試論贛南脉鎢矿床深度的探測标志

李崇佑

关于黑鎢矿脉在垂直空間变化上的某些推断，在若干矿区的勘探材料中陆續得到了証实：无論是在成矿构造类型，火成岩体規模和部位，围岩条件及热液蝕变，矿石特点以及地貌景观中都可以找到一定反映。进一步探討各种地質条件之間相互依存和密切联系的控制因素，从而找出矿体垂直变化的地質标志，对矿床評价以及指导找矿和勘探工作，都具有非常重要的实际意义。

一、贛南区域脉鎢含矿間隔的探討

根据几个主要矿床的材料看来，在贛南区域內的各种脉鎢矿床，不論其围岩性質为火成岩或沉积地层，屬大型矿脉或細脉带，抑或具有种种形式的产状要素，但絕大部份矿体都是分布于正性地区。贛南区各种不同岩性的地层与地形的关系比較明显，現代冲积物与第三紀紅色岩层，多停积于低洼之处，而成赤色盆地，江河汇流其中，两岸多呈阶地。地势一般拔海在200米左右，比高多在百米之內，此类盆地中极少见有原生脉鎢矿床。石炭二迭紀地层多构成盆地中之丘陵。中下石炭紀地层則多沿盆地周围呈条带状展布，一般拔海300米以上，如具有其它控制成矿的条件时，其中亦賦存有脉鎢矿床。石炭二迭紀灰岩及鈣質砂頁岩，是形成矽卡岩型白鎢矿床的有利地层，本文不拟涉及。泥盆紀与前泥盆紀变質岩，构成广濶的褶皺山区，多为崇山群嶺，峯巒蜿蜒，最高者拔海1,200米左右，比高200—700米，若干著名的大型鎢矿均胚育其中。燕山花崗岩呈岩基裸露者，多为面积宽坦的丘陵地带，一般高度拔海200—500米，仅于边緣部份見有小規模矿点，聚集而成矿田。呈岩株侵入于前泥盆紀变質岩中而已出露者，一般地势較高，多在500米以上，其比高亦均大于200米，岩株本身及其周围地层中，是脉鎢矿床賦存的有利地带。

綜覽贛南地形，河流穿途区或山間盆地，一般拔海230米左右。广濶的褶皺山区主峯多在千米以上，花崗岩出露高峯800米左右，为数較少，大部低峯一般为300米左右，花崗岩出露之区域性基准面約在拔海200--400米的范围內。黑鎢矿脉既为燕山花崗岩的派生物質，因而多分布于其頂部或上复地层中。根据某些矿区的实际材料，也証明了花崗岩基准面在一般情况下乃标志着贛南区域脉鎢含矿間隔的下限范围。至于上限高度，鑑于区內拔海1,000米以上的高

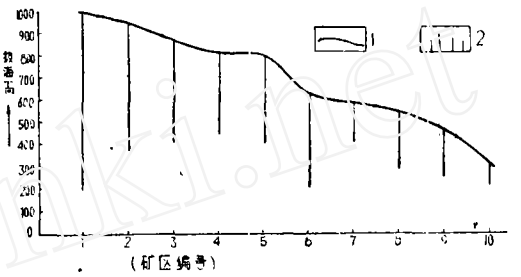

图 1 贛南区域几个主要脉鎢矿床含矿間隔，以及与花崗岩体高度和侵蝕深度的关系。
1—侵蝕面；2--矿体空間位置。

山上，仍賦存有矿体，因而只有区內地形的最高侵蝕面才能代表矿体上限范围。所以贛南区域的脉鎢含矿間隔，大体上可以确定为拔海200～1,000米的范围內（1）〔图1〕。超出此范围的，只为极其个别的現象。其中以矿脉深度在地表以下100—300米者最多，300—500米者次之，超过800米与小于100米者最少〔图2〕。

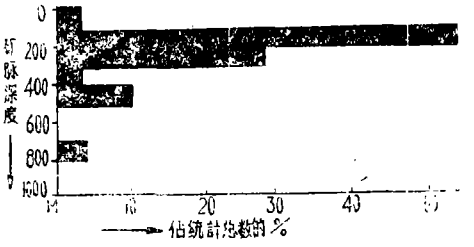

图 2 贛南区不同深度黑鎢矿脉的統計。
（根据35个矿区）

为了便于在找矿勘探工作中就地形条件对矿床深度远景的估价，将贛南地形根据其高度变化及已有的矿床資料，概分为三种类型：

第一种类型，高山区：拔海800米以上，比高大

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

于400米，对这类地形成因的判断，应是在加里东褶皱的基础上，經过海西宁，特别是中生代构造活化上升的地区，活化所反映的构造型式可能是隆起，可能是断裂，也可能是原有褶皱雛型的进一步加剧。就构造綫的相互关系看来，表现各期构造輪廻相依繼承的重接現象，乃代表了贛南区构造干涉的一般性征。无論是由于加剧褶皱而生成的伴随裂隙，抑或深断裂及其从生的构造，都是形成較深矿床的儲矿条件。就地形高度而言，它們的侵蝕程度是比較浅的，所以賦存于高山区的脉鎢矿床，其深度往往极其可观。如在其它地質条件有利的情况下，矿脉深度一般可以达到450米以上（如1，2，3号鎢矿）。

第二种类型，中山区：拔海500～800米，比高300米左右，侵蝕程度不太深，一般的情况下，地下矿体可以保留200～450米（如4，5，6号等鎢矿）。

第三种类型，低山区：拔海500米以下，比高低于300米，矿体大部被侵蝕，工业矿体的延展深度一般为200米以下（例如9，10，11号鎢矿）。

二、地层与火成岩的标志

（一）不同地层与矿脉深度的变化关系　贛南成矿裂隙絕大部份都由生于中生代的地壳运动，因而凡是中生代以前並且包括燕山花崗岩在內的岩层，均有发生构造断裂的可能。事实也証明了黑鎢矿脉並非全是局限于前泥盆紀的变質岩地层中，我們在泥盆紀以至石炭紀地层內均找到黑鎢矿床。所以在贛南区除因各时代地层不同的岩石化学因素，影响着矿体內部組份的变化而外，在矿体深度方面並无重要控制作用。但由于各时代地层在空間上的分布規律，以及和花崗岩、构造变动等其它成矿条件的相互关系，因而各时代地层中矿体賦存的頻率也就不同。根据統計的材料，可知在变質岩中，以及前泥盆紀浅变質岩与花崗岩接触地带，矿床数量最多。花崗岩体本身与泥盆紀及其以后之地层中数量較少〔图3，B〕。就矿脉深度而言，亦与地层分布的空間位置有关：一般在花崗岩中浅，接触地带較深，前泥盆紀变質岩中更深，泥盆紀地层中最深〔图3，A〕。

