

鄂东夕卡岩型铁矿的几个地质问题

林新多 姚书振 张叔贞

(武汉地质学院矿床教研室)



地质·矿床

大冶是武钢主要的铁矿石基地,“大冶式”铁矿是我国重要的铁矿类型之一。深入研究这种类型铁矿的地质特征,对进一步开展找矿工作必然会有所帮助。

近些年来,对“大冶式”铁矿的成因众说纷纭,成因观点的不同,导致找矿指导思想的差异。通过几年的工作,我们认为“大冶式”铁矿仍属夕卡岩型矿床,铁矿与夕卡岩的形成,无论在空间上、时间上、成因上均有密切的联系,但成矿流体并非传统认为的单一热源,而是矿浆—热液过渡系列。

本文不准备对“大冶式”铁矿的成因问题作深入的讨论,而仅就与找矿勘探和生产勘探有关的几个地质问题加以探讨,祈能对鄂东“大冶式”铁矿的找矿生产工作有所助益。

岩 浆 岩

与鄂东夕卡岩型铁矿有关的侵入岩以闪长岩类为主,多为钙碱性岩石,以适度富碱,而铁、镁含量较低为特征。据宜昌地质矿产研究所的资料,鄂东主要侵入体和矿床中一些样品同位素的Rb—Sr等值线图, $(Sr^{87}/Sr^{86})_{\text{初始}} = 0.700$,与上地幔物质 Sr^{87}/Sr^{86} 初始值(0.699)非常接近,说明这些岩体和成矿物质具有相同的来源,可能是上地幔与下地壳同熔岩浆分异演化的产物。鄂东与铁矿有关的大型岩体均为杂岩体,它们由多期次岩浆侵入活动形成,但并非每期次岩浆侵入都伴有矿化。矿化只与其中某一、二期

次的侵入活动有关。因此,查明每一杂岩体岩浆活动期次及其与铁矿化的时间和空间关系,对指导找矿有重要意义。

经多年研究,我们初步建立了鄂东几个杂岩体的侵入次序及其与铁矿的时间关系表。由表可

岩体与成矿的时间关系表

岩体名称	岩体与成矿的先后顺序	矿床名称
鄂城岩体	1. 黑云母辉石闪长岩 2. 闪长岩 3. 石英二长岩 4. 花岗岩 5. 磁铁矿	程潮
铁山岩体	1. 中细粒含石英闪长岩 2. 磁铁矿 3. 黑云母透辉石闪长岩 4. 磁铁矿 5. 正长闪长岩 6. 斑状含石英闪长岩 7. 斑状花岗闪长岩 8. 斑状正长闪长岩 9. 磁铁矿	铁门坎 龙洞 大小洪山
金山店岩体	1. 黑云母辉石闪长岩 2. 闪长岩 3. 石英二长岩 4. 磁铁矿 5. 斑状闪长岩 6. 磁铁矿	张福山 余华寺
灵乡岩体	1. 细粒闪长岩和斑状闪长岩 2. 磁铁矿 3. 黑云母角闪石英闪长岩 4. 磁铁矿 5. 花岗闪长斑岩	刘家顺 大广山
王豹山体	1. 石英二长岩 2. 磁铁矿	王豹山

见，磁铁矿化是岩浆演化到一定阶段的产物，它常伴随某一期次的岩浆侵入活动而出现。因此，这是环绕杂岩体并非四周都有矿体产生的主要原因之一。

鄂东几个与铁矿有关的大岩体主要侵入于中、下三迭统碳酸盐岩层中。在蒲圻群底部 (T_{2-3pq}) 和大冶群五、七段中已发现多层膏盐层；膏盐层是易溶的软地层，最利于岩体的侵入。因此，多数岩体均侵入于大冶群与蒲圻群的接触面及其附近的大冶群地层中。岩体的总形态主要受褶皱构造控制。岩体的顶面随褶皱的起伏而变化，但岩浆的侵入首先是沿断裂上升的。最为典型的是灵乡岩体，它象个“多把的”蘑菇状，是岩浆先沿断裂上升，随后顺层贯入而形成的。岩体与碳酸盐岩层、膏盐层接触带是成矿的有利部位。

