

中国东北部辽宁山东等省前震旦紀鞍山式 条带状鉄矿中富矿的成因問題

程 裕 洪

(中华人民共和国地質部地質矿产研究所)

一、导 言

中国前震旦紀变質地層中所含的条带状变質鉄矿,是中国儲量最大的鉄矿类型^[1,2],由于在辽宁省鞍山附近最先發現并且分布很广,因此称为鞍山式鉄矿¹⁾。鉄矿主要为貧矿,含鉄量一般在25—40%之間,以35%左右者最多,但局部也含有鉄在50%甚至60%以上的富矿。

对于鞍山附近本类型鉄矿中富矿的成因,在解放以前,曾有若干地質工作者^[1,2],尤其是日本地質工作者^[3,5,9,10,12,16]进行討論并作过一定程度的研究,对不同产地提出了不同的解釋,包括:(1)原生(与貧矿同时生成), (2)接触变質²⁾, (3)冷水溶滤(及鉄質交代), (4)热液溶滤和 (5)热液交代等不同說法。但是由于缺乏在有关矿区所进行的詳細地面和地下地質工作,对于矿区内变質岩命名、划分和构造的了解,还不够詳尽³⁾,沒有認識到含鉄地層所受到的不同程度的混合作用(主要是花崗岩化作用)及有关的地質作用影响,因此对于富矿生成条件的掌握不够全面,对于富矿成因的討論不够詳尽与深入,沒有結合全区的地質發育史来进行研究,因此也就不可能总結出一些成矿規律,作为进一步找寻富矿的指示。

最近六年多来許多地質工作者在中国东北部辽宁、山东等省本类型鉄矿若干矿区所做进一步地質工作的結果,对有关矿区的基本地質情况和地質發育历史,以及本类型鉄矿中富矿的生成,有了較深入的了解与認識^[17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,32],其中1950年在弓长岭^[17,19]所做的詳細普查工作,通过了变質地層³⁾、构造、混合作用(主要是边缘相的花

1) 以前也曾叫过辽宁式鉄矿^[1,2],因为辽宁省建制曾一度取消,分为辽东辽西,所以后来就改称为鞍山式鉄矿。

2) 变質岩的命名和划分方面还有錯誤的地方,因而也影响到对矿区地質构造的正确了解。

3) 該区变質岩系層序已列入1956年出版的“中国区域地層表(草案)”,103—104頁。

崗岩化作用)与区域变質,和矿体产状与物質成分較詳細的研究,首先發現了某些重要富矿体的生成是受到了明显的构造控制,也初步明确了富矿生成所需的圍岩(包括伴生岩石)条件及其与混合作用的可能关系,这些初步結果在以后的勘探工作中,获得进一步的肯定^[25],并且适当地推广到其他矿区富矿成因的解釋^[22, 27, 32]。最近周世泰等找到了贫矿受到热液影响而發生鉄質局部迁移的現象,因而說明有些贫矿的局部富化与局部貧化是形影相隨^[26, 27]的。但必須指出:1950—1951年好几个矿区的普查工作中,虽然做了一些变質岩、变質地層和矿体产状等等的研究,还缺乏必要的系統而詳細的矿相学工作和岩石化学的資料,以后的勘探工作¹⁾对于这些缺陷弥补很少或竟没有增加新的資料,因此总的来講,对于富矿生成过程的了解还是不够深入的。

本文撰写的目的在于簡短地介紹解放后关于本問題的新發現与新認識²⁾基础上,对我国东北部辽宁、山东及附近地区鞍山式鉄矿中富矿的成因作綜合性叙述与分析,重点地討論一些重要类型——尤其是重要产地的重要类型——的生成地質条件,作为提出今后普查工作中找矿标志的参考;对于鞍山式鉄矿的一般地質特征,也作了簡短的評述。文中不成熟的意見和初步的結論,一方面固有待于进一步野外地質工作与室内詳細岩矿鉴定、研究和化驗資料的驗證和补充,另一方面更需要今后参加有关勘探与矿山地質工作同志們根据更多的实际資料来进行討論,并提出批評与修正的意見。最近罗耀星^[32],頁29)曾对辽宁鞍山、本溪等地区鞍山式鉄矿中富矿成因作了簡略的評述,其中部分意見与本文所述有所出入,因未見其詳細实际資料,只能在适当章节,对于他的意見,作簡短的討論。

文中的事实根据,主要是1950—1951年作者及其他地質工作者³⁾在弓长岭及其东北地区(弓长岭、歪头山、本溪間三角地区)所做的鉄矿普查和地質測量的报告或原始資料,作者在八个⁴⁾其他矿区的短期参观或协助工作所得,以及有关的普查与勘探报告。最近在河南、山东境内的短期观察所得,亦用以作为文中个别論点的說明与根据。

对于和上述引用資料有关的同志,担任本文附列弓长岭岩石矿物分析的地質部北京化驗室有关同志,进行弓长岭两种矿物选分及詳細光学性質鉴定的前地質部地矿司黃薇慈同志,以及抵制所附标本和显微照片的前中国科学院地質研究所李时俊同志,

1) 根据作者所見到的勘探报告(見参考文献)。

2) 除了少数論文^[23],頁129; [30],頁48; [32],頁29)中曾極簡略地提到富矿生成所受的构造控制及其他地質条件以外,迄未公开發表。

3) 1950年:李毓英、赵貴三、李靜仁、潘曉群、王运昌、曹大曾; 1951年:沈永和、沈其翰、翁礼賢、曹扶庸、張室庆、赵乃文、李毓英、潘曉群、陈瑞。

4) 包括东西鞍山、大孤山、櫻桃園、八盘岭、庙兒沟、歪头山、北台沟、大河沿等区,由李鴻業、李春显、楊博泉、曹国权、沙光文、李毓英及其他同志陪同进行野外观察。

作者表示深切的感谢。在本文的最后整理期间,沈其韩同志提出了宝贵的补充意见,在此一并志谢。

二、贫铁矿及含铁层的一般特征

就含铁地層和所含鉄矿的地質特征来講,鞍山式鉄矿的貧矿大致可与苏联克里沃罗格^[7]等地区的前寒武紀“含鉄石英岩”、美国苏必利湖地区啓洼丁及休罗宁系(Kewatin and Huronian systems)中碧玉鉄質岩或鉄燧岩([11],頁 564—567)等相比拟,但由于受了較深的變質,所含矿物顆粒較美国同类貧矿为粗。

