

沟系土壤地球化学测量在贵州普晴锑金矿勘查区应用与找矿效果

刁理品^{1,2}, 韩润生^{2,3}, 方维萱^{2,3}

(1. 贵州省有色地质矿产勘查院 贵州 贵阳 550005; 2. 昆明理工大学国土资源工程学院, 有色金属矿产地质调查中心西南地质调查所 云南 昆明 650093;
3. 有色金属矿产地质调查中心, 北京 100012)

[摘要] 通过沟系土壤地球化学测量方法在普晴锑金矿勘查区中的实施, 确定各元素异常下限值为 $\text{Au } 7 \times 10^{-9}$ 、 $\text{Sb } 10 \times 10^{-6}$ 、 $\text{Cu } 200 \times 10^{-6}$ 、 $\text{As } 30 \times 10^{-6}$, 发现了一批有价值的地球化学异常, 对各元素地球化学异常区的找矿潜力进行分析, 结合地层、岩性等有利控矿因素综合评判主成矿元素异常、元素组合异常圈定4个找矿靶区, 确定了各靶区的主要找矿矿种, 对各靶区进行了必要的山地工程查证, 取得了较好的找矿效果。实践证明沟系土壤地球化学测量找矿方法在本区是有效的, 认识到在当前老矿区外围找矿中成矿元素弱异常、多元素组合弱异常区具有重要找矿意义。在此基础上较系统的总结了沟系土壤地球化学找矿方法步骤。

[关键词] 沟系土壤地球化学测量 化探异常查证 普晴勘查区 黔西南

[中图分类号] P632+.1 [文献标识码] A [文章编号] 0459-5331(2010)01-0120-08

Diao Li-pin, Han Run-sheng, Fang Wei-xuan. Application of soil geochemical survey in the Pu-qing antimony-gold exploration area deposit and prospecting effect [J]. *Geology and Exploration*, 2010, 46(1): 0120--0127.

0 引言

沟系土壤地球化学找矿是应用土壤地球化学测量了解沟系土壤中元素分布, 总结元素分散与富集规律, 研究其与矿体的联系, 通过土壤地球化学异常及其解释评价来进行找矿。国内多个地质找矿应用(李发明等, 2008; 李国华等, 2001; 刘增铁, 1993; 吕国安等, 1987; 吕军, 2005; 罗正传, 2005; 陶琰等, 2002; 王瑞廷等, 2002; 夏广清, 2006; 肖晓等, 2009; 谢学锦等, 2004; 臧兴运, 2007; 张国义等, 2003; 张喜新, 1989;) 实践表明, 该方法在寻找锑、金、铜等矿时能在短时间内经济、有效地缩小靶区, 圈定基本异常形态和规模, 查明异常源, 对异常的成矿远景做出评价, 综合地质条件确定优选靶区, 对其有潜在成矿远景的最佳异常开展较详细的工作, 为进一步开展矿产勘查提供较详实的地球化学依据。但是, 在亚热带景观区该方法处于试验研究过程, 本文以贵州

普晴锑金矿普查找矿为例, 介绍这种地球化学勘查方法应用效果。

普晴勘查区位于我国著名的大型锑矿产地—贵州大厂锑(金)矿田西北部, 属矿田外围地区, 根据中央财政补助中央(地方)矿产勘查项目《贵州省晴隆县大厂锑(金)矿田西部普晴锑金矿普查》工作要求和该区植被覆盖强的特点, 沟系土壤地球化学测量是否适合贵州普晴地区景观地球化学条件, 在开始施工之前, 我们进行了采样介质、采样深度和富集粒度等试验, 在取得该方法试验成功的基础上, 选择了1:25000沟系土壤地球化学测量在矿田外围普晴勘查区 36 km^2 内缩小找矿靶区, 进一步确定找矿靶位, 大致圈定找矿有利地段寻找红土型金矿和原生锑(金)矿, 在此基础上进行山地工程验证, 为地质勘查工作提供依据^{①②}, 同时, 实践证明沟系土壤地球化学测量在贵州其他地区可以进行推广应用。

[收稿日期] 2009-08-02; [修订日期] 2009-11-22; [责任编辑] 陈喜峰。

[基金项目] 国家财政部资补项目(295050028-6)、教育部新世纪人才支持计划项目(NCE-04-917)及昆明理工大学创新团队项目(2009)联合资助。

[第一作者简介] 刁理品(1981年—), 男, 2007年毕业于昆明理工大学, 获硕士学位, 从事矿产地质勘查与评价工作。

1 研究区地质与景观地球化学条件

工作区位于对大厂锑(金)矿田成矿有重要作用的碧痕营背斜西翼,近东西向、近南北向和东西向次一级断裂构造发育,岩浆活动发育。地层以二叠系为主,地层产状平缓,总体倾向南西向,倾角 10° 左右。出露地层由老至新依次为二叠统茅口组、“大厂层”、峨眉山玄武岩组和龙潭组及第四系。原生锑金矿含矿层位为“大厂层”和龙潭组第一段,主含矿层位为“大厂层”,红土型(氧化型)金矿含矿层位为茅口组喀斯特侵蚀面上第四系红土。“大厂层”位于茅口组灰岩顶部和峨眉山玄武岩组底部之间,由强硅化灰岩、粘土岩和变余玄武岩组成的一套硅化蚀变地质体。综合分析本区成矿地质条件和已有的地质工作资料,认为本区应以寻找红土型(氧化型)金矿、原生锑(金)矿为主,兼顾铜及其它矿种。但本区锑、金矿含矿层产状均近水平,给矿产勘查工作带来了很大难度和风险,传统的钻探和坑道手段有效,但费用高且风险较大。因此,需要探索和研发快速有效的圈定找矿靶位新方法技术。

工作区位于云贵高原中南部,属中国亚热带高原季风湿润气候。区内山脉连绵,岩溶发育,年平均气温 140°C 左右,年平均降雨量在 1600 mm ,区内沟系发育,呈树枝状(羽裂沟),羽裂沟分布密集且较陡,呈V字形,沟底可见残、坡积层,局部因流水冲刷出基岩。

