

DOI: 10.16788/j.hddz.32-1865/P.2020.02.007

引用格式:唐伟,汤正江,程治民,等.水系沉积物地球化学测量在墨西哥 Tomatlan 地区铜矿预查中的应用[J].华东地质, 2020, 41(2): 159-165.

水系沉积物地球化学测量在墨西哥 Tomatlan 地区铜矿预查中的应用

唐伟,汤正江,程治民,高鹏,王秋璇

(安徽省勘查技术院,合肥 233001)

摘要: 墨西哥 Tomatlan 地区属于东环太平洋构造带和成矿带的一部分,具有较好的找矿前景。通过水系沉积物测量在该区圈出了铜多金属矿主要成矿元素和成矿指示元素综合异常 12 处,Fe 族元素综合异常 12 处。优选部分综合异常开展查证,发现多个异常均由矿(化)体引起,对重要矿化蚀变地段进行了探槽揭露和少量浅钻验证,新发现 Cu、Au、Ag 多金属矿点 6 处,磁铁矿点 2 处。研究表明,水系沉积物异常可快速准确地揭示墨西哥 Tomatlan 地区 Cu、Au、Fe 矿(化)信息,水系沉积物测量在墨西哥甚至拉丁美洲地区热带海洋性湿润中低山地球化学景观区铜矿预查中,可快速准确地圈定找矿靶区。

关键词: 水系沉积物地球化学测量;铜矿预查;Tomatlan 地区;墨西哥

中图分类号: P618.41

文献标识码: A

文章编号: 2096-1871(2020)02-159-07

墨西哥位于北美洲南部,拉丁美洲西北端,是南美洲、北美洲陆路交通的必经之地,素称“陆上桥梁”。墨西哥属于东环太平洋构造带和成矿带的一部分,境内中生代岩浆活动频繁,具有优越的成矿地质条件和良好的找矿前景。墨西哥能源矿产资源极其丰富,主要的能源矿产资源有石油、天然气、铀和煤等,金属矿产储量中银位居世界第 1 位,铜位居世界第 3 位。

21 世纪以来,我国一些地质工作者对墨西哥构造演化、岩浆活动、成矿作用等进行了研究^[1-6]。通过研究墨西哥矿产种类及特征,认为与岩浆活动有关的矿床类型主要有浅成低温热液型矿床、矽卡岩型矿床、斑岩型矿床、与火山相关的块状硫化物型矿床、铁氧化物铜金型矿床、火山岩型锡矿床及火山岩型铀矿床等。目前,已有的研究主要关注于墨西哥的区域成矿规律与成矿理论,而对墨西哥中部西海岸北科迪勒拉成矿带矿床的地质特征研究较少。北科迪勒拉成矿带是世界三大斑岩铜矿带之

一,优势矿种为铜矿和钼矿,主要成因类型为斑岩型, Tomatlan 地区即位于该成矿带上。目前,该成矿带的马德雷山脉尚未见特大型、巨型斑岩铜钼矿和特大型金矿的报道,这可能与该地区地质调查工作程度较低有关,中大比例尺的地质、物化探工作均未开展。

为了进一步缩小找矿范围,确定找矿靶区,笔者等对墨西哥 Tomatlan 地区 858 km² 范围内开展水系沉积物地球化学测量。水系沉积物地球化学测量作为一种常规地球化学勘查方法,在战略性矿产远景调查工作中获得了广泛应用^[7-10]。墨西哥 Tomatlan 地区的地质调查程度较低,此次水系沉积物地球化学测量工作发现多处相关异常,并找到较好的铜、金、铁矿(化)体,取得了显著的找矿效果。

