

7713

土壤和黏土礦物的
樂琴射線繞射譜
差熱曲線及脫水曲線

戈爾布諾夫 丘魯伯 舒雷京娜
合 著

地質出版社

本書係根據 1952 年蘇聯科學院出版社 (Издательство академии наук СССР) 出版的“土壤和黏土礦物的變琴射線繞射譜、差熱曲線及脫水曲線”(Рентгенограммы термограммы и кривые обезвоживания минералов, встречающихся в почвах и глинах) 譯出的。本書著者爲戈爾布諾夫(Н. И. Горбунов)、丘魯帕(И. Г. Цюрупа)和舒雷京娜(Е. А. Шурыгина)。

本書是蘇聯多年來對黏土礦物之變琴射線繞射譜、差熱曲線和脫水曲線研究的最新資料的綜合，其中并附有化學全分析的資料。內容分作三部分：通論部分是對用變琴射線繞射譜、差熱曲線和脫水曲線來鑑定黏土礦物的總述；第二部分主要是應用上述方法研究各種礦物所得的最後資料；第三部分是對土壤及黏土中 $<1\mu$ 部分中礦物成分的鑑定舉例。本書目的在於幫助從事研究黏土礦物的工作者們去有效地判讀多種礦物的變琴射線繞射譜、差熱曲線和脫水曲線，而黏土原料之正確鑑定和利用對國家的工業建設是具有非常重大意義的。

本書由地質部編譯出版社孫繼生、榮靈璧、張予廉、王貴安翻譯，趙其淵、張培善審校。在審稿過程中曾取得了中國科學院地質研究所章元龍同志熱情的指導和幫助。

土壤和黏土礦物的變琴射線繞射譜、

書號0073 差熱曲線及脫水曲線 100千字

著者 戈爾布諾夫等

出版者 地質出版社

北京市安定門外六鋪炕

北京市書刊出版業營業許可證公字第555號

發行者 新華書店

印刷者 北京市印刷一廠

北京西便門南大街一號

印數(京) 1—2500 一九五四年九月北京第一版

定價12,000元 一九五四年九月第一次印刷

開本31"×43" 7/16印張

目 錄

原 序	3
鑑定礦物的各種方法及其意義	7
用樂琴射線照像法鑑定各種礦物(樂琴射線繞射譜的判讀)	7
用差熱曲線法鑑定各種礦物(差熱曲線的判讀)	12
用脫水曲線法鑑定各種礦物	13
土壤膠體的化學成分對於判讀樂琴射線繞射譜及差熱曲線的意義	14
土壤及黏土的機械成分資料(粒度分析)對於鑑定它們的礦物成分 的意義	16
各種礦物的樂琴射線繞射譜、差熱曲線和脫水曲線	18
矽酸鹽類	18
一、長石類	18
二、雲母類	25
三、綠泥石類	34
四、水雲母類	35
五、單熱水白雲母	47
六、高嶺石	50
七、多水高嶺石組	58
八、蒙脫石組	66
九、若干其他的黏土礦物	84
十、若干其他的矽酸鹽	88
氧化物類	94
十一、矽的氧化物	94
十二、鐵的氧化物	101
十三、鋁的氧化物	109

鹽類	116
十四、氯化物類	116
十五、硝酸鹽類	119
十六、硫酸鹽類	122
十七、碳酸鹽類	128
十八、其他含碳礦物	136
十九、磷酸鹽類	139
從土壤或黏土中分離出來的 $<1\mu$ 之細粒部分的礦物成分	
鑑定實例	142
參考文獻	165

原 序

本書所刊印的材料可作為對分佈於土壤、成土岩石及黏土中的礦物之樂琴射線研究和熱學研究的一個最新資料的彙集。作者們編寫本書的目的是期望能對研究者們在判讀各種礦物的樂琴射線繞射譜、差熱曲線及脫水曲線時有所幫助。同時，本書亦可供 X 光學家、熱學家、礦物學家和土壤學家參考之用。黏土礦物在本書佔有很大的篇幅，是因為它們特別難於分析，同時對於說明土壤及黏土的物理化學性質又是特別重要的緣故。

