

# 膠体分散矿物鑑定法

И. Д. 謝德列茨基著

BRN187/c1

地質出版社

# 膠体分散矿物鑑定法

И. Д. 謝德列茨基 著

王桂生 田玉枝 合譯

地質出版社

1959•北京

**проф. И. Д. СЕДЛЕЦКИЙ**  
**МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ**  
**КОЛЛОИДНО-ДИСПЕРСНЫХ МИНЕРАЛОВ**

ИЗДАТЕЛЬСТВО

КИЕВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

ИМ. Т. Г. ШЕВЧЕНКО 1955

本書首先介紹了膠體分散礦物的性質和實踐意義，然後對膠體分散礦物的鑑定方法作了淺近的敘述。書後附有變態射綫礦物鑑定表。

本書由冶金部有色冶金設計院王桂生和田玉枝等同志翻譯，科學院土壤研究所許冀泉同志校對。

本書可供礦物工作者、土壤工作者參考。

**膠體分散礦物鑑定法**

著者 И. Д. 謝 德 列 茨 基

譯者 王 桂 生 田 玉 枝

出版者 地 質 出 版 社

北京宣武門外永光寺西街3號

北京市書刊出版業營業證出字第050號

發行者 新 華 書 店

印刷者 錦 州 印 刷 廠

印數(京) 1—4,000冊 1959年4月北京第1版

開本 31"×43". $\frac{3}{4}$  1959年4月第1次印刷

字數 130,000 印張 6

定價(10) 0.81元

# 目 录

## 原 序

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 第一章 膠体分散矿物及其意义 .....          | 6  |
| 1. 膠体分散矿物的分佈 .....            | 6  |
| 2. 膠体分散矿物的稳定場所 .....          | 7  |
| 3. 膠体分散矿物的性質 .....            | 8  |
| 4. 有机矿物 .....                 | 13 |
| 5. 是碎片还是完整的特殊矿物 .....         | 13 |
| 6. 膠体分散矿物的独立性 .....           | 15 |
| 7. 膠体分散矿物的組合 .....            | 16 |
| 8. 膠体分散矿物的地球化学作用 .....        | 18 |
| 9. 膠体分散矿物的实用意义 .....          | 18 |
| 10. 膨脹性 .....                 | 20 |
| 11. 膠体分散矿物学 .....             | 22 |
| 第二章 膠体分散矿物的研究方法 .....         | 24 |
| 1. 膠体分散矿物的分离和划分方法 .....       | 24 |
| 岩石的預先处理 .....                 | 29 |
| 2. 膠体分散矿物X射线分析 .....          | 30 |
| (1) 分析的实质和技术 .....            | 30 |
| (2) 德拜圖譜的获得 .....             | 30 |
| (3) X射线照相时矿物的准备 .....         | 34 |
| (4) 膠体分散矿物X射线繞射譜的获得 .....     | 37 |
| (5) X射线譜的詮釋和膠体分散矿物成分的鑑定 ..... | 40 |
| (6) X射线照相分析法測定膠体分散矿物的数量 ..... | 54 |
| (7) 仪器 .....                  | 57 |
| 3. 膠体分散矿物的热分析 .....           | 60 |
| (1) 方法的实质和仪器 .....            | 60 |
| (2) 膠体分散矿物热譜的取得 .....         | 62 |

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| (3) 各种膠体分散矿物的加热曲线 .....           | 63  |
| (4) 有机矿物鑑定 .....                  | 72  |
| 4. 脱水曲线法 .....                    | 73  |
| 5. 脱水和复水法 .....                   | 74  |
| 6. 矿物的热分析定量 .....                 | 76  |
| 7. 电子繞射相分析 .....                  | 78  |
| (1) 电子繞射分析法的原理 .....              | 79  |
| (2) 膠体分散矿物的电子繞射照像 .....           | 81  |
| 8. 借助于电子显微镜研究膠体分散物 .....          | 87  |
| (1) 电子显微镜的構造 .....                | 89  |
| (2) 膠体分散矿物研究的結果 .....             | 90  |
| 9. 用色剂研究矿物 .....                  | 96  |
| 工作方法 .....                        | 98  |
| 10. 膠体分散矿物的显微镜研究 .....            | 99  |
| 11. 化学分析 .....                    | 102 |
| 12. 光谱分析和麁琴射线光谱分析 .....           | 104 |
| 13. 吸收容量和交换性陽离子成分的測定 .....        | 105 |
| 14. pH 的測定 .....                  | 106 |
| 15. 电荷符号的測定 .....                 | 106 |
| 16. 矿物的合成 .....                   | 106 |
| 17. 其他方法 .....                    | 107 |
| 結論 .....                          | 108 |
| 附录: 若干普通矿物和膠体分散矿物的麁琴射线分析数据表 ..... | 109 |
| 参考文献 .....                        | 144 |