1 地质概况

研究区位于墨西哥南部科迪勒拉褶皱带西缘,区域构造线总体呈 NE 向。自中生代以来,该区火

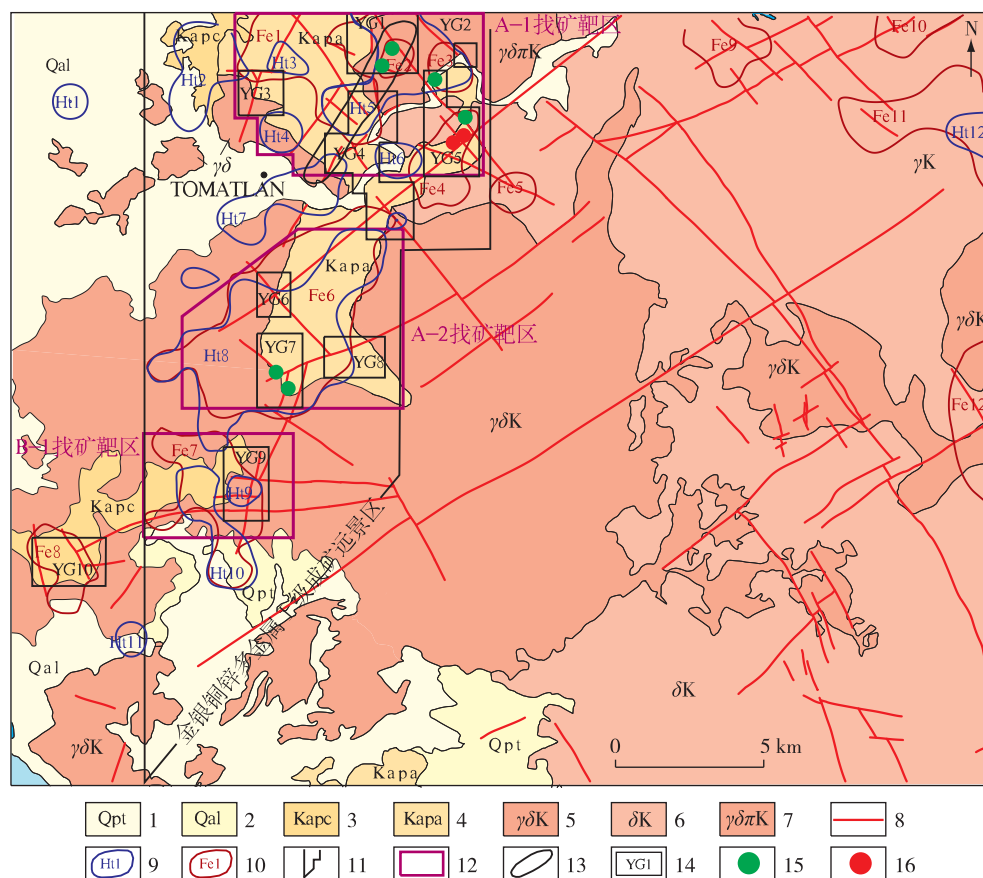
* 收稿日期:2019-03-14 修订日期:2019-07-30 责任编辑:谭桂丽

基金项目:中国地质调查局“国外矿产资源风险勘查(编号:科[2012]B1-02)”项目资助。

第一作者简介:唐伟,1988 年生,男,工程师,主要从事地质化探找矿工作。

山活动强烈,区内分布较大面积的中生代火山岩及中生代酸性侵入岩。研究区出露白垩纪火山岩及第四纪现代冲、洪积物,中东部大面积出露白垩纪

侵入岩,呈岩基状产出,主要岩性为闪长岩及花岗闪长岩(图1),侵入岩与火山岩之间为侵入接触关系。



1. 冲积物及洪积物; 2. 砂质砾岩; 3. 安山质凝灰岩; 4. 安山岩; 5. 花岗闪长岩; 6. 闪长岩; 7. 花岗闪长斑岩; 8. 断裂; 9. 主成矿元素综合异常; 10. Fe 异常; 11. 成矿远景区; 12. 找矿靶区; 13. 矿化蚀变带; 14. 遥感找矿有利区; 15. 铜矿点; 16. 磁铁矿点

图1 研究区成矿预测图

Fig. 1 Metallogenic prediction map of the study area

研究区主要发育 NE 向和 NW 向断裂,其中 NW 向断裂为晚期断裂,对早期 NE 向断裂进行错动和改造。区内主要控矿要素为岩浆岩,矿床沿花岗岩、花岗闪长岩与白垩纪安山岩、流纹岩接触带分布。主要矿化蚀变类型有硅化、绿帘石化、钾长石化、黄铁矿化、孔雀石化、蓝铜矿化、辉铜矿化、斑铜矿化、黄铜矿化、褐铁矿化及磁铁矿化等。

