

中国南部黑鎢礦脈狀 礦床的圍岩蝕變及其含礦性

湖南、江西、广东分局合編

中国南部黑鎢礦脈狀礦床的圍岩蝕變現象以云英岩化、矽化及絹云母化为主。茲分別就其存在的地質条件，岩石的形态及大小、物理性質、礦物成分、化学成分、形成过程及其含礦性等作如下的分析研究。

其單位体积的另云英岩的抗压强度为 1240 g/cm²，韌性强度为 0.7kg/cm²，比重較花崗岩略輕。

(四) 岩石的礦物成份及化学成份

一 云英岩化

(一) 云英岩化存在的地質条件

云英岩化主要形成在花崗岩、石英斑岩、閃長岩、閃長玢岩、變質砂岩、板岩、千枚岩以及砂岩等岩石中的礦脈边缘及其附近，或呈单独存在。它們常常出現在不大的侵入体中，或是岩基的岩鐘等部，或是向上滲入很远而至侵入体的岩枝和它的上复岩层中。

(二) 岩石的形态和大小

云英岩可分为两种类型：(1)有石英脈充填的云英岩(脈側云英岩)；(2)无石英脈充填的云英岩(致密云英岩)，其中又可分为：①云英岩脈(帶)，②矿株或矿囊和③网状云英岩三个亞类。

头一种类型作大約对称的帶狀或漸續狀，沿礦脈的兩側生長，常見的厚度是 10~30 公分，最厚达 1 公尺以上，它們出露的寬度往往大于礦脈，当礦脈的傾角不大时 (<60°±)，上盤的云英岩較下盤的为寬，小礦脈兩边的云英岩較大脈的往往更为发育。这种云英岩的深度可达 400~500 公尺。后一类型中云英岩脈一般寬度由不及 1 公分到数公分，矿株及矿囊直徑可由几公分到几公尺，而网状云英岩會見到过 140×110 公尺和 300×30 公尺这样巨大的規模。

(三) 岩石的物理性質

云英岩具块狀構造。随礦物組份的含量不同而呈叶片、浸染和残余等不同結構。最常見的顏色为白、灰及灰綠色，电气石特別富集时，岩石往往为深灰或黑色，一般是蝕變后岩石的顏色較蝕變前为深。云英岩具孔隙性，个别近脈壁的云英岩的孔隙度約可达到

1. 礦物成份

主要礦物有：石英、白云母、螢石、电气石、黃玉及綠柱石，其中以前三者最为常見。副礦物有：絹云母、綠柱石、黃鉄矿、輝鉬矿、黑鎢矿、白鎢矿、閃針矿、黃銅矿、錫石和青砂。在不普遍的情況下尚能見到黑云母、方解石、榍石、磷灰石和綠帘石。在云英岩化的岩石中則还能見到未分解的鉀長石和柘榴石。

2. 化学成份

茲將云英岩和它的原生岩的化学分析結果列后，如表 1：

表 1

类别	花崗岩		閃長玢岩		板岩	
	原生岩	蝕變岩	原生岩	蝕變岩	原生岩	蝕變岩
分析的数量		8				
SiO ₂	71.59	75.73	52.27	59.55	47.74	49.69
TiO ₂	0.21	0.09	1.85	1.25	1.50	—
Al ₂ O ₃	12.61	11.02	18.29	16.49	5.67	3.17
Fe ₂ O ₃	2.28	3.08	2.74	3.86	—	—
FeO	—	0.68	8.66	—	9.49	4.59
MgO	0.44	0.21	2.28	2.91	5.58	微量
CaO	0.89	0.98	5.16	2.16	0.97	0.089
Na ₂ O	2.82	1.18	1.42	—	9.92	14.57
K ₂ O	5.11	4.19	1.41	—	9.92	14.57
H ₂ O	—	0.12	0.30	—	1.96	—
P ₂ O ₅	—	—	—	—	—	—
MnO	—	0.46	—	0.20	—	—
总和	95.95	97.74	94.38	86.42	82.83	86.68

(五) 岩石的含矿性

云英岩中的金属矿物含量随云英岩所产出的围岩性质、交代作用的强度和岩类及其衍生矿物的含矿程度而不同。归纳中国南部锡矿床的云英岩大约 70% 生长在酸性火成岩中，20% 生长在沉积岩中，10% 生长在閃长岩类岩石中。其含矿种类及出现频率大致如表 2。

