

不同景观区的岩石地球化学勘查方法研究

刘崇民 李应桂 史长义

(中国地质科学院 地球物理地球化学勘查研究所 河北 廊坊 065000)

摘 要:通过不同景观区岩石测量方法技术研究,提出了以岩屑测量、构造岩石地球化学测量、脉岩地球化学测量和面型岩石地球化学为主体的岩石地球化学测量技术方法系统。在森林覆盖区和风成沙干扰区以及残山戈壁区等浅覆盖区域可采用岩屑测量圈定矿化地段;在岩石裸露区和已开采的矿山采用构造岩石裂隙测量和脉岩测量追踪深部盲矿;面型岩石测量以一定面积的网格采集单元组合样,其具有样品采集和分析数量少、获取信息量大、可圈定不同尺度的找矿靶区的优点。

关键词:岩石地球化学测量 技术方法 盲矿追踪评价

中图分类号:P632 文献标识码:A 文章编号:1000-8918(2002)01-0023-04

岩石地球化学测量是通过测量元素在岩石中的分布模式的地球化学勘查方法,习称原生晕测量。岩石地球化学测量方法技术研究可追溯到 20~30 年代,据报导我国是岩石测量最早的国家,1924 年我国李四光先生曾用地球化学理论研究闪长岩体的含矿性^①。过了十几年之后,国外地质学家才先后进行这方面的工作,如原苏联的地球化学家费尔斯曼等人在 1939 年分析风化岩石中的微量元素与土壤中的异常进行对比研究。随着岩石测量成果的积累,岩石地球化学作为一种有效的找矿手段被地质界所认同。近 50 年的基础研究,尤其是 60~70 年代的大规模的岩石地球化学测量工作,取得了巨大的进展,找矿效果也十分的显著,许多研究证明它能够有效地探索数百米以下的隐伏矿床。最近十几年来,作者在十多个地球化学勘查研究项目中,在不同景观区进行了岩石地球化学勘查方法技术研究,形成了岩屑地球化学测量、岩石构造裂隙地球化学测量、脉岩地球化学测量和面型岩石地球化学测量等为主体的岩石地球化学测量技术方法系统。

1 岩屑地球化学测量

它是以采集岩石碎屑来进行地球化学勘查的一种测量方法。该方法可视其不同工作尺度参考常规化探相应的采样布局,在样点周围(一般于两样点间距为半径的范围内)掘采多处岩屑组成一个样品。

它适用于基岩出露差,第四系广布、而岩石碎屑发育的中浅覆盖区。如森林覆盖区、残山戈壁区和风成沙干扰区以及残坡积物覆盖区。作者曾在长白山区夹皮沟成矿带东南的森林覆盖的三道溜河金矿区、风成沙覆盖的河北蔡家营铅锌银矿区、残山戈壁荒漠区的土屋铜矿和喀拉通克铜镍矿区开展了岩屑地球化学测量为主要手段的地球化学勘查方法技术研究,验证了岩石碎屑测量的找矿效果。

1.1 森林覆盖区

吉林夹皮沟金矿带的东南部三道溜河地区,中小比例尺地球化学测量圈定出一系列的金异常。该区位于长白山腹地的森林景观区,由阔叶林、针叶林覆盖。由于温暖潮湿,有利于有机物质的地表堆积,形成了较厚的酸性土壤层,这种覆盖层为森林的茂盛生长奠定了良好的基础。由于异常区内第四系广布,腐殖层发育,制约了其矿产勘查和区域化探异常评价工作的开展。如何选择有效的地球化学方法评价其金异常,查找金矿体,对在夹皮沟成矿带东南部找金突破意义重大。实地踏勘发现,区内除山脊局部偶尔见到基岩外,一般在覆盖区透过腐殖层(50~100 cm)可见到岩石碎屑物。这种岩屑物质尽管经过一定搬运,但搬运距离不大,即其异常相对矿化的位移不大,因而用其作为采样介质开展金异常查证,追踪金的浓集地段是可能的。以 1:5 万水系沉积物发现的金异常为中心,开展岩屑地球化学测量,采样

① 吴承烈.地质系统勘查地球化学研究工作的回顾与展望.内部刊物,1987.

