

金屬礦床工業類型目錄

1. 緒論……………(馮景蘭稿)
2. 鉄……………(馮景蘭稿, 祁思敬补充实例)
3. 錳……………(祁思敬、邓熾昌稿, 馮景蘭校补)
4. 鉻……………(祁思敬、金景福編, 馮景蘭校补)
5. 鈦……………(祁思敬、霍承禹編, 馮景蘭校)
- ✓ 6. 鋁……………(祁思敬、趙鳳池、馬新兴集稿, 馮景蘭校編)
- ✓ 7. 鈷……………(祁思敬、趙鳳池資料, 馮景蘭改編)
8. 釩……………(馮景蘭編)
9. 銅……………(馮景蘭編)
- ✓ 10. 鉛、鋅、銀……………(馮景蘭稿, 白士魁、熊曾熙、丰淑庄补充实例)
11. 鋁……………(霍承禹編, 馮景蘭校)
12. 錫……………(馮景蘭編, 胡祖桂、黃茂新、卫冰洁补充实例)
13. 鎢……………(馮景蘭稿, 蔡时玉补充实例)
14. 鉬……………(蔣明霞稿, 馮景蘭校补)
15. 碑……………(祁思敬稿, 馮景蘭校补)
16. 鉍……………(夏宏远稿, 馮景蘭校补)
- ✓ 17. 汞……………(朱文清編, 馮景蘭校补)
18. 銻……………(馮景蘭編, 朱文清补充实例)
- ✓ 19. 金……………(馮景蘭編)
- ✓ 20. 鉑……………(馮景蘭編)
21. 放射性金属……………(司幼东稿, 馮景蘭校补)
22. 稀土及分散金属……………(司幼东稿, 馮景蘭校补)

第十三章 鎢

(馮景蘭稿, 蔡時玉, 夏宏遠補充实例)

工. 概 論

(1) 鎢的地球化学: 鎢佔地壳 0.001—0.0001%, 与鉬近似, 在查瓦里斯基元素共生組中很接近, 但也有区别; 它也与錫共生, 但非亲硫元素, 除輝鎢矿 (WS_2) 外, 与硫无共生关系。鎢常与氧一起, 構成大量的氧化物。現从隕石中, 尚未发现鎢矿。原生鎢矿生成較晚, 在岩漿結晶初期, 和結晶的主要时期鎢还未分出; 它主要是在岩漿期后的热液时期, 集中起来。在石英黑鎢矿脉和石英錫石矿脉之間, 往往見到鎢錫的密切共生。而在以产砂礫岩型白鎢矿为主的地区, 錫几乎完全没有。这种白鎢矿与較基性的花崗岩有关。

在外生的条件下, 石英黑鎢矿脉和白鎢矿床, 可风化破碎成为砂矿。

(2) 矿物和矿石: 已知鎢矿物, 不下 15 种: 其中仅黑鎢矿, 白鎢矿及較少的錳鎢矿, 具有工业价值。列入下表的鉄鎢矿 (Ферберит) 和錳鎢矿 (Гюбнерит) 是黑鎢矿类質同象系統中的两个极端成分。事实上, 很少見純鉄鎢矿和純錳鎢矿的存在。

順 序	矿 物 名 称	成 分	含 鎢 量 %
1	黑鎢矿 (錳鉄鎢矿)	$(FeMn) WO_4$	60
2	鉄 鎢 矿	$FeWO_4$	60.5
3	錳 鎢 矿	$MnWO_4$	60.7
4	白鎢矿 (鈣鎢矿)	$CaWO_4$	63.9
5	鉛 鎢 矿	$PbWO_4$	40.4

工业上对原生鎢矿石中鎢含量的要求为 0.1%, 而对砂鎢矿含鎢的要求为 0.05—0.06%。

原矿石在熔煉前, 要經過选矿; 在此过程中, 除去共生的非金屬矿物和所有的硫化物, 得出含 WO_3 50—70% 的精选矿砂来; 然后再將精砂加以冶煉, 得到金屬鎢或鎢鉄。

(3) 鎢的主要用途: 在制工具鋼时鎢能提高鋼的硬度和彈性, 使其有自动淬火的特性, 这样就可利用鎢鋼, 制成的工具, 进行另件的高速加工。鎢同鎳、鉻、鈷、等一起做成特殊的无鉄司太立合金, 以制造发动机中最重要的另件。

碳化鎢用在鑽探上代替金剛石。电灯絲, 顏料, 物理仪器配件, 耐火木, 电影銀幕 (人造 $CaWO_4$), 都需用鎢、鎢合金、或鎢的化合物。

(4) 世界鎢矿资源: 除中国外, 比鉬矿更缺, 据說資本主义国家到 1950 年一月一日为止, 已知鎢儲量不过 30 万吨; 其中最主要的是波利比亞, 約儲 84,000 吨; 緬甸 80,000 吨; 每年全世界含 WO_3 60% 的鎢砂总产量約 40,000—50,000 吨, 其中中国产鎢氧 (WO_3), 佔世界第一位, 約当世界总产量 40—50%; 其他年产鎢在千吨以上的国家有玻利維亞、泰国、及葡萄牙等。

(5) 錫的成矿时期和成矿区域：錫的成矿时期，（及每个时期所造成主要产区）有下列五个：

(i) 寒武紀前：往往成規模不大的偉晶岩型錫矿床，在西南非洲、澳洲、加拿大、巴西等古陆地区，可以見到。

(ii) 加里东期：是錫較重要的造矿时期。巴西东北部大型矽鹼岩錫矿床，尼日利亞，比屬剛果，德蘭士瓦与含錫矿脉有关的或和砂矿有关的黑錫矿，都在此期造成。

(iii) 华力西期：也是錫的一个重要造矿时期。苏联、澳大利亞、都正在开采这个时期所造成的錫矿床；英国的康需尔，德国的矿石山也有此类矿床，他們主要是矽鹼岩型和石英黑錫矿型。

(iv) 燕山期（基米期，下白堊——上侏罗）：是形成錫矿床的最重要时期，中国、苏联、緬甸、馬來亞的大錫矿（主要是石英黑錫矿型）和朝鮮及北美科迪勒拉山系（美国，墨西哥）的矽鹼岩型白錫矿床、都在此时期造成。

(v) 第三紀：造成的錫矿床，有南美的玻利維亞，北美科迪列拉山系的低温白錫矿和鉄錫矿矿床以及苏联的某些小型錫矿床。

II. 錫矿床工业类型及其范例

按照工业上的重要次第，較重要的錫矿床可分为石英黑錫矿錳錫矿脉及云英岩型，矽鹼岩白錫矿型，低温鉄錫矿白錫矿型，和砂錫型。

1. 石英黑錫矿錳錫矿脉及云英岩型：是最重要的錫矿床工业类型，規模大，分佈广，世界著名大錫矿，如中国贛南、緬甸、北玻璃維亞、苏联等，多屬此型；以产量言，約产出世界錫砂总产量的 70%。

