

高等学校教材

陶瓷原料与瓷相分析

李中和 张典奎 叶卓麟 编著

浙江大学出版社

高等学校教材

陶瓷原料与瓷相分析

李中和 张典奎 叶卓麟 编著

浙江大学出版社

内 容 简 介

本书在陶瓷原料部分较系统地阐述了常用的陶瓷原料的晶体结构、矿物成份、理化性能和测试方法；在瓷相部分，主要阐述了电子陶瓷的理化性能，工艺与显微结构特征，并着重阐述了这三者的关系。本书可以作为无机非金属材料类专业（包括无机材料科学、无机材料工程和无机材料科学与工程专业）的教学用书，也可以供从事材料科学和工程的有关科技人员阅读和参考。

陶瓷原料与瓷相分析

李中和 张典奎 叶卓麟 编著

浙江大学出版社出版

上海科学技术大学印刷厂印刷

787×1092 1/16 印张 16.125 字数 403 千

1989年1月第1版 1989年1月第1次印刷

印数：1-3000

ISBN 7-308-00217-9

TQ·001 定价：3.65元

前 言

陶瓷原料与瓷相分析是无机非金属材料类专业的一门技术基础课。本课程的基本理论,基本方法和测试方法对于无机非金属材料实验和研究都具有重要的意义。根据本课程的教学大纲,陶瓷原料部分,着重阐述天然的常用的陶瓷矿物原料,在这部分内容着重介绍矿物的晶体结构特征、矿物的成份、理化性能和各种测试方法,通过学习,使学生掌握陶瓷原料的基础知识,通晓陶瓷原料的性能,矿物原料的使用和鉴定方法的基本理论知识。在瓷相分析部分,着重各种瓷的性能,显微结构与工艺的相互关系,显微结构的鉴定方法,通过学习,使学生掌握各种瓷的显微结构分析的基本知识,了解结构与性能的相互关系。

本教材可以作为无机非金属材料专业(包括无机材料科学、无机材料工程和无机材料科学与工程专业)的教学用书,也可供从事材料科学和工程的有关科技人员阅读和参考。本教材的内容是按56学时安排的,其他专业采用本教材时,可以按专业的需要进行取舍。

本书由上海科学技术大学李中和、叶卓麟和广东陶瓷研究所张典奎合写。第一、二、三、四、十五章由张典奎执笔;第五、六章由叶卓麟执笔;第七、八、九、十、十一、十二、十三、十四、十六、十七章由李中和执笔。本书编写仅是一个初步尝试,限于我们的水平和时间,书中可能还会有不足之处,殷切期望广大读者不吝指教。

编 者

1988年12月

目 录

第一篇 天然矿物原料

第一章 绪言	(1)
第一节 粘土矿物的晶体结构特征.....	(1)
第二节 粘土矿物分类.....	(3)
第三节 粘土矿物的性质.....	(7)
第四节 粘土矿物研究概述.....	(8)
第二章 高岭石族矿物	(9)
第一节 高岭石.....	(9)
第二节 埃洛石.....	(16)
第三节 地开石和珍珠陶石.....	(20)
第四节 高岭石族矿物的鉴别方法.....	(22)
第五节 偏高岭石.....	(30)
第三章 蒙皂石族矿物	(35)
第一节 蒙脱石.....	(35)
第二节 皂石.....	(45)
第四章 其他粘土矿物	(48)
第一节 伊利石.....	(48)
第二节 蛭石.....	(56)
第三节 绿泥石族.....	(62)
第四节 坡缕石、海泡石.....	(68)
第五章 粘土的成因及粘土矿物的评价	(83)
第一节 粘土矿床的成因.....	(83)
第二节 粘土矿床类型.....	(87)
第三节 粘土矿床的评价.....	(87)
第六章 其他类型的硅酸盐矿物原料	(90)
第一节 石英.....	(90)
第二节 长石.....	(96)
第三节 高铝硅酸盐矿物.....	(98)
第四节 滑石与叶腊石.....	(100)
第五节 硅灰石.....	(103)

