

古
国
中
究
研
瓷
文
陶
论
集

*RESEARCHES
IN CHINESE
ANCIENT
CERAMICS*



74
3

中国古陶瓷研究论文集

周 仁 等著

轻工业出版社

内 容 简 介

本论文集包括中国科学院上海分院前院长周仁先生等人有关中国古陶瓷研究的十四篇论文。这些论文大体反映了近半个世纪来我国古陶瓷科学研究者在这方面取得的成就，这些成就在国内外广大陶瓷学者中已引起普遍重视。现在为了给学习提供方便，特按这些论文发表的先后顺序出成专辑，可供从事陶瓷生产和科研人员学习之用。同时，为了便于国际科学技术的广泛交流，书中还附有英文目录，备供国际交流之用。

中国古陶瓷研究论文集

周 仁 等著

轻工业出版社出版

（北京集贤里8号）

外文印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

787×1092毫米1/16 印张：17 插页：1 字数：384千字

1982年12月第一版第一次印刷

印数：1—2400 定价：2.95元

统一书号：15042·1720

出版说明

瓷器是中国古代重要创造发明之一。在数千年来的各个历史时期中,我国南北各地名窑迭出,新的工艺技术不断涌现,在陶瓷科学技术的百花园中,奇花异葩,争相开放,举世瞩目。这些成就都是中国古代人民智慧的结晶,也是中国人民的重要文化遗产。可是由于古代科学技术不发达以及技术不外传等等原因,在中国古代文献资料中,对于这些历史名窑的发展及其在科学技术方面的成就极少有较完整的记载。自古我国虽有“陶瓷之国”的光荣称号,但还没有一本比较科学而完整的《中国陶瓷工艺发展史》。最近一个多世纪以来,有些中外学者开始致力于中国古陶瓷的研究,可是由于各种主客观原因和条件的限制,这些努力大都不够显著。周仁先生,早在三十年代初,就对中国古陶瓷发生浓厚兴趣,当时,他在担任南京前中央研究院工程研究所所长期间,就开始在所内创办陶瓷试验场,聘请各地名手,从事中国传统陶瓷工艺技术的研究。这项工作后因抗日战争发生而告停顿。解放后,五十年代中期,在他的倡议和周总理、郭沫若院长的赞助下,在原中国科学院冶金陶瓷研究所内成立了中国古陶瓷研究小组,并亲自担任这个小组的领导。1960年冶金陶瓷研究所分成两个所,即中国科学院冶金研究所和硅酸盐化学与工学研究所,周仁同志兼任两所所长。当时他虽已年迈体弱,但对中国古陶瓷的研究仍经常给予关怀。在他领导下的中国古陶瓷研究小组,在北京考古研究所、故宫博物院、轻工业部硅酸盐工业管理局、景德镇陶瓷研究所、浙江省轻工业厅、南京博物馆、上海博物馆等单位的协作和支持下,利用该所现代化设备,先后对我国新石器时代和殷周时代的陶器以及历代名窑进行了系统的科学研究,并先后写成研究论文和总结报告12篇。这不仅对某些历史名窑的恢复和提高有重大意义,而且还对研究中国陶瓷工艺技术发展史积累了不少宝贵的资料,受到了国内外学术界的重视。周仁先生把毕生精力贡献给祖国的钢铁冶金和中国古陶瓷的研究。在他去世后,中国科学院上海硅酸盐化学与工学研究所的有关同志决心在他开创的事业的基础上,为发掘、整理、继承和发扬这份中国人民珍贵的科学文化遗产而继续努力。

本论文集中,搜集有周仁先生等人有关中国古陶瓷研究的论文,以发表年代先后为序,包括解放前的一篇以及未发表的总结,共十四篇。全书经中国科学院上海硅酸盐化学与工学研究所张福康同志进行过技术校订,又请轻工业部刘秉诚高级工程师根据我国已发表的重大科研成果做过必要注释,在编写本论文集中,还承他热心提供绝大部分有关资料,特在此表示谢意。

序

周仁先生是我国现代钢铁冶金学和陶瓷学的开拓者之一。早在三十年代就对杭州乌龟山下南宋官窑的遗址进行勘察，曾多次前往我国瓷都——景德镇实地调查。当时在他创办的原中央陶瓷试验场，他曾与景德镇著名老艺人共同对传统青花瓷的制造工艺进行了科学实验和总结，为振兴当时日趋衰落的陶瓷工业做出了一定的贡献。

解放后，在周仁先生的倡议和领导下，开展了我国古陶瓷研究工作，通过一系列科学研究把我国传统瓷器的生产工艺技术提高到一个新的水平。周仁先生协助有关部门对某些历史上早已失传的名窑进行恢复和提高做了很大的努力。例如他主持领导的“国瓷组”对景德镇进行了大量的实地调查研究，为闻名世界的景德镇瓷器恢复传统和提高质量做出了可贵的贡献。周仁先生在我国古陶瓷研究方面的卓越成绩引起了国内外陶瓷学者和考古学者的一致重视，并在国际学术上享有很高的声誉。

