

高寒荒漠区异常查证技术方法

——以青海龙尾沟铜、金矿床为例

徐善法

中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所, 中国地质科学院应用地球化学
开放实验室, 河北 廊坊, 065000

摘 要 高寒荒漠干旱区由于其独特的自然地理条件而使异常查证工作困难重重, 效果不佳。对此种地区的异常查证工作, 需采用非常规的方法, 同时要对所查证异常的特征、异常区成矿控矿地质条件以及工作尺度和目的物尺度的充分研究后决定。在青海龙尾沟地区采用综合配套方法技术, 以研究区 1:5 万红外遥感航片解译为先导, 技术上采用 X 荧光测量与现场快速分析相结合, 配合基础地质路线调查, 达到了快速查证异常之目的。结果表明, 本文提出的高寒荒漠干旱景观区异常查证的综合配套方法是有效的。在青海龙尾沟地区的找矿工作中取得了突破, 在阿尔金山南缘首次发现了具有工业意义、具一定规模和较大资源潜力的铜、金矿(化)体。

关键词 异常查证 综合配套方法 铜矿床 高寒荒漠干旱景观区 青海龙尾沟

Techniques for Anomaly Investigation in High and Cold Desert Region: A Case Study of the Discovery of the Longweigou Copper and Gold Deposit in Qinghai Province

XU Shanfa

Institute of Geophysical and Geochemical Exploration, CAGS, Langfang, Hebei, 065000

Abstract The anomaly investigation in the high and cold desert region is very difficult and of low efficiency because of the unique geographic features. The anomaly investigation in regions of such landscape should be carried out with non-conventional methods and based on detailed studies of such factors as anomaly characteristics, ore-control geological conditions, working scale and object scale. Composite and integrated techniques were adopted in Longweigou area, Qinghai Province. On the basis of interpretation of 1:50,000 remote sensing images, the X-ray fluorescence method was used and in-situ rapid analysis was conducted in association with basic geological route investigation. As a result, the goal of rapid anomaly inspection was achieved. It can be concluded that the composite and integrated techniques put forward in this paper are effective in anomaly investigation of high and cold desert regions. A breakthrough was made in the ore prospecting work of Longweigou area, and Cu-Au ore (mineralized) bodies with economic potential were discovered for the first time on the southern margin of the Altun Mountains.

Key word anomaly investigation composite and integrated techniques copper deposit high and cold arid desert area Longweigou area

青海省冷湖镇龙尾沟金、铜矿床位于青海省西北部阿尔金山南麓和柴达木盆地北缘, 当(金山口)-芒(崖)公路 95 km 处丁字口以北, 行政区划隶属青海省海西州冷湖镇。地理坐标: E 93°14'00" ~ 93°40'00", N 38°59'00" ~ 39°01'00" (图 1)。研究区海拔 3 300 ~ 4 500 m, 相对高差 300 ~ 1 200 m, 地形切割强烈, 山势陡峻。气候以干燥、少雨、多风沙、

(年、日)温差大为特点。平均年降水量为 17.6 mm, 年平均气温为 0℃左右。日照长、辐射强、低压贫氧, 属大陆性高寒荒漠干旱型气候。

高寒荒漠干旱地区自然、人文和交通条件十分恶劣。同时, 相应的基础、矿产地质研究程度相对较低, 异常查证的成功率不高。除客观条件限制外, 主观因素不容忽视, 如查证的异常多是小于 1:5 万

本文为青海省委“青海省冷湖镇龙尾沟一带金异常查证”项目的部分成果。

改回日期: 2003-10-29; 责任编辑: 宫月萱。

第一作者: 徐善法, 1963 年生, 男, 高级工程师, 主要从事勘查地球化学及数学地质工作; E-mail: xushanfa@heinfo.net。

万方数据

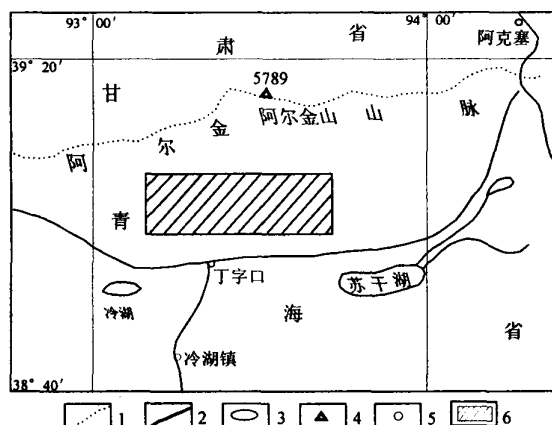


图1 研究区位置图

Fig. 1 Diagram of the research area

1-省界;2-公路;3-水系、湖泊;4-山峰;5-村镇;6-研究区

1- provincial boundary;2-highway;3-water system and lakes;

4-mountain peak;5-village;6-research area

的分散流异常,受荒漠干旱景观及戈壁景观条件干扰,异常信息弱、规律差、范围大而对应的目标层次和尺度不明确,查证工作尺度与理想目的物的尺度不相匹配(陈福等,2002),未形成一整套与之关联的异常查证方法。因此,研究适合高寒荒漠干旱景观区进行异常查证工作的综合配套方法是十分必要的。笔者通过青海省龙尾沟地区的工作,说明在此种景观区使用综合配套方法技术进行异常工作取得的成果,以便与同道探讨。

