

高等学校轻工专业试用教材

陶瓷工艺学

西北轻工业学院等编

中国轻工业出版社

(京) 新登字034号

内 容 简 介

本书系高等院校陶瓷专业试用教材之一，专供陶瓷专业师生教学之用。也可供陶瓷工业，特别是日用陶瓷工业生产中的技术人员和科研人员参考。

本书根据陶瓷专业的“陶瓷工艺学”教学大纲的要求编写而成。取材于一九六三年原北京轻工业学院主编的《陶瓷工艺学》以及各有关院校使用的教学讲义，并广泛地参考了国内外有关书刊中的资料。内容着重于日用陶瓷的生产与工艺原理的论述，并对辅助材料，特别是彩绘颜料作了简略介绍。在本书绪论部分，除介绍陶瓷一般概念及分类之外，还简要地叙述了中国的陶瓷发展史。

高 等 院 校 轻 工 专 业

试 用 教 材

陶 瓷 工 艺 学

西 北 轻 工 业 学 院 等 编

中国轻工业出版社出版

(北京东长安街6号)

北京市顺新印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各 地 新 华 书 店 经 售

*

850×1168毫米1/32 印张，14.625 插页1 字数：366千字

1980年7月 第1版第1次印刷

1993年4月 第1版第7次印刷

印数50,001—57,000

定价4.75元

ISBN7-5019-0383-2/TS·0251

高等学校轻工专业
试用教材

陶瓷工艺学

西北轻工业学院等 编

轻工业出版社

编者说明

本教材系根据西北轻工业学院、大连轻工业学院以及景德镇陶瓷学院有关专业共同制订的编写大纲，由西北轻工业学院和大连轻工业学院陶瓷专业的游恩溥、李家驹、郑家范、刘达权、陈建珠、吴皆正等同志编写而成，并经轻工业部组织的“陶瓷专业教材编审委员会”审定。

本教材取材于原北京轻工业学院主编的《陶瓷工艺学》以及各学院使用的教学讲义，并广泛参考了国内外有关的书籍杂志。本教材内容着重于日用陶瓷生产与工艺原理的论述，并对辅助材料，特别是彩绘颜料简略地进行了阐述，以体现日用陶瓷专业教材的特点。本教材绪论部分简要叙述了陶瓷发展历史。我国日用陶瓷生产中具有代表性的产品，如滑石质瓷、粉彩、青花、碎纹釉等均经整理编入本教材中。国内外近年发展起来的新工艺、新技术，如滚压成形、远红外和微波干燥等新技术，以及快速烧成、丝网印装饰法等，也都在本教材中作了扼要介绍。

本教材由西北轻工业学院游恩溥教授主编，经河南郑州瓷厂汪璠工程师主审，在审稿中还可得到景德镇陶瓷学院祝桂洪同志协助。编写过程中，编者还得到一些研究单位和生产单位提供的资料，特别是中国科学院上海硅酸盐研究所郭演仪同志对“中国陶瓷发展简史”一节，进行了详细的校阅，对本教材的充实与提高给予了极大的支持和帮助，特此表示感谢。

本教材编写的时间较为仓促，编写资料的收集尚欠详尽，而且由于我们的理论水平有限，实践经验缺乏，错误难免，希望读者批评指正。

目 录

绪 论

一、陶瓷概念.....	1
二、中国陶瓷发展简史和对世界的影响.....	2

第一篇 日 用 瓷

第一章 陶瓷原料.....	10
第一节 石英.....	12
第二节 长石.....	20
第三节 粘土.....	26
第四节 伟晶花岗岩与霞石正长岩.....	69
第五节 滑石与蛇纹石.....	71
第六节 方解石与白云石.....	75
第七节 石灰与磷灰石.....	76
第二章 坯料及其计算.....	79
第一节 长石质瓷.....	79
第二节 绢云母质瓷.....	93
第三节 骨灰瓷.....	101
第四节 日用滑石瓷.....	106
第五节 坯料计算.....	112
第六节 坯料的基本工艺性能要求.....	121
第七节 坯料配方的制定.....	134
第三章 釉料.....	137
第一节 玻璃态.....	137