由於在土壤及黏土中經常含有礦物鹽類，所以必須把它們也歸入本書中。初看，這好像不大適當，因為簡單的鹽類用光學方法及化學分析法很容易測定。但把它們歸入本書是有利的，其理由如下：（1）簡單的鹽類在差熱曲線及樂琴射線照像器的校核中有用；（2）在土壤及黏土中如有鹽類存在，它們就會產生自己的繞射圈和熱效應；為了解釋這些線和效應就必須具有一些鹽類的樂琴射線鑑定和差熱鑑定；（3）假如各種鹽類一塊結晶時，那麼應用樂琴射線法和差熱法有時比用化學分析法更易於發現它們。

本書僅包括在土壤中特別常見的和對研究土壤及黏土特別重要的一些礦物。毫無疑義，在將來，這些引用的材料將得到補充，但我們希望已經發表的材料能有助於用樂琴射線法和熱學方法來研究各種礦物和各種鹽類。

在蘇聯文獻中已有類似的書籍（文獻31；文獻37）。但是我們引用的資料却具有某些特點。第一我們的資料幾乎全部是以作者們在最近五年中自己進行研究的結果為基礎的，並且是以蘇聯礦床中的礦物作為研究對象的。引用外國學者的材料僅僅是為了進行比較或者是因為我們沒有純的某種試料，或其量不足。

本書第二個特點在於對最重要的礦物，尤其是黏土礦物作了綜合的研究——樂琴射線研究、差熱曲線研究和化學研究。綜合使用這些方法所得出的結果使我們能更正確地了解試料的性質。

此外，我們簡略地敘述了在土壤及成土岩石中分佈最廣的礦物的性質，以及用樂琴射線照像法和差熱曲線法鑑定各種礦物的方法。在以前出版的書籍中祇引用了樂琴射線照相材料以及礦物的化學成分和光性的一些綜合材料。

把所研究的試料編成組時，我們並不是按照一種什麼合理的分類，而祇是從所用材料的使用方便這一觀點出發的。

我們所研究的礦物為下列幾種：

矽 酸 鹽 類

一、長石類

(1) 鉀長石

(A) 正長石

(B) 鉀微斜長石

(2) 斜長石

(A) 鈉長石

(B) 更長石

(C) 中長石

(D) 拉長石

(E) 培長石

(F) 鈣長石

二、雲母類

(3) 白雲母

(4) 黑雲母

三、綠泥石類

(5) 烏拉爾綠泥石

(6) 高加索正長岩中的綠泥石

四、水雲母類

(7) 近似雲母的水雲母

(8) 近似高嶺土的水雲母

(9) 雲泰(伊利水雲母)(иллит)(水白雲母、漂雲母(бравозит)和雲母土(глимертон))

(10) 蛭石

(11) 海綠石

五、單熱水白雲母(монотермит)

(12) 單熱水白雲母(монотермит)

六、高嶺石組

(13) 高嶺石

(14) 迪凱石(ликкит)

七、多水高嶺石組

(15) 多水高嶺石

(16) 鐵質多水高嶺石 (Ферригаллазит)

(17) 蠟蛇紋石(鎂質多水高嶺石)(кополит)

八、蒙脫石組(18) 蒙脫石(19) 拜來石 (бейделлит)(20) 綠高嶺石 (нонтронит)九、若干其他的黏土礦物(21) 海泡石 (сепиолит)(22) 山軟木 (пальгорскит)十、若干其他的矽酸鹽(23) 葉臘石(24) 滑石(25) 普通角閃石(26) 透閃石

氧化物類

十一、矽的氧化物(27) 石英(28) 血矽石(29) 鱗石英(30) 石髓(31) 蛋白石(32) 非晶質矽酸十二、鐵的氧化物(33) 赤鐵礦(34) 水赤鐵礦(35) 針鐵礦(36) 水針鐵礦(37) 人造氫氧化鐵十三、鋁的氧化物(38) 剛玉(39) 一水軟鋁石 (бёмит)(40) 一水硬鋁石 (диаспор)(41) 水鋁礦 (三水鋁石)(42) 人造氫氧化鋁