1 地质概况

阿尔金构造带位于青藏高原北侧,是中国西部具有重要划分意义的构造边界(葛肖虹等,2001),长期以来人们对其性质十分关注,黄汲清等(1984)、张显庭等(1980)提出它是一条海西或加里东褶皱带,何国琦(1994)提出了阿尔金地块概念,程裕淇(1994)提出其为元古代裂谷。车自成等(1998)提出阿尔金构造带是塔里木板块东南边缘长期发育的一条俯冲-碰撞造山带。

研究区位于阿尔金山构造带南缘,柴达木准地台与塔里木地台的接合部位。出露地层主要是前寒武纪的变质老地层,岩浆岩发育,主要为酸-中酸性侵入岩,构造以断裂极为发育为特征。

区内出露地层主要为下元古界达肯大坂群(图2),次为泥盆系上统牦牛沟组、石炭系下统怀头他拉组及第四系。其中达肯大坂群上岩组是区内分布最广的地层,由灰白色或浅灰色石英片岩、绢云石英片岩、灰黄-灰绿色绿泥石英片岩等组成,为该区主要

含矿层;牦牛沟组为一套陆源碎屑岩系,与下伏达肯大坂群呈断层接触,沿断层岩石破碎,且岩体、岩脉发育。怀头他拉组由于被华力西中期侵入岩侵位而不连续,是一套碎屑岩及碳酸盐岩。

区内断裂构造极为发育,4条主断裂(F_1 、 F_2 、 F_3 、 F_4)及其派生的次级断裂或裂隙主要由阿尔金断裂系派生的NW向和NNE向两组断裂构成,总体走向NW向,倾向SW,倾角 $40^\circ \sim 70^\circ$,断裂破碎带中酸性岩脉发育,断续见蚀变矿化现象,但不具形成工业规模矿体。而NNE向断裂为区域性断裂 F_5 、 F_6 及其派生的次级断裂或裂隙,属压扭性质。断裂南段为NNE向,中段转向近SN,北段拐向NNW,呈向东凸弧形展布。断面见明显扭曲现象,总体倾向东,倾角 70° 左右。沿断裂破碎带中酸性岩脉发育,已探明具工业规模铜、金矿床受此组断裂破碎带控制。

区内岩浆活动极为强烈,具有规模大、多期次、类型复杂的特点,主要有华力西期中酸-酸性侵入岩、燕山期侵入岩和加里东期侵入岩,其中以华力西期中酸-酸性侵入岩为主。

研究区由于其自然地质条件较为恶劣,工作程度较低。1973年甘肃省地质局区测队对冷湖幅1:20万区域地质矿产进行了调查,圈出了研究区东北部的六五沟白云母、一步沟稀有金属成矿远景区;同时通过重砂测量发现化石沟一带有毒砂特高异常,以及在罗尔什山-盐场北沟一带有毒砂、黄铜矿、方铅矿、金和辰砂等重矿物;1990年,甘肃省地质矿产局、西北地质勘查局、青海地质矿产局等在研究区及外围进行过1:5万地质矿产普查,发现了六五沟小型白云母矿床、一步沟铁矿化点及放射性稀有金属矿床等;1994年,青海省地矿局在冷湖地区北部进行1:20万化探扫面时,在解放沟、一步沟、龙尾沟及化石沟一带圈出了Au、As、Sb或As、Sb、W、Sn等综合异常;1996年,青海省第一地质队在一步沟-化石沟一带进行异常Ⅲ级查证,发现在 300 km^2 范围内由1:5万水系沉积物测量圈出的Au、As、Sb异常与1:20万化探扫面所圈出的异常具有较好重合性,并发现化石沟西侧蚀变花岗斑岩脉内有Au矿化现象。