第二节	釉的特点	140
第三节	釉的物理化学性质与釉的试验	141
第四节	釉的种类与制釉原料	160
第五节	釉料配方与釉料计算	161
第六节	施釉	174
第四章	坯料制备	176
第一节	坯料制备流程	176
第二节	原料的煅烧与精选	181
第三节	原料粉碎	186
第四节	除铁、筛分与搅拌	193
第五节	泥浆脱水	197
第六节	练泥与陈腐	201
第五章	成形	205
第一节	成形方法的种类与选择	205
第二节	可塑法成形	207
第三节	注浆法成形	221
第四节	其它成形方法	232
第五节	修坯与粘接	246
第六章	坯体干燥	248
第一节	干燥机理	249
第二节	干燥方法	258
第三节	干燥制度的确定	268
第四节	产生干燥缺陷原因的分析	272
第七章	瓷器的烧成	274
第一节	坯体在烧成过程中的物理化学变化	274
第二节	烧成设备	285
第三节	烧成的工艺控制	297
第四节	日用瓷器的快速烧成	311
第五节	瓷器的缺陷	320

第八章 瓷胎的显微结构与性质	327
第一节 瓷胎的显微结构	327
第二节 瓷器的性质	336
第九章 日用陶瓷装饰	354
第一节 陶瓷颜料	354
第二节 色坯和化妆土	361
第三节 色釉	362
第四节 釉下彩绘	368
第五节 釉上彩绘	369
第六节 贵金属装饰	371
第七节 结晶釉与砂金釉	374
第八节 其它装饰方法	380
第十章 石膏模型、匣钵及窑具	386
第一节 石膏模型	386
第二节 匣钵与窑具	395

第二篇 其它陶瓷制品

第十一章 日用精陶	402
第一节 硬质精陶的岩相组成	403
第二节 精陶制品的性能	406
第三节 原料与坯料组成	409
第四节 日用硬质精陶釉	411
第五节 日用硬质精陶的生产工艺	421
第六节 日用精陶的装饰	424
第十二章 日用炆器	426
第一节 炆器综述	426
第二节 日用炆器用原料	427
第三节 日用炆器坯料	430
第四节 日用炆器釉料	433

第五节 日用炆器生产工艺	435
附 录:	
一、元素周期表	插页
二、常用陶瓷原料常数表	441
三、各式筛子规格	445
四、测温设备与温度对照表	448
本教材参考书	451
本教材参考文献	453

绪 论

一、陶瓷概念

“陶瓷”一般为陶器、炆器和瓷器等以粘土为主要原料的制品的通称，亦即“传统陶瓷”的概念。从广义说，尚包括一些含少量粘土以及甚至不含粘土的特种陶瓷制品，如高铝质瓷、镁质瓷、锆质瓷以及磁性瓷、金属陶瓷等。目前，将所有陶瓷制品通称为“无机非金属固体材料”。

从结构上看，一般陶瓷制品是由结晶物质、玻璃态物质和气泡所构成的复杂系统。这些物质在数量上的变化，对陶瓷的性质起着一定程度的影响。

陶瓷工艺学的内容包括由原材料制成陶瓷制品的工艺过程及其基本原理。随着陶瓷生产的发展，陶瓷工艺学是作为一门应用科学，也广泛汇集了生产经验和科学技术理论，而逐步得到发展。

科学技术的进步与需要日益增长，各种类型的陶瓷材料不断出现，其性质，制造工艺及用途各不相同，这里按制品所用原料的不同提出如第二页附表所列的分类方法。

本书为适应轻工业陶瓷生产的需要，只就日用陶瓷制品的工艺问题进行了阐述。

陶 瓷 制 品 的 分 类

名 称		特 征		举 例
		颜 色	吸水率(%)	
粗 陶 器		带色		日用缸器
精陶器	石灰质精陶	白色	18~22	日用器皿、彩陶
	长石质精陶	白色	9~12	日用器皿、建筑卫生器皿、装饰器皿
炆器	粗 炆 器	带色	4~8	日用器皿、缸器、建筑用品
	细 炆 器	白或带色	0~1.0	日用器皿、化学工业、电器工业用品
瓷 器	长 石 质 瓷	白色	0~0.5	日用餐具具、陈设瓷、高低压电瓷
	绢云母质瓷	白色	0~0.5	日用餐具具、美术用品
	滑 石 瓷	白色	0~0.5	日用餐具具、美术用品
	骨 灰 瓷	白色	0~0.5	日用餐具具、美术用品
特 种 瓷	高 铝 质 瓷	耐高频、高强度、耐高温		硅线石瓷、刚玉瓷等
	镁 质 瓷	耐高频、高强度、低介电损失		滑石瓷
	锆 质 瓷	高强度、高介电损失		锆英石瓷
	钛 质 瓷	高电容率、铁电性、压电性		钛酸钡瓷、钛酸锶瓷、金红石瓷等
	磁 性 瓷	高电阻率、高磁致伸缩系数		铁淦氧瓷、镍锌磁性瓷等
	金 属 陶 瓷	高强度、高熔点、高抗氧化		铁、镍、钴金属陶瓷
	其 它			氧化物、碳化物、硅化物瓷等

