

桦树沟铁矿床成矿系列研究

高象新

(冶金西北地质勘查局 西安 710061)

[摘 要]在科研、找矿、补充勘探和矿山生产中,通过对桦树沟铁矿床成矿系列研究和矿床系列模式建立,使桦树沟铁矿由一个铁矿山变为以铁为主的多种金属综合矿山,对外围找矿起到指导和推动作用。

[关键词]桦树沟 成矿系列 矿床系列模式

[中图分类号]P618.31 [文献标识码]A [文章编号]0495-5331(2001)02-0032-05

1 区域地质背景

镜铁山铁矿区位于北祁连山加里东褶皱带中西

部、桦树沟—班赛尔山复背斜中,包括桦树沟和黑沟两个铁矿床范围。即北大河两岸地区(图 1)。

元古宙北祁连山—柴达木地区相变明显,以碎

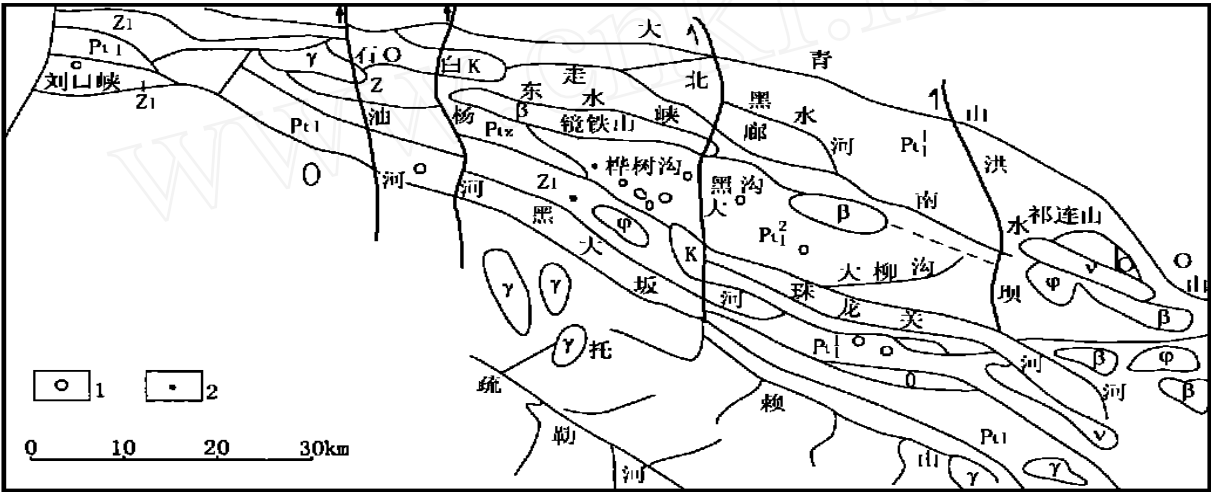


图 1 镜铁山地区地质图

K—白垩系;O—奥陶系;Z—震旦系;Pt1—元古界;φ—超基性岩;γ—花岗岩类;β—火山岩;v—辉绿辉长岩;1—铁矿床(点);2—铜矿点

屑岩复理石及拉斑玄武岩、安山玄武岩为主。代表华北地块与柴达木地块间活动海槽。元古宙地层发育,自下而上为珠龙关群、镜铁山群、大柳沟群,白杨沟群分属长城、蓟县、青白口和震旦系。从晋宁运动后,大部地区处于古陆隆起状态,局部地区为裂谷初期坳拉谷沉积,而北祁连海槽就是在坳拉谷基础上发展起来的。

走廊南山裂谷带通过本区北部,托赖山北坡裂谷带通过该区珠龙关河南岸,鹰咀山—青大板裂谷带通过本区东水峡,榆树沟山—冷龙岭—老虎山火山弧通过走廊南山北坡。这些裂谷带是形成本区构造框架。由于受 NE 和 SW 方向水平挤压力作用,形成一系列近平行排列复式背向斜与其相向逆、冲断裂组合。褶皱为紧密线状,规模大,延长远。轴面一般向南倾斜,也有倒转或被走向切割破坏。复式背

