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

周四春[1] ,陈慈德[2] ,张志全[3] ,赵　琦[2] ,黄明湘[4]
(1. 成都理工学院 ,成都　610059 ;2. 四川地勘局 ,成都　610031 ;
3. 重庆 205 地质队 ,永川　402160 ;4. 四川川西北大队 ,绵阳　621000)

[摘　要]采用微机化携带式多元素 X 荧光仪 ,通过现场进行多元素测量获取多种找矿信息。利用多种 X 荧光信息间的相互验证、相互补充 ,准确确定找矿靶位 ,提高了找矿成功率。在"金三角 "地区的金矿找矿中 ,该技术取得了良好的找矿效果。

[关键词]微机化携带式多元素 X 荧光仪器　现场多参数测量　勘查金矿　找矿效果
[中图分类号]P631. 6+22 ,P631. 6+4　[文献标识码]A　[文章编号]0495 - 5331(2000)03 - 0053 - 03

1　前言

川、甘、陕三省交界处的 "金三角 ",是著名的黄金产地。该区域地表浮土覆盖广泛 ,加之海拔高 ,野外可工作时间短 ,找矿具有相当难度 ,迫切需要现场快速找矿手段。

80 年代 , 我国开始采用携带式放射性同位素 X 荧光仪 ,现场测量勘查金矿[1,2]。由于采用低分辨率闪烁晶体作探测器 , 每测量一种元素 , 仪器必须安装相应的一种平衡滤片对 ,否则无法分选出目标元素谱线 ,因此 ,在野外条件下 ,仪器实际上只能测量一种元素 ,本文将这种技术称之为单参数 X 荧光测量勘查技术。当所测元素因某些原因反映不好时 ,将无法指导找矿。在"金三角 "境内找矿难度越来越大的情况下 ,原有单参数 X 荧光技术的应用往往受到限制。

为解决地质找矿面临的问题 ,克服单参数 X 荧光测量勘查技术的缺陷 ,笔者在区内的找矿中进行了多参数 X 荧光测量勘查金矿的研究和应用 ,即采用新近研制的微机化多元素携带式 X 荧光仪 ,在现场同时测量多个元素 ,以获取多种 X 荧光找矿信息 ,在地质理论指导下通过这些信息间的相互验证与相互补充 ,准确确定找矿靶位以达到找矿目的[3]。

在川西"金三角 "的金矿找矿实践中 ,这种技术的应用 ,将传统地质找矿需几个轮回才能解决的问题在一次野外工作中加以解决 ,大大加快了找矿进程 ,提高了见矿成功率 ,取得了良好的找矿效果。

2　地质与地球化学机理

川西金三角地区的金矿类型基本均属构造蚀变岩型 , 岩性、构造、蚀变、指示元素异常是这类金矿的找矿标志。

砷、铜、锑等元素因与金地球化学性质基本相同 ,成为区内与金关系最密切的共(伴)生元素 , 因此是具有普遍意义的金矿指示元素。依据这些元素在成矿过程中析出温度不同 ,以及在表生条件下抗风化、淋滤等作用能力的不同 ,可以研究和预测金矿的埋深及剥蚀深度。而黄铁矿化、褐铁矿化、绢云母化(钾化)是区内各类金矿最常见的蚀变 ,因此 ,利用铁的异常或者钾的异常可以圈定蚀变带。此外 ,根据元素地球化学特性 ,砷与铁尚具有指示构造作用。利用上述元素在不同岩性中的丰度差异 ,还可以识别岩性。因此 ,在现场同时测量砷、铜、锑、铁等元素 ,加上地质与其它辅助手段配合 ,通过资料互补与相互验证 ,就能在野外快速获取金矿的各种找矿信息 ,准确地确定金矿有利赋存位置 ,确定金矿找矿靶位。

采用多元素 X 荧光仪 ,可以在野外现场及时测定并获得上述找矿信息。

3　仪器设备

为实现现场获得多种元素的 X 荧光信息 ,工作中采用了近期研制的 FD - 256 型携带式微机 X 荧光仪器。该仪器由探头、操作台与专用软件 3 部分组成(见图 1) , 整机重量仅 3 kg。