各地所見的主要鉄矿,大多屬相同或相似的層位;含矿地層在許多地方都不整合在震旦系¹⁾或寒武系²⁾之下,在与本区相邻的山西、內蒙西部³⁾,则为前震旦紀另一變質較淺的岩系所不整合盖复,因此大致可与上部太古界的“五台系”相当,在鞍山附近則称为鞍山統。含鉄地層一般呈带状出露于前震旦紀花崗質岩石⁴⁾区域中或其附近,褶皺劇烈,含鉄層及其上下岩層中不同岩石所受花崗質岩漿及有关流体的影响及同化——花崗岩化作用⁵⁾及其有关交代作用的混合作用——的程度,决定于其岩石性質及其与花崗質岩漿活动带間的距离。其中以貧鉄矿及砂質流岩(即重結晶程度較深的石英岩)最不易受到这些影响或同化,其次是角閃岩和角閃岩質石,其他岩石比較易于受到感应和同化。常見到貧鉄矿和紧接着的上下岩層构成仅受花崗質、偉晶花崗質、长英質等侵入岩層或岩脉或石英脉、細脉所侵入的“脉岩侵入带”([13],頁108),更上和更下的岩層受到不同程度的混合作用,构成主要由混合岩組成的标准“混合带”(圖7)。这种情况在辽宁的弓长岭第二矿區^[10]、庙兒沟^[21]、歪头山^[22]等处都能見到;有时混合岩再漸变为片麻状混合質花崗岩(如弓长岭二矿區以东及以西)。有些地区,貧鉄矿是花崗質岩石中的唯一殘留者⁶⁾,上、下岩層都已受到高度的花崗岩化,貧矿層或在走向上断續相連达一定距离,或单独延长达1—2公里以上;在这种情况下鉄矿厚度一般較小,局部表現重結晶和不同程度的物質迁移(富、貧化)現象,但矿物顆粒仍較附近岩石(混合岩)为細。

含矿地層中含鉄層位一般比較稳定,如在鞍山附近,圍繞着一个局部为断層所切割

1) 如辽宁鞍山附近。

2) 如山东中部。

3) 据李毓英同志报告,固陽附近含有鞍山式鉄矿的變質岩系和另一變質較淺岩性不同(含有白堊質石英岩、石英岩和板岩等)的岩系都为震旦系所不整合盖复,两變質岩系的露头相距不过十公里,但變質程度、傾斜情况和岩石性質都不相同,因而推定两者之間有不整合存在,變質輕的时代較新。

4) 如辽宁弓长岭及以北地区为一淡紅色、中粒、略呈片麻状的混合質、花崗閃长質岩石,富含奥长石,并有一定量的微斜长石,程裕洪等称为弓长岭地区的“較老花崗岩”([17,18])。

5) 有些地方,花崗岩化和区域變質作用有着密切的关系。

6) 如本溪西北的梨樹沟以西許多地点和山东中部等地。

和花崗質岩石所侵入、同化的复向斜層而出露的总长度达 20—30 公里, 另在弓长岭东北大河沿附近及以北地区, 虽局部受到断層的影响, 也所續延長在 15 公里以上。但是砂層和上、下岩層的厚度和岩石性質, 往往在較短距离內有較大但是逐漸的变化。

按其共生岩石性質的差別, 鉄矿層的产状有三种不同情况。在大多数地区(如辽宁省弓长岭、析兒沟、歪头山間三角地带, 吉林、河北、山东中部等地), 条带状鉄矿常与含有一定数量石英的斜长角閃岩或其他角閃質岩石密切共生, 构成厚达 300—400 米的含鉄層; 有时含鉄層內并夾有一定厚度的半粘土質粒岩或片岩¹⁾, 可作为一定地区内岩層对比的标准(圖 2)。含鉄層之上常是半粘土質的云母石英粒岩, 有时是砂質粒岩; 以下常另有厚度不等的角閃質岩層(圖 2)存在, 更下的岩層一般以半粘土質的粒岩或片岩为主。地層較為完整, 受混合作用淺的地区(如弓长岭的东北 20—30 公里的地区), 含鉄層和上、下变質岩層的总厚达 3,000 米以上, 其下部还有变質酸性火山岩系的存在。

这些含鉄層和鉄矿可暫称为鞍山式含鉄層和鉄矿的角閃質类型, 鉄矿本身也含有角閃石, 其数量可达矿物总量四分之一以上, 但都是含鉄較高的角閃石, 成分、种类和角閃質岩石中的普通角閃石不同。鉄矿層数一般在 3—4 層以上, 最多时达 6 層, 每層厚度不大, 一般都不超过 30—40 米以上。有些地方鉄矿沿走向或垂直于層面的方向漸变为含鉄砂質粒岩(石英岩)或砂質粒岩, 有时还具有交錯層結構。值得注意的是, 各鉄矿層的总厚度常随含鉄層总厚度的大小而变化²⁾, 鉄矿沿走向的貧化現象有时也和含鉄層厚度的减小趋势相符合。

上述含鉄層中或以下的角閃岩和角閃質岩石, 除普遍含有不等量的石英³⁾以外, 并有长石角閃石英粒岩和条带状角閃岩[18], 頁 133)等类型, 偶有半粘土質的云母石英长石粒岩薄層, 近邻貧矿者, 还有磁鉄陽起片岩、磁鉄陽起石英粒岩等过渡类型。这些岩石厚度虽有变化, 但層次整齐, 与所含产状明显、由大小基性侵入体变成的斜长角閃岩的形态迥不相同, 不論从产状和岩石性質方面, 都可和苏格兰德喀式角閃質岩石

1) 在弓长岭主要是局部綠泥石化的黑云母长石石英粒岩或片岩, 偶含鉄鋁柘榴石; 在析兒沟, 綠泥石化不显著, 局部含少量綠帘石或普通角閃石, 可見含鉄稍多。两地水平距离达 30 公里, 可根据这个标示層进行对比。为了更清楚地表示变質岩未变質前的可能岩石性質, 本文采用了苏格兰变質岩地区“粘土質”、“半粘土質”、“砂質”等命名办法, “粒岩”的含义也是根据岩石內矿物的粒状結構而规定的。

2) 庙兒沟地区含鉄層^{13, 22}向北变薄的情况, 最为典型。

3) 弓长岭含鉄層下含鉄帶內一塊含有少量石英的角閃岩(号碼 AO 18), 經黃龍蕪所作薄片的矿物百分比測定为: 普通角閃石, 71.42; 长石(基性奥长石), 17.47; 石英, 2.45; 磁鉄矿, 2.75; 其他(电气石、綠帘石、磷灰石), 5.88。許多角閃質岩石的石英含量, 較此为多, 有的达矿物总含量 1/10 以上甚至接近五分之一。同一标本的化学分析結果的%为: SiO_2 , 51.01; Al_2O_3 , 13.06; Fe_2O_3 , 3.90; FeO , 8.97; MgO , 8.33; CaO , 7.80; K_2O , 0.80; Na_2O , 3.18; H_2O^+ , 1.04; H_2O^- , 0; TiO_2 , 1.00; CO_2 , 0.12; MnO , 0.14; V_2O_5 , 0.05。其化学成分一般的玄武岩等基性火成岩所含 SiO_2 为多, 含石英較此为多的, SiO_2 的含量当更高。

(Hornblendic rocks of Durcha type; [13], 頁109; [14])相比; 因此未变質以前的确实岩石性質虽还不能肯定, 但基本上是由沉积方式(包括噴發沉积方式)生成的。原来的岩石可能是鉄質白云岩或泥灰岩、綠泥質泥灰岩, 也可能是較富于鈣、鉄、鎂的凝灰砂岩, 基性凝灰岩, 并夹有基性岩流, 但为上述的大小基性侵入体所侵入。但据最近罗耀星的意見, 則在辽宁沈安綫一带和貧鉄矿有关的角閃岩, 其原岩以火成岩为主([32], 頁27)。