图3，A－B的关系指示了在变質岩中以及变質岩与花崗岩接触地带一般深度为100—500米的黑鎢矿床最多。各种地层中矿床出現頻率与深度，应与各种岩层的分布范围、岩石性質、侵蝕程度、以及适宜成矿的构造条件有关，当于后文另行探討。

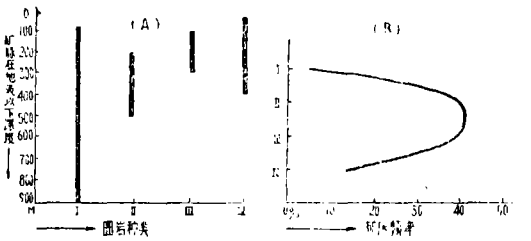

图3　在不同岩层中脉鎢矿深度及矿床頻率
（根据35个矿床）
Ⅰ—泥盆紀地层及石炭紀地层；Ⅱ—前泥盆紀浅变質岩层；Ⅲ—变質岩与花崗岩接触带；Ⅳ—花崗岩

（二）花崗岩与矿脉深度的关系　已有的資料証明，在贛南区若干緊緊靠近矿床的花崗岩体，多是派生矿化溶液的来源，但也有个别的縱然在空間上局限于侵入体中的矿脉，而实际上两者却无生因关系。所以在研究花崗岩与矿脉深度关系之前，首先必須确定两者的生因关系。在过去的工作中很容易把矿区內的花崗岩体都認为是矿床的原生母岩，如果沒有一定根据，这样的結論往往会招致十分严重的錯誤后果。贛南若干矿床实例中，常显示了花崗岩与矿床生因联系的标記，这些标記体現于两者在空間上与时間上的一致性，以及附生成份的一致性。就前者而言，这些矿区的花崗岩与矿脉都是屬于中生代燕山运动同一的岩浆期和成矿期，它們都侵入在同样的前泥盆紀浅变質岩或二迭紀以前的地层中。花崗岩体与矿床产生在同一复式背斜隆起区或拗陷带，以及几个构造系統干涉带的相同地层中。更明显的是，几乎絕大多数鎢矿区或附近，均伴随有燕山花崗岩出露，許多矿脉則直接产于花崗岩体內。另从产生环境来看，屬高溫深成环境下所产生的黑鎢矿脉，与深成的（或中深成的）岩株和岩基边緣密切伴生的規律，也反映了形成岩相——深度条件的一致性。若干矽卡岩鎢矿区的实际材料，尤其能够說明这个問題。再以附生成份的一致性而論，矿物——地球化学法是当前帮助解决侵入体与矿床关系的有效办法，这种办法在贛南鎢矿的勘探工作中，尚推行不广。目前仅只限于附生金屬的研究，例如在6号鎢矿区內的花崗斑岩中含有Wo_3、Bi、Mo、Cu，7号鎢矿区黑云母花崗岩株中含有Wo_3、Bi、Cu；14号鎢矿区內花崗岩株中含有Wo_3、Bi、Mo、Cu，8号鎢矿花崗岩內含Wo_3、Cu、Zn（2）等，这些不多的材料对探討火成岩体与矿床生因联

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

系方面也提供了重要的标志。但由复式侵入的花崗岩体所构成之矿区，后期侵入体所派生之矿脉，直接产于早期的花崗岩中，这样往往会使我們把早期花崗岩誤認为是矿脉的母岩。所以說，首先必須通过矿物——地球化学，岩石化学等方法正确肯定侵入体与矿床的关系。这是一件不可忽略的工作。

就贛南几个鎢矿的地質材料看来，花崗岩体与矿脉深度的关系，多决定于在成因上具有密切联系的侵入体与矿床两者的空間位置，这种位置关系大体可以分为三种情况：1．矿脉分布在花崗岩体之內。2．矿脉分布于花崗岩边緣接触带。3．矿脉产于火成岩体的围岩中。

1．矿脉分布在花崗岩体之內。花崗岩是在地下深处形成的，今日裸露面积的大小，直接反映了侵蝕切面的深度，因而認識花崗岩体侵蝕切面的深度，对找矿評价或勘探工作，是有重要意义的。根据斯密尔諾夫的研究“其意义即在于以矿床的数量和它的矿石总儲量所表現的矿产富饒程度，是随切面改变的，一般的情况是：含矿率随着侵蝕切面之趋近于侵入体上部的突出部而提高，然后随着切面的加深趋近于侵入体的低部而減低。”贛南区花崗岩在地表露布的情况，一种是屬于較大規模的花崗岩基，矿床位于其边緣或突起的頂垂部份。另一种是呈現岩株的形式。后者除个别矿区由于花崗岩体的反复侵入或适宜的构造条件形成較深的脉鎢矿床而外，一般的情况都是表現了矿脉多，矿点密集，深度比較短浅。形成这种情况的原因：一方面是侵蝕切面較深，矿体主要部份未能保全；一方面是受到构造条件的控制。在花崗岩中构造断裂的成因是很复杂的，一种可能是由于区域性构造变动的直接产物。例如控制花崗岩侵入的构造营力，当岩浆冷凝成岩后仍未解除，則使固結了的花崗岩与其周围的成层岩石产生同一系統的裂隙，但很明显，在花崗岩中的裂隙分布范围更为宽广，条数亦較繁多，这与岩石受范性的强度有关。花崗岩比較千枚岩、板岩等类地层远为坚脆而易于破碎，这是众所周知的。另一种生成含矿裂隙的因素，是由于岩浆本身冷凝收縮的結果。这类裂隙可有六組，但以垂直流綫之横裂隙最为发育，在空間上乃与所述前种成因裂隙的产状适相一致，两种成因，一个系統，重迭的結果遂形成裂隙的繁多和复杂性。在某些矿区更表現在花崗岩結晶过程中，由于深部的变異，又形成后期火成岩体的复式侵入，对上部已經冷却之花崗岩外壳来說，則又造成了产生裂隙的一个机会。那么在花崗岩体中矿脉所以繁多而且密集的道理是不难理解的。但是由于其成因的复杂，因而在探尋花崗岩內矿脉深度时，更必須注意构造成因的研究。

岩株通常是侵入在軟弱地带，亦即区域性构造作用力比較集中和剧烈的地区，各种应力的发育过程比較持久，构造反复变动的形式也十分复杂，因此有机会形成比較深遠的裂隙。又因侵蝕切面不深，所以在地势高峻之岩株中的脉鎢矿体，其深部远景比一般位于岩基中的矿床要好些。如4号鎢矿区（岩株式）的脉鎢深度达到300米以上，而其它岩基式的或侵蝕切面較深的岩株中，矿脉現有深度大多不超过200米（如7，10，11，12，13号鎢矿区）。

