

瓷器与精陶生产工艺

[苏] Н.Н.高罗道夫 Г.А.高維里曼 И.Я.尤尔查克 合著

雨 林 译

中国财政经济出版社

內 容 簡 介

本書總結了苏联近几十年来瓷器及精陶生产新工艺的发展,并指出了这一工业领域中工艺进一步发展的道路。

書中共分七章,簡明而扼要地敘述了坯料的制备、制品的成型和干燥、石膏模的制备、制品的烧成与上釉、匣钵与耐火用具的制备、制品的分选与研磨以及制品的裝飾与彩烧。

本書的特点是,介紹了瓷器及精陶生产新工艺中各种流水作业綫的采用,及其所用的各种自动或半自动机械。

本書可供陶瓷工业中的生产技術人員、設計和研究人員、技術革新者以及高等院校及中等技术学校中硅酸盐系的师生参考。

本書譯文在付印前曾得到北京輕工业学院硅酸盐教研室游恩溥主任、輕工业部硅酸盐研究所张朝宗工程师以及輕工业部硅酸盐处刘秉誠工程师和姜思忠同志的技术校閱。譯文中有些疑難还会得到輕工局田錫富副局长的指正。

瓷器与精陶生产新工艺

[苏]H.H.高罗道夫 Г.А.高维里曼 И.И.尤尔查克,合著

雨 林 译 李国楨 校

中国财政经济出版社

1962年·北京

Н.Н.Городов, Г.А.Ковольман, И.Я.Юрчак

Новая техника в производстве

Фарфора и Фаянса

(本书系根据1958年莫斯科版译出)

瓷器与精陶生产新工艺

[苏]Н.Н.高罗道夫 Г.А.高維里曼 И.Я.尤尔查克 合著

雨 林 譯 李国楨 校

*

中国財政經濟出版社出版

(北京永安路18号)

北京市書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} • 10⁴/₃₂ 印张 • 9 插頁 • 220 千字

1962年 2 月第 1 版

1962年 2 月北京第 1 次印刷

印数: 1~1,600 定价: (10) 1.50 元

統一書号: 15166 • 067

目 录

原編者的話	(7)
引 言	(9)
第一章 坯料和釉料的制备	(13)
国产原料的采用	(13)
坯料和釉料制备工艺的改进	(19)
原料的貯藏	(22)
石英原料的煅烧	(23)
石質原料的淘洗	(24)
石質原料的粉碎	(25)
粘土原料的粉碎	(27)
細粉碎	(28)
粘土原料在水中崩解及悬浮液的混合	(35)
原料、坯料和釉料的篩分、磁选和精选	(37)
泥浆的脱水	(44)
坯料的均匀化与真空处理	(53)
制坯車間的合理設計	(56)
坯料和釉料制备新工艺的发展道路	(58)
第二章 制品的成型与干燥	(60)
制品的成型	(60)
塑性坯料的成型	(61)
制品的注浆	(73)
制品的压制	(80)
制品的精修	(81)
制品的干燥	(84)
制品干燥技术的发展	(84)
在一般气流中的对流干燥	(86)

单独供热法	(98)
辐射干燥	(99)
成型制品的流水作业线	(107)
制造杯子的流水作业线	(107)
成型无把杯子的流水作业线	(111)
制造茶壶的流水作业线	(112)
成型浅形制品的流水作业线	(118)
浇注杯子的流水作业线	(121)
浇注大型浅盘、鱼盘及其它异型制品的流水作业线	(121)
在巴联诺夫瓷厂浇注制品的流水作业线	(123)
成型和干燥制品新工艺的发展道路	(125)
第三章 石膏模的制备	(127)
模型的浇注	(127)
模型与工作母模质量的改进	(127)
混和石膏与水用的机械化搅拌机	(129)
模型的校准	(129)
浇注石膏模的机械化工段	(132)
制备石膏模的流水作业线	(134)
浇注石膏模的半自动流水作业线	(134)
浇注石膏模的自动流水作业线	(136)
石膏模的干燥	(138)
制备石膏模新工艺的发展道路	(141)
第四章 制品的烧成与上釉	(142)
烧成前的准备与制品上釉	(143)
制品的吹灰	(143)
制品底脚的涂蜡	(146)
制品的上釉	(146)
釉层的清除	(150)
釉下画边的装饰	(151)

