

任允鹏 编著

骨质瓷 生产技术

GUZHICI
SHENGCHAN
JISHU

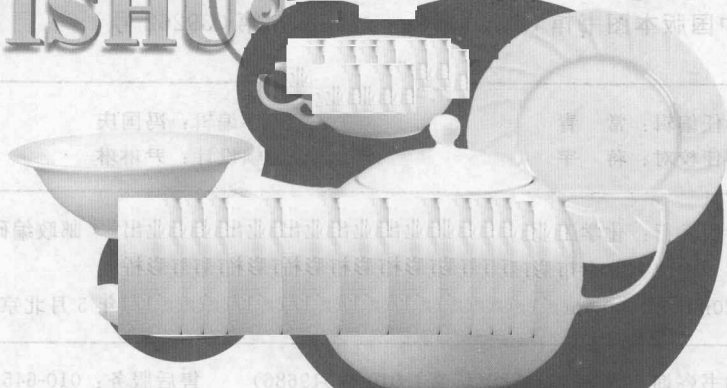


化学工业出版社

任允鹏 编著

骨质瓷 生产技术

GUZHICI
SHENGCHAN
JISHU



化学工业出版社

· 北京 ·

元 00.88 : 价 定

图书在版编目(CIP)数据

骨质瓷生产技术/任允鹏编著. —北京: 化学工业出版社, 2009. 5

ISBN 978-7-122-05089-2

I. 骨… II. 任… III. 骨科: 日用陶瓷: 研究
IV. TQ174. 73

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 039262 号

责任编辑: 常 青

文字编辑: 冯国庆

责任校对: 蒋 宇

装帧设计: 尹琳琳

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 北京市彩桥印刷有限责任公司

720mm×1000mm 1/16 印张 14 1/4 字数 264 千字 2009 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 38.00 元

版权所有 违者必究

我国是陶瓷古国，有着悠久而辉煌的历史。由于历史的原因，近百年来，我国日用陶瓷技术水平处于较落后的状态。在国际市场上，陶瓷产品平均单件价格仅为 0.22 美元，属于中低档产品。如何由陶瓷产量大国变成陶瓷强国，一直是陶瓷业界思考的重要课题。采用新的技术，优选先进的高档瓷生产工艺，用新技术提升传统陶瓷产业，是全面提升我国陶瓷产品的档次，增加国际竞争力，加快陶瓷产业发展的重要途径之一。

骨质瓷是世界上公认的高级日用细瓷，18 世纪发源于英国，最初是仿效中国的硬质瓷演化而来的一种软质瓷。20 世纪初叶，骨质瓷由英国传到欧美再到日本，只有几个国家的少数陶瓷企业进行生产。20 世纪 70 年代，我国唐山、淄博陶瓷产区的科技工作者开始试制骨质瓷产品，到 20 世纪 80 年代，在唐山、淄博等地先后进行了批量生产，产量逐年扩大，产品质量水平日益提高，并逐渐进入国内高档宾馆、饭店和部分百姓家庭，赢得了国内市场的认可和赞誉。三十多年来，国内部分高校、科研院所和企业的科研人员为提高骨质瓷的质量开展了大量的研究工作，但到目前为止，还没有一本关于骨质瓷制造技术方面的书籍，很多日用陶瓷企业的科技人员，特别是一些希望提高产品档次的陶瓷企业，非常希望有一本能够较为系统介绍骨质瓷生产技术的专著作为参考。

笔者出生在一个陶瓷家庭，耳濡目染，对陶瓷事业有深厚的感情和极大的兴趣，大学毕业后一直从事高石英瓷、骨质瓷等二次烧成工艺技术的研究开发，感觉有必要将自己的研究成果和多年来积累的经验、教训等总结成文，与同行交流，为促进我国日用陶瓷工业的发展和振兴尽一点绵薄之力。

本书从生产实践出发，对骨质瓷生产的原料、坯釉配方、成形工艺、装烧工艺、装饰技术进行了介绍，分析了生产中常出现的问题，并介绍了相应解决方法；对骨质瓷生产特有的高温素烧、低温釉烧的二次烧成工艺做了重点论述，用大量图例展示了骨质瓷的装烧工艺；考虑到企业生产工艺技术管理的需要，对各工序的操作规程和标准做了详细介绍，使读者更便于理解生产工艺要点，从而有效地解决生产中出现的工艺技术问题。

