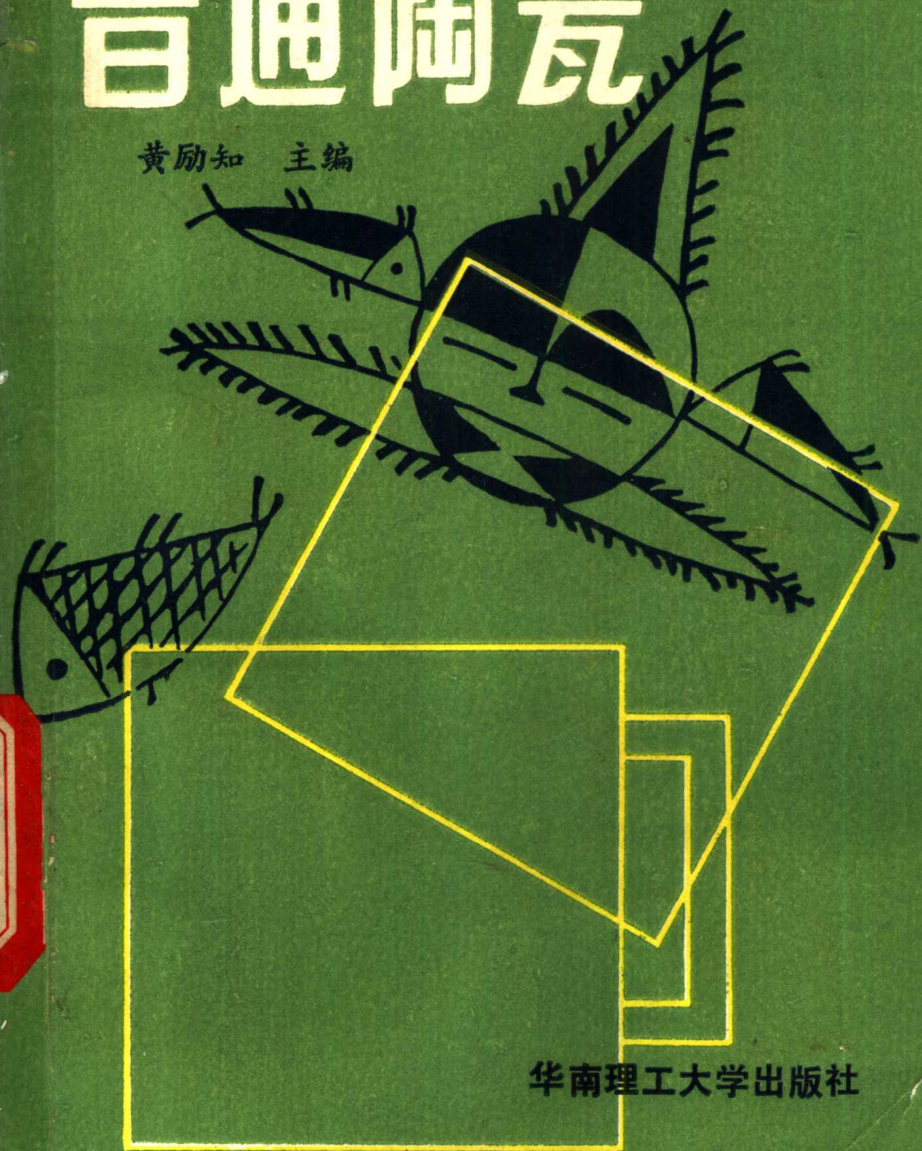


普通陶瓷

黄励知 主编



华南理工大学出版社

内 容 简 介

本书内容以普通陶瓷的材质归类。第一、二、三章包括瓷器、炻瓷器、陶器，在简要介绍各类普通陶瓷制造工艺的同时，注意介绍各类普通陶瓷生产中的关键技术问题和某些工艺环节中的新发展。第四章较系统地介绍陶瓷装饰方法的基本知识及颜料的呈色机理。书中的一些内容还结合了编者的研究成果。

本书系高等院校无机非金属材料专业选修课的全国统编教材，也可供从事陶瓷生产或研究工作的有关技术人员参考。

【粤】新登字12号

高等学校教材

普 通 陶 瓷

黄励知 主编

责任编辑 张巧巧

华南理工大学出版社出版发行

(广州 五山)

广东省新华书店经销 华南理工大学印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 12.125 字数 272 千