根据原 201 矿区两千多个云英岩化学分析结果，含 WO_3 平均品位约为该区矿石平均品位的 50%，云英岩在同一矿脉上下整合 WO_3 总平均价值较为接近，有时上整合较富。下面便是一部份含矿情况的曲线（图 1）。

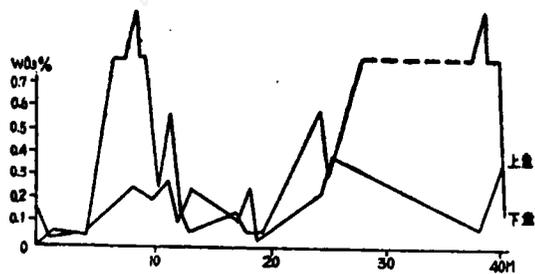


图 1 201 矿区 229 号陡倾斜矿脉上下整合云英岩含矿曲线图

(六) 岩石的矿物相及分带性

1. 矿物相

表 3

主要云英岩类型		各类型云英岩在原生岩石中出现的频率					各类型云英岩在空间存在的相互关系	
名称	所包括的共生矿物组合	花岗岩	閃长岩	片麻岩	板千枚岩	砂变質岩		
	主要的	次要的	花岗岩	閃长岩	片麻岩	板千枚岩	砂变質岩	
石英相	石英 (>85%)	黑錫矿、白錫矿、硫化物	很常見	很常見	—	很常見	很常見	呈單矿物相存在或与其他任何一、二个相伴生
石英电气石相	石英电气石 (平均 20%± 多时可达 90%±)	白云母、綠泥石、螢石、錫石、黑錫矿、黃鐵矿	不常見	很常見	—	很常見	不常見	很少呈單矿物相 (电气石相) 存在，可各与石英相、石英—黃晶相、石英—綠泥石相伴生
石英黄晶相	石英黄晶 (平均 20%±)	白云母 (常为 鈹云母)、黑錫矿、錫石、黃鐵矿	不常見	—	—	—	—	很少呈單矿物相 (黄晶相) 存在，可各与石英相、石英—白云母相伴生
石英萤石相	石英萤石 (平均 20%±)	白云母、黃鐵矿、綠柱石、黑錫矿、白錫矿、Mo、Zn、Cu、Pb 的硫化物	很常見	—	不常見	—	—	与石英—白云母相伴生或与石英白云母共同存在構成石英—萤石—白云母相
石英白云母相	石英白云母 (平均 40%± 多时 90—95%±)	黃鐵矿、螢石、Mn、Zn、Cu、Pb 的硫化物、黑錫矿、白錫矿、毒砂、錫石	极常見	常見	常見	常見	很常見	时呈單矿物相 (白云母或鈹云母相) 存在，可各与石英相及石英萤石相伴生

註：符号“—”系尚无研究資料，实际上也意味着該类型出现的局限性

表 2

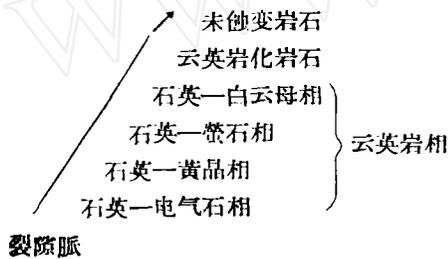
雲英岩的 原生 岩	雲英岩中的矿相种类			矿相矿物 的代号
	常見的	中等常見的	不常見	
花崗岩	●●●●●●●●			黑錫矿
花崗斑岩	●●●●●●●●			白錫矿
石英斑岩		●●●●●●●●		輝錫矿
流紋岩		●●●●●●●●	●●●●●●●●	錫石
			●●●●●●●●	毒砂
			●●●●●●●●	黃鐵矿
			●●●●●●●●	綠柱石
閃长岩	●●●●●●●●			黑錫矿
輝綠岩	●●●●●●●●			白錫矿
片麻岩		●●●●●●●●		輝錫矿
		●●●●●●●●	●●●●●●●●	錫石
			●●●●●●●●	毒砂
			●●●●●●●●	黃鐵矿
			●●●●●●●●	綠柱石
板岩	●●●●●●●●			黑錫矿
變質砂岩	●●●●●●●●			白錫矿
千枚岩		●●●●●●●●		輝錫矿
砂岩		●●●●●●●●	●●●●●●●●	錫石
			●●●●●●●●	毒砂
			●●●●●●●●	黃鐵矿
			●●●●●●●●	綠柱石

