

高等学校試用教材

陶瓷工艺学

北京輕工业学院 主編

中国財政經濟出版社

陶 瓷 工 艺 学

北京輕工业学院 主編

中國財政經濟出版社

1962年•北 京

高等学校試用教材

陶瓷工艺学

北京輕工业学院 主編

*

中国財政經濟出版社出版

(北京永安路18号)

北京市书刊出版业营业許可証出字第111号

中国財政經濟出版社印刷厂印刷

新华書店北京发行所发行

各地新华書店經售

*

850 × 1168毫米1/32 • 12⁴⁸/₃₂印张 • 322千字

1961年9月第1版

1962年1月北京第2次印刷

印数: 1451~2350 定价: (10)1.90元

統一书号: 15166·062

前 言

本書是根据1961年3月輕工业部召开的高等专业教材會議的決定，由北京輕工业学院負責主編，并由輕工业部硅酸盐研究所及景德鎮陶瓷学院协助共同編写的。

本書內容大部取材于两学院的教学講义，以及张光教授等編著的陶瓷工艺学。書中以日用瓷生产的基础理論与工艺基本知識为主，并簡略闡述了有关电瓷、建筑卫生瓷、化学瓷，以及特种陶瓷的一般生产工艺。全書除緒論外，共分两篇：第一篇为日用陶瓷，第二篇为其它陶瓷制品。第一篇又分原料、坯料、釉料、烧成、裝飾、瓷坯的結構与性質等十章。在此十章中除叙述生产工艺及基本理論外，还介紹了一些有关陶瓷研究的方法与近些年来国内的一些研究成果。第二篇共分四章，分別对精陶、化学瓷、电瓷及特种陶瓷进行了論述。

本書經輕工业部教材編审委员会組織有关人員校閱过，可以作为輕工业高等学校試用教材。教学时数包括現場教学在內为70~80学时。采用本書时，可根据各校具体情况及要求适当增刪。

本書初稿完成后，經輕工业部硅酸盐研究所、河北工学院、中国科学院硅酸盐化学与工学研究所、唐山市陶瓷工业局所屬研究所与生产工厂，以及河南郑州陶瓷厂等单位的工程师和科学研究人員，会同修改与补充，对本書的質量提高付出了辛勤劳动。

最后，由于編写仓促，本書对国内資料收集得还不够全面，理論闡述也可能有不够詳尽之处，尚希采用本書的院校及讀者提出批評，以便再版时予以修訂补充。

目 录

緒論	(7)
----------	-------

第一篇 日用陶瓷

第 一 章 原料	(15)
一、可塑性原料	(15)
二、非可塑性原料	(45)
三、熔剂原料	(49)
四、我国的陶瓷原料	(56)
第 二 章 原料的加工处理	(60)
一、原料的精制及其设备	(60)
二、原料的粉碎	(65)
三、原料的除鉄	(81)
四、篩分	(82)
第 三 章 坯料的制备	(86)
一、坯料配制的基本原理	(88)
二、坯料配制的基本方法	(100)
三、陶瓷坯料的配料計算	(105)
四、坯料的制备与设备	(124)
第 四 章 成型	(141)
一、注浆成型	(141)
二、可塑法成型	(152)
三、干压成型	(169)
四、坯件的修坯与嵌鑲	(171)
第 五 章 干燥	(174)
一、干燥原理	(174)
二、干燥期間的废品	(178)
三、干燥設備	(180)

第六章 釉料与施釉	(190)
一、概論	(190)
二、釉的物理化学性質与釉的試驗	(191)
三、釉的分类与制釉原料	(204)
四、釉的配料与釉料計算	(207)
五、釉的制备	(220)
六、施釉	(222)
七、施釉缺陷的产生、防止和消除的方法	(225)
第七章 烧成	(227)
一、窑爐	(227)
二、装匣钵与装窑	(235)
三、坯体在烧成过程中的物理化学变化	(237)
四、烧窑的方法及其控制	(242)
五、影响烧成的各种因素	(247)
六、烧成缺陷	(247)
第八章 瓷坯的结构与性質	(249)
一、瓷坯的结构	(250)
二、瓷器的性質	(254)
三、瓷器研究的实例	(261)
第九章 裝飾	(268)
一、陶瓷彩料	(269)
二、顏色釉	(279)
三、美术釉	(282)
四、陶瓷的彩飾与彩烧	(285)
第十章 石膏模与匣钵	(289)
一、石膏模	(289)
二、匣钵	(295)