与成矿直接有关的侵入体之接触带能否成矿，除与围岩岩性等因素有关外，还与侵入体的前缘带有关，它是最有利的成矿地段。根据岩体

的形态、产状、边缘相带的宽度变化，可以大致推断岩体的侵入方向；侵入岩体前缘相和热流变褶皱的发育同样是确定前缘带的可靠标志。

例如程潮铁矿，矿体产于花岗岩与大冶群地层的接触带，但并非整个接触带都有矿，矿体群只是沿着一个向南西方向侧伏的狭长带展布，而这个地带正是岩体侵入的前缘带。鄂城杂岩体中的花岗岩可分为中心相（等粒花岗岩）和边缘相（斑状花岗岩），而程潮矿区与大冶群直接接触的斑状花岗岩的边部，可以分出一种颗粒极细、肉眼难于认出石英的细粒花岗岩（在中南冶勘608队的勘探报告中称为隐石英花岗岩）（图1）。这种细粒花岗岩是岩体侵入过程中首先、也是最快冷凝的地段。它是岩体侵入前缘带的特征性标志。这一前缘带的分布与矿体群的分布甚为一致，而且都在矿体之下，构成一个向南西方向侧伏的狭长带。通过花岗岩体接触面的趋势分析，可以判断岩体是由南西向北东方向斜向上侵的，由此可以确定这种细粒花岗岩是岩体侵入的前缘相。

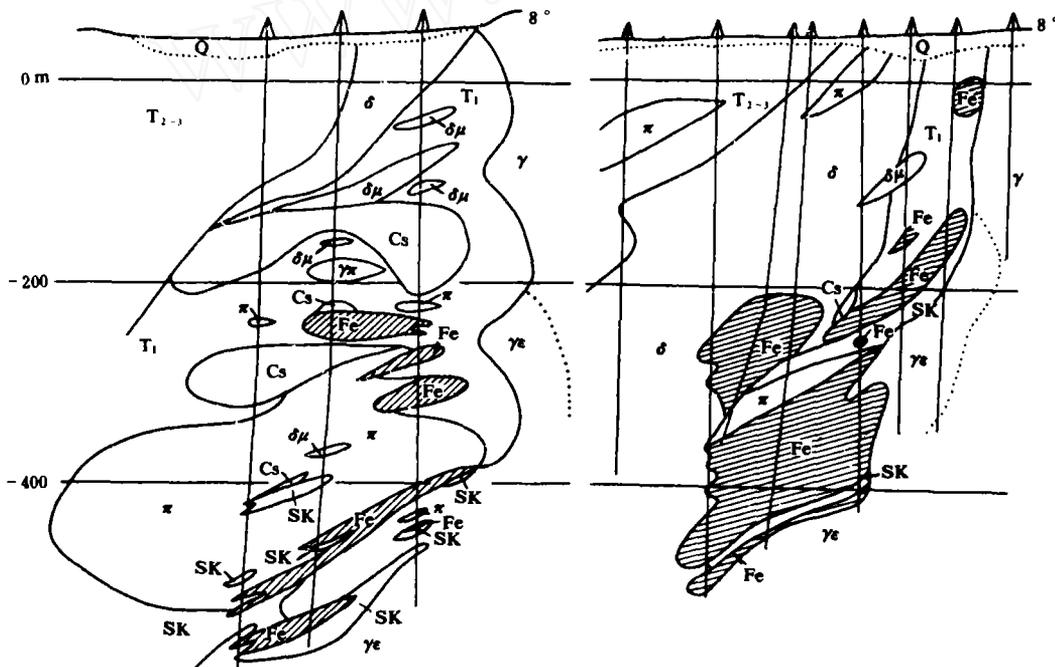


图1 程潮铁矿剖面简图

Q—第四系； T_{2-3} —蒲圻群砂页岩； T_1 —大冶群大理岩；Cs—硬石膏膏盐层； δ —闪长岩； γ_e —细粒花岗岩； γ —斑状花岗岩； $\gamma\pi$ —花岗斑岩； π —长石斑岩； $\delta\mu$ —闪长玢岩；SK—夕卡岩；Fe—磁铁矿矿体