众所周知，云英岩具有特殊的分带现象，兹根据中国南部若干矿区的资料，将云英岩相的类型、出现的频率和各类型在空间存在的相互关系综合如表 3。

應該說明，上表對出現不普遍的石英綠泥石相沒有加以敘述，它的位置通常接近礦脈並較多發育在泥質岩石及閃長岩類岩石中，部分產於花崗岩類岩石中。此外，發育在變質砂岩及花崗岩中還有一種黑雲母化，蝕變帶自礦脈由近及遠漸次變弱，黑雲母片也山大變小，這種蝕變在泥質岩石中幾不存在，其形成可能是在適宜的環境下由於 Fe、Mg 成份的引入之故。

2. 分帶性

H. H. 納泥克曾對雲英岩作出如下分帶原則(註1)：



上述分帶構造在野外並非全部都能見到，通常僅出現一兩種主要相，三種或四種相同時出現的情況不多。相的發育隨各地區有所不同，下面便是根據初步綜合的關於分帶性的大致輪廓圖案(圖2)。在西華

W脈	石英相	石英 白雲母	變質砂岩	原 205 礦區
W脈	石英 電氣石相	石英 螢石	變質砂岩	203 細脈 帶礦區

圖 2 雲英岩相帶關係輪廓圖

山礦區雲英岩中，還常見到一種“紅長石化花崗岩帶”，帶內含多量的正長石，不多的石英，斜長石，白雲母和少量的絹雲母及螢石，具半自形粒狀和熔蝕交替結構。這些雲英岩中各帶的互相關系和其中主要礦物成份的含量可以從下面的綜合曲線圖看出(圖3)。

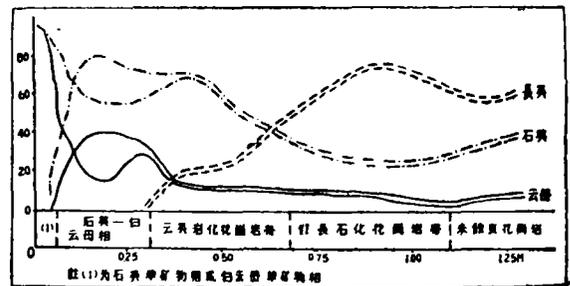


圖 3

(七) 岩石形成的初步結論

1. 雲英岩的形成需具備地質構造適宜的條件，如有許多不同向的交岔短小裂隙所形成的礦株、礦囊、網狀脈及有不透水的復蓋層存在時，對雲英岩的發育較為有利。

2. 岩石的化學條件對雲英岩的形成具有特別重要的意義。在花崗岩中白雲母化比在板岩中的較多，而板岩中電氣石化往往比在花崗岩中為富。形成具有不同岩性的互層沉積岩系，或變質岩系中的雲英岩，無論沿走向或傾斜的變化都較在花崗岩中形成的較為複雜，而在純石英岩中根本就無法形成雲英岩。

3. 岩漿熱水溶液的溫度往往是形成各類雲英岩變化過程的一個強烈因素。當汽化高溫時形成黃晶及電氣石；早期熱液形成錫石及黑鎢礦；白鎢礦及重金屬硫化物則形成在溫度較低的稍後階段。

4. 雲英岩在形成過程中岩漿與圍岩進行着極其複雜的交代作用。圍岩與岩漿相遇，圍岩中的 Na、Ca、Mg、K 甚至 Al₂O₃ 及 SiO₂ 可被析出，隨溶液帶到岩石的上部及邊部，然後和岩漿熱液中的揮發物質結合沉澱而成各種礦物。由於原生岩漿溶劑對岩石不斷進行溶蝕，溶液在最初階段呈酸性，再經析出的

礦脈種類	各帶的大致相對寬度			代表山
W脈	石英相	雲英岩化帶	花崗岩	原 201
WMO脈	石英相	紅長石化帶	雲英岩化帶	花崗岩 九 窩
WCu脈	石英相	石英白雲母相	雲英岩化帶	花崗岩 原 214
W脈	石英相	石英白雲母相	紅長石化帶	雲英岩化帶 花崗岩 原 201
WSn脈	黃晶 石英	石英 白雲母	雲英岩化帶	花崗岩 黃 龍 山
W脈	白雲母	石英白雲母相	雲英岩化帶	花崗岩 2 0 1
W脈	石英 白雲母相	石英 白雲母	雲英岩化帶	花崗片麻岩 南 鷗 島
WBI MO脈	石英 電氣石相	石英 白雲母	雲英岩化帶	閃長岩 原 205
W脈	石英相	電氣石	泥質岩石	原 208