网度 $400\text{ m} \times 50\text{ m}$, 面积 10 km^2 。采样工作中, 利用岩屑详细观察并记录了与夹皮沟金矿关系密切的褐铁矿化、黄铁矿化、硅化等蚀变现象, 为解释异常获取第一手资料。对采集的岩石碎屑样品, 经野外金的快速分析, 发现了以金为主的多元素组合的原生异常。随后, 在金的高浓集中心地段, 施工探槽发现了 3 个金矿化蚀变带。其中 1 号金异常强度高, 浓集中心明显, 最高含量接近工业品位, 认为是一个寻找隐伏金矿化的有利地段。钻探验证结果, 在孔深 67 m 处见到金矿化体。从而表明了岩屑测量是森林覆盖区一种有效的地球化学勘查方法^[1]。

1.2 风成沙覆盖区

大面积风成沙覆盖地区给找矿勘查带来了困难, 限制了地球化学勘查工作的开展。在此类景观区如何开展地球化学找矿是一个需要研究的问题。为此, 我们在河北蔡家营铅锌矿区矿床地球化学异常模式研究和外围找矿时, 曾开展了此类景观区以岩屑为介质的地球化学勘查试验研究。

蔡家营铅锌矿区是新发现的一个大型隐伏铅锌银矿床, 矿区地貌为低山丘陵, 除局部山脊有少量基岩出露外, 矿床地表绝大部分被风成沙覆盖。一般的覆盖厚度在 $1 \sim 2\text{ m}$, 沟系中覆盖局部达 $5 \sim 10\text{ m}$ 。由于风成沙覆盖, 以往的地球化学矿产勘查效果不佳。试验工作中采用洛阳铲挖掘到深部, 采集岩屑物质。采样面积 13 km^2 , 网度 $200\text{ m} \times 100\text{ m}$ 。岩屑样品的多元素分析结果显示, Pb、Zn、Ag 等元素的异常成功圈定了矿区的 3、5 号矿化带, 并建立了已知矿地球化学找矿模式。同时发现 2、4 两个矿化带前缘元素强度高、异常范围大, 而尾部元素含量低、范围小, 异常判别指数高, 地球化学模式识别推测属于浅剥蚀的矿致地球化学异常, 具有寻找隐伏矿的前景。而后, 经物探和钻探验证在 2、4 两个矿化带深部找到了厚大的矿体群。这个实例证明了在低山丘陵风成沙覆盖区用岩屑测量进行找矿勘查是可行的也是成功的^[2]。

1.3 残山戈壁区

残山戈壁荒漠景观区, 广为第四系砂石覆盖, 基岩出露少, 由于气候干燥, 蒸发量大, 在表层浅部常形成钙质层, 这种钙质层对元素的迁移富集起到屏蔽作用, 是一种后生的地球化学障, 对土壤测量极为不利。我们在新疆的喀拉通克铜镍矿带和土屋铜矿区进行了勘查研究, 该区地表除了局部有岩石出露外, 大部分被风成沙和岩屑所覆盖, 是典型的残山戈壁荒漠区, 大约 50 cm 深处岩石碎屑极发育, 选定岩

石碎屑测量开展研究工作, 在地表发现了与矿床对应良好的主成矿元素的地球化学异常, 为该区开展进一步找矿提供了地球化学方法技术依据。其中, 根据喀拉通克的岩屑测量结果, 于 I、II 号矿床之间发现了特富块状硫化物铜镍矿体^[3]。

2 构造岩石地球化学测量

众所周知, 矿床的赋矿部位一般构造裂隙发育, 这些裂隙构造可分成矿前、成矿后以及成矿后形成的构造。成矿前的断裂裂隙构造为矿液活动和矿质提供了良好的通道和沉淀场所, 切割深部矿化的成矿后断裂裂隙构造(带)伴随后期热液活动形成叠加矿化并可将深部矿化信息携带到地表, 形成后生上置晕。不同成矿构造控制的矿化类型各异, 形成的地球化学元素组合有所不同, 其异常的强度、规模等特征也有明显差异。构造裂隙这种特征为采集断裂裂隙物质勘查深部盲矿提供了基础。该方法是我国谢学锦与邵跃在 60 年代提出来的^①, 两位地球化学学者在安徽的宝山陶地区开展了裂隙地球化学测量, 发现了上复大理岩中的复脉型矿脉及裂隙矿化是深部接触带上主矿化形成时的渗滤晕, 其与深部主矿矿化有成因联系, 勘探结果证实了这个推断。R. W. Boyd(1982) 强调渗滤晕对普查隐伏矿化是重要的, 应对所有剪切带裂隙和蚀变带采样^[4]。G. J. S. Govett(1983) 也提出进行岩石地球化学测量时, 样品的采集注意岩脉、裂隙充填物和似碧玉岩, 这种样品可能代表了成矿事件的通道系统。W. Crone 等(1984) 在美国找金矿时提出了节理和裂隙物质的采样技术, 采集样品中的铁氧化物覆膜^[5]。并与全岩样品进行分析对比, 实际工作证明构造裂隙覆膜样品中富集了 Au、Hg、As、Sb 等元素。

浙江省遂昌冶岭头金矿是我国重点金矿山之一。至 1992 年, 其保有储量仅能生产七八年, 为延长矿山寿命, 在已知矿床外围开展地质找矿成为十分迫切的问题。该矿床赋存在前震旦系变质岩内, 主要为隐伏的盲矿化且大部分地区被侏罗系火山岩石地层覆盖, 一般的找矿方法难以奏效。为了在矿区寻找新的隐伏矿体, 扩大储量, 采用了以渗滤晕为主的构造裂隙岩石地球化学测量, 采样网度 $100\text{ m} \times 40\text{ m}$, 采样面积 3 km^2 , 样品物质采集岩脉的接触带、石英脉、断层物质、褐铁矿团块等具有蚀变作用

① 李应桂, 徐外生. 新疆喀拉通克铜镍矿床地球化学异常模式的研究. 地矿部物化探所所刊, 1990(4): 35-50.

