

新疆伊吾县宝山铁矿地质特征、 成矿模式与找矿方向

张锦祥¹, 聂卫东¹, 赵献丽¹, 张明君¹, 朱靖¹, 徐兴旺²

(1.新疆维吾尔自治区地质矿产勘查开发局第六地质大队,新疆 哈密 839000;

2.中国科学院地质与地球物理研究所,中国科学院矿产资源研究重点实验室,北京 100029)

摘 要:宝山铁矿位于新疆东准噶尔晚古生代岛弧岩浆-构造带东部,位于琼河坝铁铜多金属矿集区。宝山铁矿为由热液交代成因夕卡岩型磁铁矿矿体和黄铜矿-磁铁矿矿体、贯入成因夕卡岩型磁铁矿矿体和热液充填型黄铜矿矿脉构成的铁矿床,目前开采的主要为磁铁矿型铁矿。矿区岩浆岩类型多样,主要有花岗岩、辉长岩和辉绿玢岩。从矿体被花岗岩穿插及贯入型磁铁矿中含 Co 高等特征推断,主成矿岩体可能为隐伏的辉长岩。矿区深部存在规模较大的含矿夕卡岩质成矿流体“生产车间”,含矿夕卡岩质流体的形成与迁移是脉动的,成矿后期以铜的成矿为主。宝山铁矿下步的找矿重点应放在对露天采坑深部隐伏铁矿和矿区深部隐伏铜矿的预测与探查。

关键词:宝山铁矿;夕卡岩;地质特征;成矿模式;找矿方向

宝山铁矿是新疆地矿局第六地质大队于 1980 年发现的,经 10 余年露天和地下开采及勘探,矿床储量不断扩大,并不断发现新的矿体和新的成矿类型。目前,该矿床不仅是伊吾县最大的铁矿,也是东准噶尔地区规模最大的磁铁矿矿床。笔者在前人工作的基础上,结合近年来的调查成果,尝试性地总结宝山铁矿的地质特征与成矿模式,并提出进一步的找矿设想。

1 区域地质背景

宝山铁矿位于东准噶尔晚古生代岛弧岩浆-构造带东部,琼河坝铁铜多金属矿集区^[1]。区域地层主要为下泥盆统大南湖组下亚组。区域断裂构造以 NW 向、近 EW 向、近 NS 向为主(图 1)。其中 NW 向断裂形成时代较早,起着控岩控矿作用。褶皱表现为近 NS 向的宽缓褶皱,宝山铁矿

位于宝山背斜的西翼。

区域岩浆岩十分发育,主要为海西中期的产物。据 1:5 万区调资料,琼河坝地区的岩浆活动可划分为 3 个侵入期次^①。其中第二侵入期次较为强烈、分布

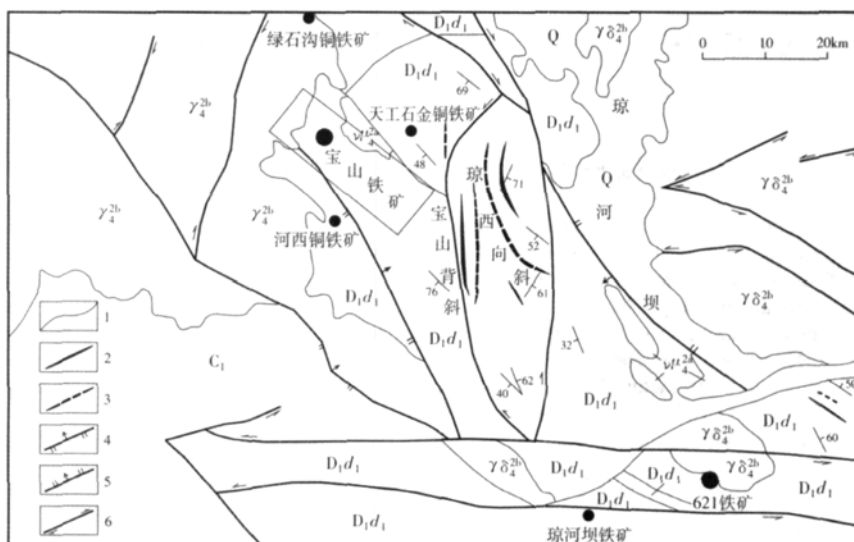


图 1 宝山地区区域地质略图

Fig.1 Sketch regional map of the Baoshan area

1.地质界线;2.背斜;3.向斜;4.正断层;5.逆断层;6.平推断层
Q——第四系;C₁——下石炭统;D₁d₁——下泥盆统大南湖组下亚组;γ₄^{2b}——花岗岩;
γ₄^{2b}——花岗闪长岩;γ₄^{2a}——辉长玢岩

