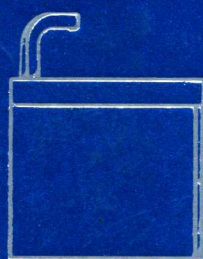
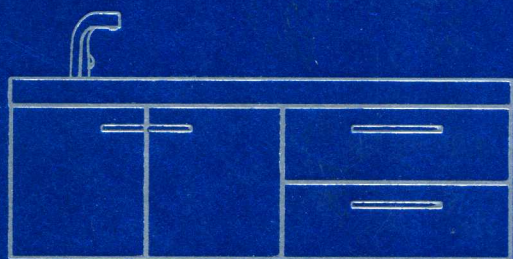
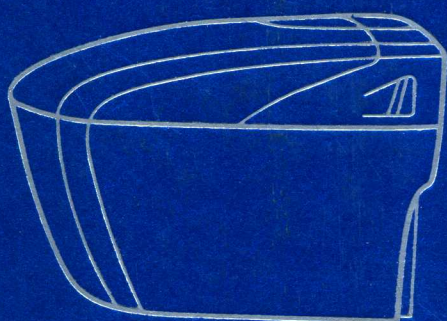


卫生陶瓷 原料与泥釉料配方

徐熙武 主编

高建立 沈金梅 副主编

岳邦仁 主审



Raw Material and Formula for
Sanitary Ware Production



化学工业出版社

卫生陶瓷 原料与泥釉料配方

徐熙武 主编

高建立 沈金梅 副主编

岳邦仁 主审

Raw Material and Formula for
Sanitary Ware Production



化学工业出版社

· 北京 ·

《卫生陶瓷原料与泥釉料配方》分为5章。第1章为绪论，介绍了卫生陶瓷及其生产的基本概念。第2章介绍了与卫生陶瓷原料相关的地质、矿物、采矿、选矿方面的一些基础知识。第3章讲述了卫生陶瓷原料的分类、各种坯釉用原料及辅助材料。第4章介绍了卫生陶瓷生产中所涉及的化学成分分析方法、矿物组成测定方法、陶瓷材料性能的测试方法、坯釉原料性能测定方法及原料入厂质量测定方法。第5章讲述了坯釉配方中相关的基础计算、坯釉的性能要求、坯釉配方确定方法及其生产中的维护。

《卫生陶瓷原料与泥釉料配方》可供从事卫生陶瓷生产的操作者、技术人员、管理者参考，也可供陶瓷专业的各类学校的教师和学生参考。

图书在版编目(CIP)数据

卫生陶瓷原料与泥釉料配方/徐熙武主编. —北京:
化学工业出版社, 2018.2
ISBN 978-7-122-31338-6

I. ①卫… II. ①徐… III. ①卫生陶瓷制品—原料
②卫生陶瓷制品—配方 IV. ①TQ174.76

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第009963号

责任编辑: 吕佳丽
责任校对: 宋 夏

装帧设计: 王晓宇

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 刷: 中煤(北京)印务有限公司
装 订: 中煤(北京)印务有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张16¼ 字数398千字 2018年4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: 88.00 元

版权所有 违者必究

前言

改革开放以来，我国卫生陶瓷生产技术水平、设备装备水平、产品质量有了长足的进步，我国早已是世界上生产卫生陶瓷数量最多的国家。

本书整理了与卫生陶瓷原料相关的地质、矿物、采矿、选矿方面的一些基础知识，叙述了卫生陶瓷原料的分类、各种坯釉用原料及辅助材料，介绍了卫生陶瓷生产中所涉及的化学成分分析方法、矿物组成及物理性能测定方法，叙述了坯釉配方中相关的基础计算、坯釉的性能要求、坯釉配方确定方法及其生产中的维护。本书总结了编写人员长期从事卫生陶瓷生产工作的心得、体会，力图反映目前我国卫生陶瓷生产行业的技术现状和认识水平，期望对促进本行业生产水平的进一步发展起到一些作用。

本书的编写得到了中国硅酸盐学会陶瓷分会建筑卫生陶瓷专业委员会的指导，由中国建筑卫生陶瓷协会徐熙武任主编，九牧集团有限公司高建立、唐山森兰瓷科技有限公司沈金梅任副主编，北京金隅集团有限责任公司岳邦仁（已退休）任主审。岳邦仁编写第1章，徐熙武、恒洁卫浴集团有限公司谢伟藩编写第2章和第3章，沈金梅编写第4章，高建立、九牧厨卫股份有限公司刘中起编写第5章。

在本书的编写和出版中得到了惠达卫浴股份有限公司、九牧厨卫股份有限公司、恒洁卫浴集团有限公司、福建科福材料有限公司的大力支持。许多同事、朋友在提供资料、整理文稿等方面做了许多工作。在此一并表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，书中难免存在不妥与不足之处，敬请读者指正。