2．矿脉分布于花崗岩边緣接触带　这类矿床在贛南区域所占数量很多，一种是屬于岩基的边緣接触带，一般侵蝕切面較深，地势低緩，矿区內以花崗岩为主，围岩偏于一侧，或呈島屿状零星散布其上。矿脉絕大多数产在侵入体中，条数虽然很多，但深度不大（如11，14，15号鎢矿）。另一种是屬于花崗岩株的頂盖部份，侵蝕程度不很深，花崗岩多于低处露出，且面积不大，在剖面上很容易恢复和显示出它們頂端部份原来的侵入形式。上复围岩面积較大而且占据矿区內高山頂部，这些大部产于围岩中的矿脉，其深度要比前者为大（如8，16号鎢矿区）。必須提及，花崗岩小侵入体在某些地区位于矿床的中央，矿脉产在侵入体的頂盖部份，向外呈同心环状放射，貫穿于侵入体与围岩两者中。某些地区矿脉却偏倚于侵入体的一侧，呈偏心状背向岩株延展，或者牽連于每个岩株之間的围岩中。B．И．斯密尔諾夫曾指出：“如果含矿侵入体侵蝕切面不深时，則有火成岩形成的个别地区出現，中間隔以相当广濶的围岩地段，这种情况最有利于侵入体的围岩里或侵入体本身之中的岩浆期后金屬矿床的发育”。在两个侵入体之間較老围岩中的成矿裂隙，不仅生成于控制火成岩体活动的远为复杂的区域构造营力，並且又是处于各火成岩体侵入时隆起挤压（由垂直运动而引起的水平分力）而产生之急剧的应力场。所以在这种条件下构成的矿化裂隙，通常都是比較深遠的，例如铁山嘴与斜嶺两侵入体之間的6号鎢矿，汶龙与三亭乡两花崗岩体之間的2号鎢矿，4号与16号鎢矿两花崗岩株之間的17号鎢矿等都是屬于这种形式，矿脉深度較全部产生于花崗岩体內的矿脉要深一些，一般都在200米以上，

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

最深到500米。

3. 矿脉产生于火成岩体的围岩中　这种形式的矿床在前述接触带型中趋向于侵入体一侧或牵連两侵入体之間的矿床时，已經涉及。因为黑鎢矿脉均屬于深成高溫矿床，一般多距离侵入体不致太远，所以与前者区分的，只限于是在矿区内地表或某一深度内未有花崗岩体出現，主要特点可归納为：侵蝕切面很浅，火成岩侵入部位較低，隐伏深处尚未揭露，矿脉均产于侵入体上复囘岩内。另由于成矿裂隙深遠，发育过程复杂而且长久，一再复活的結果，形成数期岩墙和矿脉的相互交切。假如我們面临这样一个矿区：地势高峻，不見花崗岩侵入体，只有各种岩墙伴随矿脉出露，那怕矿脉十分細小，也极可能是一个相当大規模隐伏矿床的标志。如1，3，6号鎢矿就是实际的例子，它們的深度均在400米以上，最深者达到800米。

綜上述花崗岩侵蝕切面的深度、产状、形态，侵入活动的方式以及与矿体的空間关系等种种現象，均与矿脉深度具有密切的联系，可以概括归納如表1。

表1

矿脉深度	侵蝕程度	母岩产状形态	母岩深度	母岩与矿体平面关系	矿床实例
>450m	侵蝕程度浅，属高山区，拔海800米以上	矿区内母岩深伏地下，未能察見。只有岩脉出現	母岩至少在地表500米以下，約拔海400米以下	矿体处于大区域内两花崗岩体之間或花崗岩一侧，或附近无花崗岩体出露	1，2，3号鎢矿等
200—450m	侵蝕程度中等，属中低山区，拔海500—800米	孤立小花崗岩株或复式侵入体	母岩出露地表或地下浅处，拔海400—800米	矿床产于花崗岩株頂盖上部的围岩中，或直接产于侵入体内。	4，5号鎢矿
<200m	侵蝕程度深，属低山区，一般拔海500米以下。	花崗岩基边緣接触带或岩株的中心部份。	母岩出露地表，拔海200—300米，	矿床大多产在侵入体中或接触带	9，10，11号鎢矿。

三、构造成因——矿脉产状形态与深度的关系

（一）区域构造控制因素　几乎每一个矿床的原始深度都将决定于它的构造成因。关于贛南区域构造的認識，目前还不一致，例如准地槽說，抑或陆台活化，以及过渡性地区等种种論断，正随着日益增多的实践材料在不断的修改和漸趋統一。值得注意的是在控制成矿的构造形式上，无論是构造弧，复背斜，深断裂，或者是各种构造綫交錯干涉带等等都被一定矿点的存在給予証明，这就显示了构造成因的复杂性，絕非任何单一的构造所能概括的。更进一步追索关系矿脉深度的构造因素，則必将涉及产生成矿裂隙的应力性質，这方面，若干矿床所表現的实际現象也是比較复杂的，可以概括为三种情况。即张力裂隙（伴随褶皺从生的水平挤压张力，由于地块隆起或是岩浆内侵而产生之垂直挤压张力，岩浆冷凝收縮之表面张力等），扭力裂隙，以及张力与扭力的复合裂隙。关于区域性构造的分析，限于材料和篇幅，本文不拟涉及，仅以現有矿区的材料，就应力性質和控制成矿的构造类型，概括如表2，供做討論和进一步引申。

表2

矿脉深度	成矿构造	成矿裂隙的性質	矿床实例
深矿脉 450m	深断裂复背斜（隆起式）	扭力，张力与扭力复合裂隙	1，2，3号等鎢矿
中深矿脉 200—450m	短軸背斜，复式侵入的花崗岩体（隆起侧压带）	扭力，张力与扭力复合裂隙	4，5，6号等鎢矿
浅矿脉 <200m	岩株頂盖部份的小褶皺或花崗岩本身	张力（以岩浆冷凝收縮裂隙为主）	9，10，11号等鎢矿

（二）矿脉产状与深度变化的关系　矿脉所充填的裂隙，乃是在构造外力影响下，引致岩石本身应力变形的一种主要反映。主应力軸的方位应与等力方

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

向、性質、强度有关。在发展过程中，往往岩石圍压与受范性决定了裂隙的最后形式，所以矿化裂隙是各种复杂因素相互影响的产物，因此以其成因、形态，特别是在产状方面各度空間的发育形式借以探求深部方向的变化規律，是有根据的。

1. 矿脉长度与深度的关系　黑鎢脉状矿床規模的大小，主要决定于矿脉产状三个軸的发育情况，但遺憾的是目前还沒有对一个完整的矿体或盲矿体的全部产状資料，所以現在做为探討矿脉长深关系的依据，主要是上部已經受到一定侵蝕程度的矿体資料。

