

TANGCI

中国

搪瓷手册

ZHONGGUO TANGCI SHOUCI

■ 主 编 卢进标
■ 副主编 陆介平 陈干民
戴行正 张仕达

62

 中国轻工业出版社

中国搪瓷手册

主 编 卢进标

副主编 陆介平 陈干民 戴行正 张仕达

 中国轻工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

中国搪瓷手册/卢进标主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2001. 1

ISBN 7-5019-2899-1

I. 中… II. 卢… III. 搪瓷—中国—手册
IV. TQ173-62

中国版本图书馆CIP数据核字 (2000) 第31606号

责任编辑: 李建华

策划编辑: 李春娅 朱 骏 责任终审: 劳国强 封面设计: 崔 云

版式设计: 智苏亚 责任校对: 燕 杰 责任监印: 崔 科

*

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街6号, 邮编: 100740)

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

联系电话: 010—65241695

印 刷: 中国人民警官大学印刷厂

经 销: 各地新华书店

版 次: 2001年1月第1版 2001年1月第1次印刷

开 本: 787×1092 1/16 印张: 28.5

字 数: 665千字 插页2 印数: 1—2000

书 号: ISBN 7-5019-2899-1/TS·1753 定价: 65.00元

• 如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换 •

内 容 简 介

《中国搪瓷手册》主要介绍了搪瓷制品品种;搪瓷用坯体材料;矿物和化工原料的种类、物理化学性能和产地;搪瓷生产工艺及参数;搪瓷生产用设备(机械加工设备、表面处理设备、热工加工炉窑)及工具;搪瓷釉种类及生产工艺;色素种类及生产工艺;原料、燃料、半成品及成品检测手段;中国搪瓷国家标准、行业标准,世界先进工业国家的相关标准及检索条目等。对于搪瓷新产品、搪玻璃类制品以及搪瓷新技术、新装备等的进展作了概括的介绍。

该手册内容丰富,涉及面较广,除必要的理论阐述外,还有实际应用效果的数据和图表。该手册适用于从事搪瓷(和搪玻璃)生产、科研和管理人员参考,亦可供与搪瓷专业、防腐蚀专业、建材专业有关的大专院校师生和科研设计人员参考。

《中国搪瓷手册》编委会

主 任: 李洪宝

副主任: 英夏菊 卢进标

委 员: 郑吉光 胡大沪 沈福祥 张德民
杨伏虎 陈正樑 朱浩能

《中国搪瓷手册》编写组

主 编: 卢进标

副主编: 陆介平 陈干民 戴行正 张仕达

编委(按姓氏笔划): 卫 鸿 方金泉 李本木 张玉生
张惠沁 梁青桥 蒋伟忠

序

《中国搪瓷手册》是在中国搪瓷工业协会领导下,在搪玻璃行业和众多搪瓷企业的支持下,由国内从事搪瓷和搪玻璃生产、科研工作的,具有较深的专业基础知识和较丰富的专业生产知识的专家们集体撰写而成。

由于科学技术的迅速发展,搪瓷的应用范围日益扩大,在电子信息、生物化学工程和新材料各个领域均应用了搪瓷和搪玻璃制品,相继出现了诸如厚膜印刷电路搪瓷基板、医用搪瓷制品、电热搪瓷取暖器、搪瓷不粘餐炊具、搪瓷厨房组合柜、高耐腐蚀性能的微晶搪玻璃制品、各类铸铁搪瓷制品、铝搪瓷制品、铜搪瓷制品及不锈钢搪瓷制品等。生产工艺中引进或开发成功了静电喷涂技术、贴花纸技术、不粘涂覆技术、流动涂搪技术、铸铁坯体V法铸造成型和树脂铸造成型技术、辐射管搪瓷烧成炉技术等。这些新产品、新技术和新装备的出现极大地扩展了搪瓷工业的发展空间,提高了搪瓷和搪玻璃工业的技术水平。

出版于20世纪80年代初的《日用搪瓷手册》对于促进日用搪瓷工业的发展起到了不可磨灭的历史作用,20年后的今天,市场经济发展推动了搪瓷和搪玻璃工业全方位地突飞猛进,广大从业人员热切企盼有一本专业内容更为详尽、技术更加广泛的搪瓷工具书,作为技术和管理工作的指导和借鉴,以推动搪瓷和搪玻璃工业的持续发展。本手册立足于《日用搪瓷手册》版本的基础上,本着发展提高的原则,广集博揽,立新弃旧,使手册的内容得到了进一步的充实和提高,既包括了传统日用搪瓷,又包括了搪玻璃、铸铁搪瓷及新的搪瓷领域等内容。既适用于搪瓷和搪玻璃技术、管理人员,也适用于相关专业的大专院校师生教学、科研和设计参考。