周仁先生治学严谨，工作认真。他在五十多年的教育和科学研究工作中，为我国培养了大批优秀人才，为发展我国冶金和陶瓷科学研究事业，贡献了毕生精力。

我早在南京高等师范读书时就认识周仁先生，并得到他的器重和鼓励。嗣后，我与周仁先生在发展我国科学事业上交往甚笃，对于周仁先生的为人和治学精神是素为钦佩的。今轻工业出版社要我为这本论文集写一篇序文，仅借此以表达多年来我对周仁先生高山景行私所慕仰之情。

中国科学院主席团执行主席

严济慈

一九八一年八月二十二日

目 录

1. 陶瓷试验场工作报告	周仁	(1)
2. 景德镇瓷器的研究		
一、清初瓷器胎、釉的研究		
周仁 李家治 敖海宽 (中国科学院冶金陶瓷研究所)		(22)
二、景德镇制瓷原料及胎、釉的研究		
周仁 郭演义 李家治 (中国科学院冶金陶瓷研究所)		(31)
三、景德镇瓷器质量的改进和中间工场生产试验		
周仁 李家治 郭演仪 洪金云 邹恽如 (中国科学院冶金陶瓷研究所)		
赖其芳 李国桢 赖泮林 聂怀德 (轻工业部硅酸盐工业管理局)		
潘庸秉 谢谷初 杨文宪 于兆民 刘桢 (景德镇陶瓷研究所)		(60)
四、钴土矿的提炼和青花色料的配制		
周仁 李家治 (中国科学院冶金陶瓷研究所)		
李国桢 赖泮林 (轻工业部硅酸盐工业管理局)		
潘文锦 (景德镇陶瓷研究所)		(79)
3. 我国传统制瓷工艺述略	周仁	(88)
4. 气氛对某些瓷坯加热性状的影响	李家治 周仁	(93)
5. 十年来的中国科学——陶瓷	周仁 佟明达	(104)
6. 中国历代名窑陶瓷工艺的初步科学总结	周仁 李家治	(115)
7. 景德镇历代瓷器胎、釉和烧制工艺的研究	周仁 李家治	(134)
8. 张家坡西周居住遗址陶瓷碎片的研究	周仁 李家治	(150)
9. 张家坡西周陶瓷烧造地区的探讨	周仁 李家治	(155)
10. 龙泉青瓷原料的研究	周仁 郭演仪 万慕义	(157)
11. 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		
周仁 张福康 郑永图		(165)
12. 历代龙泉青瓷烧制工艺的科学总结	周仁 张福康 郑永图	(188)
13. 我国陶瓷工艺技术发展过程的初步总结	周仁 张福康 李家治	(215)
14. 关于传世“宋哥窑”烧造地点的初步研究	周仁 张福康	(222)
后记		(228)

1. 陶瓷试验场工作报告*

一、本场之窑

窑为四方形（见图1-1），仿德国式样筑造，专备试验之用。内部面积四平方米，高二米，火道共长九米，烟囱之高亦九米，设置火床二处，高一米；素烧，本烧，均仰给之。据历次试验所得，从发火至烧成，须十八至二十小时；蒸烧约六小时，本烧约十二小时，均视柴之干湿为等差。初烧时由火床下投送松柴，待温度增高至摄氏八百度，即将火床封闭，由上面四孔投入。烧成时温度为摄氏一千三百五十度内外，每烧成一窑，需松柴自三千六百斤乃至四千斤。若全窑均装咖啡杯皿，可容二千套。平时测定火候，即用本场自造之三角锥，以节繁费；但作精密研究时，采用光焰法高热测验器（optical pyrometer），及热电流高热测验器（thermo-couple）。

除上記之窑外，另筑有试验小窑一座；外面为一长方形，内部为直径四十八又二分之一米之圆形窑室，窑室之高约一米又三分之一。烟囱入口即设于窑室之底部，为十三厘米之方孔。火道之大亦如之；长为一米又三分之一。烟囱亦为方形，高约五米。出口约较入口小三厘米。圆窑室之外侧设一火床，广约十三厘米，长约三十五厘米。火床外面设一高六十八厘米，广四十二厘米之装坯入口。下留一高三十二厘米，广二十六厘米之口，为冷火床。两侧具设松柴投入孔及火色视察孔各一个。室内可装直径三十七厘米匣钵数个。冷烧三时，本烧约十时，共计十三时可烧成一次。火度之高约在千三百度以上。每次费松柴六百斤至八百斤。本场小试验即在此窑行之，极便利之窑室也。

