

中国粘土矿物的 电子显微镜研究

张天乐 王宗良

地质出版社

中国粘土矿物的电子显微镜研究

张 天 乐 著
王 宗 良

地质出版社

内 容 提 要

本书是多年来对我国粘土矿物进行电子显微镜研究的科研成果。书中较详细地叙述了粘土矿物在电子显微镜下的形态特征和鉴定标志;探讨了结晶形态与晶体结构及化学成分的关系;初步讨论了一些粘土矿物的形态与形成条件的联系。此外,对于粘土矿物的分类和译名等问题也提出一些看法。并附有电子显微照片200余幅,包括我国各种类型的粘土矿物及与其共生的高分散非粘土矿物,涉及产地100多个。

本书对从事于岩石矿物、土壤、水文地质和工程地质等方面的工作者具有参考价值。

中国粘土矿物的电子显微镜研究

张天乐 王宗良 著

*

国家地质总局书刊编辑室编辑

地质出版社出版

地质印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

1978年12月北京第一版·1978年12月北京第一次印刷

印数1—5,020册·定价0.80元

统一书号:15038·新342

前 言

粘土和粘土矿物是重要的矿产资源，在陶瓷、冶金、石油、化工、建筑、造纸等方面应用颇广。在地质学中，由于粘土矿物对地质环境的变化反应敏感，其成分和特性的鉴定有助于岩相古地理，古气候，地层对比，成岩成矿条件的研究。在水文地质、工程地质及土壤方面，粘土矿物的研究起着重要的作用。

粘土矿物颗粒很细，一般在 2 微米以下。用光学显微镜不能清楚地观察到它们的形态和结晶习性，这就给研究工作带来困难。电子显微镜具有极高的分辨本领（目前已达到 $3 \text{ \AA}$ ）和很高的放大倍数（从几十倍到几十万倍，甚至一百万倍），因而自本世纪三十年代电子显微镜问世以来，颇得粘土工作者的重视。随着制样技术和研究方法不断发展，仪器本身日臻完善，电子显微镜在粘土矿物研究中获得日益广泛的应用，成为粘土矿物研究工作不可缺少的一种重要手段。

粘土矿物种类繁多，分布广泛。解放后，随着国民经济和科学技术发展的需要，我国粘土矿物研究已取得显著的进展。用电子显微镜研究粘土矿物，亦有不少成果，但是，这些工作多是零散的，而在粘土矿物的电子显微镜研究中，也缺少一套我国自己的较完整的粘土矿物电子显微照片。为把我国粘土矿物的研究提高到新的水平，对我国的粘土矿物进行系统的电子显微镜研究，极有必要。

多年来，我们用电子显微镜，对我国广大地区不同种类、不同地质时代和不同产状的粘土矿物，做了较系统的研究，写成《中国粘土矿物的电子显微镜研究》这本书。描述了各种粘土矿物的形态特征，探讨了粘土矿物的形态与晶体结构的关系，以及地质环境对粘土矿物形态的影响。书中列出我国一百多个产地有典型意义的粘土矿物以及与粘土矿物共生的高分散非粘土矿物的

电子显微照片二百余幅，其中包括我国已发现的各种类型的粘土矿物，和我国迄今尚未见报导的具有过渡形态的粘土矿物。对于粘土矿物的分类、命名和译名等问题，也提出了我们的看法。

在完成本书的过程中，郑直同志给予我们热情指导，并审阅了全书，提出许多宝贵意见；中国地质科学院矿床所 X 光实验室、差热实验室、红外实验室和化验室给了我们很多帮助；地质博物馆为我们提供了许多珍贵的矿物标本，在此一并表示深切的感谢。

