212654

基本館藏

# 苏联南部沿海地区矿床成因论

E. A. 拉德凯維奇 著



5022

科学出版社

# 緒　言

本書敘述了南部沿海區成礦作用和含礦情況的一般問題。本書之編著一部分是根據對濱海區成礦作用的研究，而大部分是總結實際資料爲基礎的，這些資料是許多地質工作者對濱海含礦區進行地質研究過程中所收集的。其中特別敘述了濱海地區成礦區劃分的原則，劃分出了成礦建造所具有的特性以及簡述了成礦作用的一般問題——岩石和構造因素對礦床的性質和分佈的影響，及侵入岩和噴出岩等與礦化的關係。

爲了闡明這些複雜的問題，如果不利用廣泛收集的實際資料及有關地質學，岩漿作用的成礦作用的某些問題總結性的著作是不可能的。

在敘述含礦區的一般地質發育史的結論中，作者大量地運用了 П. Н. 克魯泡得金，Н. А. 別梁也夫斯基等的研究結果。關於成礦作用與岩漿作用的關係問題，作者主要依據了 М. А. 法沃爾斯卡婭，М. Г. 盧波，Ф. К. 希普林，Э. П. 依佐赫，З. В. 西多林科等所收集的資料。然而，大部分是採用了直接在礦區工作的一些地質工作者的資料——首先應提到的是 М. П. 馬捷里可夫，Г. А. 別得洛夫，Н. П. 扎博羅特娜，Д. И. 依夫里耶夫，А. Г. 捷列茨基，И. Н. 戈沃洛夫，А. И. 依萬諾夫，Ю. Г. 依萬諾夫，В. П. 索林尼科夫，И. П. 拉琴斯基，И. А. 巴洛金，Л. Н. 希得契科夫，Н. Н. 瓦西里科夫，Ю. С. 巴拉塔耶夫等等的資料。

所繪製的地質和成礦略圖是以 Н. А. 別拉耶夫斯基領導下所繪製的地質圖爲基礎的，部分是以濱海地質局 Г. А. 別得洛夫領導下所繪製的一些零星的成礦圖爲基礎的。

所以，作者大部分是利用了其他研究者的一些資料，同時還進行了一些專門的觀察，這些觀察資料是在濱海含礦區經過長期研究所收集的。

PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

集體所編著的關於成礦作用分析方面的著作還要再過一些時間才能完成，成礦分區的眞正的中間報告還在進行討論，這是爲了使最終的成礦草圖中吸取所有的批評意見。

作者特別感謝 И. Е. 戈拉千和 Е. С. 巴甫洛夫在工作中所給予的一貫支持，並感謝 И. Н. 托姆遜和 Г. М. 洛巴諾夫同志在工作中所給予的幫助。



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

## 內 容 簡 介

本書主要論述了蘇聯南部沿海一帶及中國東北沿烏蘇里江一帶的礦床成因與含礦情況。同時也闡明了各種金屬礦床的分佈規律及找礦方向，以及提出劃分礦床類型的原則等。這些參考資料對研究祖國沿海一帶的礦床成因有很大的參考價值。

## 目 錄


緒言…… i
第一章 論濱海地區構造和成礦分區概念的發展史…… 1
第二章 南部濱海地區發展史…… 6
第三章 濱海成礦帶……25
第四章 濱海地區成礦建造……39
第五章 圍岩對礦床分佈及礦床特徵的影響……69
第六章 礦床與侵入體的關係和構造對礦床形成的影響…76
第七章 礦體與殞岩岩牆之關係……84
第八章 形成礦床的深度……90
第九章 礦化作用的構造控制、礦結和礦床的分佈規律…95
第十章 成礦期及其岩漿作用和礦化作用的特徵…… 102
第十一章 各種金屬成礦的基本特點…… 106
第十二章 各個含礦區的成礦特徵…… 110
參考文獻…… 117


PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

# 第一章　論濱海地區構造和成礦分區概念的發展史

濱海地區是一個複雜的含礦區，並以廣泛分佈很多錫礦床及零散出現的鋁、鋅、鐵、金、鎢和銅以及銻汞礦爲特點。隨着對含礦區進行研究的程度，就擴大了關於本區內發育的礦床的概念。不久以前在該處曾發現了一些有工業價值的錫礦床，事實上是在近20年內才在濱海區建立了錫礦工業，現在濱海含礦區成爲太平洋錫礦帶最豐富的分枝之一。

在濱海區的某些個別地方，有工業價值的錫礦和鋅礦取得了發展。對金礦的研究已經進行了很多年；鐵礦雖暫時沒有開拓，但是却有着很大的意義。鉭、鈮、螢石的發現已引起了很大的注意，而對於銻和汞幾乎還沒有進行過研究。

濱海含礦區有着長期的發展，並以不同時代的礦化作用爲特點——古生代的、中生代的和第三紀的。其中佔主要的是最年輕的第三紀礦床，並且整個含礦區都是屬於與太平洋盆地相毗鄰的年輕的中生代-新生代太平洋礦帶。

濱海地區不同時代的礦床在空間分佈上是分散的。可以劃分爲幾個地區：西部地區是古生代礦化區，中部地區是中生代礦化區，東部地區是單一的第三紀礦化區。所有這些具有不同時代的礦化區首先可以劃分爲一些構造-成礦帶。這些礦帶以不同的發育歷史和具有不同性質的沉積岩及火成岩雜岩體。地質構造、岩石基底，這些構造岩相帶的岩漿作用特點和動態很多都決定了金屬礦床的特點。

濱海含礦區帶狀構造的概念很早就被提出來了。褶皺區內的主要構造——結構單位是根據 Т. П. 瓦拉洛維奇，В. З. 斯科洛赫特及 А. З. 拉扎列夫等很多的地質研究綜合資料爲基礎而提出



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

的。1938年國際地質會議上在 A. З. 拉扎列夫的報告中就將錫霍特-阿林區域劃分出錫霍特-阿林主要複背斜帶，圍繞其西部和東部拗陷的是西部和東部（近海部分）邊緣隆起。其實這個略圖有過一些改變，但迄今還保留了自己的形態。П. Н. 克魯泡特金(1954)由西至東劃分爲西興凱結晶地塊，達烏比希斯複向斜，錫霍特-阿林主要複背斜，錫霍特-阿林複向斜及海岸背斜隆起帶。對錫霍特-阿林褶皺區的觀察可認爲是中生代的產物，П. Н. 克魯泡特金在大陸邊緣東部看到了第三紀狹窄的褶皺帶，該狹窄的褶皺帶沿日本海海岸延伸。

Н. А. 別梁也夫斯基實際上也劃分出了類似的構造情況，從西向東分爲：克羅迭科夫隆起、烏蘇里-興凱地塊，道比恆拗陷，中央錫霍特-阿林隆起和戴尤恆拗陷。

所以，關於濱海地區構造，結構分區的問題，一般說來因爲研究不同還是有出入的。這點也很自然，上述的這些情況在某種程度上還是客觀地反映了所敍述的地區的地質特點。其實，以上所提到的地帶在地質圖上也得到了很明確的反映。雖然，最西部的邊緣帶(克羅迭科夫帶，根據 Н. А. 別梁也夫斯基資料）被盡美盡善地劃分出來了，該地帶基本上是屬於上古生代地層，該地層已被擠壓成南北向的褶皺。Н. П. 克魯泡特金(1954)將該地帶與興凱結晶地塊合併在一起，但由該區的成礦作用方面來看是要好的多，所以根據 Н. А. 別梁也夫斯基的意見這將是列爲獨立單位。

烏蘇里-興凱地帶根據 Н. П. 克魯泡特金的資料或稱爲興凱結晶地塊在劃分上還是很確切的——該地帶是最古老的岩石發育區——太古代(?)大理岩和片麻岩，元古代結晶片岩及下古生代沉積變質岩層(圖 1）。該區的古老岩石是北西走向，根據地質構造情況完全與錫霍特-阿林年輕的中生代褶皺區以東的情況不同。在它們之間存在有直綫型的斷裂破壞與分界綫——西部構造層(別梁也夫斯基，1951)。

錫霍特-阿林中生代褶皺區首先可以被分爲一些東北走向的構造-岩相帶：最西部的構造單位；該構造單位直接與烏蘇里-興凱



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

地塊相毗鄰，即西部拗陷帶，是呈狹長的條帶形，由中生代，主要是第三紀沉積物所構成。西部拗陷地帶是由幾個雁形分佈的凹地合成——下北金、道北恆、綏芬和馬希恆等凹地。

最後的兩個凹地被米拉甫耶夫複背斜所隔開。

上古生代寬廣的帶狀地區的發育確切的在錫霍特-阿林圖上表示出來，較東主要是複背斜地帶。

再向東出現錫霍特-阿林複向斜（根據 П. Н. 克魯泡特金）或傑尤恆拗陷（根據 Н. А. 別梁也夫斯基）。該地區有從三疊紀到白堊紀的中生代地層發育的特徵，同時向斜構造中部出現白堊紀沉積物的帶狀發育。

更向東出現濱海成與爾加-傑尤恆隆起，該隆起地區在以舊背斜核部具有上古生代地層出現的現象。走向自傑尤恆向北隆起。該背斜構造很可能在複向斜地區內是一個中間隆起。

可能，再向東分佈有新的巨大的背斜構造，其他的複背斜構造被日本海淹沒。並繼續延伸到朝鮮半島。這些中生代形成的巨大褶曲的同時也出現在上覆的年青的中生代構造。該構造局部與濱海——背斜隆起帶相伴隨，而基本上是沿着年輕噴出岩發育的斷裂帶發育。所謂的濱岸斷裂地帶在上白堊紀和第三紀時期，在巨厚的火成碎屑岩層的重力影響下經受了巨大的拗陷，因此在該地區內從最近時期就强烈地出現第三紀褶皺變動。

例如在關於海濱地區構造-結構分區的概念中所有研究者們堅持類似的觀點的話，那麼對構造中有決定性意義的褶皺構造、褶皺時代、褶皺發育過程的了解在不同研究者們之間還是有出入的。

上面已經提過，П. Н. 克魯泡特金以及隨後的 А. Л. 阿爾汗格爾斯基，Н. С. 沙茨基(1937)，將濱海區認爲僅在狹窄的海岸區出現有中生代褶皺，他查明了向庫頁島和島弧的年輕的第三紀褶皺帶過渡的第三紀褶皺帶。同時其他的研究者們 М. М. 傑加耶夫和 С. А. 姆捷耶夫將濱海區列入第三紀褶皺區。

我們認爲爭論純粹是形式上的性質。無疑地，錫霍特-阿林構造在上白堊紀就形成，當時發生了地槽、盆地的最終封閉現象，進



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

入了長期大陸發育時期。同時顯然可以看出中生代構造在最大程度上被第三紀褶皺運動所改變。其運動强度隨着向東，越靠近亞洲東部的第三紀褶皺帶越增加。第三紀斷裂的表現形態在該處也是特殊的——除斷裂外在有巨厚的年輕火山岩層發育的海岸斷裂帶中又出現有褶皺運動，同時在新拗陷的較西邊也基本上出現了斷裂，該斷裂也成爲岩漿和含礦溶液貫入的通道。這些斷裂破壞着控制侵入、噴出和礦化起了一個主要的作用。甚至於在很多方面都給於岩漿作用和礦化作用的特殊性創造了條件。

應該强調指出：不同研究者對於濱海區的斷裂作用的概念也遠非一致。對於沿大陸邊緣形成廣闊的火山發育帶的噴出岩普通分佈的情況進行研究時，不能不引起首要的注意。關於該區存在有巨大斷裂的現象雖然被 Л. А. 奧布魯契夫 (1927) 及其以後的 А. Н. 克里什羅沃維奇(1932)所指出。正是如此，那時 А. Н. 克里什羅沃維奇將其分爲兩個區域斷裂：第一個沿日本海海岸延展，第二個沿古老的結晶地塊延伸，即現今的興凱地塊，該興凱地塊位於綏芬河河口至黑龍江的別爾木保(即現今的共青城)。

在 Г. П. 瓦拉洛維奇的著作中對錫霍特-阿林構造中的斷裂，對於金屬礦床分佈有着很大意義。他特別强調了東西向斷裂作用，因爲這種斷裂控制着新的含煤盆地的分佈(瓦拉洛維奇，1941)。斷裂現象對金屬礦床分佈的影響在 М. П. 盧隆科夫 (1937) 的著作中提到了。Е. Ф. 瑪列耶夫(1946)提出了大斷裂對新的第四紀玄武岩火山的控制作用，部分地提出了在古老的烏蘇里-興凱地塊邊緣地區出現有巨大的斷裂帶，該斷裂帶基本上與以前 А. Н. 克里什羅沃維奇所劃分的斷裂符合。以後，Н. А. 別梁也夫斯基(1951)，也提到了一些巨大垂直斷裂，他將錫霍特-阿林地區劃分爲三個主要構造綫，這些主要構造綫將構造-岩相帶分開。

1) 西部構造綫，限制着興凱地塊。

2) 中央構造綫，沿着錫霍特-阿林複背斜和複向斜的分界綫(太平洋拗陷，根據別梁也夫斯基)。

3) 東部構造綫，與上項提到的海岸斷裂相符合。



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

其中兩個大的構造斷裂，正如所述，已經被最早的研究者所提出（A. H. 克里什羅沃維奇，E. Φ. 瑪列耶夫等），中央構造綫在H. A. 別梁也夫斯基的著作中首先提出。正如以後所提出，該斷裂對上白堊紀第三紀的岩漿作用的控制起了主要影響。

與上述研究者不同的是Π. H. 克魯泡特金不承認在濱海南部構造中大斷裂有着重大的意義。根據他的提法多數的細小斷裂完全出現在與褶皺斷裂有關的區域褶皺構造的基礎上，在有利的條件下可能爲含礦溶液所利用。同時Π. H. 克魯泡特金提出了一些控制基性和超基性岩體分佈的斷裂。

對濱海區的成礦作用的研究，自然而然的我們承認斷裂對礦化的控制作用。正如以上所提出：斷裂不僅能決定岩漿和礦化作用，而且也說明對岩漿和礦化作用性質的影響。在這方面不僅縱斷裂或巨大的構造綫有着重大意義，而且貫穿整個褶皺系的橫斷裂也有着重大的意義。而且橫斷裂基本上是控制了濱海區不同類型的金屬礦床的分佈。南北間和東西間的構造帶同樣明顯地出現。

正如以後所提到的，斷裂一般說來是長期發育的，而且其中的一些斷裂還是發育在基底的古老的結晶雜體之上。而隨着逐步地發育被越來越新的構造層所切割。

我們準備將在本書有關的章節中更詳細地論證這些問題。這裏僅提出斷裂的廣泛發育是由於在堅硬的已經硬化的褶皺雜岩體中出現了强烈的第三紀的形變。斷裂無疑是與一些接近太平洋拗陷的大的區域性的斷裂有關。

下面我們將簡短地描述一下濱海區地質構造的基本特徵，以及這個複雜的含礦區的發育史。



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

# 第二章　南部濱海地區發展史

南部濱海地區發展史可分爲五個較大的時期：1)最古老期，2)古老期，3)中期，4)晚期，5)最新期。

我們把變質最深的岩石，即結晶片岩，大理岩，片麻岩，花崗片麻岩列入最古老的時期，在一定條件下它們就是太古代。

古老時期包括元古代和具有化石的寒武紀。寒武紀的變質片岩和碳酸岩層在變質程度上比最古老時期的岩石來得弱，中期與錫霍特-阿林地槽的發育期相符合，中期是從上古生代開始到白堊紀結束，並在一些海相厚岩層中，特別是在錫霍特-阿林中生代褶皺地帶的廣泛發育着海相陸源沉積的痕跡。到中期最後錫霍特-阿林褶皺構造形成。

區域發展的後期，地槽形成之後的特徵是出現强烈的陸地火山作用。在這一個時期華北山地的北部與錫霍特-阿林褶皺地帶接連的，同時並在相當大的程度上被新的構造運動所影響，該運動具有分佈於褶皺帶和陸台交界的許多特殊形成的特徵。除了斷裂；也就是伴隨於噴出岩溢出的巨大斷裂以外，在這裏在巨大的火山堆積岩層中出現了新生的重疊的向斜或新的拗陷地區特別强烈的褶皺形變。上白堊紀到第三紀的劇烈位移不僅僅伴隨噴發活動，而且也有侵入作用，而特別是在錫霍特-阿林複背斜新隆起的軸部和大斷裂帶或構造樞紐處都相當發育。濱海地區的許多各種類型的金屬礦床的生成與新的侵入體有關。主要侵入活動和金屬礦床所生成是在漸新世。

其次該地區進入陸台發育的途徑。這時期的特點是，典型的陸台型破裂的形變斷裂。如果除了鹼性玄武岩類不大的侵入體和更晚期的上新統玄武岩覆蓋以外，在錫霍特-阿林背斜繼續隆起已經不再有岩漿活動發生。

接着我們扼要地談談南部濱海區或沙地地區一些最主要的發



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

育階段的特徵。

## 1. 最古老時期

最古老時期即是結晶雜岩岩石生成的時期，大概確定爲太古界。這個時期是很長的，其本身大概分爲幾個大階段，該階段我們現在還不能分。按其最古老時期的地質作用的特點來說，在本質上是與後期的地質作用有區別的。在這個時期裏，廣泛發育有後期變成大理岩的厚層的碳酸鹽沉積。我們在距離濱海帶很遠的地區裏發現了相類似的沉積物；即在阿爾丹地台區和中國領土內都有發現。由此可見，寬闊廣泛地槽沉積是包括很廣闊的地區。那樣厚層的沉積岩的形成，可能是由於在地球早期發育層的階段大氣中的碳酸含量較高的結果。

在岩漿岩中基性岩，酸性岩的廣泛發育是最古老的雜岩體的極特殊的特徵。主要的岩石是被後期作用變成的角閃岩的輝長岩。而花崗岩類的岩石變成爲花崗片麻岩出現有片麻岩和結晶片岩之間的逐漸過渡，岩漿作用帶和細帶狀的貫入體的廣闊發育，使Г. М. 加彼耶夫推測到在相似的結晶片岩的生成過程中花崗岩化作用過程起着重要的作用，而火成岩本身在相當大部份是再生作用生成的。與古老雜岩體的花崗片麻岩有關的是在片麻岩中和結晶片岩中形成透鏡體的偉晶岩也得到了廣泛發育。符合Г. М. 加彼耶夫和Н. А. 別梁也夫斯基以及其他等人的資料，這些偉晶岩和它周圍的片麻岩是一種逐漸過渡的關係，這大概也是一些變質岩。

## 2. 古老時期

元古代和下寒武紀的一些受變質較弱的地層是成角度不整合產在最古老的結晶雜岩體衝蝕面上。在這個雜岩體的上部有古盃類，三葉蟲類及其它下寒武紀的化石羣，雜岩體的下部大概定爲元古代。這個古老的雜岩體的岩石成分是變爲千枚岩雲母頁岩的砂質泥質沉積物，和可能是由火成岩變質的綠色片岩，有生在石墨礦床中的石墨片岩。石灰岩和白雲石在古老的雜岩體中有着廣泛的



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

發育。

正如上所說根據化石的印跡，地表上部古老雜岩體列爲下寒武紀。上部古老雜岩體具有砂質泥質沉積物和碳鹼鹽沉積以及局部包含鐵質石英岩發育的特徵。在石英岩層中與安嶺類型沉積變質鐵礦床很發育。在這些沉積物中也可能富集有錳礦。就從根本上推翻了確定在濱海和興安嶺地帶中的鐵質石英岩爲寒武紀的說法。該種類型的礦床只認爲是生在元古代的看法是不正確的（別列甫采夫 Белевцев, 1954）。在最近時期 B. H. 雅科甫列夫在下寒武紀岩層中發現了鋁土礦標誌。整個古老的雜岩體本身具有富集似碳酸鹽沉積物，該沉積岩在所有剖面上都發現，有的地方非常厚。這種特點不能不影響到濱海含砂區成礦作用的性質。古老的沉積石英岩層中的錳大概對礦化作用的性質產生重大影響，由古老沉積的錳能够解釋這種元素成爲濱海地區各種礦床的區域性出現，非常明顯地出現在特別靠近結晶基底岩層的背斜帶之中。

廣泛發育的碳酸鹽岩石同時也就直接是礦床圍岩和成礦之環境。將進一步指出，也就是說在興凱礦區的一些重要錫礦床是生在石灰岩中。如上所述，直接與古老的岩層有關的有鐵，石墨，可能還有錳和鋁的礦床。

從含礦的觀點來看，對古老的岩漿岩的研究還是不够的，與古老的偉晶岩有關的，可能發現雲母礦床。與此同時對古老雜岩體的基性侵入體的研究，應從其基性侵入體中的鎳、鉻、鈦及其他基性岩的元素方面來研究。

在興凱結晶地塊中，以及在復背斜帶中其軸部隆起地區或者是地壘狀地塊（蘇昌-納霍德卡結晶地塊）中發現了很多古老雜岩體。在濱海背斜隆起帶中，大概古老雜岩體有的地方位於不太深的地方，同時也眞正地影響含礦侵入體的形成。

在所研究的地區範圍內，中古生代還沒有發現。可能在中古生代由於加里東褶皺而發生沉積間斷。C. A. 穆茨列也夫認爲，中古生代的缺失是東亞細亞帶的特點之一，以這一特點與蒙古鄂霍次克帶相區別。在加里東（或者是早期華力西）褶皺時期，在所



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

談到的地區中，古老的岩層主要是成爲北西走向的褶皺。

古老的結晶雜岩體被不同年代之花崗岩侵入體及不大的基岩侵入體所切斷。這些侵入體之準確的時間還未確定，因爲在古老的構造中普遍缺少新的沉積層。大概在古老的烏蘇里-興凱帶內很發育的大部份火成岩岩體是在沉積間斷的時期形成的，這間斷是從寒武紀開始到石炭紀爲止，而侵入岩體是加里東時期，或早期華力西時期。在烏蘇里-興凱帶內，已知的至少有三個不同時代的侵入雜岩體。

1）什馬科夫黑雲母花崗岩雜岩體。

2）格羅捷科夫混染基性岩和黑雲母花崗岩雜岩體。

3）沃茲涅先斯克黑雲母和白崗含礦花崗岩雜岩體。

關於這些侵入雜岩體之年代問題還有着不同的見解。

什馬科夫黑雲母花崗岩雜岩體。П. Н. 克魯泡特金（1954），和 М. Г. 盧波(1950)都認爲什馬科夫花崗岩是最古老的花崗岩，它形成大岩體，沿着烏蘇里-興凱帶東部邊緣，成北東走向延伸100多公里。什馬科夫花崗岩切割太古代的結晶片岩和片麻岩、元古代和寒武紀的變質片岩。在花崗岩內有豐富的偉晶岩，有時含電氣石這指出了什馬科夫花崗岩可能與興安嶺畢羅畢特之加里東電氣石花崗岩相類似。（這是與 П. Н. 克魯泡特金相一致的）

與 М. Г. 盧波一致的是什馬科夫花崗岩有他獨有的特點，這些特點便在與格羅捷科夫和沃茲涅先斯克的花崗岩相區別。首先他們具有數量較少的暗色礦物和大大超過斜長石(鈉長石的)鉀長石(微斜長石-紋長石)這些花崗岩之副礦物有鋯石、褐簾石、獨居石、榍石等。褐簾石晶體，有時，其斷面達到0.8毫米。什馬科夫花崗岩有自己獨特的構造；尤其在許多部份片麻狀結構非常發育。偉晶岩廣泛的分佈是什馬科夫花崗岩最突出的特徵。

致於什馬科夫花崗岩含礦程度研究得不够——在非常發育的地區內，局部的見到在重砂中的錫石分佈暈。根據空間關係暈生於偉晶花崗岩和石英脈發育的地段，可以設想，他們乃是錫石的來源。根據含錫程度，什馬科夫花崗岩不及格羅捷科夫，而特別不及



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

沃茲涅先斯克花岡岩。

必需指出，根據絕對年齡的測定，什馬科夫花岡岩似乎是烏蘇里-興凱帶的侵入體中之最年青的花岡岩。這完全與 Н. И. 波莉娃及其他人相一致(1955)，其絕對年齡爲 180—200 百萬年，這與屬於加里東侵入輪迴花岡岩的概念發生分歧。此外什馬科夫花岡岩成北東走向帶，該走向帶是與新構造的走向相一致，而不是與古老的走向一致，其構造情況使 Н. А. 別梁也夫斯基認爲這個侵入雜岩體較新。什馬科夫花岡岩是年代以及這些花岡岩與格羅捷科夫和沃茲涅先斯克花岡岩的準確關係等問題，還有待於研究。

格羅捷科夫侵入雜岩體。格羅捷科夫侵入體在早期乃是基性岩石類——輝長閃長岩、輝長二長岩等。如 М. Г. 盧波(1956$_2$)認爲，粗粒黑雲母花岡岩是較晚期的，它在與古老結構走向平行延伸。北西走向帶中組成大的岩體。格羅捷科夫岩組岩石穿入古老的變質岩層到下寒武紀爲止。根據 М. Г. 盧波看來，格羅捷科夫花岡岩在錫圖赫河流域內(在錫楊赫河上游)同橫地穿入從化石上層於上古代的沉積。同樣地這種花岡岩被有植物化石羣的下白堊紀所覆蓋着。М. Г. 盧波根據這些資料，隨着 А. И. 科茨洛夫之後，把格羅捷科夫雜岩體之花岡岩歸列入到上古生代中，這一般的是與其所測定的絕對年齡的資料相一致的。可是並非所有的研究者都同意這個看法。像 Н. А. 別梁也夫斯基，就認爲格羅捷科夫侵入體是前上古生代的，比什馬科夫侵入體更老。他將在錫圖赫河流域內切入到上古生代的花岡岩，不是列入到格羅捷科夫雜岩體，而是列入到較新的侵入體輪迴中。因此關於興凱地塊之各種侵入雜岩體的形成的先後次序問題，目前還是在爭論中。

我們將繼續簡短地談談格羅捷科夫雜岩體的各種岩石——較早期的基性岩和晚期的基性岩——形成大的花岡岩體的酸性岩。

基性岩形成不大的岩體，在空間上與酸性花岡岩的大岩體有關係。仍是侵入輪迴之早期相。與 М. Г. 盧波(1956$_2$)的資料一致的，在不大的基性岩體中有輝長岩、輝長閃長岩、閃長岩、閃長二長岩、正長岩、正長二長岩、花岡閃長岩等。根據各種顏色之先後



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

或結構經常的變換，礦物成分不均勻，以及其他一些特徵，M. Г. 盧波認爲這些基性岩是混雜岩。

根據 M. Г. 盧波看來，這些岩石的地球化學特點：無論是基性的或是酸性的元素成份中，同時存在有：一方面是錫、氟等等，在另一方面是鈷、鎳、鉻。M. Г. 盧波發現在雜岩體中石灰岩捕獲非常多，因此他認爲雜岩體的是由新石灰岩被花崗岩岩漿同化而形成。同時依據基性岩岩漿之特有的元素的存在，推測這兒也曾發生過基性岩同化作用，可能是古老的結晶雜岩體等，其中有角閃岩。

在格羅捷科夫雜岩體中較晚期的，而最主要的侵入體岩相乃是粗粒的在整個面積上非常一致的花崗岩岩體。

根據 M. Г. 盧波，格羅捷科夫花崗岩有它自己的特徵。在花崗岩中長有典型的鉀長石——微斜長石比斜長石佔優勢，並有爲數不多的黑雲母。某些變種向白崗岩過渡。在格羅捷科夫花崗岩的副礦物中，具有鋯石，同時有褐簾石只是什馬科夫花崗岩之特徵，獨居石在此却沒有廣泛的發育。普通電氣石和螢石在格羅捷科夫花崗岩中是以上升向狀態出現。同時在格羅捷夫花崗岩石中的造岩礦物的混入元素是很特殊的，其中鉀長石中經常含有相當數量的鋇，同時並含有鉛、銅、鎵和錫。黑雲母含特殊的混入物，包括有硼、氟，有時有錫和鋰。M. Г. 盧波詳細研究過的這些地球化學特徵能使格羅捷科夫岩系地區內與其他花崗岩類岩石區別開。格羅捷科夫花崗岩之特點是經常出現雲英岩化。

沃茲涅先斯克花崗岩。沃茲涅先斯克含礦花崗岩，沿格羅捷科夫花崗岩岩體邊緣形成不大的岩體。其成份和岩石化學特點一般與格羅捷科夫花崗岩類似，但先是由含有大量揮發物的岩漿所形成。其揮發物表現在花崗岩有强烈的、自變質（氣成蝕變）和電氣石黃英云英岩的廣泛出現，出現在富含黃玉，螢石和電氣石的金屬礦床成份內。M. Г. 盧波認爲，這種花崗岩是富含揮發物和礦物成分之格羅捷科夫侵入體的晚期異運物。

這類花崗岩形成不大的岩體，於古老的下寒武紀有灰質-頁岩岩層中的第二級褶皺之背斜中。這些花崗岩岩體以及與他們有關



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

的礦床，伸向背斜和沿着背斜褶皺軸伸延和斷裂的核心而形成了北西走向的一個鍊狀帶。

這類花崗岩和格羅捷科夫花崗岩一樣，含有很多 $Al_2O_3$，的少量的氧化鈣。含鉀比鈉多得多的高量鹼。與已知的一樣，這種岩石的化學特點是地球上層部份其他含錫花崗岩所共有的特點。

這類花崗岩與格羅捷科夫花崗岩之區別是在於，這類花崗岩經常具有清晰的斑狀結構。同時侵入後以交代作用出現是其特徵——鈉長石化和鈔化作用的廣泛發育，及雲英岩化。在副礦物中含大量的電氣石、螢石、錫石——可能這些礦物是在花崗岩侵入後氣成蝕變過程中的次生礦物。這類花崗岩，像所談過的那樣，被强烈的氣成蝕變暈所包圍——被電氣石角岩和黃英雲英岩的發育帶所包圍。在這類花崗岩岩體之接觸暈中石灰岩發育的地段分佈有交代的雲母-螢石礦體，以及錫石矽酸鹽建造的電氣石類型的脈狀含錫礦床。

除了所指出的侵入雜岩體外，在烏蘇里-興凱帶內可能還有新的侵入體，類似在波謝特地區和中國北部與朝鮮北部交界的地區一樣。

另一方面，類似於興凱地區的古生代侵入體岩石和礦床，在濱海地區其他的構造岩相帶中能够出現——首先在錫霍特-阿林複向斜區，在軸部上昇地段，或地壘上昇地塊，在這些地方出露有古老的變質雜岩體和古生代的侵入體。這種類型的岩漿岩和礦化現象在大烏比赫(Лаубихин)帶的地壘可以看到。特別是在沃茲涅先斯克礦帶的直接延續部分。

## 3. 中　　期

在這個時期具有形成北東走向的錫霍特-阿林地槽。

從上古生代開始，濱海地區爲地槽發育的新輪迴。地槽狀態保持在上古生代的全部時期及幾乎整個的中生代時期一直到白堊紀中期。這時沉積爲厚層陸源沉積，並與沙質岩石，噴發岩和在剖面下部的石灰岩成互層。包括間歇時間，多於 1 億 5 千萬年，這個



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

時期具有交替的海侵期和海退期，出現不同褶皺期的沉積間斷，不同時代的酸性基性侵入體的特徵。隨着時期的改變單一的地槽盆地發生分異，產生了爲穩定的內地梁隆起所分割的內地槽。在這個複雜的分異的地槽區域的不同地段中沉積作用也以不同的形式發生。隨着時間的變化佔據了廣大面積的海洋漸漸縮小，深海沉積爲礫質的淺海和濱海沉積所代替。在一般淺海面積縮小的地區中，有時發生過週期性地侵佔了寬廣面積，並局部覆沒了穩固隆起地區的海浸。錫霍特-阿林地槽在中白堊紀中期結束了。就是在這個時期含礦區的中生代褶皺完全形成，同時大的多期性火山開始劇烈的出現，這時火山作用與淺成侵入體相互交替。

中期沉積本身可以劃分爲幾個區域不整合所劃分的構造雜岩體。因此作爲第一組上古生代構造岩體包括上石炭紀，下和中二疊紀的沉積。第二組構造雜岩是下中生代沉積包括三疊紀，下侏羅紀以及中侏羅紀。最後第三組構造雜岩體包括上侏羅紀，下白堊紀以及有的地方的上白堊紀下部。最後的，較新的是符合於含礦地區發育之地槽後期。

上古生代構造雜岩體（$C_2$—P）是組成錫霍特-阿林地槽沉積剖面的基底。這雜岩體之岩石非常廣泛地分佈在濱海地區所有的地方，可以考慮，上古生代的廣大海盆地曾包括了很大的面積。在南方這個盆地被位於中國和朝鮮北部的大陸爲界。隆起顯然還未被海洋所淹沒過。隆起的一部分可以能在興凱結晶地塊內。這隆起北邊與錫霍特-阿林地槽爲界。本身被近南北向的格羅捷科夫海峽與華北古陸相隔絕。上昇地帶在後來的錫霍特-阿林地槽帶的南部發生，那兒在上古生代末期發生陸相煤系沉積（上蘇昌煤系，穆拉維也夫-阿穆爾半島的噴發層）。

H. A. 別梁也夫斯基認爲阿里阿特寧（Ариадниская）千枚岩系，矽灰質層岩系，粉砂岩和砂岩系等當屬上古生代岩層的最下部，這岩系分佈在錫霍特-阿林複背斜地區內。在這岩系上部發現了石炭紀動物化石羣。阿里阿特寧系的厚度很大（根據 H. A. 別梁也夫斯基看來有 4000 米厚），變質作用很强烈，特別表現在其下



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

部。

上部覆蓋有所謂的柳托爾格系，其特點是變質噴出岩，該噴出岩與砂泥質沉積以及有的地方與石灰岩成互層。變質噴出岩是基性和中性噴出岩遭受變質作用的產物，並緊密地與主要成份的岩牆和不大的淺成岩類共生。外表看來，這共生並非是偶然的，所有各種岩漿雜岩系可能劃入到奧菲米托夫（Офимитовая）建造中，這建造是地槽發育的初期階段的特徵。

