

doi: 10.19388/j.zgdzdc.2020.03.07

引用格式: 秦宇龙,詹涵钰,武文辉,等. 基于地球化学异常特征揭示地质构造——以四川惠远寺地区为例[J]. 中国地质调查,2020,7(3): 55–60.

基于地球化学异常特征揭示地质构造

——以四川惠远寺地区为例

秦宇龙^{1,2}, 詹涵钰^{1,2}, 武文辉^{1,2}, 李 峥^{1,2}, 熊昌利^{1,2}, 徐云峰^{1,2}, 李名则^{1,2}
(1. 四川稀有稀土战略资源评价与利用重点实验室, 成都 610081; 2. 四川省地质调查院, 成都 610081)

摘要: 为查明研究区地质构造活动特征,以四川道孚县惠远寺地区为研究对象,开展了1:5万区域地球化学扫面工作,将典型元素的异常分布和背景值特征与区内已知断裂构造、出露岩体、地质界线等进行对比研究。结果表明:元素(或异常)分布特征与断裂活动、岩体和地层分布相匹配,表现出受已知地质构造(鲜水河断裂带)的影响很大;地球化学异常的形成和迁移与成矿期的构造作用密切相关,相关资料可用于反演推断地质构造活动特征;在已知断裂的基础上,结合化探资料和地质观察,对地质体空间分布和构造界限的位置做出推测,初步厘定区内存在推测断层6条。该研究对未知地区和隐伏性地质构造提出推断,为后续找矿勘探提供依据。

关键词: 地球化学异常; 元素分布; 推断地质构造; 四川惠远寺地区

中图分类号: P595; P632; P542.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 2095–8706(2020)03–0055–06

0 引言

地球化学异常特征在地质学领域的应用广泛,除直接反映元素丰度外,还可以间接反映研究区岩体、地层、构造活动特征^[1–3]。前人应用地球化学异常的空间展布特征,推断岩体产出部位、矿体深部信息和被地层掩盖和后期构造破坏的构造等^[4–11]。但四川道孚县八美镇惠远寺地区研究较为薄弱^[12–13],关于地球化学异常的讨论鲜少涉及,运用地球化学异常相关资料反演推断地质构造活动方面更是空白。本文根据四川道孚县惠远寺幅1:5万区域化探扫面成果,在充分研究成矿元素含量的时间和空间分布特征及地球化学异常展布的基础上,结合该区的基础地质情况,对隐伏地质体的空间分布和构造界限位置做出推测,为地质找矿提供依据。

1 研究区地质概况

研究区位于松潘—甘孜造山带东部,大地构造位置属巴颜喀拉地块。鲜水河断裂带分布于四川

省的甘孜、炉霍、道孚、乾宁至康定一带。四川境内延伸长约600 km,宽10~20 km。测区内仅出露鲜水河断裂南东段,延伸长约25 km,斜贯测区东北部(图1)。鲜水河断裂带是一条强地震活动带,将松

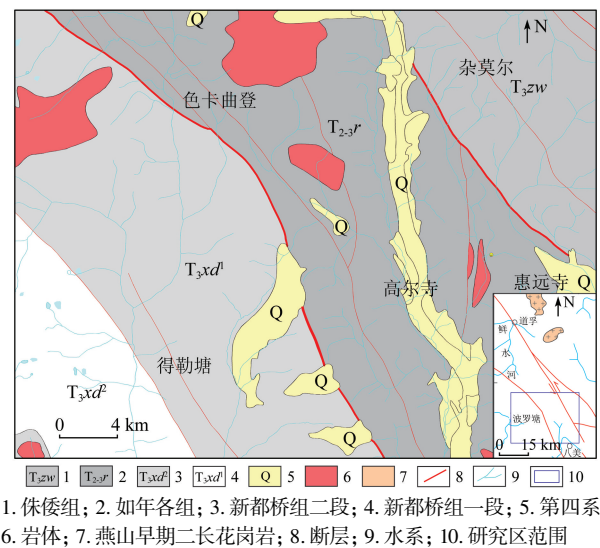


图1 研究区地质简图^[14]

Fig.1 Geological map of the study area^[14]