第二篇 陶瓷瓷相分析

第七章 氧化铝瓷	(107)
第一节 性能与分类.....	(107)
第二节 组成与性能的关系.....	(110)
第三节 氧化铝的晶体结构特征及鉴定方法.....	(114)
第四节 氧化铝瓷显微结构特征及其缺陷类型.....	(118)
第五节 β - Al_2O_3 瓷的显微结构特征.....	(124)
第八章 滑石瓷与橄榄石瓷	(126)
第一节 滑石瓷的性能.....	(126)
第二节 滑石瓷料方的讨论.....	(128)
第三节 滑石瓷的晶相与老化.....	(131)
第四节 滑石瓷的鉴别方法.....	(136)
第五节 滑石瓷显微结构特征.....	(138)
第六节 镁橄榄石瓷.....	(141)
第九章 氧化铍瓷	(146)
第一节 氧化铍瓷的性能.....	(146)
第二节 晶体结构与光性特征.....	(148)
第三节 氧化铍瓷的显微结构特征.....	(149)
第十章 氧化锆瓷	(151)
第一节 氧化锆陶瓷的性质.....	(151)
第二节 氧化锆的晶体结构特征.....	(152)
第三节 氧化锆瓷的显微结构特征.....	(153)
第十一章 金红石瓷	(156)
第一节 二氧化钛的还原性能.....	(156)
第二节 金红石瓷料方的讨论.....	(157)
第三节 金红石的晶体结构特征.....	(159)
第四节 金红石的鉴定方法.....	(160)
第五节 金红石瓷显微结构特征.....	(163)
第十二章 四钛酸钡瓷	(167)
第一节 结构特征与结晶习性.....	(167)
第二节 光性特征.....	(168)
第三节 显微结构特征.....	(170)
第十三章 云母陶瓷	(173)
第一节 晶体结构与多型.....	(173)
第二节 氟金云母的鉴定方法.....	(176)
第三节 云母陶瓷显微结构特征.....	(180)

第十四章 铁电、压电陶瓷的电畴	(184)
第一节 电畴的基本概念.....	(184)
第二节 电畴结构.....	(186)
第三节 电畴观察的一般原理和方法.....	(195)
第四节 电畴的观察.....	(202)
第十五章 普通陶瓷	(206)
第一节 瓷胎的显微结构.....	(206)
第二节 瓷釉的显微结构.....	(210)
第三节 莫来石.....	(215)
第十六章 莫来石-堇青石质匣钵	(217)
第一节 配方与化学组成.....	(217)
第二节 改变结合剂对比对匣钵的影响.....	(217)
第三节 “莫来石-堇青石质”匣钵老化机理的探讨.....	(225)
第十七章 玻璃结石	(232)
第一节 粉料结石.....	(232)
第二节 耐火材料结石.....	(233)
第三节 析晶结石.....	(236)
第四节 结石的光学性质.....	(237)
附表一 主要粘土矿物的光学性质	(241)
附表二 按斯托克斯定律计算的颗粒沉降速度(须藤俊男)	(243)
附表三 按斯托克斯定律计算的颗粒沉降速度(Kachinsky)	(245)
附表四 2θ角(CuKα)对面间距(d)的换算表	(248)
附表五 三角锥编号的软化温度	(251)
参考文献	(252)

第一篇 天然矿物原料

第一章 绪言

在陶瓷行业中,天然矿物原料使用最多的是粘土矿物原料。所谓粘土矿物,应该是细分散的含水层状硅酸盐及含水的非晶质硅酸盐矿物的总称。这种矿物常见的粒径是小于2微米,多具有离子吸附性与交换性、可塑性等特点。

粘土矿物可以分为两部分:

1. 晶质含水的层状硅酸盐,如高岭石、蒙脱石、云母……等。同时也包括坡缕石、海泡石等层链状硅酸盐矿物。

2. 非晶质含水硅酸盐矿物,如水铝英石($\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)等。

对于天然矿物原料,主要介绍粘土矿物,其他的常用的矿物原料也作简要介绍。

第一节 粘土矿物的晶体结构特征

晶质粘土矿物大多是属于层状硅酸盐。所谓层状硅酸盐就是由Si-O四面体层和Al(Mg)-O(或OH)八面体层按照不同规律组合起来的一系列矿物。

四面体是指硅离子在中心,氧离子在四周紧密结合在一起,构成一个立体几何图形。这个立体图形正好有四个面,就简称为四面体,见图1-1。

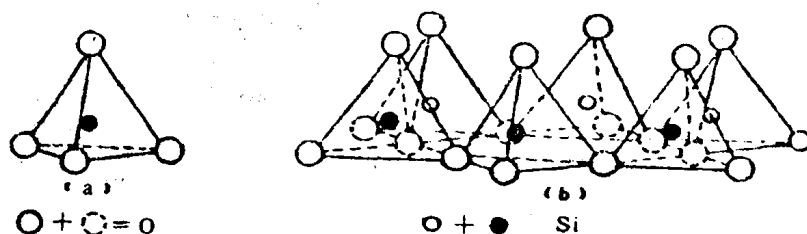


图1-1 四面体及四面体层片图示 (Si-O距离平均为1.60 Å)

