

裴秀娟 石振江 同继锋 编著

卫生陶瓷工厂 技术员手册



Chemical Industry Press



化学工业出版社
材料科学与工程出版中心

卫生陶瓷工厂技术员手册

裴秀娟 石振江 同继锋 编著



化学工业出版社
材料科学与工程出版中心

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

卫生陶瓷工厂技术员手册/裴秀娟,石振江,同继锋编著.
北京:化学工业出版社,2005.10
ISBN 7-5025-7786-6

I. 卫… II. ①裴…②石…③同… III. 卫生陶瓷制品-生
产工艺-技术手册 IV. TQ174.76-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 125716 号

卫生陶瓷工厂技术员手册

裴秀娟 石振江 同继锋 编著

责任编辑: 窦 臻

文字编辑: 项 澈

责任校对: 郑 捷

封面设计: 潘 虹

*

化学工业出版社 出版发行
材料科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 20 插页 1 字数 356 千字

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7786-6

定 价: 39.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

近几年来,我国作为卫生陶瓷工业生产和出口大国,卫生陶瓷生产取得了飞速发展,生产工艺技术和装备也达到了较高的水平,生产企业在不断扩大和增加,许多大中型企业纷纷采用了国内外最先进的生产工艺和技术装备,产品品种不断增多,产量和质量有了很大的提高。但是随着科学技术高速发展的21世纪的到来和我国加入WTO,国内外对于卫生陶瓷的需求量越来越大,对其产品质量要求也越来越高,并且目前我国高质量的卫生陶瓷产品的产量远达不到国内外市场的需求。为了满足国内外卫生陶瓷市场对高质量产品的需求,卫生陶瓷工厂在采用最先进的生产工艺和技术装备的基础上,其技术人员还应具备全面系统的基本理论和技术知识,具有很强的分析和解决实际生产中遇到的各种问题的能力,拥有丰富的生产经验。

在成功出版发行《陶瓷墙地砖工厂技术员手册》并受到业内读者的好评和青睐之后,作者应出版社的邀请编写了本书。本手册集作者多年在该领域的实际操作管理经验和专业理论教学基础,系统地叙述了卫生陶瓷生产工艺过程中相关的理论、技术知识及其实际应用技巧。全书共分六章,内容包括卫生陶瓷原料、配料、生产工艺、生产设备、各生产工序相关的技术参数与其工艺参数和制品特性间的关系、各种缺陷产生的原因及其排查方法,具有以下独特之处。

(1) 利用图表的形式,直观而详细地表述了工艺参数与半成品和成品的各相关技术参数间的各种关系以及在卫生陶瓷生产中常见的主要缺陷的原因及其具体的排查方法,使读者更便于理解和应用,更准确、更快捷地分析和解决实际生产中遇到的各种问题,更有效地指导和组织生产,提高产品质量,降低成本。

(2) 附以卫生陶瓷坯料、釉料配方计算机计算程序,尤其釉料配方计算程序(QBASIC语言程序),为作者独创,并经过了多年生产实践的检验,首次公布于众,从而使卫生陶瓷釉料配方计算简单化、科学化、准确化。本书融科学性和实用性于一体,具有较高的学术价值和实用价值。

(3) 书中列举了许多从生产实际中收集到的实用配方,具有很强的实际参考价值。

本手册科学地把卫生陶瓷生产技术理论和国内外先进生产经验结合在一起，对于在卫生陶瓷专业领域生产、科研和学习的人员来说，是一本很实用的技术工具书，有助于对其复杂的生产工艺和生产工艺各因素和参数之间的错综复杂的相互关系获得系统的、直观的、全面的理解，对产品缺陷的成因和排查有更好的分析解决办法。

总之，本手册对于卫生陶瓷行业的技术人员是一本很实用的工具书，有助于更好地了解各种原料的性能及合理应用，系统地理解卫生陶瓷生产工艺，便于分析和确认生产中常见缺陷的成因，提高在线产品的质量和产量，利用计算机科学地计算坯料、釉料配方。本手册的编写旨在为卫生陶瓷工厂的技术人员提供一本简明、实用、便于查找的案头工具书。