向斜翼部,次级褶皱十分发育,形态复杂。

断裂活动表现为 NW、NE、NNE、NEE 各方向多组断裂,以 NW 方向超壳型深大断裂带为主,其他为次级断裂。

喷发岩、侵入岩沿断裂带分布(表 1)。该区的岩浆旋回和建造喷出岩以中基性为主,少数为碱流岩。浅成岩为基性岩,深成岩多为花岗岩。

岩浆活动以喷出岩为主。白杨河沿走廊南山南坡,托赖山北坡一直古浪峡一带均有出露,面积由数千平方米到 200 多 km²,走向与托赖山脊轴一致(NWW),与祁连山西部加里东构造线斜交。组成复理石岩层,含有铁质碧玉岩,为本区突出的海底喷发岩,具枕状杏仁状构造,含铁高(Fe₂O₃ 15%~20%, FeO 10%),微晶长石因海底喷发钠长石化。

铁质碧玉岩之上安山玄武岩、碱流岩、辉石英安

岩,显然是喷发末期分异产物,一般为中基—中性火山岩(表 2)。

表 1 北祁连地槽褶皱系岩浆建造及地质时代表

建造及组成	相	地质时代
蛇纹岩(纯橄榄岩、斜辉橄榄岩、棕闪钛辉橄榄岩、辉石岩、辉石玢岩、蛇纹岩)	岩株	志留泥盆纪
铁质碧玉岩(枕状、杏仁状铁玄武岩、火山碎屑岩、细碧质凝灰岩)	岩床	中奥陶世
安山玄武岩(玻基玄武岩、辉石英安岩、淡灰色玄武岩、斜闪煌斑岩、安山玄武岩、碱流岩)	溢流相次火山岩相	中奥陶世
辉绿辉长岩体(玄武辉绿岩、斜长玢岩、辉长辉绿岩、橄辉辉绿岩、半碱性辉长岩、辉长闪长岩、霓辉二长岩)	岩株岩钟岩墙	志留泥盆纪
花岗岩类(钾质花岗岩—云母花岗岩、米色条纹花岗岩、花岗斑岩、钠质花岗岩—细晶斜长花岗岩、石英钠长斑岩)	岩株岩墙	奥陶纪前至泥盆纪

表 2 本区各类火山岩熔岩分类表

岩相	岩石	岩体产状
火山碎屑岩相	细碧凝灰岩、凝灰角砾岩、块集岩、火山颈凝灰砂岩、似硬砂岩	岩锥形岩层状
岩流相	碱流岩、辉石英安岩、安山玄武岩、铁质细碧岩、辉绿玄武岩、铁玄武岩	不规则岩床岩流体

基性岩出露不多,矿化、围岩蚀变显著,主要为辉绿辉长岩,普遍含磁黄铁矿,甚至岩体数百米外的千枚岩中见到黄铁矿染现象。对后期岩浆挥发份富集地应研究镍矿化富集带。也发现与基性岩有关的钛铁矿次生白钛矿含量高,靠托赖山脊地带是寻找钛铁矿的远景区。

超基性岩多为岩株、岩墙,分布于拗陷带边缘,与区域构造线方向一致,橄榄岩自变质成蛇纹岩。

花岗岩在古老基底钾质花岗岩—黑云母花岗岩上,条纹角闪花岗岩发育黑云母化、绿泥石化,绢云母化属早期侵入。

2 成矿系列模式的建立

2.1 成矿条件与控矿因素研究

2.1.1 成矿物质来源

桦树沟铁矿床为沉积变质类型,矿体呈层状,受复式背斜构造控制,矿层厚,分布面积大,它形成时物质来源分析如下。

1) 物质来源于玄武岩浆和地壳深处。从本区区域地质发展史可知,在褶皱带下降和上升时期,火山活动强烈,伴随超基性岩的抬升和大量花岗岩侵入,并带来大量金属矿物,(Fe、Cu、Au、Pb、Zn、Mn、Ni、Ti 等),是成矿物质主要来源。

火山作用停止,构造运动仍在缓慢进行中,海底热水环流作用,将地下有用金属带到海水中,增加海水中的金属量,也是成矿物质来源。

铁矿石化学成分中分析发现有 F、Cl 等元素。

如全分析样品 Pznk—18、19、35 中含 F0.015 %~0.063 %,Cl 0.003 %~0.022 %,有的样品中含 N。在矿体围岩中广泛分布电气石,其本身含 F、Cl、B 等元素。围岩中夹有英安—细碧凝灰岩,变质凝灰岩等。这些现象直接证明了成岩、成矿早期有岩浆、火山活动,并有喷发物质的掺合作用。

