

激发极化法在云南省维西县安花落山铜矿的找矿效果

熊远鹏¹, 李开鹏², 黄明景³, 张 锋⁴

(贵州省有色金属和核工业地质勘查局物化探总队, 都匀 558000)

[摘要]云南维西安花落山铜矿处于西南三江成矿带上,为多金属矿远景区。本文结合激发极化法在安花落山铜矿勘查中的应用实例,说明在硫化物矿床的勘查中,利用中间梯度装置扫面可以快速地发现并圈定激电异常,利用激电测深可以了解极化体的埋藏深度及空间赋存状态,后期实施的钻孔见矿(化)也验证了激电异常的可靠性,论证了激发极化法在该地区找矿评价中的有效性。

[关键词]安花落山铜矿;激发极化法;异常推断;钻孔验证

[中图分类号]P618.41;P631.3⁺24 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1000-5943(2017)04-0290-06

安花落山铜矿以喷流沉积—改造型铜多金属矿床为主,多以层状(似层状)、脉状产出于断层破碎带中,这种控矿构造为铜矿的勘探提供了地球物理前提。激发极化法对浸染状金属硫化物反应灵敏,可同时获得视电阻率和视极化率两个参数,在矿产勘查中受到了广泛的重视,成为有色金属矿产勘查中的主要物探方法之一。本次在区内开展激电工作,以查明铜矿体在深部的分布情况为目的,以发挥物探方法寻找硫化金属矿床的作用及优势。

1 成矿地质背景

安花落山铜矿位于金沙江造山带与兰坪构造沉积盆地接触部位之维西推覆构造体前缘。维西推覆体为大型逆冲推覆构造,主要构造线呈NW向展布,前峰断裂为雪山山深大断裂,曾经历了早期张性、后期压扭性的多期复活改造,沿断裂带有基性、超基性等超镁铁岩体侵入。与之平行的还有望乡台断裂、四十驮断裂、白马驹断裂(董家龙等,2008)。

区内出露地层由老至新主要有雪山山变质岩、攀天阁组(T_2p)、崔依比组(T_2c)、石钟山组(T_3s)及第三系。其中,攀天阁组(T_2p)及崔依比

组(T_2c)为一套火山沉积建造,分布于推覆体中带;石钟山组(T_3s)为一套磨拉石碎屑岩及碳酸盐建造,超覆不整合于 T_2p 及 T_2c 之上,岩性以砂岩粉砂岩、灰岩为主,产出铅锌矿。雪山山变质岩为一套中—深变质岩,分布于推覆体前缘,与铜、银、铅锌矿关系密切,安花落山铜矿即产于其中(图1)。区内区域构造活动频繁,地质构造复杂,岩浆活动强烈,是铜银铅锌多金属矿矿化集中区(成连华等,2006)。

2 矿区地质概况

安花落山铜矿区出露地层为上古生界雪山山变质岩系的中梁子岩组(Pt_1z),其底部为灰色深灰色斜长二云石英片岩为主,局部夹有少量黑云母石英片岩、二云石英片岩,局部岩性具斑状变晶结构,变斑晶主要为斜长石及少量石英。局部夹似层状、透镜状的斜长角闪片岩。上部为以浅灰色石榴二云石英片岩、灰色黑云石英片岩为主并夹有少量黑云斜长石英片岩及白云母石英片岩二云石英片岩,岩石的矿物成分以石英及云母为主。岩层破碎严重,蚀变强烈,不具蚀变分带,蚀变主要为褐铁矿化、硅化、退色化、孔雀石化,为矿区内的主要含矿层位。区内出露不全。