参加本手册编写并提供文稿的同志除编写组的同志外,还有焦明华、王存仁、唐章和、胡生保、曲露勃、杨锡祝、刘锡预、陆文林、王成民、张家乃、朱永泉、赵达峰。

本手册在编写过程中曾得到行业内外许多企业在资金和物质上卓有成效的支持,使得《中国搪瓷手册》撰写得以顺利进行,对这些企业表示由衷的感谢。它们是:成都搪瓷总厂、西安人民搪瓷厂、重庆市江津轻工机械厂、开封搪瓷厂、广东南海市嘉和搪瓷厂等。

《中国搪瓷手册》的编写得到了行业内外许多企业负责同志多方面的关心和支持,他们是:郑吉光、张德民、胡大沪、沈福祥、杨伏虎、陈正樑和朱浩能。

中国搪瓷协会理事长李洪宝、副理事长兼秘书长英夏菊同志,自始至终领导和组织《中国搪瓷手册》的编写工作,同时还积极参与手册文稿的审核工作,副秘书长张鸣、迟鸿丽同志也为手册的编写做了许多工作。《中国搪瓷》编辑部卢渝梅工程师也为手册打印稿进行技术校对与审核。

《中国搪瓷手册》能够出版,是搪瓷和搪玻璃行业承前启后的一件大事,希望能得到行业同仁的共鸣,希望能对搪瓷和搪玻璃工业的发展有所贡献。如果读者通过本手册对搪瓷的认识和应用有所了解,又能进一步促进搪瓷和搪玻璃工业技术的发展,我们则不胜欣慰。

限于编撰者的理论水平和生产实践经验,本手册的谬误在所难免,敬请读者斧正。

《中国搪瓷手册》编委会

1999年11月25日

目 录

第一章 搪瓷产品	(1)
第一节 器皿类搪瓷.....	(1)
第二节 厨房用具类产品.....	(2)
第三节 卫生洁具类产品.....	(3)
第四节 建筑装饰用搪瓷.....	(4)
第五节 医用搪瓷类制品.....	(5)
第六节 电子搪瓷类制品.....	(7)
第七节 搪玻璃类制品.....	(10)
第二章 搪瓷生产用原材料	(54)
第一节 搪瓷用金属材料.....	(54)
第二节 瓷釉用矿物和化工原料.....	(74)
第三节 色素原料.....	(107)
第三章 瓷釉设计及性能	(122)
第一节 瓷釉.....	(122)
第二节 瓷釉理化性能计算.....	(141)
第四章 搪瓷生产工艺	(153)
第一节 制坯.....	(153)
第二节 坯体表面处理.....	(205)
第三节 制釉.....	(214)
第四节 搪烧.....	(227)
第五节 美术装饰.....	(253)
第五章 搪瓷生产用设备	(264)
第一节 制坯设备.....	(264)
第二节 坯体表面处理设备.....	(300)
第三节 制釉机械.....	(309)
第四节 搪烧设备.....	(326)
第五节 环境保护设备.....	(358)
第六章 缺陷产生原因及克服办法	(364)
第一节 日用搪瓷制品缺陷及其克服办法.....	(364)

第二节 搪玻璃制品的缺陷及克服办法	(373)
第三节 铸铁搪瓷制品缺陷及克服办法	(375)
第七章 质量检测	(376)
第一节 半成品技术要求及成品标准	(376)
第二节 原材料分析	(382)
第三节 成品质量检测方法及手段	(412)
附录一、常用技术参数	(422)
附录二、搪瓷名词术语	(431)
附录三、日用搪瓷制品国家标准和行业标准目录	(443)
附录四、部分国际搪瓷制品标准目录	(444)
参考文献	(446)

第一章 搪瓷产品

随着技术的发展和产品的不断开发,搪瓷产品的应用领域日趋宽广,这又促进了搪瓷产品品种的增加。根据目前对国内搪瓷厂生产情况的了解,搪瓷产品有如下九大类:器皿类搪瓷、厨房用具类搪瓷、医用类搪瓷、艺术类搪瓷、特种搪瓷、建筑装饰类搪瓷、卫生洁具类搪瓷、搪玻璃设备类搪瓷等。

