

56,57319  
938

礦產普查勘探叢書

高 嶺 土

В. Ф. 薩莫依洛夫

И. И. 麥爾尼柯夫

著

地質出版社

礦產普查勘探叢書

# 高 嶺 土

В. Ф. 薩莫依洛夫 著  
И. И. 麥爾尼柯夫  
趙 福 寧 等 譯

24023/15

地質出版社

# ОЦЕНКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПРИ ПОИСКАХ И РАЗВЕДКАХ

Выпуск 11

В. Ф. САМОЙЛОВ И И. И. МЕЛЬНИКОВ

КАОЛИН

ГОСГЕОЛИЗДАТ

Москва 1951

本書是苏联地質部全苏礦物原料研究所主編的“產地在普查勘探時的評價叢書”(Оценка месторождений при поисках и разведках)中的第十一册“高嶺土”(Вып. 11 Каолин)。薩莫依洛夫和麥爾尼柯夫著。苏联國立地質書籍出版社(Госгеолиздат)1951年於莫斯科出版。本書的編輯委員有：布里塔耶夫(М. Д. Бригаев)、格呂西莫夫斯基(В. И. Герасимовский)、葉爾碩夫(А. Д. Ершов)、康士坦丁諾夫(М. М. Константинов)、薩河克揚(П. С. Саакян)、斯米爾諾夫(В. И. Смирнов)、索洛維耶夫(Д. В. Соловьев)、切爾諾斯維托夫(Ю. Л. Черносвитов)。總編輯：尼丰托夫(Р. В. Нифонтов)。本册編輯：梅林科夫(Б. Я. Меренков)。本書1—9章由趙福寧翻譯，最後10—11兩章由王宝蘭翻譯。

## 礦產普查勘探叢書

第拾号

書号15038.178 **高 嶺 土** 190 000 字

|       |                      |
|-------|----------------------|
| 著 者   | 薩 莫 依 洛 夫、麥 爾 尼 柯 夫  |
| 譯 者   | 趙 福 寧 等              |
| 出 版 者 | 地 質 出 版 社            |
|       | 北京宣武門外永光寺西街3号        |
|       | 北京市書刊出版業營業許可証出字第零伍零号 |
| 發 行 者 | 新 華 書 店              |
| 印 刷 者 | 地 質 印 刷 廠            |
|       | 北京廣安門內教子胡同甲32号       |

編輯：徐幼光 技術編輯：張華元 李璧如  
校對：金伯瑤

印數(京)1—2210册 一九五六年四月北京第一版  
定價(10)1.20元 一九五六年四月第一次印刷  
開本31"×43"<sub>16</sub> 印張8 $\frac{1}{2}$

# 目 錄

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 原序 .....                 | 5   |
| 緒論 .....                 | 6   |
| 第一章 礦物岩石与物理化学特性 .....    | 8   |
| 高嶺土的定義及其構造与結構 .....      | 8   |
| 礦物成分 .....               | 11  |
| 粒度成分 .....               | 23  |
| 化学成分 .....               | 24  |
| 物理技術性質 .....             | 28  |
| 第二章 高嶺土的成因及礦体形成的條件 ..... | 37  |
| 高嶺土的成因 .....             | 37  |
| 古風化壳的形成 .....            | 38  |
| 高嶺土礦体保存的條件及形態 .....      | 51  |
| 第三章 礦床類型 .....           | 55  |
| 黏土質形成物分類概論 .....         | 55  |
| 高嶺土与高嶺土礦体分類 .....        | 58  |
| 高嶺土礦床的主要成因類型 .....       | 62  |
| 第四章 高嶺土成分与性質的研究方法 .....  | 110 |
| 高嶺土的野外研究法 .....          | 110 |
| 實驗室研究 .....              | 113 |
| 第五章 高嶺土的開採与初步加工的方法 ..... | 137 |
| 開採 .....                 | 137 |
| 初步加工 .....               | 138 |