這組火山岩受到了很强烈的區域變質作用，並普遍地有綠色層岩，其特點是綠泥石化和綠簾石化作用强烈的出現。這個建造的沉積呈帶狀沿着錫霍特-阿林地槽帶伸延。可見該沉積在奧爾加捷秋赫隆起內很發育（沉積岩的謝爾巴科夫區，查羅特山區）。

在上石炭紀和下二疊紀的沉積，有的地方爲石灰岩主要出現在內隆起帶中，離搬運物的來源很遠，例如：奧爾加地區，在奧爾加捷秋赫隆起內上古生代的石灰岩具有很大的厚度。以後談到將來它們在金屬礦床的控制作用中所起的重要作用，以及多金屬層和鐵礦化的介質。

再上有陸源沉積以及厚層的砂質頁岩，在一些地區它們與基性的細碧岩系和石灰岩透鏡體共生在上古生代的砂質頁岩中，發現了沉積錳礦（奧爾加地區的寬溪谷）。

有時上二疊紀與下二疊紀之間有冲蝕面和成角度不整合［馬斯連尼柯夫（Масленников, 1948）］，有時成整合層。礫質岩相在二疊紀沉積的剖面上起着相當大的作用，而有的地方上二疊紀乃是凝灰質礫岩和凝灰質砂岩，它們產在下二疊紀砂質頁岩的浸蝕面上，在二疊紀的上部基性和中性成份的噴出體廣泛出現，有時出現有石英斑岩，在某些地區內，典型的大陸煤系沉積非常發育，上古生代岩層的總厚度達到幾千米。

在二疊紀末期進入到大陸發育時期，是由於晚期華力西褶皺作用的出現爲先決條件。內華力西花崗岩侵入體基本上正是屬於這個時期的，許多侵入體在背向隆起帶中優先發育——在穆拉維也夫背向斜中（俄羅斯島，穆拉維也夫-阿穆爾半島），在錫霍特-阿



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

林複向斜帶內——蘇昌地區。

可以考慮，上古生代的侵入活動是多相的。上古生代侵入體輪迴的早期相可能是在錫霍特-阿林複向斜帶內阿林地塊之輝長岩類的基性岩。下二疊紀花崗岩是較晚的，根據Ф. К. 希普林(Шипулин)的意見，這花崗岩在蘇昌地區主要是切割石炭紀含動物化石的岩層並被二疊紀的玄武角礫石所覆蓋。最後俄羅斯島花崗岩是更年輕無疑是屬上二疊紀，它切割着上二疊紀，並被下三疊紀的玄武角礫石所覆蓋。

應當指出！除了顯著的沉積間斷和華力西晚期褶皺的侵入活動外，於拗陷帶中沒有發現上古生代與下中生代的沉積之間的明顯的角度不整合，這可以說明對這些岩層的構造研究是不足的。於中部背斜隆起地帶中顯然出現有伴隨侵入作用的上古生代褶皺。

關於古生代侵入岩含礦問題的研究還不够，前面也提到這種多相的侵入岩體中的年代關係，還尚未確定，可能，含礦花崗岩類似於興凱地區的沃茲涅先斯克花崗岩，此種花崗岩也可能出露在濱海的其他地段中——錫霍特-阿林複背斜帶，特別於古老的蘇昌-納霍德卡地塊內，以及於波謝特斯克(Посьетский)地區和古老烏蘇里-興凱帶的其他部份中。

下中生代構造岩相($T-I_2$)：如上所述，在大部份濱海地區銳內二疊紀末和三疊紀的下半部具有成沉積聚集間斷的特徵，但是有些地方——濱海南部地區，在下三疊紀和中三疊紀仍然有海浸，這時的沉積物爲一種與南部海盆地有關的溫暖的海水沉積。同時於其他地段中沉積有陸相局部含煤(蒙古層系)。

新的海侵時期於上三疊紀時開始，此時包括廣闊的蘇聯東北地境的北極式海侵漫延至錫霍特-阿林地帶。

於卡尼克初期有個別盆地與南海還保持着聯系，在此種特殊的海灣中石灰岩很發育(捷秋欣地區)，顯然這些海盆地已被內部隆起和從北逆掩而來的北極海的洲堤所隔離，然而後來在諾利克時期北極式的海侵也分佈至此。諾利克沉積一般與卡尼克沉積成整合產出，但有的地方在內部隆起地帶中這些建造的沉積物局部



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

被冲刷作用所隔開(捷秋欣地區)。

上三疊紀沉積在濱海地區境內有相當大的厚度，雖然其分佈決非到處如此，三疊紀時期有顯著的表現地槽地帶受切割分爲數個被內部隆起所隔開的內地槽的現象，同時其中已明顯地形成了錫霍特-阿林複背斜的中部隆起，看來是一個大部份不受海水淹沒的狹長山島。

興凱穩定隆起地帶，及一些於近岸背斜隆起地帶（與爾加地區）中已完全表明爲上昇的地段也未受海水淹沒這些重要的地形單元成爲沉積於內部拗陷中豐富的陸源物質的來源：在西部——道比赫東部——錫霍特-阿林拗陷中，陸源沉積在這些長期拗陷帶中達數千米。

此期的沉積物具有砂岩和頁岩的發育，有時形成細小的複理式類型的節奏互層，除陸源沉積外，局部於本岩組中有與噴出岩、灰質岩共生的砂質頁岩及砂岩，顯然，盆地或拗陷帶與明顯的隆起地帶之間被巨大的構造綫所隔開——西部構造綫介於道比赫拗陷與烏蘇里-興凱隆起之間，中部構造綫界於錫霍特-阿林複向斜與錫霍特-阿林複背斜帶之間，H. A. 別梁也夫斯基曾特別强調指出這些構造綫的意義；正由於這些構造綫的存在，才能够說明這些狹長的傾斜帶的直綫狀界限的產生。上三疊紀沉積與那些如陸源相的下侏羅紀沉積的關係如漸變過渡。

上三疊-下侏羅紀沉積受擠壓爲狹長的北東方向的褶皺，並且其最劇烈的褶皺出現在邊岸背斜帶中，其間也產生向南東倒轉的等斜褶皺系，此種褶皺局部受逆掩斷層和鱗片型的逆斷層切割而複雜化。本組褶皺形狀向西就稍爲比較簡單。

中侏羅紀沉積成不整合產在本岩組受錯動的岩層之上如陸源岩相沉積，在錫霍特-阿林複向斜帶中(特別在濱海邊緣北部)以及西部拗陷帶分佈很廣，與下伏的上三疊-下侏羅紀沉積的區別是中侏羅紀沉積物受擠壓如比較簡單的和平緩對稱褶皺。

中侏羅紀沉積的形變是中基米里褶皺中出現，屬於此期的有下比金地區花崗岩的侵入體，實際上可能中侏羅紀侵入體也有廣



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

泛的分佈，特別是在錫霍特-阿林複背斜地帶中。然而因爲化石上缺少證實的新沉積物，很難把它們確定出來。

上中生代構造岩相爲上侏羅紀，下白堊紀及一部份上白堊紀互相密切聯系的沉積物，這些沉積成分非常複雜，但基本上爲砂岩和頁岩，有海相的也有陸相的，海相主要沉積在錫霍特-阿林複向斜的中央部份，成完整的條帶由北部地區伸長至構造的南部，海相沉積局部被邊岸陸相及陸相的沉積所代替，這說明上侏羅紀-下白堊紀時期的地形被切割和海槽的輪廓是複雜和彎曲的。此時濱海地區的南部基本上爲一大陸地帶。這裏僅於槽型的窪地中沉積着包括含煤岩層的陸相沉積物。

上侏羅紀沉積被下白堊紀沉積(凡蘭吟)所代替，無明顯的間斷。但是克魯泡特金的推測，在某些地段中這些統之間也有產生沉積間斷及其有關的冲刷作用。根據和上侏羅紀的比較看來凡蘭吟沉積有較廣的分佈，在某些地段中隨着凡蘭吟海相沉積之後沉積了含煤的陸相沉積物。於是這些沉積物作爲凡蘭吟期後(蘇昌煤礦)，於下白堊紀的上部岩層中粗碎屑沉積，其中部分爲陸相沉積具有愈來愈多發展，局部有火山作用的發育。

阿爾必賽諾時期出現着佔廣大面積的新的海侵，看來海水動態保存至都龠時。此時在複理式型的岩層中出現砂岩和頁岩互層，於剖面的上部發育有破碎岩狀的(磨拉石狀)粗礫岩，有的地方含有泥灰岩和泥灰岩夾層(謝爾巴科夫卡地區)。海水動態至賽諾(上白堊紀)初期結束。此時形成了中生代錫霍特-阿林褶皺構造。

由於當賽諾期後的褶皺就顯著地形成了褶皺帶的主要構造單元——褶皺地帶的軸部或錫霍特-阿林大背斜及從西向東圍繞此構造的道比赫和錫霍特-阿林向斜帶。

原來的錫霍特-阿林拗陷帶的向斜構造表現着岩層的傾向，此岩層傾向複向斜的軸部且在南東翼上適當地傾向北東，而在北西翼上傾向於南東。於是由於褶皺就沒有產生很多褶皺區所特有的倒轉構造，此特徵也反映着複背斜地帶中的岩漿作用和礦化作用的特性，既然這裏沒有年輕的板狀沉積物，它們首次在主要褶皺



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

期出現過程中受變形的，所以在背斜構造的軸部全不會出現有相應的深成侵入體，此種侵入體爲原來拗陷地區產生的倒轉複背斜所特有的上白堊紀侵入體在本地帶生於巨大斷裂破壞中的，爲顯著的不整合，從空間和時間上來看，此種侵入體密切的與噴出體共生。上白堊紀侵入體介於錫霍特-阿林複向斜與錫霍特-阿林複背斜之間的特別發育的中部構造綫處，同時在以東的別列戈沃斷裂帶主要出現有上白堊紀岩漿作用的噴出岩相，由於火成碎屑形成的厚層聚集，這裏發生了上白堊紀-始新統的風成沉積拗陷；然後出現有第三紀的褶皺。

事實上，賽諾期褶皺的出現是濱海地區含礦地帶地槽時期結束和陸相發育時期的開始。

## 4. 含礦地帶陸相發育的晚期

含礦地帶陸相發育時期具有獨到的特點，此時發育有厚層的和多相的與半深成侵入體密切共生的火山岩。從含礦上具有最大價值的正是這種岩漿雜岩。上面已提到，火山岩和侵入岩主要是沿控制構造相帶的北東向大破裂而發育的，噴出岩沿東別列戈沃斷裂出現特別廣泛。此斷裂並非爲唯一的構造綫，而是一個發育有不同方向裂隙的複雜帶，本斷裂帶的一般直綫方向大概受基底大斷裂的控制，於上部構造層中這一斷裂出現爲一系列北東，北西，東西和南北方向的小斷裂，決定了火山岩的分佈，可以根據海岸綫的輪廓明顯地確定出斷裂破壞帶的複雜特性，而海岸綫常沿上述方向的裂隙形成明顯的階狀斷裂。巨大的橫向構造帶主要爲東西方向，穿過整個褶皺岩層，且決定了噴出岩沿着區域性的構造岩相帶的走向產生，屬於此種穿過複向斜地帶的東西向帶中還有控制蘇昌-納霍德卡地塊的東西向的南部條帶。局部噴出岩及其共軛年青的侵入體沿北西走向的破裂帶向西延伸(馬里雅諾夫帶)。

上白堊紀-第三紀的噴出岩體是多相的，且爲內部不整合以及褶皺變形的出現和侵入岩的侵入所隔開。最老的是下覆火山岩沉積的玢岩層，這種玢岩及其有關的凝灰岩的上盤有時受擠壓爲很



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

陡的褶皺，這種火山岩的界限地形切割很明顯，這些稱爲下部噴出岩層的岩石局部受到變質。

從剖面以上發育有厚層的達寧(上白堊紀)——古新統的石英斑岩凝灰岩，中酸凝灰岩其次爲酸性成份溶岩等，這一厚層綜合地稱爲奧爾加噴出雜岩體，其厚度根據 C. A. 穆茲列夫的測定達數千米。

本組火山岩受擠壓爲平緩的褶皺，褶皺形狀是繼承原來較早期的中生代構造的形狀，然而從形狀方面上白堊紀噴出岩的褶皺是很特殊的爲短軸背斜，具有平緩的，有時平的寬鞍部和很陡傾斜的兩翼、這些短軸背斜分佈較有規律，常爲中生代的縱向的褶皺組和整個褶皺岩系的橫向彎曲，後者因受新斷裂所決定，在斷裂破壞附近的噴出體錯動特別劇烈，И. Н. 托姆松指出：這裏產生的褶皺構造綫總的由北東方向漸偏於東西方向或是北西方向，上白堊紀噴出岩組的錯動按照接近邊岸帶的程度似乎向東增加，這種噴出岩層向東錯動的增加大概可以用一些同時影響原因來解析，並且首先是由於接近第三紀褶皺帶而形成的褶皺的有規律性的應力，明顯的表現在東部島形弧中、實質上影響噴出岩劇烈變形的是新斷裂運動。這種破壞大多在別列戈沃斷裂帶中，最後，不能不否認 C. A. 穆茲列夫所證明的火山岩一般在它的厚層聚帶中傾沒的重要意義。在海岸帶內，火山岩不斷地產生彎曲的過程中形成火成碎屑岩和火山岩厚層的地方，發生了特殊的拗陷，具有極强烈褶皺錯動。這個拗陷帶也相當於 П. Н. 克魯泡特金(1954)所劃分的第三紀褶皺之後的，正爲上述，褶皺變形是在斷裂破壞附近特別劇烈。

古新世的安山岩是屬於較新的岩層，與某些地方的同作爲通道的裂縫有關(捷秋欣區域)。這些年輕的噴出體要比下部奧爾加花崗斑岩的錯動程度要小。但是，在構造破壞帶的附近，這些年輕噴出遭受了强烈的褶皺變形。

噴出沉積的巴格波岩系形成較晚，而且它們是由酸性溶岩，常爲黑曜岩及凝灰岩形成的。 C. Н. 姆茨列夫，Н. С. 彼德哥勒娜



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

及其他人把這個岩層劃在始新統內。 這些年輕的酸性的噴出體，甚至在某些地方有很陡的傾斜，特別是在下的斷裂附近（蘇德諾河中游的左岸）。

比較晚期形成的是安山玄武岩和玄武岩及覆蓋在他的上部的含始新統漸新統植物化石羣衆的含煤沉積，及同它們交錯覆蓋在它們上部的霏細流紋岩，這些岩層組成緩背斜，年輕的海槽的軸部形成了不大的斜坡。同時它們經常發生斷裂破壞。它們附近岩層的坡度越來越陡。

末了，最年輕的中新統鹼性玄武岩類及上新統玄武岩是岩漿化岩體的最後產物。 它們的形成是屬於本地區發育最新時期的，對這個時期我們在下面將詳細說明。

上白堊紀—第三紀的侵入體是屬於多期相的。它們在形成過程中與噴出體成互層，但有時是類似覆蓋層的噴出岩的淺成岩體。岩漿作用的第一個早期階段就是在錫霍特-阿林背斜帶形成串狀北東走向的基性及超基性的侵入岩體。這個葉岩體的侵入岩中典型的超基性變種——角閃岩，輝石及其他起基性岩漿岩的代表，輝長岩類的基性岩同超基性岩有緊密的空間關係。這類雜岩的侵入岩體的規模不大，不超過八十平方公里。 當形成直綫串狀延伸體的時候，這些岩體清楚地成漿狀分佈很明顯的與深大斷裂帶有關。錫霍特-阿林背斜基性及超基性侵入體出現可能同當時的基性噴出岩的形成有關，該岩石是產在上白堊紀雜岩體的火山岩基底上。有些地方，基性侵入體穿過白堊紀的沉積物，這就確定了他們的下界。

然後有大的花崗岩類侵入，而這些大的花崗岩侵入體在早期中就是基性很高的閃長岩和二長岩類花崗岩類。這些花崗岩類穿過下白堊紀的斑岩，但被上新世時上白堊紀的石英斑岩所覆蓋。在中央構造綫上白堊紀石英岩中除二長岩外，還可能有花崗岩類的酸性代表——花崗閃長岩，黑雲母花崗岩及晚期的分異體的白崗花崗岩。

因此花崗岩侵入體是屬上白堊紀的就由希普林(1955)用蘇昌



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

區域所證實，因爲在這個區域裏花崗岩穿過侵入沉積層的交爾金岩系。該岩系是屬於上白堊紀下部的。並被古新統的石英斑岩所覆蓋。確實的絕對年代——材料似乎表明，在複背斜和複向斜接觸的地方廣泛發育的花崗岩是屬於上白堊紀侵入輪迴的。這在烏斯齊-哥倫比亞地塊(伊羅盆地)根據這種材料來看有九千萬年了。西部拗曲地帶的花崗岩侵入體是屬於這個年代中的。例如馬可揚諾夫地塊(大烏比赫盆地)已有八千萬年了。

沿着中央構造裂縫上白堊紀的花崗岩發育的特別廣泛。在這兒它們形成了鏈狀的大的延伸地塊，它們完全是以北東走向分佈的。同時這兒比較小的地塊也很發育，而這些小的地塊沿着裂隙延伸到複向斜及複背斜區域的斷裂中。這類花崗岩岩塊在交錯的大斜交的裂隙中，正如上述已經指出的那樣，在背斜的西部同大烏比赫帶交界處產有此種花崗岩。因此上白堊紀的侵入岩不局限被某種固定的構造岩相帶中分佈，而且當他們向斷裂方向延伸時並且也分佈在各種不同的大地構造單元中，同時非常奇怪的是某些上白堊紀花崗岩體表現出與噴出岩的火山相成過渡關係。

各種不同的礦化現象同上白堊紀的侵入體有關係——首先是金，它產於不大的侵入體中，經常是中性的，但有時是酸性的。金礦床正向下面所說的那樣，僅局限於比較小的在空間上受限制的地區內，主要是複背斜帶中，而且也局限在接近於該帶的錫霍特-阿林複向斜的西部。

對錫鎢礦床的研究很少，但很有意義，因爲它們與上白堊紀的岩漿作用也就是同侵入岩漿作用和噴出岩漿作用有關。

這些金屬礦床與含有揮發性成分的花崗岩的白崗岩晚期生成物有關。他們大部分是屬於錫石石英建造，但有些地方是屬於錫石矽酸鹽建造。因此後一種類型是最有希望的。在這些礦床中錫同鎢共生。

超基性及基性岩岩體的含礦問題還沒有研究過。僅見到與岩體有關的沒有實際意義的鎳礦化現象。對這個侵入雜岩中應從可能出現鈷、鎳、鉻、鈦石棉礦化現象的觀點來研究。



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

同時沿着中間構造綫出現於上白堊紀侵入岩，在別列戈沃斷裂區中上白堊紀噴出岩廣泛發育。而侵入岩主要是比較年青——第三紀的。

在海濱帶的複向斜帶中發育的第三紀或濱海花崗岩類，經常產在距離海岸很遠的錫霍特-阿林複向斜區域中。它們可能沿着斷裂向西部複背斜區域中侵入。

Г. П. 沃拉洛維奇、М. А. 法沃爾斯卡婭、Ф. К. 希普林及其他科學家們斷定濱海第三紀花崗岩類是屬於多相的。最早時期就是由閃長岩變爲二長岩及石英輝長石蘇長岩的不大的混合岩體。

以後根據 М. А. 法沃爾斯卡婭(1950, 1955) 的意見，研究了形成大的灰色花崗岩及比較晚的"紅色"的白崗花崗岩。這些花崗岩穿過古新世的石英斑岩，並被始新世的保高包爾噴出沉積層所覆蓋。正像 С. А. 穆茨列夫所證明的那樣因此他們的年代被斷定與上白堊紀——古新統。在奧爾加區灰色花崗岩塊接觸處產有含磁鐵礦透鏡體。分散的錫石侵染體和重疊鉛鋅硫化物的礦化矽嘎岩層。含有錫礦，黑鎢礦及輝鉬礦的稀有金屬石英的礦化，下部與那些灰色花崗岩侵入體的花崗斑岩有關。

並且 Э. П. 依佐赫已經確是在上比金區在白崗花崗岩方面，各種錫礦化作用與晚期的花崗岩侵入體的派生之物有關，在花崗岩體的內接觸帶中，就是石英脈和石英岩，而離花崗岩遠的地方——過渡的錫石-矽酸鹽及錫石-硫化物礦床。

但也存在着明顯是比較年青的，大部是規範不大的含礦侵入體，而這些侵入體穿過保高包爾（Богопольский）始新統岩層。

它們是由各種成分的岩石組成的——花崗斑岩、花斑岩、隱晶狀的英安岩、花崗閃長斑岩、閃長岩-斑岩及其他花崗岩類的派生體。在遠被年青侵入體接觸處產有脈狀的錫石——硫化物和多金屬的礦床。但礦脈的本身經常分佈在離這些侵入岩體很遠的地方。但同時它們在空間上當時緊密的同斑岩脈相交錯。年輕的斑岩與礦石共生，與礦脈形成的時間很近似，可能是與始新統-漸新統，安山岩-玄武岩及玄武岩的覆蓋層類似的岩系。



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

Г. М. 加別也娃確定的花崗岩類(1954)與玄武岩類鹼性岩的小的侵入體顯然是成礦後期的，它們是屬於中新統的，還有些上新統和第四紀(?)玄武岩岩脈是成礦後期的。根據上面所說的材料，第三紀金屬礦床正和侵入體一樣是屬於各個不同時期的，因爲他們的形成過程、包括很長的一段時期。

關於礦化的年代及其與一定岩漿雜岩體的關係問題，我們將再詳細的闡述。

## 5. 含礦區發展的最新時期

區域發展的最新時期是由錫霍特-阿林類型隆起開始。位於錫霍特-阿林地盤的始新統-漸新統含煤沉積物的等交綫位置能確定這個時期大規模的垂直運動其規模達到 700—800 米，可能還要多些。在隆起的侵蝕軸部中在已見有的侵蝕切割面上出現有較深的岩漿，含礦雜岩，一直到出現偉晶岩。

另外在沒有經受過大的垂直位移的濱海帶中防止了典型的近地表的礦床受侵蝕作用的破壞。而這些礦床的上部在礦化時期已達到數百米深。

同時錫霍特-阿林區域複向斜是年輕穹形隆起的軸部，過去的西部烏蘇里-興凱隆起已經從白堊紀開始就是下陷的區域——在這兒所謂的綏芬河岩系的大陸碎屑沉積很發育。該區大的長的下陷防止了這兒沃茲涅先斯克礦帶不深的古生代礦床受侵蝕。

濱海含礦區的構造岩漿活動還沒有結束——在第三紀後期及第四紀時期中，有玄武岩岩漿流出現象，因此形成了廣闊的玄武岩高地。

一些最年青的火山作用是產於斷裂帶中，沿着該帶分佈有早期的火山產物，因此串連狀的最新的玄武岩覆蓋體很像晚期中生代第三紀侵入岩噴出岩的產物一樣，或者各種綫狀斷裂分佈延伸的很長，玄武岩覆蓋體本身發生垂直位移。它們也參與錫霍特-阿林複背斜頂部穹形隆起的上升運動，並且有些地方已經上升到相當高度。正如 Н. П. 扎博羅特娜確定的那樣，第四紀（或者是上



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

新世)的一些玄武岩覆蓋了含錫的沙礦床(奧錫諾夫礦床)。

近代的河谷冲積物以及海灘沉積物都是最年輕的。金、錫石及其他礦物的沙礦床就產在這些沉積物中。根據成因類型來說濱海的沙礦床是各種各樣的,但對它們還沒有很好的研究,除了現代的冲積礦床外,還發現有較古老的階地沙礦床。正如已經指出的那樣,其中有些礦床還保留在玄武岩覆蓋的下部。海成沙礦床是一種獨特的類型。波謝特區南部的磁鐵礦沙岩,以及靠近納霍德卡區的含金河谷口附近的海相含金沙礦床都屬於海相礦床中。這些被日本海水淹蓋的沙礦床,在過去中國人曾經開採過。



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

# 第三章　濱海成礦帶

上面我們已經說明了南部濱海地質發展史的特徵並確定了礦化現象與一定的沉積和岩漿岩的關係，在討論成礦作用演化之後接着我們應轉到關於各種類型礦床在空間上分佈的問題，並簡單地說明到個別構造相帶的主要地質和成礦的特徵，以便對含礦區域進行成礦上之劃分。

根據濱海含礦區域主要礦化的年代，首先我們可以劃出三個地帶(圖 2)；具有古生代礦化的西部地帶(烏蘇里-興凱帶)，主要有下，中生代礦化的中部地帶(西部拗陷帶，錫霍特-阿林複背斜，錫霍特-阿林複向斜西部)及具有第三紀礦化的東部地帶(錫霍特-阿林複向斜和濱海背斜隆起)。此種根據岩漿和礦化現象的年代劃分區域對新岩層在某種程度上僅是大概的，因爲晚期(上白堊紀和第三紀)岩漿及礦化現象各處沿斷裂分佈並"沉積"在較老的礦化現象之上，然而這些不同年代的礦帶——西部，中部及東部從主要的特徵上各有區別的，但與那些不同年代而受大的區域構造斷裂所控制的褶皺帶是相一致的。

在轉到更詳細的劃分含礦區域時，正如上述那樣，我們以發育不同的構造相帶爲基礎，這些帶具有各種不同的地質構造，並一般從岩漿作用和礦化的性質上各有區別。

在南部濱海含礦區域內可以劃出六個一般與主要構造岩相單元一致的成礦帶：1. 邊境金礦帶；2. 烏蘇里-興凱錫礦帶；3. 西錫霍特-阿林錫礦帶；4. 中錫霍特-阿林鎢錫金礦帶；5. 東錫霍特-阿林或主要錫礦帶 6. 濱海或多金屬礦帶。

根據地質發展史，組成岩石的成分，岩漿及礦化現象的特徵和年代，這些帶雖然從成礦作用上不能劃分其間明顯的界限，但也大致上各有區別。



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

## 1. 邊境金礦帶

邊境帶與界在興凱地塊與華北陸台之間的古生代拗陷地帶相一致（圖 2, Ia）。本帶具有南北方向褶皺和發育有不同年代的花崗岩類侵入體——古生代和新生代的，在成礦作用上是由北朝鮮延至華北直到興安嶺的巨大的金-多金屬礦帶的邊緣，在邊境帶內

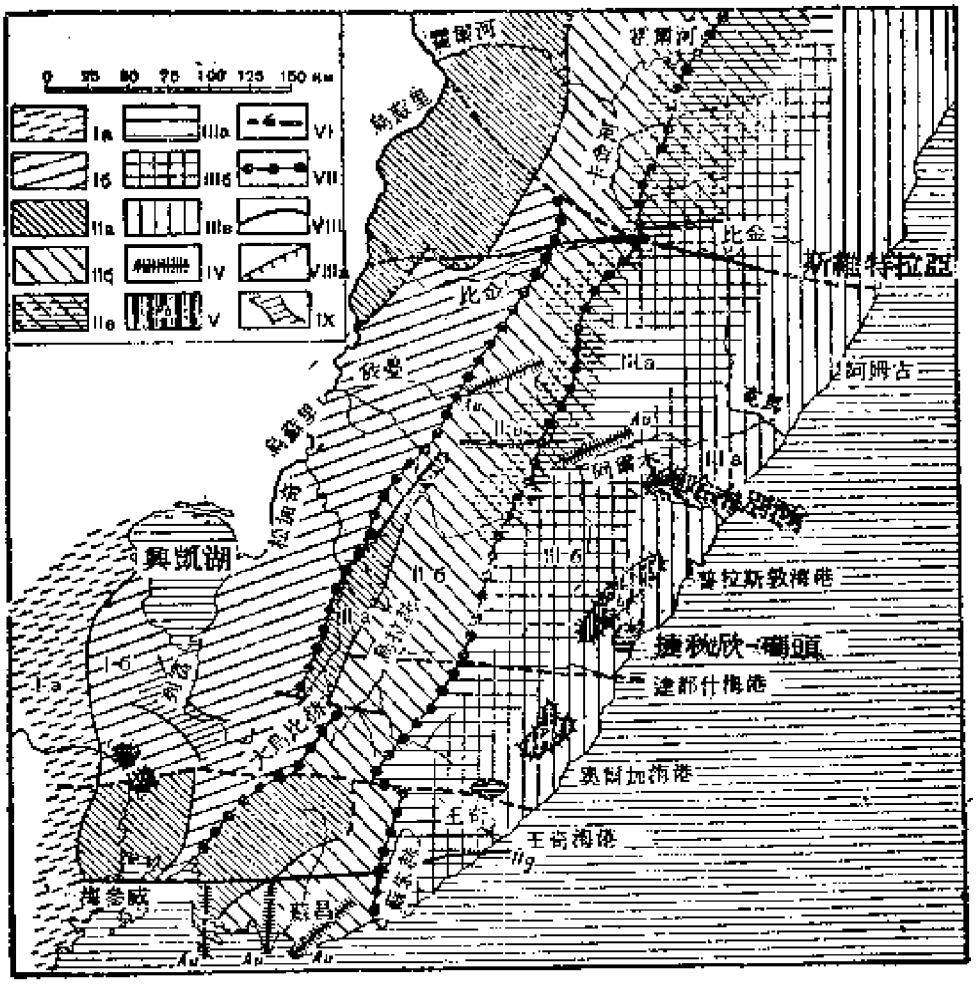



圖 2. 南部濱海成礦帶

西部礦帶及其組成的分帶：Ia. 具佚羅紀(?)礦化的邊境金礦帶；Iб. 古生代錫礦化的烏蘇里-興凱帶。中部礦帶主要爲中生代礦化，其中分帶：IIa. 西錫霍特-阿林礦帶；IIб. 中錫霍特-阿林錫鎢金礦帶；IIв. 中構造綫的錫達通（Сплатунская）錫鎢金帶（中部古生代和東部第三紀之間的過渡帶）。第三紀礦化東部礦帶，其中分爲 IIIa. 東部錫霍特-阿林錫礦帶；IIIб. 分水嶺錫-多金屬礦帶（錫與多金屬礦帶之間的過渡帶；IIIв. 濱海錫-多金屬礦帶；Au——第二級金礦帶；Pb——鉛鋅礦化面積：北爲捷秋欣帶；南爲奧爾加帶。Hg——南汞礦綫。



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

不固定的見有砂金的礦化現象，同時沃茲涅先斯克錫礦帶的錫礦化也延伸至此，因而從成礦上邊境帶是一個由華北金-多金屬礦帶向具有錫礦化現象的興凱地塊的過渡帶。

## 2. 烏蘇里-興凱錫礦帶

烏蘇里-興凱帶與烏蘇里-興凱結晶地塊相一致(圖 2, I6)，但從地質構造和一般構造的位置上是很特殊的，主要爲古生代礦化。

從地質上本帶主要發育有古老的前古生代和下古生代岩層，這些岩層被巨大的古生代花崗岩體所侵入並遭受擠壓爲北西走向的褶皺。

本帶成礦作用比較特殊，首先這裏生於古老變質雜岩中的沉積和變質礦床很發育，其中於太古代含石墨片麻岩中和元古代含石墨片岩中出現有石墨礦床，且於下寒武石英岩層中有鐵礦，可能有錳礦床。於此種古老的雜岩中也見有鉛的礦石。同時更特殊的也有與太古代沃茲涅先斯克式花崗岩有關的烏蘇里-興凱帶內生礦化。出現在沃茲涅先斯克礦結中的錫，螢石礦床的雜岩組沒見到其重覆。

因此根據沉積的，變質的和內生熱液礦床組，烏蘇里-興凱構造岩相帶與濱海其他地帶不同。因而可以作爲一級成礦帶來劃分；有複雜的多金屬礦化——有鐵錳礦，錫，鎢及螢石的礦化現象的發育，甚至有些地方也有汞礦，在這一般與古老結晶地塊相吻合的一級大帶中本身可以劃分出數個生於局部較小的構造中的二級成礦帶，這些二級成礦大部分沿平行於古老褶皺的方向——北西方向分佈，而沿西部邊緣也有作南北方向的，因此這些幾乎與烏蘇里-興凱帶的一般方向成直角分佈。我們將烏蘇里鐵礦亞帶和沃茲涅先斯克錫礦亞帶也劃入這一類中去。

烏蘇里亞帶發育有生於二級向斜中的沉積-變質的鐵礦床，此向斜明顯地沿組成古老雜岩的下寒武紀沉積發育的地帶發生變化。這個含礦亞帶成平行於古老構造方向延長，且沿走向被巨大的，界在烏蘇里-興凱結晶地塊同錫霍特-阿林地帶之間構造綫所



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

切斷。

沃茲涅先斯克錫礦亞帶，M. П. 馬捷里科夫(1947)有充分的研究。此帶位於古老褶皺帶中的組成向斜構造的年代較新的下寒武紀岩層中。金屬帶的走向一般的與褶皺的走向一致，而且個別金礦花崗岩體與其有關的礦床局限在二級背斜中部；但本帶詳細地說仍是交錯的，在邊境礦帶內其西北延長部分可能隨着西圖希流域的方向分佈。想指出，於直接延至沃茲涅先斯克礦結東南的延續部分，類似於格羅捷科夫式的花崗岩我們也見於劃分大烏比赫和綏芬河拗陷的古生代"橫堤"，這個古老地塊的本身位置在年輕拗陷的延續部分上受構造因素控制，並在某種程度上可能於較晚時期與沿沃茲涅先斯克斷裂帶的運動恢復有關。

這裏我們僅說明本境內最主要的二級成礦帶的特徵，無疑地，在進一步較詳細地研究這個以前探索較差的烏蘇里-興凱古老褶皺地帶可以劃出其他我們現在沒有提到的部分帶。除古老的——古生代內生礦床外，這裏也完全可能有年輕的礦化現象，特別是在上白堊紀噴出岩發育的地區，這些噴出岩分佈於界在烏蘇里-興凱地塊與中生代褶皺地帶之間的構造接縫的延續部分上。