热流变褶皱是岩浆侵入时的热力和机械力双重作用下,使围岩(通常是碳酸盐岩层,特别是石膏层)发生的一种塑性变形。在岩体侵入的前缘带,遭受热力和机械力作用最强,故热流变褶皱最易发育。热流变褶皱的最主要特征是褶皱形态复杂多样,不同形态的褶皱常组合在一起;褶皱紧密,曲率半径可以很小而不破裂。在空间分布上,由接触带向围岩,由前缘带向两侧,热流变褶皱发育程度逐渐减弱。在程潮铁矿中,这种热流变褶皱的总体分布,也是由北东向南西斜向分布,与矿体群的分布相一致,都是在前缘相细粒花岗岩之上。

岩体侵入的前缘带是岩体给予围岩的热力和机械力最强的地段,也是岩浆冷凝最快和体积收缩最剧烈的地段。由于前缘带最早冷凝,并首先从岩浆的长时间烘烤而形成的塑性状态变为脆性状态。在区域性的构造应力作用下,前缘带发生脆性断裂的机会比其他地段要多得多,成矿流体沿这些断裂上升的机会也多。因此,岩体侵入前缘带是找矿的具体方向,这是实际工作中值得注意的。

在研究岩浆活动与成矿的时间关系时,还应注意成矿前的脉岩与磁铁矿在成因上和空间上的密切联系。成矿前的脉岩以长石斑岩为主,也有少量闪长玢岩,它们常遭受不同程度的夕卡岩化和磁铁矿化,有时呈角砾被磁铁矿胶结。长石斑岩与富铁的成矿流体是岩浆分异的孪生产物,它们在空间分布上,总体具有一致性,而且二者具有反消长关系(见图1),因此成矿前的长石斑岩分布地区也是找矿的有利地区。

成矿期断裂

鄂东夕卡岩型铁矿成矿带中,虽然存在着频繁的岩浆侵入活动,有利成矿的大冶群碳酸盐岩层以及二者的接触带,但成矿还决定于有无成矿期断裂和成矿流体能否进入其中。成矿期断裂决定着矿体的分布、形态和产状,并影响着矿体的规模。它们往往形成于成矿岩体侵入之后,继承岩体侵入前已存在的断裂裂隙,以及岩体与围岩的接触面。后者由于岩体的冷凝收缩和岩性的

差异而成为易于发生断裂的薄弱面。成矿期断裂在成矿后又可进一步活动,并被成矿后脉岩和各种成因的热液脉充填。

成矿期断裂可根据蚀变、矿化、原生晕之分布特征,或由断裂向两侧逐渐减弱等标志来确定。但有相当多的成矿期断裂随着成矿作用的进行而消失,有的被成矿后脉岩充填而掩盖,有的因巷道尚未揭露而不能直接观察。尽力恢复与识别这部分成矿期断裂,将有助于对控矿断裂认识的深化,从而有效地指导找矿勘探工作。

成矿期断裂若与深部成矿流体源地相连通,则成为成矿流体运移的通道,即运矿断裂。运矿断裂是多级别的,有的通过野外实地观察即可鉴别,有的需要通过其他方法确定。通过我们多年研究鄂东“大冶式”铁矿带的实践,认为利用磁铁矿中 Fe_2O_3/FeO 的比值来判断成矿流体的运移方向,是行之有效的方法。