在个别地区, 如山东芝罘島¹⁾, 鉄矿呈几个薄層²⁾产于厚300余米的长石石英片麻岩中, 片麻岩上下又有很厚的以石英岩为主的地層, 石英岩中局部含有一層薄的鉄矿, 露出的变質岩总厚在1,500米以上。矿層不含角閃石及其他鉄鎂矿物, 但部分受偉晶花崗岩的影响較深。这是鞍山式含鉄層和鉄矿的第二种类型³⁾, 暫称为砂質或砂質类型。

在鞍山附近, 鉄矿較厚, 平均自60—70米至300米左右, 且一般只有一層。鉄矿中偶尔包含的較薄、小夾層和上下岩層, 主要是粘土質的綠泥片岩、云母片岩和千枚岩。鉄矿本身主要由石英和鉄矿物(如磁鉄矿、假像赤鉄矿、赤鉄矿)組成; 角閃石英矿物的含量一般很少, 甚至沒有, 只在局部地区含量較多(如櫻桃園南眼前山)。这是鞍山式含鉄層和鉄矿按其共生岩石性質而划分的第三种类型, 暫称为粘土質类型。

上述各种与鉄矿層共生的岩石, 除了角閃岩和角閃質岩石的一部分原生岩石可能是岩流和凝灰岩以外, 其他都是标准的变質沉积岩, 并且代表着大地槽内較淺水的不同沉积相(包括噴發沉积相), 都受到大地槽發展过程中的褶皺作用、区域变質作用的深刻影响以及有关的酸性岩漿活动和花崗岩化作用的一定影响——一般講来只是花崗岩化作用地带外圍的較輕微热液作用或脉岩侵入的影响。鉄矿本身有一定的層位, 延長較远, 可漸变为标准的变質沉积岩(見前), 在野外更能看到所含很薄的条带或1毫米以下的層紋构造沿走向延長很远而平直, 一般不像在变質作用过程中所生成或交代原岩特征的构造, 而主要是变質作用所保存的原生沉积构造; 因此原来也应该是一种沉积作用的产物, 是局部具有条带状和細紋状构造的富含鉄質的沉积物, 鉄質的沉淀和含鉄矿物³⁾的生成可能以化学作用为主, 以后又经历了区域变質作用(包括常相伴生的一定程度的流体活动和交代作用)及其他的变化, 鉄的存在状态發生了变化, 鉄質有所迁移, 但一般講来, 鉄的总含量沒有显著的增減, 迁移的范围也較小。至于鉄質的来源及其聚集、沉淀过程, 在外国地質学家对于相似鉄矿类型成因的不同解釋([16], 頁455—458)中, 还不能肯定以那一种最为合理, 由于作者在这方面未作深入研究, 暂时也沒有新的意

1) 整个变質岩中共有5層, 一般只厚3米左右, 仅有1層的累計厚度达10米。

2) 边效曾同志报告, 他認為該地鉄矿主要由和偉晶質花崗岩有关的含鉄热液与圍岩交代生成, 不屬标准的鞍山式鉄矿。

3) 可能是鉄的碳酸盐或磷酸盐矿物, 一部分是非晶質。

見。現在只提出兩個值得進一步研究的問題：首先，上述三種不同類型可能代表不同沉積型相，型相的不同，是否對於鉄礦層的多少和厚薄、雜質含量的性質和變化有一定的影響呢¹⁾？其次，如角閃質岩石的一部分是變質的基性岩流和凝灰質岩石，那末鉄質的來源（至少是一部分）是否與海底基性火山活動有一定的關係呢¹⁾？因此對於最近羅耀星〔82〕，頁29）提出貧礦中原來鉄分主要取自海底噴發岩的意見，作者還缺乏具體的資料來進行詳細討論，但至少對於角閃質類型的鞍山式含鉄層和鉄礦來講，認為是一個可能的合理解釋。當然，這都需要在進一步工作中才能加以研究解決的。

最近徐國鳳〔31〕，頁17—18）提到拉爾欽科對於鞍山式貧鉄礦成因的不同看法的非正式意見²⁾，認為條帶狀鉄礦是由“熱液活動重復了岩石的片麻狀和片理構造發生交代沉澱作用”而形成的，和附近混合岩的生成有相似的過程，這是在今後實際工作中值得加以考慮和研究的。但是根據作者個人實地觀察所及並配合了一定程度的室內顯微鏡工作的結果，在許多條帶狀鉄礦發育最好的地區，鉄礦和共生岩石一般並不具有混合岩所特有的結構、構造，連可能和混合作用有關的熱液活動痕跡也是比較微弱的，這是實際現象和上述新意見最不符合的一點。又根據作者最近（1956年9月）在河南的觀察，鞍山式條帶狀鉄礦受到前震旦紀花崗岩化的高度混合作用的時候，由於鉄質和其他物質受到高溫流體的影響而發生遷移，條帶狀構造受到了破壞；這也和上述“混合生成說”有所矛盾。因此有必要搜集更多而全面的實際資料來對新的成因假說進行討論與研究。

鞍山式貧鉄礦常呈寬窄不均的黑白條帶狀³⁾或細紋狀⁴⁾構造（圖版I圖1, 2；圖版II圖1），這些構造，在顯微鏡下也很明顯（圖版III圖1, 2, 4）。黑色的條帶和細紋含有相當數量的鉄礦礦物；白色的以石英為主，含有少量鉄礦礦物或其他礦物。黑色條帶或細

1) 一年多以前在祁連山地區某地下古生代變質岩系中所發現的鉄礦，根據作者短期觀察，並結合有關探隊的工作成果，具有和上述粘土質類型的鞍山式含鉄層及鉄礦相似的地質特徵，但區域變質程度較淺。該地鉄礦一般只有一層，可達一定的厚度，含鉄層位延展較遠，受褶皺後得以重復出露。礦石一般具有明顯的條帶狀構造，深色條帶主由不等量的鐵鉄礦、菱鉄礦組成，白色條帶主由細粒石英組成，和北美的碧玉鉄質岩有一定程度的相似性。礦層上下是絹雲母或綠泥石千枚岩，根據隊上陳義等的意見，有的千枚岩由凝灰質岩石變成，在鄰近地區的含鉄層位以下的地層中含有變質的海底噴發火山岩，原來的鉄礦系由沉積方式生成，但受到變質的區域變質及有關地質作用的影响，至於鉄質來源，則與海底火山噴發有關。作者認為該地鉄礦及含鉄層與鞍山式鉄礦及含鉄層在某些地質特徵上的相似性是值得注意的，兩種含鉄層的原來生成過程也可能有相似的地方；前者變質較輕，成因的研究較易着手，也較易獲得成果，這個問題的適當解決，對後者最初生成時地質條件的研究將有所幫助。