2 综合配套方法技术介绍

2.1 异常查证方法技术研究

不同地区异常查证需采用不同的查证方法,要经过对异常特征、异常区成矿控矿地质条件以及工

万方数据

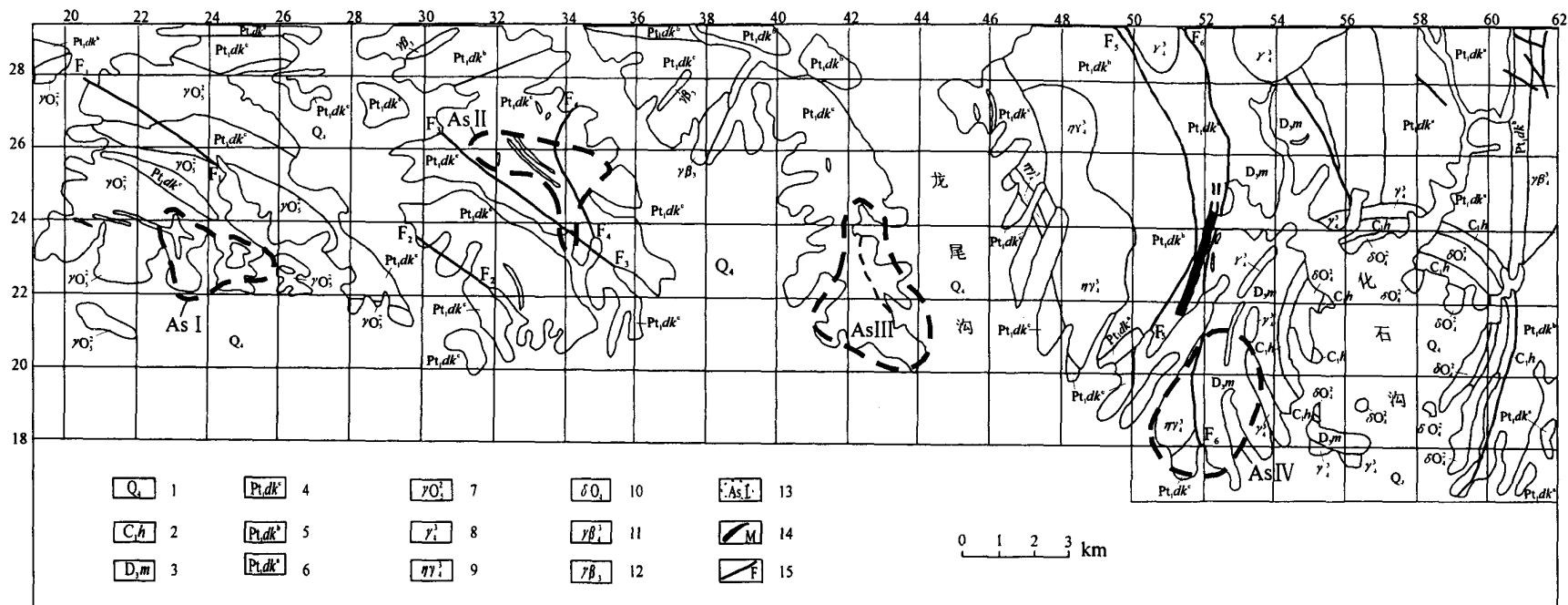


图2 青海省龙尾沟一带地质图

Fig.2 Geological sketch map of the Longweigou area, Qinghai province

1-第四系;2-石炭系下统;3-泥盆系上统;4-达肯大坂群上岩组;5-达肯大坂群中岩组;6-达肯大坂群下岩组;7-燕山期花岗岩;8-华力西晚期花岗岩;9-华力西晚期黑云母二长花岗岩;
10-华力西中期石英闪长岩;11-加里东期蚀变黑云母花岗岩;12-花岗岩脉;13-化探异常及编号;14-铜金矿化带;15-断层及编号

1-Quaternary system;2-lower Carboniferous system;3-upper Devonian system;4-upper member of Dakendaban formation;5-medial member of Dakendaban formation; 6-lower member of Dakendaban formation;7-Yanshan age granite; 8-the granite of the late Variscan age;9-the biotite adamellite of the late Variscan age; 10-quartz diorite of the medial Variscan age; 11-biotite granite of the Caledonian age;12-granitic vein;13-geochemical anomaly and its No.;14-copper and gold mineralization zone; 15-fault and its No

作尺度和目的物的尺度的充分研究后决定(陈福等, 2002; 潘成泽等, 2002; 王学球等, 2001; 李大新等, 2003; 郭瑞栋, 1999; 汪名启等, 2002; 何进中, 2002; 刘柘等, 2001)。异常查证是从化控的普查范围(一般为数千平方公里)中发现矿体(一般为 $0.00n \text{ km}^2$)。即从较小比例尺(一般小于 1:20 万)到较大比例尺(一般大于 1:1 万), 反映出异常查证工作中的工作尺度与目的物尺度是严重不相匹配的。要使异常查证工作取得明显效果, 必须遵循以下原则: ① 尺度匹配性原则: 即异常查证的工作尺度应与目的物尺度相匹配; ② 目标逼近性原则: 即若工作范围内包含有多个尺度的研究对象, 则应制定不同层次的中间目标和与之相匹配的工作范围, 逐步缩小范围, 循序渐近; ③ 方法技术和工作密度具有充分代表性原则: 即应依据查证的目标对象可能存在的各种信息状态以及客观环境对探测方法技术的要求, 有针对性地选择探测信息量大、强度高的方法技术。因此, 随着查证工作的深入和勘探程度的提高, 就必须按尺度匹配性、目标逼近性原则建立一套明确的逐步逼近目的物(矿体)的目标体系, 必须针对客观因素的复杂多样性, 依据方法技术的代表性、效用最大化原则, 建立适合本地区异常查证工作的方法技术体系。

青海省冷湖镇龙尾沟地区属基岩裸露的高寒荒漠干旱地区, 工作程度较低, 且查证的异常是 1:20 万的分散流异常, 所采集的水系沉积物样品多为残破积样品, 由于一、二级水系均不发育, 难以开展 1:5 万及更大比例尺的水系沉积物测量。此次工作所需查证的异常面积较大, 如果按照岩石地球化学测量规范, 则需采集较多样品, 消耗较大的人力和财力; 若按逐步缩小靶区的地球化学勘查程序, 一次采样是不够的, 由于青海的气候条件不可能在一年内进行两次野外工作。因此常规的异常查证方法难以在短期内取得较好效果, 为此笔者制订了如下的配套方法技术: ① 对该区进行红外遥感图象解译, 初步确定工作区岩性和构造特征; ② 通过路线地质调查, 对遥感解译的岩性界面、断裂构造进行野外路线地质调查, 用以实地验证遥感解译成果并力争发现异常或矿化; ③ 利用 X-荧光或野外现场测量, 对异常或矿化进行快速追踪; ④ 对发现的矿化进行工程控制, 以获得找矿的突破。

