

地球化学异常的查证方法及效果

薛水根

(江西省地矿局物化探大队, 江西 南昌 330201)

摘要:异常查证是检验地球化学勘查的试金石。目前在异常查证中, 存在依赖肉眼观察作为肯定或否定异常的准则; 没有把握全局, 过早地把重点放在局部地段等问题。在异常查证中严格执行三级不同查证方法和要求, 才能取得像岩背锡矿、金家坞金矿的查证效果。

关键词:查证效果; 查证方法; 查证现状; 异常查证

中图分类号: P632 **文献标识码:** A

地球化学异常查证, 是地球化学勘查必不可少的组成部分, 是检验地球化学勘查效果的试金石。目前在固体矿产调查评价中, 很大部分是异常查证项目; 因此, 要高度重视, 切实做好查证工作, 提高找矿效果。

1 地球化学异常查证现状

1.1 依赖肉眼观察, 作为肯定或否定异常的准则

有部分异常查证工作者, 因不太了解地球化学异常的形成机理和提供的矿化信息, 在异常查证中常依赖于肉眼地质观察, 并把能否见到地表矿化作为肯定或否定一个异常的准则; 没有认识到化探工作能把辨认矿化的直接信息能力, 从人类肉眼的万分之几提高到百万分之几的微观矿化的现实。在华东地区, 大量有待找寻的矿床因覆盖或埋藏较深或是类型特殊, 难以识别而未被发现, 在面临这一找矿难度愈来愈大的特点和任务面前, 勘查地球化学可以发挥其独特的作用并显示无比的优越性。

区域化探异常查证的目的, 决不单纯是追踪异常中有无肉眼可见的矿化, 而是要收集有关异常更详细的规模、形态、强度及其地质资料, 以便作进一步筛选, 挑出有找矿意义的异常进行化探详查(二级查证)。

1.2 野外缺乏现场分析, 不能及时指导野外工作

在异常查证中需要配备野外现场分析手段(仪器), 以便及时取得样品分析数据, 指导探矿工程布置和做到查证异常的完整性; 而在固体矿产异常查

证中, 往往做得不是十分完善; 有的仅凭肉眼在地表观察到的矿化迹象, 就布置探槽揭露, 甚至布置钻探工程验证; 而多数情况下, 由于没有掌握异常的细节和浓集部位, 探矿工程验证, 没有达到预期的目的。例如有一个铜矿评价项目, 根据地表观察在铜矿化不同地点, 布置 3 个钻孔, 每个孔深 400m ~ 450m, 结果仅见铜矿化或极薄的铜矿体, 没有达到找矿的目的; 尔后在超出原钻探的范围内, 布置大比例尺土壤测量, 结果圈定了 3 个 Cu 异常, 浓集中心十分显著, 而原布置 3 个钻孔都位于 Cu 异常浓度的外带, 当然钻探验证仅见铜矿化就不足为奇了; 如果有化探资料作指导, 把钻孔布在 Cu 异常浓度的中、内带中, 见矿效果就会大大提高。

其次, 在采集化学样品(刻槽或劈心)之前, 事先按一定间距(如 5m)系统采集连续拣块样, 在野外做现场分析了解矿化的富集地段, 确定刻槽或劈心取样的位置, 减少盲目采样(或多采或漏采样品), 提高采样效果和准确性, 并能合理圈定矿体边界; 特别是对肉眼不易识别的矿种, 这种事先了解矿化富集地段, 再采集化学样品的程序尤为重要。

