

TAOCIYOUCAI

杜海清 编著



15.45
/

陶瓷釉彩

陶瓷釉彩

杜海清 编著

湖南人民出版社

内 容 简 介

本书较全面地介绍了陶瓷釉和陶瓷颜料的分类、组成、发色机理，以及生产所用原料和工艺过程。着重论述国内外陶瓷釉彩已有经验，对所涉及的基本理论，如釉层生成物理化学基础和各种陶瓷坯体选择釉的原则等也作了一些阐明；对陶瓷的釉下彩和釉上彩作了较详细的讨论；最后，还研究了釉缺陷产生的根源及其防止和消除的办法。

、本书可供从事陶瓷工业的工人、工程技术人员、大专院校硅酸盐专业师生参考。

陶 瓷 釉 彩

杜海清 编 著

*

湖南人民出版社出版
湖南省新华书店发行
湖南省新华印刷一厂印刷

*

1976年6月第1版第1次印刷

1979年1月第2版第2次印刷 印张：14.25

印数：1——1,100册

统一书号：15109·115 定价：1.17元

前 言

我国的陶瓷工业有着古老而又悠久的历史。我国的陶瓷制品古往今来一直畅销于世界各地，享有“白如玉、明如镜、薄如纸，声如磬”的盛名。陶瓷，作为一种艺术珍品曾在历史上对世界文化的发展作出过巨大的贡献。因此，世人称中国是陶瓷的祖国。

但是，近百年来，由于旧中国沦为半封建半殖民地的国家，故陶瓷生产同其他民族手工业一样，被摧残得奄奄一息，濒临绝境。不少传统工艺失传，艺术佳品绝迹。解放后，在党和毛主席的正确领导下，我国陶瓷工业同其他事业一样，也获得了迅速地恢复和发展，出现了崭新的面貌，传统工艺得到了恢复和发扬，新兴产品大量出现，许多已超过历史水平。为了满足人民的物质文化生活水平和工农业生产不断增长的需要，进一步提高我国陶瓷在国际市场上的声誉，今后必须努力提高产品质量。而陶瓷釉彩质量的提高是提高整个产品质量极为重要的方面。

陶瓷釉彩是坯体表面很薄的覆盖层，虽然其厚度总共不过零点几毫米，但它对提高制品的艺术价值，增加花色品种，丰富人民的文化生活具有极其重大的作用。在工业陶瓷的生产与研究中，釉已成为改善制品的使用性能（如机械强度、电气性能、化学稳定性等）的重要措施之一。因此，对陶瓷釉彩的研究十分重要。有鉴于此，笔者曾将我国陶瓷釉彩方面的丰富经验与国外有关文献资料编著成书，于一九七五年出版。这次作了一些修正，重写了个别章节，增添一些新的内容。但由于时

间紧迫，特别是笔者水平所限，书中的错误仍会不少。希望读者多多批评指正。

本书第一版脱稿后，经醴陵陶瓷研究所李维善所长组织有关研究人员共同审阅，提出许多修改意见；湖南大学魏东明同志对本书多所赞助，尤其是对书中的祖国陶瓷釉彩的创造与发展一节，不但提出意见，还提供了珍贵的参考资料，均特此致谢。

编著者 杜海清

一九七八年十月

目 录

第一章 总 论	(1)
一、釉的含义	(1)
二、祖国陶瓷釉彩的创造与发展	(3)
三、釉的分类	(9)
四、陶瓷制品对釉的基本要求	(13)
五、不透明釉的乳浊原理和乳浊剂的作用	(14)
第二章 调制釉的原料	(21)
一、碱类	(21)
二、钠盐	(22)
三、钾化合物	(23)
四、锂化合物	(24)
五、钙化合物	(26)
六、锶化合物	(28)
七、镁化合物	(29)
八、钡化合物	(30)
九、锌化合物	(30)
十、铅化合物	(32)
十一、氧化铝 (矾土)	(35)
十二、铈化合物	(37)
十三、二氧化硅	(39)
十四、硼化合物	(41)
十五、磷化合物	(42)
十六、锡化合物	(43)