编 者

2018年2月

目录

1 绪论

2 矿物基础

2.1 地质、矿物、岩石、矿床	004
2.1.1 地质区分	004
2.1.2 矿物分类	005
2.1.3 岩石分类及特性	010
2.1.4 矿床	020
2.2 矿物的一般性质	022
2.2.1 矿物的内部结构和晶体形态	022
2.2.2 矿物的集合体形态和物理性质	023
2.3 硅酸盐陶瓷矿物	027
2.4 矿产的勘察、采矿、选矿	031
2.4.1 矿产的勘察	031
2.4.2 试样选取	033
2.4.3 矿量计算	034
2.4.4 采矿	035
2.4.5 选矿	036

3 卫生陶瓷原料

3.1 坯体原料	051
3.1.1 塑性原料	051
3.1.2 半塑性原料	076
3.1.3 非可塑性原料	080
3.1.4 成品泥	088
3.2 釉用原料	088
3.2.1 釉用矿物原料	089
3.2.2 釉用化工原料	091
3.2.3 乳浊剂	092
3.2.4 熔块	094

3.2.5	色料	094
3.3	添加剂	098
3.3.1	坯用添加剂	098
3.3.2	釉用添加剂	100
3.3.3	其他陶瓷添加剂	103
3.4	标准化原料	103
3.4.1	苏州土	104
3.4.2	界牌土	104
3.4.3	广东省某公司系列黏土产品	105
3.4.4	广东省另一公司系列黏土产品	107
3.5	低质原料的开发利用	108
3.5.1	介福土现状	109
3.5.2	应用研究与开发	111
3.5.3	建设水洗瓷土生产线	113
3.5.4	实现多赢	113
3.6	各产瓷区原料	114
3.6.1	唐山瓷区	114
3.6.2	广东佛山瓷区	115
3.6.3	广东潮州瓷区	116
3.6.4	福建瓷区	116
3.6.5	河南瓷区	117
3.6.6	代表原料的主要物理性能	118

4 试验测定

4.1	化学分析	120
4.1.1	化学组成分析	120
4.1.2	工业用水分析	125
4.2	矿物组成分析和显微结构的观察	125
4.2.1	偏光显微镜分析	125
4.2.2	电子显微镜分析	126
4.2.3	热分析	127
4.2.4	X 射线衍射分析	130
4.2.5	红外光谱分析	131
4.3	陶瓷材料性能的测试	132
4.3.1	光学性能的测定	132
4.3.2	力学性能的测定	133
4.3.3	热学性能的测定	137
4.3.4	化学稳定性能的测定	141
4.3.5	吸水率的测定	142
4.3.6	耐污染性能的测定	144

4.4	坯釉原料性能的测试	144
4.4.1	坯用原料及泥浆性能测定	144
4.4.2	釉浆性能的测定	154
4.5	原料入厂质量测定	157
4.5.1	坯用原料入厂质量测定项目	158
4.5.2	釉用原料入厂质量测定项目	160
4.5.3	石膏入厂质量测定项目	160

5 坯釉料配方的确定与维护

5.1	基础计算	164
5.1.1	湿含量及其换算	164
5.1.2	化学组成中的烧失量及计算	164
5.1.3	坯釉料组成的表示方法	165
5.1.4	化学组成与摩尔分数的换算	170
5.1.5	物质的量组成换算成实验式	170
5.1.6	坯料的常用性能计算	171
5.1.7	釉料的常用性能计算	182
5.2	坯料配方的基本要求	186
5.2.1	卫生陶瓷质量标准的要求	186
5.2.2	生产工艺的要求	187
5.2.3	稳定性的要求	189
5.2.4	经济性的要求	190
5.2.5	环保的要求	190
5.2.6	关于坯体的白度	190
5.3	坯料配方的确定	191
5.3.1	坯料配方的发展情况	191
5.3.2	原料、辅料的选定	193
5.3.3	设计配方	201
5.3.4	配方的试验	203
5.4	坯料配方的维护	208
5.4.1	原料变化的把握与管理	208
5.4.2	配方性能变化时的调整	209
5.4.3	季节变化的对策	213
5.5	釉料配方的基本要求	214
5.5.1	使用功能的要求	214
5.5.2	卫生陶瓷质量标准的要求	215
5.5.3	生产工艺的要求	215
5.5.4	选择原料、辅料的要求	217
5.6	釉料配方的确定	218
5.6.1	釉料配方的发展情况	218

