

· 勘查技术 ·

3S 技术集成及其在地质领域中的应用

潘宝玉

(山东省地质测绘院)

王贵祥

(山东省临沭县水利局)

提要 遥感技术(RS)、全球定位系统(GPS)和地理信息系统(GIS)的不断发展以及以GIS为核心的3S技术集成,为现代地质学向综合化、系统化、科学化方向发展,提供了强有力的技术支持。3S技术集成不仅可为地质工作提供及时、可靠的基础信息,而且还可对地质信息进行综合分析、处理,进而对成矿靶区进行科学预测。本文介绍了3S技术集成及其在地质领域中的应用现状,并就其应用前景作了展望。

关键词 RS GPS GIS 技术集成 信息分析 信息处理

1 前 言

近年来,随着电子计算机技术、无线电通讯技术、空间技术及地球科学的迅猛发展,3S(RS、GPS、GIS)技术已从各自独立发展进入相互融合、共同发展的阶段,并且在车船导航、环境监测、资源调查、区域管理、城市规划等诸多领域里得到了迅速广泛的应用。但3S技术在地质领域里的应用应该说才刚刚起步,且大多为单项技术的应用。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,高难复杂的地质综合研究对于地质资料的快速、准确获取,空间信息分析,图形、图像处理 and 数字地质制图的要求已变得十分迫切。3S技术集成正是为这种需求提供了科学而适用的技术方法和手段,它不仅可为地质工作提供及时、可靠的基础信息,而且还可对地质信息进行综合分析、处理,其应用前景非常广阔。

2 3S 技术及其集成

2.1 全球定位系统(GPS)

全球定位系统(Global Positioning System)是美军自70年代初期开始研制的新一代卫星导航和定位系统^[1],它的基本工作原理是通过GPS接收机接收GPS卫星发射的导航电文,获得必要的导航信息及观测量,再经数据处理,从而完成导航和定位工作。目前,GPS静态平面定位精度一般为 $1 \times 10^{-6}D \sim 0.1 \times 10^{-6}D$,局部高精度工程监测网水平精度可达 $\pm 1\text{mm} \sim \pm 2\text{mm}$ 。静态高程定位精度在平地 and 丘陵地区可达 $\pm 5\text{cm}$,山区也在 \pm

20cm 以内, 完全可以取代四等水准测量。实时动态差分定位也可达到厘米级精度, 可满足高精度实时数据采集的精度要求。近年来, 星载 GPS 接收机已装配到遥感卫星上, 因而可获得遥感地面目标的自动定位, 精度可达到米级, 亦即 GPS 的技术能力已从地球表面扩展到了航空测量和航天遥感方面。

2.2 遥感技术(RS)

遥感(Remote Sensing)是指从远距离高空以及外层空间的各种平台上利用可见光、红外光、微波等电磁波探测仪器, 通过摄影、扫描及信息感应、传输、处理, 从而研究地面物体的形状、大小、位置及其环境的相互关系的现代科学技术。

现代遥感技术具有以下特点^[1]:

(1) 新型传感器不断出现。目前, 除了框幅式可见光黑白摄影、多谱摄影、彩色摄影、彩红外摄影、紫外摄影外, 还有全景摄影机、红外扫描仪、红外辐射仪、多谱段扫描仪、成像光谱仪、合成孔径雷达和激光测高仪等。

(2) 影像分辨率形成多级序列。多级分辨率的实现, 人们可先在粗分辨率的影像上快速发现可能发生变化的地区, 进而再在精分辨率的影像上详细地分析、研究这些变化情况。

(3) 可以反复地获得同一地区的影像数据。遥感的这种多时相性为人们提供了长期、系统和动态地研究地球表面变化及其规律的可能性。

(4) 以多光谱段获取遥感数据。这样做的目的在于提高识别和区分各种地面目标的能力, 以利于影像自动解释。

综合上述特点, 未来的卫星遥感将向集多种传感器、多级分辨率、多光谱段和多时相为一体的方向发展, 并将与 GPS、NS、CCD 等技术结合, 从而以更快的速度、更高的精度和更大的信息量来获取对地观测数据。

2.3 地理信息系统(GIS)

地理信息系统(Geographic Information System)是以采集、存储、描述、检索、分析和应用与空间位置有关的相应属性信息的计算机系统, 它是集计算机学、地理学、测绘遥感学、环境科学、空间科学、信息科学、管理科学和现代通讯技术为一体的一门新兴边缘学科。

GIS 有两个显著特征: 一是它不仅以象传统的数据库管理系统(DBMS)那样管理数字和文字信息(属性信息), 而且可以管理空间信息(图形信息); 二是它利用各种空间分析的方法, 对多种不同的信息进行综合分析, 寻求空间实体间的相互关系, 分析和处理在一定区域内分布的现象和过程^[2]。