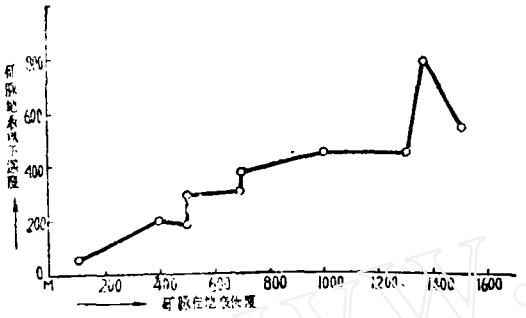

图 4　矿脉长度与深度的关系（根据十个矿床）

贛南一般脉鎢矿床的变化情况是，走向軸最长，斜深軸次之，代表厚度的軸最短。其中走向长与斜深軸的正比关系是十分明显的〔图 4〕。这也正反映了矿脉縱剖面大部呈扇状形态的一种特征。可以理解，凡由深部沿着自下而上的垂直方向成长的裂隙，往往是比較深长。又如花崗岩冷凝收縮，由于表面张力自上而下发育的裂隙，往往是比較短浅的。因为随着向地下深处的延伸，逐漸增高的圍压，使岩石的受范性的强度相对增高，因而在同样的岩石中，裂隙达深部遂为塑性形变而代替。在形变过程中，断裂的发生必然是沿着最小抗力的方向，如此越趋近地表，則越有利于应力集中场向上部的轉移，並呈离心式的放射扩大。所以往往沿着裂隙的縱剖面构成略具扇状的形式。这种扇状（倒三角形）的形式，便直接决定了矿脉长深两軸的正比关系。根据图 4 的統計資料来看，代表一般的深长比例为 1：2～3。但必須注意这种扇形实际上並不是絕对的等腰三角形，很多情况是深部頂角呈現偏倚于一侧。特别是侵蝕面的形状，也往往会引起我們的錯覚，例如 9 号矿区，矿脉走向与山坡适成斜交。侵蝕面大致平行于扇形的一个斜边〔图 5，B〕这样矿脉的长深关系就不能得到眞实的反映。

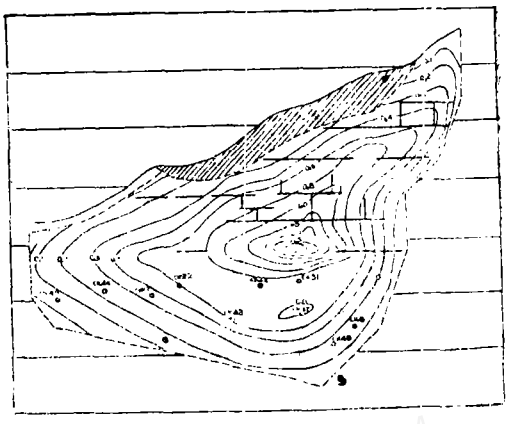

图 5A　矿脉縱剖面形态及厚度等值綫图（根据 3 号鎢矿总結报告书）

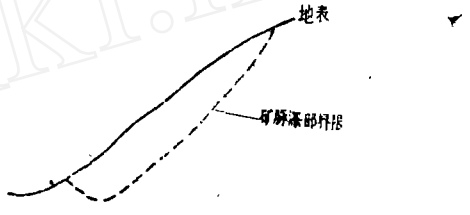

图 5B　矿脉縱剖面形态

2. 矿脉宽度与深度的关系　根据若干矿床的例子，矿脉在横剖面上厚度的垂直变化，一般有以下几种現象：一种現象多见于花崗岩体中之矿脉，往往是上部較宽，而下部变狹，深度也比較短浅，这是由于岩浆冷縮而产生之张力裂隙的典型矿脉。但是必須注意，並非所有花崗岩中的矿脉都屬于这种型式，因为若干同样成因的裂隙，由于多次活动，而使原来的形态受到破坏，所以这种形式的矿脉，在实际应用中，並不具有可逆的意义。另一种現象多是在变質岩中的矿脉，它的代表形式为接近地表比較細小，矿脉中部变宽，下部趋向深处又复变小，而至逐漸尖灭，类似凸鏡体的形式，此在贛西最为常见。这种矿脉多起因于扭力，或张力与扭力复合裂隙，所以往往是比較深邃的。

矿脉在垂直方向的厚度曲綫变化，常可以做为帮助我們預測深部埋藏情况的重要依据，所以認眞研究已揭露部份的变化是十分有意义的。經驗証明，利用插入法往往可以給我們帶来很好的效果。

如果我們所研究的矿脉为前述凸鏡体类型者，而且所掌握的山地工作資料均限于凸鏡体中心部份以上，

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

时，这种插入或推算方法，则应根据实际情况加以变换（任何变化統計或推算的方法都不能脱离地質規律的基础孤立进行），首先应結合其它地質資料正确确定矿化裂隙在垂直剖面上的变化形式及其构造成因，这是非常重要的。根据現有材料，可以初步概括如表3所列的几种类型。

表3

矿脉厚度垂直变化类型	矿脉在垂直横剖面上的变化形式	地質环境	在地表以下延深情况	矿床举例
第Ⅰ种类型	凸鏡体中心偏于矿脉的上部，所以矿脉上部宽，下部窄，呈葫蘆狀形	多出現于花崗岩内或背斜軸部由張应力所构成的矿化裂隙。矿脉一般走向延长不远，而条数比較繁多	比較短浅，一般200m	7，18号以及1号乳矿的部份矿脉。
第Ⅱ种类型	凸鏡体中心适位于矿脉中部，所以矿脉中部宽，上下两端变小或漸灭，呈比較理想的凸鏡体。	矿脉多生于变質岩内，花崗岩位于矿区外围或深伏下部。矿化裂隙属扭力或張力与扭力复合裂隙。矿脉比較陡直，而且走向延展很远。	比較深邃一般>45m	1，2，3，6号鎢矿
第Ⅲ种类型	凸鏡体中心偏于矿脉的下部，矿脉中上部狹窄，底部逐漸变寬，到一定深度又复很快变小或尖灭。与第Ⅰ种类型适相顛倒。	矿脉位于花崗岩体頂部与围岩接触带。矿脉最寬的地方多位于接触带或稍上的部位，向上漸次变窄，向下进入花崗岩則突然变小。矿脉产状变化很大，尤其傾角多正逆反，常呈180°的折轉。总的趋势，随着向深处的发展，逐漸变緩。围岩产状变化亦較凌乱，往往出現复杂的褶皺。这显然与花崗岩体侵入时对上复围岩所产生垂直压力的作用有关。	200～450m	5，8号鎢矿