鹽類

十四、氯化物類(43) 岩鹽(44) 鉀鹽(45) 硼砂十五、硝酸鹽類(46) 鈉硝石(47) 鉀硝石十六、硫酸鹽類(48) 芒硝(49) 無水芒硝(50) 瀉鹽(51) 石膏(52) 硬石膏十七、碳酸鹽類(53) 重碳酸鈉 (нахколит)(54) 方解石(55) 霏石(56) 菱鎂礦(57) 菱鐵礦(58) 白雲石十八、其他含碳礦物(59) 腐植酸

(60)石墨

(61)磷灰石

十九、磷酸鹽類

(62)藍鐵礦

本書是在蘇聯科學院以多庫察耶夫(В.В. Докучаев)命名的土壤研究所的樂琴射線實驗室中在戈爾布諾夫(Н. И. Горбунов)的領導之下完成的。戈爾布諾夫並作了序和編寫了研究黏土的礦物成分及鑑定礦物之方法的一般問題的原文。

礦物性質的簡單敘述，樂琴射線繞射譜的計算和樂琴射線繞射譜資料一文是丘魯帕(И. Г. Цюрупа)所完成的。差熱分析及脫水曲線一文是舒雷京娜(Е. А. Шурыгина)完成的。

所有作者都參加了實驗工作，老實驗員巴索瓦(Г. В. Басова)及臨時實驗工作者也都參加了這一工作。

作者們向在編寫本書時提出意見的所有同志們，特別是向彼得羅夫(В. П. Петров)、茲林(Н. Т. Зырин)、羅傑(А. А. Роде)、費奧多契也夫(К. М. Феодотьев)、費奧法羅娃(И. И. Феофарева)、亞里洛娃(Е. А. Ярилова)同志表示感激。

鑑定礦物的各種方法及其意義

用樂琴射線照像法鑑定各種礦物

(樂琴射線繞射譜的判讀)

用樂琴射線照像法來鑑定土壤和黏土細微部分的礦物成分之數量和性質是很困難的。土壤及黏土的礦物成分非常複雜，而對決定土壤性質有着特別重要意義的黏土礦物，在晶格的構造上是近似的，這就使一種礦物的線和另一種礦物的線在樂琴射線繞射譜上發生重合。除此之外，一些礦物有着高度的分散性，因此在樂琴射線繞射譜上得出的繞射線是擴散的且強度微弱。最後，應該注意，土壤及黏土除含有結晶礦物之外還含有非結晶物質（腐植質、 SiO_2 、三氧化鐵（полутонные окислы）），這些非晶物質僅能間接地用樂琴射線法（рентгеноскопический）來鑑定。

由於這些原因，就必須引用熱學分析資料（差熱曲線及脫水曲線）來幫助樂琴射線分析，而最好是備有化學全分析的材料。同時還希望，為判讀樂琴射線繞射譜最好也能有試料的粒度分析、電子顯微鏡和顯微鏡（偏光顯微鏡）研究的資料。

當判讀土壤膠體的樂琴射線繞射譜時，必須有純礦物的樂琴射線繞射譜和其含有非晶物質的混合物的樂琴射線繞射譜，這些樂琴射線繞射譜可作為未知試料樂琴射線繞射譜的判讀的標準。

只有在正確地使用各種方法時才能了解土壤及黏土的細微部分的礦物成分的全貌。

在最簡單的情況下可只用樂琴照像或差熱分析來進行鑑定，但在實踐上所遇到的往往是複雜的試料多於簡單試料。這種情況是使黏土礦物鑑定方法不够精確的原因。假如在研究金屬時，樂琴射線照像法

有着很廣泛的運用，那麼在研究土壤和黏土時這種方法目前還被採用的很不够，但是在研究前述對象上，樂琴射線照像法的引用是有着極大的前途的。

如前所述，在判讀未知試料的樂琴射線繞射譜時可用光譜度量器（определитель）、樂琴射線繞射譜記錄表，也可用標準礦物的樂琴射線繞射譜和它們彼此混合的以及含有非晶物質的樂琴射線繞射譜。