[收稿日期]2017-06-25

[基金项目]国土资源部中国地质调查局国土资源调查评价项目(编号:1212011085128)。

[作者简介]熊远鹏(1984—),男,湖北天门人,物探工程师,从事矿产勘查、物探勘查工作。

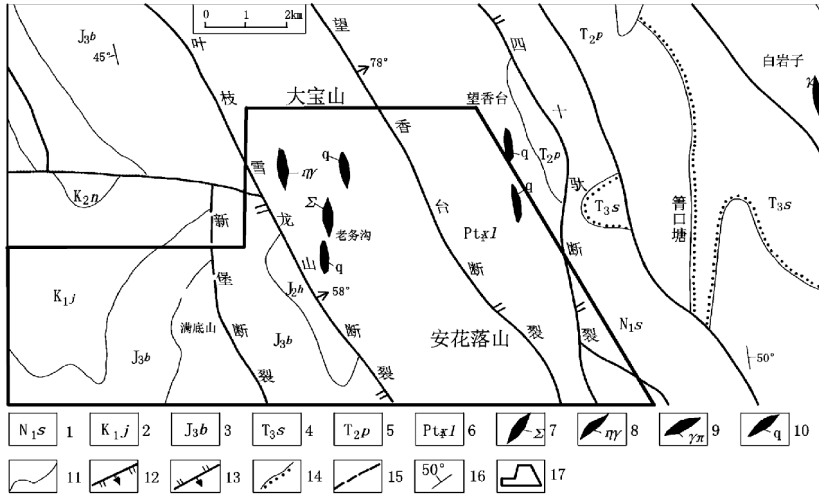


图 1 安花落山铜矿区地质图(据贵州有色物化探总队,2012)

Fig. 1 Geological map of Anhualuoshan copper deposit

1—新近系中新统双河组页岩;2—下白垩统景星组砂质板岩;3—上侏罗统坝注路组石英砂岩;4—上三叠统三合洞组泥岩;5—上三叠统攀天阁组纹纹岩;6—雪龙山变质岩系片(麻)岩;7—超基性岩脉;8—二长花岗岩脉;9—花岗斑岩脉;10—石英脉;11—实测地层界线;12—实测正断层;13—实测逆断层;14—不整合地质界线;15—推测地质界线;16—地层产状;17—工作区

矿区内大的褶皱不发育,仅发育一些小揉皱,总体为单斜构造,岩层呈北西、北北西向展布,倾向北西、北东东,受断裂构造影响,倾角变化较大,倾角 15°~69°,断层附近倾角变陡。

矿区位于叶枝—雪龙山深大断裂与望乡台断裂夹持部位,受其影响,派生次级构造发育,断裂主要为北西至东西向、北北西向及北东向断裂。其中北西至东西向、北北西向断裂均在施工的老洞中见到铜矿体,为同期含矿断层。矿区内岩浆岩主要为大宝山岩组(Pt₁Dgn)及少量闪长岩脉和石英脉(陈恒术等,2014)。

3 矿体特征

本区铜(金、银)多金属矿体均产于望乡台断裂西侧的雪山变质二叠系中。从宏观上看,矿体产于地层走向发生转折部位与望乡台断裂的交结部位。矿体主要以硫化矿为主,地表局部见有氧化矿。矿体主要产于中梁子岩组斜长二云石英片岩、石英片岩、斜长角闪片岩层间破碎带中。矿体产出特征分为两类:一类为顺层产出,呈似层状、长透镜状,受层间断裂破碎带控制,如 VI-①、VI-②号矿体;另一类为穿层产出,呈脉状、长透镜状,受 NE 向断裂控制,如 VI-③、VI-④号矿体(见图 2)。矿体顶底板主要为硅化、褐(黄)铁矿化、绿泥石化、绿帘石化、褪色化片岩、泥岩及断层角砾岩。矿体与围岩常呈渐变关系(陈恒术等,2014)。

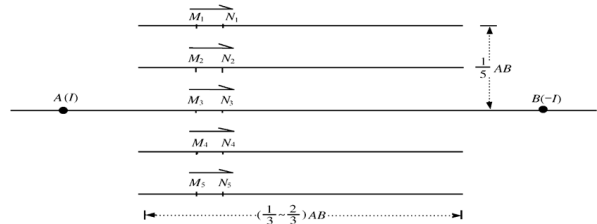


图 2 激电中梯剖面装置示意图

Fig. 2 Intermediate gradient section device

4 矿区岩(矿)石电性特征

对安花落山铜矿区内具代表性的岩矿石进行电性测定,统计结果见表 1。从表 1 可以看出,矿区云母石英片岩极化率、电阻率统计平均值分别为 1.0%、1 691 Ω·m;二云石英片岩极化率、电阻率统计平均值分别为 0.7%、1 009 Ω·m;片麻岩极化率、电阻率统计平均值分别为 0.7%、1 318 Ω·m;氧化矿极化率、电阻率统计平均值分别为 1.9%、1 770 Ω·m;硫化铜矿石极化率、电阻率统计平均值分别为 6.5%、424 Ω·m。对比铜矿石与围岩极化率参数,铜矿体与围岩有着明显的极化率差异,铜矿极化率是围岩极化率的 6 倍以上,电阻率是围岩电阻率的三分之一至四分之一,呈明显“低阻高极化特征”。由此可见,围岩呈高阻低极化、铜矿为低阻高极化的电性异常特征,矿体与围岩存在一定电性差异,区内具备开展电法工作的地球物理前提(曾桂强等,2014)。