第一节 器皿类搪瓷

本节所介绍的产品共有九类。

1. 盆类

盆类搪瓷制品是国内搪瓷行业的传统产品,根据面釉颜色可分为白色、彩色和内白外彩产品;根据饰花情况可分为单花、双花、冰花和素色产品;根据规格大小和用途可分为面盆和食盆;根据坯体造型可分为得胜型、平边型、深型、卷边型等。

2. 杯类

杯类产品有口杯、仿陶杯、奶杯、电热杯等。

3. 盘类

盘类产品有圆盘、鱼盘、牛奶盘、烟盘、拼盘、挂盘、多角盘、菜盘、长方焗盘、长方盘、饭碟等。

4. 桶类

桶类产品有茶桶、饭桶、电热桶、量桶(杯)和水桶等。

5. 碗类

碗类产品有饭碗、冰箱碗、洗水碗、汤碗、食盒等。

6. 罐类

罐类产品有糖罐、笔筒和食篮等。

7. 锅类

(1) 普通锅类

① 钢板搪瓷锅类 产品有饭锅、咖喱锅、提环锅、炖锅、烧锅(直型)、柿型烧锅、鸭子锅、炒锅、炒瓢、锅盖、炭火锅、高压锅等。

② 铸铁搪瓷锅类 产品有双耳炒锅、单把炒锅等。

③ 铸铁搪瓷烤器 坯件一般制成长方形或椭圆形框,框内铸成条状,整个铸坯涂覆光亮的搪瓷釉料,以便烘烤时食品不会粘附在烤器上。该产品的生产工艺及材料要求同铸铁搪瓷壁炉。涂搪瓷釉的方法主要为湿法浸渍搪瓷,底釉涂一遍,面釉涂二遍即可(面釉为钛白釉)。

(2) 电热锅类

① 钢板搪瓷电热锅 主要有电火锅和电饭锅。

② 铸铁搪瓷锅 在铸铁搪瓷锅外部搪瓷层上涂一层800W或1200W的电热膜(该电热膜切忌水浸入),在膜的两端用两条电极引线接上电源,以达到加热的目的。

(3) 不粘锅(杯)

① 铝坯不粘搪瓷锅(杯) 所用坯材为5mm厚铝板成型坯材,锅里面涂特弗隆(聚四氟乙烯)涂层,锅外身部涂搪瓷涂层。

② 钢板不粘锅(杯) 坯体薄,传热效果好,该搪瓷产品外部要涂搪瓷涂层,内部为在涂烧底釉的坯体上再涂特弗隆不粘涂层。

8. 痰盂类

痰盂类产品有高脚痰盂、柿型痰盂和男用便器。

9. 其它搪瓷产品

其它搪瓷产品还有医用针盆、花瓶、糖盒、茶(具)套和烟灰缸等。

第二节 厨房用具类产品

1. 厨柜与厨房设施

① 低柜 其顶面即为操作面,常用搪瓷板材。其柜体、门台板、底座一般采用不锈钢、搪瓷或木质材料。

② 吊柜 悬吊在上部空间的储柜。一般采用搪瓷板材,也有采用不锈钢、木质材料或喷塑金属板材。

③ 高柜 置于地面,其顶面接近吊柜面标高的储柜。

④ 操作台 指供准备、配餐和烹调等操作过程所必需的柜台。其面板一般为不锈钢材质,柜体为金属喷塑或不锈钢板,门可采用搪瓷材料、不锈钢材料。

⑤ 灶台 一般采用不锈钢材料或搪瓷板材,为在上方安装排烟器提供条件。

⑥ 洗涤台 洗涤台面一般为不锈钢或搪瓷材料,柜体为金属喷塑,门为不锈钢或搪瓷材料。采用厚度为1.2mm冷轧板,冲压成型,内壁涂搪钛白搪瓷釉或各种颜色的搪瓷面釉,外壁涂底釉。