合理利用匣钵容积	(152)
在窑爐車間的上釉流水作業綫	(156)
制品的烧成	(161)
制品烧成的合理制度的参数	(161)
多孔坯体細陶瓷制品的烧成	(162)
瓷器的釉烧	(166)
制品的一次烧成	(169)
燃料的种类	(170)
間歇操作窑爐的改进	(172)
在細陶瓷工业中采用隧道窑	(177)
烧成精陶制品的隧道窑	(193)
烧成瓷器的隧道窑	(195)
連續操作的新式窑爐	(201)
制品烧成和上釉新工艺的发展道路	(203)
第五章 匣钵与耐火用具的制备	(205)
使用国产原料以及特殊成分的坯料組份	(205)
匣钵坯料的制备	(211)
用干法制备匣钵坯料	(211)
用泥浆法制备匣钵坯料	(215)
匣钵的成型	(217)
匣钵与耐火用具的干燥与烧成	(223)
匣钵的烧成	(225)
匣钵車間的合理布置	(227)
制备匣钵与耐火用具新工艺的发展道路	(229)
第六章 制品的分选与研磨	(230)
制品的分选	(230)
制品的研磨	(230)
瓷器底脚的研磨	(230)
制品边的研磨	(233)

夹砂和微泡的研磨	(233)
研磨过的制品的洗滌	(236)
組織制品研磨和分选的流水作业綫	(237)
制品分选与研磨新工艺的发展道路	(248)
第七章 制品的裝飾与彩烧	(239)
制品的裝飾	(239)
手工彩飾	(239)
貼花彩飾	(241)
噴霧彩飾	(242)
移印彩飾	(245)
打印彩飾	(247)
陶瓷照相	(248)
制品彩飾的流水作业綫	(249)
裝飾过的制品的烧成	(258)
制品彩烧的改进	(258)
确定窑爐操作的合理制度	(259)
隔焰爐的現代化	(260)
彩飾制品用直接加热式窑爐烧成	(265)
彩飾制品的电气烧成	(267)
彩繪車間窑爐操作的机械化	(270)
制品的裝飾与彩烧的技术发展道路	(272)
本書参考文献	(273)

原編者的話

根据苏联共产党廿次党代表大会的決議，呈現于全国瓷器及精陶工业面前的主要任务是：在改进和加强工艺操作的基础上采用新技术、改善生产机构和提高劳动生产率，以保証在最近的几年內能大大扩大产量和改进产品质量。

为此，瓷器及精陶工业中工作人員的創造性努力应指向这个方向，就是极快地掌握国内外科学技术的最新成就（特别是在繁重操作实现綜合机械化方面），建立流水作业綫，發揮內在潜力，并最大限度地利用現有的生产能力。

在将来，日用瓷及精陶的制造应该是实现自动化。

但是，还在不久之前，这么一种意見还占有統治地位，就是認為带有艺术性的日用陶瓷好象是不能采用工业生产的方法来制造的。

在苏維埃政权建立以来的40年当中，瓷器及精陶工业是沿着从半手工工业的“手工工厂”向拥有机械化生产的现代企业过渡的途径发展起来的。

在相当程度上有助于这个过渡的是：苏联在硅酸盐方面的科学研究有了发展，培养了自己的专业干部，并提高了生产人員的一般文化和技术水平。

苏联专家所建立的科学研究方法，在順利进行科学研究中起了主要的作用。

作为苏联首創的科学机构之一的国立陶瓷科学研究所，对細瓷生产过程的研究作出了卓越的貢獻。

还不应忘記那种情况：在苏維埃政权时代建立起来的陶瓷研究机构几乎是白手起家的，其工作的进行是困难的，因为在伟大的十月社会主义革命之前全国还没有类似的机构存在，只是在个别高等学校中有陶瓷专业教研室，以及为数不多的生产技術人員在硅酸盐領域中从事着彼此割裂的零碎研究工作。