碱性成份集中以后,则可改变其酸性而为中性及碱性。

5. 形成白云母的 K_2O 和形成螢石的 CaO , 通常可由長石中析出。

6. 在白云母石英帶的最外帶所見到的矽質增加与鈉長石化。 SiO_2 , 大部份来自長石中, 而鈉長石化可能是斜長石中碱性物質被帶走的原故。

7. 在云英岩化的岩石中, 螢石多生長在斜長石的晶体內, 說明螢石的生成是由于 HF 与斜長石作用的結果。

8. 由于云英岩对矿脈具有一定的从屬性, 云英岩中金屬矿物的空間分佈很少超出白云母石英帶以外。因此与圍岩物質起反应的 H_2O, F, S, As, Cl, Li 和 CO_2 , 以及各种重金屬 (Fe 可能来自黑云母) 都可能来自岩漿源。

9. 圍岩是閃長岩的云英岩化, 另具一种特点, 下面便是一个代替文字說明的有关它所生成的图案 (图 4)

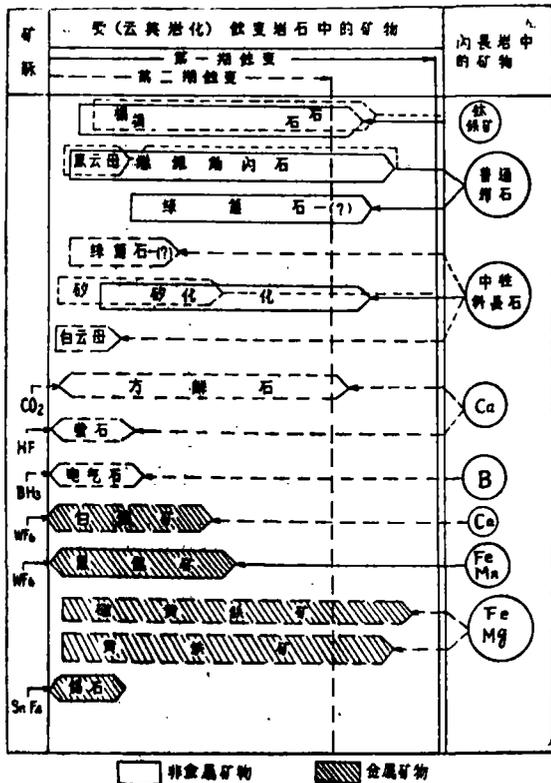


图 4

二、矽化

(一) 岩石存在的地質条件

矽化和云英岩化中的石英單矿物相有所区别, 对

矽化而言, 只有在高温阶段以后, 即岩石不可能发生云英岩化作用的阶段所形成时才具特征, 矽化的发育場所几乎可以在所有的岩石中。

(二) 岩石的形态和大小

矽化岩石常常呈帶狀附生在矿脈的兩旁, 下盤的寬度往往比上盤大些, 如果有交叉脈存在时。和某些裂隙系統被后期热液重复时, 会使矽化变得复杂膨大, 而在平行密集的矿脈羣中, 矽化的寬度往往可以連續成为一个很大的矽化帶。矽化在脈壁一般厚度为几公分到几十公分, 它具有象 C. C. 斯密尔諾夫所指出的特征 (註 1): “圍岩使變帶往往會随矿体規模的增大而扩大”。矽化的强弱主要与裂隙系統的頻繁被打开和矽化的持續重疊作用有关, 靠近裂隙 (或矿脈) 处照例矽化比远离裂隙 (或矿脈) 为强, 这现象可以通过上坪矿区矽化泥質圍岩的化学分析結果清楚地看出来 (图 5)。

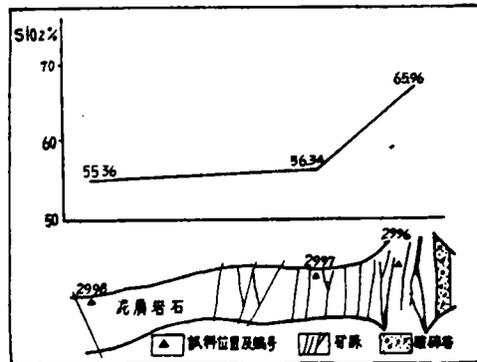


图 5 矽化圍岩化学分析曲綫图 (据203队)