2 气候及地理特征

研究区毗邻太平洋东海岸,属于热带海洋性气候,四季万木常青。年降雨量 1 000 ~ 2 000 mm,分旱、雨两季,最早月份为 2—3 月,降水最多月份为

7—8 月。最低气温 20 ℃ 左右,年平均气温 25 ℃ ~ 27.7 ℃。地貌以中低山为主,山高沟深,属中深切,沟谷类型主要以“V”型为主,一级和二级水系发育较好,呈树枝状组合,且均可见地表径流。水系沉积物以岩石碎屑、砂土为主,夹杂较多的腐殖质;植被以阔叶林和草本植物为主,覆盖严重。基岩出露情况一般。

3 样品采集与分析测试

采用“格型法”进行水系沉积物测量采样布局设计^[11],按照 1 km × 1 km 的网度,平均采样密度为 1 个点/km²。野外选择水系中活动的、分选性较

差且中粗粒级冲积物聚集处进行多点采集,现场采用 10 目套 60 目不锈钢筛截取原始样品。为避免分析测试时腐殖质及植物碎屑的干扰,样品有水时就地水筛,无水时带回驻地用无根水水筛。从景观条件方面分析,研究区景观条件与我国森林沼泽景观区可类比,其粒级组成与物质构成相似,故取样粒级参考国内森林沼泽景观区^[12],截取-10 目~+60 目之间的样品。样品加工中将原始样品直接晾晒,再用不锈钢筛截取-10 目~+60 目部分样品送至实验室进行分析。

由于样品通关及运输手续繁琐,存在诸多不确定性,因此,样品分析测试在全球连锁 ALS 实验室墨西哥瓜达拉哈拉分部完成,分析方法选择 ICP-MS 或 ICP-AES,共分析测试了 51 个元素。

4 元素地球化学特征

4.1 空间展布特征

通过水系沉积物测量对研究区主要成矿元素及成矿指示元素进行研究,将原始数据网格化,采用累频方法编制研究区 11 个主要成矿元素地球化学图。以 Cu 为代表,从元素地球化学图(图 2)中可以看出地球化学场展布特征,高背景、极高背景从研究区西南部—Tomatlan 水库呈 NE 向展布,与白垩纪中性火山岩、地层及岩体接触带关系密切。研究区东北部显示为较高背景,推断与白垩纪花岗岩侵入过程中主要成矿元素局部富集有关;背景场与低背景分布在研究区中东部及南部大部分地区,与白垩纪花岗岩和花岗闪长岩的出露相吻合。