陶瓷研究所与先进工厂中工作人员的创造性合作，使生产方法得到了改善，熟悉了新的原料和燃料，并給企业提供了新技术。特别具有很大意义的是，现代隧道窑、机械化干燥器、成型和注浆半自动化以及流水作业线的建立。

陶瓷研究所对本国許多陶瓷原料产地进行的研究，以及制訂出相应的坯料配方和工艺流程（特别是快速的烧成制度和干燥制度），在苏联瓷器和精陶工业的发展中起了巨大作用。

提高生产技术水平并进一步采用自动化生产的最主要前提之一，是保证陶瓷原料具有均一性。同样，生产用的坯料及半成品的工作性能也应有所调整。特别重要的条件是在热工设备中使用质量稳定的燃料，特别是天然气。

为了顺利地解决有关改进瓷器及精陶生产技术的問題，把苏維埃政权年代里瓷器及精陶工业发展中总结出的資料加以发表，是有用处的。

本書編写的用意就在这里，它是由研究細瓷的几位专家利用国立陶瓷研究所、先进工厂和設計局的研究成果集体写成的。

在本書的引言部分，简要叙述了革命前俄国从事瓷器及精陶生产的情况，并介绍了这个工业在苏維埃政权年代里一般发展的趋势。本書的主要章节是用来詳細介绍生产轉变中新技术的当前情况及其发展远景，包括：原料的精制和坯料的制备，制品的成型和干燥，施釉，烧成，检选，研磨和彩飾，石膏模等等的制备，以及匣钵坯料和耐火用具的制备。書中也指出了在工业某一领域中技术进一步发展的途径。

我們对协助搜集本書資料并使之成为定稿的研究所人員：E.И.德米尔什迦、E.C.奥尔洛夫、E.Г.特列布庚、E.M.杜清斯基、C.M.秦吉尔、Φ.C.恩吉利斯和工厂中的工作人員Д.Я.波耶哥、Д.А.洛札列夫、А.Ф.申卡列夫表示感謝。

希望本書能引起瓷器及精陶工业界广大工作人員的閱讀兴趣，并对他們有所帮助。

主編人：С.К. 洛馬金

引 言

在革命前的俄国，瓷器及精陶工业是国民經济中最落后的部門之一，一向大量采用手工劳动，以从事原始的手工业生产而出名。

掌握生产技术关键以及坯釉配方的只有个别工匠；他們严守秘密，只把自己的技艺传授子孙。工厂中没有工程技术干部，也没有实验基础和化验室。

制造瓷器和精陶器皿时，使用的主要是进口的陶瓷原料、颜料和辅助原料。

关于国产原料，知道得不多，几乎没有人得知其最丰富的蕴藏量，并加以利用。

革命前的俄国几乎没有瓷器和精陶工业自行制造机器的基地。在雷迦城只有全国唯一制造生产陶瓷制品机器的小型机械厂，当然，只能稍稍满足瓷器及精陶工业对设备的需要。因此，就不得不仰赖进口机器，并用手工制造最粗糙而简陋的设备。

制品的烧成是在间歇操作的窑中进行的。只有在康納關夫(在庫茲涅卓夫省)和布德城的两家工厂中，为了焙烧上釉的精陶才在1910~1911年砌筑了三座带有普通阶梯爐栅燃烧室的土隧道窑。

