技术·方法

地球化学勘查综合方法在潞西金矿找矿中的应用

高振敏[1] , 陶 琰[1] , 罗泰义[1] , 胡广耀[2] , 顾俊生[2] ,普传杰[3]
(1. 中国科学院地球化学研究所矿床地球化学开放研究实验室 ,贵阳 550002 ;
2. 核工业云南地质调查队 ,昆明 650106 ;3. 云南省黄金管理局 ,昆明 650051)

[摘 要]地球化学勘查是找矿预测的重要手段 ,在云南潞西金矿的地质勘查工作中采用了多种地球化学勘查手段 ,包括 X 荧光、γ 能谱、氡气测量及地电化学。X 荧光测量能快速有效地对成矿有利地段的红色粘土层进行快速评价 ,圈定矿化带和红色粘土型金矿体 ;在有红色粘土型金矿矿化异常的地段 ,采用简便易行的 γ 能谱和氡气测量进行初查 ,再进一步开展地电化学勘查工作寻找卡林型原生金矿。多种方法综合运用 ,取得了良好的找矿效果。

[关键词]地球化学勘查 金矿 云南
[中图分类号]P632 ;618. 51 [文献标识码]A [文章编号]0495 - 5331(2004)02 - 0055 - 04

1 矿床地质特征

云南潞西金矿(又称上芒岗金矿)位于云南省潞西市西南 37 km ,行政区划属德宏州潞西市三台山乡所辖。该矿床由核工业云南地质调查队于 1991 年发现 ,并进行了部分勘查和开采 ,目前成为滇西德宏州的主要金矿产地。区内存在两种不同类型的矿床 ,即上部的红色粘土型金矿和深部的卡林型金矿[1]。红色粘土型金矿是由原生的卡林型金矿提供成矿物质 ,经红土化作用形成[2]。

上芒岗金矿位于两大构造单元的接合地带 ,以龙陵 —瑞丽大断裂为界 ,北西侧为高黎贡山褶皱带 ,出露元古宇高黎贡山群绿片岩相到角闪岩相变质岩和中生代的花岗闪长岩 ;南东侧为福贡 —镇康褶皱带 ,以震旦 —寒武系公养河群浅变质沉积岩为基底 ,其上为古 —中生代的间歇性海相沉积。矿区处于龙陵 —瑞丽大断裂南东侧 ,区内北东向断裂十分发育 ,沿断裂有燕山中晚期的二长斑岩脉、辉绿岩脉和煌斑岩脉侵入。

矿床沿上芒岗断裂呈北东向分布 ,自北东向南西有麦窝坝、广令坡和羊石山等多个矿段(图 1)。卡林型金矿赋矿地层为下二叠统沙子坡组白云岩、白云质灰岩夹灰岩 ;沿断裂破碎带低温热液蚀变强烈 ,主要有硅化、粘土化、碳酸盐化、重晶石化、黄铁矿化和辉锑矿化等 ,蚀变岩普遍含金 ,形成原生卡林型金矿化体 ,局部成工业矿体。红色粘土型金矿矿体呈似板状或透镜状分布于沙子坡组岩溶面上的红色粘土层中。

2 红色粘土型金矿的地球化学勘查

红色粘土型金矿是地质勘查的重要对象 ,同时 ,也是寻找原生卡林型金矿的重要线索 ,所以 ,首要的问题是如何快速有效的对成矿有利地段的红色粘土进行分析评价。研究认为 ,X 荧光测量是行之有效的方法。

金在地质体中的丰度极低(10 - 9级) ,金矿体品位一般也只有几个 10 - 6 ,红色粘土型金矿含矿粘土与无矿粘土在表观特征上无明确区分 ,依靠野外地质观察、采样、再送检分析的常规地质找矿方法周期长、效率低。对滇西潞西金矿地质地球化学研究表明 ,在成矿作用中 ,金常与砷、铜、铅、锌、汞、锑等元素共生 ,这些共生或伴生的元素成为金矿的成矿指示元素[2]。虽然目前 X 荧光方法还不能直接测定地质体中微量的金元素含量 ,但可利用 X 荧光方法测定与金共生元素的含量圈定矿化带和金矿体 ,还可以用于估算金在矿体中的品位[3~5]。