## 3. 西錫霍特-阿林錫礦帶

西部拗陷帶界於烏蘇里-興凱結晶地塊與錫霍特-阿林複背斜之間，是一連串受橫向上昇地段所分劃的雁形窪地，這些上昇可能具有地壘狀特徵(圖2, IIa)。從北到南我們劃分爲：下比金，道比赫，邁欣和綏芬河等拗陷，這些拗陷可能已於中生代沉積的過程中互相隔離，它們除類似的輪廓外，也具有地質上的某些區別。它們從火成作用和礦化的特徵上各有區別。

下比金拗陷是西窪地帶最北的一個拗陷，它由侏羅紀和一部分三疊紀岩層組成。這些岩層被中侏羅紀花崗岩類所侵入，正如З. В. 西多林科(Сидоренко)所提出，與這些侵入體有關的有綠泥石類型的錫礦化現象。本帶中還有侏羅紀後的花崗岩。

狹長的大烏比赫拗陷位於下比金稍爲東面，兩者之間被複背



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

斜所隔開。看來是一條狹長的有些地方被許多不大的上白堊紀(?)花崗岩侵入體所貫入的三疊紀岩層，後者生於被橫向斷裂與橫向斷裂的交錯層上，而橫向斷裂是由複背斜分佈至此，並有時伴生錫礦化(基洛夫，馬里雅諾夫和特羅依茨基等礦床)。

從錫礦化方面來看，大烏比赫拗陷比其它拗陷較有價值些，成礦上它似乎與複背斜帶爲同一整體，沒有金的礦化現象，道比赫拗陷西南面界於烏拉赫河上游的東西方向"地壘狀"隆起。可能這裏沿着東西方向的古老斷裂有原來的中生代窪地界限通過。

在這"橫堤"之後又分佈着由中生代岩層組成的拗陷——邁欣和綏芬河拗陷又以縱向背斜隆起爲界，這些拗陷中的礦化現象目前還未確定。

西拗陷帶的主要特徵是中生代陸源沉積有相當大的厚度——道比赫帶內的三疊紀沉積，下比金帶內的下，中侏羅紀沉積。在南部——綏芬河和邁欣拗陷中無論是三疊紀沉積(共三個統)或中侏羅紀沉積都有發育。西部拗陷帶的特徵是厚層的中生代陸源沉積很發育，似乎有些類似於東錫霍特-阿林拗陷，但這裏從這些拗陷對中部隆起來說完全沒有對稱分佈。兩部拗陷帶與東部拗陷本質上的區別首先是地槽動態在本帶中一般結束較早。海水在本身分佈的大部分地區上已於侏羅紀初期停止活動，有些地方於中侏羅紀。這時期錫霍特-阿林隆起已完全屬於陸地，這裏屬於這個時期的有最早期侵入的出現，所以在下比金帶內確定中侏羅紀的花崗岩，目前這些花崗岩在東錫霍特-阿林拗陷及其他濱海地段內未見有類似岩體。與這些中侏羅紀侵入體有關的是許多目前未達到工業價值的綠泥石類型錫礦化現象(瓦西里夫礦床)。

西部拗陷帶內較晚期的有沿斷裂出現比較年輕——上白堊紀，而可能是第三紀(?)的侵入體，在整個濱海地帶上發育很廣。然而這種侵入體再遠去就沒有這麼多了。如東錫霍特-阿林拗陷中，大概因西部拗陷帶與年代新的上白堊紀及第三紀隆起的緣故。年代新的含礦侵入體是許多生於橫向斷裂中的半深成岩體。而這種斷裂是由複背斜地帶的拗陷帶延續而來的。除典型的侵入體



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

外，根據 Н. П. 薩巴洛特娜的資料，這裏有近地表火山口狀錫礦體，可能是下白堊紀(?)和酸性噴出體的下延岩頸(基洛夫礦床)。這些次火山體及侵入體生於由錫霍特-阿林複背斜地帶的拗陷帶延續而來的橫向斷裂中。

西部拗陷帶中見有錫礦化現象，其類型一般與東錫霍特-阿林拗陷中的相似，能作爲特有的西部錫礦帶劃分出來的西部拗陷帶。但目前這裏有名的礦床不多。這種劃分仍是初步的。屬於這樣的有西部拗陷帶本身，特別在它的大烏比赫中是很狹小的。因從面積上它不能與我們作爲獨立單元所劃分的其他構造成礦帶來相比。並且我們認爲應當指出西部拗陷帶的含錫礦的潛勢，特別是在橫向斷裂發育的地段中生有上白堊紀的酸性花崗岩和霏細岩的小侵入體。同時應指出在西部拗陷帶的橫向地壘狀的隆起的交界可能也見有古生代的礦床。如由下古生代沉積古生代(?)侵入體組成的上烏拉赫地壘中可能見到沃茲涅先斯克錫礦帶的延續部分。關於上烏拉赫地區巨大的花崗岩類岩體的年代及構造情況問題需要進一步研究。

## 4. 中部錫霍特-阿林錫鎢金礦帶

錫霍特-阿林複背斜帶是中生代背斜構造的軸部(圖 2, II6)。本帶如同隆起地帶一樣，發育時期很長。已於上石炭紀時在該範圍內局部出現有陸相含煤岩系(上蘇昌地區)。這可能還不是古陸高地下陷的殘餘，而可能是新的隆起中心。

本帶的海相沉積中具有上古生代的沉積物——陸源沙頁岩層，以及沙質頁岩，局部石灰岩及最後有地槽發展早期階段所特有的變質噴出岩(Метаэффузивы)。從空間上與這些火山沉積有密切關係的見有許多不大的基性岩侵入體。

在錫霍特-阿林複背斜分佈的大部分地區未見到中生代沉積，可推測在中生代時期本帶的大部面積是一個穩定的陸地。且又可以推測這裏有些地段在不大的深度下產有古老基底結晶岩。局部的地壘狀的地塊中及褶皺軸上昇的地段中和現代的侵蝕面上這些



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

岩石出現很廣。

錫霍特-阿林複背斜地帶是一個長時期發育的構造，它包括有各年代的侵入岩體——各種岩相的前寒武紀(?)，古生代，以及年代新的上白堊紀和可能生於切割構造帶的斷裂中的第三紀等岩體。錫霍特-阿林複背斜的岩漿作用的主要特徵是這裏不僅出現有酸性岩，且有不同年代的基性岩和超基性岩。

正因爲錫霍特-阿林複背斜具有不同時期侵入體的發育，所以它有別於各時期的礦化作用。

複背斜地帶中的上白堊紀及第三紀的岩漿形成僅沿着構造裂隙出現。是許多不整合的侵入體。主要生於錫霍特-阿林複背斜與錫霍特-阿林複向斜相銜接處的巨大的構造接縫中。構造接縫已於很早就形成的。實際上這個斷裂也決定了年輕的錫霍特-阿林拗陷的輪廓，且界於此拗陷與錫霍特-阿林複向斜隆起地帶之間。在晚期中生代白堊紀褶皺出現的過程中巨大延伸的花崗岩體就限於這個斷裂中。且有些地方已控制了上白堊紀噴出體。這個構造接縫對岩漿出現的控制並不嚴密，於是岩漿能沿着斷裂方面分佈很遠，不僅延至複背斜地帶且至複向斜的西部。成條帶狀出現的花崗岩體生於中部構造接縫中，我們把這些岩體及其延至錫霍特-阿林複背斜和錫霍特-阿林複向斜的分岐一起作爲具有石英建造及金礦床的錫鎢礦化現象的錫達通過渡亞帶劃分出來(如圖2, IIб)。

從成礦方面對複背斜地帶研究的很差，在實際上關於其中含礦情況我們瞭解的也不够多。這裏首先只知道富集於三個含礦地區的一些金礦床，它們一般生於複背斜軸上昇地段，或是生於地壘狀的隆起地塊中；如在中依曼，上烏拉赫，蘇昌-納霍德卡地區等。這些含金礦地區中又見有二級帶，其中發現有上白堊紀(?)中性或基性岩的小侵入岩株的露頭。金的礦化現象與這些岩株有密切的關係，如中依曼地區金礦富集於涅薩默特和布拉哥達特兩個二級帶內。於蘇昌-納霍德卡地區見有三個這樣的帶——繼康，道得民和萬洪斯。



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

於複背斜地帶和複向斜西部的錫達通亞帶中零星地見有與上白堊紀(?)花崗岩有關的鎢礦，錫礦。同時這裏石英建造的礦床特別發育——石英脈、網狀脈、雲英岩，在遠離花崗岩侵入體的地方也見有石英綠泥石和石英電氣石脈的帶及含錫石的岩脈(納初赫，拉斯巴什礦床)。可能於古老岩石形成的地壘狀隆起中不僅年代新的花崗岩類含有錫礦而且較老的——類似於沃茲涅先斯克礦結(蘇昌-納羅德卡地塊)含錫花崗岩的古生代花崗岩類也含有錫礦。

除上述礦物外，於複背斜帶內可以指望有鉛鋅礦床的發現，特別是在石灰岩發育的面積上(蘇昌及其他地區)。同時複背斜及其緊接的複向斜西部地帶值得從基性岩漿元素——鈷、鎳、鉻、鈦及石棉存在的觀點來研究，這些元素與沿着深成斷裂帶組成串連狀的超基性和基性侵入體有關，同時還可能有具有價值的生於區域性的東西向斷裂中的銻和汞的礦化。

因此，錫霍特-阿林複背斜地帶從礦產方面是完全特殊的，且可以分成爲二級的特別成礦帶。

錫霍特-阿林複背斜地帶從本身分佈的情況並不是一致的：其中窪地地段或是充填着新的，晚期中生代沉積和噴出岩的橫向拗陷與上昇地段或是地壘狀的岩層隆起地塊交互存在着。因此在不同的地段中金屬礦化有相當的區別。

正如上面所提到的，金礦床同石英建造的錫鎢礦化現象一樣，在上昇地段或是在橫向拗陷中很發育。在遠離花崗岩體的同一面積上也見有錫石矽酸鹽建造的含錫綠泥石帶。

橫向拗陷地帶從成礦方面研究很少。大概在這些地帶中，特別是在新噴出岩發育帶的邊緣地區內，可能發現錫石矽酸鹽和錫石硫化物建造的錫礦床。後者可以從錫霍特-阿林複向斜錫礦帶延續而來的控制礦化的斷裂中找到。

最後應提到上昇與下降的橫向地塊，其中有一些具有對普查銻和汞特別有價值的綫狀東西向的斷裂。這些切割着整個褶皺地帶的區域性的"汞礦綫"我們將進一步掌握。



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

## 5. 東錫霍特-阿林錫礦帶

屬於東錫霍特-阿林複向斜地帶(圖 2, IIIa)中有東錫霍特-阿林錫礦帶，是個長期發育的拗陷。本拗陷明顯表現爲三疊紀的。且被一明顯的，看來是深成的斷裂與複背斜地帶所隔開來，並決定了拗陷西部直綫狀的界限。在東拗陷內海水動態從上古生代一直保留至上白堊紀，大概在地槽區域發展的後幾個階段時期這裏產生了比較狹窄的地槽，而且僅於區域性的海侵時期海水侵入這裏相當大的面積。終於，如上所述的東部拗陷於前賽諾期形成封閉了。在這同一時期也形成中生代褶皺構造。

在"未倒轉的"[1]中生代構造的總平面上錫霍特-阿林拗陷形成一複向斜帶，其中明顯地表現在最新岩層的位置——白堊紀沉積岩在軸部，接着是在第三紀褶皺出現的過程中這個後繼拗陷帶由於倒轉作用變爲穹形隆起的軸部。這裏劇烈地出現了侵入活動。生於錫霍特-阿林複向斜中的東錫礦帶形成正是屬於這個時期。

從地質上錫霍特-阿林複向斜地帶具有陸源沙質頁岩沉積厚層發育的特徵。這裏中生代沉積物的總厚度超過數千米。白堊紀沉積的這一"橫堤"本身的厚度，大概由於深成的，狹窄的，受擠壓褶皺的發育也是很大的。因此，可以推測這裏古老基底結晶岩下降至很大的深處，且上古生代沉積也產在很深的地方，僅於接近濱海背斜隆起的地帶中出現有受擠壓的二級背斜褶皺的中心部分。

因此，在複向斜帶內出現有岩漿活動及第三紀礦化的岩石基礎是完全一樣的。可以想像沙質粘土質岩層從成分上與花崗閃長岩的岩漿及局部中性成分的花崗岩漿區別不大。這種介質的化學作用特性有利於侵入體連續分異的出現。因此特別地出現白崗質花崗岩的晚期含錫礦相。可用這種岩石基底的特性可以說明在複向斜帶中錫礦帶的產生。

這裏假使第三紀礦化劇烈出現的其他原因是較晚期拗陷帶的

1) 我們把一些未受倒轉的構造，稱爲未倒轉構造.



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

穹形隆起，伴隨有岩漿作用的劇烈出現。

錫霍特-阿林複向斜地帶不但從北西，且從南東都被巨大的構造綫所控制，界於錫霍特-阿林複向斜與複背斜之間中部構造綫，正如所述，已在拗陷本身形成的過程中形成。並於形成中生代褶皺地帶構造的主要褶皺時恢復的。這時其中侵入了花崗岩類的大岩體，並且在局部也出現噴出體。

其特徵是錫霍特-阿林複向斜地帶中的中生代褶皺與中部構造綫成銳角相接。係提到其中生有礦化現象的連串狀的新侵入體也隨着這個與褶皺走向一致的，新的構造方向分佈。

比較新的斷裂——東方或邊岸斷裂，是在殘留地槽封閉後產生的，此斷裂與中生代構造成銳角交錯。於是新的火山沉積掩蓋了錫霍特-阿林複向斜褶皺構造的延續部分。同時邊岸斷裂又與中部斷裂成銳角，向南這些斷裂就愈接近，看來相交在雕蘇祖賢港口不遠的地方現被日本海的海水淹蓋的面積上。依據東部與中央二斷裂向南接近的程度受控制的錫霍特-阿林複向斜漸漸變狹以至消失。此帶在北部寬近 100 公里，至南部實際上或者尖滅了，或者被沿岸的新噴出體的條帶所覆蓋。

複向斜地帶具有錫礦床和礦化現象廣大發育的特徵，因此也可以把它作爲錫霍特-阿林主要錫礦帶劃分出來，這裏錫礦床的類型有好多種。

複向斜地帶像複背斜一樣，從地質構造上來看同本身分佈的整個地區是不一致的。相應地，在其不同的地段上錫礦化的特性也各有不同。這裏正如在複背斜地帶中一樣。出現了橫向彎曲，於是不同深度的岩漿和礦物形成出現在同樣水平中。同時對複向斜各地段成礦特徵的影響也有橫向或斜向斷裂。這些斷裂決定了噴出體和含礦侵入體的出現。最後對岩漿作用和礦化作用的影響甚至還有大的縱向斷裂——由兩面控制着複向斜地帶的中部和邊岸斷裂。這些縱向單元及斜向的構造單元結合起來也就決定了出現在錫礦帶分佈的不同地段上的各種礦化。

在錫礦帶內錫石矽酸鹽和錫石硫化物礦床特別發育，然而沿



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

中部構造綫及其横向隆起地段上(中依曼，蘇朱赫地區)局部出現生於花崗岩體中的錫石石英礦床。

至於提到在整個錫礦帶的平面上，特別在它的南部見有錫礦化的特徵由西向東有漸變的現象；由中部構造綫附近的錫石-石英礦床，經過複向斜軸部的綠泥石和電氣石類型的錫石-矽酸鹽礦床，漸變至接近於濱海錫礦-多金屬礦帶的東部中的錫石-硫化物礦床。 在錫霍特-阿林分水嶺地帶的錫礦帶以東部分大概可以作爲特別的分水嶺亞帶。然而在圖上我們未把這個亞帶定出來。因爲這會使成礦區劃總圖複雜起來，而且該亞帶的界限也不明顯；由於它未從地質輪廓上確定下來。 錫石-硫化物礦床在分水嶺地帶的更西部很發育，要是在新的噴出體沿斷裂分佈的地段上(上阿爾明地區，諾托河上游的達利尼礦結)。

因此我們僅能指出各種類型錫礦化成規律變化的一般趨勢，由複背斜地帶向新噴出發育的邊岸帶除主要帶之外甚至也劃出其間的亞帶。

所提到的二級帶一方面受到原先的因素的控制——構造動態的特徵接近和遠離控制帶的斷裂的錫礦帶的各部分的侵入體及礦床的形成條件，另一方面在某種程度上也決定於侵蝕切割的不同，最大的侵蝕切割是在錫礦帶西部接近於複背斜，最小的是在東部。

應當指出，有的地方在個別岩體周圍錫礦化出現環帶變化。所以Э. П. 依佐赫指出在濱海邊緣的北部幾個地區內（主要在上比金地區內)花崗岩本身中出現有含錫雲英岩，石英脈和網狀脈，電氣石和綠泥石類型的錫石-矽酸鹽礦床沿着花崗岩體的外圍分佈，最後在遠離花崗岩侵入體的地方見有富含硫化物的礦床，這些礦床已劃入錫石-硫化物建造中，遂於它的詳細情況我們將繼續研究。

## 6. 濱海多金屬礦帶

濱海帶(濱海背斜隆起和濱海岸斷裂地帶)明顯地表現在地質和成礦的特徵上，本帶從發展史上與其接觸的錫霍特-阿林複向斜帶有明顯的區別(圖 2, III)。



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

已於東錫霍特-阿林拗陷發展的早期階段這裏形成了內部隆起，看來這隆起是一連串的島嶼。最初隆起的中心，或者說集中點，位於現今奧爾加地區的範圍內，這裏已於上石炭紀——下二疊紀時出現了淺海相的石灰岩。於三疊紀時這裏已成陸相，此種情況反映在蒙科蓋系的陸相沉積物[阿瓦庫莫夫卡(Авакуновка)地區]，看來大部分地區大概沒有三疊紀以及侏羅紀沉積，此處僅確定局部有下白堊紀的沉積。

這個於上白堊紀時穩定上昇的地帶被邊岸構造帶的一系列巨大的斷裂所切割，這些斷裂決定了火山的劇烈出現。這裏新的火山成碎屑和噴出岩層大部分直接蓋在古老的上古生代沉積之上，從這種沉積的成分上石英岩起着很大作用，原有火山岩也決定了在本帶中形成一般與中生代褶皺方向成銳角的新拗陷出現的條件。

進一步，在這個具有次生拗陷帶中，因厚層火成碎屑岩也大大地趨向拗陷。因此能劇烈地出現第三紀褶皺。於是特別是新的火山岩層的褶皺形狀是繼承了中生代褶皺。這樣，火山岩的背斜構造也就重覆了古老背斜的輪廓，但與古老的區別是形狀相當簡單。其中在中生代奧爾加背斜構造地帶中產生了第三紀穹形褶皺，並且在這新的穹形的頂部產生了巨大的第三紀花崗岩類侵入體。這時的花崗岩主要在古老的上古生代含石灰岩成分的雜岩體中，由這種特徵決定了在奧爾加含礦地區內具有磁鐵礦及鉛鋅礦化的矽嘎岩類型礦床的分佈，這些礦床在整個奧爾加地區內完全一樣且數量很多。它們經常局限在石灰岩和鋁矽酸鹽岩石的接觸帶中——最常見於石灰岩和花崗岩的接觸帶中。

於成礦後的時期中奧爾加穹形隆起又成爲上昇地帶，於是使這個短軸褶皺有相當大的侵蝕，因此於現代的侵蝕面出露着比較深成的岩漿岩，同時在這些雜岩體中也生有相當深成的和高溫的矽嘎岩類型的礦化現象，這一類型的礦物面積明顯地爲中-新生代和新生代的穹形構造的輪廓所控制下來。該面積在圖上作爲特別的奧爾加含礦地區劃出。

另一種方式，在北面也產生捷秋欣含礦地區的發展過程於上



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

三疊紀時或者較晚一些，隆起延至此地，這時期此處產生一部分礁相卡尼克石灰岩。在卡尼克石灰岩的冲刷面上產有粗粒破碎的諾爾克沉積，冲刷及粗粒破碎相的沉積說明此處是上昇地段，然後在這隆起的範圍內中生代沉積的厚度就減薄了。於是在形成新的火山岩層時上白堊紀和第三紀的噴出岩層有些地方產在上三疊紀和上古生代受複雜錯動的和冲刷較深的沉積物之上。

特別是在這個位於奧爾加隆起以西的帶中火山沉積的厚度比較薄。因火山岩剖面的某些部分一般缺失，且局部在古老的沉積岩層上直接產有新的第三紀安山岩。這種特徵本身也反映了礦化的性質。這裏礦物的射氣直接達到新的厚層的較小的噴出體的頂盤，這樣，礦床的形成是爲近於地表。首先限於在三疊紀石灰岩層中形成爲遠離侵入體獨特的矽嘎岩類型的鎂鐵輝石-硫化物礦體。

這一組礦床的分佈受到捷秋欣系的卡尼克石灰岩分佈的嚴格控制。這種石灰岩在沿蘇朱赫-戈爾布申二級背斜延伸的狹長帶內出露。在石灰岩發育的條帶中也分佈着面積不大的(約35平方公里)捷秋欣礦區，具有特別豐富的多金屬礦床和礦化現象。

礦體圍岩卡尼克石灰岩次於三疊紀陸相沉積，沿走向兩面很快就尖滅了，此石灰岩出現在更東面——在莫諾馬霍夫（Моно-маховский)二級背斜隆起內，然而這裏我們未見到捷秋欣類型的礦化。

中生代沙質-粘土質的沉積岩中其他特有的礦化很發育，這種情況下廣泛地出現錫石-硫化物和錫石-矽酸鹽建造的錫礦床。同時局部也見有方鉛礦閃鋅礦建造的脈狀礦床，這些礦床從空間上和成因上都與錫石-硫化物礦床有關，這一類型的礦床於出露在背斜隆起地段內的中生代沉積沙質粘土質岩層中有特別的發育，這裏一般可劃出一個北東方向的大帶，它又被一條實際上沒有礦化現象的新的噴出體劃分爲兩個部分。這個錫礦帶的北東部分組成斯大林礦區，南西部分組成里弗津礦區，特別是錫礦化現象含錫石的礦床及重砂很明顯地局限在沉積岩的內圍中，且在外圍新的上白堊紀和第三紀噴出岩中分佈。這種特徵足可以說明新的火山岩



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

覆蓋受變動很弱，於是成爲含礦溶液上昇的頂蓋和屏障。

然而金屬礦化也局部地出現在新的噴出體中，同時一般也伴隨有明顯的斷裂破壞，岩牆的發育和熱液中變帶就說明了這一點。

地層剖面上部的新火山岩中見有近地表的錫石硫化物礦床，從礦化性質上類似於波列維亞類型礦床。這些礦床的特徵是出現硫錫礦分解產物以及礦石中膠狀結構和構造廣泛發育（西南恰礦床）。

同時在邊岸帶的噴出岩地帶中出現有很多不含錫的多金屬礦床常爲分散的侵染礦帶，這一類型的礦化還很可能在邊岸成礦帶的延續部分，於邊岸背斜隆起的構造下陷的和封閉的地段中見到。同時在沉積岩的內圍層也可能發現錫石硫化物和錫石矽酸鹽建造的錫礦床。這些礦床類似於捷秋欣地區的斯大林和里富申含礦區內所發育的礦床。這種幾乎全像斯大林礦區的礦床的例子有謝爾巴科夫礦床，它位於奧爾加港的西南的奧爾加背斜帶的直接延續部分上，並且接近背斜帶的傾沒處，短軸背斜構造的中部的沉積岩中。

濱海地區除許多一般與構造岩相帶一致的縱向成礦帶外，同時也出現生於區域性斷裂中的橫向帶。屬於這種帶的首先有所作爲"汞礦綫"，它呈不定的汞礦化露頭出現，成直綫狀沿東西方向的帶分佈，這些"汞礦綫"沿噴出岩發育的東西向條帶的邊緣分佈，且位於條帶與橫向隆起地塊的界綫上。看來它們生於切割整個褶皺構造組的東西向斷裂中，這種汞礦沿富申-達圖石東西向窪地的邊緣以及在蘇昌-納霍德卡"克老地塊"和從北控制地塊的新噴出岩帶的銜接處上分佈。

汞的和銻的礦化沿這些帶目前出現很一致，但其本身成綫狀分佈可以使這些區域性的東西向斷裂作爲成礦帶劃出，看來，這些成礦帶是於礦化作用的最後階段形成的。

這裏我們僅局限於說明主要構造者相帶成礦的特徵，至於較詳細的成礦區劃及劃分各含礦區和礦結的帶和二級、三級亞帶我們將在本書的最後幾章中說明。



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

# 第四章　濱海地區成礦建造

首先我們把濱海地區的金屬礦床劃分爲四組：1. 岩漿礦床，2. 岩漿期後礦床，3. 沉積礦床和 4. 變質礦床。根據成分相近的和在相似的地質條件下形成的礦床劃分爲成礦建造，按礦化特徵又把成礦建造分爲類，及有時爲亞類。但也不必要再詳細地劃分，對一般很簡單研究較差或實際上價值很少的一些成礦建造僅敍述其一般的，簡單扼要的特徵。

## 1. 岩漿礦床組

上面已經提到濱海地區的岩漿礦床目前沒有實際價值。這顯然是因爲這個含礦區和侵入岩體的侵蝕切割相當弱，而它未曾出露地表，我們目前僅能談到礦化特徵與某一種岩漿岩的關係。

我們可將岩漿形成的礦化現象分爲兩個亞組：

а)基性岩和超基性岩中的礦化現象和礦化標誌。

б)酸性岩中的礦化現象和礦化標誌。

### а) 基性岩和超基性岩中的礦化現象和礦化標誌

南部濱海地區中基性岩和超基性岩發育相當差。

基性岩主要見於背斜構造中——於烏蘇里-興凱帶中和主要的錫霍特-阿林複背斜中，從年代上基性岩各有不同，最古老的基性岩我們見於前寒武紀岩層中，它爲變質的基性噴出體和輝長岩類，已變爲現今的角閃岩和角閃片麻岩。實際上與這些古老雜岩有關的具有價值的礦床還未找到，除在普嘉亭島礦床內的磁鐵礦外，這些礦床可能是在較晚期——古生代或中生代成礦作用時期外生重疊於角閃岩中。於烏蘇里-興凱帶下寒武紀沉積的成分中見有基性岩，從成礦上來說對這些岩石研究也是很差的，屬於上古生代輪迴的有沃茲涅先斯克礦帶的基性岩組。這些輝長岩類的混染岩可能由於古老的基性岩受酸性花崗岩漿的同化作用而產



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

生的。

這可以說一方面對其中鎳，鉻和鈀的存在是有利的，而另一方面對氟和錫也是有利的。

目前在奧凱地區中與古生代的混染花崗岩類有關的礦床還未見到。在奧西諾大含礦區大的閃長岩牆中鈦成斑晶狀的金紅石和白鈦石存在，從鈦的原生礦床方面大概這種岩牆沒有實際價值。

基性岩和超基性岩在錫霍特-阿林複向斜中分佈很廣，它們形成串狀延長的岩體，生於縱向斷裂中，這種侵入體的年代決非到處確定得精確，一部份基性岩生於上古生代岩組的下部，其中包括變質的噴出岩夾層，看來，這些岩層中存在有古老的上古生代小侵入體，具有蛇紋石建造。然而這種推測目前還未經直接的地質證據所證實。同時無疑地確定這個地帶中切割着下白堊紀沉積的侵入體是新的。在複背斜帶中除基性岩——各類型的輝長岩類外，發育超基性岩——輝石岩、橄欖岩、斜方輝橄岩及其他等。這些岩石從含礦程度上研究很差。應指出，其中局部出現有鎳以及鈷和鈦的礦化象徵。

這些礦化現象值得進一步研究。在基性和超基性岩體分佈的面積上也應進行普查石棉。

輝長岩類的岩石也出現於新的第三紀侵入體之間，爲發生在花崗岩侵入之前的混染岩。實際上與這些混染輝長岩類有關的，具有價值的礦床還未發現。

最新的基性岩爲晚期的第三紀和第四紀(?)的玄武岩，從含礦程度上研究很少，這些岩石具有廣泛的分佈，他們被限於穿過整個褶皺構造的大斷裂中。其中僅個別地方見有礦化現象。

根據 M. Г. 盧波的材料，用化學分析方法確定了卡爾通城附近的玄武岩中有鉑(?)，存在於橄欖石異離體中。在顯微鏡下研究於這些異離體中曾鑑定出鎳黃鐵礦和鉻鐵礦。應該指出，在複查中沒有發現鉑。

還可能有窩狀相的玄武岩組，從含金剛石的程度上似乎是有價值的。



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

根據上述應該說在濱海地區內與基性和超基性岩有關的礦化研究還是很差的。實際上這一類型的礦床我們目前還不了解。

### б) 酸性岩中的礦化現象和礦化標誌

關於和酸性侵入岩有關的同生礦床還不知道，這裏我們僅能提到酸性侵入體中的副礦物——褐簾石和獨居石。於適當的有利的地貌條件下它們在大量的富集下可能成爲砂礦。想指出褐簾石在含礦地帶的東部，新侵入體發育的地方特別多，而獨居石在西部，出現古生代花崗岩的地方較多，但有時這些礦物也一起見到。

## 2. 岩漿期後礦床組

濱海地區的岩漿期後礦床組可分爲數個成礦建造。而建造本身又分爲類和亞類：а)偉晶岩建造；б)矽嘎岩建造，又可分爲磁鐵礦，矽硼鈣石和鈣鐵輝石-硫化物等類；в)稀有金屬，石英建造，又分石英黑鎢礦，石英錫石和石英輝鉬礦類；г)錫石-矽酸鹽建造，分爲電氣石類和綠泥石類；д)錫石-硫化物建造，分爲砷黃鐵礦-磁黃鐵礦和方鉛礦-閃鋅礦類；е)方鉛礦-閃鋅礦(不含錫的)建造；ж)黃金-石英建造；з)辰砂-輝銻礦建造；и)雲母-螢石建造；下面我們述及這些建造的特徵。

### а) 含錫的偉晶岩建造

濱海地區偉晶岩分佈不廣，這自然是由於濱海含礦區基本上是一個受侵蝕還很弱的地帶。另一方面可以想像到在這個區域性大斷裂出現的地帶中，岩漿作用發育的性質是不利於偉晶岩的出現——這些晚期的花崗岩漿分異體一般在平靜的分異條件下出現。

偉晶岩在與凱地塊上最發育，它們在什馬科夫侵入岩的花崗岩中分佈很廣。從偉晶岩出現的地段的重砂中確定有錫石，但從錫方面這些已知的偉晶岩脈顯然還不具有實際的價值。可是在與凱地區中對尋找偉晶岩仍是必要的。沃茲涅先斯克礦帶的礦床地球化學特性給我們指出對這個礦帶上的花崗岩應作爲“未生長的偉晶岩”來研究。由於與碳酸鹽岩石的同化作用使它們還未產



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

生。另一種情況，可能在與凱地塊境內也發現一些具有貴重礦產的眞正偉晶岩礦床。

在古老的蘇昌-納霍德卡地塊中，錫霍特-阿林複背斜的範圍內也發現有偉晶岩，在這構造軸劇烈上昇的地段中出露着最深成的岩類岩，這裏於古生代和上中生代的侵入體成份中偉晶岩相當發育。含錫石偉晶岩出現也與新的上白堊紀(?)花崗岩體有關，這些岩體沿着界於錫霍特-阿林複背斜與錫霍特-阿林複向斜地帶之間的中部構造綫後。然而這些礦在此處還不具有工業價值。

屬於偉晶岩建造的還有分散的錫石和鉭鈮酸鹽的侵染，生於大烏比赫帶的馬里雅諾夫斯克地塊的淺成的鈣徵斜長石花崗岩中。錫石很像 M. Г. 盧波(1956$_2$)所確定的褐釔銅礦一樣，生於花崗岩中被偉晶岩類的邊緣所包圍的晶腺花崗岩的空隙中。這一類的偉晶岩類異離體的特徵從時間上接近於花崗岩本身的凝結。與馬里雅諾夫斯克地塊的含錫石偉晶岩類的花崗岩破碎有關的，有一些不大的砂礦。

### 6) 矽嘎岩建造

屬於矽嘎岩建造的有從金屬礦物成份上不同的礦床，有磁鐵礦，錫石，矽硼鈣石，鉛鋅硫化物及其他等礦床，這些礦床的一般特徵是鐵，錳和鈣的高溫熱液矽酸鹽很發育——輝石，石榴子石，閃石及其他。金屬礦物或與組成矽嘎岩的矽酸鹽同時產生，或在較晚期的礦化作用的熱液階段時填入矽嘎岩中，矽嘎岩建造的礦床到處均與石灰岩有關。

這些礦床一般分佈在石灰岩與鋁矽酸岩、花崗岩的接觸帶中，爲反應雙交代形成。

然而也有很多矽嘎岩產在石灰岩中，距離花崗岩很遠的地方，屬於這一類的有硫化物-鈣鐵輝石的矽嘎岩鉛鋅礦床和捷秋欣含礦帶的矽硼鈣石矽嘎岩的大岩體。

有的矽嘎岩也遠離花崗岩同時也遠離石灰岩。這樣的例子有產於噴出凝灰岩層之間的彼得蘇葉夫礦床的含磁鐵礦矽嘎岩礦體，這裏石灰岩產在深處。



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

因此含礦矽嘎岩的形成條件有各種各樣的。從礦物上矽嘎岩之間也有區別。從金屬礦物成分上可把它們分爲下列二類：磁鐵礦類和多金屬礦類。

磁鐵礦類：我們把分佈很廣的磁鐵礦-蝂石-石榴子石矽嘎岩劃入這一類，爲石灰岩和花崗岩或其他鋁矽酸鹽岩的接觸帶中的反應雙交代的礦體，這些礦床富含磁鐵礦，部分含有呈細小侵染狀錫石的錫礦，以及填充的硫化物鉛鋅礦化。