探头由低气压正比计数管及电荷灵敏前置放大器构成。操作台核心部分是以 80C31 单片机为基础构成的程控 256 道脉冲幅度分析器。仪器可设置并测量 8 个能窗内的计数 ,内置 5 种基体效应校正模型。仪器对 ^{55}Fe 5. 9 keV 射线的能量分辨率为 16 % ,最多可同时获得 6 种元素的信息。

[收稿日期]1999 - 02 - 04 ;[修定日期]1999 - 05 - 10 ;[责任编辑]王延忠
[基金项目]四川省地学核技术开放实验室开放基金项目

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

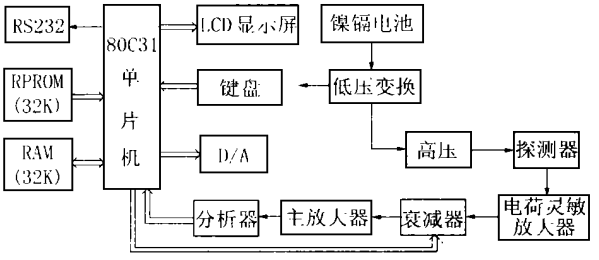

图 1　FD - 256 型 X 射线荧光仪器结构框图

4　野外工作程序

通过研究和找矿实践检验,在区内的找矿工作中形成了如图 2 所示的多参数 X 荧光测量勘查金矿野外工作程序。

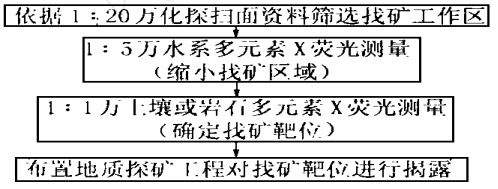

图 2　多参数 X 荧光测量勘查金矿野外工作程序

5　不同地区的找矿应用

5.1　快速确定金矿找矿靶位

ND 勘查区为新工作区。区内岩性主要为上三叠统新都桥组绢云母板岩、粉砂质板岩夹砂岩,以及上三叠统侏倭组的砂岩夹板岩。新都桥组是本区的含矿层位,金矿主要发育在破碎的板岩之中。构造主要有近东西向、北北东向及北西向三组。近东西向构造是本区断裂的主体,也是主要的含矿构造。含金蚀变主要有黄铁矿化、褐铁矿化、硅化和绢云母化。金矿石中 Au～As 相关系数高于 0.8,土壤中高于 0.7。堆浸回收的金成品中 含较高含量 Cu。

根据工作区金矿的上述特征和已知矿体上实验检验结果,选择 As、Cu、Fe 为 X 荧光测量指示元素。通过捕获 As、CuX 荧光异常获取矿体指示元素信息,利用 FeX 荧光异常的指示,圈定含矿蚀变带。在已知矿体上开展的岩石与土壤测量试验均表明(图 3),所制定的 X 荧光测量勘查金矿技术方案是可行的。

先期按 1∶5 万比例尺开展水系沉积物 X 荧光测量。12 天时间内完成 30 Km^2 面积的 X 荧光扫面工作,捕获 As Cu、Fe 综合异常 5 个(图 4)。除 X_3 号异常为已知矿体异常外,其余均为新发现异常。

继后,对 X_4 号异常进行 1∶1 万土壤加密测量,划分出 4 个异常带(图 5)。对处于构造有利位置,且伴有强烈蚀变的 As2 号异常带布置探槽揭露,当年开挖 5 个探槽全部见矿,控制矿体厚度 10 m～15 m,