1.3 未把握全局, 过早地把工作重点放在局部地段

在查证区域化探异常时, 在山区或丘陵地区, 一般可用水系沉积物测量, 在原圈定的异常较大范围内加密取样, 以控制异常全局; 在此基础上, 根据异

收稿日期: 2001 - 02 - 05; 编辑: 李卉

作者简介: 薛水根(1941—), 男, 江苏无锡人, 教授级高级工程师, 原任江西物化探大队总工程师, 现任南京—镇江地区多目标地球化学调查项目顾问。

常特征,布置少量土壤剖面,追踪异常源,提供进一步查证的依据。

目前,主要存在的问题是对异常全面控制不够,没有在异常范围内普遍加密水系沉积物测量(4个/ km^2 ~5个/ km^2),过早地把重点放在局部地段,其结果是对异常的形态、浓集中心和分解出多少个局部异常亦无法确定,当然对异常的找矿意义无法作出正确的评价。

1.4 化探与地质的结合及其与物探工作的配合不够

目前,需要避免在异常查证中,只考虑化探工作,而很少考虑化探与地质工作结合的问题;同时也要避免当地表见到矿化后,就只用地质方法进行评价,而放弃利用已有化探指示找矿信息,甚至放弃原先计划的化探工作(如小面积大比例尺化探详查)。当地质工作难以深入下去,达不到预期效果时,就停止查证工作,其结果是异常查证不了了之。

其次,当化学样品品位达不到工业要求时,就认为没有找矿意义,很少进行综合研究,进行科学推论。而实际上只要异常是客观存在的,就有可能是矿化达到地表,而矿体是隐伏的,这时就应考虑使用物探方法来了解深部矿(化)体的产状、延伸、埋深等特征,为钻探深部验证提供依据。

总之,在异常查证中,地质调查评价的依据仍是化探提供细微的矿化信息;根据矿化有利地段(异常浓集中心)布置探矿工程,并尽可能采用物探方法了解深部矿化信息,为寻找隐伏矿体提供依据,只有这样才能在异常查证中取得显著的找矿效果和重大突破。

2 地球化学异常查证方法

地球化学异常查证,是固体矿产调查中一项重要的工作,如何发挥化探异常在找矿中的作用,是广大从事异常查证工作者必须完成的目标和任务。在异常查证和固体矿产调查评价时,要始终坚持“化探先行,加现场分析,逐步缩小找矿靶区,地质评价为主,物探配合寻找隐伏矿体”的技术方法和思路。

2.1 分解区域化探异常

由1:20万区域化探圈定的大量异常,首先要进行全面、系统地推断解释和评序,以便筛选出具有找矿远景的异常,开展异常查证工作。经过异常筛选和评价一般会出现两种情况:一是筛选出单个面积较大的局部异常;二是筛选出密集分布的异常带

(群)。根据上述两种情况采用不同分解异常的方法。

2.1.1 对单个局部异常的分解方法 具有找矿意义的单个局部异常,其异常面积一般都在十几至几十平方公里,甚至达上百平方公里。对这类异常查证,首先采用效率高、投资少的水系沉积物测量;测区范围可比异常面积略大些,按4个/ km^2 ~5个/ km^2 布置采样点,其采样定点、样品物质、重量等按技术要求和规范执行^[1]。

样品在野外干燥后,留出部分样品细磨并及时野外现场分析(如快速Au分析、Cu量和总量分析等),取得分析成果及时成图,分解局部异常,控制异常全局;根据局部异常特征,立即转入异常三级查证,并投入少量槽探工程,揭露浅部矿(化)体;与此同时水系沉积物样品送实验室进行多元素测试分析,测试分析项目根据区域化探异常元素组合确定,一般是几种成矿元素和伴生元素;这是一种快速、有效的查证方法,能够为异常二级查证提出具体意见。

2.1.2 异常带(群)的分解方法 区域化探异常密集分布的异常带(群),累计面积可达几百 km^2 ,一般不超过500 km^2 。对这类异常分解同样采用效率高、投资少的水系沉积物测量方法,其测区范围根据异常带(群)的面积确定。水系沉积物采样密度为4个/ km^2 ~5个/ km^2 样品,采样点布置在一级水系中,其采样定点、样品物质、重量等按技术要求和规范执行。