本手册在编写过程中得到了中国硅酸盐学会陶瓷分会理事、建筑卫生陶瓷专业委员会副主任委员李中祥先生和很多在卫生陶瓷厂负责技术工作的朋友们如王圣吉先生、韩正余先生、屈振龙先生、樊义金先生、刘玉梅女士等的大力支持与帮助，在此表示衷心的感谢。

由于作者水平有限，加之时间仓促，书中难免会有不当和错误之处，敬请读者批评指正。

编著者

2005 年 10 月

内 容 提 要

本书全面系统地论述了卫生陶瓷原料、配料、生产工艺、生产设备、各生产工序相关的技术参数与其工艺参数和制品特性间的关系、各种常见缺陷产生的原因及其排查方法等。本手册的独特之处在于：利用图表的形式，直观而详细地表述了工艺参数与半成品和成品的各相关技术参数间的各种关系以及在卫生陶瓷生产中常见主要缺陷的成因及其具体的排查方法，使读者更便于理解和应用，更准确、更快捷地分析和解决实际生产中遇到的各种问题，更有效地指导和组织生产，提高产品质量，降低成本；附以卫生陶瓷坯、釉料配方计算机计算程序，尤其釉料配方计算程序（QBASIC 语言程序），为作者独创，并经过了多年生产实践的检验，首次公布于众，从而使卫生陶瓷釉料配方计算简单化、科学化、准确化；书中列举了许多从生产实际中收集到的实用配方，具有很强的实际参考价值。

本书融科学性、实用性于一体，可作为卫生陶瓷专业用工具书，供从事卫生陶瓷生产第一线的科研人员、生产技术人员和管理干部阅读，也可供相关的日用陶瓷、陶瓷机械和陶瓷窑炉等专业人员阅读和参考，还可作为大中专院校陶瓷专业师生的教学参考书。

目 录

第一章 原料	1
第一节 黏土类原料	1
一、黏土的成因	1
二、黏土的分类	3
三、黏土的组成	5
四、黏土的工艺性能	11
五、黏土在卫生陶瓷生产中的应用	17
第二节 瘠性原料	19
一、石英	19
二、熟料和瓷粉	27
第三节 熔剂性原料	27
一、长石原料	27
二、滑石	32
三、碳酸盐类原料	33
四、硅灰石原料	35
五、其他熔剂原料	36
第四节 辅助原料	37
一、锆英石	37
二、磷灰石	38
三、化工原料	38
四、稀释剂	39
第五节 卫生陶瓷原料的标准	41
一、坯用原料的标准	41
二、釉用原料的标准	43
第六节 卫生陶瓷釉的色料	45
第二章 配料	47
第一节 概述	47
一、配料的依据	47

二、坯、釉料组成的表示方法	47
第二节 坯料配方的计算	50
一、坯料配方设计的程序	50
二、原料和坯料的示性矿物组成计算	50
三、由矿物组成计算坯料配料量	52
四、由化学组成计算坯料的配料量	55
五、从化学组成计算坯式	57
六、由实验式计算坯料的化学组成	58
七、由实验式计算配料量	59
八、原料替换时坯料配方的计算	59
九、坯料配方的计算机计算程序	62
十、卫生瓷坯料配方举例	65
第三节 釉料配方的计算	66
一、配方设计原则	66
二、从化学组成计算釉式	67
三、由釉式计算其化学组成	68
四、由釉式计算釉料的配料量	68
五、由配料量计算釉式	69
六、釉料配方的计算机计算程序	71
七、卫生瓷釉料配方举例	75
第三章 卫生陶瓷生产工艺	77
第一节 原料的存放、处理和加工	77
一、原料的存放	77
二、原料的预处理	77
第二节 卫生陶瓷坯料的制备	83
一、卫生陶瓷坯料的品质要求	83
二、坯料泥浆的工艺性能要求及影响因素	84
三、坯料泥浆制备的工艺过程	93
四、坯料工艺指标的测定	96
第三节 卫生陶瓷釉料及釉料的制备	102
一、卫生陶瓷釉的作用、特点及分类	102
二、釉的性质	104
三、卫生陶瓷釉浆的性能要求	113
四、釉浆制备的工艺过程	114

