

粘土的电子顯微鏡研究

M·Φ·維庫洛娃 著

地質出版社

粘土的电子顯微鏡研究

M. Ф. 維庫洛娃 著

許冀泉 譯

地質出版社

1957 北京

М. Ф. ВИКУЛОВА
ЭЛЕКТРОННОМИКРОСКОПИЧЕСКОЕ
ИССЛЕДОВАНИЕ

ГЛИН

ГОСГЕОЛИЗДАТ МОСКВА, 1956

粘土是随处可见的材料，在国民经济各部门的用途很广。电子显微镜的放大本领极高，能让我们观察到构成粘土的各种矿物颗粒的形态，因而成为认识胶态分散的粘土矿物的得力仪器之一。

苏联矿物学界利用电子显微镜研究粘土，以 М. Ф. 维库洛娃为最早。在这本小册子中，她告诉我们各种胶态分散矿物的形态特征，并从而推论其形成时的古地理环境。

粘土的电子显微镜研究在我国刚刚开始，中译本的印行将使我们得益很多。

粘土的电子显微镜研究

著者 М. Ф. 维库洛娃
译者 许翼泉
出版者 地质出版社

北京宣武门外永光寺西街3号

北京市书刊出版业营业许可证出字第005号

发行者 新华书店

印刷者 地质印刷厂

北京广安门内教子胡同甲32号

编辑：荣灵璧 技术编辑：张华元 校对：马志正
印数(京)1-6300册 1957年1月北京第1次印刷
开本31"×43"1/32 1957年1月北京第1版
字数20,000字 印张7/8
定价(10)0.15元

目 錄

緒論.....	4
研究方法.....	5
粘土和風化壳礦物的电子顯微鏡特征.....	7
利用电子顯微鏡的資料解釋粘土的結構特性及其 形成条件.....	20
結論.....	27
参考文献.....	28

緒 論

全苏地質研究所早在1947年就开始粘土的顯微鏡研究，那时正值國立光学研究所制造ГОИ电子顯微鏡之初（維尔茨涅尔[2, 3]）。从1950年起，全苏地質研究所實驗室中也用ГОИ电子顯微鏡進行这种研究。

电子顯微鏡是研究粘土礦物組成的新方法，它使小于1微米的礦物顆粒能夠單獨地研究。这些小于1微米的礦物顆粒决定了粘土的基本性質：可塑性、粘結性、吸收容量、膨脹性等等。这些顆粒在普通光学顯微鏡中，即使用最高的放大率（800—1000）也不能測定。电子顯微鏡給观察对象的原放大率是4000—8000倍。同普通光学顯微鏡相比，电子顯微鏡的这一性質是其主要优点，并为粘土和其他地質物体的物質組成的認識和研究揭开了新的远景。电子顯微鏡表明，粘土的小于1微米部分無論是粘土的不同礦物类型还是这类型的不同代表，都具有表現得很明顯的各种礦物顆粒的形态特征，視粘土的形成环境而定。

著者到現在为止在电子顯微鏡中研究过的多半是粘土及其造岩礦物^①。但是，新仪器在研究粘土岩或其他地質物体这方面的可能性还不局限于这一点。膠結的細分散岩（泥板岩、泥頁岩等）的粘土部分、礦石、微动物化石群等也可在电子顯微鏡中研究。掌握各种地質物体的組成和結構研究的电子顯微鏡方法，并在實踐中广泛运用它，是全苏地質研究所电子顯微鏡實驗室最近將來的任务。

①現在这篇著作是著者在1950年12月16日苏联科学院召开的全苏电子顯微鏡會議上所作的报告的擴充。

研 究 方 法

著者在研究粘土組成時，現在只採用供電子顯微鏡研究用的樣品製備法中的一種方法——懸浮法（維庫洛娃〔4，5〕）。這方法特別適用於那些容易獲得顆粒大小 < 0.001 毫米的懸浮液的岩石。粘土在水中能浸潤的性能，使有可能迅速地製備研究所需的懸浮液，而用不到相當大的機械作用。

粘結的粘土岩——泥板岩、燧石粘土、鋁土礦——的懸浮液，也可用少量的水在研鉢中研磨而得到。

供電子顯微鏡研究用的樣品製備法敘述在著者從前發表的工作中（維庫洛娃〔4，5〕）。

製備好的樣品裝入電子顯微鏡中。建立真空以後，在熒光屏上觀察所研究物質的形象，並在樣品的特征部分攝取照相。

從粘土懸浮液製備樣品可在臨觀察前進行，也可在很早以前進行。干燥了的樣品能很好地保持數月。

前面已經提到，用ГОИ電子顯微鏡來研究粘土時，在底片上的原放大率是4000—8000倍。在印時可放大到20,000—35,000倍。在這樣的放大率下，能很好地辨別形狀（在平面投影中）和0.05—1微米的顆粒大小。小於0.05微米顆粒的輪廓，在這放大率下已不夠清楚。雖說在平面投影上不能直接測定顆粒的厚度，但是根據顆粒的電子穿透性，可以判斷其相對厚度。在照片上看到不透明的、電子不能穿透的礦物顆粒（厚的）和半透明的（和近乎透明的）、較易穿透的顆粒（因而是較薄的）。



圖 1.