项目资助:中科院知识创新工程重要方向性项目“新疆重点大型矿集区预测与关键勘查技术集成研究”课题“东准噶尔喀腊萨依-北塔山-琼河坝一带斑岩型铜矿成矿条件研究与大型矿床靶区评价”(kzcx2-yw-107-2)项目资助。

收稿日期:2007-08-21;修订日期:2007-09-25;作者 E-mail:19870809@163.com

第一作者简介:张锦祥(1957-)男,河南太康人,工程师,1989 年毕业于成都地质学院大专毕业,从事地质和选矿研究

① 张良臣,王海鹏,周守云,等.新疆维吾尔自治区伊吾县淖毛湖北山一带 1:50000 区域地质矿产调查报告,1981

面积最广,岩石类型主要有花岗岩、花岗闪长岩、闪长岩和辉长岩等。其中角闪花岗岩和二长花岗岩等构成的花岗岩岩基分布于矿区以西地区,花岗闪长岩及花岗岩等中基性杂岩体大面积分布于矿区以东地区。岩体与围岩接触部位发育不同程度的角岩化、夕卡岩化、硅化及孔雀石化,并伴生有 Cu、Fe、Au 等矿床(点)。该地区已发现诸如桑德乌兰-蒙西铜矿、琼河坝铁矿、宝山铁矿、绿石沟铜铁矿、天工石铁铜金矿、北山金矿、和尔赛铜矿等数处矿床与矿点,是一个潜在的 Fe-Cu-Au 多金属矿集区。

2 矿区地质概况

出露地层为下泥盆统大南湖组下亚组中-基性火山熔岩及中-酸性火山细碎屑岩夹碳酸盐岩^①。地层倾向南西,倾角 30°~50°,为单斜构造。

矿区断裂主要有 F₁、F₂、F₃、F₄、F₅、F₆ 和隐伏断裂 F₇(图 2)。依断裂与矿体的关系,可分为成矿期断裂和成矿后断裂:成矿期断裂有 F₁—F₅ 和隐伏断裂 F₇,其中 F₁ 断裂平面上为舒缓波状,分布于矿区北西部,产状 325° 38°~78°,地表缓而向下渐陡,断裂面不规则,1 号主矿体产于其中及其附近;分布于矿区中西部的 F₃ 断裂,产状 240° 70°~85°,沿断裂带发育有夕卡岩(图 3-a)和局部膨大的富磁铁矿透镜体,可能为成矿流体的运移通道之一;隐伏断裂 F₇ 分布于 Fe15 号矿体上盘,严格地沿磁铁矿体与层状石榴石夕卡岩之间接触面发育,断层面平直,产状 232° 31°;成矿后断裂以近 NS 向 F₆ 为代表,位于矿区中部,穿过全矿区向北延出图外,将矿区分割为东、西两部分,将两侧的夕卡岩(矿)带错移 200 多米。

矿区出露的侵入岩以海西中期第一、二侵入次为主。第一侵入次规模较小,以辉长(玢)岩为主,零星分布于矿区南部和和东北部;第二侵入次之花岗岩最为发育,大面积分布于矿区北西部,岩体外接触带发育有角岩带。