2) 成矿物质来源于地壳中硅镁层。矿体围岩千枚岩断裂中充填石英闪长斑岩脉或岩墙,是钠质岩的演化体,表现为铁镁质成分增加,碱硅质减少。这说明成矿物质也有来自地壳中的硅镁层。

3) 先期喷出地表含铁质高的火山岩,也是成矿物质来源一部分。该区最先喷出地表一套火山岩是长城系株龙关群,分布在托赖山一带,属桦树沟矿区北大河上游,有含铁质高的碧玉岩。该区还含有残存元古宙洋壳双变质带及混杂岩中夹有含铁质高的火山岩,也是成矿物质来源之一。

4) 成矿物质也有来自古老陆区。从地史学观点看,该矿床赋存于元古宙镜铁山群千枚岩中,该地层在历史上发生过两大事件即硅铁组合和红色赤铁矿沉积,当时北祁连北部塔里木地块与其南部柴达木地块已固化为稳定陆核区,部分露出水面为剥蚀区(图 2)。由于北祁连当时正处在下沉海槽区,为岛弧或洋盆,此时当地氧化充分存在,游离氧以各种化合物形式带入水中出现典型的氧化环境,是形成硅铁组合和红色赤铁矿沉积有利环境和条件。海水在长期涨—退潮中会把地表和高处岩石剥蚀后带到低洼海槽中。当时柴达木和塔里木两个古陆是祁连海水浸蚀范围,经海水与其他外部地质营力作用,再经

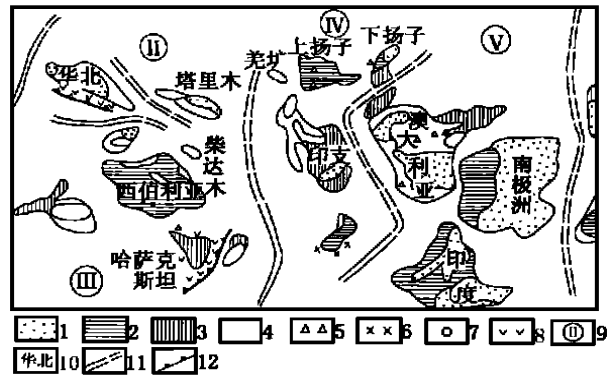


图 2 晚震旦世世界古大陆分布示意图

(据王鸿祯等,MS)

1—剥蚀区;2~3—浅海区(未分);4—洋壳海域;5—冰碛岩: 740 Ma~700 Ma; 650 Ma;6—膏盐;7—伊迪卡拉动物群;8—火山岛弧;9—构造域编号;10—古大陆名称;11—构造域界线;12—俯冲带

海水搬运,会成为成矿物质来源。

5) 用硫同位素数据分析物质来源,从含硫矿物中采取 45 样品分析。黄铜矿 $\delta^{34}\text{S}$ 值为 $-1.94\% \sim 18.8\%$, $\delta^{34}\text{S}$ 平均值 10.76% ; 黄铁矿 $\delta^{34}\text{S}$ 值为 $9.70\% \sim 24.65\%$, 平均值为 15.11% ; 重晶石 $\delta^{34}\text{S}$ 值为 $19.7\% \sim 33.9\%$, 平均值为 30.88% 。

不同含硫矿物 $\delta^{34}\text{S}$ 值特征反映硫同位素属混合硫源的特点,与本区成矿物质多源性一致。

6) 矿区地层中金属元素丰度值特征。该矿层为中低级浅变质绿片岩相,地层中除含铁高外,Au 在铁矿体和炭质千枚岩平均 $(51 \sim 56) \times 10^{-9}$,黑色千枚岩为 20.31×10^{-9} 。Cu 在铁矿体和钙质千枚岩中为 $(150 \sim 267) \times 10^{-6}$ 。Pb、Zn 在铁矿体和黑色千枚岩中为 $(20 \sim 722) \times 10^{-6}$ 。

