

# 3S技术应用于多维度地质矿产勘查研究

张亚男 徐树斌 蔡卫东

江苏省地质矿产局第一地质大队 江苏南京 210041

**摘要：**地质矿产勘查工作是一项复杂而繁琐的工作。为了利用先进的多维度地质矿产勘查科学技术来提高研究的准确性和效率，3s技术应运而生。3s技术功能强大，包括三种不同的技术：遥感系统（RS）、地理信息系统（GIS）和全球定位系统（GPS）。如果应用于地质矿产资源勘查，可以实现地质矿产资源的多维研究分析，达到相互促进的效果，获得更准确、更高效的研究成果。因此，本文将主要研究基于3S技术的地质和多维矿产研究，为加强地质矿产勘查技术的研究提供参考。

**关键词：**3S技术；地质矿产勘查；多维度；应用

遥感（RS）、地理信息系统（GIS）和全球定位系统（GPS）统称为3S技术，该技术在地质矿产勘查研究中发挥着重要作用<sup>[1]</sup>。三种技术的有机结合形成了一个互补的整体，即多维度、多角度开展地质矿产研究工作。根据研究工作的需要，科学技术的发展促进了RS、GIS和GPS技术的综合发展，扩大了矿产资源开发的可能性。这三种技术各有优势和作用，属于独立的技术，但在地质矿产研究中，这三种技术密不可分，互相并存，以发挥三种以上的应用效果。3S技术在地质矿产研究中的应用效果进一步增强。本文主要研究3S技术在地质矿产研究中的应用，探讨这三种不同的技术对多维勘探在降低勘探难度，提高勘探精度方面的作用。

## 一、3S技术概述

三种技术的3S技术相互独立，各有其原理和作用（见图1），通过三种常用的地质矿产勘查技术，可以取得多维度的研究成果。3S技术是RS、GIS和GPS的统称，而RS是指卫星遥测技术，它将通过卫星、飞机、无人驾驶飞行器（UAV）等交通工具进行空中侦察，并通过传感器传输收集到的数据，并利用电磁波、物理方法和数值分析方法对数据进行处理<sup>[2]</sup>。它将数据转换成虚拟的三维地质模型，对陆地环境的分布和变化有清晰的认识，其特点是发现面积大，对环境 and 地形负责。GIS是指地理信息系统，是与计算机技术相结合的与地理数据库的创建和更新有关的技术<sup>[3]</sup>。可实现地理信息数据的存储、共享、处理和查询等关键功能。GPS是指全球定位系统，它使用无线系统实时确定物体的位置，作为导航功能来检测地面上目标物体的动态<sup>[4]</sup>。RS技术和GIS技术与GPS系统共享陆地环境信息采集和监测过程中产生的数据。通过对这三个系统的陆地数据进行联合分析和处理，可以获得较为完整的陆地环境信息，加强对动态陆地环境

信息的理解和掌握。因此，促进了这三个系统的综合利用和开发，以及对环境的综合探索、利用和管理。

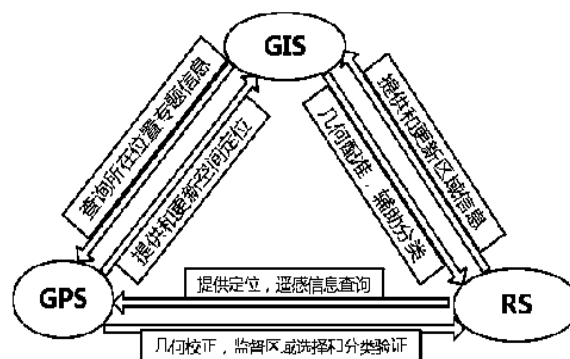


图1 3S技术的检测原理

## 二、地质矿产勘查研究存在的问题特点

### （一）地质矿产勘查研究多样化

地质矿产勘查研究是在保护生态环境的基础上，了解和掌握当地的环境、地质条件和变化，以保护生态地质环境。本文所要勘查的地质矿产资源种类较多，不同的地质矿产勘查技术和方法也不同，勘查程度也不同。因此，地质矿产研究具有多样性的特点。地质环境的多样性也意味着不同的地质有着各自的特点，因此研究工作中的一些变化会直接影响到不同地质矿产研究的难度，进而影响地质研究工作的协调性。

### （二）地质矿产勘查工作复杂

根据地质矿产研究工作内容和研究资料分析，该区地质构造和矿产资源类型较为复杂，交通环境也较为复杂。由于当地地质构造和矿产资源的复杂性，该系统的规划和设计难度很大。在以保护生态环境为主要目的的实际研究工作中，研究工作的复杂性会影响研究工作的初步规划和研究体系的规范设计。