此型錫矿床，与酸性花崗岩有关，常成規則的脉狀，長自几十到几百公尺，厚自几公分到几十公分；圍岩各式各样，但一般为非碳酸鹽类岩石；产于花崗岩体的内外接触帶中，广泛云英岩化；其生成的地質条件是和中深到极深的花崗岩类有密切的空間关系和成因关系。錫矿脉的找矿标志，是螢石型的云英岩；錫脉主要生于黃玉云英岩，（石英——錫石型）和綠泥石电气石云英岩（硫化物錫石型）中；而鉬矿則主要生于螢石白云母云英岩中。此型矿床的形成时，大都屬燕山期。

按矿石成分不同，本型錫矿床，可分为两个亚型：

(1) 石英黑錫矿亚型：是云英岩化花崗岩类岩石中的矿脉，常成網脉狀，串珠狀和管狀，位于岩体頂部，矿体傾斜自平緩至陡峻；陡峻的矿脉比較穩定，但品位稍低；最穩定的矿脉，沿走向延長 1—2 公里；沿傾斜延深 200—300 公尺；厚 0.1—0.5 公尺；有处膨脹达 3 公尺。

矿化作用有下列順序和阶段：（a）偉晶岩的生成，含綠柱石，黃玉，少量黑錫矿，錫石，鉬銅鉄矿和自然鉍；（b）石英，电气石，綠柱石，黃玉，螢石，輝鉍矿，鉄叶云母，錫石，黑錫矿輝鉍矿，毒砂；（c）石英、电气石、黃鉄矿、黑錫矿、錫石、磁黃鉄矿、輝鉍矿、白錫矿、毒砂；（d）石英、碳酸鹽类、黑錫矿、硫化物；（e）石英、髓石、白鉄矿、針狀黑錫矿。

具有主要工业价值的是在第二和第三阶段所生成的矿石；黑錫矿照例集中在脉壁附近，而硫化物沉积較晚。

富含硫化物的黑錫矿矿脉，有「倒轉」分帶性，即愈往深处，硫化物愈多，黑錫矿減少，白錫矿增多。

傾斜緩和脈，一般發育在侵入體的頂部，即頁岩沉積物頂板的下面，隨着深度增加，過渡為傾斜陡峻的脈。兩組脈，同樣為含黑錫礦的石英晶体所充填；許多傾斜陡峻的脈，遭受多次熔融復有缺乏稀有金屬較低溫階段產物；因之若脈很厚（2—3 公尺），呈帶狀結構時，便含有多量石髓和硫化物，而含錫、鉛、鋁、較少。

礦石成分複雜。主要含 W, Bi, Mo 三元素。

(2) 石英錳錫礦亞型：在空間上和成因上，都與花崗斑岩岩株有密切關係；礦床是侵入岩和被侵入岩切穿的變質岩中的脈和網脈。許多互相平行而傾斜陡峻的脈，順走向延長數百公尺，厚 0.2—1.0 公尺。

根據礦物成分本亞型可分五類：(a) 石英長石脈（灰色石英，正長石，磁灰石，綠柱石，錳錫礦，黃鐵礦，間有輝鉬礦）；(b) 石英錳錫礦脈（灰白色石英，錳錫礦，鈉長石，螢石）；(c) 石英碳酸鹽脈（灰白色石英，菱錳礦，錳錫礦，螢石，黃鐵礦，白錫礦，黝銅礦）；(d) 硫化物脈（白石英，螢石，錳錫礦，黃鐵礦，菱錳礦，黝銅礦，閃鋅礦，方鉛礦）；(e) 石髓脈（角頁岩，石英，黃鐵礦，螢石及錳錫）。這些脈，發育有一定次序，其溫度範圍可自高溫到低溫，最有工業意義的是第二類和第三類，其餘含錫很貧，發育較差。

錳錫礦，在前兩類中，晶体巨大有長達 15—20 公分者；在第三類中，晶体中等；在第四第五類中是針狀微晶。對於侵入岩體來說，脈呈水平帶狀分佈，前兩類，產於侵入岩，其餘在外接觸帶中。

本亞型礦石除錫外，還含有金、錳、及少量銀、銅、鉛、錫、鋁。

根據上述兩亞型的礦物成分和圍岩變質看來，礦石形成條件，在開始是高溫的，沉淀出大部分錫；後來漸變為中溫（硫化物和菱錳礦）到低溫（石髓及針狀黑錫礦或錳錫礦）。

茲舉世界著名的贛南錫礦床及蘇聯外貝加爾區錫礦床，緬甸茂吉錫礦床為例：

(1) 贛南錫礦床：在我國江西南部，是世界最大的錫礦，在三萬多平方公里的地面上有 80 個含錫地區，劇烈褶皺的古生代和中生代岩層，被中生代南嶺花崗岩所侵入。

大型花崗岩體沿背斜構造的軸部延展。礦床生在花崗岩中，或沿穩定的構造裂隙的外接觸帶中，沿走向延長數百公尺至一公里，厚 0.1—0.6 公尺，深達數十至數百公尺。

礦床分為 (i) 偉晶岩脈，(ii) 含錫雲英岩，(iii) 高溫石英黑錫礦脈（主要工業類型）和 (iv) 中溫硫化物脈。詳後。

(2) 蘇聯外貝加爾區錫礦：外貝加爾區是蘇聯開采錫礦的主要地區。由於發現了吉打礦床，開采重心，由東外貝加爾（赤塔省）轉移到布利亞蒙古自治共和國的西外貝加爾。此外在北高加索的狄爾內阿烏茲礦山，有錫鉛綜合脈和石英白錫脈，在西伯利亞東北部，也發現了一些大錫礦床。茲舉舍爾洛瓦山礦床和吉打礦床為例，分述如下：

舍爾洛瓦山礦床：位於赤塔省，保爾斜站（ст Борзя）西北。該區地質，包括沉積岩和火成岩。沉積岩為砂岩頁岩互層，屬於中生代至泥盆紀。火成岩分兩大類：一類是有破碎性的斜長花崗岩、屬下石炭紀，發育在礦區的東南部和東部；另一類為黑雲母花崗岩，和石英斑岩，切穿了中生代沉積岩。在頁岩，砂岩和黑雲母花崗岩接觸的地區，發生劇烈的角岩化，其中含有螢石及較少的黃玉和錫石。角岩化帶寬達 2 公里，由不大的黑雲母花崗岩所構成的。舍爾洛瓦山（Шерловая гора）便是角岩化最劇烈的地方，斜長石幾乎完全變為石英和云母；正長石和煙狀火成石英，在細粒岩中相當顯明，給人以斑狀構造的印象。

