

遥感数据和地理信息系统 在地震数据采集中的应用

周 彬 杨 柳 谢滔滔 向体刚 郑家志

川庆钻探工程公司地球物理勘探公司

周彬等.遥感数据和地理信息系统在地震数据采集中的应用.天然气工业,2009,29(10):31-33.

摘 要 在复杂地表条件下,如何优化地震测线部署和观测系统设计,合理选择试验点,监控野外施工质量,合理组织、安排生产设备与施工班组以及 HSE 管理等系列问题一直是野外采集工作的难点。为此,利用高分辨率遥感影像与数字高程模型(DEM),并结合地理信息系统(GIS),形成一套综合技术;探讨了其在油气地震勘探采集设计、监控生产动态和生产质量等方面的应用情况。应用结果表明,采用该套技术后地震勘探采集设计更加科学,采集设备和施工班组的安排更加合理,有助于在复杂地表条件下获得高品质的地震资料。

关键词 地震数据 野外记录 遥感图像 采集数据 设计 监视控制 技术 应用

DOI:10.3787/j.issn.1000-0976.2009.10.009

0 引言

地理信息系统(GIS)是 20 世纪 60 年代发展起来的一门新技术,即在计算机的支持下,将空间数据录入存储,并可对大量的空间数据及其属性信息进行高效的分析。遥感技术则是一种从远距离、高空乃至外层空间的平台上,利用可见光、红外线、电磁波等探测仪器,通过影像扫描、信息感应、传输和处理等技术过程,识别地面物体的性质和运动状态的现代技术系统^[1]。利用遥感技术获取的高分辨率遥感数据为 GIS 提供了高质量的空间数据,而 GIS 则为处理和分析这些空间数据提供了一个良好的平台,并有效提升遥感图片的信息获取能力。将经过融合处理和正射纠正后的遥感影像及数字高程模型(DEM)加载到 GIS 软件中,可以准确为地震勘探施工设计和野外采集提供地貌特征、地表岩性、人文、交通、水文、构造特征等直观性信息。因此,该项技术在油气地震勘探野外采集中发挥了越来越重要的作用。遥感技术和地理信息系统在地震勘探野外采集中应用主要有以下两大方面。

1 指导地震勘探采集设计

1.1 优选探区与调整测线部署

利用经过不同波段组合处理后的遥感数据能够

解译出某一地区的地表岩性、地面构造(断层、裂缝以及圈闭)、隐伏构造以及重要的含油气信息。由光谱特征还能够揭示油气微渗漏引起地表土壤蚀变信息^[2]等,再对影像进行正射纠正、地面精校^[3]等处理。以 GIS 软件为平台,可以根据需要将历年的勘探部署(包括测线部署)图、地质研究成果图(如储层预测展布图)与遥感影像数据叠合在一起,据此可以分析以下几方面:①不同区带的勘探程度;②不同区带的勘探前景,可以对拟进行地震勘探的区带进行优选,选择那些勘探程度低、具有良好勘探前景的区块进行勘探;③可对拟部署的地震测线进行优化布设^[4-5]。

1.2 指导和优化观测系统的设计

观测系统的设计是地震勘探野外采集施工的重要工作之一,也就是优选激发点、接收点的位置。观测系统的设计是否优化对能否获取高品质的地震资料具有重要的影响。

把高分辨率遥感影像和高程数字模型叠入 GIS 系统中。利用这些直观的信息,可在室内精心做好各种复杂地表如高陡山区、丘陵、水网及城镇等地区的观测系统设计。充分利用有利于激发或接收的地表条件,预先做好激发点、接收点的偏移设计工作,使激发点、接收点尽可能分布均匀,并且分布在岩性单一、地形高差变化小、地表相对湿度较大、表层相

作者简介:周彬,1963 年生,中国石油天然气集团公司技能专家,高级工程师;长期从事物探测绘工作。地址:(637000)四川省南充市西河北路 139 号。电话:13990799950。E-mail:zb630317@126.com

