

中国科学院地质研究所

地质丛刊

第 1 号

科学出版社

地 質 叢 刊

第 1 号

科 学 出 版 社

1956年12月·北京

本書內容提要，請參閱每篇文章前面的摘要即可。

地質叢刊 (第1号)

編輯者 中國科學院地質研究所
出版者 科學出版社
北京智叢門大街117号
北京市書刊出版業營業許可證出字第061号
印刷者 北京新華印刷厂
總經售 新華書店

1956年12月第一版

1956年12月第一次印刷

總：1—3,480

(次) 張：1—4,070

書号：0662

字數：270,000

開本：787×1092 1/16

印張：15 1/2 插頁：2

定價：(10) 道林本 3.20 元
編成本 2.20 元

目 錄

三水鋁礦加熱相轉變的新研究.....	章元龍 (1)
高嶺石放熱反應的性質及其控制的研究.....	章元龍 (41)
測定X-射綫吸收系數的一個簡易方法	章元龍 (79)
磷酸在岩礦分析及礦物鑒定上的應用.....	郭承基 鍾志成 (87)
斷層面的測算.....	何作霖 (157)
中國東北部地層的發育.....	劉鴻允 (167)
青海東部黃河上游地質.....	陳慶宣 李玉龍 (209)

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

New investigations on the thermal reactions of gibbsite.....	
.....	Chang Yuan-lung (89)
The thermal reactions and the control of phase changes of Kaolinite	Chang Yuan-lung (77)
A simple device for the determination of absorption coefficient of X-rays.....	Chang Yuan-lung (86)
Применение фосфорной кислоты для анализа горных пород минералов и определения минералов.....	Гуэ Чун-ги и Чжун Чжй-чэн (154)
Determination of the fault plane	Ho Tso-lin (166)
Стратиграфия Северо-Восточного Китая (Дунбэй)	Лю Хун-юнь (199)
Geology along the upper reaches of the Huangho in Eastern Chinghai	C. H. Chen and Y. L. Lee (230)

三水鋁礦加熱相轉變的新研究

章元龍

(中國科學院地質研究所)

目次

一. 緒言	2
二. 設備與技術	2
三. 標本的描述	4
四. 關於自然界和人工製造的三水鋁氧的幾種類型	5
A. 拜鋁石和三水鋁礦在自然界的共存問題	
B. 膠鋁氧的兩種類型	
五. 三水鋁礦和拜鋁石在空氣中、在熱液中和在靜壓強下的脫水和相轉變	11
A. 熱液脫水	
B. 在空氣中脫水	
C. 在靜壓強下脫水	
六. 真空預熱對於三水鋁礦和拜鋁石高溫相轉變和冷卻後再水合的影響	19
A. 真空預熱對於三水鋁礦高溫相轉變的影響	
B. 真空預熱後三水鋁礦和拜鋁石的再水合現象	
C. 從三水鋁礦經真空預熱後在結晶構造上的轉變解釋高溫放熱和再水合作用的現象	
七. 對於 $Al_2O_3-H_2O$ 系統的相變化前人實驗結果的綜述和意見	33
八. 結論	37

關於本文所用的幾個礦物名詞和插圖編號的說明:

1. 本文涉及的若干礦物名詞中有一些未曾採用前中國科學院編譯局所編訂的(1954年12月版),而採用了著者自己所提出的。茲表列如下:

原訂名	本文採用名	英文名	分子式
水鋁礦(或勃姆鋁礦)	薄水鋁礦	boehmite	$\gamma-Al_2O_3 \cdot H_2O$
水鋁石	單水鋁礦	diaspore	$\alpha-Al_2O_3 \cdot H_2O$
—	拜鋁石	bayerite	$\alpha-Al_2O_3 \cdot 3H_2O$
叙永石	多水高嶺石	halloysite	$Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 4H_2O$
蒙脫石(蒙德土,高嶺石)	蒙脫石	montmorillonite	$Al_2(Mg)(Si_4O_{20})(OH)_4 \cdot xH_2O$

2. 本文插圖的編號分兩個系統,第一個是按 A, B, C, D……為序排列的,凡非本文直接實驗所得的插圖和有關結晶構造的構想圖均屬於此系統。第二個主要是本文實驗所得的差熱曲線,系按本文節目次序排列的。除第4節所述的實驗者按 4A, 4B, 4C……為排列序外,其他各曲線均以節號居前,目號次之,然後再按 1, 2, 3 編號。如: 5, B, 1 系指第5節B目第1圖。

實驗參加者: 尹樹森、林卓然。

摘 要

从实验矿物学上久經研究但至今存疑的三水鋁矿加热相转变問題里,本文分析了以往結論分歧的原因,并在新的控制条件下獲得了一系列的新的实验結果。充分地表現 X-射綫粉晶繞射譜和差热分析的有机的联合应用在相分析上起着極为有效的作用。本文总结了前人实验,并与本文实验結果和我國若干自然情况相結合广泛地討論了水鋁氧礦物在自然界形成及转变的可能程序,包括拜耳石在自然界的存在問題和單水鋁礦在我國的大量形成問題。除發現工厂制三水鋁礦于真空預热脫水后之再水合現象外,并証明 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 的晶化速度和相应的放热反应的强度是可以由三水鋁礦在真空中脫水而顯著增高的。这一發現为爭執已久的高嶺石高温放热反应成因問題开辟了解决的途徑。本文从晶体構造的可能变化及其与晶格能的关系上,对所發現的新現象都作了初步的解釋。