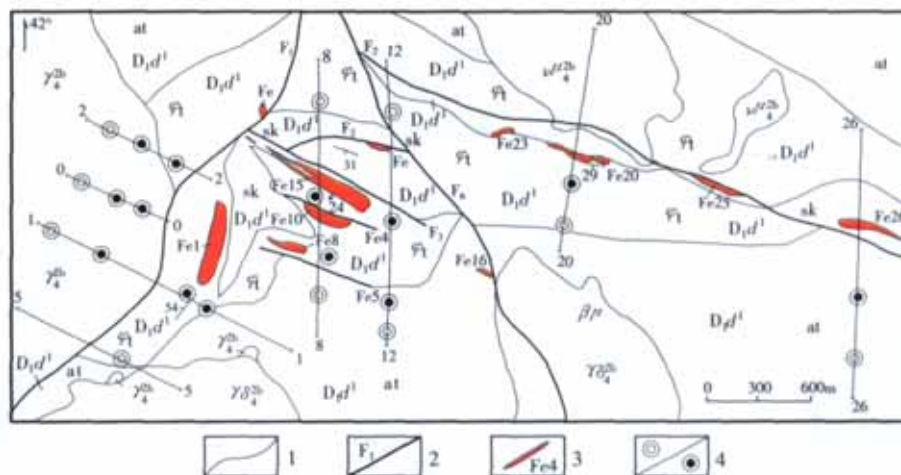


图 2 宝山铁矿矿区地质图

Fig. 2 Geological map of the Baoshan iron district

1.地质界线;2.断层及编号;3.矿体及编号;4.未见矿、见矿钻孔
D₁d¹——下泥盆统大南湖组下亚组;γ₄^{2b}——花岗岩;γ₄^{2b}——花岗闪长岩;μ₄^{2b}——辉长玢岩;
at——安山质凝灰岩;φt——英安质凝灰岩;sk——夕卡岩

矿化蚀变类型多样,主要有夕卡岩化、角岩化、铜矿化、褐铁矿化、赤铁矿化和钾化。其中夕卡岩化以形成石榴石夕卡岩为特征,主要发育于大理岩的接触带或大理岩中。值得指出的是,矿区凝灰岩中还发育有许多贯入成因的(含)磁铁矿石榴石夕卡岩体(脉)和石榴石夕卡岩磁铁矿体,它们可能为异地夕卡岩。

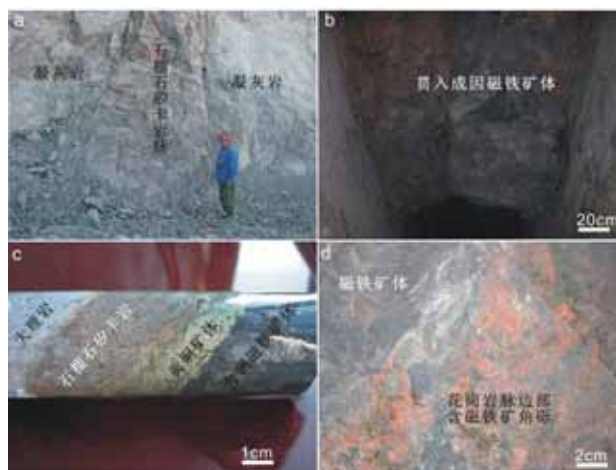


图 3 宝山铁矿典型矿体与夕卡岩脉关系图

Fig.3 Photograph showing some typical skarn rocks and iron bodies in the Baoshan iron deposit

a——凝灰岩中沿断裂分布,产状陡立的石榴石夕卡岩脉;b——贯入成因磁铁矿体与围岩界面截然并表现为滑动面构造;c——大理岩接触带的夕卡岩与矿体;d——花岗岩脉穿切铁体并含有铁角砾

经 20 m×20 m 面积磁测,磁异常等值线可分为 3 部分:在北部大片的负异常中呈现多处正磁异常, Z_{max}=7 000 nT,一般 2 000~4 000 nT,这些异常均对应地表出露的磁铁矿体上;西南部存在一规模较大的正磁异常, Z_{max}>2×10⁴ nT,一般 4 000~6 000 nT,异常

① 张拓夫.新疆维吾尔自治区伊吾县宝山铁矿普查地质报告,2003

对应 Fe1 号主矿体,矿体深部对应负异常区; 东南部一规模较大的低缓正磁异常,以 4 000 nT 等值线圈定异常,形成 3 个异常中心,分别对应有工业价值的矿体。微量元素 Co、Mo、As、Cu、Zn、B、Bi 等具较高的丰度值,特别是磁铁富矿较为明显:Mo 平均值为克拉克值的 19 倍以上;Co 平均值 238×10^{-6} ,达到综合回收品位;Bi 平均值是克拉克值的 100 倍以上^①。以上元素组合特征,反映了矿床与热液交代成因的内在联系和多期热液活动叠加的特点。