5.6.2 原料、辅料的准备219

5.6.3 釉料配方的设计223

5.6.4 配方参考实例232

5.7 釉料配方的维护与升级换代233

5.7.1 釉料配方的维护233

5.7.2 釉料配方的升级换代233

附录

附录 1 我国陶瓷工业常用黏土的化学组成235

附录 2 国际标准组织推荐的筛网系列（ISO/R 565—1972）239

附录 3 各种筛网对照240

附录 4 测温锥的软化温度与锥号对照241

附录 5 卫生陶瓷常用国家和行业标准目录242

附录 6 陶瓷工业常用烟煤组成（工业分析）举例243

附录 7 常用煤气的化学组成分析举例243

附录 8 国产轻柴油规格244

附录 9 国产重柴油规格244

附录 10 我国部分天然气组成（体积分数）244

附录 11 常用液化石油气组成（体积分数）245

附录 12 液化石油气组分和性能数据245

附录 13 陶瓷工业常用典型焦炉煤气基本数据245

附录 14 陶瓷工业常用典型水煤气基本数据246

附录 15 我国部分无烟煤及焦炭典型气化数据246

附录 16 部分适用于常压固定床煤气发生炉烟煤的基本数据246

附录 17 陶瓷窑炉窑墙外表面与空气（静止）的传热系数247

附录 18 水玻璃的成分与密度的关系247

附录 19 窑炉烧成火焰颜色与温度对照248

附录 20 常用陶瓷泥浆固体含量与浓度、相对密度换算表（20℃）248

参考文献249

1

绪论

自 2000 年前后开始,我国已成为世界上生产、消费卫生陶瓷数量最多的国家。
相关标准给出了卫生陶瓷的定义。

瓷质卫生陶瓷:由黏土或其他无机物质经混练、成形、高温烧制而成的用作卫生设施的、吸水率 $\leq 0.5\%$ 的有釉陶瓷制品。产品分类为:坐便器、洗面器(含洗手盆)、小便器、蹲便器、净身器、洗涤槽、水箱、小件卫生陶瓷。

各类产品照片如图 1-1~图 1-8 所示。

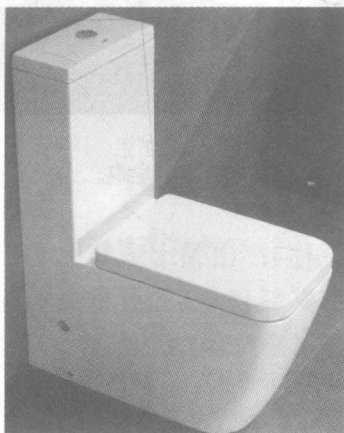


图 1-1 坐便器



图 1-2 洗面器

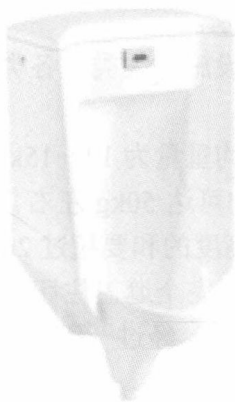


图 1-3 小便器



图 1-4 洗涤器

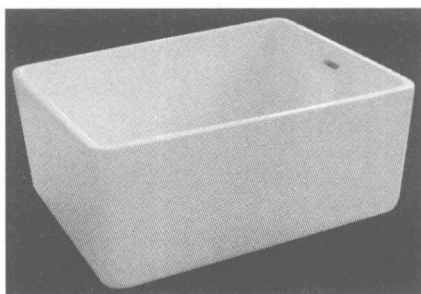


图 1-5 水槽

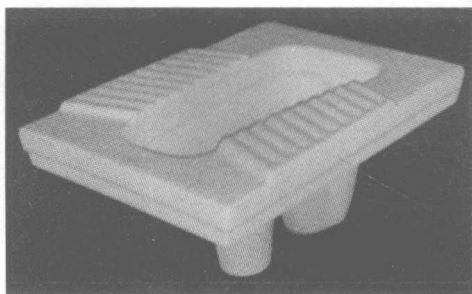


图 1-6 蹲便器



图 1-7 水箱

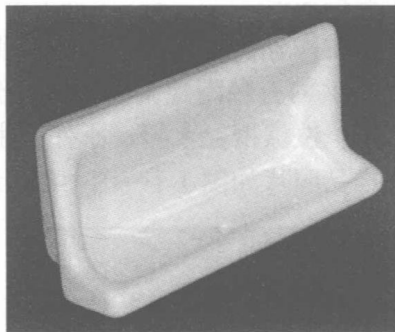


图 1-8 皂盒

炻陶质卫生陶瓷（炻质卫生陶瓷和陶质卫生陶瓷的统称）：由黏土或其他无机物质经混练、成形、高温烧制而成的用作卫生设施的、 $0.5\% < \text{吸水率} \leq 15.0\%$ 的有釉炻陶瓷制品。产品分类为：洗面器（含洗手盆）、不带存水弯小便器、水箱、净身器、洗涤槽、淋浴盆、小件卫生陶瓷。

