

3S 技术在新疆地质找矿研究中的应用和前景^{*}

Application of 3S Technology to Geological Prospecting and Its Developing Perspective in Xinjiang

孙宝生 门继辉

(新疆大学资源与环境学院, 新疆 乌鲁木齐 830008)

Sun Baosheng and Men Jihui

(Resource and Environment College, Xinjiang University, Urumchi 830008, Xinjiang, China)

摘 要 发展宏观、快速、高效的资源管理及评价方法是开展现代地质找矿工作的需要。“3S”技术由于具有上述特点而在地质找矿领域得到越来越广泛的应用。本文针对新疆地质找矿现状,通过对“3S”技术特点的介绍,在以往新疆地质找矿工作的基础之上,提出了在新疆运用 RS 和 GIS 技术建立遥感本底数据库及进行矿产资源评价的主要内容、方法,同时指出了存在的问题和发展前景。

关键词 3S 技术 新疆地质找矿 遥感本底数据库 矿产资源评价

随着计算机技术、无线电技术、空间技术及地球科学的迅猛发展,在日益激烈的信息革命浪潮的冲击和自然资源日趋枯竭的形势下,高难复杂的综合地质环境和资源综合评价,对于地质资料的迅速、准确的获取,空间信息分析、图形图像处理 and 数字化地质制图等方面的要求已十分迫切。对传统地质调查方法进行变革,如何有效地组织、管理、利用现有技术资料,如何在广阔的研究区内以较快的时间成功开展地质调查,从而对整体策略进行正确而有效的把握,成为当前地质研究领域的重点。在大尺度范围内,从岩石圈规模进行全球变化研究和超大型、大型矿床的寻找也需要发展一套完整的宏观、快速、高效的地质调查研究技术。遥感技术在预测找矿有利地段,优选找矿靶区,尤其是在中小比例尺成矿预测方面已取得明显效果。以 GIS 为核心的 3S 技术集成构成了对空间数据适时进行采集、更新、处理、分析及为各种实际应用提供科学决策的强大技术体系,为地质上这种需求提供了可适用的技术方法和手段,应用前景十分广阔。“3S”技术即遥感、地理信息系统和全球定位系统。遥感技术是其中发展较快,较早也较成熟的技术。

新疆地处欧亚大陆腹地,大部分地区气候干燥,植被稀疏,基岩广泛出露,地质研究程度相对较低,地质构造复杂。在广大区域内矿床成因类型不同,成矿地质条件各异,地貌地理景观有别。新疆境内拥有丰富的金属和非金属矿产以及石油、天然气、煤炭等能源矿产,是我国矿产资源和能源战略接替区。

新疆的区域特点和辽阔程度,为发挥遥感技术宏观、高效、多层次、多光谱、多时相的技术优势提供了广阔前景。开展新疆矿产资源遥感综合调查,建立矿产资源遥感综合数据库,编制新疆矿产资源系列专题图件,建立重点地区矿产资源预测评价系统,从宏观上划分成矿单元,圈定成矿远景区,对下一阶段找矿工作具有重要意义。总之,在借鉴、应用多次遥感调查成果基础上,利用 3S 技术在新疆这样一个矿产大省开展系统地质调查,建立遥感综合数据库及矿产资源分析评价系统,将会对 21 世纪国家开发战略重点西移和加快新疆开发建设具有非常重要的现实意义和长远的战略意义。