3 矿床地质特征

3.1 矿体类型

宝山铁矿主体为磁铁矿型铁矿,按成因分为贯入成因夕卡岩型磁铁矿体和热液交代成因夕卡岩型磁铁矿体与磁铁矿-黄铜矿矿体(铁铜矿)。在新开拓的井下中段,又发现热液充填成因的方解石黄铜矿脉。

贯入成因夕卡岩型磁铁矿体,主要分布于矿区西南部,以 1 号矿体为代表。1 号矿体产于 NE 向(F_1)和 NW 向(F_2)断裂相交形成的三角地带,花岗岩与大南湖组下亚组的接触带(即 F_1 断裂)附近。矿体长 240 m,地表出露 80 m,垂深大于 200 m,平均厚度 12 m。矿体形态为似层状、透镜体状、不规则状等。产状 $325^\circ \ 38^\circ \sim 75^\circ$,矿体倾角上部缓下部变陡。矿体向西南倾伏、北东翘起。矿体顶板围岩近地表为角闪化英安质凝灰岩,深部为角岩,底板围岩为安山质凝灰岩。矿体与围岩界面截然,并表现为滑动面的特征(图 3-b),滑面上发育磁铁矿薄膜和擦线构造,滑面和擦线的形成意味着铁质流体的贯入具冷侵位与强力侵位的特征。沿矿体接触面及矿体中的节理与裂隙有块状和脉状硫化物充填与穿插。矿体特富矿石占 82.2%,平均品位达 55%,最高 67.70%。矿石主要为自形-半自形粒状镶嵌、粒状变晶结构、块状构造等。矿体主要由磁铁矿石组成,含少量石榴石夕卡岩。

热液交代成因夕卡岩型磁铁矿体,主要产于矿区中东部,以发育于大理岩的接触带为其特征。矿区已探

明此类矿体 20 多个,其中 15 号矿体规模最大,15 号矿体呈“皮壳”状发育于透镜状大理岩的上下接触带,下接触带矿体为含石榴石夕卡岩的磁铁矿体;上接触带的矿体为较纯的磁铁矿石,且具强烈的劈理化,其上还发育一层石榴石夕卡岩,两者之间为 F_7 断层,以发育断层角砾和断层泥为特征,断层角砾有明显的压扁定向,说明矿体的生成晚于其上的石榴石夕卡岩。矿体、岩层、断层三者产状基本一致(图 4)。矿体向东南倾伏,北西翘起。矿体长 350 m,地表出露长度 53 m,真厚度 1.4~13.8 m,平均 9 m,斜深 136 m,为磁铁富矿。矿石主要为粒状变晶及交代结构、块状、角砾状、浸染状构造等。

热液交代成因夕卡岩型铜铁矿体,以 7 号矿体为代表,该矿体发育于大理岩下接触带,为含孔雀石和磁铁矿的石榴石夕卡岩,Cu 品位 0.3%~0.8%,平均 0.5%,Fe 含量 30%~40%。勘探结果显示,在 2 号勘探线 ZK2-1 孔与 ZK2-2 孔大理岩上下接触带可见分带明显的夕卡岩及矿体。从大理岩往外依次为石榴石夕卡岩、黄铜矿层、含黄铜矿的磁铁矿体(图 3-c),其中石榴石夕卡岩厚约 0.03 m、黄铜矿层厚约 0.15 m、含黄铜矿的磁铁矿体厚 1 m。含黄铜矿的磁铁矿体中,黄铜矿呈细条带状分布,Cu 品位可达 0.5%。该矿体尽管规模有限,但这是一个重要的找矿线索。

3.2 矿体空间分布特征

宝山铁矿床共有大小矿体 24 个,其中地表矿体 19 个,隐伏矿体 5 个。工业价值较高的矿体有 Fe1、Fe15。由于受 NE 向和 NW 向 2 组交叉断裂控制,矿带以 Fe1 北东端为拐点向 SW 和 SE 两个方向延伸。矿体的分布可分为东西 2 个矿带。