1463502

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 第六章 高嶺土在工業上的用途及其質量的技術要求·····  | 141 |
| 高嶺土的使用範圍和主要的消費者·····          | 141 |
| 高嶺土的現行標準·····                 | 141 |
| 各個消費者對高嶺土質量的技術要求·····         | 143 |
| 第七章 地質普查與勘探工作時高嶺土礦床的遠景評價····· | 161 |
| 對普查工作地區進行遠景評價的地質先決條件·····     | 161 |
| 地質普查工作·····                   | 165 |
| 初步勘探和詳細勘探地段的選擇·····           | 170 |
| 第八章 根據詳細勘探結果對高嶺土礦床的工業評價·····  | 173 |
| 詳細勘探的任務和方法·····               | 173 |
| 第九章 進行勘探工作時高嶺土的取樣及質量的測定·····  | 183 |
| 第十章 儲量計算及分類·····              | 189 |
| 第十一章 高嶺土礦床工業評價的主要因素·····      | 196 |
| 參考文獻·····                     | 201 |

## 原 序

本書是工作方法叢書之一。所謂工作方法，係指評價最主要礦產產地所積累起來的經驗的系統化。本叢書編輯的目的是專供地質工作者在初次遇到新資源評價問題時之用。

地質工作者對礦產產地的評價，其內容包括確定礦產的質量、儲量及勘探和開發的條件。隨礦床研究程度的不同，評價可分為：（1）遠景評價，即確定產地作為普查和勘探工作對象的價值；（2）工業評價，此種評價是在勘探工作的成果上進行，並須給開發和原料加工的企業提供設計資料。

在設計過程中必須做一些必要的經濟計算。計算用的原始地質資料，应当在勘探時獲得。本叢書所涉及的經濟知識，僅僅作為設計時的一種方針，不能認為是決定性的意見。

由於自然現象千差萬別，礦床特性各不相同，無從提供一套現成的評價方法。因此，方法問題是本書的主要內容；所引用的例子是我們祖國豐富的實際工作中解決這些問題的有效辦法。

“礦產普查勘探叢書”共分 19 冊：10 冊是金屬礦物原料，9 冊是非金屬礦物原料。

由於所涉及的問題過於複雜，用以說明工作方法的材料範圍又十分廣泛，個別的缺點和不够的地方在所難免。希望讀者發現書中所存在的缺點後，隨時通知我們，以便再版時有可能予以更正。

## 緒 論

顯然，高嶺土和黏土這兩種礦產，在很久以前人類就熟悉它們了。“高嶺土”（каолин）一詞是由中國字“高”和“嶺”二字而來。

在最初的很長時間內，高嶺土主要是用於陶器工業：製造瓷器和釉陶器。後來對高嶺土的成分和物理性質的研究指出，高嶺土不但是燒製陶器的珍貴原料，而且还是其他很多生產部門的原料。

現代，高嶺土廣泛用作造紙、橡膠和肥皂製造工業的填料，也用於化粧品美容工業、鉛筆製造工業，以及用來生產硫酸鋁、礦物染料等。同時，高嶺土也是細陶工業的一種主要原料。

由於必須擴大製鋁工業的原料基地以及鋁矽酸鹽岩石加工技術的進步，用高嶺土製造氧化鋁的問題就非常有意義了。

蘇聯開採高嶺土遠在革命前就開始了，但是開採得很少，並且是以手工業開採。儘管烏克蘭有許多巨大的優質高嶺土產地，但革命前還從英國大量輸入精選過的高嶺土（每年輸入 35000 至 40000 噸）。

第一次世界大戰時期，高嶺土的生產完全停頓，高嶺土工業也完全衰落。偉大的十月革命以後，幾乎不得不重新建立起高嶺土工業。

在幾個斯大林五年計劃的年代中，大規模地開展了地質勘探與地質調查工作。在業經勘探與研究的最豐富的烏克蘭高嶺土產地，建立了強大的機械化高嶺土工業；在偉大的衛國戰爭之初，按其規模與技術水平業已是世界最大工業之一。