的岩石样品,结果发现了4处明显的金异常,其中①号异常是已知矿床的反映,②号异常距已知金矿带北面约500 m,元素组合与异常特征与①号异常基本相似,推测可能是另一条与已知矿带平行的金矿带,应具有较好的找矿前景,矿山首先在该异常施钻,在深部打到了金矿体。构造裂隙岩石测量找热液型金属盲矿床的效果是非常明显的,是一个有前景的地球化学方法,尤其在热液金属矿床赋存的基岩裸露区和开采程度高的老矿山找寻盲矿^[6]。

3 脉岩地球化学测量

脉岩依其构造、成分和数量的不同,可分为单脉、复脉、脉岩群等。在勘查中专门采集脉岩并分析其微量元素进行地球化学找矿,称之为脉岩地球化学测量。脉岩用于找矿早在40年前就被地质学家所认同。60年代初,原苏联的阿布杜拉耶夫曾从地质上详细论述了脉岩与成矿的关系^[7],提出了鉴别矿化的地质标志,但从地球化学勘查角度研究并用于找隐伏矿还是一个重要课题,可以设想一个矿区的岩脉发育,其中穿过矿体的或与矿有关的岩脉可将深部的矿化信息带到地表,而与矿无关的岩脉则没有这种特征。因而,可利用矿区不同部位的脉岩中微量元素特征为勘查深部盲矿提供找矿信息。作者曾在浙江的2个金属矿区开展寻找隐伏矿时对成矿后的脉岩进行过这方面研究,结果表明脉岩测量是可以作为寻找深部矿体的一种地球化学方法。

浙江龙泉乌岙 Pb、Zn 矿床是产于前震旦系变质岩中一个似层状隐伏矿床,除局部露头外,大部分矿体赋存地段被200 m厚的基岩所覆盖。矿区成矿后的中酸性脉岩发育,有些脉岩空间上与矿体密切伴生,为研究寻找此类矿床的勘查方法,专门采集穿矿和不穿矿的石英斑岩脉和闪长斑岩脉,从岩脉的微量元素分析结果发现穿切矿体的岩脉 Pb、Zn 含量($w_{Pb, Zn} = n \times 100 \times 10^{-6}$)比未穿切矿的岩脉($w_{Pb, Zn} = n \times 10 \times 10^{-6}$)超出一个数量级次^①。

浙江冶岭头金矿是一个被厚约300 m的侏罗系地层覆盖的盲矿床,矿区后期霏细斑岩发育。为了总结此类矿床的寻找方法,在矿区根据矿山坑道工程所发现的岩脉进行了地球化学测量研究,对矿体下部和上部以及地表所见到的霏细斑岩脉进行了较系统的采样。结果发现,未穿切矿体的霏细斑岩脉含 Au 量极微($w_{Au} < 1 \times 10^{-6}$),穿切矿体的岩脉金含量明显增高,一般 $w_{Au} > 2 \times 10^{-6}$,其中部分岩脉的 w_{Au} 高达 405×10^{-6} 。由此可见,

霏细斑岩脉在该矿区也是一种找矿标志。

上述结果表明,脉岩在其上侵过程中切穿矿体或矿化带可将深部矿化信息携带至地表。因此,在脉岩发育的矿区,脉岩测量不失为寻找深部矿、评价矿化类型的一种有效地球化学勘查手段。

4 面型岩石地球化学测量

几十年来,在基岩裸露区矿产勘查采用的岩石地球化学测量,一般遵循比例尺由小到大、逐步加大工作量投入的一套点线式地球化学测量方法,这种方法主要是以线点构成测网开展勘查^[8],这套工作方法在以往找矿勘测中发挥了很大的作用,并取得了许多可喜的成果。但在大量勘查工作中发现,这种传统的岩石测量有许多不可避免的缺点,如样品采集和分析工作量大,样本代表性受采样方法制约,因而阻碍了该技术方法的进一步发展。