表1 岩(矿)石物性参数统计表
Table 1 Physical parameter statistics of rock (mineral)

矿石及岩性	极化率(%)	电阻率($\Omega \cdot m$)	备注
云母片岩	1.0	1 691	
二云石英片岩	0.7	1 009	据贵州有色物化探总队 2010年—2011年实测
片麻岩	0.7	1 318	
氧化矿(孔雀石、蓝铜矿)	1.9	1 770	
硫化铜矿石	6.5	434	

5 激电测量方法及异常特征

5.1 激电测量

激电测量采用北京地质仪器厂生产的国产DWJ-3B大功率激电测量系统,测量电极用不极化电极,观测记录一次电位 ΔU 、一次电流 I 、视极化率 η_s 。

中梯测量剖面垂直于工作区构造及地层走向,测量采用短导线方式,一线供电三线测量,线距100 m,点距40 m,供电极 $AB=2\ 000\ m$, $MN=40\ m$,供电周期8 s,断电延时200 ms,取样宽度40 ms,测量次数1次。

激电测深采用非等比对称四极垂向激电测深,布极方位与测线方位一致,非连续放线。供电极距 $(AB/2)_{\max}=1\ 000\ m$; $(AB/2)_{\min}=1.5\ m$,测量极距 $(MN/2)_{\max}=20\ m$; $(MN/2)_{\min}=0.5\ m$ 。供电周期为8 s,二次电位采样延时、积分均为100 ms,信号取数2次(曾桂强等,2014)。

5.2 异常特征及解释

通过激电中梯扫面测量发现,区内极化率较低为1.0%以下,以背景值 $\eta_{sb}=1.0\%$,异常下限 $\eta_{sx}=1.8\%$ 圈定了激电异常。由图3可见,该异常位于60~70号测线之间,地表出露地层为下元古界雪龙山岩群中梁子岩(Pt_1z)浅灰色石榴二云石英片岩,与本区构造及地层走向基本一致。异常分布于断裂交汇及该区有利成矿地层,且矿化蚀变特征明显。异常与VI-①、VI-②号矿脉平行,VI-①、VI-②号矿脉呈似层状,产于中梁子岩组斜长二云石英片岩、石英片岩层间破碎带中,由老硐、剥土、探槽、钻探等工程和地表地质点控制。产状与围岩一致,局部有切层现象,产状局部呈波状起伏,走向南东,倾向北东。异常呈透镜状近北西—南东走向分布,往北西方向异常未封闭,异常

长约800 m,宽约200 m, η_s 异常最大值为5.8%,异常中心部位 r_s 为500~1 000 $\Omega \cdot m$,结合地质特征分析认为,该异常位于该区控矿断层有利成矿位置,推断为矿致异常。

为进一步了解异常的深部信息,确定异常体空间形态特征,穿过主异常中心部位,选择极化率异常较强的(121.5~129.5)/64及(120.5~125.5)/70点位进行激电测深。测深结果见图4、图5,推断解释结果如下:

(1)64线激电测深异常分析。该剖面穿过VI-①、②号矿体,激电中梯剖面上125.5~129.5号点位上异常反映明显,视极化率最大值在128.5号点,为5.4%,与两个矿体相对应,在剖面上布置激电测深点14个,据图4可见,浅部高阻低极化异常由地表出露的中梁子岩组(Pt_1z)二云石英片岩引起。深部极化率异常明显,呈层状分布,异常幅值较低,在异常中心 η_s 最大值为4.5%,对应的高极化率异常的位置,异常表现为低电阻率特征($r_s \leq 500\ \Omega \cdot m$),异常表现为低阻高极化特征,综合以上分析认为该异常为中梁子岩组二云石英片岩一侧断层破碎带中VI-①、VI-②号矿脉及围岩蚀变(铜矿化、黄铁矿化)叠加引起,推断为铜矿致异常;由128.5号点 η_s 曲线的特征点估算推测有两层极化体,第一层及第二层极化体顶板埋深分别约为66 m、96 m,倾向北东,顺层产出。