烧成时的热控制，只有靠“眼的观察”来进行。烧成制度以及窑爐的合理操縱，没有规律可循。

为了使制品施彩，常使用间歇操作的简陋烘爐，这就需要消耗大量燃料。

大多数瓷器及精陶工厂中使用的主要是优质木材，由于热工设备的操作不经济，木材的消耗量很大。

需要占用生产場地的工段，特别象干燥車間和烧成車間，其生产量是很低的。

制品、石膏模以及匣钵的車間内部运输和車間之間的运输，

全靠手工进行，因而需要大量体力劳动。

在瓷器及精陶企业中，工业卫生和劳动保护的基本条件尚未得到保证。

例如伴随有粉尘飞扬的石质原料的粉碎和过筛，多在沒有安装防护设备和通风系统的碾碎机上和筛子上进行。与生产精陶釉有关的一些操作（配合料组份的称量、混合，往熔爐中装料，熔块的磨碎与过筛等等），也多用手工进行，沒有采用密封和吸尘设备，在精陶釉的成分中常混入带有毒性的铅化合物。如已成型制品的干修、可用废品的清整、注模用石膏浆的配料和制备等等的操作，都还不能保证有吸尘和除尘的通风设备。

生产设备常常安装起来，不遵守为正常维护和检修所必需的規程。一般說来，设备的传动是利用无数条皮带，这就难以保证起码的安全劳动条件。

在工厂里沒有儲衣室、洗澡間、休息室、飯堂、医疗站，等等。

所有以上这些情况，就使各种严重的职业病，如矽肺病、铅中毒等等在工人中得到普遍流行。

苏联从旧俄罗斯繼承下来的瓷器及精陶生产的一般情况就如上述。

瓷器及精陶工业实现国有化之后的最初几年，开始了陈旧设备的革新工作，又推翻了半手工业状态的落后传统，消除了生产技术領域中的保密陋习。

瓷器及精陶工业的改进以及生产技术的发展，是沿着以下这些道路前进的：掌握国产原料，采用更加完善的设备和使現有的设备趋于现代化，强化工艺操作过程，找到加工制品的新方法，提高产品质量并改善劳动的卫生条件。

为了順利地解决以上这一课题，必須开展科学研究工作，借以测定国产原料的物理化学性能和陶瓷性能，发现新的坯料和釉料，以及探索合理的工艺制度。

为此目的，在1919年，成立了国立陶瓷科学研究所。此外，

在企业中开始建立了化驗室、热工部門、技术科，同时也采用了准确控制生产过程的設備。

陶瓷工业开始逐渐补充上了工程技术干部；为此，相应地兴建了技术学校，扩大了在高等工业学校中的就学人員总数。

为了順利地发展瓷器及精陶工业，还必须建立国内生产陶瓷顏料的工业基地。

为此，在杜列夫瓷厂从1919年起即着手生产了基本的陶瓷顏料；在1931年，又建立了顏料厂，保证了工业对釉上顏料和釉下顏料以及艺术瓷釉等等的需要。

在改进瓷器及精陶生产工艺的同时，还采取了改善劳动条件的措施。此中首先是建立了間歇操作窑爐的人工冷却系統，在車間安裝了总的通风除尘設備，在生产中使用了制备釉料的新原料（对工人健康无害），等等。这样，基本上就改善了工人的劳动条件。

在五年計劃期間，瓷器及精陶工业的技术有了大踏步的前进。

在工厂中，安装并成功地使用了精制原料和制备坯釉料的新机器，采用了成型制品用的机床和半自动机、传送带式和隧道式机械化干燥器、連續操作的隧道窑、各种机械化的运输設備（用来供原料、半制品和成品的車間内部运输和車間之間的运输）。找到并采用了准确控制生产过程的方法。

尽管如上所述，就苏联瓷器及精陶工业的技术水平說，仍然是大大落后于社会主义工业的其它部門的，因而还要求这一工业要进一步发展和改进。

根据苏联共产党二十次代表大会关于六年計劃的指示，要想胜利地完成摆在瓷器及精陶工业面前增加产量、改善制品質量，并提高生产率和改善劳动条件的任务，应该在进一步发展綜合机械化和自动化生产的基础上采用生产率高的最新設備和先进技术，并且要广泛淘汰陈旧的設備和使之现代化。