区内沟系和微沟系发育,并在地形图上清晰易于辨认,地形切隔较强,风化作用明显,残坡积物、冲刷物具有一定厚度,具备开展沟系土壤地球化学测量找矿方法的应用条件,经过沟系土壤地球化学勘查方法试验证明可以在本区取得较好的找矿效果。

2 方法技术

依据地质工作需要,确定本次沟系土壤地球化学测量比例尺为 $1:25000$ 已能满足地质工作要求,所用地形图比例尺 $1:10000$,测量面积为 30 km^2 。

2.1 准备工作和要求

准备工作包括勾绘水系、布设采样点、清绘工作布置图以及施工材料的准备。

在勘查区及相邻外围地区地形图上,将大于 50 m 以上的水系和微沟系(包括干沟、季节性溪流)详细勾绘出来。将采样点布在I、II级沟系、微沟系及凹地中,点位布设在沟系边坡,沿沟系点距为 $50\sim 100\text{ m}$,沟系末梢的最后一个点距分水岭不大于 $50\sim 100\text{ m}$ 。根据所寻找矿种主要为锑、金矿,矿化规模范围一般较小和矿床为热液型成因类型等,确定本区布点密度 $30\sim 50\text{ 点}/\text{km}^2$,实际采样密度 43

点/ km^2 。采样点布设完毕后,对其以方里网格为基本单位从上到下、从左到右统一依次编号。

2.2 工作方法实施

(1) 野外定点:野外定点主要以识地形图方式为主,在不太确定的位置用手持GPS定位确定,点位误差不超过 50 m 。在确定点位无误并可采样的情况下,在采样点附近醒目的地方用红油漆编写采样点编号(方里网格号—样品号),以便于后期采样质量的检查并对圈定的异常进行检查、验证。

(2) 野外采样:依据对本区进行沟系土壤地球化学测量进行的方法试验研究确定本次采样层位为土壤淀积层(B层)上部,淀积层(B层)上部在本勘查区一般深度为 $20\sim 40\text{ cm}$ 深。采样时,在沟系两旁边坡的 30 m 范围内采集 $3\sim 5$ 个子样组合为一个样,子样的重量及样品性质尽量保持一致,组合样重量大于 1000 g ,确保粗加工后送样样品重量大于 100 g 。

野外采样严格安排大比例沟系土壤地球化学要求采样,保证了点位准确,共采样品 1287 件,采样率达 98% 以上,符合次生晕地球化学测量采样达标率要求。野外检查重采样品为 25 件,达到了土壤地球化学测量规范所要求的重采样百分比要求。

(3) 样品简单加工及送样分析:对野外采集回的样品及时晒干,用木棒敲碎,依据方法试验研究确定的粗加工粒级为 $-20\sim +40$ 目粒级段对样品进行粗加工,按顺序填写送样单,及时送出分析样品化验,确定分析元素为Cu、Pb、Mn、V、Ag、Zn、As、Sb、Hg、Au。

2.3 背景值及其上限值的确定

背景值和背景上限的确定是沟系土壤地球化学测量资料综合整理的先行步骤。确定背景值及背景上限的方法有多种,常用长剖面法、图解法(其中包括直方图解法、概率格纸图解法)和计算法等。矿区外围找矿相对区域化探来说具有特殊性,其研究的总体中可能包含多个总体,如矿体、矿化、蚀变、正常围岩等,故它是复合母体,同时由于某些矿床的成矿过程中,元素有带入与带出出现,形成空间分带,故在矿床周围可能有正、负异常出现。对原始数据进行分析表明数据原始对数值符合正态分布,由于此次土壤地球化学测量在矿区外围地区进行,异常下限的确定结合了长剖面法与频率统计方法来进行,具体做法为以勘查区内的锑金矿化点附近的数据做参考,结合数据频率统计使异常数据保持占有数据 $30\%\sim 40\%$ 这一原则进行。依据异常下限值在MAPGIS中利用DTM分析做出异常图。

3 土壤地球化学异常分析

3.1 金异常特征分析

分析数据反映,数据差别较大,最大值为

116.17×10^{-9} , 最小值为 0.88×10^{-9} , 最大值与最小值之比为 132, 算术平均值为 6.86×10^{-9} , 变差值为 81.02, 标准变差为 9.00。依据本区以找红土型金矿为主, 结合确定异常下限值方法中长剖面法和数据频率统计原则确定金异常下限为 7.00×10^{-9} , 在 MAPGIS 中进行离散数据网格化后进行平面等值线图绘制得出土壤地球化学 Au 异常图(图 1)。

金元素异常主要分为两大区: 一区位于测区东南侧, 出露地层主要为灰岩及第四系; 另一区位于测区中部, 出露地层主要为龙潭组一段。为便于异常区的地质调查与验证将 Au 元素异常区依次编号, 分为五个异常区, 等值线边界值为 14×10^{-9} 。异常区 1 长、宽都较大, 但异常中心等值线值不高, 异常检查时发现此区出露有“大厂层”, “大厂层”上部已