样品干燥过筛后,送实验室进行多元素测试,测定元素主要根据区域化探异常元素组合,选择十余种主要成矿元素和伴生元素。根据实验室提供的分析成果,编制单元素和多元素异常图、剖析图;并再次进行异常筛选和评序,挑选出具有找矿意义的异常进行三级查证,放弃面积小、元素组合简单的局部异常。

2.2 挑选有找矿远景的异常进行二级查证

异常二级查证(详查)是在三级查证基础上进行的,主要是详细圈定异常的细节,例如异常展布、规模、含量及浓度分带、组分分带等特征。二级查证需要开展一定面积的中、大比例尺(1:2.5万~1:1万)的土壤测量,野外配有现场分析(仪器),以便对土壤样品及时分析,取得分析成果对异常进行定位,判断最有找矿远景的地段,进行工程揭露。土壤样品经过现场分析后,仍需送实验室进行多元素测试分析,分析项目一般有几种成矿元素和伴生元素。

实践证明15万水系沉积物测量分解的局部异常,经过中、大比例尺土壤测量后,可能在一个异常中又分解出几处局部异常,或者在一个异常中出现几处规模不等的浓集中心;只有经过中、大比例尺土壤测量,才能把握异常全局,挑选最有找矿远景的异常,进行工程揭露,达到有效的找矿目的。异常二级查证要布置一定量的槽探工程,探槽的规格、素描及安全措施等按有关规定执行。这里需要指出的是为了解矿产品位进行刻槽取样之前,仍要采集连续拣块样品,经过现场分析后,确定刻槽取样的具体位置。其次,少数区域化探异常经过三级查证后直接转入工程验证,异常区仍需要布置一定面积的大比例尺土壤测量,以便掌握异常的全局和细节等特征,为合理、准确布置异常验证工程提供依据。

2.3 异常一级查证(工程验证)

在异常详细检查的基础上,推断有可能找到中、大型矿床的异常,进行工程验证。

首先在异常浓度中,内带布置系统的地表槽探工程揭露,槽探工程先疏后密(主要根据异常长度来确定工程间距),当异常长度较大,其工程间距可在200m~400m之间选择,至少有4条~5条槽探控制异常的总体长度;根据地表面见矿情况,决定加密工程间距,根据资源量估算要求,工程间距不必太密。

当布置第一个钻孔验证异常时,需要有地质、化探、物探资料的充分依据,在综合研究的基础上确定钻孔位置;钻孔控制矿体斜深在200m左右,不必太深也不能太浅。在劈心取样之前,同样先要进行连续拣块取样,获得分析结果后,确定劈心取样的具体位置(深度)。

2.4 异常查证中的地质工作

异常查证必须与地质工作紧密结合,才能取得好的效果。在异常查证的不同阶段,对地质工作有不同的要求。

在异常三级查证时,根据查证任务和要求,地质工作主要是结合土壤剖面测量,填制地质剖面图;其次,在开展水系沉积物测量的同时进行地表观察,了解异常区的地质特征,包括地层分布、岩性特征、岩浆岩、断裂构造和蚀变矿化等;凡与异常有关的地质现象,都要作相应的记录和描述,以便在异常找矿远景评价时提供地质依据。

在异常二级查证中,配合中、大比例尺面积性土壤测量,开展同比例尺地质填图(实测或修测),全面

了解查证区的地质特征,包括地质构造、岩浆岩、蚀变矿化及矿体的分布情况;同时测制地质、化探、物探典型剖面图。对槽探工程进行编录,按规定进行素描及刻槽取样(包括连续拣块取样);同时采集与异常有关的岩矿石标本,进行室内鉴定和研究,以便提高地质评价水平。

在异常一级查证中,应对区内新发现的地质内容,进行修改和补充,基本掌握矿体的产状及分布特征,结合物化探资料,确定钻探验证的孔位;开展槽探、钻探编录和采集化学样品;在占有大量地质、物化探资料的基础上,进行综合研究,初步了解矿床的规模和成因类型,为地质普查评价提供依据。

