

X 荧光测量在区域化探异常检查中的应用

赵 琦

(四川省地勘局, 成都 610081)

近十余年来, 便携式 X 射线荧光测量仪在四川地勘局的区域化探异常检查中起到了重要的作用, 并获得了明显的找矿效果, 深受地质勘查单位的欢迎。

X 射线荧光测量是根据核物理学中的莫塞莱定律设计的仪器, 即当样品被激发源照射后原子被激发时, 会立即放出特征荧光, 其能量只与该种原子序数有关, 而照射量率则与该种原子在介质中的重量的含量成正比。具体地说, 是在测量仪器上, 每个元素都有固定的某些测量道, 在这些范围内元素含量高, 所记录的读数也高。该仪器是成都理工学院核工系与重庆地质仪器厂、中国地质大学合作完成的, 有闪烁计数管和正比计数管两种, 近年来和笔记本式微型计算机进行连用, 得到了较好的应用效果。

探头有 3 种, 一是铁源 (^{55}Fe), 可测 S—Ti 的轻元素, 但探头寿命短, 仅可用 3 年; 第二种是钚源 (^{238}Pu), 依次可测 Ca、Ti、Mn、Fe、Ni、Cu、(W)、Zn、As、Pb、Sr 等元素, 是常用的探头; 第三种是镅源 (^{241}Am), 依次可测 Mo、Ag、Sn、Sb 等重元素。测量精度: As 0.005%; Cu、Zn、Sr 0.02%; Sn、Sb、Ag、Ni 0.03%; Fe、Mn、Mo 0.05%; Ti 0.08%; V 0.1%; Ca 1%。以上是在干扰元素少时大致的测量下限, 对于化探异常查证是可以满足的。对于 Au、Hg 等元素测量精度较低。

X 射线荧光测量在四川省在金(砷)、铜、铅、锌、锑、钼、钛、锡等矿种上得到运用, 特别是利用 As 找金, 效果很好。以下介绍是作者的多年从事 X 射线荧光测量工作实践的认识。

1 应用效果

1.1 确定找矿靶区

1:20 万区域化探圈定的是以 4 km^2 为分析单元的异常, 具体的细节是无法看到的, 而异常检查是需要进行子样分析的, 在四川白玉夏囊沟银铅锌多金属异常区就用 X 射线荧光仪分析 Cu 和 Pb、Zn, 指出了明确的工作靶区。在南坪马脑壳金矿区找矿前期, 是进行了大面积的 1:1 万土壤测量, 由于金元素化学分析较慢, 跟不上局立项的时间, 就利用 X 射线荧光测量 As 量很快就圈出了规模大, 强度高的砷异常, 局批准立项, 后来发现了大型金矿。

1.2 直接进行找矿

1.2.1 圈定矿化带

靶区确定后, 进行的是 1:5 万或 1:1 万的水系、土壤测量, 样品数量大, 要求尽快得

到分析成果,对于地处遥远的交通不便的高原地区的找矿 X 射线荧光测量起到了不可替代的作用。许多金矿区就在野外圈出了矿化带。近来在洪雅硝水坪铅锌矿区,进行了锌的 X 射线荧光测量,圈出了 3 个矿化带,发现了 4 层厚近十米的锌矿。

1.2.2 追索矿体

追索矿化带的取样点距一般为 20 ~ 50 m,对于找矿显然是稀了,但不可能处处加密,在追索矿体时现场加密中 X 射线荧光测量起到了重要作用。在四川若尔盖团结金矿区就是在现场用 40m × (10 ~ 5) m 的 X 射线荧光加密,发现异常后立即进行追索,当天布槽,第二天见矿。在甘孜罗锅梁子金矿区, X 射线荧光仅发现了一个显著的砷、铅、铜异常点,立即沿有关山沟进行追索,发现了小—中型金矿。在重庆锇矿 X 射线荧光测量分析 Sr,找到了在地表风化而不易发现的锇矿,并用钻探得到了证实。

1.2.3 快速发现矿体

有些贵金属,如金、银以及铜多金属的氧化矿,在野外很难识别,即使挖了槽,取了样,也很难很快得到分析成果,延误了找矿进程。1987 年四川地勘局化探队用租用的 X 射线荧光测量仪在四川松潘哲波山金矿区在已上车的大批样品中挑选出十余件急件分析的高砷样品,不到 5 天,发现了该队的第一个金矿,后来规模达到中型。仍是在该矿区后来又又在坑道中发现了灰白色的不易识别的原生金矿。在壤塘康玛尔金矿区 X 射线荧光测量也在地表发现了厚数米的白色硅化金矿体,在该区地表多是红褐色的铁化金矿石,不用 X 射线荧光测量这种白色金矿往往会遗漏。对于样品用 X 射线荧光仪进行初步筛选,可节约大量的样品加工和分析费用,加快评价速度。