第二次世界大戰以前，烏克蘭幾乎是高嶺土原料的唯一來源。那時西伯利亞只有小規模的高嶺土生產。由於戰爭期間已局部開發烏拉爾的產地，戰後的情況於是有所改變。

在西伯利亞、遠東、哈薩克斯坦、中亞細亞和高加索地區，地方

高嶺土工業很不發達，因此造成了很不合理的遠途運輸原料和成品。然而，蘇聯的上述地區和其他一些地區，對於開發已知的或開拓新的高嶺土產地却都很有前途。

高嶺土是廉價原料，因此，在需求量日益增長的情況下遠距離運輸高嶺土是很不合算的；於是就給我們提出了一個任務——要盡最大可能使高嶺土的原料基地靠近消費地點。

由於高嶺土這種岩石和礦物原料的某些特性，本書不可避免地要涉及一些不但為高嶺土，而且部分也為一般的黏土所特有的問題（尤其是在研究方法方面）。

本書前面幾章由薩莫依洛夫所寫；最後兩章（“高嶺土產地在地质普查與勘探工作時的遠景評價”和“根據詳細勘探結果對高嶺土產地的工業評價”）是由麥爾尼科夫所寫，索洛維耶夫也寫了一部分。

# 第一章 礦物岩石与物理化学特性

## 高嶺土的定義及其構造与結構

从一切主要特徵（產狀、成因、礦物成分、物理化学性質及其他性質）來看，高嶺土毫無疑問是屬於黏土類的，但在實際上和在文獻中，它早就被視為一種獨立的礦產。高嶺土以外貌上某些獨特的特點和工業上应用的性質而从黏土類中被分離出來。白色是辨認高嶺土最重要的特徵之一；儘管如此，高嶺土与其他各种淡色黏土之間的界限也還只能是相對的。

不但是鑑定高嶺土，就是在確定“黏土”這個術語本身，直到現在也還沒有統一的意見。這是因為黏土的性質、成分、生成條件及其實際应用是極其複雜的。各种鑑定都取決於一點：究竟黏土的哪些特徵是具有決定意義。最初，把礦物成分（當然也包括化学成分）或多或少較為穩定和一致並近似高嶺石礦物的含水鋁矽酸鹽視為黏土。

但是，後來，越來越常見一些黏土質的東西，其中高嶺石並不佔主要地位，或者甚至根本就不含高嶺石。然而這些微粒狀的物質，仍舊具有黏土的一切特性。

著名的俄國黏土研究家澤米亞欽斯基（П. А. Земятченский）曾作過這樣的結論：“區別黏土和天然物體的 特徵，完全是物理与机械方面的”。根據這一點，他對“黏土”這個詞所代表的意義給予下述解釋：

（1）黏土是土狀的礦物體，或者按岩石學上的術語來說，是土狀碎屑岩，能和水在一起造成可塑的黏土團，乾燥後仍保持其形狀不變，而焙燒以後其硬如石。

（2）一切的黏土都是各种礦物以不同的數量比例組合起來的混

合物。黏土中劃分出來的一組礦物沒有可塑性，而另一組礦物則具有高度可塑性。後一組礦物稱為“黏土物質”（глинистая субстанция）是很恰當的。

（3）根據組成黏土物質的質點的礦物（化學的）性質，可以分為：一、簡單的或單礦物的黏土物質；二、複雜的或多礦物的黏土物質。

近來列為多礦物黏土物質的是這種黏土物質：其中沒有任何一種黏土質礦物能佔精選黏土物質含量的 50% 以上。從這一特徵來看，高嶺土在大多數情況下是屬於單礦岩，其“黏土物質”主要是由高嶺石或水雲母組構成的。

澤米亞欽斯基所提出的黏土鑑定法，得到了最廣泛的採用。沒有列入這個鑑定法中的，只有各種無可塑性的硬黏土物質（“硬質黏土” [сухарные глины]、“黏土質頁岩”、“燧石黏土” [флинт-клей]、“泥板岩” [аргиллит]）。

陶器工業所用黏土原料的分類法（全蘇標準 5539），還將無可塑性的各種黏土物質也包括在黏土之中。根據這一標準，“陶器工業所用的黏土原料乃是各種礦物化學成分組成的細碎屑岩，它們在自然界中成鬆散狀態、牙膏狀態或壓實狀態出現，焙燒至適當溫度時失去其化合水，繼續提高溫度時則會具有石頭所特有的機械強度。從礦物成分方面來談，這一類岩石的特點是一般都含有矽酸鋁水化物”。

這條標準將下列各組岩石列為黏土原料：（1）高嶺土、（2）黏土、（3）硬質黏土（сухарь）、（4）泥板岩和黏土質頁岩。

這幾組岩石的鑑定結果指明：“高嶺土的特徵是含有大量幾乎完全是由矽酸鋁水化物  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ （高嶺石）所組成的直徑小於 0.01 公厘的顆粒”。