一. 緒 言

三水鋁礦加热相变化乃是实验矿物学上的一个久經研究的問題。为了解决若干存疑之点并从而獲得新的啓示,我們必須在新的控制条件下進行实验。并且有必要重复旧的实验以探尋以往許多研究結果相互分歧的原因。

在上述目的之下,对于自然界所產和人工制备的三水鋁礦在空气中、在热液中、在靜压强下,特别是在真空中預热脫水的效应進行了比較研究。研究对象包括这些預热过的标本的再水合性能,以及重新加热时所表現的热反应等和相应的相变化等。并且進一步試从結晶構造上的可能变化及其与晶格能的关系上对所發現的新現象作了初步的解釋。

实验証明, $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 的晶化速度和相应的放热反应的强度是可以由三水鋁礦在真空中脫水而顯著提高的,这一發現为爭執已久的高嶺石高温放热反应成因問題开辟了解决的途徑,同时也喚起我們注意到礦物脫水时的边界条件对于以后加热相转变的程序和速度的影响,是非常值得進一步研究的問題。

于綜述前人对于 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-H}_2\text{O}$ 系統在热液条件下以及在空气中脫水的相平衡实验研究成果后,作者提出了根据本实验的修正意見,并結合我國若干实际情况广泛地討論了水鋁氧礦物在自然界形成及转变的可能程序。关于單水鋁礦的成因問題不是本文的重点,所涉及的实验根据有些虽然并不是直接經驗所得,但有充分理由認為可信。至于地質情况則有待于深切研究,所論僅供地質学者参考。

依据相当程度的实証,推論拜耳石 ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3\cdot 3\text{H}_2\text{O}$) 在三水鋁礦中可能少量存在。对于膠鋁氧的可能类型問題也進行了一些实验。

二. 設備与技術

由于热液条件已經多人充分的研究,且結果漸趋一致。本文僅重复低温範圍內少

數實驗，所用設備至為簡單。熱液彈如尋常所用者，以鋼制成，螺旋蓋與彈體間墊以紫銅襯板以保氣密，其容量為 12 厘升。于加熱前將彈局部充以水以獲致所需之壓強。于 70%，35% 和 22.2% 充以水時，溫度與壓強之關係，各根據奈溫伯和布路門德 (Von Niewenburg, Blumendal 1932) 諾爾 (Noll 1936) 和佛利曼 (Fred Foreman 1929) 所提供之數據綜合之，繪于圖 A。

以粒度小于 60 網目的標本裹在鋁頁中分為兩包，其一置熱液彈內，另一置小坩堝中，二者同置于自動調節着的馬弗爐內，以備于共同加熱後可做效應上的比較。

若干脫水實驗曾在靜壓強下進行。為壓標本，使用一套簡單的活塞和厚壁鋼管，以小電爐包圍鋼管以便加熱。在疊于上方的活塞中央鑽一（內徑 7 毫米）孔以容熱電偶以測定溫度，并可放置一份不加壓強的標本。活塞之橫斷面積為一平方英寸，利用一個帶壓強表的 20000 磅的油壓機以達致所需之壓強。

在真空中的熱處理是在一個自動調節的具管形熱腔（4 厘米內徑 × 30 厘米長）的電爐內進行的。在其中插入一個石英管以緩沖爐溫。管（2 厘米內徑 × 99 厘米長）具足夠的長度使兩端不致過熱，以使用軟臘密封。石英管之一端通過橡皮管接于高效率的抽氣機上。測定爐溫之熱電偶經接綫柱通過橡皮塞封入石英管之一端內。電爐取水平裝置。

在真空熱處理和若干次空氣中熱處理時，標本均系包于鋁頁中，亦曾一度採用特制之標本保持器系于直徑 16 厘米，長 17 厘米之不銹鋼柱中鑽一孔（11 厘米內徑 × 15 厘米深）而成。以蓋閉之但易漏氣，僅使粉不外溢為度。此式標本保持器經試用後知不利真空實驗，一切新效果均將因標本坐之不適當而不可得。