收稿日期: 2019–03–13; 修订日期: 2019–10–29。

基金项目: 四川省科技计划项目“川西锂矿大型能源资源基地成矿关键技术研究示范(编号: 2018SZ0276)”和中国地质调查局“四川道孚县惠远寺幅(H47E009022)1:5万水系沉积物测量(编号: DD20160074、121201004000160901–31)”项目联合资助。

第一作者简介: 秦宇龙(1976—),男,硕士,高级工程师,主要从事区域地质调查、矿产勘查研究。Email: 63328712@qq.com。

通信作者: 詹涵钰(1990—),女,硕士,工程师,主要从事区域地质调查、矿产勘查研究。Email: 306269946@qq.com。

潘—甘孜造山带的主体分为两部分,北东为马尔康逆冲—滑脱叠置浅层构造岩片,南西为雅江逆冲—滑脱叠置浅层构造岩片^[15]。

研究区地层区划属巴颜喀拉地层区玛多—马尔康地层分区雅江地层小区。区内出露地层主要为中生界三叠系(西康群)如年各组(T_{2-3r})、侏倭组(T_{3zw})、新都桥组(T_{3xd})和第四系(Q),河流沿岸为第四纪覆盖物,在西北部有石英闪长岩体和花岗闪长岩出露^[16]。

如年各组(T_{2-3r})位于鲜水河断裂带内,为一套混杂岩;侏倭组(T_{3zw})岩性为深灰、灰色、灰黑色薄—厚层长石石英砂岩、石英砂岩与粉砂质板岩、板岩不等厚成段韵律互层;新都桥组(T_{3xd})主要岩性为一套深灰、灰黑色粉砂质板岩及绢云母板岩;第四系(Q)主要分布于山麓边缘、山坡、山间河谷地带及主沟与支沟的交汇部位。

研究区内发育呈NW—SE向平行展布的区域性断裂,在断裂附近由于构造挤压及左行平移剪切作用,形成一系列延伸NW向或近SN向的强劈理化带,规模较大。

2 地球化学特征

本次研究地球化学参数计算主要针对1:5万水系沉积物分析测试的6个典型元素指标,统计单元主要为地层单元。以采样点位坐标所对应地层或岩浆岩为归属单元,应用MapGIS找出各样点对应的属性单元归属,再将各属性数据输入基础数据库,以供参数统计和对比研究。本次参数统计计算对有数据的层位均进行了统计,一般低于30样本数的单元无统计意义。为了不漏掉有意义的特殊层位,故在统计时对地层样本数大于15件、岩体样本数大于10件的统计单元均进行了统计。

2.1 各地质单元中典型元素的分布特征

研究区可分为5个地质单元(第四系、新都桥组、侏倭组、如年各组和岩体),不同元素在各地质单元中的参数如表1所示。依据表中数据绘制出典型元素的地球化学图(图2),以反映典型元素在不同地质单元中的分布特征。

表 1 各地质单元地球化学参数统计

Tab.1 Statistics of the geochemical parameters for each geological unit									
元素	地质单元	平均值($\bar{X}$)	极大值($X_{\max}$)	极小值($X_{\min}$)	标准离差(S_0)	变异系数(C_v)	富集系数(K)	全国平均值 ^[17] (C)	叠加强度系数(D)
Au	第四系	2.530	60.500	0.320	4.610	1.822	1.216	2.08	5.819
	新都桥组	1.283	48.600	0.150	2.460	1.918	0.617		6.007
	侏倭组	2.986	49.300	0.150	4.992	1.672	1.436		9.344
	如年各组	2.080	55.300	0.150	2.917	1.403	1.000		6.597
	岩体	1.565	6.450	0.440	1.158	0.740	0.752		2.157
Bi	第四系	0.434	0.889	0.025	0.133	0.305	1.010	0.43	1.081
	新都桥组	0.422	1.160	0.093	0.113	0.267	0.982		1.082
	侏倭组	0.327	0.831	0.127	0.099	0.304	0.760		1.271
	如年各组	0.480	6.080	0.078	0.282	0.589	1.115		2.571
	岩体	0.352	0.862	0.081	0.170	0.484	0.818		1.000
Li	第四系	55.380	98.400	15.800	14.270	0.258	1.654	33.48	1.025
	新都桥组	61.070	112.000	30.500	10.260	0.168	1.824		1.191
	侏倭组	37.020	103.000	13.100	16.230	0.438	1.106		2.356
	如年各组	60.350	106.000	21.300	12.420	0.206	1.802		1.058
	岩体	54.960	89.200	24.600	15.220	0.277	1.641		1.000
Mo	第四系	0.683	1.790	0.263	0.221	0.323	0.610	1.12	1.076
	新都桥组	0.526	1.400	0.100	0.184	0.349	0.470		1.037
	侏倭组	0.854	2.320	0.365	0.231	0.271	0.762		1.248
	如年各组	0.648	2.940	0.234	0.203	0.313	0.578		1.279
	岩体	0.610	3.610	0.281	0.369	0.605	0.545		2.452