(三) 岩石的物理特性

最常見的矽化岩石具有細粒結構, 致密坚硬, 击碎时具有介壳狀断面, 原岩是泥質岩时, 在石英顆粒中有时包裹絹云母。岩石的顏色从白、灰到黑。比重和石英的比重相接近。

(四) 岩石的矿物成份及化学成份

1. 矿物成份

矽化岩石的矿物成份随原生岩岩性的不同而有別, 通常較原生岩为簡單。以矽化变質砂岩为例, 岩石中含石英 (石髓) 90%, 通常很少超过此数, 絹云母和黑云母 10~30%; 电气石少量。金屬矿物則仅有黃鉄矿, 在泥質板岩中石英的含量約为 60~

90%，絹云母含量銳減，并有少量的鉄鎂物質。

2. 化学成份

茲將矽化岩和岩性与其相接近的他处原生岩的化学分析結果比較列表如下(表4)。

表4

組 分	原生岩含量(%)	蚀变岩含量(%)
	(51种平均)	(4种平均)
SiO ₂	60.15	68.63
TiO ₂	0.76	—
Al ₂ O ₃	16.45	19.61
Fe ₂ O ₃	4.02	2.49
FeO	2.90	—
MnO	痕跡	—
MgO	2.32	0.13(?)
CaO	1.41	0.40(?)
BaO	0.04	—
Na ₂ O	1.10	—
K ₂ O	3.60	—
H ₂ O—	0.89	—
H ₂ O+	3.82	—
P ₂ O ₅	0.15	—
CO ₂	1.46	—
SO ₃	0.58	0.027(?)
C	0.88	—
总 和	100.45	

說明：原生岩为古生代粘板岩系，根据 Stokes 氏。蚀变岩为前泥盆紀变質岩系，根据 203 細脈带矿区。

(五) 岩石的含矿性

岩石內所常見到的金屬仅有黄鉄矿、磁黄鉄矿等硫化物。

(六) 岩石形成的初步結論

1. 黑鴉脈狀矿床的圍岩矽化具有中溫热液特征，亦可在較高溫的情况下見到，低溫中則很少見。
2. 这种热液矽化通常发育在岩石受到角矽化与挤压的地段。
3. 矽化的主要作用，是由于热液对圍岩的滲入，和以离子状态进行扩散交代圍岩的結果。
4. 矽化时，SiO₂ 的来源，很可能大部份是热水溶液与鋁矽酸鹽質圍岩作用所游离出的石英石髓又轉变为液体状态参加到热水溶热中。

5. 矽化的形成可以在同一空間重叠出現，如在鴉矿床中出現晚期硫化物重金屬时，矽化范围的增寬，常明显地从属于重金屬出現的位置，同时往往还有这些重金屬的散染。

三、絹云母化

(一) 岩石存在的地質条件

絹云母化常发育在含碱性鋁矽酸鹽的岩石，如花崗岩类(特别是酸性噴发岩—石英斑岩类)岩石和某些适于这种作用产生的沉积岩和变質岩中，并且发生在有热液活动的地方。

(二) 岩石的形态及規模

絹云母化岩石通常作大致对称狀伴随在矿脈的兩旁，当矿化交错或矿体平行密集以及圍岩为不同岩性所構成的互层时，形态往往十分复杂。下面便是一个在矿化帶內絹云母随着岩性因素而增減其含量的例子(图5)。絹云母化帶的寬度，可自数公分到几公尺，甚至几十公尺。

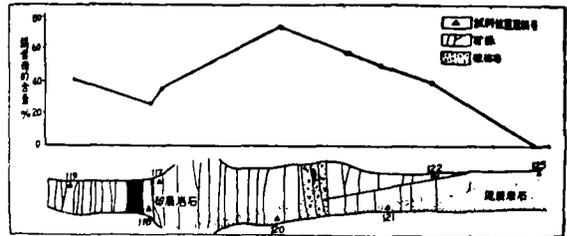


图5 絹云母在不同圍岩中的含量曲線图(据203队)

