

邛窑古陶瓷研究

主 编 耿宝昌

副主编 朱清时 俞伟超

中国科学技术大学出版社

2002·合肥

序

中国陶器历史悠久，从新石器时代已出现陶器；发展到商、周，更是烧裂出数有光耀釉层的原始瓷；其后历代后建各朝的演进，隋、唐时已相当兴旺，南北各方窑场林立，远至巴蜀也不例外；其境内物华天宝，得天独厚，窑口众多，就中以临邛之“邛窑”最为突出。

“邛窑”是邛崃市南河十方堂、固驿瓦窑山、白鹤大鱼村、西河夫子山等古瓷窑的总称，以十方堂为主；其烧造品种广泛，内容丰富，具有典型的时代风格与独有的地方特色，在陶器领域独树一帜，声誉四海。所产生活用具如壶、罐、钵、碗、砚、玩具等，广传于海内外，其中尤以宋代诗人陆游《老学庵笔记》中提及的省油灯最为出色，并多有刻年款记时。“邛窑”产品造型也仿金银器皿；雕塑的人物与动物形象生动、质朴、圆浑；所烧单色釉有青、灰、蓝、绿、黄、酱诸色，青中泛黄或釉中点

染褐、绿色彩斑、圈点绿、黑猴珠等，还书以“临邛”“和尙”“蜀”等文字；装饰甚简意，炼、泼辣豪放；高低温釉下彩、三彩更是“邛窑”的代表作品，均较早烧制成功，其工艺传播于江南诸名窑，而又湖南长沙“铜官窑”受其影响最深，因之两窑产品颇为相似，成为姐妹艺术，堪与其周边各窑相媲美。

“邛窑”始创于南北朝，盛于唐和五代，荒废于宋，其遗址在20世纪初曾被地方军阀势力所破坏，直到新中国成立之后，才得到史学和考古学者的关怀，1984年，以研究“邛窑”为主题，在邛崃市召开中国古陶瓷学会、中国古外销瓷学会的年会，引起了考古、文物界对“邛窑”的重视和研究兴趣。1984年至1989年，四川省考古所对“邛窑”遗址进行大面积发掘，从十方堂窑址获得南北朝至宋代的遗物标本，多达五万件，为深入研究“邛窑”提供了宝贵的实证资料。中华人民共和国国务院根据文物保护法，于1988年正式公布“邛窑”遗址为全国重点文物保护单位，赋予了其应有的历史价

值。

21世纪伊始，“印瓷”又有了新的进展。在中国科学院院士、中国科学技术大学校长朱清时先生的倡议下，由中国科学技术大学、四川省文物管理局、印西市人民政府联合发起，于2001年4月间专门召开“中国印瓷陶瓷科技考古研讨会”对这一古老的“印瓷”，进行了多方面的探讨，集诸家学者的宏论大作，于会后汇编出版，此举必将对进一步的研究活动有所促进，使“印瓷”艺术得到弘扬，流光溢彩。

耿宝男

2001.11.12

目 录

序	耿宝昌 (I)
早期蜀文化发展的多元文化结合道路	俞伟超 (1)
中国陶瓷的发展过程及其对中华文明的贡献	李家治 (5)
关于中国古代彩瓷研究的几个问题	张浦生 (19)
论邛窑彩绘瓷的艺术风格	李知宴 (25)
让邛崃窑的光辉历史再现	赵青云 (33)
邛崃窑和长沙窑是一对孪生的姐妹窑	周世荣 (35)
中国早期钴蓝的研究	张福康 尚崇伟 承焕生 王昌燧 (43)
邛崃窑和长沙窑的烧造工艺	张福康 (53)
邛崃十方堂遗址中砖石构件的封护加固处理	曾中懋 (61)
试论邛窑白瓷及其相关问题	陈德富 (65)
邛窑古陶瓷精品考述	高久诚 (73)
邛窑古陶瓷发展概述	陈丽琼 (97)
邛窑手捏器物艺术品位初探	陈炽昌 (117)
邛窑古陶瓷简论——考古发掘简报	陈显双 尚崇伟 (123)
邛窑古陶瓷博物馆藏品选粹	尚崇伟 (261)
后记	朱清时 (339)