数据来源

(续表)

元素	地质单元	平均值(X)	极大值($X_{\max}$)	极小值($X_{\min}$)	标准离差(S_o)	变异系数(C_v)	富集系数(K)	全国平均值 ^[17] (C)	叠加强度系数(D)
Sb	第四系	1.194	3.540	0.120	0.701	0.587	0.835	1.43	1.107
	新都桥组	0.601	2.590	0.107	0.457	0.761	0.420		1.571
	侏倭组	1.130	12.100	0.205	1.342	1.187	0.790		3.252
	如年各组	1.235	5.100	0.053	0.667	0.540	0.863		1.188
	岩体	0.719	2.830	0.160	0.631	0.878	0.503		2.048
Sr	第四系	89.240	415.000	2.000	70.610	0.791	0.536	166.50	2.238
	新都桥组	60.360	316.000	2.000	40.890	0.677	0.363		2.243
	侏倭组	107.400	604.000	4.190	64.720	0.603	0.645		1.329
	如年各组	84.760	391.000	16.600	55.640	0.656	0.509		1.996
	岩体	156.700	456.000	21.600	119.100	0.760	0.941		1.000

注：Au 含量单位为 10^{-9} ,其余元素含量单位为 10^{-6} ； C_v 、 K 、 D 为无量纲量。

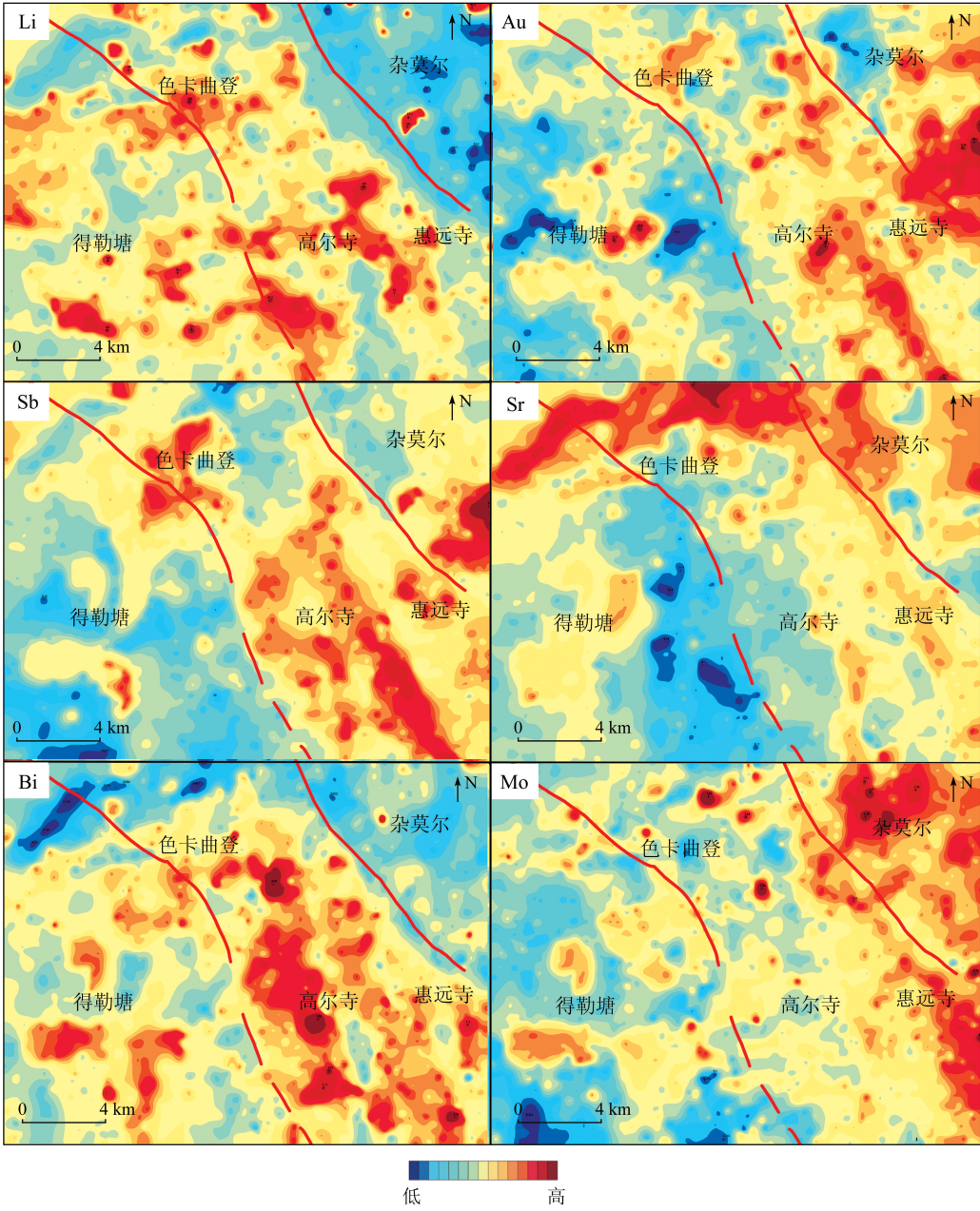


图2 四川惠远寺地区典型元素分布特征

Fig.2 Typical element distribution characteristics in Huiyuan Temple area of Sichuan Province

