

钟姑铁矿空间模式及找矿预测

赵云佳

赵锦嫦

(冶金部华东地质勘查局)

(华东冶金地质研究所)

钟姑地区是印支和燕山早期上升的地块, 燕山中、晚期发展成为火山盆地。随着火山—侵入活动, 形成一系列铁矿床。深断裂构造控制岩带及矿带的分布。矿体明显受接触带和三叠系黄马青组下部岩性段及周冲村组制约。岩体隆起、凹凸及三叠系中下部岩性段是成矿有利部位。

关键词: 钟姑铁矿; 空间模式; 成矿预测

钟姑铁矿田是宁芜玢岩铁矿的重要组成部分, 矿体成群成带分布。建国以来, 华东冶金地质808队在约60km²矿田范围内, 投入了20多万m钻探, 探明了姑山、白象山等大、中型铁矿床10多处, 获得5亿多t铁矿储量。此外, 先后有不少科研和教学单位, 对本区铁矿进行了研究。70年代国家下达的由多单位、多专业和多学科协作完成的“宁芜火山岩地区铁矿成矿规律、找矿标志、找矿方向”科研项目, 建立了玢岩铁矿成矿模式, 把本区科研工作推向一个较高层次。虽然其间对本区矿床特征、矿床成因等提出了诸多看法, 但涉及到找矿方向、成矿预测问题, 实质性论述往往不足。为了给地质队提供尽量可靠的靶区, 保持找矿后劲, 笔者近年通过总结800多个钻孔及大量地质物化探资料, 采用二度轴视斜投影法编制了三度空间地质立体图*, 建立了矿区三维空间模式, 并进行了预测。事实证明, 这是老矿区就矿找矿和进行成矿预测的一种有效方法。

矿床特征

1. 矿床产出受接触带控制

从图1、2、3可清楚地看出, 本区火山岩厚度不大, 且仅分布于矿田的西、南部。火山基底地层主要为中、上三叠统的碳酸盐岩、碎屑岩以及中、下侏罗统的长石石英砂岩, 构成自南向北的隆状构造, 隆部几乎全为闪长玢岩, 深部连成一巨大岩基, 故又称岩侵型隆起。三叠纪地层受岩体穿插和吞食, 因此厚度变化甚大。立体图上表现为透镜状、岛状、港湾状、舌状、锅状、圆包状, 或落入岩体之中成为捕虏体。岩体上部呈岩株、岩瘤或岩墙产出。由于受岩浆的多期次强烈活动和断裂构造的破坏, 使本区的褶皱构造面目全非, 因而也为本区铁矿成矿创造了一个得天独厚的环境。