多年来,作者在多项研究中开展了以改进传统岩石地球化学野外采样方法技术为基础的研究,提出了面型岩石地球化学测量技术方法^[8]。该方法是建立在原生晕方法技术研究的基础上,以尽可能多地提取矿化信息为前提,完善并进而取代常规的点线式岩石测量勘查技术。这种方法是针对靶区的不同勘查程度,将其划分成一定面积的网格,每个网格构成一个采样单元,每个单元内均匀分布采集多个子样组合成一个单元的分析样品,采样量为300余克,在采样时,研究人员要对采样单元内的地层、岩浆岩、构造、裂隙充填物、蚀变和矿化等地质情况观察和记录,必要时对一些重要地段还应开展地质追踪。

为进一步保证所采集样品的代表性,加工时宜采用无污染加工工艺,分析多种微量元素,以尽可能多地获取单元样品的地球化学信息。通过在山西五台山的基岩裸露区金矿异常源追踪与评价、大冶铁矿区找盲矿的研究、苏州花岗岩南部七子山地区锡矿化预测、浙江遂昌冶岭头金矿区岩石测量、铜山庙区域化探异常查证及其盲矿预测等项目研究,以及各工作区的研究对比^[6,8]。发现面型岩石地球化学测量由于采用了组合样品要比常规的点线测量方法大大减少了分析样品量,降低了分析成本,而且这种方法获取的矿化信息量大,能快速有效地圈定不同尺度的找矿靶区。

① 徐外生,刘崇民.浙江乌岙铅锌矿床地球化学异常及找矿评价标志.地矿部物化探所刊,1991(4).

5 结论

1. 森林覆盖区、风成沙干扰区、残山戈壁景观区岩石地球化学找矿方法技术研究结果表明,这些基岩露头不发育的中浅覆盖区,采用岩屑测量可成功地评价区域异常找矿远景、圈定矿田(床),追索矿化带和矿化体。

2. 在已知矿区和基岩裸露区可采用构造裂隙地球化学测量寻找盲矿、扩大矿区储量。如果脉岩发育,亦可进行脉岩测量寻找深部盲矿。

3. 在地表基岩出露良好的景观区,面型地球化学岩石测量与常规的点线式测量相比,可以大大地减少样品采集量和分析量,降低工作成本,而且能快速有效地追踪区域化探异常源,评价区域化探异常的找矿远景,圈定不同尺度的找矿靶区,进行矿产详查。面型地球化学岩石测量是一种经济、快速、有效的地球化学勘查方法。

参考文献:

- [1] 刘崇民. 森林覆盖区金异常的快速评价[A]. 见:第六届全国勘查地球化学学术讨论会论文选编[C]. 北京:地质出版社, 2000:50-56.
- [2] 刘崇民. 蔡家营铅锌银矿田原生异常模式[J]. 物探与化探, 1994, 18(5):383-387.
- [3] 中国地质科学院物探研究所. 含矿裂隙地球化学测量的运用及对某地大理岩中三号异常的再评价[A]. 见:地球化学探矿实例(第一辑)[C]. 北京:地质出版社, 1978:130-139.
- [4] Boyle R W. Geochemical method for the discovering of blind mineral deposits[R]. Geological Survey of Canada, 1981.
- [5] Crone W. A comparison of iron oxide-rich joint coating and rock chips as geochemical sampling media in exploration for disseminated gold deposits[J]. Journals Geochemical Exploration, 1984, 20.
- [6] 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.
- [7] 阿布杜拉耶夫 X M. 岩脉与矿化[M]. 北京:中国工业出版社, 1996.
- [8] 李应桂, 杨少平. 基岩裸露区金矿异常源的快速追踪与评价[J]. 物探与化探, 1997, 21(1):37-49.

A STUDY OF GEOCHEMICAL EXPLORATION TECHNIQUES SUITABLE FOR DIFFERENT LANDSCAPE REGIONS

LIU Chong-min, LI Ying-gui, SHI Chang-yi

(Institute of Geophysical and Geochemical Exploration, CAGS, Langfang 065000, China)

Abstract: Based on an investigation into the technologies and methods for rock survey in different landscape regions, this paper puts forward a technological and methodological system composed mainly of debris survey, structure-rock geochemical survey, vein rock geochemical survey and planar rock geochemical survey. In such shallow cover regions as forest cover areas, eolian sand interference areas and relict mountain gobi areas, debris survey may be adopted to delineate mineralization sectors in exposed rock areas and worked-out mines, structure-rock fissure survey and vein rock survey can be employed to trace deep blind orebodies. The planar rock survey is characterized by some merits like collecting and analysing relatively few samples, obtaining abundant information and delineating ore-prospecting target areas of different scales.

Key words: rock geochemical survey; technology and method; tracing and evaluation of blind deposits

作者简介: 刘崇民(1955-),男,陕西商州人。1979年毕业于北京大学地质地理系,1993年获中国地质大学(武汉)地球化学理学院硕士学位。现为中国地质科学院地球物理地球化学研究所高级工程师,从事铜多金属矿床的地球化学勘查研究,在国内外发表论文近30篇,合写专著一部。