2.2 红外遥感航片解译

红外遥感航片解译对化探异常的筛选是利用遥感技术的直观性、客观性在图像上判断引起异常的

原因, 核查异常的位置, 从而提出野外查证的具体部位等意见, 其具体解译内容包括“线、带、环、色、块”五要素的研究。结合研究区具体地质特征, 认为可能在该区引起矿化异常原因的信息包括: 断裂破碎带(特别是伴有色调异常者); 岩体、岩株、侵入岩脉及隐伏侵入岩体; 含碳岩系及各种蚀变。据此, 研究中利用 1986 年原地地质矿产部航空物探遥感中心在该区摄制的 1:5 万彩色红外遥感航片对区内化探异常进行解译, 结果如下:

解放沟东山靶区: 位于解放沟沟口东山 AS I 异常区内, 解译认为靶区总体呈 EW 走向, 严格受 EW 向断裂控制, 断裂两侧可见达肯大坂群上岩组变质岩残留体, 推测引起 Au 异常的原因可能是与主断裂微角度斜交的次级断裂。

一步沟西山靶区: 位于 AS II 异常区内南部, 解译出一条总体呈 NW 向的断裂破碎蚀变带影像体, 推测它们是引起 Au 异常的主要原因。

龙尾沟西山靶区: 位于 AS III 异常区, 即一步沟与龙尾沟夹持的菱形山体南半部, 解译出在 3 330 m 高程出现 NE₂ 走向脉状影像体, 推测引起 Au 异常原因可能为岩脉充填的破碎蚀变带。

化石沟西靶区: 位于 AS IV 异常区及周围, 出露地层主要为下元古界达肯大坂群变质岩系, 上泥盆统牦牛沟组碎屑岩及华力西期花岗岩侵入体。构造线方向呈近 SN 向; 在上泥盆统地层中发育有一套色调很深的炭质岩系影像层位; 在化石沟发育有一个华力西期侵入岩体引起的环形构造, 与该区近 SN 向断裂构造相切构成环线组合。其中罗尔什-龙尾沟东山为一菱形断块。可以看出该区段存在“线、带、环、色、块”五位组合, 特别是其中发育的华力西期浅色调酸性岩株及呈 NE 向展布的线状影像表明找矿希望很大。

2.3 基础地质调查

1:5 万路线地质调查是在 1:5 万红外遥感航片解译成果的基础上进行的, 将 1:10 万航译地质成果图放大为 1:5 万作底图。在 I、II、III、IV 异常区内, 分别垂直构造线方向各穿越一条路线, 实地查对航译成果图。路线查对结果认为航译成果图质量较好、精度高。故后来未以一定点线距按部就班地进行填图, 而采用“重点”和“一般”相结合的方法, 对航片成果图进行修测。“重点”就是对异常靶区内的解译行迹利用路线地质剖面 and 1:5000 或 1:2000 地质剖面进行查证, 并对路线和剖面上的地层、构造及蚀变等观察、研究, 为 X 荧光测量和岩石剖面测量的

布设提供依据。“一般”就是对异常靶区外利用稀疏路线检查,修正解译成果图。地质路线调查中对航译在异常靶区内圈出的与金成矿有关的地质信息迹均进行实地查对和追索,对靶区外的重要地质体作了检查修正。1:5 万航片解译地质图质量较好,经 1:5 万路线地质调查进行检查修测,其精度完全可以达到异常查证 1:5 万地质草测的要求(图 1)。

2.4 X 荧光测量方法

X 荧光测量是近年来国内找矿勘探中总结出的一种有效矿(床)体快速定位预测技术方法,在新疆包古图金矿(王辉等,1989)、阿舍勒 Cu、Au 多金属矿和广西大瑶山铅锌矿(曹利国等,1998)、云南路西上芒岗金矿(高振敏等,2000)等地的找矿勘探中,效果十分明显。该方法在野外可直接测定岩石中 Au、Ag、Cu、Pb、Zn、As、Sb、Hg 等元素总量或各个单元元素含量,从而实现矿(床)体的野外现场圈定。

在研究区,首先用 Au 地球化学标准对使用的 84A86 双道 X 射线荧光仪进行标定,使仪器的阈值范围位于 Au 及其伴生元素的特征 X 射线能级内,然后选择一条剖面同时进行 X 荧光测量和现场快速分析,结果表明,岩石中 Au 含量快速分析与 X 荧光测量技术具有相似的曲线形态,分析结果相一致(图 3),说明该方法在该区可以运用。

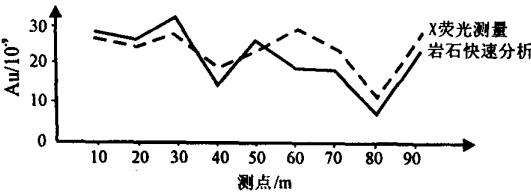


图 3 X 荧光测量与现场快速分析结果对比图
Fig. 3 Comparison of X-ray fluorescence Method and outdoor quick analysis

