

內蒙土貴烏拉白云母矿 成因研究与評價問題

張 克 安 著

地質出版社

內蒙古烏拉白云母矿
成因研究与评价問題

著 者 張 克 安
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170号

发 行 者 新 华 書 店

印 刷 者 地 質 出 版 社 印 刷 厂

北京安定門外六鋪炕40号

印数(京) 1—2000册 1959年4月北京第1版

开本 $31'' \times 43''^{1/2}$ 1959年4月第1次印刷

字数35000 印张 $1^{17/28}$ 插頁5

定价(10) 0.98元 統一書号: 13038·295

內蒙土貴烏拉白雲母礦 成因研究與評價問題

張克安 著

地質出版社

1959·北京

目 录

序	3
前 言	4
第一部分白云母成因研究	5
一、矿区地质概述	5
(一) 地层	5
(二) 岩漿岩	6
(三) 构造	8
二、矿床形态特征及其存在规律	9
(一) 矿床形态	9
(二) 圍岩蝕变	9
(三) 矿床存在规律	11
三、矿床成因	12
(一) 花崗偉晶岩的形成及其地球化学特征	12
(二) 偉晶岩的分帶作用及其内部結構	13
(三) 后期交代作用及稀有矿物的生成	19
四、白云母成矿作用及其富集规律	22
五、結論	26
第二部分白云母矿床评价問題	28
一、云母的主要性質及用途	28
二、对含白云母花崗偉晶岩的初步评价因素	29
(一) 圍岩性質控制及圍岩蝕变現象	29
(二) 偉晶岩的形态	29
(三) 偉晶岩的分帶性及其共生結構	31
(四) 后期交代現象	33
三、普查工作方法	33
四、白云母矿床的工业类型及勘探方法	36
(一) 白云母矿床的工业类型	36
(二) 勘探方法的選擇及布置	36
(三) 編录工作: 素描图	36
(四) 采样及試驗工作	37
(五) 儲量計算	37
参考文献	39

序

云母（白云母、金云母）具有高度的絕緣性，及其他優良的物理機械等性能，因而被廣泛應用到電氣工業和無線電工業等方面。目前除航空發動机电阻已開始以特制的剛玉电阻代替外，在其他方面，尚找不到代用品。因此，云母是不可缺少的非常寶貴的礦產。

我國云母產地甚多，目前出產優質白云母的以四川丹巴及內蒙古貴烏拉（官村）為著名。由於祖國工業的飛躍發展，對云母的需要，日益增多。為了祖國早日全面電氣化，找出更多的優質云母是非常重要的任務。

大家知道，有工業價值的白云母是生長在花崗偉晶岩中的。那些結晶巨大的白云母的產生和富集是與花崗偉晶岩的形態、結構和後期交代作用等有密切的關係。

內蒙古貴烏拉白云母礦床，自1956年開始正式普查和勘探。工作是在蘇聯專家 А.И. 列別金采夫同志親切的指導下進行的。本文系該礦床的勘探報告的附件，系全體人員的勞動成果，由本人執筆寫成。在編寫之前，曾得到科學院郭承基先生的親切指導，謹此致謝。由於水平所限，對一些問題，系作為嘗試性的提出，錯誤在所難免，請讀者們多多批評指正。