五、釉料工艺指标的测定·····	116
第四节 模型的制备·····	117
一、卫生陶瓷注浆用模具的常用术语·····	117
二、石膏的制备与性能·····	118
三、卫生陶瓷传统浇注石膏模型的设计和制造·····	119
四、压力注浆成型模具的制作·····	133
第五节 成型·····	135
一、注浆成型的原理·····	136
二、注浆成型方法·····	140
三、注浆成型工艺流程·····	141
第六节 干燥·····	143
一、干燥机理·····	144
二、干燥过程·····	146
三、干燥制度·····	148
第七节 施釉·····	149
一、手工喷釉·····	149
二、机械手喷釉·····	150
三、静电喷釉·····	150
第八节 烧成·····	152
一、卫生陶瓷坯体在烧成过程中的物理化学变化·····	152
二、烧成制度·····	152
第四章 卫生陶瓷生产设备 ·····	157
第一节 原料的破粉碎设备·····	157
一、原料的粗碎设备·····	157
二、原料的中碎设备·····	160
三、原料的细碎设备·····	163
第二节 筛分设备·····	169
一、摇动筛·····	171
二、回转筛·····	173
三、振动筛·····	173
第三节 除铁设备·····	177
第四节 泥浆搅拌设备·····	179
一、螺旋桨式搅拌机·····	179
二、框式搅拌机·····	181

三、压缩空气搅拌机	181
第五节 泥浆泵	182
一、电动（机械传动）隔膜泵	182
二、气动隔膜泵	183
第六节 成型设备	184
一、微压组合（立式）浇注线	184
二、台式浇注成型线	187
三、低压快排水组合浇注线	189
四、中压注浆机	192
五、高压注浆机	192
第七节 干燥设备	195
一、间歇式干燥室	195
二、连续式干燥室	197
第八节 施釉设备	197
一、手工喷釉设备	198
二、机械喷釉设备	198
三、静电喷釉设备	199
第九节 烧成设备	202
一、隧道窑	202
二、梭式窑	227
第五章 各生产工序相关的技术参数与其工艺参数和制品特性间的关系	233
第一节 各生产工序的工艺参数及相关的技术参数图	234
图 5-1 泥浆球磨工序的工艺参数及相关技术参数	234
图 5-2 泥浆精制工序的工艺参数及相关技术参数	235
图 5-3 模型制造工序的工艺参数及相关技术参数	236
图 5-4 成型工序的工艺参数及相关技术参数	237
图 5-5 干燥工序工艺参数及相关技术参数	238
图 5-6 制釉工序的工艺参数及相关的技术参数	239
图 5-7 施釉工序工艺参数及相关技术参数	240
图 5-8 烧成工序工艺参数及相关技术参数	241
第二节 各生产工序的工艺参数与其相关的技术参数间的关系图及注释	242
图 5-1a 泥浆球磨工序工艺参数与其相关技术参数间的关系	242