2.5 异常查证中的物探工作

异常查证中的物探工作,一般不进行面积性的物探测量工作,主要是根据异常查证需要有针对性地开展物探剖面测量。例如为了解矿体的埋深和产状,开展激电测深剖面测量;为了解可能存在的隐伏岩体,可采用高精度磁测,了解岩体的产出位置和接触带的分布特征。在钻探工程验证异常时,进行井中物探测量,了解矿体的分布特征或推断被遗漏的矿体部位等。异常查证中的物探工作,要结合地质、化探资料对异常区深部找矿远景作出有依据的评价。

3 地球化学异常查证见矿例案

3.1 岩背锡矿的发现,具有重要的地质和经济意义

江西岩背大型锡矿,是1982年120万区域化探首先发现的;区域化探Sn异常面积达20余km²,Sn含量一般是50μg/g~400μg/g,最高达1000μg/g,浓度分带和浓集中心十分显著,推断认为具有十分重要的找矿意义。同年经野外踏勘检查,发现Sn异常浓度内带位于含锡岩体上,土壤、岩石样品分析结果含量均较高,表明Sn异常由锡矿(化)体引起,应开展进一步查证工作。1983年布置12.5万土壤测量,控制面积30余km²(包含了区域化探异常)结果圈定14处局部Sn异常(图1)。

从图上不难看出:I号Sn异常(即岩背—矿背异常)面积最大,含量最高,浓集中心十分清晰;因此,首选岩背异常区作为找矿突破口,经山地工程和钻探验证,发现一个巨厚的透镜状锡矿体(最后达100余m),探明锡金属量10万余t。

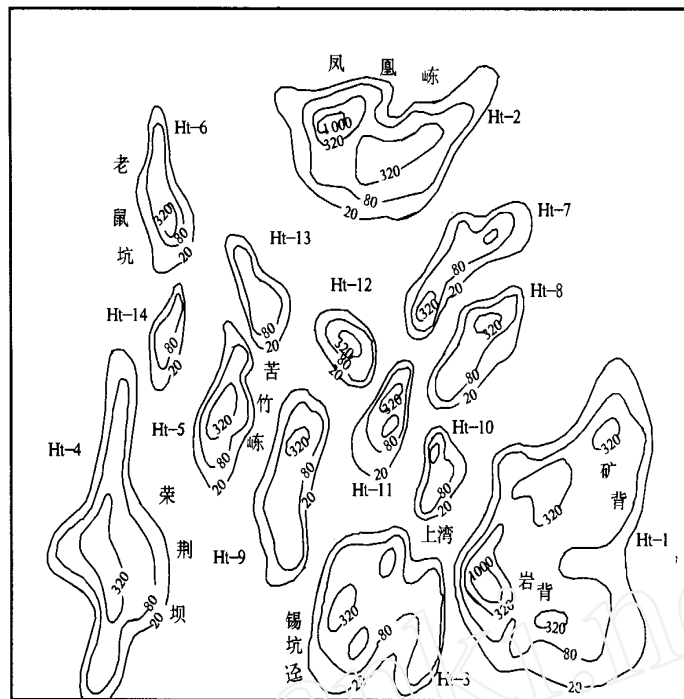


图1 岩背锡矿 Sn 异常分布图

1-Sn 含量单位 $\mu\text{g/g}$; 2-Ht-1 为异常编号

在其后的十余年时间里,分别对 13 处 Sn 异常逐个进行查证和工程验证,都发现有锡矿体,锡金属量小者 2 万 t~3 万 t,大者 4 万 t~6 万 t,由此构成以岩背为首的锡矿田。岩背锡矿的发现,是异常查证取得巨大成功和找矿重点突破的典型实例。