第四系中 Au、Sb 含量较高,形成相应的高背景和正异常,其余元素含量中等,无含量最低元素;新都桥组中 Li、Bi 含量较高,形成相应的高背景区,而 Ag、Sb、Mo 含量低,形成相应的低背景区;侏倭组中 Au、Sb、Sr、Mo 元素含量较高,形成了相应的高背景和正异常,Li、Bi 元素含量低,形成了相应的低背景区;如年各组中 Sb、Bi 含量高,形成了相应的高背景和正异常,其余元素含量中等,无含量最低元素;岩体中 Sr 含量最高,形成了相应的高背景和正异常,其余元素含量较低。

2.2 各地质单元中典型元素的系数特征

结合表 1 可以看出,不同的元素在同一地层中的分布、分配具有一定的专属性及相关性,不同地质体中的元素分布、分配有明显差异性。

2.2.1 变异系数(C_v)

惠远寺地区典型元素的变异系数特征如图 3 所示,可分为明显不均匀分布(变异系数 $C_v > 1.0$)、较大起伏型($0.5 < C_v \leq 1.0$)、中等起伏型($0.3 < C_v \leq 0.5$)和均匀分布型($C_v \leq 0.3$)。

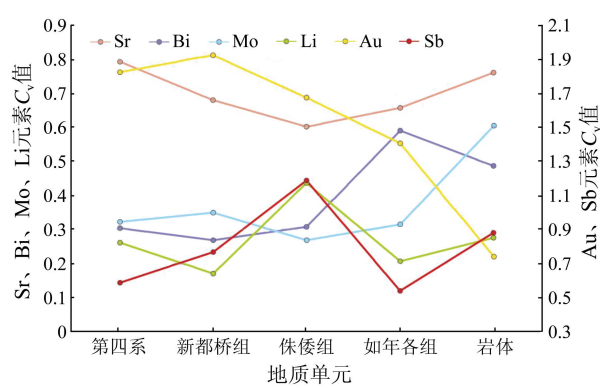


图 3 四川惠远寺地区典型元素在各地质单元中变异系数(C_v)对比

Fig.3 Comparison of variation coefficient (C_v) for the typical elements in various units in Huiyuan Temple area of Sichuan Province

第四系中 Au 元素处于明显不均匀分布, Sr 和 Sb 元素为较大起伏型, Bi、Mo 为中等起伏型, Li 为均匀分布;新都桥组中 Au 元素表现为明显不均匀分布, Sr、Sb 元素为较大起伏型, Mo 元素为中等起伏型, Bi、Li 元素近乎均匀分布;侏倭组中 Au 和 Sb 元素表现为很大起伏型, Sr 元素为较大起伏型, Li 和 Bi 为中等起伏型, Mo 元素为均匀分布型($C_v \leq 0.3$);如年各组中 Au 元素表现为很大起伏型, Sb、