十七、钛化合物·····	(45)
十八、砷·····	(46)
第三章 釉的配方计算 ·····	(47)
一、釉的化学式·····	(47)
二、长石的分子式·····	(47)
三、典型长石的实验式·····	(48)
四、釉的配方原则·····	(50)
五、釉的成分选择·····	(51)
六、生釉配方计算·····	(53)
七、锌釉配方计算·····	(54)
八、生铅釉配方计算·····	(56)
九、从原料配方量百分率计算釉式·····	(57)
十、熔块釉·····	(58)
十一、熔块的配制原则·····	(59)
十二、熔块釉的配方计算·····	(60)
第四章 釉的调制和施釉 ·····	(65)
一、水的质量·····	(65)
二、粉碎方法和釉粒大小的分布·····	(67)
三、粉碎设备·····	(68)
四、坯体施釉前的准备·····	(76)
五、施釉的方法·····	(78)
第五章 釉的配方原理 ·····	(82)
一、分解·····	(82)
二、化合·····	(83)
三、固相反应·····	(83)
四、烧结·····	(85)

五、熔融和熔点	(86)
六、共熔混合物	(87)
七、粘度	(88)
八、挥发	(91)
九、结晶	(93)
十、釉与坯的关系	(95)
十一、釉的烧成	(97)
十二、釉的电气性能	(102)
 第六章 无铅釉	(105)
一、瓷釉	(105)
二、高温釉和低温釉	(120)
三、瓷釉的微观结构	(125)
四、结晶釉	(126)
五、半导体釉	(137)
六、锌釉	(142)
七、彩色锌釉	(149)
八、食盐釉	(150)
九、彩色食盐釉	(153)
十、碎纹釉	(155)
十一、乳白釉	(157)
十二、金星釉	(158)
 第七章 熔块釉	(162)
一、熔块釉的特性	(162)
二、熔块制备控制原则	(163)
三、熔块的比例	(169)
四、各种氧化物的作用	(174)
五、氧化铅、氧化硼和二氧化硅	(175)

六、熔块釉的化学组成	(177)
七、无铅熔块釉	(181)
八、彩色熔块釉	(185)
第八章 生铅釉	(193)
一、定义和特性	(193)
二、生铅釉的用途	(193)
三、生铅釉的釉式	(194)
四、生铅釉的配方原料	(194)
五、乌光釉	(204)
六、彩色铅釉	(205)
第九章 陶瓷颜料和色釉	(213)
一、用于陶瓷器的发色元素	(213)
二、陶瓷颜料、彩料、着色剂、彩饰材料	(223)
三、陶瓷颜料和矿物	(225)
四、陶瓷颜料的名称及其分类	(228)
五、陶瓷颜料配方示例	(231)
六、陶瓷颜料制造注意事项	(241)
七、黄绿(石榴石型颜料)	(247)
八、铬锡粉红(梔石颜料)	(250)
九、尖晶石型颜料	(252)
十、钴青颜料(吴须)	(254)
十一、釉和颜料	(256)
十二、彩色釉	(258)
第十章 釉下彩和釉上彩	(273)
一、釉下彩	(273)
二、釉上彩	(291)

三、彩光料	(314)
四、金 水	(326)
第十一章 陶瓷的彩饰与彩烧	(337)
一、彩饰方法	(337)
二、彩饰陶瓷的烧成	(349)
第十二章 陶瓷釉面缺陷的分析	(371)
一、釉发生缺陷的几个主要根源	(372)
二、釉面产生各种缺陷的原因和消除办法	(382)
三、重视缺陷分析, 提高产品的产量和质量	(407)
附 录.....	(408)
1. 塞格三角锥温度计	(408)
2. 釉彩用原料表	(409)
3. 由化学分析计算塞格尔式检数表	(416)
4. 由化学分析计算示性分析检数表	(425)
5. 由原料计算熔块检数表	(429)
6. 计算熔块釉总分子量检数表	(439)
7. 岩石矿物表	(446)

第一章 总 论

一、釉的含义

釉是熔融在粘土制品表面上一层很薄的、均匀的玻璃质薄层，它具有玻璃所固有的一切物理化学性质：平滑光亮而硬度大；能抵抗酸和碱的侵蚀（氢氟酸和热强碱除外）；由于质地致密，对液体和气体均呈不渗透性质；由固态到液态或相反的变化是一种渐变的过程，没有明显的熔点。由于它许多性质与一般的溶液极相类似，所以我们常称之为过冷的液体。

釉和玻璃不同之点是：它不单纯是硅酸盐，有时还含有硼酸盐或磷酸盐；大多数釉含有较多的 Al_2O_3 ，且 Al_2O_3 在釉中是重要的成分，能够增加坯与釉的附着性，又可防止失透。盖于陶瓷坯体表面上的釉，由于高温的化学作用，在化学成分和结构上，尤其是与坯体的接触表层上发生一系列的变化，这时坯外的薄层保持着玻璃的结构。但是，釉的均匀程度与玻璃也是有区别的，玻璃可认为是真正的均匀体，而釉则与釉制品的成分、烧成温度和烧成时间有关，可能含有或多或少的气体包裹物，未起反应的石英结晶和新形成的矿物结晶。