二、本场原料之分析

原料之分析，对于坯泥，釉质之配合，关系至为重要。我国各地所产之瓷泥，釉果，中外书籍虽略有记录，然精确与否无可稽考。且同一产地，各时所出之泥质，其成分亦有差异。故本场所用之原料，均先加以分析，以为配合时之标准。一方并收集我国历来著名之瓷土，依照标准方法一一分析，以资参考。原料之分析，其简略者，即在本场附设之化验室行之，以期迅速；精确者，均由本院化学研究所代为分析。表1所列之原料分析表，即该所助理员柳大纲君及本所助理员张继龄君分析所得之结果也。

表中所列祁门，星子，东沟，乐平白土，乐平老山，三宝蓬，滑石，釉果，釉灰等九种原料，系江西省立陶业学校校长邹俊章先生在赣收集惠赠本场者，特此致谢。

三、本场坯泥配合法

坯泥配合，并非易事，出品优劣，肇基于此。查我国最上瓷品，非仅以一种白不（音

* 本文发表于1930年南京前中央研究院工程研究所专刊。原文首尾有删略，文中个别名词术语已改用今名。

敦系我国瓷场术语，英名 Quartz-porphyry) 制成；多以白不合釉果，高岭泥或滑石制成。白不成分不一，故应配合釉果，高岭泥等之量，亦不一致。但经配成之坯泥果为良好瓷质，必须具备下列之性质：

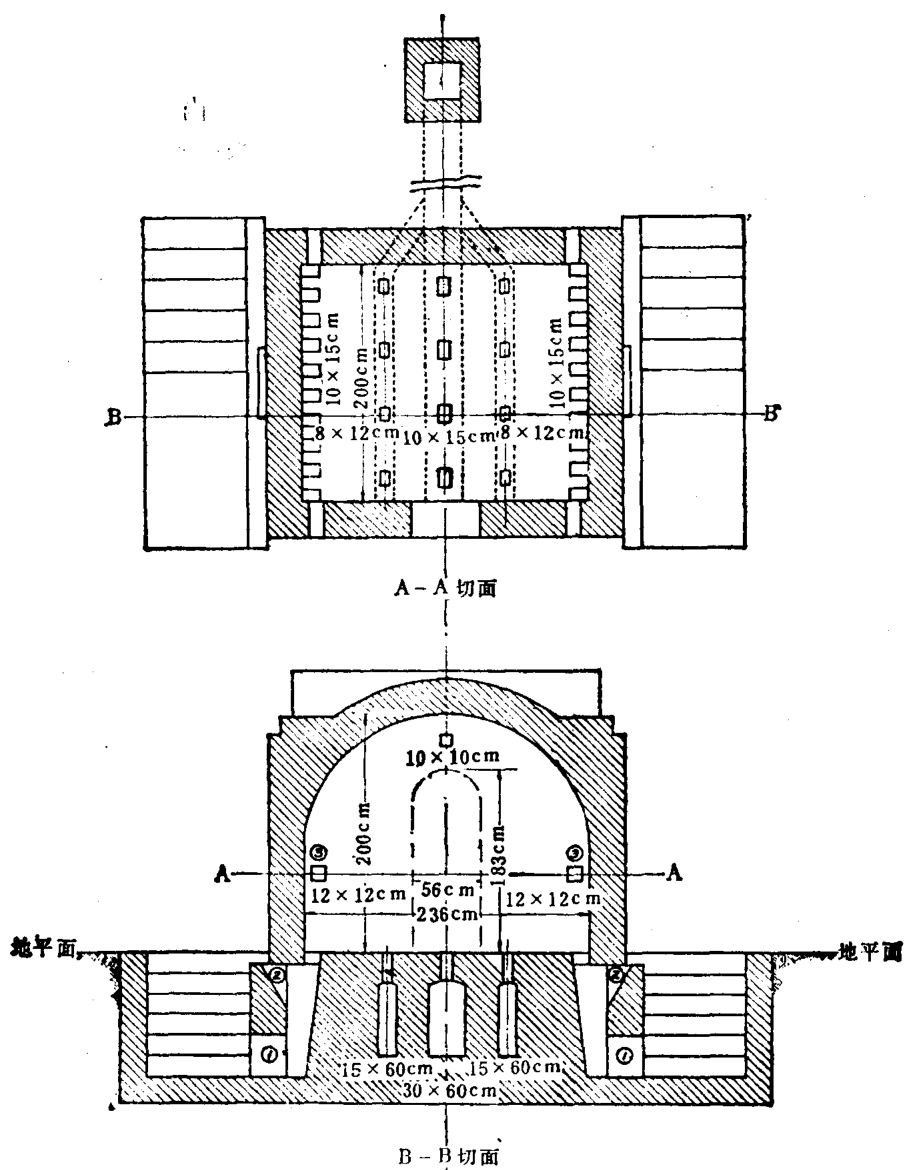


图 1-1 试验窑断面及正面图

- (一) 坯能受工作至极薄之片；
- (二) 烧成后质地洁白而半透明；
- (三) 烧至摄氏一千四百度以上之温度而不变易原形；
- (四) 质地匀细破面显露光泽；
- (五) 未上釉处有细腻之感触，如古瓷之灯草脚。