由于我们水平有限，难免有一些错误和不妥之处，敬请同志们指正。

一九七八年四月

目 录

第一章	概述	1
第二章	高岭石-蛇纹石类矿物	11
第三章	蒙脱石-皂石类矿物	25
第四章	云母类和伊利石类矿物	32
第五章	蛭石	39
第六章	叶腊石和滑石	41
第七章	绿泥石类矿物及间层粘土矿物	43
第八章	坡缕缟石-海泡石类矿物	48
第九章	具有过渡形态的粘土矿物	52
第十章	粘土矿物的共生组合	54
第十一章	粘土中的其它矿物	57
	电子显微照片	64
	主要参考文献	176
	电子显微照片索引	180
	矿物名词索引	181

第一章 概 述

粘土矿物为含水的硅酸盐或铝硅酸盐。它们在自然界中分布很广，在沉积岩中最丰富，也是金属矿床蚀变带的普通组分。粘土矿物颗粒一般小于2微米，具可塑性和粘性。在结构上它们由四面体配位阳离子 (Si^{4+} , Al^{3+} , Fe^{3+}) 和八面体配位阳离子 (Al^{3+} , Fe^{3+} , Fe^{2+} , Mg^{2+}) 结合成层状格子或链状格子。然而，在链状格子中也存在层状结构类型的单元。所以，就整体而言，粘土矿物与层状硅酸盐密切相关。

层状硅酸盐的基本结构单位是硅氧四面体片和 $\text{Al}-(\text{O}, \text{OH})$ 八面体片。在四面体片中，各四面体在同一平面上以三个角顶彼此相连，构成具有六方对称的网，第四个角顶指向同一方向。精细的研究表明^[34, 35]，这种六方对称网仅为近似真实的理想情况。实际上，由于四面体片和八面体片的结合方式、同形置换的数目以及层间阳离子等因素的影响，某些四面体可绕垂直于片平面的轴转动一个角度（可达 20° ），某些四面体还可能相对于片平面倾斜。八面体片是由两个氢氧离子面中间夹有一个铝或镁或其它阳离子面所组成。阳离子具有八面体配位。这两种基本结构单位以不同方式结合，构成不同类型的结构单位层。

1:1型或两片型结构的结构单位层，由一个四面体片和一个八面体片结合而成。这种结构类型的粘土矿物包括高岭石-蛇纹石类。2:1型或三片型的结构单位层，由两个四面体片和它们之间夹着的一个八面体片组成。该类型矿物包括叶腊石-滑石类，蒙脱石-皂石类，蛭石类，伊利石类和云母类矿物。当三片型的层与八面体片（似水镁石片）规则地交替结合时，则形成2:1:1型或四片型的结构，如绿泥石类矿物。

在这些类型的结构中，可发生同形置换，使每类矿物都可分

为二八面体系列和三八面体系列。在二八面体系列中，每半个单胞中的三个八面体位置有两个被阳离子占据；在三八面体系列中，三个八面体位置全被阳离子占据。以叶腊石和滑石为例，叶腊石的三个八面体位置被两个 Al^{3+} 占据，而滑石中的三个八面体位置被三个 Mg^{2+} 占据，因而叶腊石属二八面体系列，滑石属三八面体系列。

当置换离子的价与被置换离子的价不同时，层就出现了多余的电荷。这些多余电荷可由晶格中别处的其它离子的置换来补偿，或由吸附的阳离子来补偿。吸附阳离子有的可与其它离子交换（如蒙脱石），有的则不能（如云母）。这种电荷的多寡以‘层单胞电荷数’，即组成单胞的一层结构单位层上的电子电荷数来表示^[33]。它们在 0 至 4 之间变动，主要取决于层内发生置换的数目。虽然层单胞电荷数的变化范围很宽，但是可以大致分为几个区间，在每个区间中有一个典型值，在该值的左右，电荷数变化很小。这样就可划分出性质不同的几个类。层单胞电荷数对矿物的性质影响很大，例如，在 2:1 型矿物中，层单胞电荷数为 0, 2 和 4 的矿物，不具有明显的离子交换性，用水和极性溶液处理也不发生膨胀。电荷数约为 0.7 和 1.3 的矿物，层表面和层间的阳离子均可交换，用水和极性溶液处理时，前者很容易膨胀，后者仅在一定程度上发生膨胀。电子电荷数约为 1.8 的矿物，离子交换性和膨胀性都很小。

