

# 土壤地球化学测量法在矿产勘查中的应用研究

郑俊

安徽省核工业勘查技术总院

DOI:10.12238/gmsm.v7i4.1756

**[摘要]** 土壤地球化学测量法作为先进的矿产资源勘测方法,使用到勘测实际中,能够快速确定矿产资源的分布范围以及分布状态,对矿产资源合理开发利用有极为重要的意义。目前土壤地球化学测量法发展速度加快,与传统的地球手段勘探技术进行对比分析,在矿产资源的分布情况、物理性能方面能够提高分析数据的精准性,避免在后续操作环节存在风险事故,也能降低开采作业成本,预防造成严重的资源浪费现象。为了解该技术在矿产勘查领域的使用意义,以实际案例展开分析,了解该技术的应用价值,希望为今后土壤地球化学测量法的使用效果提升产生重要的作用。

**[关键词]** 土壤; 矿产勘查; 地球化学

中图分类号: Q938.1+3 文献标识码: A

## Research on the Application of Soil Geochemical Measurement Method in Mineral Exploration

Jun Zheng

Anhui Provincial Nuclear Industry Exploration and Technology Institute

**[Abstract]** Soil geochemical measurement method, as an advanced mineral resource exploration method, can quickly determine the distribution range and status of mineral resources when used in practical exploration. It is of great significance for the rational development and utilization of mineral resources. At present, the development speed of soil geochemical measurement methods is accelerating. Compared with traditional earth exploration techniques, comparative analysis can improve the accuracy of analysis data in the distribution and physical properties of mineral resources, avoid risks and accidents in subsequent operations, reduce mining operation costs, and prevent serious resource waste. To understand the significance of this technology in the field of mineral exploration, practical cases are analyzed to understand its application value. It is hoped that this will play an important role in improving the effectiveness of soil geochemical measurement methods in the future.

**[Key words]** soil; Mineral exploration; Geochemistry

以往矿产资源勘查的环节,使用地质理论和技术找矿方法,虽然能够确定矿产资源的分布以及具体范围<sup>[1]</sup>,但在勘查的环节效率相对较低,且需要较多的人力资源支撑才能完成,所以对矿产资源的勘查和利用方面产生不利的影响<sup>[2]</sup>。随着现代科学技术发展速度加快,土壤地球化学技术作为先进科学技术,以研究地壳化学过程作为基础,深入分析地球化学的化学作用以及化学演变等相关信息,从而掌握地质条件变动实际情况,对矿产资源勘查精度提升有积极的作用<sup>[3]</sup>。目前土壤地球化学测量方法在矿产资源勘查的环节,使用范围不断扩大,采集的数据信息更加精准,提高作业速度<sup>[4]</sup>,尤其是地质勘查环节促进工作效率的全面提升,符合当前矿产勘查作业的要求,对现代矿产资源开采领域的全面发展有重要的意义。

## 1 土壤地球化学测量法的内涵

土壤地球化学测量法一般简称为土壤测量方法,其主要工作原理是利用系统检测地表疏松覆盖物品,分析土壤地表的化学元素含量以及土壤地球的相关特征,进而确定土壤是否存在异常情况。该方法是目前矿产资源勘测环节比较普遍使用方法,作为地球化学勘查的常见方法,使用范围非常广泛,对地质勘查、水文调查等方面有重要的意义。随着现代科学技术不断发展,地质勘查水平日益提升,已经转变传统勘查模式,降低人员劳动强度,特别是利用先进仪器分析土壤元素,进行矿产资源的分析和辨别。而以往进行土壤勘查环节,使用物探技术进行分析,数据精度相对较差,和土壤地球化学测量法对比来说具备明显的劣势,所以土壤地球化学测量方法应用范围不断扩大。地球化

学测量方法使用之下,将化学信息、物理勘探等多技术融合起来,形成完善技术体系,对矿产资源的勘测精度提高有重要的意义。在该方法使用的环节,分析土壤中的元素变化异常情况,从而使得矿产资源的勘探工作能顺利的开展。

## 2 土壤地球化学测量方法在矿产勘查中的应用价值

地球化学,自20世纪诞生以来,在多学科研究领域中迅猛发展。特别是勘查地球化学,作为其重要的子学科,专注于通过精确测量天然环境中化学元素与化合物的含量与构成,以探寻矿产资源。该学科核心宗旨在于揭示土壤、岩石、水体沉积物、水、植被及大气等不同介质中地球化学元素的分散模式或异常现象,进而辅助新矿床或油气藏的探寻。在21世纪全球矿业市场迅猛扩张的背景下,勘查地球化学的研究与应用成果愈加丰富。然而,土壤地球化学在矿产勘查及生态、环保、公共健康、食品安全等多个领域已展现出显著成就与进展。因此,加强对土壤地球化学发展的研究,探讨该技术使用状况,对于推动勘查地球化学乃至整个地球科学领域的深入发展具有重要的理论与实践意义。