拉伸机采用350t油压机,一次拉伸成型。烧成温度为底釉860~900℃,面釉820~860℃。

2. 抽油烟机

机壳采用厚度为0.5mm冷轧板,面罩采用厚度为0.5mm零碳板,经冲压点焊而成。

成型采用冷冲压,使用350t油压机等设备,面罩涂搪采用干粉静电涂搪设备,二涂一烧,烧成采用隧道式电炉,烧成温度820~840℃。

3. 搪瓷煤气灶

煤气灶的面板壳体、接水盘和锅支架等部件可采用搪瓷材料。

4. 烤箱灶

烤箱灶工作台面极易过热和沾污,根据其耐热、耐酸碱、易清洁的特点,面板材质以选用不锈钢或搪瓷板材为好。根据产品整体设计的要求,搪瓷色彩可用白色或棕色,此外面板需

要一定强度,以免承载重物后变形。

烤箱在使用时,正面温度较高,容易变色,故烤箱内门宜使用搪瓷板,烤箱外门也可使用搪瓷板材或钢化玻璃材料。

为防止烤箱内壁锈蚀,烤箱内壁均采用搪瓷板或采用自洁瓷釉制成的搪瓷板,底部热板、烤盘亦为搪瓷制品,结构拆装简便,搪瓷板具有足够的厚度和强度,以免在高温中翘曲变形。

5. 消毒柜

消毒柜外壳常采用不锈钢或金属喷塑或搪瓷板材等材料。

6. 搪瓷啤酒罐

内胆采用厚度为4mmQ235-A钢板,经加工、焊接成型,内壁涂搪不含锑、铅、镉食用瓷釉。

底釉烧成温度850~900℃,面釉烧成温度860~880℃,外套采用厚度为4mmQ235-A钢板经加工、焊接成型后,外表作喷漆处理。

7. 贮水箱

选用冷轧薄钢板(厚度为1.5~2mm),经卷曲成型、焊接、酸洗处理、搪烧(一遍底釉,一遍钛面釉)、组装而成。

第三节 卫生洁具类产品

1. 钢板搪瓷浴缸

钢板搪瓷浴缸的特点是化学稳定性优良,去污方便,平整度好,造型优美,质量轻。其规格为1.1~1.8m,常用的为1.2~1.5m。钢板搪瓷浴缸的理化性能指标见表1-1。

表 1-1 搪瓷钢板浴缸理化性能指标

项 目 名 称	理化性能指标	项 目 名 称	理化性能指标
光泽/度, >	100 优等品 85 一级品 75 等级品	耐碱(20%纯碱)	无铅笔线痕迹
白度/度, >	72	耐温急变性	瓷面无裂纹,不脱瓷
耐酸(10%柠檬酸), >	A级	耐冲击	不脱瓷
		耐磨性	无擦伤痕迹
		抗负载	无裂纹,不脱瓷

说明: 彩色浴缸实测白度一、二级品必须全部达到规定指标

多功能性钢板搪瓷浴缸突破传统的钢板搪瓷浴缸的功能,向着舒适、保健以及美化肌肤等功能性方向发展。目前的功能性钢板搪瓷浴缸主要包括冲浪型、磁化型、矿化型等,以及集多种功能于一体的钢板搪瓷浴缸。

2. 铸铁搪瓷浴缸

铸铁搪瓷浴缸的特点是铸铁坯体较厚,使用寿命较长,热容量大,保温性好,并可根据要求配制成各种彩色浴缸,如杏色、玛瑙红等。

铸铁搪瓷浴缸所要求的理化性能指标同钢板搪瓷浴缸。

3. 淋浴盆

钢板淋浴盆的形状主要是正方形,也有长方形,其性能要求同普通钢板搪瓷浴缸。

第四节 建筑装饰用搪瓷

1. 墙体板材

用钢板搪瓷制作的墙体板材广泛应用于高层建筑墙壁、地铁墙壁及顶棚、商业售货亭以及活动房屋建筑等,亦可用作室内活动分隔墙板。它是一种新型轻质墙体材料,具有耐火、抗水及耐候性等优点,使用寿命在30年以上。可加工成30多种色彩丰富的着色板材,也可制成强光、亚光和无光的板材。

国外有美国、日本及德国的厂家生产,国内有上海、重庆、唐山等地的厂家生产,并用于建造房屋。

2. 艺术壁挂取暖器

该产品是将搪瓷、美术、电热膜三种技术组合在一起的复合产品,具有轻便、简单及价廉的特点。

3. 铸铁搪瓷取暖壁炉

壁炉是18世纪欧美国家常用在办公室、家庭客厅内的取暖器具,一般嵌在墙壁内,故名壁炉。过去只能选用铸铁壁炉取暖,现在生产出外表涂各种颜色瓷釉的铸铁搪瓷壁炉。

4. 铸铁搪瓷干手器

该产品内配电热风机,由于电热风机的震动和热能的散失,采用轻质壳体不利,故铸铁搪瓷壳体制成的干手器备受青睐。

5. 铸铁搪瓷漏子

该产品主要用于室内卫生间、厨房地面下水口、城市街道下水道栅板等。外观形状有圆形(板面为栅条或圆孔)、长方形(板面为栅条状)、漏斗形等。铸铁外表面涂各种颜色的搪瓷釉,常用白色瓷釉为多。