统计结果表明, 80%的矿体产于闪长

*参加编制立体图的还有张保奎同志。

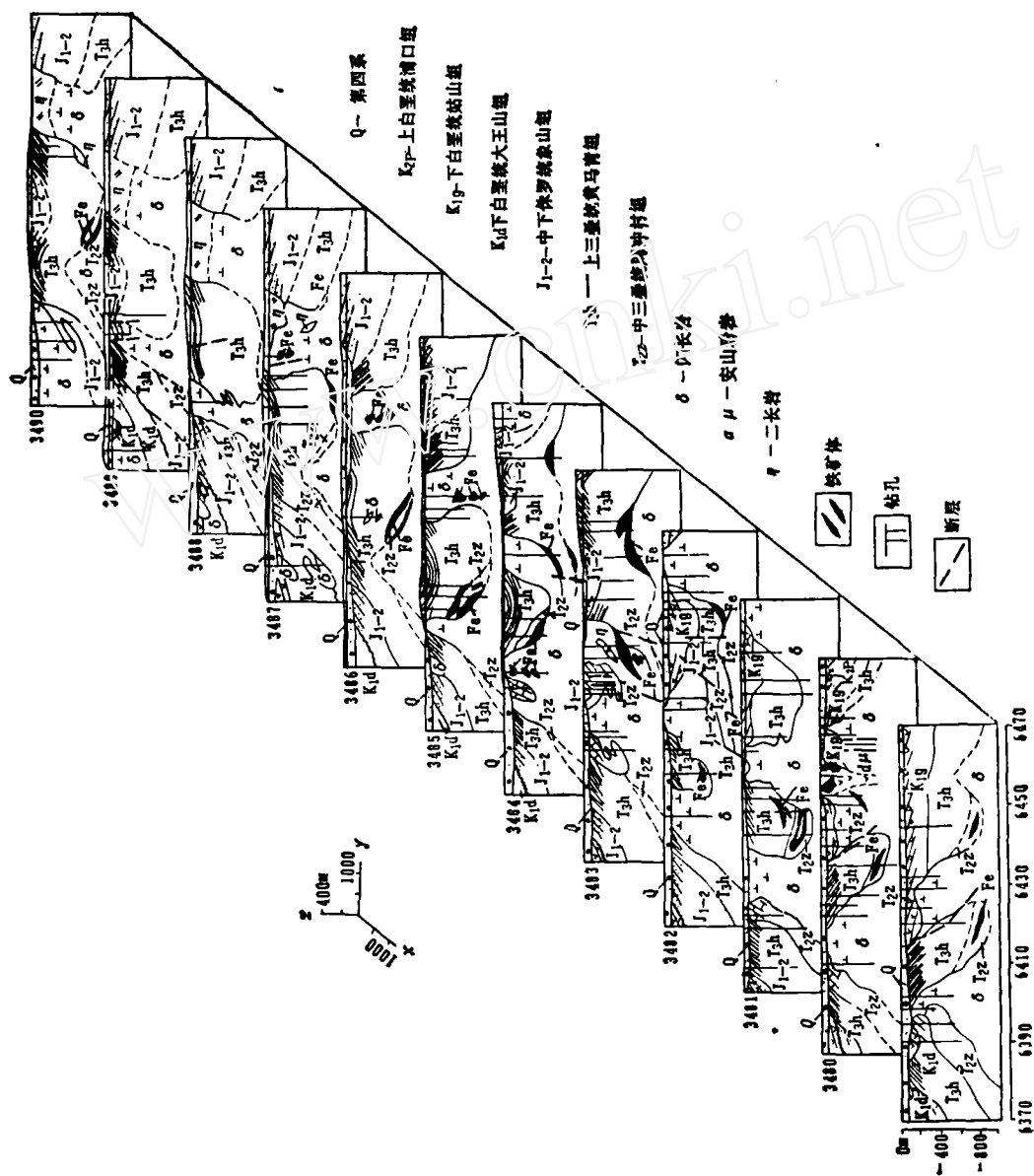


图 1 钟姑铁矿田立体图

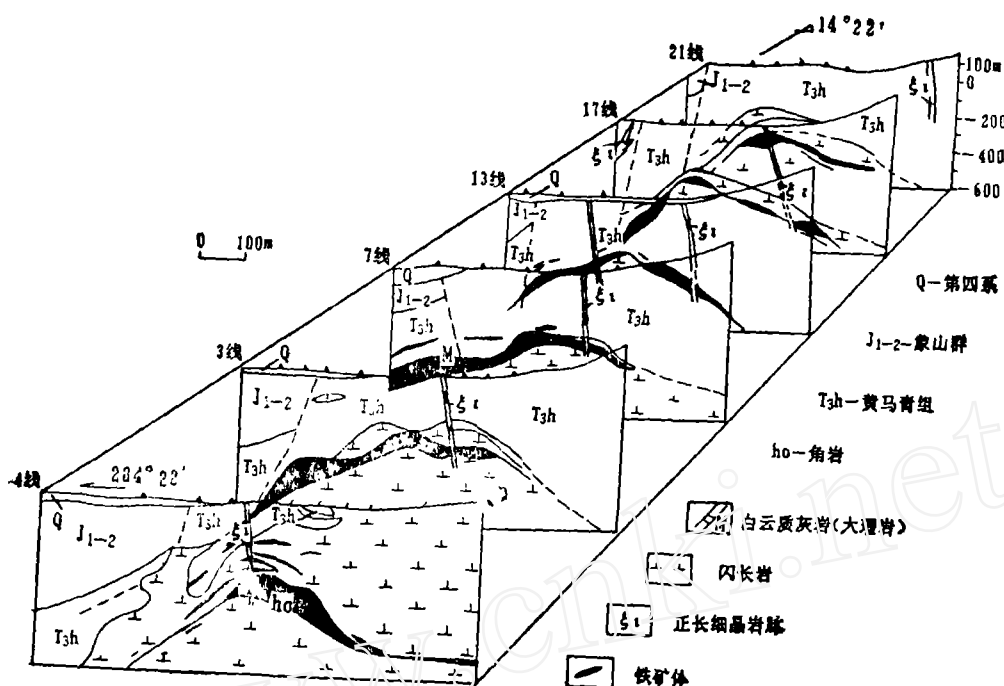


图 2 白象山铁矿立体图

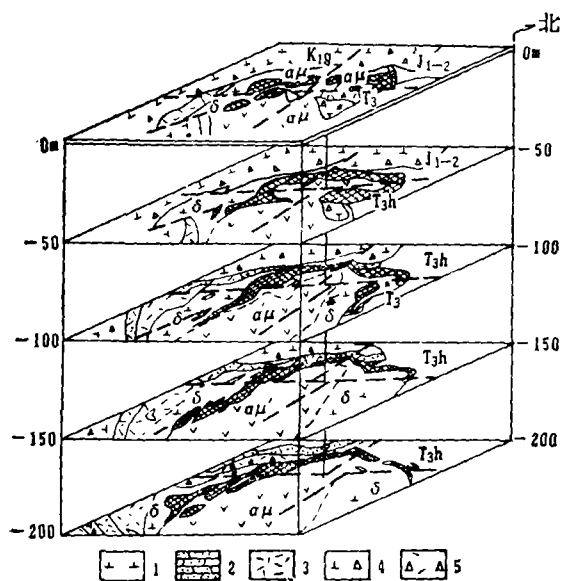


图 3 姑山铁矿立体图

1—安山岩；2—凝灰质粉砂岩；3—凝灰岩；4—安山质火山角砾岩；5—凝灰角砾岩；6—辉石闪长岩； $\alpha\mu$ —安山玢岩； T_3h —黄马青组

(玢)岩与上三叠统的接触带上，如白象山、向阳、姑山深部、钟九深部等铁矿床；12%产于接触带（岩体内）和捕虏体中，如白象山南部、太平山、青山、前观音山、姑山浅部等矿床；8%产于离正接触带不远的外接触带之黄马青组砂页岩中，如龙山上部、年陡、夏埠地表等矿体。岩浆侵位高的或近地表的隆起部位往往有捕虏体成矿，矿体不规则，连续性差，并含有较多的围岩角砾，但岩床（墙）的隆起两侧或其凹凸部位矿体规模巨大。

2. 矿床产出受层位制约

狭长状钟姑岩体与向阳一和陆山岩体所夹持的黄马青组（ T_3h ）上段以及矿田东部隐伏岩体上覆黄马青组大都完整，其下段及周冲村组（ T_2z ）则几乎被岩体吞食殆尽，取代的是巨大岩床，而黄马青组上段，犹如这张“床”上的“被子”。造成这种奇特现

象,是由于三叠系中、下部岩性主要是碳酸盐、膏盐建造,具有易溶和易熔的特性。于是,当岩浆上侵时便乘虚而入。同时,这一富Ca、Mg岩段,在岩浆晚期由于同Na交换而析出大量Fe质。岩浆期后的含矿气液,则进一步交代形成铁络合物,然后经运移、沉淀为巨大的铁矿床(图4)。矿液运移、沉淀的过程中,除其上覆的黄马青组起到隔挡作用外,岩体隆部和凹凸部,含矿气液相对容易集中,形成厚大铁矿体,如白象山、向阳等铁矿。若那时封闭条件受到断裂

