

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

概論箇舊錫礦礦床成因的若干問題

王 銓 范子玉

(地質部)

箇舊錫礦位於我國雲南省的南部,是世界最大錫礦床之一。很久以前(約在16世紀)就進行過銀和錫礦的開採。近數十年來,中外地質學家和採礦家又曾不斷地前往勘查及研究,並均著有論文及報告(Draper, M. D., 1931; 孟憲民, 1937; 鄧玉書, 1949等),這些著作都限於當時對該區地質及礦床的實際觀察和研究工作的不足,所以均不能詳細論述錫礦床的成因及其產出的規律。解放後隨着我國社會主義事業的發展,對箇舊礦區進行了詳細的勘查,本文作者於1954年曾一度參加該區的勘探工作。由於實際資料的逐漸積累,所以現在有可能初步總結成礦的特徵及其生成的地質條件,這方面的任務大部份已為該區地質勘探隊所完成。本文只是根據作者野外所作短期觀察,並充分利用了勘探隊所取得的實際資料^[3,4],提出對箇舊原生錫礦床成礦作用若干問題的見解,以探尋礦床生成的某些規律。

一. 地質簡述

根據前人研究結果確定,箇舊礦區位於康滇地軸以南,越北地塊以北,華南燕山褶皺帶之西南端。區內前震旦紀變質岩系出露於紅河以南,作北西-南東向伸展,由副片麻岩及片岩等組成。中震旦紀以後,該區曾長期隆起成為陸地,並經受侵蝕,至中泥盆紀時期才開始下沉,並形成中上古生代的石灰岩、砂岩、頁岩及二疊紀玄武岩,在紅河以南發現泥盆紀地層不整合於前震旦紀變質岩系之上。繼下三疊紀陸相砂頁岩沉積之後,至中三疊紀沉積有厚約千米之箇舊石灰岩,構成本區之主要含礦圍岩。上三疊紀火把冲煤系沉積後,直至始新統又有長期沉積間斷,第三紀地層不整合於三疊紀以前各紀地層之上,由此推測,晚期褶皺發生於三疊紀之後,其時代應屬於燕山運動。經燕山運動,箇舊沉積區發生北東向的褶皺、北西向的次一級褶皺和斷裂,因而使前述泥盆紀至三疊紀地層,由礦區西北的建水附近向東南依次出露,構成一北東向複式背斜之東南翼。伴隨褶皺及斷裂,有大量火成岩的侵入。至第三紀後,再次發生東西及南北向斷層,形成了該區之基本地質輪廓。

主要礦區位於箇舊南北向大斷層以東的狹長高地上,南界紅河,北隣蒙自盆地,其

二． 中生代的火成岩及其接觸變質

中生代黑雲母花崗岩基出露於箇舊市以西，呈等軸狀，分佈面積約 300 平方公里，由正長石、鉀微斜長石、奧長石、石英及少量黑雲母組成，副礦物有榍石、磷灰石、鋯英石、磁鐵礦等。岩基之中心部份呈等粒結構，向外逐漸變為斑狀花崗岩。邊緣部份並時有石英閃長岩包體，其組成礦物為中性長石、正長石、角閃石、黑雲母等，亦具斑狀結構。

礦區內之花崗岩體出露於小馬拉格和卡房之白沙坡等地，老廠和松樹腳的地面雖未見出露，但已被地下坑道和坑內鑽探所揭露。花崗岩的主要礦物成分為正長石、石英、斜長石、黑雲母等，微斜長石甚少見，岩體邊緣有時出現角閃石，副礦物有榍石、磷灰石、鋯英石、金紅石等。根據花崗岩的化學成分（見表），可以確定箇舊的火成岩是鈣鹼性花崗岩，惟二氧化矽、氧化鉀及氧化鈉等成分略高。