第二篇 其他陶瓷制品

第十一章 精陶及半瓷制品	(301)
---------------------------	-------

一、日用精陶	(301)
二、建筑用面砖	(305)
三、卫生精陶和半瓷器	(309)
四、熟料精陶	(320)
第十二章 化学瓷	(322)
一、化学瓷的一般理論	(323)
二、化学瓷的坯釉料配制	(323)
三、化学瓷的生产工艺	(325)
第十三章 电瓷	(325)
一、电瓷的分类与用途	(326)
二、电瓷性質与坯釉組成	(328)
三、电瓷的生产工艺	(331)
第十四章 特种陶瓷	(341)
一、高鋁瓷	(342)
二、鎂質瓷	(349)
三、鋯英石瓷	(360)
四、鋰質陶瓷	(361)
五、电容器陶瓷	(363)
六、鈦酸鋇陶瓷	(367)
七、磁性瓷	(372)
八、金屬陶瓷	(380)
附录	(386)
一、門捷列夫元素周期系	(386)
二、常用陶瓷原料常数表	(388)
三、各式篩子的規格	(393)
四、測溫設備与溫度对照表	(396)
五、輔助原料的性質	(399)
参考書	(401)

緒 論

一、陶瓷概念

陶瓷、耐火材料、胶凝材料、玻璃、搪瓷、磨料和熔融岩石等都属于硅酸盐工业。

陶瓷一般为陶器、炆器和瓷器等粘土制品的通称。就其广义說，尚包括含少量粘土和甚至不含粘土的特种陶瓷制品，如滑石瓷、鈹質瓷、鋳質瓷以及磁性瓷等。由于特种陶瓷制品或多或少系采用类似于制造粘土制品的工艺方法，因此一般都將它們归属于陶瓷的范畴。从結構上看，陶瓷則是結晶相、玻璃相和气体相所构成的复杂系統。

陶瓷工艺学的内容包括由原料制成陶瓷制品的工艺过程及其基本理論。随着陶瓷生产的发展，陶瓷工艺学形成为一門独立的应用科学，在其发展中又广泛汇集了生产經驗和科学技术理論知識，反过来又用这些經驗和知識指导生产。

陶瓷工艺学一般包括原料加工、成型、干燥、施釉、烧成等基本工艺过程，此外尚有裝飾和彩烧等过程。

随着社会发展的日益需要，各种类型的陶瓷不断出現，其性質、制造工艺及用途也各不相同。因此出現了不同的分类方法。

一般按制品所用原料及其性能的不同，陶瓷制品可作如 8 頁表中的分类。

二、中国陶瓷发展簡史和对世界的影响

陶瓷在我国有悠久的历史，它在文化和工艺发展史上都占有重要的地位。

瓷器是我国古代的重大发明之一。远在一千多年以前，我国劳动人民就掌握了制造瓷器的技术，在久长的历史时期內，生产

陶 瓷 制 品 的 分 类

类 别		举 例
土 器		普通盆、罐、砖瓦等
陶 器	粘土质	日用器皿、彩陶、面砖等
	长石质	日用器皿、卫生用具、装饰用品、面砖、白色彩陶等
	石灰质	日用器皿、彩陶等
	熟料质	大型卫生用具和装饰品等
炻 器	粗炻器	日用器皿、建筑用品、耐热用品等
	精炻器	耐化学侵蚀器皿、电气工业用品、装饰用品等
半 瓷 器		日用器皿、卫生和医疗用品、建筑用品等
瓷 器	软质瓷	骨灰瓷 熔块瓷 贝利克瓷 巴黎安瓷 日用器皿、美术装饰用品、瓷牙等
	硬质瓷	絹云母质 长石质 日用器皿、美术装饰用品、耐热制品、耐化学侵蚀器皿、高压和低压绝缘子以及其它工业用瓷等
	特种瓷	硅磷石质 莫来石质 刚玉质 滑石质 堇青石质 锆质 钛质 各种氧化物 其它 高频和超高频绝缘材料、强电材料、磁性材料、电容器材料、耐高温和高机械强度材料、其它特种性能材料等