目前, GIS 正向多功能、高精度、现势性强的时态 GIS(Temporal GIS, 简称 TGIS)方向发展, 它除了基础数据的空间分布以外, 还加入了时间参数, 将新旧数据组织在统一的时空结构中, 过期数据不是被删除或覆盖, 而是被作为有用的资料保存下来^[3]。因此, TGIS 不仅记载了研究区域随时间的演变, 而且可根据其变化规律对“未来”作出有效的推测和预报, 这在专业性信息系统中是极其重要的。

据有关专家预测, 到 2000 年前后, 将是 GIS 技术的研究和应用爆炸性增长的时代。

2.4 RS、GPS、GIS 技术集成

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。3S 技术的结合, 根据实际需要一般有以

下方式:

(1)GPS+ GIS 即利用 GIS 中的电子地图和 GPS 接收机的实时差分定位技术,可以组成各种电子导航系统,可用于车船自驾,航空遥感导航等。

(2)RS+ GIS 对于各种 GIS,RS 是其重要的外部信息源,是其数据更新的重要手段。反之,GIS 则可为 RS 的图像处理提供所需要的一切辅助数据,以增大遥感图像的信息量和分辨率,提高解释精度。

(3)3S 技术的整体结合 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,为各种应用提高科学的决策咨询。其中,RS+ GPS 所获得的遥感图像和数据,是极其重要的信息源。它既是一种综合性的地理信息(包括了各种地理要素),可提供区域的人文与自然要素相交织的景观实体影像;又是一种空间信息,为地理现象的空间分布提供了较高精度的定位、定量数据。而 GIS 强大的对空间数据的综合处理能力,又可将 RS+ GPS 所获得的浩如烟海的地理信息和空间信息,从定量、动态和机制等方面进行系统集成,实现了图形、图像处理系统完全合一(统一的数据结构),可为解决具体问题提供有力的技术支持。

3S 技术的整体结合方式见图 1。

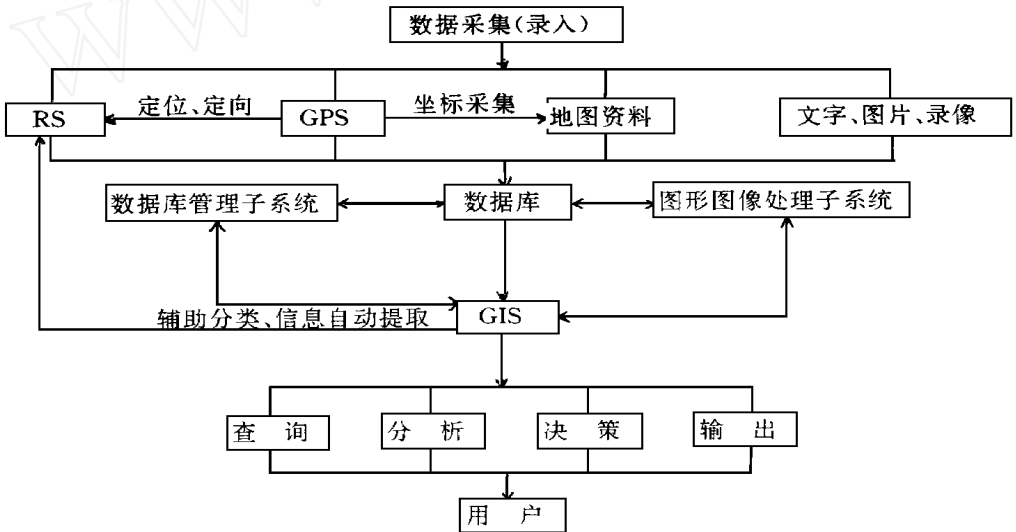


图 1 RS、GPS、GIS 的整体结合

Fig. 1 Complete combination of RS, GPS and GIS

3 3S 技术集成在地质领域中的应用现状

3.1 在区域(遥感)地质中的应用

区域地质调查的首要任务就是要进行地质信息的获取,其中野外地质数据的采集是信息获取的重要来源。对于物化探测点及钻探井位坐标、水系沉积物或土壤取样等类型的数据,完全可以使用野外数据记录仪、GPS 及 RS 技术来采集,而对于道路、河流等线性特征的数字化则可由 GIS 来完成。这样不仅可以提高数据采集的精度,而且可以减少大量野外工作量,大大提高工作效率。

中国地质大学和北京三联计算机技术公司合作开发的用于 1:5 万区域地质调查和其他地学领域的 ICPS-III 型微机图形、图像处理系统, 解决了区域地质调查中不同来源、不同形式、不同精度的地理、地质、遥感、物化探等多源信息的图形图像处理及相关叠置、人机对话遥感地质解释和地理信息制图等一系列关键技术问题, 并推出了一个适用于区调的图形图像处理和成图的工作流程, 使信息技术与区调工作达到了有机结合。利用该系统完成的内蒙古左尼特苏旗地区的祖勒格图幅和沙尔塔拉图幅两个试验区的 1:5 万遥感地质应用研究项目, 对于加快填图速度、提高填图质量, 均取得了比较理想的效果。