对潞西金矿 9 个红色粘土型金矿矿石样品进行等离子质谱分析 ,分析结果如表 1 所示。元素相关

[收稿日期]2003 - 02 - 10 ;[修订日期]2003 - 06 - 04 ;[责任编辑]余大良。
[基金项目]云南省院省校合作项目(编号 : YK98008 - 4)资助。
[第一作者简介]高振敏(1939 年 -) ,男 ,1965 年毕业于北京大学 ,研究员 ,博导 ,现主要从事矿产地质及勘查研究工作。

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

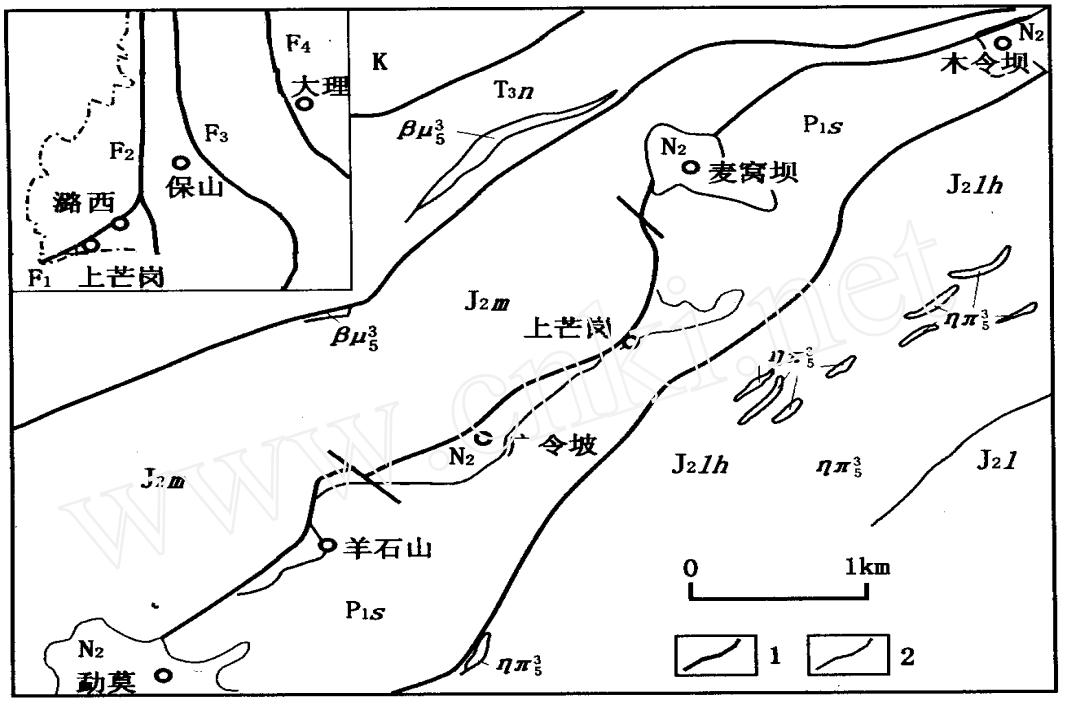


图 1 云南上芒岗红色粘土型金矿床矿区地质略图

(据核工业云南地质调查队资料)

F_1—龙陵—瑞丽断裂;F_2—怒江断裂;F_3—澜沧江断裂;F_4—金沙江—红河断裂;N_2—上新统;K—白垩系;J_2lh—中侏罗统龙海组;J_2l—柳湾组;J_2m—勐戛组;T_3n—上三叠统南梳坝组;P_1s—下二叠统沙子坡组;$\beta\mu^3_5$—辉绿岩;$\gamma\pi^3_5$—二长斑岩;1—断裂;2—地层界限

性分析表明:金与砷、铜、铅、锌、汞等元素的相关性好、具有良好的共生关系。

对潞西红土型金矿矿石样品进行全谱分析,砷的特征峰非常明显,并有较高的计数,铜、锌的特征峰也能够识别。等离子质谱分析表明,矿石样品砷、铜、铅、锌、汞的含量一般在 $n\times10\times10^{-6}$～$n\times100\times10^{-6}$,砷的含量最高达 $n\times10^3\times10^{-6}$,达到和超过了 X 荧光的检出限[6]。因此可以采用 X 荧光分析技术检测与金含量密切相关的部分金属元素进行找矿预测。