這類矽嘎岩礦床見於各種不同的構造岩相帶中，幾乎全分佈在花崗岩體與石灰岩的接觸帶中。磁鐵礦矽嘎岩也在奧爾加含礦地區的邊岸帶中很發育。同時也見於西烏蘇里-興凱帶中。

根據礦體的成分形狀和成因的特徵，這類不同年代的礦床完全一樣具有完全固定的成因類型。

礦床局限在大侵入體的接觸帶之石灰岩中部化。在奧爾加地區它們見於第三紀的邊岸帶中，分佈於二級背斜構造的中心部份。主要分佈於橫向褶皺拗陷範圍內的，這裏的侵蝕切割作用强烈。

正如所述的，含礦矽嘎岩在石灰岩中，且在石灰岩與矽酸鹽岩石的接觸帶中，通常局限在花崗岩的接觸帶中(白山)。有時與砂岩(別爾申礦床)，與矽質頁岩的接觸帶中(寬谷)或與噴出體的接觸帶中(左河谷)。如果礦體沒有直接與花崗岩接觸，那麼，一般礦床都在大的花崗岩體附近——於接觸帶中或在上盤的圍壁處，這種位置正如礦物成分的特徵一樣，說明礦床形成初期階段的高溫狀態。礦床發生於花崗岩體固結之後，並生於界在花崗岩與圍岩之間的構造裂隙中。許多岩漿期後礦床中含礦矽嘎岩爲最早期形成的，又被細晶岩脈——這些包圍礦化的侵入體的轉生岩脈，以及斑岩岩脈所穿入，礦體被細晶岩切割(別爾申礦床)同時也證明礦化與附近分佈有矽嘎岩的岩體深成部份的成因有關。

同時無疑地，這些礦床也是最高溫的，雖然其中於晚期中形成了相當低溫的礦物共生，是切割的脈和細脈，以及晚期分散的方鉛礦和閃鋅礦的浸染。

這一類含礦矽嘎岩一般組成沿構造斷裂延長的透鏡體。礦體



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

形狀相當簡單，但詳細說來它們成爲極不規則的輪廓，是交代作用的典型構造。礦體與石灰岩的界限常是特別地曲折。這裏矽嘎岩局部沿穿插的裂隙向一邊侵入，形成一突出的注入體。有時礦體沿垂直方向延伸，可能爲一透鏡狀橫斷面的"礦柱"。

矽嘎岩礦床的礦物成分一般爲同一類型：組成矽嘎岩體的主要部份是石榴石，輝石和磁鐵礦，作爲次要礦物的存在有符山石，綠簾石，薔薇輝石，有時也有像榍晶石和鈣鎂橄欖石一類的稀有礦物。

與富含氟的侵入體有關而發育的矽嘎岩特徵是其中存在有粒矽鎂石（沃茲涅先斯克組的依坡里托夫礦床）。矽嘎岩中常見有晚期礦物螢石。當然，在矽嘎岩體成分中起主要作用的是方解石，在矽嘎岩體外圍部分中沿與石灰岩接觸帶中有廣泛的發育。

主要的矽嘎岩的礦物——石榴石，輝石和磁鐵礦在矽嘎岩中分佈石均勻。這裏於矽嘎岩體的構造中通常未見到嚴格的交代作用帶。但有時仍見有這種帶出現的趨勢；如在別爾申礦床中見有矽嘎岩的石榴子石變種，在矽嘎岩體與砂岩的接觸帶附近很發育。同時本質上爲輝石的變種，也在與石灰岩的接觸帶中發育。但此變種在白山礦床中並未出現。Н. С. 布爾却戈夫指出，石榴石與輝石互相緊密共生，以及與磁鐵礦一起發育在石英斑岩和花崗岩的接觸帶中，有時組成均粒的連生體，有時則與不同成份的條帶狀的小互層成帶狀矽嘎岩。在石榴石-輝石-磁鐵礦礦體中幾乎就磁鐵礦一種礦物全形成透鏡狀，沿與石灰岩的接觸帶中主要發育有方解石磁鐵礦而矽嘎岩的矽酸鹽很少。在磁鐵礦石榴石的矽嘎岩中有時礦物呈膠狀構造。

主要組成矽嘎岩的礦物——輝石，石榴石，和磁鐵礦的順序方面還不清楚，看來礦物是同時形成的，局部互相超覆且形成重複的世代。

目前已知這一類型的矽嘎岩作爲鐵礦同時實質上是沒有價值，因爲礦石的儲量不多，屬於這一類的還有相當低溫的及常與鋅混雜的礦石。

此類矽嘎岩也常含有錫，這說明濱海含錫地帶的地球化學特



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

徵。錫成細小的與石榴石和磁鐵礦的連晶或在穿插的石英細脈中呈錫石出現(白山)。在另一些情況下錫礦可能也含於組成矽嘎岩的矽酸鹽中。這些礦床作爲錫礦來源是不具有實際價值的，不管這些金屬有時總含量相當大，然而實際上還不能從其中提取錫。

成礦作用的晚期階段，在矽嘎岩中也發育有硫化物礦物如黃鐵礦，黃銅礦，閃鋅礦，有時方鉛礦以及鉍礦物——輝鉍礦和硫輝鉍礦，一般硫化物的數量很少。但局部見有矽嘎岩體含數量較高的鋅及有時鉛。鎂鐵輝石種類的矽嘎岩特別富含鋅的礦化。因此奧爾加地區矽嘎岩出露經常伴隨有氧化鋅礦的出現。於白山礦床中這些"異極礦"過去曾開採過。次生鋅礦物的廣泛分佈說明從鋅礦化上矽嘎岩體無疑地是有價值的，而需要進一步研究。在某些礦床中具有明顯數量的呈方鉛礦侵染的鉛礦(左狹谷礦床)。

還有的地方在矽嘎岩區中我們見有穿插於矽嘎岩的方鉛礦——閃鋅礦脈，同時特別是這些切割的矽嘎岩的礦脈在一定的、最有利於交代作用的矽嘎岩變種——主要是與輝石成分的矽嘎岩。

矽嘎岩建造磁鐵類的主要代表是奧爾加地區的白山礦區，爲石灰岩與符拉吉米爾花崗岩岩體及石英地塊的接觸帶中的石榴石-輝石-磁鐵礦體礦床位於南北向的斷裂附近，而斷裂又產生在花崗岩與石灰岩的接觸帶附近的花崗岩中。

礦體局限在大斷裂附近的二級南北向斷裂中。這裏在兩公里的分佈面積上可分三個分離的礦體：白山，布拉戈達特和馬爾加里托夫。

在西部與花崗岩及石英斑岩岩牆的接觸帶中矽嘎岩體具有直綫狀的界限，其東部與石灰岩的接觸綫就特別曲折。矽嘎岩體被成礦後的玢岩所穿入。

於輝石-石榴石的矽嘎岩中磁鐵礦組成稠密的浸染體以及大透鏡體，有時見到細小的節奏的輝石，石榴石和磁鐵礦的互層。像本類的其他大部份礦床中一樣礦石含有錫甚至鉛和鋅的雜質。這裏的錫礦有的地方存在有明顯的數量。然而實際上錫不能提取出來。可以想像，一部份錫包括在矽酸鹽中。



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

如上所述，白山矽嘎岩及其特別的輝石變種經常有鋅存在的特徵。是一個典型的磁鐵礦類矽嘎岩。在濱海地區類似於白山的礦床分佈很廣。但通常礦床面積不大。

噴出岩中含磁鐵礦矽嘎岩既遠離石灰的，也遠離花崗岩，例如別特羅蘇耶夫礦床，爲輝石-石榴石矽嘎岩，含磁鐵礦，錫石及填充的硫化物方鉛礦-閃鋅礦的礦化。

這種礦床的礦帶形狀很複雜，這裏僅有一些火山岩層遭受選擇性的矽嘎岩化。這也確定了矽嘎岩成直綫條帶分佈，同時礦化沿穿插的橫向裂隙分佈，並局限在這些裂隙與有利於其形成的岩層的交錯處。橫向和縱向的成礦控制要素的交錯也促使矽嘎岩成斑狀分佈，使矽嘎岩的隔離塊體形成不規則的橢圓形或透鏡狀。如鐵礦床，但由於鐵的含量很低，所以不具有工業價值。同時檢查錫礦也沒有良好的成果。

這裏具有價值的是填充的鉛鋅礦化，呈北西向的交錯脈出現，含鉛及鋅的硫化物很明顯地聚集在礦化通道裂隙切割了有利於交代作用的輝石矽嘎岩條帶之間。

這種礦床矽嘎岩的主要特徵是斧石的發育，有時大量存在。

矽嘎岩類型的礦床可於石灰岩發育地區在一定的受限制的地段中找到，即在有巨大的花崗岩侵入出現的地方，首先有與第三紀花崗岩類有關的奧爾加地區，接着與上古生代和中生代花崗岩類有關的烏蘇里-興凱帶，以及在錫霍特-阿林複背斜帶中的石灰岩和穿插其中的花崗岩發育的地段中。這些地方可能有不同年代的——古生代，中生代和第三紀矽嘎岩的出現。對普查這一類礦床最有希望的地段是在錫霍特-阿林複背斜軸劇烈上昇中的蘇昌古地塊。

在上述面積上普查矽嘎岩類可適當地進行航空磁測量，實質上可以幫助查明新礦床和在新火山覆蓋下的盲礦體，此外，估計到在奧爾加地區到處有鉛鋅礦化填充的出現，必須沿着整個石灰岩發育帶上進行鉛鋅的金屬測量。這裏也必須在已知的矽嘎岩體上檢查鉛鋅的礦化。



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

多金屬類的鎂鐵輝石矽嘎岩：我們把這一類的含礦矽嘎岩分爲二亞類：填充有熱液多金屬硫化物礦化的矽嘎岩和具有共生的多金屬硫化物礦化(滲濾的)的矽嘎岩。關於第一亞類我們就不作敍述，因在濱海地區此亞類目前完全與上述的磁鐵礦類一致，常具有多金屬礦化的特徵，且呈分散的硫化物侵染體，或呈切割的礦脈。

屬於第二亞類滲濾的具有同時生成的方鉛礦閃鋅礦礦化的矽嘎岩是石灰岩中遠離活動侵入體的交代礦體和管狀礦體，礦體中鉛鋅硫化物在成因上直接與矽酸鹽有關，主要與鎂鐵輝石有關，而且在形成時間上也接近於鎂鐵輝石，這種礦床在捷狄欣含礦區的三疊紀石灰岩中很發育。礦體圍岩石灰岩於成礦時直接產在第三紀噴出岩層層之下，而礦體的上部也達到噴出體的上盤，因此是近地表形成的礦床。因此他們也具有許多特殊的成因上和構造上的特徵。

近地表形成的有捷秋欣礦床，位於距活動岩漿源很遠的地方。實際上，這些礦床與各種不同年代的侵入體共生，如閃長岩，不大的英安岩，文象斑岩，有露細岩牆的花崗斑岩，微晶閃長岩和玢岩的侵入體，然而我們還不能有充分的根據來說明礦化在成因上與其中的那一種侵入體有關，且這些各種不同年代的侵入現象也說明了含礦區是個脆弱的地段，像一個直接與深成岩漿源相聯的"氣孔"。大概這些鎂鐵輝石-硫化物礦體是屬於深成岩漿源的最晚期派生體。而又在距岩漿源地相當遠的地方，這種礦化與岩漿源之距離也決定了礦化沿垂直延伸很大。

礦床生於出露在背斜褶皺翼上的三疊紀石灰岩中。包圍礦體的石灰岩在礦區的鑲嵌構造中形成隔離體和構造岩塊。最大的礦床生於石灰岩大岩塊中，同時也於小透鏡狀石灰岩夾層中見有沿垂直延伸不大的礦體。

礦床的分佈明顯受一定的構造規律所支配它們局限在不同方向的斷裂交錯的地方。這些斷裂使岩石發生錯動，而且常控制着石灰岩的直角構造岩塊。

控制成礦的構造帶有時延伸相當遠，沿矽化帶有含少量的硫



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

化物侵染的石英碳酸岩時這些帶常具有北西方向，而總的是成名，複雜的裂隙帶。

此外，主要控制礦體的還有南北向的構造破壞，礦化常局限於這些交錯的橫向和斜向構造破壞與石灰岩及矽鋁質岩石接觸帶中，其矽鋁質岩石如砂岩，頁岩或噴出岩等。一般這些接觸帶由於逆掩斷層類型的縱向斷裂破壞而變得複雜，因此這些地段中控制成礦不僅有岩性的因素，且也有構造控制的因素。礦體很少分佈在石灰岩內部不同方向裂隙的交錯處或複雜裂隙帶，在斷裂破壞的交錯外的礦體成爲透鏡狀和有時等軸斷面的管狀交代礦體。

礦體的形狀常常變化不定。在某些情況下礦化沿橫向破裂分佈，而另一些情況則沿石灰岩和矽鋁質岩石的地層上的接觸帶分佈，然而總的說來礦體仍是穩定的，因爲它們常被明顯出現的斷裂破壞所控制。

當礦體輪廓變化時斷面的面積一般還保留不變，但無論何處都看不到完整的礦體輪廓，而礦化連續向深處延伸（至300—400米以上）。其筒狀體的斷面相當小。

有時礦體從一組裂隙過渡到另一組裂隙時沿傾向呈彎曲狀（東帕爾齊贊礦床的"主礦體"）。

從礦物成份上許多分佈在捷秋欣含礦地區的礦體在相極類似，這種類似直至最細小的部份，將在以下談到。

礦體基本上由鎂鐵輝石-硫化物組成。硫化物中主要礦物爲方鉛礦和閃鋅岩，其中有少量的磁黃鐵礦有時有黃鐵礦。其他礦物——少量的銀和鉍的硫化物，黝銅礦等爲礦物中所少見的。作爲共生礦物除鎂鐵輝石外，還見有斧石和葡萄石主要在矽鋁質岩中形成。還有少量的石榴石，成礦作用後期形成的石英，方解石，矽硼鈣石，魚眼石和沸石，在礦床中局部見有矽灰石，反映了早期的，還是金屬礦物生前的高溫成礦階段。

在捷秋欣類型的礦床中礦化過程延長相當長的時間，早期-成礦前階段出現在深部是石灰岩的大理化作用及形成矽灰石-石榴石矽嘎岩帶。主要成礦階段是鎂鐵輝石-硫化物交代礦體的形成，



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

具有近似的礦物的特性，這裏硫化物直接隨着鎂鐵輝石形成之後，大部份沒有因任何破碎出現而把它們與鎂鐵輝石形成的時期分開。 Л. Н. 赫奇科夫曾指出，硫化物部份地重疊鎂鐵輝石且與它同時生成，而局部也有些早期的。

這一系列的礦物爲高溫的。在晚期階段中成礦作用主要是靠填充空隙來完成。在這一非常長的階段中礦體內的無數空隙中組成了硫化物，石英；方解石，晚期的黑柱石，矽硼鈣石和魚眼石。在成礦階段也產生方解石、沸石脈和方解石化帶，這些帶及脈沿構造裂隙穿入矽嘎岩多金屬礦體。

捷秋欣類的礦石具有許多特殊的地球化學和構造特徵。礦床的地球化學特點是經常有錳的存在於各種脈物成分中。錳這裏不僅在普通的矽嘎岩多金屬礦床的錳鎂鐵輝石中且也在斧石，黑柱石中，這些礦物同時也是錳的變種，錳也含於晚期階段的碳酸鹽中。這種礦床含錳的特點是反映含礦地區地球化學的特徵。這裏的錳可能是從基底沉積岩層中而來的。

其他主要特徵是礦石的特殊構造，爲普通的"球粒"和鋸齒條帶狀。從外表上相似於粗膠體結構，類似的球粒構造是交代的鎂鐵輝石的結晶作用的結果。這種組份於結晶中心周圍形成放射狀。以後於交代時這種球粒和放射結構爲礦化物所重疊而硫化物於鎂鐵輝石的球粒體的周圍形成同心環帶以及放射狀。於礦體的某些部份也確定有典型的膠狀形成，可以認爲在成礦時膠體溶液也起着一定的作用。後者可能由於濃集的溶液與圍岩和活性石灰岩間，相互作用時過飽和的結果而產生的。

應當指出作爲礦床的特徵是於空隙中存在有現代的半液體稠的膠體新生物，這種現代的或者殘留的半液體礦體具有不同的成份。其中見有從成份接近於鈣鐵輝石的矽酸鹽組成，以及複雜的碳酸鹽矽酸鹽混合物，變爲矽鐵土和硫酸鹽的混合物，及純粹的鋁礬土的分離物，它於乾燥時成爲蛋白石。

這些現代的礦物於長期的礦化過程中形成：其中存在的方解石晶體幾乎從外形上與那些我們描述爲熱液成因的礦物區別不



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

出。如果捷秋欣礦床不是第三紀的，而是老的，那麼無疑地我們不可能把這些明顯爲較低溫形成的與那些出現於熱液作用後期階段的區別開來。

屬於所述類型的礦床有維爾哈尼（Верхнее），第一和第二蘇維埃礦床，東部，中部和西部帕爾基贊以及離捷秋欣含礦區開採部分的另一面有戈爾布申，斯維特洛，基格羅維（Горбушинское, Светлое, Тигровое）等礦床。

此類礦床在捷秋欣含礦地區很多，雖然僅其中數個鐵床具有工業價值的，可以想像大部份類似類型的礦床還未發現。其中有一部份可能是噴出覆蓋之下的石灰岩之中的盲礦體，還有一部份可能被浮土掩蓋在深處。

要在捷秋欣含礦區中普查礦床必需進行金屬測量和各種具有採用分帶土壤分析法的地質普查，水化學普查等，無疑地，於進行其面積普查和勘探工作中將於已知的含礦區中捷秋欣含礦區的總儲量會向深處大大地增加。

### в）稀有金屬，石英建造

稀有金屬石英建造礦床——石英脈，網狀脈，含錫石，黑鎢礦和輝鉍礦的雲英岩帶在濱海地區分佈相當小，於烏蘇里-興凱帶內這種礦床出現與上古生代的侵入體有關，以及在錫霍特-阿林複背斜帶中與中生代侵入體有關，特別是沿界於複背斜與錫霍特-阿林複向斜之間的構造綫分佈。

從成因上這些不同年代的礦床一般爲同一類型，而且是石英建造的主要代表，此建造在各含礦區出現相似的特點。

石英建造礦床幾乎全出現在砂鋁質岩石中，局限在花崗岩及砂頁岩沉積中的花崗侵入體的接觸暈內。含礦岩體通常是一種富含揮發份的小侵入體，這是一種較大的侵入體的，晚期轉生岩或淺成岩體。原生含礦岩漿富含的揮發份不僅在礦脈的成份中，且也於侵入體上盤的岩石接觸變質中有明顯的反映，這裏表明富含氟的礦物岩漿是黃玉角閃岩和雲英岩有廣泛的發育。

這裏含礦侵入體一般僅出露着最上面的部份——有時爲不大



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

的岩鐘和岩株，有時呈脈狀或不規則的裂隙體，局部可以見到含礦石英的細脈被花崗斑岩或石英斑岩細脈所切割，後來爲複雜的和多相的，而一般爲惟一的岩漿雜岩的轉生體（薩貝托礦床），此種關係正證明了成因上成礦現象直接與此處附近的侵入體有關，顯然礦化作用的來源不太深。關於這點間接可以用礦體本身分佈很淺的事實來證明（哈帕耶夫礦床）。

石英建造礦床與含礦活動侵入體有密切的關係，從本身分佈上具有一定的構造規律性，於西部古生代礦帶中礦床生於包圍含礦花崗岩體的二，三級的背斜中心。

在中央結構裂隙的錫達東亞帶中，石英建造礦床是產在褶皺軸橫向上升的地區中，在那裏發現有大的花崗岩塊。但礦床本身大多數與主要侵入岩相的大岩塊有關，同時與那些產在裂隙中的比較小的侵入礦體也有關係。

石英建造礦床在東部別列戈沃斷裂的年輕噴出體帶中也產有，這些礦床與酸性白崗花崗岩岩體有關（杜霍夫斯卡雅礦床的鉬礦礦化作用；在伏拉基米爾岩塊花崗岩中的石英-錫石"馬林"礦床蘇德諾礦床等）。這些礦床和礦苗沒有多大實際意義。

因爲通常石英建造礦床都是產在花崗岩中，並且是在活動侵入體頂部凝固之後，很快形成的，它們多生在內成的，常常是平緩的裂隙中，而很少產在區域系列受破壞的斷裂中。這個特點就決定了礦體分佈的面積不太大，並且一般說來，這些礦體的性質還不是很穩定的，同時也決定了在有貧礦的網狀脈形成之收縮裂隙帶中交錯細脈的發育。因此，礦體的形態特點是礦床在裂隙發育的早期階段中形成的直接結果。

石英建造礦床的礦物成分，一般說來是一樣的，並且是這類礦苗的比較典型代表。主要的礦物經常是石英，佔整個礦脈的90—95%。有時有黃玉同石英共生。黃玉有時成粗大的等軸狀晶體（查具特礦床）和有時成細小的針狀的形成了放射狀和球狀。（蘇德諾山）。在圍岩蝕變的過程中，一般有白雲母產生，特別是在礦脈附近的雲英岩化作用地帶最多。在石英建造礦床的金屬礦物中有錫



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

石和黑鎢礦，它們通常互相共生，在該礦床的礦物中有時也有輝鉬礦存在。因爲含輝鉬礦的石英脈一般是與錫石-黑鎢礦礦脈分離開，所以我們把它們分爲一種特殊的成因類型。

正如所指出的那樣，石英建造礦床現在對於海濱帶來講沒有多大實際意義。但是可以肯定，在這一類礦床中也可能發現可以開採的對象，特別是在那些網狀脈型礦床中的鎢鉬錫他們在有利的地形條件下能成爲錫石和黑鎢礦砂礦的來源。

含有粗大的錫石和黑鎢礦的石英建造礦床，始終是沿重砂暈上分佈。尋找這些礦床不是很難的。它們還有這樣一個特點，那就是礦化作用一般是在花崗岩體的接觸面上。因此在石英建造礦床分佈的地的錫達東亞帶中和在其它一些上面已指出過的區域中找尋石英建造礦床是必須要精神貫注地進行，因爲要對花崗岩類岩塊的邊緣部分給予特別大的注意。在該地區的重砂取樣的相反結果，實際上有可能對該區的該類礦床的含礦性作相反的估價。

г）錫石-矽酸鹽建造

我們認爲這些含有豐富的熱液的鐵矽酸鹽——電氣石和綠泥石的礦床也屬於這個錫石-矽酸鹽建造。這些礦床在過去的分類中是屬於錫石-硫化物建造的。把這些分佈相當廣泛的礦床分爲成一種特殊的成因組已是完全可能的。這些礦床是由交代的電氣石和綠泥石帶組成的。由於這些礦床往往不含有硫化物，所以這些礦床在錫石-硫化物建造中的位置是人爲的。從另一方面看，電氣石和綠泥石類礦床中的一些礦床是由石英稀有金屬建造向錫石-硫化物建造直接過渡，並且成爲石英稀有金屬建造和錫石-硫化物建造的中間環節。

錫石-矽酸鹽類礦床的一般特點是在這些礦床中鐵質礦物非常多，如鐵質矽酸鹽——電氣石和綠泥石，有時也有鐵的硫化物。其中主要是磁黃鐵礦，閃鋅礦，而且往往是鐵質很高的，同時也有砷黃鐵礦及其它。

根據這個建造礦床的礦物成分，可以分爲兩類：電氣石類和綠泥石類，關於這兩類，我們下面分別說明。



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

**錫石-電氣石類**：對於濱海帶錫石-電氣石類礦床的研究還很少。這些礦床是產在與酸性的上古生代的再生花崗岩有聯系的烏蘇里-興凱帶中(雅羅斯拉夫床等)。在複背斜帶中的拉斯巴什礦床是屬於這個類型的，看樣子，這個產地是上白堊紀的，並且它分佈在與大烏比赫向斜帶的"結合處"。就在錫霍特-阿林複向斜地區裏，電氣石類裂隙礦床分佈很廣。這類礦床在上比金礦區也有發現，在上阿爾朱礦區也發現一部分，並且在往南一些地區中也有星星發現(在捷秋欣地區的愛爾多拉多礦床)。

錫石-電氣石類礦床主要是在矽質頁岩中極其廣泛發育。但是在含硼和錫很豐富的侵入到石灰岩中的侵入體，這一類礦床在石灰岩中也很發育。再生礦點可以作它的例子。

錫石-電氣石類礦床通常是分佈在與活動的花崗岩岩體很近的地方，並且也表現出了與這些地塊之間不僅僅有空間關係，而且有直接的成因關係。這種關係在花崗岩中電氣石的發育中可以找到反映，並且這些花崗岩是在它們轉變的晚期和岩漿期後階段的。在雲英岩中發現有電氣石，這些雲英岩都是在花崗岩的自氣成作用過程中形成的，同時在外接觸帶的電氣石角岩中也發現。

由於礦床與活動的侵入體在空間方面的關係非常緊密，所以它們的分佈也符合這樣一些規律，即活動的含礦花崗岩在烏蘇里-興凱帶中多分佈在第二級向斜的軸部。在錫霍特-阿林複背斜和錫霍特-阿林複向斜帶中，這些礦床也和活動侵入岩體一樣，多沿着構造破壞分佈。

錫石-電氣石類礦床都是交代脈帶，在那些岩石大面積强烈破壞的地方，同樣也有電氣石成網狀脈和透鏡狀與窠狀的。

可以說，網狀脈多在脆性的岩石中，如砂岩和噴出岩中，因爲在這些岩石中的礦化作用是分佈在細微的裂隙中，而且這些裂隙分佈面積很廣。可能這種礦化作用將礦物分散到相當大的含礦地區中。實際上這種貧礦的網狀脈常：其原生礦床是沒有什麼實際意義的[愛爾多拉多礦床和拉斯巴什礦床 (Распашное М-Р)]。但是，由於這些網狀脈，在非常好的地貌條件中就產生了可開採的



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

錫礦床。

錫石-電氣石類礦床的礦物成分常常都是相同的。主要的礦物是石英和電氣石，但它們經常都是在幾個不同時期生成的，同時還有與此種共生組有關的錫石。硫化物——磁黃鐵礦，砷黃鐵礦，黃鐵礦——如果存在的話，那麼其數量也是很少的。礦化作用的本身就是比較高溫的，這一點由礦物的共生和礦體直接活動侵入體的位置可以證明。

錫石-電氣石類礦床以過渡的形式一方面，是同石英稀有金屬建造——含錫雲英岩和錫石石英脈的典型代表有關，另一方面，是錫石-綠泥石礦床和典型的錫石-硫化物礦床有關。在某些情況下，電氣石脈帶實際上是被硫化物礦脈切穿，這些硫化物礦脈反映出了一些低溫作用階段。在另外一些情況下，一些含硫化物非常豐富的礦脈都是分佈在礦區的外部邊緣中，並且隨着電氣石脈狀帶距離活動侵入體的花崗岩遠近程度改變。

錫石-綠泥石類礦床在海濱含礦地區發現得非常多，這類礦床都是含錫的石英-綠泥石交代帶。這類礦床在東部第三紀含錫礦帶中最發育，這個東部第三紀含錫礦帶是沿着錫霍特-阿林複向斜帶分佈的。一些類似的個別礦床是在複背斜帶中［納依楚赫礦床（Найцухинское М-Р）和大烏比赫向斜帶（Даубихинская синклинальная зона）中基洛夫礦床］。這類礦床的實際意義非常大。

錫石-綠泥石類礦床絕大多數是產在砂質頁岩中，而很少產生噴出岩中，並且石灰岩中根本就沒有發現過。一般這些礦床是分佈在距離活動侵入體很遠的地方，並且是在大斷裂中，這些大斷裂由各個不同時期的侵入岩和噴出岩的出現可以證明。往往在礦床分佈的地區中發現有各種各樣的脈狀岩體——岩脈和岩幹——英安岩，矽長岩，玢岩。這些各種不同時期的岩漿作用現象存在說明了，礦床的周圍地區是脆弱地區，這些地區中曾有岩漿返復侵入。一般這些地區裂隙較多，並且不止一次地同深部的岩漿源相連通。這些地區是在各種不同走向的構造帶交界的地方。在某些情況



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

下，綠泥石類礦床與酸性的管狀的和火山口狀的岩體有直接的空間關係和成因關係，這些岩頭，管狀體或岩脈可能是酸性噴出岩體的標誌。因此 Н. П. 扎博羅特娜指出了礦化作用與矽長岩岩頭之間密切的空間和成因關係，其中矽長岩岩頭伴隨有非常發育的火山角礫岩[大烏比赫向斜帶（Даубихинская синклинальная зона）中的基洛夫礦床]。顯然，類似這樣的一些礦床對於礦化作用繼續往深部發育是非常不利的，因爲這些礦床與酸性噴出岩體的火山口狀相有關，並且它們分佈是非常靠近這些酸性噴出岩體。

錫石-綠泥石類礦床是交代的礦脈，這些礦脈是在破碎帶中，同時這類礦床也是網狀礦體。可以指出，比較穩定的脈狀礦體多產在頁岩和砂岩與頁岩互層的岩層中，並且也在岩石被明顯的破碎帶切穿的地方，這些破碎帶都被局限在附近的平行裂隙中。

由於滲透了細微的裂隙帶並與圍岩破碎很細時其有很大表面起反應的溶液互相作用的結果，在這裏的礦化作用很發育，由於溶液深刻而持久的作用結果，有的地方圍岩完全被綠泥石和石英所代替，並且形成單礦物石英-綠泥石脈。在沒有完全被交替的情況下，尚保留有變質很弱的岩石，而這些岩石有脈狀假角礫岩構造。在其它情況下，只是一些不清楚的斑點，可以說明交代礦脈的原始角礫性質。

在疏脆的砂岩當中，最多的不是穩定的脈狀帶，而是一些細微的橫穿的小礦脈網和網狀脈型礦體，因爲這些疏脆的砂岩的特點就是細微的裂隙非常發育。實際上這些網狀礦脈有時沒有什麼開採價值，因爲它們的一般特點是礦化作用很弱而且是分散的。但是它們可以爲形成可開採的砂礦床提供材料。

綠泥石脈帶按其走向來說有時是向以石英爲主的礦脈過渡，這種礦脈充滿了張裂隙，而且交代作用也非常發育。

這些石英體的產生可能與氧化矽的重新組合有關，這種氧化矽是在圍岩普遍綠泥石化作用的過程中析出的。這些礦床好像是經過石英礦脈以過渡的方式與錫石-石英建造的出現相互聯系。



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

這些過渡類型的代表礦床就是庫阿林礦床(Куалинское М-Р),納依楚赫礦床，這些礦床都是產在伊曼河區。這些礦床的特點就是其中含有豐富的砷黃鐵礦。

在其它一些礦床中磁黃鐵礦,含鐵閃鋅礦得到了眞正的發育，在晚期階段,方鉛礦也得到了發育,而且特別有意思的是這些硫化物形成了一些分佈普遍的獨立礦體，並且常常在有張裂隙出現的地區發現,這些張裂隙的產狀在綠泥岩中成透鏡狀,有時其產狀是成分散的硫化物侵染狀。在錫石-綠泥石礦床中的脈狀礦物中,除石英外,還有螢石和電氣石。

這些礦床按其規模來說,是相當大的,尤其是當它們分佈在距離活動侵入體較遠的地方,並產在大的,被破壞得很顯著的脈狀裂隙中的時候,就更大[里福特金礦床（Лифудзинское М-Р）和赫魯斯達爾（Хрустальское М-Р）礦床]。

在這些礦床與噴出岩體的火山口相有關，在直接緊靠這些岩體分佈的情況下，這些礦床是比較有希望的。其特點是規模也比較大,但是垂直礦化作用延伸很小(十月礦床)。

### д）錫石-硫化物建造

在把錫石-硫化物和矽嘎岩建造分爲一個獨立單元以後,我們只是把這樣一些礦床分屬在錫石-硫化物建造中,即其中硫化物得到眞正的廣泛的發育,並且這些硫化物與錫石共生。

錫石-硫化物建造礦床，在東部錫鞏特-阿林第三紀含錫帶的分水亞帶分佈非常廣。

一般這些礦床距離活動岩漿源非常遠，並與玢岩礦脈共生。雖然這些礦床沿垂直方向延伸非常長，但是它們的上部有時到達不深的層位——即深達幾百米。這一點表現在它們的礦物成分的特點上,同樣也表現在礦石的結構構造特點上,具體講就是膠狀結構和結構非常發育，這種構造和結構說明在礦石的形成過程參與了大量膠體溶液。

錫石-硫化物建造礦床包括兩個類型：毒砂-磁黃鐵礦類型和方鉛礦-閃鋅礦類型,我們對這兩個類型礦床將分別敘述。



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

毒砂-磁黃鐵礦型。我們把這樣一些礦床放在這一個類型裏面，就是含鐵的硫化物非常豐富的——主要是磁黃鐵礦，同樣也有石英，砷黃鐵礦，鐵質閃鋅礦和黃鐵礦。有時在這些礦床中有很多方鉛礦存在，在這種情況下，礦石就是伴生的錫質多金屬。

我們所描寫的這一類礦床，可以說在中生代的片岩和砂岩中非常發育。在錫霍特-阿林複向斜和濱海複背斜隆起接觸的地方，這類礦床非常發育，也就是說它們直接產在年輕噴出岩的發育帶上。

毒砂-磁黃鐵礦類礦床一般是產在距離活動的含礦源較遠的地方。但是，在某些情況下，圍岩的角岩化和各個不同時代的小的侵入體的出露證明，在深部有含礦侵入體存在。

在許多礦區中有時出現有不同時代的不同成分的岩脈，這些岩脈是由矽長岩，英安岩，微閃長岩和玢岩組成。在某些情況下，這些小的侵入體，顯然是深部隱藏着的活動花崗岩侵入體的分枝，在另一些情況下，這些小侵入體可能是獨立的雜岩體，而且這些雜岩體與由深部的岩漿源侵入的岩漿有關。豐富的玢岩岩牆可能是屬於後面一種與深部來源有關的岩脈。