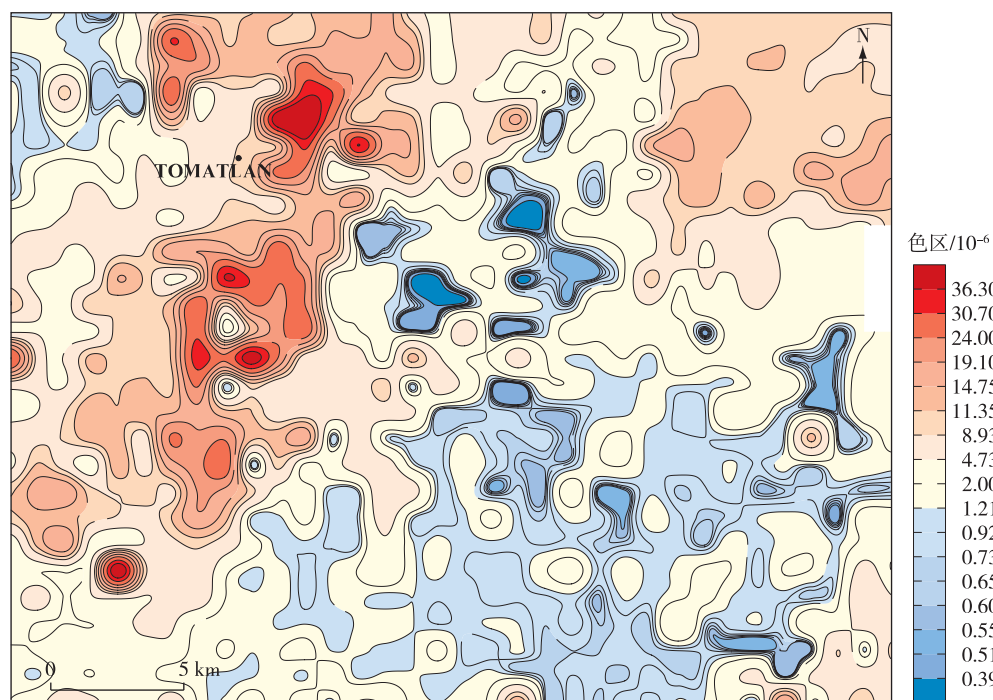


图 2 研究区 Cu 成矿元素地球化学图

Fig. 2 Copper element geochemical map of the study area

4.2 元素在主要地质单元的含量

采用浓集比率 C 衡量各主要地质单元各元素的相对含量,公式为

$$C = \bar{X}_{\text{单元}} / \bar{X}_{\text{研究区}},$$

式中: C 为浓集比率, $\bar{X}_{\text{单元}}$ 为地质单元各元素含量平均值, $\bar{X}_{\text{研究区}}$ 为研究区各元素含量平均值。

根据 C 值大小,将各主要地质单元各元素含量划分为明显富集($C \geq 1.5$),略富集($1.2 \leq C < 1.5$),基本相当($0.8 \leq C < 1.2$)和明显贫化($0.8 < C$)4 个等级。

采用变化系数 C_v 阐述元素分异特征,公式为

$$C_v = S / \bar{X}_{\text{单元}},$$

式中: C_v 为变化系数, S 为地质单元各元素含量离

差, $X_{\text{单元}}$ 为地质单元各元素含量平均值, 其中 S 的计算公式为

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 / (N - 1)}。$$

根据 C_v 值大小将元素分成强分异 ($C_v \geq 1.0$), 较强分异 ($0.7 < C_v < 1.0$), 明显分异 ($0.4 \leq C_v \leq 0.7$) 和弱分异 ($C_v < 0.4$)。

研究区主要地质单元为安山岩 (Kapa)、安山质凝灰岩 (Kapc)、闪长岩 (δK)、花岗闪长岩 ($\gamma\delta K$)、花岗闪长斑岩 ($\gamma\delta\pi K$), 其成矿元素含量见表 1。由表 1 可知, 花岗闪长斑岩 ($\gamma\delta\pi K$) 主成矿元素浓集比率 (C) 为明显富集型和略有富集型, 变化系数均为较强分异型, 推断花岗闪长斑岩体的成矿可能性较大。

表 1 主要地质单元成矿元素浓集比率和变化系数统计

Table 1 Statistics of concentration ratio and variation coefficient of metallogenic elements in main geological units

元素	含量 (Au、Ag/ 10^{-9} , Fe/% , 其他元素/ 10^{-6})						浓集比率 C					变化系数 C_v				
	全区	Kapa	Kapc	δK	$\gamma\delta K$	$\gamma\delta\pi K$	Kapa	Kapc	δK	$\gamma\delta K$	$\gamma\delta\pi K$	Kapa	Kapc	δK	$\gamma\delta K$	$\gamma\delta\pi K$
Au	0.43	0.62	0.34	0.43	0.42	0.61	1.44	0.79	1.00	0.98	1.42	0.91	0.96	2.02	1.91	0.80
Ag	29.00	57.00	75.00	25.00	24.00	59.00	1.97	2.59	0.86	0.83	2.03	0.63	0.59	0.91	0.88	0.73
As	1.30	3.60	4.00	1.10	1.20	3.20	2.77	3.08	0.85	0.92	2.46	0.38	0.25	1.67	1.83	0.86
Sb	0.12	0.39	0.38	0.10	0.11	0.33	3.25	3.17	0.83	0.92	2.75	0.33	0.51	1.28	1.16	0.64
Cu	5.77	17.25	17.35	5.14	5.11	10.90	2.99	3.01	0.89	0.89	1.89	0.51	0.43	1.19	1.26	0.71
Pb	4.40	6.30	9.50	3.70	3.60	12.50	1.43	2.16	0.84	0.82	2.84	0.57	0.48	2.00	2.14	0.91
Zn	18.30	51.60	48.70	16.80	16.60	64.70	2.82	2.66	0.92	0.91	3.54	0.38	0.43	1.19	1.15	0.88
W	0.06	0.08	0.08	0.07	0.05	0.05	1.33	1.33	1.17	0.83	0.83	0.87	0.40	1.84	1.78	0.66
Mo	0.32	0.46	0.47	0.30	0.32	0.62	1.44	1.47	0.94	1.00	1.94	0.28	0.28	0.80	0.83	0.65
Sn	0.40	0.50	1.50	0.40	0.30	0.40	1.25	3.75	1.00	0.75	1.00	0.33	1.83	0.56	0.52	0.29
Fe	1.18	3.14	2.24	1.13	1.15	2.04	2.66	1.90	0.96	0.97	1.73	0.30	0.25	0.69	0.71	0.53