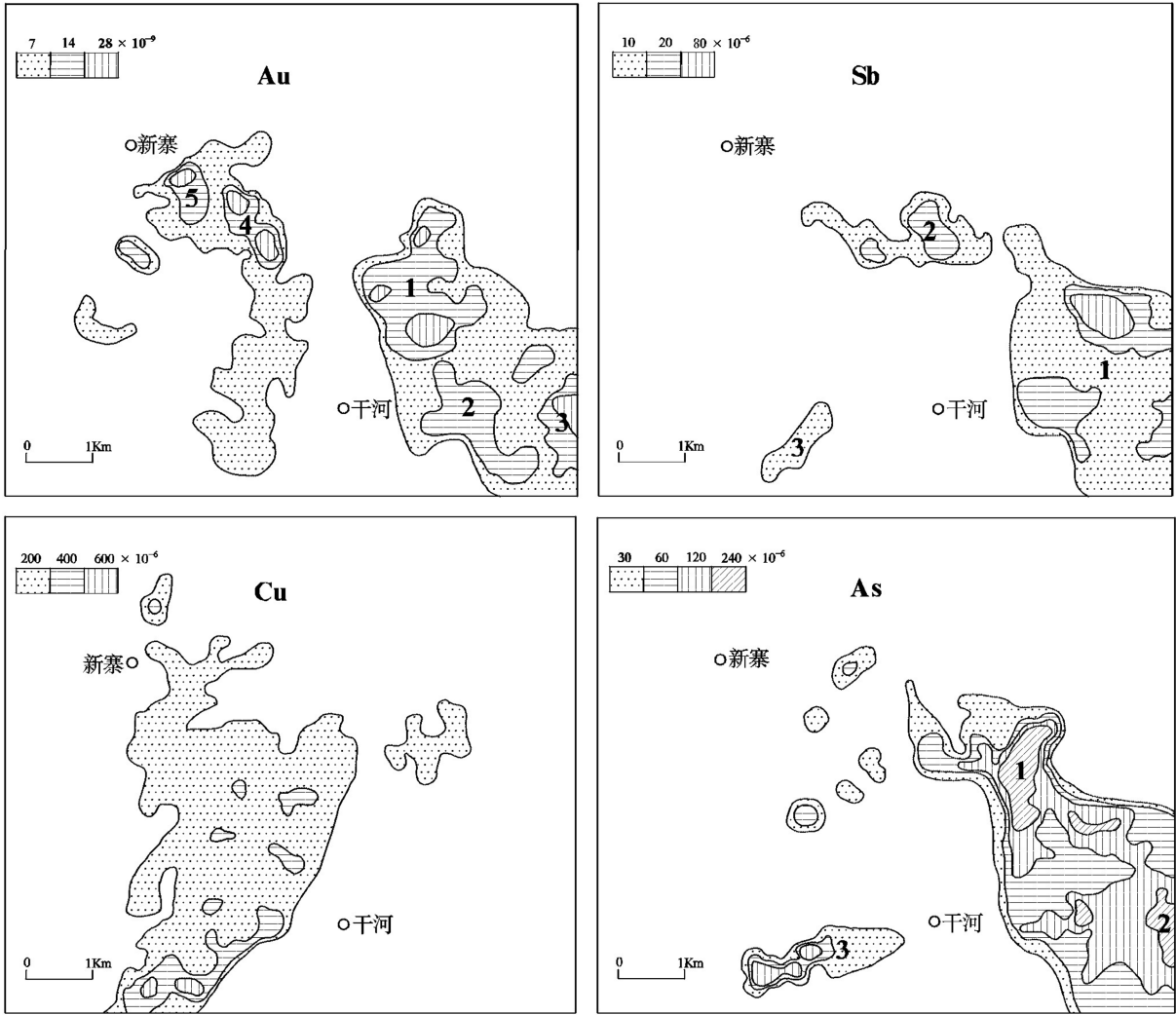


图 1 普晴勘查区沟系土壤地球化学测量 Au、Sb、Cu、As 异常图

Fig. 1 Au, Sb, Cu, As anomalies of soil geochemical survey of valley in Puqing exploration area

风化剥蚀掉, 部分地段“大厂层”已全部风化剥蚀掉。大厂层”中含金但含量不高, 后期新构造运动影响使本区抬升遭受剥蚀使“大厂层”以上地层全部剥蚀掉, “大厂层”部分剥蚀掉, 表生作用使“大厂层”风化的土壤中次生金表现了一定的富集, 从而引起了异常。异常区 2 是以袁家大山附近为代表的区域, 异常区 3 位于测区右下角, 两异常区出露第四系及灰岩, 异常的引起可能是由于“大厂层”被剥蚀掉后由于表生地球化学作用使次生金富集的结果;

在三个异常区布置轻型山地工程, 有望找到次生金矿及大厂型残余金矿。异常区 4 近北西向, 长 1200 m、宽 300 m 左右, 异常中心等值线值 $> 28 \times 10^{-6}$, 最高点 Au 为 116.17×10^{-9} 。异常区 5 近北东向, 长 500 m、宽 300 m 左右, 异常中心等值线 $> 28 \times 10^{-6}$, 最高点 Au 为 106.64×10^{-9} , 异常中心地带位于镇胜高速路段。异常区 4、5 出露的地层均为龙潭组一段, 在龙潭组出露区, 土壤中金含量如此之高应引起重视。

3.2 锑异常特征

原始数据差别大,最大值与最小值之比为2920,最大值为 1430.5×10^{-6} ,最小值为 0.49×10^{-6} ,算术平均值为 14.2×10^{-6} ,变差值为3090.02,标准变差为55.59。结合确定异常下限值方法中长剖面法和数据频率统计原则确定本区锑元素异常下限为 10×10^{-6} ,在MAPGIS中进行离散数据网格化后进行平面等值线图绘制得出锑元素土壤地球化学异常图(图1)。

总体分为三个异常。异常区1面积较大,近北西向,异常中心以干塘、碛堡、袁家大山为代表的区域,以碛堡为中心的异常区中心地带 $Sb>160\times10^{-6}$,最高值为 1430.5×10^{-6} ,异常的引起可能为本区原有“大厂层”风化剥蚀掉后,导致了Sb在土壤中的次生富集。次生锑矿又称第四系“红锑矿”,国内其主要分布在桂西南泥盆系-石炭系之上,尤其是上泥盆统分布区。该异常区是否存在“红锑矿”类型有待于进一步工作。异常区2在林区内,异常近北西向,边界等值线为 20×10^{-6} ,长900 m、宽400 m左右。异常区2面积虽然不大,边界值和异常中心也不太高,但此异常区地处林区,其浮土较厚,且已有地质资料表明此处“大厂层”保存较好,所以要对此异常有一定的重视。异常区3近北东向,异常呈条带状展布,异常边界值不高,但该区构造发育,“大厂层”保存较好,成矿条件优越,通过探槽与浅坑揭露到龙潭组一段中的锑、金矿化。