6. 普通搪瓷标牌

这种指示牌一般平面较多,根据大小及造型,选取不同厚度的钢板。在坯体上搪烧普通搪瓷釉,一般需三遍,即一遍底釉,一遍白色面釉,一遍彩色釉。大多采用刷字的方法。搪瓷指示牌具有耐老化、不变色、不怕日晒雨淋、易清洁等特点。

7. 发光搪瓷标牌

目前发光搪瓷标记指示牌主要有两类:光致发光搪瓷指示牌和场致发光指示牌。

(1) 光致发光搪瓷

光致发光搪瓷牌主要是利用光照激发搪瓷牌中的发光元素(主要是高纯硫化锌)。这类发光搪瓷的特点是激发源较简单,对基板无特殊要求,但发光时间较短,发光亮度较弱。

(2) 场致发光搪瓷

场致发光搪瓷主要通过高频交变电场的激活下产生的发光效应,发光材料夹在涂有高介电常数的搪瓷板二极管间。

应强调的是生产场致发光搪瓷环境须十分干净,任何一粒灰尘都会导致发光板短路和发光熄灭。场致发光搪瓷板基釉的作用是将铁坯披膜后,起绝缘和反射光线的作用。

8. 搪瓷教学白板

搪瓷教学白板的特点是在应用时无粉笔灰污染,清洁卫生,耐摩擦,使用寿命长,形状尺寸可以任意选择,质量轻,安装方便,颜色可以任意调节。它不同于普通钢板搪瓷,要求光泽不能太高,太高,反光现象严重;太低,则揩拭字迹困难。

搪瓷教学白板性能指标列于表1-2。

表 1-2 搪瓷教学白板理化性能指标

项目名称	指 标	项目名称	指 标
光泽(60°入射角)/度	35~55	耐冲击	不脱瓷
耐酸(10%柠檬酸)	A级	耐磨性(ASTM501), <	0.1g
耐碱(20%碳酸钠)	无铅笔线痕迹	表面硬度, >	5级
密着性	网状	耐刻划(NEN2713), >	7N

搪瓷教学白板的涂搪生产工艺主要采用静电干粉喷涂和湿法喷涂二种,前者主要采用三喷二烧工艺,即,喷一次底釉,接着续喷一次面釉后烧成,再喷一次面釉后再烧一次即成。湿法喷涂主要采用三喷三烧,即喷一次底釉,二次面釉分别烧三次。国内主要以湿法喷涂为主。

搪瓷教学白板对钢板的要求,主要考虑其涂搪性能和热加工变形和力学强度,因为这将影响搪瓷教学白板的平整度和刚度,钢板厚度应适当厚一点,一般为0.4~1mm,国内主要采用上海宝山钢铁厂生产的ST12、ST13、ST14等牌号和日本产的SPCC、SPCD等牌号的冷轧薄钢板。

搪瓷教学白板的面积一般比较大,平整度要求比较高,因此,一般采用低温釉及低温长烧方法,有时加入适量中温和高温底釉以扩大其烧成幅度。面釉宜采用亚光瓷釉,也可以在瓷釉中磨加一定量的耐火氧化物,如氧化铝、碳酸盐、硝酸盐等。底釉采用锑底釉或锑钼底釉,亚光面釉常采用钛面釉。

第五节 医用搪瓷类制品

1. 辐射电磁治疗器

辐射电磁治疗器是一种利用电磁波热辐射的保健治疗器,是生物搪瓷技术应用的一个典型范例。在电热的激发下,生物搪瓷辐射板涂层中几十种元素(不同比例、不同结构状态)产生热辐射,发射出2~25 μm 波长范围内的特定电磁波。该电磁波具有与人体固有波谱吸收特性相匹配的电磁能量。

钢板牌号ST12、ST13、ST14或SPCC、SPCD均可。

所用釉料是一种专用釉料,不同于普通薄钢板瓷釉,亦不同于搪玻璃釉料。

2. 齿科瓷釉

齿科瓷釉,在医学上又称为金属烤瓷牙,它是将一种特定性能的瓷釉经高温涂烧在底坯金属套冠上而得到的齿科修复用假牙,这种材料兼备了金属和硅酸盐二种材料的优点,强度高、耐腐蚀、不变色、不老化,且能与天然牙齿配色,色调优美逼真。

目前的齿科瓷釉主要有两大类,一类是贵金属齿科瓷釉(以金合金为代表),另一类是非贵金属齿科瓷釉(以镍铬合金为代表)。前者无论是结合强度还是色调的逼真程度都优于后

者,这是由于镍铬合金表面比贵金属表面有较多的气体空隙,此外润湿性能也较差,镍铬合金的优点在于价廉。由于底坯金属不同,它们所用的瓷釉也就不同,可分为贵金属烤瓷用瓷釉和非贵金属烤瓷用瓷釉。