3。矿脉条数与密度往往反映不同岩石产生裂隙时的应力性質和状态，所以当分析矿化裂隙的整个形式时，矿脉条数与密度也是不容忽略的要素。当矿脉条数多、密度小，則反映了产生裂隙时应力点比較分散，解除应力的方式，乃是以产生較多裂隙与分布面积很广为其特点，但深度方向却发展不大。整个矿化带沿走向、傾向、傾斜的长度呈类似等軸的关系。这往往是一般張力裂隙的代表。矿脉条数多，密度大，反映了产生裂隙之应力场的高度集中和作用过程中的激烈程度。在这种情况下，裂隙集体的分布寬度受到限制，而是沿着走向和斜深方向发展起来的，如此整个矿带在垂直空間則形成正方的形式，即走向、傾斜两軸較长，而寬度方向的軸則較短，此为扭力或張力与扭力复合裂隙的特征。根据贛南几个矿区的材料，綜括之为：矿脉条数多，密度大，其深度亦最大（如1，2，6，17号鎢矿等）；矿脉条数少，密度大，深度較大（如5号鎢矿細脉带）；矿脉条数多，密度小，深度中等（7，18号鎢矿等）；以及矿脉条数少，密度小，深度亦小（10，12，19号鎢矿）等几种形式。当然这样的結論並不是对所有的矿区都合适的，只有密切联系其它地質条件，根据不同矿区的实际情况全面研究，才能收到比較准确的效果。

4。矿脉形态变化与深度的关系 矿脉形态往往可以給我們提供研究矿化裂隙成因的可靠資料。在贛南鎢矿中常见的現象为：

① 代表张力裂隙的。矿脉略呈凸鏡体，左边雁式排列，支脉較多且不規整，与大脉夹角較大，尖灭再現的現象比較繁多。脉壁粗糙不平，脉内中石多呈不規則块状而且排列无序。此类矿脉往往延深不大。

② 代表扭力裂隙的。矿脉比較平直規整，沿走向延长很远。支脉多在主脉之一侧呈銳角平行排列（代表扭力羽毛状裂隙）。脉壁时見有粘土鏡步擦痕。矿脉内中石多成凸鏡体平行矿脉走向偏平排列。此类矿脉一般比較深邃。

③ 代表張力与扭力复合裂隙的。具有以扭力为主的，張力与扭力两种裂隙的特征，矿脉分合錯綜，

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

膨縮变異极为复杂。此类矿脉在一般的情况下都是最深的。

每一种构造成因的矿脉本身，中部和上下末端在形态上都有着不同的变化，无論是厚度变化系数，狹縮系数，特别是分枝尖灭的現象，都可以反映十分重要的标記。絕大多数脉鎢矿床中，矿体中部的变化是比較稳定的，縱然是由于张力与扭力复合裂隙形成的細脉带，即使因矿脉的分合錯綜而引起形态上的复杂变化，但也很少改变矿脉厚度参数变化的一般性。在矿脉中部的狹縮系数和厚度变化系数与其整个矿体的相对数值也是极其近似的。但至矿脉的上下末端部份，則表現了完全不同的情况，其厚度变化系数与狹縮系数，則随着延伸的程度，发生显著的增高。矿脉形态，亦逐漸被分散变小的細脉所代替，而呈遞次尖灭。尖灭的現象，常見者为树枝状逐漸分散尖灭；树根状复杂分叉尖灭；弯曲变小尖灭等。其它如結瘤与突然中断的尖灭形式是不甚普遍的。各种尖灭形式，如果沒有围岩岩性的特殊制約，一般在矿脉的走向和傾斜四周末端都有类似的反映。向上部的尖灭現象，大多都被风化剝蝕，未能保全，只有在某些矿区的个别矿脉中，偶尔能够看到这种現象。如果在矿区的最下中段或天井的底部，普遍出現了向下分枝尖灭的現象，这是已經接近矿脉下部末端的直接标志。

在垂直剖面上呈边幕（或阶梯式）排列的矿脉，可以根据已知几組矿脉重叠部份与尖灭間隔部份的深度差，借以推断尚未全部揭露之矿脉的下限深度。因为各組矿脉的排列往往是遵循一定規律的。这种在垂直剖面上略呈边幕式排列的一般規律是，深矿脉的依次出現，多是位于整个矿脉带傾向方向的部位。例如1号鎢矿矿脉傾向南，則南組矿脉最深；6号鎢矿矿带傾向北，北側矿脉亦深；4号鎢矿矿脉傾向北，北部矿脉亦較深；2号鎢矿也有类似現象。所以沿着这个方向去尋找盲矿体是具有十分重要的意义的。1号鎢矿盲脉出現的位置，充份說明了这一推断。当然在实际执行找盲矿脉的任务时，还需要研究更多的其它地質因素。

四、矿物組份，結构与矿脉深度的問題

含矿溶液运动总的趋势是沿着自深部向地表的方向运行的，在运行的进程中，地溫梯度，压力，氧化电位等都处于逐漸降底的环境，同时与围岩物質的更替，某些矿物的析出等等引起地質介質显現十分复杂的变換状态。这样某些矿物在溶液运行的进程中，便选择了各自适宜的条件而沉淀下来，这些条件也就体現了某些矿物在垂直空間的局部性。当然实际情况往往又因为成份不同的矿液脉动分离作用而使其复杂化。但贛南区多阶段成矿的規律性，終归还是有規律可尋的。在此基础上，使我們有条件根据矿物在空間上性变和量变以及矿物結构与构造的特点，探尋矿脉深度情况。

1）矿物性变、量变与矿脉深度的关系

贛南黑鎢脉中矿物的性变与量变特点，反映了垂直分带的規律性，逆向脉动分带几乎成为贛南脉鎢矿床的普遍現象，也就是說在矿脉垂直的方向上，以亲氧矿物为主的汽化高溫的产物位于上部，以亲硫矿物为主的中低溫产物多被局限于下部，而中部則为两者重叠地段。重叠地段往往占据矿脉的很大部份，所以时常可以看到不同介質中生成的矿物而互相杂生在一起的現象（如鎢錫与銅鉛鋅），所以这种現象也就标志着矿脉的中部。进而結合矿脉的构造形态等条件，則可以得出預測深度。在一般情况下矿物的垂直分布情况是；（指占主要地位的矿物）

上部：錫，鎢，长石。

中部：鎢，銅，鉛，鋅，鉍，鉬，长石（少量），螢石，方解石。

下部：銅，鉛，鋅，鉬，方解石，螢石。

贛南脉鎢矿床的实际材料証明了 C．C．斯米尔諾夫提出岩浆脉动学說的实际意义。在岩浆冷却和与冷却有关的分異过程中，发生成份不同的揮发餾分的脉动分离，並且每一脉动阶段就产生一种新的不同成份的溶液，在一般情况下，原始溶液为富集了F，Cl阴离子，而屬于 pH 值很低的酸性介質，鎢錫則多含于此阶段溶液中，首先进入裂隙而沉淀下来。矿液在裂隙內运移的进程中，溫度，压力与氧、氢离子浓度不断的发生着变化，鎢錫在內營力条件下，对氧显示出强烈的亲合力。游离氧的浓度是随着接近地表而逐漸增加的，而且本区上部围岩多为富含 Si、Al 的浅变質砂頁岩系，如此在上部引起氢离子浓度降低的結果，即保持並促进了溶液的酸度，而使 WO_3，SnO_2 等酸根式氧化物在此环境下沉淀下来。同时錫石是在溫度和压力下降的情况下形成的，只有当矿液离母源向上部迁移的进程中才是构成这种情况的有利条件。就这些因素，可以帮助說明鎢錫生在矿脉上部的理論依据。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