了许多质量和艺术水平极高的精美制品，对人类文化作出了极为重要的贡献。因此中国陶瓷在世界上享有极高的声誉。

远在公元前2,000年前的新石器时代，我国就有了土器和陶器。根据文物发掘考古资料，中国史前文化可分为“仰韶文化”，又称“彩陶文化”和“龙山文化”又称“黑陶文化”两个系统。

1921年在河南渑池仰韶村发现了红黑花纹的彩陶片与磨制过的石器共存，后来在黄河流域各地又发现了许多同样性质的遗物。这是属于新石器时代晚期的一种文化。仰韶文化的彩陶分布

很广，发现已达百余处。这种彩陶表面上涂着白色或红色的陶衣。

1928年在山东历城县龙山鎮城子崖发现薄胎黑色有光泽的陶片，与石器和骨器共存，这种文化被定名为“龙山文化”。1931年在河南安阳后冈的发掘中，证明它是晚于“仰韶文化”的一种新石器时代的遗存。龙山文化的黑陶分布在中国沿海、中原和浙江各地区。龙山黑陶在烧制技术上有了显著进步，开始采用陶轮制坯，胎薄而均匀。黑陶中最精致的制品，表面光亮，厚度仅1毫米，有“蛋壳陶”之称。以上所述我国史前文化两个系统的陶器的发掘和考据，证明我国远在公元前2,000年前的新石器时代就有了精制的陶器。

在河南安阳曾发掘出白陶，解放后在郑州等地亦发现过，这种白陶是距今约3000年殷商时代的遗存。同时亦发现有釉的陶器，这说明当时已经懂得了用釉的方法。至秦代(公元前246~206年)曾以大量砖瓦修建长城及阿房宫，这是以土器或陶器制品用于宏伟建筑的开始。

汉代(公元前206~公元220年)是我国陶器制造很发达的时代，这时各地已设制陶工场，大量生产陶器，釉陶品种也大为增多。汉代的绿釉器是以铜化合物为着色剂的低温铅釉制成。另一种灰色带青的釉陶，胎较致密，其中掺用石灰石。

远在三、四世纪就认识到“陶”和“瓷”的区别：晋朝(265~316)吕忱的“字林”中就有了“瓷”字。在浙江省绍兴、余姚一带曾发现“越窑”所烧制的“晋瓷”。在中国“瓷”字的定义是比较广泛的。在十世纪以前各窑场所制的“瓷器”，严格的说来，其中有些还不属于现代瓷器的范畴。

唐代(618~907)，我国文化颇为发达，由于生活的需要和当时禁用铜器的结果，陶瓷制造业有了更大的发展，瓷器的使用已很普遍，以越窑的青瓷(浙江绍兴)和邢窑的白瓷(河北邢台)为鼎盛时期。浙江为当时瓷器的制造中心。制品多是以铁为着色

剂的青釉为主。唐代的三彩也很有名。近年发现景德镇附近的胜梅亭窑在唐代已能烧制合乎现代标准的瓷器。

北宋(960~1127)是以汝窑(河南临汝)、官窑(河南开封)等窑为鼎盛时期,当时以河南为中心。河北则有定窑(河北定县)和磁州窑(河北彭城)等,也很著名。

南宋(1127~1280)建都临安(今杭州),以南宋官窑及龙泉窑最负盛名;该时龙泉窑尤为发达,其制品已遍销国内外。

柴窑、汝窑、官窑、哥窑、定窑为宋代五大名窑。相传五代后周(951~960)柴世宗曾在河南郑州建窑烧造称之为柴窑,但迄今尚缺乏考据。汝窑制品以卵青色为主。定窑以白色、黑色和紫色制品著名。官窑制品色以粉青为上,淡白次之,有冰裂纹等。哥窑(龙泉窑章生一所烧)有淡青色、炒米黄色,有“百圾碎”、“鱼子”等裂纹。此外,尚有弟窑(龙泉窑章生二所烧)和钧窑等。弟窑以粉青和翠青色为主,胎较薄。钧窑制品颜色较多,如葱翠、茄皮紫、鹦哥绿、猪干红以及窑变等,钧窑是铜红釉应用最早之窑。