二、中国陶瓷发展简史和对世界的影响

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。

瓷器是我国古代的伟大发明之一。远在东汉晚期，我国劳动人民就掌握了制造瓷器的技术，在长久的历史时期内，生产了许

多质量和艺术水平极高的制品，对人类文化作出了极为重要的贡献。

根据文物发掘和考古研究表明，远在公元前5000多年前，我国浙江的阿姆渡就已经有了陶器，发现了瓷石。阿姆渡遗址是近年发掘的，它是目前考古发掘最早的遗址，这里发现的陶器有夹碳黑陶、夹砂陶等多种。后来根据考古资料，又把史前文化分为“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。这种彩陶表面上涂有白色或红色的陶衣。

1928年在山东历城县龙山镇城子崖发现薄胎黑色有光泽的陶片，与石器和骨器并存，这种文化被定名为“龙山文化”。1931年在河南安阳后岗的发掘中，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的进步，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，厚度仅一毫米，有“蛋壳陶”之称。以上所述是我国史前文化代表性的发掘和考据，但已证明在新石器时代，人类已经掌握了制陶的工艺，并制作出了精致的器皿。

在河南安阳曾发掘出白陶，解放后在郑州等地亦曾发现，这种白陶是距今约3000年殷商时代的遗存。同时也发现有釉的陶器，这说明当时已经懂得用釉的方法。至秦代（公元前246~206年）曾以大量砖瓦修建长城和阿房宫，这是以土器和陶器制品用于建筑的开始，也是建筑陶瓷材料在我国生产使用的开端。秦俑坑的发掘更充分证明了在秦代我国的制陶工艺已非常发达，大批在尺寸上类同真人真马的精制陶俑当时已能成形和烧造的完美无

缺，这是我国陶瓷工艺发展史上辉煌的成就。

汉代（公元前206～公元220年）是我国陶器制造很发达的时代，这时各地已设置制陶工场，大量生产陶器，原始瓷器的品种也大为增多。汉代的绿釉陶器是以铜化合物为着色剂的低温铅釉制品。原始瓷器则是以铁为着色剂的青釉器，故称为原始瓷器，它是青瓷的前身。到东汉晚期，浙江地区的陶瓷工艺进步较快，由于采用瓷石为原料制胎和窑炉温度的相应提高，浙江越窑已开始制作瓷胎致密、釉层较厚而光滑美观的青瓷。这是我国陶瓷史的一个重要转折。

公元三、四世纪时，就认识到“陶”与“瓷”的区别，晋朝（265～316年）吕忱的《字林》中就有了“瓷”字。可以肯定地说，瓷器的出现早于“瓷”字。东汉晚期出现了瓷器，至三世纪方有“瓷”字的记载，这也是合乎逻辑的。在浙江的绍兴、余姚一带曾发现“越窑”所烧的“晋瓷”。在我国，“瓷”字的定义是比较广泛的。十世纪以前，各窑场所制的“瓷器”严格来说，其中有些还不属于现代瓷器的范畴。

唐代（618～907年）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，浙江当时为瓷器的制造中心。制品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，在唐代已经能烧制质量较高的瓷器。

宋代（北宋960～1127年，南宋1127～1280年）以来，我国南北各地的窑业，继承唐代传统，得到了极大发展。当时，河北曲阳县的定窑、彭城镇的磁州窑，陕西耀县黄堡镇的耀州窑，河南临汝县的汝窑、禹县的钧窑，浙江的龙泉窑以及江西的景德镇窑均负盛名，为其后各时期窑业的发展奠定了基础。