在黑雲母花崗岩以東，分佈着與黑雲母花崗岩同一岩漿活動期所產生的石英斑岩和凝灰岩。當花崗岩體冷卻時，其頂部發生裂隙，后被充填為脈。脈一般不大，略呈不規則的

串珠狀，以走向西北，傾向東北的，為數最多；走向東西，傾斜向北的次之；傾角大小不一，但以傾斜陡峻的為多。

礦物成分，脈石礦物以黃玉、水藍寶石、綠寶石、鈉葉云母、石英為主，和次要的鉀石、白云母、等共生。金屬礦物、除黑鎢礦外，尚有錫石、輝鉍礦、毒砂、鉍礦、輝鉍礦、黃銅礦、和黃鐵礦。脈石有三種類型的對稱帶狀構造。(i) 在花崗岩邊部，變為含石英和鋼玉的岩石，被氧化成暗褐色，發育在同云英岩接觸的地方；中部充填物為含黃玉和水藍寶石細粒的岩石。(ii) 自圍岩向中心各帶有下列次序。即花崗岩，含石英和黃玉的云英岩化花崗岩，含黃玉的中心帶。(iii) 脈石中心被鈉葉云母所充填，礦帶發育在邊部；，在接觸處，圍岩變為黃玉鈉葉云母石英岩。就在這第三類型中，看到黑鎢礦的集中程度最大。

脈石形成過程可分三期：(i) 大量黑鎢礦、輝鉍礦、和其他金屬礦物及石英黃玉等的生成時期，(ii) 含量不多的黑鎢礦、輝鉍礦、和大塊毒砂及石英綠寶石（或石英水藍寶石）的生成時期；和(iii) 含大塊黑鎢礦、和輝鉍礦的鈉葉云母岩石的生成時期。脈石中，大量氣成礦物的存在和圍岩的劇烈云英岩化，標誌着揮發性化合物在形成舍爾洛瓦山礦床，起着重大的作用；顯見是屬於熱液脈狀黑鎢型礦床。

除了原生礦床外，在舍爾洛瓦山還有錫石、黑鎢礦、和輝鉍礦的砂礦。

吉打礦山：為蘇聯最大鉍礦之一，位於佈利亞蒙古自治共和國察基爾（Цакирский）地方，色楞格河支流芝列維德俄果（Джелевидыого）河流域。

礦區地質大部分是古生代變質雜岩、由寒武紀到志留紀的沉積噴出岩層和砂岩、灰岩、頁岩等所組成。花崗岩及花崗閃長岩侵入體侵入到寒武志留紀岩層內，也受有變質和破裂的影響。較新沉積岩為中生代含炭砂岩、礫岩和頁岩，被淺成雜岩所侵入；這些雜岩包括花崗岩、花崗斑岩、正長斑岩、石英斑岩等。

該區最重要的古芝爾卡（Гуджирка）礦床，包括兩個方向的脈石系統。近東西方向（北 80° 東）的脈石系統是主要的，而西北方向（北 31° 西—北 35° 西）的是次要的。這些脈石，或向東南，或向西南傾斜，傾角從 55° 到 90° 。此外還有很多小的，各種不同方向的網狀脈石，分佈在礦床西部。

按照礦物成分，所有脈石，可歸為三類 (i) 石英長石脈，(ii) 純石英脈，此兩類，主要屬東西系統，生在火成岩里，厚度均勻，圍岩蝕變不顯，是典型的充填脈石；(iii) 呈西北方向的第三類脈石，離開侵入體，含低溫礦物，因交代作用，形狀不規則，膨脹部分和縮小部分相間互。

從構造方面看：(i) 石英長石脈，呈帶狀充填結構，石英帶和長石帶相間互，圍岩（花崗斑岩）呈顯著云英岩化，礦物成分為石英、正長石、白云母、鉀石、磷鉍礦（ Fe, Mn, F, PO_4 ）等。而在金屬礦物中，板狀的鉍礦，具有重要意義，有時還有輝鉍礦， WO_3 含量較低。(ii) 純石英脈，具塊狀構造，與圍岩分界清楚，圍岩蝕變不烈，主要礦物為石英，和少量白云母，厚板狀至薄片狀的鉍礦，有時均勻，有時成礦窠狀，另外，還有些黝銅礦。(iii) 石英碳酸鹽類脈石，呈明顯帶狀，石英與菱鉍礦間互成帶，間有帶狀分佈的金屬礦物、圍岩綠泥石化、高嶺土化、及黃鐵礦化，石英菱鉍礦、和鉀石為主要脈石礦物，金屬礦物是分佈均勻的中粒的鉍礦、和方鉛礦及較少的閃鋅礦。

本區現在，以開采砂礦為主，而上述這些富含鉍礦的大小脈石，就是砂礦的來源。

(3) 緬甸鉍礦：緬甸年產精選鉍砂 4,000—6,000 噸，主要產區有茂吉（Mawchi）及塔保外（Tavoy）等地。茂吉礦山有脈石 27 條每條寬自數十公分至二、三公寸，生于侵入到沉積岩內的電氣石花崗岩內，主要礦物有黑鎢礦、錫石、石英、方解石、及白鎢礦，少量

矿物有銅、鉛、鋅的硫化物、輝鉍矿及毒砂。塔保外核木尹伊矿山有矿脉 60 条，每条宽白数公分至一公尺余，长达 370 余公尺。他們都生在花崗岩內，向長延展到被盖在花崗岩上的沉积岩层中，矿石矿物为黑錫矿、錫石、銅、鉛、鋅、硫化物、輝鉍矿、輝鉍矿、自然鉍、与石英云母及鉍石等共生。邓洁爱 (J.A. Dunn) 認為這兩处的矿脉都屬於裂隙充填矿脉介乎石英脉与偉晶岩脉之間，由花崗岩分泌出来的热液造成，金屬物質，可能由膠体状态，携帶上来。

2. 矽嘎岩白錫型：含白錫矿矽嘎岩矿床生成的地質条件，是和中酸性花崗岩类有密切的空間关系和成因关系，大都分佈在內面的銅矿帶中，与銅矿床、銅矿床发育地区一致，离开石英黑錫矿型的矿床而單獨存在，不論其地質年代如何，总是生在中深部位与花崗岩类的淺成岩体有关，生在內或外接触变质帶中，有时生在侵入岩体之內，主要充填于剪切裂隙內。

矽嘎岩成分复杂，主要有方柱石、鈉長石、石榴子石（早期为鈣鉍榴石及鈣鉄榴石，晚期为鈣鉄榴石），其次为輝石、石英、方解石、电气石、和少量螢石、閃石、阳起石、綠簾石、褐簾石、絹云母、黑云母、榍石、磷灰石、重晶石及沸石，矿石矿物主要是白錫矿和輝鉍矿，其次有黄銅矿、斑銅矿、黄鉄矿、赤鉄矿、磁鉄矿、磁黄鉄矿及方鉛矿。