張克安

1958年9月

前 言

土貴烏拉(官村)位于內蒙古自治区南部,在呼和浩特东,大同市北,北距集宁市仅30公里。有鉄、公路相通,交通称便。

本区白云母矿,早在八九十年前即已被发现和采掘,在天皮山及二窑溝等地均遺有古洞。淪陷期間,曾遭日寇掠夺式的开采,部分矿脉遭到破坏。解放后由內蒙古云母石棉公司进行开采,年产毛矿約1500吨。但直至1956年以前,尙未进行过正式的普查和勘探工作。远在抗日期間,日人蒙野善藏、村越英雄、木野崎及大森启等,曾先后到本区进行地質調查,前者在天皮山的花崗偉晶岩脉中,首先发现綠柱石,后者的观察較詳細,闡述了花崗偉晶岩的分帶現象,与白云母的富集部位,并指出了找矿标誌。1947年,仍按远地質調查所何鏡宇在丰鎮、集宁一帶,調查矿产地質。对本区花崗偉晶岩中的白云母含量曾作一粗略的估計。解放后,北京地質学院研究生潘世禧、白宜真曾数度到官村,对含白云母的偉晶岩,作詳細的調查和研究工作。在其畢業論文中,叙述天皮山的花崗偉晶岩分帶性較明显,但不对称。白云母化作用和鈉長石化作用,为其最大特点,且二者有很紧密的联系。并認为天皮山含白云母花崗偉晶岩是属于第1工业类型的白云母矿床。A.П. 拉尔钦科專家,在短期的調查后,指出官村东北的黃旗海为一凹陷地帶,矿区位于凹陷帶的边緣,由于边幕式構造而产生了許多傾向海子的剪切裂隙,岩漿即沿上述裂隙貫入而形成偉晶岩。其后,中国科学院郭承基等对本区的花崗偉晶岩及其中所含的稀有元素矿物作了調查和研究。

第一部分 白云母成因研究

一、矿区地质概述

在本区出露的主要岩层为：太古代片麻岩、古生代石炭二叠纪砂页岩及中生代的玄武岩。在片麻岩分布区域内，花岗岩晶岩甚为发育。（图1）。

（一）地 层

1. 太古代片麻岩：在区内分布最广，按岩性可分为：矽线石榴子片麻岩、辉石片麻岩、黑云母片麻岩及斜长片麻岩等。其片理走向为 $N35^{\circ}-60^{\circ}E$ ，倾角陡，一般在 60° 以上。普遍受到花岗岩质浆的贯入。

矽线石榴子片麻岩(SG)：出露于天皮山、大西沟、蛋石山及土黄山等地。石色灰至暗红，风化面呈黑褐色。片理不显著，矿物组份为：斜长石、石榴子石、矽线石及少量黑云母、磁铁矿。矽线石色棕一灰褐，呈束状或放射状，在天皮山所见者，结晶粗大，长达5公分以上。石榴子石呈深红色，半透明，常见达1公分以上的晶体，但多具裂纹。属铁铝石榴子石。因其常沿片理聚集，使岩石呈显著的灰红相间的条带状构造。镜下观察，矿物均呈定向排列，长石石英均有压碎现象，呈现碎斑构造。长石、石榴子石包有石英细粒，而形成筛状构造。在后者的裂隙中，常有黑云母和绿泥石产生。

辉石片麻岩(PG)及黑云母片麻岩(BG)：出露于二塞沟、大西沟和大南沟一带。二者呈渐变关系，前者色暗灰，矿物组份为：斜长石、紫苏辉石、石英、黑云母、少量透辉石及角闪石。紫苏辉石常沿片理富集。镜下见具反条状结构的反纹长石，紫苏辉石多色性强，二轴晶正光性。黑云母片麻岩的主要组成矿物为：中长石、石英及黑云母，含少量正长石、辉石及石榴子石。镜下黑云母多色性显著， $X =$ 淡黄， $Z =$ 深褐，干涉色达三级蓝色。

上述片麻岩，据野外产状及其矿物特征，推测原岩为沉积岩，经

深度變質而成。

斜長片麻岩(IG): 出露于平頂山、中腦包及三道樑一帶。多呈脈狀, 厚度不等。石色灰白, 部分稍帶紅色, 風化面呈淡黃色。組成礦物簡單, 為白色長石及石英, 偶見少量石榴子石。石英具灰、白二色, 常呈蠟狀, 嵌于長石中。其色紫紅, 為錳鋁石榴子石。鏡下觀察, 長石屬奧長石為主, 微斜長石及條紋長石少量, 偶見黑云母及矽綫石。依其產狀及礦物特征看來, 屬於正片麻岩。據前人的分析, 其化學成分與花崗岩甚相近。原岩可能為半花崗岩。