因爲在礦區中的活動的岩體還沒有被揭露，當然我們現在也就不能論述含礦侵入體的化學作用問題。但是必須指出，在這類礦床的附近常常發現有閃長岩和石英閃長岩類基性較高的花崗岩類。是否這些礦床與這種埋藏很深的較基性的花崗岩類有關，或者是這種花崗岩岩漿的酸性部分是它們的來源，這些問題現在很難判斷。

當我們指出礦體同岩牆之間在空間上的永恆聯系的同時，必須指出岩牆有成礦前和成礦後的兩個過程，而有時礦體就是沿着岩牆侵入的裂隙分佈。因此礦體就好像被夾在不同時期礦脈的"鉗子"中一樣。

毒砂-磁黃鐵礦類礦床一般都是列在平行的剪切裂隙中成爲脈等。同錫石-綠泥石類-礦床一樣，它們都局限在不同方向的大斷裂的交錯的地方中，並產在岩石破碎很厲害的地方。



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

礦體都是裂隙充塡礦脈，有時是爲附近的平行裂隙所切割的岩石被交代而成的交代脈。有時當礦脈延伸很長時候，它們的形狀就不是很連貫，因爲礦脈中的膨脹部分同細脈互相交替，從脈幹中分出脈支和細脈，有的地方還可以看到礦脈分叉，而後又會合到一起。 在白堊紀裂隙發育的地區，網狀脈和網狀帶得到了發育。在某些情況下，礦脈和圍岩的界限非常明顯（斯大林礦床），在另外一些情況下，就不大清楚，特別是在那些隨着硫化物伴生着圍岩蝕變帶的地方就更不清楚。

所描述的這類礦脈的成分非常單純。形成寬帶和密集透鏡狀的特殊礦體的主要礦物是磁黃鐵礦，此種礦物在礦床的上部被次生的黃鐵礦和白鐵礦所代替。有些地方產有相當多的毒砂，而這種毒砂與石英共生在脈壁帶的最古老帶中，而這種古老帶是在複雜的粗帶狀礦脈中。 就是在這個古老的石英-毒砂的共生體中產有錫石。閃鋅礦在礦體的成分中起着相當大的作用，經常是呈黑色和深黃色。閃鋅礦形成了粗晶集合體，在硫化物礦脈中形成寬大的單礦物帶。 與閃鋅礦有關的是黃銅礦，黃錫礦，有時是錫石。大量黃錫礦的存在是這一類礦床的一個缺點，因爲從黃錫礦中實際上還提不出來錫。在同閃鋅礦的共生體中，有時在磁黃鐵礦的共生體中存在有方鉛礦，在上部和礦區的側翼這種礦物非常多。有時方鉛礦與磁黃鐵礦緊密共生，因爲在規則的帶狀磁黃鐵礦-方鉛礦礦石的組成中有平行的透鏡狀連晶形成。在最晚的礦石共生體中有的地方有低溫石英-輝銻礦礦化現象存在，其產狀呈脈狀和細脈狀，而這些脈和細脈橫穿錫-多金屬脈狀帶（謝爾巴利夫礦床）。在礦脈的礦物中，除了石英外，在許多地方還存在有碳酸鹽——在早期階段中爲錳鐵白雲石和鐵質類錳石類的鐵鎂碳酸鹽，而在晚期階段中則爲方解石。 在某些地區中方解石-黃鐵礦的晚期共生體是重疊在早期的硫化物礦石上（斯大林礦床）。

所描述的這類礦床都是分佈在很深的地方，並且有的地方還可以看到礦體成分沿垂直方向某些變化的特徵，因爲有深部高溫石英類礦化現象出現。同時在礦床的最上部的層位裏，也出現許



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

多低溫礦物——方鉛礦，有的地方是輝銻礦。

除了有垂直分帶外，在那延伸數公里的礦區中，還有水平分帶；這樣，低溫礦物共生體在礦體成分中的作用，距離礦區中心越遠，也就越大，並且主要是由錫-多金屬礦物組成的礦脈，正向着含錫很少的方鉛礦-閃鋅礦礦脈過渡。我們在斯大林礦區（巴蘭原也泉的多金屬礦脈）中看見了這樣沿走向變化的例子。

方鉛礦-閃鋅礦類。我們把錫石-硫化物礦床也劃歸這一類型裏，因爲這些錫石-硫化物礦床中含鐵的硫化物很少，並且它們的特點是含方鉛礦，閃鋅礦非常多，同時在礦體的成分中各種硫酸鹽也很多。

這類礦床發現的很多。最典型的代表就是錫南恰礦床。基新礦床（Кисеинское М-Р）也是屬這一類型的。被提到的這些礦床是分佈在別列科沃大斷裂的噴出岩中，而產在大的斷裂中，是沿着岩脈發育帶分佈的，同樣也有的是沿着黃鐵礦化很强的圍岩分佈。因爲現在所提到的這類礦床還很少，所以我們還不能對它們的性質在這裏進行全面的總結，只想描述一下最典型的代表礦床——錫南恰礦床。

錫南恰礦床是產在北西走向的斷裂帶中，斷裂帶穿過了上白堊紀石英斑岩。這個礦石控制帶是由寬闊的黃鐵礦化的石英斑岩帶標誌出來的。一些礦體就產在這個礦石控制帶中，同時互相緊密連在一起的岩脈也是產在這個帶中，而這些岩脈把礦帶分開，使礦石變質。礦體被斑岩礦脈分割，並變爲次生的透鏡體，這些透鏡體分佈在岩脈羣的各個接觸帶上。礦石主要是由方鉛礦，閃鋅礦組成的，同時也有由"假像的硫錫鉛礦"——方鉛礦和錫石的集合體組成的，這種集合體沿着片狀原來硫錫鉛礦發育。

脈爲礦物有石英，同時也有錳菱鐵礦類鐵鎂碳酸鹽存在，其產狀爲膠體構造的鐘乳狀和腎狀的，並使硫化物凝結。在礦石變質過程中，這種碳酸鹽幾乎在所有地方都變成了磁鐵礦-碳酸鹽類礦脈。

變質現象也反映在高溫矽酸鹽——薔薇輝石，錳橄欖石，石榴



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

石沿碳酸鹽類礦物發育這些變質現象與隨岩脈侵入的高溫溶液對礦脈作用有關。

在變質過程中，也發生了硫化物的變化，即閃鋅礦在與磁鐵礦和斑岩接觸的地方被纖鋅礦的晶腺體所包圍，並且還常常被纖鋅礦脈切穿。顯然，由於這些作用，硫錫鉛礦就整個變成了錫石和方鉛礦的集合體。有的地方沿着裂隙變成黃銅礦和錫石集合體的極其穩定的礦物——黃錫礦一樣也受到了分解。

所有這些轉化——沿碳酸鹽礦脈磁鐵礦的發育，硫錫鹽礦物的分解爲錫石——都一致的說明了在含礦溶液成分中氧化勢，在晚期形成的高溫礦化階段時是很高的。由於錫石與方鉛礦的緊密共生體和以百分之幾糎和千分之幾糎測量的細小的錫石，而使得從複雜的錫質-多金屬礦石中提取錫成爲不可能。在這裏錫和鉛一起被熔合成一些特殊的鉛錫合金。礦床中除了鉛，鋅和錫以外，還有銀，鉍，銻，鎘，銦和鍺。

新南恰類礦床在濱海地區分佈可能比現在所知道的還廣。要想找這些礦床是非常難的，因爲一般的重砂取樣方法在這裏是不能用的。要想找新南恰類礦床，必須要用金屬勘測方法，而且這類礦床在年輕噴出岩很發育的濱海帶的其它地方也可能有。這些具體的金屬勘測考察工作，必須在這樣一些地區進行，就是在那裏年輕的噴出岩體被斷裂帶切穿，而隨這些斷裂出現岩石蝕變——退色作用，黃鐵礦侵染體的發育，岩脈和其它岩漿岩的出露。

### e) 石英-碳酸鹽-硫化物(多金屬)建造

我們把不含錫或錫很少的一些鉛鋅礦床劃到這個建造裏。在這類礦床中，鉛和鋅的硫化物在脈狀石英和碳酸鹽中或者是在圍岩中有的形成了密集的特殊礦體，有的形成了侵染體。這個建造有很多礦化點。其中有的大多數礦化點，現在還只是礦化作用的標誌，而不是礦床的標誌，但它是有一定的實際意義。

這類礦床，無論是按其礦物成分，也無論是按其成因特點，看起來也是非常多種多樣的。礦化特點首先是與圍岩的性質有關。根據所指述的這類礦床的這個特徵，我們可以把它們分爲三個



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

類型：在石灰岩中礦床，在砂質頁岩中的礦床和在噴出岩中的礦床。

在各種不同岩石中的礦床，按其形態的特點，也各不相同，在石灰岩中的礦床是交代層狀和透鏡體(斯卡列礦床)，在砂岩和頁岩中的礦床是一般的裂隙充填礦脈和礦化角礫岩帶，這個帶在斷裂帶中形成脈狀岩層和岩系(希林礦床)。最後，在噴出體中，我們最常見的就是產在大斷裂中厚的分散礦石侵染體帶，(如謝爾巴科夫卡的某些礦帶)。礦石控制的構造帶在這種情況下，一般有强烈的圍岩蝕變——退色和黃鐵礦化，同樣也有斑岩岩牆和各種成分的小侵入體。這樣的礦化帶在濱海錫-多金屬礦帶中最發育。對它們的研究還很不够。

應當指出，對這些合分散侵染體的蝕變帶的貧礦石的研究，現在是非常困難的。特別是爲了區別礦帶和黃鐵礦侵染體露頭必須要在這種斷裂發育的地區進行金屬測量。另一方面，爲開採濱海帶貧礦石的技術問題還沒有解決。這個地區鉛礦的開採前途可能也同其它地區一樣，那就是採掘大的那怕是貧礦的侵染礦床。在擴大濱海地區鉛鋅礦基地的事業中的重要任務是用適合於雜岩的地球化學考察方法來尋找這樣的礦床，因此在噴出岩體中厚而長的硫化物侵染帶，在這方面就可能有用。

### ж) 黃金-石英建造

在濱海地區只是某些地方有黃金建造出露，如邊疆地區的北中國黃金多金屬帶，錫霍特-阿林複背斜區和與它相連的複向斜的西部地區。

正如所指出的那樣，在複背斜區和錫霍特-阿林複向斜區中黃金多產在隆起(地壘形)的地塊中，這些地塊構成了縱的主要是東西走向的隆起。在這些單獨的含金地區中，不是所有地方都分佈有黃金，而是產在第二，第三級構造帶中。因此，在伊曼地區的中部發現有二個黃金帶——卡爾東帶和錫達東帶，它們分佈的走向爲東-北-東。

在蘇昌-納霍特卡地塊中，確定有第二級黃金帶存在，如：西



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

部的井崗帶，中部的達烏捷明帶和東部的萬高烏斯帶。前二個帶是分佈在複背向斜區中，它們的走向是很接近於南北走向，第三個帶——萬高烏斯帶是屬於複向斜西部地區的，其走向爲北東。

金礦礦床大多數是產在砂岩和片岩中，有時它們也產在塊狀的火成岩中，礦化作用與這些塊狀火成岩之間，不是成因方面的關係，就是共生方面的關係。

在伊曼礦區中與這些不大的侵入岩岩幹的關係特別明顯。因此在錫達東黃金礦床組中，正是所指出的那樣，黃金石英礦脈等有許多小的閃長岩岩幹露頭(看樣子是上白堊紀的)的地帶中非常發育。有的礦脈就產在這些白堊紀的侵入體中，有的產在這些侵入體接觸帶的裂隙中，最後第三種情況，也有的產在距這些侵入岩塊不遠的外接觸帶中。

在中伊曼區的卡爾東類礦床，是產在不大的白堊紀(?)花崗玢岩岩幹中，並且常常是局限在這岩幹中。礦脈是沿着構造裂隙分佈的，這些裂隙把花崗斑岩切穿。這些礦脈是在切穿花崗斑岩岩幹的石英斑岩岩脈之後產生的，但是在切穿礦體的斜長細晶岩之前。既然脈狀岩石和在它們中間現在所夾的黃金石英礦脈向各方面分佈都不太遠，並且都是分佈在花崗斑岩岩幹中，那就可以認爲，它們都是自己分佈在花崗斑岩岩幹中，那就可以認爲，它們都是自己圍岩侵入體的派生深成部分。蘇昌-納霍特卡地塊的許多金礦礦床與年輕的花崗岩體之關係非常明顯。

因爲黃金石英建造的礦床是把各種成因類型的礦床聯合在一起，而且這些類型都是產在各種不同的地質構造條件中，所以礦體的形態特點也就有所不同。在這裏裂隙充填礦脈是最發育的。但這常常都是一些比較小的礦脈，它們的厚度和形狀都是很不固定的。它們就很快地尖滅了而互相成爲雁行狀，有時在裂隙交界的地方它們就改變了方向，並分成許多細脈。在這種礦體加厚並且裂隙非常多的地區，石英礦脈組也可能同時被掘出，最後，在非常小的裂隙發育的地區。有的地方成網狀礦脈和細礦脈帶，這個



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

細礦脈帶是由許多石英黃細脈組成的(錫達東)。有一些礦床的形狀非常穩定，它們的特點是礦體延伸很長。在蘇昌區域中的烏納石礦床（Унашинское М-Р），就是屬於這類礦床的，因爲它們是由大的石英-硫化物礦脈組成的，同樣赫秋列夫礦床也是屬於這一類的，因爲這個礦床是厚的延伸相當遠的硫化物侵染體帶，並且在這個帶中含有黃金。

雖然石英建造礦床的主要礦物成份非常相似，並且它們的特點是在塊狀脈中石英非常多，但是經過仔細分析，它們還是很不一樣的。在具體情況下，硫化礦物所起的作用是各不相同，在大多數情況下，它們存在的數量是很少的，但有時它們也是組成塊狀砂石的主要部份［烏納石礦床（Унашинское М-Р）］最高溫的礦化作用是產在石英-電氣石脈狀帶中，這些脈狀帶都含有硫化物和黃金［赫秋列夫礦床（Хмелевское М-Р）］。這種黃金電氣石帶將來很可能作爲特殊的成因類型。

在石英礦脈中常常發現有好幾個世代的石英較早的世代就是灰色的緻密交代石英，實際上在它們中的黃金含量很少。正如М. П. 馬捷里可夫所指出的，有時錫石和鎢與這種較早的石英也有關係。含金的同樣也含有硫化物的石英，常常是切穿了並膠結了較早的石英，由於它們在塊狀脈中的分佈的不平衡黃金的分佈也就不平衡了，並且在一般所說的貧礦礦脈中形成許多富集的礦柱和礦窠。正如所指出的那樣，硫化物在黃金石英脈中所起的作用；一般說來是不大的。它們之中分佈最廣的就是毒砂如黃鐵礦，有時也有黃銅礦，閃鋅礦和方鉛礦。值得注意的是硫的鹽類——黝銅礦和其它硫銻鹽類的存在，因爲這些東西可以證實，礦床的形成溫度是不太高的。方解石非常多，同時感到奇怪的是，隨着深度的增加方解石的數量有的地方還增加；這就否定了黃金在礦石中的一般含量（"紅領巾"礦）

除了中生代晚期（或三疊紀早期？）的濱海石英建造的金礦床外，可能還有更新的黃金礦床。因此，現在根本就不知道，在這裏將來是否能在新的噴出岩體中發現白山（Белая гора）黃金硫



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

化物礦床。這類礦床的礦化特徵，與在上萬琴地區（Верхне-Ванчинский район）所發現的礦床特點相似。

原生的黃金礦床幾乎還沒有被開採過。因此，對它們的研究也是很不够的。過去主要是從砂礦床中開採黃金，因爲在這裏此種礦床非常多，並且其成因類型也是多種多樣的。由於多年的開採，許多礦床已經貧乏了，非常清楚，根據礦床的貧乏程度，必然要對原生礦床給予更大的注意。它們之中最可靠的礦床就是伊曼區許多上部黃金石英礦脈［布拉高達特礦鋩（прииск Благодатный）］，和含黃金石英礦脈最多的南方黃金地區［呼阿拉茲（Хуалаз），井崗海灣（бухта Тинкан）等］。可能在實際工作中發現新的含有黃金的地區。因此，在上阿爾米含礦區中已把黃金的特徵肯定下來。要想很好地找到新的含黃金地區，必須要和找錫的工作結合起來。

### 3）辰砂-輝銻礦建造

銻和汞的礦化現象在空間和成因方面都是有緊密關係的。它們都是熱液過程的最低溫一環。對這些礦物的礦化現象研究很不够，現在這種礦化現象也很少，並且在這些礦化現象中實際上可以開採的礦床也還沒有明確。但是，在於金屬的和錫石-硫化物礦床中銻和汞的廣泛存在，辰砂在重砂中的廣泛發育證明，在含礦的溶液中肯定有這些礦物存在。

必須强調指出，在這裏的地質條件，就是對單獨的銻礦床和汞礦床來說，也是很有利的。因此，濱海含礦區有强烈的侵蝕切割，對於產生這些距離活動岩漿源很遠的低溫礦床也是很有利的。大斷裂的廣泛發育和大火山形成作用的產生也都包括在這些有利因素之內。由於我們對礦床本身的研究還很不够，所以在這裏只能闡述銻和汞礦化現象的最一般的預計規律和簡略地述說一下礦床本身的情況。

銻和汞的礦化現象，都局限在一些狹窄帶裏，並且這些狹窄帶穿過所有褶皺區。東西走向的控制帶礦化出現最明顯，這個帶是從捷秋欣，經過富金河上游，往雅果列夫卡區域延伸的。在這個帶



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

中，發現有不少的銻和汞的礦化點。另外一個帶，也是東西走向的，它產在蘇昌東西走向的黃金帶的北部。這個帶在蘇昌礦床，蘇朱赫礦床中和在達馬赫的汞暈中也有。奇怪的是，這個銻-汞礦化作用帶的分佈方向就是前面所指出的那個黃金礦床發育帶的方向，好像這個銻汞礦化作用帶把它從北面包圍上似的。

穿過整個含礦區的東西走向構造帶，我們將稱它爲"銻汞綫"，因爲這個構造帶是以不定期之銻汞礦化作用爲標誌的。

除了這些銻汞礦化現象爲標誌的大的斷裂帶以外，也有一些比較小的重砂暈，這些重砂暈在圖上可能是用卵形符號標誌，一般是分佈在新噴出岩的發育帶上。

在某些地區這些汞的卵狀隆起，好像互相聯結成爲礦結和礦床一樣，而這些礦床不是錫石-硫化物建造的，就是多金屬建造。顯然，它們是礦石控制裂隙的標誌。這些富集有辰砂之暈常常是產在上白堊紀噴出岩覆蓋層的邊緣部份中，在某些情況下，噴出作用發育的"點"和帶完全被覆蓋。沿上白堊紀噴出岩發育地區，以北東走向分佈的瓦爾佛洛滅也夫卡邊區的重砂暈，距離這個暈很遠的那個伏洛西洛夫城方向延伸的，和沿着火山形成帶分佈的東西暈都是屬於這一類型的。可能，與新噴出岩體的這種關係不是偶然的。汞的礦化作用不是與噴出體及其火山口狀相有關，就是沿着噴出岩噴發的構造斷裂分佈。

下面我們將簡略地闡述一下這個建造中的輝銻礦型然後再闡述辰砂型。

輝銻礦型。正像所指出的那樣，在濱海地區中的輝銻礦目前被發現的還很少。克倫比礦床，捷秋欣礦床，蘇昌礦床，雅圖伏列夫卡礦床和保科洛夫礦苗都是屬於這一類裏的。此外，在晚期的石英脈和石英-方解石脈中也發現有輝銻礦，這些礦脈在謝爾巴科夫礦床中是橫穿錫石-硫化物礦體的。

大多數輝銻礦的礦苗都是一些產在各種岩石中——砂岩和頁岩（謝爾巴科夫礦床）花崗斑岩（捷秋欣區域），噴出岩（保科洛夫礦苗）中的石英礦脈。礦體主要是由石英組成的礦脈。在某些情況



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

下，在礦脈中有方解石。輝銻礦在礦脈中是主要的礦物。有時它同黃鐵礦、毒砂，閃鋅礦伴生在一起，可是在另一些場合下都同自然銻伴生在一起，顯然，這種自然銻是表生的(謝爾巴科夫礦床)。除了輝銻礦礦床外，銻也產在錫石-硫化物和多金屬礦床之內的，而在金礦中也發現有各種硫輝銻礦物。有的地方硫銻礦物還形成了單獨的礦脈。此類礦脈是由硫的脆銻鉛礦和黝銅礦組成的，在錫南恰礦點的達博爾礦床中發現有這種礦脈。正如所指出的那樣，硫輝銻礦物的廣泛發育值得更好地估計濱海地區在銻礦化方面的總的前景，並且也有可能認爲，在這裏可能發現具有開採意義的單獨銻礦床。首先應當沿着前面所指出的那些已明確了的構造帶來找銻礦床。

辰砂型。正如所指出的那樣，辰砂廣泛的分佈在重砂之中，並且各處也都產有，但主要是產在構造帶和火山岩發育帶中。大的辰砂礦苗是非常少的。其中包括：1)在聶日丹河岸的捷秋欣礦苗，這些礦苗是由在砂岩中的辰砂細脈組成的；2)富金礦苗，它是產在斑岩岩脈中，是由在砂岩中形成的網狀脈的辰砂細脈組成；3)蘇昌礦苗，它是在白堊紀以前的花崗岩類中的礦化帶。辰砂的礦化作用在有裂隙的地區裏的產狀是呈窠狀，而且在裂隙上也呈土狀和細結晶狀之脈壁。在這裏的辰砂是同石英、方解石，葡萄石和沸石共生的。

在里堡泉地段的蘇昌區的其他礦苗是斑岩中局限在强烈的破壞和退色帶附近的成網脈狀。

由於辰砂的重砂分佈量，必然要提到瓦爾佛洛滅也夫地區、正如以上所述，在這裏辰砂是分佈在北東走向上白堊紀噴出岩帶中，而這個帶是沿着大烏比赫谷分佈的，顯然是沿着構造裂隙分佈的，同時，這個構造裂隙把大烏比赫向斜帶與靠近它的複背斜區分開。在這個北東走向的南部地帶有一個東西走向的噴出岩帶，這個帶向伏洛希洛夫城方向延伸。這個帶的特點也是到處都有辰砂存在。

當我們在提到對錫和汞的礦化須要研究的還很不够的時候，



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

必須强調指出在一般有利的地質遠景的條件下，必需加强對這類金屬找礦工作。在這裏所提出的意見，只是預計性的和一般性的，這些意見在將來組織找錫礦和汞礦時，可能被採用。關於所描述的這類建造的礦床分佈規律問題，只能是等到對錫-汞礦床進行專門的研究工作以後，才能詳細論述。

### и) 雲母-螢石建造

氟和硼一樣，不是產在所有海濱地帶的各個地方，而是產在個別地方，在這些個別地方有以氟爲主的礦化作用發生。最值得注意的是在酸性侵入體，特別是它們的含有豐富揮發物的晚期分異的轉生岩地區中（沃茲涅先斯克）有氟的富集，就是在中央構造綫亞帶中，也有少量的富集（札貝特礦床）。氟的礦化作用在濱海含礦帶中發現的數量是不多的。

但目前實際上具有螢石意義的礦床，只有西烏蘇里-興凱帶礦床，是乃是沃茲涅先斯克礦區的灰岩中的螢石交代礦床（沃茲涅先斯克礦床，基洛夫礦床）。沃茲涅先斯克螢石礦床是在 М. П. 馬捷里科夫的領導下發現的，由 И. Н. 科沃洛夫和 А. Г. 捷列滅茨卡進行過詳細研究，這個礦床是一個礦株，這種礦體是在花崗岩侵入體的外接觸暈中交代了破碎的石灰岩而成的。就像在花崗岩中所看到的那樣黃玉雲英岩廣泛發展的情況一樣，含礦岩漿曾經在很大程度上是含有豐富的氟化物的。在這種情況下石灰岩就是一個收集含氟礦體的最好採集者，結果在這裏促使了含氟礦體的產生。礦床的特點是，在礦床中有高溫礦物——各種雲母、錫石存在，而在脈狀岩枝和花崗岩發育的地方，也有以黃玉爲主的脈狀岩。在成因方面，這是一個獨特的礦床。在螢石礦體中，有錫石和鎢的存在，這種情況，就使得這種螢石礦床和該區的錫礦礦床接近了，因爲這種錫礦床就分佈在它的附近。與沃茲涅先斯克礦床並列的基洛夫礦床，實際上就是同一礦區的一部分，並且在礦化作用方面與沃茲涅先斯克礦床和基洛夫礦床很相似，這些螢石礦床在烏蘇里-興凱金屬帶的其他石灰岩發育的地區中也可能發現，也可能同時產生以螢石爲主的自生氟成變化作用非常强的酸性花崗岩



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

侵入體。

螢石礦床也可能在石灰岩和穿過石灰岩的酸性花崗岩同時發育的地區中發現，因爲就在那些穿過石灰岩的花崗岩中含有豐富的氟。這種情況，可能在複背斜帶中，特別是在南方的蘇朱赫—蘇昌地塊中發現。

下面我們將詳細的講述濱海礦床的一般成因問題，如圍岩的作用，侵入岩在礦化的控制作用，構造情況對成礦過程的影響，以及成礦的控制構造對於礦床和礦帶分佈的意義。



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

# 第五章　圍岩對礦床分佈及礦床特徵的影響

在成礦的各個階段中——含礦溶液的分離，他們的通道直至礦石直接沉積的地方，圍岩對礦化作用之特徵都起着重大的影響。

從地質剖面上對礦化作用特徵的影響還有圍岩的位置，簡單說他們控制了礦床形成的深度。下面將要談到在深度不同的地層中出現有不同類型的礦床。

而礦體的形狀及其成份，在相當程度上是由礦體圍岩之機械性質所決定的。這些問題我們將依次敍述。

岩石化學作用對含礦侵入體形成及其有關礦化作用特徵的影響。圍岩自然地對礦床成份有着很大影響。在不同的構造岩相帶內，岩石成份不同就決定了金屬礦床在很多的含礦區域內成條帶狀的分佈(外貝加爾地區，阿爾泰山等)，此種礦化特徵與環境的從屬關於濱海地區特別是在東部，第三紀帶中表現得特別明顯。和世界其他許多的含礦區域一樣，這裏鉛鋅礦床多半在石灰岩中見到，同時錫礦床主要發育在砂頁岩岩層中。事實上鉛和鋅也常見到，而且固定與錫共生，組成錫石-硫化物的錫-多金屬礦床。這種不同類型之沉積物的“成礦專屬性”是帶狀礦化分佈的第一個原因。前面已談過，錫礦所獨特地生於東錫霍特-阿林拗陷帶中，該拗陷具有原層砂質-泥質沉積物，同錫-多金屬帶一樣，其中集中分佈大量鉛鋅礦床，這一點是與具有石灰岩發育的海岸背斜隆起地帶相一致的。這個帶同時又與礦化作用有影響的別列戈沃斷裂相一致的。關於構造系統對成礦過程的影響，我們將以後談到，這裏只集中注意到圍岩在成礦過程中的作用。

在世界上很多其他地區發現了各種金屬生於不同類型的沉積物中(錫生於泥質岩中，鉛鋅生於碳酸鹽的岩石中)，許多學者對金



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

屬成份與其圍岩成份之從屬關係的解釋都各不相同，某些學者從金屬來自沉積物本身中去探索這個選擇性的伴生的原因：錫來自泥質頁岩中，鉛、鋅來自碳酸鹽岩石中。要證實這些假說必須要用特殊的地球化學的研究。這些概念暫時還未被證明。

我們覺得含礦侵入體形成條件不同對各種沉積物的“成礦專屬性”有着現實的意義。如砂岩和頁岩爲比較惰性的，化學作用近似含礦花崗岩類，就像石灰岩一樣，實質不影響到岩漿熔體的演化。在這種介質中產生花崗岩連續依次的分異作用和產生晚期富含揮發份和錫的白崗岩。正是這種特殊地含錫的侵入體發育在東錫霍特-阿林錫礦內。在極端分異的情況下，侵入體有錫石-石英礦床伴隨着的，此種礦床中礦石有時與黃玉或電氣石緊密的共生，根據黃玉的存在可以推測到含礦氣化物最初定酸性。

在石灰岩中，侵入體形成的過程完全是另一種方式，碳酸鹽岩石極度同化作用不可能不破壞岩漿的成份。這裏首先由於吸收了大量的碳酸，使揮發份的平衡劇烈破壞。在這種情況下礦物組分在成分複雜而分異很差的溶液中從活動的侵入體分離出，同時在這裏錫與鉛、鋅、鐵、銻、砷以及其他金屬緊密共生。在石灰岩中出現的礦床內有的地方錫一般不存在，所以，看來錫是與碳酸鹽岩層的化學作用的特性有着某一種關係。顯然，有時錫同鉛和其他金屬一起以能溶於酸性溶液中的硫鹽絡離子遷移。於是這就確定了硫錫礦在石灰岩中經常出現，因此可以根據不同岩石推測含礦溶液本身的化學作用，實際上是有區別的。礦物組份遷移的形式及金屬礦床最後礦物成份都相應地有所不同。因此我們認爲，在各種介質中——一方面在矽酸鋁的介質中，一方面在碳酸鹽的介質中，出現了二條不同的礦化作用綫，因此第一條綫是形成含錫礦床——在石英錫石礦床範圍內，第二條作用綫是形成綜合的錫-多金屬礦床和不含錫的鉛鋅礦床。

至於談到正常分異的破壞對含錫熔體之影響時，必需預先說明，花崗岩岩漿的分異作用當然是發生在碳酸鹽的環境中。甚至不止如此，有時這種作用特別劇烈。碳酸鹽岩對其他物質的吸收



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

作用和基性噴出體一樣，是促使產生了成份上極複雜的岩石，這種岩石由輝長岩類到正長岩類型的酸性岩石。然而，這裏經常地發生另一類型的分異作用，在這種分離作用時一方面產生了富含鐵鎂和鈣的變種，另一方面產生了一般含少量的二氧化矽的酸性岩石。在含錫程度上，這些"同化"分異作用的酸性產物是沒有什麼價值的(關於這方面，沃茲涅先斯克礦體却是例外)。另一方面花崗岩岩漿的正常分異是在較"中和"的環境中，介質在成份上接近岩漿成分，即是在砂質頁岩層中，在這種條件下也有早期階段的混染作用，使早期花崗閃長岩形成，花崗閃長岩經常組成花崗岩體的外圍帶。然而，侵入體的主要部份正常的花崗岩組成，最晚期的岩相是富含揮發份的淡色花崗岩——這是本來的偉晶岩類殘留物，該殘留物似乎是花崗岩漿深成分異的產物，且有時這種殘留物在大岩體形成後經過長時期後才侵入，有時甚至在其上部被侵蝕之後侵入。且時常當晚期產物產在比主岩體，正要淺的部位即成爲半深成岩。有時酸性噴出岩將它們與主要侵入岩相分隔開。正是這種晚期的酸性分異體才含錫。看來，必須區別出二種類型的分異作用：第一種爲正常的或者不受破壞(自生分異作用)，有時在岩漿岩體的深部產生富含揮發份和錫的酸性派生體的分離；第二種爲混染作用(外生分異作用)所謂的吸附岩，在成份上與上升岩漿有顯著的區別。當我們談到在花崗岩岩漿內錫的富集時，就要想到在正常的連續分異未受破壞的第一種類型。

可是，碳酸鹽介質不是在所有的條件下都對錫礦化作用不利。沃茲涅先斯克礦組就是一個例子，這裏幾乎所有的礦床和最大的礦體都生於石灰岩中。在這種情況下在深部分異過程中即富含錫和稀有元素，以及揮發份的含錫酸性花崗岩侵入到包含有石灰岩的岩層中，上部石灰岩在此僅是礦物沉積的介質。

研究石灰岩對礦化作用特點的影響時，必須估計到出露在現代侵蝕切割面上的石灰岩摺曲的特徵。例如：在捷秋欣地區石灰岩上升到頂部，就構成深入地下的緊密直立的褶皺，且很明顯在這裏延伸相當深。這樣實際上對礦化成因的整個過程發生影響，首



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

先他們不能不對深部含礦侵入體之形成起作用；同時，隨着溶液向上運動而對溶液之成份也有影響，終於石灰岩成爲成礦之直接介質，也就決定了他們之中的礦化作用的特徵。

與捷秋欣礦結的不同，是沃茲涅先斯克礦結內石灰岩褶曲較緩；石灰岩顯出褶皺鞍部是明顯封閉的，大約它們分佈不很深。其實，沃茲涅先斯克地區剖面最深部份重新出現結晶岩系的古老碳酸鹽岩層。但花崗岩源並不是在這些岩層中形成的，這根據花崗岩本身的成份可以推測出來。

值得注意的是在石灰岩中的錫礦床常爲錫石-硫化物建造，而顯然是由於介質之化學作用的特性所決定。因此在石灰岩中的偉晶花崗岩含有錫的硫化物（非洲的阿闊季茲礦床）。而馬來亞金塔附近是在石灰岩中錫礦化的典型例子，該礦床中含錫脈體侵入到石灰岩中，並伴隨有錫石-硫化物建造的礦床。綜合的錫-多金屬礦床也分佈在中國南部，於是可以指出，此種礦床具有廣泛發育的硫化物。因此從這一方面濱海地區並不是例外的。

分析濱海地區綜合的錫-多金屬礦床和主要的不含錫的鉛鋅礦床的地質條件能幫助我們了解在其他含礦地區內此類成礦現象的特點。根據上述情況得出結論，不僅僅要估計到出露在現代侵蝕面上的岩石，同時還需要考慮到剖面上在深部層位的岩石，並且也整個地估計到形成含礦侵入體的介質特性。

岩石的化學作用對含礦溶液在岩石中運動時的影響。很清楚，圍岩不可能不對在它們之中運動的含礦溶液有所影響。在鋁矽酸岩內，含礦溶液富集二氧化矽特別是在氣射氣的影響下。同時沿石灰岩循環的溶液，有鈣和碳酸富集。