本书在编写过程中，得到了任嗣薛、赵玉贞同志的悉心指导和帮助，他们提出了很多好的建议，提供了很多有益的参考资料和生产实例；李铭瑜同志给予了

很多支持和具体帮助；笔者的领导、师长和同学也给予了很大的关心和帮助。在此，向他们表示深切的谢意。

笔者虽从事日用陶瓷的研究开发工作多年，但限于水平，加之时间仓促，书中不当之处在所难免，谨请读者批评指正。

任允鹏
2009年2月
于山东淄博

第 1 章 绪论	1
1.1 骨质瓷的沿革	1
1.2 骨质瓷的种类与特点	2
1.2.1 骨质瓷的种类	2
1.2.2 骨质瓷的特点	4
1.3 生产工艺流程	5
1.4 骨质瓷与传统陶瓷的区别	6
1.4.1 软质瓷和硬质瓷	6
1.4.2 绢云母质瓷和长石质瓷	7
1.5 骨质瓷今后发展的方向	8
第 2 章 原料	10
2.1 骨粉	10
2.1.1 动物骨粉	10
2.1.2 合成骨粉	11
2.1.3 含磷矿物	12
2.1.4 骨粉的处理	12
2.2 黏土类原料	13
2.2.1 黏土的成因及分类	14
2.2.2 黏土的组成	15
2.2.3 黏土的性能	17
2.2.4 黏土在陶瓷生产中的作用	20
2.2.5 国内的黏土原料分布	20
2.3 石英类原料	22
2.3.1 石英类原料的种类和性质	22
2.3.2 石英在陶瓷生产中的作用	24
2.4 长石类原料	24

2.4.1	长石的种类和性质	24
2.4.2	长石在陶瓷生产中的作用	26
2.4.3	长石的代用原料	27
2.5	钙镁质原料	29
2.5.1	碳酸盐类原料	29
2.5.2	滑石、蛇纹石	30
2.5.3	硅灰石、透辉石	32
2.6	其他原料	34
2.6.1	其他天然矿物原料	34
2.6.2	废瓷粉	34
2.7	原料的质量评价及其引起的常见缺陷	35
2.7.1	陶瓷原料的质量评价	35
2.7.2	原料引起的常见缺陷	35
2.8	原料的预加工	36
2.8.1	原料的精选	36
2.8.2	原料的干燥	37
2.8.3	原料的破碎	38
2.8.4	原料的煅烧	38

第3章 坯料 40

3.1	坯料	40
3.1.1	坯料的特点与分类	40
3.1.2	坯料配方的表示方法	41
3.1.3	常用配方	42
3.2	配制原则及配方设计	43
3.2.1	确定配方的依据	43
3.2.2	各种原料在配方中的作用	44
3.2.3	确定配方的步骤	45
3.2.4	配制方法	46
3.3	坯料配方及其计算	50
3.3.1	吸附水的计算	50
3.3.2	不含灼减量的化学组成计算	51
3.3.3	坯式的计算	51
3.3.4	示性矿物组成的计算	54
3.3.5	坯料酸性系数的计算	55

3.4 坯料的加工	55
3.4.1 配料	55
3.4.2 粉碎	56
3.4.3 除铁	57
3.4.4 过筛	58
3.4.5 泥浆脱水	58
3.4.6 练泥和陈腐	58
3.4.7 可塑法成形坯料的制备	60
3.4.8 注浆法成形坯料的制备	61
3.4.9 压制法成形坯料制备	65
3.5 坯料制备引起的常见缺陷	66
第4章 釉料	68
4.1 釉料的作用、特点与种类	68
4.1.1 釉的作用与特点	68
4.1.2 釉的分类	69
4.1.3 釉的性质	70
4.1.4 主要氧化物在釉中的作用	70
4.2 熔块釉	72
4.2.1 熔块	73
4.2.2 含铅熔块釉	74
4.2.3 无铅熔块釉	75
4.2.4 熔块的加工工艺	79
4.3 配制原则	81
4.3.1 美观性原则	81
4.3.2 适应性原则	81
4.3.3 实用性原则	81
4.3.4 安全性原则	81
4.4 釉料的计算	82
4.4.1 从化学组成计算釉式	82
4.4.2 由配料量计算化学组成及釉式	83
4.4.3 膨胀系数的计算	85
4.5 坯釉适应性	85
4.5.1 膨胀系数对坯釉适应性的影响	85
4.5.2 中间层对坯釉适应性的影响	86