矽嘎岩化作用，开始于方柱石，沿裂隙交代发育于岩石中；繼之发生鈣鉍榴石、鈣鉄榴石；然后在空洞和裂隙中发育較晚的鈣鉄榴石，白錫矿往往与之紧密共生；再晚，产生石英、硫化物、方解石，同时也发生鈉長石化；晚期的鈣鉄榴石在方柱石矽嘎岩帶中成为細脉。裂隙的出現和鈣鉄榴石——白錫矿矿石的生成，都在矽嘎岩帶的个别地段。

矽嘎岩帶的横断面，中央为石榴石矽嘎岩，含白錫矿、石英、硫化物和方柱石殘体，兩边是鈉長石化帶，向外漸过渡为未触变的花崗閃長岩。約在 200—300 公尺的深处，輝石和輝鉍矿增多，而白錫矿減少。

矽嘎岩型白錫矿床，在花崗岩类接触帶中或接触附近沿頂板岩的裂隙而形成者很多，有些規模也大。对含白錫矿来說，最可靠的是暗色鈣鉄榴石——鉄鉍輝石矽嘎岩，白錫在其中分散均匀，也有一部分白錫矿，产于矽嘎岩体上盤或穿切矽嘎岩及侵入岩裂隙中的脉体和凸鏡体内，与石英，硫化物（鉄閃鉍矿、磁黄鉄矿、黄銅矿、輝鉍矿、輝鉍矿、黄錫矿），綠泥石，有时与黑錫矿，錫石和鉄鋁云母紧密共生。

矽嘎岩中的白錫矿往往不大，易被遺漏，現用阴极射線的装置及野外鑑定，（白錫矿粉末溶于沸鹽酸中，加金屬錫，染藍色），以便查出。

矽嘎岩型白錫矿石中 WO_3 含量一般是 0.3—0.5% 到 1% 在白錫矿，精砂中往往可取得輝鉍矿、閃鉍矿、黄銅矿、有时也可取得錫石、輝鉍矿、及自然金。

(1) 朝鮮山塘白錫矿床：位于朝鮮半島东南部，是世界最大的白錫矿床，自 1940 年起，五年之內，曾采出精砂 14,000 吨，矿石儲量在 300 万吨以上，含鉍頗高，同时产鉍精砂 (Bi 40—50%) 每年 500—600 吨。

矿区地层为古生代和三叠紀的沉积岩，被上白堊紀花崗斑岩所貫穿，最近的火成岩露头距矿床 7 公里，含白錫矿的矽嘎岩产在寒武紀角岩、片岩、大理岩中，形成六个层状矿体，向北傾斜，傾角 15° — 30° ，主矿体長 1500 公尺，厚 4.5 公尺，其余矿体，各長 150—700 公尺，厚 0.4—7 公尺。

富矿体位于主矿体中，長 525 公尺，徑 4—5 公尺，作柱形，延深 200 余公尺。

白錫矿和石英、黑云母、螢石、及硫化物密切共生，在透輝石榴石岩及透輝石角岩中成小透鏡体及夾层，白錫矿含量約 1—5%，其顆粒直徑約 0.5—1.5 公厘，与白錫矿共生的

有許多磁黃鉄矿，还有輝钨矿、輝鉍矿、黃銅矿及黃鉄矿，矿石 WO_3 含量 1.6—2%。

在矽鹼白鎢矿生成之后，又有較晚期的，厚达 50 公分的石英重叠其上，其中含有黑鎢矿、輝鉍矿和輝鉬矿。

(2) 巴西东北部白鎢矿床：自 1942 年发现以来，已成为南美最大的产鎢地区，已知产地 60 处，大都为接触交代矽鹼岩型矿床，生在灰岩、片岩与花崗岩的接触帶内。碳酸鹽类矿物和接触交代矿物包围白鎢矿、輝鉍矿、及輝鉬矿。錫石很少。

(3) 美国乃华达州米爾城白鎢矿床：是美国重要鎢矿床之一。該区有四个矿山，皆为脉狀接触交代矿床，生于傾斜陡峻的薄层灰岩内，而此灰岩被侏罗紀后花崗閃長岩所侵入。矿体距火成岩体只 700 公尺，厚 2—3 公尺。在断层錯动处，有厚达 7 公尺者。沿走向延長 170—330 公尺，延深达 440 公尺，矿层主要由石榴石、綠帘石、石英、及分散狀白鎢矿所組成。其他接触交代矽酸鹽类矿物及普通金屬硫化物，也都見存在。白鎢矿呈白色至灰白色，在紫外光下，異常显明，富矿少，平均含 WO_3 1—1.5%。

3. 低温鉄鎢白鎢矿型：此型矿床，不太重要，只在美国西部，柯罗拉多、加利福尼亚、爱达厚、乃华达等州有开采的矿山，茲举柯罗拉多包德矿床为例：

包德矿床位于柯罗拉多州中部，附近地层为寒武紀前片麻狀石英二長岩被第三紀花崗斑岩、輝綠岩及二長輝綠岩岩株所貫穿。含矿帶長 15 公里，沿东北西南方向延展，其中有矿体 50 个，均是矿化的角頁岩石英脉，長 200—250 公尺，厚 0.1—5 公尺，向下到 90—100 公尺，深处尖灭。矿脉有晶簇和核狀構造。

矿石呈細粒狀，其成分是角頁岩石英、石髓、鉄鎢矿、（顆粒 0.01—0.001 公厘或更小）螢石、碳酸鹽类矿物、重晶石、錳銅矿、水長石、白鎢矿、金和銀的硫化物。鎢氧含量密而不均。

4. 砂鎢型：与其他砂矿相似，可成为殘积砂鎢，坡积砂鎢及冲积砂鎢等。其中較重要的是冲积砂鎢，但一般比砂金矿床短小。其中有用矿物，主要为黑鎢矿，有时并含錫石。第一种类型（石英黑鎢矿型）附近，往往可成砂鎢，但产量不大，只可用作引線，以发見原生矿床。据說贵州西华山鎢矿的发見，即先从砂矿开始。

III. 中国 鎢 矿 床 簡 述

中国是世界产鎢矿最多的国家，鎢矿床分佈很广，各式各样的工业类型，也应有尽有。

莫柱孙根据数年来地質勘探結果，仿照 C.C. 斯米諾夫錫矿分类表，將我国南部鎢矿分为三个矿系，八个工业类型，并將其基本特征，列如下表：（参考 20）

原生鎢矿床分类表（莫柱孙）

1	2	3	4	5	6	7	8
编号	矿床系	矿床类型	矿物成分	矿化作用	侵入岩	矿体形状	圍岩
I	偉晶岩系	1. 石英鉀微斜長石型	石英，鉀微斜長石，正長石，白云母，鉄鎢矿，榴子石，綠柱石，电气石，黃玉，螢石，輝钨矿，錫石，黑鎢矿。	气高成温和热部分	黑性花岗岩	脉狀，不規則狀，囊狀	主局岩要部是是花崗質岩砂