2. 古生代石炭二疊紀砂礫岩(C-P): 出露于中腦包一帶, 呈東西向狹長的帶狀分布, 厚約100公尺, 走向 $N40^{\circ}\sim 70^{\circ}W$, 傾向NE。傾角 $25^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 。與下伏太古代片麻岩呈顯著的角度不整合。其底部為礫岩, 成分主要為片麻岩礫石, 偶亦見含大塊白云母的花崗偉晶岩礫石, 分選性甚差, 礫石具有稜角, 大者直徑達1公尺以上, 膠結物為片麻岩碎屑。上部為砂礫岩及砂岩, 其與礫岩無顯明的界綫。砂岩呈棕色及灰色, 含鐵質較多, 風化面常染成紫紅色。含 *Calamites sp.*, *Cordaites sp.*

3. 新生代:

(1) 第三紀紅土: 僅于大貨地淺井中見之, 厚約5—10公尺, 直接復于片麻岩之上。系由粘土及細砂粒組成, 膠結性甚差。不含化石, 岩性與內蒙各地所見者同。

(2) 第四紀黃土及沖積洪積層(Q): 前者主要分布于沖溝的兩側及山前緩坡, 在平頂山至沙卜村一帶最為發育, 厚5—15公尺, 具垂直節理, 有時能見平鋪之礫石。后者廣泛分布于本區北部, 為細砂和砂質粘土, 夾少量礫石。其厚度一般在100公尺左右, 在中腦包村附近則厚達230公尺以上。在溝谷兩旁出露的, 則由礫石、粗砂等組成, 其厚度隨地而異。

(二) 岩漿岩

本區的岩漿活動甚為頻繁, 早期的侵入岩體已受變質并具片麻構造。后来的尚有: 酸性及基性岩漿的貫入及玄武岩的噴發, 茲分述如下:

1. 細晶岩：在二窩溝、大西溝等地出露極多。大半呈規則的脈狀，是沿片麻岩節理貫入。走向 $N40^{\circ}\sim 60^{\circ}W$ ，傾向NE，傾角 $25^{\circ}\sim 35^{\circ}$ 。厚度自數公分 ~ 5 公尺，長數十公尺至數百公尺，石色紅，細晶結構，礦物組份為：微斜長石、正長石、石英及少量的臭長石、條紋長石。副礦物為：黑雲母、磁鐵礦及鈦鐵礦，少數岩脈的中部，偶呈較粗的結晶，且含少量白雲母小晶体。在脈的兩側，尚可見到不同程度的圍岩蝕變現象。

2. 花崗偉晶岩(PV)：區內花崗偉晶岩甚為發育，主要分布于天皮山、平頂山、二窩溝及大西溝一帶。在矽綫石榴子片麻岩、輝石片麻岩及黑雲母片麻岩所組成的寬約3000公尺，作NE向伸延的岩帶內，成群出露，數近百條。由於絕大多數均沿片麻岩NW方向的剪切裂隙貫入，脈的走向大致平行。傾向 $N30^{\circ}\sim 50^{\circ}E$ ，傾角 $25^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 。形狀一般尚規則，多呈板狀，中部較厚；但亦有因收縮而變薄的現象。脈的寬度介於0.8 ~ 7 公尺之間，長50 ~ 600 公尺，其中以厚2 ~ 3 公尺，長100 ~ 300 公尺的最為普遍。偉晶岩兩側的圍岩，均呈黑雲母化的蝕變現象。蝕變帶的寬度自0.5 ~ 5 公尺。在規模較大，分帶較顯著的偉晶岩的兩側的蝕變帶厚度較大，黑雲母化亦較為強烈。相反，在規模不大或分帶不好的偉晶岩的兩側的圍岩蝕變現象則較微弱，蝕變範圍也小。

本區花崗偉晶岩多為紅色。部分則呈淡紅 $\sim$ 白色，後者系因受到強裂的鈉長石化所致。紅色的偉晶岩，其結晶較細，無分帶現象。白雲母化微弱，是屬於高溫偉晶岩。其分帶現象較為顯著的，邊部為細晶帶或文象帶，中部為長石、石英塊體帶。長石、石英的晶体往往很大，達1 ~ 2 公尺以上。鈉長石化和白雲母化強烈，常富集成帶。是為中溫偉晶岩，有工業價值。如天皮山1，2號脈。