4.5.3	釉的弹性和抗张强度对坯釉适应性的影响	86
4.5.4	釉层厚度对坯釉适应性的影响	87
4.6	釉浆制备及施釉工艺	87
4.6.1	釉浆的制备	87
4.6.2	釉浆的工艺性能要求及注意事项	87
4.6.3	釉用添加剂	89
4.6.4	施釉工艺	90
4.6.5	对素烧坯体的基本要求	91
4.7	釉浆制备及施釉引起的常见缺陷及防止方法	91
4.7.1	釉浆制备引起的常见缺陷及防止方法	91
4.7.2	施釉引起的常见缺陷及防止方法	92
第5章	成形	93
5.1	成形方法	93
5.1.1	成形方法的分类	93
5.1.2	成形方法的选择	96
5.2	注浆成形	96
5.2.1	注浆成形的工艺原理	96
5.2.2	注浆成形方法	98
5.2.3	注浆操作过程	102
5.2.4	注浆成形的缺陷	103
5.3	可塑成形	104
5.4	压制成形	106
5.5	等静压成形	107
5.6	添加剂	107
5.6.1	添加剂在陶瓷成形中的功能	108
5.6.2	陶瓷成形用添加剂应具备的条件	108
5.7	脱模	109
5.8	粘接与干燥	109
5.8.1	打孔	109
5.8.2	粘接	110
5.8.3	修坯	110
5.8.4	干燥	110
5.9	成形工序缺陷分析与控制	113

第 6 章 烧成与抛光	116
6.1 烧成方法	116
6.2 烧成过程中的物化反应	116
6.2.1 坯体在烧成过程中的化学变化	116
6.2.2 釉料在烧成过程中的物理变化	118
6.3 装烧工艺	118
6.3.1 扣烧工艺	118
6.3.2 仰烧工艺	119
6.3.3 吊烧工艺	119
6.3.4 叠烧工艺	120
6.3.5 撑口烧工艺	120
6.3.6 支丁烧工艺	120
6.3.7 直烧工艺	120
6.3.8 其他装烧工艺	121
6.4 烧成制度	121
6.4.1 素烧烧成制度的制定与控制	122
6.4.2 釉烧制度的制定与控制	123
6.5 抛光	125
6.6 烧成缺陷及解决办法	125
6.6.1 素烧缺陷分析及解决办法	125
6.6.2 釉烧缺陷分析及解决办法	127
6.6.3 其他缺陷	129
第 7 章 装饰	131
7.1 陶瓷装饰方法	131
7.2 陶瓷颜料	133
7.2.1 陶瓷颜料的分类	133
7.2.2 陶瓷颜料的呈色	134
7.2.3 陶瓷颜料制备	136
7.3 花纸装饰	137
7.3.1 花纸的分类	138
7.3.2 小膜花纸制作及应用	139
7.3.3 贴花纸设计中应注意的问题	140
7.4 贵金属装饰	141

7.4.1	贵金属制剂的分类	141
7.4.2	贵金属制剂的应用	143
7.4.3	腐蚀金	144
7.5	色釉装饰	145
7.6	其他装饰技法	146
7.7	彩烤	147
7.7.1	彩烤工艺流程	147
7.7.2	彩烤方式	148
7.7.3	彩烤注意要点	148
7.7.4	铅镉等重金属溶出对策	148
第8章	窑炉与窑具	151
8.1	窑炉	151
8.1.1	窑炉的种类	151
8.1.2	间歇式窑	152
8.1.3	连续式窑炉	153
8.1.4	热工测量	156
8.1.5	窑炉的选用和设计	158
8.2	窑具	158
8.2.1	窑具材料	158
8.2.2	匣钵	160
8.2.3	棚板支架	161
8.2.4	涂料	162
8.2.5	窑具的选用和设计	162
8.3	节能技术	163
8.4	安全与环保	163
第9章	操作规程、工艺标准及管理制度	165
9.1	原料与坯、釉配方	165
9.1.1	制坯用原料	165
9.1.2	制釉用原料	167
9.1.3	操作规程	167
9.1.4	工艺技术指标	169
9.1.5	屑土处理方法	169
9.1.6	管理制度	170