岩背锡矿床大部分隐伏矿在几十米至百余米的火山岩以下,可称半隐伏矿床。锡矿土壤地球化学异常具有以下特点。

3.1.1 异常组分复杂 与 Sn 异常相伴的有 Cu、Pb、Zn、Ag、W、Mo、Be、La、Y、As、Mn、F 等异常。

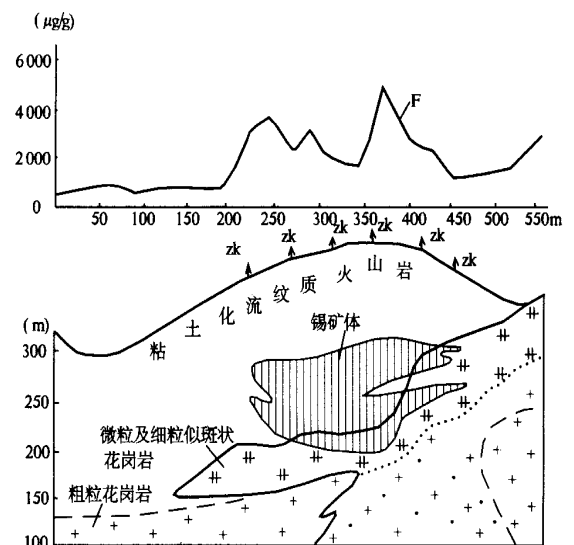
3.1.2 异常强度大,浓集中心十分明显 Sn 异常含量一般为 $200\mu\text{g/g} \sim 800\mu\text{g/g}$,高者可达 $5\,000\mu\text{g/g}$; Cu 含量 $50\mu\text{g/g} \sim 100\mu\text{g/g}$,高者为 $400\mu\text{g/g}$,Ag 含量一般为 $0.2\mu\text{g/g} \sim 0.5\mu\text{g/g}$,高者达 $1.5\mu\text{g/g}$ 。

3.1.3 异常水平分带清晰 Sn、W、Be、Mo 异常在内带,Cu、Ag、Pb、Zn 异常主要分布在外带。

3.1.4 Sn 与 Cu、Ag、As 相关程度高 R 型聚类分析结果表明 Sn 与 Cu、Ag、As 相关程度高,这些元素是寻找锡矿体的探途元素;Sn 异常与 Cu、Ag 重合的异常具有较大找矿前景。

3.1.5 F 是寻找隐伏矿的指示元素 岩背锡矿床

(17 线)矿体隐伏于地表以下百米左右,非矿地段的火山岩地表 F 含量只有 $1\,000\mu\text{g/g} \sim 1\,500\mu\text{g/g}$;而在含矿地段上方火山岩中出现 $2\,000\mu\text{g/g} \sim 5\,500\mu\text{g/g}$ 的 F 异常(图 2)。这表明,在锡矿形成时,矿体顶部

图2 地表 F 异常与隐伏锡矿体的关系
(勘探 17 线剖面)

围岩中存在含F扩散晕(含氟矿物为黄玉);因此,F是寻找隐伏锡矿的前缘指示元素。

岩背锡矿床具有锡铜共生、细脉浸染状、面型蚀变带等斑岩型矿床的特征,成因类型列为新型岩背式斑岩锡矿^[2]。这是江西南部首次发现的独立大型锡矿床和新类型,且有品位高、埋藏浅、易采易选的特点,该类锡矿床具有重要的地质和经济意义。

3.2 逐步缩小找矿靶区,发现金家坞金矿

金家坞金矿是由区域化探异常,经过异常查证逐步缩小找矿靶区发现的,预计金矿资源量达大型以上规模。

3.2.1 三级查证(踏勘检查) 金家坞 Au 异常面积达 16km²,主要由 Au、As、Sb 组成综合异常,Au 最高含量为 18ng/g。1997 年 8 月按异常三级查证要求,在大于异常范围内采用 1:5 万水系沉积物测量,采样密度为 5 个/km²,完成采样面积 20km²,采集 100 件样品;野外采用快速 Au 比色分析,较详细地分解出 HS-1 和 HS-2 两个局部 Au 异常(图 3)。

