

doi: 10.11720/wtyht.2018.0060

吴卫国.1:5万岩石构造地球化学测量在粤北一六矿田中的应用[J].物探与化探,2018,42(5):866-872.<http://doi.org/10.11720/wtyht.2018.0060>

Wu W G.The application of 1:50 000 rock structure geochemical survey in the Yiliu orefield of northern Guangdong Province[J].Geophysical and Geochemical Exploration,2018,42(5):866-872.<http://doi.org/10.11720/wtyht.2018.0060>

1:5万岩石构造地球化学测量在 粤北一六矿田中的应用

吴 卫 国

(广东省有色地质勘查院,广东 广州 510080)

摘 要:在粤北一六矿田开展的1:5万岩石构造地球化学测量,以构造裂隙充填物质、矿化蚀变岩石、岩脉、褐铁矿化等为采样介质,可以有效地圈定矿致地球化学异常,且圈定的异常与水系沉积物异常基本一致,但是异常规模、强度有一定差异。结果显示,岩石构造异常与已知矿床(点)吻合度明显高于水系沉积物异常。因受采样条件限制,该方法仅适用于基岩出露较好的地区和以灰岩为主的地区。该方法对我国南方强风化、厚覆盖,以灰岩为主的地区开展地球化学勘查具有借鉴意义。

关键词:岩石地球化学测量;地球化学异常;一六矿田;粤北

中图分类号: P632

文献标识码: A

文章编号: 1000-8918(2018)05-0866-07

0 引言

粤北地区是亚热带湿润气候区,属我国湿润半湿润中低山丘陵区景观。区内气候温暖湿润,植被发育,风化作用强烈,以化学风化和生物风化为主,土壤发育。由于天然基岩露头少,地球化学测量通常以水系沉积物和土壤为采样介质,开展中大比例尺的岩石地球化学测量则存在一定难度。岩石地球化学测量是一种直接、有效寻找隐伏矿体的方法,前人充分总结了热液矿床岩石地球化学测量方法^[1-2],同时为尽量提取深部矿化信息,又提出了在岩石测量过程中采集构造裂隙充填物质作为采样介质,均取得良好的找矿效果^[1,6]。但上述方法主要用于矿区范围内的大比例尺化探详查工作,很少涉及1:5万尺度。

笔者依托于中国地质调查局“广东韶关凡口铅锌银多金属矿整装勘查区矿产调查与找矿预测”项目,在区内开展1:5万岩石构造地球化学测量方法试点工作,以构造裂隙充填物质、矿化蚀变岩石、岩

脉、褐铁矿化等作为采样介质,分析了该方法的有效性,同时探讨了岩石构造地球化学测量在推断隐伏岩体、控矿构造等方面的意义。

1 地质概况

测区区域上位于南岭纬向构造带中段北缘,曲仁构造盆地西缘,九峰—诸广山东西向构造带和贵东—大东山东西向构造带之间,处于粤北山字形构造脊柱东侧马蹄形盾地中。粤北地区地层从寒武系至第四系均有一定程度发育,其中以泥盆系和石炭系分布最广,岩性以灰岩和砂岩为主,变质程度较低,岩浆岩则以近东西向的贵东—大东山岩体和九峰—诸广山岩体最具规模。测区主要出露地层为泥盆系天子岭组(D_3t)灰岩、白云质灰岩、钙质页岩;泥盆—石炭系帽子峰组(DCm)石英砂岩、粉砂岩和钙质碎屑岩加泥晶灰岩;石炭系长来组(C_1cl)生物碎屑泥晶灰岩,大赛坝组(C_1ds)中厚层状砂岩、粉砂岩夹灰岩,石磴子组(C_1s)灰岩夹白云质灰岩、白云岩,测水组(C_1c)砂岩、页岩,夹炭质页岩及煤层,

收稿日期:2018-02-01;修回日期:2018-05-24

基金项目:中国地质调查局项目“广东韶关凡口铅锌银多金属矿整装勘查区矿产调查与找矿预测”(121201004000150017-64)