在實驗工作中充分的利用了差熱分析法，不僅用以研究原始標本熱反應，而且也用以表現原標本于經過各種脫水實驗；包括熱液條件下的處理，和經過真空預熱處理等所

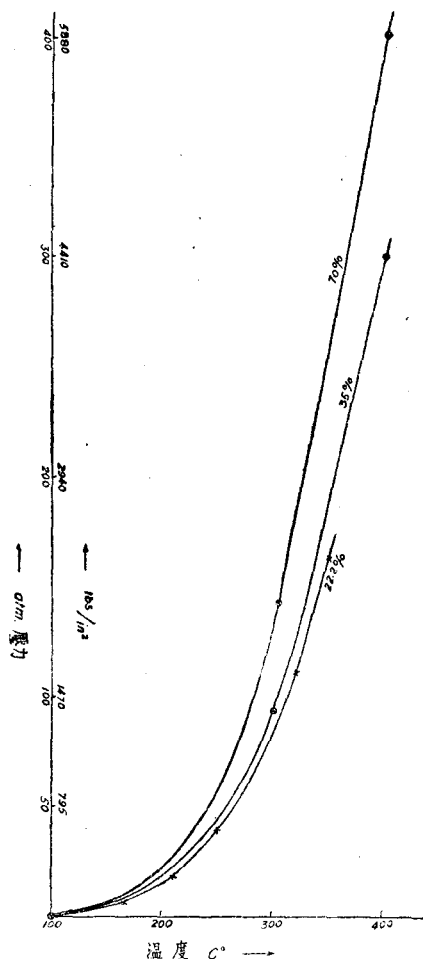


圖 A 熱液彈中在不同充水百分率下溫度與壓強之關係

經歷的变化。該儀器系完全自動的光學記錄式，并能於一次實驗分析兩份標本，因此，極便於兩者之比較。（該儀的初步設計和實驗載“科學通報”，1953年8月號，後來的改進曾於1955年初1月1日“光明日報”所報導。）

由於差熱分析法對於三水鋁礦，湃鋁石和活性的 γ -鋁氧之鑒定非常靈敏，但對於薄水鋁礦和單水鋁礦的鑒別上可靠性較差，在相變化的研究上必須與X射綫粉晶繞射法相配合。如此則 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-H}_2\text{O}$ 系統內以及所有各相均將得到明確的鑒定。有一系列的粉晶照相是用出自鈷靶經過鉄濾膜的X-射綫攝取的，此外凡不含鉄的標本均曾用出自銅靶經過鎳濾膜的X-射綫攝譜。含量較少的各相的最後鑒定是在設法除去含量最多的主相以後才明確的。特別是湃鋁石的鑒定是在主相和該相失水後，而該相又獨自達到了高度的再水合狀態，才明確無疑的。

三. 標本的描述

所研究的標本有三個曾為地質部南京陳列館所藏，各采自雲南、福建，和一個未經証實的產地。北京地質學院贈送了一塊雲南的標本。此外，某冶鋁廠贈送了兩份用拜耳法所得的三水鋁礦人工制品，其一是該廠實驗室制的，另一是工廠制的，本實驗直接証明工廠制品含湃鋁石、并推測實驗室制品含湃鋁石之量較多。該工廠制的標本有一特征，即在差熱曲綫上表現一個很尖銳的低溫（125°C）脫水吸熱峰，這是由於粒度細小達4—5微米的約占40—50%所致。其他尚有兩種自制的膠體標本將專章討論之。在所得標本中以未經証實產地的標本在成份上為最純（本文所謂“自然界標本”即以此為

表1 數個三水鋁礦標本的化學分析

化學成分	產地	雲 南		福 建	未 証 實
		紅 色 部 分	白 色 部 分		
SiO_2		0.30	0.31	5.43	0.49
Al_2O_3		59.03	43.76	42.36	59.96
FeO					3.11
Fe_2O_3		12.39	22.27	24.15	0.84
TiO_2		2.81	3.56		
Mn_2O_3		0.28	0.49		1.37
CaO				痕 迹	
MgO		痕 迹	痕 迹	痕 迹	0.01
SO_3		0.43	0.62		
$\text{H}_2\text{O}^{(-)}$		0.58	0.20	0.13	0.97
燒失量		24.84	27.93	57.68	34.46
总量		100.66	99.34	99.75	99.34

代表)具豆狀結構,所含顆粒呈紫色,X-射綫繞射譜証明其為菱鉄礦。福建标本屬紅土型,含赤鉄礦,後來推論可能含湃鋁石。地質学院所贈的云南标本赤白兩色相滲,內含若干有机質,系由差熱曲綫指示出來,經双氧水處理可以完全除去。

据將三水鋁礦除去以后之X-射綫分析,并据与已知成分之三水鋁礦和薄水鋁礦人工混合标本之对比,直接証明上述各人工标本皆含少量的但相当顯著的薄水鋁礦,就差熱曲綫推測各自然界标本內的薄水鋁礦含量皆甚少,大約不到5%。另一个得自南京陈列館的云南标本則含少量高嶺石。所有大量或小量存在的成分都將于下節由差熱曲綫表示出來。自然界标本的化学分析百分数如表1所示(該項分析工作系由本所化学分析研究室侯瑛同志所做):

四. 關於自然界和人工制造的三水鋁氧的几种类型

本節的內容可以說是上節“标本的描述”的补充資料,作者准备比較深入一步地討論若干有关三水鋁礦的問題,特別是在自然界是否有湃鋁石存在的問題。我們知道,如果包括自然界所產和人工所制三水型鋁氧当有如下数种类型:

成 分	結 晶 相		非 結 晶 相
	α -相	γ -相	
$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	(湃 鋁 石)	三 水 鋁 礦	膠鋁礦,氫氧化鋁溶膠類

膠鋁礦是一个意义含混的名称。是否一定是三水型还有問題,当然也应该有三水型的。本節的主要目的虽然僅是要研究湃鋁石在自然界是否可与三水鋁礦伴存的問題。为了解决这一問題,同时也研究了實驗室制造膠狀鋁氧的可能类型;有一种在加熱分解的性質上看來是屬於三水型的,另一种在含水量上看來虽然也似乎是三水型的,不过經進一步研究的結果知道是一水型的沉淀的薄水鋁石帶着二分子的吸着水。茲將所要討論的問題分述如下:

A. 湃鋁石和三水鋁礦在自然界的共存問題

自然界沒有“游离”状态的湃鋁石和 γ -鋁氧,似乎是理所当然的。但有不少研究者認為,在自然界还没有發現过湃鋁石則未免言之过甚。茲將利浦曼(Friedrich Lippmann, 1952)对于这个問題的敘述重复在下面,其內容对于本文是有用的。

“湃鋁石”、三水鋁礦($\text{Al}(\text{OH})_3$)、薄水鋁礦和單水鋁礦(AlOOH)的失水都可以通过强烈的吸熱效应來辨認。在自然界尚未發現的湃鋁石是在近 250° 处失水的,三水鋁礦的吸熱峯頂在 320° 。由于反应進行时扫描如此遙远而又顯著,以致当三水鋁礦僅有少量存在时也能在差熱曲綫上明确辨認出來。薄水鋁礦在 450°

和 550° 之間失水,但其峯頂位置約在 500° 。至于單水鋁礦的吸熱峯範圍則稍高一些,約在 $480-600^{\circ}$ 之間。此二礦物在差熱曲線上頗為近似難于分曉。鋁-氫氧化物的簡易鑒定對於鋁土礦和熱帶泥質之研究具有重大意義。

在這裡,利浦曼和有些位研究者和礦物學書籍的著者們一樣認為湃鋁石在自然界尚未發現,他綜合的報導了湃鋁石、三水鋁礦、薄水鋁礦和單水鋁礦在差熱曲線上的特征。至于所述的一些反應峰的確切位置,則應該是有賴于個別的鋁-氫氧礦物作為標本而稍稍有所不同的,和所使用的儀器以及加熱的速度也都有一些關係。在他的報告中,湃鋁石、三水鋁礦和薄水鋁礦在一個實驗室製造的標本中的共存情況是用差熱曲線表現出來了(圖 4, K)。值得注意的是它的形式和我國福建漳浦所產的天然三水鋁礦的差熱曲線幾乎完全一致(圖 4, B)。

湃鋁石的失水溫度較三水鋁礦為稍低,這一事實也同樣可以由靜待的脫水實驗如弗萊克和思飛倫 (Fricke, Severin, 1932) 所做的等溫脫水曲線(圖 B)所示者來證明。

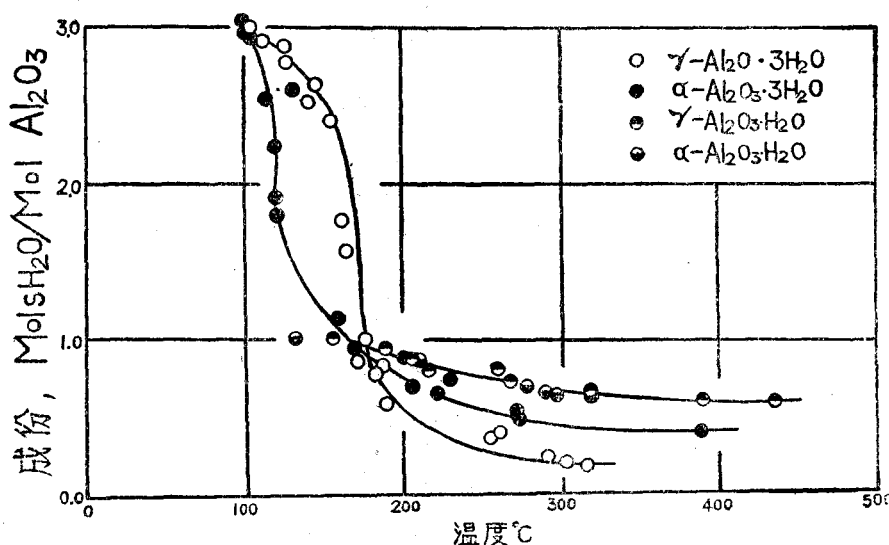


圖 B α 和 γ - $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$; α 和 γ - $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的等溫脫水曲線
(據 Fricke 和 Severin)

在工廠制的標本中那設想是湃鋁石的少量存在的相,終於由 X-射線的繞射譜得到了証實。這並不是直接了當地從原標本的 X-射線粉晶繞射譜可以看得出來的,而是經過了一系列的脫水和再水合作用之後,湃鋁石的含量遠遠超過了三水鋁礦的含量才得顯示出來。詳細情況將於本文的第 6 節 B 加以說明。