南宋以后,特别是从明代开始就以江西景德镇为瓷业中心。相传景德镇从六世纪(557~589)已开始制造陶瓷器,明代以来历代王室都在这里设立过御窑厂,至今仍为我国制造瓷器的重要地区之一。

明代(1368~1644)景德镇制瓷工艺继承了历代的优秀传统,在技术和美术上都有极大发展。如当时已能烧制“半脱胎”瓷和“大龙缸”等大型制品。景德镇自宋景德年间置镇以来,各王室的瓷厂所烧造的瓷器都以各皇帝的年号作为款识,如明代“成化年制”、清代“康熙年制”等,其制品即称之为“成化窑”、“康熙窑”。制品有白瓷、用钴为着色剂的青花白瓷、用铜为着色剂的霁红釉和釉里红,以及釉上五彩。当时仿制宋代各窑的制品都很为著名。宜兴陶器到了明代也很著名。宜兴的精细陶器,大部分属于炆器类,其它尚有建窑、广窑等窑场多处。

清代（1644~1911）窑場則分布更广，仍然以景德鎮为中心。清代在制瓷技术上繼承了明代的优秀傳統并加以发展，在清初（十七世紀中叶至十八世紀末叶）景德鎮在制瓷技术上达到历史上的空前水平。清代制品的种类更为繁多，除明代已有的品种外尚有釉上粉彩，各种低温和高温顏色釉等，并在供应出口需要上也从事“洋瓷”的专门制作。清代在乾隆以后，由于封建王朝的政治腐敗，陶瓷工业受到严重影响，生产逐渐低落，制品質量也逐渐下降。清代除景德鎮之外尚有广窑、宜兴窑、建窑、博山窑等多处。

中国瓷器对世界各国的影响很大，在文化发展和瓷器制造技术方面都有过直接与間接的影响。

七世紀初，中国瓷器由海路已传到西方埃及等地方，后来阿拉伯人把瓷器传到了中亚及西亚各国。埃及人是从法特米王朝（969~1171）开始仿造中国瓷器的。此后阿拉伯、土耳其、意大利、荷兰等地也都能仿制中国瓷器。1602年荷兰曾在印度設立东印度公司，承运中国瓷器販往西方。

南宋荷兰人到泉州販瓷器运往欧洲，取得很大的利潤。我国广东商人也曾向欧洲出口瓷器。十五世紀起，欧洲一些国家，首先是葡萄牙人，来到东方，也将瓷器运到欧洲。

在欧洲，法国于十七世紀（1695年）首先仿制中国瓷器，制成了“軟質瓷”，象乳白玻璃，类似我国的建窑瓷器。

1708年德国迈森国家瓷厂的鲍特盖尔（J.F. Böttger）从欧洲撒克逊得到了“硬質瓷”的制造方法，这是欧洲瓷器制造的新紀元。当时也仿制过宜兴陶瓷，他們称之为“紅色瓷器”。

康熙五十一年（1712）和康熙末年（1722），法国人传教士殷弘緒（Le P.d'Entrecolles）神父曾两次将景德鎮制造瓷器的实况詳細地向法国报告。当时，他以神父的身分盜窃了景德鎮瓷器制造的方法；这对欧洲瓷器的制造有过很大影响。

918年（梁貞明四年），东方的朝鮮学会了中国的制瓷技

木，并在康津設窑厂燒制瓷器，能仿制越窑、汝窑、磁州窑、龙泉窑等各窑的制品：到十五世紀也能仿制景德鎮的青花白瓷。以后中国的制瓷技术由朝鮮传到日本，南宋嘉定十六年（1223年）日人加藤四郎左卫門氏隨道元禅师到我国福建学习制陶技术六年，回国后在瀬戶地方燒制黑釉炆器，后人称此为“瀬戶物”，又称加藤氏为日本“陶祖”。明正德（1506~1511）年間，日人伊勢松板五郎在景德鎮住了五年学习制作青花白瓷，归国后在有田設窑燒制陶瓷。清初日本亦曾有人来我国学瓷器制造技术。这是陶瓷制造技术的东传。