作者简介:吴卫国(1986-),工程师,毕业于中国地质大学(武汉),从事地球化学勘查研究工作。Email:andywu17@163.com

梓门桥组(C_1z)灰岩、白云质灰岩夹白云岩,大浦组(C_2dp)细晶白云岩;石炭—二叠系壶天群(CP_h)泥晶灰岩、白云质灰岩夹白云岩;二叠系栖霞组($P_{1-2}q$)厚层状灰岩,孤峰组(P_2g)薄层状硅质岩、粉砂岩和页岩;三叠系良口组(T_3g)石英砂岩、粉砂岩;侏罗系金鸡组(J_1j)石英砂岩与泥岩互层,桥源组(J_1q)长石石英砂岩夹粉砂岩、泥岩。

断裂构造主要为多组 NNE 向断裂,其次为 NW 向断裂,褶皱主要为观音山背斜。测区岩浆岩主要为宝山岩体(中细粒黑云母二长花岗岩)、一六岩脉群(白云母花岗岩脉和花岗伟晶岩脉)和下塘岩体(黑云母斜长花岗岩),出露面积均较小。区内矿产丰富,以铅、钨、锑、汞多金属矿为主,矿床成因类型复杂,控矿因素多样,矿床(点)主要分布于宝山岩体周围及其东侧的 F_3 断裂带及次级断裂中。

本次选择开展 1:5 万岩石构造测量的粤北一六矿田地层以泥盆系和石炭系为主,岩性以灰岩为主,砂岩次之;岩浆岩出露面积较小。灰岩风化后仍可见大量原地基岩;砂岩以风化残余露头和人工露头为主;岩浆岩在地势陡峻地段可见基岩,部分地段也可见人工露头。因此测区存在一定密度的基岩露头,满足开展 1:5 万岩石构造地球化学测量工作的需要。

2 样品采集与分析

2.1 样品采集

岩石构造地球化学测量以 500 m×200 m 的矩形格子为采样单元,设计采样密度为 10 个样/ km^2 ,根据地层和岩石类型的复杂程度、基岩露头情况、通行条件等,在主要构造地段、赋矿层位进行适当加密,在大面积单一地层区内适当抽稀。要求连续空白不超过 3 格,测区总空白单元不超过 3%。

采集的样品主要包含构造裂隙充填物质和基岩两种。优先采集构造裂隙充填物质,如裂隙泥、断层泥、破碎带物质、矿化或蚀变物质等(即构造样),最大限度地提取矿化信息。若无上述物质,则采集新鲜基岩样品,若无新鲜基岩则采集半风化基岩样品,并避免在风化裂隙上采样。在采样单元格子内采样点尽量分布均匀,在每一采样点距 1/3 的范围内 3~5 处采集小块直径 2~3 cm 的同类岩石组成一个样品。若单元内存在多种地质体,视其面积大小及地质意义,分别独立取样;如果岩性层呈极薄的韵律层,可视岩性的比例,分别敲取一定岩石碎块组成样品。单个样品质量大于 300 g。

本次 1:5 万构造岩石地球化学测量工作共采集

岩石样品 1 539 件,采样密度为 9.1 样/ km^2 ,其中构造样 307 件,占采样总数的 19.9%。

2.2 样品分析

岩石样品测试分析工作由有色金属桂林矿产地质测试中心承担,其中 Au 测试方法为化学光谱法;Ag、Sn、B 测试方法为发射光谱法;As、Sb、Bi、Hg 测试方法为原子荧光光谱法;Mo、W、Cu、Pb、Zn 测试方法为电感耦合等离子体质谱法;F 测试方法为离子选择性电极法。各元素分析检出限满足或优于规范要求,分析方法和精密度较规范要求严格。各元素的报出率为 100%,一级标准物质的合格率为 100%,重复性检验合格率 100%,异常检查合格率除 Au 为 99.38%外,其余元素均为 100%。根据质量监控图、监控准确度和精密度的标样分析,数据质量可靠,无系统偏倚。

3 地球化学异常特征

3.1 元素含量特征

据前人研究成果^[7],粤北全区地层高于其地壳丰度的元素有 Sn、Bi、Pb、Zn、Ag、As、Sb 等,以 Sb 的区域富集最为明显。泥盆系、石炭系地层较明显地浓集 Sn、As、Sb 在粤北绝大多数地层都显现了相对浓集趋势。据 1:5 万水系沉积测量成果^[8],测区水系沉积物相对富集 Ag、As、Au、Bi、Cd、Hg、Pb、Sb、Sn、W、Zn、Co、Cu、Mn、Mo、Ni 等。