表1 制瓷原料分析表

品名	产地	化学成分(以百分计算)										样品现状	备注
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	CaO	MgO	Na ₂ O K ₂ O	灼热 减量	百分 总数		
栖霞白土(一)	南京栖霞山	42.44	41.23	0.48	0.01	痕迹	0.58	0.09	0.16	15.85	100.84	原料未经洗练	栖霞山所产白土成分不一样(一)系
栖霞白土(二)	南京栖霞山	26.10	39.57	1.48	0.03	0.01	1.93	0.26	3.08	28.63	101.09	同上	最佳者产量不多样(二)系普通者较多
无锡白土	江苏无锡	61.08	27.50	0.83	0.29	未定	0.82	0.55	2.91	5.57	99.55	同上	可做陶器
江西不子	景德镇购得	72.91	16.82	1.34	0.06	0.07	0.44	0.45	4.58	2.84	99.51	已做成不子	此系景德镇市上所购得产地未详
星子	南康府星子县	51.89	31.70	1.54	未定	0.82	0.91	痕迹	2.05	11.01	99.97	同上	土类配普通瓷坯用
东沟	浮梁县东乡明沙高岭	61.82	27.60	1.27	未定	0.16	0.29	0.08	2.12	6.94	100.28	同上	土类配上等瓷坯用
乐平白土	乐平县鸣山附近	68.65	4.00	1.40	0.23	0.01	0.49	22.54	0.55	2.05	99.92	已经洗练	土类做耐火器陶器用
乐平老山	乐平县东南乡	66.51	23.14	1.28	未定	0.26	0.64	0.19	2.68	5.70	100.40	已着细成不子	石类做上等瓷坯用
三宝门	景德镇附近	65.47	22.99	1.14	未定	0.07	0.58	0.09	5.46	3.73	99.53	同上	石类做次等瓷坯及釉用
祁门	安徽祁门县	74.48	20.53	1.58	未定	痕迹	0.12	0.16	0.84	2.68	100.39	同上	石类配上等瓷坯用
浮梁柚果	浮梁东乡密里	72.02	18.21	0.92	未定	0.04	1.27	0.06	4.17	3.09	99.78	同上	石类配上等釉及上等瓷坯用
祁门柚果	安徽祁门县	74.23	14.86	0.74	0.05	0.03	1.72	0.35	4.86	2.41	99.25	同上	石类配上等釉及上等瓷坯用
江西高岭	景德镇购得	58.36	27.43	1.39	0.04	0.22	0.65	0.29	5.16	6.31	99.85	已做成不子	此系景德镇购得色泽不佳
滑石	贵溪及安仁	53.70	33.30	1.48	0.12	0.01	0.38	0.19	2.27	9.29	100.74	已着细成不子	石类做粉定器略用少许
西滑	江西	55.50	30.64	1.72	0.04	0.03	0.42	0.54	4.21	6.90	100.00	原泥	可配制极薄之器
釉	景德镇牛角山	9.58	3.30	0.35	0.08	0.05	47.43	0.40	0.83	38.01	100.03	制成品	石灰和凤尾草制成配瓷釉用
湖泥	湖南醴陵	64.66	26.31	0.51	0.90	未定	0.35	0.33	3.09	4.87	101.02	已做成不子	可做普通瓷坯

本场着手试验时，采用之配合法，略与景德镇相同。其成分为白不百分之55.6，釉果百分之33.3，高岭百分之11.1，烧至摄氏一千三百度以上，瓶类尚可保其原形，盆碟则均变样。破面并无光泽。迭经更改方法，得数种配合；以后出品即采用之。其成分如表2。所开数目有百分数者。亦有非百分数者。

表2 本场坯泥配合成分表

坯质 坯泥号数	湘白不	赣白不	釉果 (祁门)	釉泥 (湘产)	高岭	栖霞白土	西滑石	砂粉	备 注
1	100								湘泥三种成器多畸形 现未采用，留湘白不为 普通器具
2	80				20				
3	80		10		10				
4		100			15				能洁白透明又可为脱胎器
5			20				60	20	最薄之瓶类即此泥为之
6			50				50		
7		50		20		40		20	洁白而薄尚在研究中
8		50				40		30	

表2中之三号湘泥与四号赣泥性质约同。孕水量亦无大差异，约为26.7%。烧成以后，赣泥之灼热减量4.5%，湘泥为5.7%。收缩则赣泥为8.25%，湘泥为20%。湘泥耐火性质不若赣泥之强，烧至摄氏千二百五十度已多呈变态，质地稍薄者均不易保存原形，必欲其烧成者，非加耐火剂不为功。

表2中之坯泥，西不虽亦能制脱胎器，仅限于瓶类；至碗碟之属，则仍需用西滑石。（西滑石云为南京方言，实为一种瓷土，非真正苦土质之滑石也，参阅分析表。）此西滑石产于何处，尚未得其详。本场系由南京间接购入；虽能制造极薄之器，然色泽则远逊西不。因其能制碗碟不生畸形，故仍用之，尚在研究中。