地 點 化學成分 含量%	松樹腳礦區花崗岩	箇舊以西花崗岩	箇舊以西賈沙街附近 的石英閃長岩包體
SiO ₂	72.26	73.06	55.16
Al ₂ O ₃	13.15	13.35	18.33
Fe ₂ O ₃	0.21	0.46	1.64
FeO	1.30	1.64	4.41
MnO	0.02	0.05	0.09
MgO	0.38	0.67	1.80
CaO	1.35	2.29	4.61
Na ₂ O	3.05	3.34	3.69
K ₂ O	6.49	3.52	6.03
H ₂ O ⁺	0.30	0.68	0.69
H ₂ O ⁻	0.01	0.06	0.08
TiO ₂	0.17	0.39	0.93
P ₂ O ₅	0.13	0.15	0.42
S	0.50	0.03	0.13
Cl ⁻	0.05	0.05	0.05
Zn	0.01	0.01	0.01
CO ₂	0.50	0.52	1.02
F ₂	0.01	0.01	0.02
Cu	0.01	0.01	0.01
Pb	0.04	0.01	0.89
B ₂ O ₃	1/100000	1/100000	1/100000

箇舊勘探隊對岩相初步研究資料說明，由花崗岩體內部向外，灰白色細粒花崗岩逐漸轉為灰白色細粒及微粒斑狀花崗岩，石英有顯著的減少，斜長石由鈣質較少的鈉長石、奧長石轉變為鈣質較多的奧長石-中長石，普通輝石逐漸增多，礦化和蝕變現象逐漸

加強,並發現有錫石(見圖版 I, 圖 1)。花崗岩體之邊緣靠近矽嘎岩部份,變為灰色和淡綠色矽嘎岩化的花崗岩(即內矽嘎岩帶),由正長石、奧長石、石英、黑雲母及透輝石、方柱石等礦物組成。沿花崗岩與中三疊紀箇舊石灰岩之接觸帶,廣泛生成有由透輝石、柎榴石、方柱石等礦物所組成的矽嘎岩(即外矽嘎岩帶)。松樹腳、馬拉格、卡房等地均以透輝石為主,而老廠則以鈣鐵柎榴石為主。松樹腳錫礦的矽嘎岩一般厚 10—30 米,部份厚達數十至一百米以上,且具有顯著的礦相分帶現象。其他礦區如老廠和馬拉格的矽嘎岩體較薄,一般 1—4 米,礦相分帶則不明顯,卡房白砂坡緩傾斜矽嘎岩厚 60—80 米,而接觸帶之急傾斜部份則僅見斷續出露之矽嘎岩脈。茲以松樹腳錫礦為例,由內向外,將矽嘎岩之分帶情況略述如下:

1. 透輝石方柱石帶: 標本呈淡灰綠色之緻密塊狀,組成礦物以方柱石為主,次為透輝石。肉眼見方柱石為玻璃光澤之柱狀晶體,薄片下見方柱石具累帶狀構造,雙折射很強(見圖版 I, 圖 2)。其生成可分為兩期,一部份生成於透輝石之前,大部份晚於透輝石,並常有交代長石的現象。

2. 透輝石柎榴石帶: 標本呈棕紅色,夾綠色團塊,以柎榴石為主,次為透輝石,有時出現方柱石。柎榴石生成於透輝石及方柱石之前,晶形不完整,並有被溶蝕的現象。

3. 透輝石帶: 標本呈暗綠色,主要由透輝石組成,細粒透輝石常充填於柱狀透輝石晶體之間,表現為兩期生成。

圍繞花崗岩體之石灰岩均變質成為大理岩,由於距花崗岩之遠近及變質程度的不同,可分為粗晶大理岩帶、中晶大理岩帶、細晶大理岩帶和微晶大理岩帶。粗晶大理岩一般含有透角閃石、金雲母、白雲母及磁黃鐵礦的散點,中晶、細晶大理岩中除有黃鐵礦散點外,少見其他變質礦物。

三. 礦化特徵

(一)礦床類型及其空間分佈

根據構成礦床的礦物成份、礦石結構以及礦床的形狀和成因等,可將箇舊的原生錫礦床劃分為如下幾種類型^[10]:

1. 錫石-石英礦系

(1) 含錫雲英岩: 主要分佈於老廠及卡房花崗岩體邊緣和斷裂發育的地段以及石英電氣石脈之兩側。

(2) 含錫錫石英脈: 大部分佈於卡房花崗岩或矽嘎岩中,很少有伸入大理岩內者。礦體的產出顯然是受成礦前各種裂隙的控制。

2. 錫石-硫化物礦系

(3) 矽嘎岩中的錫石浸染礦床: 錫石呈浸染狀,不甚均勻的分佈於蝕變矽嘎岩中,

礦體多為扁豆狀。

(4) 矽嘎岩型的緻密硫化礦床：呈扁豆狀分佈於矽嘎岩與大理岩之間，並常在花崗岩侵入體表面的凹陷部份局部變厚。礦體內往往保留有原岩層理及矽嘎岩或大理岩的夾石。斷裂發育地段，此類礦床向上常擴張為柱狀、脈狀及其他不規則產狀的礦體。

(5) 電氣石-硫化物礦床：最常見於老廠，皆呈脈狀和網脈狀產出。前者多沿成礦前的一定方向的裂隙發育，後者則多分佈於花崗岩體頂部隆起部份的大理岩中。此類型礦床大致都在距花崗岩體 50—200 米範圍內。

(6) 綠泥石-硫化物礦床：呈層狀、脈狀及柱狀分佈於距侵入體 100—400 米範圍內背斜翼部的大理岩中。

(7) 方鉛礦-閃鋅礦礦床：呈脈狀及層狀產於距侵入體 300—1000 米範圍內的大理岩中。此類礦床向下常轉變為綠泥石-硫化物型礦床。

(二) 礦石的礦物成份及結構

按前述分類依次敘述如下：

1. 含錫雲英岩：礦石系由花崗岩經雲英岩化而成，局部仍保留原花崗岩的結構。主要組成礦物為白雲母及石英，次為綠泥石。伴隨石英、螢石、黃玉、電氣石、毒砂、黃鐵礦等細脈的浸染，產出有呈稜角狀的錫石及不規則狀的白鎢礦，其粒度一般在 0.1—0.6 毫米之間。

2. 含錫鎢石英脈：組成礦物為石英、電氣石、螢石、黃玉、錫石、鎢錳鐵礦等。根據在卡房所見的情況，礦脈中以塊狀石英為主，粗大的板狀鎢錳鐵礦晶體多呈叢團狀或散點狀分佈其中，此外尚含少量螢石及綠柱石等。電氣石常呈放射狀的集合體與散點狀產於石英脈中，有時則對稱的聚集在脈的兩側。隨電氣石的增加，含鎢量漸少，錫石含量增加。

3. 矽嘎岩中的錫石浸染礦床：矽嘎岩的組成礦物前節已經描述。礦化現象主要表現為矽嘎岩形成後，有大量的螢石、石英以及磁硫鐵礦和黃鐵礦等細脈的侵入，並伴隨有錫石、白鎢礦的產生。礦石為暗綠色岩塊，螢石常生於大量透輝石或方柱石晶粒之間，有時與白雲母緊密共生。錫石具完整柱狀或放射狀結晶包裹於螢石內或沿方柱石和透輝石的邊緣與石英共生（見圖版 I，圖 3，4），還有時呈紡錘形生於透輝石和方柱石的劈紋中（見圖版 II，圖 1）。白鎢礦同樣經常與螢石及石英共生，但含量較少。礦石中所見之磁硫鐵礦及黃鐵礦多與綠泥石、黑雲母組成細脈充填於矽嘎岩礦物晶體之間，並穿過石英和螢石等。被包裹於硫化礦物中的錫石常為混圓狀，粒度較細。

4. 矽嘎岩型緻密硫化礦床：礦化現象表現為大量硫化礦物的聚集。根據在松樹腳所見的情況，構成礦床的主要金屬礦物為磁硫鐵礦、黃鐵礦、白鐵礦、黃銅礦、錫石、白鎢礦、閃鋅礦、自然鉍以及很少量的輝鉬礦。其中磁硫鐵礦約佔全礦物的 28—30%，佔不

