

利用放射性地质提取蚀变信息及其找矿意义构建

黎心宇

安徽省地质矿产勘查局 332 地质队

摘要：找矿是保证我国社会经济发展的重要基础性工作。随着近年来我国找矿技术的发展，通过提取蚀变等地质信息技术来进行找矿的技术方法得到了越来越广泛的应用。本文将对判别蚀变信息的放射场标志进行分析，探究放射性元素所具备的局部富集信息分布特征，并对高值点以及带信息展开分类研究。同时本文还将结合该项找矿技术在找矿工作中的应用实践来分析实用价值，从而促进该项技术在找矿领域中的进一步推广应用，并推动我国找矿事业的现代化发展。

关键词：放射性；地质提取；蚀变信息；找矿意义

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.10.119

在地质找矿工作中，提取放射性信息既能够为铀矿等放射性矿床的勘察提供参考依据，也能够用于其他非放射性固体矿产资源的找矿中，因此该技术得到了广泛的应用。特别是在勘探内生性金属矿产资源时，由于在富集放射性元素的区域常存在蚀变带，因此通过对放射性元素分布特征的研究，就能够获取相应矿产资源富集区的蚀变信息。该项技术在勘察钾矿以及铀矿中受到了高度的关注。找矿人员应加强对放射性地质提取技术的研究，并准确判断蚀变信息放射场标志，对高值点带信息进行科学的分类处理。同时，找矿人员应注意总结该项找矿技术的实际应用经验，不断进行技术创新和改进，以进一步提高找矿的效率和准确性，从而促进我国找矿技术水平的全面提升，为我国的社会发展以及国民经济建设提供更加可靠的矿产资源保障。

一、蚀变信息的放射场判别标志

矿产资源是保证我国社会经济可持续性发展的基础性资源，随着近年来我国国民经济建设速度的不断加快，对矿产资源的需求也相应的增加，因此对找矿技术水平和地质找矿工作的质量及效率均提出了更高的要求。近年来我国在地质找矿领域取得了明显的进步，找矿水平和能力显著提高，利用放射性地质对蚀变信息进行提取，并为地质找矿提供参考依据的新型找矿方法得到了越来越广泛的应用。地质找矿人员应加强对相关技术的研究，充分认识其在地质找矿工作实践中应用的重要意义，积极探索其应用途径，从而使其作用得到有效的发挥。在此过程中，地质找矿人员应首先科学确定蚀变信息的放射场判别标志。

（一）判别蚀变信息放射场的主要标志分析

在地质找矿工作中，通常采用的判别标准是组合型

参数，例如铀钍比或者钾钍比等，以达到提高识别蚀变信息能力的目的。这主要是由于铀钍比或者钾钍比这两个组合性参数值的变化能够对钾元素或者铀元素的在岩性变化或者受地质作用影响而产生的迁移特征进行较为客观的反映^[1]。其中钾钍比可以通过对钍元素与钾元素在对抗性上的比例关系来反映热液钾化蚀变信息，钾钍比在各种火成岩中的比值一般均在 3×10^3 左右，该比值相对恒定。根据钾钍比能够更加准确的判别钾高钍低类型异常中所形成的蚀变带和中低温热液金矿。同时，铀元素含量在浅变质带内相对较高，而当变质程度提高时，所含的铀元素量会相应的减少。该特征与钍元素的变化规律基本一致。但是，钍元素在深变质带内的转移更为明显，其强烈程度超过了铀元素，此时铀钍比也会随之增加。在找矿实践中将比值参数作为蚀变信息的放射场判别标志还可以减少地表覆盖物以及地形地貌变化等对识别蚀变信息准确性的干扰。工作人员在找矿工作中应规范绘制钾元素含量和铀元素含量的等值图以及钾钍比和铀钍比的等值图，且应结合实际情况合理确定放射场识别标志，为蚀变信息的准确提取创造有利条件，以确保所有蚀变信息均能够被完整、准确的被提取。