Contents

Foreword	<i>Geng Baochang</i> (1)
The development of the early Shu-Culture through the multi-culture ways	<i>Yu Weichao</i> (1)
The course of development of Chinese ceramics and its contribution to the Chinese civilization	<i>Li Jiazhi</i> (5)
Some issues in the study of Chinese ancient color porcelain.....	<i>Zhang Pusheng</i> (19)
On the artistic style of the ancient color ceramics produced in Qionglai kilns	<i>Li Zhiyan</i> (25)
Discover the glory of Qionglai kilns.....	<i>Zhao Qingyun</i> (33)
Qionglai kiln and Changsha kiln: The twin sisters.....	<i>Zhou Shirong</i> (35)
Study on Chinese early cobaltic blue ceramics.....	<i>Zhang Fukang Shang Chongwei Cheng Huansheng Wang Changsui</i> (43)
Study of the sintering process in Qionglai kilns and Changsha kilns	<i>Zhang Fukang</i> (53)
The preservation of mixed brick and stone construction in Shifangtang's Qionglai kiln remains.....	<i>Zeng Zhongmao</i> (61)
Preliminary study on white ceramics produced in Qionglai kilns and some relevant issues.....	<i>Chen Defu</i> (65)
Introduction to the fine ancient ceramics produced in Qionglai kilns	<i>Gao Jiucheng</i> (73)
The outline of development of ancient ceramics produced in Qionglai kilns	<i>Chen Liqiong</i> (97)
Preliminary study of the artistry of ancient ceramics produced in Qionglai kilns	<i>Chen Zhichang</i> (117)
Archaeological excavation report on ancient ceramics produced in Qionglai kilns	<i>Chen Xianshuang Shang Chongwei</i> (123)
Selection of fine ancient ceramics of the collections in Qionglai Kiln Museum	<i>Shang Chongwei</i> (261)
Postscript	<i>Zhu Qingshi</i> (339)

早期蜀文化发展的多元文化结合道路

俞伟超

(中国历史博物馆)

唐代邛窑在制作以铜、铁着色的多色彩釉瓷器方面，有首创之功。邛窑所以能做到这点，在于能综合南方青瓷、北方白瓷乃至鲁山花瓷等窑业的烧造工艺。吸收各方之长是发展新技术的重要原因，即使对于整个人类文化来说，也是这样的。中国文化所以能绵延数千年不断，其重要原因就是不断地综合着多种文化因素，甚至包括从外方侵入的。能够说明这个道理的例子极多，我们正在成都平原开会，就可以举成都平原的古代蜀文化为例，说明早期的蜀文化就因为综合了多方文化的因素，所以在很短的时间内就发展成为西南地区的一支最强大的文化。

一 成都盆地农业文化的出现

两千多年来，成都平原土地肥沃，河渠纵横，被称为天府之国，但在万余年前，却是沼泽地带。这里因为在变为平原地区后，才适宜人类居住，所以成都平原最早的人类遗存，就是距今万年左右的资阳人化石。

成都平原周围多山地。人类活动最初是以狩猎、采集为生的，后来才发展起农业和畜牧业，而靠近平原的一些山地正是适宜于狩猎、采集生活的。人们在成都平原周围的山地中曾采集到一些细石器，看来在资阳人以后，在相当时期内就有些人继续在这种地区过着狩猎、采集的生活。

成都平原的农业，大约要迟至距今 4 500 年左右才突然发展起来，同时成都平原也突然出现一种相当发达的新石器文化，即宝墩文化。

宝墩文化时代农业已有一定发展，当然与狩猎、畜牧是并存的。这种文化的居住地，几乎都有土垣、城壕围绕。今在成都市区周围已发现了新津、宝墩等六七座属于宝墩文化的古城，面积从 12 万至 60 万平方米不等。古城中心曾见大型房屋，有大型石础，一般建筑物多干栏式。器皿主要是手制的褐陶和灰褐陶，有少量灰白陶。这种文化的墓葬曾在成都十井街发现，皆仰身直肢葬。

宝墩文化的年代约为距今 4 500 年至 4 000 年左右。成都周围采集到的细石器，同这个文化的时间距离还不清楚，但已可看出宝墩文化绝非从含有那种细石器的遗存直线发展而来。环顾周围同时期的或更早一些的文化，这个文化的农业经济、城垣建筑技术、灰白陶以及某些陶器上的高圈足和圈足上的镂孔风格，却近似于江汉流域至长江三峡一带的屈家岭（晚期）——石家河文化。在长江上游至长江中游的新石器文化中，以屈家岭——石家河文化的发展程度最高。看来，成都平原正是在受到屈家岭（晚期）——石家河文化的影响后（不管是什么形式的），得到跳跃性的进步，迈入了农业时代。