在本書中僅引用了標準礦物的樂琴射線繞射譜。

這些樂琴射線繞射譜是以下列方法獲得的。

把從各種礦床中取來的純試料放在瑪瑙臼中碾碎，把得到的粉末用醋酸戊醇酯中的纖維素溶液黏結起來然後通過玻璃毛細管壓成粗為0.5公厘的柱。藉臘的幫助，將小柱體固定在迪拜氏（Дебай）圓照像器中。照像器的直徑在66到68公厘之間。所以每一個照像器都是用純氯化鈉校核的辦法來計算它的修正係數。布列維斯特尼克（Буревестник）工廠的X-光機是該廠製的高壓電發生器。加以斯維特拉拿（Светлана）廠帶有鐵把子的 BC B-4 四窗樂琴射線管（Четырехоконная электронная трубка）而成。對所有試料之測量情況均應保持不變——電壓 40 KV，管中的電流強度為 7mA，露光 30 小時，僅僅在研究像如石英、岩鹽、鉀鹽等礦物時，露光才降低到 10—15 小時。在測量時不用濾器。

用測量器和準確程度達 0.2 公厘的金屬尺去度量樂琴射線繞射譜上的每一對繞射線間的距離。根據五級色階（пятибалльная шкала）以目察估計各線的相對強度。每一種礦物的樂琴射線繞射譜判讀的最終資料用符號 d 作標誌，並以 d 表示結晶格架的面間距離。我們採用符號 d 代替經常使用的 d/n 是爲了簡化符號。

用從不同礦床中取來的同一種礦物的樂琴射線繞射譜相互比較的方法及用不同礦物的樂琴射線繞射譜互相比較的方法以查明在鑑定礦物中可以作爲主要標誌的指示（特幟）繞射線。在表中所列各種礦物特幟線是用斜體字印的。其餘的線則爲一些補助線。

礦物的特幟線就是在其樂琴射線繞射譜上的那些最強的線。假若

同樣的線在該組礦物的樂琴射線繞射譜上一貫地重複，那我們認為這是特幟線，甚至於在個別情況下它的強度降到很弱時，我們還稱它為特幟線。（如：蒙脫石組礦物的特幟線為：1.71；1.31；1.25Å）。

由 β -射線而引出的線不是經常能容易地在樂琴射線繞射譜上分出來的，特別是在樂琴射線繞射譜上有大量迪拜氏圈存在的時候。所以我們不是在所有的情況下都把他們區分出來。由 β -射線推斷出來的 $d\text{\AA}$ 值在表中加有括號。

當判讀土壤膠體的樂琴射線繞射譜時，可以利用樂琴射線繞射譜計算的材料，也可以採用目察的方法來比較所研究樣品的樂琴射線繞射譜與標準礦物及其含有非晶質混合物之樂琴射線繞射譜。

在第一種情況下必須量出在樂琴射線繞射譜上每對線之間的距離，並以Å表示為相應的面間距離。所得之材料按順序寫下來（依減少數值的方向），以便按照同一順序沿水平線來排列在 $d\text{\AA}$ 值上與上述材料相應的標準礦物的線。

為便於判讀，每種礦物的特幟線在得到的表中用一定顏色的鉛筆劃出。這樣一來在試料的樂琴射線繞射譜上，就可將其中所含的礦物的線分出來了。

在目視比較法中，是把土壤膠體試料之樂琴射線繞射譜與標準礦物的樂琴射線繞射譜並排地放在讀譜器（негатоскоп）上比較之，並在試料的繞射譜上找到某種礦物的特幟線，這樣就能在試料中鑑定這些礦物的存在，目視法的特點是既快而又簡單，但準確度較小。用目視法時很容易把在試料中含量很少的及在樂琴射線繞射譜只能顯示出弱的和很弱的繞射線的一些礦物漏掉。

通常在研究土壤及黏土膠體時僅鑑定它們中間所含的礦物成分是不够的，還必須知道每種礦物的含量。為此，就應有一套按不同比例混合適當礦物與非晶物質的混合物的樂琴射線繞射譜。隨着混合物中間礦物數量的改變，特幟線（指示線）的強度也在改變着。為了鑑定試料中礦物的數量同樣可以用計算出來的材料及比較試料之繞射譜與標準

礦物和非晶質的混合物之繞射譜的目視的方法。

在第一種情況下，這樣表的製成如前所述。在垂直方向上寫出在土壤細粒試料的樂琴射線繞射譜上所有線的 $d\text{\AA}$ 值。與上述每個數目水平並列的寫上在測量礦物與非晶物質的標準混合物的樂琴射線繞射譜時所得到的相當的 $d\text{\AA}$ 數值。把混合物繞射譜上的每一種礦物的特有線的強度與試料繞射譜上該礦物的線的強度進行比較。如混合物的樂琴射線繞射譜上線的強度與試料繞射譜上線的強度極為相似，那麼在試料中某種礦物的含量與在混合物中該礦物的含量大致相等。