花崗偉晶岩的主要組成礦物為：長石（微斜長石、條紋長石、正長石、臭長石、鈉長石）、石英及白雲母。黑雲母的分布亦甚為普遍，副礦物有：磷灰石、黑色电气石、鋁英石、鈦鐵礦、假象赤鐵礦及矽綫石。在分帶較好，交代現象較為顯著的偉晶岩脈中，尚可找到黃玉、螢石、綠柱石及獨居石等含稀有元素的礦物。

本区的花崗偉晶岩及細晶岩。均未見貫入石炭二疊紀砂礫岩層內。相反在上述岩層內找到了含白云母的花崗偉晶岩礫石。說明其侵入時期較砂礫岩為早。當屬於寒武紀前。按野外產狀及礦物特征來看，花崗偉晶岩和細晶岩可能來自同一岩漿源的同期產物，但在部分地區，見到偉晶岩貫入細晶岩的現象。故前者的形成時期或稍後于后者。

3. 輝綠岩：本區出露較多的基性岩脈，主要為輝綠岩。在花崗偉晶岩和細晶岩發育地段，輝綠岩出露亦較多。主要是沿片麻岩的近SN方向的節理貫入。穿切花崗偉晶岩和細晶岩，但未見貫入石炭二疊紀的砂礫岩層。由此可見其侵入時期是晚于花崗偉晶岩。但是否屬寒武紀前的產物？則仍缺乏較為可靠的証據。

輝綠岩的厚度一般是1~30公尺，長數十公尺至數百公尺。石色灰綠，致密堅硬。肉眼可辨輝綠結構。鏡下見拉長石及橄欖石呈斑晶出現。前者作長柱狀。基質為：斜長石、黑雲母、輝石及鉄礦物等。

4. 玄武岩(B)：出露于平頂山、七股半一帶。呈水平層狀，不整合復于片麻岩之上，構成平台，故名平頂山。石色灰黑，肉眼可見黃色的橄欖石斑晶。下部質堅致密，上部多氣孔，孔徑0.1~2公分間。氣孔中常為方解石及重晶石等所充填。鏡下見橄欖石部分已變為伊丁石及蛇紋石。玄武岩的板狀及柱狀節理發育，按其岩性及出露情況，與內蒙地區廣泛分布的漠諾坦玄武岩相當，應屬第三紀中期。

(三) 構造

本區片麻岩曾受到強烈的褶曲和斷裂。褶曲較為緊密，岩層傾角陡。由于片麻岩性質甚相近，故斷裂現象雖其為普遍，但成礦前的斷層性質多不明。成礦後的斷裂現象也較為普遍，但大多斷距不大，斷層性質是屬正斷層及逆轉斷層。因之花崗偉晶岩體有斷裂及位移的現象。根據地貌和第四紀沉積厚度看來，新構造運動曾波及本區。斷層的方向近于東西。由于斷層帶來的垂直運動，使南部地區相對上升，而受到劇烈的風化剝蝕；北部地區相對下降而沉積了厚度甚大的沖積洪積層。根據山前復蓋層的厚度及天皮山和南部群山山峯的比高，推測其斷距當200公尺以上。

片麻岩中的裂隙頗為普遍。特別在砂綫石榴子片麻岩、輝石片麻岩及黑雲母片麻岩中更為發育。其主要的節理有三組：

- (1) $N40^{\circ}\sim 60^{\circ}W$ ，傾向 NE，傾角 $25^{\circ}\sim 35^{\circ}$ 。
- (2) $N20^{\circ}\sim 30^{\circ}E$ ，傾向 NW，傾角 $60^{\circ}\sim 80^{\circ}$ 。
- (3) $N60^{\circ}\sim 75^{\circ}E$ ，傾向 NW，傾角 80° 。

其中以第(1)組節理最為發育，花崗偉晶岩即順該組節理貫入，輝綠岩脈則順第(2)(3)組節理貫入。

二、矿床形态特征及其存在規律

(一) 矿体形态

在內蒙古南部出露的花崗偉晶岩，多呈脈狀。土貴烏拉地區的含白云母花崗偉晶岩，其規模較大，形狀也較為規則，大致呈似板狀矿体。矿体与围岩的接触界綫清晰，接觸面也較為平整。