9.2	熔块釉制备工艺	171
9.2.1	工艺流程	171
9.2.2	操作规程	171
9.2.3	工艺技术指标	172
9.2.4	管理制度	173
9.3	塑性成形工艺	173
9.3.1	工艺流程	173
9.3.2	盘类产品工艺规程	174
9.3.3	碟类产品工艺规程	175
9.3.4	碗类产品工艺规程	176
9.3.5	杯类产品工艺规程	177
9.4	注浆成形工艺	180
9.4.1	工艺流程	180
9.4.2	壶类产品工艺规程	180
9.4.3	盖子等注、粘、刷	182
9.5	烧成工艺	183
9.5.1	工艺流程	183
9.5.2	操作规程	183
9.5.3	烧成工艺技术标准	185
9.5.4	管理制度	185
9.6	磨光、施釉工艺	186
9.6.1	工艺流程	186
9.6.2	磨光施釉操作规程	186
9.6.3	磨光、喷釉技术参数	187
9.6.4	管理制度	187
9.7	釉烧工艺	188
9.7.1	工艺流程	188
9.7.2	操作规程	188
9.7.3	釉烧工艺技术参数	188
9.7.4	管理制度	188
9.8	彩烤工艺	189
9.8.1	工艺流程	189
9.8.2	操作规程	189
9.8.3	工艺技术指标	191
9.8.4	管理制度	191

附录	193
附录 1 常用陶瓷原料常数	193
附录 2 骨灰瓷器 (GB/T 13522—92)(摘录)	208
参考文献	214

第 1 章

绪 论

1.1 骨质瓷的沿革

我国是陶瓷古国，也是陶瓷大国，有着悠久而辉煌的历史。近百年来，由于历史的原因，我国日用陶瓷技术水平处于较落后的状态。目前，我国虽然是产瓷大国，但是很难称得上是强国，在国际市场上陶瓷产品平均单件仅为 0.22 美元，属于中低档产品。因此，采用新的技术，优选先进的高档瓷生产工艺，全面提升我国陶瓷产品的档次，增加国际竞争力，把陶瓷这项劳动密集型产业逐步转化为技术密集型产业，成了陶瓷业界的重要课题。骨质瓷是世界上公认的高级日用细瓷，18 世纪发源于英国，最初是仿效中国的硬质瓷而由法国熔块瓷演化出来的一种软质瓷。它以骨粉为主，加入部分黏土、长石、石英等矿物原料，采用高温素烧、低温釉烧二次烧成工艺烧制而成。其瓷质洁白、光泽柔和，具有较好的透光度和较高的强度。经过 200 多年的发展，骨质瓷因其特有的质感和性能深受世界各国人民的喜爱，在国内外陶瓷市场上享有很高的声誉，是国际上公认的高级日用细瓷。

骨质瓷先后由英国传到欧美及日本。我国 20 世纪 70 年代试产了部分骨质瓷产品，到 20 世纪 80 年代，我国的唐山、淄博等先后进行了批量生产，产量逐年扩大，产品质量水平日益提高，并逐渐进入国内高档宾馆、饭店和部分百姓家庭，赢得了国内市场的认可和赞誉。