这样的四面体在一个平面上以其三个顶点相互连结,此时第四个顶点都向一个方向。这样连结的四面体层网面,构成一系列六边形的网(图1-2),这一层称为四面体层。

(OH) 离子位于这个六边网的中心。如果把两个四面体层的第四个顶点的氧彼此相对,使其紧密地堆积起来,就构成四个顶点和处于顶点氧平面的两个(OH),这样就构成由六个负离子所包围的空间,如果镁离子处于这个空间的中心,这时,把两层O-(OH)面和夹在其间的镁离子合一起来观察,就可以看出镁离子被六个负离子配位成八面体所包围,由这个八面体构成的晶片称为八面体层片(图1-3),也可以称为八面体层。由两个四面体层和处于

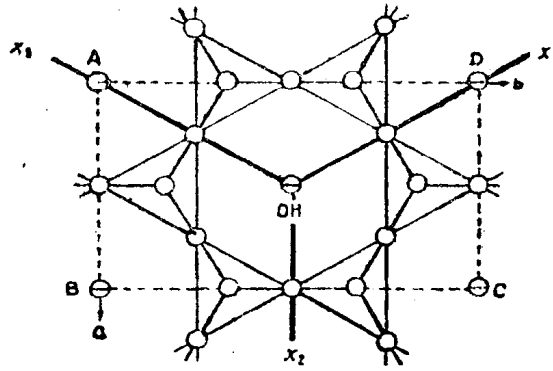


图1-2 四面体层片 ABCD 是单位晶胞的一个面 ($\overline{AB}=a_0$, $\overline{AD}=b_0$)。a、b 为结晶轴。
 $\bigcirc = \text{O}$ $\ominus = \text{OH}$

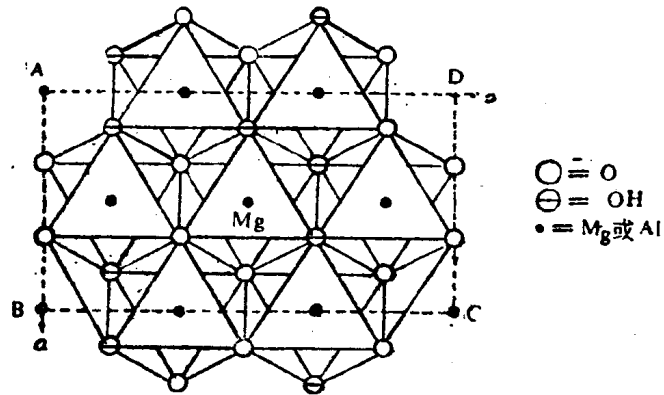


图1-3 八面体层片

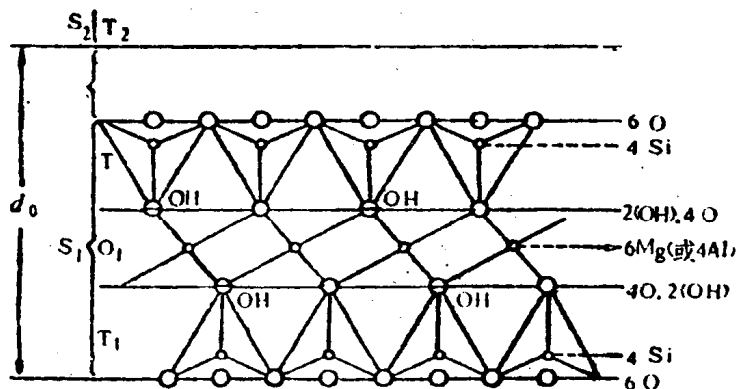


图1-4 2:1层沿 b 轴投影图

其间的八面体层构成一个完整的晶层可以称为复合层，或称为结构单位层。其中四面体层与八面体层是 2:1 的关系，故称为 2:1 型（见图 1-4）。

当两个复合层重复堆叠时，其相邻复合层之间的位置称为层间域（I），四面体层用“T”表示，八面体层用“O”表示。这样一个结构单位层则可以记为 $T_1-O_1-T_1-I_1$ ，结构单位层的厚度用 d_0 表示。层间域有时没有物质存在，有时有物质存在，如滑石和叶腊石就是无物质充填，而蒙脱石就有水或水化阳离子充填。绿泥石的层间域由氢氧化物作为层片填充，所以长期以来，人们把绿泥石称为 2:1:1 结构型矿物，但是 1980 年公布的国际分类方案取消了 2:1:1 结构型，其理由就是其中氢氧化物与其它层间域填充物一样，都是层间物。