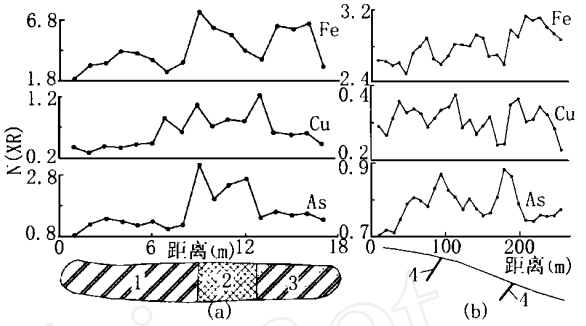

图 3　岩石(a)与土壤(b)测量实验剖面

1 —板岩; 2 —金矿体; 3 —粉砂质板岩;4 —金矿脉

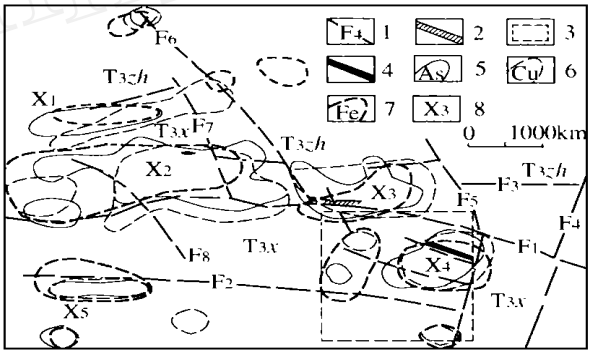

图 4　ND 区 1∶5 万 X 荧光异常图

T_3zh —上三迭统新都桥组绢云母板岩;T_3x —上三叠统侏倭组砂岩与板岩;1 —构造; 2 —已知金矿体;3 —1∶1 万 X 荧光测区;4 —新发现金矿体;5 - 砷异常;6 —铜异常;7 —铁异常;8 —X 荧光综合异常位置与编号

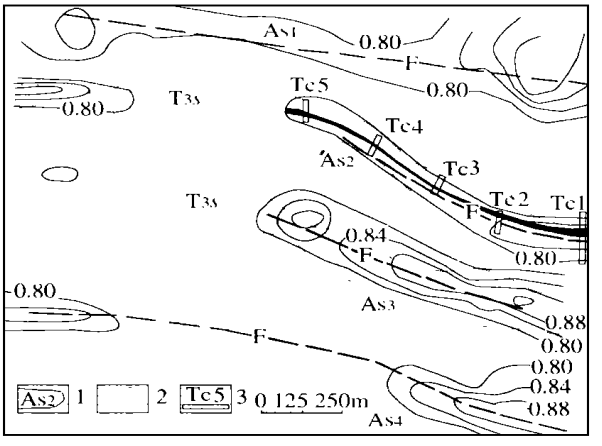

图 5　ND 区 1∶1 万砷 X 荧光异常图

1 —砷异常位置与编号; 2 —依据铁异常划分的蚀变带;3 —施工探槽位置与编号;(其它图例与图 5 同)

长度超过 1 000 m。此外,对 1∶5 万测量捕获的 X_2 号异常进行的初步解剖也见成效,布置两个探槽又全部见矿。X 荧光技术在该区的成功应用,使矿区见矿范围从不足 1 km 扩展到 6 km～7 km,获得的金矿储量已经超过中型。目前,对两处异常进一步的探矿工程均还在进行之中。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

5.2　指导矿区勘探和外围找矿

MK 金矿床是“金三角”内著名金矿床之一。通过对探槽壁、坑道壁、钻孔岩芯近 2 000 个测点(或岩石样品)的测量,获得了 Sb、Sr、As、Cu、Pb、Ni、Fe、Mn、Co 等元素的 X 荧光数据,据此建立了该金矿床的地球化学模式。得出该矿床各相关元素的垂向分带序列为: Sr—Ba—Sb—Hg—As—Au—Pb—Ag—Cu—Ni—Mn 由此筛选出该区域内用于勘查金矿的最佳指示元素: Sr 和 As。其中,Sr 作为金地球化学异常中的前缘元素,具有异常信息幅度高,易于被 X 荧光测量所捕获的特点,为金矿的中至远程指示元素;而 As 为金的矿体晕元素,其异常的位置与金矿的位置大体重合,且约宽于金矿的矿体宽度。