(1) 烤瓷用金属

烤瓷用金属,对其熔点、热膨胀系数以及硬度等物理性能都有一定要求,为了确保材料在高温烧成时不变形,金属的熔点至少要高于瓷釉烧成温度250℃以上;为了保证烧成后金属底坯与瓷层有良好的密着,二者的热膨胀系数必须相匹配;为了确保金属烤瓷牙在咀嚼过程中受到咬合压力而不变形,金属必须有一定的硬度、弹性模量和较小的延展性。除此之外烤瓷用金属,应尽量少含或不含如铜之类的着色性元素,以免在烧成过程中因其氧化而使瓷釉着色,另外金属的机械成型性、抗氧化性、无毒性以及与人体组织的相融性也都必须良好。

表1-3和表1-4分别列出了金属烤瓷用镍铬合金的化学组成及其物理性能。

表 1-3 金属烤瓷用镍铬合金的化学组成 单位: %

化学组成	Cr	C	Si	Cu	Mn	Fe	S	P	Al	Ni
含 量	11~12	<0.12	<0.8	<0.2	<0.7	<1	<0.016	<0.015	0.15	余量

表 1-4 金属烤瓷用镍铬合金的物理性能

物理性能	线膨胀系数	硬 度	密 度	抗拉强度 σ_b	延伸率 ϵ
数 值	$128 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$	220HV	8.48g/cm ³	7.2~8.1MPa	40%~41%

(2) 烤瓷用瓷釉

表1-5示出了国内外一些牌号的烤瓷瓷釉的化学组成。金属烤瓷牙制造工艺流程如下:

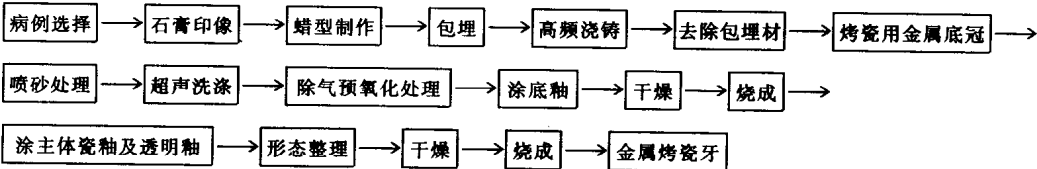


图 1-1 金属烤瓷牙制造工艺流程

表 1-5 烤瓷牙用瓷釉的化学组成 单位: %

牌 号		SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	BaO	CaO	MgO	B ₂ O ₃	SnO ₂	InO ₃	Li ₂ O	ZrO ₂	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Rb ₂ O
Vita	O	53.13	14.92	8.66	4.97	5.76	0.057	0.08	2.13	0.51	0.51			0.056	3.38	
	D	62.71	12.97	7.61	5.21	3.49	0.076	0.24	1.5					0.052	1.65	
	E	63.21	13.15	8.34	5.4	3.73	0.38	0.28	1.16					0.065	1.64	
Ceramco	O	51.32	11.23	7.03	3.22	2.62	0.061	5.44		10.75		1.25	5.79	0.056	0.25	
	D	61.2	12.95	9.42	6.3			5.98		0.51		1.14				
	E	63	13.19	9.28	6.73			7.43				1.08				
Japan I	O	50.73	17.17	8.62	6.02		0.07		4.29							
	D	61.71	17.32	9.66	5.91		0.07		4.29							
	E	64.25	16.18	8.85	6.02		0.08		3.05							
Japan II	O	60	15	7	15		0.1	0.5	3							
	D	60	15	7	15		0.1	0.5	2.5							
	E	59.5	15	7	15		0.1	0.5	3.5							
Biodend	O	52	13.55	11.05	5.28	1.09			4.31	6.4			3.22		3.01	0.09
	D	56.9	11.8	10	5.42	3.52	0.61						1.46		0.61	0.10
	E															

续表

牌 号		SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	BaO	CaO	MgO	B ₂ O ₃	SnO ₂	InO ₃	Li ₂ O	ZrO ₂	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Rb ₂ O
VMK	O	52.4	15.15	9.9	6.28				3.24	4.9			5.16		2.59	0.08
	D	56.8	16.8	10.26	8.63		2.01		3.75				1.22		0.27	0.10
	E															
国产低温	O	44.32	23.88	7.87	9.23		0.52		1.04	11.99		1.56				0.17
	D	55.04	19.54	9.20	11.9		0.70		1.4			2.10				0.13
	E	54.75	19.75	8.75	12.25		0.75		1.5			2.25				0.13

