

斑 狀 銅 礦

勘探、取样与儲量計算方法

К. Л. 波查里茨基著

地質出版社

斑狀銅礦勘探、取樣與 儲量計算方法

К. Л. 波查里茨基著

曉 陽 譯

地質出版社

1958·北京

К. Л. Пожарицкий
 с участием М. А. Шibaкова
**МЕТОДИКА РАЗВЕДКИ
 ОПРОБОВАНИЯ И ПОДСЧЕТА
 ЗАПАСОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
 МЕДНЫХ ПОРФИРОВЫХ РУД**
 Государственное издательство геологической
 литературы комитета по делам Гео-
 логи при СНК СССР
 москва—1941—ленинград

本書對斑狀銅礦的勘探、取樣、儲量計算均有敘述，可供勘探人員
 及勘探設計機關參考。本書由張陽同志譯，經鄭之英、劉秉衡兩同志校對。

**斑狀銅礦勘探、取樣與
 儲量計算方法**

著者	К. Л. 波查里茨基
譯者	張陽
出版者	地質出版社 北京宣武門外承光寺西街3號 北京市書刊出版業營業許可證出字第001號
發行者	新華書店
印刷者	地質印刷廠 北京廣安門內教子胡同甲32號

編輯：王同善 技術編輯：吳學華 校對：金伯璐
 印數(京)1—4,250冊 一九五六年九月北京第一版
 定價(10)0.55元 一九五六年九月第一次印刷
 開本31"×43"1/2 印張8 3/4
 字數81,000字

目 錄

前言	5
斑狀銅礦地質概論	8
礦床規模、形狀與礦物成分	8
礦床成因	13
美國和蘇聯的斑狀銅礦床的地質年代	18
地質勘探工作	19
地形測量	19
銅量測量與依據地表露頭對礦床的評價	19
火焰反射取樣	22
比色計法	23
等量錢銅量測量法	23
大面積銅量測量法	25
礦床勘探	27
山地工作的作用	27
鑽探工作的作用	28
勘探鑽孔的布置和密度	30
勘探中的取樣工作	33
岩心鑽探取樣	33
岩心采集	34
鋼砂鑽探鑽孔的直徑和岩心直徑	37
岩粉和岩泥的采集	38
岩粉與鋼砂的混雜	42
影響鑽孔取樣質量的因素	44
沖擊鑽探技術特性	48
沖擊鑽探取樣	50
勘探鑽孔的必要深度	53
山地坑道	54
山地坑道取樣	54

礦石比重	56
地質編錄	57
勘探坑道的編錄	58
鑽孔編錄	61
岩心的采集和編錄	63
地下水位測量	63
鑽孔現場标注	64
鑽孔样品編錄	64
化学分析結果的編錄	65
礦石的礦物成分与化学成分的研究与編錄	66
鑽孔登記簿	67
儲量計算	69
儲量計算和設計的必需資料	69
剖面圖的繪制	70
礦体平面圖与中段平面圖	74
儲量計算方法	77
三角形法	77
四角形法	77
最近地区法	78
儲量分級	86
參考文獻	89

前 言

可以說，近2—3百年來在世界采礦工業中先后出現了兩種趨向。

第一種趨向是，人們先是開采規模小、含量富、礦石冶煉加工簡易的礦床，但後來，隨着礦業的發展改為開采金屬含量低，但卻擁有大量礦石和金屬儲量的礦床。

所以發生這一轉變不僅是由于小型的富礦床往往已被采空，而且因為金屬需要是在迅速增長和礦業、礦山機械、選礦以及冶煉業得到了改進。

人們從開采自然銅轉為開采脈狀礦床和接觸礦床（最初是在氧化帶，而後在硫化帶）。

十九世紀的後50年代，世界上的采銅業也變為開采含銅黃鐵礦。這種類型的礦藏，在西歐大多數國家以及北美洲幾乎已被采空了，只在某些國家（蘇聯和西班牙）中它們的儲量尚很豐富。