图上反映,金家坞 Au 异常(HS-1)面积大、含量高,浓度分带十分显著。因此,首先在金家坞 Au 异常浓度中心布置两条土壤、地质综合剖面测量,证实 Au 异常存在,Au 高含量分布于山脊及两侧,并在水系谷底发现硅化和少量黄铁矿化。

在 Au 异常下方的水系中,淘洗自然重砂,发现粒径达 0.3mm 的自然金颗粒;因此,有理由推测金

家坞 Au 异常由金矿化引起,并建议尽快投入二级查证。

3.2.2 二级查证 1998 年 4 月在金家坞异常区开展 1:2 万土壤测量,测网为 200m×40m,控制面积 6km²;土壤样品在野外驻地采用快速 Au 分析,经初步圈定异常后,布置稀疏的槽控工程(间距约 400m),进行地表揭露,总计投入槽探工程 4 000 余 m³;在槽底按 5m 间距连续拣块取样,凡 Au 含量在 100ng/g 以上的地段进行刻槽取样(样长 1m);土壤样品和刻槽样品由实验室采用化学—光谱法测定 Au 含量,凡 Au 含量大于 1g/t 的样品,用化学方法重新分析检验,保证分析质量的可靠性。

土壤样品分析结果成图后,发现 Au 异常东西两端未封闭;年底省局再次拨款,要求再布置 4km² 土壤测量,达到了封闭 Au 异常的目的(图 4)。

经成图,发现东西两端仍有延伸的可能,西部因有水库,已无法封闭,东部异常则被白垩系红层覆盖。

3.2.3 一级查证(工程查证) 1999 年安排 1:1 万地质测量,700m 坑探和 5 000m³ 槽探,对金家坞 Au 异常进行系统验证和金矿评价。首批探矿工程布置在 1 号矿带(Ht-2 异常),坑探由地表矿体下延 40m 沿脉掘进,按 20m 间距用穿脉控制金矿体。验证结果金矿体厚 4m~10m,平均厚 6m,金品位 4g/t~6g/t,最高 16g/t(地表最高达 22g/t),矿体沿走向分布较稳定,已控制矿体长 700 余 m。2000 年又增加坑探