早期溶液活动的結果，使裂隙癒合而阻止其后溶液的活动，在构造营力繼續影响下，发生新的裂隙或旧裂隙（前期矿脉）的复活，溶液便重新开始活动起来。但其后阶段脉动溶液的成份，已不同于原始溶液了，一般在这样脉动的进程中，溶液氧化电位值是在降低着，原始酸性溶液被围岩所中和，pH 值亦逐渐增大，而形成了中性甚或弱碱性的溶液，促使銅、鉛、鋅、鉬等硫化物沉淀成矿。贛南脉鎢矿床中，裂隙发展的普遍情况是表現了早期裂隙的复活（可能与岩石机械性有关，因为充填早期裂隙的石英脉要比周围之浅变質砂頁岩坚脆得多，而有利于重新打开）。如此，形成各阶段脉动溶液产生的矿物，得以互相超复重叠，在未被早期矿液充填的深部裂隙中就成为后阶段溶液有利的沉淀地区。因此在溫度較低的中性或弱碱性介質中生成的銅、鉛、鋅矿物以及碳酸盐矿物，在空間上則相对的富集于矿脉的中部和下部。这种現象已被若干矿区的实际材料所肯定下来。在不同矿床中，矿液脉动情况，以及各矿化阶段溶液中金屬物質的浓度和其它地質因素的影响，也都表現了不同的結果。上面所談及的仅是一般的情况。

基上述分带的前提下，大体揭示了几种主要矿物在垂直空間性变的規律。在对一个矿床的評价工作中，很容易掌握一定距离的垂直变化材料（例如在同一矿体于山頂和沟底不同标高的露头观察和化驗鑑定材料），无疑的，在这些材料中，最使人注意的就是鎢的含量变化。本区鎢在矿脉中的分布情况，就整个矿山的材料，略可概分如下：

（1）产于扭力或扭力与张力复合裂隙中的深大矿脉，鎢的品位較富，其富集位置多在矿脉的中部，于縱剖面上亦多于矿脉中部或偏向一侧（图 5 A，6），

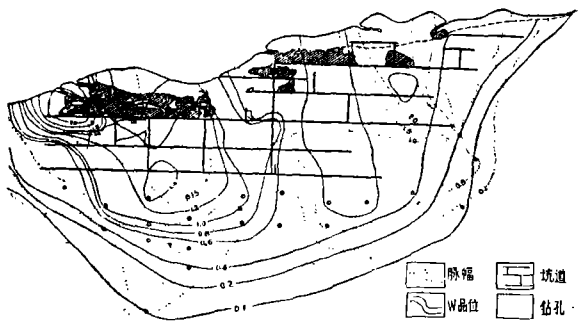

图 6　矿脉縱剖面形状，鎢品位与脉幅的关系
（1 号鎢矿某矿脉）

並且往往与脉幅成正比关系。

（2）产于张力裂隙中的矿脉，鎢品位于矿脉的中上部較富，向下逐渐降低，以至于相当深度則被非工业石英脉所代替。

（3）鎢品位在矿脉中部的变化，多呈較均勻的連續跳跃式或平滑的曲綫，而在矿脉的上部及下部，特別是下部則表現了极不均勻的断續跳跃式的曲綫，但总的表現是向下方逐渐降低的趋势。

矿脉中鎢的含量与品位变化系数成反比关系，矿脉中部富化地段品位高，品位变化系数較低。在矿脉下部随着品位的降低，变化系数亦相应增高。根据这种变化关系，可以提供我們了解所观察的矿脉露头所屬空間位置的一个条件。

在伴生金屬矿物量的相互关系方面，一般情况，趋向矿脉上部呈現鎢、錫高，硫化矿物低的反关系。向下部为硫化物高，鎢、錫低的反关系。而中部則由于多次矿液活动，各种矿物互相叠置而破坏了关系的明显性。

含輝鉍矿較高的黑鎢矿床，鎢鉍密切共生，其互相增減的正关系，矿脉向下鉍的含量依次降低，也往往反映了逐渐接近矿脉的下部（如 1，8 号鎢矿）。

鎢鈹共生的矿床，通常鈹的矿化深度較鎢为大，个别矿区鎢鈹密切伴从，矿化深度相互一致。极少見有向深处表示鎢增鈹減的現象，所以向深处如果有鎢量遞減，而鈹相对增高的現象时，也可以做为鎢矿下部的标志。鎢与鋰在矿脉中常表現正关系。鋰在黑鎢中的含量向深部反映增高的趋势，于花崗岩内者較高，上部浅变質岩内者較低，差額十分明显。鉍多合于脉鎢矿床中的輝鉬矿内，所以也多存在于矿脉的中下部。

2）矿石結构、构造与矿脉深度的关系

脉鎢成矿过程中，随着矿液的运移和沉淀，不断引起矿液物理化学性質的变化，所以在矿脉中不同的空間，除反映了矿物組合的变化而外，在矿石結构、构造方面也表現了各种特点。例如 2 号鎢矿，石英脉一般在上部呈梳状构造，石英为自形或半自形晶体，C 軸平行排列，与脉壁适相垂直。矿脉中下部，由块状石英組成（王嘉蔭先生曾对鎢矿脉石英岩組分分析的結果，脉石英晶体的 C 軸排列有三个主要方向（3），此可能与晶簇构造有关）。矿脉中晶簇的分布，在大脉中多于小脉，下部多于上部。晶簇的大小往往与矿脉的厚度以及与石英晶体

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

的大小成正比。矿脉下部晶簇中的石英内极少含有包裹体，位于矿脉上部者则多含有其它矿物杂質。黑鎢在矿脉上部呈板状晶体分散于脉中，于矿脉中部黑鎢晶体聚集成为巨大块体（俗称砂包），迄矿脉下部则又复稀疏变小（此現象及其成因，馬振图与丁毅先生均曾有所論述）。（4）（5）

又如6号鎢矿脉内含有大量长石，长石在矿脉上部呈巨大块状結构，常见长石、石英、鉄鋰云母等矿物呈一次沉淀的对称条带构造。矿脉中部，晚期矿脉穿切現象显著，矿物交替結构十分发育（黃銅矿，白鎢矿呈边緣或脉状交替黑鎢，絹云母交替长石）。在矿脉下部长石与石英互相連晶呈准文象构造。