这些含矿地层在成矿期是形成矿床物质基础。特别在后期叠加复合及改造作用中,又是直接形成层控或岩控矿床的基础。

2.1.2 构造作用

从区域发展史认识到褶皱和断裂共同控制了该区火山岩分布及地形的隆起、拗陷的发生和发展。同时该区经历太古宙,元古宙和加里东运动鼎盛时期,断裂深切地壳和上地幔,是深源岩浆上升通道和侵位空间,为金属成矿提供热源和物质来源。提供热液对流、循环和汇聚场所。并构成不同性质的成矿流体。如变质热液、岩浆期后热液、火山热液及地下热水溶液。是形成层控和岩控矿床的先决条件。

2.1.3 成矿作用

桦树沟矿区断裂与超壳型深大断裂相连,形成似“米”字型构造格架,控制了不同类型矿床。褶皱具两期以上不同方向的构造叠加,表现为控矿向斜枢纽突凹弯曲,并伴随岩浆活动。由于构造和岩浆活动不断发生,成矿范围扩大,延续时间长,反映了多种地质营力综合效应。从沉积建造开始,经历变质作用、岩浆期后热液、火山作用、构造热液、地下热水循环、成矿物质活化以及叠加作用和淋滤作用等复杂的成矿阶段。

从上述各因素看,该矿床具多源供矿,多源控矿,多因素造矿,多期次、多阶段成矿基本特征。

2.2 成矿系列预测

2.2.1 直接标志

矿石矿物:镜铁矿、菱铁矿、赤铁矿、褐铁矿、铁白云石、磁铁矿、黄铁矿、黄铜矿、辉铜矿、黝铜矿、斑铜矿、铜蓝和孔雀石等。

脉石矿物:铁碧石、白云石、重晶石、绿泥石、石英、绢云母、方解石、石墨(炭质物)、少量电气石、锆

石和长石。

2.2.2 预测依据

经现场地质调查和研究认为:矿床中断裂分为 3 组,第 1 组走向 $300^\circ \sim 315^\circ$,与褶曲轴线交角小,也有部分平行。如图 3 中 F_{18} 、 F_{10} 。第 1 组与褶曲轴明显斜交,走向 $250^\circ \sim 255^\circ$,如图 3 F_{11} 、 F_{12} 。第 3 组断裂为斜切平移断裂。走向 NNW,延长 50 km 以上,规模小,地表不清。但在井下 3060 m 中段和 9880 m 中段坑道内均有揭露,对矿体有位移和破坏,对矿山生产勘探和采矿施工影响较大。

总之,3 组断裂在全矿区宏观上基本构成类似“米”字型构造,而成矿系列与第 1 组断裂最为密切。其中 F_{18} 断裂走向 $300^\circ \sim 320^\circ$ 倾角 $70^\circ \sim 80^\circ$,倾向 N,延长 1000 m 多,向下延伸 700 m 以上,将矿体在 8 线枢纽处错开。 F_{10} 断裂,走向 $310^\circ \sim 315^\circ$,倾向 S,倾角 $70^\circ \sim 80^\circ$,延长 2000 m 多,错断 10 线北翼矿体。这些断裂带在坑道、矿心和岩心内有石英钠长斑岩脉生成和多种矿化,经化验(化学分析)也有金矿化。

2.2.3 有用元素和微量元素调查分析

根据上述地质现象对铁矿体和不同围岩中地层进行调查采样和测试分析,将结果列入表 3。

根据表 3 有用元素和微量元素含量,反映不同元素在矿区分布特征(图 3)。

1) Au 的分布特征。Au 在炭质千枚岩和 Fe 矿体中最高,次为灰黑色千枚岩、钙质千枚岩、石英岩。由南向北形成两个高峰 $(51 \times 10^{-9} \sim 56 \times 10^{-9})$,是地壳丰度值的 14~16 倍。

2) Cu 的分布特征。Cu 在钙质千枚岩中最高,是地壳丰度值 4 倍多,次为灰绿色千枚岩和 Fe 矿体,总的由南向北有下降趋势 $(267 \times 10^{-6} \sim 155 \times 10^{-6})$ 。

3) Ba 的分布特征。Ba 在 Fe、Fe 矿体中含量最高,是地壳丰度值的 20~40 倍,次为灰黑色千枚岩,由南向北有升高趋势 $(7666 \times 10^{-6} \sim 9604 \times 10^{-6})$ 。