在對樂琴射線繞射譜作定性的判讀時，這種方法很不方便，因為它需要的時間又長，又繁重，但是却很準確。

在判讀土壤膠體樂琴射線繞射譜時經常使用準確度較小，但較快、較方便的方法，即以目視比較土壤膠體試料之樂琴射線繞射譜與混合物的樂琴射線繞射譜。按照這個方法，把試料之繞射譜在讀譜器上用肉眼與各種礦物與非晶物質的混合物之標準繞射譜相比較。假如在試料繞射譜上礦物線的強度與在其含有非晶物質的混合物之繞射譜上線的強度相接近或者與它符合時，則在試料中該礦物的含量與其在混合物中的含量近似或相等。例如，如果在 40% 蒙脫石和 60% 非晶物質的混合物的樂琴射線繞射譜上的蒙脫石線的強度與土壤膠體試料繞射譜上的線的強度相一致，那末，蒙脫石組礦物在試料中的含量也約為 40%。

由於另一種礦物的存在可以影響任何一種礦物的線的強度，所以在對試料繞射譜與標準混合物的繞射譜進行比較時，最好選擇含有與試料中所含礦物相同的混合物。例如，在鑑定土壤膠體中的石英、雲母及蒙脫石的量時，最好把它們的繞射譜與含有不同數量的上述礦物與非晶物質之混合物的繞射譜予以比較。

因此，特有線的強度就成為斷定試料中某種礦物含量的主要準則。知道了所研究的微細部分中（通常 $< 1\mu$ ）這種礦物的數量和微細部分在整個試料中的數量後，就可以計算出該礦物在試料中之百分比。

茲舉一個計算例子如下：土壤中含有 $60\% < 0.001$ 公厘的細粒，在細粒中含 40% 的蒙脫石組礦物、 20% 的雲母和 10% 的石英。因此，帶有這樣分散程度的上述礦物在土壤中的含量為： 24% 的蒙脫石組礦物、 12% 的雲母和 6% 的石英。

如上所述，比較欒琴射線繞射譜上線的強度通常是以目視法在讀譜器上進行的；按我們研究的結果說來，這種方法的靈敏度相當大，對某些礦物來講這種方法的靈敏度也不亞於用測微光度計的方法。

在比較相同的繞射線時，應注意到它們的擴散性、強度和彼此線間的相對位置，並記下欒琴射線繞射譜的總的形狀。這樣的比較可以幫助了正確的判讀，因為只靠一種計算表是不能把繞射譜總的外形及個別部分都表示出來的。欒琴射線繞射譜的檢查及比較在判讀繞射譜時應該堅持採用，甚至在使用測微光度計和用欒琴射線繞射譜的全部計算的方法時也應採用。

用目視法估計繞射線的強度雖然是主觀的，但很簡單，因此它優越於用測微光度計來比較線的強度。

至於準確性，那麼在這種情況下，其允許誤差與在攝影、顯影、測量線間的距離及準備試料等過程中發生的不可避免的誤差相比較則是不大的。鑑定礦物數量的準確性及欒琴射線分析法的靈敏度對每種礦物來說都有所不同；準確度和靈敏度是決定於礦物結晶構造的完整性、複雜程度、非晶物質的存在、混合物中各種礦物的比例等。

根據我們實驗室的材料（文獻17），鑑定石英時準確度極大，而鑑定蒙脫石組礦物時準確度最小。

下邊引用的材料是說明各種礦物的鑑定法的靈敏度。

一種礦物對鑑定另外一種礦物的準確度的影響，當這些礦物產生在強度及分散性上各別的極不相同的繞射線時表現得特別厲害：產生強線和不分散的線的礦物，經常掩蓋了分散的和弱的線。例如，具有清晰而強的線的石英或赤鐵礦將要吸收了蒙脫石的繞射線，所以在含有石英或赤鐵礦的混合物中鑑定蒙脫石是很困難的。