II	錫、鎢、鈹礦—— 石英礦系	2. 二云英岩型	石英、鈹雲母、白雲母、螢石、电气石、黃玉、獨居石、毒砂、錫石、輝鉬礦、黑錫礦、白錫礦	氣成至熱液	同上	塊狀、囊狀、煙突狀、平行細脈狀、或密脈狀、網脈狀	花崗岩
		3. 長英型 石英	石英、正長石、白雲母、鈹雲母、螢石、黃玉、錫石、輝鉬礦、黑錫礦	高溫熱液	同上	單生大脈或平行細脈帶	主岩質岩 要局砂岩 是部岩和 變是頁岩
		4. 石英型	石英、酸性斜長石、綠柱石、螢石、輝鉬礦、黃銅礦、毒砂、磁黃鐵礦、輝鉬礦、閃鋅礦、方鉛礦、白錫礦、黑錫礦	高溫熱液	同上	單生大脈或平行細脈帶、或細脈帶。	主岩局 要是部 變質是花 砂岩崗岩
III	錫酸鈣礦（白錫礦）—— 石英礦系	5. 輝鉬礦 —— 石英型	輝鉬礦、石英、綠泥石、螢石、羽毛狀黑錫礦	低溫熱液	花崗岩 長閃岩	脈狀	砂岩 板岩 頁岩 和 灰岩
		6. 砂嘜岩型	榴子石、透輝石、石英、螢石、磁黃鐵礦、輝鉬礦、方鉛礦、黃銅礦、白錫礦	接高代 觸溫作用 變熱液與 質交	花崗岩	似層狀和 凸鏡狀	灰岩 和 頁岩
		7. 重晶石、 石英型	重晶石、石英、螢石、方解石、白錫礦	中溫熱液	未明	脈狀	灰岩 頁岩 砂岩
		8. 輝鉬礦、 自然金、 石英型	輝鉬礦、自然金、黃鐵礦、石英、白錫礦	低溫熱液	未明	凸鏡狀	板岩 千枚岩 (含鈣質)

有人認為砂嘜岩型白錫礦，應單獨成一礦系。

茲先述我國錫礦床的主要類型，次述其地理分佈，最後，舉出幾個重要實例。

我國最主要的錫礦床工業類型，是熱液脈狀黑錫礦型，其次依其重要的順序為砂嘜岩白錫型，熱液含金石英脈型，偉晶岩型和砂錫型等五種。

(1) 熱液脈狀黑錫型：脈石礦物以石英為主，兼有白雲母、鈹雲母、正長石、螢石、电气石、黃玉、綠柱石、鈉長石等高溫礦物；金屬礦物，除最主要的黑錫礦外，兼有錫石、白錫礦、輝鉬礦、輝鉬礦、黃鐵礦、磁黃鐵礦、及毒砂等；礦體為較規則的脈狀；圍岩云英岩化顯著；礦化作用，有時連續到中溫階段，因而產生銅鉛鋅的硫化物，及絹雲母蝕變，江西南部錫礦，以此類型為主。

(2) 砂嘜岩白錫型：常位於花崗岩類侵入體與碳酸鹽類岩石的接觸帶砂嘜岩中，成不規則礦體。礦石礦物以白錫礦為主，兼含黃銅礦，黃鐵礦、磁黃鐵礦、毒砂、有時有輝鉬

矿及輝鉍矿；脉石矿物有石榴石、矽灰石、綠帘石、阳起石等；品位一般不高，而儲量有时相当大。如云南文山县老君山白鎢矿，可为此类型的代表。

(3) 热液含金石英脉鎢矿型：这可能是一种新发现的类型，见于湖南西部桃源、沅陵、安化、益阳、等县含金石英脉中；主要为白鎢矿、兼含輝鉍矿、尚无詳細研究。

(4) 偉晶岩脉鎢矿型：主要生在偉晶岩中，或鎢錫共生，或鎢矿单独存在。此类矿脉，大都穿插于花崗岩体内，共生矿物、有黑鎢矿、正長石、石英、黄玉、电气石、螢石、及金云母等，如湖南桂东鎢矿，及江西南部偉晶岩式鎢矿，都屬此型，工业意义不大。

(5) 砂鎢型：上列四种内生鎢矿经过风化、及短距搬运、形成殘积、坡积和冲积的砂矿。凡产鎢矿地区，多少都有此类型存在，一般成层状，多不規則，經濟意义，一般不如原生矿床之大。

从鎢矿在中国的分布情况来講，可分五区：

(1) 南嶺区：是中国的，也是世界的产鎢矿最多地区，以江西南部，大庾、虔南、龙南等县为最著，余如粵北湘南等处也有鎢矿，其生成与侵入于泥盆紀前变質岩系中的燕山期南嶺花崗岩有关。矿床多位于大侵入体的边缘，或小型侵入体的頂部。矿体多为裂隙充填矿脉，充填在花崗岩或花崗岩的圍岩、千枚岩、板岩、和石英岩內之張力裂隙中。矿石除含鎢外，尚有錫、鉬、及鉍。矿脉周圍花崗岩中，常有云英岩蚀变。此外偉晶岩鎢矿脉，石英黑鎢矿脉及砂鎢等三种类型，都可看到，但以石英黑鎢矿脉为主。

(2) 湘西区：湖南西部，沅陵、安化、益阳、等县都有白鎢矿脉其中常含金（热液含金石英脉鎢矿型）。

(3) 滇东南区：包括云南文山接触交代型之白鎢矿，和箇旧石英黑鎢矿脉及含鎢偉晶岩脉。

(4) 燕山区：主要在河北东北部密云迁安一带之太古代片麻岩中，为石英黑鎢矿脉及含鎢偉晶岩脉。共生矿物有螢石、黄铁矿、黝銅矿、与燕山期花崗岩有关，产量很少。

(5) 辽东区：辽东鳳城、岫岩一带，片麻岩內、花崗岩体附近，亦有含云母、电气石、的石英黑鎢矿脉，与冀东情况相似，产量亦微。

茲先綜述贛南粵北一带地質情况，然后擇要簡述某些主要鎢矿区的特殊情况：

贛南粵北为世界最大的产鎢地区，已知产地包括始兴、虔南、龙南、大庾、南康、崇义、上犹、安远、金昌、零都、信丰、寻鄖、贛州、兴国、宁都、泰和、南丰、乐安、安福、遂川、万安等 21 县，主要为南嶺山区，拔海自数百公尺至 1,100 公尺。