表 1 红土型金矿样品部分元素含量分析结果 $\omega_B/10^{-6}$

样 号	Au	As	Cu	Pb	Zn	Hg
S111	1.43	90.4	53.40	79.00	98.10	11.600
S112	1.17	563.0	54.80	58.70	88.80	2.540
S113	50.00	2288.0	175.70	335.70	219.70	73.300
S114	0.45	247.0	55.60	58.40	99.50	2.410
S115	0.45	158.0	50.50	41.60	63.00	2.960
S116	0.65	336.0	54.80	46.00	43.10	4.010
S117	0.93	430.0	21.23	36.19	38.54	1.488
S118	0.56	404.0	12.77	16.05	31.17	1.053
S119	0.5	391.0	28.35	37.06	50.84	0.855

样品由贵阳地化所等离子质谱分析,分析者:漆亮,2001。

3 深部隐伏卡林型金矿的勘查

对于经 X 荧光测量的有红色粘土型金矿矿化异常的地段,如何进一步寻找和评价深部隐伏卡林型金矿?

矿区地质特征表明,卡林型金矿成矿作用具有两个基本特点:第一、矿床受断裂控制;第二,成矿热液作用有弱的放射性元素活动。前人研究成果表明:U、Th、K 等放射性元素通常是成矿作用中极活跃的特征元素,对识别矿化非常敏感,γ 能谱能快速有效的识别含量极微(几个或几十个 10^{-6} 级)的放射性元素异常,反映矿化作用中一个重要的侧面[7～8];氡气测量则能够反映深部构造或指示隐伏矿化体的可能产出部位[9～11]。故此,可采用简便易行的 γ 能谱和氡气测量进行初步探查,在此基础上,再进一步开展地电化学勘查工作[12]。

4 使用仪器简介

X 荧光测量采用成都理工大学研制生产的 IED-88A 型便携式 XRF 分析仪(进行野外测量)和 IED-400 型多元素高精度 XRF 分析仪(用于数据校

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

验)。IED - 88A 型便携式 XRF 分析仪整机重量 3.5 kg,功耗 0.8 W,适合野外现场快速测量[13],检出限为 n ×10 $^{-3}$～n ×10 $^{-5}$。IED - 400 型多元素高精度 XRF 分析仪由硅(锂)探测器和微机多道脉冲幅度分析器组成,可测量的特征 X 射线波段从钠(Na)～铀(U),能量分辨率高,可对岩矿样品进行全谱分析,对大多数金属元素的检出限及灵敏度达到 1 ×10 $^{-6}$～5 ×10 $^{-6}$量级。

γ 能谱测量采用上海电子仪器厂生产的 GAD - 6 能谱仪,该仪器由微机控制、自动稳谱、自动测量、灵敏度高、稳定性好。

氡气测量采用成都理工大学 α 杯法测氡仪,α 杯法具有累计测氡的优点,干扰因素较少,本底极低,易于突出微弱的放射性变化,探测灵敏度高,操作简便。

地电化学勘查采用长沙大地构造研究所谭克仁研究员研制的吸附恒电压提取勘查技术[14]。

5　测量效果

采用线距 200～400 m、点距 20 m 左右的测量网度,对广令坡矿段 X 荧光勘查,探测到显著的地球化学异常,据 X 荧光分析得到的元素地球化学分布及圈定的异常带与矿体分布高度吻合,如图 2 所示,显示出探测方法的有效性。应用于预测靶区勐莫地段,圈定出了两条金的地球化学异常带及二个一级异常叠合区,在 2 # 测线异常带初步进行了浅井工程验证,打了 6 口井,按勘查规范垂直刻槽取样,化验 Au 含量在 3 ×10 $^{-6}$～5 ×10 $^{-6}$,达到了工业品位要求,证实下部有矿体存在,在这一区域初步预测可获得 2 t 以上的资源量。另外,各矿段或地段异常带均沿上芒岗断裂展布,表明该断裂是重要的控矿构造。