1 利用 RS 和 GIS 技术进行新疆地质找矿的主要方法和内容

利用 RS 和 GIS 进行新疆综合地质研究主要有两方面内容:一是建立系统的资源遥感本底调查数据库,二是在此基础上建立重点地区的矿产资源分析评价系统(图 1)。

^{*}本文受国家自然科学基金项目(编号:4986002)资助

第一作者简介 孙宝生,男,1948 年生,教授,主要从事矿床学和遥感应用的教学和科研工作。

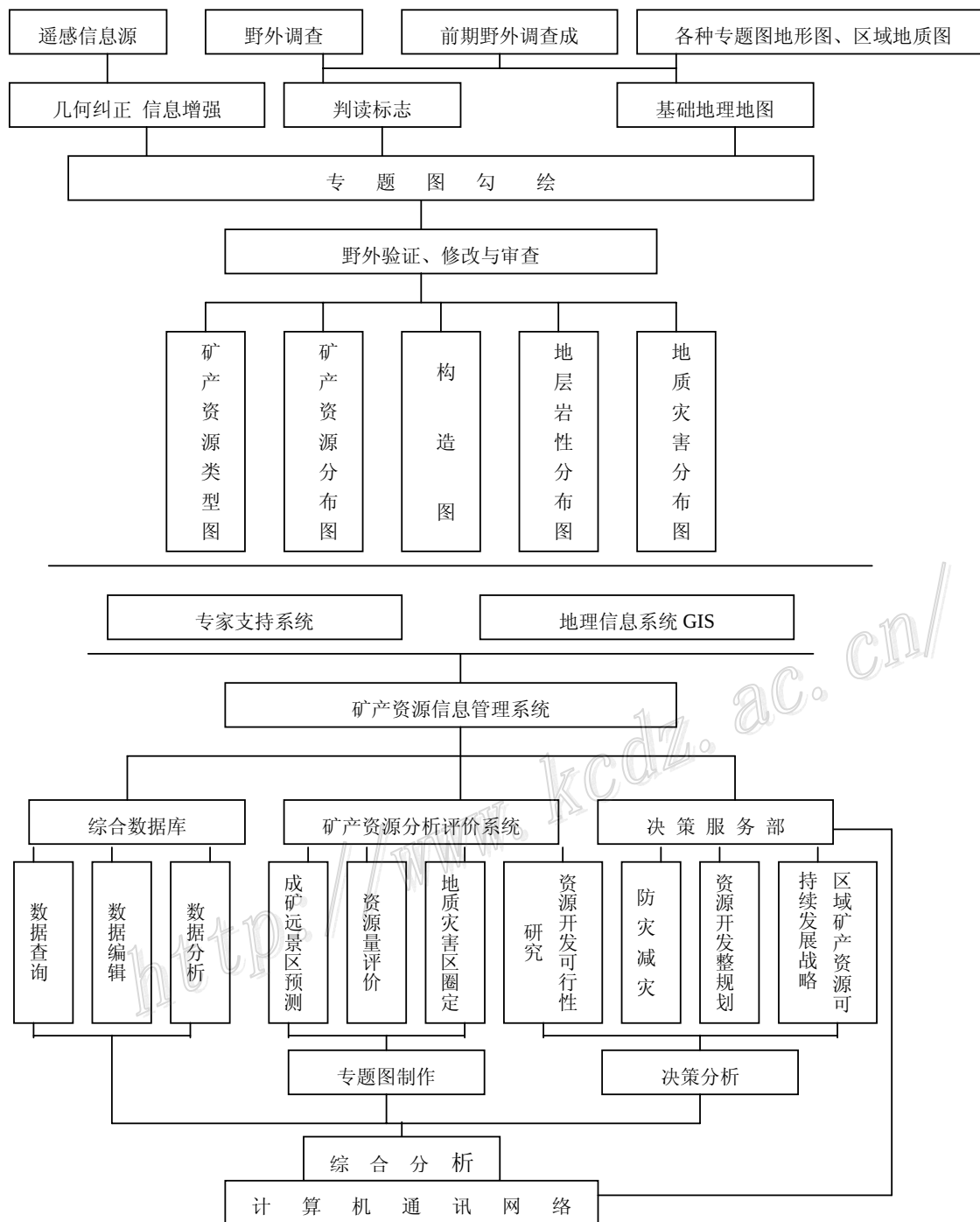


图1 建立地质遥感本底数据库和矿产资源评价系统框图

1.1 开展地质遥感本底调查可使用的遥感数据源

1986 年以来以中科院遥感所和地矿部为主的科研单位, 在新疆, 特别是北疆阿勒泰、伊犁和东疆哈密地区开展了遥感地质矿产资源研究, 确立了多平台、多波段遥感找矿的原则。研究中共采用了 7 种遥感数据: 陆地卫星多光谱扫描仪 (Landsat Mss), 陆地卫星专题制图仪 (Landsat TM), SPOT 高分辨率可见光成像仪 (SPOT HRV), 气象卫星改进型甚高分辨率辐射计 (NOAA AVHRR) 和我国自行研制的国土卫星等 5 种航天遥感数据及彩色红外和侧视雷达两种航空遥感资料。应用以上遥感资料在遥感地质调查中均取得了良好的效果。

1.2 利用 RS 和 GIS 进行新疆重点地区矿产资源分析评价的主要内容

利用 RS 和 GIS 进行地质调查和资源评价,就是在已建立的遥感数据库基础之上,对研究区的构造、地层、蚀变等与成矿有关的地质信息进行解译,并将解译后的地质数据和物化探数据进行综合分析,在一定成矿理论指导下,建立 GIS 综合找矿模型(图 2)。在此基础上,进行矿产资源定量预测和资源潜力估算,为找矿工作部署提供依据。