统计结果表明,本次采集的岩石样品 Cu、Pb、W、Zn、Sb、Au 含量最大值已达到或接近其边界品位(表 1),Mo、Sn、Ag、As、Bi 等含量最高值大于边界品位的 1/10,与测区矿种丰富、共(伴)生元素复杂且强度高的特点相吻合。

岩石样品 Sb、Au、Bi、Hg、As、W、Mo、Cu、Ag 等的变异系数(C_v)大于 5,Pb、Sn、Zn 等的变异系数为 3.61~4.88,表明上述元素分布极不均匀,存在着明显局部富集成矿特点。据叠加矿化参数(K_0),区内后期叠加作用—局部矿化作用最强的元素为 Sb、Bi、As($K_0>10$),其次为 Sn、Au($5<K_0<10$),均显示出较强的矿化作用。富集系数(q)表明,测区 Sb、As、Bi、Hg、W、Au、Sn、Ag、B 等相对于区域背景富集明显,Zn 则相对贫化。

测区泥盆系和石炭系是区域主要赋矿层位,其中的帽子峰组 Cu、Pb、W、Sn、Zn、As、Sb、Bi、Au、B、F 均高于区域岩石背景值(表 2);其下伏和上覆的地层均出现减少的趋势,Pb、Zn 含量低于或接近区域岩石背景值。三叠系和侏罗系低温元素含量普遍较高。

表 1 粤北地区岩石样品元素含量参数统计

元素	最小值	最大值	平均值	标准离差	变异系数	K_0	N	K	q
Cu	0.2	2000	14.83	80.51	5.43	3.55	1137	12	1.24
Pb	1	4000	39.29	191.77	4.88	3.68	1259	26	1.51
W	0.2	1500	6.85	47.07	6.87	4.41	1336	1.55	4.42
Mo	0.1	200	1.19	8.11	6.8	3.01	1302	0.9	1.33
Sn	1	800	10.95	43.21	3.94	5.38	1206	2.7	4.06
Ag	0.02	10	0.18	0.92	5.17	4.4	1313	0.059	3
Zn	2	5000	42.88	154.59	3.61	1.84	1375	66	0.65
As	0.24	30081.5	139.89	1056.26	7.55	16.08	1145	3.7	37.81
Sb	0.2	70850.8	57.94	1807.58	31.19	40.53	1229	0.34	170.43
Bi	0.031	841.12	3.94	32.62	8.27	22.36	1192	0.27	14.61
Hg	0.006	14.74	0.07	0.56	8.08	3.38	1348	0.0066	10.48
Au	0.19	1690.05	3.94	49.15	12.48	5.04	1367	0.93	4.23
B	2.3	5000	120.43	327.02	2.72	4.77	1105	18	6.69
F	45	46802	634.02	1597.6	2.52	1.58	1409	513	1.24

注: Au 含量单位为 10^{-9} , 其他元素为 10^{-6} ; K_0 = 全区样品平均值/剔除加(减)3 倍标准离差后的平均值; N 为样品数; K 为中国东部华南褶皱系出露地壳元素丰度(含碳酸盐岩)^[9]; q 为富集系数, $q = \bar{X}/K_0$ 。

表 2 粤北地区地层元素背景值

元素	全区	J_1qy	J_1j	T_3g	CPh	C_1c	C_1s	C_1ds	C_1cl	DCm	D_3t
样品数	1539	52	24	94	38	122	283	65	119	243	186
Cu	4.18	3.01	10.48	8.7	2.66	7.81	2.91	6.72	13.26	18.89	4.47
Pb	10.68	12.46	21.24	15.49	6.27	10.81	4.78	8.72	11.03	16.23	8.75
W	1.55	1.12	1.86	2.4	0.8	1.3	0.47	0.73	1.34	2.55	0.58
Mo	0.4	0.29	0.39	0.47	0.26	0.45	0.34	0.45	0.4	0.46	0.38
Sn	2.04	1.93	2.94	3.09	1.26	1.94	1.04	1.65	2.3	3.45	1.5
Ag	0.04	0.03	0.03	0.06	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05
Zn	23.28	15.5	31.27	21.72	14.5	19.43	13.53	18.44	35.39	45.37	19.08
As	8.7	9.4	71.08	55.8	3.88	6.48	5.08	9.22	10.73	28.54	12.04
Sb	1.43	1.5	2.17	3.66	0.88	1.03	1.44	2.49	2.67	3.23	2.06
Bi	0.18	0.07	0.25	0.22	0.06	0.08	0.05	0.17	0.25	0.43	0.15
Hg	0.02	0.04	0.08	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03
Au	0.78	0.91	1.21	0.94	0.53	0.95	0.38	0.41	0.96	1.46	0.64
B	25.26	74.64	64.39	59.41	10.7	34.85	19.68	63.73	76.77	95.82	23.77
F	401.1	154.49	335.58	277.65	110.56	115.92	384.82	516.63	558.23	601.79	346.68