1:1 型，就是把 (OH) 离子面紧密堆积在四面体层上面的类型，见图 1-5。

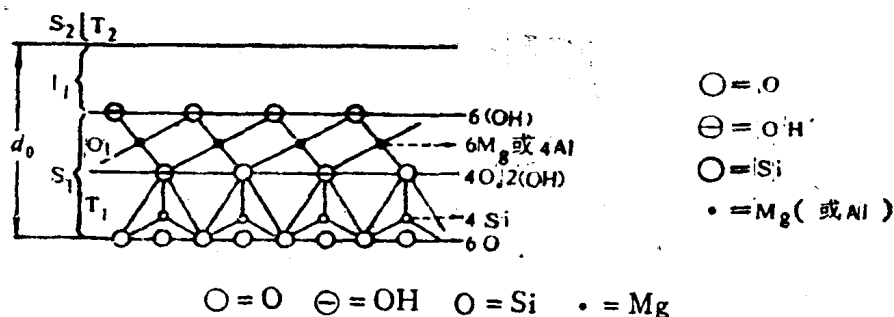


图 1-5 1:1 结构型

在 1:1 型中的八面体层中的正离子是被二个氧和四个 (OH) 离子所包围。由一组 T_1-O_1 构成的层状体，称为 1:1 型。相邻 1:1 层之间的位置构成层间域 (I)。由一组 $T_1-O_1-I_1$ 构成的层状体亦称为结构单位层。在层间域中也存在着包含物质和不包含物质两种情况。高岭石的层间域就是没有物质，埃洛石是有水分子作为填充物的。

八面体层中，如八面体中正离子位置全部被正离子占据的，称三-八面体（缩写 tri），而出现一部分（以 3:1 比率）空位的称二-八面体（缩写 di）。

第二节 粘土矿物分类

这里只介绍 1980 年公布的国际分类方案和 1981 年中国全国第一次粘土学术会议所讨论的粘土矿物分类。

表 1-1 是 1980 年公布的国际分类方案，它同以前分类不同之处是：

1. 根据 1975 年墨西哥城会议的决议，正式采用蒙皂石代替蒙脱石-皂石，作为 2:1 型中单位化学式电荷数为 0.2~0.6 的矿物族的通称；
2. 取消 2:1:1 型，把绿泥石看作层间含有氢氧化物的 2:1 型矿物，这是为了强调绿泥石与其它含有层间物质的粘土矿物的相似性。

1981 年我国第一次全国粘土会议，组成了专题组讨论了我国粘土矿物分类命名与译名问题。会议推荐了许冀泉和方邳森起草的粘土矿物分类表。这个分类基本上与国际分类方案相同，只是增加了一个半晶质和非晶质矿物，并保留了 2:1:1 型的位置，现将该分类简列于表 1-2。表 1-3 为北京大学任磊夫提出的粘土矿物分类表。

表1-1 1980年公布的国际分类方案简表

层 型	单位化学 式电荷数	族	亚 族	种 (举例)
1:1	0	高岭石-蛇纹石	高 岭 石	高岭石、地开石、埃洛石
			蛇 纹 石	纤蛇纹石、鳞蛇纹石、镁绿泥石
2:1	0	叶腊石-滑石	叶 腊 石	叶腊石
			滑 石	滑石
	0.2~0.6	蒙皂石	蒙 脱 石	蒙脱石、贝得石
			皂 石	皂石、锂皂石、铯皂石
	0.6~0.9	蛭石	二八面体	粘粒蛭石
			三八面体	蛭石
	~1	云母※	二八面体	白云母、钠云母
			三八面体	金云母、黑云母、锂云母
	~2	脆云母	二八面体	珍珠云母
			三八面体	绿脆云母、钢铁脆云母
	不定	绿泥石	二八面体	蛭绿泥石
			过 渡 型	锂绿泥石、须藤石
			三八面体	斜绿泥石、鲕绿泥石、镍绿泥石
	~0.1	坡缕石-海泡石	坡 缕 石	坡缕石
			海 泡 石	海泡石