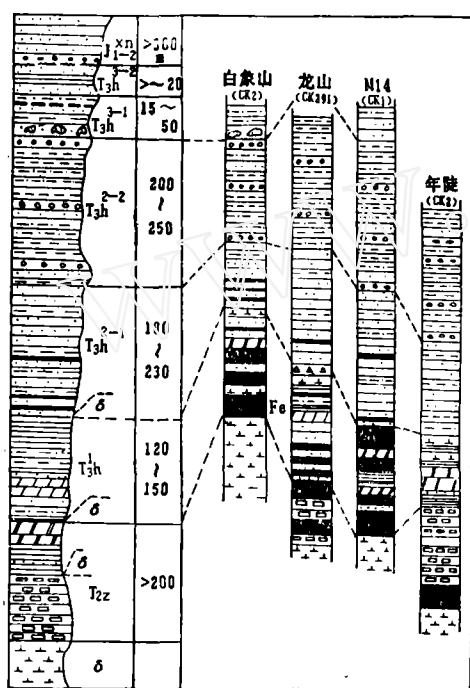


图4 钟姑铁矿田三叠系赋矿层位柱状图

J₁₋₂—象山群; T_{3h1}—黄马青组上段页岩、砂页岩; T_{3h2}—黄马青组中段紫红色含泥灰岩砾石砂页岩; T_{3h3}—黄马青组下段泥灰岩、砂页岩; T_{2z}—周冲村组白云质泥灰岩和石膏层; δ—闪长岩; Fe—铁矿层

构造的破坏,成矿气液易迁移分散到远离接触带的围岩中,甚至到达地表,矿体规模就小,如龙山、夏埠地表或姑山地表的矿体。这就是钟姑铁矿受一定层位制约的内涵。

3. 断裂构造控制岩浆带及矿带分布

宁芜火山岩盆地是燕山中晚期形成的断

陷性盆地。当盆地在印支期和燕山早期时,尚处于以上升为主的构造变动,基底地层局部发生褶皱及断裂形变。到燕山晚期,大规模的构造变动则以断裂构造为主导,形成了一系列北北东和北西西向断裂,并伴有强烈的岩浆侵入—喷发—侵入—成矿活动。

由于矿田处于上升地块,区内褶皱构造不明显,但北北东和北西西向断裂却十分发育。从图5可清楚地反映,姑山—钟山—陶公山和年陡—龙山两条长条形拱状隆起,可能是由北北东向断裂为先导的岩浆侵入之岩侵型隆起,而姑山钟状隆起,可能是由岩侵及火山活动叠加而成。

主干断裂构造北北东向有姑山—陶公山和年陡—九山断裂。前者控制钟姑岩体及姑山、向阳、钟九、前钟山、太平山、平头山和青山等铁矿床的展布;后者控制向阳西一和睦山岩体及向阳西(M₅₂)、云楼、油坊村、和睦山、龙山等铁矿的分布。北西西向断裂有青山街—和睦山同青山—新桥断裂。前者控制白象山、钟九、和睦山等岩体和铁矿床的分布;后者控制九山、新桥岩体及铁矿床的分布。在钟九见到北西西向断裂切割了北北东向构造,两组断裂交叉部位形成了大型矿床,如姑山、钟九、和睦山等铁矿。

事实上断裂构造、岩浆带、矿带三者已融为一体,但由于岩浆的侵位作用,岩浆带的范围比断裂带大得多,且据1500m上延计算,1500m以下岩体便连成一个整体。所以,1000m以下的矿体定位主要是受岩性、岩体构造产状的制约。

4. 矿床成因类型

(1) 高温气液交代层控型铁矿(白象山式) 区内除姑山式以外的绝大多数矿床属此类型,按产出部位又可划分为正接触带、内接触带、外接触带及捕虏体成矿4个亚型。本类型矿床具以下特征:①多数矿体产于正接触带,少数产于内、外接触带,产出部位稳定,连续性好,规模较大。②矿体