注: Au 含量单位为 10^{-9} , 其他元素为 10^{-6} ; 元素背景值为按均值加(减)3 倍标准差剔除后的算术平均值。

3.2 地球化学异常特征

3.2.1 主要元素地球化学异常特征

根据文献[10]的方法圈定了测区各单元元素异常和综合异常。与 1:5 万水系沉积物测量成果对比, 两者主要成矿元素 Pb、W、Sb、Hg 异常基本一致, 但异常规模和强度有一定差异(图 1)。水系沉积物 Pb、W、Sb、Hg 等的异常下限是岩石中的 1.8~8 倍, 表明主要成矿元素次生富集明显。岩石的 Pb、W、Sb、Hg 异常内带分别与已知的铅、钨、锑、汞多金属矿床(点)高度吻合。受表生环境和元素地球化学性质影响, 岩石 Pb、W 异常范围明显小于水系沉积物, 但是岩石 Pb、W 异常范围与矿化范围对应较好, 有效地缩小了靶区范围, 异常规模与已知矿床规

模高度正相关。Sb、Hg 作为测区重要的低温成矿元素, 其岩石异常范围大于水系沉积物, 异常形态则存在一定差异, 这主要因其作为探途元素, 在成矿热液运移过程中随构造裂隙迁移较远有关, 其原生异常形态受构造影响更为明显。岩石 Sb 异常向北仍有一定延伸, 线性分布更加明显, 南西部异常与 Hg 异常套合较好, 有沿 NW 向延伸的趋势, 且在测区中部发现了一定规模的 Sb 异常浓集中心, 与 Pb 岩石异常高度套合, 经 1:1 万土壤测量和高精度磁法测量工作, 查明该异常区内存在沿主控矿断裂发育高强度、元素组成复杂的带状异常。Hg 岩石异常连续性好于水系沉积物异常, 沿 NW 向展布, 与该处分布的 Hg、Sb 矿化带套合较好。