Sr 和 Bi 元素为较大起伏型, Mo 为中等起伏型, Li 元素为均匀分布型;岩体中无强变异元素,较强变异元素有 Au、Sb、Sr、Mo,弱变异的中等起伏型元素有 Bi, Li 元素为均匀分布型。一般来说,变异系数越大,元素的空间分布越不均匀,迁移富集能力越强,富集成矿的可能性就越大。

2.2.2 叠加强度系数(D)

惠远寺地区典型元素的叠加强度系数特征如图 4 所示,分为强叠加元素($D \geq 5$)、明显叠加元素($3 \leq D < 5$)、较明显叠加($2 \leq D < 3$)和无明显叠加($1 \leq D < 2$)。

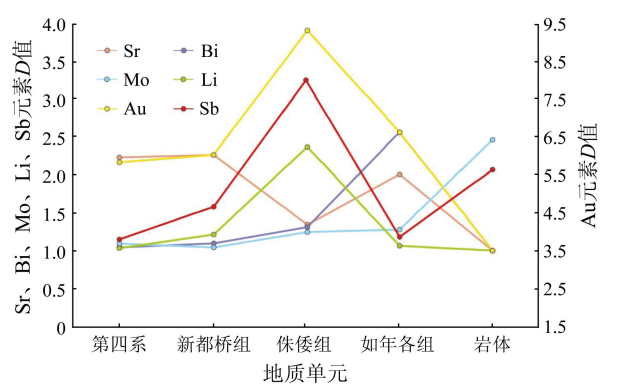


图 4 四川惠远寺地区典型元素在各地质单元中叠加强度系数(D)对比

Fig.4 Comparison of superimposed intensity factor (D) for the typical elements in various units in Huiyuan Temple area of Sichuan Province

第四系中 Au 为强叠加元素,无明显叠加元素, Sr 元素为较明显叠加, Bi、Mo、Li、Sb 元素无明显叠加;新都桥组中 Au 为强叠加元素,无明显叠加元素, Sr 元素为较明显叠加, Bi、Mo、Li、Sb 元素无明显叠加;侏倭组中 Au 为强叠加元素, Sb 为明显叠加, Li 元素为较明显叠加, Sr、Bi、Mo 元素为无明显叠加;如年各组中 Au 为强叠加元素,无明显叠加元素, Sr 和 Bi 为较明显叠加, Mo、Sb、Li 元素为无明显叠加;岩体中无强叠加元素, Au 为明显叠加, Sb、Mo 元素为较明显叠加, Sr、Bi、Li 表现为无明显叠加。一般来说,叠加强度系数越大,元素的地球化学成矿环境越好,受多期地质作用影响越大,成矿条件越有利。

2.2.3 相对富集系数(K)

惠远寺地区典型元素的相对富集系数特征如图 5 所示,按 K 的变化分为贫乏($K < 0.8$)、正

常($0.8 \leq K < 1.2$)、富集($1.2 \leq K < 2$)和强富集($K \geq 2$)。

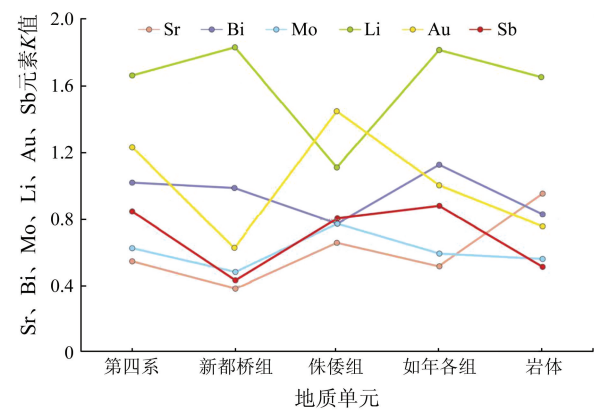


图5 四川惠远寺地区典型元素在各地质单元中相对富集系数(K)对比

Fig.5 Comparison of relative enrichment factor (K) for the typical elements in various units in Huiyuan Temple area of Sichuan Province