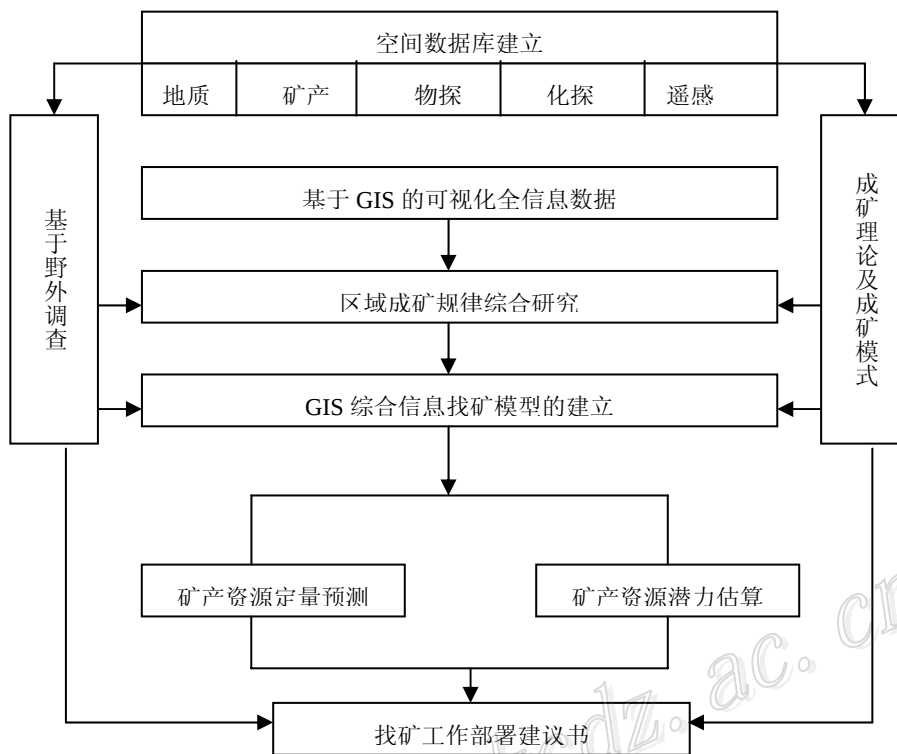


图 2 GIS 矿产资源评价框图

1.2.1 建立金属矿产资源分析评价系统

以阿勒泰、准噶尔、伊犁、塔里木地区为例,说明 RS 和 GIS 进行金属矿产资源评价的主要内容。

(1) 构造分析

中科院遥感所面积为 1100 km^2 的阿勒泰东部地区为研究区,对 1:5 万彩色红外航空相片及 SPOT 卫星 1:5 万多光谱图象进行线性构造解译(郭华东等,1995)。利用 GIS 软件(GIST)对研究区线性构造总密度、优势方位线性构造密度、异常方位线性构造密度、线性构造结点密度及线性构造矢量平均方位等五种线性构造特征进行提取。形成数据文件加入到关系数据库中。由 GIS 软件功能完成自动绘制等值线、三维显示、等值线与三维表面叠加等工作。对五种线性构造分别形成图层,分别与航磁图和重力异常图进行叠加分析,取得了良好效果。分析结果表明:线性构造密度梯度变化带与呈北西向展布的区域主干断裂一致。并与航磁、重力异常梯度带吻合。

管海晏等(1998)、赵斌等(1998)在对塔里木盆地及周边山系的区域地质研究及有色金属矿产分布与遥感构造关系研究中,通过 TM、MSS、NOAA 卫星遥感图象对塔里木盆地及周边 100 多万平方公里地区的地层、地壳结构构造、地理地貌景观进行综合遥感地质解译,结合大量地质、物化探资料,提出该区存在着巨大“环形弧形构造体系”及其相应的“环形弧形成矿带”与“环形地质环境带”的新论点。揭示了该区矿产资源的成矿、控矿规律。通过遥感地质找矿的实践表明,环形弧形构造系统控制着古生代以来的大型、超大型矿床的形成和矿产资源集中区或聚集带的形成与分布。