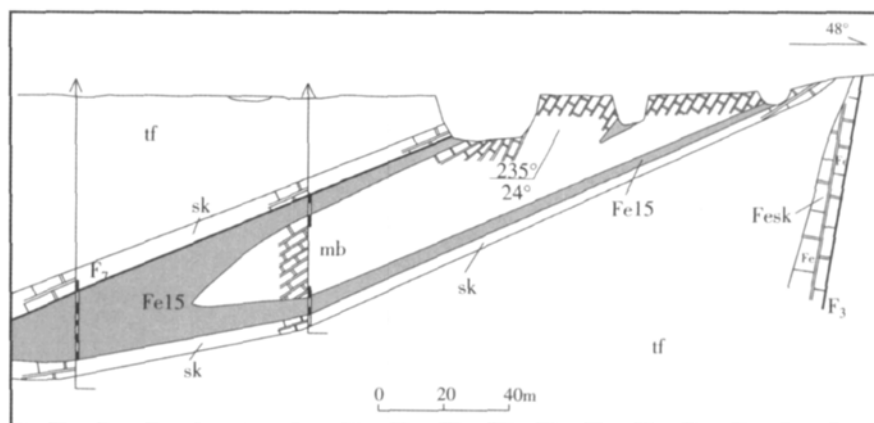


图 4 宝山铁矿+4 线勘探剖面图

Fig.4 Geological profile along the +4 exploration line in the Baoshan iron deposit
Sk——夕卡岩;mb——大理岩;tf——凝灰岩;Fesk——磁铁夕卡岩

① 张拓夫.新疆维吾尔自治区伊吾县宝山铁矿普查地质报告,2003

西矿带由 Fe1、Fe2、Fe3、Fe4 和隐伏矿体 Fe1 号东、Fe2 号南、Fe19、Fe22 八个矿体构成,其中 Fe1 是主矿体.矿带长 350 m,总体倾向 NW,倾角 35°~75°;矿体呈似层状、透镜体状、脉状、月牙状等,产状与 F₁ 断裂相似.矿带向西南倾伏,斜深大于 260 m;北东端各有小矿体出露地表,斜深最大不超过 150 m,其中 Fe3、Fe4、Fe1 号东、Fe2 号南矿体延深小于 40 m;矿体围岩主要为凝灰岩、角岩等,以贯入成因的磁铁矿体为主.在 Fe1 号矿体中三段,矿体明显被花岗岩脉穿切,花岗岩中可见磁铁矿石角砾(图 3-d).

东矿带长约 2 000 m,宽 50~150 m,分布有大小 16 个矿体.以 Fe8、Fe10、Fe15、Fe26 号矿体规模较大.矿体总体倾向南西,倾角 20°~70°.矿体呈凸透镜状、似层状、长条状、马鞍状、不规则状等.矿体产状与围岩近一致.其中 Fe10 矿体倾角 32°~45°,产于断层上盘的凝灰岩中. Fe26 号矿体规模较大,矿体总体倾向南西,倾角 20°~70°.矿体呈凸透镜状、似层状、长条状、马鞍状、不规则状等.矿体产状与围岩近一致.其中 Fe10 矿体倾角 32°~45°,产于断层上盘的凝灰岩中; Fe26 号矿体分布于矿区的最东南边部附近,产于 F₂ 断裂中,长 152 m,宽 200 m,厚 10~20 m,产状 238° 77°,矿体呈薄层状、长条状、脉状、透镜体状等,矿体与围岩为断层接触,围岩为蚀变英安质凝灰岩,矿石平均品位 55.64%.

4 矿床成因与成矿模式探讨

尽管宝山铁矿体有含量不同的夕卡岩伴生与共生、交代成因夕卡岩型铁矿发育于大理岩接触带及大理岩中,但到目前为止,矿区还没有发现岩体、夕卡岩与磁铁矿体、碳酸盐岩“三体同位”的现象,成矿岩体尚不能直接确定.从贯入成因夕卡岩型磁铁矿体被花岗岩穿切与包裹及矿石中含 Co 高的特征推断,成矿岩体可能为基性的辉长岩.这与区域上灰西沟夕卡岩型铁矿成矿岩体为闪长岩、绿石沟夕卡岩型铜铁矿成矿岩体为辉长岩的特征是一致的.