又栖霞山所产之上等白土和入釉果，则烧成时，吸入之炭素不容易氧化，成品每成黑色。若不和釉果则不易成瓷。此种物理的变化，一时尚未十分解决。虽能以他方法制成白瓷，然不能加釉果，则究未得到正鹄。吾国此种泥质甚多，徒以有此变化遂多弃而不用。近日景德镇上等高岭日形缺乏，如能得到此泥变黑之症结，则窑业界之福音也。（请参阅分析表）

本场匣钵现用栖霞山耐火泥混以旧匣钵烧粉（即碎烧破匣钵片为粉）约十分之二于中，颇能耐高度之火。能烧二十八次以上。将来或较旧匣钵（即湘、赣等处之泥所做之匣钵）为良善也。

四、本场成形法

各国瓷业成形法，有指头、机械、石膏型、溶铸、注入、压榨数种。大工程则有用电

热铸坯者。本场限于经费，暂用指头、石膏型、注入三种。技术方面均雇用瓷业专科之技师，富有经验，兼晓中西瓷业之切要方法。故种种形式，不必分工，均可以一人兼任。工人虽少而出货式样之齐备，不让分工式。揉练泥质则以本地工人任之。本场辘轳与吾国旧式者微有不同，已较前改善。直径为十分之八米。共有四架。成形时为一气呵成。

雕瓷之成形，则按照图案，先制种型，再由种型制成泥坯，加以修饰；非若旧法之即刻即烧，稍有疵瑕，即难补救。采用本场之工作程序，不特可以省工，并可使出品一致。

制造种型，须先照图谱计算放大，雕成原型。再用烧去结晶水石膏，加适宜之水，将原型之一半平铺板上，四周用泥围定，然后将混水烧石膏倾入，俟其凝固后，反转背面（即平铺板上之面）于石膏上，涂以胰子油（该油之成分为橄榄油四磅，氢氧化钾半磅，切忌用曹达胰子。）以免粘合，四周再作泥围，倾石膏于其中，俟其凝固，移至水中，以冷水浇之，俾前涂之胰子溶化，分种型为两块或数块，晒干用笔洗去型内粘污泥质，则得种型。

待种型干燥以后，可进行印制第一步。将按法配合之坯泥，压成厚板。次以铜丝剖开为需要之厚度之泥板；如欲用一分厚之泥板，则用一分厚之木尺若干片，置于厚泥板两侧，先切泥板，使与木板平；然后于泥板两侧各去木尺一片，以铜丝紧靠两侧之木尺切之，再于两侧各去木尺一片，再以铜丝切之，则厚泥板可剖为一分厚之泥板若干片，乃将其铺合种型外面，盖以湿布，用手掌拍之，俾花纹毕现，再合两半个或数个为一，更拍之即得与原型相似之坯，稍加以修饰，则为雕瓷之白坯。

五、本场之釉

釉为一种矽^①酸盐。正矽酸 $\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 或 H_2SiO_3 为二价酸，与碱金属或碱土金属化合，则成光泽美丽之透明玻璃，与金属中之铅化合，能得甚美丽之光泽。矽酸与金属之合力甚钝，故需用火力以助之。化合时金属与矽酸偏多偏少，均可使其朦绵。盖有不能化合之矽酸或金属分子游离其中也。陶瓷器采用之釉，每因陶土或瓷土质地差异，而有与胎土收缩不同之患。故除碱金属之矽酸盐外，必搀和矾土之矽酸盐于其中，以调和之，使釉与陶瓷器胎土平均收缩。

本场白釉早经研究，得有良好的效果，现已制成三种。色釉已经制成者，为玳瑁绿，青黑釉，乌金，酞红，鳝鱼黄，紫檀釉，雨过天青等七种。除酞红以外，结果均佳；而尤以紫檀釉为特出，近世出品固未能比拟，即在古瓷中亦不多见。兹将各釉之配合方法，列于表3，以便审读。

表3中所列成分，除色釉分量一定不变外，白釉则因火度关系时有变动，仅能指明相近之数。其后白瓷则以表3中最后之白釉成分为标准。釉下五彩则仍用花釉，但力减少方解石而已。因釉中含方解石，则成分中所含铁分，易与矽酸化合而呈绿色之矽酸铁，或第二铁矽酸钙之复盐，用于釉下采虽不甚著，用于白瓷则极不美观也。又近日白瓷火度，以釉果过多，烧成须有千四百度之火。此种白瓷始可用高火度之釉上彩色；否则入锦窑用高热煨