在含有非晶物質之混合物中能供鑑定的礦物的最小量(%)

混合物中之礦物	非 晶 物 質					
	SiO ₂		Fe(OH) ₃		腐 植 酸	
	線的呈現	鑑定的可能性	線的呈現	鑑定的可能性	線的呈現	鑑定的可能性
蒙脫石	5	10	10	25	3	5
高嶺石	2	8	10	20	1	3
石 英	1	2	4	6	1	2

用差熱曲線法鑑定各種礦物

(差熱曲線的判讀)

用差熱曲線法鑑定土壤、黏土及成土岩石中細小的礦物成分時，必須利用標準礦物及其混合物之差熱曲線。所研究標本之差熱曲線與標準礦物的差熱曲線應在同一條件下取得。

本書中所引用的礦物差熱曲線是藉 Pt-PtRh 熱電偶的幫助，在庫爾那科夫(Курнаков)的自動記錄器上取得的。

加熱是在帶有隔板的剛玉坩堝中進行的，此剛玉坩堝置於裝有自動調溫器的特種爐內。加熱的速度為每分鐘12.5°，加熱時間由1小時25分到1小時35分。在這段時間內，爐溫加熱達1000—1200°。記錄差熱曲線是用靈敏度很高的(約10⁻⁹A)ФАН鏡測電流計。

分析前把礦物放在陶器或瑪瑙的研鉢中碾碎，用每孔大0.25公厘的篩子篩過，並把其中某些礦物在乾燥器中置放3—5晝夜，乾燥器中飽和溶液Ca(NO₃)₂·4H₂O。上面的空氣的相對濕度為50%。將3克的試料，用玻璃棒裝滿坩堝的一半，而坩堝的另外一半則放入中性體(эталон)——燒煉過的氧化鋁(它在20—1200°之間不起熱效應)。用尖的金屬鉗把中性體和試料各挖一凹孔，在凹孔處插入差熱電偶的雙端。

含有機物質的試料應在實驗之前用過氧化氫或次溴化鈉處理，以免有機物質與熱電偶的白金化合。如不欲使有機物從試料中消除，則用剛玉或石英做成的套子將其罩在熱電偶的接點上。爲了保持差熱曲線上峯的面積，必須增大差熱電偶電路中的電流計的靈敏度（文獻19）。

取得了標準礦物及其混合物的差熱曲線後，就可以開始判讀未知試料之差熱曲線。這時必須注意反映在差熱曲線上的峯或谷的各個熱效應的形態、溫度和數量。在本書所引用的曲線上，吸熱效應是以向下的谷表示，而放熱應則是以向上的峯表示。

判讀黏土及土壤膠體的差熱曲線之困難在於有些礦物的熱反應的溫度很接近。在現代熱分析的技術條件下，測量黏土礦物基本峯和谷處的溫度的準確性，在較好的情況下變動於 $5-10^{\circ}$ 之間，有時則更大（到 $20-30^{\circ}$ ）。所以有一些礦物並不是經常都能區別出來的。爲了使判讀更加精確，就必須注意不同礦物在同一反應下所進行的速度。這裏可以指出下面的一般規律性：礦物分散性越大，它的結晶性表現的越小，那麼脫水反應和晶格的破壞就越慢。

藉標準礦物差熱曲線的幫助並依靠化學分析的資料，我們可以在複雜試料如土壤及土壤下覆岩石的差熱曲線上來鑑定如下的物質：

- (1) 主要黏土礦物；
- (2) 有時可鑑定其他黏土礦物的雜質；
- (3) 氫氧化鐵礦物和氫氧化鋁礦物；
- (4) 鑑定碳酸鈣、碳酸鎂、石膏和有機物的存在；
- (5) 在某些情況下可以推斷試料之親水性及分散性。

還可指出，根據差熱曲線也能推斷出鐵、鎂的存在，鐵鎂類質同像地交代了黏土礦物晶格中的鋁。

用脫水曲線法鑑定各種礦物

加熱時物質重量的改變，是脫水曲線法的基礎。

“脫水曲線”這一名詞的得到傳播，是因為大多數礦物，特別是組成

黏土及土壤的礦物，當加熱時各種水份的放出是重量減少的基本原因。

經許多的研究證明：每一種礦物都有自己的脫水曲線（或加熱時重量改變的曲線）。這樣就使鑑定土壤、黏土及岩石的礦物成分除可用差熱曲線和熒琴射線繞射譜外，還可利用脫水曲線。為此，必須有一套純礦物的標準曲線；以試料的脫水曲線與標準曲線進行比較，就可以鑑定出其中主要的礦物。