定窑与磁州窑产品以白色为主，定窑尚有黑色及紫色制品，并以刻划花、印花装饰著称，而磁州窑则有白器和黑器产品，并

有在白釉上用黑色、赭色、茶色等色料作画，开创了用笔彩绘的装饰方法。汝窑制品以卵青色为主，器物通体有极细纹片；其釉呈青色是我国烧瓷技术采用铁还原着色的一個划时代发展。耀州窑以青器为上，近似汝窑产品，装饰多用凸雕与印花，如串枝莲、莲瓣碗等，简朴壮美，为其它各窑所不及。钧窑产品从釉面色调来说，种类较多，如葱翠、茄皮紫、鹦哥绿、猪肝红以及窑变等。钧窑是我国制作铜红釉最早之窑，著称于世。龙泉窑继承唐代越窑的优良传统，制造青瓷，誉满海内外。相传龙泉窑创建者为章姓兄弟二人：章生一所主之窑称为“哥窑”，产品呈淡青色、炒米黄色，有“百圾碎”及“鱼子”等裂纹釉，冠绝当时；章生二所主之窑称为“弟窑”，以青色与翠色为主，胎较薄，纯翠如美玉，紫口铁足，但少纹片。

景德镇窑虽起源于南北朝的陈代(557~589年)，发展于唐代，及至北宋景德年间始置镇；当时大量生产“色白花青”的影青瓷。北宋末年開始紅釉器的制作。至南宋年間，則仿定窑而生产白釉瓷器。

南宋以后，特别是从明代开始，江西景德镇成为我国瓷业的中心。明代以来历代王室都在这里设过御窑厂，至今仍为我国制造瓷器的重要地区之一。

明代(1368~1644年)景德镇的制瓷工艺继承了历代的优秀传统，在技术上和艺术上都有了极大的发展。从原料的开采、精选、胎釉配方的改进、成形、干燥、烧成和装饰等一系列的工艺过程都有显著的进革。如当时已能烧制“半脱胎”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，均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。当时仿制的宋代各窑的制品，釉色精美。

宜兴陶器起源于宋代，到明代也很著名。宜兴的产品，大部

分属于炆器类，并表现出精湛的装饰艺术。宋、明时期尚有建窑（福建）及广窑（广东）等窑场多处。

清代（1644~1911年）窑场分布更广，但仍以景德镇为中心。清代的制瓷技术继承明代的优秀传统并加以发展。清初，十七世纪中叶至十八世纪末，景德镇的制瓷技术达到历史上的空前水平，制品种类更为丰富。除明代已有的品种外，尚有釉上粉彩，各种低温和高温颜色釉，并在供应出口需要上也从事“洋瓷”的专门制作。清代乾隆以后，由于封建王朝的政治腐败，陶瓷工业受到严重的摧残，生产逐渐低落，制品质量也逐渐下降。除景德镇外，清代尚有广窑、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间接的影响。

七世纪初，中国瓷器由海路传到西方埃及等国，阿拉伯人把瓷器传到了中亚及西亚各国。埃及人从法特米王朝（969~1171年）开始仿制中国瓷器。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年荷兰曾在印度设立东印度公司，承运中国瓷器贩往西方。

南宋时，荷兰人到福建泉州贩瓷器运往欧洲，取得很大利润；我国广东商人也曾经向欧洲出口瓷器。十五世纪起，欧洲一些国家，如葡萄牙人，来到了东方将瓷器运往欧洲。

十七世纪中叶（1695年）法国首先仿制中国瓷器，制成功“软质瓷”像乳白玻璃，类似我国的建窑产品。

1708年，德国迈森国家瓷厂的鲍特盖尔（J.F. Böttger）从欧洲撒克逊人手中得到了“硬质瓷”的制造方法，开始制造瓷器，这是欧洲瓷器制造的新纪元。当时也仿制过宜兴的陶器，他们称之为“红色瓷器”。

康熙五十一年（1712年）和康熙末年（1722年）法国人传教士殷弘绪（Le P.d'Entrecolles）神父，曾两次将景德镇制造瓷器的实况，详细地向法国报告。当时，他以神父身分搜集了景德

