内，即唐宋时期不同青瓷窑口的制釉技术是非常类似的。(李　合、史宁昌、王光尧、沈岳明、郑建明执笔)

(责任编辑：何　芳)