矿物学的研究和实际工作表明,磁铁矿在其结晶过程中,随着氧逸度的增高,其氧化系数越来越高,即由磁铁矿逐渐演变为假象赤铁矿、赤铁矿,因此,利用磁铁矿中 Fe_2O_3/FeO 比值的变化的变化,可以判断成矿流体运移的方向。在以充填成矿方式为主的矿床中,成矿流体运移的方向即为运矿断裂所在的位置。在找矿勘探和开采工作中,由于生产本身的需要,总是要取样作磁铁矿矿石的化学成分分析,因此充分利用生产过程中取得的数据进行成矿流体运移方向的判别,是甚为经济的办法,当然也可用磁铁矿爆裂温度等温线等方法来验证。在一些矿床中未作 Fe_2O_3 分析,也可用 TFe (全铁)/ FeO 来代替;二者的数值虽然不同,但其变化趋势同样反映成矿流体的运移方向。下面举两个例子来说明。

程潮铁矿属矿浆贯入型矿床,矿体群产在花岗岩与碳酸盐岩层的接触带,受北西西向挤压带中所属的各组断裂控制。北西西向挤压带中有以下几组断裂 ①北西西走向,向南倾斜,倾角 50° 左右的压性断裂 ②北西西走向,向北倾斜,倾角 40° 左右的压性断裂 ③北西西—东西走向,产状陡立的压性断裂 ④北西西走向,向南倾斜,倾角 $8\sim 20^\circ$ 的平缓张性破碎带; ⑤北东走向,

倾向南东，倾角 80° 以上的压扭性断裂；⑥北西走向，倾向北东，倾角 80° 以上的压扭性断裂；⑦走向近南北，倾向西，倾角大于 75° 的张性及张扭性断裂。以上除第七组很少发育外，其他六组均对矿体的形态、产状起着联合控制作用。通过对已开采的Ⅱ号矿体的观察，认为该矿体主要受平缓张性破碎带控制，矿浆是通过较陡倾斜的运矿断裂而进入不断张开的平缓张性破碎带。但这些陡倾斜的断裂已由于矿浆的贯入而消失，利用巷道中矿石化学分析资料，作TFe/FeO比值的趋势分析即可恢复运矿断裂。从-150米中段

的TFe/FeO比值的趋势等值线图（图2）可以分析主要的运矿断裂是北西西—东西向的，而在剩余值等值线图中可以判断次要的运矿断裂；除北西西向外，还有北东向、北西向两组，而南北向的运矿断裂没有显示。这样的判断与矿床构造分析相一致，特别是从矿体边部的矿枝分布可以得到证实。

灵乡广山铁矿属热液交代型矿床。矿体产于闪长岩的大理岩残留—捕虏体中，矿体主要受叠加褶皱的控制，在叠加褶皱高点叠置北北东向断裂的部位，往往是矿体增厚的部位。利用该矿床