1992 年 7 月第 1 版 1992 年 7 月第 1 次印刷

印数 1—3 000

ISBN 7—5623—0347—9/TQ·16 (课)

定价：3.10 元

前 言

本书系高等院校无机非金属材料专业选修课的全国统编教材。根据陶瓷教材编审会议确定，学生在已学完必修课《陶瓷工艺原理》的基础上，通过本课程学习，使其对各类普通陶瓷的制造工艺特点、质量控制与生产技术的发展有比较全面的了解。

全书内容分为四章。第一章瓷器介绍日用瓷、电瓷、卫生瓷与化工瓷。日用瓷结合我国各产区原料特性及传统经验介绍生产特点；还对高级日用细瓷如高长石瓷、滑石瓷和骨灰瓷的国内外生产、研究作了对比介绍；着重选择目前日用瓷生产工艺中的关键技术问题进行讨论，如粘土原料标准化、干坯强度的提高、烧成方法的选择等。电瓷以结构强度与电性要求为纲，阐明其制造工艺特点、电瓷产品质量控制。卫生瓷以成型及烧成工艺为主。化工瓷与化学瓷侧重组成与化学稳定性的关系。

第二章炻瓷器主要从半干压成型的要求介绍锦砖、彩釉砖、劈离砖的制造工艺；日用炻瓷和紫砂器则与其他日用陶瓷器皿作对比说明其工艺特点。

第三章陶器的内容以精陶为主，以釉面砖为代表，对精陶生产方法中的干法、湿法坯料制备、一次与二次烧成、低温与快速烧成等作综合介绍。

为了避免重复，不同产品分别选择一种釉料重点讲述。

如日用瓷中介绍透明釉；卫生瓷中介绍乳浊釉；电瓷中介绍半导体釉；化工炆器中介绍挥发釉（盐釉）；精陶面砖中介绍熔块釉。因此，第四章除介绍陶瓷装饰方法的基本知识外，着重对色釉的呈色机理、艺术釉的制造原理、陶瓷釉料与彩料的贵金属溶出等作较详细介绍。

根据1982年教材编审会议上陶瓷编审组讨论的意见，多孔陶瓷的内容未列入本教材。在法定计量单位中。“物质的量”其单位名称为摩尔，单位符号为mol；根据陶瓷行业坯、釉、色料实验通式中各物质加入量（配比）关系的表示惯例，仅在此范别保留摩尔数的提法，作为一种过渡。

本书的绪言及日用瓷，由黄励知编写；卫生瓷、化工瓷、炆瓷器由周芝勇编写；电瓷、陶器由郑岳华编写；装饰由刘康时编写。黄励知主编，南京化工学院盛绪敏教授主审，郑岳华统稿。限于编者水平，书中疏漏和错误望读者批评、指正。

编 者

目 录

绪 言	(1)
一、普通陶瓷的分类	(1)
二、普通陶瓷生产在现代化建设中的作用	(3)
三、我国普通陶瓷工业的发展	(4)
第一章 瓷器	(7)
第一节 瓷器的种类和性质	(7)
第二节 日用瓷	(11)
一、日用瓷的性质要求	(11)
二、日用瓷坯的组成及工艺特性	(14)
三、日用瓷釉的类型与特性	(52)
四、日用瓷生产的工艺问题	(65)
第三节 电瓷	(96)
一、绝缘子分类及性能	(97)
二、电瓷瓷件组成与性能关系	(98)
三、电瓷釉组成与性质	(112)
四、电瓷生产工艺特点	(118)
五、电瓷的质量控制	(138)
第四节 卫生瓷	(140)
一、卫生洁具的性能要求	(140)
二、卫生洁具的坯体类型	(141)
三、卫生瓷用的釉料	(145)
四、卫生瓷的制备工艺	(153)

五、卫生瓷的发展方向·····	(169)
第五节 化工瓷·····	(174)
一、化工陶瓷的种类和性能要求·····	(174)
二、化工设备部件(阀门、泵类)用瓷的生产方法·····	(177)
三、提高化工瓷化学稳定性与热稳定性的方法·····	(186)
四、化学瓷的性能要求与坯釉配方·····	(188)

第二章 炻瓷器····· (194)

第一节 炻瓷器的性质及分类····· (194)

第二节 建筑炻瓷····· (195)