## 原 序

天然膠体形成物包括粘土、粘土岩(泥質岩, 泥質頁岩)、黃土、海、洋等淤泥、風化壳、金屬矿床的氧化帶等, 無論在社会主义工業中和农業中都越来越多地被实际利用着, 这些利用要求对其矿物成分进行更深刻的研究。

所有这些地質形成物, 無論是岩石还是矿石, 都以高度的分散性和存在膠体分散矿物为其特征。为了研究这些顆粒大小与膠体相等的最細小的矿物, 目前采用欒琴射綫分析、热分析和其他分析, 以及电子显微鏡等。为了应用这些分析方法又有必要制定分离膠体分散矿物的特殊方法。

在矿物学文献中至今还没有一本有系統地闡述这些新的研究方法及其应用于膠体分散矿物研究的專著。其实对这种書籍的需要一天比一天迫切, 因为一方面由于沉积岩的地質学研究工作的扩大, 另一方面則由于沉积作用和風化作用理論研究工作的深入和扩大。在这本書中作者尽量对新方法及其在地質矿物学实践中的应用作全面的叙述, 并且还引用了最有代表性的資料, 这些資料是这些新方法用于各別膠体分散矿物时得到的。

## 第一章 膠體分散礦物及其意義

### 1. 膠體分散礦物的分布

在自然界中除了普通的偉晶和微晶的礦物外還廣泛地分佈有最小的礦物。它們的顆粒小到這樣的程度，以致不僅用肉眼看不到，就是在顯微鏡下也往往不能觀察到。其顆粒小於 0.0001 毫米或小於  $10^{-5}$  厘米，這樣的礦物已經是膠體了。

如所週知，顆粒極小（從  $10^{-4}$ — $10^{-6}$  毫米或從 100—1 毫微米）即所謂高度分散形成物的膠狀物質叫做膠體。膠體分散礦物這個名稱即由此而來；按其顆粒和性質，它們是典型的膠體物，但它們不是得自實驗室的，而是由於地球化學作用的結果而在地殼中形成的天然產物。它們在河水、沼澤水、湖水、洪水、海水和大洋中以長年不沉的泥漿狀態出現，使水混濁和常常帶有顏色。尤其是在春季和雨後，河水將大量的膠體分散礦物從陸地帶入海洋中。泥漿在水盆地（海洋）沉積後，形成了充滿膠體分散礦物的海底沉積物。在膠體分散礦物中不僅有從大陸上帶去的礦物，而且也有在水中形成的和經物理化學、膠體化學、生物化學及其他反應結果從水中分出的礦物。各種沉積岩（粘土、黃土、粉砂岩、泥質岩）中含有大量的膠體分散礦物，它們一部分是從沉積物中而來的也可能在以後的作用（表生作用）中形成。

在地表，由於風化作用的結果，塊狀結晶岩石（花崗岩、純橄欖岩和蛇紋岩）被破壞了，而常常在原地形成了深厚的風化殼——松散的風化產物。烏克蘭的高嶺土風化殼，烏拉爾古老的綠脫石風化殼和高加索的紅色風化殼等就是屬於這種類型的。

無論是現代的或古老的風化殼中都含有大量的膠體分散礦物。它們也屬於沖刷和再沉積的風化產物。在金屬礦床的氧化帶中有大量的膠體分散礦物形成。

土壤佔有特殊的地位。它由風化作用和成土作用而形成，富含膠體分散礦物。可以說沒有膠體分散礦物就沒有土壤。即使在空氣中也會碰到膠體分散礦物，它們由於顆粒很小重量很輕而被風從土壤中吹起（特別在沙漠中）帶到很遠的地方，降落在干草原上，正如奧布魯切夫院士所指出的，形成了風成黃土。在蘇聯、中國以及其他國家佔很大面積，厚度常常達到 400 米以上的岩石。黃土中也含有相當大量的較大顆粒。膠體分散礦物可被氣流帶到大氣圈的最上層。最後在生物有機體中：根足類、硫細菌、鐵細菌中也可以見到膠體分散礦物。