2) 這不是拉爾欽科教授自己寫的科學論文提出的，這些意見的發表是否得到了教授的同意，在徐同志的文章中未加說明，因此只能認為是教授的非正式意見。

3) 條帶寬2—20毫米。

4) 紋寬1毫米以下。

较按其矿物组成又分为两类: (1) 由铁矿矿物(磁铁矿¹⁾及或赤铁矿¹⁾)和石英组成, 相互比例不定(圖版III圖1); (2) 主要由铁矿矿物及不定量石英组成, 常另含不同的角闪石类矿物²⁾(圖版III圖4), 有时也有碳酸盐类矿物³⁾、鉄鋁柘榴石、綠泥石、黑云母等。有时条带状结构不显, 全体矿物成分接近黑色条带(圖版III圖3)。铁矿矿物的結集体和鉄鎂矿物——主为角闪石类矿物——的分布常有一定的方向, 后者有时排集成面, 介于黑白带、紋之間, 使矿石外观具有片状乃至片麻状构造, 但是全体矿物在显微镜下基本上还是呈粒状结构(圖版III)。

根据辽宁省几个矿区的显微镜下統計資料^[19, 20, 22], 铁矿矿物和石英顆粒度相差不大, 但石英細的較多, 铁矿矿物絕大部分在0.35或0.5毫米以下, 有的大部分在0.125—0.25毫米以下。不同地区矿物顆粒的大小不一定与铁矿及其圍岩的变質程度的深淺有明确的关系, 如马长岭及席兒沟地区岩層变質一般較鞍山附近的櫻桃园一带为深, 但粒度反較細, 这还是一个值得进一步研究的问题。

鉄矿的含鉄量以在30—35%者最多, 具有粗条带状构造的含鉄較低, 含有角闪石类矿物或其他鉄鎂矿物的, 其中一小部分鉄質——一般不超过3—4%——系来自这些含鉄矽酸盐矿物。含SiO₂一般在40—50%甚至55%之間, S, P含量很低, 一般只有万分之几。在角闪岩类类型的鉄矿中, 因为含角闪石类矿物較多或很多, CaO和MgO的含量一般在1%以上, 有时达3%左右; 其他两种类型中, 这些矿物的含量很少, 甚至完全没有, 因此CaO和MgO的含量一般在0.1%以下。

三、富鉄矿的分类、特征及生成条件

鞍山式鉄矿中的富矿, 虽然体积大小不等, 矿体形状和鉄矿的共生矿物也不相同, 但一般都生于貧鉄矿中⁴⁾。由于前人([1], [10], 頁100)曾在上复的震旦系釣魚台石英岩底砾岩中找到了富矿的砾石, 因此推論富矿也生成于震旦紀之前。据作者现在了解, 对于主要的富矿体来讲, 这种結論是正确的, 另有一部分次要的富矿, 生成的时期較晚(見后)。但据罗耀星([32], 頁30)最近的意見, 則認为大部富矿的生成与震旦紀后的花崗岩有关。按其生成的地質条件的不同, 大致可以分为下列四大类型。

(一) 由貧鉄矿經含鉄热液交代富集而生成的富矿 这是儲量最大而最重要的类型, 矿体呈不規則脉状或豆荚状, 矿石一般較为致密; 在富矿附近, 常有显著的热液蚀变

1) 包含次生的假像赤鉄矿或褐鉄矿等。

2) 包含鉄閃石、陽起質透閃石、陽起石、鈉鉄閃石等, 隨地而异。

3) 包含鉄方解石、鉄白云石、菱鉄矿、方解石等。

4) 有时貧矿的一部分已全部变为富矿。在櫻桃园有生于貧矿附近热液蚀变带中的富矿(27, 詳后)。

現象,并有一定寬度的蝕變帶存在,其生成往往受一定程度的構造控制。根據所含主要鐵礦礦物的種類及其所反映的不同生成條件,又可分為兩大亞類:

甲、鐵礦礦物以磁鐵礦為主,生成溫度較高的。礦石主由磁鐵礦組成。在靠近地表及其他一定的地區,一部分磁鐵礦已部分變為假像赤鐵礦¹⁾,這主要受地表氧化作用的影响所致,但有些地方,是明顯地受了較晚熱液活動的氧化作用而發生的變化;也有局部氧化為褐鐵礦的。富礦中含有少量或微量的其他礦物,他中最主要的是綠泥石(種類很多,有鱗綠泥石、輝綠泥石和扇石等,一般富含鐵質),其次是角閃石類礦物、石英、黑雲母或黃鐵礦,有時也有赤鐵礦、黃銅礦、磁黃鐵礦、菱鐵礦和方解石。在不同地點看到的角閃石類礦物有鐵閃石、鐵直閃石、鐵閃石、陽起石等,但往往并不同時存在;礦物中含鐵量較貧礦中的角閃石類礦物為高。在弓長嶺第二礦區等處,還有白云母、电气石、鈹鋁石榴石等。上述共生礦物或其一部分,有時構成礦體圍岩蝕變帶的主要部分,有時呈分帶現象,其中也常混雜一些磁鐵礦小粒,但綠泥石常是主要的組成礦物(圖1)。

由於富礦中有微量黃鐵礦等含硫礦物的存在,致使其含硫量較貧礦為高,磷的含量一般沒有顯著的差別, SiO_2 , CaO , MgO , Al_2O_3 等都較附近沒有富化的貧礦為低。

除了個別礦體²⁾,本類富礦一般都較致密堅硬(圖版IV圖2),鐵礦顆粒較貧礦為粗。礦體不但生在貧礦中,而其邊部也有時漸變為貧礦,或竟夾有局部富化的貧礦(圖版II圖2),后者顯示受鐵質部分交代,致含有順條帶和原生層面而生的富礦條帶和蝕變礦物(圖版V圖2)。結合上述礦體圍岩所呈的蝕變現象,足以充分證明這些富礦系由貧礦為含鐵熱液所交代生成;根據蝕變礦物的種類和性質,并可推定熱液的溫度最初是比較高的,而且在有些地區(見后)基本上還在區域變質作用的環境下活動的。根據郝留一^[3]的觀察,本溪市兒溝的富礦,有交代白云岩而生成的跡象,經楊博泉^[72]等研究,并未發現白云岩的殘迹,富礦仍是由含鐵熱液交代貧礦而生成的(圖1)。

▲西面

北東面



圖1 店兒溝×坑剖面示意圖(根據參考文獻[22]楊博泉等原圖略加修改)

示磁鐵富礦的產狀。1. 石英斜長角閃岩,上部(接近2"處)漸變為綠泥片岩,后者含磁鐵小晶体,偶有白云母。2. 塊狀及細紋狀磁鐵貧礦,接近富礦(2")處貧礦內陽起質透閃石已部分變為綠泥石,并含黃鐵礦。2"塊狀磁鐵富礦,邊部含綠泥石及黃鐵礦較多。3. 石英斜長角閃岩,局部含有微量綠泥石。