二 成都平原蜀文化的兴起及消亡

综合《尚书》及淮南的《蜀本纪》、常璩的《华阳国志》等等古籍的记载，蜀人始祖蚕丛之族本居岷江上游。那一带古为氐羌的活动地带，至今仍有许多羌人聚居，蚕丛当属氐羌之族。古史传称蚕丛下有柏濩（或作灌）、鱼凫两代，活动地域逐渐移至成都平原与西北山地交界地段的今彭县一带。氐羌以畜牧为业，故蚕丛至鱼凫便在山地活动。当到达成都盆地后，平原之地不宜游猎、畜牧，蜀人又以“朱提男子”杜宇为王。杜宇“教民农耕”，蜀人的生业即从畜牧转为农业为主。杜宇又用“鳖令”开明为相，后并传位开明，从此开明氏世袭为蜀王，共十三世。杜宇为“朱提男子”，朱提即今云南昭通之地。“鳖令”之“鳖”为地名，即今贵州遵义。昭通和遵义皆在汉代西南夷的活动范围中。甘肃、青海南部的氐羌，自四五千年前开始就不断南迁，汉代西南夷中的不少族群乃至唐宋时期的乌蛮、白蛮、六诏等，就是源自南迁而来的氐羌。自蚕丛至鱼凫这最初三代蜀人之祖为氐羌是比较清楚的，后来所以会以杜宇和开明为王，很可能因其祖源也是氐羌。族源相近，推选为王，族人就比较容易接受。

蚕丛、柏濩、鱼凫、杜宇、开明虽皆见诸古籍，但具体年代不详。不过，《尚书·牧誓》曾明言周武王伐纣时，“庸、蜀、羌、髳、微、卢、彭、濮”，为其盟军。其实，当时与周人联盟的是所谓“八百诸侯”，数量要多得多。《牧誓》只举八族，当指最主要的，而蜀人又位列第二，可见在当时周人心目里，在西北至西南各族中，蜀人居有重要位置。

公元前 316 年，即开明氏十三世时，秦国灭蜀，设蜀守治理蜀地，并迁入很多秦人。但秦国又先后封蜀王子孙三代人为蜀侯，显然还要联合蜀王后裔，利用族缘关系来共同管理蜀人。但蜀侯三代人，连续反抗，秦国就废除了蜀侯之封，蜀地此后当被进一步秦化。到了汉代，有更多的汉人进入蜀地，加速汉化，至汉武帝时，原有的、自具传统的蜀文化已大体消失，故以后所见“蜀人”之称，没有族群涵义，只指蜀地之人而言。

三 三星堆遗存所见多元文化结合现象

从蚕丛至鱼凫阶段的畜牧经济的蜀人遗存，目前尚一无所知。现知最早的蜀人遗存是相当于商代晚期的广汉三星堆遗址群。

这是蜀国的一处都城遗址。总面积超过 10 平方公里，遗迹较集中的地段约 6 平方公里，含有一个或多个城址，若干分散的居住地和墓地。此时蜀文化已进入农业时代，又有发达的青铜冶铸业和玉石制作业。两个埋藏坑内所出蜀王祭祀天、地、山川等自然神和祖神使用的青铜社树、大铜人、铜面具、铜头像、青铜礼器（尊和罍）以及玉璧、玉琮、玉戈（圭）、玉璋等物，因体型之巨、形态之奇和数量之多，令人惊异，立即使这种文化在世界古文化之林中取得重要地位。

蜀人这个活动在山地的畜牧部落，当进入平原地区而以农为生后，没有多长时间就发展成具有如此高度的文化，这除了同成都平原那种优越的自然条件有关外，曾一次又一次地综合其他文化的因素，可能是重要原因。

在三星堆遗址的蜀文化遗存中，至少含有四种文化因素。

一是来自岷江上游的氏羌文化因素，如二次拣骨葬、三角援铜戈等。这是蜀人文化本源的传统。

二是蜀人来到成都平原以前的当地土著文化（即宝墩文化）传统的因素，如城垣的修筑技术，陶器的花边口沿，陶器中多小平底和尖底的形态。显然，来自岷江上游的蜀人在占领成都平原后，没有消灭或驱赶原有居民，而是将其逐步融为蜀人，故在蜀文化的总体结构中，包涵着若干原有宝墩文化的传统。

三是中原地区商文化的因素，如祭祀所用铜尊、铜罍，皆商式。还有璧、琮、戈（圭）、璋等玉瑞器，其源头可上溯到二里头、良渚、大汶口等更早的文化。这是蜀人受商文化影响（不论是直接或间接的）的体现。其中，玉璋的形态不见于商文化，很像是自创的，但用璋之制则来自中原。另如铜戈亦来自商文化的影响，但又自创一种棘援戈。还有一种陶，源自中原的夏、商文化，此时亦通过江汉平原至三峡一带文化的中介而在此大量使用。