赵斌在对塔里木周边有色金属矿产遥感构造研究中,指明了区内线性构造、环形构造及岩体构造与金属矿产分布的关系,确定了以大构造分区,地质影像分区对应的环状金属成矿带和赋存金属矿化的“三层结构”层序,建立了 5 个有色金属矿床类型的遥感影像地质模式。利用 RS 和 GIS 相结合的方法研究分析工作区线性构造取得了良好的分析效果。实现了各种线性构造特征的自动分析几何图形可视化。并使多种资料快速叠加分析成为可能。

(2) 地层岩性特征提取分析。利用 RS 和 GIS 可在研究区内地理环境较为恶劣的地区进行地质填图。在这些地区, 选取多时相, 各种航空、航天遥感图象进行岩性识别与划分。利用 GIS 软件对各年代地层及岩性分别建立图层。进一步对研究区岩性特征进行合并, 建立新图层, 对某些地质体或地质现象在较大范围内研究其分布规律性在对阿勒泰地区遥感找矿研究工作中。MSS 图像和彩色红外图像对研究区地层岩性进行了解译。GIS 的多边形表达和合并功能, 以图层形式简明表达出了不同地质历史时期研究区地层发育在空间上分布的大致特点, 并用 GIS 软件中的数字地形模型 DTM 建立了研究区地层岩性和石英脉分布的三维图。

(3) 蚀变填图。在阿勒泰地区蚀变带填图研究工作中, 在对研究区蚀变矿物光谱特征研究基础之上, 对 TM 各波段图象进行组合分析。完成蚀变矿物信息提取。并对其解译、成图, 形成信息层存储在 GIS 数据库中以便进行记忆部查询、空间分析、更新。在完成蚀变信息提取基础之上, 利用 GEMSTONE 数字图象处理系统和 GIST 工具包进行蚀变带和断裂构造信息的解译成图。得到的信息层存储 GIS 数据库中进行查询、分析。

(4) 矿产资源评价。利用 GIS 软件提供的部分空间分析功能, 可以反推找矿模型。以此找矿模型可对矿产资源进行预测评价。利用 GIS 进行资源评价综合起来有三种模型: 经验模型法、找矿信息--加权法、矿床模型法(彭望禄, 1991)。

