

遥感技术与西部大开发

刁淑娟, 聂洪峰

(中国国土资源航空物探遥感中心, 北京 100083)

摘要 : 针对我国西部大开发的重点, 分析了遥感技术在西部地区资源调查、生态环境监测及基础设施建设中的技术优势, 列举了遥感技术在这些领域所取得的成就, 阐述了遥感技术在西部大开发过程中所能解决的问题及其途径, 分析了遥感技术今后的发展方向, 认为遥感技术应是西部大开发首选的技术手段之一。

关键词 : 西部大开发 ; 遥感技术

中图分类号 : TP 79 **文献标识码 :** A **文章编号 :** 1001-070X(2000)04-0007-07

0 引言

国家实施西部大开发战略, 标志着我国的经济发展重心开始逐步西移。西部地区幅员广袤, 土地面积占全国陆地面积的 56.8%, 而人口仅占全国总数的 23%, 是我国水能、天然气、煤炭及有色金属的主要蕴藏地和石油战略后备资源基地。但长期以来, 受特殊的自然地理和地质环境的影响, 西部地区开发缓慢, 资源优势未能转化为经济优势, 东西部经济的差距和矛盾日益成为我国宏观经济运行中的一个突出问题, 因此, 实施西部大开发战略是我国高瞻远瞩, 统揽全局, 面向新世纪的重大决策。针对西部地区自然条件恶劣, 生态环境脆弱, 水资源严重短缺及基础设施差等影响因素, 国务院近期将西部大开发的重点放在了加快基础设施建设和加强生态环境保护上。与常规调查方法相比, 遥感作为一高新技术手段, 由于具有宏观、准确、动态、综合、先导、多层次和不与目标物接触就能对其进行监测的优势已广泛应用于国土资源调查与规划, 生态环境监测与评价, 工程地质、环境地质及灾害地质研究等众多领域, 取得了显著成就, 推动了国土资源调查、环境监测及工程建设等诸多领域的技术进步, 为国土资源及环境调查作出了全面贡献, 因此, 遥感技术是西部大开发过程中不可缺少的技术手段。

1 资源调查与遥感技术应用

西部地区地域辽阔, 土地资源、矿产资源、水能资源丰富, 开发潜力巨大, 是我国 21 世纪经济和社会发展的重要资源供应地, 在我国未来资源供应保障体系中占有重要的地位。

1.1 矿产资源调查、开发与遥感技术

西部地区矿产资源丰富, 铜、汞、铅、锌等 30 多种矿产储量居全国第一, 石油储量占全国的 41%, 水能蕴藏量占全国的 82.3%。我国全部矿产资源保有储量潜在总值西部地区占 50.45%,

45 种主要矿产资源保有储量西部地区占 50.81%，国民经济支柱性矿产储量西部地区占有较大的比重。因此，西部地区矿产资源开发利用具有巨大的潜力。30 多年来，遥感在矿产资源勘查领域的技术日趋成熟，在有色金属、贵金属、煤炭、石油、天然气等资源调查中发挥了重要作用，取得了一系列的调查和科研成果，尤其是在常规地质工作难以开展的西部地区，卫星遥感技术的宏观、快速和先导作用得以充分发挥。如在新疆柯坪地区矿产资源勘查中，运用雷达图像处理技术，成功地提取出与成矿有关的地层和岩性，预测了成矿远景区，圈定了成矿靶区；新疆 305 项目办公室、原地质矿产部及中国科学院自 1985 年以来，应用航空彩红外、航空多光谱扫描和卫星遥感(TM、SAR)技术，在新疆准噶尔盆地、昆仑山、天山等地开展遥感地质研究，编制了不同比例尺的地质解译图及成矿预测和找矿靶区图，在甘肃北山地区 1:5 万比例尺区域地质调查中，利用雷达图像，成功地提取了与金矿有关的岩体、蚀变带和地质构造，在三江地区，通过雷达与 TM 图像融合，提取出与金、铜等多金属矿产有关的断裂构造。

卫星遥感技术在石油和天然气的勘察和工程建设中也得到很好的应用，与传统的区调、物探和化探技术相比，卫星遥感技术具有快速高效的特点，遥感图像能充分反映地表自然景观和地下一定深度内的地质信息，即，通过图像上显示出的油气微渗漏信息，揭示含油气构造，发现油气藏。1997 年，在新疆某区油气资源的普查勘探中，利用遥感信息源，在 GIS 和 GPS 技术的支持下，获得 3 个 A 级有利的含油气靶区，其中 1 个与已知油气流构造相吻合，其余 2 个为新发现的有利地区。