- 一、锦砖质量要求及制造工艺····· (195)
- 二、彩釉砖质量要求及制造工艺····· (201)
- 三、劈离砖制造工艺····· (214)

第三节 化工炻瓷····· (218)

- 一、耐酸容器的制造工艺····· (218)
- 二、耐酸砖的制造工艺····· (222)

第四节 日用炻瓷····· (225)

- 一、日用炻瓷坯料组成····· (225)
- 二、日用炻瓷釉料组成····· (229)
- 三、日用炻瓷生产工艺····· (232)
- 四、紫砂器的制造工艺····· (235)

第三章 陶器····· (241)

第一节 陶器的种类和性质····· (241)

- 一、陶器的分类····· (241)
- 二、陶器的结构与性质····· (242)

第二节 细陶的坯釉组成····· (245)

- 一、细陶坯体组成与性质····· (245)

二、细陶釉的种类与组成	(251)
第三节 细陶制造工艺特点及其发展	(261)
一、低质原料与工业废渣的利用	(261)
二、面砖生产工艺技术问题的对比	(270)
三、釉面砖的低温快速烧成	(277)
四、大型陶瓷饰面板的生产	(284)
第四节 细陶器的质量控制	(285)
一、坯釉适应性	(285)
二、细陶制品吸湿膨胀产生原因及其防止	(289)
三、主要缺陷分析	(292)
第四章 装 饰	(296)
第一节 装饰方法概况	(296)
一、釉上装饰	(296)
二、釉下装饰	(296)
三、釉层装饰	(297)
四、坯体装饰	(297)
五、复合装饰	(298)
第二节 陶瓷用颜料	(298)
一、陶瓷颜料的用途	(298)
二、陶瓷颜料的种类	(299)
三、影响色剂呈色的因素	(314)
第三节 釉上装饰	(322)
一、釉上彩绘	(322)
二、其它釉上装饰方法	(323)
三、用贵金属进行釉上装饰的方法	(325)
第四节 釉下装饰	(326)
一、釉下彩绘	(326)
二、其它釉下装饰方法	(330)

第五节 颜色釉.....	(330)
一、低温色釉.....	(331)
二、高温色釉.....	(332)
第六节 艺术釉.....	(345)
一、结晶釉.....	(345)
二、无光釉.....	(351)
三、裂纹釉.....	(355)
四、虹彩釉.....	(358)
五、变色釉.....	(362)
第七节 釉料与颜料中铅、镉离子的溶出.....	(364)
一、铅、镉离子溶出的原因.....	(365)
二、影响铅、镉离子溶出的因素.....	(368)
三、降低铅、镉溶出量的方法.....	(376)

绪 言

一、普通陶瓷的分类

普通陶瓷是以粘土类及其它天然矿物原料经过粉碎加工、成型、煅烧等过程制成的制品，是一种多晶、多相（晶相、玻璃相和气相）的硅酸盐材料。

普通陶瓷的分类原是根据各国自己的不同情况而定，至今还没有完全一致公认的分类法。一般按所用原料、烧成温度及制品性质的不同，可分为：土器、陶器、炆器和瓷器；按用途不同，可分日用、建筑、卫生、化工、电工（电瓷）陶瓷等；国外如英、美和西欧等国多采用温度为主要标尺来分类。即烧成温度 $1\ 300\sim 1\ 450^{\circ}\text{C}$ 的称为瓷器， $1\ 050\sim 1\ 150^{\circ}\text{C}$ 烧成的称为炆器， $680\sim 850^{\circ}\text{C}$ 烧成的称为陶器。但随着制瓷科学技术的发展和新型原料的开发使用，成瓷温度已渐向低温，上述这种分类法不够准确。1985年12月我国颁布实施的日用陶瓷分类标准（GB5001—85），根据基本物理性能（气孔率、透明性、色泽等）分类，在国内与国际上的描述性分类方法基本一致。标准中日用陶瓷按胎体特征分为陶器与瓷器（表1-1）。陶器按其特征分为粗陶器、普通陶器和细陶器；瓷器按其特征分为炆瓷器、普通瓷器和细瓷器（表1-2）。目前这一种分类方法大多认为对日用陶瓷比较恰切，但对其它类别的普通陶瓷是否完全适用还有待商榷。例如表1-2中陶器的分类，系按吸水率的大小范围、制作粗细程度、以及是否施釉把制品分粗陶器、普通陶器和细陶器，却很难

表1-1 我国日用陶瓷分类标准(1) (GB 5001—85)