在异常查证阶段,按 1:5000 至 1:2000 比例尺,采用岩石地球化学剖面与 X 荧光剖面测量相结合并同步进行的工作方法对研究区内已圈定异常体进行追索查证,线距未定,以能控制异常靶区为准,点距一般为 20~50 m,对 Au 含量高处适当加密,加密处 5~10 m,最高 2 m,结果在 ASIV 异常体内发现了 Cu、Au 矿化带。

在追索 Cu、Au 矿化带和普查阶段,按 1:5000~1:2000~1:1000 比例尺,继续进行两种方法相结合并同步进行的剖面测量方法,在矿化带内线距控制在 100 m,点距 10~20 m,矿化中心加密至 1~2 m,

基本控制了 Cu、Au 矿化带的规模。

通过野外现场与室内分析测试结果相对比,可以看出 X 荧光测量结果与室内岩石地球化学分析结果基本一致(图 4),取得了在该区发现并快速定位具工业规模的 Cu、Au(床)体的工作进展。

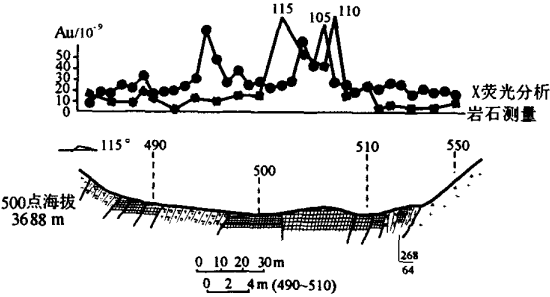


图 4 2 线 X 荧光测量与岩石地球化学测量对比图
Fig. 4 Comparison of X-ray fluorescence Method and rock geochemical measure in No. 2 line

2.5 岩石地球化学剖面测量与现场快速分析

岩石地球化学测量方法已经成为一种十分成熟的进行异常查证的方法技术,与 X 荧光测量的区别是大量的岩石样品的分析结果无法在野外直接测得。

研究中,岩石剖面测量基本与 X 荧光剖面测量一致且同步进行,剖面比例尺的选择也主要以地质背景为依据。异常查证阶段经 1:5 万路线地质调查和地质剖面研究后,认为具有较好成矿地质条件的地段选用较大比例尺,成矿地质条件较差地段选用较小比例尺,普查阶段无论是对西蚀变带及其矿化带,还是对东蚀变带及 1:1 万填图中新发现的蚀变带均采用了较大比例尺(1:2000)进行测量控制,剖面长度以横穿过异常中心和能完全控制异常靶区内有利成矿的地质背景为准,对蚀变带、矿化带剖面长度都在其宽度的两倍以上,完全能达到控制的目的。

岩石采样在选定的比例尺规定的点距间连续拣块,多个子样构成一个组样,每个样品的重量约 250 g。铜、金矿化带大比例尺剖面采样以连续均匀拣块组成,每个样品重量约 500 g。剖面上样品的采集以不漏掉矿化,控制蚀变矿化带的目的。

在野外对所有岩石剖面和 1:5 万路线地质调查中所采的岩石样品作了金、铜快速分析,并根据路线地质调查选择一条剖面将其结果与 X 荧光测量进行对比(图 2)。在样品测定过程中,每批样品都用了标准样和重复样进行质量监控(表 1)。金的检出

表 1 铜金野外快速分析质量表

Table 1 Outdoor quick analysis of copper and gold

元素	重复样		标准样	
	样品数	RE/%	样品数	标准物质编号
Cu	16	5.93	10	1.01
Au	17	22.5	-	-

注:RE 为样品分析的准确度。

范围为 0.02~50 g/t;铜的检出量为 0.0000X%~X%。从表中可看出,野外铜和金快速分析的质量是合格的。

金铜野外快速分析与 X 荧光测量配合起到了指导野外工作布置和工程布置的作用,质量可靠、效果较好,达到了快速发现并评价铜金矿的目的。

3 异常查证结果讨论

通过上述研究思路、勘查程序和勘查方法,对区内 4 个重点异常体查证结果如下:

ASI 异常:航片解译有较好的构造行迹,设计作为重点找矿靶区,但经野外地质调查后未发现航片解译的构造破碎蚀变带,对异常中心及岩体与地层(残留体)接触带进行了 1:5000 岩石地球化学剖面及 X 荧光剖面测量,其含 Au 量都不高。在异常区 6.2 km² 范围内作了 1:5 万水系沉积物加密取样,共取样 32 个,采样密度为 5.2 个/km²。分析结果经统计计算,32 个样品的 Au 含量范围 R 为 $(6\sim30)\times10^{-9}$,算术平均值 X 为 14.6×10^{-9} ,标准离差 S 为 7.6,异常下限 $T=X+2S=29.8\times10^{-9}$,变异系数 Cv 为 52.1%。对区内岩石采样结果进行统计计算,达肯大坂群岩石 n 为 35, R 为 $(4\sim16)\times10^{-9}$, X 等于 10.8×10^{-9} , S 等于 3.15, T 等于 17.1×10^{-9} , Cv 等于 29.2%;花岗岩 n 等于 25, R 为 $(11\sim37)\times10^{-9}$, X 等于 18.2×10^{-9} , S 等于 7.39, T 等于 33.0×10^{-9} , Cv 等于 40.5%。可见水系沉积物与岩石中的 Au 含量很相近。综合分析,该区气候干燥,沟谷均为干谷或间歇性沟谷,水动力极差,使岩石风化搬运物就地堆积,故可视为近地堆积的残坡积物。异常内圈基本为近基岩处的一级水系样品,实为近基岩的残坡积微细岩屑,故分析结果非常接近附近基岩,可认为异常是由含 Au 背景较高的燕山期黑云母斜长花岗岩体中达肯大坂群上岩组(Pt_1dk^c)绢云石英片岩残留体所致。