卫生陶瓷是人们生活中的必需品。它的出现和不断发展变化主要来源于以下几个需求：人的生理需求、健康的需求、文明的需求、社会的需求、个性化的需求。其中最基础的是满足人的生理需求。不同国家的卫生陶瓷的用途相同，外观式样差别不大。不同的文明程度、不同的社会需求、不同的个性化的需求造成了卫生陶瓷的差别。

卫生陶瓷的使用场所可分为家庭、旅馆（饭店）、公共设施三大类，各类场所使用的卫生陶瓷略有不同。

卫生陶瓷与其他陶瓷产品相比，一个特点是重、大。平均重量为 $12 \sim 15\text{kg}$ ，最小的洗面器也要在 5kg 以上，连体坐便器一般重量在 $30 \sim 40\text{kg}$ ，有的可达 50kg 左右。最小洗面器长度、宽度、高度的和要接近 1m ，连体便器的长度、宽度、高度的和要超过 2m 。

卫生陶瓷的另一个特点是表面通常施乳浊釉，乳浊釉可以完全遮盖住坯体颜色。釉色上，20 世纪 90 年代曾经大量销售过红、蓝、黄、粉、骨色等产品。经过一段时间的市场检验，最终回到了白色，现在的釉色几乎全部为白色。

卫生陶瓷需和配件配套后使用，如洗面器需装配水龙头，坐便器需装有水箱内的冲水配件等。配套后的卫生陶瓷可称为卫生洁具（如图 1-9、图 1-10 所示）。

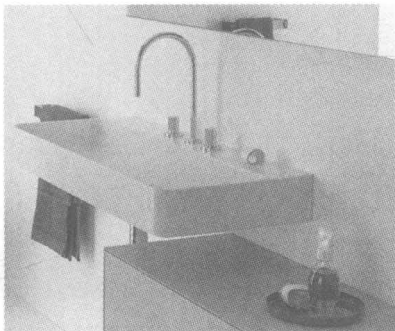


图 1-9 配套后的洗面器



图 1-10 配套后的坐便器

卫生陶瓷因为体积大、造型复杂、内部设有通水管路，因此，只能采用注浆成形工艺才能做出这类产品。许多年来，有人试图以其他材料，如玻璃钢、人造大理石等材料替代陶瓷制作卫生陶瓷中的一些器具，最终都没有成功。陶瓷材料的缺点是重量大、抗冲击性能差。在个别场所，如飞机上，不得不使用其他材料。

卫生陶瓷的生产工艺的突出特点是注浆成形，即先将坯用配方的原辅料放在球磨机中加水后研磨制成泥浆，然后将泥浆注入石膏或其他材质的模型中注成坯体。注浆成形工艺在陶瓷生产的几种成形方法中，人工效率最低，干燥能耗最高。多年来，人们一直试图采用别的更好的方法，一直没有得到突破。

卫生陶瓷生产工序见图 1-11。

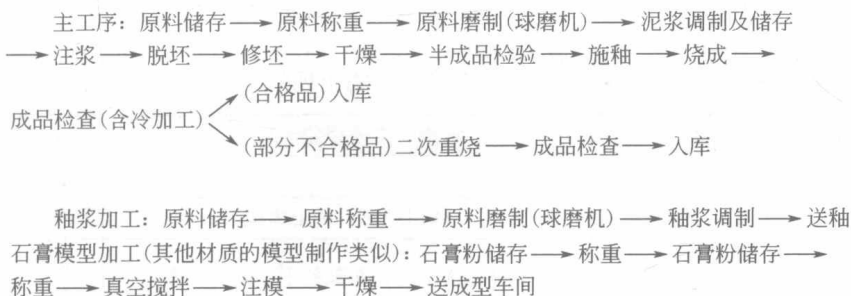


图 1-11 卫生陶瓷生产工序

原料与坯釉料配方的确定和日常维护是卫生陶瓷生产的重要工作。

2

矿物基础

掌握地质、采矿、选矿方面的一些知识对做好卫生陶瓷原料的工作十分有益。

2.1 地质、矿物、岩石、矿床

2.1.1 地质区分

地质科学研究者在长期实践中进行了地层的划分和对比工作，按时代早晚顺序将地质年代进行编年，列制成表，后期借助同位素年龄测定地质年龄等技术，更确切地确立了地质时代无机界和生物界的演化速度，大大推动了古老地层的划分工作。主要非金属矿物出现的年代见表 2-1。