山东地质矿产信息中心和山东地勘局遥感中心共同完成的“山东省大型特大型金矿 GIS 研究”项目, 先后录入了研究区域内的地质、物化探、重力、航磁等基础信息, 建立 GIS 数据库及相应的数据模型, 然后应用遥感解释和 GIS 查询、分析功能, 对各地质信息进行综合研究, 建立了大型特大型金矿地质模型, 并对金矿靶区进行了预测。

在上述项目中, 只是初步实现了区域地质调查工作中的 RS 与 GIS 的结合, 为高新技术在区调中的应用研究开辟了新的途径。如果再能与 GPS 结合, 实现野外数据的实时定位, 则可达到区调工作的 3S 集成, 这将会为区调工作带来十分可观的经济及社会效益。

3.2 在区域重力勘查中的应用

在区域重力勘查中, 应用 GPS 技术进行控制点加密和测点三维定位工作已比较常见, 其平面及高程定位精度完全可以满足规范要求, 工作效率比常规方法定点可提高 3 倍以上。特别是在青藏高原、戈壁沙漠及滩涂等条件困难地区应用中, 工作效益可提高 10 倍以上, 且生产费用可降低 30%~50%。

1996 年 2 月, 青海油田物探公司在“西藏措勤盆地 1:20 万重力普查”工作中, 采用 PRO mark X—CP 手持式分米级 GPS 接收机进行测点定位, 流动站与固定站的距离一般在 50km 内。流动站观测时间为: 30km 以内 8min, 30~50km 为 10min, 采样率为 1s。测点平差精度为: 平面坐标中误差为 $\pm 1.08m$, 高程中误差为 $\pm 0.27m$, 其高程中误差在限差的 1/3 以内, 为重力布格改正提供了可靠的高程数据。

1998 年 3~7 月, 山东省物化探勘查院在“山东省曹县煤层气 1:5 万重力勘查”中, 采用 3 台 GN8GPS 接收机进行测点定位, 其中流动站 2 个, 流动站与固定站的距离在 20km 以内。各测点观测时间为 7~10min, 数据处理使用 PRTK2.5e 软件进行, 最后计算得测点平面中误差为 $\pm 4.08m$, 高程中误差为 $\pm 0.12m$, 完全满足设计要求, 且工作效率比常规仪器定点提高约 4 倍。

从上述测区看, 在区域重力勘查中, 目前只做到了 GPS 定位, 对于 3S 技术集成在区域重力勘查中的应用, 还有待进一步努力。

3.3 在水文地质中的应用

3S 技术集成在水文地质中应用的目的是, 主要是对一定区域内水体环境实施动态监测, 及时发现水体环境的变化情况及规律性, 为实施水体环境保护提供科学决策依据。滇池流域水体环境动态监控系统的实施, 为 3S 技术在水文地质应用方面积累了经验。

该系统通过对区域地理要素的分析评价, 得到滇池流域水土流失强度的空间分布、土壤侵蚀强度的差异以及滇池水质要素的现状分布之数据信息, 为治水工程提供依据。该系

许殿德等, 1996, GPS 在重力勘查中的应用研究。

梁军等, 1995, 基于 3S 技术的滇池流域与水体环境动态监控系统构建及运行实验。

统包括滇池流域水土流失评定专家模型、滇池水质遥感模型及土壤侵蚀强度模型三个独立模型,其特点是各模型相互独立运行,但有统一数据格式,数据库共享。系统的核心是GIS分析处理部分,各类空间数据经过纠正、转换处理后存放在统一数据库中,各模型分别从数据库中获取自己所需数据,然后生成结果。GPS快速定位保证了RS数据及地面同步监测数据获得动态配准,以动态进入GIS分析处理子系统,真正实现了3S技术整体结合。该系统的投入运营,为滇池流域水体环境动态监测提供了有利的技术保障,并在该流域治水工程中发挥了重要作用。

北京市水文总站在“八五”期间建立的“官厅水库防洪供水地理信息系统”中,除了洪水组成及泥沙淤积分析两个模块(子系统)外,还增设了供水水质分析子系统,通过实测的COD、氨氮等要素的空间分布,进行水质评价分析,并显示水质等级的空间分布,从而为供水取水及环境保护提供了科学依据。