结构单位层以不同方式堆叠，可产生一些结构变种。一些矿物（如埃洛石和蒙脱石）层的堆叠是无序的；有的矿物（如 *b* 轴无序高岭石）层的堆叠仅在一个方向上无序。

为数不少的一些粘土矿物在结构上是由两种或多种层交互堆叠构成的，这类矿物称为间层矿物，或称为混层矿物。间层矿物有规则的和不规则的两种。规则间层矿物有柯绿泥石、累托石等。不规则间层矿物很多，已经确认的有：伊利石-蒙脱石（最为丰富），蛭石-黑云母（也称为水黑云母），蛭石-绿泥石，云母-绿泥石，蒙脱石-绿泥石，皂石-绿泥石，蒙脱石-高岭石，白云

母-高岭石, 伊利石-绿泥石-蒙脱石, 绿泥石-膨胀绿泥石-皂石等^[10]。

链状结构的粘土矿物是含水的铝镁硅酸盐。在自然界中, 它们比层状结构的粘土矿物少。该类矿物主要包括坡缕缟石和海泡石等。对于该类矿物是属于链状结构还是属于层状结构的问题, 至今仍有争论。但是, 有一点是可以肯定的, 即链状结构中也含有层状结构类型的小单元。所谓链状结构粘土矿物的二八面体和三八面体系列, 就是根据在这些小单元中阳离子对八面体位置的占据情况确定的。一般认为, 坡缕缟石介于二八面体和三八面体之间, 多趋向于二八面体, 而所有海泡石几乎全是三八面体的。

在粘土矿物的研究中, 粘土矿物的分类是个十分重要的课题。由于样品不易提纯, 变种多以及研究手段等因素的限制, 早期的研究存在一些困难。分类很混乱。许多粘土矿物学家多年来一直致力于粘土矿物的分类工作, 曾提出不少分类法。然而, 迄今仍存在一些严重的分歧。绝大多数粘土矿物学家一致认为, 分类时必须遵循两个基本原则: 其一是分类时必须考虑到理论和实用两个方面。粘土矿物样品往往并不以单矿物形式产生, 而且粘土矿物的定量测量在目前仍有许多困难, 因而一个逻辑过于严谨的理论分类未必会有多大的实用价值。这就要求提出一个较实用的粗线条分类, 在此基础上再逐步扩充和完善; 另一原则是, 粘土矿物多是层状硅酸盐, 或者与层状硅酸盐密切相关, 因而任何一种分类法必须与层状硅酸盐一致, 构成一个整体, 不能孤立地考虑各个矿物类。

现有的一些粘土矿物分类法^[12, 22, 27, 44], 一般是将粘土矿物分为层状结构和链状结构两大类型, 再根据四面体片和八面体片不同的结合方式, 把层状结构粘土矿物分为 1:1 型, 2:1 型, 2:1:1 型等。至于如何进一步细分, 有不同的看法, 有人主张根据八面体中阳离子置换类型区分, 有人主张根据晶格活动程度, 即晶格的膨胀性来区分。我们认为, 前者的缺点在于, 单根据八面体内阳离子置换类型细分, 就会把一些性质完全不同的矿物归为一

类，而性质相近的一些矿物却被分为两类。（例如，在这种分类中，性质完全不同的叶腊石和蒙脱石被归于二八面体矿物类，而性质相近的皂石和汉克脱石却被分于两类。）后一种主张虽然考虑了矿物的性质，按晶格的活动性来细分，但没有触及晶格活动性的实质。本文采用 Mackenzie 和 Mitchell^[33] 提出的分类法。这种分类法是在把层状结构粘土矿物分为 1:1 型，2:1 型，2:1:1 型之后，按层单胞的电子电荷数分，继而再按八面体中阳离子置换类型细分。这就克服了不考虑膨胀性仅根据八面体中离子置换类型进行分类的弊病，又能从结晶化学角度阐明矿物的某些性质（如，膨胀性和离子交换性等）不同的原因。在各个矿物种的后，该分类法又根据结构单位层不同堆叠方式和阳离子的同形置换分出一些结构变种和化学变种。关系清楚，一目了然。