### （三）地质矿产勘查不确定

在目前的地质矿产研究中，由于当地陆地环境和磁场的影响，在测量过程中检测设备的测量数据可能不准确。在地质勘探过程中，如在高海拔地区，天气变化、氧气浓度和气压会导致工作人员身体不适，从而影响他们的工作质量。因此，当地质矿产调查发生不确定变化时，工作人员应及时采取应急措施，调整优化调查方案。

### 三、3S技术在多维度地质矿产勘查中的应用

#### (一) RS技术的应用

RS技术在地质矿产勘查研究中的使用可以分为直接和间接应用<sup>[5]</sup>，下文将简要分析这两种应用方式。

##### 1. 直接应用

地质矿产勘查工作应了解地质。使用RS技术可以直接获取围岩变化状态。当岩浆与围岩发生反应时，RS技术可以直接接收到其变化的信息，因为这种变化与地质矿产资源的空间位置有一定的规律。因此，利用RS技术获取变化信息，可以提高搜索效率，使地质矿产研究更有意义。此外，RS技术还可用于确定岩石矿物的类型。在直接应用方面，RS技术一般具有高海拔探测区的光谱特性，因此会受到外界因素的影响。为了减少对检测结果的修正，有必要对周围的干扰因素进行分析，然后将其降低到最低水平，以提高RS技术在地质矿产勘查研究中的应用效率。

##### 2. 间接应用

RS技术的间接应用是指通过探测物质或其他运动来反映一些矿产资源信息，而不是直接勘探矿产资源。由于地质矿产资源与地质构造成分的运动有着直接的联系，要分析地质矿产资源，就需要利用RS技术对地质构造成分的运动进行分析。因此，对获得的信息和数据进行分析，以获得矿产资源的分布。

#### (二) GIS系统的应用

##### 1. 信息数据管理

由于地质矿产研究工作中的测量较多，因此需要存储和管理大量与基础地质、矿产勘查有关的数据和信息数据，由于数据的多样性和数据的不同，工作人员将处于需要时间的处理过程中。在管理过程中，工作人员也会因各种因素对数据信息产生问题，其管理不当会影响数据源的有效利用。当时在信息数据管理中，使用GIS系统可以解决以上问题，该技术可以将数据库组件化，以实现数据的全部信息的存储和处理，并可以实现调用、数据和分析，退出和输入，因此可以加强数据的有效使用，提高数据和信息管理的有效性。

##### 2. 地质影像制作

在地质矿产勘查过程中，必须建立地质影像。在这

个过程中，自然地质环境可以转化为信息丰富的图像，有利于地质矿产资源的勘探。要实现形象塑造，工作人员必须进行大规模的调查，这需要大量的工作，这也需要大量的人力、物力和财力资源。它经常受到各种因素的影响，在勘测过程中，所制作的地质影像精度不高，导致质量也有问题，难以为后期工作提供有效参考。使用GIS系统，在新技术的支持下，可以实现大规模、快速的图像生成，这对于保证图像生成的准确性和质量非常重要，因此GIS系统可以实现地质矿产地质图像的建立，制作图版如图2所示。

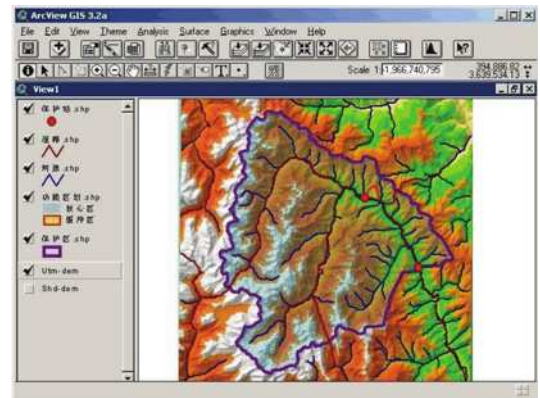


图2 地理信息系统基础技术-制作图版

3S技术中融入的三项技术功能强大，相互独立，相互促进。因此，将这三种技术同时应用于地质矿产研究，可以达到多维分析的结果，使地质矿产研究的结果更加准确。

#### (三) GPS系统应用

我国的矿产资源通常分布在位置较复杂、覆盖范围较广的地区，因此会增加地质矿产资源寻找的难度，而GPS系统具有良好的适应性和准确性，可用于矿产勘探。方案有很多方面，本文将从以下几个方面来分析应用：

##### 1. 工作原理

GPS卫星定位系统的工作原理就是采用距离交汇法来实现的。如图1所示，在需要被测量的位置O点架设GPS接收机，在同一时刻接收了分别位于不同位置的4颗GPS卫星所发出的导航信号，通过一系列数据处理和计算可求得该时刻GPS接收机至GPS卫星的距离 $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3$ 、 $d_4$ ，同样通过接收卫星星历可获得该时刻这些卫星在空间的位置（三维坐标），从而用距离交汇的方法求得未知点的三维坐标 $(x, y, z)$ ，如图1所示，其中 $(x_1, y_1, z_1)$ 、 $(x_2, y_2, z_2)$ 、 $(x_3, y_3, z_3)$ 、 $(x_4, y_4, z_4)$ 分别为4颗卫星在该时刻的空间直角坐标。