注：O—底釉；D—主体瓷釉；E—切端瓷釉。

各种烤瓷牙瓷釉的熔点及烧成方法，见表1-6。

表 1-6 各种烤瓷牙瓷釉的熔点及烧成方法

瓷釉牌号	生产厂家	熔点/℃	烧成方式	底金属合金牌号	合金熔点/℃
Ceramco	Ceramco 公司	980	空气及真空	Ceramco N1合金 J-F-Jelenko合金 钴-镍合金 (Ceramaloy) 镍铬合金 D.J.Metal	1260
Microbond I	Austenal	990	真空	Micro-Bond 金合金	1260
Microbond II		1093		Micro-Bond 铂钯合金	1594
Thermalite 低温瓷釉	American Thermocraft 公司	899	空气及真空	Ney-oro P16 金合金	1260
Thermalite 中温瓷釉		1066		Thermalite 合金	1483
日本松冈瓷釉	日本松冈公司	980	真空	松冈合金 (金合金及镍铬合金)	
Vita V.M.K 瓷釉	德国Vita公司	980	真空	Degussa 金合金等	
国产低温瓷釉	原轻工部玻璃搪瓷工业科学研究所 上海华东医院	960	真空	GH30 镍铬合金	1320

第六节 电子搪瓷类制品

1. 电子搪瓷基板

(1) 搪瓷基板的特点

电子搪瓷基板，又名厚膜电路搪瓷基板，目前已广泛地应用于各种功率器、混装电路、贴装电路作为基板。

表1-7示出了搪瓷基板与其它基板的性能比较。

表 1-7

搪瓷基板与其它基板性能比较

性 能	搪 瓷 基 板			基 板	
	镀铜殷钢	钢板	钢板	玻璃/环氧树脂	氧化铝
介电常数(1MHz,25℃)	7.2	6.6	6.3	4.4	9~10
电阻率(lgD.C,150℃)/Ω·cm	13.3	13.5	12.2	6.7(125℃)	13.7
基板膨胀系数(25~200℃)/(×10 ⁻⁷ /℃)	68	133	133	150	67
瓷膨胀系数(25~200℃)/(×10 ⁻⁷ /℃)	84	100	105	—	—
搪瓷软化温度/℃	670	605	580	—	—
基板热导率/(W/℃·cm)	0.05	0.06	0.06	0.02	0.21
颜色	白	灰	黑	褐	白

(2) 注意事项

在电子搪瓷基板生产过程中,应注意下列几个问题。

① 金属底坯制作 应尽量选用表面缺陷少的冷轧低碳钢或脱碳钢,根据产品形状要求进行成型。

② 表面处理 因一般电子搪瓷基板都不涂底釉,所以表面处理除了脱脂、酸洗外,还要进行披镍,最后进行水洗、中和和干燥。

③ 瓷釉要求 瓷釉的性能是厚膜电路搪瓷基板最为关键的因素,为了达到这一要求必须采用特种的搪瓷熔块,这些熔块必须具备下列性能:

- a. 搪瓷釉的软化温度必须大大高于电路浆料的烧成温度,一般采用微晶搪瓷釉。
- b. 对于不同的工作环境,如湿度、温度变化,电性能必须保持稳定。
- c. 具有良好、稳定的介电强度。
- d. 在直流电压或高温条件下,没有电子迁移和扩散效应,因此要严格控制碱金属离子的含量。

表1-8示出了一些电子搪瓷基板用瓷釉化学组成范围。

表 1-8

电子基板用瓷釉化学组成范围

单位: %

序号	SiO ₂	PbO	B ₂ O ₃	BaO	MgO	CaO	Bi ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	TiO ₂	CaF ₂	ZnO
1	10~30	20~50	5~15	1~5	1~5	0~5	1~8	1~5	—	—	0~5
2	5~20	—	—	20~50	10~40	1~5	—	0~5	1~10	0~5	—
3	5~10	—	10~50	1~5	1~5	—	—	0~5	1~5	—	20~60
4	5~10	20~70	5~20	—	—	—	5~10	1~5	1~5	0~5	3~15

④ 涂搪工艺 为了确保电子搪瓷基板表面有良好的耐电压性能,搪瓷表面不能有任何针孔和其它缺陷,否则会引起线路短路和击穿,为此,电子搪瓷基板一般都采用电泳工艺来进行涂搪。