由上述可知，膠體分散礦物在地球上的分佈確是廣泛。

## 2. 膠體分散礦物的穩定場所

如果現在注意一下，在地殼的那一部分膠體分散礦物最穩定，因而分佈又廣，那麼，可以說這一部分就是地表。實際上，膠體分散礦物的分佈也是在地表、岩石圈表面部分、水中、水盆地的底部（水圈）、大氣圈下層，即表生帶中以及在生物圈中為最廣泛。

隨着向地殼深處移動，膠體分散礦物的數量顯著地減少，並且很快就完全消失。在大理岩和結晶頁岩中已經找不到這種礦物。在表生形成物中帶有膠體分散礦物的岩石在變質作用時，當它們被其他沖積物所埋沒，並且沉入高溫高壓的較深地帶時，這些礦物發生變化和改變。這些作用在構造區域進行得特別強烈，在這裡移位的沉積岩已經十分貧乏膠體分散礦物。

頓巴斯西南部上泥盆紀的綠色泥質頁岩可作為這樣的例子，它只含有石英和伊利石；頓巴斯的石炭紀致密粘土（泥質岩）中含有高嶺石、蒙脫石、伊利石；高加索的千枚岩，含石英、絹雲母、綠泥石等。

由此可知，膠體分散礦物只在地球的表面穩定。地表由低溫低壓（對地表來說是正常的情况）所統治。一當這些條件由於某種原因而向溫度和壓力增高的方向改變時，膠體分散礦物就立即改變、破壞、以致於消失。例如，埃洛石  $\text{Al}_4[\text{Si}_2\text{O}_6](\text{OH})_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  在  $+50^\circ\text{C}$  時就要失去四分子水並且變成了另一種礦物——偏埃洛石  $\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}] \cdot (\text{OH})_8$ ——誠然，它也是膠體分散礦物。高嶺石和埃洛石在  $+500^\circ\text{C}$



时完全被破坏，并且高于 $+500^{\circ}\text{C}$ 时它們就不可能存在。膠体分散矿物是一种地質溫度計(見下面)。因此，地表帶(表生作用帶生物圈)是膠体分散矿物的穩定場所。†

### 3. 膠体分散矿物的性質

膠体分散矿物在地表帶的穩定性是決定于它的性質、而其性質又受地表帶所統治着的特殊条件所引起的。膠体分散矿物具有普通矿物所沒有的或几乎沒有的特殊性質：高度的分散性，晶格的活動性，表面能量大，类質同像普遍，陽离子吸收和交換量大，陰离子的吸收和交換，選擇吸收作用，在多数情況下在水中劇烈膨脹，由非晶質状态到半晶質和晶質狀(或者相反)的逐漸过渡和相互联系，含水量大，服从于地理地帶性等。

如上所述，膠体分散矿物具有極細的顆粒。由分子大小到 $10^{-4}$ 毫米，同时也像普通矿物一样有百分之一毫米到1毫米或者更大的結晶体。在地表帶易变的情況下普通矿物是不穩定的并且不断地被破坏着(長石等)，轉变成了膠体分散矿物。由于膠体分散矿物的顆粒很小，因此它就适合在地表帶易变化的条件下存在。地表帶的易变条件引起了矿物結晶和破坏非晶質化作用的經常变化，創造了小顆粒的矿物。它們的顆粒大小是这两种对立过程斗争的結果。

但是，只有膠体分散矿物的小顆粒一种性質还远远不足以使它在地表帶易变条件下穩定。例如，如果把正長石变成膠狀，那末我們非但不能增大它在地表易变条件下的穩定性，却相反的加速了它的破坏作用，因为小顆粒劇烈地減小了它对水、酸和有机体破坏作用的抵抗。要注意到，正長石以及其他長石通常在高溫高压統治的地区形成。

膠体分散矿物的小顆粒再加上它的特殊構造使它具备了从水溶液中吸收陽离子和陰离子等的性能。

許多膠体分散矿物与普通矿物不同，它有較不緊密的和活动的結晶格子。蒙脫石(圖1)①的格子就是一例。蒙脫石的格子中可分出許多

① 本書中一部分圖是作者所制，而另外一部分是借用Д.С. 別良金, И.И. 金茲堡, Н.И. 戈尔布諾夫, 馬克-埃溫, Т. 伯治和Г. 格里姆著作中的插圖。