注: Kapa 为安山岩, Kapc 为安山质凝灰岩, δK 为闪长岩, $\gamma\delta K$ 为花岗闪长岩, $\gamma\delta\pi K$ 为花岗闪长斑岩。

5 地球化学异常特征

5.1 综合异常圈定

5.1.1 铜多金属矿综合异常

铜多金属矿各元素异常下限采用分析测试原始数据逐步剔除 (剔除上下限 $= X \pm 3 \times S$) 后的平

均值 (X) 加 2.5 倍标准离差 (S)^[13-14] 求得 (表 2)。通过分析研究区地质、物化探资料, 结合周边区域成矿地质特征, 确定研究区主要成矿元素为 Au、Ag、Cu、Pb、Zn。选择 As、Sb 作为成矿指示元素, 采用异常衬度累加法圈定综合异常。研究区共圈定主要成矿元素综合异常 12 处, 编号为 Ht1—Ht12 (图 1)。

表 2 主要成矿元素异常下限值

Table 2 Lower limits of major metallogenic element anomalies

参数	Au/ 10^{-9}	Ag/ 10^{-9}	Cu/ 10^{-6}	Pb/ 10^{-6}	Zn/ 10^{-6}	W/ 10^{-6}	Mo/ 10^{-6}	Sn/ 10^{-6}	As/ 10^{-6}	Sb/ 10^{-6}	Fe/%
最大值	13.60	270.00	47.30	149.5	258.0	2.80	3.53	8.80	18.2	1.29	6.47
最小值	0.20	3.00	0.29	0.70	1.10	0.01	0.06	0.20	0.10	0.01	0.22
平均值	0.30	22.98	4.59	3.09	13.05	0.05	0.26	0.35	0.91	0.10	1.13
离差	0.28	15.50	4.35	2.55	9.31	0.03	0.13	0.16	0.94	0.09	0.79
变化系数	0.95	0.67	0.95	0.82	0.71	0.53	0.49	0.45	1.03	0.97	0.70
T 理论	1.00	61.74	15.48	10.00	36.30	0.12	0.58	0.74	3.00	0.40	3.09
T 使用	1.00	62.00	15.00	10.00	36.00	0.10	0.60	0.70	3.00	0.40	3.00

5.1.2 铁族元素综合异常

磁铁矿是该区另一个主要矿种。铁族元素异

常下限采用分析测试原始数据逐步剔除 (剔除上下限 $= X \pm 3 \times S$) 后的平均值 (X) 加 2.5 倍标准离差

(S)求得,用异常衬度累加法圈定铁族异常。研究区共圈定铁族元素异常 12 处,编号 Fe1—Fe12 (图 1)。

5.2 综合异常特征

根据《DZ/T 0011—2015 地球化学普查规范 (1:50 000)》^[15],综合异常分为甲、乙、丙 3 类,甲类异常可分成 2 个亚类,乙类和丙类异常可各分成

3 个亚类。按照地球化学普查规范,该区综合异常甲类异常 2 个,乙类异常 7 个,丙类异常 3 个(表 3)。

根据研究区地质、地球化学特征,选择相应的地球化学指标和地质指标,按贡献大小赋值,再根据各异常得分对研究区的综合异常进行评序,评序目的在于评价研究区异常对于找矿意义的大小。综合异常特征及排序结果见表 3。