图 5-1a 的注释：泥浆球磨工序工艺参数与其相关技术参数间的关系	243
图 5-2a 泥浆精制工序的工艺参数及相关技术参数间的关系	244
图 5-2a 的注释：泥浆精制工序工艺参数与其相关的技术参数间的关系	245
图 5-3a 模型制造工序的工艺参数与其相关技术参数间的关系	246
图 5-3a 的注释：模型制造工序的工艺参数与其相关的技术参数间的关系	247
图 5-4a 成型工序的工艺参数与其相关技术参数间的关系	248
图 5-4a 的注释：成型工序工艺参数与其相关的技术参数间的关系	249
图 5-5a 干燥工序工艺参数与其相关的技术参数间的关系	250
图 5-5a 的注释：干燥工序工艺参数与其相关的技术参数间的关系	251
图 5-6a 制釉工序工艺参数与其相关的技术参数间的关系	252
图 5-6a 的注释：制釉工序工艺参数与其相关的技术参数间的关系	253
图 5-7a 施釉工序工艺参数与其相关的技术参数间的关系	255
图 5-7a 的注释：施釉工序工艺参数与其相关的技术参数间的关系	255
图 5-8a 烧成工序工艺参数与其相关的技术参数间的关系	256
图 5-8a 的注释：烧成工序工艺参数与其相关的技术参数间的关系	257
第三节 关键技术参数与半成品及成品特性之间关系总图及注释	259
图 5-9 关键技术参数与半成品及成品特性之间关系总图	259
图 5-9 的注释：关键技术参数与半成品及成品特性之间关系总图的注释	259
第六章 各种缺陷产生的原因及其排查	265
第一节 主要常见缺陷与可能造成的原因	265
图 6-1 “棕眼”缺陷造成的原因	266
图 6-1 “棕眼”缺陷造成的原因的注释	267
图 6-2 “裂”缺陷造成的原因	268
图 6-2 “裂”缺陷造成的原因的注释	269
图 6-3 “斑点”缺陷造成的原因	271
图 6-3 “斑点”缺陷造成的原因的注释	272
图 6-4 “缺釉”缺陷造成的原因	274
图 6-4 “缺釉”缺陷造成的原因的注释	275
图 6-5 “橘釉”缺陷造成的原因	276
图 6-5 “橘釉”缺陷造成的原因的注释	277
图 6-6 “变形”缺陷造成的原因	278
图 6-6 “变形”缺陷造成的原因的注释	279
图 6-7 “釉面波纹”缺陷造成的原因	280
图 6-7 “釉面波纹”缺陷造成的原因的注释	281

图 6-8 “釉泡”缺陷造成的原因	282
图 6-8 “釉泡”缺陷造成的原因的注释	283
第二节 对每种缺陷成因进行排查的流程图及注释	283
图 6-1a “棕眼”缺陷可能成因的第一排查次序图	284
图 6-1a “棕眼”缺陷可能成因的第一排查次序图的注释	285
图 6-1b “棕眼”缺陷可能成因的第二排查次序图	286
图 6-1b “棕眼”缺陷可能成因的第二排查次序图的注释	287
图 6-2a “裂”缺陷可能成因的第一排查次序图	288
图 6-2a “裂”缺陷可能成因的第一排查次序图的注释	289
图 6-2b “裂”缺陷可能成因的第二排查次序图	292
图 6-2b “裂”缺陷可能成因的第二排查次序图的注释	293
图 6-3a “斑点”缺陷可能成因的第一排查次序图	294
图 6-3a “斑点”缺陷可能成因的第一排查次序图的注释	295
图 6-3b “斑点”缺陷可能成因的第二排查次序图	296
图 6-3b “斑点”缺陷可能成因的第二排查次序图的注释	297
图 6-4a “缺釉”缺陷可能成因的排查次序图	298
图 6-4a “缺釉”缺陷可能成因的排查次序图的注释	299
图 6-5a “橘釉”缺陷可能成因的排查次序图	300
图 6-5a “橘釉”缺陷可能成因的排查次序图的注释	301
图 6-6a “变形”缺陷可能成因的排查次序图	302
图 6-6a “变形”缺陷可能成因排查次序图的注释	303
图 6-7a “釉面波纹”缺陷可能成因的排查次序图	305
图 6-7a “釉面波纹”缺陷可能成因排查次序图的注释	306
图 6-8a “釉泡”缺陷可能成因的排查次序图	307
图 6-8a “釉泡”缺陷可能成因排查次序图的注释	308
参考文献	309

第一章 原 料

卫生陶瓷生产中使用的原料与其他陶瓷产品生产所用原料大体相同，大致可分为下列几种：

塑性原料（包括半塑性原料）——软质黏土和硬质黏土；

瘠性原料——石英、黏土熟料和瓷粉等；

熔剂原料——长石、硅灰石、石灰石、白云石、瓷石和滑石等；

辅助原料——锆英石、磷灰石和化工原料等。

第一节 黏土类原料

黏土类原料是卫生陶瓷生产中的主要原料之一。卫生陶瓷坯料中黏土类原料的加入量一般为40%~50%，而釉料中黏土类原料的加入量一般不超过10%。黏土是一种含水铝硅酸盐矿物，是地壳中分布最广的成分之一。