重工業人民委員會（НКТП）全蘇標準 2371，對烏克蘭蘇維埃社會主義共和國的產地中出產的在工廠中精選或自然精選的高嶺土作了下述鑑定：“高嶺土是各種色調的白色土狀物體，由長石類岩石破壞而成，其化學成分與高嶺石的化學式  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  相似”。

應該指出，對蘇聯領土上所遇見的各种高嶺土來說，這些鑑定法

並不是很完備的；因為沒有考慮到由其他各種岩石（非長石類岩石）所生成，並且在礦物成分上也有些不同（水雲母、多水高嶺土等）的高嶺土。

爲了更確切地把高嶺土從黏土類分出來，某些人建議以礦體生成條件爲原則。例如，維庫洛娃（М. Ф. Викулова）建議：只將主要是由高嶺石組成的原地（殘餘的、殘積的）黏土稱爲高嶺土（即所謂原生高嶺土。而對一切主要是由高嶺石組成的異地（沉積的）黏土，她却稱爲高嶺石黏土，並且她還把所謂次生高嶺土也包括在這一組中。次生高嶺土與異地高嶺石黏土不同的地方，就是它與高嶺石風化壳——原生高嶺土有很明顯的關係。

彼得羅夫（В. П. Петров）也大致支持這一觀點，他建議將次生高嶺土及與其相近似的黏土質岩石稱爲高嶺土質黏土。

這樣按生成條件來區分，就可以更確切地劃分高嶺土與其他各種黏土之間的界限，但是這個區分方法現時並不是普遍都採用的。因此本書既要研究原生高嶺土，也要研究次生高嶺土；正如在實際中業已肯定的一樣，所謂高嶺土，一般都認爲是各種色調的白色黏土質形成物，主要是由高嶺石組礦物組成，也含有水雲母，並或多或少地摻雜有其他各種礦物。

就外貌看來，高嶺土是土狀的白色鬆散物體，帶有黃色、玫瑰色、灰色或其他色調，這些色調是因爲高嶺土中在某種程度上摻雜有礦物或有機物的緣故。在或多或少均質微粒的黏土中，常含有各種殘餘的或次生礦物、石英砂粒等的包裹體。原生高嶺土則特別富含粗粒混合物。在大多數情況下，高嶺土觸摸時有油膩感，浸濕後有可塑性，放於水中可生成泥質懸浮體；在鹽酸作用下不起泡（但含有碳酸鹽時例外）。

**結構** 高嶺土的結構研究得很少。原生高嶺土通常都在不同的程度上保存着母岩的結構。次生高嶺土則因爲天然的洗選和再沉積作用而喪失了母岩的結構，並具有爲一般沉積黏土的結構所特有的某些特徵。在一定的程度上，次生高嶺土也帶有如同風化殘積層一樣的原生黏土質礦物結構的痕跡。沉積（再沉積的）高嶺土的結構幾乎毫無研

究。爲使對高嶺土可能有的結構得到一般的概念，下面簡略地敘述一下沉積黏土類的主要結構。

△維庫洛娃研究了莫斯科近郊煤田以及列寧格勒省某些黏土的結構後，提出了黏土的下述幾種主要結構：

(1) 泥質結構 (пелитовая структура) 爲幾乎完全是由直徑小於 0.01 公厘的顆粒所組成的微粒黏土的特徵；

(2) 粉泥質結構 (алевропелитовая структура) 的特點，是在微粒體中含有不少於 10% 的直徑主要是 0.1—0.01 公厘的較粗的顆粒混入物；

(3) 砂泥質結構 (аренопелитовая 或 псаммопелитовая структура) 爲砂質黏土所特有，其特點是含有爲數不少於黏土主體 10% 的直徑多半大於 0.1 公厘的顆粒。

如黏土中含有大量有機物的殘骸，則還可以分出兩種有機物泥質結構 (органопелитовая структура)：植物泥質結構 (фитопелитовая структура) 和動物泥質結構 (зоопелитовая структура)。