性能及特征 类别	吸水率(%)	透光性	胎体特征	敲击声
陶器	一般大于3	不透光	未玻化或玻化程度差, 结构不致密, 断面粗糙	沉闷
瓷器	一般不大于3	透光	玻化程度高, 结构致密, 细腻, 断面呈石状或贝壳状	清脆

表1-2 我国日用陶瓷分类标准(2)

性能及特征 类别	吸水率(%)	特征
陶器	粗陶器	>15%
	普遍陶器	>12%
	细陶器	>15%
瓷器	炻瓷器	>3%
	普通瓷器	>1%
	细瓷器	>0.5%

把建筑陶瓷中的精陶列入这种分类中(例如我国部颁标准规

定吸水率为16~22%的釉面砖为精陶质，若按表1-2则只可作粗陶)。此外，就日用陶瓷分类中，有些习惯性分类法也易使概念混淆，例如我国早期的龙泉青瓷和河南禹县钧瓷实质上属于炆瓷；近年我国山东生产的以焦宝石为主要原料的胎不透明并且呈色的成套茶具称为“色瓷”而不称“炆瓷”。可见更准确的陶瓷分类法还有待探索。

为了在有限的学时内，学习掌握普通陶瓷的基本概念、制造工艺特点及质量控制，本教材试以普通陶瓷材质归类，具体品种按用途划分。即将普通陶瓷产品择其有代表性的分为以下几类来讲述，其目的在于了解共性的基础上，掌握各类产品的工艺特性。更详细的种类分别在有关章节中介绍。

1. 细瓷：日用细瓷（长石质瓷、高长石瓷、绢云母质瓷、滑石质瓷、骨灰瓷、色瓷等）、电瓷、卫生洁具、化工瓷、化学瓷。

2. 炆瓷：建筑用炆瓷（锦砖、彩釉砖、劈开砖）、化工用炆瓷（耐酸容器、耐酸砖）、日用炆瓷、紫砂器皿。

3. 陶器：主要介绍细陶为主，分日用细陶（长石质）、建筑细陶（粘土-滑石质、粘土-叶腊石质、粘土-硅灰石质等）。

二、普通陶瓷生产在现代化建设中的作用

普通陶瓷制品对人民日常生活、经济建设以及科学技术的发展有着极其重要的作用。为了提高电压等级和增大输配电容量，要求有高机械强度和介电强度的电瓷，以供线路和电路、电站使用。耐腐蚀、耐磨损、热稳定性高的化工陶瓷是发展各种化学工业不可缺少的一种结构材料。餐茶具、美术陈设瓷是日常生活中不可缺少的必需品。日用陶瓷在发展对外贸易、加强文化交流、促进四化建设中的作用显著。随

着人民生活水平的提高和建筑业的发展，各种卫生陶瓷和建筑陶瓷是现代建筑装饰不可缺少的材料。陶瓷锦砖、彩釉砖、各种花色品种的釉面砖，广泛用作工业、民用建筑的装饰材料。

三、我国普通陶瓷工业的发展

远在新石器时代，我国就开始制作陶器。经过仰韶文化、龙山文化，陶器制造技术不断进步。到了殷商，已能制作出质地坚实的白陶，并在实践中发明了釉料，创制了釉陶。青瓷是我国最早的瓷种。经科学家鉴定，我国发明瓷器的年代是在1至2世纪的东汉，比欧洲开始制瓷器的年代早15个世纪。唐代，烧制出北方的邢窑白瓷和南方的越窑青瓷，代表着唐代陶瓷技艺的两个主流。唐代三彩陶器——唐三彩成为中国人民与各国人民文化交流的象征。宋代是我国陶瓷业蓬勃发展的鼎盛时期，各地名窑辈出。五大名窑（定窑、汝窑、官窑、哥窑、钧窑）闻名于世。南宋以后，特别是从明代开始，景德镇成为我国瓷业中心。明清年代，景德镇的制瓷技艺卓超，所产的青花、粉彩、祭红、郎窑红、窑变花釉等至今仍为世人赞赏和仿效。

虽然我国陶瓷生产有着辉煌的成就，但近百年来，由于帝国主义的侵略、封建社会制度的束缚，限制了它的发展和提高。鸦片战争以后，我国的陶瓷工业渐趋衰落。解放前夕，只能生产粗糙的日用陶瓷和少数品种的电瓷和建筑陶瓷。