ASII 异常:航译具有较好的构造和蚀变信息,经野外地质调查和 1:5000 岩石地球化学剖面及 X 荧光剖面测量,异常区分布地层为达肯大坂群上岩

组(Pt_1dk^c)绿泥绢云片岩, F_2 断裂在异常西南部, F_3 断裂纵贯异常,沿 F_3 断裂破碎宽 10~20 m,最宽可达 50 m,断续有蚀变现象,主要为绿泥石化、绢云母化、绿帘石化,局部硅化,闪长岩脉发育。见有两条长 1 km 以上,宽 5~10 m 的灰色闪长岩脉沿 F_3 断裂展布,对异常中心强褐铁矿化岩石采样分析后,见有含 Au 达 0.3 g/t 样品。对区内达肯大坂群片岩采样分析并进行统计计算 n 等于 37, R 为 $(1\sim42)\times10^{-9}$, X 等于 12.1×10^{-9} , S 等于 8.82, T 等于 29.8×10^{-9} , Cv 等于 27.6%。但对各蚀变带及一些脉岩进行采样分析,含 Au 量为 $(10\sim32)\times10^{-9}$ 。对异常中心破碎蚀变带的 Au 含量高点进行探槽揭露并采样分析,结果含 Au 量也不高。综合分析,可认为异常中心破碎带岩石裂隙局部富集的高含量 Au,可能是引起异常的原因,但仅局限在地表裂隙,无实际意义。

ASIII 异常:异常区出露地层为达肯大坂群上岩组(Pt_1dk^c)灰绿色绿泥石英片岩夹灰色石英片岩。异常中心有一条 NNW 向断裂通过,沿断裂发育一条宽 10 m 左右的褐黄色破碎蚀变带,延伸方向基本与断裂一致,长不足 300 m,蚀变主要为绢云母化、褐铁矿化、绿泥石化,局部具弱硅化,其内还有石英脉、花岗细晶岩脉插入。在异常西还有一条 5 m 左右宽的蚀变带,沿约 300°方向断续延伸近 500 m。对两条蚀变带各作两条 1:1000 至 1:2000 岩石地球化学剖面及 X 荧光剖面测量进行控制,西蚀变带含 Au 量一般 $(12\sim30)\times10^{-9}$,最高为 95×10^{-9} ,异常中心破碎蚀变带含 Au 量一般 $30\times10^{-9}\pm$,最高达 0.1 g/t,后经槽探揭露及采样分析,主要是蚀变带内穿插的细晶岩脉含 Au 量稍高 $(30\sim50)\times10^{-9}$ 所致。综合分析,该异常为破碎蚀变带引起,但蚀变带规模不大,含 Au 量也较高,且未发现有富集的 Au 矿(化)体存在,估计前景不会太好。

ASIV 异常:位于 1:20 万化探扫面 IV 号 Au 异常的西南部,与 1:5 万水系沉积物测量所圈 Au、As、W、Sn 异常组合相套叠。1:5 万航片解译异常区及其附近存在“线、带、环、色、块”五位组合,特别在化石沟环形构造周边与成矿关系密切的影像行迹密集,野外地质调查发现 F_5 、 F_6 近于平行,NNE 向延伸后又转向 NNW 向,在转折段两断裂间岩石破碎,形成宽达 1 km 的破碎带,破碎带内不仅有华力西晚期花岗岩体侵入,且岩脉发育,沿断裂附近破碎岩石蚀变强烈,使之在异常西侧形成东、西两条构造破碎蚀变带。蚀变带经过 X 荧光剖面、岩石地球化学

剖面测量和槽探工程揭露,在西蚀变带内发现了Cu、Au矿化带,在东蚀变带内发现有Au矿化,无疑该异常是矿致异常。Cu、Au矿化带长3.8 km,宽一般20~50 m,最宽处达100 m左右,呈南宽北窄的条带状,中间的宽窄变化较大,矿化带走向NE15°,与F₆断裂有微小夹角,矿化岩石主要为蚀变花岗斑

岩、绢云绿泥石英片岩、黑云石英片岩等。
对Cu、Au矿化带共测制了28条X荧光剖面
和岩石地球化学剖面,根据岩石分析结果,Cu元素的异常基本贯穿了整个蚀变矿化带(图5),异常最好部位出现在20~10线和2~5线,该两处矿化体宽度大,峰值高,2~5线最宽处近100m,最高Cu