表 2-1 主要非金属矿物出现的年代

年代单位/百万年			主要现象	主要非金属矿物
新生代 (62)	第四纪	全新世	冰川广布，黄土生成	陶石、高岭土、球土、长石、石英、膨润土
		更新世		
	晚第三纪	上新世	西部造山运动，东部低平，湖泊广布	镁质黏土、陶石、高岭土、长石、石英、硅藻土
		中新世		
	早第三纪	渐新世	哺乳类分化	滑石、耐火黏土、陶石、高岭土、长石、石英
		始新世	蔬果繁盛，哺乳类急速发展	
		古新世	(我国尚无古新世地层发现)	
中生代 (180)	白垩纪		造山作用强烈，火成岩活动矿产生成	石英、长石、陶石、石灰岩、叶蜡石、木节土、地开石、滑石、石膏
	侏罗纪		恐龙极盛，中国南山俱成，大陆煤田生成	
	三叠纪		中国南部最后一次海侵，恐龙哺乳类发育	
上古生代 (250)	二叠纪		世界冰川广布，新南最大海侵，造山作用强烈	泥灰岩、石灰岩、石膏、砂岩、海泡石、叶蜡石、陶石、滑石
	石炭纪		气候温热，煤田生成，爬行类昆虫出现，地形低平，珊瑚礁发育	石灰岩、铝土矿、页岩、耐火黏土、滑石、煤层顶板、煤层底板、煤层中间
中生代 (350)	泥盆纪		森林发育，腕足类鱼类极盛，两栖类发育	砂岩、石灰页岩、白云岩、白云质灰岩、板岩、滑石
	志留纪		珊瑚礁发育，气候局部干燥，造山运动强烈	
下古生代 (510)	奥陶纪		地热低平，海水广布，无脊椎动物极繁，末期华北升起	
	寒武纪		浅海广布，生物开始大量发展	

续表

年代单位/百万年				主要现象	主要非金属矿物
隐生代	上元古代	震旦纪		地形不平，冰川广布，晚期海侵加广	砂岩、石灰页岩、白云岩、白云质灰岩、板岩、滑石
	下元古代	前震旦纪	溥沱	沉积深厚造山变质强烈，火成岩活动矿产生成	麻粒岩、片麻岩、角闪片岩、大理岩、石英岩
			五台	早期基性喷发，继以造山作用，变质强烈，花岗岩侵入	
	太古代		泰山		
地壳局部变动 大陆开始形成					

2.1.2 矿物分类

矿物名称的来源：在众多矿物名称中，有一部分是以人名和地名来命名的，如高岭石是因江西省高岭村出产而命名，全世界都叫这个名字；有一部分是根据化学成分、形态、物理性质命名的，如方解石是因沿解理极易碎成菱形方块而命名；赤铁矿、黄铁矿是根据其颜色和主要成分而命名；重晶石是根据其密度较大而命名等。在中文矿物名称中，有一部分是源于我国传统名称的，如石英、石膏、辰砂等，但大部分是由外文翻译成中国名称的。具有金属光泽或可提炼金属的矿物多称为某矿，如方铅矿、黄铜矿、磁铁矿等；具非金属光泽的矿物多称为某石，如方解石、长石、萤石等。

矿物中有很多造岩矿物共溶形成固溶体的现象，当两种组分的端员矿物可以任意比例形成连续的固溶体系列时，以端员矿物组成比率命名是可以接受的，但当固溶体为自然界中的普遍现象时，以一种可以统括全体的综合矿物来命名更为方便。比如，以斜长石统一命名钙长石与钠长石的连续的固溶体，为此，通常就将长石分两大类——正长石（钾长石）和斜长石。

矿物的分类：目前已发现的矿物大约有 3000 种。矿物分类的方法很多，当前常用的分类方法是根据矿物的化学成分类型分为 5 大类：

- ① 自然元素矿物；
- ② 硫化物及其类似化合物矿物；
- ③ 卤化物；
- ④ 氧化物及氢氧化物矿物，它可分成简单氧化物、复杂氧化物、氢氧化物、SiO₂ 族矿物；
- ⑤ 含氧盐矿物，本大类是金属元素与各种含氧酸根（如 SiO₄²⁻、CO₃²⁻、SO₄²⁻、NO₃⁻等）的化合物，种类繁多，数量很大，它可分为硅酸盐矿物、碳酸盐矿物、硫酸盐矿物、钨酸盐矿物、磷酸盐矿物、钼酸盐矿物、砷酸盐矿物、硼酸盐矿物、硝酸盐矿物等类。

下面介绍与卫生陶瓷的生产有关的矿物种类。

2.1.2.1 石英

与陶瓷紧密相关的矿物中，石英就是代表矿物，石英属氧化物及氢氧化物类矿物中的 SiO₂ 族矿物。石英有多种同质多象变体。最常见的石英晶体为六方柱及菱面体的聚形，柱面

上有明显的横纹。在岩石中石英常为无晶形的粒状，在晶洞中常形成晶簇，在石英脉中常为致密块状。无色透明的晶体称为水晶，具典型的玻璃光泽，透明至半透明，硬度 7，无解理，贝壳状断口，相对密度 2.5~2.8。