在天皮山出露的1、2号花崗偉晶岩，長度均達400公尺，产狀穩定，傾角 $29^{\circ}\sim 33^{\circ}$ 。脉中部略為收縮而兩端較膨脹，呈緩傾斜的似板狀矿体(圖2、3、4、5)。1号脉的近地表部分，業已采空。在距地表下70公尺處的穿脉中，測得矿体厚度在5.9~7.5公尺之間。在矿脉的兩端均呈突然收縮及分支的現象。于東端發出細粒結構的支脉三條，其厚度自：0.1~0.5公尺。2号脉根据地表圈定的厚度，其變化尚不大，介於4.5~6公尺之間。但在地表以下50公尺處，則呈中間狹窄兩端肥大的現象，中部收縮處，厚僅3.9公尺，而西端最膨脹部分則達7.5公尺。且于西端膨脹處測得上盤傾角小，下盤傾角大，中部的則与之相反，故可推定脉的西端向下有增厚而中部則趨收縮的可能。同時也說明2号脉沿傾斜方向，亦有較大的膨脹和收縮現象。在大貨地出露的24号脉及大西溝出露的44号脉則中部寬度較大，向兩端則厚度漸漸遞減，如一透鏡體。而且自地表向下亦呈漸漸變薄的現象。(圖6、7)

(二) 圍岩蝕變

如前面所提到的，含白云母花崗偉晶岩兩側的圍岩均呈顯著的黑雲母化蝕變現象。在天皮山的富含白云母花崗偉晶岩的圍岩為砂綫石

榴子片麻岩。在靠近偉晶岩兩側的岩石，因發生強烈的黑雲母化現象，而盡失本來面目。在偉晶岩上下盤的蝕變帶厚度大致相若。在脈的中部達5公尺左右，在西端為1~2公尺。蝕變帶的主要組成礦物為：中長石、石英及黑雲母。石色灰黑，具片麻狀構造，白色斜長石及片狀黑雲母均呈定向排列，構成明顯的黑白相間的條帶。其片理方向與矽綫石榴子片麻岩的片理方向完全一致。蝕變現象是向外逐漸減弱，其與原岩——矽綫石榴子片麻岩——無顯著的界綫，愈靠近偉晶岩則其蝕變現象愈強烈，岩石幾乎全由黑雲母及白雲母所組成，且發現後者往往有被前者所包的現象。黑雲母、白雲母的結晶甚粗，達0.3—0.5公分，向外則白雲母斂跡，黑雲母的結晶量逐漸減少，其結晶亦漸細。而石色亦由灰黑~灰。在這裡則往往可找到石榴子石交代殘留體。在薄片，除上述主要組成礦物外，並見少量的矽綫石、磷灰石及磁鐵礦等，但原來大量賦存於原岩中的石榴子，則未發現。

平頂山第5、6號花崗偉晶岩脈的圍岩，主要亦為矽綫石榴子片麻岩，在偉晶岩兩側的蝕變現象與天皮山所見者同。僅5號脈西端伸入榴子正長片麻岩時，該處的黑雲母化強度驟然減弱，僅靠近花崗偉晶岩的地方，黑雲母尚為富集（但黑雲母不呈條帶狀分布，僅作斑點狀結集）。而在1公尺以外，則可見到甚為完整的、或僅部分受到交代作用的紫紅色石榴子石。在這裡也可清楚地看到：尚未被完全交代的石榴子石殘體和石榴子石被小片黑雲母所包圍的現象。

根據上述事致，我們認為：本區花崗偉晶岩兩側的蝕變帶中的黑雲母主要是由石榴子石變成的。據光譜分析：圍岩中的石榴石是屬於鐵鋁榴石及錳鋁榴石。部分的石榴子石可能是此二種的混晶。系由於偉晶岩作用影響下及有鉀、鈉及鎂等元素的存在下，起交代作用而變為黑雲母。同時游離出錳，而呈氫氧化錳或氧化錳，沉澱於蝕變帶岩石裂隙面上，形成所謂的樹枝狀假化石。

在二溝溝及大西溝等地的部分花崗偉晶岩是產於輝石片麻岩或黑雲母片麻岩中。其兩側同樣有黑雲母化的蝕變現象。其厚度一般在2—3公尺左右，岩性與天皮山和平頂山所見的大致相若。岩石中的黑雲母是由交代輝石或黑雲母重結晶而成。