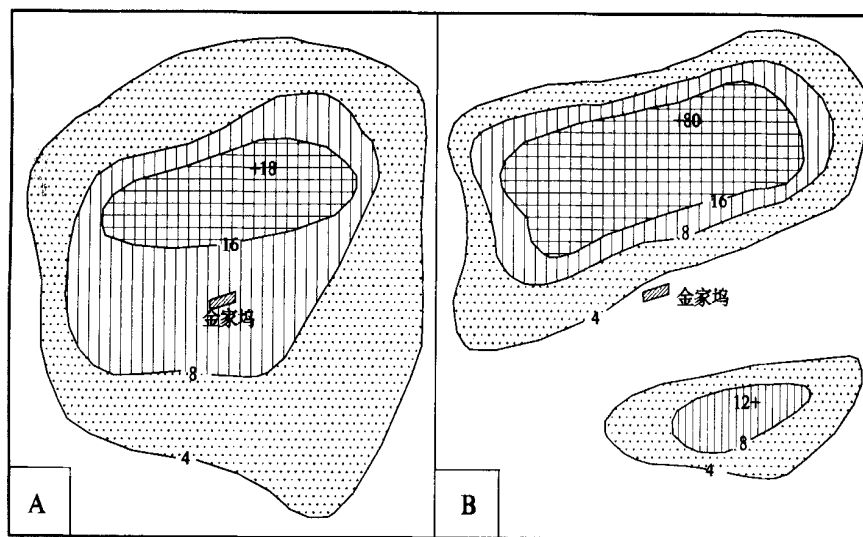


图3 金家坞水系沉积物 Au 异常图

A-1 20 万 Au 异常;B-1 5 万 Au 异常

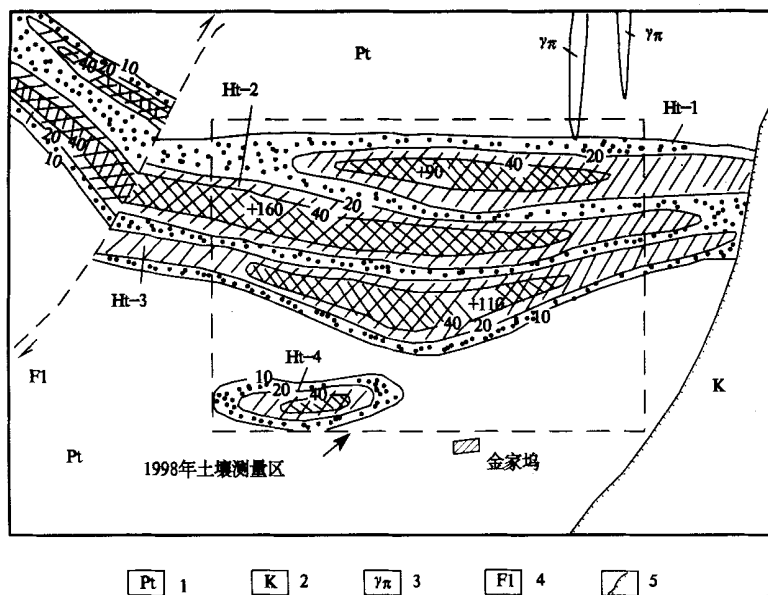


图4 金家坞土壤 Au 异常图

1-中元古界;2-白垩系;3-花岗斑岩;4-推测断层;5-不整合地质界线

400m,继续沿矿体走向掘进评价金矿资源潜力。2001年金家坞列入金矿调查项目,目前仍在进行金矿资源评价中。根据初步获得的金矿地质特征,有专家认为:金家坞金矿是受天水淋溶、加低温热液、在构造变形带富集成矿的金矿新类型。

金家坞金矿的发现过程,归纳有以下4点启示:

严格按异常查证要求进行查证工作,采用化探先行,逐步缩小靶区,面中求点、点上突破的方法技术和思路。

野外采用现场 Au 分析,及时正确地指导探矿工程布置和化学样的合理采集,减少盲目性。

化探与地质紧密结合,不断开展综合研究,拓宽思路,提高找矿新意识。

上级主管部门支持,资金敢于投入;实施单位敢于承担风险,把有限的工作量投入到最有利找矿的部位,达到找矿的新突破。

区域化探全国扫面计划迄今已进行了23年,覆盖全国600余万 km² 的面积,近十余年来地矿部门新发现的矿产80%以上是根据区域化探异常线索找到的;在以后的异常查证工作中,区域化探仍将发挥其潜在的找矿作用。

参考文献:

- [1] 地质矿产部地质调查局. 地球物理地球化学勘查标准汇编[M]. 北京:地质出版社,1996.
- [2] 黄常立. 会昌岩背式斑岩锡矿[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1997.

Determination Methods and Effect for Geochemical Anomaly

XUE Shui-gen

(Geophysical & Geochemical Exploration Party of Jiangxi Bureau of Geology & Mineral Resources, Nanchang 330201, China)

Abstract: Anomaly investigation and verification is a touchstone in examining the exploration of geochemistry. In the current course of investigation and verification, determination with naked eyes are considered as a rule, absence of overall understanding and the focus is put in the local blocks prematurely have been the subjects. It is concluded that three levels of different methods and requirements shall be strictly implemented so as to acquire the results like tin deposit in Yanbei and gold deposit in Jinjiawu.

Key words: Investigation and verification effect; Investigation and verification methods; Investigation and verification status; Anomaly determination