下面就我们所采用的分类法做一些说明：

1. 我们将 Mackenzie 和 Mitchell 的分类做了某些改动（见下表），即，将高岭石和蛇纹石两个亚类合称为高岭石-蛇纹石类，因为高岭石和蛇纹石分别代表 1:1 型矿物的二八面体系列和三八面体系列，在未能恰当地用单一名称统一之前，采用这个复合名称还是合适的。鉴于同一原因，用蒙脱石-皂石类代替蒙脱石类。

2. ‘伊利石’是 1937 年格里姆等人^[25] 给泥质沉积物中具有 10 Å 反射的粘土云母起的名字。现在已经清楚，在以往的文献中，‘伊利石’一词，实际上包含范围十分宽的一些矿物，有非间层矿物也有间层矿物。似乎不可能给它下一个严格的定义。因而，在许多粘土矿物分类中，未能列入伊利石类，仅在注脚中说明它们是由类云母层和类蒙脱石层以不同比例组成的间层矿物。但是，伊利石类矿物在自然界中分布很广，在沉积岩中尤为丰富。它们几乎占地壳中粘土矿物的一半以上。该类矿物在粘土矿物学的研究中占有相当重要的地位。因此，在本文采用的分类中，将它们列为单独的粘土矿物类（见下表）。这样就产生一个如何确定‘伊利石’一词涵意的问题。我们赞同高第特（Gaudette）等人^[24] 的意见。他们对美国伊利诺州几个地区泥质沉积物中的

结晶粘土矿物与有关的层状硅酸盐的分类表⁽³³⁾

型	层电荷数	类	系	种	结构变种	化学变种
1:1	~0	高岭石-蛇纹石类	二八面体	高岭石	珍珠陶土 地开石 b轴无序高岭石	变埃洛石(少H ₂ O) 绿帘泥石(Fe ²⁺) 绿帘石(Fe ²⁺ , Fe ³⁺)
			三八面体	埃洛石 叶蛇纹石 纤维蛇纹石		
	~0	叶腊石-滑石	二八面体 三八面体	叶腊石 滑石		铁滑石(Fe ³⁺ , Fe ³⁺ , Al, H) 贝得石(Al置换Si) 蒙脱石(Fe置换Al) 绿帘泥石(Fe ²⁺) 绿帘石(Fe ²⁺ , Fe ³⁺)
	~0.7	蒙脱石-皂石类	二八面体	蒙脱石		蒙脱石(Fe置换Al) 绿帘泥石(Fe置换Al) 绿帘石(Fe ²⁺) 绿帘石(Fe ²⁺ , Fe ³⁺)
	~1.3	蛭石类	二八面体 三八面体	二八面体蛭石 三八面体蛭石		蒙脱石(Fe置换Al) 绿帘泥石(Fe置换Al) 绿帘石(Fe ²⁺) 绿帘石(Fe ²⁺ , Fe ³⁺)
2:1	~1.8	伊利石类	二八面体 三八面体	伊利石 三八面体伊利石 (Ledykrite)		钠伊利石(Na置换K) 海绿石(Fe置换Al)
	~2	云母类	二八面体 三八面体	白云母 金云母	2M, 3T, 1M 1M, 2M等	钠云母(Na置换K) 黑云母(Fe置换Al) 钾云母(K置换Al) 铁锂云母(Li, Fe ²⁺)
	~4	蛭云母类	二八面体 三八面体	珍珠云母 绿帘云母		
	可变	绿泥石类	二八面体 三八面体	须藤石 叶绿泥石 斜绿泥石等		
	~0.2	坡缕泥石-海泡石类	二八面体 三八面体 三八面体	坡缕泥石 海泡石		铁石棉(Fe置换Al)