^①矽——今作“硅”。

表 3

本场白釉及色釉之配合成分表

成分 釉名	砂 石	糠 灰	石 灰	釉 果	釉 泥	方 解 石	氧 化 钴	氧 化 铬	紫 金 粉	钨 砂	锰 砂	铁 粉	铜 粉	三 号 釉
一号白釉	6		10	100										
二号白釉	10			8	64	18								
三号白釉	15	2 杯		80		5								
花 釉	12			12	64	14								
乌 金 釉							8	5		20	5	2		100
紫 檀 釉							8		20	10		1		100
鳝 鱼 黄										25			5	100
茶 叶 末	30									20	5		2	100
酞 红 釉									35					100
雨过天晴							5							100
玳 瑁 绿							2	15						100
紫 金 釉											15			100
蔚 蓝 釉							10							100
白 瓷 釉				75	10	15								
同 上				80	20									

之，多变煨瓷。本场彩色火度多与古瓷彩色火度相等；盖既负改良与仿造古瓷之使命，不敢以普通釉色相蒙混。故自开办以来至十八年九月，釉上彩始稍有成品。又本场色釉中，每加陶釉百分之二十；因稍含陶釉则光泽美丽也。至釉上常现有斑点，则因研乳时金属分子未能十分研碎之故耳。后当设法除之。〔近日因制陶釉烦难改用铅丹 (Pb_2O_3)〕

又表 3 中所列酞红之制法，应先将氯化金与锡酸化合后使为锡酸化金，再加白釉。其成分因金过少色彩不佳。若能用到百分之 8.7 氯化金或百分之 27.4 紫金粉 (Purple of Cassius)，即可得美丽色彩。制紫檀釉须加少量之炭素末粉，否则非青黑即黄黑。白釉三种中，三号火度稍高。西滑石制坯，栖霞泥制坯，用三号釉适宜，能为洁白如玉之素磁。又适于上采，盖其矽酸量多于与土金属化合之当量，或碱土金属之钙量多于与矽酸化合之当量，不能十分透明，有朦糊彩色之弊。若增加碱金属或矽酸，使完全化合，则各质中所含之微量铁，亦起化合作用，又化为青色之矽酸铁。与花釉同，矫正此弊，更须利用纯长石。

六、本场之彩色

瓷器彩色多用各种呈色金属为之。釉下彩色则用熔点在摄氏一千二百度以上之金属为之。如红色为金 (Gold)，黑色为铱 (Iridium) 或铀 (Uranium)，绿色为铬 (Chromium)，青色为钴 (Cobalt)，鼠色为铂 (platinum)，黄色为铌 (Niobium) 与铒 (Erbium) 之类。惟不受还原焰感触之朱色，各国尚未发现。本场用钛 (Titanium) 及铈 (Cerium) 试烧三次；二次均为赤黄色，仅有一次稍近米色。嗣因原料缺乏，未能继续试验。其详细法则，附录篇末。凡呈色金类必须氧化，然后视需要之彩色之浓淡，混以三倍至十倍之釉果，赤热之即可。(海碧一种除釉果外更须加若干矾土)。釉上彩色，可用熔点在摄氏五百度至千二百度之各种呈色金属，混入熔剂白热之，即可应用。熔剂种类虽多，但其

主要分子，尽为下开之三项。一矽酸铅，二矽酸铅混硼酸铅，三矽酸钠、钾混入硼酸铅。由此三项混合量之不同，区别为若干种。本场现制成十种，名为一号至十号熔剂。色之良否，端视赤热时金属与熔剂之化合完全与否以为之准。即熔剂中矽酸能适当呈色金属之化合量，则制成彩色必佳，否则暗淡无光。又色彩与火候大有关系，若锦烧时火度适宜，即彩色稍逊，亦有光辉。特不能于太阳中细视而已。盖直接太阳光线，光带中各种色线完备，如反射赤色者，则得极美丽之赤色。天阴雨湿，太阳光线须透过厚层之云气，短波之色线被吸较多，虽亦反射赤色，于天气晴明细观之，则变为暗赤或褐赤。故彩色之良否，于晴天太阳下细视之，必无遁形。兹将本场采用各项彩色之配合法，略述于后。

一 釉下绘色之制造

(一) 黑色

平常贵重物品，多用铂或铱 (Platinum or Iridium) 为之。普通颜料亦有用铁者，因不求绝黑之品，如花卉人物，渲染阴阳，但求略现阴影，不问其为黄黑或青黑，所谓普通之釉下艳黑，多铁为之。若以之书字，或水墨山水，则多用铂或铱，因铁制者殊难呈一定之色。兹先将铁之艳黑及各种彩色述之于下。

(甲) 铁黑色

黄色氧化铁粉100 (乳至极细，愈细愈佳)

橄榄油100 (无橄榄油，用古桐油或古棉油之澄清层，忌与沉淀并用)

以上同入瓷锅中搅匀，用火锻炼至油出青烟时，用盖密闭，渐加火至油燃度，俟油燃尽，去盖观其色泽。若不十分乌黑，再加橄榄油100搅匀再烧之。如此反复二三次，则得纯黑之铁粉 (此粉久置空气中不锈)。乃混入同量之釉果，研细应用。按技术佳者，则烧成后其色泽不亚于用铂制造者，所费亦与铂制造者相等。本场所用之水墨画即系铁制，色颇不恶，且能浓能淡，亦与铂制者同。