(2)70线激电测深异常分析。该剖面垂直穿过VI-①、②号矿体,激电中梯剖面上60.5、64.5号点位上异常反映明显,视极化率最大值在60.5号点,为3.7%,与两个矿体相对应。在剖面上布置激电测深点6个,据图5可见,浅部高阻低极化异常由地表出露的中梁子岩组(Pt_1z)二云石英片岩引起。深部极化率异常明显,呈层状分布,异常幅值较低,在异常中心 η_s 最大值为5.3%,对应的高极化率异常的位置,异常表现为低电阻率特征($r_s \leq 1\ 000\ \Omega \cdot m$),异常表现为低阻高极化特征,综合以上分析认为该异常为中梁子岩组二云石英片岩一侧断层破碎带中VI-②号矿脉及围岩蚀变

(铜矿化、黄铁矿化)叠加引起,推断为铜矿致异常;由65.5号点 η_s 曲线的特征点估算推测有两

层极化体,第一层及第二层极化体顶板埋深分别约为80 m、150 m,倾向北东,顺层产出。

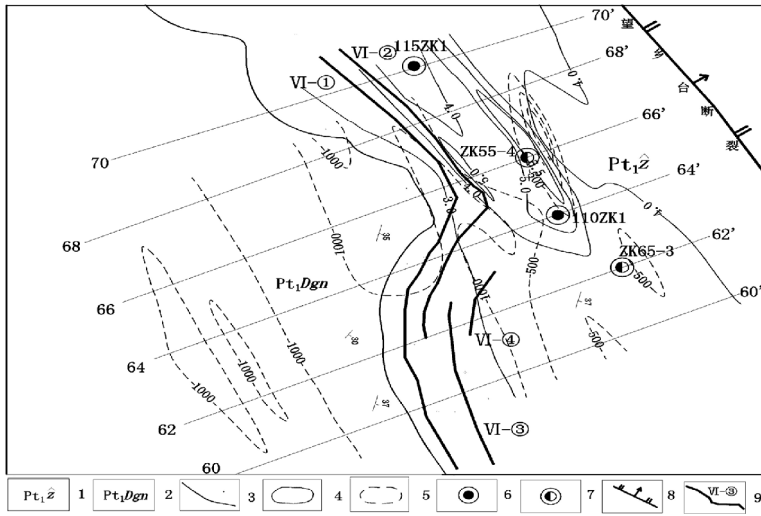


图3 云南省维西县安花落山铜矿区地质及物探异常平面图(据贵州有色物化探总队,2012)

Fig. 3 Plane of geology and physical prospecting anomaly of Anhuoluoshan copper deposit

- 1—下元古界雪山岩群中梁子岩组片岩;2—早元古代大宝山眼球状黑云二长片麻岩;3—地层界线;4—极化率异常;
- 5—电阻率异常;6—见矿钻孔;7—见矿化钻孔;8—断层;9—铜矿体及编号

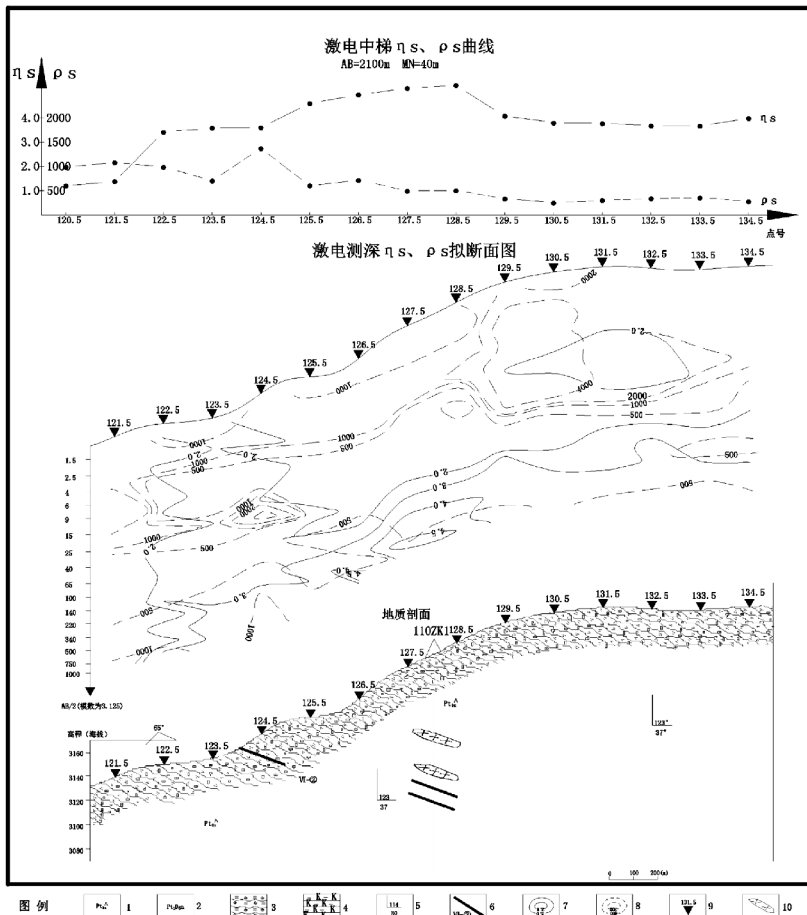


图4 64剖面地质、物探综合剖面图(据贵州有色物化探总队,2012)