透明礦物的 90% 左右,常成較大的單體。黃鐵礦和白鐵礦含量較少,其中白鐵礦多與磁硫鐵礦緊密共生,並在後者顆粒中或沿其單體邊緣發育成爲小包體或壁膜。黃銅礦分佈不均勻,呈他形晶,有時呈脈狀穿插於磁硫鐵礦之間。錫石及白鎢礦大部生於磁硫鐵礦中,成稀少的顆粒和不大的聚集體,有時生在磁硫鐵礦與石英之邊緣上,一般粒度較細(見圖版 II, 圖 2)。閃鋅礦數量不多,見於磁硫鐵礦與黃銅礦之間。非金屬礦物有透輝石、方柱石、陽起石、透閃石、普通角閃石、黑雲母、螢石、石英、綠泥石、方解石等。礦石有時具條帶狀結構,即硫化礦物與非金屬礦物構成相間的條帶(見圖版 II, 圖 3)。在老廠所見的硫化礦體按毒砂、磁硫鐵礦和黃鐵礦等含量的不同,自內而外可分爲三帶:即毒砂帶、磁硫鐵礦帶、黃鐵礦帶。毒砂帶中錫石含量較高,粒度較大,呈柱狀和稜角狀產於毒砂晶粒之間。磁硫鐵礦和黃鐵礦帶中錫石均呈粒狀,邊緣遭溶蝕,顆粒較細。

5. 電氣石-硫化物、綠泥石-硫化物、方鉛礦-閃鋅礦等類型礦床,皆因產出的部位較高,多已氧化爲氧化礦,改變了原礦石的面貌。茲就比較顯著的幾點特徵略述如下:

電氣石-硫化物型礦床:主要由深藍色電氣石構成,其顆粒間有褐鐵礦充填,很少見原生硫化礦物。錫石呈粒狀與電氣石伴生,分佈甚不均勻。

綠泥石-硫化物型礦床:脈石礦物透閃石及綠泥石相間成帶,錫石常產於綠泥石中,呈不規則粒狀。由硫化物氧化而成的大量赤鐵礦和褐鐵礦充填於礦體內,其中亦含細小粒狀的錫石。

方鉛礦-閃鋅礦型礦床:礦體內除有褐鐵礦、赤鐵礦外,尚保留方鉛礦殘塊,在孔洞中還常見有白鉛礦、鉛礬及氯磷酸鉛礦的晶體和菱鋅礦等。錫石呈粒狀含於氧化礦物中,伴生的脈石礦物有綠泥石及絹雲母等。

(三)圍岩蝕變

箇舊礦區與成礦有密切關係的圍岩蝕變爲雲英岩化、絹雲母化與綠泥石化。雲英岩化常產在花崗岩邊緣,而尤以岩體之凸起部分或礦脈及早期裂隙發育的地段更爲顯著。在石英-黑鎢礦脈及石英-錫石-電氣石脈的兩側,常有寬窄不一的石英-螢石及石英-白雲母礦相的雲英岩帶。蝕變的程度隨距礦脈遠近而有不同,接近礦脈處花崗岩完全變爲雲英岩,其中長石變爲白雲母或鋰雲母,析離出石英,黑雲母呈現出漂白現象。當有硫化物分佈時,雲英岩化常轉爲石英-綠泥石及電氣石化。

絹雲母化與綠泥石化經常伴生,且範圍甚廣。在花崗岩體的邊緣,隨着硫化礦物的穿入,暗色礦物如黑雲母、角閃石、透輝石、綠簾石等均已變爲綠泥石。其中以黑雲母蝕變最顯著,並析離出褐鐵礦。長石及方柱石等因蝕變而變爲細鱗片狀絹雲母,同時有小粒狀石英析出。在與絹雲母化同時,常有碳酸鹽化伴生,黑雲母正長石被方解石交代。長石綠泥石化的現象亦常見到,綠泥石呈現鱗片狀及放射狀的聚合體,沿長石的劈紋