近百年来，由于帝国主义的經濟侵略和国内反动派的統治，我国陶瓷工业受到了严重的摧殘。特別是国民党反动統治时期，不仅传统的日用瓷与美术瓷的生产处于萧条不振的局面，而且若干新兴的工业陶瓷工厂（如电瓷厂等）也不能得到发展。一向著名的产瓷地区，如景德鎮、德化、宜兴、石湾等地仍沿用着千余年流传下来的古老落后的手工操作方法进行瓷器的生产。电瓷工业中，如南京、撫順、大連、醴陵等地的电瓷工厂，其設備也是非常簡陋，只能生产少量的小型制品。工人处于經濟压迫和落后手工操作的束縛下，終日受到恶劣劳动条件和失业的威胁。更重要的是，由于长期反动統治和某些重要技艺一家世代相传严守秘密，再加上缺乏文字記載，結果許多宝貴的生产經驗逐渐失传了。

解放后，党和政府对我国陶瓷工业的发展給予很大的重視和关怀，使陶瓷工业恢复了生产，并扩建和新建了新型企业。日用瓷和美术瓷方面，依靠老工人的总结传统制瓷經驗，恢复了若干已失传的传统名瓷及顏色釉，如龙泉瓷、鈞紅、天青、郎窑紅、爐彩等几十种高温和低温顏色釉。为了提高景德鎮瓷器的質量，对景德鎮的精细白瓷和青花白瓷进行了系統的总结和深入的研究。工厂的生产設備和工艺方法也得到了很大改进。特別是經過1958年以来的技术革新和技术革命，陶瓷工业的生产逐步走向半机械化、机械化、半自动化和自动化，在很大程度上改变了过去

遺留下來的落后生產方式。工人生活得到了根本保證，勞動條件大大改善，生產面貌有了本質的改變。陶瓷制品的生產隨着社會主義建設和人民生計日益增長的需要，無論是產量和質量都有了迅速的增加和提高，新品種也大大增多。此外，建築衛生陶瓷、化工陶瓷和特种陶瓷工業也有了迅速發展。在發展生產的同時，也重視了科學技術力量的培養，在若干高等學校設置了硅酸鹽專業，培養了專門人材。若干地區的中等專業學校也大量在培養這方面的人材。技術人員的增加和技術隊伍的壯大，對陶瓷工業的發展起了重要的作用。可以相信，隨着我國社會主義建設的不斷發展，陶瓷工業會更加突飛猛進地得到發展。

我國陶瓷發展史，是幾千年來我國勞動人民的智慧與辛勤勞動的創造結果。他們經過長期的勞動實踐，深刻地認識和掌握了利用大自然豐富資源製造陶瓷用品的規律，以靈巧的雙手創造了許多工藝方法，生產出許多精美制品，對陶瓷製造及世界文化產生了極為重要的影響。這是我國勞動人民在人類文化史上所作出的豐功偉績。

三、陶瓷在國民經濟中的地位

陶瓷不僅與人們的日常生活和文化生活有密切的關係，諸如飲食用具和美術陳設器皿，而且隨着工業、農業和近代科學技術的發展還獲得了更為廣泛的應用。例如農業需要各種陶瓷管道以利灌溉；化學工業中需要各種陶瓷制的坩堝、蒸發皿以及耐酸容器等以防各種化學藥品的侵蝕；電力工業和電子工業需要高壓和低壓絕緣瓷件，以及電容器陶瓷等。所以，陶瓷在經濟建設和國防建設中都有重要作用。隨着近代科學技術的迅速發展，特种陶瓷也得到了廣泛使用，並已成為陶瓷工業發展中的一個重要方面。

總之，陶瓷工業對人民的日常生活，以及對經濟建設、國防建設和科學技術的發展都起着重要作用。近幾年來，儘管我國陶

瓷工业得到了空前的发展，在技术、设备、劳动条件、产品质量和产量等各方面都有了极大的改进和提高，但就满足我国社会主义建设以及六亿五千万人民生活日益增长的需要来说，还要进行更大的努力。今后必须在已经取得成就的基础上进一步提高劳动生产率，向机械化和自动化的道路前进。同时要加强科学研究，对我国的传统制瓷工艺进一步加以系统的科学总结，进一步满足生产上和科学技术发展上的需要，更多地培养技术人才，这些都是目前我国陶瓷工作者的重大任务。