3.4 在地质灾害研究中的应用

在地质灾害的研究中,如泥石流、崩塌、边坡稳定性、断裂、地震等方面,目前已基本实现了RS与GIS的紧密结合,个别项目达到了3S技术整体结合。其基本做法是:首先利用GIS建立所研究区域内的数字高程模型,再利用经GPS定位的RS不同时相的航空像片的复合配准处理,形成直观的三维显示,从而全面、直观地观察地质灾害动态变化特征,然后通过GIS分析处理,即可更加准确地分析判断地质灾害的活动趋势及危害程度等。因此,RS+GIS是地质灾害预报及减灾防灾的重要工具和手段。

近年来,RS+GIS已在我国地质灾害研究中得到了比较广泛的应用。如水利部科学院建立的“实时洪水监测系统”和“水灾风险评估系统”、南京水文资源研究所研制的“长江防洪决策支持系统”等,在1998年长江流域特大洪水防治中发挥了特别重要的作用。

国家地震局目前开发研制的“中国抗震设防区划图GIS信息系统”,可完成对抗震设防区划所使用的各种数据从输入、编辑、处理、分析、绘图到输出进行系统的、科学的可视化分析与管理。该系统在Windows NT平台上,采用MapInfo Professional GIS软件,通过应用模型分析计算,可以得到全国及各地区地震构造图、综合等震线图以及各种专业图件,它不仅大大提高了全国抗震设防区划编图的效率及水平,而且还可以为防震减灾规划的制定、多种类型工程选址及设计提供合理的抗震设防依据。

4 3S技术集成在地质领域中的应用前景

在地质科学的发展过程中,人们创造了多种的认识地质现象的方法和手段(如物化探、遥感等),由于种种原因,在相当长的一段时间内不太注重各种方法之间的相互联系。实际上,由这些不同方法获取的信息只是对地质体或地质现象某一方面的特性或属性的反映,而这些信息之间本来就存在着某种固有的联系。RS、GPS、GIS技术及其集成为分析、研究各种地质信息之间的相互关系提供了技术支撑。它不仅可高度自动化、实时化地采集各种地质信息,而且更重要的是能够利用GIS强大的对空间数据综合分析处理的功能,将各种不同来源的地质信息进行叠加、对比和综合,研究它们在解决某种具体地质问题中的作用,并从中找出规律性。特别是TGIS技术的应用,它可以描述四维空间的地质现象,除具有一般GIS的功能外还能够记载研究区域内各地质现象随时间的演绎过程,这对矿产资源科学预测、地质灾害的防治以及环境保护、资源合理开发利用等都具有非常

重要的意义^[2]。

近年来,多媒体技术(Multimedia)及CAD技术的应用,给GIS技术应用带来了新的生机。多媒体技术集声、像、图、文、通讯为一体,以最直观、形象、可触摸(触屏),甚至声控对话的人机界面来表达和感知信息;而CAD技术则可以其强大的图形功能完成各种技术图件的绘制工作^[4]。它们的应用必将对GIS的系统结构、系统功能及应用模式的设计产生极大的影响,最终将出现声、图、文并茂、界面友好、表现丰富的多媒体GIS,从而推动GIS的实用化、产业化。

可以肯定,随着现代信息技术的不断发展,3S技术集成也将会在地质领域内迅速推广应用,它将会给我国的地质事业带来一场革命性的变革,特别是在地质找矿、水资源及地热资源勘查、地质环境评价、地质灾害的预测和预防、海洋综合治理以及矿产资源的管理和开发等诸多方面将会有突破性的进展。同时,也将会给我们地矿系统带来显著的经济和社会效益。

参 考 文 献

- [1] 李德仁. 论全球定位系统(GPS)、数字摄影测量系统(DPS)、遥感(RS)、地理信息系统(GIS)和专家系统(ES)的结合. 见: 杜道生主编, RS、GIS、GPS的集成与应用. 北京: 测绘出版社, 1995, 200~204
- [2] 潘宝玉. 论矿产资源信息系统的开发与应用. 地矿测绘, 1996, (2): 21~24
- [3] Langran, G. Time in Geographic Information Systems London: Taylor and Francis, 1992
- [4] Wilson, J. D., CAD/GIS Convergence Creating the Next- Generation GIS. GIS WORLD, 1996(9)

THREE - S TECHNICAL INTEGRATION AND THEIR APPLICATION IN GEOLOGICAL FIELD

Pan Baoyu

(Shandong Institute of Geological Surveying)

Wang Guixiang

(L inshu County Bureau of Water Resource, Shandong Province)

Abstract

As remote sensing (RS), global positioning system (GPS) and geographical information system (GIS) continuously developed, and they highly integrated in which GIS is in a key position. Strong technical support has been provided to the modern geology in synthesis, systematization and scientific sides. The technical integration of three - S not only can timely and reliably provide basic information for geological work, but also can comprehensively analyse and conduct geological information, and scientifically predicated mineralization target. In this paper, the technical integration of three - S and their application in geological field are briefly introduced, and the applied prospect are forecasted.

Key words: RS, GPS, GIS, three - S technical integration, information analysis, information conduct