区内最为富集的元素是Li,最贫乏的元素为Sr。其中第四系富集Au和Li,贫乏的元素有Mo、Sr;新都桥组富集的元素有Li,贫乏的元素有Au、Mo、Sb、Sr;侏倭组富集Au元素,贫乏的元素有Bi、Mo、Sr;如年各组富集Li元素,贫乏的元素有Mo和Sr;岩体富集Li,贫乏Au、Mo、Sb。

3 地质构造解释推断

惠远寺地区鲜水河断裂带呈NW向贯穿图幅,断裂带内出露如年各组板岩、基性火山岩夹灰岩岩块,沿断裂发育劈理化带,中酸性脉岩沿劈理化带分布,部分地区经韧性剪切作用形成花岗质糜棱岩,一些地段产状零乱,揉皱强烈;该区内除Au、Ag、Mo、Nb、Sn、Ta、W以外,其他元素都较富集;断裂西侧为新都桥组板岩夹少量长石石英砂岩,富集Nb、Ta、W,而Ag、As、Au、Mo、Sb、Sr则表现为贫乏;东侧侏倭组板岩与长石石英砂岩互层,富集Mo和Ag、Au、Sb、As、Sr等中低温热液元素,其余均表现为低背景。根据典型元素的异常分布特征可见,异常分带与以上3个部分(断裂带西、中、东部)的地质界线相吻合,异常分布受断裂构造影响很大。

将研究区所有元素指标,按照各元素指标确定的异常下限,将标准化处理后的数据进行异常赋值并进行叠加,得到全区信息总量值,勾绘出研究区地球化学地质构造推断图(图6)。由图6可见,元

素的分散与富集及元素异常分布形态在空间上、成因上都与断裂构造有着密切的联系^[18]。除已知构造外,根据研究区内异常的含量高低、位置及展布形态还可推测出2组断层:F₁、F₂、F₃断层组平行于异常,呈NE向展布,被后期断裂切割错位;F₄、F₅、F₆断层组则平行于鲜水河断裂带,呈NW向展布。

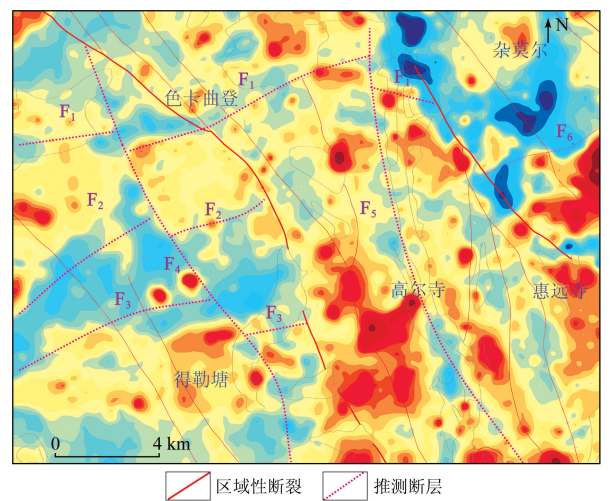


图6 研究区地球化学地质构造推断

Fig.6 Geological structure inference from the geochemical characteristics in the study area

4 结论

- (1)元素的分散与富集及元素异常分布形态在空间上、成因上都与断裂构造有着密切的联系。
- (2)利用中低温热液元素(Au、Sb)可推断断裂带界线;利用亲石元素(稀有)(Li、Sr)和高温热液元素(Mo、Bi)可推断岩浆岩的产出部位。
- (3)应用地球化学异常推断地质构造、岩体,还应该考虑到异常主要以水系沉积物样品为主,判断地质体空间分布的精确内容和构造界限的确切位置存在一定的局限性,地质构造推断必须以地质观察为基础,不能以化探资料取代地质观察直接信息。

参考文献:

[1] 钱建平,何胜飞,王富民,等.安徽省廖家地区地质地球化学特征和构造地球化学找矿[J].物探与化探,2008,32(5):519-524,528.

[2] 钱建平.构造地球化学找矿方法及其在微细浸染型金矿中的应用[J].地质与勘探,2009,45(2):60-67.

[3] 钱建平. 构造地球化学浅议[J]. 地质地球化学, 1999, 27(3): 94-101.

[4] 董岩翔. 浙东某区区域构造地球化学特征及其研究意义[J]. 浙江区测, 1980(1): 1-10.

[5] 李阳, 陈明, 陶立新. 地球化学信息在推断地质构造系统中的应用——以吉林省中东部山区为例[J]. 吉林地质, 2016, 35(1): 74-77.