一、黏土的成因

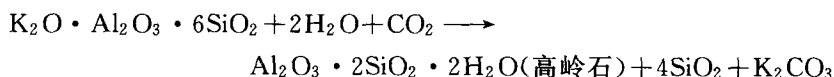
黏土矿物一般是由花岗岩一类的火成岩（即岩浆岩）风化形成的，火成岩是地壳深处的熔融岩浆上升到地表附近或喷出地表，经冷凝结晶而成的，其主要成分是硅酸盐矿物。花岗岩是由云母（ $K_2O \cdot 3Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 2H_2O$ ）、石英（ SiO_2 ）和长石（ $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ ）以大致相当的比例构成的。在水和空气的风化作用下，这一构成中最不稳定的是长石。富含铝硅酸盐矿物的岩石如长石、伟晶花岗岩、斑岩、片麻岩等经过漫长地质年代的风化作用或热液蚀变作用才形成黏土。这类经风化或热液蚀变作用而生成黏土的岩石统称为黏土的母岩，母岩经风化作用而形成的黏土产于地表或不太深的风化壳以下，母岩经热液蚀变作用而形成的黏土常产于地壳较深处。

风化作用分为机械风化（即物理风化）、化学风化和生物风化，并且三种风化作用并不都是单独进行，而常常是交错重叠进行的。机械风化作用是由于温度变化、积雪、冰冻、水力和风力的破坏而使岩石崩裂和移动，这些自然力同时或互相轮流作用的结果，将庞大而坚硬的岩石粉碎成细块和微粒，并给化

学风化作用创造了大的侵袭面积。

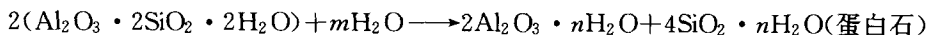
化学风化作用能使组成岩石的矿物发生质的变化。在大气中的二氧化碳、日光和雨水、河水、海水及氯化物、硝酸盐、硫酸盐等长时间的共同作用下，有时还加上矿泉、火山喷出的气体、含有腐殖酸的地下水的侵蚀，长石类矿石会发生一系列水化和去硅作用，最后形成黏土。

长石风化为高岭石的反应式为：



碳酸钾和呈胶态的二氧化硅溶解于水而被水冲走，剩下的残留物便形成黏土矿物。

在潮湿温暖的气候条件下，高岭石（ $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ）经继续水解和脱硅作用，还可进一步变化，形成水铝石和蛋白石，其反应式为：



但常因受条件的限制，反应往往尚未进行到底就生成一系列的中间产物，成为不同类型的黏土。

由岩石风化成黏土到形成黏土矿床，需要经历一个富集过程。黏土的富集需要一个适当的保存条件和成矿环境，其中母岩的种类、气候条件、矿物环境的 pH 值同黏土矿物的生成类型有密切关系。研究表明，长石及绢云母矿物在温暖湿润的气候及偏酸性的介质条件下，风化程度强，转化较彻底，主要形成高岭石类的黏土矿物；由火山熔岩或凝灰岩在碱性环境中经热液蚀变形成蒙脱石类黏土；由白云母经中性或弱碱性条件下风化可形成伊利石类（或水云母类）黏土。

生物风化作用是由一些原始生物残骸，吸收空气中的碳素和氮素，逐渐变成腐殖土，使植物可以在岩石的缝隙中滋长，继续对岩石进行侵蚀。树根又对岩石进行着机械的风化作用，有时地层动物将深层的土翻到表面上来，经空气的作用使一些物质逐渐变细且在品质上发生变化。

由于从腐殖土中分解出来的腐殖酸也能促进矿物的分解，实现高岭土化。这种分解作用较含碳酸的水的作用更大，特别是和有机酸共存的 CO_2 尚处于还原状态时，可放出初生态的氧，这就更能促进分解。若在不存在氧化的情况下发生这一分解作用时，则母岩中的铁将变成低价的铁盐（可溶性的重碳酸铁盐）而被水洗去，形成白色黏土。若母岩缺少覆盖的有机物层且又在氧化存在的条件下进行分解作用时，则铁将变成高价铁盐，或再遇水生成氢氧化铁而残留于母岩中。依母岩的性质不同，分别形成黄土、红土或一般的土壤等。