区域地层，自上而下，略如下表：

(9)	第四紀	礫石及紅土、	25 公尺。
		不整合	
(8)	第三紀	紅色頁岩，砂岩及礫岩	800—1300 公尺。
		不整合	
(7)	三疊紀	頁岩及灰岩	300 公尺。
(6)	上二疊紀	燧石层及煤系	140—200 公尺。
(5)	下二疊紀	灰岩	100 公尺。
(4)	二疊石炭紀	灰岩	350 公尺。
(3)	下石炭紀	砂岩，砂頁岩，及頁岩	850 公尺。
(2)	泥盆紀	陸相：礫岩，砂岩及頁岩	350 公尺。
		海相：砂岩，頁岩及灰岩	200—300 公尺。
		不整合	

(1) 下震旦紀(?) 千枚岩、綠泥片岩、石英岩、板岩等 2,500 公尺。

其中以泥盆紀前，（下震旦紀？）變質岩系，分佈最廣，與鎢礦床的分佈有密切關係。

區域構造：為走向東東北——西西南，至東北——西南之復背斜和復向斜，背斜處，多為山脈，向斜處，多為第三紀紅色盆地；而泥盆紀前變質岩系，走向為北北西——南南東；逆掩斷層走向為東東北——西西南，與泥盆紀及泥盆紀以後的主要褶皺軸向相平行。逆掩方向，是北或西北與褶皺軸向正交。

火成岩：主要為花崗岩類，凡佔全面積 1/5；又有閃長岩，輝長岩，等小侵入體，及長英岩，偉晶岩，及輝綠岩等酸性及基性的許多岩脈，花崗岩的主要礦物成分為石英（30%），正長石及微斜長石（38%）鈉鈣長石（25%），黑雲母（7%），實接近於花崗閃長岩類，次要成分，有白云母、絹雲母、角閃石、磷灰石、磁鐵礦、鎢英石、榍石、螢石、电气石等，顯見贛南花崗岩類（花崗閃長岩）的主要特點是：（i）黑雲母多，白云母少，黑雲母外的鈦鎂礦物也少；（ii）石英和鈉鈣長石含量都多；（iii）电气石、螢石、黃玉、絹雲母等氣化礦物顯著，也就是氣化作用顯著。

鎢礦分佈規律是：（i）侵蝕淺，花崗岩體露出不多，礦脈在背斜（？）軸部變質岩中者，含鎢最富；（ii）已被侵蝕的花崗岩體露出礦脈一部分生於圍岩中，一部分生於花崗岩類中者次之；（iii）侵蝕已深，花崗岩類露頭寬廣，鎢礦零星分佈於花崗岩及殘余圍岩中者最貧。

礦脈一般是充填於東東北——西西南間之主要節理裂隙中，與該區域變質岩系的走向成正交。礦脈成平行集體，寬自數公厘至數公尺，平均約數十公分；長數百公尺，最長達千余公尺；延深約數百公尺；傾角一般在 60° 以上。

礦物組合：一般以黑鎢為主要有用礦物；其次為錫石，輝鉬礦、輝鉍礦、自然鉍及白鎢礦、有次要經濟價值；其次有少量黃銅礦，方鉛礦、及閃鋅礦等。脈石礦物，主要為石英，其次為絹雲母，長石、螢石、黃玉、綠柱石等，往往成完美巨大的結晶。富礦帶一般位於礦脈中部，或與花崗岩類小侵入體之接觸面附近。

過去研究贛南鎢礦，所得的初步結論是該區成礦作用，可分五期，因之也可分為五個成因類型及工業類型：（i）偉晶岩型礦床，以含鉬偉晶岩脈為代表，鎢錫含量均微，無大價值；（ii）氣成型礦床，以鎢錫雲英岩脈為代表，以產錫為主，兼產鎢鉬鉍，有經濟價值；（iii）高溫熱液型礦床，以黑鎢礦石石英脈為代表，共生礦物較簡單，圍岩电气石化，產鎢最豐，兼產鉍，經濟意義最大，（iv）中溫熱液礦床，以塊狀石英脈為主，無錫，鉬礦物，鎢鉍礦物也少，（v）砂鎢，各地重要性不同。

以上是贛南粵北鎢礦區的一般情況，茲分述各區的個別情況：

（甲）**大庾西華山鎢錫礦床：**位於西華山花崗株南部。該岩株徑約七公里，東南西三面，被泥盆紀前千枚岩、石英岩、砂岩所圍繞。岩株周圍及頂部，都有礦脈，計在南北平距二公里內，寬在 10 公分以上的鎢礦脈，不下 200 余條，平均間距不過 10 公尺左右，長者達 1000 公尺以上，短者亦數十公尺至數百公尺，走向一致，開采方便。據徐克勤，丁毅的研究，西華山鎢礦脈，可分為含長石石英脈，偉晶岩脈，及雲英岩脈三大類，而以石英脈為最重要，他們又分本區雲英岩脈為兩亞類（i）替換式雲英岩，由礦床附近，花崗岩圍岩經氣化作用的強烈蝕變所成，（ii）侵入式雲英岩，系直接受礦液侵入作用所造成，常含錫石，可稱為含錫雲英岩。西華山區的主要礦脈為石英黑鎢礦脈，沿節理充填而成，其中約 80% 以上為石英，其次為正長石，約在 10% 以下，再次為絹雲母，常集中在礦脈邊緣，或成袋狀散佈於礦脈中，或生於晶簇孔穴內；其他非金屬礦物有絹雲母、黃玉、綠柱石、螢石等；金屬礦物有黑鎢礦、輝鉬礦、錫石、毒砂、白鎢礦、黃鐵礦、黃銅礦、輝鉍礦、方鉛礦等。

(乙) 大庾漂塘錫矿床：本矿区内所露出的主要是泥盆紀前的暗灰色石英岩，板岩和千枚岩，走向东东北，倾向南东南，傾角 60° — 70° ，火成岩有一 100×50 公尺的小閃長岩侵入体，又有一直径达 500 公尺的侵入体，南部为閃長岩，北部轉变为花崗岩，矿脉生在千枚岩及板岩內，圍岩受强烈鋰云母化及碱石化，局部并受电气石化，数百余互相平行的大小矿脉，走向北 80° 东，近于直立，矿物成分与西华山相似，一般分佈規律是上部多錫，下部多鎢。

(丙) 兴国画眉坳錫矿床：在泥盆紀前千枚岩及石英岩中，开采区域較小，东西長約 1,500 公尺，南北寬約 300 公尺，矿区北方 4 公里处有花崗岩露出，西方 3 公里处，亦有花崗岩露出，所以本区可能是被花崗岩所包围的一个半島嶼或島嶼，圍岩蚀变为电气石，鋰云母、及少許絹云母、黄鉄矿、和黄銅矿等，錫矿产伏，与西华山同。