宝山铁矿交代成因夕卡岩应属热液交代成因,矿区沿断裂分布的夕卡岩脉和贯入成因夕卡岩型铁矿应为深部岩浆与碳酸盐岩相互作用形成的含矿夕卡岩质流体于“生产车间”上部贯入与定位的产物^[2].宝山铁矿矿体的产出与分布受构造与岩性地层的控制.其中 NW 向断裂是主控矿断裂,矿体分布在该组断裂的两侧,它既是控矿构造又是容矿构造. NE 向与 NW 向断裂斜交形成的三角地带,是矿体集中分布地带.

矿体产于大南湖组下亚组地层中,其中热液交代成因的夕卡岩型磁铁矿与碳酸盐岩密切伴生与共生.

综合矿区矿体类型及分布特征与构造、岩性的相互关系,可以建立宝山铁矿的成矿模式(图 5),即:宝山铁矿为夕卡岩型铁矿,矿体类型有贯入成因夕卡岩型、热液交代成因夕卡岩型(包括铜铁矿体)2 大类,其中与大理岩共生的交代成因夕卡岩型铁矿为热液交代成因,而夕卡岩脉和贯入的铁矿为贯入成因;断裂构造与碳酸盐岩地层是宝山铁矿形成的主要控矿要素.贯入型铁矿与夕卡岩脉的产状与断裂构造的产状有关,而交代成因夕卡岩型铁矿和铁铜矿分布于大理岩或凝灰岩的接触带或大理岩中;成矿岩体为辉长岩,岩体和矿床形成于晚古生代海西中期;矿区深部存在规模较大的“含矿夕卡岩质成矿流体”的“生产车间”,且“含矿夕卡岩质流体”的形成与迁移可能是脉动的,成矿作用后期发生以铜为主的成矿作用.但是,这种“生产车间”是深部辉长岩体与碳酸盐岩接触交代的产物还是其它机制形成尚待进一步研究.

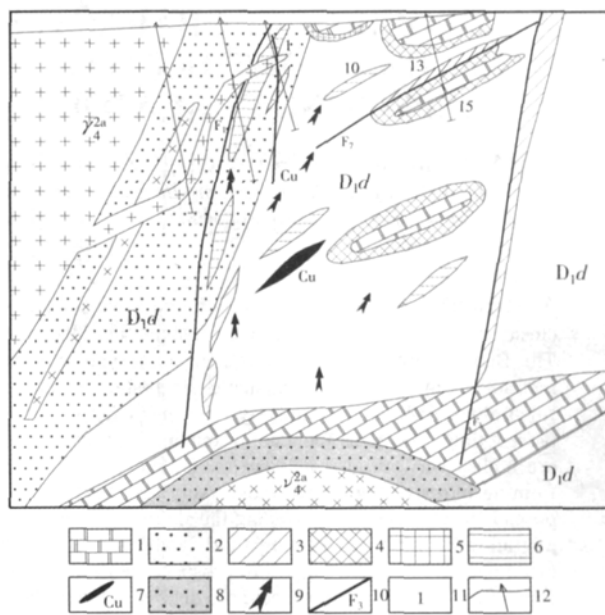


图 5 宝山铁矿成矿模式图

Fig. 5 Metallogenic model of the Baoshan iron deposit in the Yiwu county, Xinjiang

- 1.大理岩;2.角岩化带;3.石榴石夕卡岩;4.交代成因夕卡岩型磁铁矿体;
- 5.交代成因夕卡岩型铁铜矿体;6.贯入成因夕卡岩型磁铁矿体;7.铜矿体;
- 8.含铁铜夕卡岩质成矿流体形成区;9.成矿流体运移方向;10.断裂(层)与编号;11.矿体编号;12.钻孔位置