另外还有由二氧化硅胶体沉积而成的隐晶质矿物，白色、灰白色者称玉髓（或称石髓、髓玉），白、灰、红等不同颜色组成的同心层状或平行条带状者称玛瑙，不纯净、红绿各色称碧玉，黑、灰各色者称燧石。此类矿物具脂肪或蜡状光泽，半透明，贝壳状断口。

此外还有一种硬度稍低、具珍珠、蜡状光泽、含有水分的矿物，称蛋白石（ $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ）。石英类矿物化学性质稳定，不溶于酸（氢氟酸除外）。

鉴定特征：六方柱及晶面横纹，典型的玻璃光泽，硬度很大（小刀不能刻划），无解理。隐晶质各类具明显的脂肪光泽。

石英是自然界几乎随处可见的矿物，在地壳中含量仅次于长石，占地壳质量的 12.6%。它是许多岩石的重要造岩矿物。含石英的岩石风化后形成石英砂粒，遍布各地。石英用途很广，在陶瓷工业中是坯体与釉料的主要组成部分。

2.1.2.2 硅酸盐类矿物

硅酸盐类矿物属含氧盐矿物，本类矿物有 800 多种，约占已知矿物的 1/3，按质量计算，约占地壳总质量的 3/4。硅酸盐矿物是构成地壳的最主要的造岩矿物，某些非金属矿物原料（如滑石、石棉、云母等）以及某些稀有金属也来源于硅酸盐类。

（1）典型矿物

① 正长石： $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ 或 $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ ，又名钾长石，晶体为板状或短柱状，在岩石中常为晶形不完全的短柱状颗粒，肉红、浅黄、浅黄白色，具玻璃或珍珠光泽，半透明，硬度 6，有两组解理直交（正长石因此得名），相对密度 2.56~2.58。

鉴定特征：肉红、黄白等色，短柱状晶体，完全解理，硬度较大（小刀刻不动）。

正长石是花岗岩类岩石及某些变质岩的重要造岩矿物，容易风化成为高岭土等。正长石是陶瓷及玻璃工业的重要原料。

② 斜长石：是由钠长石和钙长石所组成的类质同象混合物。斜长石根据两种组分比例斜长石又可粗略地分为：酸性斜长石，钙长石组分含量占 0~30%；中性斜长石，钙长石组分含量占 30%~70%；基性斜长石，钙长石组分含量占 70%~100%。为细柱状或板状晶体，在晶面或解理面上可见到细而平行的双晶纹；在岩石中多为板状、细柱状颗粒。白至灰白色，或浅蓝、浅绿，玻璃光泽，半透明。硬度 6~6.5，两组解理斜交（ 86° 左右，斜长石因此得名），相对密度 2.60~2.76。

鉴定特征：细柱状或板状，白到灰白色，解理面上具双晶纹，硬度较大（小刀刻不动）。

斜长石类矿物于岩浆岩、变质岩和沉积岩中分布最广。斜长石比正长石更易风化分解成高岭土、铝土等。斜长石中钠长石是陶瓷和玻璃工业的原料。

上述正长石、斜长石及其各种变种，统称长石类矿物。按重量计算，约占地壳总重量的 50%，因此长石类矿物是分布最广和第一重要的造岩矿物。斜长石与正长石的物理性质相似，肉眼鉴定对比时，其主要区别见表 2-2。

表 2-2 斜长石与正长石的主要区别

矿物	正长石	斜长石
晶体形状	常呈粗短柱状、粒状	常呈板片状、板条状或长柱状
双晶纹	面上无双晶纹，有时在同一断面上可见有反光程度不同的两部分（卡氏双晶）	解理面有平行细小的聚片双晶纹
颜色	肉红到白色	白到灰色，偶见红色
光泽	解理面常常带珍珠光泽	玻璃光泽至珍珠光泽
硬度	6	6~6.5
产状	常产于酸性火成岩中，与石英、黑云母等共生	常产于基性、中性岩火成中，与辉石、角闪石等共生
染色试验	将小块正长石置于 HF 酸中浸蚀 1~3min，再在 60% 的亚硝酸钴钠浸液中浸蚀 5~10min，用水冲洗显柠檬黄色	按左法，不染色或呈浅灰

③ 云母：假六方柱状或板状晶体，通常呈片状或鳞片状。玻璃及珍珠光泽，透明或半透明。硬度 2~3，单向完全解理，薄片有弹性，相对密度 2.7~3.1。具高度不导电性。常见种类如下。

a. 白云母 $\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}][\text{OH}]_2$ ，无色及白、浅灰绿等色。呈细小鳞片状，具丝绢光泽的异种称为绢云母。

b. 金云母 $\text{KMg}_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}][\text{OH}]_2$ ，金黄褐色，常具半金属光泽。多见于火成岩与石灰岩的接触带。

c. 黑云母 $\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe})_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}][\text{OH}]_2$ ，黑褐色至黑色，较白云母易风化分解。鉴定特征：单向最完全解理，硬度低，有弹性。