根据对若干矿区观察的現象，綜合如下标志（这些标志很少在某一个矿区内完整出現，但可代表各种矿石結构、构造在矿脉垂直空間分布的規律性）。

矿脉上部的矿石构造、結构标志：（自上而下）

1. 云母細脉（伴以两側矽化緣）。

2. 具梳状构造之石英細脉。

3. 伴生組份十分单純的蛋白色石英小脉。

4. 有少量金屬矿物（黃鉄矿，黑鎢矿）呈細粒星染状产出。

5. 块状結构之石英脉中偶尔見有长石块体。

6. 油脂光澤較强之块状石英（个别矿床中伴有块状单体长石），鎢錫矿物呈极不均匀状态出現，並呈中粒（几毫米到十几毫米）小块状产出，或細小板状晶体，云母等伴生組份漸多。

7. 黑鎢矿晶体較大（各矿区不同，一般由几毫米到几厘米），且多靠緊脉壁呈放射状，于某些矿床与云母伴生，偶有晶簇构造。

矿脉中部的矿石結构、构造标志：

8. 黑鎢晶体增大，一般呈一厘米到几厘米之块状集合体，或沿脉壁对称产出。硫化物漸多，长石，云母增加，且晶体較大。往往显示同一世代沉淀的皮壳状条带构造。石英脉中晶簇构造出現漸多。

9. 黑鎢沿脉壁呈手掌状，对称放射产出，或大块聚晶靠近脉壁分布。晚期硫化物石英脉出現，黃銅矿，白鎢矿沿黑鎢解理或聚晶之空隙填入，並呈脉状交替、边緣及核心交替結构。块状石英裂隙及晶洞内为黃銅矿，黃鉄矿，閃鋅矿（間有方鉛矿）充填。錫石減少。鎢、鉬、銅、黃鉄矿等于圍岩中侵染現象較著。

10. 黑鎢呈囊状块体（砂包），或沿脉壁呈伟晶对称产出。时見有角砾状构造（石英角砾为黑鎢，黃銅矿，黃鉄矿等胶結）。晚期硫化石英脉发育，並有螢石、白鎢及含硫化物之方解石脉出現。錫石更趋減少。长石变色（紅→白）及絹云母化、叶腊石化蝕变現象显著。晶洞构造发育。

矿脉下部的矿石結构、构造标志：

11. 黑鎢块状聚晶漸趋疏散。硫化矿物发育，黃銅矿与磁黃鉄矿，黃銅矿与閃鋅矿，呈共融結构，輝銅矿与云母密切伴生。方解石矿物及小脉更多。个别矿床长石，石英互相連晶而呈准文象构造。

12. 黑鎢于矿脉中更現稀疏，长石減少，硫化物穩定（相对增多）。

13. 各种矿物減少，逐漸趋向于簡单的石英脉，黑鎢只偶尔呈小块状或顆粒状出現，但平均含量极低。硫化矿物呈降低趋势。

14. 金屬矿物极少之乳白色单純石英脉

就贛南区各种矿物的沉淀順序，組份，結构、构造在矿脉中不同深度部位的变化特征总的看来，与逆向分带的規律性，以及 A.E. 費尔斯曼的矿物晶出順序（6），除輝鉬矿而外是大体吻合的。这也說明上述現象的存在（並非每一矿床都如此完整）並不是偶然的現象。至于輝鉬矿伴随其它硫化物多賦存于鎢矿脉之中下部，从理論上是可以得到解釋的，鎢、鉬在門德雷耶夫元素周期表中虽同屬一族，而且原子和离子半径几乎彼此相等，但是它們却具有完全不同的地球化学特性，在内營力条件下，阳离子 Mo^{4+} 与硫具有极大的亲和力，因此几乎只成硫化物出現，除非在特别氧化的稀有情况下变为阳离子 Mo^{6+}，而以类質同像混入物的状态成为鉬鎢鈣矿。而鎢却适相反，正如前述的对氧表示强烈亲和力。所以在鎢矿晶出的环境並不适合于輝鉬矿的产出。

五、近矿圍岩蝕变与脉鎢深度的关系

贛南区脉鎢矿床，因矿床成因类型，矿液性質，圍岩条件的不同，呈現不同的近矿圍岩蝕变类型，一般在花崗岩中的蝕变类型，以云英岩化、矽化、鈉长石化、紅长石化、鋰云母化、錫石矿染等作用为主。变質岩中的蝕变类型，則以矽化、电气石化、黃鉄矿化作用为主。至于黃晶化、綠泥石化、黑云母化，則只見于个别矿床，不甚普遍。

各类型蝕变带中的新生矿物，往往与脉中的矿物有密切关系，並且在数量上也呈現了互相消长的現

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

象。蝕变的强度也主要决定于矿液活动的性質，所以在鎢矿床的各种近矿围岩蝕变现象中，很容易遺留下不同空間矿化作用的跡象。因此这些现象也就成了我們探求脉鎢深度的一个重要途径。但遺憾的是，过去多偏重于蝕变成因分类的研究，而缺乏对垂直空間的分布及其与矿脉深度关系的研究。現仅根据近年来几个矿区的勘探資料和笔者野外所见的现象，初步簡括几点标志，供进一步研討和勘探工作中参考。

1. 黑鎢矿脉产于花崗岩中：

云英岩化是比較普遍存在的一种蝕变现象。在矿脉上部，如蝕变程度較强时，往往呈現比較清楚的相变带；一般相变带的分布是，距矿脉由近而远为石英相，白云母相（有的矿区其中間杂有鋰云母），白云母石英相。蝕变带的宽度，通常为20Cm左右，最宽者达1m以上。随着矿脉密度的增大而加宽，随着矿脉的深度而变窄，並且相变带漸趋模糊。蝕变带較弱的矿区或矿脉，相变带不清楚，仅呈現簡单的云英岩带，其蝕变宽度也多在20Cm以下。

錫石矿染，細小的錫石晶体星散于紧靠脉壁之云英岩带或石英相带內（有时伴有細粒結晶的螢石和鋰云母），这种现象多屬于矿脉上部接近花崗岩与围岩接触部位。脉內錫石含量亦高。

鈉长石化，为鉀长石蝕变的产物，出現在某些矿床的中上部，呈不規則囊状或条带状与云英岩相伴或互相交替出現，两者空間分布关系尚未找出清楚的規律。这种鈉长石化往往是尋找綠柱石的很好标志。