## 礦 物 成 分

天然高嶺土的主要部分是水鋁矽酸鹽與石英。其他各種礦物成分一般都不起什麼重大作用。在水鋁矽酸鹽中，高嶺石組又起着主要作用，但有時也偶而遇見水雲母。其他各種水鋁矽酸鹽在高嶺土中見得極少。混合物除石英以外，還有長石、雲母、綠泥石、黃鐵礦、褐鐵礦、磁鐵礦、赤鐵礦、金紅石、鈦鐵礦、白榴石 (лейкоксен)、石榴石、鋯石、閃石、輝石、電氣石、藍晶石、綠簾石及其他等等。有時，也有些次生礦物混合於高嶺土中，如鐵的氫氧化物、方解石、白雲石、黃鐵礦、石膏、菱鐵礦及其他等等。

通常，高嶺土中的礦物，也像黏土中的一樣，可以分爲兩組：第一組係組成其微粒黏土主要部分的礦物，它們稱爲造黏土的、黏土質的或次生矽酸鹽礦物。第二組係一些混合物，屬於這類混合物的是副礦物，它們是在風化條件下最穩定的原生岩石的礦物殘餘，以及由

於風化作用的結果或者是在此以後的作用中和黏土質礦物同時生成的礦物。對組成高嶺土與黏土的各組礦物，都尚未確定確實的並為普遍通用的分類法和術語。

### 造黏土礦物或黏土質礦物

目前，這些礦物被分為下述主要的三組：（1）高嶺石組（као-линитовая группа）；（2）蒙脫石組（монтмориллонитовая группа）；（3）水化雲母組（группа гидратированных слюд）。

屬於黏土質礦物的，有時還有多水高嶺土、水鋁英石和葉蠟石組的礦物。

此外，金茲堡（И.И. Гинзбург）又分出兩組黏土質礦物：（1）鐵質黏土礦物和（2）鎂質黏土礦物；這些礦物是上述各組中含鐵的或含鎂的礦物變種。後兩組礦物的系統情況以及其中所含礦物的特性與特徵，大都尚不清楚而且也極少研究。

### 高嶺石組

屬於高嶺石組的礦物，有高嶺石、珍珠陶土（накрит）和迪凱石（дикит）。其中含於高嶺土可採礦體中最主要的與分佈最廣的礦物是高嶺石。此外，這一組內的其他兩種礦物見得極少。

**高嶺石** 高嶺土中的高嶺石，其外表特徵是土狀結構和白色並帶有珍珠光澤。含有氫氧化鐵或有机混合物時，則帶淡灰色或輕度的乳脂色調。在顯微鏡下觀察，高嶺石呈無色細片狀或鱗片狀，帶有假六方形（псевдогексагональное очертание）的珍珠光澤。單斜晶系。（001）解理完整。比重為 2.60—2.63。硬度 1—2.5。

高嶺石的化學成分可以化學式  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  來表示， $\text{SiO}_2$  相當於 46.54%； $\text{Al}_2\text{O}_3$  為 39.50%； $\text{H}_2\text{O}$  為 13.96%。結晶化學上高嶺石以化學式  $\text{Al}_4(\text{OH})_8[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$  表示之。

折光率為： $n_g=1.566$ ， $n_p=1.560$ 。在正交偏光下，高嶺石片有輕度的雙折射（0.005—0.007）。負光性。

加熱時，高嶺石有一個吸熱效應（當溫度為 500—600° 時）和兩

個放熱效应：溫度爲 950—1000° 時有強放熱效应，1230—1280° 時有弱放熱效应。

在这些作用下，高嶺石所受到的變化還沒有最後研究清楚。大多數蘇聯研究者都作出這樣的結論：在吸熱效应時分泌出成分水（конституционная вода），並發生高嶺石的解晶作用（аморфизация）。在第一次放熱效应時，高嶺石分解爲游離的氧化鋁和二氧化矽，並生成  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ ；第二次放熱效应時，從游離的二氧化矽與氧化鋁中生成一種新的礦物——多鋁紅柱石（ $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ）和沒有加入這一化合物的非晶質二氧化矽結晶成方英石（кристобалит）。

高嶺石主要由長石和雲母組成，但也可能由其他各種鋁矽酸鹽組成。長石風化時，最初似乎是變成絹雲母，而絹雲母則發生水化，析出鹼質並變成高嶺石。而雲母當其風化時則析出許多過渡的水化產物（水白雲母、水黑雲母及其他），後者以後在適宜的條件下就變成高嶺石。