脫水曲線經常能很好與差熱曲線的資料相符合。但是必須指出，在差熱曲線上相同的熱反應的發生的溫度經常較高。這可由下面情況來說明：在作脫水曲線時，我們把試料烘乾到重量恆定的程度，以取得每一規定溫度的平衡系統；而在作差熱曲線時，我們是把溫度一直升高而並不等達到平衡的狀態。

在本書中所介紹的總的脫水曲線是藉接觸電流計在帶有自動調溫器的馬弗爐中加熱礦物而取得的。為了分析，可取一克的試料，該試料已預先在研鉢中碾碎並在孔度為 0.1 公厘之篩子中篩過，以後又放於下部盛有飽和溶液 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 的乾燥器中擱置五晝夜。每隔 50° 加熱一次，每次加熱都要一直到重量恆定時再進行下一次加熱。溫度是用 Pt-PtRh 熱電偶測量的。

在某些情況下，我們也引用了其他作者作品用的一些脫水曲線，這是為了便於和我們的資料相比較。加熱時樣品重量的減少是按放置於乾燥器中的稱樣的百分比來計算的。

土壤膠體的化學成分對於判讀熒琴射線

繞射譜及熱差熱曲線的意義

試料的化學分析，在某種程度上可幫助正確地鑑定試料的礦物成分，這樣也就補充了差熱研究及熒琴射線研究的材料。

用下面的例子可以闡明這個見解。 SiO_2 與 R_2O_3 之比值是重要特徵之一，按此標誌可引起蒙脫石組礦物之分異。大家都知道，蒙脫石的這一比值等於 4 或大於 4；拜來石（бейделлит）的比值等於 3；高嶺石、

雲母和多水高嶺石的 $\text{SiO}_2:\text{R}_2\text{O}_3$ 之比值接近於 2。因為用礬琴射線照像法來區別蒙脫石、拜來石、綠高嶺石和多水高嶺石幾乎是不可能的，但是，如果有化學材料，則就能使我們正確地來鑑別這些礦物。例如：按照鐵的含量就可把拜來石和鐵拜來石、蒙脫石和綠高嶺石相區別開來。通常在拜來石和蒙脫石中鐵的總含量小於 7—10%，而在這些礦物的含鐵別種礦物中，鐵的含量就大得多。在綠高嶺石中，鐵的含量如此之高（15—25% 或更多），以致在有些情況下它被視為鐵礦。毫無疑問，更正確地鑑定這些礦物，就能夠說明試料的物理性質和化學性質。

沒有鉀存在，就可作為沒有鉀雲母存在的證明。

上述例子已足夠明白地證明，在確定試料的礦物成分中化學分析所起的作用。顯然，必須把化學分析的資料與礬琴射線分析資料及差熱分析資料一起緊密配合地來運用。

為了某種原因，通常都是利用土壤、成土岩石及黏土的細小分散部分，所以在化學分析時，自然也要弄成同樣的細粒。如果土壤的化學分析能做完全，那麼，在大部分情況下將要發現矽酸的含量比之三氧化物及其他元素的含量是如何的高，這就使所得資料對礬琴射線繞射譜及差熱分析上幫助了不少。

在使用化學材料時應注意試料中結晶礦物的數量。假如由礬琴射線繞射譜及差熱分析的材料說明非晶物質的數量很大，則必須注意，化學分析的材料就不能在上面所說的方法中應用，因為所列舉的例子主要對結晶物質來說才是正確的。試料中非晶物質的存在改變了 $\text{SiO}_2:\text{R}_2\text{O}_3$ 之比值，因此也就很難用化學材料來確定礦物的成分。

由所引證的議論中看出，在判讀礬琴射線繞射譜、差熱曲線和使用化學分析材料時，要求試驗員嚴格地、全面地、批判地來對待所得的結果。只有這樣得出的結果才能幫助認識試料之物理化學性質，有時並能幫助說明它們的成因和演變。