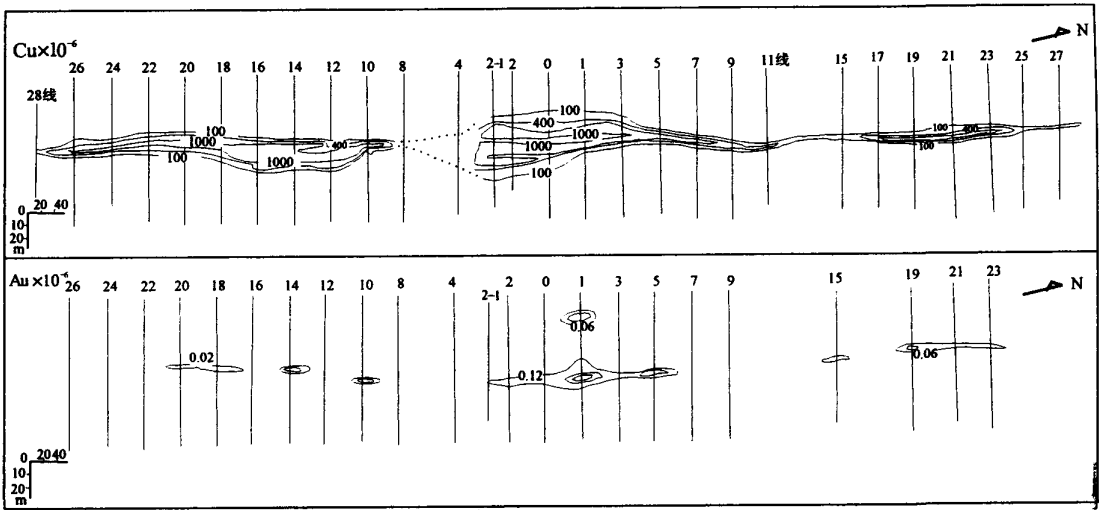


图5 铜金矿化带铜和金岩石地球化学异常图
Fig. 5 Rock geochemical anomalous map of the copper and gold

含量达12%以上。在整个矿化带布设32个探槽进行控制揭露,根据样品化学分析结果圈出了3个Cu矿体,Cu、Au、Ag矿床规模已达中型。另外在28线以南第四系覆盖的砂砾滩上凸起的小山包也发现有Cu矿化,取拣块样分析Cu含量达到边界品位以上,所以Cu矿化往南还有扩大的可能。

Au元素异常主要出现在2~5线间,1线处最好,异常宽50 m,含Au量最高为3.22 g/t。经探槽揭露,该处主要为碳酸盐化的毒砂矿脉含Au,仅少数样品能达到边界品位(1 g/t),且毒砂矿脉规模较小,一般宽5~20 cm,最宽处60 cm,沿走向很快尖灭。未发现独立Au矿(化)体。

4 结论

通过野外及室内的大量研究工作可以看出,综合配套方法在青海龙尾沟地区的找矿工作中取得了突破,在阿尔金山南缘首次发现了具有工业意义、一定规模和较大资源潜力的铜金矿(化)体,初步勘探结果为:D+E级铜金属储量 6.6×10^4 t,伴生银金属储量20.6 t。证明本文所论述的方法适合于高寒荒漠干旱景观区的异常查证。综合配套方法技术归纳为:

万方数据

- (1)以1:5万红外遥感航片解译结果预测靶区,直接在图上圈出与铜金矿化有关的地质信息:断裂、构造破碎带、热液蚀变带、岩体、岩脉、含炭岩系等,作为野外工作的基础。
 - (2)开展1:5万路线地质调查,有目的的实地检查航片解译所圈出的地质体,特别是与铜金矿化有关的各种地质行迹,同时在异常区内进行1:5000地质剖面测制,进一步了解研究该区成矿地质背景、条件以及其它如破碎带、蚀变带、岩脉等等的情况。
 - (3)对1:5万路线地质调查已准确定位的各异常靶区内可能与铜金矿化有关的地质体进行大比例的X荧光测量和岩石地球化学剖面测量,并利用现场快速分析对发现的矿化进行快速追索,确定矿化带的延伸状况及分布规律,为槽探工程布置提供依据。
 - (4)在铜金矿化带开展1:2000地质草测,以稀疏槽探工程控制,结合地质、岩石剖面,圈出铜金矿(化)体。
- 致谢 在本文形成过程中,叶树民教授级高级工程师和尹冰川高级工程师提供了部分资料并给予了热情的帮助,迟清华高级工程师,刘海生高级工程师也给予了大力帮助,在此一并表示感谢。