(丁) 虔南大吉山錫矿床：走向北北西——南南东的泥盆紀前，石英岩和千枚岩，在矿区構成背斜层的一翼，可能为加里东褶皱的残余部分，矿脉方向，以充填在較为发育的西西北——东东南的节理为多，以 60° — 80° 的傾角向北东北傾斜，另組节理充填矿脉，走向北 25° 东，以 50° — 80° 的傾角向西西北傾斜，数目較少，附近露出的为小面积的閃長岩，其主要矿物，为角閃石、鈉鈣長石、黑云母、及少量石英。矿脉圍岩如系泥質，蚀变为电气石，及少量鋰云母、如系閃長岩、蚀变成多量的黑云母、綠簾石、石英、及少許鋰云母、电气石。

(戊) 龙南歸美山錫矿床：区内全系泥盆紀前的变質岩系，主要为砂岩及千枚岩，走向北 10° — 40° 西，以 60° 傾角向西南傾斜。矿山西北半公里处有花崗岩露头長 500，寬 300 公尺，矿脉也是由节理充填所成，在泥質圍岩中发生电气石化和微弱碱石化。

(己) 安远盤古山錫矿床：泥盆紀前的砂岩和千枚岩，走向西北东南，倾向西南約 30° — 50° ，厚达 1,300 公尺以上，其上以不整合的关系被盖着底礫岩及石英砂岩，走向西西北——东东南，区内未見火成岩露头，矿脉圍岩略呈砂化現象。

(庚) 零都上坪錫矿床：上坪錫矿床，位于零都县城南 30 公里。

矿区地层，全为泥盆紀前变質岩系，以千枚岩砂岩互层为主，可分为上下兩部，下部为絹云母片岩，絹云母石英片岩，絹云母砂等互层上部为礫砂岩及絹云母砂岩，被二長斑岩岩牆所割切。

矿区構造：为一背斜层，軸向南北，軸部为前述泥盆紀前的变質岩系，兩翼为泥盆紀峽山系，西側为拗陷的紅色盆地，断裂很多。

矿化帶东西延長 1,200 公尺寬 200 公尺，兩端逐漸尖灭，矿体走向南北，几近直立，寬 50—100 公分，矿化不均，中部較富，兩端較貧。

矿石矿物主要为黑鎢矿，白鎢矿很少，脉石矿物，以石英長石为主，其次为白云母，鉄鋰云母、綠柱石、螢石、叶臘石、絹云母、伴生金屬矿物有輝鉬矿、錫石、輝鉍矿、黄銅矿、黄鉄矿、斑銅矿、黝銅矿、閃鋅矿、次生矿物有孔雀石、藍銅矿、高嶺土及褐鉄矿等。

角礫狀構造，浸染狀構造，斑狀構造，等頗为显著。

圍岩蚀变包括云英岩化、黑云母化、黄鉄矿化、电气石化、絹云母化等。

矿化作用可分兩個阶段，前阶段为黑鎢矿生成时期，后阶段为硫化物生成时期。

以上五处，都在江西境内。

(辛) 广东始兴石人嶺錫矿床：附近全为千枚岩和少許砂岩所分佈，走向南北，向东傾斜約 35° — 40° 北北西南南东向节理发育，錫錫矿脉，即生在其內，石人嶺海拔达 1034 公尺，其余麓海拔約 240 公尺，有中細粒花崗岩露出，潛伏頗深，蚀变不著，仅在花崗岩

中，見有云英岩片，較大礦脈數條，長達數百公尺，向下有合而為一的趨勢，原生金屬礦物有黑鎢礦、錫石、毒砂、輝鉬礦、閃鋅礦、黃銅礦、輝鉍礦等，脈石礦物有石英絹云母，鋰鐵云母，及綠泥石等。

根據上述，見贛南粵北地區，是世界上鎢礦特別富集的地區值得詳查。

(壬) 湖南瑤岡仙鎢礦床：(夏宏遠稿)位於湖南東南部資興、汝城、郴、宜章四縣交界處，西距粵漢鐵路白石渡站約 50 公里，區內地屬包括泥盆紀前板岩、千枚岩、石英岩及下泥盆紀砂頁岩系，中泥盆紀灰岩，石炭紀灰岩，及侏羅紀礫岩砂岩等，構成一不完整的背斜層，軸向東北西南，中部有變質岩露出，有花崗岩株，侵入于泥盆系中，另有花崗斑岩岩牆貫穿泥盆，石炭及侏羅系中，在花崗岩侵入體之北部及東北部有鎢礦脈羣分佈，東部有砂礫岩型白鎢礦床，其東在灰岩中，更有銀鉛鋅礦。

本區礦型可分兩種：

(i) 石英黑鎢型及石英硫化物黑鎢型礦脈，走向近于南北，傾斜近于垂直，南端在花崗岩中，北端在下泥盆紀砂頁岩（主要部分）及侏羅紀礫岩中，寬 0.3—2.0 公尺，金屬礦物，有黑鎢礦、毒砂、黃鐵礦、黃銅礦、輝鉬礦、輝鉍礦、錫石、方鉛礦、閃鋅礦、重硫鹽類及少量白鎢礦，金屬硫化物多分佈于礦體中部，錫石、毒砂以上部為多，西部白鎢很少，東部礦脈鄰近砂礫岩白鎢礦逐漸增多，非金屬脈石礦物有石英、鋰云母、螢石、綠柱石、電氣石等。

(ii) 砂礫岩白鎢礦床：位於瑤岡仙背斜層的東南翼，主要礦體，在下泥盆紀砂頁岩與中上泥盆紀灰岩的層間破碎帶中，砂頁岩已變為石英岩、角岩、板岩，灰岩變為透閃石大理岩、砂礫岩。以花崗岩體為界，分為和尚灘（東），燕子窩（西）兩區：

(a) 和尚灘區：為目前主要礦區，除砂礫岩礦體外，在石英岩中尚有含白鎢礦的石英細脈所組成的礦體。

砂礫岩礦體最重要，呈似層，凸鏡體，傾向東南約 25° — 35° ，礦化均勻，礦物種類繁多，金屬礦物有白鎢礦、磁黃鐵礦、閃鋅礦、輝鉬礦、方鉛礦、黃鐵礦及少量黃銅礦、毒砂、黑鎢礦等，非金屬礦物有石榴子石（鈣鋁石榴子石），輝石、符山石、螢石、透閃石、石英、方解石、長石、金云母等，白鎢礦顆粒很細，在 0.5 公厘以下呈浸染狀或不連續細脈，存在于輝石或石榴子石的間隙中，富集的白鎢礦與螢石，金屬硫化物，石英透輝石脈共生，尤其與螢石、磁黃鐵礦、閃鋅礦等關係密切，在含符山石的砂礫岩中，白鎢礦很少，細粒砂礫岩及其裂隙中白鎢礦較多，粗粒、致密、塊狀，砂礫岩中白鎢礦量少，且分佈不均，白鎢礦與輝鉬礦，現。氧化帶很發育，形成疏松黑褐色鐵帽，由鎢的氧化產物（鎢華，鎢鉛礦，鉬鎢鉛礦等），相依出及鐵錳的氧化物組成，在氧化帶中，由于金屬硫化物的流失，使鎢的品位相對增高。