3.3 铜异常特征

最大值为 1046.6×10^{-6} ,最小值为 14.0×10^{-6} ,最大值与最小值比为100,算术平均值为 179.1×10^{-6} ,变差值为14151.2,标准变差为119.0。由变差值可知数据间差别大。确定Cu异常下限为 200.0×10^{-6} 。从图1不难看出Cu异常面积较大,从区域地层看,异常区内主要出露地层为玄武岩组和龙潭组一段。土壤地球化学测量实际生产中,当Cu异常 $>500\times10^{-6}$ 时,野外进行工程验证如果为真异常一般都可可见到矿化。初步研究认为铜异常的引起可能与玄武岩地层有关,本次土壤地球化学测量中 $>500\times10^{-6}$ 数据为33个,显示了本区有一定找铜潜力。

沟系土壤地球化学异常可以为大范围峨眉山玄武岩的铜矿找矿提供线索,从而缩小找矿靶区,要使找铜工作在本区取得突破不但要在认识观念上突破,还要结合多种探矿方法,注意对产生异常的关键因素的研究,在野外工作上注重对铜矿化现象的识别。

3.4 砷异常特征

从图1中可看出,总体上看,As元素异常可分

为两个较大的异常区。其一是为干塘、碛堡、袁家大山为代表的异常区,为便于后期异常查证明确此异常区分为二小区:As异常区1为干塘、碛堡为异常中心代表的地区、异常区2为袁家大山为异常中心的代表地区。As元素异常区1近北东向,异常等值线边界值为 120×10^{-6} ,长1300 m、宽500 m左右,异常中心等值线 $>960\times10^{-6}$,与F₁因子、Sb元素异常叠加。区内有“大厂层”出露,厚度差别较大,目前剥土轻型山地工程揭露表明此区存在金矿点的可能性很大,锑矿是否存在有待于钻孔进一步揭露。As元素异常区3近北东向,异常等值线边界值为 120×10^{-6} ,长1200 m、宽400 m左右,异常中心等值线值 $>480\times10^{-6}$ 。此区出露地层主要为上二叠统龙潭组一段,龙潭组以下为峨眉山玄武岩,就已施工的钻孔揭露的情况看,“大厂层”厚度为35 m左右。

3.5 元素组合异常特征

采用Statistics统计分析软件对原始数据的常用对数值进行R型因子分析。得到方差极大旋转因子载荷矩阵及异常,按照累计方差贡献值达62%,得到4个主因子:F₁:As、Sb、Hg、Au;F₂:Cu、V;F₃:Mn、Zn;F₄:Pb。其中F₁因子贡献率达32.1%,为一组低温成矿元素组合且是前缘晕元素组合。

在图2中,异常等值线值在1.3以上的面积较大的有2处,分别为F₁因子异常区1、异常区2,其次以异常区3、异常区4为代表的区域。

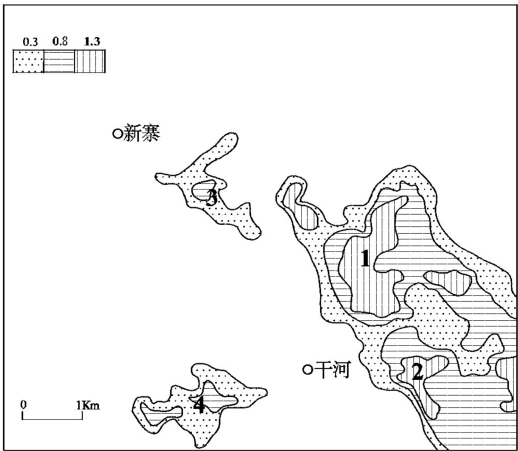


图2 沟系土壤地球化学测量元素组合(F₁:As-Sb-Hg-Au)异常图

Fig.2 Element association (As-Sb-Hg-Au) anomalies of soil geochemical survey of valley in Puqing exploration area

F₁因子异常区1是以干塘、碛堡为代表的区域,异常近南北向,长1700 m、宽400 m左右。异常区1中以干塘为代表的地区内出露的地层为第四

系、“大厂层”、玄武岩组,以碉堡为代表的异常区出露为第四系及灰岩地层。 F_1 因子异常区 2 是以袁家大山附近为代表的区域,异常近东西向,长 1000 m、宽 300 m 左右,出露的地层为第四系、灰岩地层,此区在某些灰岩岩溶发育地段,其后期充填的第四系厚度较大,已有工程揭露有 20 多米。异常区 3、异常区 4 位于林区内,出露的地层为龙潭组一段。两异常区虽然面积不大,因子值也不高,但各元素在土壤中元素含量相对于此周围同地层土壤中有明显的异常,数值整体性较好,同时鉴于两异常区内 As 元素与周围其它地区有龙潭组出露的地方相比含量较高,应引起重视。

4 找矿靶区的优选

依据异常解释与评价的原则,综合评判主成矿元素异常、次生元素组合异常及指示元素异常,考虑异常所在位置、异常的特征、异常位移与地质体间的关系,结合地质条件,确定了以下四个找矿靶区(图 3):

(1) 靶区 1:依据有 Au、Sb、As 及 F_1 高异常,此靶区受矿田主构造碧痕营背斜切割,出露地层为灰岩及第四系风化土壤,第四系红土发育。经后期野外现场踏勘,认为本靶区内原有“大厂层”已全部风化剥蚀掉,依据异常中心的形态可在第四系地段布置一定数量的探槽、短坑道、浅井进行揭露,在矿化较好地段布置浅钻,以寻找红土型金矿、次生锑矿(红锑矿)为主。