瓷器是中国的伟大发明，17 世纪末、18 世纪初英国工业革命以前，中国瓷器一直是全世界所追捧的珍宝。英国工业革命发生后，近代欧洲在中国陶瓷的刺

激下,依靠先进的科学技术很快掌握了制瓷技术。他们不仅仿制中国的青花瓷、彩瓷、德化瓷,而且研发了许多品质较高的新瓷种。化学家伯特格(J. F. Bottger)发明了带有欧洲风格的瓷器,英国的乔希亚·韦吉伍德发明了奶白瓷,1794年小乔希亚·斯波德发明了骨质瓷。骨质瓷最早的基本配方是6份骨灰和4份瓷石,但到后来逐渐发展成为50份骨灰、25份瓷石和25份黏土,直至今天在英国一直被认为是标准配方。200多年来,骨质瓷经过一代代名匠之手,逐渐发展成为世界陶瓷珍品。骨质瓷用料考究,制作精细,标准严格,它的规整度、洁白度、透明度、机械强度等诸项指标均有很高的标准。由于高档骨质瓷工艺复杂,制作较普通日用瓷困难,其生产技术只是近年才得以普及。骨质瓷因其瓷质细腻通透,器型美观典雅,彩面润泽光亮,花面多姿多彩的特点,成就了它洁白的质地和华贵的造型,兼有使用和艺术的双重价值,历史上是宫廷专用品和贵族收藏之珍品,是权力和地位的象征,受到不少买家的青睐,是目前世界上公认的高档瓷种。

骨质瓷以英国出品的最有名,韦吉伍德(Wedgwood)、皇家道尔顿(ROY-ALDOULTON)等是英国著名的陶瓷公司。在英国,韦吉伍德的骨质瓷被英皇室御用200多年。

20世纪初,日本人开始研制骨质瓷,并获得成功,形成了明海制陶(Narumi)、诺里塔克(Noritake)、日光(Nikko)等知名品牌,在日本骨质瓷称为“骨灰瓷”。

我国在20世纪70年代开始研制骨质瓷,河北唐山的科技人员率先研制成功,随后山东淄博瓷厂的科技人员也成功制出骨质瓷。20世纪80年代,能够生产骨质瓷的企业很少,受日本的影响,当时骨质瓷都称为“骨灰瓷”。20世纪90年代末骨质瓷生产迅速推广开来,唐山、邯郸、淄博、临沂、潮州等地都有大量的骨质瓷生产。其中,山东省硅酸盐研究设计院还研制出了合成骨粉及其制瓷技术,用人工合成的办法生产骨粉,并用它来代替动物骨粉,以保证原料的纯度和稳定性,提高了产品质量。随着产量的扩大和市场的推广,人们感觉“骨灰”二字很是刺耳,逐步改称为“骨质瓷”或“骨瓷”,目前“骨质瓷”这一称谓已得到了普遍的认可。

现在,骨质瓷各种中西餐具以其高质量、高格调、高品位成为各大星级宾馆升级的必选用瓷。骨质瓷茶具、咖啡具家庭套具已成为职场以及家庭的理想用具,更是馈赠亲友的最佳礼品;骨质瓷一跃成为国内高档瓷消费的主导产品。

1.2 骨质瓷的种类与特点

1.2.1 骨质瓷的种类

骨质瓷自发明以来,经过不断创新和发展,也衍生出了一些新的种类,

按照颜色、烧成工艺以及骨粉来源可有多种分类方法。常见分类方法见表 1-1。

表 1-1 骨质瓷常见分类方法

分类方法	种 类	特 征	备 注
原料来源	(1)动物骨粉 (2)合成骨粉 (3)混合骨粉	使用动物骨粉作原料 使用合成骨粉作原料 使用动物骨粉和合成骨粉作原料	产品外观无明显差别
胎体颜色	(1)乳白色 (2)象牙黄色 (3)青绿色 (4)其他颜色	不添加色剂 添加黄色剂 添加氧化铜 添加其他色剂,并呈相应颜色	乳白色产品透光度好,其他颜色的产品透光度稍差
烧成工艺	(1)二次烧成 (2)一次烧成	使用熔块釉二次烧成 使用生料釉一次烧成	外观质量上,二次烧成比一次烧成产品规整度高、釉面光亮;一次烧成釉面硬度高