(三) 岩石的物理特性

岩石坚固性較高，通常具块狀構造，当絹云母含量特多时，可形成片狀構造。常見的結構为各种变余結構。顏色一般为灰至棕灰，且往往比原生岩要淺；当受硫酸溶液影响时，則可变为純白色似高嶺土狀的矿物。

(四) 岩石的矿物成份及化学成份

矿物主要为石英和絹云母，后者含量約佔岩石的1/3，富集时可达 60~70%。在热液特別活躍的地方形成所謂“絹云母脈岩”时，岩石中矿物的种类往往較复杂。

下面是作为参考并特經簡化了的莫列克(註2)

(下轉第8頁)

孔位，造成千多元的損失；採樣規格間距不注意實際試驗結果，某鋁礦地質人員提出的改進採樣方法的合理化建議，因審批手續層層上報，結果直到勘探已結束還未批復；編制設計不結合生產礦山具體情況，方山粘土礦區設計六個鑽孔打在礦山的坑道上，造成平地整搬家等浪費二萬多元；採樣跟不上，化驗結果不及時，為了“避免窩工”即單凭肉眼鑑定盲目打鑽施工，結果在一個區段上大都不符合工業要求，只好把鋁礦的勘探變為粘土計算儲量，造成資金的積壓和浪費。

在探礦工程方面，由於技術指導不及時或違反操作規程所造成的浪費也是很大的。以鑽探為例，五年來八小時以上的事故（包括質量事故與井內及機械事故）就有 476 次之多，因事故報廢鑽孔十幾個，損失進尺約 15000 公尺，折合人民幣損失 76 萬餘元。

此外，在編寫地質總結報告中浪費人力物力的現象，也是比較嚴重的。這主要是由於報告書質量低，經備委審查後很多報告均需返工修改，使很多地質人員忙於修改報告，不能及時投入野外工作，結果不僅造成人力、物力的浪費，而且造成地質工作落後於施工的現象。

綜上所述，雖然幾年來我們在地質勘探工作中取得了一定的成績，但是浪費現象還是存在的。為了認真貫徹勤儉辦地質勘探事業的方針，響應並實現黨中央所指出的在十五年左右在鋼鐵及其他重要工業產品方面趕上英國這一偉大號召，我們必須以促進派的革命精神，燃起反浪費之火，燒盡地質勘探工作中的一切浪費現象，鼓起革命千勁，加快地質勘探速度，為實現黨中央的號召，勘探出又多、又好的礦產資源。

（上接第 13 頁）

對蘇聯某花崗岩區鉀礦床絹雲母—石英岩的分析結果
（表 5）。

表 5

組 份	含 量(%)
SiO ₂	47.20
TiO ₂	0.10
Al ₂ O ₃	31.14
Fe ₂ O ₃	1.50
FeO	0.84
MnO	痕跡
MgO	1.93
BaO	無
CaO	1.40
P ₂ O ₅	痕跡
Cl	痕跡
H ₂ O+	6.10
H ₂ O—	無

（五）岩石的含礦性

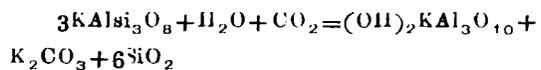
分佈最廣的金屬礦物是黃鐵礦，很少見到其他礦物。

（六）岩石的形成初步結論

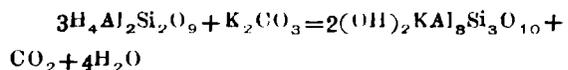
1. 絹雲母化具有中溫蝕變特點，根據文獻資料，絹雲母的形成溫度大約是 200~300°C。

2. 蝕變的形成很大程度上取決於原生岩石中的礦物成份，在含鋁矽酸鹽豐富的火成岩和含有泥質及長石、黑雲母、紅柱石等的沉積岩及變質岩中，最容易形成絹雲母。

3. 形成絹雲母的化學方程式根據查瓦里斯基的研究（註 3），在酸性火成岩為：



在泥質頁岩中為：



4. 絹雲母具有很多變種，按拉科克尼克的綜合，這是由於它們之中的 Al 可以分別被 Mg、Fe、Li、Ti、Cr、Mn、V 代替；K 被 Na、H（很少為 Ca、Ba）代替；OH 被 F 代替；AlK 組被 Si 代替的緣故。

註 1 全蘇地質研究匯報：圍岩蝕變及其找礦意義

註 2 A. W. 格羅維斯：矽酸鹽分析

註 3 И. М. 塔塔林諾夫, А. Г. 別傑赫琴：礦床學