土壤地球化学测量方法在矿产资源勘查环节,具备较高的使用价值,尤其是在矿产资源详细调查的阶段,能查明矿产资源分布范围以及具体情况,为后续开采工作以及地质环境保护工作的顺利开展有重要的意义。在该技术使用的过程中,了解矿产资源的分布情况,明确开采的具体范围,同时消除地质条件、自然环境、水文状况等方面因素的影响,使得勘查数据信息更加精准,满足矿产资源的开采和利用要求。根据土壤地球化学测量方法的测量要求,通常在地表以下20~30cm深度位置进行采样。如果气候条件比较湿润,在进行矿产勘查采样环节,可将采样的深度增加到40~50cm。而特殊的地区则可以增加到1~2m,从而保证勘测的精度达到矿产资源开采的要求。土壤地球化学测量方法在应用的过程中,勘测环节对风成物、冰积物、冲积物覆盖层等方面勘测精度比较高,可规避外部自然环境的干扰影响,提高矿产资源勘查的精准性,也能使得各项勘查以及开采工作顺利完成。

## 3 土壤地球化学测量法在矿产勘查中的应用

在地球表层岩石圈风化过程中,土壤作为一种普遍存在的物质,其采集与分析对于地球化学研究具有重要价值。由于土壤样本易于获取,且通过高精度仪器所得的分析结果具有高度的代表性及准确性,使其在地球化学景观区的研究中占据独特地位。相较于水系沉积物样品,土壤地球化学采样物质能更精确地定位异常地质体(如矿体)的位置,其在应用上的一个显著优势是对地质体的圈定偏差较小。此外,与岩石地球化学测量相比,土壤测量不受基岩出露状况的限制;而与物探方法相较,土壤地球化学异常显示出的高精度及明确性,有效避免了多解性问题,为矿产勘探提供了更为精确的指导。土壤中的元素含量及其组合与原岩及矿(化)体之间存在的高度相似性,进一步表明通过深入探讨土壤地球化学特性,有助于揭示与原岩矿化相关的地球化学异常。因此,在化学勘探方法中,地

球化学土壤测量不仅是一项成熟的技术,也是目前最为有效的勘探手段之一。

### 3.1 金属矿产勘查分析

在地球化学领域,土壤被定义为一种覆盖于地表的由疏松残积和坡积物组成的介质。这些残积和坡积物广泛存在于金属矿区,形成了一种独特的疏松覆盖层。此类地球化学异常现象,源于矿体及围岩的风化产物,因而具有显著的找矿指示意义,并在实际的矿产勘查过程中发挥着至关重要的作用。近年来,土壤地球化学在有色金属及贵金属勘查领域取得了显著成果。以金元素为例,其在残坡积土壤或水系沉积物中的含量,相较于其母岩,呈现出显著的富集趋势。这一现象为理解地球化学过程中金属元素的迁移与富集机制提供了重要依据,对指导未来的矿产勘查工作具有重要的学术和实践价值。在山东北部冲积物覆盖区,近期的研究揭示了活动态金属在土壤中的分配规律。该研究指出,金属元素在土壤活动态之间的分配不仅受其化学性质影响,而且与土壤本身的特性密切相关。特别是,在表生条件下,活动态金(Au)在土壤中占据了较大比例,并以超微细颗粒形式如纳米或亚微米尺度存在。这种超微细颗粒状的Au能在土壤和水体中实现长期迁移与稳定。值得注意的是,尽管贵金属如金在地壳中的含量极低,但在成壤过程中可以发生富集,并保持长期稳定性。因此,在勘探类似金这样的贵金属矿产时,采集残坡积土壤样品成为了一种有效的手段,它有助于识别地质异常,从而指导矿产勘查工作。这也解释了为何在寻找贵金属矿产时,土壤地球化学探测方法能展现出卓越的效果。

### 3.2 放射性矿产(铀矿)的勘查分析

铀作为一种关键的放射性元素,其在国家安全和民用领域均扮演着不可或缺的角色。在国防方面,铀作为核武器的核心材料,对于维护国家的战略安全至关重要;同时,在能源、化工及医疗等民用领域,其应用同样广泛,特别是在核电站的能源生产中占据核心地位。因此,探寻和开发更多的铀矿资源不仅关乎国家防务的稳固,也直接关联到民众的生活福祉。科学研究表明,铀元素主要以沥青铀矿物形态及被有机质和矿物吸附的状态存在,而地表土壤中富含的有机质及具有高吸附性的黏土矿物为铀的迁移与富集提供了条件。在地质作用的进程中,含铀离子或微粒有可能向地表附近迁移,并在土壤层中累积,这一自然现象为铀资源的勘查与利用提供了科学依据。在此基础上,加强对地表土壤中铀元素迁移规律的研究,将对铀矿资源的勘探与开采具有重要的理论与实践意义。在地质学领域,近期的研究揭示了盆地砂岩型铀矿成矿机制及其地表地球化学异常的垂直迁移特征。具体而言,多营力作用促使铀及其伴生元素沿垂直路径迁移至地表,并在富含粘土矿物的地表土壤中得以捕获和富集,从而产生显著的穿透性地球化学异常。地表次生粘土在形成过程中对深部隐伏铀矿迁移来的铀酰离子具有显著的吸附作用,为探寻深部隐伏矿床提供了重要指示。据此,土壤地球化学方法亦可用于采集花岗岩及火山岩风化产物,通过分析黏土层和风化壳样品,以圈定铀矿异常,指导勘探工作。值得注意的是,除了砂岩