4) Zn 的分布特征。Zn 在铁矿体中(Fe)含量最高,是地壳丰度值近 8 倍,其次为 Fe 矿体和灰黑色千枚岩,由南向北呈下降趋势 $(722 \times 10^{-6} \sim 307 \times 10^{-6})$ 。

5) As、Sb 分布特征。As、Sb 在矿区地层和铁矿体中含量均较高,除 Sb 在石英岩中是地壳丰度值 6 倍多,在其他地层和矿体中为 38~50 倍。As 含量比 Sb 更高,为 62~68 倍,这也是找金的重要依据和标志。说明在该矿床的下部可能有金矿化带和 Au 矿体的存在。

6) Pb 的分布特征。Pb 在铁矿体和灰黑色千枚岩中含量是地壳丰度值的 1.6 倍多。

2.2.4 成矿系列预测

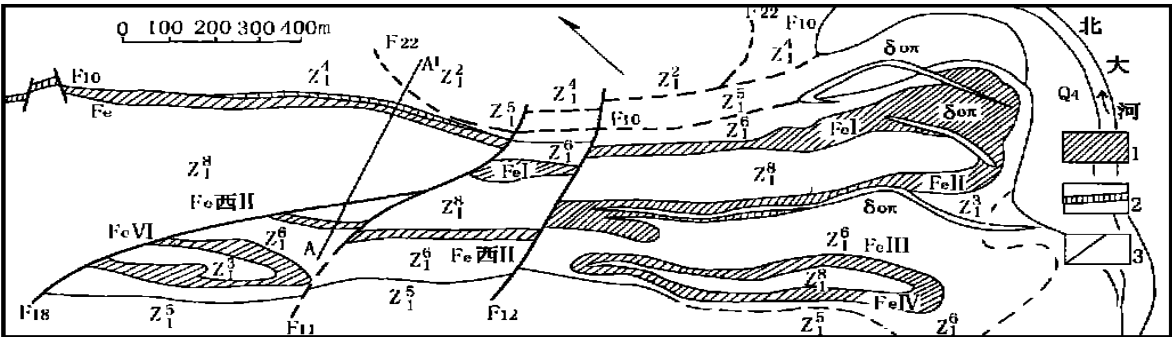


图 3 桦树沟矿床地质图

Q₄—第四系河床沉积物;Z₁⁸—灰黑色千枚岩;Z₁⁶—灰绿色千枚岩;Z₁⁵—钙质千枚岩;Z₁⁴—炭质千枚岩;Z₁³—石英岩;δ₀₁—石英钠长斑岩;1—铁矿体;2—铜矿化体;3—断层

表 3 桦树沟铁矿体及围岩地层中有用微量元素平均含量表

元素及含量 地层及矿体	化 学 成 分												备 注
	Au 10 ⁻⁹	Ba 10 ⁻⁶	Cu 10 ⁻⁶	Pb 10 ⁻⁶	Zn 10 ⁻⁶	Ag 10 ⁻⁶	Ni 10 ⁻⁶	Co 10 ⁻⁶	Mb 10 ⁻⁶	Sn 10 ⁻⁶	As 10 ⁻⁶	Sb 10 ⁻⁶	
灰黑色千枚岩	20.31	528	100	20	307	0.035	5	10	2	3	100	30	
Fe	3.78	9604	100	20	500	0.4	5	10	6.28	3	100	30	
Fe	56.32	7666	155.35	20	722.22	0.366	5	10	4.22	3	100	24	
灰绿色千枚岩	4.46	144.66	230	11	100	0.026	2	11.46	2.6	2.8	100	22.85	
钙质千枚岩	9.54	335.71	266.9	14.7	111	0.04	4.95	17.91	4.69	2.64	100	23.5	
炭质千枚岩	51.13	100	100	15.92	152	0.18	2.27	6.2	1.28	2.76	100	30	
石英岩	11.82	109	118	2.73	172	0.114	5.5	4.64	4.64	1.72	109	3.9	
地壳丰度值 (结晶岩区)	3.6	390	65	12	95	0.077	90	26	26	1.5	1.6	0.59	