有的釉的熔融度很低（比硼砂的熔点还低），而有时需要达到烧瓷器的高温，故它的熔融范围比较玻璃要大一些。

釉的分子式还不能确定。分子里面没有一定的组成集团，故为非晶体。偶然因硅灰石或钠钙长石的存在，釉中呈结晶现象，但增加碱类的份量，或加入几种碱于釉中，使釉中有规则

的分子集团难以生成，即可防止结晶。这说明了釉中碱类硅酸盐的重要性。

有些物质在釉中成非结合状态，只是浮游在釉中，使釉不透明。这些物质如氧化锡、氧化锌、矾土及磷酸钙等，其加入的目的就是作为乳浊剂用来破坏釉的透明度。

随着烧成的温度增高，坯质有与釉结合的倾向，靠釉层的坯体有很少一部分坯料溶解于无定形的釉中。

石英的作用不同，如加入一些于硅酸釉中，而釉中的盐基都已与硅酸饱和，那么它在釉中溶解不会影响透明度。但在某种情况下，它会转变成白硅石或鳞石英的结晶形态，它的比重由2.1~2.7变成2.2~2.3，这表示它不仅是溶解，并已经转变为别种形态了。

从以上所讨论的釉的性质这一点来看，可得出如下结论：釉是无定形物质，由碱金属、碱土金属或其他金属的硅酸盐及硼酸盐所构成，分子是有规律的组织集团，它容易溶解别的物质，特别是石英，而使其他物质浮游于其中。在一定的情况下，釉的分子也有形成结晶体的倾向，因此可适应装饰的需要。

釉可以有色的或无色的，透明的、半透明的或不透明的，但不管外表状态怎样，釉附着在粘土制品表面有下面几种作用：

(1)防止有孔隙的制品（吸水率，孔隙度）吸收液体、油脂、气体等；(2)表面光滑，比那些粗糙的表面易于保持清洁；(3)提供美丽的外衣遮盖了粘土制品表面的瑕疵，可使瓷件获得美丽的玻璃质光滑的表面；(4)细陶瓷上的釉保护它下面的彩绘，避免磨损，在许多情况下釉本身就是一种很美观的装璜，如色釉、结晶釉等；(5)瓷釉对高压瓷件的性能有着很大的改善，合宜的瓷釉（也就是与瓷坯相适应的瓷釉）不但可以防止瓷件吸潮和使瓷面光洁，并且可以提高瓷件的综合性能，特别是他们

的机械强度。

二、祖国陶瓷釉彩的创造与发展

我国是世界上首先制瓷的国家。瓷的发展一个重要阶段就是烧成器物上盖有一层有光泽的釉，在器物表面呈现单纯的白色光泽。但这仍然不能满足人民群众的要求，还必须呈现其他颜色的光泽，于是又创造了色釉。首先被发明的就是青釉。

由于青釉瓷的烧成，接着又用氧化铜加入釉料中，制成了红色釉，同时，又发明了彩绘，并从釉下彩发展到釉上彩。以后应用其他金属氧化物，制成多种多样的色釉。就这样，中国的瓷器在世界上放出了灿烂的光芒，对世界文化作出了巨大的贡献。

根据古代文物的发现和历史的记载，我国早在距今六千年以前就有了轮制陶器。在公元前三千五百至一千五百年间，我国劳动人民就已经创造了彩陶工艺，就有了釉药。到了汉朝，文物日见发达，当时我国与罗马东欧已有交往，琉璃制品就在这个时候输入，国人因取琉璃药之法，发明了各色的釉药，而且更广泛地应用到陶器上。1972年1月在焦作市西郊发现一座东汉时期的砖室墓，有许多陶器，其中有一座彩绘陶仓楼，为灰陶细泥质制成，通体施红、蓝、黄等色彩绘。

从三国到唐朝（三世纪至十世纪）的瓷器以青白一色釉为主。汉朝发明了多色釉的陶器，唐朝发展了成三色釉（俗称“唐三彩”）的陶器。

1934~1935年，前北平研究院史学会在陕西省宝鸡县斗鸡台地方，发掘公元前后一世纪的汉人墓葬，发现了橙、褐、绿等单色釉陶器，有几件釉陶，是一器而具有这三种釉色。这类