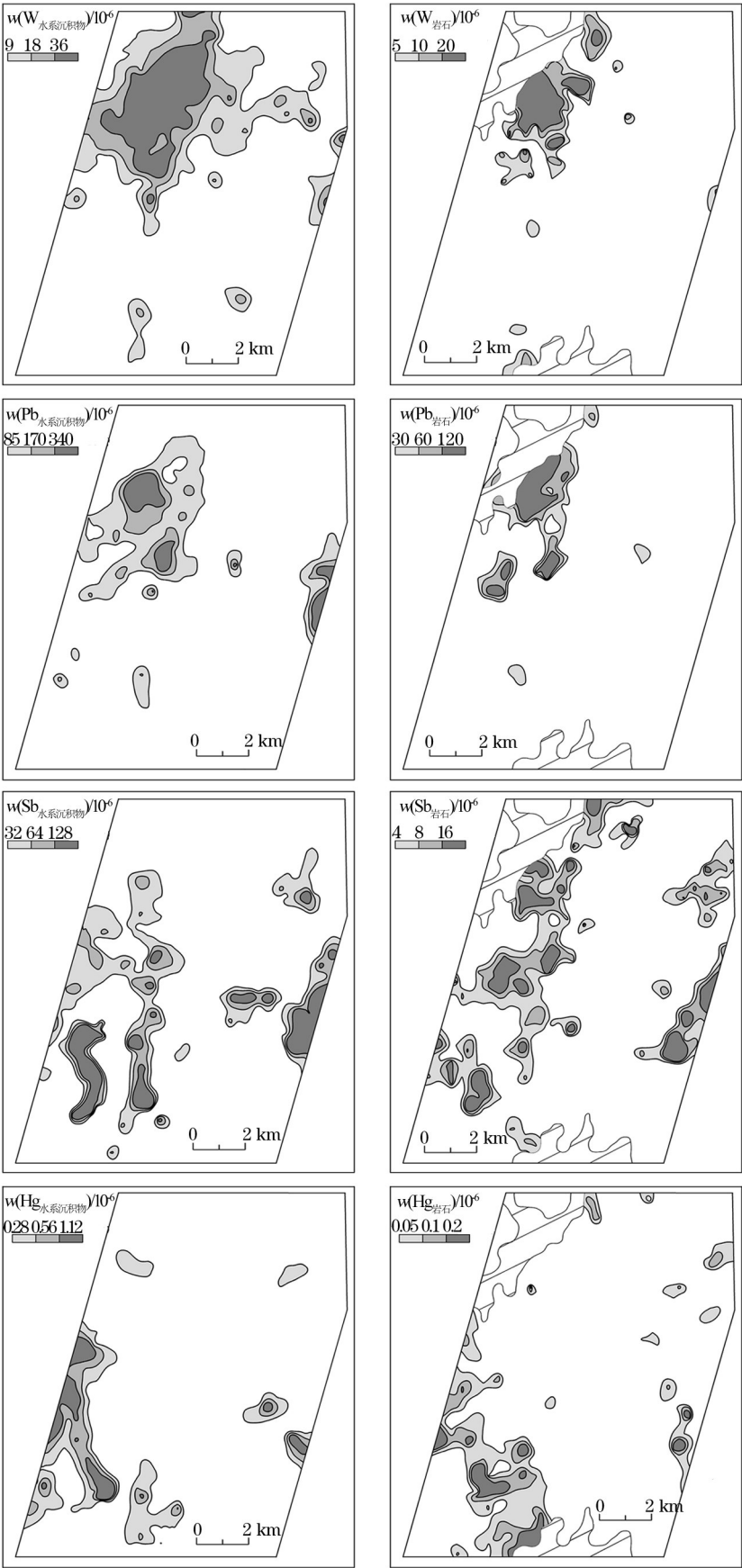


图 1 粤北地区 1:5万岩石和水系沉积物元素异常分布

3.2.2 综合异常特征

本次 1:5 万岩石构造地球化学测量一共圈定了 8 处综合异常,除两处规模较小的综合异常外,其余

均为矿致异常。圈定的综合异常空间位置与已知矿床、矿(化)点十分吻合(图 2),矿床规模与异常强度、范围高度正相关。

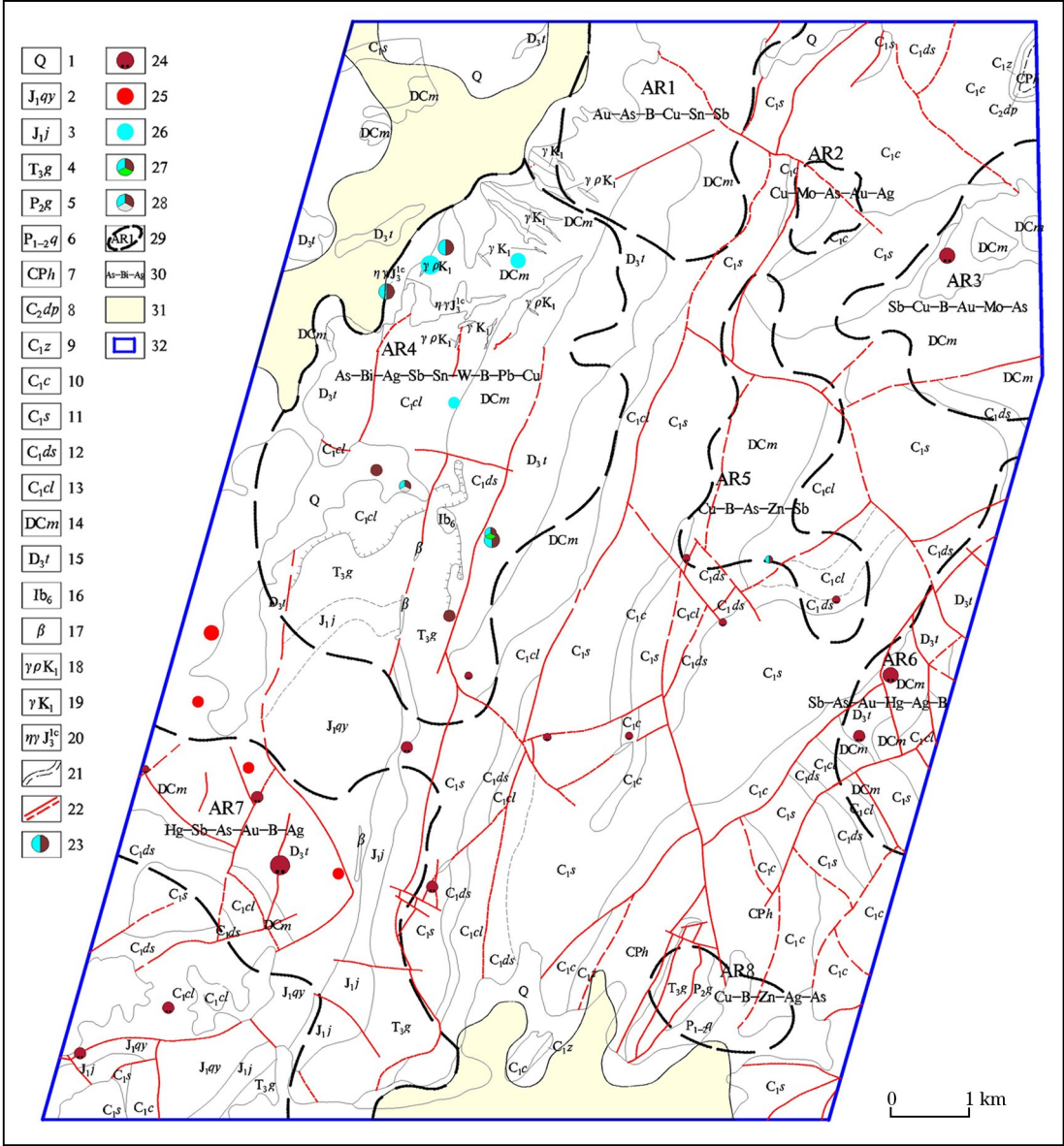


图 2 粤北地区元素综合异常

AR3 异常与已知铌矿位置较为吻合,向南西部有进一步延伸,推测仍有一定找矿空间;AR4 异常 Pb、W 异常中带套合区与一六铅锌矿和一六钨矿位置吻合,其中部的 Pb 异常中带与梅子冲铅锌矿位置吻合,并沿断裂向北延伸;AR6 异常 Sb、As 异常中带与已知铌矿位置吻合,并向东北部有延伸的趋势;AR7 异常 Hg、Sb 异常中带与已知铌、汞矿套合较好。

4 断裂及隐伏岩体推断解释

4.1 断裂推断与解释

研究表明,测区岩石样品 As、Sb、Hg 等的空间分布与断裂关系密切。As、Sb、Hg 衬值累加等值线和 (As+Sb)/(Pb+Zn) 衬值累乘比值等值线线状分布趋势明显,能够较好地反映构造,与区内已知地质