結構組合(пакет), 它們是由水鋁氧(八面體)層  $\text{Al}(\text{OH})_3$  相互連接的兩個四面體層  $[\text{Si}_2\text{O}_5]$  所組成的。

四面體層中的一部分矽被鋁所同形置換; 一部分水鋁氧的氫氧原子團, 在與  $[\text{Si}_2\text{O}_5]$  層結合時失去。有時在八面體層中的一部分鋁被  $\text{Mg}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  等所置換。為了補償在  $\text{Al}^{3+}$  置換  $\text{Si}^{4+}$  和  $\text{Mg}^{2+}$  置換  $\text{Al}^{3+}$  時產生的正電荷的不足, 格子中要補充進交換性陽離子。其結果蒙脫石得出下列化學式:  $\text{Ca}(\text{Al}, \text{Mg})_2[(\text{Al}, \text{Si})_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。

結構組合內部由主價的力彼此牢固地結合着, 然而在它們之間則由副價的弱力起着作用。因為結構組合的表面是由氧離子組成的面對面的結構組合的表面帶着相同的負電荷, 所以一個結構組合對另一個結構組合產生斥力。由於結構組合之間的聯結力弱, 所以水、交換性離子以及其他物質很容易進入結構組合間的空間, 使結構組合展開。當蒙脫石吸收的水份超過 30% 時, 結構組合間的空間就從  $3.4\text{\AA}$  增大到  $15.4\text{\AA}$ , 或者更大。在水和吸收物質因干燥和交換而析出之後, 結構組合又重新收縮。

由於格子的活動性, 蒙脫石很能適應於地表帶的易變條件。高度的濕潤引起蒙脫石對水份的吸收, 而干燥則會使水析出到周圍的介質中。各種陽離子在周圍溶液中的增加或者它們之間關係的變化, 立刻會影響到蒙脫石的交換性陽離子的組成。

當然, 所有這些就促成了蒙脫石和其他礦物在地表易變條件下的穩定性, 同時保證了它們適應這些易變條件。對普通礦物來說任何相似的地方都沒有, 這也就說明為什麼它們在生物圈中易受破壞。

應該指出, 所有的膠體分散礦物, 大体上都含有大量的水份: 例如蒙脫石含 22% 以上的水份, 它的完全化學式為:  $\text{Ca}(\text{Al}, \text{Mg})_2[(\text{Al}, \text{Si})_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2, x\text{H}_2\text{O}$ , 中式  $x = 5-10$ , 這表明這種水在礦物中的變動數量。綠

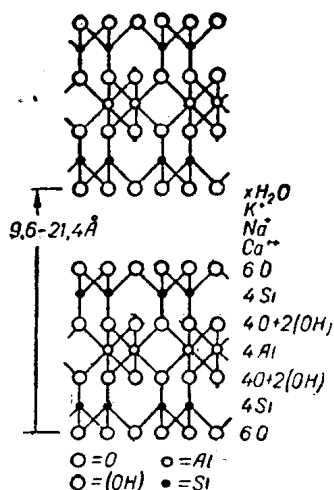


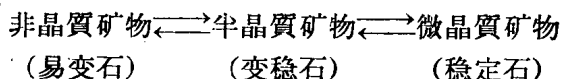
圖 1

脫石中的含水量為14—24%，埃洛石中為16%，高嶺石中為14%等等。

在膠體分散礦物中大量的水首先與它的性質——小顆粒、結構和吸收性能等有關，其次，與水份在地表條件下佔統治地位有關，膠體分散礦物也是在地表條件佔優勢。

膠體分散礦物按其成分來說，不僅僅是無機的，而且也是有機的和有機礦質的。在自然界中廣泛分佈的腐植酸（薩爾馬特粘土、石炭紀沉積、煤、土壤、海淤泥等）是典型的膠體分散礦物。對成分複雜的有機礦質化合物還研究得不够。