四是蜀文化自身新发展出的一些特有文化内涵，如巨型铜树、大铜人、铜面具、铜头像以及作附饰用的人形和鸟兽形的青铜圆雕，等等。总的特点是有大量树木、人物、鸟兽形态的青铜立体圆雕。这样的青铜圆雕工艺，不见于氏羌文化、商文化和长江中下游的其他青铜文化，但在战国至西汉时期的西南夷文化（尤如滇文化）中却非常发达。蜀人首领最初虽来自氏羌之地，但后来的杜宇、开明却来自云、贵。三星堆蜀文化中如此发达的青铜圆雕工艺，特别是其艺术风格，也许同当时西南夷地区古文化的联系有关。

三星堆蜀文化既然含有多种文化因素，可知绝非从某一文化单线地渐变而成，

而是聚合了好几个文化因素突变出来的。当然，这种变化可能经历多次才完成。

人文活动的进步和生物的进化，当然不属同一种规律所支配，但在人文活动中，多种文化的结合，大概也会对其进步产生重大作用。如果普遍观察人类历史的进步，这样的例子真是多得不可胜数。上述例子，表明早期蜀文化的发展，正是陆续吸收了多种文化的因素，才导致了三星堆蜀文化的辉煌。唐代邛窑的发明多色彩釉瓷器，也是创造一种辉煌。尽管三星堆蜀文化的出现和唐邛窑多色彩釉的创造，内容大不相同，时间也相隔两千多年，但其中反映出的能够获得新成就的道理，却似有相通处，即都是因为能够融入多方特点，自身就会大步前进。正因有此认识，故在此研讨会上，向大家介绍一些有关三星堆蜀文化是怎样兴旺发达起来的情况，希望能对探索邛窑首创多色彩釉瓷器的原因，有一点点启示。

中国陶瓷的发展过程及其 对中华文明的贡献

李家治

(中国科学院上海硅酸盐研究所)

中国是世界上出现陶器最早的文明古国之一和发明瓷器的国家。它具有世界上独一无二的、连续不断的、长达万年的工艺发展史。可以用五个里程碑和三大技术突破来描述它的整个发展过程。在这个长达万年的发展过程中所取得的突出成就，对中华文明作出了功不可没的贡献。

一 五个里程碑

中华民族的先民们在世界东方这片广阔富饶的大地上，用勤劳智慧的双手创造了灿烂辉煌的中华文化。融科学技术和艺术于一体的陶瓷的烧制成功和不断发展，就是中华文化的一个重要组成部分。

1. 第一个里程碑——新石器时代早期陶器的出现

根据目前考古资料，继发现仰韶文化及与仰韶文化同时代文化遗址的陶器之后，先后发现了距今约 7 000 年的浙江余姚河姆渡文化陶器，距今约 8 000 年的磁山文化和裴李岗文化陶器，距今约 9 000 年的湖南澧县彭头山文化和河南舞阳县贾湖文化，距今约 10 000 年的湖南道县玉蟾岩遗址、江西万年仙人洞遗址陶器和河北徐水南庄头遗址陶器。

这些早期陶器所用原料都是就地取材。特别是那些距今万年左右的陶器，它们共同的特点都是粗砂陶，质地粗糙疏松，烧成温度仅 700℃左右。出土时都碎成不大的碎片，只有个别能复原成整器。像徐水南庄头陶器中就含有大颗粒的角闪石和蛭石（见图 1），而万年仙人洞陶器中则含有大颗粒的石英、迪凯石和白云母（图 2）。^[1]

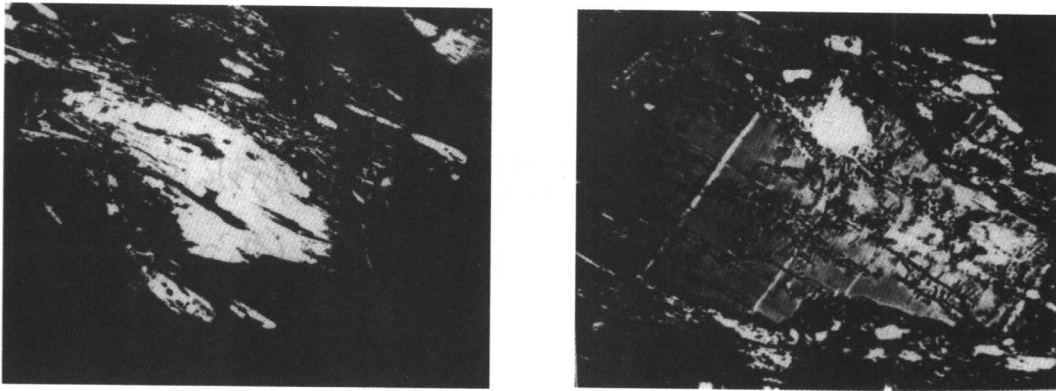


图 1 河北徐水南庄头砂质陶显微结构 (70×)