在許多工业部門中广泛采用的生产流水作业綫，也为瓷器及精陶工业开辟了广闊的远景。正如实践所証明，在那些采用生产

流水作业綫并加以系統改进的工厂里，产品数量不断得到增加，劳动生产率也有了提高，設備利用率和生产場地的利用率都有了提高；生产周期縮短了，生产的一般技术管理水平也有了提高。

采用流水作业綫的效率高低，主要可由操作系統中机械化的程度，以及为此目的而使用的設備的完善程度来加以决定。

因此，为了使瓷器及精陶工业中的部分生产和最繁重的操作实现机械化，采用新的机器和設備就具有极其重要的意义。

除以上所談的外，应进一步建立多种作用的机組，用以保証絕大部分的工艺过程或全部工艺过程能进行自动化、連續性的、有节奏的流水作业生产。

对此可起促进作用的是生产一定品种产品的工厂将趋于专业化，而社会主义社会有計劃的生产制度将在此起到保証作用。

工厂在集中供应細碎的原料、石膏粉、匣钵、耐火用具等等方面采取合作化措施，对进一步改善企业经营和减少輔助原料及工具的制备，将具有特別的意义。在集中供应窑車、传送小車、水力推車机、自动調節設備及其它設備方面，与相近的工业部門大搞协作，也是完全合理的。

此外，还应广泛采用现代化的运输設備，并使繁重的操作和装卸过程实现机械化。

加速生产实现机械化的方法之一，是使工艺設備和运输設備、窑爐、干燥器及其它机械裝置的結構和規格实现标准化，这样就有可能进行零件的成批生产，使設計、构筑和修理的速度加快，并使成本降低。

在瓷器及精陶工业中，还应广泛采用无綫电机械学、电子学和遙控机械学。

实现了发展这一国民經济部門的远景計劃，并利用科学技术的成果，以及机械部門中先进企业的經驗和合理組織工艺过程之后，就可順利地完成苏联共产党二十次党代表大会提出的把工业生产提到更高水平之上的任务。

第一章 坯料和釉料的制备

国产原料的采用

在革命前，俄国的瓷器及精陶工业中主要采用的是从英国、挪威、德国及欧洲其它国家进口的原料。

在第一次世界大战及随后的俄国革命期间，国外原料的进口终止了，因而迫切需要勘测、研究和掌握瓷器及精陶的国产原料，以便摆脱对外国的依附。

在苏维埃政权建立之后的最初几年里，经由专家和企业中的工作人员一致努力，这个有关国计民生的重要任务胜利地完成了。

Д.С.柏辽金、П.П.布德尼可夫、П.А.札麦琴斯基、В.И.伊斯居里、К.И.哥列尔、Н.Н.卡察洛夫、Б.С.累申等人，对位于苏联领土上的耐火可塑粘土、高岭、长石和伟晶花岗岩、石英和石英砂、白云石、白堊等原料的无数产地进行了仔细调查，这些调查证明了苏联拥有适合生产瓷器、精陶及其它陶瓷制品的优质原料的最丰富资源。

这些调查，其中国立陶瓷科学研究所起过主导作用，首先涉及到瓷器及精陶坯料的基本组份——粘土及高岭，全苏联最大的产地有卡索夫-雅尔、洛特宁斯基、格魯賀維支、普罗沙納夫斯基等等。

卡索夫-雅尔粘土是属于高岭石-水云母粘土，其主要的组成矿物是单热水白云母。此外，其中还含有石英、黄矾、金红石、电气石、褐铁矿的杂质及其它物质。

此种粘土中的最优良品种完全符合对制瓷及精陶原料所提出

的要求。煅烧之后，带上浅的色彩，具有高的耐火度，宽的烧结范围（TK169—173），在高温负荷下有相当大的稳定性以及很高的可塑性（加入瓷坯中为量较少，达9~11%）。由于含有大量碱（3~3.5%），这是由白云母的存在所引起的，当使用卡索夫-雅尔粘土制造硬質精陶时，往坯料中加入长石就失掉了必要性，这样也使生产工艺得到了简化，并降低了生产成本。