二、黏土的分类

黏土种类繁多，其分类方法也有很多种。

(一) 按其地质成因分类

(1) 一次黏土 一次黏土又称为原生黏土或残留黏土。它是母岩经风化崩解在原地残留下来的黏土。此种黏土因由风化而产生的可溶性盐类溶于水而被雨水冲走，剩下残留的石英、黏土矿物及未风化完全的长石碎粒，故质地较纯，耐火度较高，但往往含有母岩杂质（石英、云母、石膏、方解石和黄铁矿等），颗粒较粗，因而可塑性较差，如瓷石、瓷土等为一次黏土。

(2) 二次黏土 二次黏土又称次生黏土或沉积黏土。它是由一次黏土经雨水河川漂流或风力等自然力的作用转移到其他地方沉积而形成的黏土。在漂流过程中，石英砂由于颗粒大而逐渐沉降被遗弃在途中，黏土本身也经摩擦变细，所以二次黏土较一次黏土颗粒细、可塑性强、耐火度较差，并且在漂流过程中，常有其他矿物或有机物混入，降低黏土的纯度而使黏土呈色，如紫木节、球土、膨润土、碱矸、煤矸石等为二次黏土。

(二) 按其构成黏土的主要矿物分类

(1) 高岭石类黏土 高岭石是一种主要的黏土矿物，主要由高岭石矿物组成的较纯净的黏土称为高岭土。高岭土因首先在江西景德镇浮梁县高岭村发现而得名，因而国外对这类黏土也命名为 Kaolin。高岭石的化学通式为 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ，晶体构造式是 $\text{Al}_4(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_8$ 。属于高岭石类的还有珍珠陶土、迪开石和多水高岭石，如苏州土、紫木节、湖南界牌土、陕西上店土、山西大同土、山西介休土、江西星子土、四川叙永石等均为高岭石类黏土。

高岭土中高岭石类黏土矿物含量越多，杂质越少，其化学组成越接近高岭石的理论组成，纯度越高的高岭土其耐火度越高，烧后越洁白，莫来石晶体发育越多，因而其力学强度、热稳定性、化学稳定性越好；但其分散度较小，可塑性较差。反之，杂质越多，耐火度越低，烧后白度越低，莫来石晶体较少；但其分散度一般较大，可塑性较好。

(2) 蒙脱石（微晶高岭石）类黏土 它是另一种常见的黏土矿物，蒙脱石最早发现于法国的蒙脱利地区，故此得名。属于这一类的有蒙脱石、拜来石等。蒙脱石的化学通式为 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ （通常 $n > 2$ ）。以蒙脱石为主要矿物的黏土称为膨润土。蒙脱石矿物产地在我国分布很广，东北、华北及南方各地都有出产，如辽宁黑山膨润土、福建连城膨润土、江苏祖堂山泥、浙江宁海黏土等。我国出产的膨润土多以钙蒙脱石为主要矿物。

蒙脱石容易碎裂，故其颗粒极细，与此相应，可塑性好，干燥后强度大，但干燥收缩也大。由于蒙脱石中 Al_2O_3 的含量较低，又吸附了其他阳离子，杂质较多，故烧结温度较低，烧后白度较低。

(3) 伊利石类黏土 伊利石因其发现地为美国的伊利诺伊州而得名，伊利石类也泛称水云母类，其组成成分与白云母相似，是白云母经强烈的化学风化作用，转变为白云母与蒙脱石或白云母与高岭石的中间产物。白云母的化学通式为 $\text{K}_2\text{O} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。以伊利石为主的黏土主要是水云母质黏土或绢云母质黏土，如景德镇的南港瓷石、三宝蓬瓷石、安徽祁门瓷石、河北章村土等。景德镇的南港瓷石、三宝蓬瓷石和安徽祁门瓷石等是由绢云母、石英和少量高岭石、方解石及长石等矿物组成；河北邢台产的章村土是由伊利石和少量石英、钠长石、白云母等矿物组成；而湖南醴陵默然塘泥却为水云母类黏土，含有少量的杆状高岭石和游离石英。