总的說来，本区的花崗偉晶岩兩側的蝕變程度和蝕變帶的寬度除受岩性控制外，最主要的是決定于偉晶岩的規模和分異程度。不过本区的花崗偉晶岩的兩側的蝕變帶普遍比其他地区的寬，这也可能因其边部常发出細小的支脉，沿片理方向貫入圍岩；而产生了一定程度的影响。

（三）矿床存在規律

如上所述，土貴烏拉地区的含白云母花崗偉晶岩，在空間分布上有一定范围。是受一定性質的圍岩和構造所控制。最有利的圍岩是：砂綫石榴子片麻岩、黑云母片麻岩及輝石片麻岩。由上述岩层所組成的寬約3000公尺的范围內，花崗偉晶岩成群出露。且这个含矿帶的延長方向与片麻岩走向一致。而在矿区南面，斜長片麻岩所廣泛分布的区域，却几乎全无花崗偉晶岩存在。在前三種片麻岩的共同特性是結晶一般較粗，矿物成分較為复杂，后者則矿物單純，且較為致密堅硬。由于岩性关系，在砂綫石榴子片麻岩、輝石片麻岩及黑云母片麻岩中，节理異常发育。且裂隙的連續性較大。而斜長片麻岩的节理則不甚发育，且大多属风化裂隙，其連續性甚差。

如前面所提到的，本区的含白云母花崗偉晶岩，是存在于 $N40^{\circ}-60^{\circ}W$ 的裂隙系統中。按裂隙性質是属于剪切裂隙。据 A. П. 拉尔欽科專家的意見是：由于边幕式構造而产生的傾向凹陷帶中心（黃旗海）的剪切裂隙。这样的解釋，虽不无道理，但由于所有偉晶岩的傾角都較緩，一般都不超过 35° ，故尚不易令人信服。且黃旗海的形成是否和本区含白云母偉晶岩有成因上的关系，亦尚缺乏可靠的証据。在凉城东面的岱海，其性質与黃海甚相近，推测二者生成环境之差異不大。但岱海附近的含白云母花崗偉晶岩却没有向海子傾斜的。故上述推論尚不能廣泛应用。另外，在土貴烏拉及凉城地区，玄武岩的分布很廣泛，附近也看到一些火山錐（图版一图2），但上述黃旗海及岱海是否原为一火山口，因熔岩的大量溢出，下部空虛而塌陷致形成今日的聚水中心？仍屬疑問。但根据地質情况来看，黃旗海的形成是晚于偉晶岩的。至于土貴烏拉地区的成矿前的主要裂隙的形成，可能与花崗偉晶岩的母岩的活动有关。虽区域内未发现真正的花崗岩露头，但可

推想片麻岩之下，必有花崗侵入体的存在。而生成平行裂隙原因，可能是与侵入体的形狀有关。

三、矿床成因

(一) 花崗偉晶岩的形成及其地球化学特征

偉晶岩早已引起学者們的注意，但关于偉晶岩的成因問題，至今还没有得到彻底的解决。在这个問題上，有兩個主要不同的学派：一派是費尔斯曼等所主張的岩漿殘液說，另一派是查瓦里茨基所主張的再結晶說。

費尔斯曼認為：任何岩漿冷却时，均能形成矽酸鹽残余熔体。在这熔体中几乎保有岩漿中全部气态揮发物。由于大量揮发物存在的情况下，熔体的流动性增强，同时降低了熔体中矿物温度和增長了結晶時間。并認為在很大压力下，熔体中的揮发成分的溶解度是无限的；偉晶岩是在某种封閉的物理化学系統中形成的。但关于熔体中揮发成分的溶解度是无限的說法，已被戈蘭松所做的实验結果所駁倒。

弗拉索夫基本上同意費尔斯曼的观点，进一步把偉晶岩形成过程划分为四个阶段，并相应地分出四种偉晶岩的类型。即第一类型——文象和等粒型；第二类型——块狀型——本类型有兩個帶；第三类型——完全分異型；第四类型——稀有金属交代型，并指出第四类型偉晶岩对于科学与实践來說，其意义最大。