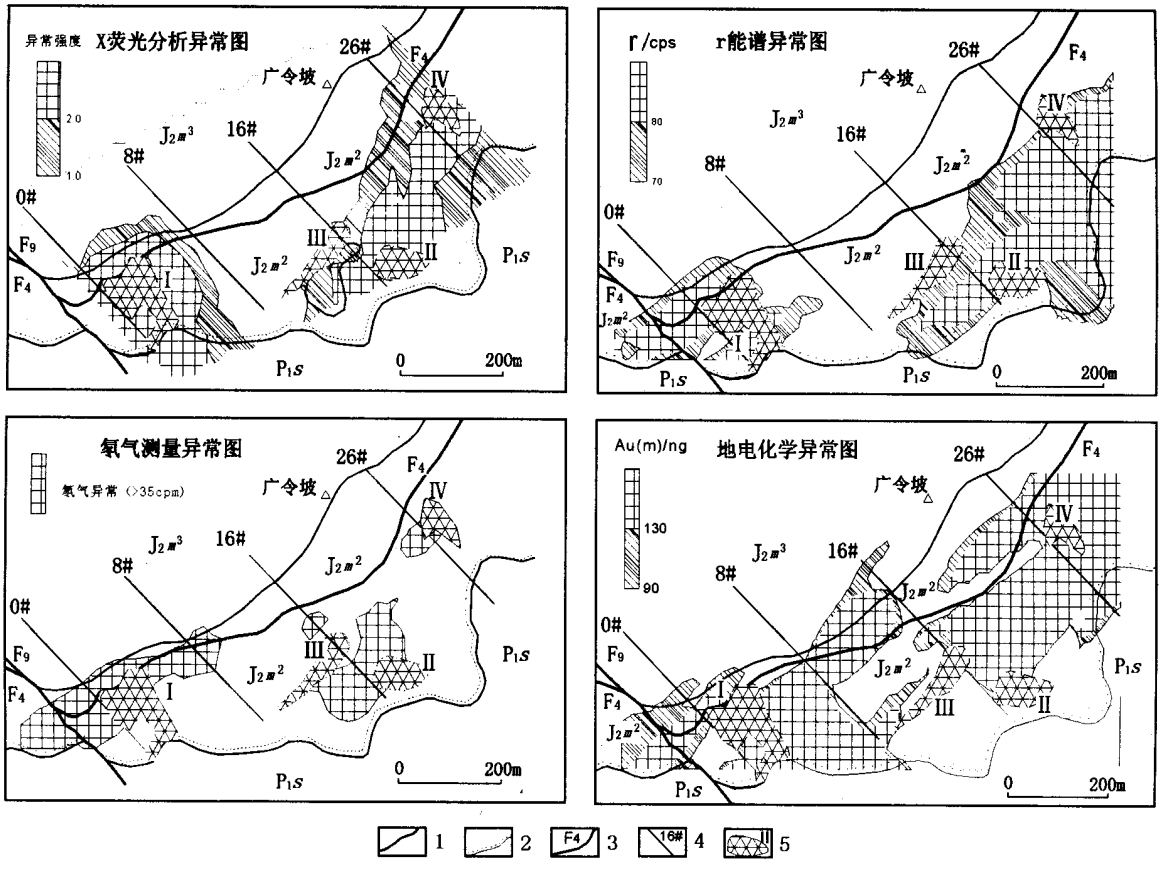


图 2　广令坡 x 荧光、γ 能谱、氡气测量、地电化学矿段多方法地球化学勘查异常图

J_2m^3 —中侏罗统勐嘎组上段;J_2m^2 —中侏罗统勐嘎组中段;P_1s —下二叠统沙子坡组;1 —地层界线;2 —地层不整合面;3 —断层及编号;4 —探测线及编号;5 —红色粘土型金矿体及编号

由于粘土主要组分变化较小,物理性质相对均一,基体效应的影响基本相同,使 X 荧光方法测量的数据可靠性较大,因而特别适用于 X 荧光找矿。

在 X 荧光测量的有红色粘土型金矿矿化异常的有利地段,采用简便易行的 γ 能谱和氡气测量进行初步探查,并进一步开展地电化学勘查工作,按照

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

地质分析及统计计算得出的统一对比标准,选择相对可靠的异常下限圈定异常靶区,广令坡矿段各类异常分布如图 2 所示,异常清晰、不同探测方法所圈定的异常范围基本一致,表明主要异常带为矿化带的可靠性较大。经工程验证,在红色粘土型金矿体下部,原生金矿即产于沙子坡组的断裂破碎带中,0 号到 28 号勘探线之间已揭露出原生金矿化蚀变带长约 1000 m(其中强硅化、黄铁矿化蚀变岩带总长度约 800 m)、宽约 50～200 m(其中强硅化、黄铁矿化蚀变带平均宽约 10 m),在 0 号勘探线控制的原生金矿石平均品位达到 4.10×10^{-6}。