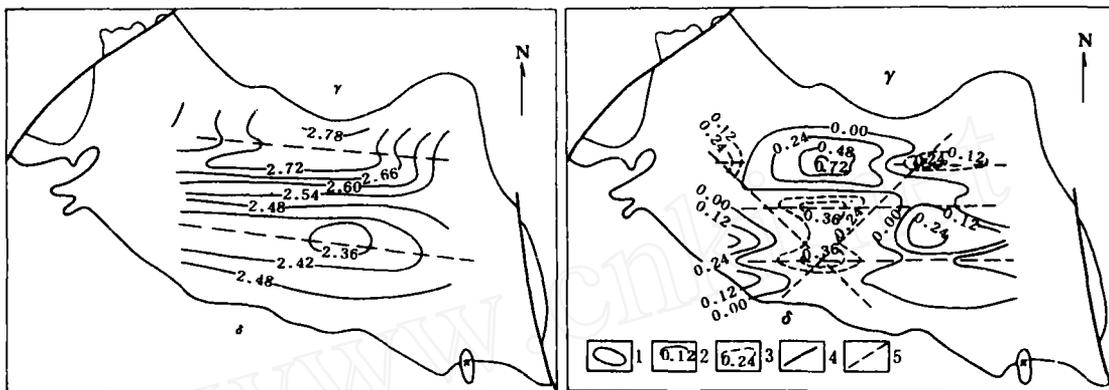


图2 程潮铁矿-150m中段Ⅱ号矿体东部TFe/FeO趋势等值线（左）和剩余等值线（右）图
 γ—花岗岩；δ—闪长岩；π—长石斑岩；1—矿体界线；2—趋势等值线（左）或正剩余等值线（右）；
 3—负剩余等值线；4—实测断层；5—推测运矿断裂

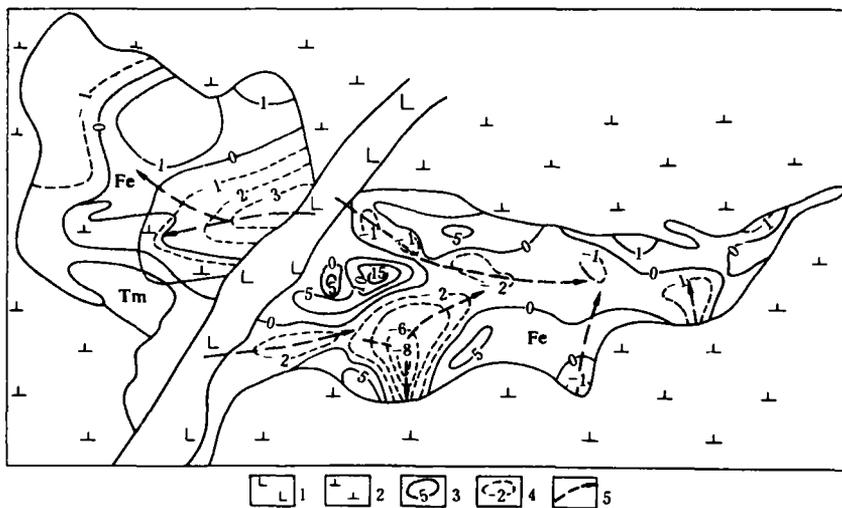


图3 灵乡广山铁矿54m水平TFe/FeO四次剩余等值线图
 Tm—大理岩；Fe—铁矿体；1—辉绿玢岩；2—闪长岩；3—正剩余等值线图；
 4—负剩余等值线图；5—矿液转移方向

54m水平的矿石分析资料所作的TFe/FeO比值的趋势分析(图3),可以判断矿液主要来自已被成矿后辉绿玢岩充填的北北东向断裂,即该断裂是一条多次活动的断裂,成矿时曾是矿液的主要通道,而在成矿后为岩脉所充填。

成矿期断裂由于其产状、应力方向和断裂结构面的不同,可以分别起着运矿、贮矿以及阻挡矿液的作用。当成矿期构造压应力方向与断裂走向呈高角度相交时,矿体往往产于断裂产状的变缓处,如程潮铁矿床成矿期的构造应力为近南北向,则矿体主要产在平缓的北西走向的平缓张性破碎带中。刘家畈铁矿床成矿期构造属新华夏构造,矿体则产在东北向岩体与围岩接触面的平缓处,而陡倾斜的断裂通常只是运矿构造;当这些陡倾斜的断裂中形成厚的细构造泥时,则不仅不能成为运矿构造,同时还对矿液起着阻挡作用。当成矿期构造压应力作用方向与断裂走向呈小角度相交时,则矿体一般产于陡倾斜断裂中。这种情况在鄂东地区很常见,这是因为多数矿床成矿时受新华夏构造控制,早先存在的东西向断裂,在新华夏构造应力作用下易于张开,形成陡倾斜的矿体。

鄂东地区控矿构造类型繁多,而以断裂—接触带最重要,即使有些矿体受褶皱构造控制,也是由于有运矿断裂导致成矿流体的进入。因此,要有效地指导找矿工作,研究成矿期的运矿断裂构造是不可缺少的环节。