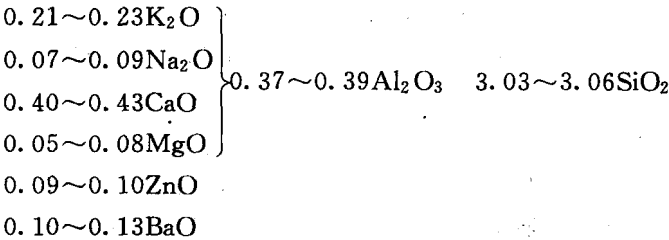
经典的骨质瓷一般使用动物骨粉来生产,由于骨粉含铁量极小,烧成后呈现纯净、柔和美丽的乳白色,深受人们喜爱。正是由于骨质瓷的纯净,所以在骨质瓷坯体中加入少量的色剂可以制作出色彩明快的产品,如象牙黄色、青绿色等,其质感柔和纯净,惹人喜爱。象牙黄色骨质瓷一般在坯体中加入 0.1%~0.2% (质量分数,下同) 镨黄来显黄色。青绿色骨质瓷可以使用 0.05%~0.3% 氧化铜和 0.1%~0.2% 的氧化铁来着色。青绿色骨质瓷的化学组成见表 1-2。

表 1-2 青绿色骨质瓷的化学组成

单位: %

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	KNaO	P ₂ O ₅	CuO
39~45	11~16	0.3~0.5	0.1~0.2	21~26	2~4	17~22	0.05~0.3

为降低成本,有些小型或不易变形的器件,如牙签筒、小口花瓶等,可使用生料釉进行一次烧成,以降低生产成本。与二次烧成相比,一次烧成产品虽然烧成费用较低、釉面硬度较高,但是产品釉面在光泽度上稍差,成品率较低。骨质瓷生料釉釉式为:



1.2.2 骨质瓷的特点

1.2.2.1 外观特点

(1) 白净柔和 骨质瓷由于使用磷酸钙作主要原料,坯体配方中铁、钛含量极少,烧成后磷酸钙呈现柔和的白色,既不像一般传统白瓷那样显现偏冷的白色,也不像滑石瓷那样显现生硬的白色,而是显现一种让人感到比较舒服的奶白色,也有人喜欢用“甜白”来描述。如果把陶器看作是充满质朴阳刚之气的男性的话,那么骨质瓷可以称得上是温柔贤淑的美女。骨质瓷的白度一般都在80%以上。

(2) 透光度好 骨质瓷中磷酸盐玻璃的折射率与石英的很接近,所以光损失较少,光透过性较好,表现为半透明度较好。

(3) 器形规整 骨质瓷采用高温素烧、低温釉烧的二次烧成工艺,烧成时使用仿形匣钵进行强制烧成,所以产品器形规整,为一般普通陶瓷所不能比。骨质瓷生产对匣钵要求较高,有些制品特别是盘类,即使半成品变形,在烧成时只要使用规整的仿形匣钵,其产品烧成后可以被整形、变为规整,这也是二次烧成工艺的优势之一。

(4) 釉面光滑 骨质瓷由于大量使用熔块釉,而熔块釉是预先加工制成的玻璃体,使用时比一般生料釉减少了反应,减少了出现更多气泡的可能,所以骨质瓷釉面比一般普通陶瓷釉面更加光滑,光泽度一般超过100%。

(5) 轻巧典雅 骨质瓷采用仿形匣钵扣烧来解决变形问题,所以产品可以做得较薄,而不用过于担心变形,这也是一般陶瓷所不能比的。可以根据设计师的要求做到更精致、更轻盈、更典雅。

1.2.2.2 内在性能

(1) 机械强度 骨质瓷虽然属于软质瓷的范畴,但是其机械强度并不低,在传统陶瓷中属于强度较高的瓷器,其抗弯强度为120~160MPa,比一般传统陶瓷80~120MPa要高30%~50%。

(2) 热稳定性 骨质瓷由于其主晶相呈长柱状,有较高的膨胀系数和较大的各向异性,所以传统骨质瓷的热稳定性较差,一般在160℃左右(即从160~20℃水中热交换一次不炸裂)。虽然也有些专家采用氧化锆增韧等方式来改善骨质瓷的热稳定性,但是目前国内市场上的产品并没有很好地应用该技术,大多数产品热稳定性较差。

(3) 釉面硬度 骨质瓷使用熔块釉,在较低的温度(1050~1150℃)下釉烧,所以釉面硬度较普通陶瓷要低,硬度一般为550~600MPa。一般可以通过