覆蓋在石灰岩的噴出體中分佈的礦床內，我們能直接的看到下伏石灰岩影響的明顯標誌。在這種條件下有時矽嘎岩很發育，其實幾乎與典型出現在石灰岩與鋁矽酸岩直接接觸帶的。反應變交代矽嘎岩沒有區別，彼德羅祖也夫礦床之矽嘎岩就屬於該類型的，它產於上二疊紀（?）火山岩中顯然是在石灰岩之上，而上白堊紀石英斑岩中的萬琴礦床的類矽嘎岩的柘榴石和角閃柘榴石礦體



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

也屬於這一類型。這裏也可以推想，在深處有石灰岩存在，而提供了"矽嘎岩化"的溶液而在目前決定着碳酸礦化源的來源。

不深地方的石灰岩的存在，在某些地方使鎂鐵輝石硫化物矽嘎岩在噴出岩中的出現(多費加列夫礦床)。在金屬礦床內，錳普遍存在，可以這樣來解釋：溶液從下伏的含錳岩層中吸取了錳液體。這也是濱海含礦區的地球化學特點之一。

當然，並不是在所有的情況下，特別是在液體距活動侵入體源很遠時，以及對地質剖面本身研究得還不够時，我們都能估計到濱海含礦溶液在運動時圍岩對他的影響。

礦體圍岩的化學作用的影響。在成礦沉積的過程中圍岩的作用並不是很小的。當然，在不同的條件中出現不同的礦物複合體。在鋁矽酸鹽岩石內熱液鋁矽酸鹽非常發育：雲母或鐵鋁矽酸鹽——電氣石或綠泥石。同時，值得注意的是，隨着雲母的形成的鹼性交代作用，不論是對於成礦沉積過程早期階段(雲英岩)，或是對於晚期較比低溫的階段來說，都是很典型的。則絹雲母化是伴隨有在新噴出岩中有近地表的方鉛礦-閃鋅礦脈和侵染帶(錫南恰礦床)。同時對於與中溫相適的作用中間階段來說，以綠泥石爲主的鐵矽酸鋁就更爲典型了。

礦體在石灰岩中的成份一般地是另一種的：在高溫成礦階段時出現了無水矽酸鹽，主要是鎂鐵輝石；有時較晚地形成電氣石，該電氣石乃是綠色、淡青色或淺色的無鐵變種("五一"礦床)。造礦作用最晚階段之特點是石英和方解石共生。

圍岩不僅對脈狀礦物的特徵有影響，同時對礦物的成份也有影響。如上所述，通常在石灰岩中硫化物較比發育，這種發育似乎與碳酸鹽介質之化學作用的特徵有關，特別是在這些條件下。在鉛鋅的硫化物的數量同樣增加。

在地層剖面上，含礦圍岩層的位置和不同構造層的礦化特點。當然，成礦作用的特徵，在很大程度上是以成礦過程出現的深度有關，這就其本身說來，是由含礦圍岩分佈，或者它們在地層剖面上的位置所決定。可以看出在成份上相近，但產於不同深度



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

的岩石是不同類型礦床的基礎。例如奧爾加地區的上古生代石灰岩，在造礦作用時產於上白堊紀厚層噴出岩的覆蓋下，它就形成較高溫的和較深的反應變交代矽嘎岩[1]。這些礦床出露在地壘狀的岩塊上，該岩塊在成礦後期被侵蝕作用侵蝕很深。

另一方面，在成礦時期被第三紀安山岩所覆蓋的捷秋欣礦區的上三疊紀石灰岩中，鈣鐵輝石硫化物的交代礦體遠離侵入體的地方出現。自然，在這種情況下，出露在現代侵蝕面上的礦化的特徵，總的來說不僅由覆蓋在含礦層的原生沉積厚度來決定，同時還由成礦後期的侵蝕深度來決定，這個深度在奧爾加地區中比在捷秋欣要大些。

佔有不同層位之鋁矽酸岩中的礦床和礦化特徵也各有不同：含有豐富鐵的硫化物、磁黃鐵礦，青礦等等高溫類型的錫石矽酸鹽礦床和錫石硫化物礦床，在中生代的砂岩和頁岩中很發育，同時，在上白堊紀覆蓋的新噴出岩內見有富含硫鹽的低溫礦床。

礦區構造特點和岩石的機械性質對礦體的形態和成份的影響。最後我們簡短的談談礦化特徵與圍岩的機械性質和破壞程度之間的互相關係的問題。

礦化特點以及首先是交代的程度與含礦區構造地貌成礦控制裂隙和圍岩機械性質有關。因此在不同地區在成份上相近的砂岩-頁岩內，有時在同一礦區的範圍內而有不同類型的礦床在那些"加工"很好的表現很明顯的裂隙中出現石英錫石硫化物或硫化物脈狀礦體，該礦體在某些情況下是填充岩洞，而在另一些情況下，却是以交代片狀的破碎岩石，這些破碎岩石在二邊被顯明的裂隙所控制。同時，在複雜的破碎帶上產生交代綠泥石脈帶、交代作用之强烈出現引起了石英綠泥石脈狀帶的形成，這說明了溶液在逐漸的滲透在裂隙細網的過程中，在與面積很大的破碎成很小的砂岩，頁岩的接觸條件下，與岩石產生深刻的和長期的互相作用。在這種破碎帶上有生於張裂隙扭曲部分的極密的透鏡狀硫化物礦體。

1) 在這裏我們談的只是關於與標準的接近地表的礦化現象相比的比較深的形成，那種標準的接近地表的礦化現象已接近幾百米的層位。



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

我們觀察到當簡單的比較完整的裂隙過渡到網狀裂隙帶時，礦物成分也隨之而變時，能够探索出礦化特徵與金屬礦沉積的構造條件之間的關係。經常看到，在這些條件下，塊狀硫化物礦石爲幾乎沒有硫化物的石英碳酸鹽岩所交代。在某些錫石硫化物礦床內，這些細脈經常富含錫石。在這些金礦裂隙分岐的地段內不同礦物組分的各種活動性其中某些具有選擇性的滲濾到具有小裂隙的岩塊和小的岩枝都能確定出來。

我們說明了在石灰岩和頁岩中礦化的不同類型，這些現象表明了不僅是形態，而且礦體的成份都有賴於含礦圍岩裂隙的構造特點。而岩石本身的機械性質特點也有重要的意義。因此可以指出，在緻密的泥質頁岩內常發現比較穩定有顯明的脈壁帶的礦脈。同時在脆砂岩內很多小裂隙中。有許多含有分散的浸染狀和網脈狀礦化的岩株狀、窠狀礦體，在這種情況下，當砂岩在片岩岩層內，完全是附屬的夾層時，則他們經常有選擇地使礦化集中，並有時含有很多的浸染礦體。

脆性噴出體在很大程度上，對表現很明顯的礦脈形成比起砂岩來更爲不利，在噴出體內金屬礦物經常是分散在大的破碎帶，並較少見到有明顯有限的和大的脈狀體。在這種情況下，礦體形態之特點是直接地有賴於周圍岩石的機械性質——圍岩的脆性程度，在形態上所表現的特徵。因此岩石對含礦溶液之不同滲透性和不一樣的交代能力，是起着重要的作用。



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

# 第六章　礦床與侵入體的關係和構造對礦床形成的影響

濱海地區絕大部份的金屬礦床與固定的侵入體沒有明顯的關係，許多礦床僅與不同年代的岩牆和礦瘤體共生，礦床與它們僅在空間上相組合。然而，某些類型的礦床與原侵入體有着非常明顯的關係，首先這些必須是屬於沃茲涅先斯克礦結的古生代礦床。M. П. 馬捷里可夫對該類礦床有其研究，並在他的學位論文中已敍述到。指出這兒礦床生於不大的花崗岩體之接觸暈內，該花崗岩體在二級背斜褶皺中整合的侵入體，與花崗岩有最明顯關係的是一些直接生於花崗岩之中的錫石-石英建造的礦床。

從成因上與這些石英錫石礦床有緊密關係的是一些較晚期的電氣石硫化物礦脈生在花崗岩體外接觸暈中，這些礦體是在花崗岩以至圍岩多次破碎後產生的。且在外圍於閃長岩-斑岩和輝綠岩的岩牆侵入後產生的。然而非常明顯，它們和石英錫石脈是屬於同一礦組，可以想像，在侵入體固結過程中，節理由侵入體到外圍暈圈逐漸地擴大，因此，成礦的範圍也逐漸地擴大，並且較晚期之礦體形成已經擴大到花崗岩的外接觸帶上。

M. П. 馬捷里可夫的研究工作和 M. Г. 盧波 ($1956_{1,2}$) 的詳細研究已無疑地證實了沃茲涅先斯克礦組的礦床與花崗岩有成因上的關係。M. Г. 盧波指出，其中花崗岩侵入體的原生含錫程度，表現在黑雲母中有錫存在，在花崗岩侵入體的外接觸帶中，電氣石之廣泛的發育及在礦化作用初期成礦前階段電氣石雲英岩的出現，證實了礦床與花崗岩直接的關係。這種關係在沃茲涅先斯克礦區非常明顯，因而能當作普查的重要標誌之一。

在此種情況下，顯然含礦花崗岩本身是晚期克羅捷可夫大花崗岩侵入體的轉生岩。其岩漿富含大量的硼和氟的化合物和錫，



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

且爲偉晶岩類的殘留部份，因而從成因上確定了這組非常獨特的礦床的產生。在一些礦床內氣礦化是表現在厚層的螢石交代礦體或黃玉雲英岩體，在另一些礦床內，主要爲硼礦化呈電氣石帶發育。這說明在不同地段中雖然在各種情況溶液含有不同數量的同一些元素——氟、硼、錫、鐵，稀有元素，以及晚期的砷、鋁和鋅，但含礦射氣的成份在不同地方却是各異的。

有趣的是，在某些情況下，顯然。鹼性溶液和鋁之由花崗岩岩漿或者用岩中析出的，在沃茲涅先斯克礦床的偉晶岩類長石岩體和脈及其石灰岩中的含雲母細脈就證明了這點。

中生代上白堊紀（?）之錫礦床與侵入體岩的關係也是較清楚的。此種關係鮮明的例子有位於大烏比赫礦帶上的馬里雅諾夫花崗岩體，根據盧波和扎博羅特娜的研究，這種花崗岩體，它是呈比較小的等軸斷面體（半徑爲 1.5 公里），是由晶綫花崗岩所組成的，有時，其空隙成份內有錫石結晶。在花崗岩中晶綫空隙很多，但不大，其斷面的半徑一般不超過數毫米，特別是沿晶綫空隙邊緣，發育有偉晶類形成——鉀長石與石英連生體，愈遠離空隙愈次於顯微偉晶岩，然後次於普通的花崗岩，這些空隙的兩壁上排列一種的長石結晶簇，此長石又是構成這空隙的外殼，有時在晶簇成份內也有細針狀電氣石和少量細小的錫石晶粒。

顯然，晶綫空隙的形成主要是與原來的氣泡分離有關，在這氣泡的位置上就產生晶綫洞，可以想像，在空隙周圍晶綫邊緣是由氣體溶液對花崗岩的作用所引起的，氣體溶液由這些空隙向外圍分佈，就重新結晶爲花崗岩。看來，從這些氣體溶液中還生長了長石晶粒的晶簇邊緣，在空隙壁上，有向一邊而生長的空洞。但不論是錫石或電氣石與長石，以及黑色透明的黑晶晶體，都是由這些殘餘的溶液或由周圍晶出花崗岩中所分離的溶液所產生的，因此，在這種情況下，含錫礦化作用與花崗岩有最緊密的和直接的關係——此礦化好像是强烈含錫侵入體的"滲入體"。

馬里雅諾夫斯克地塊內的重砂中到處分佈有錫石，說明馬里雅諾夫斯克地塊的絕大部分是含錫的。局部也出現有填充的雲英



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

岩帶，此帶切割花崗岩，且帶有錫礦化的特徵。顯然這種雲英岩帶是由岩體內部不深的部分之溶液形成的。

根據一般的地質資料可以判斷馬里雅諾夫斯克含錫岩體不是深成的。然而，在顯微偉晶岩和晶綫花崗岩在其中的發育證明，揮發成份似乎保存在岩漿成份中，而沒有能强烈地分離出來。大概，這純粹因爲本地區的構造特點和破壞不大岩體頂盤的弱滲透性所決定的，此頂盤本身是阻隔含礦射氣的屏障。這些特點正是決定含錫石花崗岩體在比較淺的地方形成。

在同樣地區而在不同的條件下——在北東和北西方向的兩個斷裂交叉處，控制了基羅夫礦床的霏細岩含錫礦構成局部化，該霏細岩切割三疊紀的砂岩。霏細岩體是一個不大的等軸管狀體，其斷面爲 800 平方米，是伴隨火成角礫岩之劇烈發育而生的。距霏細岩體遠幾十米的地方，砂岩劇烈破碎，且爲細小之霏細岩脈所膠結，特別有意義的是霏細岩局部地填充於平坦裂隙所控制的岩石中，且在擴張的裂縫中形成孤立的短薄膜。同時，在斷面內這些孤立的霏細岩之分離體不具有明顯的關係。大概，岩漿在此種情況下具有高度的活動性和滲透細小裂縫組的能力，這時幾乎成液體狀態出現。

特別注意的是，根據 H. П. 扎博羅特娜的研究，在火山角礫岩中這些"封閉"獨立分離體中霏細岩中的岩洞中也有細針狀錫石和綠泥石。於是，此處像在馬里雅諾夫斯克地段一樣，明顯地出現錫礦化作用是與活動的酸性岩有成因上直接的關係，然後，於此情況下含礦岩石實質上是在其他條件下形成的。岩體本身之形狀及其結構之特徵——緻密的無斑隱晶質的霏細岩的發育——證明了此地有近地表的岩體，可能還是火山口，和這種概念一致的是在霏細岩岩頸周圍火山角礫岩有廣泛的發育。可以想像，含礦霏細岩岩頸的上白堊紀噴出岩的通道。而霏細岩本身爲火山岩相的石英斑岩。必須指出，在霏細岩岩頸之成份中局部見有石英斑岩類型之變種，而在某些地段內看來有早期花崗斑岩的特徵。

在霏細岩岩頸外圍，含有錫石的綠泥石硫化物脈狀礦帶，以及



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

形成網狀脈的綠泥石含錫礦細脈都很發育。這種生於霏細岩體外圍之礦化同霏細岩本身中在空洞內的錫石一樣，與霏細岩有着直接的關係。

根據馬里雅諾夫斯克花崗岩體[1]與基羅夫霏細岩岩頸之對比，可以得出結論，年輕的上白堊紀或第三紀(?)岩漿輪迴不論是侵入岩或噴出岩均爲含錫的。從這一結論可以進一步的推測到，在深處很可能有大的酸性岩漿源存在。在某種情況下，此岩漿源直接與地表相聯，而在另一種情況下，與還未達到地表的盲裂隙相連。後者形成馬里雅諾夫斯克花崗岩類型的侵入體，這一類年輕的上白堊紀和下第三紀(?)之侵入體也沿着中央構造綫發育，此構造綫界於錫霍特-阿林古生代複背斜帶與組成複向斜的中生代沉積發育帶之間，沿這一大構造綫分佈着成串狀延伸的大花崗岩體，於岩體範圍內局部見有含錫石的偉晶岩，以及含錫雲英岩(錫南恰，西比恰)。與這些岩體的晚期轉生岩——酸性白崗質花崗岩有關的有中依曼含礦地區的錫石——石英礦床，無疑地，這些礦床與花崗岩侵入體有成因上的關係。含礦石英脈局限在花崗岩附近，最有趣的是這些石英脈被石英斑岩、花崗斑岩、霏細岩——含礦侵入體的轉生岩之細小脈所切割，根據富含黃玉判斷，礦床是由高溫熱液的和氣化物所形成的，在某些地方富含大量的氟(札貝托礦床)。

看來，東部或邊岸帶礦區的某些礦帶是與上白堊紀或下第三紀近地表的酸性侵入體有關。其中，屬於這一類的首先有蘇德諾夫地段的礦化現象，這裏礦化的活動來源是文象斑岩的岩枝，花崗斑岩本身與上白堊紀噴出的石英斑岩的某些變種在構造特徵上很相似。用氬法測定其年齡爲 90 千萬年，所以，差不多接近於馬里雅諾夫斯克岩體之含錫花崗岩。可能，在這種情況下有近地表與上白堊紀噴出岩類似的岩株。文象斑岩切割上白堊紀斑岩，而同時在含礦文象斑岩的沖刷面上產有博戈波里(?)始新統之第三紀長石斑岩，以致能够估計花崗斑岩本身及與其有關礦化作用的時

1) 根據 Н. И. 波列娃婭的資料 (1955)，用氬法測定馬里雅諾夫斯克岩體花崗岩的年齡爲八千萬年。



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

代是上白堊紀——下第四紀。

與花崗斑岩有關的礦物元素組在這時是十分複雜的，除錫石外還見有輝鉬礦、黑鎢礦和輝鉍礦，因此，礦區爲石英建造的特殊典型代表性(基本上是石英岩和石英脈)，而局限在文象斑岩株內，似乎是自生氣成作用的結果。氟化合物在氣化物成份中起着重要的作用，有交代的黃玉螢石脈的存在就說明這一點。

同時在較晚期階段中有電氣石脈和電氣石-綠泥石脈生在文象斑岩岩株的外接觸帶上。

在一些地區確定的和在另一些地區所見的次火山岩相含錫的標誌，可以批判地去重新考慮上白堊紀噴出體廣泛分佈地區可能的含礦情況。可以想像，與上白堊紀和第三紀酸性噴出岩有關的礦床實際上比現在我們所知道的分佈還廣。可能這裏還有一些類似於小興安嶺的礦床在上白堊紀噴出岩發育的地區中，這類礦床爲不規則形狀之交代礦體，一般在噴出岩地區還未清楚區分出來，在出露不好的情況下，可能會被遺漏掉的，在普查次火山類型的礦床中，必需仔細的注意所有褪色褐鐵礦化、以及噴出岩其他蝕變標誌，這些標誌普遍的出現在濱海地區，而且過去是估計不足的。在噴出岩發育的地區，此種礦床與火山岩系的晚期相有關，完全可能沿着構造破裂而出露，該構造破壞極其清楚的出現在黃鐵礦化帶中，有各年代的岩漿岩，主要在噴出岩的分歧和發育帶中。

同時濱海地區大部分已知的錫礦床是與深成活火山源有關的礦床與活動侵入體之直接關係常常不能確定。於是成爲礦床成因上之各種不同見解的基礎。某些地質家們完全否認這些礦區與花崗岩在成因上有關，並推測礦化作用的來源是很深的玄武岩"源"(希普林 1950)，M. A. 法沃爾斯卡婭 (1955) 是其他觀點的代表者，她認爲礦化現象是與白崗質花崗岩有關。Э. П. 依佐赫認爲第三紀礦床與花崗岩有直接的關係，他對北部地區——比金和阿穆爾上游——確鑿地證實了礦化與白崗質花崗岩的關係。根據 M. A. 法沃爾斯卡婭和 Э. П. 依佐赫的資料來看，第三紀侵入體是複雜多相的雜岩體，是從基性較高的花崗岩類到白崗岩止。錫



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

礦床正是與第三紀岩漿岩組之最晚期酸性岩有關。Э. П. 依佐赫的資料很確切地說明了礦化現象與花崗岩類的岩體有關係，在他所研究的地方，礦床或者分佈在接近不大的多相花崗岩體的地方或者分佈在未出露的岩體的接觸變質帶內。同時礦化現象是有規律地隨着侵入體的距離而變化的。在花崗岩體內出現雲英岩和石英網狀脈，在近接觸帶有時爲電氣石帶所代替。離含礦侵入體較遠的地方分佈有富含綠泥石，有時硫化物的礦床。Э. П. 依佐赫確定了這"典型的"水平分帶後就作出關於各種建造的礦床等的成因關係的結論。

在第三紀金屬成礦帶較南部幾個地區（奧爾加和捷秋欣地區）礦化作用與一定的侵入體關係不很明顯，或往往完全不明顯。這裏比較明顯的是奧爾加類型的矽嘎岩礦床在成因上與符拉基米爾岩基的灰色花崗岩有關。對這些礦床 Г. М. 洛巴諾夫有詳細的研究，她指出，這些礦床分佈在受構造破壞的花崗岩與灰岩的接觸帶中，受同一侵入岩組的細晶岩脈所切割。顯然，矽嘎岩型礦床是第三紀礦化作用早期發育階段之一。錫石-矽酸鹽和錫石-硫化物礦床大部分距大的侵入體相當遠，其中礦體及與各種成份之岩牆共生有斑岩、閃長斑岩岩牆和局部霏細岩岩牆，在某些地段中出現有不大的石英閃長岩侵入岩株和小的隱晶質英安岩體。

М. А. 法沃爾斯卡婭在許多礦區觀察到不同年代的侵入體不是一次地出現後而作出結論：在同一地段中岩漿是多次重複侵入的。非常的明顯，裂隙性增加的地段像大部分礦床一樣是岩漿源與地表不止一次相聯的"通氣孔"。在空間上與礦體共生的小侵入體在近代侵蝕切割上通常與成礦化現象成因上沒有直接的關係，因爲這些小的侵入體是比較早期，而個別爲較晚期的隱藏在深處的侵入體轉生岩。然而在某些礦區內發育有接觸角岩帶。於是可以推測在這兒的深部產有較大的侵入體（斯大林礦床）。可能如在北部地區一樣，不同成份的侵入體是多相的，在早期相中是基性成份增高的花崗岩類，而在最晚期相中却是花崗岩侵入體的派生白崗岩。實際上在某些礦區附近，我們也見有閃長岩體和岩牆狀的



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

大石英斑岩岩體，可能是類似隱藏在深處的酸性含礦侵入體的近地表的產物，其中屬於這一類的有岩牆狀石英斑岩體，此岩體切割始新統的噴出體，據 P. E. 奧斯特羅烏莫夫的調查，此岩體延至斯大林礦床的南部。這些礦床從垂直和水平方面都離大的侵入體較遠，其年齡看來比奧爾加地區的含礦矽嘎岩要年輕，可以推斷這些礦床是在始新統-漸新統時期形成的。而在礦區的成礦前與成礦後的安山岩和玄武岩的岩牆正是說明這一點，這些岩牆大概可以和下伏於始新統-漸新統沉積的安山岩和玄武岩的蓋層相當。

由邊岸帶礦床與脈狀岩牆在空間上有固定關係，可以得出結論，在這些地區任何岩漿岩成小侵入體出現均是有利於普查金屬礦床的標誌，因爲含礦溶液和岩漿都利用了同一部在破裂前厲害的地區產生的裂隙管柱，一般是在不同方向的斷裂交錯的地方。

這樣，雖然在現代侵蝕面上，我們經常看不到活動的侵入體——成礦作用直接的"始祖"——但是在找尋礦床中，岩漿控制在這裏仍能起一些輔助的作用。然而，在本地帶中主要成礦控制因素不是岩漿作用，而純粹是構造因素——斷裂帶和特別是交錯地段。關於作爲找礦標誌的岩牆以及控制成礦的斷裂控制的影響問題將在另一章中敍述。

岩漿作用以及成礦作用的特徵，如所談的那樣，不僅與圍岩的成份，同時還與構造條件有關。構造情況在不同的構造岩相帶中是各異的。例如：在錫霍特-阿林的複向斜內，以及在中央"盲"構造綫內，含礦侵入體是在較穩定的情況下形成的，於是，基本上也決定了具有晚期的連續分異的專門的含錫白崗岩。同時在別列戈夫斷裂帶上岩漿出現的構造動態完全是另一種情況。這裏與地表相連的"開"斷裂網發育很廣泛。結果是多次的火山作用發育。在火山作用長期發育的基底上，淺成侵入體的形成僅是短期幕的。侵入體本身在空間和時間上都與典型的噴出岩有密切的關係，有時侵入體可能直接過渡爲噴出岩。

完全明顯，在這些條件下經常是不含產生呈含錫白崗質花崗岩的岩漿分異體。這裏金屬礦床與分異不全的花崗岩有關的，一



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

部份看來是在侵入體形成的早期階段形成的。矽嘎岩被細晶岩切割就說明這一點。這種情況下含礦溶液本身具有複雜的成份。其中除錫外還有其他金屬：鉛、鋅、鐵、砷、銀、銻等等。因此，產生了成份上複雜的綜合的錫石-硫化物礦床，而在成礦過程較低溫的階段內——成含錫很少的鉛鋅礦床，還不含有錫。在石灰岩中出現成礦作用的地方，高溫鉛鋅礦床非常發育。實際上不含錫。

如上所述，研究礦床礦物成份給我們得出一個結論：礦物組成部份的遷移形式，在這種條件下是非常獨特的。根據硫鹽類廣泛發育的情況我們可以推測金屬元素(其中有鉛、錫)不僅是沉積，而且遷移都是呈硫錫類型的複雜的絡離子的形式，衆所周知它極易溶解在鹼性溶液中。這些化合物溶解度很高時，含礦溶液能够從活動的岩漿源分離到很遠的地方去。於是，這就確定了礦化沿垂直方向延伸很遠，上面提到這些礦床的上部達近地表層位，下部降到很大的深處，這證實了，在溫度和壓力是同一狀態下含礦周圍之裂隙的間距其上部達到近地表。

無疑地，錫石硫化物礦床是生於於開斷裂和見有噴出岩的地區，此種情況出現，在世界的許多含礦地區內，在這方面濱海含礦地帶也不例外。而且有更多的事實材料證實了共同的實驗性的規則。



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

# 第七章　礦體與玢岩岩牆之關係

濱海地區多金屬礦床，以及錫礦床，在空間上經常地與玢岩岩牆緊密地共生，常常岩牆像礦脈一樣，是沿着同一裂隙而分佈的，有時是成礦前的，有時却是成礦後的。Ф. К. 希普林(1950, 1956)根據礦體與岩牆在空間上有密切的直接關係，而作出推測，認爲岩牆和礦體直接與一般深成玄武岩之岩漿源有關係。M. A. 法沃爾斯卡婭(1955)提出了另一個觀點，她認爲不管是岩牆或是礦體都是花崗岩侵入體的派生體。最近 M. П. 馬捷里可夫提出了自己的推斷，認爲錫礦脈是與花崗岩有關，同時玢岩是與一種從深部玄武岩類源流出的玄武岩漿有關的。

我們現將問題確定爲二方面——玢岩岩牆本身之產生及其與礦脈有關的特性。

首先應該指出，在濱海地區有年代上及成因上不同的小侵入體，並且見到三種成因類型的小侵入體：1）酸性和中性噴出岩覆蓋的火山口。2）花崗岩體的轉生岩和岩枝。3）斑岩岩牆，它既不和花崗岩侵入體，也不和噴出體發育地區直接發生關係。後者分佈面積很廣，趨向於斷裂帶，看來與深部玄武岩漿的源有關。其特徵是岩漿作用的每個時期都有一系列的火山口岩相，花崗岩體的岩牆轉生岩和玢岩岩牆等。因之，不同成因的小侵入體在各時期都重覆着。

各種類型的小侵入體都有自己形狀上的特點：

1）不同年代之酸中性噴出岩的火山口岩相，常常以岩頸出現，經常伴隨有很多的火山角礫岩。有時，這些大的岩牆富含各種成份之捕獲體，這種捕獲體使本身岩石具有凝灰狀的外形。火山口岩相經常從外表和岩石上與噴出岩很相似，只是晶出程度有很大區別。

2）直接與花崗岩類侵入體有關之岩牆，是具有各種不同的成



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

份：在一些情況下由閃長岩組成；在另一種情況下爲英安岩；第三情況爲霏細岩、文象花崗岩、花崗斑岩和石英斑岩，或者，其次爲長英岩和偉晶岩。

在這些不同的岩石之中，有各種成份侵入岩的裂隙岩枝——花崗岩的，閃長岩的，甚至花崗岩侵入體的晚期派生體。第一種見於頂盤的岩石中，第二種却產於侵入岩內，或者距侵入岩不很遠的地方。這些岩系具有平緩的岩脈，生於花崗岩節理裂隙中，以及分叉脈和細脈，其形成是與該岩漿在一組小裂隙中富含揮發活動岩漿的侵入有關成份。

3）第三類：對我們來說這類是最有價值的，是一種與礦脈共生的玢岩岩牆。這一類岩牆之產生的正是爭論的主題。

玢岩岩牆之產生。關於玢岩岩牆之產生我們應聯想到 Ф. К. 希普林和 М. П. 馬捷里可夫的看法。其實，很多資料都談到了，岩牆絕大部份是深成岩漿源的派生體，並不是與某一定的當地的花崗岩侵入體有關的，如前所述，首先，這岩牆在花崗岩體周圍並不形成密集的現象，一般是產生於區域斷裂中，並集中在裂隙發現的帶內，帶的走向主要爲西北，有時爲南北走向。岩牆之區域分佈和生於大斷裂帶之中的情況，可以說明是形成岩牆之岩漿來源是深成的。另一方面，玢岩岩牆在成份和結構上各處均很一致，這就與岩牆同局部被絕緣的岩漿源有關之概念不是一致的，然而證明了岩牆產生於同一時出現在較大面積內的唯一岩漿岩組中。

同時，還應該指出，此地還沒有像中亞細亞或者亞洲東北部已知的那樣大的岩牆帶。此地之岩牆常常形成較大的絕緣體，生於北西方位的裂隙中，我們僅在某些地段才見到岩牆帶，有時見到一些岩牆，是由於岩漿重複的侵入到同一裂隙中或者一組附近的裂隙中而形成的，例如錫南恰地區，這些岩牆帶延長到 7—10 公里，可能還要遠些。個別"分散"的岩牆也延長達數公里，有時只幾百米，厚度較小由 0.5 米至 1.5 米之間，岩牆走向主要爲西北方向，個別的岩牆沿其他方向的裂隙而分叉——東北或南北方向。畢竟，在某些劇烈破碎的地段中，也能見到分岐的岩牆，它們將破碎的岩



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

塊膠結起來，沿一組交錯的裂隙形成了細小的網狀。這種岩牆形狀上的特徵，說明了岩漿的侵入是在一般引張的狀況下。

提到切割噴出體的岩牆帶的存在，我們可以作出結論，岩體能够達到地表，不僅沿着盲裂隙，同時還沿着剪切裂隙分佈。實際上很難推測到，我們在錫南恰所看到的岩牆帶是很快向上尖滅的。有許多資料說明：岩牆切割最新的厚度特別大的岩層，且接近地表。根據玢岩岩牆的成份與新的下伏於始新統-漸新統沉積之噴出體的比較，可以推測到，許多在含礦區內廣泛發育的岩牆是一種同一種岩石，有時這種覆蓋的根部基本上爲安山玄武岩的，往上爲玄武岩。這個推測似乎在謝爾巴科夫地區找到了直接的證實，И. Н. 托姆松指出，這裏玄武岩的上盤和岩牆有直接的關係。如果這個概念被證實了，就可以更準確地鑑定出礦脈的年代，此種礦脈在空間和時間上與玢岩岩牆交錯。

岩牆和礦脈的關係。在礦區我們經常見到礦脈和岩牆在空間上有着密切的關係。如上所說：岩牆常與礦脈分佈在同一裂隙之中，不過有時岩牆是比較早些——成礦前的，有時穿過礦石而使其變質。我們聯想到礦脈與岩牆交錯的例子，錫南恰礦床是獨一無二的非常明顯的例子。如前所述，這兒於石英斑岩中見有狹長的岩牆帶，分佈在北西走向的斷裂帶上。玢岩穿過礦體，且可以斷定，在礦脈形成後有四、五條連續的岩牆侵入發生。最大最早的岩牆是由安山岩成份的岩石組成。從岩相上這種岩牆可能是石英斑岩(在礦上這種岩石叫微晶閃長岩)，更晚期的三條岩牆具有玄武岩成份，互相間非常相似，實際上沒有什麼區別。無疑地，它們是重複的貫入體。

在礦石沉積後，很快地在礦物膠凝體完全結合前就發生了岩牆的侵入。經詳細的研究礦石後，表明膠凝體的晶出作用與岩牆所引起的礦石變質作用是同時產生的。

在每個後來的岩牆內硬化帶的存在證實了，此地岩路之重複貫入體被長時間間歇所分開，這一間歇時間足够使岩牆冷却。

因此，在錫南恰我們所見，岩牆並不是同時發生的。其形成的



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

時間是很長的，且有玄武岩岩漿重複貫入體產生，可能在錫南恰也有某種成礦前岩牆，該岩牆擋住了含礦溶液，而使厚的原生礦脈形成。

赫魯斯塔里礦床中礦石和岩牆的關係也是很有意義的。這裏石英綠泥石錫礦脈在空間上和時間上是與岩牆緊密交錯。其中一部分岩牆是成礦前的，第二種是成礦間的，第三種似乎切割礦石。其關係在斯大林礦床中看來是互相類似的。A. И. 阿列克桑得羅夫認爲這裏有成礦前和成礦後的岩牆。在其他地區（溫琴礦區，依萬諾夫礦區等）僅見到成礦前的岩牆。

然而，我們所看見礦石和岩牆之關係在各個礦床內是不同的。顯然，這就可以斷定，岩牆和礦石是在某一相當長的時間內互相交替地發育。

從錫南恰的例子中可知，在濱海地區有四組以上的連續似乎在時間上相近的岩牆貫入體。像以上所談，礦石並不是同時產生的。於是這種礦石和岩牆之不同關係完全是自然的，這種關係在各個地區都能見到，這裏是否能正確地提出，各含礦面積有一種岩牆和礦體一般的形成次序系統。

我們見到岩牆和礦石在時間上是交替的可以得出關於有節奏的構造運動與一般伸張和壓縮週期交替出現的結論。從膠結切割裂隙中破碎岩石的岩牆的形狀上，就證實了 Ф. И. 沃里弗松關於岩牆形成條件的觀點。可是，岩牆和礦脈交替的無可懷疑的例子，使我們認爲，壓縮和伸張的時間是互相交替的，而且構造發育本身的過程是在造礦期的，顯然這就有着脈動的性質。