高嶺石的生成，一般都与含鋁矽酸鹽的在從酸性至中性環境中的各種火成岩、變質岩和沉積岩的外表風化作用有關。也有人指出過：矽酸與氧化鋁的凝膠體在水池的底部相互凝結以及以熱液法均可能生成高嶺石。

迪凱石與珍珠陶土 迪凱石和珍珠陶土由於物理性質與化學成分近似於高嶺石，故與其一同列入高嶺石組礦物。

其化學成分與高嶺石一樣，大致上也相當於化學式  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。

同時，就某些特徵來看，即在原子結構、光性、變率射綫譜等方面，這兩種礦物彼此以及它們與真正的高嶺石之間也還是有一些區別的。迪凱石是正光性，珍珠陶土則是負光性而很少是正光性。迪凱石的消光角爲 15—20°，珍珠陶土爲 10—12°（高嶺石爲 1—3°）。

折光率爲：

| 迪 凱 石            | 珍 珠 陶 土       |
|------------------|---------------|
| Ng 1.566 — 1.567 | 1.563 — 1.566 |
| Nm 1.561 — 1.565 | 1.562 — 1.563 |
| Np 1.560 — 1.562 | 1.557 — 1.560 |

从外貌上看，迪凱石極像高嶺石，而珍珠陶土則極像白雲母。在顯微鏡下，這兩種礦物均為細晶質葉片狀集合體。

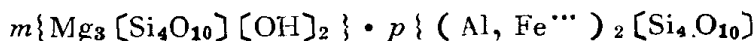
自然界中，迪凱石與珍珠陶土很少遇見，甚至得不可與高嶺石相比擬。文獻中常常可以讀到這樣的指示：這兩種礦物是在比生成高嶺石的溫度更高的溫度下生成的。人們通常把它們的成因與熱液作用聯繫起來；但是，近來發現迪凱石是充填海底上的貝殼的材料。鑲射綫研究也確定了，在現代的灰化土壤與紅色土壤中也可能生成迪凱石和珍珠陶土。

同時，迪凱石有時也與接觸岩及熱液岩（例如，哈薩克斯坦的次生石英岩）伴生，而珍珠陶土則與低溫熱液金屬礦床（尼基托夫卡汞礦床等等）伴生。於是，這兩種礦物在自然界中的成因和生成條件還沒有很肯定。

### 蒙脫石組

這一組的礦物具有許多區別於高嶺石組礦物的一般特徵。與高嶺石組礦物比較起來，它們有較高的雙折射，並有晶體內膨脹（внутрикристаллическое набухание）的能力。後一種性質與礦物的原子結構特徵有關。這一組礦物的典型代表就是蒙脫石。

至於其化學式，各個作者均有其不同的見解：



蒙脫石質黏土中的含水量不固定：由於條件的不同，含水量的變化極大。蒙脫石是漂白黏土類（отбеливающие глины）（膨土岩〔бентонит〕和次膨土岩〔суббентонит〕）中最主要的礦物。它也是許多土壤、塊狀亞黏土和其他沉積岩的“黏土物質”的組份之一，藉各種成分不同的鋁矽酸鹽在鹼性介質的條件下受破壞而成。蒙脫石常常是在淡水和鹽水池的底部由火山灰、熔岩、凝灰岩、粗面岩、安山岩和輝綠岩風化生成；此外，它也以脈石礦物充填於超基性和基性侵入

岩及其風化壳的裂縫中。

發生在  $130-140^{\circ}$  時的蒙脫石差熱曲綫上的有代表性的吸熱谷（第一次吸熱效应），相當於分泌出吸附水。第二次吸熱效应發生於  $610-650^{\circ}$ ，相當於分泌出化合水。最後，第三次吸熱效应發生於  $760-820^{\circ}$ ，相當於晶格的破壞和蒙脫石的解晶作用。

蒙脫石組中各種礦物的特點，是在比較低的溫度時就能大量地將水分泌出來。進行脫水作用時，當溫度為  $100-120^{\circ}$  時它們就失去  $12-15\%$  的水，然而高嶺石在  $450-550^{\circ}$  時才平均失去  $11\%$  的水。蒙脫石的熔點為  $1200-1400^{\circ}$ ，也就是說，比高嶺石的熔點（ $1750-1800^{\circ}$ ）低得多。