紅长石化，仅見于个別矿区，多位于矿脉中下部之两盘花崗岩內，为不規則的囊状或断續带状出現，以正长石为主（占40%左右），鉄鎂矿物极少。

2. 黑鎢矿脉产于由砂岩和泥質岩石組成之浅变質岩中：

矽化作用，几乎是各个脉鎢矿床中普遍存在的围岩蝕变现象，一般在矿脉上部矽化强度較弱，蝕变范围亦窄，有时仅1－2Cm，个別矿区繼矿脉向上尖灭之后，代以細小的矽化綫。矿脉上部亦常可見到矽化退色现象。随着矿脉向下延深，矽化作用亦逐漸强烈，这与成矿裂隙系統反复打开，和多期矿液活动的重复叠置有关，所以矿脉中下部矿化强度与矽化强度都呈現比較剧烈的现象。贛南一般密集的大脉矿床，矿脉間距，通常由上而下漸趋密集，略呈扇骨状，因此延向深处矽化作用也就越发强烈。密集的細脉带尤其容易形成規模很大的矽化带，这种矽化带由于抵抗侵蝕能力較强，在地形上往往形成突出的山脊，但是这只能做为找矿标志，研究矿脉深度，还必須要結合其它地質条件。

电气石化，也是黑鎢矿脉在浅变質岩中較为常見的一种围岩蝕变，电气石含量一般大于10%，多者达40—65%，电气石呈黑色細小針状晶体，杂乱分散于近矿围岩中。远矿围岩中由于区域性变質生成的电气石，含量大都小于5%，而且晶体表現較有規律的排列。矿脉上部电气石化一般不甚发育，而多聚集于矿脉中下部，此显然由于矿化初期，揮发組份占据优势，首先有利于深部围岩中形成的蝕变作用。贛南脉鎢矿床中，电气石化作用对围岩的选择性十分明显，在同一地区之石英質砂岩与千枚岩或板岩互层中，則多賦存于后者。所以在鑑別此种蝕变强度时，首先应注意围岩性質，否則很容易导致錯誤的結論。

黃鉄矿化作用与輝鉬矿染，与矿脉內硫化物存密切关系，在逆向脉动分带的黑鎢矿脉中，黃鉄矿或輝鉬矿多分布于矿脉中下部，与多期矿化重疊富集和硫化矿物（脉中的黃銅矿、輝鉬矿、黃鉄矿等）被局限于矿脉中下部的现象互相伴从。黃鉄矿染广度甚大，一般可距离矿脉几米至十几米。黃鉄矿染多产于砂岩，而在泥質岩层中較为少見，此与电气石化作用适为其反。

綜上所述，黑鎢矿脉不同深度反映在地形，岩层，构造，以及矿物組份、結构，围岩蝕变等方面的各种地質标志，根据当前若干矿区的驗証情况，应以构造和矿物組份、結构是比較主要的条件。但必須指出，在实际工作中，由于矿区的不同，其它因素也往往能够帮助我們收到很好的效果。因为自然界各个地質现象在发展过程中，都是互相联系，彼此制約的，所以应当联合参酌各种因素从而进行探索矿脉深处未知部份的变化情形。如果只从单一的因素和限于对某一条矿脉（忽視整个矿床）的观察，則难免会因局部的变化或特殊情况而得出錯誤的結論。

本文仅只根据贛南几个矿床的材料，略作一般性的分析，对某些个別矿床的具体情况是难免会有出入的，所以随实践和研究的深入还必將有更多的修正。

（参考文献下轉第21頁）

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

上大有可为。

1958年的全民办地質无疑的是地質事业上的一个大事件，无数的矿点在群众帮助下到处都发现了，这不但提供了地質勘探对象，也繼續給新区的普查找矿帶来了宝貴的綫索。在这一运动中，同时也教育了地質工作者們的群众观点。他們不但能放下知識份子架子向工农群众宣传找矿知識，甚至在野外生活中帮助老乡挑水抱柴，与群众更加密切了联系，从而使普查找矿工作向前跃进了一大步。光是鞍山式鉄矿在辽宁省内經群众发现的就有十一个县。矿点达数百处。証明貫彻全民办地質的方針是十分正确的。由于鞍山式鉄矿規模一般較大而有造崖性，一經指导，群众馬上即可掌握。

4. 就矿找矿 由点到面是 当前地質 工作主要方針。

1958年的武安現场会議对我們普查找矿工作作了很大启发，因而使我們在工作中克服了舍近求远和无所側重的傾向。特别是鞍山式鉄矿中的富矿是适合就矿找矿原則的，因为有矿地方不但意味着它本身存在，也意味着鄰区共生的可能性。且鞍山式富矿往往产在在貧矿內部，故在有矿化的貧矿中找富矿是有可能的。数年来我公司的地質勘探找矿大部都在老区的鄰区繼續发現的，实际也証明了这种方針的优点。工作中主要体会是：

（1）先从老区部份摸到矿床本身产状要素和发育特点是找相鄰矿床主要綫索，例如在弓长嶺只有当发現花崗岩产状是舌状的时候才繼續在花崗岩下找到了大片隐伏的鉄矿床。

（2）富矿体往往是潛在的，故在仔細研究地質現象的基础上和打試探孔結合起来更有效果。即当发現矿化或有利构造时則应大胆的打試探孔，以便发現潛在矿体，活龙案就是最好的例子。另外无論磁鉄貧矿或赤鉄貧矿在地下都有磁力異常反映，因此应用物探是頗有效果的。

5. 建国十年来社会主义經济建設已經取得很大的成就，它以全国人民的辛勤而丰富的劳动成果写下了灿烂而光輝的历史詩篇，当我們回顧这十年所走过的道路时，除了欢欣鼓舞外，应該認識到中国地質科学所应遵循的发展道路，从而还要明确我們今后工作的方向和任务，以便进一步为祖国工业繼續大跃进創造更有的利条件，那就是：

1. 依靠党的領导，貫彻党的方針路綫，樹立为生产服务的思想，一切从生产需要出发。在确定工作方向和工作方法的同时，要認眞执行多快好省社会主义建設总路綫的方針，結合国内具体情况和工作經驗，积累进一步发展和完善社会主义建設相結合的中国应用地質技术科学。

2. 坚决貫彻群众路綫，大開技术革命，依靠工人和三結合的工业宪法。在鑽探設备上和鑽进方法上进一步发展旨在提高鑽进效率，保証岩矿心提取，創造輕便适用的生产工具的革命。

3. 加强科学研究，极力发展勘探找矿的理論研究和物理探矿方法，与全民办地質相結合起来，为今后繼續发現矿产资源和帮助生产探矿創造有利条件，从而繼續为国家提供更多的矿产资源。

4. 地質工作人員应繼續加强地質理論修养，极力提高地質勘探技术水平，充份地运用生产实践中的有利条件，多发掘和积累一些新的地質知識，为我国地質科学理論迅速的赶上世界先进水平而奋斗。

（上接第 33 頁）

“試論贛南脉鎢矿床深度的探測标志”一文的参考文献

（1）1，2，3，4号鎢矿地質勘探工作总結报告书

（2）8号鎢矿总結报告书

（3）王嘉蔭：鎢矿广度和强度研究

（4）馬振图：探求鎢矿深度的途径

（5）徐克勤、丁毅：江西南部鎢矿地質上

（6）A.A.薩島科夫：地球化学

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net