根据成矿条件和控矿因素,矿物组合和矿化特点与有用元素分布特征,经调查研究和勘探实践,已查明铜、重晶石具细脉浸染状矿化特征,有一定规模。金为硅铁组合型和蚀变岩型,已形成工业矿体和矿化高异常带,铅锌(或铜锌)矿化已具成矿条件和成矿环境。这些特征与表 3 中所测定元素异常分布相吻合,所以预测桦树沟铁矿床成矿系列为:Fe—Ba—Au—Cu—Pb、Zn(或 Cu、Zn)。

2.3 成矿系列的实践和矿床系列模式建立

2.3.1 铜矿的发现

在野外地质调查中发现 Fe 矿体下盘 F₁₀断裂带内硫化物增加,在 8-4 钻孔 86XZ-77,78 样品和 8-3 孔对应层下部 86XZ155 样品为硫化物绢云母千枚岩,铁质碳酸盐(菱铁矿)内含黄铁矿 10%~20%,黄铜矿 5%~10%,在 8-3 孔同一层位 86XZ-105,106 号样品为硅质大理岩,含黄铁矿、黄铜矿均为 5%,经化验铜品位已达到或超过工业指标。继续勘探,可圈定出铜工业矿体。如第八勘探线剖面(图 4),经初步计算,铜储量可达中型规模。认为铜矿床形成与 F₁₀断裂关系密切,是热液和热水溶液的通

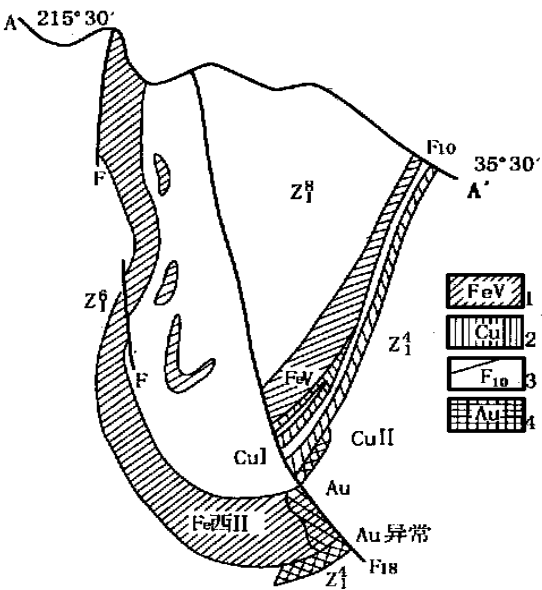


图 4 桦树沟矿区 8 线剖面图

Z₁⁸—灰黑色千枚岩;Z₁⁶—灰绿色千枚岩;Z₁⁴—炭质千枚岩;1—铁矿体;2—铜矿体;3—断层;4—金矿体

道,也是成矿空间。据地史学研究,元古宙地层是我国主要含铜层位之一,桦树沟伴生铜矿床为细脉浸染型,与东川铜矿床地质条件相似。

2.3.2 金矿的发现

金矿是在专题研究中根据 As、Sb 丰度值高,部分构造带钻孔矿、岩心中硫化物发育,经化验而发现的。经调查研究,该矿床中有两种成因类型矿化和矿体。

硅铁建造型金矿。金赋存于铁矿石中,已开采的 Fe₂O₃、Fe 矿体含 Au $(0.48 \sim 160) \times 10^{-9}$ 。在补勘西部 Fe₂O₃、Fe 矿体采样品 428 件,分析 Au $0.1 \times 10^{-6} \sim 0.48 \times 10^{-6}$,平均含 Au 0.155×10^{-6} ,初步计算西部铁矿体含 Au 可达中型金矿床。东部铁矿体也含 Au,目前正在开采,应注意综合回收。