层状硅酸盐

链状硅酸盐

粘上云母，进行了化学分析、X射线衍射分析和热分析，认为‘伊利石’应该用来描绘泥质沉积物中贫钾富水、具有 $10\text{ \AA}$ 反射的非间层矿物。那些间层矿物应归于间层矿物类，作为伊利石-蒙脱石，伊利石-蛭石等不规则间层矿物加以考虑^[26]。因而，在分析具有 $10\text{ \AA}$ 反射的粘土云母时，应该用甘油或乙二醇处理，观察展览的 $10\text{ \AA}$ 反射的位置和峰形有否变化。若该反射不发生变化，即可将它们认做为伊利石矿物；若基面反射向低角度移动，峰形不对称，在峰的低角度一边出现一些小峰时，表明矿物中含膨胀层，应将它们归为间层矿物。

3. 严格说来，蛭云母不属于粘土矿物，也未见到它们在粘土中产出的报导。但是，它们与层状硅酸盐有关。为一致起见，予以适当考虑，在本分类中给予确定的位置，这是符合粘土矿物学家们一致赞同的分类原则的。

4. 该分类法与其它分类法的一个通病是，没能包括在自然界中广泛存在的不规则间层矿物。对这一问题有待进一步研究。

5. 该分类认为，贝得石是四面体中部分 Si 被 Al 置换而含过多 Al 的蒙脱石变种。对此，至今仍有不同看法。“贝得石”一名是为了描述产于美国贝得尔的粘土而起的。当时在缺乏 X 射线分析数据的情况下，根据这种粘土的物理化学性质，分子量比 $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 = 3:1$ ，某些特殊的光性和热学性质，悬浮液在亚甲基兰作用下呈独特的绿色等来确定的^[17]。但是很多不同的粘土物质，譬如，粘土矿物的混合物，一矿物向另一矿物转变的中间产物，矿物的共生组合等，都能满足这些条件。根据后来的 X 射线分析和热分析，已确定产于贝得尔的粘土系粘土矿物的混合物。也有人认为贝得尔粘土颗粒的外表层为蒙脱石，内核为高岭石，即高岭石向蒙脱石转变的中间产物^[44]。有人主张干脆消除这一名称，以免引起混乱^[27]。

当然，粘土矿物分类问题很复杂，困难也不少，要确定一个为大多数粘土工作者一致赞同的分类法，尚须付出巨大努力，进行大量实验工作和理论探讨。

像其它矿物一样，粘土矿物的内部结构决定了它们的外部结晶形态^[23, 36]。层状结构的粘土矿物多具有片状或板状结晶习性，而链状结构的粘土矿物多具有窄条带状或纤维状结晶习性。在层状结构中，矿物晶体的大小、有序度及一些结晶学特征，在很大程度上依赖于每层内较小的结构单位结合时所产生的应力，以及用来形成大的三维晶体的层间键对这些局部应力的补偿作用。例如，在云母和绿泥石中，层内应力被层间离子置换作用和相邻层强的层间键所克服，故晶体可以生长得很大，具有完好的三维有序度，伴有发育良好的晶面、解理等。当层间键不足以克服层内应力时，就不能形成类似于云母的大晶体，只能生成颗粒细小的晶体。应力的变化和键的强度变化很大，因而有序度就有很大差异，反映结构有序性的形态学特征变化就很大。

不同类的粘土矿物，在结构、成分和有序度方面均不相同，其形态特征亦有所差异，表现为从云母的结晶完好、三维有序的晶体直到非晶质硅铝凝胶的一系列变化。在同一类矿物中，由于各矿物种之间存在着化学成分和结构的渐变关系，可以料到其形态和其它性质也是渐变的。在1:1型矿物中，珍珠陶土、地开石和一些层间键相当强的高岭石的晶体，能生长得很大，很厚，有的甚至用肉眼就可看到。晶面、晶角和解理十分完好，即使在充分的分散条件下，仍能给出完好的假六方板状形态。而埃洛石由于含有层间水，层间键减弱，结果形成管和似卷曲的片。