在砂礫岩的底部，有砂化灰岩，角岩板岩等，與砂礫岩成夾層或互層，界線不明，在其裂隙中，也常有含白鎢，硫化物的透輝石石英脈，有時能達到工業品位，但一般比砂礫岩中的品位低。

又在砂礫岩礦體下部石英岩中，有含白鎢礦和金屬硫化物的石英細脈或白鎢礦的零星分佈，可能在石英岩層中部，富集成為礦體，

(6) 燕子窩區：本區泥盆系為灰岩，頁岩互層，砂礫岩礦體，产于大理岩與角岩之間，礦體呈不厚的層狀，可分五層，均含砂礫岩礦物但石英及金屬硫化物較少，白鎢礦分佈不均，礦化較弱，勉達工業品位，

(癸) 云南文山老君山砂礫岩型白鎢礦床：(夏宏遠稿)位于文山縣城西，——平緩的短背斜構造中，中心為中生代花崗岩體，翼部為泥盆紀灰岩頁岩，石炭二疊紀灰岩，三疊紀灰

岩(底部为灰頁岩互层)等組成,在花崗岩与灰岩接触处常見有矽噉岩化,矽化并見白鎢矿分佈于矽噉岩中,銀鉛鋅矿分佈于矽化灰岩中。

矽噉岩型白鎢矿床,位于老君山东南坡,花崗岩与三叠紀灰岩接触帶的矽噉岩中,矿体成囊狀,寬 30 公尺,沿走向延長石明。

这个矿床的金属矿物有白鎢矿,輝鉍矿,黃銅矿等。非金属矿物有石榴子石,阳起石,綠簾石,鈣長石,石英,方解石等,及次矿物褐铁矿方解石等,白鎢矿成細粒狀分类于石榴子石和阳起石的間隙中矿石含 WO_3 約 1%。

参 考 文 献

1. 別傑赫琴等,矿床学,第二編, 63—72 頁; 中譯本 1953.
2. 第七次中国矿矿业紀要,地質調查所, 1945.
3. 徐克勤:丁毅、江西南部鎢矿地質誌,地質調查所,專报,甲 17, 1943
4. 徐克勤:丁毅、中国鎢矿成因分类之我見,地質論評, 3 卷 3 期。
5. 徐克勤:江西南部鎢矿, *Economic Geology*, 38 卷, 431—424 頁
6. 徐克勤:湘南鎢鉄錳矿矿区中矽噉岩型鈣鎢矿的發見并論兩类矿床在成因上的关系, *中国地質学报* 37 卷, 117—152 頁, 1957.
7. 金耀华:河北密云县境鎢矿,之初步研究。(节要)地質論評, 15 卷, 1—3 期。
8. 金耀华楊溥泉云南文山县玉树鄉母鷄冲地質矿产。地質論評, 第八卷 17—39 頁, 1943.
9. 周道隆:贛南鎢矿誌。江西地質矿业調查所專报乙、号, 1936.
10. 王嘉蔭、馬振图、吳磊伯、贛南鎢矿深度的研究。地質研究所, 1943.
11. 朱恒鑫:大庾西华山鎢矿复勘簡报,中南地質汇刊, 2 号, 1950.
12. 張兆瑾、申慶荣:华北几个鎢矿床地質概要, *矿測近訊*, 87, 1948.
13. 陈四箴:銅陵獅子山含銅鈣鎢矿。 *矿測近訊*, 113, 1950.
14. 張兆瑾:桂东几个新鎢矿床述略。 *矿測近訊* 99, 1949.
15. 張兆瑾中国鎢矿成因及分类,地質論評 2 卷 5 号, 1937.
16. 胡伯素:中国鎢矿分类之我見,地質論評 3 卷一期, 1938.
17. 边效曾,王超翔:湖南資水流域的鎢錒矿。地質論評 15 卷, 1950.
18. 严坤元:江西大庾漂地鎢矿之成因。地質論評 9 卷, 1949.
19. 黎盛斯:湘西白鎢矿之发现。地質論評, 14 卷, 1—3 期。
20. 莫柱孙:中国南部鎢矿工业类型的初步划分, *中国地質学报* 37 卷 181—190 頁, 1957.
21. Бессоба М.В., Коренное месторождение и россыпи вольфрамовых руд в западном Забайкалье [Редкие металлы] №1, стр 14—18, 1933.
22. Степанов И.С. Шеселиг на южном Урале "Редкие металлы" 1, стр. 6—11, 1933.
23. Тетяев, М.М. Типы русских вольфрамовых месторождений, Мат. по оыш. и прикл. Геол. вып. 34, стр. 1—17, 1926.
24. Тетяев, М. М. Вкoпpocу o клacсификации Вольфрамовых месторождений изв. геол. Ком. 37, №, 78, стр. 601, 602, 1918.

25. Левницкий О.Д. Вольфрамовые Месторождения восточного Забайкалья.
Месторождения редких и малых металлов СССР. Т.2. Изд. Ак. наук. 1939.
26. Vandenburg, W.O., U.S. Bur. Mines Inf. Circ. 6821, 1935.
27. Roush, G.A. Strategic Mineral Supplies. Mc-Graw-Hill, New York, 1939.
28. Dunn, J.A., Burma-Mawchi-Tavoy, India Geol. Surv. Rec. 73 : 209—245, 1938.
29. Kerr, P.F., Tungsten Mineralization in the United States, Geol. Soc. Am. Mem. 15. N.Y., 1946.
30. Wright, C.W. Bolivia Tungsten. Foreign minerals Quart. 2:4:30—38, 1939
31. Li, and Wang. Tungsten, 2nd ed., Am. Chem. Soc. Mon. 94. Reinhold Publ. Corp. N.Y., 1947.
32. Johnston, W.D. Jr. and F. Moacyr de Vasconcellos, Scheelite in Northeastern Brazil, Econ. Geol. 40:34—50, 1945.
33. Klerper, M.R. Sangdong Tungsten Deposit, Ec. Geol. 42:465—477, 1947.
34. Loomis, F.B. Boulder County Tungsten Ores. Ec. Geol. 32:952—963, 1937.
35. Howering, T.S. Origin of Tungsten ores of Boulder county, Colorado. Ec. Geol. 36:229—279, 1941.
36. Wright, C.W. Argentina Tungsten. Foreign minerals Quart. 3:3:25—30.
37. Haag, H.L., Wolfram in Nigeria, With notes on Cassiterite and Columbite. Bull. Inst. Min. Met. 458:1—34. London, 1943.
38. Ward and Gonzales: Tungsten Deposits in the Republic of Argentina. U. S. Geol. Surv. Bull. 954—A, 1947.