較大的礦體厚達20米以上,多沿富礦生成以前的較大斷層或密擠褶皺帶而出產。

1) 假像赤鐵礦化一般沿磁鐵礦的邊緣及其解理開始進行,然后逐漸深入礦物的內部。

2) 店兒溝有一個富礦體,結構稍較松散。

有些断层与地槽走向近乎平行,生成在含有贫矿的地槽沉积初次受到密挤褶皱的末期,延长、延深都较远,因此断层附近的富矿体较长,连续延深达数百米以上(有的沿富矿四周的贫矿层位下延斜深可达1,000米以上);有些是较小的斜交断层,生成时间可能较晚,两旁的富矿也就窄小(弓长岭一部分地区),蚀变矿物的种类和数量也少。有时在贫矿的节理附近,也有局部富化现象。可见这些构造上的虚弱带是含铁热液活动与上升的通道。

这些富矿,一般距花岗岩岩体——尤其是时代属前震旦纪而与混合作用的生成有密切关系的——或混合岩不远(自50至200—300米不等),上述热液活动很可能和这些花岗岩岩体或混合岩的生成有着密切的关系,因此不同地点的铁矿富化(及热液活动)时代可能是不同的,但以前震旦纪为最重要。有的产于作为花岗岩岩石捕虏体的贫矿中,但没有明显蚀变现象的捕虏体,一般没有显著的富化现象,这更说明了热液作用与富铁矿的生成有着密切的关系。造成富矿的铁质来源,各地情况也不一致,一般和花岗岩岩浆活动甚至部分和混合作用有关,但还是一个值得深入研究的问题。

有时,富矿生于贫矿受伟晶岩、伟晶质花岗岩或其他岩脉(如山东中部、歪头山)侵入部分的附近,为不规则的小矿体(小矿脉),它们的生成似乎没有受到明显的构造控制,而是贫矿中铁质受了岩脉形成过程中有关流体的影响、迁移富集而成,常有绿泥石、黄铁矿、阳起石或方解石等矿物的伴生;由于富矿附近缺乏特殊富化的部分,也应有少量铁质的加入。

此外,值得注意的是:较大的富矿体都生在与角闪岩密切共生的贫矿中,至少被富化的贫铁矿中原含有一定数量的角闪石(主为普通角闪石和阳起石质透闪石),而角闪石已受热液蚀变而变为绿泥石或黑云母。作者认为角闪石的存在与贫矿受到一定规模富化的这个事实,不是偶然的现象,而有着成因上的意义。一方面可能由于角闪岩较易¹⁾为热液所渗透、交代而角闪石较易为热液所蚀变与交代,它们的存在,为热液的上升与活动提供了有利的条件;另一方面也许因为角闪岩中的普通角闪石和贫矿中的阳起石质透闪石蚀变为绿泥石或其他矿物的过程中,有一定数量的钙质和钠质从上述角闪石类矿物加入热液,使原已可能具有一定程度碱性反应²⁾的热液,适当增大其pH值及相对地加强其碱性反应,因而有利于石英的被热液所溶解而为铁矿矿物所交代,但新增钠质(钙质)可能即为热液移带他去,因此生成的热液矿物中没有含钠的矿物。

鞍山市弓长岭第二矿区鞍山式铁矿中磁铁矿富矿是本亚类矿床中最好的实例,曾经

1) 与贫铁矿比较。

2) 角闪石的蚀变为黑云母和有些地区的蚀变矿物中含有白云母这事实说明热液带来了钾质。

烟煤

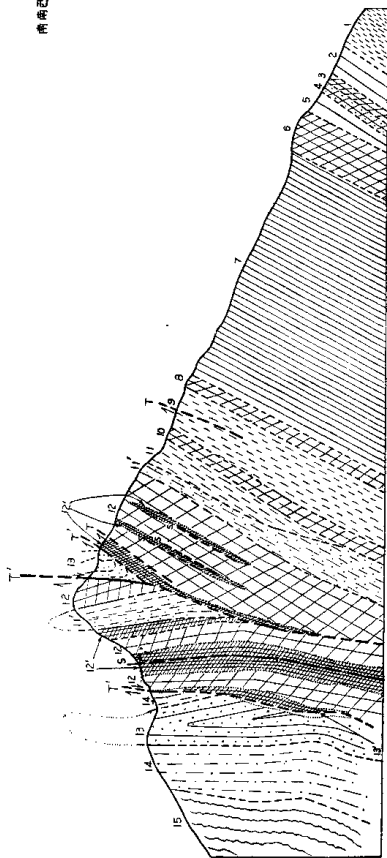


图 2 马长岭二矿区中部示意剖面图

[illegible]

作者等^[17,18]作初步研究,在此拟进行适当叙述和讨论,以说明它的生成过程。

这些矿体距混合岩或混合岩化花岗岩不远(圖2),無例外地生于最近發現^[17,19]的几个

与走向近乎平行的大断層(一般是陡傾斜逆断層)带附近的磁鉄貧矿中(圖2,3),矿石中主为磁鉄矿(包括局部假像赤鉄矿化的磁鉄矿),間或杂有少量赤鉄矿和微量黄鉄矿、黄銅矿或磁黄鉄矿。靠近上下盘的地方,往往含有一定数量的紫紅色鉄鋁榴榴石^[15,17]和呈放射状結集体的棕綠色至淺黃白色鉄鉄閃石²⁾和暗棕綠色鉄直閃石³⁾,含鉄量相对減少;再向上、下漸变为磁鉄鉄鉄閃石(鉄直閃石)柘榴岩、綠泥鉄鉄

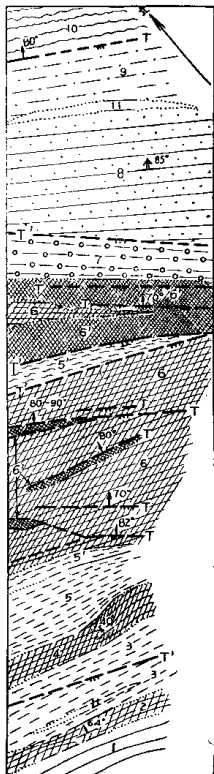


圖3 弓長岭×山270米坑道內地質示意圖

(根据参考文献[19]圖版54及程裕洪等原始记录修改)

示鞍山式鉄矿的含鉄層上含鉄帶層序及富矿生成的地質条件。

1. 細粒半粘土質黑云母(局部綠泥石化)石英長石粒岩(含鉄層中部標示帶)。2—7. 含鉄層上含鉄帶(包括鉄矿的富化部分和热液蚀变部分): 2. 細粒状磁鉄富矿(上含鉄帶的第一層鉄矿)。3. 石英斜長角閃岩(下角閃岩)。4. 綫紋状磁鉄貧矿(上含鉄帶的第二層鉄矿)。5. 石英斜長角閃岩(上角閃岩)。6. 綠泥石化石英斜長角閃岩,局部含有鉄鉄閃石(蚀变的上角閃岩)。7. 綫紋状及塊状磁鉄富矿(上含鉄帶的第三層鉄矿)。8. 磁鉄富矿,局部含有微量鉄鉄閃石及鉄鋁榴榴石(富化的上含鉄帶的第三層鉄矿)。9. 含有石英磁鉄矿,綠泥石和鉄鉄閃石的柘榴石岩(鉄化和蚀变的断層带,原为鉄鉄矿至砂鉄粒岩的过渡带,在蚀变前局部是角闪岩化)。8—9. 含鉄層以上的砂鉄岩層: 8. 砂鉄粒岩(中粒石英岩),局部含綠泥石及絹云母。9. 絹云母石英片岩。10. 条带状及条带状混合岩——由“半粘土質”岩石受一定程度花崗岩化所造成的混合岩,具明显的片麻状构造。11. 白色奥长石偉晶花崗岩岩層, T'. 主要走向断層, 主要生成于富矿生成以前。T. 小逆断層, 主要生成于富矿生成以前。