在2:1型矿物中，层由两个四面体片中间夹着一个八面体片组成。这种结合方式本身就抑制层的卷曲。如果层间键减弱，就会产生很薄的，甚至接近于单胞厚度的薄片或板条。在电子显微镜下，蒙脱石呈现为勉强可辨认的薄片或形状不规则的碎片，或呈现为密度明显变化的絮状集合体。片的宽/厚比很大，轮廓一般不够清晰。伊利石的层间键比云母弱比蒙脱石强，形态介于二者之间。伊利石的片一般较蒙脱石的薄片厚，足以使它们能显示出清晰的轮廓。

由此可见，粘土矿物的形态特征与层内应力和层间键的关系

极为密切。这也说明粘土矿物对外力作用敏感。层间键愈弱，外力的效应就愈强。因而，一些粘土矿物受到外力的影响就会比另一些大。这就启示我们在制备试样过程中，要特别谨慎，应尽量避免强的外力作用，特别是对那些层间键很弱的粘土矿物更应注意。

根据电子显微照片对粘土矿物进行形态研究，主要须考虑以下几个方面：象的轮廓，象轮廓的清晰度，象的衬度，颗粒大小等^[47]。

用悬浮液法制备粘土矿物试样时，片状矿物颗粒一般以其最发育的面平置于支持膜上，纤维状和管状颗粒则以其纤维和管的伸长方向平行于支持膜。因而，从某种意义上讲，在电子显微镜下观察到的矿物颗粒的‘象’，可看做是它在平面上的投影。不同的粘土矿物一般呈现出各自的轮廓特征。如，等度的或一向伸长的六方片状，形状不规则的片状，板条状，纤维状等等。它们在一定程度上能够反映出试样中矿物的结晶习性，是鉴定矿物的主要标志之一

象轮廓的清晰度是鉴定矿物的另一重要标志。象轮廓的清晰度大致分为三种类型：清晰的，模糊不清的和介于两者之间的。清晰的、尖锐的轮廓为高岭石类、云母类及伊利石类中一些矿物所具有的特征；模糊不清的轮廓大多是蒙脱石-皂石类矿物的特征。当然，蒙脱石-皂石类矿物颗粒轮廓的清晰度，随可交换阳离子的种类不同而明显地变化：含钠离子的蒙脱石具有高分散性，可分散成极薄的片，以致在支持膜上形成一层极薄的致密的背景；而含钙离子的蒙脱石颗粒，多聚集成轮廓较清晰的集合体。对于清晰度处于二者之间的类型，可断定它们已经开始变化。例如，如果高岭石晶体的轮廓变得模糊不清，可以认为该高岭石晶体已经开始向蒙脱石转变，就是一般所说的高岭石的蒙脱石化。这种中间状态，是鉴定具有过渡形态的粘土矿物的一个重要标志。

根据象衬度的高低，可以粗略地估计粘土矿物颗粒的厚薄。

厚的颗粒强烈地散射电子或吸收电子，在照片上，象的衬度高，矿物颗粒的象就显得很暗，对电子‘不透明’。较薄的颗粒对电子散射较弱，在照片上象的衬度较低，与厚颗粒相比，象就显得亮些，对电子‘半透明’。对于很薄的颗粒，由于它能使电子全部通过，象就显得更亮些。象的密度均一，说明颗粒厚度均匀，否则，则表示颗粒的厚度不同。厚度的变化可以是阶跃式的突变（例如云母、高岭石等），也可以是渐变的（例如蒙脱石的集合体）。必须注意，此处所说的衬度，仅考虑到质-厚衬度，没有涉及衍射衬度和相位衬度。

用电子显微镜研究粘土矿物时，必须考虑的另一个因素是粘土矿物颗粒的大小。这一因素与地质环境，晶体生长的条件以及矿物经受的地质作用有关。一般说来，高岭石矿物颗粒比伊利石、蒙脱石矿物的小鳞片颗粒大，蒙脱石的集合体一般比高岭石、伊利石的颗粒要大得多，云母类、蛭石类、叶腊石-滑石类矿物的片状颗粒比伊利石类矿物的片状颗粒的尺寸要大。当然，各种粘土矿物颗粒的尺寸变化不一，即使在单矿物粘土粒级中，有时颗粒大小变化范围也很大。譬如，高岭石可从几十微米到百分之几微米。如前所述，粘土矿物对外力作用反应敏感，因而在经过研磨后，很难区分出所显示的颗粒，是原来的晶体还是在外力作用下解理而成的。所以在讨论晶体大小与成因的关系时，必须考虑所采用的制样方法和外力的影响。