⑤ 烧成工艺 为了保证电子搪瓷基板具有良好的平整度和表面无缺陷,应尽量采用低温长烧工艺,除此之外,还应保证烧成炉内温度分布均匀,清洁无尘,湿度低。

2. 电热膜搪瓷

(1) 特点

用电热膜作为发热元件的搪瓷材料,即电热膜搪瓷,是20世纪80年代末、90年代初国际上研制成功的新一代高效节能材料,它是通过涂烧在搪瓷板反面的电热膜,通电发热,并将热量直接传递到搪瓷板表面,由搪瓷板表面辐射和传导进行加热,这种材料的特点是加热迅

速,加热面均匀,热效率高,并且使用方便。电热膜搪瓷的结构示意图如图1-2所示。

(2) 分类

目前国内外已开发成功的电热膜搪瓷种类很多。

① 根据其导电发热材料种类不同,可以分为石墨型电热膜搪瓷、银膜型电热膜搪瓷和锡膜型电热膜搪瓷等。银膜型电热膜价格最高,但是电性能最稳定,使用寿命最长,而石墨型电热膜价格最便宜,电性能随粘结剂的种类以及烧成工艺不同影响较大,使用寿命也不如银膜型电热膜长。

② 根据导电发热材料粘结剂的种类不同,电热膜搪瓷又可分为粘结型和烧结型。

粘结型电热膜生产工艺最简单,只要将导电发热材料与耐高温粘结剂混合均匀镀在搪瓷基板的表面,烘干,在低温烘烤(一般在 350°C 以下)就行。目前主要采用的高温粘结剂有水玻璃、磷酸铅、有机硅树脂等,这些粘结剂与导电发热材料的混合比例在 $1:(0.1\sim 1)$ 之间,混合的比例主要取决于导电发热材料和粘结剂的种类以及电热膜搪瓷的功率、密度等。

烧结型电热膜生产工艺与粘结型相比要复杂一些,烧结剂一般采用低温型玻璃粉,电热膜的烧成温度一般在 $450\sim 750^{\circ}\text{C}$ 之间,由于烧成温度较高,对搪瓷基板的要求也相应提高,搪瓷基板所用瓷釉的软化点要求较高,不能与电热膜产生高温反应,不能影响电热膜的电性能。此外在电热膜高温烧成时,搪瓷基板不能产生针孔、气泡等缺陷,以免电热膜搪瓷产生漏电、短路。烧结型电热膜搪瓷的优点是烧结后电性能比较稳定,受环境条件变化(温度、湿度等)影响特别小。

③ 根据电热膜涂搪方式不同又可以分成刷涂法、喷涂法、丝网印刷法和真空蒸镀法等,比较各种涂搪工艺,刷涂法最原始,操作也最简单,几乎不需要什么设备投资,但是这种工艺的缺点是电热膜的涂搪均匀性比较差,受操作工的熟练程度、工作情绪等影响较大。真空蒸镀法设备最先进,自动化程度最高,产品质量最好,但是设备投资巨大。目前国内电热膜搪瓷生产主要采用喷涂法和丝网印刷法,对于平底产品采用丝网印刷法较好,对于异型产品采用喷涂法较为理想。

(3) 搪瓷基板的要求

除了电热膜以外,电热膜的载体——搪瓷基板也是一个关键部件,除上面已经提到的搪瓷基板不能与电热膜产生化学反应而影响电热膜电性能稳定外,还要求施釉后的搪瓷基板耐电压强度大于 1500V ,搪瓷基板的析漏电流小于 0.75mA ,搪瓷表面不允许有任何气泡、针孔、杂质等存在。

(4) 电热膜搪瓷生产工艺

电热膜搪瓷的生产工艺流程,如图1-3所示。

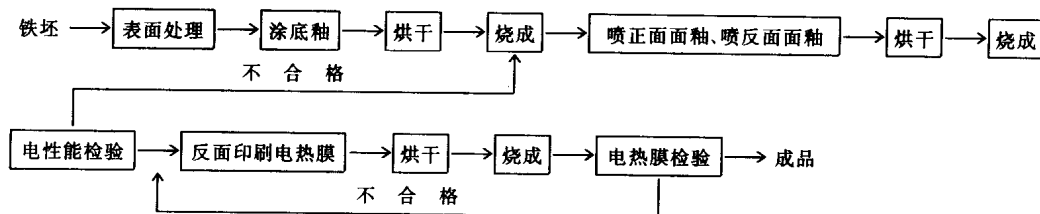


图 1-3 电热膜搪瓷的生产工艺流程