[6] 周军, 刘亚楠, 彭峰, 等. 在新疆哈密雅满苏一带应用区域地球化学推断砂卡岩的分布[J]. 新疆有色金属, 2017, 40(1): 14-17.

[7] 陈进, 毛先成, 杨斌, 等. 基于构造地球化学异常的金矿床蚀变带深部推断三维建模——以山东夏甸金矿为例[J]. 地质学报, 2018, 42(3): 379-385.

[8] 王保林. 地球化学综合信息推断浅层隐伏地质体的研究[J]. 安徽地质, 2006, 16(3): 204-207.

[9] 徐云峰, 秦宇龙, 王显锋, 等. 四川容须卡伟晶岩型锂多金属矿床地球化学特征及成矿地质条件[J]. 中国地质调查, 2019, 6(1): 34-40.

[10] 邓红宾, 谢启兴, 魏华财, 等. 东昆仑造山带大水沟中酸性侵入岩的形成时代及岩石地球化学特征[J]. 中国地质调查, 2018, 5(1): 51-59.

[11] 樊玉朋, 贾正海, 王星琰, 等. 冀北围场县锥子山一带侵入岩岩石化学特征及成矿意义[J]. 中国地质调查, 2017, 4(6): 50-57.

[12] 玉珠措姆. 七世达赖喇嘛驻锡地惠远寺与康区地方土司及清廷的互动[J]. 中山大学学报: 社会科学版, 2018, 58(3): 147-161.

[13] 乾宁地震考察组. 1988 年道孚县乾宁 5.0 级地震的宏观考察[J]. 四川地震, 1988(3): 50-54.

[14] 李晓, 王金金, 黄珣, 等. 鲜水河断裂带康定至道孚段热水化学与同位素特征[J]. 成都理工大学学报: 自然科学版, 2018, 45(6): 733-745.

[15] 邓飞, 贾东, 罗良, 等. 晚三叠世松潘甘孜和川西前陆盆地的物源对比: 构造演化和古地理变迁的线索[J]. 地质论评, 2008, 54(4): 561-573.

[16] 曾宜君, 黄思静, 阚泽忠, 等. 四川西部三叠系西康群地球化学特征与大地构造背景[J]. 沉积与特提斯地质, 2006, 26(1): 22-29.

[17] 任天祥, 汪明启. 中国浅表地球化学场基本特征[J]. 矿床地质, 2004, 23(增刊 1): 41-53.

[18] 王会锋, 叶柱才. 1:20 万区域地球化学资料在基础地质研究中的应用[J]. 物探与化探, 2007, 31(5): 473-476.

Geological structure revelation based on geochemical anomalies:
A case study in Huiyuan Temple area of Sichuan Province

QIN Yulong^{1,2}, ZHAN Hanyu^{1,2}, WU Wenhui^{1,2}, LI Zheng^{1,2},
XIONG Changli^{1,2}, XU Yunfeng^{1,2}, LI Mingze^{1,2}

(1. Key Laboratory of the Evaluation and Utilization of Strategic Rare Metals and Rare Earth Resources of Sichuan Province, Chengdu 610081, China; 2. Sichuan Geological Survey Institute, Chengdu 610081, China)

Abstract: In order to probe the characters of tectonic structures in the study area, the authors conducted the 1:50 000 regional geochemical profile scan and took Huiyuan Temple area in Daofu County of Sichuan Province as a case study. The anomaly distribution and background value characters of the typical elements were compared with the known inferred faults, hidden rocks and geological boundaries. The results show that element (or anomaly) distribution characters correspond to the characters of fault activities, rocks and strata, which have been largely affected by the known geological structure (Xianshuihe Fault Zone). The formation and change of geochemical anomaly is closely related to those tectonic structures during the metallogenic period. Therefore, these data could be used to invert and infer the tectonic activity charaters. Based on the known faults and combined with the geochemical data and geological observation, the authors preliminarily inferred the spatial distribution of geological bodies and the locations of tectonic boundaries, and identified six inferred faults. This research aims to infer about those unknown regions and concealed geological structures, which provides some reference for future geological prospecting.

Keywords: geochemical anomalies; element distribution; inferred geological structure; Huiyuansi Temple area of Sichuan Province

(责任编辑: 刘永权)