於是，下面幾種類型的銅礦床便逐漸代替了含銅黃鐵礦礦床：（1）岩漿分異銅鎳共生礦床（蕭德貝里〔Сёдбери〕等）；（2）北美洲和南美洲的斑狀銅礦；（3）最近十年來比屬剛果的含銅砂岩變成了銅的最大的產地。蘇聯哲茲卡茲干的含銅砂岩也是相當於這種類型的礦床。

因此，後三種類型的礦床是銅礦原料基地，它們在多年內能保證供應蓬勃增長着的銅的需要量。目前，斑狀銅礦總年產量為五十萬噸，或者說占世界銅產量的百分之三十。

第二種趨向，是采礦工業中心已經由礦產經過勘探的先前的采礦工業國家逐漸轉向礦產尚未調查的國家。

這種趨向對資本主義國家來說，就表現為礦業在殖民地的發展。

采錫已由英國轉向馬六甲與巴西，采銅先是在美國，後又開始於羅德西亞（Родезия），采鐳從約希姆斯塔爾（Йохимсталъ）轉至中非洲，還有許多其他例子都可証實這一點。

蘇聯的礦產資源是豐富的，但也是少經開采的。在我們蘇聯無限

廣闊的領土上可找到各種的礦物資源來保證我們的社會主義經濟的需要。

顯然，今後10—20年內我國大部分的銅將取自斑狀銅礦和哲茲卡茲干型的含銅砂岩礦床。目前在蘇聯，經幾年普查之後，發現了很多斑狀銅礦床：哈薩克的科恩拉德、博舍庫爾、科克塔斯扎爾塔斯（Коктас-джартас）、科克塔斯扎爾（Коктас-джал）、庫洋迪（Куянды）、朱薩雷（Джусалы）、索庫爾科依（Сокуркой）、卡拉巴斯（Қарабас）、博爾雷（Борлы）、布哈塔爾明（Бухтарминское）；中亞細亞阿爾馬雷克區的阿爾馬雷克、扎內別克（Джаны-бек）、阿克契庫（Ақ-чеку）、薩雷契庫（Сары-чеку）、薩爾加拉姆薩依；亞美尼亞阿加拉克區的阿加拉克礦床（Агарак）、皮爾多烏丹（Пирдоудан），得仁達拉（Джин-дара）及其他等礦床。

上述的各礦床中，只科恩拉德、阿爾馬雷克、阿加拉克和博舍庫爾等礦床經過初步勘探。

由於沒有專門而廣泛地普查這種類型的銅礦床，因此這些礦床往往都是偶然發現的。無疑，展開廣泛的普查工作將會發現比已知的本類型的更為豐富的新礦床。顯然，為了富有成效地繼續進行普查和開發這些銅的資源，須注意過去7—8年中研究和勘探斑狀銅礦的經驗，包括初步取樣、詳細取樣、按地表特征評價礦床的遠景以及計算已探明儲量的方法等方面。

本書的內容主要是介紹普查、勘探、取樣和儲量計算方法，因此在第一章里只簡要地敘述了對本類礦床的一般地質概況以作參考。這些斑狀銅礦床雖然成因類型相同，但它們有不同的構造特征、形態特征、圍岩的性質和礦量。

所有上述特征能為地質工作者提供方向，它們對了解工作對象和工作的正確方向是十分重要的。

在編著本書時不僅參閱了已出版的著作，而且參考了地質學者А. В. 科羅列夫和М. П. 魯薩科夫的報告和手稿。

此外，也充分運用了В. П. 古采維奇、Г. А. 麥爾尼柯夫和А. А. 魯丁的著作“科恩拉德斑狀銅礦儲量計算初步規範”。

“斑狀銅礫床地質概論”、“地質勘探工作”、“勘探取样工作”这几節为 К. Л. 波查里茨基所寫。“地質資料編錄”和“儲量計算”由 М. А. 什巴科夫編寫，К. Л. 波查里茨基參加編著，并担任編輯在編寫本書时作者得到了 М. П. 魯薩科夫、В. М. 克來吉尔和 Г. Г. 古达林等人的許多帮助。