情况相符(图 3),据此推断了 5 条断裂($F_1 \sim F_5$)。

F_1 与 F_2 断裂构成了一条 NW 向的断裂带,断裂带内锑、汞矿床(点)分布密集,推测该断裂带控制着含矿热液的运移。

F_3 断裂与测区内分布的主要控矿断裂基本重合,但推测北部还有一定延伸。 F_3 断裂控制着多处矿床和矿(化)点的分布。从元素衬值累加、累乘等值线图中浓度梯带分析, F_3 断裂北部的浓度梯带均弱于南部,主要是由于南部背斜层间破碎带发育,有利于含矿热液的运移,而北部构造裂隙不发育,显示出较弱的异常特征。

F_4 断裂近平行地分布于 F_3 断裂的东侧,分布

一条 As、Sb、Hg 衬值累加值低值带,向南北两侧均有一定延伸,推测其为一条规模较大的断裂,将测区内一六矿田分割成两部分,西侧矿床分布与岩体、断裂有关,为钨、锡、铋、钼、铅、锌、银、锑、汞等矿种,矿床类型主要为矽卡岩型、热液充填交代型等;东侧则与断裂关系密切,主要为锑、铅锌矿,矿床类型主要为热液充填交代型。

F_5 断裂主要分布在一六测区东侧,沿 NE 向展布,与已知断裂基本重合,控制着锑、铅锌矿体的分布,衬值累加和累乘等值线图均表现出较陡的浓度梯带。因此推测该断裂为控矿断裂,在 NE 方向上的有利地段具有一定找矿前景。