我們已談到，Ф. К. 希普林根據岩脈同岩牆經常在空間上的關係而作出了結論，認爲都是深成的玄武岩體的派生體。關於距侵入體較遠的礦床之礦化活動來源的問題，當然還不能單獨解決，各種假說都是合理的。至於成礦與火成岩之關係前面已談過，現在我們重新提到這個重要的關於闡明礦石和岩牆之間相互關係的問題。

我們認爲，礦體同岩牆單就空間的關係遠不足於作出關於成



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

因和共生關係的結論。事實上經常從空間上與礦脈共生的還不單是玢岩，而且還有其他類型的岩石——形成岩牆的霏細岩，此種岩牆有時在同一種裂隙中和礦脈以及各種小的岩株和花崗岩類成份的岩牆在一起，後者爲花崗閃長斑岩，閃長岩，文象斑岩，英安岩及其他岩石等。這些多相侵入岩很明顯爲一種隱藏深處的花崗岩類岩體的岩枝和轉生岩。根據包含在玢岩岩牆中之花崗岩捕獲體，我們可以斷定在深部層位中存在有花崗岩。

於是礦石與各類型的火成岩在空間上一起出現，不能作爲確定礦體與一定的侵入體有直接關係的依據。

如上所述，對濱海地區的錫礦床之研究使我們得出結論：熱液礦床是同花崗岩類的侵入體有一定的成因上的關係，而不是與深成玄武岩源有關。至於石英錫石礦床，石英脈和云英岩，這種關係毫無疑問的是不值得爭論的。對於過渡的電氣石的和局部綠泥石類型錫石矽酸鹽礦床同花崗岩之關係已非常清楚的，關於錫石-硫化物礦物是一種錫礦床和多金屬礦床之間的中間環節，其關係是完全可以想像的。實際上，局部見有由錫石-矽酸鹽礦床過渡到富含硫化物的礦床，該硫化物出現在含礦岩體附近的礦化暈邊緣上，而有時分佈在新的交錯的裂隙中。根據錫石石英建造，錫石矽酸鹽和錫石硫化物建造之間直接過渡的存在，我們對錫石硫化物礦床可以得到一種成礦同花崗岩有關的假說。同樣地貧錫方鉛礦-閃鋅礦床也包括之，此類礦床是唯一的礦床系中最低溫的一環。

我們同 M. П. 馬捷里可夫一樣，認爲濱海錫石-多金屬礦床與花崗岩有成因上的關係的概念，證明礦脈同玢岩岩牆之交替是成礦控制斷裂同花崗岩類的岩漿源，以及較深成的玄武岩源的交替通道。如上所談到，這種通道正符合壓縮和伸張時期的交替。在壓縮時含礦溶液從正結晶的花崗岩體中"擠出"，在伸張作用時期給由玄武岩源體上升的玄武岩類岩漿擴開了通道。

據 П. Н. 克魯泡特金(1954)的推測，可能在壓縮時期含礦溶液由晶出的花崗岩內靠浸透花崗岩體的顆粒間液體或空隙間液體而產生。



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

我們否認礦體和岩牆在成因上的關係，但也應指出岩牆出露是找礦可靠的標誌，一部份岩牆的存在是證實了裂隙的存在，這裂隙可能被含礦溶液所利用。當溶液和岩牆在同一裂隙時，岩牆作爲成礦的屏障，並利於穩定的和延續的礦體的形成。



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

# 第八章　形成礦床的深度

濱海礦床基本上是淺成的。對年輕的或者是受侵蝕很弱的含礦區來說礦床也多是淺成的。但值得注意的是，不僅僅第三紀的，而且比較古老的礦床大多數也都是淺成的。因此即使是沃茲涅先斯克礦結中的上古生代礦床也有很多這樣的特點，根據這些特點就可以把這些礦床列爲淺成礦床一類。例如在這裏典型的淺成產物——礦石的膠狀結構和構造分佈很廣。有利於這裏礦床淺成說的還有獨特的鐵質碧玉類——含氫氧化鐵的矽質脈狀產物的發育，這些產物一般認爲是熱液生成的(?)。可能因爲烏蘇里-興凱地帶在成礦期後有其獨特的發育特性，而使得這些比較淺成的產物避免受到侵蝕。正如上文所指，自上白堊紀開始，興凱地塊就是沉降區堆積區，而不是冲刷區。正是由於這點，這裏的半淺成含礦侵入體和與有關的比較淺的礦床才能未受到剝蝕作用的破壞而保留下來。

在很大程度上這種淺成現象也正是與上白堊紀和第三紀岩漿雜岩體有關的礦床特有的．在這些礦床中廣泛發育有典型的近地表產物，在某些情況下它是與噴出火山口相有關的，在另一些情況下是與深處的含礦溶液有關。

在地質構造方面非常複雜的海濱含礦區的各個地帶中發現有不同深度的產物。在中央構造綫（центральный структурный шов——一地名）的巨大花崗岩侵入岩體中，有比較深成的偉晶岩脈。在不太深的但顯然距地表也相當遠的地方，在穹形背斜構造的中心部分形成了奧爾加地區型的矽嘎岩。可以很清楚地看出來，這個礦區被侵蝕的深度比相隣的捷秋欣礦區深得多。

就在同一個海岸帶的褶皺軸部的沉降區，也發現了上部已接近地表的礦床。

關於淺成作用，我們可根據該礦床的礦化作用已達到第三紀



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

噴出岩覆蓋體的情況來判別，因爲噴出岩本身的厚度很清楚是不大的。捷秋欣矽嘎岩多金屬礦體是屬於這種淺成類型的，因爲這些礦體的上部已接近第三紀安山岩覆蓋體。錫南恰礦脈的上部顯然也在不太深的地方，在上白堊紀的噴出石英斑岩中形成，謝爾巴科夫卡礦脈及其它礦脈也同樣是在不太深的地方形成。這些接近地表的礦床只稍微受到現代地表的侵蝕。

根據目前開發濱海礦床的深度（開採工作已進入地下相當深）來考慮礦化深度的問題，就具有特別重要的意義了。但對這個問題還沒有足够的研究。在這裏我們只對垂直分佈的礦化作用作一般地闡述，並以最鮮明的已有了解的實例爲依據。

當談到礦化深度和礦化作用的分帶性的時候，首先我們應當指出，分帶性以各種不同形式出現在鄰近花崗岩侵入體（或者是火山口相的噴出岩？）的礦床中以及距侵入體很遠的礦床中。在第一種情況下，甚至當礦化作用的源泉位於侵入體的內部時，礦床也往往呈水平帶狀分佈，很清楚，這首先是由於在尚未完全冷却的侵入體的周圍有等溫外壳的存在。與這個溫度分帶性相應的是構造分帶性，後者是由於溶液成分在一定時期內發生變化，而大量裂隙逐漸向內接觸暈圈的邊緣擴展而形成的。因此，這樣就可說明沃茲涅先斯克礦結的水平帶狀分佈的現象，因爲此處錫石石英礦床分佈於花崗岩體中，而較晚的錫石矽酸鹽礦床却延續到相當遠的外接觸帶中。在這種情況下垂直的帶狀分佈是否相當於水平的帶狀分佈我們不能斷定。但無論如何在一個礦床或者一個礦體範圍以內，垂直的帶狀分佈是沒有的，首先這是因爲這裏的許多礦床中任何礦化現象在順着垂直方向分佈上距離都比較短。

濱海地帶離岩漿源很遠的礦床則是另一種情況。這些礦床延續相當深，達 300—400 多米，常常看不到礦化作用終止的標誌。但在這一段礦化地帶也可看到礦體成份隨着深處高溫礦物數量的增加而有所改變。因此在斯大林礦床，越往深部方鉛礦漸少而磁黃鐵礦則漸多，有些地方早期高溫石英也增多。在這種情況下值得注意的是這種變化是沿着水平方向出現的，也就是低溫礦物的



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

數量，特別是方鉛礦的數量，距礦田中心和麥德維伊山的接觸角礫岩"點"越遠就越多，雖然，這些礦物是在隱蔽的侵入岩塊上面發育的。這時垂直分帶和平行分帶同時出現，這兩種分帶現象都可以用成礦沉積時溫度發生變化來解釋。

捷秋欣類礦床的礦化作用就有這樣的變化，例如這裏方鉛礦的數量在深部層位中即顯著減少，而閃鋅礦只略有減少。在錫南恰礦床中我們也看到了這種情況，在這裏深部層位中方鉛礦和"假像冰磧岩"（冰磧岩分解後的產物）的數量也大大地減少，而閃鋅礦的數量幾乎未變。在該礦床深處黃錫礦是明顯的混合物。

所有這些礦床的礦化作用都有類似的變化性質，這說明了這種變化現象是有共同的原因的。很清楚，在這裏溶液的溫度起着決定性的影響，這種溫度在較長的垂直間距中是不可能不降低的。此外，在這裏侵入體影響岩石發生熱度的現象並不明顯，而溶液必然應在與圍岩（在接近地表層位中已是相當冷的）接觸處冷却。

關於侵蝕的分帶性

當我們指出成礦作用沿垂直方向發生清楚的帶狀變化的特徵，特別是談到距活動岩漿源很遠的濱海帶礦床中看到的這種特徵時，不能不提出現代地表上所看到的礦化作用對侵蝕面的依賴關係的問題。因此就在新的基礎上提出了大地區的帶狀分帶性的問題。在年輕的噴出岩形成的濱海地帶，例外地出現了最低溫的不含錫的鉛鋅礦床，這種情況，除其它原因外就是由於該區地帶的侵蝕斷面不大，因爲它位於第三紀穹形隆起或者是年輕構造拗陷的翼部。其次在向隆起軸部的方向上有與錫霍特-阿林山軸部相當的錫石硫化物礦床亞帶。

往西，出現了硫化物的綠泥石礦床，再往西，有錫石-石英岩礦床，甚至還有我們在中央構造淺大花崗岩體中看到的偉晶岩。錫石-石英岩礦床是根據絕對年齡[1]所確定的資料來判斷的，因此它們好像已是上白堊紀的(？)。如果是這樣，那就很清楚了，這些礦

1) H. H. 包列維雅所作分析。



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

床是"遭受過"幾次重複的侵蝕。並且在最初，侵蝕現象在中生代複背斜的鞍部進行得最劇烈。因此區就可以說明它們所以有比較深的斷面了。這樣在分析這一帶或哪一帶的侵蝕斷面或是侵蝕分帶性的問題時，我們就應當考慮到侵入現象和成礦現象的時期以及這些帶與各不同時期的巨大穹形隆起軸部的位置關係。

在這個大區域內，具有不同侵蝕面的各個帶中也出現局部的隆起和沉降現象，也就是轉變成地壘的橫向擴大(例如，濱海地帶中的奧爾加短背斜）和橫向拗陷(如上阿爾明拗陷)。這些地壘和拗陷使得上面所說的平行條狀侵蝕分帶性變得不太清楚了。此外，在複雜的鑲嵌塊狀的年輕結構中也出現許多小地塊，這些小地塊對一般的地面高度來講有時略微高些，有時略微低些。這自然會引起不同深度的礦床在分佈上發生更大的"混亂"，但終究還未將我們發現的侵蝕分帶性完全遮掩。

從侵蝕分帶性的觀點來講，可以把遠東濱海噴出岩帶看成有希望普查出未露出地表的礦床的地區。

現在完全有根據認爲，像錫南恰和捷秋欣一類的礦床，只是其上部才剛剛接觸到侵蝕面。在噴出岩覆蓋體之下應該還有很多這樣的礦床。爲了對這些礦床進行普查，必須對噴出岩區的和短背斜的邊緣地帶進行調查研究，因爲在這裏噴出岩的下部覆蓋體已被揭露（圖 3）。同時也必須對整個短背斜上的噴出岩的底部填圖，並確定出沉積雜岩露出的地區。後者常常是一些地壘（這在事先即可證實），也就是利於成礦作用進行的斷裂破壞帶。因此在噴出岩區對地壘狀地塊進行普查是有着雙重意義的，因爲這個地區一方面是利於礦化作用的噴出前的沉積雜岩最易形成的地區，另一方面又是含礦溶液最易到達的裂隙很多的地塊。

同當時應用地質構造、地球化學和地質制圖等方法時，必須對噴出岩覆蓋着的礦床進行普查工作，同時還要考慮到有利的構造的礦化標誌。

這樣一來，例如南部濱海地區，我們就看到礦化作用呈帶狀分佈的問題是很複雜的，而帶狀分佈現象的本身也是多種多樣的，可



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

以有各種不同的原因來解釋。只根據某一種已提出的公式來了解這個帶狀分佈是不可能的，無論是艾孟斯的(1933)，斯米爾諾夫的(1937)或是畢利賓的(1955)任何一個人的假設都不行。他們每一個人只指出了現象的一方面。艾孟斯指出了溫度的影響，斯米爾諾夫指出了構造的因素。其實這些影響、因素是相互結合的。最近幾年來對溫度分帶說給與粗暴的否定而流行脈動分帶說，這無疑是一個錯誤。

礦床的礦化作用沿垂直方向發生類似的變化，無疑這可作爲溫度分帶性的一個證明。曾被斯米爾諾夫詳加描述的受構造控制的脈動帶，一般是以溫度分帶性爲背景表現出來的。應當着重指出，脈動帶是長期在包圍礦體的裂隙本身不斷發育過程中與其同時發育起來的脈狀體所特有的現象。對於距活動含礦液源泉很遠並在成礦區的發展晚期所形成的礦床來說，這種脈動帶是很典型的。當推斷深部礦化作用的變化時，必須要對各類礦床進行分類並考慮到上文提出的規律。



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

# 第九章　礦化作用的構造控制，礦結和礦床的分佈規律

這一章不準備談區域縱向斷裂，也就是錫霍特-阿林（老爺嶺）的主要構造綫，它與拗陷和隆起作用是同時產生的並對岩漿產物和金屬礦床的形成條件和過程起了重大的影響。

這裏我們談一下第二級構造的斷裂，它們是直接控制礦結和礦床分佈的構造。

濱海區金屬礦床呈綫狀分佈的規律很早即引起了人們的重視，首先注意到北東走向的礦化控制帶，它相當於背斜褶皺的軸部。沃拉羅維奇（1940）在許多著作中都曾指出奧爾加-捷秋欣地區的含礦帶是沿背斜的軸部延伸的，另一方面，通過對礦田的研究也知道大部分礦體是沿北西走向的裂隙分佈的，因此對北西走向的控制礦化作用的斷裂也有了一些了解。在沃拉羅維奇（1940）最近的一些著作中提出了這樣的看法，即礦化現象有規律地出現在北東和北西走向的構造單元的交叉處，因爲這些構造單元從屬於該地區的一般的構造單元，所以它們的分佈比較規則並形成獨特的幾何網狀的交叉點。

沃拉羅維奇對這些構造單元進行了分析研究並結合礦化作用的一些資料，因此勾劃出可能產生金屬礦床的地區以及有普查遠景的地區。應當指出，沃拉羅維奇當時指出的遠景區，通過以後對這些地區進行的普查勘探工作，已弄清楚其中有許多實際上就是含礦區。

魯薩科夫（1937）也認爲構造斷裂在控制礦化作用上有重大的意義，並確定出北東和北西走向的主要斷裂和與它們交叉的南北走向的斷裂。

由於濱海地區露頭不好，所以礦化控制斷裂常常在很大程度



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

上是根據肉眼來確定的，而大部分是根據間接的地質特徵，如噴出岩分佈面積不廣，侵入岩的露頭和金屬礦床的分佈與確定的。地貌現象如河谷成直綫延伸也勾劃出構造斷裂，所以在這裏它也是鮮明的標誌。

魯薩科夫和沃拉羅維奇的構造圖式最動人的地方就是它的嚴整性，當我們根據礦床的綫狀分佈的位置來判斷的時候就好像這個構造圖式眞的是有自己的根據。然而作了詳細的調查研究工作以後就推翻了這些初步的結論。大部分的礦田經過詳細的檢查工作都沒有發現他們所指出的那些大斷裂，但弄清楚了礦區的特點是小而密集的裂隙很發育，但它們既沒有延伸很長也沒有顯而易見的位移現象。在大多數情況下正是這些小裂隙包圍着礦體。

另外，就是區域性的勘測工作也沒有證實他們兩位所指出的斷裂是存在的。某些地質學家以懷疑的態度對待區域斷裂的看法，他們說，在制圖的時候來確定這種斷裂是根本不可能的事，因此這些地帶只有在發現和研究了含礦區之後才能肯定其有無，所以它們要起找礦標誌的作用就不很大了。

另一方面，批判區域斷裂思想的批評家們指出，只是根據礦床位置一點來劃分出這些地帶是不可能的，因爲只有通過大量的點才可能够把它們聯起來的方向。

例如克魯泡特金根據區域地質構造的研究結果，指出否定這些大斷裂在錫霍特-阿林的一般地質構造中的重大作用。按照他的看法，含礦區是位於小而密集的斷裂出現的地方，而這些斷裂是整個褶皺構造形態背景中的一部分。不過克魯泡特金也指出了斷裂對侵入體的控制意義，特別是對呈顯明綫狀分佈的基性岩和超基性岩體的分佈所起的作用(1953)。但是，必須着重指出，礦化作用控制斷裂的思想，雖然受到嚴厲的批評，但仍不斷獲得發展。實際上，所有分析過某一地區的礦床分佈規律的地質學家們，都傾向採用這種看法。因此馬捷里可夫承認了區域斷裂對礦床分佈的意義，在最近幾年托木遜也予以承認了。



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

當我們指出區域斷裂帶在這裏肯定有發育而且斷裂帶中裂隙的位移幅度又不大的同時，還要指出存在有裂隙較多的區域帶，這些裂隙帶中沒有幅度很大的大斷裂，但按岩漿作用的現象或礦化的現象還是很清楚地可以看出這裏有斷裂正如上文所說的，在中生代褶皺的背景上根據成因和生成作用可以把這裏的這種性質的區域構造帶分爲幾種類型：北東走向帶，北西走向帶，南北走向帶和東西走向帶(圖 3 )。

北東走向帶　這一帶多位於第二級和第三級複背斜的軸部，因此它們受中生代-新生代褶皺山的控制。在這裏發育了許多小裂隙，但有些地方較大的縱斷裂也有發育。但它們發育的先決條件是受到擠壓而變狹窄的複背斜的軸部發生了形變，因爲在褶皺作用過程中這裏的構造應力最强的，而且各種構造層的各種各樣的岩石的接觸和各種機械性能的岩層的接觸對縱斷裂的發育也都是有利的。整個形變作用比相隣的向斜要强得多的背斜帶，也是一些小中型裂隙非常發育的條狀地帶。所有這些裂隙又形成一個複雜的裂隙帶。這種裂隙在褶皺的縱橫拗曲的地方發育最好，拗曲本身(下文將要談到)是從屬於一定的區域構造規律的，常常位於褶皺構造和橫向的和斜向的斷裂相交的地方。

北西走向帶　濱海帶主要是北西走向的裂隙包圍礦脈。同樣在許多含礦區中，如東外貝加爾地區，褶皺軸的橫向拗陷帶往往分佈在一定的北西走向帶中。這個北西走向帶穿過整個的褶皺系統，因此在褶皺的寬闊條帶內也可看到背斜褶皺的軸部同時發生平行的傾沒現象。褶皺軸的這些沉降帶因此也可以由不同時期的岩漿岩——噴出岩和侵入岩——的出現來確定，所以它們也是斷裂型的構造單元。正是這些橫向構造內有大量礦化現象。礦化現象很多的這個條帶沿着普湖遜河(Пхусун)河谷分佈，這裏有許多多半是不大的多金屬礦床，構成了一個很清楚的向北西凸出的第二級的礦帶。分析了這些橫向礦化控制帶的構造之後，知道這裏的北西走向的大斷裂一般不明顯。在含礦區內，許多比較小的雁行狀分佈的斷裂很發育，根據這些斷裂不能判斷任何變位情況，即



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

是地面上極小的(小於10米)位移也不能肯定。這些包裹礦體的裂隙按成因看相當於北東褶皺系統中的斷層裂隙，有些地方沿着這些斷層裂隙也發生剪切性的輕微移動——在位移的初期階段是逆斜斷層型的，在形變的較晚階段是正斷層。但是，這種變位現象往往很不顯著，甚至只有在詳細編制礦區圖和作礦山開採編錄的時候才能確定。由於對礦區的含礦裂隙的形態作了研究，可以得出結論說主要的礦化控制單元是"活化的"斷層裂隙，這些裂隙在發育過程中向變位振幅較大的剪切裂隙轉化。上文提到的整個含礦區的北西走向地帶即是裂隙非常多的條狀地帶，同時斷層裂隙最發育的地方也在塊狀破碎帶，後者多半位於北西向地帶與背斜褶皺的軸部相交的地方。

我們指出北西走向構造帶延伸很長以及它們分佈的區域性以後，可以得出這些構造單元位於很深的地方的看法。在古老岩層發育的地方進行了觀察，了解到北西走向的斷裂在基底古老雜岩體內的確分佈很廣。這些斷裂在這裏由於平行於西北向的古老褶皺延伸，所以是古老褶皺形成過程中產生的縱向斷裂或逆掩斷裂。可能這裏提到的上構造層出現的裂隙帶正是基底大斷裂的反映。這些帶的成因過程如下：沿着早在中生代褶皺過程中發生的基底斷裂發生重新移動的現象，這種作用也反映在穿過古老斷裂的年輕的沉積岩層上。但是，在上構造層中發育的裂隙與其有本質上的不同。與褶皺成垂直分佈的許多斷層裂隙，在這裏的走向都是北西向的。正是這些重疊在褶皺作用中這個方向的裂隙，沿着基底的未顯露的裂口又發生了移動。在這些深部斷裂的上部發生了斷層裂隙帶，這些裂隙帶也是我們所指的北西走向的區域斷裂帶。這些細小的大部分呈雁行狀互相連結的斷裂裂隙作用不止一次地重複着，就是作用着的力略微改變方向的時候，這裏也不時發生剪切運動。因此後來的熱液礦床正是產在這個又變年輕了的多次發生變動的裂隙中。對各種不同時期地層中的裂隙發育情況作了觀察研究以後得出的結論是：隨着剖面向上，在一定時期內垂直方向的裂隙逐漸停止發育，位移幅度減小，到最上部的裂隙構造



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

層時已不大發育甚至看不出來了。

研究了捷秋欣礦田後，證實了裂隙有多次的還童作用和逐漸向上部層位發育的現象。在這裏，我們看到北西走向的裂隙控制了上白堊紀石英斑岩岩脈。這些裂隙繼一步發展就穿過石英斑岩的覆蓋體，於是就成爲較年輕的第三紀安山岩岩脈和岩頸的通道。第三紀安山岩覆蓋體也受到北西走向裂隙的破壞。礦床內最年輕的礦體和斑岩岩脈就產生這個北西走向的裂隙中。因此，我們發現，北西走向的裂隙是逐漸往上發育的，同時它們不斷擴展和穿透愈漸年輕的雜岩體，在這種情況下，愈向上部岩層，裂隙愈少並愈表現的不明顯。因此，隨着時間的進展，斷裂沿剖面向上發生了遞減現象。也正可以這種斷裂的"遞減"來解說爲什麼在上部構造層中裂隙不顯著，在這裏它們只是輕微地反映出深部的大斷裂。根據這一點研究不同構造層的界綫，把它作爲一個受到不同程度的裂隙影響的岩層的分界面，就有極重要的意義了。在這些分界面上，錯動輕微裂隙很多的上伏岩層彷彿是起了擋住礦化作用的屏障作用。這類屏障首先就是捷秋欣上礦區中的變形劇烈的下中生代和上古生代岩層上部的年輕的噴出岩覆蓋體。

當我們已知褶皺軸的橫向彎曲是位於北西走向帶時，必然得出這樣的結論：褶皺斷裂的各種形態和區域大斷裂彼此是有一定的關係的。究竟哪個是因，哪個是果現在還很難說。托木遜假設橫彎曲本身就反映出底部的深斷裂。

東西走向帶 也是表現非常明顯的區域構造單元。巴申柯(1939)和沃拉羅維奇（1941）當時非常强調這些帶在年輕的始新世-漸新世含煤盆地的分佈上所起的作用。

分析了地質圖和礦產圖以後得出這樣的看法：東西走向的斷裂帶在侵入體和上白堊紀和第三紀噴出岩分佈區以及第三紀晚期玄武岩區的分佈上也起着主要的作用。伊伏利也夫曾指出，有的地方在東西走向帶中也產有礦床[達杜申帶(Талушинская зона)]。錦汞礦床顯然是濱海地區最年輕的礦床，很清楚地產於東西走向的斷裂帶中。東西走向的構造帶的長距離的延伸以及它們與局部



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

褶皺單元的獨立關係，使我們有可能假定這些斷裂是大構造單元——很可能是基底斷裂——的反映。東西走向帶與北西走向帶不同的地方在於東西走向帶是狹窄的並且沒有交錯在一起的裂隙帶。例外是很少的，主要只在那些拗陷中的褶皺呈南北走向的地方有例外。在這裏斷層裂隙是東西走向的，有時它們也包裹着礦脈(西林礦床)。在另一些情況下，東西走向帶在礦化方面，只有當它與另一走向的地帶穿插的時候才有意義，因爲它們是這些交錯地區裏裂隙發育的先決條件。

西北走向帶　無論在形態方面或成因方面這一帶都還沒有進行過研究。正如上文所指，魯薩科夫(1937)曾認爲南北走向的斷裂是在北西走向和北東走向的主要斷裂的交錯帶發育起來的。但我們可以指出，有的地方南北走向帶有時延伸很遠，因此好像它們與其他走向的斷裂的部分交錯無關。這樣，就出現了一定的南北走向的條狀帶，在這些條帶中有褶皺拗陷存在，而這些褶皺拗陷把北東的走向改變成近於南北的走向了。因此，有些拗陷中也有非常大而延伸很遠的南北走向的斷裂，這些斷裂在這些地區中都是褶皺翼中的一個縱斷裂。這類拗陷褶皺我們在赫魯斯達爾礦床中發現過，而且在諾沃莫納斯達爾含礦區中也曾看到。但必須指出，南北走向的斷裂在這裏也有，一般是分佈在狹窄的褶皺拗陷帶中，而且這裏的南北走向的裂隙與岩層的走向已成一定的角度。

值得注意的是，在這些情況下，沒發現有大的變位。有的地方可以肯定的確定根本沒有沿南北走向裂隙變位的情況。同時，南北走向裂隙有時延伸很長，也許這些南北走向裂隙是所有斷裂中最穩定的。角礫岩帶和破裂帶就在這類走向的斷裂中。在這些斷裂帶中也有岩脈分佈，有時它們延伸可達數公里長，因此這些岩脈在走向方面是最穩定的礦體。由於南北走向的斷裂分佈非常長，因之使之有可能提出，它們是分佈在大的區域斷裂上面的。

對控制礦化的構造帶進行了闡述，我們認爲只有北東走向帶是與褶皺形變有直接關係的。如果說在橫交和斜交帶以前，那麼，顯然，這些北東走向帶往往與中生代和第三紀褶皺的位置無關，而



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

且相反在某種程度上他們本身就是褶皺形態的部分。這些走向構造帶可能是深部斷裂的反映，而這些斷裂，在上部構造層中，是不明顯的，也就是表現爲在褶皺變形作用中產生的活化的裂隙很多的地帶。

當指出多裂隙的控制礦化帶的重大意義時，我們認爲在進行勘探工作時，特別應注意探查這種裂隙帶，尤其是那些不同走向的斷裂交界的地區，因爲在這些地方塊狀裂隙是非常明鮮的。這些多裂隙帶的確定，主要是根據其中侵入岩有最廣泛的發育，根據噴出岩帶的接觸帶，有時也根據河谷呈直綫的分佈。在地質學研究的現代情況下，預先確定這種裂隙帶是完全可能的。當然，在詳細的研究過程中，必須要驗證這些事先確定的礦化作用控制帶。

這些多裂隙帶絕對不是第二級或第三級的成礦帶，因爲在各種含礦帶中同樣的一些多裂隙帶也可能產有各種金屬礦床，如，在複背斜區的黃金礦床，複向斜中的錫礦床，在濱海帶中的鉛和鋅礦床。由於這些裂隙帶，特別是他們交錯點，長時期的發育和活化，對於不同時期的岩漿岩和含礦溶液是一個非常有利的通道。因此，它們是控制塊化作用的構造單元，而從成礦這個詞的原意看來，就不是成礦單元。

我們所指的多裂隙帶，實際上就是新的單元，這種新的單元無論是在構造學的術語方面，或是在構造學的概念方面還沒有得到反映。我們建議對這個新的單元進行考慮。可以考慮這樣一些斷裂密集的地帶也可能出現在其他的含礦區域中。例如，И. Н. 高爾洛夫的一些著作證實了這種裂隙帶在外貝加爾地區也存在（拉特蓋菲奇，托木遜，高爾洛夫，1957）。這個問題。需要通過系統而詳細地對這些多裂隙帶進行探查，並查明組成這些構造帶的裂隙的具體形態作進一步的補充研究。



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

# 第十章　成礦期及其岩漿作用和礦化作用的特徵

下文我們將簡短地敍述一下呈礦現象在時間上的演化問題和不同年代的礦床在空間上的分佈規律。

濱海區是一個長期發育起來的地區。因此這個地區有不同年代的岩漿及金屬礦床。正如上文所述，不同年代的礦床分佈於不同的構造岩相帶。在濱海含礦區西部，與凱地塊上主要是古生代礦床，中生代侵入體及主要的金屬礦床分佈在濱海區的中部——主要在錫霍特-阿林複背斜區的西部拗陷及其邊界的中央構造綫內。最後，第三紀的礦床多半發育在錫霍特-阿林複向斜區和濱海複背斜區的大陸的東緣沿濱海斷裂一帶。因此自西向東一般可以看到逐漸年輕的岩漿產物和礦產。

然而上文已指出，第三紀侵入體和礦床在本身的分佈上決不局限於含礦區沿岸帶的東部，相互穿插的斷裂遠遠向西沿伸，因而年輕的岩漿產物和金屬礦產彷彿呈重疊的網狀分佈。

一般說來，岩漿作用和成礦作用的特徵是根據時間而變的。既使所有的成礦期都有同樣的元素（如錫、鉛、鋅、金等），但在不同時代的岩層中形成的礦床在形態和類型上也有所不同。

最古老的上古生代礦床與鉅大的深成花崗岩侵入體的晚期分異體有關。而後者與揉皺下古生代礦床的褶皺同時形成，並大致是順向地塊。

礦化作用主要與富集揮發物和稀有元素的花崗岩侵入體的後期分異體有關。於是這些含礦侵入體就產生了錫礦和螢石礦。這些礦床在礦物組分上也不同；在花崗岩和部分砂質頁岩層中發現錫石石英礦，即石英脈和雲英岩，在石灰岩中是含錫的電氣石-硫化物岩脈和交代形成的螢石礦體。後者僅在石灰岩中才有發育。



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

古生代礦床僅在部分地區有發現，即在第二級構造的礦帶中，一般與古生代侵入體有關的錫礦的分佈面積不大。

在古生代含礦岩系中除錫以外還有鉛、鋅礦、以及鐵礦和其它金屬礦。必須指出，在礦床成因方面，對古老的侵入雜岩體的研究工作還非常不够。

中生代的侵入體以另一種形式出現，主要沿中央構造綫、複背斜帶、部分在西部拗陷帶中得到發育。在年青的中生代沉積地區，如西拗陷帶，出現了侏羅紀的同期構造運動的花崗岩侵入體，該侵入體是與褶皺運動同時形成的。屬於該類型的下比金地區的花崗岩中有錫石-綠泥石型的錫礦成礦標誌。實際上與這些侵入雜岩有關的礦床，尚未發現有工業價值的。很可能實際上侏羅紀侵入體的分佈比現在已知的要寬廣些，特別是在複背斜中。但是它們的時代由於那裏沒有年輕的中生代沉積物所以無法確定。

上白堊紀的侵入作用已比較明確地肯定下來，在時間上它們可能多少與濱海斷裂及其他大構造廣泛出露的噴出岩有些因果關係。上白堊紀侵入體的成分中正如上文談到的，不僅發現酸性岩也看到基性岩，後者是在岩漿活動的初期階段形成的。與基性小型侵入體和岩脈有關的成礦作用尚未加以研究。但完全有可能在這裏發現鈦、鎳、鉛礦床。

在複背斜區，特別是在分隔複背斜和錫霍特-阿林複向斜的中央構造綫上，上白堊紀的酸性花崗岩侵入體發育很廣。這些侵入體在形成時間上是與錫霍特-阿林褶皺構造一致的。但如上文所指，在這裏沒看到相應地同期構造地塊，而這種地塊正是回返作用中發展起來的大複背斜特有的。在中生代褶皺作用這些最終階段出現以前，複背斜地區已是堅硬的地塊，該地塊也反映出構造的作用力因而形成斷裂。正是這裏的花崗岩體主要位於斷裂中。可以設想，中央構造綫雖然延伸很長，但未達到地表，因此在任何情況下沿着這個斷裂幾乎看不到噴出岩。也許正是因爲這些花崗岩體產生與地面隔離的"育"斷裂中，所以在某些岩體中發生了依次的分異作用而分離出富含揮發物和稀有金屬——鎳、鎢、鉬的晚



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

期岩漿產物。與這些侵入體有關的是在某些地區主要形成石英建造的礦床，距離較遠的地方往往出現較有希望的錫石矽酸鹽礦床。

最後，產於第二級斷裂中的金礦床與上白堊紀(?)雜岩體的閃長岩侵入體有時與花崗岩侵入體有關，這種金礦床是延伸很遠的細長條礦條。

這樣一來，上白堊紀的礦床是相當特殊的，這是因爲它產於特殊的構造之中。應當指出，這些礦床在複背斜區以外、與其東、西爲界的拗陷帶中也有出現。上白堊紀花崗岩地塊呈帶狀分佈，它與含錫石-鎢的石英建造的礦化現象和分散的金的礦化現象有關。這些地塊分佈在錫霍特-阿林複向斜與複背斜的接觸處。這樣一個地帶，正如上文所說，我們將其劃分爲一個特殊的錫達通亞帶。