矿石构造分带

“大冶式”铁矿历来被认为是接触交代夕卡岩型矿床,70年代末,石准立等人指出了铁山铁矿系矿浆成因,这对“大冶式”铁矿成因的深入认识起了积极的推动作用。我们在前人工作的基础上,通过对鄂城、铁山、金山店、灵乡等岩体及其有关铁矿床的工作,认为“大冶式”铁矿仍属夕卡岩型矿床,其成矿流体为矿浆—热液过渡系列,即既有热液交代型,又有矿浆贯入型,二者既可独立存在,又可互相叠加,又有矿浆贯入与热液交代呈逐渐过渡的过渡型。不同性质流体形成的矿床,其矿石构造类型是不同的。

热液交代型的矿石构造类型有:条带状构造、块状构造、浸染状构造、稠密浸染状构造、角砾状构造、交代角砾构造(交代盐溶角砾岩的角砾或胶结物而成)、交代砾石构造(交代砾岩层中的大理岩砾石而成)、细脉状构造、网脉状构造、细脉浸染状构造。在比较均一的岩石中,从断裂向外常有以下几个变化系列:角砾状构造→块状构造→稠密浸染状构造→浸染状构造;角砾状构造→块状构造→网脉状构造→脉状构造→浸染状构造;块状构造→条带状构造→浸染状构造;块状构造→斑杂状、团块状构造→浸染状构造等。这些矿石构造带的变化通常是渐变的,矿石品位在总体上不是突变的。在非均一岩石中,矿石的构造类型在很大程度上决定于岩性的差异,因此,不同矿石构造带之间的界线常是分明的。鄂东地区碳酸盐岩层有厚层、薄层之别,其中又夹有多层盐溶角砾岩层,这些特点决定着矿石构造类型变化的复杂性,因此在具体矿区应该注意围岩的岩性组合对热液交代型矿石构造类型的控制。

矿浆贯入型矿石的构造类型主要有气孔状、块状、角砾状、脉状构造等。块状构造是矿浆贯入型矿石的主要构造类型;气孔状构造在块状矿石中不规则地集中分布,但以偏上部(及近上盘)为多;脉状构造则主要分布于块状矿石带之上,部分产在其两侧;角砾状构造在矿浆贯入型矿石中占有特殊的地位。在矿体的上部,围岩角砾通常棱角分明,显示悬浮特征,而在中部及下部,围岩角砾常遭受强烈的熔蚀作用,棱角不显而呈不规则状。在有的矿床中,则可见到矿体上部为小角砾,往下角砾直径逐渐加大,乃至成为直径达数米、十几米的大包体。这种特征反映成矿流体为粘稠、密度较大的矿浆,不同直径的围岩角砾在不断贯入的矿浆中产生动力和重力分选的结果。这也是鉴别矿浆贯入型矿石的重要标志。在矿浆贯入型块状矿石(含气孔状矿石)构造带之上(部分边部)常有规模不大的浸染状矿石构造带,它是矿浆中少量的挥发分渗入围岩交代而成,二者之间不存在稠密浸染状构造、团块状构造、斑杂状构造以及条带状构造等中品位的矿石

带。因此，块状矿石带与浸染状矿石带之间界线截然清楚，矿石品位也发生突变，矿体界线清楚（浸染状矿石一般不具工业意义），这种特征是矿浆贯入型矿床所特有，它与热液交代型以及矿浆贯入—热液交代过渡型的矿石分带截然不同。