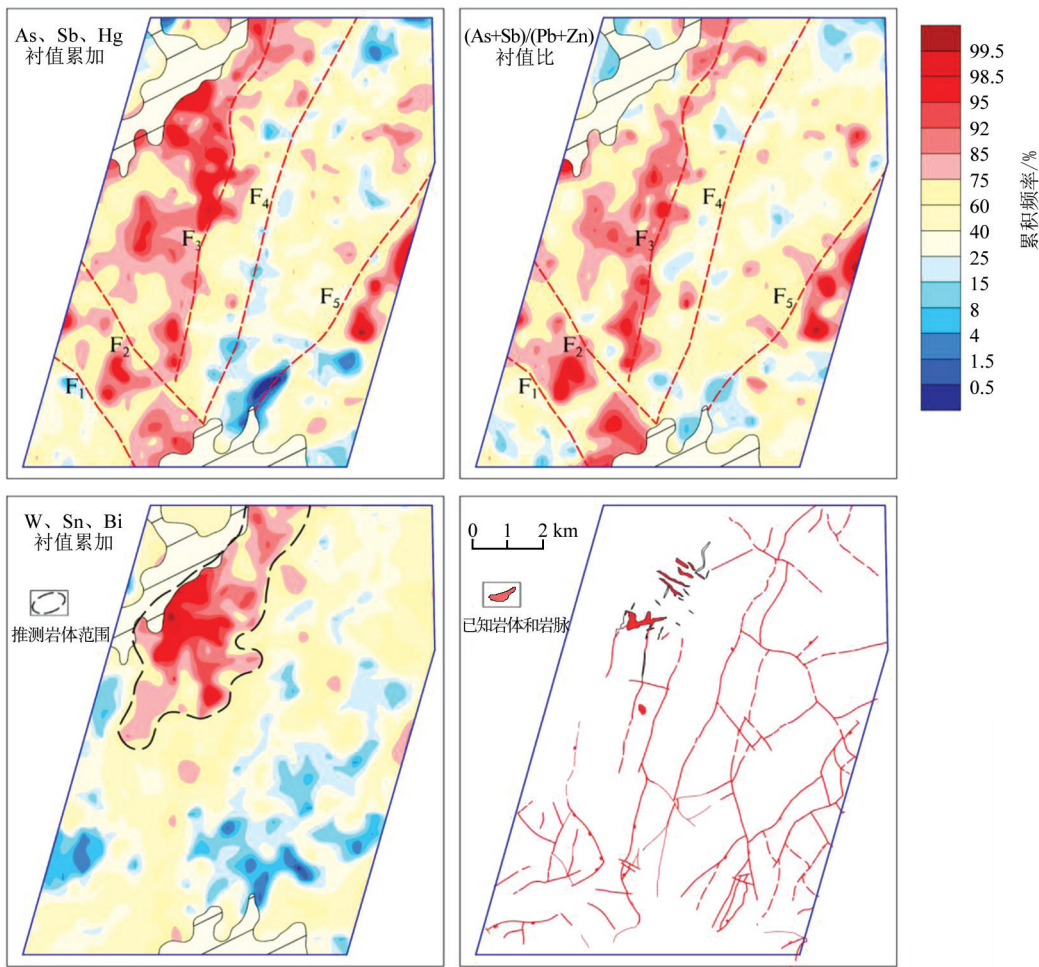


图 3 粤北地区元素衬值累加、累乘比值等值线

4.2 隐伏岩体推断与解释

根据 W、Sn、Mo、Bi、B、F 等元素地球化学分布特征以及与侵入岩的空间关系,结合 W、Sn、Bi 高背景区呈面状分布,且相互套合好,与已知岩体较吻合,因此以 W、Sn、Bi 衬值累加等值线图圈定隐伏岩体的范围(图 3)。一六宝山岩体分布于等值线图高

异常区。根据 W、Sn、Bi 衬值累加等值线图的高背景—高异常区域推测隐伏岩体从南部下塘、梅子冲一带到北部杉木冲新村一带向北未封闭,北西部由于第四系覆盖,未采样控制。推测的隐伏岩体面积约 19 km²,呈不规则状沿 NE 向展布。