假设 $t$ 为各卫星时间， $t$ 为接收时间，则有下面的表达式：

$$(x_1-x)^2 + (y_1-y)^2 + (z_1-z)^2 + c^2(t-t_01) = d_1^2$$

$$(x_2-x)^2 + (y_2-y)^2 + (z_2-z)^2 + c^2(t-t_02) = d_2^2$$

$$(x_3-x)^2 + (y_3-y)^2 + (z_3-z)^2 + c^2(t-t_03) = d_3^2$$

$$(x_4-x)^2 + (y_4-y)^2 + (z_4-z)^2 + c^2(t-t_04) = d_4^2$$

求解未知数:  $(x, y, z, t)$  / 定位 定时

## 2. 勘探线剖面测量方面

GPS系统包括各种技术,例如RTK技术,它具有测量线剖面的独特能力。因此,该技术的独特功能可用于纠正在地质矿产勘探线剖面测量中使用该技术的偏差值,使其不随心所欲地移动和高度测量的准确性<sup>[6]</sup>。使用该技术也可以确保观测点的安全。GPS RTK技术改变了传统的测量模式,能够实时完成厘米级定位精度和不通视情况下远距离测量坐标,且没有累积误差,测量精度高;其工作模式简单,只需要较少的测量人员,定位速度快,操作简便,综合效益高等特点。因此,RTK技术在GPS系统中具有独特的功能和效果。

## 3. 矿区地形调查方面

地形测量应在搜索之前进行,即在搜索阶段,地形测量是搜索中的一项重要任务,这些指标可以直接影响搜索的成功率。因此,如果在映射过程中使用了传统的测量方法,即首先要确定根点和控制点的测量,然后在地图上标出这些点,效率这种测量方法的有效性和准确性相对较弱。GPS系统应该只测量一个点,可以满足半径10公里的最近区域的测量要求。该方法很好地解决了传统方法的不足,避免了重复处理的问题,提高了测量精度,大大提高了测量效率。

## 4. 项目点介绍方面

在地质矿产勘探过程中,为便于勘探,需要设立研究线,开展储层、地球物理、钻井等一系列研究工作。研究线和研究工作,由于地质矿产资源涉及面积较大,地形较为复杂,山区较多,会严重影响能见度。将使用全站仪经纬仪和测量仪器,严重影响测量效率。在复杂情况下使用本仪器会影响测量的准确性。GPS技术的使用简化了相关工作操作。只需将目标点的坐标输入电脑或手机,然后进行采样分析并在现场调整点设置。因此,利用这种技术来研究工程点可以提高效率,简化工作的

复杂性,提高结果的准确性。

## 5. 工程放样方面

在地质矿产勘探过程中,工程放样使用的是传统的测量方法,要时刻移动钻位和设备,需要更多的工作人员共同完成,测量效率慢,并且由于设备在使用过程中不能被遮挡,人工成本非常高,也就是说传统方法受视野影响,视野弱会阻碍信号传输。在工程放样测量中,使用GPS系统,使用卫星测量,只需一名工作人员即可使用电子人工坐标输入功能进行工程放样测量,解决了传统测量方法的不足,提高效率和质量的同时也降低了项目成本。

## 四、结语

3S技术作为一项非凡的当代技术,每一项技术都具有非常强大的功能。RS技术、GIS系统和GPS系统在地质矿产勘探中的综合应用,可以实现多维度的地质矿产勘探三个以上效果。例如,GPS系统可以提高从其他两种技术获得的信息数据的准确性。综上所述,3S技术可以提高地质矿产勘探的效率和准确性。目前,3S技术在多维地质矿产勘探的应用中非常有效,尽管在某些方面还存在一些不足。但随着现代科学技术的飞速发展,3S技术在下一阶段的多维地质矿产勘探研究和应用中将更加成熟和强大,有利于促进我国地质矿产资源的开发与利用。

## 参考文献:

- [1]梁伟.地质矿产勘探领域中3S技术的应用研究[J].内蒙古煤炭经济,2021(4):2.
- [2]杨宁.基于3S技术的多维度地质矿产勘探研究[J].粘接,2021(6):5.
- [3]洪天才.遥感技术及地理信息系统在地质勘探中的应用探讨[J].地矿测绘,2020,3(5):15-16.
- [4]刘奎.试析煤田地质勘探中3S技术的应用路径[J].区域治理,2018(3):2.
- [5]张宁.探究3S技术的运用对矿产地质勘探工作效率的提升作用[J].当代化工研究,2021(6):2.
- [6]王红军.学会与时俱进:地质矿产勘探中3S技术的使用[J].环球人文地理,2017,000(006):131.