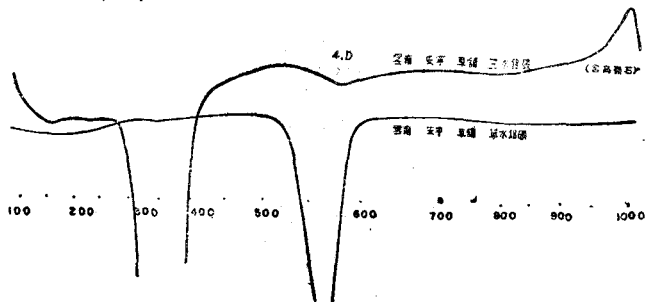
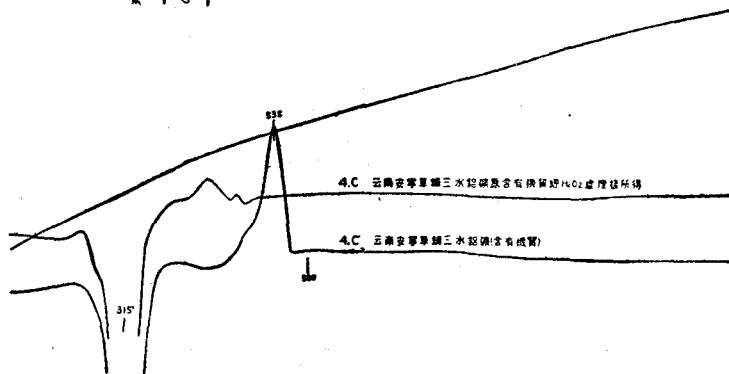
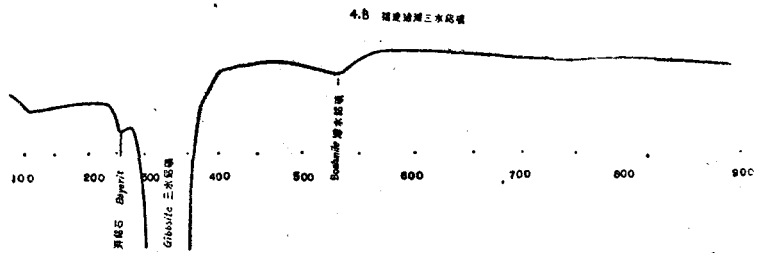
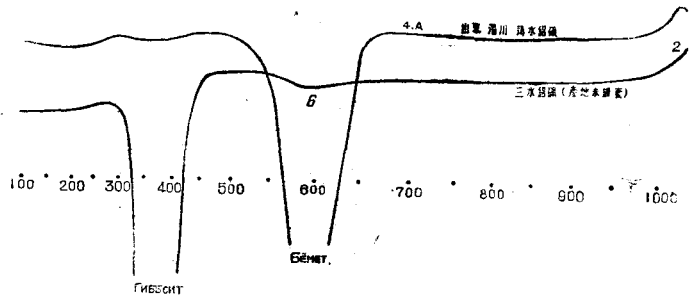
因此可以相信,凡三水鋁礦內含有少量湃鋁石者,其差熱曲線必具小吸熱峰。但反過來說,就不能輕易承認,凡三水鋁礦的差熱曲線具有同樣的小附峰者必含有少量的湃

鋁石。因為應該考慮到是不是可能有別的礦物如纖鐵礦或針鐵礦或者鋁土礦中別的相如膠鋁礦，或結晶程度不良的三水鋁礦也會產生同樣的小附峰。基於這樣的認識，經與有相當理由可以提出的和現有的關於小放熱峰的他種解釋和一切可以設想的其他可能性相比較，我們認為應該相信所有產在自然界的三水鋁礦標本，凡在差熱曲綫上具有這個先到的小吸熱附峰的都同樣是由于含湃鋁石所致。

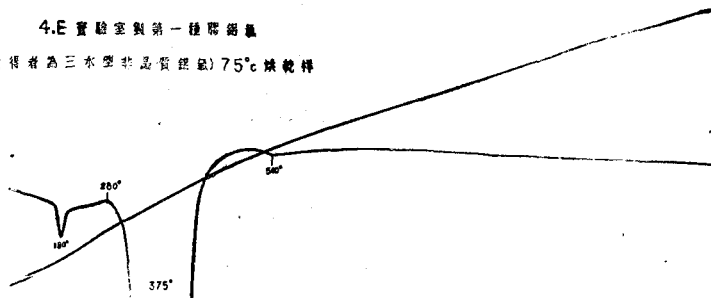
設如差熱曲綫上的小附峰果然代表湃鋁石，那麼福建三水鋁礦中所含的湃鋁石較工場制標本所含之量更少，自然不能利用 X-射綫直接看出湃鋁石的存在。我們曾試以 25% 針鐵礦與 75% 的純三水鋁礦相混合，並沒有產生出任何小吸熱峰來。也就是說針鐵礦的吸熱峰被包括在三水鋁礦的峰之內了（圖 4, J）。因此，可以斷定福建三水鋁礦的差熱曲綫上的小附峰並非由針鐵礦摻入所致（實際上福建的三水鋁礦含有赤鐵礦並無針鐵礦和纖鐵礦）。