矿浆贯入—热液交代过渡型的矿石构造类型种类很多，它兼有矿浆贯入型、热液交代型的各种矿石构造类型。矿石的构造分带从下而上、从运矿断裂向外（通常为向一侧）具有块状构造（含气孔状构造）→斑杂状、条带状构造→浸染状构造的分带。这种分带的显著特点是逐渐过渡，矿石品位是逐渐变低，存在较多的中等品位的矿石构造类型，这种特征反映了矿浆→热液连续过渡的特征。在过渡带上，可以见到作为矿浆型特征的气孔状构造与交代型矿石构造类型并存的现象（图4）。在这种矿浆热液过渡型矿床中，浆液之间可以具有不同的比例，因此，矿体中热液交代型矿石构造带与矿浆型矿石构造带可以具有不同的规模和矿石量。这在实际工作中也是应该注意的。

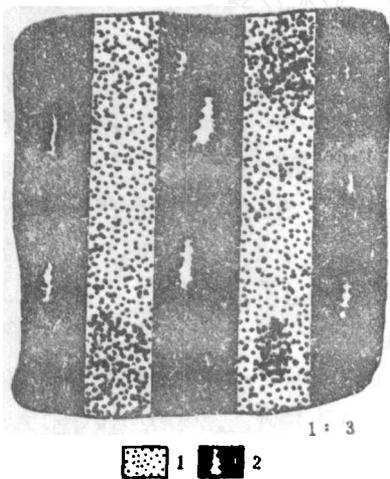


图4 矿浆贯入型与热液交代型并存的矿石素描图

（灵乡小包山 0 m 中段西头）

1—浸染状磁铁矿分布于夕卡岩中；2—含气孔的块状磁铁矿，气孔壁上磁铁矿呈完好晶体生长

围岩蚀变

与“大冶式”铁矿空间分布密切有关的围岩

蚀变有夕卡岩化、金云母化、绿泥石化和钠化。正确认识蚀变的特点和分布规律，对指导找矿有直接的意义。

夕卡岩化按其时间与成矿的关系可以分为成矿前、成矿时、成矿后的夕卡岩化，三者产出的特点是不同的。

成矿前夕卡岩主要是透辉石夕卡岩，伴少量石榴石透辉石夕卡岩、石榴石夕卡岩。热液交代型矿床成矿前夕卡岩化较强，而过渡型和矿浆型矿床成矿前夕卡岩化较弱。成矿前夕卡岩的分带现象不很明显，有时在空间上具有从岩体接触带向围岩的分带现象：靠近岩体为石榴石透辉石夕卡岩，向外为透辉石夕卡岩。在岩体中有时也有夕卡岩化，除透辉石、石榴石外，还有少量方柱石。磁铁矿带重迭于成矿前的夕卡岩之上（图5）。

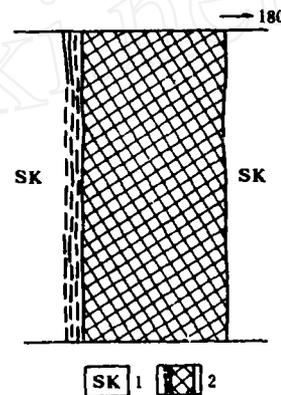


图5 矿浆型矿脉沿挤压片理化带贯入于透辉石夕卡岩中，两侧无交代现象（程潮铁矿—220 m 中段12穿）

1 : 62.5

1—透辉石夕卡岩；2—磁铁矿脉

因此，成矿前的夕卡岩可作为直接找矿标志。但需注意，在成矿前岩体侵入过程中，因热力作用而形成之以石榴石为主的角岩，这种角岩与铁矿体的空间分布不具有—致性，不能作为找矿标志。

成矿时的夕卡岩化是找矿的最重要的蚀变标志。在垂直方向上，它常分布于矿体上部；而在水平方向上，则分布于矿体的一端。成矿时的夕卡岩化主要是透辉石化、方柱石化，也有少量阳起石、透闪石、石榴石产出。在空间上，有的分带