表 3 综合异常特征及排序
Table 3 List of comprehensive anomalous features

异常编号	异常组合	异常规模	异常价值	异常排序
Ht8	Zn-As-Cu-Pb-Sb-Ag-Au	242.51	甲 1	1
Ht5	Zn-As-Pb-Cu-Ag-Sb-Au	112.77	甲 1	2
Ht10	Pb-Zn-Cu-Sb-As-Ag-Au	41.98	乙 2	3
Ht7	Pb-Au-As-Sb-Ag-Cu-Zn	72.20	乙 2	4
Ht9	As-Cu-Ag-Pb-Zn-Sb-Au	8.41	乙 3	5
Ht3	As-Sb-Zn-Ag-Cu-Pb-Au	8.10	乙 3	6
Ht2	As-Zn-Ag-Sb-Cu-Pb-Au	58.76	乙 2	7
Ht12	Pb-Zn-As-Au-Ag-Cu-Sb	32.02	丙 2	8
Ht11	Cu-Pb-As-Sb-Au-Zn-Ag	8.36	丙 2	9
Ht4	Ag-Pb-Zn-Sb-As-Cu-Au	20.80	乙 3	10
Ht6	As-Cu-Ag-Au-Pb-Sb-Zn	19.86	乙 3	11
Ht1	As-Ag-Au-Zn-Sb-Pb-Cu	13.63	丙 3	12

注:异常组合按规模降序排列

6 重要异常查证

为验证水系沉积物地球化学测量在热带海洋性湿润中低山地球化学景观区的有效性,对部分重要异常进行查证,结合研究区地形特征及岩体出露情况,选择高精度磁法测量、地质草测及地质物化探综合剖面,针对重点矿化蚀变地段进行探槽揭露和少量浅钻工作。在 6 个异常区发现硅化、蓝铜矿化、辉铜矿化、孔雀石化、磁铁矿化等重要矿化线索,多处刻槽样铜、金、铁含量均超过工业品位,且连续性较好。

本次预查工作新发现 Cu、Au、Ag、Pb、Zn 矿点 6 处,铜金银铅锌矿体 8 条,磁铁矿体 2 处。在 A-1 靶区圈定 1 条规模巨大的矿化蚀变带,沿花岗岩与安山岩接触带呈 NE 向展布,出露宽 800~1 200 m,长约 6 km(图 1),由多条 NNE 向硅化、褐铁矿化、黄铁矿化矿化蚀变带组成。化探异常元素组合为 As-Sb-Au-Ag-Cu-Pb-Zn-W-Mo-Bi,组合齐全、强度高、规模大,多数元素内、中、外带均有揭示。经探

槽揭露,在该矿化蚀变带发现 2 条铜金工业矿体。

根据最新勘查成果^[16],在 Ht-5 综合异常内发现中型斑岩型铜矿及小型隐爆角砾岩型铜金银铅锌矿各 1 处。

7 找矿预测

7.1 成矿远景区及靶区划分

根据成矿远景区及靶区划分原则^[17-20],研究区圈定了 I 级成矿远景区 1 处(金银铜锌多金属 I 级成矿远景区),A 级找矿靶区 2 个(分别为 A-1 找矿靶区、A-2 找矿靶区),B 级找矿靶区 1 个(B-1 找矿靶区)(图 1)。

7.2 成矿远景区及靶区特征

(1)金银铜锌多金属 I 级成矿远景区。位于研究区西部中性火山岩与中酸性侵入岩接触带及其附近。水系沉积物测量结果表明,与全区相比,主要成矿元素及成矿指示元素含量明显偏高。新发现的 6 个铜多金属矿点和 2 个磁铁矿点均分布在该成矿远景区。