参考文献

- 曹利国,丁益民,王剑. 1998. X 射线荧光方法进行野外找矿及成矿规律研究的现状和前景. 地球物理学进展, 13(4): 109~120.
- 车自成,刘良,刘洪福等. 1998. 阿尔金断裂系的组成及相关中生代含油气盆地的成因特征. 中国区域地质, 17(4): 377~384.
- 陈福,林森,张权. 2002. 戈壁景区金矿化探普查找矿模式. 黄金地质, 8(2): 40~43.
- 陈文明,李永森,亓绍政等. 2000. 青藏高原有色金属矿产分布特征. 地球学报, 21(1): 26~37.
- 程裕淇主编. 1994. 中国区域地质概论. 北京:地质出版社, 157.
- 高振敏,陶琰,罗泰义等. 2000. X 荧光测量在云南路西金矿找矿中的应用. 矿物岩石地球化学通报, 19(4): 378~380.
- 葛尚虹,任收麦,刘永江等. 2001. 中国西部的大陆构造格架. 石油学报, 22(5): 1~5.
- 郭瑞栋. 1999. 金矿化探工作的几个问题. 黄金地质, 5(1): 51~55.
- 何国琦,李茂松,刘德权等. 1994. 中国新疆古生代地壳演化及找矿. 乌鲁木齐:新疆人民出版社, 49.
- 何进中. 2002. 试论甘肃省特殊景观区区域化探. 物探与化探, 26(2): 102~105.
- 李大新,张德全,崔艳合等. 2003. 小赛什腾山斑岩铜(钼)矿床根部的特征. 地球学报, 24(3): 211~218.
- 刘拓,单金忠,王学彦等. 2001. 新疆地球化学景观区划分及意义. 新疆地质, 19(3): 228~230.
- 潘成泽,李绍强,王海涛. 2002. 低山丘陵荒漠景观区 1:5 万化探方法研究——以东疆夹白山地区化探普查及异常查证为例. 新疆地质, 20(1): 87~90.
- 汪名启,孔牧,任天祥等. 2002. 黑龙江森林沼泽景观区异常追踪和查证方法研究. 物探与化探, 26(1): 97~101.
- 王辉,吴建平. 1989. X 射线荧光技术用于包古图金矿区共生元素研究及其地质效果. 成都地质学院学报, 16(3): 115.
- 王学球,迟清华,孙宏伟. 2001. 荒漠戈壁区超低密度地球化学调查与评价——以东天山为例. 新疆地质, 19(3): 200~206.
- 张显庭,郑建康,苟金等. 1984. 阿尔金东段槽型晚奥陶世地层的发现及其构造意义. 地质评论, 30(2): 184~186.

References

- Cao Ligu, Ding Yimin, Wang Jian. 1998. Situations and prospects of EDXRF in geological exploration and basic research. Progress in Geophysics, 13(4): 109~120(in Chinese with English abstract).
- Che Zicheng, Liu Liang, Liu Hongfu. 1998. The constituents of the Altun fault system and genetic characteristics of related Mesozoic-Cenozoic petroleum-bearing basin. Regional Geology of China, 17(4): 377~384(in Chinese with English abstract).
- Chen Fu, Lin Sen, Zhang Quan. 2002. The pattern of geochemical gross exploration of gold in Gobi landscape. Gold Geology, 8(2): 40~43(in Chinese with English abstract).
- Chen Wenming, Li Yongsan, Qi Shanmei et al. 2000. Distribution of

- nonferrous metallic mineral resources in Qinghai-Tibet plateau. Acta Geoscientia Sinica, 21(1): 26~37 (in Chinese with English abstract).
- Chen Yuqi editor of chief. 1994. Generality on regional geology of China. Beijing: Geological Publishing House, 157(in Chinese).
- Gao Zhenmin, Tao Yan, Luo Taiyi et al. 2000. The application of X-ray fluorescence measure to prospecting gold in LuXi area, Yunnan province. Bulletin of Mineralogy, Petrology and Geochemistry, 19(4): 378~380(in Chinese with English abstract).
- Ge Xiaohong, Ren Maishou, Liu Yongjiang et al. 2001. Petroleum exploration tectonic framework of West China. Acta Petrolei Sinica, 22(5): 1~5(in Chinese with English abstract).
- Guo Ruidong. 1999. Some problems arising from geochemical exploration of gold deposits. Gold Geology, 5(1): 51~55(in Chinese with English abstract).
- He Guoqi, Li Maosong, Liu Dequan et al. 1994. Paleozoic crustal evolution and mineralization in Xinjiang of China. Urumqi: The People's Publishing House of Xinjiang, 49(in Chinese).
- He Jinzhong. 2002. A review of regional geochemical exploration in the special landscape of Gansu province. Geophysical and Geochemical Exploration, 26(1): 97~101(in Chinese with English abstract).
- Li Daxing, Zhang Dequan, Cui Yanhe et al. 2003. The root part of the Xiaosaishiteng shan porphyry Cu(Mo) Deposit. Acta Geoscientia Sinica, 24(3): 211~218 (in Chinese with English abstract).
- Liu Tuo, Shan Jinzhong, Wang Xueyan et al. 2001. Division of geochemical landscape regions and its significance in Xinjiang. Xinjiang Geology, 19(3): 228~230(in Chinese with English abstract).
- Pan Chengze, Li Shaoqiang, Wang Haitao. 2002. Application of geochemical exploration 1:5000 in low relief desert terrain example of geochemical prospecting and anomaly examination from Jiabaisan, East Xinjiang. Xinjiang Geology, 20(1): 87~90(in Chinese with English abstract).
- Wang Hui, Wu Jianping. 1989. Radioisotope XRF used in Baogutu gold mine to study the paragenetic element relation and its geological effect. Journal of Chengdu College of Geology, 16(3): 115(in Chinese).
- Wang Mingqi, Kong Mu, Ren Tianxiang. 2002. The technique for follow-up and inspection of anomalies in the forest and landscape area of Heilongjiang. Geophysical and Geochemical Exploration, 26(1): 97~101(in Chinese with English abstract).
- Wang Xueqiu, Chi Qinghua, Sun Hongwei. 2001. Wide-spaced geochemical survey in arid desert terrain, A case history from the Eastern Tianshan regions, Northwestern China. Xinjiang Geology, 19(3): 200~206(in Chinese with English abstract).
- Zhang Xianting, Zheng Jiankang, Gou Jin et al. 1984. The discovery of late Ordovician strata of geosynclinal type in the eastern segment of the Altyn mountains and their tectonic implications. Geological Review, 30(2): 184~186(in Chinese).