这就形成前者在化学组成上含有较高的 CaO 和 MgO , 后者含有较高 SiO_2 和 K_2O , 因而 CaO 和 SiO_2 含量的多少, 也就成为判别我国北方和南方陶器特征的氧化物。图 3 所示的浙江余姚河姆渡夹炭黑陶的显微结构, 则比较特殊。^[2]

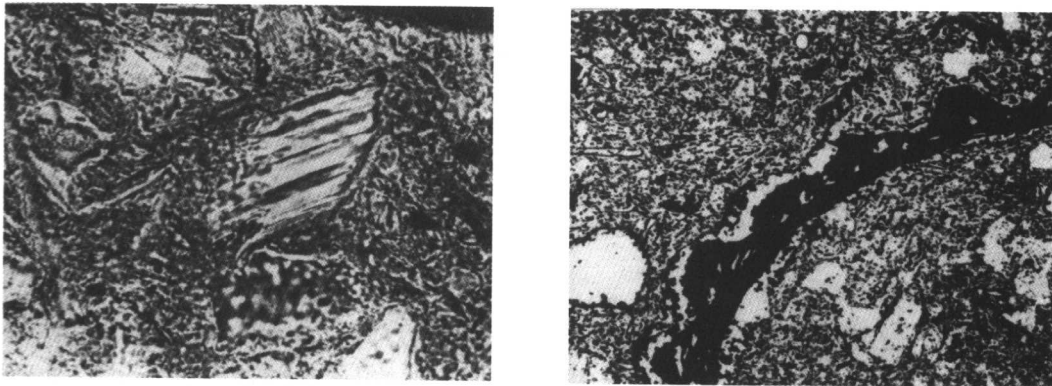


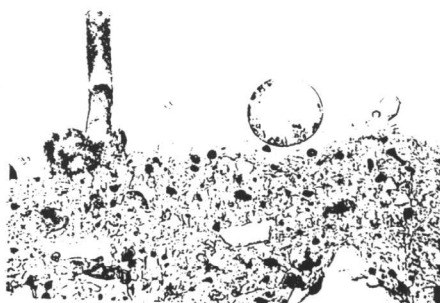
图 2(左) 江西万年仙人洞砂质陶显微结构 (350×)

图 3(右) 浙江余姚河姆渡夹炭黑陶显微结构 (165×)

2. 第二个里程碑——新石器时代晚期印纹硬陶和商、周时期原始瓷的烧制成功

一般认为印纹硬陶始见于距今约四千多年前的新石器时代晚期 (根据夏商周断代工程研究的结果, 可认为是夏代), 原始瓷始见于商代。印纹硬陶和陶器的最大不同则是在化学组成含有较低的 Fe_2O_3 , 已可在超过 1000°C 的温度下进行烧成, 最高温度甚至可达 1200°C 。原始瓷则含有更低的 Fe_2O_3 , 一般在 3% 以下。其最高烧成温度已达 1280°C 。原始瓷内、外表面都施有一层厚薄不匀的玻璃釉, 其颜色从青中带灰或黄的青釉到黄中带青或褐色的黄釉。一般胎釉结合不好, 易剥落。釉中含有较高的 CaO , 一般称为钙釉, 它是我国独创的一种高温釉, 也是世界上最早的高温釉 (图 4)。^[3]

图 4 浙江江山西
周早期原始瓷胎釉
显微结构(140×)



3. 第三个里程碑——汉晋时期南方青釉瓷的诞生

东汉（公元 25~220 年）晚期以浙江越窑为代表的南方青釉瓷的烧制成功，标志着中国陶瓷工艺发展中的又一个飞跃。从此世界上有了瓷器。它作为一种材料，其影响更为深远。

瓷和陶的差别在于它的外观坚实致密，多数为白色或略带灰色调，断面有玻璃态光泽，薄层微透光。在化学组成上含有较高的 SiO_2 和 Al_2O_3 以及较低的助熔剂，并可在更高的温度中烧成。在性能上具有较高的强度，气孔率和吸水率都非常小。在显微结构上则含有较多的玻璃相和一定量的莫来石晶体，残留石英细小圆钝。这些外观、化学组成、性能和显微结构共同形成了瓷的特征。此即明代科学家宋应星在其所著的《天工开物》中所说的“陶成雅器有素肌玉骨之象焉”。

青釉瓷在我国南方烧制成功，首先应归功于南方盛产的瓷石。由于当时只用瓷石作为制胎原料，因而形成了我国南方早期的石英—云母系高硅低铝质瓷的特色。其次则应归功于南方长期烧制印纹硬陶和原始瓷的成熟工艺。