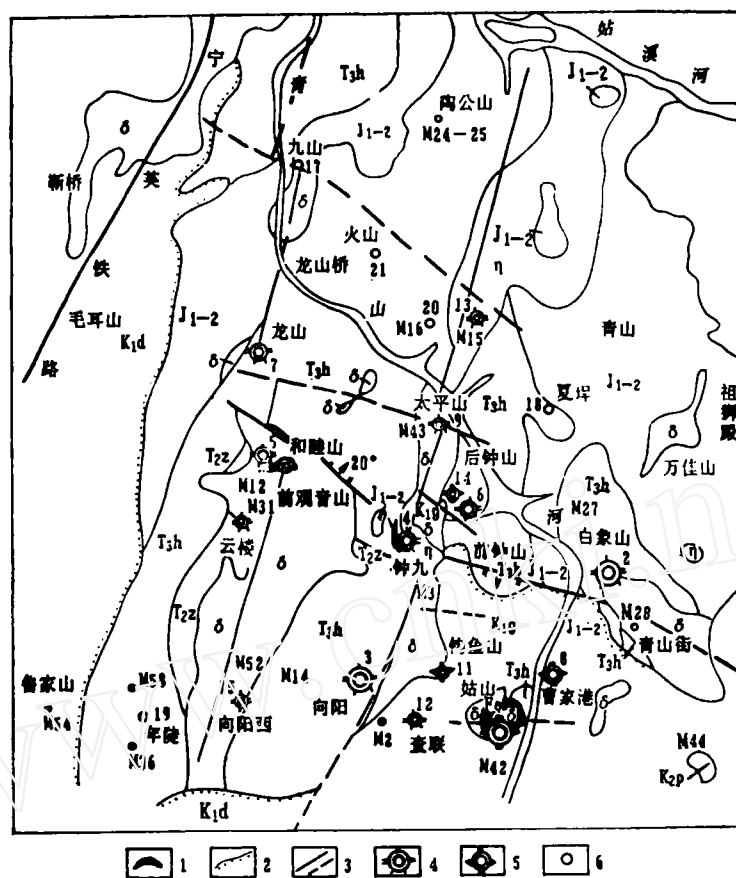


图 5 钟姑铁矿田地质略图

1—铁矿露头；2—不整合地层；3—实测和推断断层；4—白象山式铁矿床；5—姑山式铁矿床；6—铁矿点； δ —闪长（玢）岩； η —二长（玢）岩；M_i—磁异常及其编号；其余图例同图1

多呈似层状、透镜状，与地层产状基本一致。③矿体赋存部位为黄马青组下段富Ca、Mg质砂页岩及周冲村组灰岩，其成矿规模与围岩厚度，略呈正相关关系。④矿石以块状、层纹状为主，矿石矿物组合，以钠长石—金云母—磁铁矿；金云母—磁铁矿；透辉石（阳起石）—金云母—磷灰石—磁铁矿；硬石膏—白云石—磁铁矿为主，富含V、Ti。⑤围岩蚀变以早期深色蚀变为主，有金云母化、钠化、透辉石（阳起石）化，并叠加后期的绿泥石化、硅化、碳酸盐化、高岭土化、绢云母化以及黄铁矿化等。⑥成矿温度350~500℃，成矿期为115.7~137.5 Ma（K—Ar法测定）。

（2）浅成热液交代叠加火山作用改造型铁矿（姑山式）* 本类型铁矿在矿田内占少数，矿床特征与前一类型明显的区别是：矿体赋存于火山岩之下的钟状侵入体顶部和边部环状裂隙中；顶部角砾岩普遍发育；成矿方式以充填为主。姑山就是先期侵入的辉石闪长岩，在凝固或半凝固的状态下，由于断裂构造的继承性活动，使浅成超浅成的姑山岩体处于开放—半开放系统，深部未凝固的熔浆，在高温高压下再次上升溢出地表，形成以溢流相为主的姑山组（K_{1g}）火山熔岩。到内外压力平衡时，熔浆停溢凝