对坚硬的地表之上,以保证观测系统属性的一致性和地震采集的资料品质,并减少野外施工的盲目性和重复工作。

在此基础上,利用克浪软件、绿山软件或山地之星等观测系统设计软件对地下目标地质体的覆盖次数进行模拟论证,通过调整激发点和接收点的位置,使得覆盖次数能够满足地质任务的要求,从而达到优化观测系统的目的。

2007年,在海南临高三维勘探项目中,购买了 Spot 2.5 m(成像时间为2006年12月)遥感影像,通过对多光谱和全色的融合和地面精校后,导入绿山软件中对激发点和接收点进行逐点设计(见图1)。通过调整激发点和接收点的位置,使观测系统覆盖次数达到最优化设计。并将其坐标导出,上载到测量设备(GPS)中,大大减少野外测绘人员盲目选井,极大地方便了野外测量施工,提高了作业效率。



图1 海南临高遥感影像三维逐点激发点设计图

1.3 合理、科学选择试验点

野外表层结构调查、激发井深试验和激发药量试验结果是地震勘探野外采集设计、施工和资料处理的重要依据。为了获取最佳的激发参数(激发井深、激发岩性和激发药量)和准确的地表静校正数据,必须进行表层结构调查、激发井深试验和激发药量试验。而激发井深试验方案必须依据野外表层结构调查结果而定,激发药量试验往往在激发井深试验之后进行。开展表层结构调查首先必须合理、科学选择野外表层结构调查试验点位。以往常常通过现场实地调查来确定试验点位,但由于工区范围广,需要投入较多的人力、物力和财力,工作效率低,而且往往不能把握全局,控制精度低,不能满足快速、高效的施工要求。

而遥感影像能够准确提供工区内丰富而又详细的区域地质地貌信息,包括地貌类型、岩石类型(岩

性)、断裂、褶皱、古河道、冲(洪)积扇、地表相对湿度(即地表含水性)等。据此,可以快速选择表层结构调查的试验点位,整体设计表层结构调查控制点的密度,每个不同的地貌—沉积单元均有试验点控制,在两种不同沉积单元的过渡部位适当增加表层结构调查点位并采用精度较高的微测井或双井微测井的施工方法,在含水性较差的部位采用深井微测井进行施工,这样既达到宏观控制全工区表层结构变化的目的又保证了表层结构调查试验结果的精度。

在完成表层结构调查之后,就可以依据地表岩性的分布情况和表层结构调查结果,针对不同的地层、不同的岩性,在岩性相对较为单一并且分布稳定的地方优选激发井深、药量的试验点位,从而为地震勘探野外采集提供最佳的激发参数。

1.4 指导做好 HSE 管理工作

在复杂地表如高陡构造区、水网、城镇等工区进行地震勘探野外施工作业,必然会遇到陡崖、滑坡、水库、河流、湖泊、城镇、输气(水、油)管线、通讯光缆、煤矿坑道等施工困难地段或施工安全隐患地段。利用遥感影像和 GIS 可以快速、准确获取上述信息,并从 HSE 管理理念出发,在开始施工之前对这些安全隐患进行施工作业风险识别和风险评估,在此基础上预先做好施工穿越上述安全隐患地段的应急(或避险)预案;同时根据安全施工的原则,合理确定激发点(或接收点)与危险障碍之间的安全距离,指导野外施工,保证施工人员、财产的安全,进而确保施工的顺利进行。

1.5 合理配置施工设备

遥感影像可以准确提供工区内的地表地貌类型、地表岩石类型(岩性)、地表含水性、水系发育状况和公路等信息,据此可以合理配置施工设备。包括:①根据地表出露的岩石类型(岩性)和地表含水性,合理选择钻机的类型和数量;②根据工区的地表地貌发育状况、交通状况,合理选择交通运输车辆类型和数量;③根据工区地形变化大小、植被发育程度和城镇等施测障碍分布状况,合理选择测量设备(GPS 测量仪和全站仪)和数量;④根据工区内大型水系发育情况,配备数量足够的救生设备。