试举浙江上虞小仙坛越窑窑址出土的青釉印纹瓷壘碎片为例。它的胎、釉中 Fe_2O_3 和 TiO_2 的含量都比较低，特别是釉中 TiO_2 的含量更低。烧成温度已达 1300°C 。胎中含有较多的玻璃相，残留石英细小而均匀，莫来石针晶到处可见。釉中气泡和残留石英都极少。釉为较薄的透明玻璃釉。胎釉交界处常见钙长石析晶层，增强了胎釉的结合强度（图 5）。胎的吸水率只有 0.28%，其抗弯强度已高达 71MPa。根据它的化学组成、显微结构和物理性能，人们可以认为其完全符合近代瓷器的标准。^[4]



图 5 浙江上虞小
仙坛青釉瓷胎釉
显微结构 (405×)

4. 第四个里程碑——隋唐时期北方白釉瓷的突破

隋唐时代（公元 589~907 年）北方白釉瓷的突破，是我国北方盛产的优质制瓷原料与长期积累的成熟制瓷技术相结合的必然结果。它的出现是我国制瓷工艺的又一个飞跃，使我国成为世界上最早拥有白釉瓷的国家。^[5]

以邢、巩、定窑白釉瓷为代表的技术成就可归纳为以下三个方面：

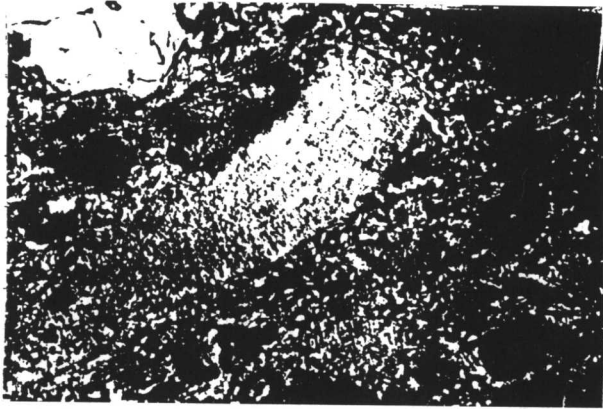


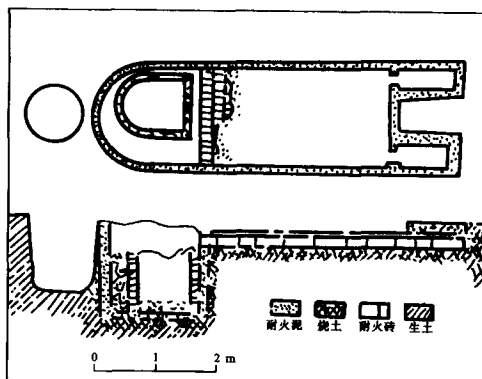
图 6 邢窑白釉瓷胎中的高岭石残骸(350×)

1) 新原料的使用和胎釉配方的改进。邢、巩、定窑白釉瓷的胎中都使用了含高岭石较多的二次沉积粘土或高岭土，因而使得它们胎中 Al_2O_3 含量高达 30% 以上。图 6 为邢窑白釉瓷胎的显微结构，从中可见到高岭石残骸。同时，在某些白瓷胎的配方中还使用了长石，因而它们胎中 K_2O 的含量可以高达 5% 以上。根据它们化学组成中 SiO_2 的含量以及胎的显微结构中 α -石英的含量，可以认为我国隋唐时即出现了近代高岭—石英—长石质瓷，这是南方青瓷所未见过的，即使到了宋末元初景德镇白釉瓷胎中开始使用高岭土，也只是高岭—石英—云母质瓷。这两种瓷分别是中国南北方两大白釉瓷系统的代表。另外值得一提的是，在个别隋代白瓷釉的组成中， K_2O 的含量大大超过 CaO 的含量，从而形成一种碱钙釉，这也是南方早期青瓷所未有过的。只是到了明代永乐年间的景德镇甜白釉瓷和清代德化白釉瓷，才出现了这种碱钙釉。

2) 烧成温度的提高和炉窑的改进。唐代邢、巩、定窑细白釉瓷的烧成温度都已达到 1300°C ，有的甚至高达 1380°C 。烧成温度的提高必然与炉窑的改进相联系，隋唐时期北方白釉瓷烧制所使用的窑炉都是直焰馒头窑（图 7）。它们的改进主要是采用大燃烧室、小窑室和双烟囱，以便增加抽力而提高烧成温度。

3) 匣钵的使用和装烧工艺的改进。在隋末唐初的邢窑细白瓷的烧制中已使用匣钵装烧。从明火支烧到匣钵装烧，是在烧制工艺上提高瓷器质量的一个突破。它们不仅是我国最早使用匣钵装烧瓷器的窑场之一，而且能根据器型创制各种各样的匣钵和多种装烧工艺。