蚀变岩型金矿。在调查 8~4 钻孔 F₁₈断裂时,附近岩心、矿心中黄铁矿化、黄铜矿化发育,尚有铅锌矿化,经化验也有金矿化,F₁₈断裂走向线与矿区向斜枢纽斜交,错断了矿体,断层两盘相对上升和下降(图 4),并有东西向旋转扭动,形成韧性剪切带,剪切带两旁矿体及底层黄铁绢英岩和炭质千枚岩中形成金矿体和金高异常带。钻孔 8-5 在 443 m~448.57 m 处(海拔标高 2438 m~2444 m)矿体斜厚 5.57 m,含 Au $3.04 \times 10^{-6} \sim 3.5 \times 10^{-6}$ 。在该层之下,标高为 2405 m~2428 m 处,斜厚 23m 处 Au 异常($500 \sim 830 \times 10^{-9}$)(图 4)。同时在 Fe₂O₃下盘,蚀变灰色千枚岩中含 Au $(0.55 \sim 0.56) \times 10^{-6}$ 。这是 F₁₈断裂通过矿区金丰度值高铁矿体及炭质千枚岩部位及铁矿体底部黄铁绢英岩,是构造作用热液、水热液蚀变交代、改造及叠加作用,同时含金地层中,炭质有吸附金的性质,金又有亲铁性质,双方条件有机结合,使含金物质活化、迁移而富集。

在已知矿田范围内,铁、金分布在矿区中心,铜、铅、锌分布在外围。在成岩成矿过程中,应力强区富集重元素,应力弱区富集轻元素,从应力强到弱区金属元素依次为:Fe—Au—Cu—Co—Pb—Zn,桦树沟成

矿系列金铜分布符合此规律。

2.3.3 对铅锌或铜锌成矿预测

灰黑色千枚岩和铁矿体中,铅丰度值 20×10^{-6} ,是地壳平均值 1.5 倍,锌为 $(307 \sim 722) \times 10^{-6}$,是 3.2~7.6 倍。这一层位在矿山 2880 m 水平坑道发现 F₁₈在 Fe₂O₃西矿体倒转下盘通过,岩性不稳定,构造复杂,黄铁矿化,碳酸盐化发育,如 86XZ-8 号样品铁方解石 20%~40%,呈团块状,黄铁矿呈细脉状。86XZ-44、49 样品,黄铁矿具压力影结构。86XZ-83、41、43 为糜棱碎裂岩。这些样品正处于 F₁₈通过地方。局部有柔褶构造,是岩层错动时的“牵引”现象。该处还发现有铅锌和铜锌矿化。因此,在矿区上部灰黑色千枚岩或 Fe₂O₃矿体被 NW 向深大断裂穿越部位,是寻找铅锌或铜锌矿床有利部位。

2.3.4 矿床系列模式的建立

从以上论述中,不难看出桦树沟矿床是以铁为主的多金属矿床。铜已发展为中型矿床。伴生金已具大中型规模的象征。蚀变岩型金矿体和金高异常带前景较大。铅锌或铜锌已有矿化,并具成矿条件。伴生重晶石矿床已具大型矿床规模。因此,桦树沟铁矿床成矿系列模式总结为:沉积变质型铁金矿床—蚀变交代型重晶石矿床—热液,热水蚀变型铅锌或铜锌矿床。

[参考文献]

- [1] 宫保军. 甘肃的元古界[A]. 见: 前寒武纪地质论文集(3). 北京: 地质出版社, 1995.
- [2] 刘本培. 地史学教程[M]. 北京: 地质出版社, 1986.
- [3] 肖序常. 祁连山古蛇绿岩带地质构造意义[J]. 地质学报, 1978, 52(4).
- [4] 周良仁. 北祁连地质构造基本特征及发展史的基本探讨[J]. 西北地质学院院报 1981, 2(1).
- [5] 高象新. 从金的成矿规律探讨甘肃西部地区找金前景[J]. 西北地质, 1989(1)

STUDY OF MINERALIZATION SERIES IN HUASHUGOU IRON DEPOSIT

GAO Xiang-xin

Abstract: Huashugou iron deposit is an old mine which has produced many years. Among science - iron formation, ore - searching, additional exploration and of mine in operation. By studying on mineralization and establishing the pattern of deposit series, Huashugou iron deposit which only produced iron deposit has developed into producing polymetallic miscellaneous deposit. In addition, it can advise and propell ore - searching of outside mine field.

Key words: Huashugou, mineralization geological back ground, mineralization series, pattern of mineralization series

[第一作者简介]

高象新(1939 年 -), 男, 1963 年毕业于西北大学地质系, 高级工程师, 现在冶金西北地勘局从事桦树沟铁矿及西北金矿、铬铁矿的找矿和专题研究并担任组长。

通讯地址: 陕西省西安市长安南路 95 号 冶金西北地质勘查局 邮政编码: 710061