镇制瓷工艺的详细材料，对欧洲瓷器的制造有过很大的作用。

梁贞明四年（918年）东方的朝鲜学会了中国的制瓷技术，并在康津设窑厂烧造瓷器，能仿制越窑、汝窑、磁州窑、龙泉窑等各窑的制品^①；到十五世纪也能仿制景德镇的青花白瓷。以后中国的制瓷技术由朝鲜传到日本。南宋嘉定十六年（1223年）日本人加藤四郎左卫门氏随道元禅师到我国福建学习制陶技术六年，回国后在濑户地烧制黑釉炆器，后人称之为“濑户物”，又称加藤氏为日本的“陶祖”。

明正德（1506~1511年）时期，日本人伊势松板五郎在景德镇住了五年学习制作青花白瓷，归国后在有田设窑烧制陶瓷。清初日本也曾有人来我国学习瓷器制造技术。这是我国陶瓷制造技术的东传。

近百年来，由于帝国主义的侵略和国内反动派的统治，我国陶瓷工业受到了严重的摧残。传统的日用瓷与美术瓷的生产处于萧条不振的局面，新兴工业陶瓷工业（如电瓷厂等）也无法得到发展。一向著名的产瓷地区，如景德镇、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。工人处于经济压迫和落后手工操作的束缚下，终日受到恶劣劳动条件和失业的威胁。更严重的是，由于长期的反动统治和某些重要技艺一家世代相传严守秘密的结果，再加上缺乏文字记载，许多宝贵的生产经验逐渐失传。

解放后，党和政府对陶瓷工业给予了很大的重视和关怀，使陶瓷工业得到了恢复并迅速得到了发展。日用瓷和美术瓷方面，依靠老工人总结了传统制瓷经验，恢复了若干已失传的传统名瓷与颜色釉，如龙泉瓷、钧红、天青、郎窑红、炉彩等几十种高温和低温颜色釉。为了提高景德镇瓷器的质量，对景德镇的制瓷原料、普通细瓷和青花白瓷等都进行了系统的科学研究与总结工作。全国各地相继成立了研究所，对陶瓷的工艺和艺术进行了大量的研究，配合工厂改进生产设备和工艺方法，以增加新品种和提高

产品质量与产量。特别是技术革命和技术革新为陶瓷生产逐步走上半机械化与机械化以及部分实现自动化创造了条件，基本上改变了过去遗留下来的落后生产方式，工人生活得到了根本保证，劳动条件显著改善。此外，建筑卫生陶瓷、化工陶瓷和特种陶瓷工业逐渐增多，满足了国内建设和出口的需要。在生产发展的同时，科学技术力量的培养也得到相应的重视，国内许多高等学校设置了硅酸盐专业，培养专门科技人才。若干地区的中等专业学校也大力培养这方面的人才，使技术力量获得了壮大。可以相信，随着我国社会主义现代化建设的前进步伐，陶瓷工业必将更加突飞猛进地发展起来。

我国的陶瓷，是几千年来劳动人民的智慧与辛勤劳动所创造的。他们经过长期的劳动实践，深刻地认识到并掌握了利用大自然丰富资源来制造陶瓷用品的规律，以灵巧的双手创造了许多工艺技艺，制造出许多精美的制品，对陶瓷制造及世界文化产生了极为重要的影响。这是我国劳动人民在人类文化史上所做出的伟大贡献。

今后，我们要进一步开展日用陶瓷工艺技术史的研究，利用现代的科学理论和分析化验设备去研究总结我国陶瓷生产的经验，使这一具有民族特色的传统技艺得到进一步的提高和发扬。同时要加强陶瓷基础理论与应用技术的研究，积极寻找新原料，研制新瓷种，改进造型与装饰设计，扩大日用瓷与陈设瓷的出口。具体来讲，如何实现陶瓷工业的现代化，除在现有设备的基础上进行填平补齐，积极开展技术革新和技术革命外，有步骤有计划地引进国外先进技术和设备，以期有效地提高我国日用陶瓷工业的劳动生产率，以及大大提高产品质量，在这些方面还需要我们做许多努力。

另外，在提高日用陶瓷科技水平的同时，还要加强生产的科学管理，有效地进行生产控制与检测，加强陶瓷的科研与教学工作，深入总结和推广本国的科研成果，大力培养新生的技术力量，

这些都是摆在我们面前的繁重任务。我们在教育战线上的广大师生，要努力学好陶瓷专业理论，并深入日用陶瓷工业的生产实际，立足于本国现有生产实际，有计划有步骤地吸收国外先进技术，在今后的赶超运动中，为我国陶瓷工业的现代化做出自己的应有贡献。