硬質高嶺粘土, 高嶺石
和黃鉄礦(圓形和正
方形的顆粒)。

放大13,000倍

□—黃鉄礦

K—高嶺石



圖 2. 三水鋁石。

放大12,000倍

粘土和風化壳礦物的電子顯微鏡特征

構成粘土和風化壳礦物微細分散部分的顆粒，具有各種不同的形狀、大小和厚度。

我們所研究的礦物以下述的特性為其特征。

高嶺石 在不同成因類型的粘土中，有不同的晶形。從鋁矽氧凝膠結晶而成的高嶺石為厚薄不等，但是有顯著厚度的（通常不透明的）、各種大小的六角形薄片狀，晶稜的夾角從 106° 到 140° 。這種形狀的高嶺石顆粒在原生高嶺土和湖盆的硬質高嶺粘土（圖1）中占優勢。

由於原生高嶺粘土在水的介質中搬移並沉積而成的湖沼高嶺土中，高嶺石顆粒的形狀不正常，邊緣不整齊，輪廓常模糊不清，很少能保存一二明顯的晶面（維庫洛娃〔4, 5〕）。這些高嶺石的顆粒比原生高嶺土和硬質粘土的顆粒較小。由云母逐漸變化而成的高嶺石具有類似云母的、向邊緣減薄的鱗片狀（維庫洛娃〔4, 5〕），有時呈鋸齒狀的輪廓。

高嶺石總是以晶体輪廓鮮明為特征，這一點把它與蒙脫石和拜來石區別開來。

三水鋁石 我們曾從Е.П.列凡多（Левандо）人工製造得的水化氧化鋁溶膠中結晶出的沉淀內研究三水鋁石（圖2），水化氧化鋁膠曾在實驗室的條件下，在封閉的玻璃瓶中貯藏10年。三水鋁石像高嶺石一樣，具有六角形或圓形的、等度的、透明或不透明的小片，但是較小。此外，在圖2中可見到沒有完全結晶的凝膠的形跡。

埃洛石（圖3）——通常是高嶺粘土的伴生礦物，其次是拜來粘土的伴生礦物。到現在為止，我們沒有在其他粘土



圖 3. 埃洛石。
放大 13,000 倍

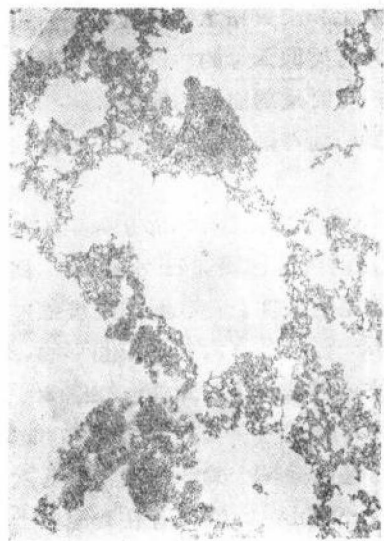


圖 4. 埃洛石和云母狀
高 石
放大 13,000 倍

中發現过它。

埃洛石的晶体是細長的針狀或棍狀。晶体通常是厚的、不透明的，較少数晶体末端是半透明有时粘合一起，好像屈折的双晶或形成伴生集合体。埃洛石晶体的輪廓是清楚的。按照最近的研究（T. 佩治、Φ. 希尔德勃蘭德和 A. 斯温佛尔德〔1〕），埃洛石个体是圓筒形的空心管子，其縱断面成圓环，中心是空的。当加热时，管子展开而成为薄片，同高嶺石沒有区别。

埃洛石結構的这一特性，如果眞的存在，現在还不能从晶体生長的普通概念出發加以解釋。

埃洛石晶体的大小是不等的。在風化壳（裂隙、空洞）中，存在着有利于生長的条件时，它达到数微米長。在粘土中也遇到有極細的埃洛石晶体，大約是在 0.1 微米以下，互相联結成一捆（圖 4）。埃洛石的这一变种到現在还没有分