我国地大物博，有极为丰富的原料资源，又有传统的创造能力，因而必须继承我们祖先的宝贵遗产和光荣传统，更加迅速地发展我国的陶瓷工业，为满足广大劳动人民日益增长的需要而奋斗。

第一篇 日用陶瓷

第一章 原 料

概 述

陶瓷原料大部分为自然界的矿物原料，而且主要用来制造陶瓷的坯体，这些原料按它们的物理性质可分为三大类：

(1) 可塑性原料 可塑性原料的特点在于加水后能成为可塑性的泥团，这种性质为陶瓷制品加工成型中所依赖的重要性质。最主要的可塑性原料是高岭土与粘土。瓷石也是可塑性原料的一种，但可塑性较低。

(2) 非可塑性原料 非可塑性原料又称为“瘠性原料”或“减粘原料”，即不具有可塑性的原料，陶瓷工业中常用的为石英与长石（长石同时也是熔剂原料之一）。这些原料与可塑性原料混合后可以调整坯料的可塑性。

(3) 熔剂原料 在陶瓷烧成的高温下能生成熔融物的原料，如长石、伟晶花岗岩和霞石正长岩，以及高温下能与 SiO_2 作用生成低共熔物的原料，如白云石、方解石、萤石矿物原料等均属熔剂原料。

除上述三大类外，陶瓷工业还使用许多其他原料来制造釉料、彩料、石膏模、匣钵以及特种陶瓷材料。关于这些将在以后有关章节中分别叙述。

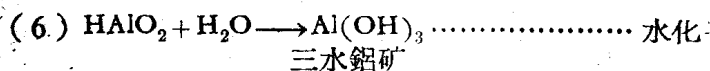
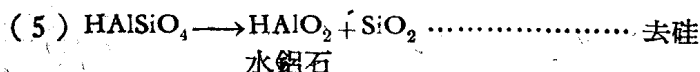
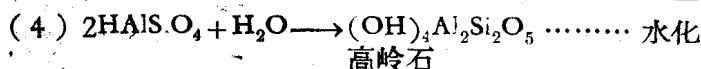
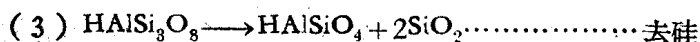
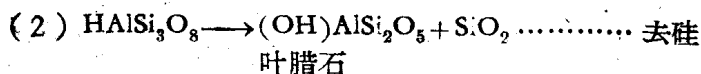
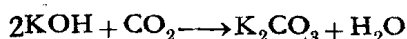
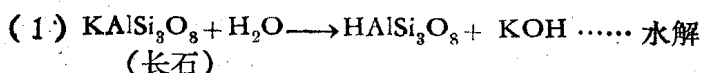
一、可塑性原料

(一) 粘土及其成因

粘土是自然界中多种矿物的混合物，它常为两部分所组成：一为粘土矿物，是粘土的组成主体，一为杂质矿物。前者为各种不同成分的含水硅酸铝所组成，后者一般为未风化的岩石碎屑、石英砂、云母、黄铁矿和有机物等所组成。因此，粘土不能用一个固定化学式来表示，同时它也无一定熔点。

粘土是粘土矿物的通称，它包括了含高岭石很多的高岭土到杂质很多的黄土。本书内容是叙述以高岭石为主的高岭土或者是可塑性好而烧后色泽洁白的粘土。

在自然界中粘土是由硅酸盐岩石（主要是由长石）经过长期地质年代自然的风化作用而形成的。风化分为机械风化（主要是温度变化、冰冻、风力、水力等）、化学风化（主要是空气中 CO_2 及水的作用）以及有机物风化（动植物遗骸腐蚀造成）。这三种风化并不是常常单独进行的，而是交错重迭进行的。以化学风化作用为主，长石的风化过程不仅得到高岭石，还可以形成一系列的粘土矿物。兹将形成叶腊石及高岭石等的过程叙述如下：



单就长石经风化成为高岭石的过程而言，反应可以综合如下：