全苏儲量委员会副主席 諾維科夫

斑狀銅礦地質概論

礦床規模、形狀與礦物成分

斑狀銅礦之形狀一般是水平或緩傾斜的似層狀礦體，規模龐大，面積為1—2平方公里。

本類型礦石中金屬含量不高，約為1—2%左右。同時，礦床之可采部分經常只局限于向下深延的更貧的原生礦體上部的富集部分。

並且，在本類型的很多礦床中，原生礦也完全具有工業價值。例如，在賓赫姆（Бингхэм）（美國猶他州）和奇克維卡馬塔（Чикви-камата）（智利）等礦床內原生可采礦石延至600米深。在阿爾馬雷克礦床內（Алмалыкское месторождение）（中亞細亞）也在相當大的深度內遇到了具有工業價值的原生礦石。在許多礦床內次生富集帶表現的極不明顯。阿加拉克（Агарах）（亞美尼亞）和阿霍（Ахо）（美國亞利桑那）礦床就是這樣的例子，比類礦床之輝銅礦帶除礦體邊緣的一小部分外，全部沒有實用價值；在阿霍礦床的原生硫化礦內探得80萬噸銅，礦石內銅品位為1.1—1.2%。

斑狀銅礦的圍岩往往是火成岩——噴出岩或是侵入岩類——某些地區是花崗岩、二長岩和正長岩、花崗閃長岩、閃長岩，另一些地區是同一岩漿的斑狀變種岩類，如花崗斑岩和二長斑岩、侵入安山岩和英安岩等，這些岩石在噴發以後經受了硫化浸染的熱液礦化作用。

岩漿噴出岩和沉積岩石都可能遭到後期礦化。產于由於熱液作用而劇烈蝕變的沉積岩石（如邁阿密〔Майями〕，英斯皮列申〔Инспирей-шен〕和賴依〔Рэй〕等礦床的變質片岩；這類岩石也見于很多其他的礦床如莫倫西〔Моренси〕，伊利〔Или〕等）。內之浸染礦床（原生的或全部或者部分次生富集的），即可屬於沉積岩類型斑狀銅礦床。

在岩漿氣體及熱液的作用下，圍岩發生了根本的改變。長石、黑

云母、輝石和角閃石为絹云母和少量的鈉黝帘石及碳酸鹽类所交代。長石分子破裂后即分解出二氧化矽，呈次生石英細粒。該石英可能是自上升的热液中分化出來。由于这些作用的結果，在各种岩石中常常形成特殊的，主要由石英和絹云母組成的石英岩岩类。在这种石英岩中还可遇到一些其他非金屬礦物——电气石、紅柱石、綠泥石、黑云母、高嶺土、綠帘石、碳酸鹽类，有时还可見剛玉，但所有这些礦物的数量很少。茲將卡利馬开尔（Кальмакыр）礦床中岩石礦物成分变化的簡圖（圖 1）作为例子：