※ 伊利石(或水云母)、绢云母等的地位不明,暂缺。

表1-2 粘土矿物及有关层状硅酸盐矿物分类表

晶 质	结构单元类型	层间物	层间电荷	族	亚 族	种
	1:1 $\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	无 或 有水分子	$x \sim 0$	高岭石 蛇纹石	di di-tri tri	高岭石、地开石、珍珠石、变埃洛石(7 Å)、埃洛石(10 Å) 镁绿泥石、正蛭绿泥石、绿锥石、凯利石 纤蛇纹石、斜纤蛇纹石、叶蛇纹石、斜叶蛇纹石、镍蛇纹石
		无	$x \sim 0$	叶腊石 —滑石	di tri	叶腊石 滑石
	2:1 $\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	阳离子 或水化 阳离子	$0.2 < x < 0.6$	蒙皂石	di	蒙脱石、贝得石、绿脱石、铬绿脱石
					di-tri	斯温福石
					tri	皂石、铯皂石、锂皂石、斯蒂文石
			$0.6 < x < 0.9$	蛭 石	di	二八面体蛭石
					tri	三八面体蛭石
			$0.6 < x < 1$	水云母	di	伊利石、钠伊利石、水白云母、水钠云母
					tri	水金云母、水黑云母
			$x \sim 1$	云 母	di	白云母、钠云母、钒云母、多硅白云母、铬云母
					di-tri	鳞云母、铁锂云母、锂铍云母
					tri	金云母、黑云母、镁黑云母、铁云母
			$x \sim 2$	脆云母	di	珍珠云母
					tri	绿脆云母、黄绿脆云母
			2:1:1 $\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_6$	氢 氧 化物层	x 不定	绿泥石
	di-tri	须藤绿泥石、锂绿泥石				
	tri	叶绿泥石、斜绿泥石、蛭绿泥石				
	2:1 层 链 状	水 化 阳离子	$x \sim 0.1$	纤 维 棒 石	di-tri	坡缕石、约佛帖石、锰坡缕石
					tri	海泡石、镍海泡石、蛭螺石
非 晶 质		水铝英石、硅铁石、伊毛缟石、硅锰矿				

表1-3 粘土矿物分类表

型	层间物	层电荷	置换位	膨胀性族(群)	二八面体(di)	二八面体~三八面体(di-tri)	三八面体(tri)	
2:1 层链型	水化阳离子	$x \sim 0.1$	四面体和八面体	无	海泡石族	坡缕石, 约佛帖石, 锰坡缕石	海泡石、镍海泡石、蛭螺石	
2:1 $\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ 型	无	$x \sim 0$	无	滑石叶腊石族	叶腊石		滑石	
	阳离子或水化阳离子	$x \sim 1$	四面体和八面体	无	云母族	白云母、钠云母、钼云母、多硅白云母	绿云母、带云母、锂云母、铁锂云母	金云母、黑云母、镁黑云母、铁云母
		$x \sim 2$	同上	无	脆云母族	珍珠云母		绿脆云母、黄绿脆云母、硬绿泥石
		$0.6 < x < 1$	同上	无	水云母族	水白云母、水钠云母、伊利石、钠伊利石		水金云母、水黑云母
		$0.6 < x < 0.9$	同上	有	蛭石族	蛭石		蛭石
2:1 $\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ 型	氢氧化物	$0.2 < x < 0.6$	同上	有	蒙皂石族	蒙脱石、贝得石、绿脱石、铬绿脱石	皂石、梓皂石、锂皂石、斯蒂文石	
		x 不定	同上	无	绿泥石族	绿泥石、蒙脱石	须藤石、锂绿泥石、	叶绿泥石、斜绿泥石、绿泥石
		$x \sim 0$	同上	无或部分存在	高岭石族	高岭石、地开石、珍珠陶石、埃洛石	绿泥石、正绿泥石、纤蛇纹石、绿泥石、正纤蛇纹石、斜纤蛇纹石、斜叶纹石	纤蛇纹石、斜纤蛇纹石、正纤蛇纹石、斜纤蛇纹石、叶蛇纹石、斜叶纹石
1:1 $\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ 型		无或有水分子						
非晶质		水铝英石 伊毛缟石 胶硅铁石 胶硅锰石						