新中国成立后，陶瓷工业得到恢复与发展。经过近40年的努力，对于历代名瓷进行了研究与总结，恢复了传统名瓷和名贵色釉的生产。各种陶瓷产品的产量和质量不断提高，湖南建湘瓷厂的硬质瓷，山东博山的软质瓷，在国际上被认

为优质高级产品。传统日用陶瓷和陈设陶瓷品种上推陈出新，如景德镇的青花瓷和颜色釉，湖南的釉下彩，广东的镂空（通花）、广彩、广均、石湾著名的陶塑；山东的焦宝石瓷、花釉陈设瓷；唐山的骨灰瓷和雕金装饰；邯郸的铁锈花和铁系花釉；宜兴的紫砂、宜均、硬陶、青瓷；四川荣昌的细陶等均达到或超过历史水平，蜚声世界。一些新的材质瓷种，如滑石质瓷、高长石质瓷和高石英质瓷，我国也已成批生产。我国还是较早生产炻瓷的国家之一。早期的龙泉青瓷和河南钧瓷都属炻瓷。近年，我国湖南铜官、山东淄博、江苏宜兴、河北邯郸、唐山等地，都生产炻瓷并远销国外。根据炻瓷所具有的致密坚实、强度大和耐冲击等优点，日用炻瓷的产品范围不断扩大。

墙、地砖和卫生陶瓷的造型和釉面花色品种时有创新。80年代，我国的建筑卫生陶瓷发展速度较快。抛光锦砖、施釉锦砖、釉面图案砖、浮雕砖、立体花纹釉砖、仿石砖以及劈开砖、金属光泽釉面墙地砖等为传统建筑陶瓷产品增添了新的丰采。卫生洁具已能生产出多种釉色、造型美观、使用功能好、节水等产品。电瓷方面制造了500kV高压线路和有关设备用的瓷件。

各种陶瓷工厂的机械化与自动化程度大为提高，生产技术水平有了新的进展。如8t、14t大容量球磨机、高压滤泥机组、高效能除铁器、双真空不锈钢内衬搅泥机等已投产使用；制泥全部机械化或部分自动化；日用陶瓷可塑成型已较普遍地采用滚压机；建陶企业很多工厂采用了喷雾干燥制粉工艺，墙地砖成形压机向大吨位发展，仅广东省已有11家建陶厂使用850t以上的压机，有的工厂引进1500t全自动压力机、立式干燥施釉联动线。卫生洁具成型基本上采用管道

注浆和架子化，有的厂采用立式浇注。华美卫生洁具有限公司的生产工艺选用了国际上先进的生产工艺。烧成窑炉有隧道窑、梭式窑、辊道窑、推板窑。近几年微处理机用于挤压成型的程序自控和窑温自控等方面已日益增多。燃料因地制宜用煤、煤气、重油、天然气、电、液化石油气等。烧成技术方面，高级优质日用瓷的二次烧成，软质细瓷的素坯抛光、快速彩烧工艺都已正式投产。建陶产品的低温快速烧成或一次烧成等引进、消化、吸收国外新技术方面也卓有成效。我国陶瓷工业正逐步走上半机械化与机械化以及部分实现自动化的新局面。陶瓷工作者在提高我国陶瓷科技水平，加强生产的科学管理，研究开发新产品，全面提高陶瓷产品产、质量方面仍任重道远，前程广阔。在陶瓷专业教育战线上的广大师生，要为我国陶瓷工业的现代化做出自己应有的贡献。

第一章 瓷 器

第一节 瓷器的种类和性质

瓷器的特征是烧结程度较高，坯体坚硬致密，断面细腻而有光泽，施釉或无釉的制品，基本不吸水。根据坯料主要化学组成或所用主要熔剂原料区分为 $K_2O-Al_2O_3-SiO_2$ 系统、 $MgO-Al_2O_3-SiO_2$ 系统和 $CaO-Al_2O_3-P_2O_5-SiO_2$ 系统。瓷体结构中有玻璃相、晶体和大小不等的气泡。玻璃相的化学成分及晶体的矿物类型与坯料组成及配方、烧成温度有关。施釉制品可一次烧成或二次烧成。按用途可分为日用瓷、工艺美术瓷、建筑卫生瓷、工业用瓷等。按其内在质量则通常分为两大类：硬质瓷和软质瓷。