（二）蚀变信息的放射场判别的基本原则和标志分析

找矿工作人员在确定蚀变信息的放射场判别标志时应遵循以下基本原则，并对蚀变信息的放射场判别标志进行客观的分析。在地质找矿工作实践中一般应根据钾钍比以及铀钍比等基本参数来进行蚀变信息的提取。在确定判别标志时，在蚀变带上的比值应显示为相对高值，同时相对高值应呈现狭长的规则带状特征，或者是以串珠形式延伸，且应有高值中心存在。高值中心应较为明显。当高值带为弧形或者环形时，在高值带内侧部分应具有较为明显的总体形态特征，在弧形内部以及环形内部则应具备均值相对较低的特点，且应呈平稳变化趋势。当蚀变带的长度达到10km以上，甚至达到100km左右，且其宽度达到了数百米乃至超过了1000m时，可以将其判断为大规模蚀变带^[2]。当高值带呈弧状或者是环状，并且出现于已知侵入岩体的岩基内外侧部分时；或者是当高值带呈线状，并出现于已知有规模断裂近侧和断裂带上时，高值带均应具有较为明显的总体特征。

在提取蚀变信息时，找矿工作人员应注意不提取显示于狭长带状沿线地质层体的高值带以及当铀钍比或者钾钍比沿第四系覆盖范围展布的高值带。但是如果呈狭

长状特征的高值带放射性强度符合以上原则时,找矿工作人员也可以将其视为蚀变带信息,并加以提取。所谓 γ 高值带主要指的是钾元素、钍元素以及铀元素均显示为相对高值;如仅有两种元素显示为相对高值时,其中一种元素应为钍元素,同时应具有较为鲜明的形态特征。当并非因形态相同地质层体所引起的 γ 高值带产生时,通常高值带的出现可能是受无明显分异作用的热液活动、接触带分异作用或者是岩浆分异作用等因素的影响。

二、放射性元素的局部富集信息分布特征

在确定了蚀变信息的放射场判别标志后,既可利用放射性地质提取蚀变信息,以了解放射性元素的局部富集信息分布特征。本文以我国河北省承德地区为例对该测区范围内的放射性元素的局部富集信息分布特征进行分析研究。

(一) 该目标区域中较集中既集中分布地带分析

将以上判别应用与找矿工作实践中时,在该测区内的航空 γ 能谱测区内地质找矿工作人员实现了对共90条不同类型高值带的提取,其中有15个高值点。通过初步分析发现,不同类型高值带在分布特征上存在较为显著的分带以及分片特点^[3]。其中分布较为集中以及集中的地带主要为目标区域内南部的滦平—承德—兴隆之间的区域,高值带在该区域内以雾灵山、寿王坟以及千层背为代表的大中型岩体中均有显示,且成环形以及弧形特征。同时,在测区的平泉西北部也是集中分布地带。高值带中心处于大型王土房岩体位置,高值带在其北侧以及西侧均较为密集,并显示为环形以及弧形特征;而在大石庙—平泉断裂地段的两侧到高值中心的南侧,高值带则显示为线形特征。在测量范围内,丰宁到隆化断裂西段以及尚义到平泉深断裂西段也均有高值带集中分布,在其北侧和南猴顶岩体的2个相对较小岩体位置有弧形高值带以及环形高值带分布。在测区中,高值带在上黄旗到乌龙沟深断裂西北面之间的分布也同样较为集中。而在测区范围内的大庙到娘娘庙深断裂东侧以及中段地带择优笔记高值带分布,且高值带呈线形特征。

(二) 该目标区域中与断裂构造或者大中型岩体存在明显关联性的高值带分析

在该测区范围内共提取弧形高值带以及环形高值带共37条,其中在岩体边界外侧、内侧以及与岩体距离相对较远的外围地带分布有80%左右的此类高值带,其余20%则分布在岩体内。在多个大中型岩体中均显示有环形高值带或者弧形高值带存在,例如都山岩体、王土房大型岩体、雾灵山、千层背以及南猴顶等岩体。而在寿王坟岩体等面积相对较小且具有较为规则形态的岩体中也显示有环形高值带信息以及弧形高值带信息。在寿王坟岩体东南方向上存在一同期岩体,其面积在5km²左