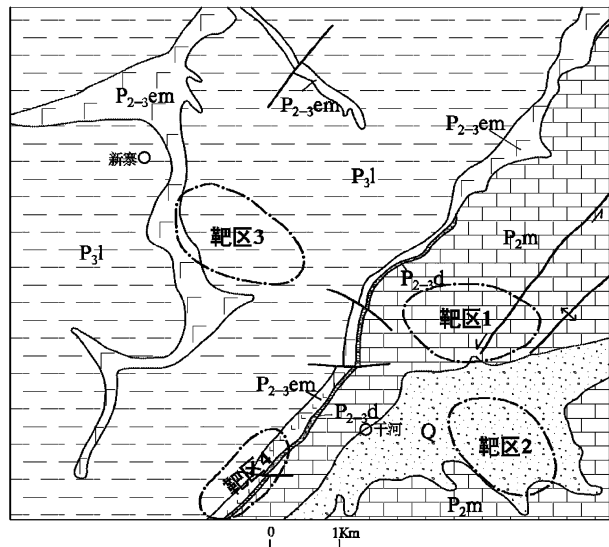


图 3 普晴锑金勘查区沟系土壤地球化学测量找矿靶区图
Fig.3 Prospecting targets of soil geochemical survey of valley in Puqing exploration area

(2) 靶区 2:依据有 Au、As、 F_1 高异常,出露地

层为灰岩及第四系土壤,第四系红土发育,局部地段第四系红土厚度超过 25 m。经后期野外现场踏勘,认为本靶区内原有“大厂层”已全部风化剥蚀掉,依据异常中心的形态可在第四系中布置相应方向一定数量的短坑道、浅井、剥土进行揭露。以发现红土型金矿(化)体。

(3) 靶区 3:依据有 Au、Sb、Cu、 F_1 、As 异常,其中 Au 异常中心异常显著,经后期野外现场踏勘,出露地层主要为龙潭组一段地层。经后期野外现场踏勘发现此区控矿构造发育。依据此异常区异常中心地形坡度不小于 30°、覆盖层厚度不大于 1 m 从沟系土壤地球化学异常逆坡向(异常物质来源的方向)端点布置探槽、剥土工程,顺异常来源之坡向延伸。揭露后综合研究原岩地球化学特征与异常的分布、形态、规模、元素组合含量及变化、分带性间的关系,在成矿较好地段可结合其他方法进行进一步的找矿工作。本靶区找矿为寻找龙潭组一段中的原生锑(金)矿、玄武岩中的铜矿为主。

(4) 靶区 4:依据有 Sb、As、Cu、Au 异常,其中 As、Cu 异常显著,Sb、Cu 异常形状基本与地层产状一致,出露地层主要为龙潭组一段、玄武岩组。本靶区内构造发育,某此地段原岩蚀变较强,可在构造与异常相对集中的位置布置探槽、坑道、剥土进行揭露,在局部成矿较好的地段可用钻探工程进一步揭露。本靶区找矿为寻找龙潭组一段中的锑(金)矿、“大厂层”中的锑(金)矿、玄武岩中的铜矿为主。

5 工程验证

(1) 靶区 1:对该靶区实施了探槽、短坑道、剥土等轻型山地工程(图 4)。剥土 BT173、BT171 工程揭露到半风化的“大厂层”,属氧化(半氧化)金矿化;剥土 BT173 揭露到“大厂层”的厚度为 35 m,“大厂层”中存在着金矿化,10m 厚的“大厂层”金含量为 0.15×10^{-6} ;BT171 揭露到的“大厂层”厚度为 9 m 左右,3 m 左右存在着矿化。两处工程相对处于负地形区,附近灰岩大面积出露,可能处于古喀斯特岩溶负地形区。金含量不高,可能是“大厂层”风化程度不高,导致金的活化迁移、富集作用不充分。在局部“大厂层”风化程度较高地段,金的含量可能相对高些。

探槽 TC211、TC312,短坑道 KD199,斜坑 XK211(图 4)等工程揭露到了部分低品位的红土型金矿,控制深度为 3 m。“大厂层”及其以上地层已被风化剥蚀掉,出露地层为第四系红土和茅口组灰岩,此地段灰岩地区喀斯特作用发育,导致第四系红土厚度变化较大,单从地表难易估算红土厚度,给红土型金