云母是重要的造岩矿物，分布广泛，占地壳重量的 3.8%。白云母和金云母为电器、电子等工业部门的重要绝缘材料。

④ 滑石： $\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}][\text{OH}]_2$ ，一般为致密块状或叶片状集合体，有白色、浅绿色、粉红色等色，条痕白色，脂肪或珍珠光泽，半透明，硬度 1~1.5，单向最完全解理，薄片有挠性，相对密度 2.7~2.8，有滑腻感，化学性稳定。

鉴定特征：浅色，硬度低（指甲可刻划），具滑腻感。
自然界还有一种与滑石极相似的矿物叫叶蜡石 $\text{Al}_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}][\text{OH}]_2$ ，福建寿山、浙江青田等为著名产地。

滑石为典型的热液变质矿物。橄榄石、白云石等在热水溶液作用下可以产生滑石，常与菱镁矿等共生。我国滑石储量丰富。

⑤ 高岭石： $\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}][\text{OH}]_8$ 或 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ，一般呈隐晶质、粉末状、土状。白色或浅灰色、浅绿色、浅红色等色，条痕白色，土状光泽，硬度 1~2.5，相对密度 2.6~2.63。有吸水性（可黏舌），和水后有可塑性。

鉴定特征：性软，黏舌，具可塑性。
高岭石主要是富铝硅酸盐矿物，特别是长石的风化产物，风化过程见式。



高岭石为主要黏土矿物之一。高岭石及其近似矿物和其他杂质的混合物，通称高岭土。高岭土是陶瓷的主要原料。我国为产高岭土有名的国家，高岭土的得名就来自江西景德镇的高岭村。

(2) 从结晶构造上分类 硅酸盐类矿物从结晶构造上分类可分为以下几种。

- ① 岛状结构矿物（典型矿物：橄榄石、锆石）。
- ② 环状结构矿物（典型矿物：绿柱石）。
- ③ 链状结构矿物（典型矿物：辉石、角闪石、硅灰石）。
- ④ 层状结构矿物（典型矿物：高岭石、云母、滑石、叶蜡石、蒙脱石）。
- ⑤ 架状结构矿物（典型矿物：正长石、斜长石）。

上述结构变化的基本单元是 $[\text{SiO}_4]$ 四面体，四面体的连接方式决定硅氧骨干的结构形式，在硅酸盐中铝具有特殊作用。由于 Al^{3+} 的大小和 Si^{4+} 相近， Al^{3+} 可以无序地或有序地置换 Si^{4+} ，置换数量有多有少，这时Al处在四面体配位中和Si一起组成硅铝氧骨干，形成硅铝酸盐，在硅酸盐中，硅铝氧骨干外的金属离子容易被其他金属离子置换。置换不同的离子，对骨干的结构影响较小，但对它的性能影响很大。各结构的特点如下。

岛状结构矿物：岛状结构矿物是具有孤立 $[\text{SiO}_4]$ 四面体或由有限的若干个 $[\text{SiO}_4]$ 四面体连接而成（但不构成封闭环状）硅氧骨干的硅酸盐矿物，其所有四个角顶上的氧均为活性氧（有部分电价未饱和的 O^{2-} ），由它们再与其他金属阳离子（主要是电价中等和偏高而半径中等和偏小的阳离子，如 Mg^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Al^{3+} 、 Ti^{4+} 、 Zr^{4+} 等）相结合而组成整个晶格。

环状结构矿物：环状结构矿物是由有限的若干个 $[\text{SiO}_4]$ （一部分 Si^{4+} 会被 Al^{3+} 置换）四面体以角顶相连而构成封闭环状硅氧骨干的硅酸盐矿物则形成环状结构矿物。环与环之间通过活性氧与其他金属阳离子（主要有 Mg^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Al^{3+} 、 Mn^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Na^+ 、 K^+ 等）的成键而相互维系。环的中心为较大的空隙，常为OH、水分子或大半径阳离子所占据。

链状结构矿物：链状结构矿物是具有由一系列 $[\text{SiO}_4]$ （一部分 Si^{4+} 会被 Al^{3+} 置换）四面体以角顶相连成一维无限延伸的链状硅氧骨干的硅酸盐矿物。链与链间由金属阳离子（主要有 Ca^{2+} 、 Na^+ 、 Fe^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 、 Mn^{2+} 等）相连。由于硅氧骨干呈一向延伸的链，而且平行分布，所以其晶体结构的异向性比岛状和环状的要突出得多。矿物在形态上表现为一向伸长，经常呈柱状、针状以及纤维状的外形。