晶

质

第三节 粘土矿物的性质

粘土矿物由于它的微粒性，因此具有下列的特定性质：

一、可塑性

所谓可塑性就是用粘土和水揉和的粘土泥团，给它加以外力就产生变形，去掉外力后这种形变不再改变，也不破裂。这种性质称为可塑性。

如果把这个泥团继续加水，这个泥团就变成粘糊状，而且能缓慢流动。达到这个界限的水的重量与风干粘土的重量百分比，称为液性界限 (W_L)，另一方面，水量逐渐减少就变脆而破裂或者破碎，不发生变形。把达到这个界限前所失去的水量与干样品的重量比叫做塑性界限 (W_P)。 $W_L - W_P = I_P$ 称为塑性指数。这个指数表明塑性的含水范围。

二、膨胀性

所谓膨胀性，是指因吸水而体积增大的现象。膨胀性根据产生膨胀的原因，可分为内膨胀性与外膨胀性。

内膨胀性，就是水分子进入晶层间而发生的膨胀。如蒙脱石的 $d_{(001)} = 15.5 \text{ \AA}$ ，如果加水成为胶状，则增大到 $20 \text{ \AA}$ 左右。这种膨胀性，称为内膨胀性。

外膨胀性，是水存在于颗粒之间而产生的膨胀性。因为粘土矿物是层状硅酸盐，所以它的表面积主要是底表面积。就是说，水主要存在于小薄片与小薄片之间，而使其发生膨胀，这种膨胀性称为外膨胀性。

三、分散性

把粘土悬浮在水中，则难于沉淀，这种性质叫做分散性，或称反絮凝性。这种液体称为悬浮液或溶胶。这种性质的产生不仅是由于粘土粒度细小，而更主要是由于粘土矿物表面带有负电荷，吸附正离子。由于粘土质点之间同号离子相互排斥，颗粒不能顺利地按照重力关系沉降，而在水中长期浮游。

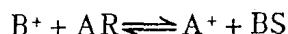
四、凝聚现象

如果在前面所说的悬浮液中加入盐类溶液，这时小的粘土矿物质点就会凝聚成较大的颗粒，这是由于离子浓度过高而引起的。其实引起凝聚的因素很多，例如加热、蒸发、干涸、冷冻及振荡等。这些因素对于促进颗粒与颗粒的接触方面都有作用。

由于凝聚而成的粘土矿物的聚合状态并非全紊乱状态，而是具有各种各样的结构。近来用骤冷干燥或者用特殊树脂加以固结，用金刚石刀切割制成超薄片，在透射或扫描电子显微镜下观察，其中一种被称为卡片房架状结构。这种结构在 pH 值小的时候容易形成。这种结构的成因是颗粒的表面多半是沿着层间域剥落下来的氧原子面，带有一些负电荷，与此同时，在 a、b 轴端点破裂面，则有 Al 离子和 (OH) 离子暴露出来，这些粘土颗粒的端点是带正电荷，底面是负电荷，端点与底面相吸引，于是造成一系列如同卡片搭成的小房子的样子。

五、离子交换性

所谓离子交换性是指含有离子 (A^+) 的物质 (AR) 与含有离子 (B^+) 的溶液 (BS) 相接触时，一部分 B^+ 进入 AR 中， A^+ 的一部分进入到溶液中。这时，进入 AR 中的 B^+ 和进入到溶液中的 A^+ 当量数相等，并发生如下的离子交换反应：



AR称为离子交换体，R称为离子交换基。

经离子交换反应，离子进入粘土矿物并结合于粘土矿物中，这种现象称为粘土矿物对正离子固定。

不同粘土矿物离子交换容量是不同的：

蛭石	100~150 meg/100g (每100克的毫克当量)
蒙脱石	80~150 meg/100g
高岭石	3~15 meg/100g
埃洛石(10 Å)	5050 meg/100g

第四节 粘土矿物研究法概述

粘土矿物由于粒度细小。因此对粘土矿物的研究要比一般矿物的研究要复杂得多。

一、热分析：热分析是根据矿物在不同温度下发生的脱水、分解、氧化、同质多像转变等热效应特征，来鉴定和研究矿物的一种方法。热分析通常包括差热分析、热重分析、热膨胀与收缩分析等。它是粘土矿物热学性质研究的不可缺少的手段。