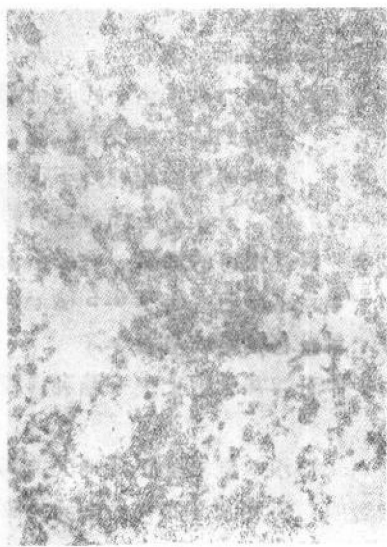


圖 5. 鉄埃洛石。

放大 8,000 倍



圖 6. 細鱗片狀的膨脹性蒙脫石 (M) 和方英石 (E)。
放大15,000倍

离成单独的部分以供專門研究它的組成。

鉄埃洛石 風化壳中有純的鉄埃洛石 (圖 5)。从顆粒形狀上看來，它与埃洛石有顯著的不同。鉄埃洛石的特征是細的 (多半是十分之微米以下)、不規則的、等度的、圓形的、有时是有稜角的薄片或鱗片，具有明顯的輪廓，不很清楚的較少 (可能是因為太細的緣故)。鉄埃洛石顆粒具有較大的聯結性能，因此很难獲得分离得很好的样品。鉄埃洛石的形狀与某些可塑性高嶺粘土中的高嶺石 (小于 0.5 微米) 相似。但是，細粒的聯結力，高嶺石要比埃洛石小。

蒙脫石 以若干形态上的变种而存在于粘土中，輪廓模糊是它們的共同特性。

1. 細鱗片狀蒙脫石 (圖 6) 在水中劇烈膨脹并喪失掉鱗片的明晰輪廓。在电子顯微鏡中，可在濃厚的样品中看到膠

脹的、无一定構造的濔脫石塊体，具有模糊的輪廓，对于电子的穿透性随移到薄膜上的懸浮液的稠度而異。

2. 不膨脹粘土中的濔脫石顆粒呈細長的鱗片狀，并且同一个体中有一部分輪廓是清楚的，有一部分是模糊的。

3. 膨脹較差的濔脫石具有不透明或半透明粒狀和帶有溶蝕狀輪廓的团塊狀集合体。这些粒子和集合体很可能是拜來石。



圖7. 具有尖銳突起的粗鱗片狀濔脫石。
放大11,000倍

4. 粗粒濔脫石为局部不透明、局部半透明，帶有尖銳的刺狀突起（圖7）。

上述濔脫石的变种共同存在粘土中，現在还不能从濔脫石組中分离出來以供其化学組成、構造和其他性質的專門研究。

所以現在很难有把握說，这些濔脫石形态上的变种是有个性的，具有固定的構造、組成和性質，也很难說濔脫粘土

的組成和性質的變化是與處在其中的這些變種的比率不等有關。對於任一蒙脫石變種在組成中占優勢的粘土進行研究結果表明，它們在物理化學性質和化學組成上互不相同。根據這一點可以想到，蒙脫石的一定外貌不是偶然的，而是和它的性質、組成和構造聯繫着的。

拜來石是在來自卡查赫斯坦、西西伯利亞、別洛露西亞以及烏拉爾風化壳（И. И. 金茲堡採集）的第三紀、白堊紀和三疊紀海相拜來石粘土標本中進行研究的。

膨脹的拜來石和膨脹較差的拜來石在水中的習性是不同的。膨脹的拜來石（圖8）由極細的（ <0.1 微米）、透明和半透明的、具有模糊輪廓的、各向等度的薄片，和這些薄片的團塊狀集合體組成，形狀較大；或由粒狀礦物組成，同樣具有模糊的輪廓，中部不透明，類似蒙脫石的第三個變種。

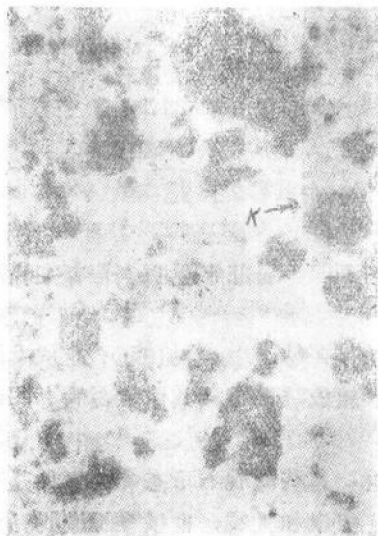


圖8. 膨脹性拜來石和石英
(K)混入物。
放大11,000倍

膨脹較差的拜來石（圖9）主要由輪廓模糊的粒子組成，並含有少量各向等度的微細薄片，間或呈細長的鱗片狀。水云母和石英作為膨脹較差的拜來石的細粒部分的混入物而存在，在膨脹的拜來石中則是蛋白石和類似坡縷綹石的鎂質礦物。它的組成現在還沒有確定。