分佈。

矽嘎岩一般亦遭蝕變，綠泥石化及絹雲母化的發育程度視硫化礦含量的多寡及原岩的成份而不同。柘榴石與透輝石帶中以綠泥石化較為顯著，而絹雲母化則發育於方柱石帶內。

(四)根據對礦石結構和礦物生成次序的研究，我們認為箇舊礦區主要礦物的生成先後，大致應有如下的順序：

生成時期 主要礦物	岩漿期	氣成期		熱液期		
		前期	後期	高溫	中溫	低溫
角閃石	■	■				
黑雲母	■	■		■	■	
斜長石(中長石-鈉長石)	■	■				
正長石	■	■				
石英	■	■	■	■	■	■
柘榴石		■				
透輝石		■				
方柱石		■	■			
綠簾石		■	■			
電氣石			■	■	■	
黃玉			■			
白鎢礦			■	■		
錫石			■	■	■	■
螢石			■	■	■	
白雲母			■			
絹雲母			■	■	■	■
綠泥石				■	■	■
毒砂			■	■		
磁硫鐵礦				■		
黃鐵礦				■	■	■
黃銅礦				■	■	■
方鉛礦					■	■
閃鋅礦				■	■	■
方解石					■	■

四．關於礦床成因的若干問題

(一)簡舊原生錫礦床的成礦溶液來源於花崗岩，這是過去所有到過該區的地質學家所公認的。經近幾年來的工作，這一點更得到了證實。簡舊礦區的主要礦體皆產於花崗岩侵入體的外接觸帶中，一般距母岩最遠不超過一公里，這首先證明礦床與花崗岩的空間分佈一致。從構造上看，花崗岩體常構成穹窿構造和小背斜的核心，而礦體則產於被掀起的大理岩的層間和橫切裂隙中。按現在保留的陳跡，大理岩中的礦體均與砂嘜岩的接觸礦體斷續相通。這說明礦床的形成不會早於花崗岩。依據對區域地質的研究資料，在簡舊礦區及其隣縣，除前已描述的花崗岩和與其同源的岩牆外，沒有發現有更晚期的火成活動。因此可以認為礦床的形成與中生代的火成岩在時間上同樣是一致的。事實上簡舊西區花崗岩基和各礦區的花崗岩體本身都含有微量的錫，這已為未經蝕變岩石的光譜分析所證明。根據上述事實可以得出結論：含礦溶液來源於中生代的花崗岩。

(二)對簡舊錫礦成礦溶液的性質問題，過去很少討論。我們認為它與各種類型礦床的形成很有關係，所以願意就目前不甚完整和不充分的資料，提出初步意見。簡舊礦區存在有與同一侵入體有關的兩種基本類型錫礦床，一種為石英-錫石礦床，另一種為硫化物-錫石礦床。這兩類礦床不論在礦化階段上、在礦物組合上均有顯著的分別。因此我們認為這兩次的成礦溶液在性質上應有所差別。

(1) 石英-錫石礦床的特徵在於有比較多量的螢石、黃玉、白雲母、電氣石、方柱石、毒砂、錫石等礦物的形成，同時伴隨發生花崗岩邊緣的雲英岩化。這表明成礦溶液在此一階段曾含較多量的氟、硼、氯等酸性元素，並具較高的蒸氣壓力。按納柯夫尼克在雲英岩一文中的記載：雲英岩化時螢石及黃玉一般常在酸性介質中形成，電氣石在介質 pH 值寬廣範圍內都能形成，石英同樣可以生成於各種介質（從酸性到鹼性）中^[6]。我們在簡舊也未曾發現與這一期成礦有關的顯著的鈉長石化現象。因此成礦溶液不會是鹼性的而應該是酸性的，也正是由於礦液具備了酸性的條件，所以才使得不溶解的酸根式氧化物如錫石、白鎢礦、黑鎢礦等及生於酸性溶液中的螢石、黃玉等礦物的大量形成。含礦溶液具有較高蒸氣壓力的特性，使得這一階段礦化作用的分佈比較分散，並主要是以細脈狀產出，所構成的工業礦體較少。

(2) 在簡舊礦區的次一期成礦作用表現為錫石及大量硫化礦物的生成，並伴隨有熱液期的各種蝕復，如絹雲母化、綠泥石化等，螢石與黃玉等礦物含量減少。按一般的情況，金屬硫化礦物是在弱酸性，但主要是在中性及鹼性介質中形成，絹雲母大致也是在中性到鹼性的溶液中生成^[6]。從簡舊硫化物-錫石礦床的礦物組合及這種礦床都分佈於砂嘜岩外緣的和大理岩中，並具有顯著的交代特徵（如圖版 II，圖 4，5），我們認為