现场测量中,同时开展 Sr 和 As 的 X 荧光测量。其后,对 Sr 异常中产出的 As 异常进行重点解剖。当年在矿区外围开展 1∶10000 X 荧光扫面中发现工业金矿产地一处(见图 6)。目前,该金矿产地的金储量已超过中型。

除外围找矿外,应用 X 荧光多元素测量信息和所建立的矿床地球化学模式,对矿区内的金矿勘探工作进行了科学指导。在深部含矿性预测、指导探矿工程布置与地质采样上均取得明显成效。

如在矿区 11 号勘探线开展测量后发现了 Sr 异常场及其相伴生的 As、Cu、Pb 高异常区,经对比所建立的矿床地球化学模式,预测在该异常区下可能存在较大的富矿体。后经工程揭露,在 15 m 下方见到数米厚的富金矿体。

在地质采样中广泛采用 X 荧光测量资料作采样布置依据,使有意义样品的比例从原来的 30 %～50 %提高到 80 %左右,几年中由此节约的化验费已超过十万元。

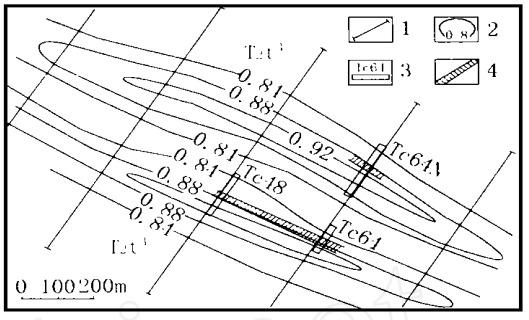

图 6　矿区外围某普查区 X 荧光测量成果

T_2t_3—塔藏群三段钙质砂质板岩与钙质石英粉砂岩;
1—测线位置;2—砷异常等值线(XR 单位);3—探槽位置与编号;4—新发现的金矿体;

6　结束语

在川西“金三角”内采用多参数 X 荧光测量勘查技术找金矿的实践表明,该技术由于仪器轻便,可以在找矿现场获取多种找矿信息,通过获取的多方面找矿信息间的相互补充与相互验证,提高了对金矿(化)体识别的能力,大大提高了找矿的成功率,因此,该技术特别适合于在象“金三角”这样偏远、野外可工作时间短的区域应用。

仅在本文的研究与找矿工作中,就已经在川西“金三角”地区先后为国家找到目前已达中型储量的两个新金矿产地(图 5、图 6),取得相当好的找矿效益。

可以预期,由于该技术的可操作性强、易于推广,它的应用范围必将不断扩大,前景是广阔的。

[参考文献]

[1]　章晔,等. X 荧光探矿技术[M]. 北京:地质出版社, 1984.
[2]　贾文懿,等. 核地球物理勘查实例选编[M]. 北京:地质出版社, 1989.
[3]　周四春,等. 多参数 X 荧光测量现场地球化学勘查金矿技术研究与应用[J]. 矿物岩石,1998,18(4):98～103.

WITH MULTI - PARAMETER XRF MEASUREMENT IN SITUS TRACING TO SOURCE OF ANOMALY AND DETEMINING TARGET LOCATION RAPIDLY FOR PROSPECTING GOLD IN JINSANJIAO, NORTHWEST OF SICHUN, CHINA

ZHOU Si - chun, CHENG Ci - de, ZHANG Zhi - quan, ZHAO Qi, HUANG Ming - xiang

Abstract: A XRF prospecting gold technique with mulit parameters has been developed. Through testing, verifying and complement each other between different XRF parameters, the technique can determine the target location of prospecting gold accuratly, and raise the percent of discovering gold. Perfect prospecting gold effects have been obtained in ‘Jinsanjiao’ northwest of Sichun, China.

Key words: Portable Multi - element XRF analyzer, in - situ measuring, prospecting gold, prospecting effect

第一作者简介:

周四春(1954 年 -),男。1982 年成都地质学院放射性地质与勘探专业研究生毕业,硕士。现为成都理工学院核工系教授,硕士生导师。主要从事现场找矿核仪器及方法技术的研究与教学工作。

通讯地址:四川成都市　成都理工学院核工系　邮政编码:610059

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net