(乙) 钴黑色

氧化钴 250

氧化锰 250

氧化铁 250

釉果 1500

以上乳匀入坩锅中煅之，洗净乳碎应用。本场渲染阴影之艳黑，即此物也。按此物制法以氧化铁为最要。氧化铁不纯，即难得善良结果，烧成后为蓝为绿或为云墨之色，殊难一定，解释矾红制法时详言之。

(丙) 混合黑色

釉下玛瑙 (见后) 250

海 碧 (见后) 200

云 墨 (见后) 200

铬 绿 (即釉下 50

绿见后)

上法制者甚少。本场亦曾试过一次，结果不良；有剥釉之弊。

(二) 海碧

海碧分浓淡二种。浓者釉果及矾土百分中加氧化钴35至40，淡者用25至30可也。

釉 果	50至60	(矾土分量视成瓷火度而定。普通瓷器不能多于50，否则
矾土(即氧化铝)	50至40	剥釉。上质瓷器因烧成火度高，须用多量矾土始免散漫。)
氧化钴	30至35	

乳匀置素烧窑中煨之，乳细应用。

矾土量视瓷胎烧成火度而定；瓷胎烧成火度在千三百五十度以上者，釉果、矾土可同量。火度低者，矾土须减少，否则有剥釉之弊。弱火瓷胎多不用矾土，但用矾土者，其色鲜明。

(三) 云墨

氧化钴	25
氧化铜	2
氧化锰	3
氧化镍	1
釉或釉果	100

造云墨多用灰釉。用釉果者，便于绘画而无滞笔之虞。

又

氧化钴	25
氧化铜	2
氧化锰	3
釉 果	100

(四) 土墨

用此成分配合者，色泽鲜明而略带紫（若无釉果时，用坯泥代之）。

氧化钴	25
氧化铜	2
氧化锰	10
氧化锑	3
釉 果	100

按上法云墨所用氧化钴，宜先置素烧窑中烧过，使成暗青色，乳细后再加入各种金属。否则须用酸性磷酸钴，颜色始克鲜明。土墨用氧化钴混适宜之铁黑色亦可。加入氧化铜者，免其散开也。

(五) 深绿色

氧化铬	35
氧化铜	2 (用少许之铜，免呈黄色。盖铬与釉中之钾化合，则呈黄色，加铜可减此弊)。
釉 果	100

(六) 浅绿色

氧化铬	25
氧化铀	1
釉 果	100

按此色非达到适当之火度，则与釉中之碱类化合，多成黄色。用磷酸铬，可减少此弊，故制此色时，以用磷酸铬为宜。

(七) 竹青色

磷酸钴	20至25
磷酸铬	10至15
氧化铜	2至5
釉 果	150至200

(八) 红色胭脂 (Purple of Cassius)

黄 金	25
银	5
釉 果	200

先将黄金溶于少量之硝酸一盐酸三之王水中。如王水过量，则蒸发之。俟其完全溶解后，加入多量之水，后乃徐徐注加氯化低锡与氯化高锡之混合液，则生赤紫色沉淀之锡酸化金，其分子式如下：



将此沉淀用蒸水反复洗净。再将银溶于硝酸中，完全溶解后，加入二公升（水少则银沉淀过粗），滴入盐酸少许则生沉淀（以滴入盐酸不生沉淀为度）。将银沉淀亦反复洗净，金银沉淀互相混合。反复洗之。澄清，倾去上面之水，加入釉果，乳细应用。按此色含锡过多则成黑赤色，如置素烧窑中烧过一次，则色更鲜明。

其他黄色，茶色，因无原料，本场尚未制造。茶色虽偶一为之，然所用金属非能于高热中呈黄色之物。今将本场暂用制法照录于下：

(九) 中央茶色

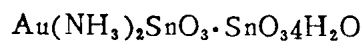
氧化铁（黄色）	20
氧化铈	20
氧化钨	30
釉 果	100

上物混合乳匀。烧过后，再乳至极细，加入下列之黄色金粉，则得固定之茶色颜料。

(十) 黄色金粉制法

纯 金	5
氧化低锡	10
强氢氧化铵	10

先将金溶于硝酸一盐酸三之王水中（以金完全溶化为度，不可含有过剩之王水）为第一液。次加氢氧化铵于氯化低锡中，加水 500 分稀释之，为第二液。第一液加水 200 分稀释后，将第二液徐徐加入（以加至不再沉淀为度），则生黄色沉淀之锡酸化金铵。其分子式如下：