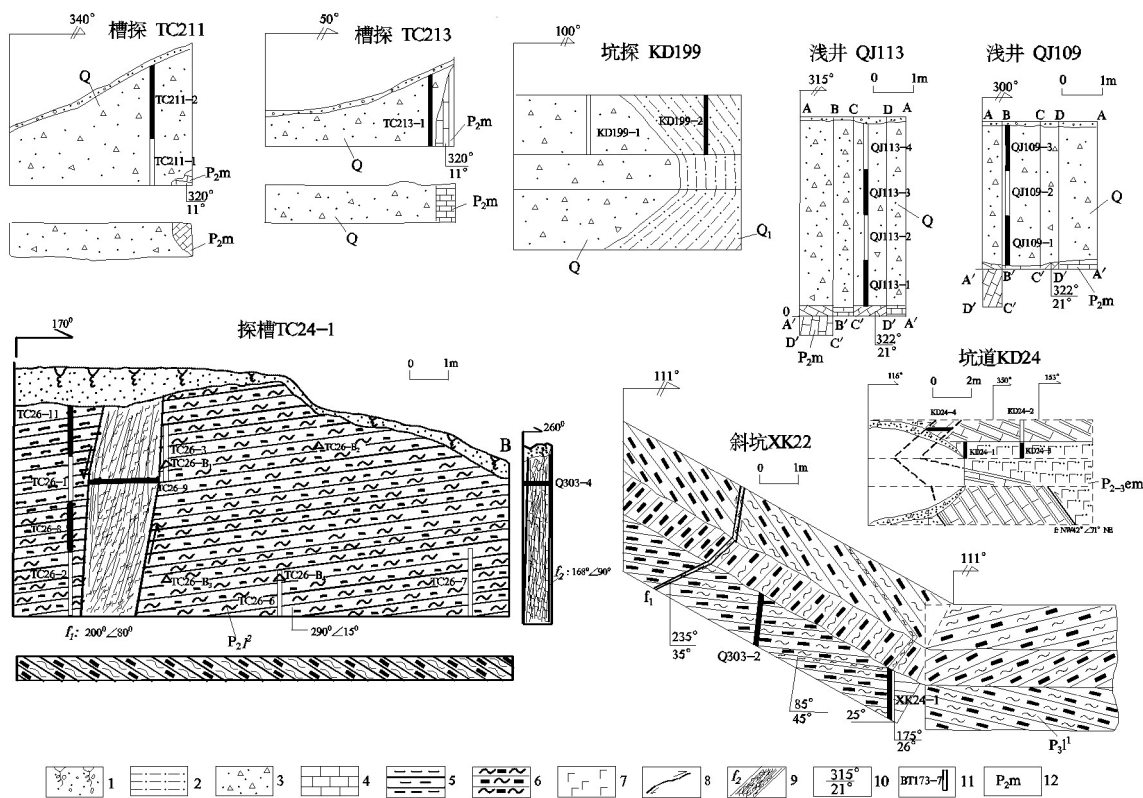


图 4 找矿靶区部分实施工程素描图

Fig. 4 Projects for prospecting targets of soil geochemical survey of valley in Puqing exploration area

1-第四系腐殖土、浮土;2-第四系红土;3-第四系含砾风化土;4-灰岩;5-粘土岩;6-硅化黄铁矿化粘土岩;7-玄武岩;8-断裂;9-断裂破碎带及编号;10-产状;11-取样位置及编号;12-地层代码

1-Quaternary soil;2-Quaternary laterite;3-Quaternary weathered clay;4-limestone;5-clay rock;6-silicified pyritized clay rock;7-basalt;8-fault;9-shattered fault zone and number;10-occurrence;11-sampled position number;12-strata code

矿找矿工程带来了不小的困难。短坑道 KD199 相对标高较低,红土厚度在 20 m 以上,坑道中可见大量的粘土矿物和铁矿物,粘土矿物以高岭石和伊利石、铁矿物以褐铁矿为主,所取两件样品金在 0.1×10^{-6} 以上,表明在本区找到有价值的红土型金矿(点)是可能的。

(2) 靶区 2:对该靶区实施了探槽、短坑道、剥土、浅井等轻型山地工程(图 4)。

坑道 KD109,浅井 QJ113、109,探槽 TC157,剥土 BT103 中均见到红土型金矿化。浅井 QJ113 的 4 件样品中,QJ113-1、QJ113-2、QJ113-3、QJ113-4 样品金含量依次为 0.13×10^{-6} 、 0.18×10^{-6} 、 0.28×10^{-6} 、 0.22×10^{-6} ,总体上看金的含量随着红土深度的加深显示出逐步增高现象;从剥土 BT103 揭露的红土厚度大于 20 m,剖面中不难看出本区岩溶作用特别发育,岩溶小漏斗较多,赋存于这些灰岩小漏斗中红土中往往金的含量较高。

(3) 靶区 3:对该靶区实施了剥土 BT127-2 工程,揭露情况表明此区构造发育,在局部地段 2 m 范

围内发育 3 条小断裂,龙潭组一段中硅化、褐铁矿化作用强烈,粉砂岩和褐红色粘土岩中出现了金矿化,矿化厚度 5 m。

(4) 靶区 4:对该靶区实施完成了探槽 TC24-1、TC24、BT22、TC43,坑道 KD24、KD26,斜坑 XK22 及剥土工程(图 4)。工程揭露情况表明,本区段内控矿构造发育,断裂交汇部位常会出现矿体,工程 TC24-1、KD24、XK22 中出现星点状、细脉状辉锑体的部位均是断裂交汇部位,特别是近 SN 向和近 EW 向断裂交汇部位。TC24-1、XK22 所反映出的是同一条锡矿化带。

TC24-1 探槽已控制近 SN 向断裂中的脉状矿化体,走向延长约 100 m,厚度 0.5 ~ 0.7m,编号 Q303-4 样品 Sb 品位为 4.37%;层状矿化体铅直厚度 0.95 ~ 3.2m,Sb 0.33 ~ 0.63%,Au 0.01 ~ 0.11×10^{-6} ,其产状倾向北西,倾角 10 ~ 15°。

6 沟系土壤地球化学测量工作流程

实践证明,在贵州普晴锡金矿找矿中,沟系土壤

地球化学找矿是一种勘查发现能力较强的找矿方法,根据该方法在本区的实施,该方法工作流程包括:

- (1) 确定找矿远景区;
- (2) 资料搜集;
- (3) 采样层位与样品粗加工粒度的试验研究;
- (4) 工作方案设计;
- (5) 野外采样;
- (6) 样品加工与分析、质量监控管理;
- (7) 资料整理;
- (8) 成果评价解释及异常验证等。

通过沟系土壤地球化学测量在普晴勘查区找矿过程中的系统性应用,对沟系土壤地球化学测量找矿方法实施步骤有了进一步认识,在参照前人研究^{③④}基础上,对沟系土壤地球化学测量找矿的方法实施步骤做一总结,以流程图形式表现出来(图 5)。在今后利用土壤地球化学测量找矿过程中,可参考此工作流程实施。实践证明,沟系土壤地球化学勘查对于贵州普晴地区锑金矿床(近水平产状)这种地质条件和成矿特征具有很强的勘查发现能力,可以快速有效圈定找矿靶位,为钻探和坑探提供设计验证目标。

致谢:本文是在导师指导下实际完成的硕士论文所做,感谢昆明理工大学有色金属矿产地质调查中心西南地质调查所提供这一平台。野外采样工作得到了西北有色局物化探大队的大力支持,在此深表谢意。