第三紀侵入體生成的條件和礦化現象的條件是根本不同的。在這個時期主要發育的是鉅大的常常是"穿透"的斷裂。同時，溝通岩漿源和地表的第三紀侵入體在時間上與噴出作用有着錯綜複雜的密切聯系，因此它們是在構造上不安定的環境中形成的，這點在礦床的特性上也留下了痕跡。與第三紀岩漿作用同時產生的有：距礦化作用活化區較遠的"分異微弱"的含錫、鉛、鋅及其它金屬的成分複雜的礦床。

基本上我們把這種特殊的含礦雜岩體列爲錫石硫化物建造和錫石矽酸鹽建造，它在許多方面都與玻利亞(南美)的礦化現象相似，並勾劃出太平洋礦帶第三紀成礦作用的獨特性質。

正如下文將要談到的，白堊紀和第三紀的礦床不是在整個成礦帶都是同一樣的。各種情況下的礦化作用的特性是以各個礦區的地質構造的特點而決定的。

不同水平的侵蝕面自然影響到現代的礦床的"地形"和現代侵蝕切面上礦床出現在哪一種雜岩體上。這裏侵蝕最深的顯然是複背斜區，它是上白堊紀時劇烈突起的地段。中生代褶皺（與凱地塊）的西部地區是受侵蝕微弱的地帶，因爲它從上白堊紀開始就是沿降地帶，但侵蝕最少的當然是第三紀礦床發育的東部地區，礦床



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

未受侵蝕，上部已接近地表。但是這裏的侵蝕作用也不是各處都相同的，而且除侵蝕較弱的地區外還有侵蝕很深的地區，這主要出現在年輕的隆起的"樞紐"部分和地壘狀的地塊內。



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

# 第十一章　各種金屬成礦的基本特點

我們現在簡述一下不同時期侵入雜岩體中的不同金屬的活動情況，並總結它們空間分佈的規律。

錫　錫礦床是在各個不同成礦時期中形成的，自上古生代即已開始，也可能更早，而結束於第三紀。正如我們過去所說過的那樣，在區域發展的各個階段中，含錫侵入體產在各個不同的構造條件中，因此就引起了礦化作用性質的差別。

最年輕的東錫霍特-阿林含礦帶在錫礦含量方面有極其重大的意義，這個含礦帶產在錫霍特-阿林複向斜區域中。正如我們前面所指出的那樣，大部分錫所以產在這個複向斜中，首先是由於這個帶的岩石特點和在這個帶中發育有厚層的砂質泥質沉積物的緣故，一般說來，這個厚岩層對侵入體的順次分異和這些侵入體中特別有含錫的派生體的分離都是非常有利的。

同時含錫礦的礦床也產在其它構造岩相帶裏，即在輿凱岩塊中，在複背斜中，在年輕的噴出體發育的海岸帶中。但是在這裏它們不向橫寬發展。而是產在比較狹窄的受第二級和第三級褶皺控制的帶中（沃茲涅先斯克含礦帶，基洛夫含礦帶等）。

鉛和鋅　過去對鉛鋅礦床的研究比對錫礦床少。在濱海區露頭不太好的條件中，對鉛和鋅的普查也是相當複雜的事情。因此，我們一般對鉛和鋅在各種成礦帶中的分佈情況了解得是很少的。

鉛和鋅礦床在海岸金屬成礦帶中最發育，這個海岸金屬成礦帶與海岸腹背斜隆起區和別列戈沃斷裂的火山岩覆蓋體帶相重合。在這個帶的整個面積上，發現了許多鉛鋅礦化現象，但在發育於石灰岩的鉛鋅礦床中它們最富集（捷秋欣和奧爾加礦結）。因此，石灰岩發育地區，一般說來面積是非常小的。必須首先對鉛和鋅進行全面的考察。



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

同時，鉛鋅的礦化作用也出現在砂質頁岩層中，主要是呈錫石-硫化物建造的礦床，這些礦床對於提取錫-鉛-鋅綜合礦石是有很大意義的。有的地方，在含錫礦區的邊緣部分，以及在另一走向的裂隙中都產有獨立的具有工業意義的鉛鋅礦床。

最後，正如所指出的那樣，在噴出岩中比較貧的礦帶大斷裂裂隙中的不大的侵染狀礦窠也得到了發育。

上面所說的都是屬於第三紀錫-多金屬礦帶的，對這個帶過去主要是研究了它們的鉛和鋅礦床。但是，對發現鉛-鋅礦床的可能性，絕對不僅限於這個海岸帶。鉛-鋅礦床完全可能在複背斜區域中，在石灰岩發育的地區中（蘇昌區）發現。與凱區古老的礦酸鹽岩石發育的地區所以對鉛和鋅進行檢查，因爲在那裏可能發現平板狀朝鮮型的礦層。最後，鉛和鋅還可能在中國北部多金屬帶的邊緣部分（邊界帶）的黃金-多金屬礦床中發現。

因此，有許多新的地區值得進行初步調察鉛鋅的礦化現象。在這些新地區中的礦床可能與現在已知的礦床有很大的區別。

必須要進行鉛-鋅礦床的普查工作，同時要用特殊的調察方法——地球化學的和地球物理的方法，而且也可同時運用大規模的普查鑽探。只有當這些工作是有方向有目的、並有必要的技術裝備的條件下進行時才可能在大大擴展鉛和鋅的礦石基地方面取得成就。

黃金　黃金礦床在劃分爲錫-鎢-黃金礦帶的複背斜區中得到特別好的發育。在這裏這些礦床遠不是在這個大構造帶到處都有分佈。只在比較隆起的地塊中，黃金礦床才發育得最好，顯然，在這個隆起的地塊中基底岩石產的最近。中伊曼含礦區，有含金現象的上烏拉赫含礦區和南蘇留-納霍特卡含礦區都是屬於這種橫向隆起地塊類型的，這些地塊可能就是地壘，但這些地壘是被東西走向斷裂給局限住了。

正如所指出的那樣，在這些區域中的黃金是產在第三級構造帶中，這些構造帶以閃長岩或花崗岩的小侵入體的發育爲特徵。可能這些含金帶與延展很深的斷裂有關。



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

複背斜區和與在相接觸的複向斜西部的含金礦床，看樣子是屬於上白堊紀輪迴的。在濱海區很可能在噴出岩中產有最年輕的上第三紀礦床，它們與白山的銀相似。

除複背斜外，黃金還產在邊緣地帶中，此帶構成了中國北部含金帶的邊緣。在這裏，已知的礦床直接向南繼續延伸，也就是向中國領土繼續延伸。這是研究得很差的濱海礦區的地段，在這個地段中還需要進行黃金的普查工作。

同時應當指出，要期待在濱海地區中找到大量新的含金區是很困難的，因爲整個地區已不止一次地進行過重砂研究了。以後在濱海地區要發展金礦基地只有去開發還很少研究的原生金礦床。

鐵礦　濱海的鐵礦床有兩種成因類型：1，生於下寒武紀的鐵質石英岩中的沉積變質礦床；2，分佈在花崗岩與石灰岩接觸帶中的各種年代的古生代和第三紀的矽嘎岩礦床。

第一類爲沉積變質礦床，在與凱地區出露有古老變質岩層的地方特別發育。此類礦床下寒武紀矽質岩層的發育帶出現，這個地帶與古老波痕走向一致，向北西延伸，是古老岩層組成的向斜的軸部。

從工業利用和選礦的角度上來要求這些礦床還是研究得很不够的，因這些礦床還未列爲首要的研究對象。可能在與凱地區還會發現產有此類鐵礦床的其他地區，但現在還被厚厚的覆土掩蓋着。要驗證這一推測必須在與凱地區境內進行航空磁力測量。

另一類鐵礦床一般爲反應變交代的磁鐵礦矽嘎岩，其中也包括一些富礦，但基本上爲一些小礦床。這一類各種年代的矽嘎岩磁鐵礦體一般是同一類型的而且互相類似。可能今後會發現矽嘎岩類型的大礦床，要查明這種礦床必須在石灰岩發育的地區（蘇昌和奧爾加）進行航空磁測，或許在年輕的噴出岩覆蓋下可能發現盲礦體。

銻和汞　過去對銻和汞礦現象的研究注意得不够。可是濱海含礦地帶有很多找礦標誌都說明這裏很可能有工業意義的這些礦



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

床。像重砂中普遍分佈石層砂和多金屬礦岩成份中有少量的混合物等就證明溶液成份中汞是經常存在的。

濱海地區銻的出現也很普遍，常在錫石-硫化物和多金屬礦床中組成硫輝銻礦，大量的深斷裂以及成礦作用以後侵蝕切割不深的斷石等也都是在濱海地區發現銻、汞礦床的有利因素。從這個觀點出發首先值得研究的是東西向的斷裂帶或"汞礦綫"，我們目前所見到的汞礦綫是汞礦化的單獨露頭。上文已提到，這些"汞礦綫"處在微微上昇和下降的地塊的銜接處，延長相當遠，穿過整個含礦地帶，切割了一些構造，大概這些"汞礦綫"爲深成和較簡單的綫狀破裂。

看來銻汞礦床和礦化現象基本上爲最年輕的。但，同時這些金屬，特別是銻在較早期的，在中生代礦物組份中已可看到，並密切與金的礦化現象共生。

這裏我們就不打算述及那些研究較差的鎢和鉬的礦化現象。這些金屬常與錫在一起出現或者在無錫的石英建造的礦床中。這些礦床主要發育於複背斜地帶，錫連通亞帶，複背斜和複向斜的銜接處。可能在興凱地塊也會發現這種礦床，這裏在石灰岩與古生代花崗岩接觸處不僅能有希望發現錫石-鎢礦礦床，且能有白鎢礦和銻鉬礦礦床。在這個地區這一岩系組中應繼續進行對鋰、鉭、鈮和其他稀有金屬，以及螢石、硼砂和硼鎂鐵礦等礦床的普查。

從上述簡短的概況可以看出，實質上我們已以此總結了以前所說的關於各種金屬分佈的概念，金屬元素互相是分離的，成有規則分佈，只在某些地方才出現成分複雜的包括各種金屬的礦床。



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

# 第十二章　各個含礦區的成礦特徵

雖然我們根據金屬成分分出了許多不同的成礦帶，但還應當指出，這些成礦帶不是在整個分佈區都是一模一樣的，成礦帶中的各個礦區一般在礦化特性上也是非常不同的。礦化現象的特徵在頗大程度上不僅與決定圍岩成分的縱向構造單元有關，而且也與橫向構造單元有關。首先影響礦化特點的是褶皺脊綫的橫向彎曲，它與區域性橫向斷裂和斜交斷裂有密切的共軛關係，並伴隨有塊狀位移。因此縱向及橫向構造單元的結合就成爲各種類型的礦床分佈不規則的原因，因而某一種類型的礦床常被另一種類型的礦床所代替。

我們現在研討一下礦化作用的特性與局部構造形態的依賴關係，並以東錫霍特-阿林錫礦帶爲例進行分析。這個礦帶在海濱地區延伸約 600 公里，該帶北部最寬的地區寬達 50—70 公里，在其整個分佈地區它的分佈是不均勻的。該帶的最北部直接同哈巴羅夫斯克邊區相接。從構造方面來說，它是以東西走向延伸的橫向比金窪地的北翼。與中央構造綫成銳角椎交的北東走向斷裂在上比金礦區（圖 4）很發育。產有錫礦的相當大的花崗岩體在斷裂帶的扇形地區廣泛發育。

依佐赫（Э. П. Изох）曾指出，含礦的侵入岩是一種多期的岩石，早期是二長岩，中期是花崗岩，晚期是白崗岩。正是這個花崗岩侵入體的晚期產物——白崗岩是錫的活動源地。

正如我們以前指出的，錫礦床就是在比較活動的侵入岩的分佈上表現出一定的分帶性，因爲在花崗岩內部發現有雲英岩，但在有錫石-矽酸鹽礦化現象的地塊的邊緣部分以及在遠離花崗岩的地方則發現含硫化物的錫礦脈，這個礦脈可屬於錫石硫化物建造之列。

複向斜內礦床發育很好。但很可能一方面在橫向斷裂延伸的



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

地區以及複背斜內有這類礦床，另一方面在侵入岩發育的濱海地區也可能有這類礦床。在比金窪地以南的東西向盆地在含礦方面意義不大，因爲這裏大部分是由年青的、礦化作用以後的岩石組成的。

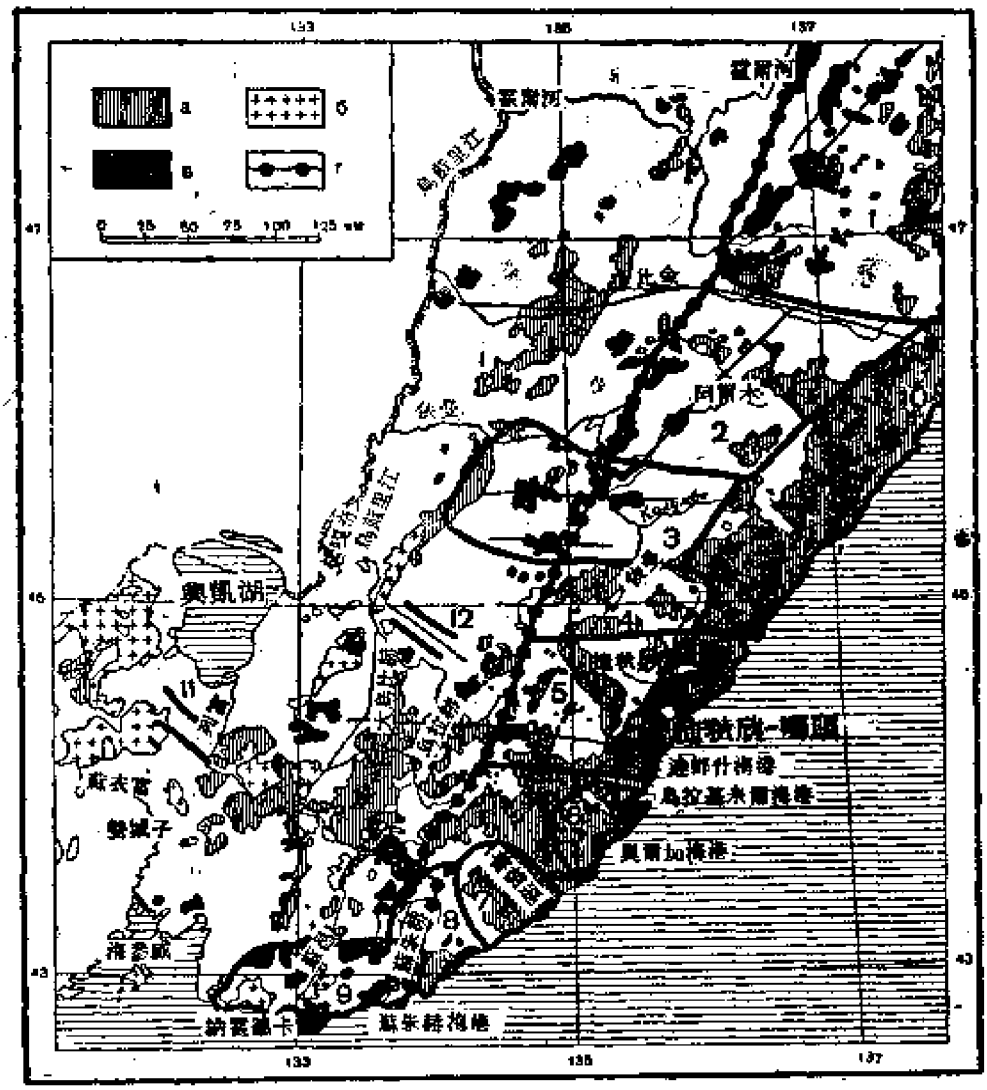



圖 4. 南部海濱含礦區的位置

а. 上白堊紀及第三紀的噴出岩； б. 古生代花崗岩； в. 中生代及第三紀花崗岩； г. 中央褶造綫。

礦區及礦結：

1. 上比金礦區； 2. 上阿爾米礦區； 3. 中伊曼礦區； 4. 上伊曼礦區；
5. 捷秋欣礦區； 6. 奧爾加礦區； 7. 普胡涅-瓦齊礦區； 8. 蘇朱赫礦區；
9. 蘇昌-納雷特卡礦區； 10. 土爾涅礦區； 11. 沃茲涅先斯克礦區；
12. 基洛夫礦結。



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

下一個礦區上阿爾米礦區(圖 4,2 )位於東西走向的比金盆地的南翼。在這裏,在褶皺橫向彎曲的地方,東西走向及北西走向的大斷裂有發育。這一走向決定了年輕的上白堊紀及第三紀噴出岩呈斑點狀或條帶狀出現,同樣也決定了與這些噴出岩有密切時間關係的半淺成第三紀侵入岩的出現。在這裏,礦化作用的整個環境與噴出岩發育的海濱帶的邊緣地區很相似。年青的火山岩帶本身就是一種"分支"或是脫離別列格斷裂(沿岸斷裂)的分帶。

這樣一來,該地區的礦床在許多地方都與海濱帶已知的礦床相似。這裏的典型錫石硫化物礦床很發育,顯然有時這些礦床是富含硫化物的錫礦床。這些礦床的分佈點離礦化作用活動源相當遠,其中有一些礦床的上部已接近噴出岩覆蓋體了。

與上比金礦區一樣,錫礦的礦化作用在這裏多半是集中在錫霍特-阿林複向斜中,但也可能出現在橫向斷裂分佈的地方。在複背斜區內(塔齊別河上游)也發現這類礦床。另外,在海岸帶的年青的噴出岩發育區(西查和凱恩納河——Сица, Келна 上游)大概也可發現這類礦床。

向南,我們到過一些礦化作用的性質略有不同的中伊曼礦區(圖 4,3),這個礦區是整個構造中的一個微微隆起的地段。其特點是古地層很發育,因爲在複背斜區廣泛出現有地槽式雜岩的早期成份——石炭紀的變質片岩(?),而在複向斜區內,在第二級複背斜構造的核心部分廣泛發育的是三疊紀沉積物。這裏有較大的花崗岩體出現,它們一方面產於中央構造綫,一方面產於東西走向的斷裂帶。花崗岩體沿着東西走向斷裂帶遠遠延伸到複背斜區和複向斜區。因此整個礦區是沿着東西方向延伸,其中有兩個構造岩相帶和成礦帶。這個礦區的礦化特點是整個地區內的礦化性質都相似。正如上文所指,在這裏一方面產有含錫石的(有時也含鎢礦)石英建造礦床,有些地方則產有具實際意義的錫石矽酸鹽建造的綠泥石型礦床。

從另外一方面看,這個礦區的特點是:在與花崗岩及閃長岩的小型侵入體有關的礦床中含有金。應當說明,沿東西走向的中



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

伊曼地塊的外圍發現錦和汞的礦化標誌，很可能它與斷裂也有關係。

再往南，在上伊曼區內(圖 4,4)我們又來到相對沉降的地區。這裏沿中央構造綫分佈的已不是花崗岩塊而是上白堊紀的噴出岩條帶。向東，也就是在複向斜區內，年青的噴出岩體發育很好。這些年青的噴出岩體形成了東西走向、南北走向和北西走向的條帶，它們本身就標誌着某一個斷裂帶。

在這個相對沉降的區域，礦化特性已經完全是另一樣的了。在砂岩和頁岩中，綠泥石型錫石-矽酸鹽礦床很發育（如十月礦床)。同時在噴出岩覆蓋體的附近也發現錫石硫化物礦床，該礦床產於大斷裂之內(如達爾礦床)。

再向南，我們到達濱海奧爾加-捷秋欣複背斜區，在這裏錫霍特-阿林複向斜變得複雜起來。在縱複向斜地區，由於沿岸斷裂和中央斷裂相距甚近這個地區顯得很狹窄，所以在分出礦區時不要將這個地區與濱海帶分割開。

捷秋欣地區（圖 4,5）位於濱海複背斜隆起的沉降區，它具有自己的獨特性。這個地區很少受到侵蝕作用的侵擾，並且這裏的很多礦床的上部都接近年青的噴出岩體，因此它們是淺成礦床。

捷秋欣礦區的主要特性是含有三疊紀的石灰岩，這種石灰岩出露在第二級複背斜內。正是由於有石灰岩的存在才使這裏形成多金屬礦床，這是獨特的鎂鐵輝石硫化物型礦床，並是這離侵入體的淋積矽嘎岩的交代管體礦體。

同時在組成廣闊地區(大大超過石灰岩的出露區)的砂岩及頁岩中，錫石硫化物礦床及熱液脈狀鉛鋅礦床很發育。

最後在年輕的噴出岩巨大覆蓋體中，有許多多金屬低溫礦化現象，但通常它們的規模不太大，一般已不含錫。

在這裏的各種地質條件中，甚至在一個礦區範圍內，普查礦床的方法也應有所不同。假如我們想在砂岩及頁岩的發育區找錫石硫化物礦床的話，應當採用一種方法，而在可以找到矽嘎岩型的多金屬礦床的石灰岩發育的地區，則要採用另一種方法。其次，在噴



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

出岩區找礦就要採用第三種方法了。

向南，另一個奧爾加礦區在礦床的性質方面也是顯著不同的。這個礦區產於複背斜濱海隆起的中心處(圖 4,6)，正如上文所指，在這個地區從上古生代就開始出現了上升的趨勢。所以上古生代沉積物是濱海地區非常特殊的石灰岩相。另外在某些地方的厚層中生代地層幾乎自剖面中缺失，而年輕的上白堊紀及第三紀的侵入體直接覆蓋在上古生代之上。上白堊紀和第三紀的侵入體在這個區域厚度很大。

以後，這個隆起的區域就成了第三紀時上升運動的中心，並且在這裏形成了第三紀短背斜褶皺，在軸部形成了巨大的伏拉基米爾花崗岩岩體。

這裏的花崗岩形成環境是很特殊的。上古生代地層中含有的大量石灰岩對花崗岩起了主要的影響。這也影響了奧爾加礦區礦化作用的性質，因爲這兒廣泛發育的矽嘎岩礦體含有磁鐵礦和分散分佈的一些錫石以及多次產生的硫化物鉛鋅礦床。同時，如果鉛矽酸岩中隨着晚期的白崗岩派生體形成了花崗岩，則這裏產有含錫石、黑鎢礦、輝鉬礦、泡鉍礦……等的石英建造的稀有金屬礦床。這個對於年輕的褶皺不常見的石英建造型礦床沒有工業上的意義，但有成因上的意義。

在成礦作用以後，奧爾加隆起繼續不斷上升，這也就是它具有相當大的侵蝕斷面的原因。

位於更南一些的普胡遜-瓦齊礦區位於第三紀背斜褶皺的南部沉降區(圖 4,7)。這個礦床的特點是年輕的上白堊紀及第三紀噴出岩有廣泛發育，只在短背斜褶皺的軸部在噴出岩下面發現有中生代沉積岩，礦體多半正是產於這個中心部分的沉積岩內。它們主要是屬於錫石硫化物建造。

同時沿着主要爲北西走向的不太多的大斷裂也在年輕的噴出岩體內發現礦產。礦床的規模不大，在破碎帶中它們呈閃鋅礦及方鉛礦的分散狀浸染體和小礦窩狀。

再往南，海濱斷裂及中央斷裂已完全匯合在一起了，而在北部



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

是廣闊的複向斜區就不再存在了，在這裏它多半被海濱斷裂的噴出岩體覆蓋。

位於這裏的南部礦區或者叫蘇昌-蘇朱赫礦區，在地質構造方面有其獨特性(圖 4,8)。在這個地區內，中央斷裂及海濱斷裂以及巨大的；北以蘇昌-納霍德卡上升地塊爲界的東西走向的南部海濱斷裂都交叉而過。

這個破壞很利害的地區的特點是各個不同時期的侵入體——古生代、中生代和第三紀等侵入體都很發育，而且這個地區肯定來講對普查各種不同時期的礦床是有意義的。上文已指出，在這裏的石灰岩中可能發現多金屬礦床，也可能發現一方面與上古生代或古生代花崗岩有關的，一方面與第三紀岩漿岩有關的錫礦床。這種礦床也所提到的南部濱海斷裂中的年輕噴出岩形成的東西向條帶的邊緣找到了。

根據第三紀東帶含礦區的簡略敍述，可以看出，我們作區域劃分時作爲主要的最大單元分出的成礦帶，在其分佈地區也還不是都完全一樣的。

在地質構造各式各樣的區域中也產有各種類型的礦床。因此我們不能採用那種通用於各個地區的普查方法在這裏進行工作，特別是現在我們已進入了詳細研究我國領土的新時期了。普查工作一面需要與詳細的地質調察及地質構造研究相結合，另一面也要與地球化學普查方法相結合，並且一定要估計到每個礦區的特殊性，隨時闡明礦床分佈的局部性的規律，這在不同的礦區也是各不相同的。

本文已闡明了礦化作用發育的一般規律，並且也說明了各種地質因素對礦化特性及礦床分佈的影響。但所談規律只是反映了礦化作用中最一般的趨勢，決不是固定不移的法則。因此我們經常遇到與這些經驗相違背的情況，這時無疑就決定於存在有局部性的規律。例如在上阿爾米礦區所發現的錫石-硫化物礦床同海濱多金屬帶的礦床有相似的情況，我們可以這樣來解釋：這兒也出現了由於年輕的噴出岩的發育形成的穿透斷裂，並且複向斜的這



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

個區域在成礦環境上大體上與海濱礦帶相似。但我們還不是經常都能肯定出不符合一般規律的例外的原因。本來礦床的形成是決定於各種地質因素的配合的，而這些地質要素還遠遠沒有被我們全部了解。顯然，任何一般性的預測都具有近似的特點，因此當然會出現一些例外。但這些雖然是一般的和不肯定的預測，也總能幫助普查找礦，並使我們注意到主要控制礦化作用的要素。

在了解濱海礦區的工作中我們已進入一個新的階段。對於較易發現的礦床已多少發現了一些，但現在是要發現隱蔽在厚層浮下的或是深埋在年輕的噴出體下面的礦床。因此對育礦體的普查工作就有很重大的意義了。在這個新的研究階段中，礦床分佈的地質規律的問題是具有決定性意義的。

本文所述關於成礦作用發育規律性的初步總結，還需在今後的研究工作中作進一步檢驗。

毫無疑問，在下一個階段的總結工作中將爲普查工作作出更詳細的預測。



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

# 参 考 文 献


Аверт Э. Э. Богатства недр ДВК, М., 1928.

Архангельский А. Д., Шатский Н. С. и др. Краткий очерк геологической структуры и геологической истории СССР. М.—Л., Изд-во Акад. наук СССР, 1937.

Белевцев Я. Н. Сопоставление железорудных свит докембрия СССР.—Докл. Акад. наук СССР, 1954, 97, № 3.

Беляевский Н. А. Структурный шов Западного Сихотэ-Алиня.—Докл. Акад. наук СССР, 1951, 77, № 6.

Билибин Ю. А. Металлогенетические провинции металлогенетической эпохи. Изд-во Акад. наук СССР, 1955.

Воларович Г. П. Геологическая карта Сихотэ-Алиня масштаба 1:1000 000, с объяснительной запиской. Труды Дальне-Вост. ГГУ, 1935, вып. 63.

Воларович Г. П. К вопросу о поисках полиметаллов в ДВК.—Проблемы Сов. геологии, 1938, т. VIII.

Воларович Г. П. Основные фазы складчатости ДВК.—Труды Междунар. геол. конгресса, XVII сессия, 1939, т. 2.

Воларович Г. П. Типы оловорудных месторождений южной части Советского Дальнего Востока и их геологическая позиция.—Изв. Акад. наук СССР, серия геол., 1940, № 6.

Воларович Г. П. О типах третичных угленосных бассейнов южной части Дальнего Востока.—Разведка недр., 1941, № 4.

Воларович Г. П. и Скороход В. З. Краткий геологический очерк горной области Сихотэ-Алиня.—Труды Дальне-Вост. ГГУ, 1935, вып. 63.

Гапеева Г. М. Щелочная магматическая провинция Приморья.—Докл. Акад. наук СССР, 1954, 94, № 3.

Готман А. Д. К вопросу об оловоносных интрузиях Приморья.—Изв. Акад. наук СССР, серия геол., 1943, № 6.

Ковлов А. И. Годовой отчет о состоянии и деятельности Дальне-Вост. отд. Геол. ком. за 1927—1928 гг.—Материалы по геологии и полезным ископаемым ДВ, 1929, № 55.

Константинов М. М. О некоторых ошибочных представлениях Ю. А. Билибина в вопросе зональности руд. Зап. Всес. мин. общ., 1952, ч. 81, вып. 1.

Кропоткин П. Н. Краткий очерк тектоники и палеогеографии южной части Советского Дальнего Востока.—В кн.: «Вопросы геологии Азии», т. 1, Изд-во Акад. наук СССР, 1954.

Кропоткин П. Н. Краткий очерк неотектоники Сихотэ-Алиня.—Изв. Акад. наук СССР, серия геол., 1956, № 3.

Кропоткин П. Н., Шахворостова К. А. Тектоника и некоторые вопросы металлогении южной части Советского Дальнего Востока.—Сб. тру-




PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

дов Вост.-Сиб. экспед., Изд-во Акад. наук СССР, 1953.
Криштофович. А. Н. Геологический обзор стран Дальнего Востока. Изд-во Акад. наук СССР, 1932.
Криштофович А. Н. Краткий очерк орографии, тектоники, стратиграфии ДВК и связь с ними полезных ископаемых.—Материалы по геологии ДВК. ДВ ФАН, 1938, вып. 1.
Лазарев А. З. 1. Главнейшие этапы развития складчатой структуры южной половины ДВК.—Труды Междунар. геол. конгресса, XVII сессия, 1939, т. 2.
Лазарев А. З. 2. Допалеозой Дальневосточного края СССР.—Труды Междунар. геол. конгресса, XVII сессия, 1939, т. 2.
Малеев Е. Ф. О линейном расположении древнечетвертичных вулканов на Дальнем Востоке.—Сов. геология, 1946, № 72.
Малеев Е. Ф. К вопросу генезиса каолинов Амурской области—Сов. геология, 1947, № 26.
Масленников Д. Ф. Новые данные по стратиграфии верхнепалеозойских отложений южной части Дальнего Востока.—Материалы ВСЕГЕИ, 1948, № 8.
Материков М. П. Сталинское оловянно-полиметаллическое месторождение.—Сов. геология, 1947, № 26.
Обручев В. А. Геологический обзор Сибири. М., 1927.
Пащенко Я. Я. Основные геологические и тектонические элементы Сихотэ-Алиня.—Вести. ДВ ФАН, 1939, № 33.
Полевая Н. И., Мурина Г. А. и Спринцсон В. Д. Абсолютный возраст гранитоидов Южного Сихотэ-Алиня по данным аргонового метода.—Труды Комиссии по опред. абсол. возраста геол. формаций, 3 сессия, М., 1955.
Радкевич Е. А., Томсон И. Н., Горлов Н. В. Зоны повышенной тектонической активности.—Сов. геология., 1957.
Руб М. Г. Интрузии кварцевых диоритов бассейна р. Иман (Дальний Восток) в связи с золотоносностью.—В сб.: Материалы по геол. золота и платины, 1948, вып. 6.
Руб М. Г. О наличии верхнепалеозойского интрузивного цикла в Южном Приморье.—Докл. Акад. наук СССР, 1950, 73, № 4.
Руб М. Г. 1. О петрохимических критериях связи оруденения с интрузиями.—Изв. Акад. наук СССР, серия геол., 1956, № 4.
Руб М. Г. 2. Граниты Гродековского и Марьяновского интрузивных комплексов Южного Приморья и основные черты их металлоносности.—Труды ИГЕМ Акад. наук СССР, 1956, вып. 3.
Русаков М. П. 1. К методике поисков и разведки в пределах Синанчинского района и его месторождения.—Разведка недр, 1937, № 11.
Русаков М. П. 2. Основные черты геологии, тектоники и металлогении Южного Приморья ДВК.—Проблемы сов. геологии, 1937, № 5—6.
Серпухов В. И. Общие принципы регионального металлогенетического



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

анализа.—Сов. геология, 1955, № 43.
Смирнов С. С. К вопросу о зональности рудных месторождений.—Изв. Акад. наук СССР, серия геол., 1937, № 6.
Фаворская М. А. Третичные туфолавы Южного Приморья.—Изв. Акад. наук СССР, серия геол., 1949, № 5.
Фаворская М. А. Этапы развития молодого вулканизма Южного Приморья.—Изв. Акад. наук СССР, серия геол., 1950, № 3.
Фаворская М. А. Роль процессов контаминации и метасоматоза в образовании третичных интрузий монцонитового типа некоторых районов Дальнего Востока.—Труды Инст. геол. наук Акад. наук СССР, петрограф. серия (№ 44), 1953, вып. 148.
Фаворская М. А. О связи оловянного оруденения с магматизмом. Изв. Акад. наук СССР, серия геол., 1955, № 4.
Шипулин Ф. К. Третичные гранитоиды Южного Приморья и некоторые данные о их металлогении.—Изв. Акад. наук СССР, серия геол., 1950, № 5.
Шипулин Ф. К. 1. Магматизм и связь с ним полезных ископаемых.—Труды I Всес. петрограф. совещания, М., 1955.
Шипулин Ф. К. 2. К вопросу о связи постмагматического оруденения с интрузиями.—Вопросы геологии Азии, т. 2, М., 1955.
Шипулин Ф. К. О малых интрузиях Юго-Восточного Приморья.—Труды ИГЕМ Акад. наук СССР, 1956, вып. 3.
Эммонс В. Х. Введение в учение о рудных месторождениях. М., 1925.
Эммонс В. Х. Отношение металлоносных жильных систем к массивам измерженных пород. М., 1933.



PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn

PDF 文件使用 "pdfFactory" 试用版本创建 www.fineprint.cn