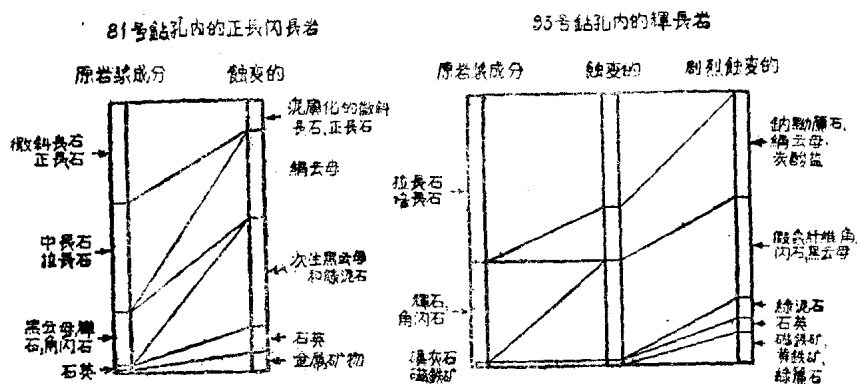


圖 1. 卡利馬开尔礦床岩石礦物成分变化簡圖

电气石、紅柱石、輝鉬礦、黑云母、磁鐵礦在某些礦床的石英岩內的出現說明了曾有過气成时期，繼这一时期后的是沉淀鉄、銅和其他金屬的硫化物的热液期。

有工業价值的斑狀銅礦床具有明顯的垂直分帶，这是由于为氧所飽和的下降水的作用所造成的。

礦床露头內常生有厚度不大的所謂复帽（кэпинги）——以明亮和褐色为主的雜色岩类，該岩类是硫化物氧化的產物及硫化物在淋蝕作用时可溶部分被帶走后的產物，是各种不同类型的褐鉄礦和少量銅的氧化礦物沉積而成的。复帽內銅的品位变化不一。其中有的地段硫化物淋蝕現象異常顯著，有时銅的含量不大。然而，在这些地段也經常具有大量的銅礦物。

研究地表上的鉄帽和氧化礦的露头对評定深部可能礦化范围和礦化程度是有很大帮助的。根据鉄帽的性質可判断褐鉄礦是由那种硫化物变來的。

在氧化帶中常常發現有空洞，部分空洞可能是原生的或是由于可溶的非金屬礦物的淋蝕而形成的，但多半是由于硫化物浸染体的淋蝕而形成的。那些由于硫化礦物，如黃鉄礦的淋蝕作用而形成的空洞，夠能保留被淋蝕礦物的形狀。

淋蝕硫化物的空洞常为褐鉄礦所充填，根据褐鉄礦的構造可判断原生礦物之自然环境。褐鉄礦之構造取决于原生硫化物之种类、它們在量上的相互关系、岩石性質和化学成分等条件。这許多有影响的因素，使得在礦物的辨識上發生困难，但某些褐鉄礦的类型仍是明顯不同的。

例如，起伏狀褐鉄礦（*рельефный лимонит*）呈小沙丘狀、孔穴狀、疏松的暗橙黃色土狀物質，它充填在以前有硫化物的顆粒及小脉的地方，是輝銅礦及銅藍的典型特征。細網狀褐鉄礦由黃銅礦和斑銅礦而形成。粗網狀褐鉄礦与黃鉄礦及黃銅礦的混合物相应。土狀褐鉄礦的存在也說明是有大量的黃銅礦。

大量土狀褐鉄礦、波紋狀褐鉄礦或細網狀褐鉄礦的存在表明了硫化礦內含有大量的黃銅礦、輝銅礦、銅藍，这也就說明了在深处且有丰富的銅礦。此外，在氧化礦的露头內也見有孔雀石、藍銅礦和淺綠色褪色岩类。

仔細地研究露头往往可使地質人員对礦区的远景作出正确的評价。关于根据露头作礦床評价的問題將在銅量測量方法一章內予以詳細說明。

氧化帶的界綫是非常不規則的，这种現象見于探井的四壁。

氧化銅礦帶內的銅往往夠工業品位，但其品位極不均勻，并且水平和垂直方向的变化急剧。氧化礦帶的上部，銅的品位尤高；但向深处則逐漸变貧。

氧化礦內銅的含量由1.5%到2.5%。

在奇克維卡馬塔（*Чиквикамата*）礦床氧化礦內銅的平均含量为

2%。布拉登（Браден）（智利）的氧化礦含量很貧，不夠工業品位，但在氧化礦的下部——靠近輝銅礦帶却遇到了富含赤銅礦的地段，銅的含量約4—5%。安達斯（Андес）礦床中某些氧化礦露頭銅的含量曾高達6%，但銅的平均含量只有1.5—2%。

大多數的礦床氧化帶的深度距地表約為40—50公尺，很少達100公尺，只有奇克維卡馬塔礦（智利）一個礦區氧化礦已探至200公尺深。

氧化礦用肉眼觀察是一種淺綠灰色和淺藍色的岩石，常呈致密狀結構，但也往往呈小孔隙狀或孔穴狀。

有時這種岩石呈花斑色，由褐鐵礦之褐色斑點、銅的綠色碳酸鹽和絹雲母及高嶺土的白色斑塊所組成。

氧化帶內之金屬礦物是多種多樣的。孔雀石是氧化銅礦物中最主要的也是數量上分布最廣的一種礦物，其他礦物——藍銅礦、赤銅礦、水硫酸銅礦、氯銅礦、黑銅礦、矽孔雀石、自然銅等則極少見。