陶器和陶俑，解放后在河南、山东、四川、东北等地都有发现，大部分是唐朝所创制的。“唐三彩”陶器就是笔拓三色釉陶器。三色是：青、绿、铅、黄，其中有蓝色的，俗叫蓝三彩。这种制作是从古代涂朱法演变而来。其做法是：先合色料于釉内，其后把它拓在陶器坯胎上，或浇在上面，然后再放在匣钵内，入窑烧制，经1000℃左右温度，就可造成。（“三彩”的制法和彩瓷不同，瓷坯先烧成素器，在釉上加绘图样，再填以配制的颜色，最后经炉火烘烧成）。宝鸡出土的汉朝三色釉陶的胎骨，比较粗松，河南出土盛唐的制作，是以粉质为胎，色白而颇坚实，釉色则很鲜艳，图案也典雅美丽，有西方的卷草文，有波斯萨珊朝代通行的飞马、对兽、雁云文和团簇的花朵。当时青白釉或三彩的陶器，如文武俑、动物和器物的形态都很真实而生动。晚唐出品，质色如去皮的荸荠，有颜色微红的，也很坚实。长方或鸡心形三彩陶枕很流行，直到宋朝还很多。宣和元年（公元1119年）张家造的陶枕，也很著名。四川出土的“三彩器”其上有紫褐斑点（宋朝、明朝也有烧造）。东北出土的除有绿、褐、白等单色釉瓷器之外，又有“辽三彩”器，胎质似粉而微带灰色或红色。有种菱形盘水藻纹方碟，浇在上面的釉彩很精美可爱。唐朝的诗人赞扬瓷色优美的诗句很多，如晚唐诗人陆龟蒙的诗说：“九秋风露越窑开，夺得千峰翠色来”。“千峰翠色”足可说明越瓷釉色鲜艳动人。

宋朝（公元960年至1279年）瓷器制造量多而质精，除了世人所称“定、汝、官、哥、钧”五大名窑之外，还有其他名窑，在制作、釉色、刻画各方面都有相当的发展。这个时代的瓷质薄而光滑，以影青为主，在刻画的花纹上涂以青白釉色，而反映出青色花纹。彭器资送许屯田诗有“浮梁巧烧瓷，颜色比琼玖”句，可见当时出品精美的程度。当时瓷业工人还仿定窑造

青花瓷。建中靖国元年（公元1101年）又制造出了天青、月下白等釉色的瓷器，比定州红瓷色更为鲜明。另外还创造有青花和釉里红等瓷器，因此青花瓷在宋朝就开始有了。由本色釉上雕划模印的花纹进展到自由描绘，更进而在白釉下显现红青两色，这是我国瓷史上极重要的发明。由此就开辟了以后的多彩施釉和种种彩绘的新途径。

元朝也盛行青白瓷器，青花也大量制造。青花的着色是氧化钴，它是先在胎坯上画好花纹，然后上釉入窑烧制而成的。青花瓷器始于何时迄今说法不一，但是，根据考古发掘资料，最早青花瓷器为宋朝末期或元朝早期的作品。解放以来，考古发掘工作获得了不少这个时期的青花瓷器，这为我们了解元朝青花瓷器的发展情况以及研究青花瓷器的起源问题提供了实物资料。

公元220年至1362年，在我国封建社会里是魏、蜀、吴开始割据至元帝灭亡。在这一千一百多年的长时期中，我国陶瓷业不断地改进，有了很大的成就。但其共同的特征是一色釉瓷器的盛行。晋有“缥瓷”，唐有“千峰翠色”，柴周有“雨过天青”，吴越有“秘色”，宋、元有“青蓝”等瓷器。

“彩瓷”一般又分为“釉下彩”与“釉上彩”两大类。在胎坯上画好花纹后，再上釉后入窑烧制的彩瓷叫作“釉下彩”，在上釉后入窑烧成好了的瓷器上加以彩绘，又经炉火烘烧而成的彩瓷叫作“釉上彩”。我国著名的青花瓷器就是“釉下彩”的一种。“斗彩”、“五彩”、“珐琅彩”、“粉彩”等都属于“釉上彩”的范畴。