将上述的几个因素综合起来，就可得出所测的矿物颗粒的立体形态及结晶程度等形态学概念。根据电子显微镜下的观察，可将粘土粒级颗粒的形态大致分为：等度的或一向伸长的假六方片状，带角的或平滑的等度片状，伸长片状，板条状，管状，絮状，刨花状（以上一般为层状结构粘土矿物的特征）；纤维状，针状，束状，窄条状（这几种多属于链状结构粘土矿物的特征）；球状，菱面体，星点状，短针状，实体状（这些多系非粘土矿物的特征）。

必须着重指出，单凭颗粒的形态来鉴定矿物，只对一些主要的、常见的粘土粒级的矿物是准确的。对于这些矿物，已积累了

大量的实验资料，足以可靠地确定矿物的种类。但是常常发现，不同的矿物在电子显微镜下却呈现有相似的形态。例如，伊利石和云母呈现相近的形态，前者为粘土矿物，而后者为非粘土矿物；坡缕缟石、海泡石与非粘土矿物角闪石石棉也具有相似的形态。有些同型但不同种的层状粘土矿物也会具有相似的形态，如埃洛石和纤维蛇纹石；蛭石、叶腊石、滑石和伊利石等等。此外，同一种矿物由于成因不同会产生不同的形态。例如，沉积成因的伊利石多呈等度片状，而热液成因的伊利石多呈板条状。热液成因的高岭石晶体极为完好，晶体大而厚，经过搬运的高岭石晶体则遭受不同程度的磨损和破碎，边角变得钝圆。因此，在没有任何地质资料或无任何其它分析数据的情况下，单凭形态鉴定粘土粒级的矿物组分，有时是很困难的。必须结合地质情况，与其它方法配合，才能准确无误地鉴定。

第二章 高岭石-蛇纹石类矿物

高岭石-蛇纹石类矿物为1:1型层状结构硅酸盐。层单胞电荷数约为0。该类矿物分为高岭石（二八面体）和蛇纹石（三八面体）两个亚类。在高岭石亚类中，八面体中心位置由 Al^{3+} 占据，同形置换极少见；在蛇纹石亚类中，八面体中心位置由二价阳离子占据，化学成分变化很大，同形置换亦很普遍。在某些情况下，四面体中部分的 Si^{4+} 可被 Al^{3+} 和 Fe^{3+} 置换。

（一）高岭石亚类

该类矿物的结构单位层由Si-O四面体片和Al-(O, OH)八面体片组成。四面体和八面体在它们相互连结的角顶上共同占有氧原子。结构单位层在 a 轴和 b 轴方向上延续，在 c 轴方向堆叠。由于层的堆叠方式不同，形成一些结构变种。

该类矿物包括高岭石、地开石、珍珠陶土、 b 轴无序高岭石、埃洛石、变埃洛石等。它们的有序度变化大，颗粒大小变化范围宽，形态特征各异。因而，在电子显微镜下可以根据它们固有的形态特征予以区分。例如，珍珠陶土、地开石和高岭石的有序度高，晶体呈假六方板状，厚度均匀，轮廓清晰，这是它们区别于其它粘土矿物的典型形态特征。 b 轴无序高岭石在形态上与结晶良好的高岭石有所不同，一般呈现为形状不规则或略具假六方外貌的薄片状，大的晶体少见。变埃洛石和埃洛石的有序度比 b 轴无序高岭石的更低，在电子显微镜下呈管状或卷曲的片状。



‘高岭石’一名源于我国江西浮梁高岭山，它是该亚类中最重