[注释]

- ① 韩润生,刁理品,方维萱. 2006. 贵州省晴隆县大厂锑矿田西部普晴锑金矿普查 2005~2006 年度项目执行情况总结报告[R]. 昆明:有色金属矿产地质调查中心西南地质调查所
- ② 刁理品. 2007. 贵州普晴锑金矿区沟系土壤地球化学测量及找矿预测[D]. 昆明理工大学硕士论文,昆明:昆明理工大学
- ③ 吕国安. 1992. 化探沟系次生晕普查技术规程(讨论稿). 甘肃有色地质勘查局
- ④ 中国有色金属工业总公司矿产地质研究院. 1993. 大比例尺沟系土壤地球化学测量技术规定(讨论稿)

[References]

Diao Li-pin,Han Run-sheng,Li Bo,Wang Lei,Dong li-chun. 2008. Preliminary analysis of the structure ore control in Qinglong Dachang Antimony ore field,South-Western Guizhou Province[J]. Journal of Kunming University of Science and Technology (Science and Technology), 33(2):5-10

Hou Jing-ru,Zhang Shu-quan,Zhang Ting-xun, Shen Shi-liang, 1991. Jiang Yi. Processing of secondary halo data and assessment of geochemical anomalies using lognormal universal kriging[J]. Geology and Exploration, 27(10):43-50

Li Fa-ming,Dong Yi,He Cai-fu,Shi Gen-hong. 2008. Prospecting cases by applying valley system secondary halo measurement to Gouli area in Dulan county,Qinghai province[J]. Mineral Resources and Geology, 22(5):456-460

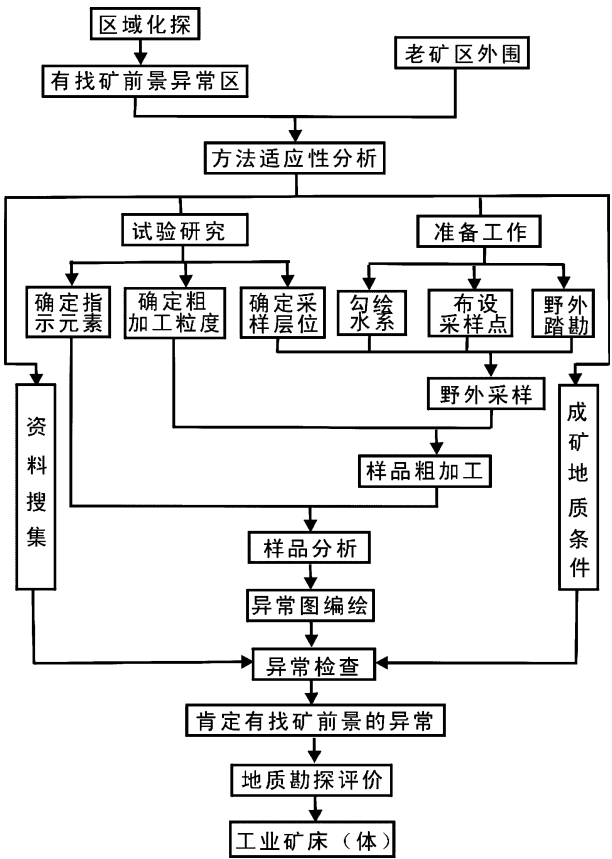


图 5 沟系土壤地球化学测量找矿方法流程图
Fig. 5 How charit of ore prospecting technology for soil geochemical survey of valley

Li Guo-hua,Wang Da-wei,Wang Guo-fu,Huang Zhi-liang. 2001. 1:25000 geochemical prospecting by secondary halo of valleys[J]. Geology and Exploration,37(3):50-52

Liu Zen-tie. 1993. Methods and effectiveness of secondary halo survey over Au-deposits in northern qilian areas, Qinghai province[J]. Geology and Exploration,29(6):49-53

Lv Guo-an,Liu Quang-qing. 1987. The ravine system primary-secondary halo method for fast evaluation of dispersion train anomalies[J]. Geology and Exploration, 23(9):53-58

L v Jun, Wang Jian-min, Wang Hong-bo, Yu Rong-wen, Zhang Da-peng. 2005. The application of soil survey to the sandaowanzi gold deposit[J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 29(6):515-518

Luo Zheng-chuan. 2005. Application effect of secondary halo measurement of drainage system in gouli area of east kunlun orogenic belt,qinghai[J]. Mineral Resources and Geology,19(6):679-682

Tao Yan,Gao Zhen-min,Wang Jiang-zhen,Zhang Huan. 2002. Feasibility of geochemical soil survey in exploring concealed ore of gejiu tin deposits[J]. Geology and Exploration,38(5):54-57

Wang Rui-ting,Fang Wei-xuan ,Ouyang Jian-ping . 2002. Characteristics of supergene geochemical anomalies in ertaizi gold-copper orefield, Zhen'an, Shanxi Province[J]. Mineral Deposits, 21(4):356-365

Wei Fu-sheng. 1990. Background values of sovil elements in China[M]. Beijing:China Environmental Science Press:501-530

Xia Guang-qing. 2006. Soil geochemical anomaly characteristics of habategai

silver polymetallic ore deposit,east ujimqin county,inner mongolia[J]. Contributions to Geology and Mineral Resources Research, 21(supp 1): 144-148

Xiao Xiao, Tang Jing-tian, Xi Chao-zhuang, Wang Ye, Zhang Ji-feng, Du Hua-kun. 2009. Characteristics and indication significance of the secondary halo in dehelongwa Cu-Au deposit in qinghai[J]. Metal Mine, 33(2):105-109

Xie Xue-jin, Cheng Zhi-zhong, Cheng Hang-xin. 2004. Future development of applied geochemistry in China[J]. Geol China, 31(supp1):17-39 (in Chinese with English abstract)