我們把所研究的粘土中的拜來石當作是水云母隨形成條件而逐步變來的產物，這在電子顯微鏡中可以明白地看出。膨脹的拜來石與較深水的沉積有關；在海濱相中，則以水云母和膨脹較差的拜來石為主。

從風化壳中得來的拜來石（И.И.金茲堡采集）主要由細粒組成，結構上與膨脹拜來石的細粒類似，但是較厚，此外，還含有形狀不規則的薄片狀顆粒，部分具有明顯的輪廓。這或許與風化壳中的拜來石的膠體化學成因，即由凝膠結晶而成有關。

綠脫石 從風化壳中得來的綠脫石（圖10），其較粗大個體具有與薄片的長度平行的細長薄片狀，而較細的個體則成木片狀。

在綠脫石中，同輪廓清晰的薄片在一起，還可看到溶蝕狀輪廓的薄片。我們現在還沒有遇到綠脫石的粘土。

得自風化壳的**鉻嶺石**（蘇聯科學院博物館蒐集）含有細的、半透明的、形狀等度或細長的、輪廓模糊的鱗片和較粗的不透明鱗片，輪廓局部清楚，局部溶蝕狀；而且有時帶着尖銳的突起。

蜡蛇紋石（圖11）是風化壳典型的膠狀形成物。它由細的、各向等度的、類似於風化壳拜來石的顆粒和團塊結構的、類似於膨脹較差的拜來石的、大小中等的粒子組成。

蜡蛇紋石的顆粒以輪廓較明顯、有稜角的形狀和較不透

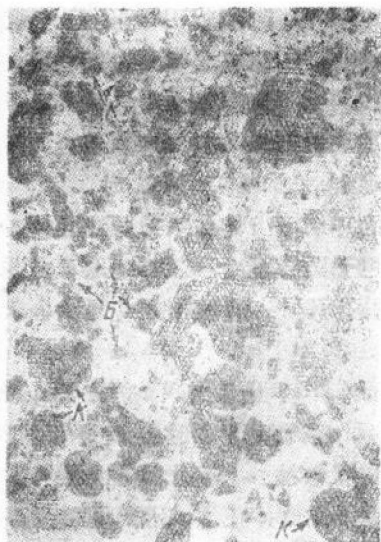


圖 9. 膨脹較差的拜來石和
石英(輪廓清晰的不透
明顆粒)混入物。

放大11,000倍

B—拜來石

K—石 英



圖 10. 綠脫石。

放大8,000倍



圖 11. 蛇蛇紋石。
放大11,000倍

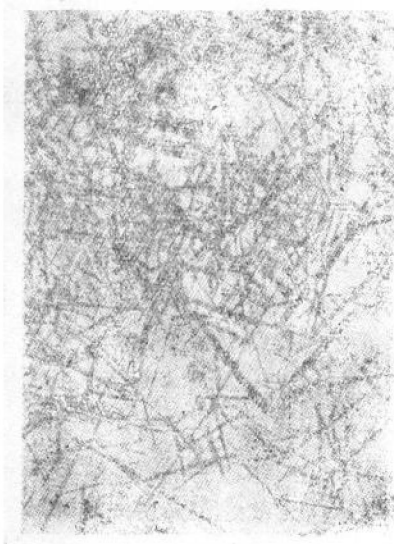


圖 12. 坡縷縐石。
放大11,000倍



圖 13. 蛸蝶石。

放大10,000

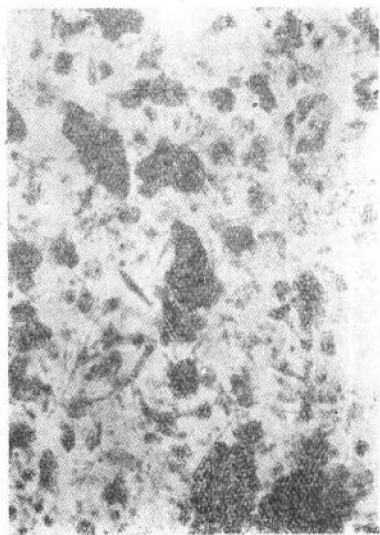


圖 14. 水云母变种 I。

放大20,000倍