图 7 邢窑祁村
窑址晚唐时期
瓷窑残体



5. 第五个里程碑——宋代到清代颜色釉瓷、彩绘瓷和雕塑陶瓷的辉煌成就

宋代到清代（公元 960~1911 年）的各大名窑，诸如官窑、哥窑、钧窑、汝窑、耀州窑、临汝窑、磁州窑、吉州窑、龙泉窑、建窑、长沙窑、邛崃窑、德化窑、宜兴窑以及后来兴起而又集各窑之大成的景德镇窑，无一不是以颜色釉瓷、彩绘瓷或雕塑瓷而著称于世，使我国陶瓷的科学、工艺和艺术的辉煌成就达到历史的高峰。

自东汉晚期始，浙江就一直烧制以 F_2O_3 着色的青釉瓷。到了南宋，其官窑和龙泉窑所烧制的黑胎青釉瓷都是一种裂纹析晶釉瓷。它们都是以釉中析出钙长石微晶以增强玉质感，并利用胎釉的膨胀系数不同使得釉裂成大小不一的纹片，从而成为一种独特的装饰而享誉世界。至于龙泉窑烧制的白胎青釉瓷则更是量大面广，流传到世界各地，为各大博物馆所珍藏。

我国北方河南宝丰的汝官窑、临汝窑青釉瓷和陕西铜川的耀州窑青釉瓷亦都是以 Fe_2O_3 着色的。它们同样在世界上享有很高的声誉，特别是汝官窑青釉瓷更以其烧制时间短，留存于世的制品少而愈加珍贵。

差不多与青釉瓷同时出现的黑釉瓷同样是我国陶瓷百花苑中的一朵奇葩。在我国南北各著名窑址都不时烧制这种以 F_2O_3 为主要着色剂的黑釉瓷。入宋以后，黑釉瓷的烧制工艺得到很大发展，其中福建建阳的兔毫盏和江西吉州的黑釉盏尤为突出。除了在当时盛行的饮茶之风所起的特殊作用外，它们还蕴藏着极为复杂的科学技术内涵，在国际上是独一无二的。这里仅举建窑的兔毫盏为例。兔毫盏的兔毫是经过析晶、分相（或直接分相）、再析晶而形成的。在不同气氛中可以形成金兔毫、银兔毫等各种色调的艺术品，^[6] 其中精品具有从不同角度观察时，毫纹会显示出整个可见光谱所含有的 7 种颜色相互变异的特点，这就是建窑的毫色变异盏。它是集釉的物理化学分相析晶和物理光学薄膜干涉原理或衍射光栅原理于一体的科学技术产物，令人叹为观止。流转到日本的毫色变异盏被称之为耀变天目，为国宝级文物，可见其身价之高。

河南禹县钧窑瓷釉是一种首创。它是一种以铜的化合物着色的红釉，或是一种在不同色调的蓝色乳光釉面上分布着大小不等的红色斑纹的多色釉。钧釉的蓝色不

是 CoO 的着色，而是分相后的液滴相具有符合瑞利散射定律所要求的尺寸，使短波长的蓝光有较强的散射所引起的。这是一种物理着色。红色斑块和紫色斑纹分别是由铜离子着色的液相小滴和赤铜矿晶体，以及灰蓝色辉铜矿多晶小珠穿插分布所形成的。^[7] 钧窑釉的分相是在一定化学组成范围内，烧成的温度、气氛和时间的综合作用而导致的一种物理化学过程。由于影响因素复杂，在那知其然而不知其所以然的情况下，人们很难掌握它们的形成条件，因而也就很难掌握制品的外观形象，故称之为窑变。

景德镇自五代开始烧制白釉瓷以来发展到宋代烧制的青白釉瓷，无论在质量上、数量上和影响上都已成为我国最大的窑场之一。至元代和明初，景德镇制瓷工艺获得突破性的进展，它所烧制的枢府白釉瓷和永乐甜白釉瓷不仅在质量上和外观上都属上乘，而且也为进一步烧制颜色釉瓷和彩绘瓷提供了良好的工艺条件和物质基础。自元代开始景德镇即烧制以 CoO 着色的釉下彩青花和以 CuO 着色的釉下彩釉里红，以及二者相结合的青花釉里红，开创了多彩高温釉下彩先例，特别是青花瓷一直是景德镇烧制的最大宗和最具特色的长盛不衰的产品。以 Fe_2O_3 、 CoO 、 CuO 、 MnO 等金属氧化物以及它们之间相互搭配着色而成的各种颜色，共同形成了景德镇五光十色的颜色釉瓷。与此同时，景德镇的釉上彩绘瓷也逐渐兴起。到了明代中期即烧制成一种以釉下青花和釉上彩相结合的所谓斗彩。成化斗彩瓷即是以色彩鲜艳丰富、釉面洁白滋润、纹饰生动和制工精细而成为明代彩绘瓷最高水平的代表，一直为各大博物馆及私人所珍藏。到了清代又出现了全以低温釉上彩绘画的五彩瓷，其中以康熙五彩瓷最为著名，随后的雍正粉彩瓷亦同样受到重视。