明朝成化时期的“斗彩”，嘉靖、万历时期的“五彩”，都是从釉下青花发展而来的“釉上彩”。

什么是“斗彩”？“斗彩”一词最早见于清朝康熙、雍正年间的

“南窑笔记”。有所谓“成、正、嘉、万俱有斗彩、五彩、填彩三种”，“用青料画花鸟半体复入彩料，凑其全体，名曰斗彩”。可见，“斗彩”就是在烧成青花瓷器上加红、黄、绿、紫等各种彩料，经炉火烘烤而成的。这是从它的制法而言。也有从“斗彩”字义来解释的，用釉下青花勾绘花纹轮廓，釉上用彩填绘，使釉下青花与釉上彩结合在一起，互相争艳斗彩（“斗”是斗拢之斗，按景德镇方言“斗”是凑在一起的意思），因此称之为“斗彩”。还有根据成化彩瓷的加彩方法更具体划分为“点彩”、“复彩”、“染彩”、“加彩”、“填彩”等多种，说法不一。但是现在一般只分为“斗彩”与“五彩”两种，而把成化“斗彩”与“填彩”等合并称之为“斗彩”，这“斗彩”二字，已成为通用的习惯名称。

明朝成化斗彩瓷器的烧成，是成化时期瓷器工艺的重要成就，它为以后彩瓷的发展开辟了广阔的道路。明朝嘉靖、万历时期的著名五彩瓷器，就是在斗彩瓷器的基础上发展起来的。

所谓“五彩”，并非五色，而是多种颜色的意思。其彩绘方法与“斗彩”一样，也是烧好了的瓷器上加各种色料，再经炉火烘烤而成的。不同的是，一般说来，“斗彩”的釉上彩多为釉下青花的轮廓线，间填以彩料；而“五彩”虽有釉下青花，但不仅是用以勾画轮廓，多数还绘成完整或部分图案，并常用褐黑或褐赤色代替青花作为图案的线描。还有一种“五彩”瓷器不用青花作为线描，而直接在上了釉的白瓷上加彩。这是“斗彩”与“五彩”的主要区别。

万历“五彩”一般可分为三类：一类是釉下青花，釉上并用绿、黄及矾红三色，虽仅四种颜色，但运用上交替错综，富于变化；一类是青花上加绿、黄、茄紫、矾红各种色彩，并用褐黑或褐赤色作为图案的线描；还有一类是不用青花，仅在釉上加彩绘，其中用红、绿及黄三种色彩的居多。这三类彩瓷中

以第二类为最多。

清朝的瓷器生产是在明朝卓越成就的基础上发展起来的，除大量烧制青花、五彩瓷器以外，又有了许多创造，制瓷技术达到了新的水平。清朝五彩瓷器以“康熙五彩”最为突出，它的造型丰富，纹饰新颖，彩色较明朝又有所增加。

清朝制瓷工业，在康熙、雍正、乾隆时期最兴盛。制品也甚为精良。它的特点，是一面保留古代的精华，一面吸取东西各国的艺术加以创作，又发明软彩颜色（用低温锦窑烧成，其色暗淡柔和的，俗称粉彩）。因这个时期的瓷彩色艳雅致，不但风播于世，就是到现时也还盛行不衰。

康熙臧窑的鲜红、天青、翠青、碧青、娇黄、粉黄、吹红、吹紫、吹绿最佳。鲜红器釉色淡豇豆，俗称豇豆红，是康熙窑的特别出品。珐琅彩器也创于此时。又有“洒蓝”，“霁蓝”瓷器先上白釉一道，又上蓝釉一道，再上极薄的釉子一道，再加绘金花金彩。霁蓝（一作积蓝）器做法和洒蓝不同，是把颜色和釉水溶合而挂于瓷胎之上白釉，其釉比洒蓝的更厚。一色釉器中又有瓜皮绿、茄皮绿、淡色的茄皮绿和鲜艳的豇豆色釉。又有在素烧的胎上，施以绿或黄、淡、紫、茄紫等色的，称为“素三彩”。三种颜色，浓淡不一，互相配合，光泽美丽，黑的更为名贵。斗彩是明朝的创作，康熙窑器也有很好的作品，其人物、花卉、鸟兽等图样异彩焕发，清茜可爱。康熙窑还有硬彩（强烈浓厚的颜色，俗称为硬彩）瓷器，彩色很浓，蓝绿堆起，抹红平净，加釉之后，微微凸起，其粉红的，而杂以彩绘的为最佳。但历年久后则易拆裂褪落，这是美中不足的地方。

雍正窑青彩瓷器，或描锥暗花，巧样玲珑，都很美观，新发明釉色很多，“胭脂水”尤为出名。此等器皿胎骨极薄，里釉极白，外釉色红，陪衬出极其美丽的粉红色，娇嫩欲滴。有种