不明显, 仅为透辉石化, 有的有明显的分带, 即由矿体→磁铁矿透辉石方柱石夕卡岩(或磁铁矿方柱石透辉石夕卡岩)→透辉石方柱石夕卡岩(或方柱石透辉石夕卡岩)→透辉石夕卡岩。这种分带与成矿前夕卡岩的明显不同是: 它并不一定是由岩体接触带向围岩形成分带, 而是沿成矿流体运移方向形成分带, 即蚀变带分布于成矿流体运移的前锋方向。当运矿断裂沿岩体接触面分布时, 则形成沿岩体接触带走向的夕卡岩分带, 蚀变带则分布于矿体的一端, 如张福山矿床等。根据成矿时夕卡岩的分布和分带, 配合其他鉴别标志确定成矿流体运移方向, 即能正确地判断矿体的具体位置。成矿时夕卡岩与成矿前夕卡岩在矿物结晶特征上的区别在于, 前者矿物晶形较好且颗粒粗大, 最为明显的是方柱石, 长达几毫米至1~2厘米。有的矿床中, 成矿前透辉石为深绿色, 成矿时则为浅绿色, 前者呈角砾产在后者之中。

成矿后的夕卡岩并非每个矿床都有, 它的矿物组合比较复杂, 除了成矿前、成矿时已有的夕卡岩矿物外, 还有大量的含水硅酸盐矿物、金属硫化物和氧化物, 以及石英、方解石、硬石膏等矿物, 它们还经常呈单矿物细脉产出。我们把这种形成方式与通常交代形成的夕卡岩的各种脉状夕卡岩, 称之为类夕卡岩。在类夕卡岩中, 夕卡岩矿物的结晶程度与成矿时夕卡岩类似, 颗粒也比较大, 光学性质也不同, 如石榴石, 成矿前与成矿时为钙铁石榴石, 属均质, 而成矿后的为钙铝石榴石, 具非均质性。类夕卡岩的一个十分重要特点是就此取材, 其物质组分主要来自周围的岩石和矿石, 虽然类夕卡岩与成矿本身无直接联系, 但由于它具有就此取材的特点, 因此常发育在成矿前、成矿时夕卡岩的分布区及其附近, 故可作为找矿的间接标志。

金云母是矿浆—热液过渡型和矿浆型磁铁矿石中的常见矿物, 在这两类矿体周围岩石中, 常可见到金云母呈浸染状产出或单矿物脉充填, 这种金云母化也是找矿的重要标志。

绿泥石化在鄂东“大冶式”铁矿中分布较广泛, 但它是多阶段形成的。与磁铁矿形成密切有关的绿泥石为黑绿色, 细粒, 并常为单矿物蚀变带, 带宽仅数十米。而晚阶段形成的绿泥石为浅绿色, 常与黄铁矿、碳酸盐矿物共生, 分布不规则, 其中一部分黄铁矿绿泥石化可叠加在早期矿化蚀变带上。深色绿泥石是一种重要的围岩蚀变, 具找矿意义。

钠化主要发育在矿体附近的闪长岩中, 特别是矿体下部的闪长岩比较强烈, 主要表现为钠长石对闪长岩中的斜长石、角闪石、黑云母等矿物进行交代。在交代过程中, 有部分铁质析出, 可构成成矿铁质来源的一小部分。钠化也可作为找矿的蚀变标志。

结 语

找矿工作的经济效益和钻孔的见矿率, 取决于对矿床地质特征的深入了解, 决定于对矿化局部富集规律和找矿标志的认识。“大冶式”铁矿的找矿方向仍然应该放在侵入岩体的接触带附近。在找矿工作中, 首先要确定与成矿有关的侵入体, 如能确定它前缘带的位置则将大大缩小找矿的靶区。在此基础上, 查明成矿期的断裂构造系统及构造应力方位、运矿断裂和控矿构造类型, 揭示蚀变、矿化分带的特点, 配合各种找矿标志, 就能合理地布置钻孔, 取得较为理想的效果。

参加本项工作的还有周宗桂、章传玲等同志。工作中得到了中南冶勘608队、灵乡铁矿、程潮铁矿、金山店铁矿的领导和同志的大力支持, 在此一并表示感谢。