查瓦里茨基則認為所有偉晶岩都是由于残余气体溶液所形成的。这种残余气体溶液是在任何岩漿、任何矽酸鹽溶液凝固之后留下的，并含有形成金属和非金属矿体的全部有用元素。并否定有偉晶岩漿的存在。他把偉晶岩脉中的成矿作用分为前后兩阶段，在第一阶段，主要是母岩矿物的再結晶作用。以后的各阶段，主要是早先結晶的矿物受到溶解和交代作用而形成稀有矿物。

关于土貴烏拉地区的花崗偉晶岩成因問題，我們还没有掌握足够的資料，作为推論的依据，下面只談談我們初步的看法：

土貴烏拉地区的細晶岩和花崗偉晶岩产狀一致，形态也相同，其規模也相差不多。而且花崗偉晶岩邊緣部分的細晶結構的岩性与細晶

岩也相仿佛，仅前者矿物稍为复杂些。因此我們認為土黃島拉地区的花崗偉晶岩，是由于細晶岩重結晶而成。富含白云母和含稀有元素矿物的偉晶岩，是由于后期的交代作用而形成的。这一点上我們贊同查瓦里茨基的說法。我們的証据是：前面曾提到的，細晶岩有被偉晶岩穿插的現象（图8），說明后者生成較晚。更重要的是：偉晶岩上盤的似細晶岩帶的厚度均較下盤的小，且少数偉晶岩脉的部分块段上盤缺細晶岩帶，如天皮山1号脉。这可以說明，当气体溶液引起重結晶时，由于气体溶液較多地集中于頂部，而促使重結晶作用較为深远的緣故。

在岩脉邊緣帶的石英，多具輕微的波狀消光，此可能也是因为在偉晶岩形成过程中，由于岩体的張裂和溶液的貫入而受到挤压所致。不过我們認為：当溶液进入岩脉，使岩脉发生重結晶作用而形成偉晶岩的时候，含矿溶液也进入了岩脉（細晶岩），就在形成偉晶岩的过程中，即行晶出，而形成了規則的稳定的矿帶。

偉晶岩中的矿物至为复杂，据前人的統計，已超过300种以上。其中大多数是稀有矿物，特別是稀土元素、鉍鉭的矽酸鹽。其中大約集中有40种元素，即：He、Li、F、Al、Si、K、Sc、Rb、Y、Zr、Nb、Ta、Mo、Sn、Cs、TR、Hf、W、Au、Bi、Ra、U、Th、等。

本区偉晶岩中的元素，根据化学分析及200个光譜檢查，共发现約40种。除主要元素Si、Al、K、Na、H、O外，次要的有P、F、Fe、Ti、Mg、Ca、Mn、Sr、Ba、等。微量元素有稀土元素Cl、La、Y、Yb、Tb；稀有元素Li、Be、Zr、Co、V、Ga、Hf、Rb、Nb、Ta、U，及金属元素Pb、Zn、Cu、Cr、Sn、Ni、Mo等。上述的稀有元素甚为分散，如Ga、V、在各帶的矿物中普遍存在。除找到一些少量的綠柱石及独居石外，尚未找到其他的稀有矿物。本区偉晶岩中甚缺乏Nb、Ta。部分Be集中形成綠柱石。而其他的稀有元素矿物則甚稀少。按其矿物成分分类，可称为綠柱石-白云母型。

（二）偉晶岩的分帶作用及其內部結構

在偉晶岩形成的过程中，由于再結晶作用和交代作用，致使偉晶

岩出現了帶狀構造。正如A、A、別烏斯所指出的：研究偉晶岩內部的縱橫帶狀構造對進行偉晶岩礦床的評價與勘探有着很大的意義，如不研究偉晶岩帶狀構造的一般規律，就不能正確了解偉晶作用的過程。他把“純綫”式的花崗偉晶岩分出11條最典型的帶。其中屬於原生結晶帶的為：（1）似偉晶花崗岩帶；（2）長英岩帶；（3）文象帶；