二、X-光衍射分析：X-光衍射分析是粘土矿物的主要研究方法，是根据晶体对X射线的衍射效应——衍射线的方向及其强度来鉴定结晶物质；同时也可以测定晶体的晶胞参数、空间群以及各原子（或离子）在晶胞内具体位置。

三、红外吸收光谱分析：红外吸收光谱分析是粘土矿物鉴定的重要手段。在红外线的照射下引起分子中振动能级（电偶极矩）的跃迁而产生的一种吸收光谱。由于被吸收的特征频率取决于组成分子的原子质量、键力以及分子中原子分布的几何特征，即取决于物质的化学成分和内部结构。因此，每一种矿物，作为具有一定化学组成和结构特征的同相分子，都有自己的特征吸收谱，包括谱带位置、谱带数目、带宽及强度等。

四、电子光学方法：包括电子显微镜下的矿物形态观察与电子衍射的结构分析，以及格子像的直接观察测定与分析。这是粘土矿物研究中很有用的研究方法。

五、核磁共振：核磁共振是原子核在恒定的强磁场中对于一定波长电磁波的共振吸收现象。对于粘土矿物目前主要应用于H₂O及(OH)的原子核磁共振谱的研究。

六、穆斯堡尔效应：是一种无反冲的核γ射线的共振吸收现象。这种方法对铁族元素研究有意义，研究绿泥石、蒙脱石、铁皂石等含铁粘土矿物中八面体中铁、钛占位情况，根据吸收带的面积求出结构中Fe³⁺/Fe²⁺的比值。

第二章 高岭石族矿物

属于高岭石族矿物，包括整个二八面体 1:1 型的层状硅酸盐矿物，其中有高岭石、地开石、珍珠陶石（珍珠陶土）、b 轴无序高岭石、7 Å 埃洛石和 10 Å 埃洛石等。

第一节 高岭石 (Kaolinite) $\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$

一、晶体结构特征

三斜晶系或单斜晶系。对称型 L^1 或 P 。空间群 $P1$ 或 Cc 。 $a_0 = 5.15 \text{ \AA}$ ， $b_0 = 8.95 \text{ \AA}$ ， $c_0 = 7.39 \text{ \AA}$ ， $\alpha = 91^\circ 48'$ ， $\beta = 104^\circ 48'$ ， $\gamma = 90^\circ$ ；或 $a_0 = 5.14 \text{ \AA}$ ， $b_0 = 8.90 \text{ \AA}$ ， $c_0 = 14.51 \text{ \AA}$ ， $\beta = 100^\circ 12'$ 。

高岭石的晶体结构由硅氧四面体层，连接一个铝氧八面体层组成。硅氧四面体层的尖端朝着一个方向与 Al 结合，而 Al 又与 (OH) 结合，构成 $\text{O}_2\text{-Al-OH}_4$ ，这样很自然形成以

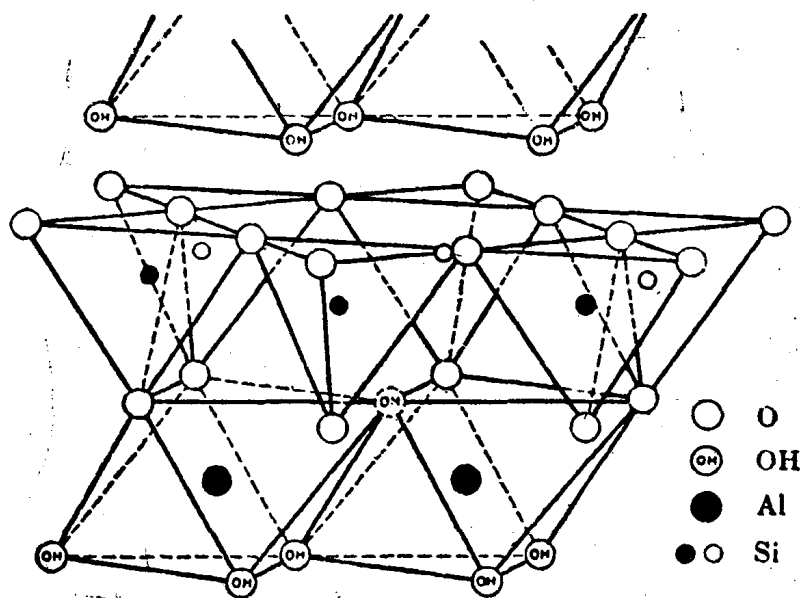


图2-2 高岭石的晶体结构

Al为中心的八面体层。因为 Al 离子是三价的，所以每三个八面体空隙中，只有两个八面体空隙有 Al 离子充填，电荷就可以平衡了，故称二八面体（如果八面体的空隙是二价的 Mg^{2+} 占据，就必须把三个八面体空隙都填满，电荷才能平衡，因此也称为三八面体）。