伊利石类矿物的基本结构虽与蒙脱石相仿，但因其无膨润性，且其结晶也比蒙脱石粗，因此可塑性较低，干后强度小，而干燥收缩较小，软化温度比高岭石低。

(4) 水铝英石类黏土 它是一种非晶质的含水硅酸铝。它与其他黏土矿物的区别是能溶解于盐酸，而其他结晶质的黏土矿物不能溶解于盐酸，但能溶解于硫酸。这一类黏土矿物比较少见，往往少量包含在其他黏土中，它是一种表生矿物，由长石、霞石、白榴石分解而成，常与高岭石共生，见于风化壳和土壤中，如唐山矾土。由于水铝英石在黏土中呈无定形状态，故可以提高可塑性和结合性。

(5) 叶蜡石类黏土 叶蜡石俗称印章石，其化学通式为 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。实际上它并不属于黏土矿物，因其某些性质类似黏土，故而划归黏土之列。从结构上来说与蒙脱石相似，其特点是烧成收缩小（1%左右），白度高，可以调整坯体收缩率，提高制品白度，如浙江青田蜡石和上虞蜡石、福建寿山蜡石等。

(三) 按其耐火度分类

(1) 耐火黏土 耐火度在 1580°C 以上，含氧化铁最高 3%~4%，杂质总量最高 6%~8%。

(2) 中等易熔黏土 耐火度在 $1350\sim 1580^\circ\text{C}$ 之间，含易熔杂质在 10%~15% 之间。

(3) 易熔黏土 耐火度在 1350°C 以下，含大量杂质，一般含铁量较高。

(四) 按可塑性分类

按可塑性分类见表 1-1。

表 1-1 按可塑性分类

类别名称	可塑性指数	举 例
高可塑性	>15	紫木节、膨润土、球土
中等可塑性	$7\sim15$	瓷土、红研
低可塑性	$1\sim7$	焦宝石、页岩、瓷石
非可塑性	<1	叶蜡石

(五) 按矿物在水中的分散程度分类

按矿物在水中的分散程度分类见表 1-2。

表 1-2 按矿物在水中的分散程度分类

类别名称	分类方法	举 例
软质黏土	易分散、高可塑性	紫木节、膨润土
半软质黏土	可分散、中等可塑性	粉砂质黏土、瓷土类
硬质黏土	不分散、低可塑性	焦宝石、硬页岩、煤矸石

三、黏土的组成

各种黏土的工艺性质有很大的差异，这主要是由黏土的矿物组成、化学组成及颗粒组成所决定的。

(一) 黏土的矿物组成

黏土是多种微细矿物的混合物，因此黏土中所含的各种微细矿物的种类和数量是决定这种黏土性质的主要因素。为了便于研究黏土的矿物组成，一般将黏土中的矿物根据其性质和数量分为两大类，即黏土矿物和杂质矿物。黏土矿物是组成黏土的主体，是决定黏土性质的主要成分，黏土矿物的种类和性质已如前所述，主要为高岭石类、蒙脱石类、伊利石类、水铝英石类和叶蜡石类等。对于一种黏土来说，并不全是只含有一种黏土矿物的，而往往是同时含有两种或更多种黏土矿物，故各种黏土矿物所含数量的多少也将严重影响黏土的性质。除此之外，在黏土形成过程中，常由于母岩风化未完全，或由于其他原因而混入一些非黏土矿物和有机物质，把这些物质统称为杂质矿物，常见的杂质矿物有石英、铁质矿物、碳酸盐、硫酸盐及含碱矿物等。它们存在的形式有两种：一种以细小晶粒或集合体分散于黏土中，另一种以独立矿物存在或覆盖在黏土颗粒表面。这些杂质矿物虽然数量上并不多，但对黏土的工艺性能却有很大影响。

1. 英石和母岩残渣

英石经常是长石的共生矿物，在风化后的黏土中常保存其原有形态，特别是在一次黏土中游离石英是常见的杂质之一。母岩残渣是指风化不完全的长石