* 包括姑山、钓鱼山、查联、曹家港、后钟山等矿床。

结堵死火山口而终止火山活动。在熔浆侵入—喷出—再侵入过程中,可能有早期形成的富铁流体(矿浆)到达地表,并叠加改造早期形成的磁铁矿。论据是:①早期铁矿部分已为角砾状,矿石中存在大量后期改造的变斑晶和蚀变交代现象。④矿石组合简单,为假象赤铁矿—石英、假象赤铁矿—碳酸盐—石英、透辉石—磷灰石—碳酸盐—磁铁矿,而结构较复杂,包裹体成分也较简单,赤铁矿中含较多 H_2O 、 CO_2 ,不含或少含还原气体,还原参数近于0。③围岩蚀变以后期叠加的硅化、高岭土化、绢云母化为主,早期深色蚀变矿物大都被改造而消失,但矿石中见大量残留阳起石和透辉石晶形。④姑山存在两期岩体,深部为早期辉石闪长岩,晚期为安山玢岩,前者年龄为137.5Ma,后者为117.5Ma。⑤成矿温度(爆裂法)为 $1040\sim 350^{\circ}C$,因而姑山成矿贯穿矿田成矿的始终。

空间模式

钟姑铁矿田位于宁芜矿带南段,与中、北段各铁矿田处于同一构造—火山—岩浆

带,因而地质背景、成矿时代、矿质来源和成矿方式大体相似并有一定内在联系。前人曾把与火山—侵入活动有关的,形成于不同阶段、不同部位的矿床组合(系列)统称为玢岩铁矿。但钟姑铁矿田在区域构造相对于中段和北段为一隆起区,断裂构造发育,火山基底地层较广泛出露,并在不太深处有巨大闪长岩基侵入,与三叠纪地层形成广泛的接触构造带,故有其自身特色。笔者认为,“玢岩铁矿”成矿模式对钟姑矿田来说,是不能全面概括的。主要是过去忽视了有利层位的控矿因素。本区绝大多数矿床赋存在浅—超浅成相中偏基性富Na质闪长岩与中上三叠统黄马青组及周冲村组的接触带上,形成一系列的气成热液交代层控矿床。姑山铁矿虽较特殊,但它也是在一定条件下,由前期层控型铁矿经火山作用改造而成的。

因此,钟姑铁矿田仍应以气成热液交代层控矿床为主体建立空间成矿模式(图6)。图6反映了白象山式和姑山式两类铁矿床的空间分布特征及两者的内在联系。在空间分布上形成“三层楼”容矿系统,即上部为火山岩熔矿,如姑山南部小矿体;中部为浅成

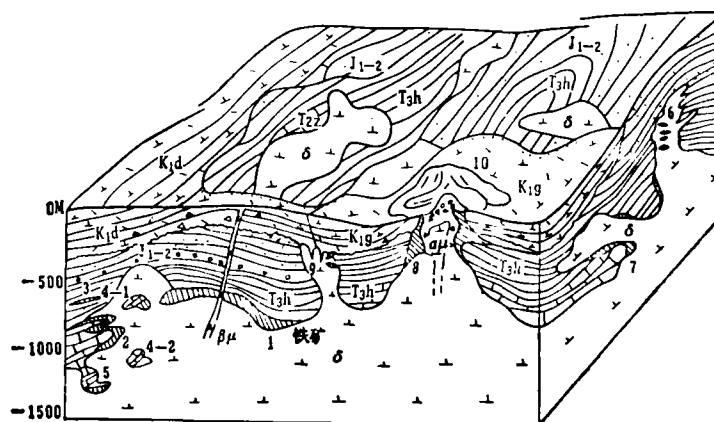


图6 钟姑铁矿田成矿空间模式图

1—白象山铁矿; 2—向阳、和膝山-钟九铁矿; 3—龙山、年陡、夏埠铁矿; 4—前观音山铁矿; 5—云楼铁矿; 6—太平山(M_{13})、青山(M_{13})铁矿; 7—钟九下接触带铁矿; 8—姑山铁矿; 9—曹港、查联、钓鱼山铁矿; 10—火山地形; $\beta\mu$ —晚期岩脉; 其他图例同图1