置暗处澄清，反复用含微量铵之水洗净。倾去上面之水和入乳细茶色粉末中。反复洗净，应用可也。本场釉下茶色，多用此法为之。结果甚佳。

二 釉上绘色之制造

熔剂 (Frit) 成分表

按本场所制之熔剂，至少能耐三百度至六百度以上之火度。兹将其成分列入表 4：

表 4

记 号	成 分	氧 化 硅	硼 砂	氧 化 铅	碳 酸 钾	碳 酸 钠
一 号		25		75		
二 号 甲		1	0.5	3		
二 号 乙		15	25	60		
三 号		33	55	11		
四 号		12.5	50	37.5		
五 号		5	27.5	67.5		
六 号 甲		9	18	75		
六 号 乙		18	9	73		
七 号		30	10	18	10	10
八 号		30	10	16		
九 号 甲		15	15	16		
九 号 乙		50	50	40	10	5
十 号		50	30	40	10	

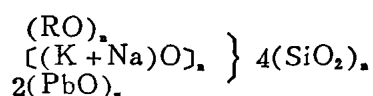
以上熔剂，自七号以至十号，火度渐高，能耐六百度以上之火。如欲减低火度，则混以一号至六号熔剂。普通当颜色配合时，则加入多量铅粉或铅丹，然铅丹和铅粉虽能减低火度，能使色不经久，变为污色，或生污点。盖单纯铅粉多时，易与大气中硫素化合，故本场利用铅晶料。铅晶料不能用时，则用铋晶料。或铅晶料与铋晶料混合用之，亦能达其目的。如此则不仅可耐久远，亦能免色黝黑，但不能长保光泽之弊，亦与铅粉相同。今将本场试验之分量列之于表 5（所用熔剂之分量与外国陶绘常用者同。铅晶料亦同。铋晶料则本场新试者也。惟粉采则仍须加铅粉）。

釉上绘色，熔剂最为紧要。此种熔剂，在理论化学计算，能得其当量者，始可谓之玻

表 5

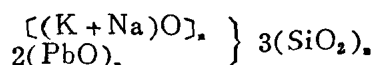
种 类	成 分	氧 化 硅	丹 铅	氧 化 硼	氧 化 铋	硼 砂
铅 晶 料 一		100	106			
铅 晶 料 二		8	12			1
铋 晶 料 一		10		10	20	
铋 晶 料 二		30		60	38	

璃。此则一方常含过剩之氧化矽、氧化硼或氧化铅。其故盖留此以待与呈色金属相化合也。氧化铅过剩之熔剂，则常用以混合釉果及其他含矽质之物。故制成色后，尝得其化合当量。即计算不克吻合，亦不可大有差异。其式约如次：



上式之分子式 $(\text{RO})_n$ 为呈色金属及调色金属；例如绿色其色基为铜与钴而成，若欲变深绿、浅绿、墨绿、桔绿则须加入呈黄色之锑、钨及呈褐色之铁、锰等调色金属。常因其色之变化，调色金属有加至四种者；合色基计之，则复杂变化时，含金属有六种之多。

(RO) 之 n 倍即为代此种金属之总数。纯粹熔剂本为无色透明之一种铅玻璃，有下列之当量分子式：



而陶瓷彩色所用之熔剂则常多含 $(\text{SiO}_2)_n$ 或 $2(\text{SiO}_2)_n$ 之质，为白色不透明之硬块。其故即上文所言，留此 $(\text{SiO}_2)_n$ 之质，以与呈色之 $(\text{RO})_n$ 相化合。故熔剂含 $(\text{SiO}_2)_n$ 之质少于上式之分子式时，则呈色金属变为氧化物游离于熔剂之中，而呈黑色。多于上式时，虽能呈色，亦极蒙混少光泽。实际彩色烧成时，因火度关系，金属性质非能全与 $(\text{SiO}_2)_n$ 化合，混于矽粉中者，亦不少。如胭脂、铜绿中之碳氧化铜等，常有多少游离于其中，实与 $(\text{SiO}_2)_n$ 化合者，不过若干分之一二，故常不透明。用为粉彩虽无碍，用于点榻，常为赏鉴家所不取。我国古瓷之所谓宝石彩色者，能力免此弊（除紫用三弗齐之紫碲石，红用胭脂石外，余均人造之色，非真正宝石也）。故古幽雅穆，光泽浑璞，为今人所不及，视为奇珍。盖其法甚秘，作品不多，近日古瓷中百不见一也。故欲晶莹玉润之色彩，非熔剂中剩余之矽质与金属恰当其量，火候适得其宜，殊难得古彩之拟似品耳，今将本场上绘彩色表之于下：

（一）白色

计三种，即凸白，玻璃白，乳白是也。

（甲）凸白（堆花用白色）

矽石	53
锡灰（铅四锡六所炼之白灰）	26
碳酸钾	21
又法	
氧化锡	14
烧硼砂	14
砒霜	4

以上混合煅烧乳碎，再加入适量之下开熔剂，再煅烧之，倾入水中，乳细应用。本场欲高其火度，故另加适量之单纯矽砂。

适量云者，须先视各色之火度而定熔剂之多少。不能有一定之分量也。例如红绿二色，火度高时，则以熔剂少为适量；反之，则多加熔剂为适量。