以找矿信息-加权法为例, 说明研究区当某类矿产与构造、地层、化探等数据异常有关时进行 GIS 资源评价的方法。主要有以下几个步骤: ①通过断层与矿床(点)的距离分析及有关统计分析确定哪一组断层对矿产有控制作用。及断层对矿产的影响范围, 以确定断层与矿产的关系; ②用得到的断层影响距离做缓冲区分析, 在图上产生断层的影响范围; ③将矿床(点)与断层做叠加分析、统计分析, 得到地层与矿产的关系; ④通过表格分析, 提取相应地层形成新图层; ⑤将新地层图层与断层缓冲区图层叠加, 得到缓冲区内的地层, 形成新图层; ⑥将化探异常与 5 步形成的图层叠加, 形成最终图层。该图层包含的它们的共同部分即为寻找该类矿床的最有利地段。

1.2.2 建立非金属矿产资源分析评价系统

管海晏等(1996)等在对塔里木盆地遥感找矿研究中, 利用美国陆地卫星 TM 数据彩色合成图象中某个波段, 经密度分割处理后的假彩色图象中的等值彩色圈, 直接反映出钾盐含量的变化。据此将罗布泊钾盐成矿预测区划分为三级钾盐含量信息区。(红 A 灰度 81-105, 钾盐含量 > 8%; 绿 B 灰度 = 106~120, 钾盐含量 $\approx$ 5%~8%; 蓝 C 灰度 = 121~135, 钾盐含量 $\approx$ 2%~5%) 和 13 个钾盐影像体(A, B₂₋₄, C₂₋₈)。这些工作在钾盐定量信息提取中取得了新突破。

应用航空能谱仪测得钾盐定量数据和地表钾盐矿样分析数据具有一定关系。利用钾盐含量遥感信息和影像地质体特征与实际资料综合对比, 运用密度分割含量信息与地质体、影像体两种方法得出罗布泊钾盐远景储量(固、液)在 5 亿吨左右, 钾盐储量达 500 亿吨以上。

除了发现罗布泊大型钾盐(石岩)矿产基地与柯坪特大型水泥灰岩矿产基地外, 还预测并建立了煤炭, 玻璃石英沙, 宝玉石及建材的遥感地质找矿标志。大量地质找矿实践表明, 这些遥感地质找矿模式具有实用价值。

1.2.3 建立能源资源分析评价系统

以油气勘探为例, 说明建立能源矿产资源评价系统的方法。

利用 RS 和 GIS 进行油气资源评价, 首先在已建立的遥感影像库基础之上利用 NOVAA AVHRR 数据提取烃类物质的热惯量异常, 然后在普查的基础之上进行 Landsat TM 数据图象处理, 提取土壤吸附烃异常: 与此同时利用影像图进行全区构造、岩性解译。查清地下圈闭构造。最后将地表油气遥感信息与地下地质构造信息复合分析, 选择最有利地区开展油气地球化学测量工作, 验证有利区边界区划的正确性, 作出全区油气遥感综合评价。为新区勘探提供靶区。这些方法在塔里木盆地和伊犁盆地已进行了尝试性工作。

2 前景及存在的问题

利用 RS 和 GIS 技术在新疆开展地质调查研究, 建立新疆地质遥感影像数据库和矿产资源评价系统, 是新疆进行资源勘查数字化的必由之路。本文提出的技术方法只是一个构想。实际操作中和未来发展趋向上, 还有很多问题有待解决。归纳起来, 主要有以下 3 方面的问题:

(1) 建立一个统一的地学数据模型的问题

统一的地学数据模型的主要作用在于: ①为地学数据的理解提供一个公共基础; ②描述所采集的数据; ③用于地学计算机系统的开发; ④定义数据库及定义数据转换。

对现有地学数据进行统一数字化管理, 对未来采集的地学数据采用统一格式进行数字化, 都需要建一个统一的地学数据模型。

(2) 3S 技术集成

集 RS、GPS、GIS 技术的功能为一体, 可构成高度自动化、实时化和智能化的地理信息系统, 为各种应用提供科学的决策咨询, 以解决用户可能提出的各种复杂问题 (潘宝玉等, 1999)。3S 技术的整体结合方式见图 3。