侵入体顶部及火山机构控矿,如姑山浅部及地表矿体;下部为接触带成矿,如白象山、向阳(M₁₄)、和睦山、前钟山、钟九、姑山等铁矿。

找矿方向与成矿预测

已知矿床在三维空间上的相互关系以及产出条件,结合磁重异常特征,本区的找矿方向主要是在构造有利部位,特别在北北东及北西西向两组断裂及其交汇处,三叠系中、上统与偏基性富Na闪长岩接触带,可望找到白象山式铁矿。其次是火山岩分布区的断裂交叉处和岩体隆起部位寻找火山改造型姑山式铁矿。主要找矿标志可作如下考虑:

1. 有利构造

根据矿床 $\delta^{34}\text{S}\%$ 值3~7之间占相当数量;姑山、白象山、前钟山铁矿石的 $\delta^{18}\text{O}\%$ 值大都在1.8~4.5之间,说明钟姑矿田Fe质来源主要是深部岩浆。北北东和北西西向二组断裂具有规模大和切割深的特点,是本区主要导浆构造,上部的岩枝、岩瘤是有利的容矿构造。

2. 有利的成矿母岩

矿田内的成矿母岩属中偏基性的闪长岩类,但有的岩体成矿较好,有的较差,有的不成矿,其标志有三:

(1) 岩浆晚期的浅色蚀变是成矿标志。

(2) 碳酸盐化是矿化的直接标志:岩心标本碳酸盐化强烈,碳酸盐矿物占40%以上,相关分析表明 $\text{CaO}-(\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{FeO})$ 的相关系数为-0.63(绝对检验值为0.576),表明碳酸盐化与铁质迁移关系密切。

(3) 富含磷灰石和金云母化闪长岩是近矿围岩:Fe质从母岩或沉积岩析出后,由于岩体和含矿气液中含有较多的 CO_2 、 H_2O 、Cl、F、 PO_4^{3-} 等挥发性组份,它们

都是矿液运移的介质。部分磷灰石、金云母是F、 PO_4^{3-} 卸载后的产物,常集中发育于矿体的上部。据15个矿床统计,岩体中含磷灰石>5%, $\text{P}_2\text{O}_5>0.25\%$ 成矿最有利。

3. 有利围岩

主要是黄马青组下段(T₃h¹)及周冲村组(T₂z)。前者富Ca、Mg质,有利于产生碳酸盐化;后者含膏盐层。据卢家烂等(1979)实验证明,在相同浓度介质条件下,任何酸性溶液介质加入NaCl后,Fe在其中的溶解度可成倍增加,说明富含NaCl的介质是最有利的运矿流体。

4. 磁重异常

钟姑矿田共有磁异常44个,已验证37个,见矿率为62%,不少大中型铁矿床是在验证磁重异常时发现的。但一些矿体与磁异常之间并非是简单的对应关系。这是因为上覆岩层或围岩中的磁性干扰,并有一定埋深的弱磁性矿体,由于附近高磁与构造磁场影响而无明显异常反映,故对异常都要作细致分析。在区域上岩体磁性变化有一定的规律,即垂向上浅部岩体磁性强而蚀变弱,深部岩体则相反;在平面上自南向北出现强一弱一强变化趋势,自西向东则出现强一弱变化规律,这种变化与区内断裂构造有关。

钟姑地区地面磁异常多已验证,其余多为小异常。从目前控制程度看,500m以上的找矿潜力已甚小,从矿田立体图上看,矿体多集中于中部狭长捕虏体的下部和矿田东部接触带上。狭长的带状捕虏体向南倾伏,向北开阔。因此,钟山、和睦山以南的成矿预测应在600m以下。今后600m以上找矿的注意力应集中北部的薛家村、青山、龙山、新桥一带。捕虏体西部接触带方面的工作较差,应多予关注。

根据以上种种理由,笔者提出如下五个成矿预测区,即:青山、九山、年陡一龙山、钟九一向阳、新桥一毛耳山。