輝銅礦是次生含銅硫化物中分布最廣的一種礦物，其次為銅藍和斑銅礦。在原生礦物中常見有黃鐵礦、黃銅礦、磁鐵礦、赤鐵礦，有時也遇到輝鉬礦等礦物。由於含鐵硫化物和磁鐵礦氧化的結果，因此氧化帶中褐鐵礦分布極廣。長石及絹雲母受硫酸水液影響的結果形成了高嶺土。

氧化礦體是由許多不規則的細脈網所構成，這些細脈網是由已氧化的金屬礦物所組成。這些金屬礦物在岩石內有時也呈星點狀浸染體存在。絹雲母和高嶺土物質對銅化合物的吸附作用也很可能發生，而在呈淺綠色的含銅岩石中，無論用肉眼還是在顯微鏡下均未能觀察到銅的礦物。

在氧化帶的下面有所謂的淋蝕帶，兩者之間的界綫或很顯明或呈逐漸過渡狀態。淋蝕帶之岩石呈褐色，孔隙狀構造，其特點是銅的含量很低，大約在0.2—0.5%左右。淋蝕帶內也具有與氧化帶內相同的礦物，但數量不同。然而銅礦物中孔雀石、輝銅礦和黃銅礦的數量則一致。

在某些礦床中，如阿霍礦床，沒有淋蝕帶，並且深部的氧化帶也

迅速地為有工業價值的硫化礦所代替。

大部分礦床中，地下水位均和淋蝕帶之下部界綫相一致，顯然，在這兩個帶中地下水均含有游離的氧。

因此，無論是根據礦物成分或物理化學特性來看，被淋蝕岩石均屬於氧化帶。

就本類型的部分礦床來說，富的氧化礦可能是被淋蝕岩石長期重復下降富集作用的產物。

許多這種類型的礦床，如阿霍礦床，沒有淋蝕帶，顯然，這些礦床的氧化礦是由原生硫化礦直接氧化而生成的。

淋蝕帶內輝銅礦氧化結果所生成的銅，由於缺乏足夠的硫酸，所以搬運不遠並且成了孔雀石。

淋蝕帶的下部，有輝銅礦次生富集帶。由於輝銅礦及銅藍礦物的存在，所以輝銅礦石也具有灰色或淺藍灰色。

在輝銅礦富集帶中分布最廣的礦物有黃鐵礦、輝銅礦、黃銅礦、銅藍、斑銅礦和赤鐵礦。常見的氧化礦物有孔雀石、褐鐵礦等，但它們的數量遠不如上復各帶。

輝銅礦是次生硫化物中最主要的一種礦物，其次有銅藍和斑銅礦，也見有次生黃銅礦。

原生黃銅礦的顆粒及細脈在這里數量不多。富的硫化礦石內殘余的黃銅礦和黃鐵礦只見於銅的次生硫化物中。輝銅礦不僅形成浸染體，而且還充填於岩石裂隙內。根據某些學者的見解，在次生硫化富集帶內也可見次生黃銅礦。次生富集帶除礦物成分複雜和銅品位偏高外，與原生礦相比較其特點是銅的含量變化甚大。

在某些礦床，輝銅礦富集帶的上部見有大量的氧化礦物，因此就必須將硫化礦和氧化礦的混合帶划分出來。銅的強烈的再搬運作用往往達200—250米左右深，再向下輝銅礦為原生的硫化礦所代替。

原生礦帶內最主要的金屬礦物是黃鐵礦、黃銅礦、磁鐵礦、赤鐵礦。在智利的某些礦床內（奇克維卡馬塔等）有大量的硫砷銅礦（ AsS_4Cu_3 ）。有時具有輝鉬礦（平均品位達0.03%）和金（達1克/噸）其數量夠工業要求。甚至還有很少量的方鉛礦、閃鋅礦和黝銅礦。