[参考文献]

[1] Yang Zhusen, Li Hongyang, Gao Zhenmin, et al. Gold redistribution in Shangmanggang red - clay gold deposit, Western Yunnan Province, China[J]. Chinese Science Bulletin, 1999, 44(Suppl. 2): 214～216.

[2] 杨竹森,高振敏,饶文波,等. 滇西上芒岗红色粘土性金矿成因研究[J]. 矿床地质,2000,19(2):126～143.

[3] 周四春,陈慈德,张志全,等. 现场多参数 X 荧光测量在川西"金三角"地区快速追踪金异常源确定找矿靶位[J]. 地质与勘探,2000,36(3):53～55.

[4] 庹先国. X 射线荧光分析技术在萨尔布拉克金矿区的综合应用[J]. 物化探计算技术,1996,18(5):42～45.

[5] 刘铁兵,沈远超,曾庆栋,等. X 射线荧光分析法在隐伏金矿体定位预测中的应用[J]. 地质与勘探, 2001, 37 (1): 82～85.

[6] 高振敏,李红阳,杨竹森,等. 滇黔地区主要类型金矿的成矿与找矿[M]. 北京:地质出版社, 2002, 205～232.

[7] 葛君伟,贾文懿,等. 金矿床 γ 能谱分布现象及找矿预测[A]. 中国地球物理学会年刊[C]. 北京:地震出版社, 1994.

[8] 沈远超,曾庆栋,刘铁兵,等. 隐伏金矿定位预测[J]. 地质与勘探,2001,37 (1):1～5.

[9] 方 方,贾文懿,周蓉生. 累积测氡技术在勘查隐伏地质构造中的应用. 理工科技进展[M]. 成都:四川科学技术出版社, 1996.

[10] 罗先熔. 多种新方法寻找隐伏矿的研究及效果[J]. 地质与勘探, 1995 (1):44～49.

[11] 丘元德. 金矿带铀、钾、氡异常特征[J]. 地质与勘探,1992(8):53～56.

[12] 吴其斌,王君恒,崔霖沛. 勘查隐伏金属矿的新方法[J]. 地质与勘探,1999,35 (6):44～47.

[13] 赖万昌,周四春,葛良全,等. 应用原位 X 辐射取样技术现场测定钼矿品位[A]. 四川省、国土资源部"地学核技术"重点实验室年报(1998)[C]. 成都:成都科技大学出版社,1999,51～56.

[14] 谭克仁. 部分电提取法和吸附提取法在隐伏金矿床普查找矿勘查中的应用[J]. 黄金科学技术,2000, 8(2):26～29.

POLYTECHNIC METHODS USED IN THE GEOCHEMICAL EXPLORATION IN LUXI GOLD DEPOSITS

GAO Zhen - min[1], TAO Yan[1], LUO Tai - yi[1], HU Guang - yao[2], GU Jun - sheng[2], PU Chuan - jie[3]

(1. *Key Laboratory of Ore Deposit Geochemistry, Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang* 550002; 2. *Yunnan Geological Team of Nuclear Industry, Kunming* 650106; 3. *Yunnan Gold Administrative Bureau, Kunming* 650051)

Abstract: Geochemical survey is an important way in exploration of ore deposits. Several kind of exploration techniques included XRF analysis, γ - ray spectra, Rn detecting and electrical geochemistry had been used in the prospecting in Luxi gold deposits. XRF has quite effective for red - clay gold deposit. In the abnormal area of red - clay, to survey unconcealed carlin type deposits had been practiced by using γ - ray spectra as well as Rn detecting and then electrical geochemistry technology. A good effect had been achieved by using polytechnic methods in the explorative practice in Luxi gold deposits.

Key words: explorative geochemistry, gold deposit, Yunnan

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net