指出膠體分散礦物中非晶質、半晶質和全晶質形成物的存在是非常重要的，它們之間以可逆的轉變互相聯繫着。這一點可用下式表示：



上述作用主要是表生帶的特徵，因為在表生帶的易變條件下，非晶質礦物的結晶作用常常被相反的過程即非晶化所代替，也就是說，破壞了結晶作用過程中所已經取得的規律性。

生物有機體的破壞活動也促進了礦物的非晶化，這一點已為В.И. 維爾納德斯基和А.П. 維諾格拉多夫完善地証實了。礦物由非晶質轉變成晶質或者由晶質轉變為非晶質不是突然變成的，而是逐漸地經過一系列的過渡階段，因此，出現了一些結晶不完全的礦物。可以作為標準的非晶質膠體分散礦物的有：水鋁英石—— $\text{Al}_2\text{SiO}_5 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ，偏錳酸礦—— $\text{MnO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ （А. 別捷赫琴），Дельттерит—— $\text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ，四水鋁石—— $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ，鐵、鋁、鈷及其他元素的非晶質氫氧化物。

半晶質礦物有：變石英—— $\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ，архонит—— $\text{Al}_2\text{SiO}_5 \cdot 5.5\text{H}_2\text{O}$ （Ф.Ф. 丘赫羅夫），放熱石（экзотермит）—— $(\text{Ca}, \text{Mg})\text{O} \cdot 4.5\text{MnO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ （Д.С. 別梁金）等等。

非晶質礦物或半晶質礦物研究得都很差，因為只在近幾年來才開始注意它們。

目前已知的膠體分散礦物約有100種，其中大多數都是屬於微晶質形成的。它們的結晶性是用樂琴射線和其他方法發現的。

目前已發現的微晶膠體分散礦物中，最主要的礦物有下列幾種：

自然金、銀、銅、硫、碳、砷等等。膠體分散礦物中有少數礦物是硫化物：膠黃鐵礦、水隕硫鐵以及某些其他硫化物礦物。氧化物和氫氧化物中有：水鎂石—— $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、分散銳鈦礦—— $\text{TiO}_2$ 、三水鋁石—— $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、水軟鋁石—— $\text{AlO} \cdot \text{OH}$ 、針鐵礦—— $\text{HFeO}_2$ 、纖鐵礦—— $\text{FeO} \cdot \text{OH}$ 、水錳礦—— $\text{MnO}_2 \cdot \text{Mn}(\text{OH})_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 、鈷土礦、分散方解石—— $\text{CaCO}_3$ 、菱鎂礦—— $\text{MgCO}_3$ 、菱鐵礦—— $\text{FeCO}_3$ 、白云石—— $(\text{Ca}, \text{Mg})(\text{CO}_3)_2$ 、膠磷礦等。然而大多數礦物是矽酸鹽和鋁矽酸鹽。

### 鏈狀矽酸鹽

#### 海泡石組

海泡石—— $\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{11}]\text{H}_2\text{O} \cdot n\text{H}_2\text{O}$

#### 鎂山軟木組

鎂山軟木—— $\text{Mg}_5\{[\text{Si}_4\text{O}_{10}] \cdot (\text{OH})_2\} \cdot 8\text{H}_2\text{O}$

### 片狀矽酸鹽

#### 叶蜡石組

分散叶蜡石—— $\text{Al}_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$

#### 分散滑石組

分散滑石—— $\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}] \cdot (\text{OH})_2$

汉克脫石—— $\text{E}_{0.33}(\text{Mg}_{2.67}\text{Li}_{0.33})[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$

#### 蒙脫石組

鈣蒙脫石—— $\text{E}_{0.33}(\text{Al}, \text{Ca})[(\text{AlSi}_3)\text{O}_{10}](\text{OH})_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$

鎂蒙脫石—— $\text{E}_{0.33}(\text{Al}, \text{Mg})[(\text{AlSi}_3)\text{O}_{10}](\text{OH})_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$

鈣鎂蒙脫石—— $\text{E}_{0.33}[\text{Al}(\text{Ca}, \text{Mg})][\text{AlSiO}_{10}] \cdot (\text{OH})_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$

銅蒙脫石—— $\text{E}_{0.33}(\text{Al}_{1.04}\text{Mg}_{0.08}\text{Cu}_{1.33})[\text{Al}_{0.28}\text{Si}_{3.72}\text{O}_{10}] \cdot (\text{OH})_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$

鋅—蒙脫石(鋅蒙脫土)—— $\text{E}_{0.33}(\text{Zn}_{1.48}\text{Mg}_{0.14}\text{Al}_{0.74}\text{Fe}_{0.40})[\text{Al}_{0.99}\text{Si}_{3.01}\text{O}_{10}](\text{OH})_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$