在原生礦帶內也常遇到銅的次生硫化物——輝銅礦和銅藍，但數量甚少。

原生礦內銅的品位較次生富集帶銅的品位穩定得多。大部礦床中品位均近于0.3—0.4%，也就是說在現時還不夠工業品位。然而也有許多特殊情況，就是原生礦內銅的品位約為1—1.3%，完全達到了工業品位。具有這樣工業品位（1—1.3%）的原生礦床有美國的阿雷、伊利、布拉登和蘇聯的阿爾馬雷克礦床的某些地區。

有時，次生帶狀分布的礦床遭受了隆起作用並為許多斷層所穿。隆起作用的結果使水系遭到破壞，並經過銅的再搬運作用使得不同性質的銅礦層的分布更加複雜化了。

阿爾馬雷克礦床就作為這類複雜地質構造礦床的例子。

無疑，阿爾馬雷克礦床次生富集礦石的生成，是發生在兩個時期中。第一個時期是生成輝銅礦的時期。И. И. 魯薩科夫認為：必須把這一時期劃分為前第三紀。在以後的地質再生期內，由於阿爾卑斯造山運動輪迴的結果，產生了一系列類似卡利馬開爾式大的平移斷層。

由於地下水位也隨之下降的結果，就產生了輝銅礦的大規模氧化作用，並使它們變為富的氧化礦，但有時具甚多的殘余輝銅礦。絕大部分的銅遭到淋蝕並降低到新的地下水位之處。因而就形成了等高綫更低的二次形成的現代輝銅礦層。

斑狀銅礦中最大礦床的基本標準列於表1。

礦 床 成 因

根據林格崙的成因分類，斑狀銅礦類型的礦床歸屬於熱液礦床，它們一般是在中深、中溫、中壓的條件下生成的。

這種見解是有限制性的，因為它只能適於銅的硫化物沉積時期和更晚的時期。某些礦床中能見有剛玉、電氣石、紅柱石、磁鐵礦等，就說明了在很多本類型礦床中礦物的生成應始於更高溫的時期。

在大多數本類型礦床內氣成時期的礦化作用是產生於銅及其他硫化物沉積之前的。典型的礦物生成順序可用卡利馬開爾礦床的礦物共生略圖表示之（圖2）。

表 1^①

礦 床	礦 化 岩 石	礦化面積 (平方公里)	銅儲量 (千噸)	礦石內 銅品位 (%)	氧化帶分 布深度 (公尺)	輝銅礦分 布深度 (公尺)	輝銅礦 帶厚度 (公尺)	有工業價值的 礦帶的總深度 (公尺)	構造類型
賓赫姆, 犹他	石英二長岩	1.0	6848	1.07	—	240	130	600	礦 筒
奇克雅卡馬塔, 智利	斑岩花崗岩	2.5	14500	2.12	200	100—300	150	600	與斷層有關
布拉登, 智利	安山斑岩	0.2	5119	2.18	50—100	—	—	450	火山壁上之 破砕帶
艾丁斯, 智利	閃長斑岩, 石英岩和 石英岩	1.0	2074	1.51	—	15—200	75	—	—
拉科羅拉多, 康納內 亞, 墨西哥	斑岩角礫岩	—	—	—	—	—	60	—	—
阿霍, 美國	二長斑岩	3.6	1420	1.25	—	—	沒有	360	—