1) 經待食等鑑定其 $N_D = 1.822 - 1.824$, 化学成分为 SiO_2 , 31.18%; Fe_2O_3 , 30.39%; FeO , 16.34%; Al_2O_3 , 19.04%; CaO , 0.13%; MgO , 1.49%; MnO , 0.36% (9)。

2) 該矿物經地質部北京化驗室的分析, 其結果为: SiO_2 , 50.60%; Al_2O_3 , 0.53%; Fe_2O_3 , 2.55%; FeO , 33.49%; MgO , 10.72%; CaO , —; K_2O , 0.02%; Na_2O , 0.11%; MnO , 0.22%; H_2O^+ , 0.79%; H_2O^- , 0.04%。其化学式为: $7(\text{Fe}, \text{Mg})\text{O} \cdot 8 \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{FeO}:\text{MgO}$ 大致为 $6:4$ 。其光学性質經黃麗雲測定为: $N_g = 1.6775$, $N_\beta = 1.6720$, $N_\alpha = 1.6540$, $N_g - N_\alpha = 0.235(N_\alpha)$; $Zc = 19^\circ$; $(-)\rho_v = 80^\circ \pm$; 薄片无色; 有絮片双晶。是富鉄的鉄鉄閃石, 約含鉄閃石分子60%。

3) $N_\beta = 1.058 \pm$, $Zc = 0^\circ$, 負光性, 薄片无色。

閃石(鉄直閃石)石榴岩、綠泥鎂鉄角閃(直閃)岩、綠泥石榴岩、磁鉄石榴綠泥岩等鮮艳夺目的岩石(圖版II圖2,圖版IV圖1),由不等量的磁鉄矿、鉄鋁石榴石、鎂鉄閃石(或鉄直閃石)和綠泥石¹⁾等四种矿物或其中2—3种矿物組成,有时也含石英或菱鉄矿而沒有鎂鉄閃石(鉄直閃石)。靠近断層的貧矿上磐石英岩(即矽質粒岩)中,也往往含有星染状的磁鉄矿,并为細小的鉄鋁石榴石和鎂鉄閃石(鉄直閃石)所交代,受到一定程度的矿化和热液交代作用(圖2,圖4);附近的角閃岩也可漸变为綠泥石化的角閃岩或含有普通角閃石殘粒的片状黑云母石榴石綠泥岩或黑云母綠泥石榴岩(圖版V,圖1),这些岩石很明显是由角閃岩經交代性的热液蚀变所生成,附近有时还有大片白云母和电气

石;上述断層帶中有断層角砾岩存在时,一般都受到和石英岩相似的矿化和蚀变作用。在有些富矿矿不远由蚀变角閃岩构成的小背斜軸部(如楊木山北坡),有鉄鋁石榴石²⁾和石英共生的困境。

与富矿生成有密切关系的上述各种矿物中,綠泥石(包括鱗綠泥石、輝綠泥石、扇石等)、黑云母、白云母、黄銅矿、黄鉄矿、石英、菱鉄矿等是标准的或常見的热液矿物,其中菱鉄矿的生成,在本区似有相当的限制。白云母和电气石在矿区内分布較广,但靠近矿体的結晶較大,有时数量也較多,說明它們——接近富矿体的这两种矿物——的生成和成矿热液有密切的关系,并指示着热液中含有一些揮發性元素和气体的可能。又液体中除含有导源(至少一部分)于角閃岩內普通角閃石的鈉質³⁾外,也有一定数量的鉀,因而肯

北 30° 东 南 30° 西

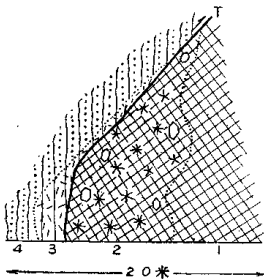


圖4 馬長岭二矿区通測20米坑中央断層坑道

含鉄層第6層鉄矿的富化帶上盘素描

示断層帶附近的富鉄矿化和蚀变情况。1. 磁鉄富矿, 东北边盤含有鉄鋁石榴石及鎂鉄閃石(鉄直閃石), 向西南达一定距离后变为貧鉄矿。2. 鉄鋁閃石石榴磁鉄岩(热液(气)蚀变断層帶)。3. 鎂鉄閃石(鉄直閃石)及鉄鋁石榴石化的矽質粒岩。4. 矽質粒岩。T. 較富矿生成较早(或大致同时)的走向断層。1、2間界綫是漸变的。(根据参考文献[19]第105版之1修改)

- 1) 交代鉄鋁石榴石的一种綠泥石, 經地質部北京化驗室的分析, 其結果为: SiO_2 25.57%; Al_2O_3 20.92%; Fe_2O_3 4.03%; FeO 26.40%; MgO 12.35%; CaO —; K_2O 0.03%; Na_2O 0.09%; MnO 0.04%; T_2O_3 0.25%; H_2O^+ 10.00%; H_2O^- 0.08%。其部分光学性與綠泥石鑑定为: 負光性; $N_p = 1.63$; 双屈折很低, 有异常干涉色。大致为鱗綠泥石(Aphrosiderite)。另有輝綠泥石(Diabantite)。
- 2) 团塊中鉄鋁石榴石晶体为三八面体, 在一般蚀变帶中者主为菱形十二面体。
- 3) 本区含鉄層下含鉄帶的一塊石英斜長角閃岩(号碼 AO 18)含 Na_2O 达 3.18%, K_2O 达 0.8% (見前), 这些鉀元素部分存在于构成岩石主要矿物的普通角閃石中。而由角閃岩变成的蚀变矿物如綠泥石、鎂鉄閃石等鉀含量是微不足道的。

定成矿热液在一定阶段是酸性(相对的)的。铁镁闪石、铁直闪石、铁铝石榴石并不是标准的热液矿物,一般认为是中級区域变质的产物,由于它们和上述无庸怀疑的热液(气)矿物关系密切,也应是大致同期生成的矿物。值得注意的是未经热液蚀变的贫矿中有时也含有一定数量的铁闪石针状小晶体,又含铁屑——含铁矿的地层——中部的半粘土质粒岩中局部(如二矿区东南部大砬子附近)有细小铁铝石榴石顺着层面和沿裂隙的石英细脉、团块而产生,这一方面说明了一部分热液活动时期,有着与区域变质作用——至少是它的晚期——相似的环境,甚至在时间上是部分重叠的,另一方面也指示着区域变质作用是在较为湿润的情况下生成的。但必须指出:在富矿生成时期,流体——主要是热液——的活性更为增大,正因为这样,富矿体中及其附近的铁铝石榴石、铁闪石和白云母等结晶达到了一定的或较大的体积(图版V图1,图版II图2,图版IV图1)。