硬质瓷具有较高的机械强度，良好的介电性能，化学稳定性和热稳定性高，釉面硬度大，坯料中含碱性氧化物少和 Al_2O_3 含量高。传统硬质瓷坯料组成为：50%高岭土和粘土，25%长石，25%石英。烧成温度较高，一般在 $1320\sim 1450^{\circ}C$ ，用于化学瓷、电瓷及高级日用瓷。

国外硬质瓷的统一概念是：胎体结晶物含量高，胎体坚硬致密，抗热冲击、抗机械冲击强度大，釉面硬度大。但一个重要的技术数据，即烧成温度的划分区域不同。德国称 $1200\sim 1380^{\circ}C$ 烧成的为软质瓷， $1410\sim 1460^{\circ}C$ 为硬质瓷。日本则把 $1350^{\circ}C$ 以下的称为软质瓷， $1350^{\circ}C$ 以上称为硬质瓷。

美、英称二次烧成后的瓷器为硬质瓷，第一次烧成时温度约为 1200°C ，第二次烧成时温度约为 1450°C 。我国多采用综合技术性能数据描述性语言，包括：瓷胎釉分子式、化学组成、机械强度、热稳定性、釉的耐磨性及釉面硬度、釉的光泽度、透明度、白度和吸水率等。

表 1-3 和图 1-1 为瓷器的配方组成范围。图 1-2 为粘土

表 1-3 几种瓷器的配方组成范围

原 料	典 型 硬 瓷	日用瓷	电 瓷	卫生瓷	化学瓷
粘土物质	50	40~60	45~60	30~50	60~65
长 石	25	20~30	18~30	20~30	20~25
石 英	25	25~40	20~40	30~50	10~20

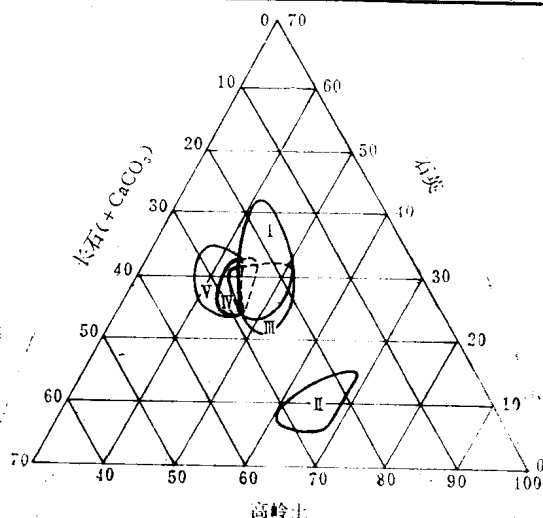


图1-1 瓷坯的组成范围

I—电瓷；II—化学瓷；III—餐具瓷；IV—美术瓷；V—软质瓷

-长石-石英三元系统坯体的性质和组成之间的关系。

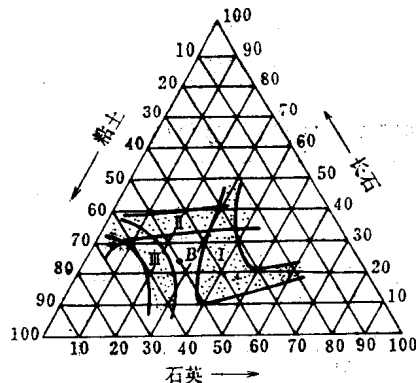


图1-2 瓷器的性质和坯料组成的关系

I—机械强度高；II—半透明度好，介电强度高；
III—热稳定性好，化学稳定性好；B—硬质瓷的典型配方

表 1-4 几种瓷器的化学组成(%)

组成	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O + Na ₂ O	CaO + MgO
日用瓷				
(中国)	65~75	19~25	4.0~6.5	
(日本)	66~79	16~21	2.0~8.7	0.1~1.0
(欧美)	58~70	21~36	2.0~5.6	0.1~4.5
高压电瓷				
(高硅质)	72~75	20~23	2.5~3.0	<1.2
(高铝质)	40~55	40~55	3.5~4.5	<1.5
(长石质)	68~72	20~24	3.5~5.0	<1.2
化学瓷				
(高硅质)	63.5~73	24~31.7	2.3~5.2	0~2
(高铝质)	50~61	34~44	3.0~7.8	0~2
卫生瓷	64~70	21~25	2.5~3.0	1.5~1.9