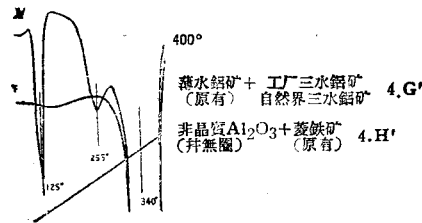
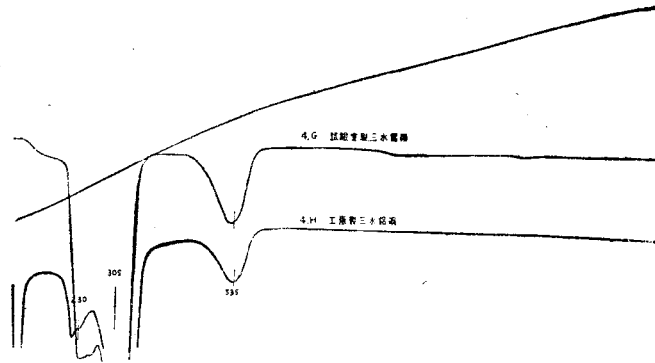
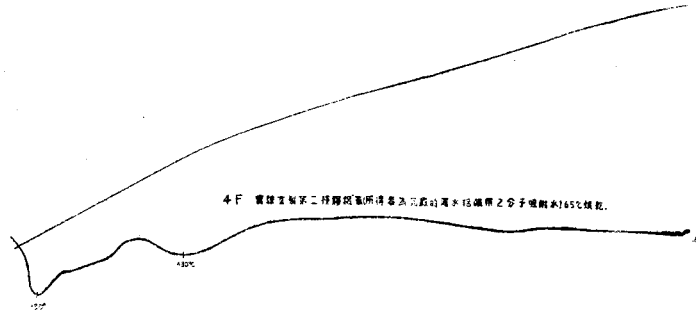
巴斯克和達維斯(Pask, Davies, 1945)曾把這個領先到來的小吸熱峰歸結于膠鋁礦的存在，但這個解釋似乎是不對的。我們並不是否定膠鋁礦也有在三水鋁礦內共存的可能性。我們在實驗室所制的兩種鋁氧溶膠中之一曾經 X-射綫證明其為非晶質或膠質，但其差熱曲綫實與三水鋁礦無異。如果認為人造膠鋁氧和膠鋁礦的熱反應相同，就不能推論膠鋁礦的放熱峰能特別提前至與所研究的小峰相合。膠狀鋁氧尚且不能形成提前的放熱峰，可見結晶不良的三水鋁礦也更不能成顯著形提前的放熱峰。人造膠狀鋁氧的兩種類型將於下節詳述之。所謂自然界的膠鋁礦于達納礦物學大系中曾約略一提，其熱效應究當如何尚無直接資料可征，但膠鋁礦也不是一個穩定的相則是可想像的。

在自然界的三水鋁礦中倘不含湃鋁石則已，如果含有湃鋁石，那麼由于三水鋁礦主體所產生的吸熱峰和由于湃鋁石所產生吸熱峰的面積之比雖然不一定是，但往往是非常近似某一定比例或者小于這個比例，是一個非常值得注意的事實。似乎可以這樣想，介穩定的湃鋁石變化到與三水鋁礦成一定範圍的比例時，便被與之密切混合在一起的三水鋁礦主相所“凍結”，遲滯了變化的進行。因此，這一階段被發現的機會也就較多。在中國產的三水鋁礦中，福建的三水鋁礦中三水鋁礦和湃鋁石之比即近于一定的最常遇到的比值，而雲南含有機質的一種三水鋁礦和湃鋁石之比就小于這個比值。在許多國外產的三水鋁礦中，含一定比量的湃鋁石這一事實之非常習見（但迄未被國外學者所確認），至于何等程度，頗可以從諾頓 (Norton F. H. 1952) 所發表的“三水鋁礦”的差熱曲綫示意圖窺見一般（圖 4, Q）。他竟把小附峰當作經常存在的一部分，按他所畫，小峰高度當主峰高度的六分之一，習見情形却是如此。至于這個小峰有何特殊意義，則未加解釋。再者，費道替夫 (Федотьев, K. M. 1939) 著文稱此小吸熱反應峰經常出現于自



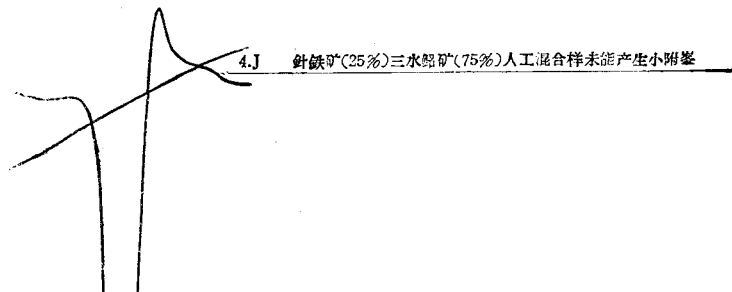
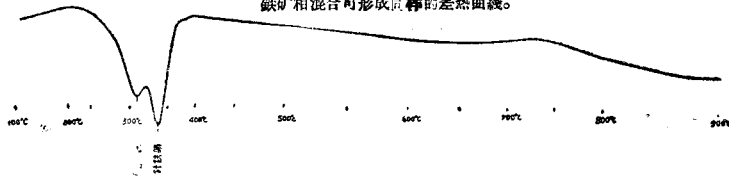
4.E 實驗室製第一種陽工
(所得者為三水型非晶質鈣鎂) 75°C 烘乾樣





4.I 針鐵礦局部結晶不良 大冶鐵礦

如以60%針鐵礦與40%鉍鐵礦相混合可以形成同樣的差熱曲線，但這不是大冶鐵礦的實際成分。因 x-射線譜上未現鉍鐵礦。
據 Kelly, W. C. (1956) 結晶良好的針鐵礦和結晶不良的針鐵礦相混合可形成同樣的差熱曲線。