除黄铁矿、黄铜矿的生成可能稍晚外,磁铁矿和其他矿物的结晶时期,前后差别不大,大致同时,但石英的生成间距较长,且部分生成较晚。又由于铁铝石榴石部分为绿泥石所交代,因此至少一部分或有一种绿泥石(鳞绿泥石)的生成较前者为晚。

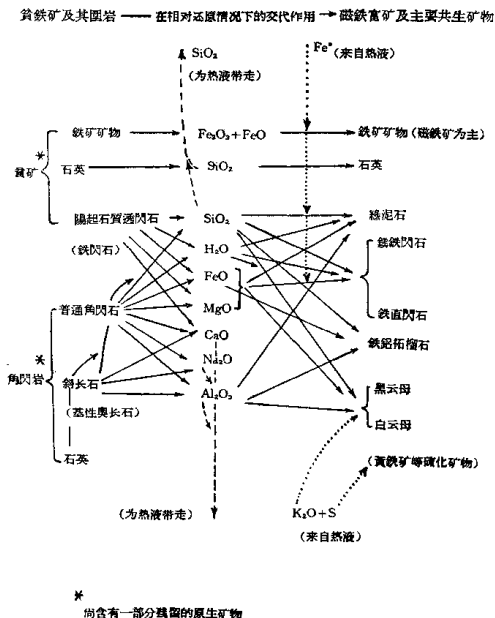
从上面的叙述和讨论,可以充分说明弓长岭第二矿区的主要磁铁矿富矿,决不是如都留一雄^[1]所称由接触变质造成,也不是贫矿“中原生富矿经区域变质作用¹⁾”而生成;又因为矿石结构紧密(图版IV图2),更不是潜水或热液将贫矿内矽质溶解带走生成;而主要是大地槽内含铁沉积层在密济褶皱末期的走向逆断层生成后不久,区域变质作用还未完全终止的时候,受到含铁高温热液(及热气?)发生去矽和沉淀铁质的交代作用的结果。在富化带一定距离以内偶尔见到的石英脉、石英细脉和上述铁铝石榴石石英团块中的SiO₂,可能就是取给于这种交代作用的。根据前述化学分析资料,“蚀变矿物”如铁铝石榴石、铁镁闪石(铁直闪石)和绿泥石,都是富铁矿物,远较原岩中普通角闪石(阳起质透闪石)的含铁量为多,说明热液中铁质,除与贫矿交代成富铁矿外,也有一部分供给上述三种新矿物的组成。由于本区前震旦纪变质岩大部分受了与区域变质作用有密切关系的一次花岗岩化作用²⁾的不同程度的影响,热液很可能和这种作用的晚期活动(尤其是它的热液活动)有关系。热液中所含的一般物质成分,有一部分来自热液影响所及的围岩;至于造成铁矿富化作用的铁质,很有可能一部分来自岩浆、而另一部分来自影响所及的围岩和一定深度内为花岗岩浆(包括有关高温流体)所融溶或交代的贫铁矿

1) 富矿的生成受着很明显的构造控制事实,说明它是后生的;即使有原生富矿存在的可能,数量也是极少的。

2) 与这次花岗岩化作用有密切关系的花岗岩质岩即作者等^[1]、田所称的弓长岭地区的“较老花岗岩”,是一种淡红色、中粒、略呈片麻状的混合岩、花岗岩长岩岩。

岩。这种富化作用都发生于震旦纪以前古老地槽受到褶皱而隆起的时期,当时含铁层还未出露于地表而受到侵蚀。至于未受明显热液影响的贫矿,是否也曾受到一些轻微的富化,在目前还是一个不易解决的问题;即使铁质受到一些迁移而略有局部的富化,也是轻微不足道(见后),而且不致影响到贫矿的平均品位。

马长岭主要磁铁矿生成时有关岩石的主要矿物和化学变化,可以下列图解表示:



乙、铁矿物以赤铁矿为主,生成温度较低的。矿石主由赤铁矿(包括镜铁矿或假像赤铁矿)组成,含有少量脉石矿物如白云母、石英,有时也有绿泥石乃至方解石。作为围岩的贫矿及附近的角闪岩或绿泥片岩,一般受明显的绿泥石化和白云母化作用,有时还

有絹云母和滑石(弓长岭二矿区)以及黄铁矿的生成。在这些富矿的走向延长方向的贫矿中, 往往有磁铁矿石英脉及石英小脉。这都说明铁矿的生成也伴随着明显的热液活动与热液蚀变的痕迹。

化学成分方面具有与上述磁铁矿相似的特点, 就是含铁量远较附近贫矿为富, 而 SiO_2 , CaO , MgO , Al_2O_3 等含量则较低。由于一般不含黄铁矿, 硫的成分仍与贫矿相接近。

本类型富矿, 颗粒一般也较贫矿为粗, 比较致密, 也偶尔夹着局部富化的贫矿层, 显示被铁质交代痕迹。结合上述矿体附近所见热液蚀变现象, 也足说明富矿系由含铁热液与贫矿发生交代作用所造成。由于热液矿物中含有白云母, 较大富矿也生于与角闪岩密切共生的贫矿中, 而角闪岩中普通角闪石也同样蚀变为绿泥石, 因而也可推断热液的化学性质是偏于碱性的, 而且在成矿过程中它的 pH 值是在逐渐增加至一定限度的。根据铁矿矿物以及共生矿物的种类和性质——具备一般所谓中深热液矿床特性——指示着热液是在温度较低但较充分氧化的环境下进行的。磁铁矿是新生成的矿物, 假像赤铁矿可能是较早的磁铁矿受了热液的氧化作用所生成; 至于没有任何磁铁矿残迹或外形的赤铁矿, 是否部分也由磁铁矿经热液氧化而来, 尚待进一步的研究方能决定, 但至少有一部分是直接由热液交代生成的。

矿化作用所受的构造控制是明显的。较大矿体(厚达 10—15 米以上)也都顺着矿化以前与走向近乎平行的较大逆断层或断层带(如弓长岭二矿区)而产出, 局部是富化的贫铁矿角砾岩。小的矿体或贫铁矿中零星富化部分, 则一般生于小的走向断层、斜交断层或横断层中及其附近(如庙儿沟及弓长岭矿区的一部分), 这些断层的规模小, 生成的时期也较上述大走向逆断层为晚; 有的生于贫铁矿受到小型密挤引振褶皱而又常有局部破裂的地段(弓长岭一矿区)。含铁热液就是沿着这些断裂带而与贫矿进行交代富集的。

富矿一般距前震旦纪的一种花岗岩及其有关的混合岩(如弓长岭二矿区的“较老花岗岩”及有关混合岩)或时代较新的花岗岩(弓长岭一矿区¹⁾)不远, 矿化现象很可能是与这些岩石生成(以及和上述第一种花岗岩有关的混合作用或花岗岩化作用)有密切联系的热液作用有关, 因此不同地点的富化作用时代可能是不同的。根据现有资料, 较大富矿主要生成于前震旦纪时代。热液中铁质, 也有可能部分导源于深处被花岗岩浆融溶交代的贫铁矿; 热液中所含其他物质的一部分, 也应来自热液影响所及的岩