5 讨论

粤北地区为湿润半湿润低山丘陵景观区,植被茂密,通行条件较差,灰岩分布区基本能够采集到原生样品,而砂岩、花岗岩区风化严重,实际采样位置主要依赖人工露头,采样均匀性受限。因此该方法仅仅适用于基岩出露较好地区和以灰岩为主地区。同时对于大面积单一岩性分布区或无地质和找矿意义层位,不宜要求连续3小格不能空点,而应视情况允许适当抽稀和加密。

采用该方法圈定了8处综合异常,除两处规模较小的综合异常外,其余异常与已知矿点十分吻合,可以较好地圈定矿致地球化学异常。根据元素分布特征,推断了5条断裂和隐伏岩体,推断断裂与区域主要断裂相吻合,但难以反映规模较小断裂。对于推断的隐伏岩体尚需验证。

在一六地区以往中小比例尺化探工作圈定的化探异常为典型“高、大、全”异常,反映了异常的宏观形态。由于采样介质以水系沉积物或土壤样品为主,异常分布受地形地貌及风化作用影响明显。本次1:5万岩石构造地球化学测量圈定的异常与水系沉积物圈定的异常基本一致,但岩石构造地球化学测量圈定的异常位置更为准确,有利于缩小找矿靶区,圈定有利成矿地带。

6 结论

1) 1:5万岩石构造地球化学测量适用于基岩出

露区和以灰岩为主地区,可以有效地发现矿致异常。

2) 岩石构造地球化学测量圈定的异常与水系沉积物测量圈定的异常基本一致,但规模与强度有一定差异。前者圈定的异常与已知矿床、矿(化)点空间位置吻合度更高。

3) 岩石构造地球化学测量不仅可以更加准确地圈定矿致异常,而且可以提取更多的成矿地质信息,推断矿田、矿区断裂构造和隐伏岩体。

参考文献:

[1] 谢学锦,陈洪才.原生晕方法在普查勘探中的作用[J].地质学报,1961,41(3/4):273-283.

[2] 邵跃,沈时全.岩石地球化学方法寻找隐伏热液矿床的几个问题讨论[J].地质与勘探,1992,28(7):45-48.

[3] 邵跃.热液矿床岩石测量(原生晕法)找矿[M].北京:地质出版社,1997.

[4] 刘崇民,胡树起,马生民.热液多金属矿岩石地球化学勘查[M].北京:地质出版社,2014.

[5] 刘崇民,李应桂,史长义.不同景观区的地球化学研究[J].物探与化探,2002,26(1):23-26.

[6] 赵祚勇,李念凤,华曙光.构造地球化学测量在找金矿中的应用[J].黄金地质,1998,4(4):25-29.

[7] 於崇文,骆庭川,鲍征宇,等.南岭地区区域地球化学[M].北京:地质出版社,1986.

[8] 吴卫国,黄嘉坚,徐日邓,等.广东韶关凡口地区矿产地质调查1:5万水系沉积物测量成果报告[R].广东省有色地质勘查院,2016.

[9] 鄢明才,迟清华.应用地球化学元素丰度手册[M].北京:地质出版社,2007.

[10] 缪远兴,罗卫,唐攀科,等.广东省麻布岗地区1:5万水系沉积物测量异常评价及找矿方向[J].物探与化探,2014,38(1):11-12.

The application of 1 : 50 000 rock structure geochemical survey in the Yiliu orefield of northern Guangdong Province

WU Wei-Guo

(Guangdong Nonferrous Metals Geological Exploration Institution, Guangzhou 510080, China)

Abstract: The authors conducted 1 : 50 000 rock structure geochemical survey in the Yiliu orefield of northern Guangdong. Structural fissure filling material, mineralized altered rock, ore veins and limonitization as the sampling media, ore-inducing geochemical anomalies could be effectively delineated, and the delineated anomalies were basically consistent with the stream sediment anomalies in spite of the existence of some differences in anomaly size and intensity. The results show that rock structure anomalies are obviously more consistent with the known ore deposits (ore spots) than stream sediment anomalies. Due to the limitation of the sampling conditions, this method is only suitable for areas with well exposed basement rock and areas dominated by limestone. This method has reference value for geochemical exploration in strongly weathered, thickly covered areas dominated by limestone in southern China.

Key words: geochemical rock survey; geochemical anomaly; Yiliu orefield; northern Guangdong Province

(本文编辑:蒋实)