此外，還有鉀蒙脫石以及其他蒙脫石類。

#### 拜來石組

拜來石—— $\text{E}_{0.33}\text{Al}_{2.17}[\text{Al}_{0.33}\text{Si}_{3.67}\text{O}_{10}](\text{OH})_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$

另外還分鎂拜來石、鈣拜來石和其他拜來石的變種。

綠脫石組

綠脫石—— $E_y(Fe, Al)_x[Fe_ySi_{4-y}O_{10}](OH)_2 \cdot xH_2O$ ，另外還分鉀鎂綠脫石、鎳綠脫石以及其他綠脫石類。此外，И.И.金茲堡又分為：(1) 鐵質和(2) 鋁質綠脫石，但這要看在綠脫石中是否有鋁和鐵存在。

矽孔雀石組

矽孔雀石—— $E_{3.33}(Al_{0.10}Cu_{2.73})[Al_{0.27}Si_{3.73}O_{10}](OH)_2 \cdot xH_2O$

皂石組

皂石—— $Mg[Si_4O_{10}](OH)_2 \cdot xH_2O$ 。Д.謝爾秋欽科又將其分為兩個亞組：(1) 皂石亞組—— $(Mg, Al^{2/3})_6[Si_4O_{10}](OH)_2 \cdot xH_2O$ ；(2) 包林皂石亞組—— $(Mg, Al^{2/3})_6[Si_4O_{10}](OH)_2 \cdot xH_2O$

腊蛇紋石組：

$\alpha$ -腊蛇紋石—— $Mg_4[Si_4O_{10}](OH)_4 \cdot 4H_2O$ 。 $\beta$ -腊蛇紋石—— $Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2 \cdot 0.4Mg(OH)_2$  (金茲堡和魯卡維什尼科娃, 1951)。

埃洛石組：

埃洛石—— $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8 \cdot 4H_2O$ 。偏埃洛石—— $Al_4[Si_4O_{10}] \cdot (OH)_8$ 。

也可分為：鉄埃洛石、鎢埃洛石等。

高嶺土組：

高嶺石、珍珠陶土、迪愷石，通式為： $Al_4[Si_4O_{10}] \cdot (OH)_8$

伊利石組：

伊利石—— $(Al_2, Fe_2, Mg)_3[Si_4-1Al_1O_{11}](OH)_2 \cdot xH_2O$ 。此外尚可分為，鈉伊利石(布納云母)，鈣伊利石(шербакит)。

單熱石組：

鉀質和鎂質單熱石等。蘇里尼石——它是鹼金屬和鹼土金屬貧乏的單熱石。

分散蛭石組：

分散蛭石—— $E_{3.33}(Mg, Al, Fe)_x[AlSi_3O_{10}]_n(OH)_2 \cdot xH_2O$ 。蓋德羅石——富含鹼金屬的蛭石。

在片狀膠體分散礦物中還有矽鉄土、海綠石等。

### 膠狀構造矽酸鹽類

分散石英組：

分散玉髓、分散石英、分散方英石 $[\text{SiO}_2]$ 。

## 4. 有机矿物

有机矿物包括枯茗酸等酸类、枯茗、某些瀝青（黃脂石等）、地瀝青（奧勃魯契夫石）、半石墨（煤中的結晶相）、分散石墨等。

因此，就膠体分散矿物的性質（松散、晶格活动性、吸收性大等）和按其佔优势的区域的特性（易变条件，存在着生物有机体和大量水等）看来，它的顆粒不会达到很大。这种侏儒矿物称“細菌”矿物，它像細菌一样不能达到普通矿物（1—5厘米）和动物所具有的大小。因此，像蒙脫石、拜来石等这一类矿物在自然界根本就找不到能用肉眼看到的晶体。仅在少有的情况下，高嶺石和迪愷石能产生2—3毫米大小的片狀晶体。

由此可見，膠体分散矿物組成特殊矿物世界，它有其特殊的性質并服从于特殊的規律（И. В. 謝德列茨基，1945）。

## 5. 是碎片还是完整的特殊矿物

膠体分散矿物是一种什么样的矿物？是某种晶体的碎片还是正常的形成物呢？

可以說，不久以前膠矿物还被看做是“碎片或晶体的一部分”（A. E. 費尔斯曼，1934年，241頁）。但是，即使在現在地壳中的膠体矿物仍然被認為是晶体的碎片（E. K. 拉扎連科等）。“在矿物学中所謂膠体矿物的意思就是細粒分散矿物，即由所謂分散相和分散介質組成的細粒粉碎体系。它們广泛分佈于風化壳，并主要是形成于風化壳中……分散相的顆粒称为膠胞，通常是結晶体的碎片”（拉扎連科，1951年，176—177頁）。