(2)A-1 找矿靶区。位于金银铜锌多金属Ⅰ级成矿远景区北部中性火山岩与中酸性侵入岩接触带及其附近。安山岩、安山质凝灰岩多具硅化、褐铁矿化,网脉状石英细脉发育,局部见孔雀石化、蓝铜矿化,花岗岩、花岗闪长岩、闪长岩多见硅化及黄铁矿化。水系沉积物测量统计结果表明,与全区相比,该靶区主要成矿元素及成矿指示元素含量浓集趋势明显。在 A-1 找矿靶区新发现了 4 个铜多金属矿点和 2 个磁铁矿点。

(3)A-2 找矿靶区。位于金银铜锌多金属Ⅰ级成矿远景区中部,地层出露及矿化蚀变情况与 A-1 找矿靶区类似。水系沉积物测量统计结果表明,与全区相比,该靶区主要成矿元素及成矿指示元素含量浓集趋势明显。在 A-2 找矿靶区新发现了 1 个铜多金属矿点和 1 个铜矿点。

(4)B-1 找矿靶区。位于金银铜锌多金属Ⅰ级成矿远景区南西部,地层出露及矿化蚀变情况与 A-1 找矿靶区类似。水系沉积物测量统计结果表明,与全区相比,该靶区主要成矿元素及成矿指示元素含量浓集趋势明显。

8 遥感解译成果与地球化学异常的对应关系

自然资源部航空物探遥感中心在研究区开展了 1:25 000 遥感地质调查及解译工作,在 Quickbird 影像图上建立了岩体、地层及线环构造解译标志,编制了遥感地质矿产解译图件,圈定了 10 个遥感找矿有利区(编号 YG1—YG10)(图 1)。其中 YG1、YG2、YG3、YG4、YG5 找矿有利区均分布在 A-1 找矿靶区内,YG1、YG2、YG4、YG5 找矿有利区与 Ht5 综合异常相吻合,YG5 找矿有利区与 Fe4 异常吻合良好;YG6、YG7、YG8 找矿有利区均分布在 A-2 找矿靶区内,与 Ht8 综合异常相吻合;YG9 和 YG10 找矿有利区均分布在 B-1 找矿靶区内,YG9 找矿有利区与 Ht9 综合异常相吻合,YG10 找矿有利区与 Fe8 异常相吻合。10 个遥感找矿有利区与水系沉积物地球化学测量圈定的主要成矿元素综合异常、铁族异常及划分的找矿靶区对应良好,相互印证。

9 结论

(1)水系沉积物地球化学测量是在墨西哥

Tomatlan 地区进行找矿预测较好的方法,可准确揭示墨西哥 Tomatlan 地区 Cu、Au、Fe 矿(化)信息,圈定找矿远景区,明确找矿方向,缩小找矿范围。通过踏勘检查,择优异常查证,采用大比例尺地质物化探工作和地表槽探工程、钻探工程揭露及采样测试,可发现地表矿化体和蚀变带,进而圈定找矿靶区,厘定找矿有利地段,为后续矿产勘查工作提供依据。水系沉积物地球化学测量有望成为拉丁美洲热带海洋性湿润中低山地球化学景观区铜矿勘查中有效的方法手段。

(2)墨西哥 Tomatlan 地区铜矿(化)体主要发育在花岗闪长斑岩中,自岩体中心向外,钾化带和青磐岩化带较发育,具有斑岩型矿床的特征,该区铜矿可能为斑岩型铜多金属矿床。

参考文献

- [1] 王翠芝,雷华,姚仲友,等.墨西哥中—新生代成矿系列和成矿带划分及其大地构造意义[J].地质通报,2017,36(12):2116-2123.
- [2] 姚春彦,姚仲友,李汉武,等.墨西哥西马德雷山脉中—新生代构造、岩浆演化及成矿特征[J].地质通报,2017,36(12):2124-2133.
- [3] 王军,曹锦元,智铎强.墨西哥哈利斯科州 Cinco Minas 银金矿区构造与成矿关系[J].矿产勘查,2014,5(1):90-95.
- [4] 王磊,柳玉龙,李丰收,等.墨西哥成矿分带及与侵入岩相关矿床分布规律[J].矿产勘查,2014,5(4):663-671.
- [5] 方维萱,柳玉龙,张守林,等.全球铁氧化物铜金型(IOCG)矿床的 3 类大陆动力学背景与成矿模式[J].西北大学学报(自然科学版),2009,39(3):404-413.
- [6] 王素平,王绘清,吕晓东,等.墨西哥地质、矿产及矿业经济概况[J].安徽地质,2012,22(4):273-277.
- [7] 赵君,乔树岩,戴慧敏.水系沉积物测量在阿巴通德拉扎卡地区找矿应用[J].物探与化探,2011,35(1):24-27.
- [8] 崔晓亮,刘婷婷,王文恒,等.东昆仑布青山地区水系沉积物测量地球化学特征及找矿方向[J].物探与化探,2011,35(5):573-578.
- [9] 汤正江,程治民,洪大军.太平沟水系沉积物异常特征及找矿效果[J].物探与化探,2011,35(5):584-587.
- [10] 严明书,李瑜,鲍丽然,等.西藏申扎地区 1:5 万水系沉积物地球化学特征及找矿意义[J].物探与化探,2016,40(1):10-16.