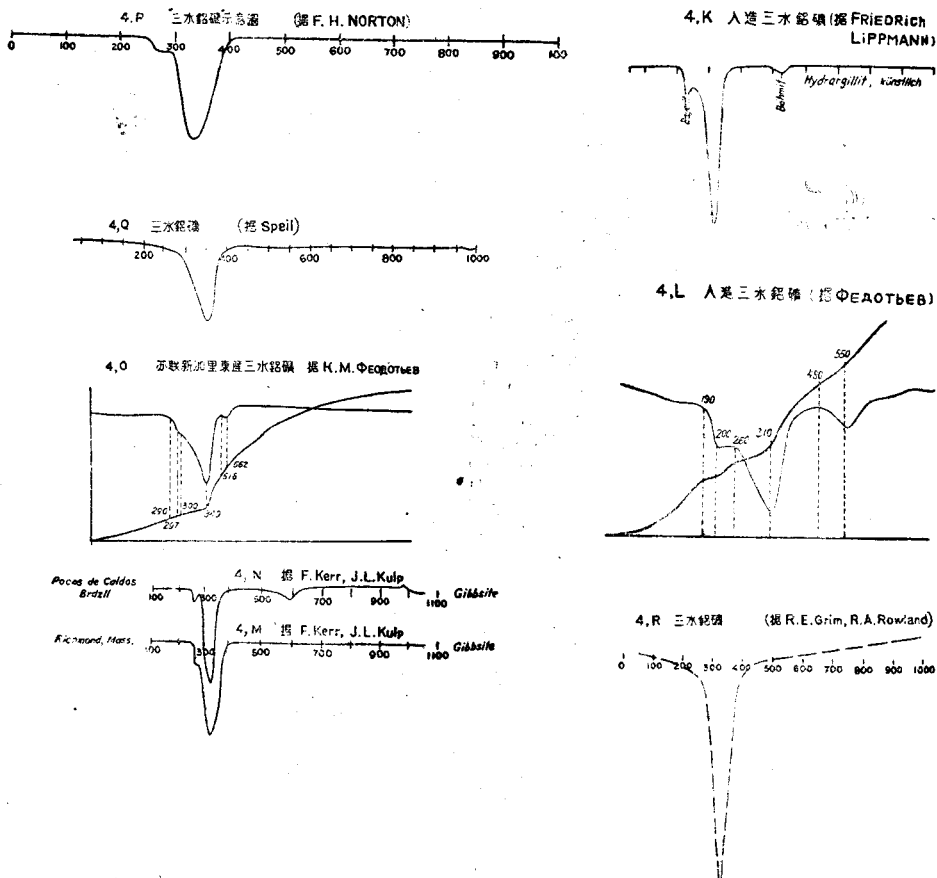


圖 4 自然界和人工制造的三水铝矿和拜铝石及与之共存的薄水铝矿
(包括国外标本)和实验室制铝氧两种

然界的三水铝矿差热曲线中(如图 4, O 所示),但也尚未加以解释。如果认为所有的三水铝矿都有小附峰,那显然是不对的;比如未明确其产地的标本就没有这个小附峰(图 4, A. 2.)。但小附峰是由拜铝石之失水而产生应该是可以相信的了。

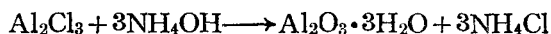
薄水铝矿也是常常和三水铝矿共存的一个少量的相。有些三水铝矿含有高岭石和薄水铝矿,含高岭石的三水铝矿内有没有薄水铝矿,仅凭差热分析也不易分辨,因为吸热峰可能重合在一起。在国外实验室所做的差热曲线中,美国来锡蒙特,麻省(Richmond, Mass, U. S. A.)所产生的标本,经克尔和库尔普(Kerr, P. F., Kulp, J. L., 1948)分析的图 4M,就可用来说明——有些三水铝矿中含有一些拜铝石,但不含薄水铝矿的一例。此外斯波尔(Speil, 1945)和吉尔姆与罗兰德(Grim, R. E. Rowland, R. A. 1944)都曾发表过仅具一个吸热峰的纯三水铝矿的差热曲线(图 4, Q 和 4, R)。第四节 B 中将指出,当三水铝矿在空气中加热虽然时间延长,也不能行成薄水铝矿。本节所指出的

一些差熱曲綫已經說明進行差熱分析時在空氣中加熱不能使三水鋁礦變為薄水鋁礦，而只能轉變到 γ -鋁氧。

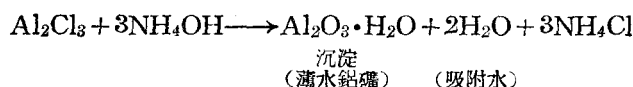
B. 膠鋁氧的兩種類型

由可溶性的鋁鹽加氨水可以得到兩種類型的膠鋁氧：

在一種情況下，得到一種非晶質的膠狀體幾乎不能顯示 X-射綫的繞射譜（標本是在 70° 烘干的，由於沒有十分洗淨，尚有若干 NH_4Cl 的綫條出現。），其差熱曲綫（圖 4，E）是和三水鋁礦的完全一致，這一點上文已經說過了。根據熱效應來看，這一膠體應該屬於三水鋁型的鋁氧，不過是非晶質體。在製造過程中所起的反應如下：