1.3 研究成矿环境

1.3.1 围岩种类

X 射线荧光测量的 As、Fe、Cu、Pb,结合能谱测量的 U、Th、K,可区别某些岩性。如在四川壤塘南木达金矿区,发现在岩石板岩中高 Fe、As,岩脉高 Cu,而且在土壤中也有反映,据此区别了含矿围岩。又如在四川盐源西范坪铜矿区,花岗岩高 As、Th,角岩高 As、K,铜矿高 Cu、U,砂岩皆低,从而有效地区分了围岩。

1.3.2 构造含矿性

通过在构造带上测量岩石或土壤样品研究了构造的含矿性。另外通过研究 X 射线荧光测量圈定的土壤异常也能有效地判定构造的存在。

1.3.3 蚀变特征

铁化带高铁,碳酸岩化带高钙,圈定了蚀变带。

1.3.4 成矿类型

区分了围岩也就区别了不同的成矿类型,如该区金矿中常见的围岩有板岩和岩脉;斑岩铜矿区常见有板岩和角岩。

1.3.5 成矿作用

铁化常与金矿伴生,但具体关系并不完全清楚。在四川松潘哲波山金矿区进行了 As、Fe 量测量,发现有些二者同步,而有些 Fe 则是单独的,或在金、砷异常的边缘,更有的金、砷异常上无 Fe,说明两者成矿作用上并不完全一致,因而设计了 As/Fe 比值,取得了较好的找矿效果。

As、Fe 元素对于微细粒浸染型金矿多是伴生的,在四川南坪马脑壳和松潘哲波山金

矿区的研究统计表明,特高的砷并不是金矿引起,而是有单独的砷矿化,只有在砷的某一读数范围内,金与砷才有明显的相关关系。

周四春等人在四川南坪马脑壳金矿区通过 X 射线荧光多元素的测量并与地质工作结合,建立了 Sr-Ba-Sb-Hg-As-Au-Pb-Ag-Cu-Ni-Mn 的元素分带序列。

1.3.6 表生作用

川西高原草原区是弱酸性,弱还原的表生环境,金砷元素在地表贫化严重,极大地影响了找矿。但怎样贫化是不清楚的,最开始对这种贫化的定量的研究是 1987 年在四川南坪水神沟金矿区,在探槽壁和底,每 5 cm 进行的 X 射线荧光 As 量测量表明,在基岩以下 1.5 m 的范围内就有明显的贫化,后取样分析,0.15 m 处 Au 1.7g/t,0.85m 处增至 3.4g/t,后来普遍加深了探槽,防止因探槽揭露过浅而漏矿,这对于该区的找矿具有重要指导意义。

再一个是土壤异常的往下位移,通过厚覆盖区的探槽中垂直剖面的 X 射线荧光测量,有效地追索到了异常源,并见到了金矿体,位移达 10~30 m,这对于后来未挖到或挖到基岩很浅的探槽的找矿具有实用意义。

第三个是土壤取样在地表不可能都采到一个层位,其中包括有 A、B、C 三层,对于 X 射线荧光测量的异常不能进行简单的对比,而应进行具体的研究,如四川壤塘南木达金矿区,发现一个铁异常延长很远,而砷异常则是间断的,后来发现间断处是采的 A 层土壤样,砷贫化了,就以铁异常指导布探槽,挖到了金矿体,反之,在一大片 X 射线荧光测量区发现是老乡坡上耕地,把高处的残积层顺坡污染,而否定了该异常。

1.3.7 其他研究

如不同土壤颜色,不同矿段,不同地区的金矿对比等的研究。

2 几个值得注意的问题

第一,要自始至终地把 X 射线荧光测量与地质相结合,X 射线荧光测量仅是一个工作手段,要运用好布样的目的性和成果的综合解释很重要,要一样多用,目的性很强,最少的工作量取得最好的找矿效果,才能发挥更大的作用。

第二,要注意仪器读数的可靠性和稳定性,对于测量时环境如温度和湿度,测量距离,仪器的一致性应严格注意。

第三,要注意 X 射线荧光测量时元素测量道间的相关元素的干扰。如 Fe 对于 As、Pb、Ni、Cu 等元素的干扰。

第四,对于不能直接测量而选用伴生元素时,如测量 As 找金,要注意是否存在伴生元素,单金异常不能用 X 射线荧光测量。

第五,要加强 X 射线荧光测量和计算机的连合使用,特别是编制使用测量、数据计算“一条龙”的程序。

第六,配制必要的被测元素的标样,以便直接得到 X 射线荧光测量读数的含量值。

第七,要加强与其他物化探方法的配合使用,X 射线荧光测量虽然测量很直观,但测量深度有限,如配合使用电法、地气等测量深度较大的物探方法效果会更好。

X 射线荧光测量的优点是成本低、速度快、使用灵活,基本上可满足主要元素的找矿需要;缺点是对低含量的元素异常测量精度尚不够,有些元素测量将受探头的限制,有

些重要找矿元素 Au、Ag 等不能直接进行找矿，测量元素之间有干扰。

总之，X 射线荧光测量在区域化探的异常检查中有着良好的广阔前景。

该文得到黄慎文教授的帮助，是与周四春副教授多年合作工作的结果，在此表示感谢。