右,而在该同期岩体外围显示呈环带状特征的钍钷比高值带信息,通过航测预测分析,该岩体应属于大规模半隐伏岩体的部分出露。同时,在与该岩体相邻东侧存在呈环状特征的钍钷比高值带,其与位于千层背岩体东侧的呈环状特征的钾高值带的环内均属于侏罗纪火山机构类型,且环状构造应受火山机构影响而形成。

此外,在该测区范围内共提取线形类型的高值带信息共53条,其中在断裂带和其相邻两侧集中分布了87%左右的高值带信息。有22条高值带集中显示在深大断裂带和与其两侧相邻的地带,并有11条高值带显示在中生代火山岩类型的断裂带边界以及和其两侧相邻地带。仅有6条高值带与断裂以及推测断裂之间均不存在对应关系。

通过上述分析可知,由于异常放射性高值点带所具有的分带以及分区特性和岩体以及断裂等特点地质条件之间存在明显的相关性,因此大部分此类高值点带信息均与地质作用以及成矿作用中的一种或是或者密切相关,其蚀变作用是地质成矿作用中关联性较高的一种,因此利用放射性地质提取蚀变信息对于判断地质构造特征、岩体岩性以及预测矿产均有重要的指示性作用,是具有较高应用价值的找矿技术方法。

三、高值点、带信息的分类

高值点带信息中的弱信息主要包括与断裂作用、分异作用以及蚀变作用等相关地质作用存在关联性的放射性高值点带信息,尤其是其中的钍钷比信息以及钍铀比信息等。此类信息比较容易受到火山岩岩性变化、分布厚度的带状变化等关联性相对较弱的地质作用或者是其他偶然性因素的影响而出现信息失真的问题^[4]。为解决这一问题,找矿人员应按照可靠性的不同对提取完成的信息进行分类处理,从而为综合性成矿预测分析提供更加客观准确的参考依据,从而提高地质找矿工作的科学性以及有效性。

(一) 高值点、带信息的分类方法分析

提取的信息可以按照其可靠性的不同分成最高可靠性、中间可靠性以及最低可靠性这三大类别。找矿人员应合理确定分类的标准。其中半环形信息以及环形信息通常不会受到偶然性因素的干扰,因此在岩体或者根据航磁所断定的半隐伏性岩体的边缘以及外围区域分布的信息应视为可靠性最高的类型。而当半环形信息以及环形信息虽然处于此类分布位置上,但不具备该条件时,则应将其视为可靠性中等类型。当线形信息或者弧状信息具有明显的带状特征或者是位于岩体边缘区域的突出高值中心时,可以将其视为可靠性最高类型,而如果线形信息和弧状信息不具备突出特征但仍处于该分布位置上时,则可以将其视为中等可靠性类型。当折线状信息、线形信息或者弧状信息呈现较为明显的狭长带状特

征,与断裂带之间具有明显的依存关系,位于断裂带或者与断裂带紧邻区域、展布特征为平行且连续延深长度超过15km时,一般应将其视为中等可靠性信息。如有多条线形信息沿断裂展布,呈断续特征,且单条长度在15km以内时,通常也属于中等可靠性类型信息。其他所有未达到上述条件的信息均应划入可靠性最低类型。找矿人员应按照以上分类标准对所有高值带信息进行处理,并准确统计各类信息条数。

(二) 高值点、带信息的分类方法在地质找矿实践中的应用分析

本文仍以我国河北省承德地区的地质找矿实践为例分析高值带信息的分类处理方法。在该测区范围内,找矿工作人员利用放射性地质提取蚀变信息技术在该测区范围内实现了对共90条不同类型高值带的提取,其中有15个高值点。其中所提取的弧形高值带以及环形高值带共37条,其中在岩体边界外侧、内侧以及与岩体距离相对较远的外围地带分布有80%左右的此类高值带,其余20%则分布在岩体内。提取线形类型的高值带信息共53条,其中在断裂带和其相邻两侧集中分布了87%左右的高值带信息。地质找矿人员在完成上述高值带信息的提取后,应按照本文所述的高值带信息分类标准对全部90条高值带信息进行进一步的可靠性分类处理。90条高值带信息可以分为三类,其中有19条属于可靠性最高类型,有30条属于中等可靠性类型,而41条则属于可靠性最低类型。