向上浸滲，即礦液的上昇主要是通過前述(2)和(3)兩種通道形式。如果是這樣，對目前已發現的礦體大部分佈於侵入體側面和在岩體表面凹陷部份變厚的現象，便可得到了解釋。

富含硫化物-錫石的礦液在矽嘎岩外緣即現存礦體處得到聚集，由於圍岩各種裂隙或破碎帶的導引，使礦液繼續上升至大理岩中，隨產生具有高溫至中溫特徵的電氣石-硫化物及綠泥石-硫化物錫石礦床。在更高的部位，也顯然是在淺成或接近地表的情況下形成了方鉛礦-閃鋅礦型錫石礦床及電氣石-錫石網狀細脈。後者常分佈於以花崗岩體為核心的穹窿構造和小背斜的軸部，破碎較巨烈的地帶，無疑它是一種低壓的產物。

由於成礦溫度的不同，使錫石硫化物期礦化所形成的各類錫石礦床的分佈位置有所不同。在距侵入頂部大致 50—200 米產出的礦床以電氣石-硫化物型為主。在背斜翼部距母岩 100—400 米內多為綠泥石-硫化物型。最後在距母岩 300—1000 米的外緣帶則以方鉛礦-閃鋅礦型為主。超出上述範圍以外很少有錫礦的形成，說明錫石-硫化物期的成礦作用至方鉛礦晶出而終止。即使是因為箇舊錫礦成礦後的次生變化很大，但這種帶狀分佈的現象仍然十分顯著^[11]。

根據箇舊礦區脈錫礦床的形狀及與圍岩的關係，應該認為礦床的形成是以充填及交代兩種方式進行的，前者構成了大部份脈狀及細脈狀礦床，後者已為層狀及柱狀礦體中灰岩層理的保留和夾石的存在所證明。

(四)礦床形成後的次生變化——礦區地形一般高出區域侵蝕基準面在千餘米以上。因礦體的圍岩大部份為易透水的大理岩，潛水面常低於地表數百米以下，所以使該區以錫石-硫化物礦系為主的脈錫礦床已大部氧化，而成為以褐鐵礦、赤鐵礦為主的氧化礦體，僅在花崗岩接觸帶上局部保留有原生硫化礦床。經氧化作用，原礦石失去部份可溶組份，並且體重大為減輕，因錫石具極大穩定性，隨產生錫石的殘積富集，致使氧化礦中錫石含量比硫化礦顯然有所增高。

五. 結 語

依據以上所述，我們對箇舊錫礦的成礦作用，得到如下幾點主要結論：

1. 含礦溶液導源於中生代末期的花崗岩。
2. 以錫石-硫化礦系為主的箇舊錫礦都分佈於花崗岩體的內外接觸帶中，石英-錫石礦床多產於侵入體的邊緣，硫化物-錫石礦床則分佈於外接觸帶矽嘎岩和大理岩中，一般距侵入體不超過 1000 米左右的範圍。
3. 箇舊錫礦的成礦作用至少有兩期即石英-錫石礦化期及硫化物-錫石礦化期。前者始於氣成期而止於高溫熱液期，後者始於高溫熱液期而止於低溫熱液期。

4. 含礦溶液的第一期活動，其性質應屬酸性，這一階段形成粗顆粒的石英-錫石礦床，含礦溶液的次一期活動生成了細顆粒的硫化物-錫石礦床，溶液性質應屬鹼性。由於溫度、壓力和礦液性質的改變，造成了錫石及其他伴生礦物的沉澱條件，這些因素的綜合作用，控制了各種類型礦床的空間分佈及礦物組合。