①根据 M. П. 霍薩科夫的資料。

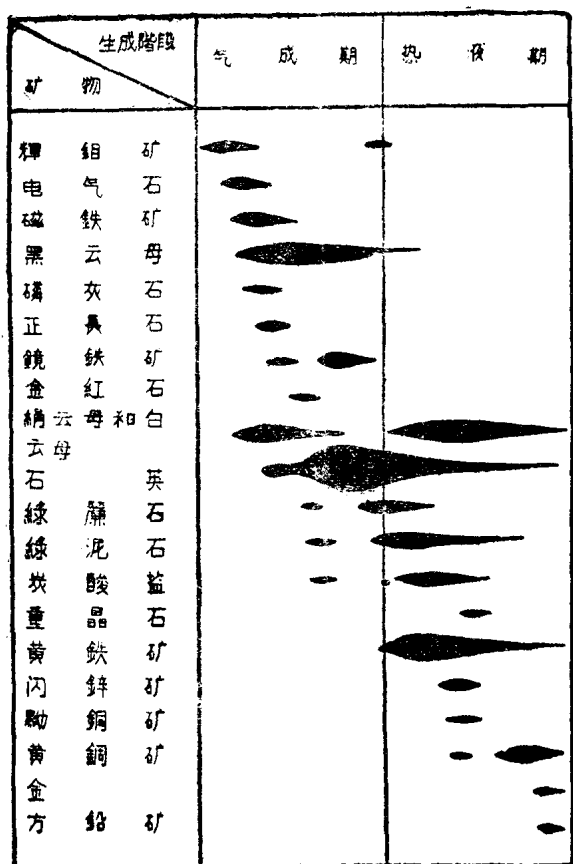


圖2. 卡利馬開爾礦床的礦物共生略圖 (A.B. 科羅列夫作)

艾孟斯在斑狀銅礦的成因方面，提出了下列礦化的階段。

1. 岩漿侵入，并随着岩漿的凝結作用而生成閃長岩、二長岩、花崗斑岩及其他岩類。

2. 挤压帶和裂隙帶的發育，热水溶液在其中能够極便利地循环。

3. 从未完全凝結的岩漿区上升的热水溶液使斑岩原生礦化，与此同时有黃鉄礦、黃銅礦和其他金屬礦物生成，并且絹云母發育，石英呈含礦的或无礦的小脉沉積。在礦化循环的过程中气成作用起着次要的作用。硫化物充填在侵入体内部和外部的極細小的裂隙內（沿劈开

面和節理面)；硫化物經交替作用而沉積呈小斑點及小礦巢。

4. 因侵蝕作用斑岩出露地表與斑岩的風化。地表水使靠近地表岩石內的銅遭到淋蝕，把它搬運到一定的深處，並在無游離氧的還原帶中沉積下來；銅大部分呈輝銅礦沉澱，但也常常沉積呈次生的斑銅礦、銅藍和黃銅礦。長石和絹雲母由含酸水的作用而變成高嶺土和一些其他的次生礦物。輝銅礦帶有時呈厚層狀賦存在淋蝕帶和原生帶之間。較富的和大型的礦層均與為裂隙所切穿和下降水易于到達的部分岩層相一致。

5. 淋蝕帶和次生硫化帶由於侵蝕的結果而逐漸向深處下降，並且在次生硫化帶內銅也愈益富集了。這種作用的結果，使某些地方銅品位低於0.5%的原生礦變成了含銅為1.5%以上的礦石。

對上述情況尚可作以下幾點補充。假如氣候變乾燥，地下水位急速下降，則氧化作用就會廣泛地播及到輝銅礦帶並在其中生成赤銅礦、自然銅和銅的碳酸鹽及矽酸鹽。在礦石內含黃鐵礦不多和含銅礦物較多的情況下，銅的遷移和富集作用在深部慢於侵蝕作用。因此在地表以及氧化帶內可見到富的氧化礦，正如阿蓋礦床一樣，氧化帶直接露出地表並在深處氧化帶為原生礦帶所代替。

6. 在斑狀銅礦床中往往都存在有金、銀以及數量不等的鉬及砷。微量的鉬不僅僅可看成是具有工業價值的成分，而且由斑狀銅礦中作為副產品所回收的鉬約占世界鉬總產量的20%。與斜方硫砷銅礦或黝銅礦共生的砷，在熔煉富含砷的精礦時可順便回收（如布拉登等礦床）。

含銅甚多為斑狀銅礦床之特點，但偶而也具有數量較微少的其他成分，如鋁、鋅等。

7. 銅的遷移作用和次生硫化富集作用在絕大多數的情況下，無論是從金屬含量的百分比或可得到的銅儲量數量來看都是形成有工業價值的斑狀銅礦床之重要因素。而且這種作用在各種不同的情況下應視作能造成輝銅礦富集帶厚度不等的標志。在這些作用中，除地質條件（包括地形條件）外，區域的氣候特征也起着巨大的作用。影響地下水的沙漠區和半沙漠區氣候是形成斑狀銅礦床次生富集帶的最重要因