明清以来，我国其他生产颜色釉瓷的各大名窑或衰微或停烧，只有景德镇不仅大量生产它自己所创烧的各种颜色釉瓷，而且对各大名窑都能仿制。至于彩绘瓷则只有景德镇一直在大量烧制。因此，景德镇这时已成为我国的瓷业中心，被称为中国的瓷都。

应该一提的是稍后于景德镇兴起的福建德化窑，它以烧制高质量白釉瓷和雕塑瓷而闻名于世。德化白釉釉层极薄、胎中玻璃相甚多，故是半透明状，由此使其特色鲜明、独树一帜、别具一格。

在景德镇出现多彩釉下彩绘瓷之前，湖南长沙窑和四川邛崃窑在唐代都已出现用含铁矿物着色的深褐彩和以含铜原料着色的釉下彩绘瓷。它们的烧制成功对后世的彩绘瓷都产生了深远的影响。到了宋代，我国北方的磁州窑系各窑所烧制的各种彩绘瓷又达到了另一种别开生面的境地。由于它们都是民间窑场，所绘纹饰题材都是来自民间日常生活中喜闻乐见的事物，因此更具有浓郁乡情和倍感亲切的艺术感染力。这是那些深受宫廷约束的官窑制品所不具备的。它们所创造的独特装饰技法也是我国其他窑场所没有的。

从第二个里程碑的“原始瓷烧制成功”发展到第五个里程碑的“颜色釉瓷、彩

绘瓷和雕塑陶瓷的辉煌成就”，在中国陶瓷科技史中几乎是瓷器一统天下。但有趣的是，从宋代开始，在我国江苏，被世人称之为“陶都”的宜兴却兴起一种名闻中外、至今不衰的陶器——紫砂陶。

紫砂陶有许多独特之处。首先它是一种特别适合于中国饮茶习惯的茶具，它的最出名和最大宗的制品也就是各种造型优美、奇特、多样的茶壶；其二是它有得天独厚的原料，宜兴地区蕴藏着极为丰富的各种类型的紫砂矿，可烧制成各种颜色的紫砂壶；其三是紫砂陶器多用手工成型，即采用多种不同工具进行打片、围筒、捏塑和镶接等，这就更能发挥陶艺大师们的智慧和技能；其四是紫砂壶的装饰，它是融合造型、绘画、诗文、书法、篆刻于一体的，具有浓厚中国文化特色的艺术珍品。自明朝以来，代有高师制出许多名壶流传于世。因此，第五个里程碑中也应有紫砂陶器的一席之地。

我国陶瓷工艺发展到第五个里程碑，已不是某一个地区或某一种单色瓷，而是遍及南北各窑场的颜色釉瓷、彩绘瓷和雕塑瓷，足见它们已发展到我国历史上的最高水平。它们所取得的成就不仅说明了过去，而且也构成了它们的现在和将来。可以预见，我国的陶瓷工业在与现代技术相结合和充分发扬它们优秀传统文化的情况下，必将有一个灿烂辉煌的未来。

二 三大技术突破

综观我国陶瓷发展的五个里程碑，清楚地表现了我国陶瓷工艺是既继承又发展并在发展过程中取得了突出成就。它们之所以能随着历史的进程逐一得到实现，全赖在制瓷技术上不断取得的重大突破。归纳起来，可概述如下：^[8]

1. 原料的选择和精制

一般说陶器，特别是早期的陶器，所用的原料都是就地取土，因此先民们居住周围的泥土也就是他们用来烧制陶器的原料。由于他们都是傍山近水而居，所采集的原料一般都是含有各种砂粒的泥土，故而早期陶器多数都是砂质陶，它们都含有大小不等的各种砂粒。严格地说，这种泥土是不适合于烧制陶器的。经过相当长的时间，先民们从烧制陶器的经验中逐渐认识到某些泥土可能更适合烧制陶器，所以就其居住地附近选择那些更适合的泥土来烧陶器。更确切地说，这是就地选土。因此，就出现了泥质陶。在他们发现单独使用某些泥土还不能满足成形、干燥、烧成时的要求时，他们又会有意识地在所选的泥土中加入各种不同的砂粒以及草木、谷壳灰和贝壳灰等烧成夹砂陶、夹炭陶和夹蚌陶等。河姆渡夹炭黑陶就是其中一个典型例子（图3）。

印纹硬陶、原始瓷，甚至青釉瓷和白釉瓷所用的原料也还是就地选土。但由