层状结构矿物：层状结构矿物是具有由一系列 $[\text{SiO}_4]$ （一部分 Si^{4+} 会被 Al^{3+} 置换）四面体以角顶相连成二维无限延伸的链状硅氧骨干的硅酸盐矿物。有活性氧同侧与异侧之分，四面体相连成片，四面体片通过活性氧再与其他金属阳离子（主要是 Mg^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Al^{3+} 等）相结合。这些阳离子都具有八面体配位，各配位八面体均共棱相连而构成二维无限延展的八面体片。四面体片与八面体片相结合，便构成了结构单元层。分别形成1：1型结构单元层（如高岭石、蛇纹石中的层）及2：1型结构单元层（如云母、滑石、蒙脱石中的层）。如果结构单元层本身的电价未达平衡，则层间可以有低价的大半径阳离子（如 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 等）存在，如云母、蒙脱石等，层间同时还有水分子存在。在层状结构硅酸盐矿物中，矿物晶体的形态一般都呈二向延展的板状、片状的外形，并具有一组平行于硅氧骨干层方向的完全解理。

架状结构矿物：架状结构矿物是具有由一系列 $[\text{SiO}_4]$ （一部分 Si^{4+} 会被 Al^{3+} 置换）四面体以角顶相连成三维无限延伸的链状硅氧骨干的硅酸盐矿物。当四面体的组成全部为Si时，

硅氧骨干本身电荷已达平衡,不能再与其他阳离子相键合,形成石英族矿物。故,从结构角度,有时也把石英族矿物归属于架状结构硅酸盐矿物。为了能有剩余的负电荷再与其他金属阳离子相结合,一般的架状硅氧骨干中均有部分 Si^{4+} 被 Al^{3+} 或其他类质同象替代,故绝大多数架状结构硅酸盐矿物都是铝硅酸盐。与骨架相结合的金属阳离子主要是 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 等,由此形成三维的骨架,在不同方向上没有明显的异向性,因而架状结构硅酸盐矿物常表现出呈近于等轴状的外形,具多方向的解理并且架状硅氧骨干所围成的空隙都较大,与之结合的又主要是大半径的碱和碱土金属离子,因而架状结构硅酸盐矿物还表现出相对密度小、折射率低、多数呈无色或浅色的特点。

2.1.2.3 碳酸盐类矿物

硅酸盐类矿物属含氧盐矿物,本类矿物已知约 80 种,占地壳质量的 1.7%。其中分布最广的是钙和镁的碳酸盐类,为沉积岩的重要造岩矿物;其次还有铁、锰、铜等碳酸盐,可以构成金属矿床。

典型矿物如下。

① 方解石: CaCO_3 , 晶体常为菱面体,集合体常呈块状、粒状、鲕状、钟乳状及晶簇等。无色透明者称冰洲石,具显著的重折射现象。方解石一般为乳白色,或灰、黑等色,具玻璃光泽,硬度 3,三组解理完全,相对密度 2.71。遇稀盐酸产生气泡,以下为化学反应式。



鉴定特征:锤击成菱形碎块(方解石因此得名),小刀易刻动,遇盐酸起泡。

方解石主要是由 CaCO_3 溶液沉淀或生物遗体沉积而成,为石灰岩的重要造岩矿物,在陶瓷中用作熔剂原料。在泉水出口可以析出 CaCO_3 沉淀物,疏松多孔,称石灰华,在低温条件下,可以形成另一种同质多象体,常呈纤维状、柱状、晶簇状、钟乳状等,称为文石。

② 白云石: $\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$, 晶体常为菱面体,但晶面稍弯曲成弧形。普通多呈块状、粒状集合体。白云石一般为乳白、粉红、灰绿等色,具玻璃光泽,三组解理完全,硬度 3.5~4,相对密度 2.8~2.9。在稀盐酸中分解缓慢。

白云石主要是在咸化海(含盐量大于正常海)中沉淀而成的,或是普通石灰岩与含镁溶液置换而成的。白云石是白云岩的主要造岩矿物,在陶瓷中用作熔剂原料。

2.1.2.4 硫酸盐类矿物

硫酸盐类矿物种类虽多,约 260 种,但占地壳的质量很小,只占 0.1%。大部矿物是在地表条件下形成的。

典型矿物如下。

石膏: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 晶体常为近菱形板状,有时呈燕尾双晶。一般呈纤维状、粒状等集合体。无色透明,或呈白、浅灰等色,晶面具玻璃光泽,纤维状者具丝绢光泽。一组最完全解理,薄片有挠性,硬度 2,相对密度 2.3。加热失水变为半水石膏或过烧石膏。透明晶体集合体称透石膏;纤维状集合体称纤维石膏;粒状集合体称雪花石膏。

鉴定特征:一组最完全解理,可撕成薄片,或纤维状、粒状。硬度低,指甲可以刻动。

石膏主要是干燥气候条件下湖海中的化学沉积物,属于蒸发盐类。炒制后的半水石膏可用作陶瓷注浆的模型材料。