Fig. 4 Comprehensive profile of geology and physical prospecting of section 64

- 1—下元古界雪山岩群中梁子岩组;2—早元古代大宝山眼球状黑云母二长片麻岩;3—石榴二云石英片岩;4—片麻岩;5—地层产状;
- 6—矿脉及编号;7—极化率(η_s)等值线;8—电阻率(ρ_s)等值线;9—激电测深点;10—推断极化体

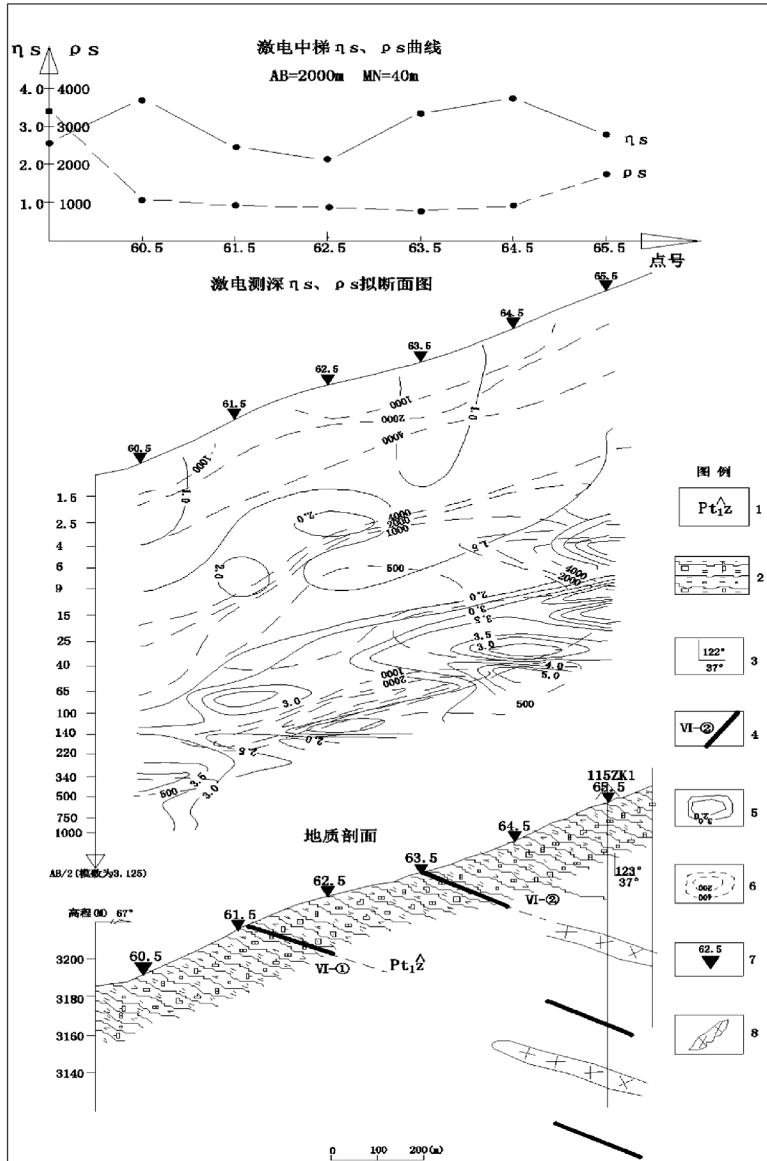


图5 70剖面地质、物探综合剖面图(据贵州有色物化探总队,2012)

Fig.5 Comprehensive profile of geology and physical prospecting of section 70

1—下元古界雪龙山岩群中梁子岩组片岩;2—石榴二云石英片岩;3—地层产状;4—矿脉及编号;5—极化率(ηs)等值线;
6—电阻率(ρs)等值线;7—激电测深及点号;8—推断极化体

6 结束语

在本次找矿实践中,以物探方法为基础,结合本区的地质条件,对工作区的视极化率异常分类进行验证,并总结出本区的成矿特点:铜矿化与中基性火山岩变质形成的斜长角闪片岩有关,可能属于海底喷流沉积—改造型矿床,视极化率为高值异常。