（4）中粒和粗粒石英-長石帶；（5）塊狀長石帶；（6）塊狀石英帶；（7）石英-鉀輝石帶和沿早期結晶帶發育起來的交代；（8）白云母帶；（9）鈉長石帶；（10）鉀云母帶；（11）云英岩帶。E.N.卡麥郎等根據構造特點將偉晶岩劃分四個主要帶，即：（1）邊緣帶；（2）壁帶；（3）中間帶及（4）核心。另外分出裂隙充填及交代體。

土貴烏拉的花崗偉晶岩，大多分帶不顯，或僅具簡單的兩個帶，即有細晶岩組成的邊緣帶，及中至粗粒長石、石英所組成的中間帶（圖7、10）。僅少數的偉晶岩脈，分帶較為顯著，如天皮山1號和2號偉晶岩脈，前者不對稱，後者則略呈對稱構造。（圖3、5）

我們根據偉晶岩內部結構及礦物的共生組合作為分帶的主要原則。下面以一些典型的偉晶岩脈作為例子，說明本區花崗偉晶岩的分帶作用及其內部結構。

1. 天皮山1號脈：脈的東部分帶較為完全，自上至下，可分為：

- （1）小片白云母帶：厚5~10公分，
- （2）巨晶白云母帶：厚0.3~0.5公尺，
- （3）交替帶（石英-白云母集合體）：不規則，
- （4）塊體長石帶：厚1~1.8公尺，
- （5）小塊體帶：厚1.7~2.5公尺，
- （6）文象准文象帶：厚0.5~1.5公尺，
- （7）似云英岩帶：厚0.3~0.4公尺，
- （8）似細晶岩帶：厚0.1~0.3公尺。

2. 天皮山2號脈：具較為顯明的對稱分帶現象，自脈壁至中心可分為：

- （1）似細晶岩帶，厚0.2~2公尺，
- （2）似云英岩帶，厚0.3~0.5公尺，

- (3) 准文象帶，厚0.5~3公尺，
- (4) 小块体帶，厚1~4公尺，
- (5) 块体長石-石英帶厚1~4公尺，
- (6) 鈉長石白云母帶，厚0.3~2公尺，
- (7) 块体石英帶，厚0.5~1.5公尺。

3. 大西溝44号脉，分帶簡單而不显(图6)：

- (1) 似細晶岩帶，
- (2) 准文象帶，
- (3) 小块体帶。

其中小片白云母帶、巨晶白云母帶、鈉長石白云母帶、交替帶及似云英岩帶是属于交代作用所形成的帶。茲將各帶特征描述如下：

似細晶岩帶呈細粒花崗結構或斑狀花崗岩結構，石色紅，組成礦物为：微斜長石、微紋長石、正長石、奧長石、鈉長石、石英及少量白云母、黑云母、磷灰石、磁鉄礦、石榴子石及矽綫石。長石和石英的顆粒一般在1~2公厘左右，白云母及黑云母的晶体有时較大。呈斑晶出現的長石，則長達1公分左右。鏡下見長石、石英呈近等軸形粒狀相嵌，前者具絹云母化或高岩土化，后者具微弱的波狀消光。斜長石、白云母偶呈包裹体出現。矽綫石呈針狀或柱狀，无色透明，部分已变为白云母，多作不規則之分布。本岩石局部受到云英岩化作用較為强烈，其中長石被白云母、石英所代替，而其殘留体呈輕微的高岩土化。其中較大块的白云母板狀晶体，受到溶蝕較甚，在被溶蝕处，为石英及小片白云母所充填。

本帶岩石在靠近圍岩的邊緣部分，黑云母量增多，此是由于吸收圍岩的物質而产生。又其中矽綫石亦当为来自圍岩的礦物。向內則礦物顆粒逐漸变大，白云母量增加。

似細晶岩帶原为母岩体的邊緣帶，在形成偉晶岩作用的过程中亦发生重結晶作用及受了挤压，故石英呈現波狀消光的現象。在后期廣泛的交代作用期間亦受到較為輕微的影响而局部呈云英岩化。

文象、准文象帶：此帶位于似細晶岩帶或似云英岩帶之內，但有时亦出現于脉的中部。如天皮山2号脉中段则有廣泛的分布。其厚度