在另一種情況下，沉淀出來的是薄水鋁礦，但因顆粒極微，以致其 X-射綫繞射譜綫呈泛粗現象，其差熱曲綫（圖 4，F）示富含吸附水的情形。反應式宜改為：



據羅克思培（Rooksby, H. P. 1951）報導，薄水鋁礦也是膠狀鋁氧中的主要成分。這樣沉淀出來的薄水鋁礦經過漫長的時效作用，結果往往是形成若干份量的湃鋁石和三水鋁礦，而並不是使生來極微小的晶粒有任何顯著的增長。

如果事實果然如此，也就是說如果羅克思培沒有忽略第一種膠鋁氧的可能產生，而沒有把上述第一種膠鋁氧誤認為第二種的話（二型的沉淀條件不易區別，很有可能引起誤會），那麼這正是表現了吸附水漸漸轉變為晶格間（OH）組或稱結晶水的一個已知的實例。不過按熱效應和分子式看起來，第一種膠狀鋁氧似乎應該更容易轉變為三水鋁礦和湃鋁石。羅克思培指出：沉淀出來的薄水鋁礦，在室溫下形成三水鋁礦是需要相當漫長的時間的。

菲克羅娃（Виколова, М. Ф. 1952）把利凡多（Левендо Е. П.）以曲頸瓶封存於實驗室條件下經歷了十年的膠鋁氧沉淀中所得的再結晶產物加以電子顯微鏡的觀察，知道除掉六方形的三水鋁礦小晶體之外，殘余的非晶質膠體依然存在着。可見要等到更完全的晶化，還要通過更漫長的時間。可惜的是他們的實驗並沒有提及究竟是从那一種膠鋁氧開始沉淀的，也沒有提到湃鋁石是否存在。

五. 三水鋁礦和湃鋁石在空氣中、在熱液中和在靜壓強下的脫水和相轉變

布拉格（Bragg W. L., 1937）在其所著的“礦物的原子構造”一書中說：“三水鋁礦

脫水成薄水鋁礦而此轉為 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, 乃 Al_2O_3 之一型具尖晶石型構造。”这样簡單的說法為一般的和權威的礦物學書籍所採用, 包括別杰赫金(Бетехтин А. Г. 1950)的著作‘礦物學’在內。在有些對於這一點敘述得更詳細的書中, 並提出三水鋁礦——薄水鋁礦的轉變溫度為 150°C , 由於一般敘述頗少涉及進行如此順序的轉變時所處的環境究應如何, 致使許多讀者以為三水鋁礦在平常條件下, 在空氣中熱到 150°C , 就可以直接了當地即使是較緩慢地變成薄水鋁礦了。但事實並不這樣。

密爾根 (Milligan C. H. 1922) 以一人造的三水鋁礦標本在含有已知分量的水蒸氣的一股自由空氣流中進行脫水實驗, 以所得到的等溫脫水曲綫看來, 所用的標本肯定是三水型的鋁礦, 但是關於形成任何單水型鋁礦的一點指示也沒有得到。密爾根的實驗雖早在 1922 年完成, 所得結果相當正確。

魏斯爾和密爾根 (Weiser, Milligan) 從 1932 年到 1934 年間對於這個問題在觀點上的改變可引羅克思培 (Rooksby, H. P. 1951) 的綜述來說明:

“魏斯爾和密爾根(1922)起初認為他們的實驗結果表現 X-射綫所認識到的結晶成分是无水鋁氧, 並稱之為‘待爾他型’(Delta form)。後來由於分析了別的標本(1934), 他們放棄了這個解釋, 並且‘正確’地鑒定了從三水型鋁氧導來的結晶成分為薄水鋁礦, 因此應當是一水型鋁礦中的一種。”羅克思培進一步說: “如上所述, 三水鋁礦和湃鋁石在空氣中於 150°C 熱處理產物中含有薄水鋁礦, 但如此所得者與由熱液條件下所形成的薄水鋁礦所不同者在於与無水的 γ -鋁氧相混合”。

審慎地看來, 這個問題不能就認為是已經解決了。因為事實可能這樣, 魏斯爾和密爾根在 1932 年所用的三水鋁礦原來就不含薄水鋁礦, 而在 1934 年所用者原來就含有薄水鋁礦, 或者含量多少有所不同。

特爾坦 (Tertian 1950) 用一種緩慢加熱的方法使一個大的三水鋁礦單晶脫水, 據稱得到了在效果上相當於單晶的 γ -鋁氧晶体。他認為所得到的的是由脫水後形成的許多小晶体共同保持着原來三水鋁礦單晶固有的方向, 自然組合起來一個復晶, 因此攝得了 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 單晶所應有的勞厄照像。特爾坦並未提到薄水鋁礦在兩相中間曾否形成。如果該單晶的任何一部份曾經渡過一個中間階段——薄水鋁礦的話, 似乎是不應該被特爾坦所完全忽視的。至於他所指出的 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 小晶群的排列方式是否正確、則又當別論。

在另一方面, 司旦普等 (Stumpf, H. C., Russel, A. S., Newsome, J. W. & Tucker, C. M., 1950.), 阿漢拔赫 (Achenbach, 1931) 都採取了另一極端的觀點, 認為三水鋁礦(人工標本)在乾燥空氣中加熱時於第一階段轉變為薄水鋁礦。

弗利克 (Frike, 1944) 綜述了較早期關於 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-H}_2\text{O}$ 系統的研究, 主要包括在大