主要是由蒙脫石組成的斑脫土的特點是具有交換鹽基的能力。100 克這種類型的黏土含有 6 至 100 毫克當量的交換基，主要是 Mg，以及 Ca、K、Na。

蒙脫石中的鋁一般都被鎂和氧化鐵局部交替，從而產生了一組交換了化學成分與性質的礦物。鋁的全部原子被鎂所替換，就產生一種名叫鎂蒙脫石（或皂石）的礦物。鎂被鐵所替換則生成一種名叫綠高嶺石的礦物。後者的化學式通常都寫成： $\text{Fe}_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2 + x\text{H}_2\text{O}$ 。鐵質蒙脫石在文獻中也往往叫做綠高嶺石。

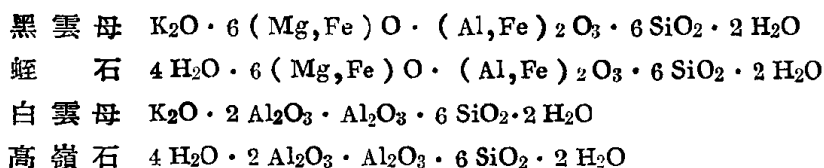
屬於蒙脫石組的還有拜來石，它的特性還沒有很肯定。它的實驗式為： $n(\text{Mg}, \text{Ca})\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 。

### 水雲母組

這一組礦物廣泛分佈於殘積的與再沉積的黏土質地層中。

許多研究者把水雲母看成是鋁矽酸鹽礦物變成高嶺石組礦物這一過程中的過渡相，而這一過程是以母岩的成分，風化時間的長短及風化條件為轉移。水雲母因  $\text{K}_2\text{O}$  含量逐漸減少和  $\text{H}_2\text{O}$  含量的逐漸增多而具有可變成分。此外，雲母風化時，鐵與鎂的含量會減少，而鋁的含量則相應地增加。

黑雲母水化後的產物稱為蛭石。各種主要的雲母與其風化產物之間在化學成分上的相互關係，從下列公式中可以清楚地看得出來：



各种主要雲母水化的过渡產物称为水白雲母和水黑雲母。黑雲母水化的產物——蛭石，只要具備有能排出鉄和鎂的條件，也能變成高嶺石。

就變率射綫上的特性說來，水雲母与白雲母的區別很小。正如高嶺石組的礦物一樣，水雲母也沒有晶体內膨脹的能力。它們的光性是隨着鹼金屬和水的含量而變化的。 $N_p$  一般都是1.575—1.600； $N_g$  則隨着鹼金屬（ $K_2O$ ）含量的增高而增加着。因此双折射也相应地變化着。

根據彼得羅夫的資料，烏拉爾殘積黏土產地中的水雲母有下述折光率： $N_g=1.5815—1.5932$ ； $N_g-N_p=0.020—0.028$ 。鹼金屬的含量介於4.20—7.72%之間，另外若干种接近於雲母的礦物則達到11.33%（塞謝爾特產地）。其中結晶水的含量為6.48—10.75%，与鹼金屬的含量成反比例。

看起來，水化的各個階段和不均衡決定着下面这一情况，即水雲母的光性不但是在一个標本的範圍內有變化，而且在顯微鏡下觀察的各個片子中也有變化。有極微粒狀態中的兩種甚至更多种礦物的緊密共生，使鑑定它們時發生極大的困难。因此某些研究者就作出了關於新礦物存在問題的錯誤的結論，因為結核已表示出了已知礦物的过渡性質。

从雲母和長石过渡到高嶺石的礦物組研究得很少。某些礦物的特性還沒有充分的論証，它們的性質也很少研究。

各個不同產地的高嶺土中，水雲母質組份的含量變化極大，从5至90%以上；它們常常佔整個岩石的30—40%。水雲母的含量在高嶺石風化壳的下部照例都是有增加的。

下面就簡單地介紹一下到目前為止研究得比較詳細的幾种水雲母的情况。

**伊利水雲母** 產於美國伊利諾州為賓夕法尼亞頁岩風化產物的水