- [11] 程治民, 汤正江, 唐伟, 等. 墨西哥哈利斯科州托马特兰市哈利卡尔铜金矿预查成果报告[R]. 合肥: 安徽省勘查技术院, 2014.
- [12] 王天刚, ADRIAN F, 姚仲友, 等. 勘查植物地球化学在我国不同地球化学景观区的应用现状及展望[J]. 华东地质, 2020, 41(1): 1-7.
- [13] 陈丽萍, 王威, 姜雅, 等. 我国境外矿产资源勘查开发投资面临的困境及建议[J]. 国土资源情报, 2009, 10(7): 34-41.
- [14] 丁汝福. 国内外寻找隐伏矿化探新方法研究进展[J]. 地质与勘探, 1999, 35(2): 30-34.
- [15] 中华人民共和国国土资源部. DZ/T 0011—2015 地球化学普查规范(1:50 000)[S]. 北京: 地质出版社, 2015.
- [16] 程治民, 唐伟. 墨西哥哈利斯科州托马特兰市哈利卡尔铜金矿勘查地质成果报告[R]. 合肥: 安徽省勘查技术院, 2016.
- [17] 孙社良, 陈士海, 李永明, 等. 土壤地球化学测量在赣东北良坑钨钼矿区勘查中的应用[J]. 华东地质, 2017, 38(4): 279-287.
- [18] 朱俊, 欧阳凯, 陈敦理. 激电测深法在印尼塔里阿布岛铅锌多金属矿区勘查中的应用[J]. 华东地质, 2018, 39(1): 59-65.
- [19] 刘宝山, 赵立国. 黑河市大新屯土壤地球化学测量应用及找矿效果[J]. 华东地质, 2016, 37(2): 152-156.
- [20] 刘海鹏, 鹿志忠. 埃塞俄比亚北部阿斯格德地区地球化学异常特征与找矿意义[J]. 矿产勘查, 2017, 8(4): 682-690.

Application of stream sediments geochemical survey in the Cu reconnaissance at the Tomatlan area, Mexico

TANG Wei, TANG Zheng-jiang, CHENG Zhi-min, GAO Peng, WANG Qiu-xuan

(Institute of Exploration Technology of Anhui Province, Hefei 230031, China)

Abstract: The Tomatlan region in Mexico belongs to part of the tectonic belt and mineralization belt in the eastern rim of the Pacific, suggesting well potential for prospecting. The stream sediments surveys defined 12 comprehensive anomalous areas of major ore-forming elements and indicator elements of copper polymetallic ore in this area, and 12 comprehensive anomalies of iron family elements too. Integrated anomalous verification for the preferential areas has revealed that multiple anomalies resulted mainly from mineralization or ore bodies. Verification using trench and shallow drills in the key mineralized and altered sections revealed six new Cu, Au, Ag polymetallic prospects and two magnetite prospects. The results show that stream sediment anomalies can quickly and accurately reveal Cu, Au, Fe mineralization information in the Tomatlan region of Mexico. Stream sediment measurement can quickly define target areas of mineralization during exploration of copper deposits in middle and low mountain geochemical landscape area with tropical marine humid climate in Mexico and even whole Latin America.

Key words: geochemical survey of stream sediments; copper deposit reconnaissance; Tomatlan region; Mexico