D_{1d}——泥盆系下统大南湖组;γ₄^{2a}——花岗岩;γ₄^{2b}——辉长岩

5 找矿标志与找矿方向

构造标志 NW 向断裂既是控矿构造又是容矿

构造,NE向与NW向断裂斜交形成的三角地带是矿体集中分布地带。

岩性地层标志 矿区大南湖组下亚组大理岩是直接而明显的找矿标志。

矿化蚀变标志 宝山铁矿除后期热液脉状铜矿外,其它类型的矿体都含有石榴石夕卡岩,石榴石夕卡岩是寻找磁铁矿矿体的重要标志;另外,许多交代成因夕卡岩型磁铁矿体上部围岩中常见孔雀石化,即孔雀石化也是重要找矿标志。

地球物理标志 磁异常是直接的找矿标志。大于4 000 nT的磁异常对应磁铁矿体;2 000~1 000 nT甚至更低、且有一定规模、形态规则的磁异常下也有望找到较好的矿体,这在近几年的钻探和开采过程中已得到验证。

综合标志 与重、磁异常对应的构造、中基性侵入体与下泥盆统的接触带的复合部位,即可能为磁铁矿体的产出位置。

宝山铁矿的进一步找矿工作可分为矿区深部隐

伏矿体的寻找与矿区外围区域成矿预测2个方面。矿区深部找矿工作的重点是拓展找矿深度与矿床类型。例如东矿区露采坑Fe10、Fe12、Fe15号矿体采完后,可重新开展磁法测量,以探寻深部可能存在的隐伏矿体。在矿床类型方面,应注意夕卡岩型铜矿的成矿预测研究。在区域成矿预测方面,注意研究与寻找断裂构造、大南湖组下亚组(特别是大理岩)及海西中期中基性岩体的复合部位,这些部位可能是夕卡岩型铁矿成矿的有利地区。

致谢:本文是宝山铁矿多年研究成果的总结,在研究与撰写论文过程得到了宝山铁矿领导与同事的支持与帮助,并得到大队程松林总工和邓刚副总的有益建议与指导,在此向他们表示衷心地感谢。

参 考 文 献

- [1] 杨树德.新疆北部的古板块构造[J].新疆地质,1994,12(1):1-8.
- [2] 袁见齐,朱上庆,翟裕生.矿床学[M].地质出版社,1985.

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS AND METALLOGENIC MODEL OF THE BAOSHAN IRON DEPOSIT AND SOME PROSPECTING INDICATORS IN THE YIWU COUNTY, XINJIANG

ZHANG Jin-xiang¹, NIE Wei-dong¹, ZHAO Xian-li¹, ZHANG Ming-jun¹, ZHU Jing¹, XU Xing-wang²

(1.No. 6 Geological Party, Xinjiang Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Hami, Xinjiang, 839000, China; 2.Key Laboratory of Mineral Resources, Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 10029, China.)

Abstract: The Baoshan iron deposit in the Yiwu county, Xinjiang, is located in the Qionghaba Fe-Cu polymetallic deposit cluster situated in the eastern of the Zhungaer later Paleozoic island arc-type magmatism – tectonics – mineralization belts. The Baoshan iron deposit consists of skarn-type magnetite and pyrite- magnetite ore bodies formed by hydrothermal metasomatism, skarn-type magnetite ore bodies injected along fractures or faults, and hydrothermal chalcopyrite veins filled along fractures respectively. The magnetite ore bodies are the main ores exploited in the Baoshan iron deposit at present time. There are abundant of magmatic rocks, including granite, gabbro and diabase. Evidences that some magnetite ore bodies was intruded and cut by granite and some magnetite ores contain high Co elements indicate that the ore-forming intrusive bodies are most likely some gabbro located in deep position of the Baoshan iron deposit. There was possible a big “factory” producing the skarn-type ore-forming fluids in the deep area of the ore district, and formation and migration of these ore-forming fluids are possible periodically. The copper ore bodies were mainly formed in the late metallogenic stage. We suggest to prospect the deep buried magnetite ore bodies under the open pit and the hidden copper deposit in the deep position of the ore district in the further exploration for the Baoshan iron deposit.

Key words: Baoshan iron deposit; Skarn rock; Geological characteristics; Metallogenic model; Prospecting indicators