根据地质及物探异常情况,在 129.5/62、128/64、127.5/66 及 65.5/70 各布设 1 个钻孔,钻孔编号分别为 ZK65-3、110ZK1、ZK55-4、

115ZK1,终孔深度分别 260 m、330 m、340 m、350 m。其中 110ZK1 在 110 m、122 m 分别见到视厚度为 0.7 m、1.5 m 的铜矿,平均品位为 0.47%、0.59%。115ZK1 在 127 m、183 m 分别见到视厚度为 2.0 m、0.98 m 的铜矿,平均品位为 0.56%、2.6%。在 ZK55-4 及 ZK65-3 见铜矿化。见矿位置极化率相对稳定,大于 3%,电阻率在 500~1 000 Ω·m 范围内变化,总体呈低电阻率高极化率特征。验证结果该激电异常由 VI-①、②号似层状铜矿体引起。

通过上述分析,我们认为激发极化法在安花落山铜矿的应用是十分有效的,确定的低阻高极

化异常对找铜矿是十分可靠的。对于在该区进一步找铜矿,扩大矿床的远景,能起到越来越大的作用。

[参考文献]

陈恒术,潘万益. 云南兰坪县安花落山铁铜矿调查评价成果报告[R]. 都匀:贵州有色金属和核工业地质勘查局物化探总队,

2014. 19-56.

董家龙,杨松,曾桂强. 云南维西大宝山铜矿床地质-物探找矿研究与成矿预测[J]. 矿产与地质,2008,22(4).

成连华,杨松,向洪流. 云南省维西县大宝山铜(银)矿床地质-矿化特征及其综合找金潜力[J]. 矿产与地质,2006,20(2).

曾桂强,张锋,熊远鹏. 云南省安花落山铁铜矿调查评价物探专题报告[R]. 都匀:贵州有色金属和核工业地质勘查局物化探总队,2014.

Prospecting Effect of Induced Polarization Method in Anhualuoshan Cooper Deposit of Weixi, Yunnan Province

XIONG Yuan-peng, LI Kai-peng, HUANG Ming-jing, ZHANG Feng

(General Geophysical and Geochemical Team, Non-Ferrous Metals and Nuclear Industry Geological Exploration Bureau of Guizhou, Duyun 558000, Guizhou, China)

[Abstract] Anhualuoshan copper deposit situates in Sanjiang metallogenic belt of southwest China, it's a polymetal prospecting area. With the application examples of induced polarization method in Anhualuoshan cooper exploration, it found that can discover and detect the burial depth and spatial occurrence of polarized bodies with medium gradient array in sulfide deposit exploration. The found mineralization in later drilling also verify the reliability of IP anomaly, so the efficiency of IP method is improved in the exploration of this area.

[Key words] Anhualuoshan copper deposit; IP method; Anomaly inference; Drilling verification

(上接第 243 页)

Prospecting Potential Analysis and Urauium Mineralization Control of Deep Fracture and Interlayer Detachment Structure System of Baimadong Urauium Deposit in Guizhou

ZHANG Xiao-qiang, HUANG Kai-ping, YUAN Lai, SHEN Xian-da, ZHENG Mao-rong

(The 7 Team of Non-Ferrous Metals and Nuclear Industry Geological Exploration Bureau of Guizhou, Guiyang 550005, Guizhou, China)

[Abstract] Baimadong urauium, mercury and molybdenum polymetallic deposit located in the southwest fracture and hotspot composite position of SN through-like folded deformation area in Fenggang of north Guizhou uplift area. EW Baimadong deep and big fracture belt controls hydrothermal urauium polymetallic deposit distribution of central Guizhou. Multi-level interlayer structural detachment system develop on the Baimadong fracture. Urauium polymetallic belt distribute in the scarf composite position of NE Xiniudong fracture and EW Baimadong fracture. Urauium, mercury and molybdenum orebody occur in the structural fracture zone between the up and down layer of Gaotai formation shale rock in Cambrian system. The hydrothermal activity in the deposit is obvious, the alteration is strong and has different types, mainly are silication and black alteration, the component of ore is complex. There maybe the occurrence and concentration of urauium, mercury and molybdenum in the interlayer fracture zone of upper and lower Dengying formation and between Nantuo formation and Qingshuijiang formation.

[Key words] Baimadong orebody; Interlayer structural system; Urauium polymetal; Mineralization