Yang Zhong-fang, Zhu Li, Chen Yue-long. 1999. Modern environment geochemistry[M]. Beijing: Geological Publishing House; 381-383

Zang Xing-yun, Wang Jian-xin, Zhao Li-gang, Xie Hai-dong, Zhang Jun-hua. 2007. Pedogeochemical survey data processing and ore prospecting in volcanic terrain—take Liushuhezi gold-copper deposit field as an example[J]. Gold, 28(4):10-13

Zhang Guo-yi, Zhang Lian-fa. 2003. The effect of soil geochemistry survey on prospect in penglai county, shandong province [J]. Contributions to Geology and Mineral Resources Research, 18(supp1):141-144

Zhang Xi-xin. 1989. Secondary halo over the naoniushan cu-ore area; its zoning signature and exploration effectiveness[J]. Geology and Exploration, 25(11):49-51

Zhang Xue-shu. 1998. The characteristics and prospecting significance of beiya laterite Au deposit of the alkaic porphyry metallogenetic zone in west yunnan[J]. Yunnan Geology, 17(2):154-158

[附中文参考文献]

刁理品, 韩润生, 李 波, 王 雷, 党立春. 2008. 黔西南晴隆大厂锑矿田构造控矿特征[J]. 昆明理工大学学报(理工版), 33(2):5-10

侯景儒, 张树泉, 张廷勋, 申士亮, 姜 毅. 1991. 次生晕数据的对数正态泛克立格法研究及异常评价[J]. 地质与勘探, 27(10):43-50

李发明, 董 毅, 何财福, 施根红. 2008. 青海省都兰县沟里地区沟系次生晕找矿实例[J]. 矿产与地质, 22(5):456-460

李国华, 王大伟, 王国富, 黄志良. 2001. 1:2.5 万沟系次生晕地球化学找

矿方法探讨[J]. 地质与勘探, 37(3):50-52

刘增铁. 1993. 北祁连地区金矿次生晕测量方法及找矿效果初探[J]. 地质与勘探, 29(6):49-53

吕国安, 刘泉清. 1987. 快速评价分散流异常的沟系原、次生晕方法[J]. 地质与勘探, 23(9):53-58

吕 军, 王建民, 王洪波, 于荣文, 张大鹏. 2005. 土壤地球化学测量在三道湾子金矿床的应用[J]. 物探与化探, 29(6):515-518

罗正传. 2005. 沟系次生晕测量在青海东昆仑造山带沟里地区的应用效果[J]. 矿产与地质, 19(6):679-682

陶 璇, 高振敏, 王奖臻, 张 欢. 2002. 个旧锡矿土壤次生晕地球化学勘查的可行性分析[J]. 地质与勘探, 38(5):54-57

王瑞廷, 方维萱, 欧阳建平. 2002. 陕西镇安二台子金铜矿床表生地球化学异常特征[J]. 矿床地质, 21(4):356-365.

魏复盛. 1990. 中国土壤元素背景值[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 501-530

夏广清. 2006. 内蒙古东乌旗哈巴特盖银多金属矿土壤地球化学异常特征[J]. 地质找矿论丛, 21(S1):144-148

肖 晓, 汤井田, 息朝庄, 王 烨, 张继峰, 杜华坤. 2009. 青海德合龙洼铜金矿区次生晕特征及其指示意义[J]. 金属矿山, 33(2):105-109

谢学锦, 程志中, 成杭新. 2004. 应用地球化学在中国发展的前景[J]. 中国地质, 31(S1):17-39

杨忠芳, 朱立, 陈岳龙. 1999. 现代环境地球化学[M]. 北京: 地质出版社: 381-383

臧兴运, 王建新, 赵利刚, 谢海东, 张俊华. 2007. 火山岩区土壤地球化学测量数据的处理与找矿—以珙春柳树河子金铜矿区为例[J]. 黄金, 28(4):10-13

张国义, 张连发. 2003. 土壤地球化学测量在山东蓬莱地区普查找金的效果[J]. 地质找矿论丛, 18(S1):141-144

张喜新. 1989. 闹牛山铜矿区次生晕分带特征及其找矿效果[J]. 地质与勘探, 25(11):49-51

张学书. 1998. 滇西碱性斑岩成矿带北衙红土型金矿特征及其找矿意义[J]. 云南地质, 17(2):154-158

Application of Soil Geochemical Survey in the Puqing Antimony-gold Exploration Area Deposit and Prospecting Effect

DIAO Li-pin^{1,2}, HAN Run-sheng^{2,3}, FANG Wei-xuan^{2,3}

(1. Guizhou Institute of Geology and Mineral Resources Exploration for Nonferrous Metals, Guiyang 550005 2. Faculty of Land and Resources Engineering, Kunming University of Science and Technology; Southwest Institute of Geological Survey, Geological Survey Center for Non-ferrous Mineral Resources, Kunming 650093; China Non-ferrous Metals Resource Geological Survey; Beijing 100012)

Abstract: With applying soil geochemistry survey of valley to mine searching in Puqing exploration area, the thresholds of Au, Sb, Cu and As to determine are 7 ppb, 10 ppm, 200 ppm and 30 ppm respectively. Some valuable abnormal areas have been identified. This paper analyzes the prospecting potentiality for geochemical anomalies. Combined with the ore-controlling factors including strata and Lithologic character, comprehensive consideration of the main ore element anomalies and ore-forming elements association, 4 key targets for ore-exploration are selected. Every key target has been confirmed by exploration through surface work. Sound ore-prospecting results are achieved. It proves the effectiveness of soil geochemistry survey in mine searching in Puqing exploration area. Weak anomalies of ore-forming elements and ore-forming elements association are very important to geological prospecting exploration in the old mining periphery. Methods and steps of soil geochemistry survey to mine searching are briefly summarized through soil geochemistry survey to mine searching in Puqing exploration area.

Key words: soil geochemical survey of valley, follow-up of Geochemical anomaly, exploration area of Puqing, Guizhou