型铀矿,我国花岗岩型和火山岩型铀矿亦具有重要的工业价值,值得深入研究和勘探。

#### 4 土壤地球化学测量中矿产勘查的步骤

##### 4.1 采集样品

以某矿产勘查工程为例进行分析,土壤地球化学测量方法使用的环节,首要的工作是进行样品的采集,确定垂直方向布置测线,选取的位置为明显的蚀变地带,测线长100m,点距覆盖区20m;基岩裸露的区域内,岩性点位分布设计为40m,蚀变岩的点位距离10~20m,矿化明显地点距离5m。测线设置的环节选用GPS作为主要工具,使得各点位测量精度合格,满足现场勘查作业的要求。

根据样品采集的要求,在确定的采样区间之内选取8~10个点位进行采集,每次采集样品量超过500g。采样结束之后,进入实验室根据不同岩石样品展开检测。为使得采样具备代表性,数据反映出现场矿产分布条件,通常采样深度达到20~40cm。采集后存放在实验容器内,密闭保存与运输,防止外部环境侵扰和影响。加强采集环境分析,如果环境湿度比较高,则需要放置在合适环境下自然风干,以免环境干扰影响导致样本的精度不合格。

##### 4.2 样品加工与分析

样品采集以及运输的环节避免受到环境的污染影响,将其放置在实验室开展检测,选择使用土壤化学测量方法,执行规范化和标准化的操作。对于样品检测环节,具体按照如下要求展开:首先将采集完成后的样品放入到空气中自然风干,选取部分样品充分粉碎,使用40目过滤网过筛处理,选择均匀、洁净的样品展开试验。试验的环节使用缩分法,并且保证样品重量在150g以上。

样品进入到实验室加工的环节,为避免操作环节出现污染的问题,确保操作现场的洁净度,操作台面符合干净、整洁的要求。一个样品加工结束之后,将工作台清理干净,再继续开展后续的操作。加工结束的样品存放在容器内,并且根据编号进行存放,为后续的实验、清点、查询等工作开展提供基础。土壤地球化学测量法使用的环节,展开样品元素分析比较常见,由我国国家甲级土壤测量资质的单位负责进行。针对测量作业的要求,了解现场矿产勘查工作要求,选择使用化学光谱分析法、原子吸收分析法、原子荧光分析法、发射光谱分析法展开检测。

#### 4.3 传统方法与土壤地球化学测量法的差异

以往矿产勘查的环节,主要是通过分析土壤以及岩石蚀变等特性获取数据信息,掌握土壤性质参数。但是分析的环节重力、水力等方面因素干扰较为明显,尤其是分布范围比较大的条件下,影响探测的精度。通常情况下,传统勘查方法需要大量人力资源作为支撑,覆盖较大范围内才能满足勘查的要求,所以人力、物力、财力方面投入比较大。以传统勘查方法作为基础,研发使用化学测量方法,发挥先进测量仪器的作用,对于矿产区域内采集的样品进行精准分析,获取的数据信息精度比较高。与此同时,土壤地球化学测量方法使用之后,土壤元素分析更加精准、完善,金属元素的分布情况掌握比较全面,并且对于土壤分析的敏感度比较高,能最大限度内缩小分析的范围,矿产勘查的效率提升比较明显。

#### 5 结束语

土壤地球化学测量方法作为先进测量方式,是现代科学技术发展之下逐步形成的,属于全新的地质勘查手段,目前已经广泛使用到实践中。对于矿产资源勘查的环节,土壤地球化学测量技术使用之后,采集土壤的样品,通过化学分析方法获取土壤样品性质,提高数据检测精度,规避环境因素干扰影响,提高勘测精度。此外,针对矿山勘查工作要求,使用土壤地球化学测量方法可进行土壤中微量元素的勘查以及分析,提高勘测的速度、精度,降低勘测的成本。但是该技术发展以及使用的环节,还存在着一定的问题与不足,导致勘查效果受到影响。基于此,以目前的土壤地球化学测量方法作为基础,不断改革与完善,规避技术应用的不足,消除传统测量方法的缺陷,取得突破性的进展,也能防止外部因素的影响,进而提高勘测水平,为我国矿产资源勘查以及开采工作开展提供基础。

#### 参考文献

- [1]洪剑,周珊珊.沟系土壤地球化学测量在丹巴县永西金多金属矿区普查中的应用[J].矿产综合利用,2024,45(01):50~61.
- [2]李俊俊,魏宇,张庆松,等.四川马头金矿区土壤地球化学测量异常特征及找矿模型[J].物探与化探,2023,47(02):309~320.
- [3]张金龙,辛堂.广东连平溪山铅锌多金属矿土壤地球化学测量与找矿效果评价[J].四川有色金属,2022,(04):36~39+47.
- [4]施云龙.土壤地球化学测量在凤阳县马家庵金矿勘查中的应用及找矿效果分析[J].世界有色金属,2022,(08):34~36.