这种粘土的主要缺点是易于在1200°C以上烧成时出现气泡，二次形成的孔洞可以说明这种现象。这种现象使由含卡索夫-雅尔粘土多的坯料制的产品难于进行热加工，并要求在烧结前长期保温，以便有可能除掉在坯体中形成的引起发泡现象的气体。

洛特宁斯基产的高岭土在瓷器及精陶工业中采用得较少。尽管它有一系列宝贵的性能——可塑性高、用电解质时有良好的稀释性、高的耐火度、高温负荷下有高的稳定性、收缩均匀、烧成时不出现起泡等等——，在焙烧过的情况下，其白度却显得不足，因此只能利用来生产日用细瓷和精陶烧成中使用的匣钵及耐火制品。

苏联普罗沙纳夫斯基及格鲁贺维兹产的原生高岭，是作为瓷器及精陶坯料中的主要组份并在特设的高岭土工厂中加以精选后而采用的，在苏联工业中已得到极广泛的采用。

经过研究证明，这些高岭具有高的质量指标，可用来生产最高级的日用细瓷及精陶。

普罗沙纳夫斯基及格鲁贺维兹高岭（常常是在使用胶态化物质的同时用湿法精选的）的缺点是性质不稳定。性质不稳定是由于在这些高岭中含有不定量的残余电解质，这就对瓷器及精陶坯料的注浆性能及成型性能的变化起了严重影响，从而使工艺过程极其复杂化起来，并使生产中出现不可补救的废品。为此，就有探索并采用其它精选方法的现实必要，比如使用了水旋分离器，借此获得的高岭原料就克服掉了上述的缺点。

为了改善瓷器及精陶制品的质量并提高它们的某些物理技术

性能（首先是干燥状态中的机械性能），近年以来开始利用了其它的粘土原料，特别是特罗哥夫斯基产的粘土，以及膨潤土。

特罗哥夫斯基粘土就矿物成分說，是高岭石与多水高岭石的混合物。其中还有微量的蒙脫石。

特罗哥夫斯基粘土的性質与所有粘土及高岭（指目前使用在陶瓷工业中的）有显著不同。它們拥有密实的結構，在水中不会泡軟，甚至在水中存在有电解質时也不会变成胶态溶液。特罗哥夫斯基粘土的耐火度为 $1600\sim 1620^{\circ}\text{C}$ 。按現有的分类，它們属于燒結温度在 1250°C 以下的粘土。

特罗哥夫斯基粘土在球磨中長時間（8~10小时）进行湿磨机械处理之后，其物理性能起了重大变化。在自然的状态中，这种粘土的可塑性是小的，但在粉碎之后获得了高的可塑性和結合性。这种粘土的机械抗折强度（在干燥状态中）达到200公斤/厘米²。此种粘土的特点是干燥失重大，高过德魯哥夫斯基产的粘土一倍半。相应地，干燥的持續時間也有了延长。

建筑陶瓷科学研究所的研究指出：特罗哥夫斯基粘土的特殊性能（結構密实，在水中不易泡軟等性質），显然是可由其中存在有硅胶而加以說明的。硅胶使粘土的基本顆粒硬化成密实的集合体，此集合体只有在强大的机械影响下才会破坏。粘土顆粒粉碎之后，硅胶的結合性能沒有再恢复起来，尽管它仍存在于悬浮液中。

由于高的可塑性和結合能力，特罗哥夫斯基粘土加入瓷坯中时，显著使瓷坯的成型性能改善，并使未加工制品的机械强度提高，如图1所示。结果是制品在修坯以及在随后加工阶段中的損耗量降低了，同时也为瓷器的一次燒成創造了有利条件。此外，也相应地提高了燒成后坯体的白度指标。

膨潤土是做为粘結剂加入瓷坯料中以代替可塑耐火粘土的。膨潤土是呈微粒状的粘土，其主要的矿物組成是蒙脫石。此外，在膨潤土中还包含拜来石、粉状的石英、长石、鋁石、碳酸盐及