图 2-2 是高岭石的结构单位层。从图可以看出，底部为硅氧四面体联成六方网状。底面氧离子的高度为零，(OH)网层的高度为 100。

高岭石各层的电荷分配:

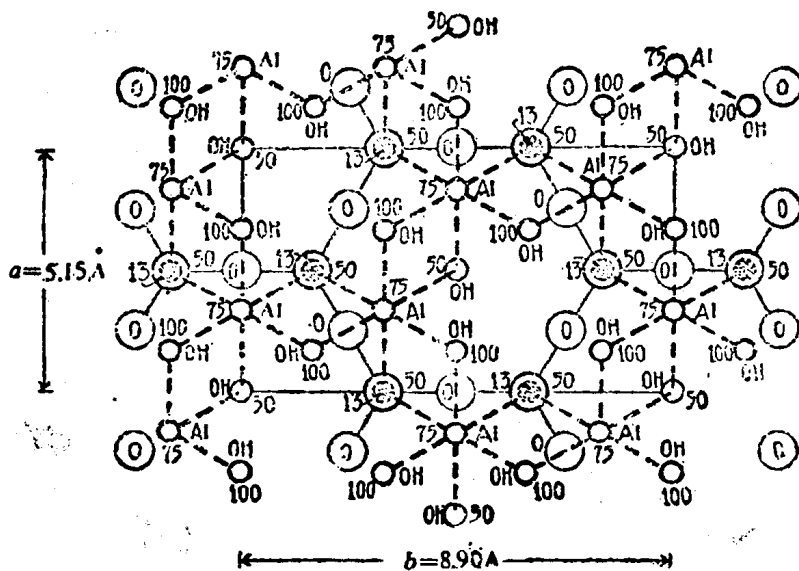
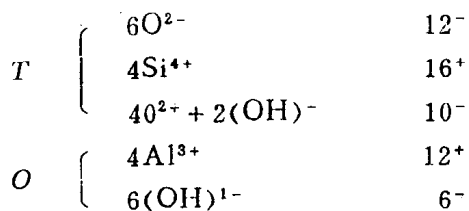


图2-2 高岭石的结构单位层

高岭石、地开石、珍珠陶石这三种矿物的化学成份相同，都不含层间水，是三种相同成份的多型变体。其结构单位层二面的组成不同，一面全是氧，另一面全是氢氧。氢氧原子面与氧原子面直接叠置，通过氢键相连结。所以晶层内缺乏膨胀性。高岭石、地开石、珍珠陶石

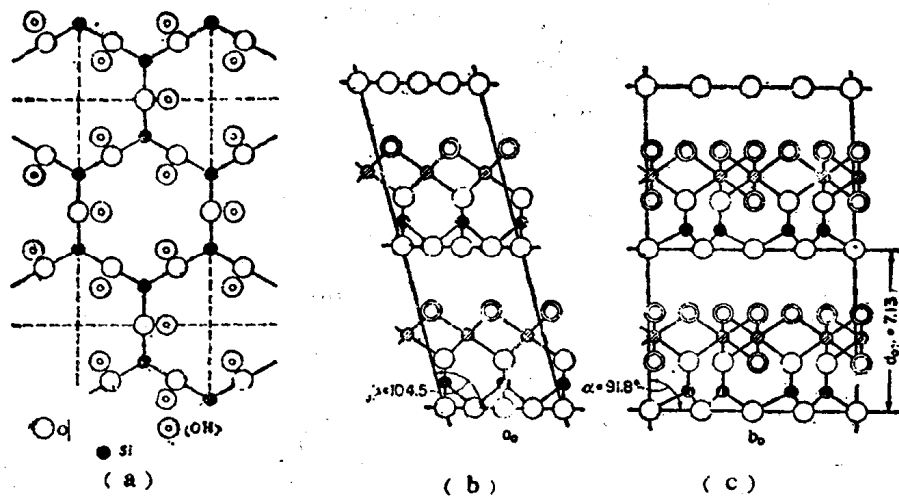


图2-3 高岭石结构的叠置情况