參 考 文 獻

- [1] Meng, H. M., Chen, K., Ho, T., 1936—37. Geology of the Kochiu Tin-field, Yunnan A preliminary sketch. *Bull. Geol. Soc. China*, vol. XVI.
- [2] 鄧玉書, 1951. 雲南箇舊錫礦和構造的關係。地質論評, 16 卷 2 期。
- [3] 劉錦新、李希勤等, 1954 年箇舊礦區地質勘探報告書(未出版)。
- [4] 劉錦新、李希勤等, 1955 年箇舊礦區地質勘探報告書(未出版)。
- [5] Я. Д. 郭特曼, 1954. 論岩漿礦床生成時圍岩所起的作用。科學出版社。
- [6] 全蘇地質研究所, 1955. 蝕變圍岩及其找礦意義。地質出版社。
- [7] A. Г. 別捷赫琴, 1955. 熱液礦床與侵入體在成因上的關係。地質學報, 35 卷 3 期。
- [8] A. Г. 別捷赫琴, 1955. 熱液中造礦物質的搬運及沉澱。地質學報, 35 卷 4 期。
- [9] В. 巴爾蘇科夫, 1956. 熱水溶液中錫的搬運形態。地質譯叢。第 1 期。
- [10] С. С. Смирнов, 1955. Некоторые замечания о сульфидно-касситеритовых месторождениях, Избранные Труды.
- [11] Emmons, W. H., 1936. Hypogene zoning in metalliferous lodes. Report of the XVI Session Intern. Geol. Congress, vol. 1.

圖 版 I 說 明

- 圖 1 斑狀花崗岩中的錫石；暗色礦物為錫石，周圍為石英。單偏光照像，× 170
- 圖 2 方柱石砂礫岩：方柱石具有累帶狀構造。單偏光照像，× 80
- 圖 3, 4 伴隨螢石及石英侵染在砂礫岩中的錫石：暗色放射狀礦物為錫石，周圍淺色者為螢石，圖 4 中的方形礦物為白鎢礦。單偏光照像，× 80

圖 版 II 說 明

- 圖 1 方柱石中的紡錘形錫石；暗色紡錘狀礦物為錫石，周圍為方柱石，單偏光照像，× 80
- 圖 2 硫化礦物中的錫石：不透明礦物為硫化礦，暗色粒狀礦物為錫石，淺色針狀礦物為透閃石，淺色粒狀者為螢石。單偏光照像，× 80
- 圖 3 示硫化礦物及透輝石相間呈帶狀分佈。單偏光照像，× 24
- 圖 4, 5 示硫化礦物交代方柱石及透輝石的情況，圖 5 並有綠泥石細脈穿入。



圖 1

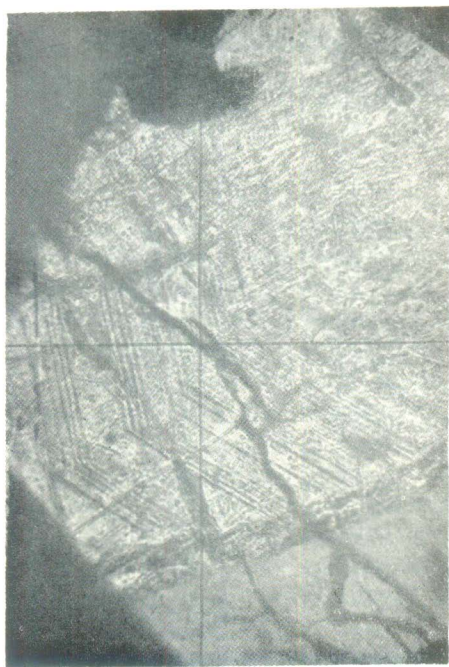


圖 2



圖 3



圖 4



圖 1



圖 2

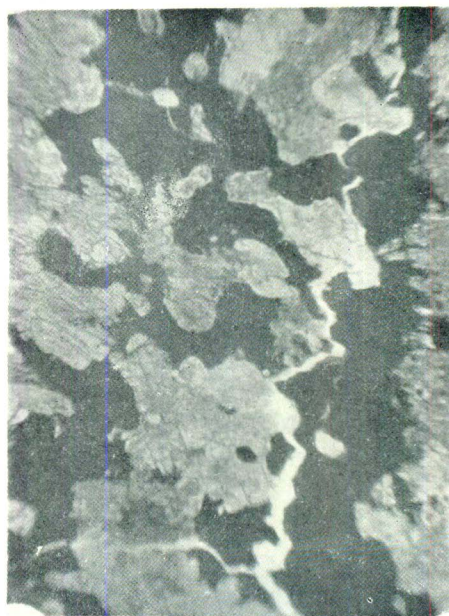


圖 3



圖 4



圖 5