对膠体分散矿物的这种看法不应認為是适当而真实的，这种看法是1934年以前在間接研究方法的基础上积累起来的概念之反映。而現在，当我们拥有直接研究膠体分散矿物的准确方法时（如，放大

100 000 倍以上的并能看到这些最小矿物的电子显微镜和X射线相分析等), 那么这一观点必须被新的观点所代替, 即胶体分散矿物(当它是在结晶的情况下) 完全有固定形状和完整的晶体, 只不过是晶体的粒度很小。圖 2 是放大 44000 倍的高岭土电子显微镜照相(P.T.伯治等)。

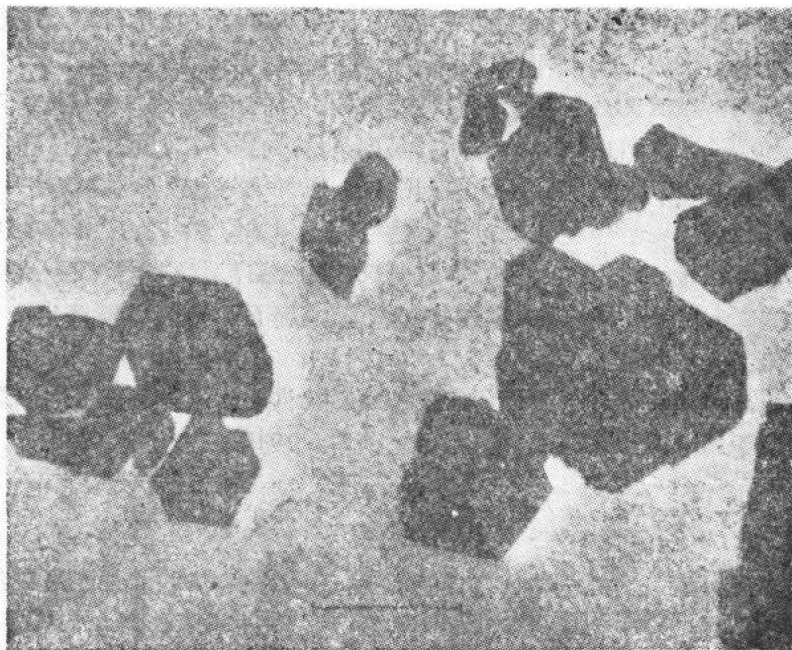
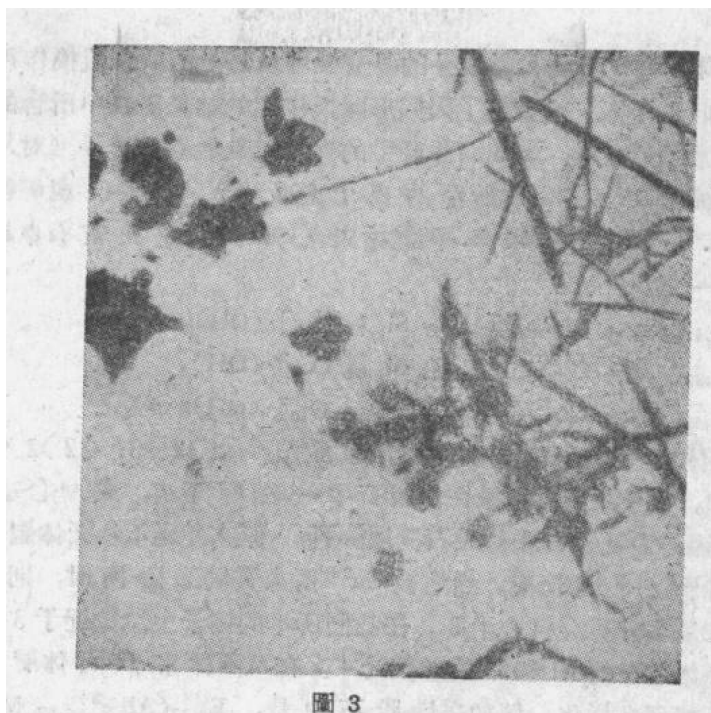