1) 是一种微红色中粒至粗粒、含有一定数量长石的微斜长石花岗岩, 即作者等^[17, 19]所称弓长岭地区的“较新花岗岩”, 其时代晚于震旦纪。

石——尤其是角閃岩。

此外，貧礦中也有受了偉晶岩或偉晶質花崗岩的影響而生成的小的不規則赤鐵富礦體（如芝罘），附近有正長石的富集和电气石的生成，其生成過程大致和上述相似情況下所生成的小磁鐵富礦體相類似，但具體地質條件有所不同。

雖然弓長嶺二礦區的赤鐵富礦與磁鐵富礦分布于不同地區，但主要交代了同一貧礦層——第六礦層^[17]——甚至沿着同一斷層帶產出，並由於兩者相接處局部赤鐵富礦插入（圖5）並交代了磁鐵富礦，說明前者生成較晚，這和它的生成溫度較低情況也相

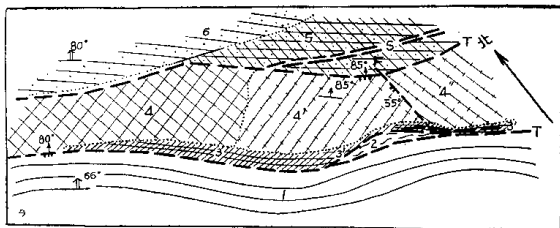


圖5 弓長嶺二礦區××山260米坑道內平面地質示意圖
(根據參考文獻[19]圖版53及程裕洪等原始記錄修改)

示鞍山式鐵礦內磁鐵富礦(4)與赤鐵富礦(4'')的關係及走向逆斷層(T)附近的鐵礦富化及熱液蝕變現象。1. 細粒半粘土質黑雲母(局部綠泥石化)石英長石粒岩(含鐵層中部標示層)。2. 綠泥石化的石英斜長角閃岩(蝕變的含鐵層上含鐵帶中石英斜長角閃岩)。3. 細粒狀貧鐵礦以磁鐵礦為主。3'. 細粒狀貧鐵礦，以赤鐵礦為主。4. 以磁鐵礦為主的富礦。4'. 含有不等量磁鐵礦及赤鐵礦的富礦。4''. 以赤鐵礦為主的富礦。5. 含有磁鐵礦(局部假像赤鐵礦化)、石英和綠泥石的鐵鐵閃石岩，夾有以磁鐵礦為主的小富礦體(礦化及熱液蝕變的砂質粒岩及含鐵砂質粒岩)。6. 局部含有絹雲母的砂質粒岩(中粒石英岩)。T. 走向逆斷層，主要生成於鐵礦富化以前，局部在以後又有錯動。F. 富礦生成以後的斜交斷層。S. 擠壓面。3與3'間的分界線未具體劃分，兩者均為上含鐵帶第三層貧礦(即含鐵層的第六層貧礦)的未富化部分；4'中局部赤鐵礦體交代及插入磁鐵富礦，4, 4', 4''之間局部為漸變的，分界線未準確圈定，均為上含鐵帶第三層貧礦的富化部分。

符合，但仍可能和磁鐵富礦一樣(見前)與出露於礦體不遠(以東)的前震旦紀淡紅色片麻狀含黑雲母的花崗閃長岩質混合花崗岩及其有關的混合岩在成因上有密切關係。因此，兩種富礦都可能生成於這些岩石發育過程中的熱液期，但時代有先後，溶液的具體情況，也有所不同。作為赤鐵富礦圍岩的貧礦中鐵礦礦物，也以赤鐵礦(包括假像赤鐵礦和鏡鐵礦)為主(圖5)，磁鐵礦(局部假像赤鐵礦化)的含量一般很少，並為含鏡鐵礦石英脈所侵入，而同一礦區內其他貧礦層(包括作為磁鐵富礦圍岩的貧礦和未經顯著富化的貧礦)的鐵礦礦物都以磁鐵礦為主，這說明這部分貧礦的鐵礦礦物原來也可能以磁

铁矿为主,但在赤铁矿生成的时候,也受到了热液的影响,使得含铁矿物绝大部分变为赤铁矿(包括假象赤铁矿及少量菱铁矿),但没有受到显著的富化作用而已。

除了上述两种重要亚类以外,由含铁热液交代生成的富矿,有时兼含不定量的磁铁矿和赤铁矿(如弓长岭一矿区),脉石矿物和蚀变现象一般和以赤铁矿为主的富矿相似,生成条件也大致相同。在已知产地中,控制矿床生成的多半是小断层,因此造成富体的体积一般很小。

此外,贫矿中也有由于热液活动产生铁质局部迁移与富集而生成的小团“富矿”(东鞍山,^[62]),铁矿矿物与贫矿中的相同,铁质的富集不受构造的控制。这些小团呈块状,很致密,与贫矿没有明显的界限,四周常有可能是贫化了的、很贫的灰白色或灰色的条带状铁矿存在,有时在附近黑色条带中有一连串的小洞,这都说明附近曾有铁质移动的征迹。有时在附近的贫矿节理上有菱铁矿小片和黄铁矿小粒,因而指示着这些物质迁移是受到了热液活动的影响。富矿团块中铁质主要来自附近贫矿,也可能有一部分是外来的。这些矿块,在经济上没有意义,但生成过程与上述热液交代生成的较大富矿有相似的地方。

另据周世泰等^[67]在樱桃园的观察,在贫矿边缘,不规则地渐变为以磁铁矿为主的小富矿体,不但富矿中有残留的贫矿石小块,附近还有黄白色含铁矿物很少的石英质岩石,后者含有条带状排列的小坑和小型富矿脉(图6)。他们也认为这是由于贫铁矿受到较大规模的热液作用而发生铁质迁移的结果。值得注意的是:这些现象是发生在与贫矿走向近乎平行的大断裂带的附近,距绿泥蚀变带和花岗岩活动的地区也很近。

(二)由贫矿经热液淋滤而生成的富矿 在一个

别地点(如唐儿沟的一个富矿体),上述磁铁矿富矿亚类的矿石结构比较松散,说明贫矿中砂质被热液淋滤时,没有伴随着明显的铁质交代作用(或至少铁质交代作用不强),因而这些富矿主要(或至少一部分)经热液淋滤作用所造成。

(三)变质的原生富矿 在有些地区(唐儿沟,樱桃园南胡家店子一带),贫矿中部含有延展方向与贫矿层位一致的小富矿体,较大的单独矿体厚几十厘米至3米,长达7—8米以上。根据旧坑遗迹,推知矿带断续延长有时可达160米;矿体局部尚有细纹状构造,结构致密,和贫矿分界不显,包含的矿物种类也相同,没有伴生的蚀变矿物,较为



图6 鞍山樱桃园附近素描
(根据参考文献[67]图41周世泰等素描)

示贫铁矿石中因受热液作用而发生的铁质移动现象。1. 黄铁矿, 线条示条带方向。2. 富铁矿脉。3. 不含铁的石英岩, 线条示残留的黑色条带。