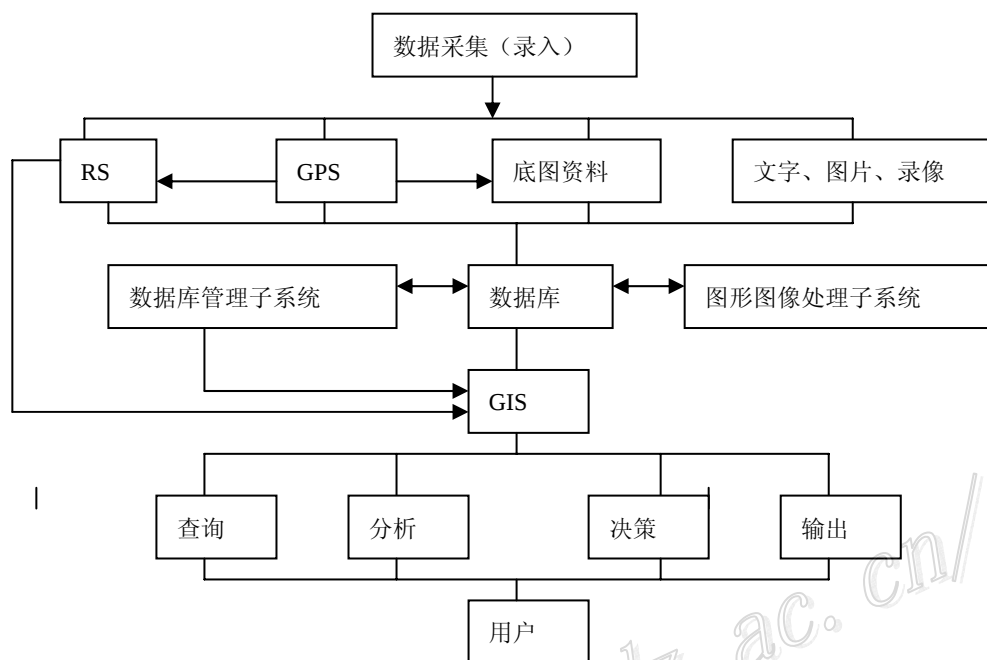


图 3 3S 技术的集成方式

(3) 网络地质信息系统的建设问题。

信息技术中由于网络技术的飞速发展, 使建立一个网络化的地质信息系统成为可能。发展新疆网络地质数据库系统, 可利用局域网技术实现地学数据的网上共享, 实现全疆矿产资源的勘探开发、使用实现统一化、规范化管理。也可通过互联网技术在全国乃至全世界范围实现地学数据交流。

(4) 专家系统在 GIS 中应用的问题。

用 GIS 建立矿产资源评价系统只是在 GIS 中用传统的矿产资源定量评价方法进行资源评。随着专家系统技术的发展, 在 GIS 矿产资源评价系统中引入专家系统, 利用高水平专家的知识建立地质计算机专家系统。专家系统的引入将会智能化的、更快的进行矿产资源评价及各种专题图的制作。

参 考 文 献

- 郭华东, 等. 1995. 新疆北部遥感固体矿产找矿. 北京: 地质出版社.
- 管海晏, 等. 1998. 塔里木盆地遥感区域地质研究. 遥感学报, (1).
- 赵 斌. 1998. 塔里木盆地周边有色金属矿产分布与遥感构造的关系. 有色金属矿产与勘察. (6).
- 彭望禄. 1991. 遥感数据的计算机处理与地理信息系统. 北京: 北京师范大学出版社.
- 潘宝玉, 王贵祥. 1999. 3S 技术集成及其在地质领域中的应用. 地矿测绘. (1).