圖 2

在圖 3 的显微照相上可以看到棒状綠脫石和片状伊利石(И. В. 謝德列茨基和B. 朱馬依罗)。由圖中可以看到胶体分散矿物的晶体清楚地分开, 具有很完整的形状和不同的外貌。当然, 当胶体分散矿物由于水或風的作用而由某一地方移至另一地方的时候被破損了, 在重新沉积后会呈现破碎的形状。如果在正常条件下形成, 它們將具有很細的而又很完整的晶体, 不用說, 这并不属于非晶質和半結晶形的。

某些研究工作者談到地壳中的膠体, 但同时却忘掉了膠体分散矿物。当然, 在地壳中有作为膠体体系的膠体存在, 但其中的分散相当



常就是膠體分散礦物。

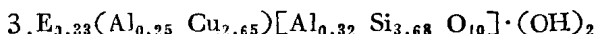
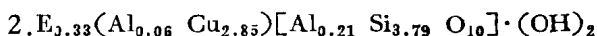
## 6. 膠體分散礦物的獨立性

對於一種礦物要求有一定不變的化學成分和性質。如前所述，“非晶質礦物”——從前就是這樣稱呼膠體分散礦物的——化學性質變化很大，這就給很多礦物學家以借口來否認這些礦物的獨立性，礦物學家多半把它們當作是礦物或是氧化物的混合物。

但是，近年來由於確定了膠體分散礦物的結構和化學成分的类型，得以確定很多有趣的事實。首先是膠體分散礦物中異價類質同形置換作用廣泛存在如：四價矽被  $\text{Al}^{3+}$ ， $\text{Fe}^{3+}$  等置換；三價鋁被  $\text{Mg}^{2+}$ ， $\text{Ca}^{2+}$ ， $\text{Fe}^{2+}$ ， $\text{Cu}^{2+}$  等置換；二價鎂被  $\text{Li}^{1+}$  所置換等等。膠體分散礦物中的化學元素的類質同形性之所以非常普遍，是完全可以理解的，如果注意到它的結構，很大的吸附性能，外界溶液中不定量鹽類的存在



等等。膠體分散礦物的化學成分的易變性可從無數的同形置換作用得到解釋。但是，不久就發現了因同形置換作用的結果礦物中所含的離子雖然非常多種多樣，但四面體層中的離子總數始終等於4（對片狀結構礦物而言），而八面體層中的離子總數為2、3或4，視礦物而異。Ф. Б. 丘赫羅夫和 Ф. Я. 阿諾索夫（1950）用矽孔雀石卓越地證明了這一點：



八面體層（大括弧）中的離子總數是：（1）2.83；（2）2.91；（3）2.90。離子總數必須像在蒙脫石中一樣等於2，或  $Al[Si_4O_{10}](OH)_2$ ，因為矽孔雀石和蒙脫石同屬一列。但這是屬於八面體層中只有三價離子（ $Al^{3+}$ ）的情況。當它被  $Cu^{2+}$  所類質同形置換時，則總數增加並在最後計算會符合於3。在我們所舉的例子中總數近於3。

四面體層中的Al和Si的總數為4。在八面體和四面體層中的離子還可能更多樣化，例如在蒙脫石中是： $E_{0.33}(AlFe^{3+}_{0.67} Mg_{0.16} Fe^{2+}_{0.17})[Si_4O_{10}](OH)_2 \cdot xH_2O$ ，但陽離子總數始終是要一定的。因此，雖然膠體分散礦物有多變的化學成分，但它的成分仍有相當的穩定性。所有這些更着重說明了膠體分散礦物的特殊性。

## 7. 膠體分散礦物的組合

在自然界中膠體分散礦物常以由幾種礦物組成的組合形式出現。這些天然組合是取決於成礦作用過程中的特性以及成礦作用所進行的條件。比如，同樣的結晶岩在不同氣候帶風化時，生成不同的組合，這說明膠體分散礦物的生成不僅取決於母岩而且也取決於這些岩石在其中進行風化作用的外界條件。例如，花崗岩在冰沼地帶風化時主要形成水雲母；在灰化土地帶形成水雲母、高嶺土和石英；在黑土地帶形成蒙脫石和伊利石；在亞熱帶形成偏埃洛石、針鐵礦和赤鐵礦，而在熱帶則形成偏埃洛石、三水鋁石和赤鐵礦。在中性和基性岩石的風化產物中都可以見到與此基本類似的組合（И. Д. 謝德列茨基，1945）。