四、应用案例和找矿意义

(一) 某找矿目标区域基本情况分析

本文将结合某找矿项目,对利用放射性地质提取蚀变信息进行找矿的实用意义进行分析。某找矿项目目标区域内的岩体为中元古代最大侵入体,其面积达到了80km²左右。经地质找矿勘察发现,其岩体平面呈三角形特征,而岩性则以苏长岩、斜长岩以及含有钛磁铁矿以及钒元素成分的苏长岩为主。在该岩体中,沿大庙—娘娘庙方向F2深断裂分布的同期基性—超基性以及同类小岩体中均存在磷矿、铁矿、钒矿以及钛矿的富集带。该侵入岩体中此类矿产较为集中,且矿床属于岩浆型矿床类型,在该勘察区域内是多种矿产资源的集中蕴藏地段。在该地质找矿项目的实施过程中,工作人员利用放射性地质提取蚀变信息,并对其进行分析研究,以判断各类高值点带信息与成矿作用以及地质作用之间的关系,从而为地质找矿工作的开展提供参考依据。

(二) 利用放射性地质提取蚀变信息分析

具体到该项目区内,利用放射性地质提取蚀变信息分析发现,在沿F2深断裂和该侵入岩体一带有基性—超基性以及同类小岩体分布,且反映出低或偏低值的钍元素、钾元素以及铀元素含量,这一规律与此类岩体中所

含放射性元素丰度相对较低的规律相符合。经测定发现其中的铀钍壁呈现出主要为高值反应到偏高值反应的特点,而其钾钍比则呈现低值反应特点。同时,高值带信息显示在该中古侵入岩体周边区域,特别是在其南侧边界的大庙—娘娘庙F2深断裂带中存在较为丰富的高值点信息。不过,沿F2深断裂也出现了铀元素、钾元素以及钍元素含量均明显增加的现象,高值带成狭长突出特征,并项低放射长的大庙基性岩体中进一步延伸,表明在沿该断裂区域中酸性沿江有明显的充填活动,或者是热液活动存在分异作用不充分现象。通过对该中古侵入岩体以及沿F2深断裂所获取的高值点分布特征和相关带信息的分析可知,各类高值点带信息均明显存在与成矿作用之间的关联性,因此利用放射性地质提取蚀变信息技术在地质找矿工作中具有重要的意义,能够为地质找矿工作的开展提供科学的指导,有效促进地质找矿工作质量和效率的全面提升,从而使地质找矿工作的开展更加科学高效,可以更好的为我国的国民经济建设以及社会发展提供可靠的矿产资源保障。

结论:

为进一步提高我国地质找矿工作的质量和效率,应积极应用先进的找矿技术方法。利用放射性地质提取技术能够较为准确的了解放射性元素分布特征,并可以在此基础上实现对钾矿以及铀矿等矿床蚀变信息的获取,从而科学判断蚀变类型和蚀变带位置,为勘察内生金属矿产资源的有利矿化地带提供可靠的参考依据。虽然其矿化往往呈局部性特征,不过在蚀变带仍存在相对富集的成矿元素。同时,找矿人员应加强对高值点以及带信息分布规律的分析,以研究其与断裂构造、岩体形态特征以及岩石类型等之间的关联性,从而为成矿远景分析奠定良好的基础。此外,找矿人员应在找矿实践中不断总结该项技术的应用经验,大胆进行技术创新和改进,以推动我国找矿事业的发展以及找矿技术水平的提高。

参考文献

- [1] 赵佳琪,董新丰,李娜,等.基于高光谱数据的甘肃花西山金矿蚀变特征分析与找矿预测应用[J].地质与勘探,2023,59(1):122-133.
- [2] 徐大兴,杨彪,邵兆刚,等.哈达门沟金矿蚀变分带的高光谱分析及找矿意义[J].自然资源遥感,2023,35(1):123-131.
- [3] 魏英娟,刘欢.北衙金矿床遥感矿化蚀变信息提取及找矿预测[J].自然资源遥感,2021,33(3):156-163.
- [4] 善曹特,李书海,王元元,等.内蒙古森吉银钨多金属矿点蚀变特征对找矿的指导意义[J].世界有色金属,2022(8):59-61.