2 监控野外施工的生产动态和记录质量

2.1 合理安排施工班组,指导野外施工

在 GIS 中利用数字高程模型,合理布设测量控制点,提前进行 GPS 基准站的信号覆盖情况模拟

(图2),并结合交通路线的分布情况,合理安排导线小组开始施测的位置,从而保证每个GPS施测小组在交通最方便的地方开始施测并能最大范围地接收到来自GPS基准站的GPS信号。如遇深沟或夹沟等信号盲区,利用地形高差变化和交通情况,合理调配和架设中继站,提高施测效率。

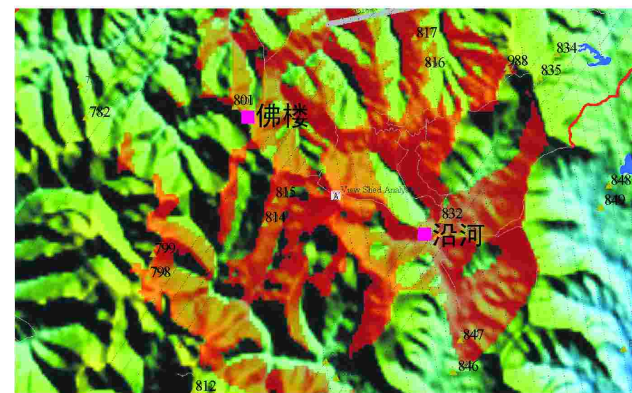


图2 四川LG地区三维地震勘探GPS RTK
参考站信号模拟图

为了合理配置钻机资源,实现在经济、合理的情况下尽快完成一条测线的钻井工作,使后续的采集工作能够顺利展开,钻机的安排、调度显得尤为重要。通过分析遥感图像上的交通、地形、地表及井位的施测和施钻完成情况等信息,可以合理安排和调度钻机进行施钻。在水源缺乏地区,水源是钻井施工的一大难题,而由于机场多、分布散、部分地段无公路等情况造成机场供水困难。利用遥感影像可以快速查找到水库、河流分布情况及其距离测线的位置,为野外机场提供准确的水源信息。机场根据室内提供的这些水源信息采用阶梯式抽水方式解决部分供水问题,从而提高了钻井进度。

2.2 监控野外施工质量

当野外施测工作完成后,将处理后的实测物理点(激发点和接收点)成果加载入GIS软件中,并叠合在遥感影像之上,据此可以检查理论设计点与实测点的符合率;并通过实测激发点和接收点的位置

分布情况对实测物理点的偏移合理性进行监控,从而确定野外质量检查的重点。

监控物理点的分布是监控野外施工质量的一个重要方面。根据激发点、接收点所处的地形条件、地表地震地质条件、构造部位,分析和确定影响资料品质的主要因素,并提出改善相应条件下资料质量的针对性措施。

3 结束语

地震勘探野外采集应根据勘探精度选择不同分辨率的遥感影像,分辨率优于2.5 m的影像可满足精细三维逐点设计。目前遥感影像产品主要有Quick Bird(美国)、Spot(法国)、IRS(印度)等,分辨率分别为0.6 m、2.5 m和5.8 m。高分辨率遥感影像价格昂贵,如Quick Bird售价为200元/km²,Spot5售价为44 700元/景。近年来,遥感影像价格不断下降,影像产品不断增多。2006年10月,中国卫星地面接收站开始代理接收日本ALOS卫星数据,其分辨率高达2.5 m,但价格却是Spot影像的1/10。随着卫星传感器技术的不断发展,遥感影像价格持续下降,遥感技术在油气勘探中的应用更为广阔。

参考文献

- [1] 周成虎,骆剑承,杨晓梅.遥感影像地学理解与分析[M].北京:科学出版社,1999.
- [2] 朱亮濮.遥感地质学[M].北京:地质出版社,1994.
- [3] 阎世信,刘怀山,姚雪根.山地地球物理勘探技术[M].北京:石油工业出版社,2000.
- [4] 党安荣,王小栋,陈小峰,等.Erdas Imagine 遥感图像处理方法[M].北京:清华大学出版社,2003.
- [5] 丁伟.镇巴复杂山地地震采集质量影响因素分析[J].石油物探,2006,45(4):418-422.

(修改回稿日期 2009-08-07 编辑 韩晓渝)