1.2 土地资源调查、规划与遥感技术

土地资源调查的内容包括土地利用现状、土壤和土地沙化(沙漠化、盐渍化、土壤侵蚀)现状等的调查。如前所述，西部地区土地资源丰富，但土地资源的利用方式不甚合理，且利用程度不够，土地资源的浪费现象严重，土地沙化程度较高，因此，西部地区土地资源的开发必须建立在对土地资源的合理调查与规划的基础上进行，即在规划中开发，在开发中规划。遥感对地观测技术以其覆盖面广、快速、多时相、综合信息丰富的优点，广泛应用于土地资源的调查中，在地理信息系统的支持下，能够实现土地利用的动态监测，为土地资源的开发、规划及合理利用提供科学依据。如加拿大、澳大利亚等疆域辽阔的国家，在经济活动少的荒漠地区应用卫星遥感技术监测土地资源的利用情况，在人口稠密的地区则使用航空遥感的方法，法国将卫星遥感资料作为土地监测的辅助资料，配合航空遥感和地面调查做样点布设。我国从“六五”开始就开展了应用遥感技术对土地利用状况的调查研究，在西部地区利用卫星遥感与航空遥感结合的方法完成了 1:5 万、1:10 万和 1:20 万比例尺的土地利用调查工作，为各级政府制定经济发展规划提供了可靠的数据资料。1999 年，国土资源部中国土地勘测规划院、中国测绘科学研究院及航空物探遥感中心(现为中国国土资源航空物探遥感中心)在新一轮国土资源大调查土地利用动态遥感监测中，通过对多源遥感信息的分析及融合，提取了土地变更信息，完成了全国 50 万人口以上的 66 个城市的土地利用动态监测工作。

“退耕还林，退耕还草”是改善西部生态环境的重要举措。目前，为确保该策略的正确实施，国土资源部已在全国 30 多个县市展开了土地利用遥感监测工作，其目的是为西部地区大规模开展生态退耕还林、还草监测工作提供示范，为核实各地区上报的生态退耕数据提供可靠的技术手段。

1.3 水能资源开发与遥感技术

西部地区水能资源丰富,在全国可开发的 3.78 亿 kW 水电装机容量中,西部地区占了 70% 以上,而西部地区的用电量仅占全国的 17% 左右。开发西部水能资源送往东部地区,实施‘西电东送’战略,是我国经济和社会发展的必然选择。80 年代末,红水河流域开始向广东送电,拉开了‘西电东送’的序幕。目前,我国‘西电东送’已初步形成了北、中、南三个输电大通道的雏形,但总体说来,西部地区水电开发力度还远远不够,到 1999 年底,西部已开发水电 2 693 万 kW,只占可开发资源量的 9.8%,大大低于世界 22% 的平均水平和工业发达国家 50% 的高水平,因此,西部地区水能资源的开发还大有潜力。

遥感技术在水电工程建设前期的区域稳定性评价及周边地区环境地质调查中具有客观、快速和高效的优势,可为电站站点的选择和工程线路的比选提供客观依据。从 80 年代初开始,我国先后在雅龙江二滩电站、红水龙滩电站、长江三峡电站、黄河龙羊峡电站、金沙江下游白鹤滩、溪落渡及乌东德电站库区开展了大规模的区域性滑坡、泥石流遥感调查,通过多种类、多平台、多时相遥感资料的综合解译,辅以一定量的现场验证,进行了区域地质背景、库岸稳定性、库岸土地利用、淹没损失、库区环境等项调查,为电站可行性论证提供了更加全面和科学的资料。我国第一座核电工程——大亚湾核电站的工程区域稳定性分析就是应用遥感技术,利用遥感图像提取与活动断裂有关的工程地质信息,选择出相对稳定、安全的站址。同样,遥感技术在工程建设后期的地质灾害监测中仍然具有常规方法取代不了的优势,为了监测二滩电站发电前库区滑坡及泥石流等灾害的分布及环境状况,中国国土资源航空物探遥感中心与中国科学院遥感联合中心一起,对二滩电站库区进行了新一轮的遥感调查,并在新一轮的调查中,将最新的遥感信息和计算机技术如数字化、全数字摄影测量、数字图像处理、数字制图及人机交互解译等引入调查工作中,取得了定性及定量的研究成果。

水电工程的移民安置问题,是遥感技术又一应用领域。在长江三峡、二滩、龙滩等水电站工程移民区的环境调查评估中,采用彩红外遥感图像,编制了 1:5 万比例尺水库库周移民区土地利用现状图,并从土地资源的结构特征、利用状况及其空间分布上论证了库周移民区的土地承载力,评价了移民区的环境容量。

1.4 水资源与遥感技术

西部地区水资源既是西部大开发的重要内容,又是西部大开发的主要制约因素,因此,西部大开发首先要解决好水资源问题。“南水北调”和‘就地取水’是解决西部地区水资源短缺的两个主要途径,遥感技术在地表水、地下水、冰川、冰雪融水的勘察及‘南水北调’工程建设前期的工程地质勘测中都有成功的例子。

在查清地表水资源方面,利用多时相、多平台、多种类、多角度等遥感技术获取的资料,经计算机叠加处理,可以分析出江河、湖泊、水库的水面消长情况。如在 1998 年的特大洪水期间,航空物探遥感中心及时获取了 1998 年 8 月 14 日、17 日加拿大雷达卫星(Radarsat) Scan Sar 数据和 1996 年美国陆地卫星 TM 数据,编制出了长江沙市至安庆段及嫩江、松花江齐齐哈尔至哈尔滨段洪水灾情图,为有关部门及时了解灾情的总体态势、洪水淹没范围、损失评估和进一步部署抗灾、救灾及灾后重建工作提供了重要依据。此外,利用航空、航天遥感资料,结合常规地质调查手段,研究了长江中下游的河道变迁和演变规律,分析评价了沿江堤防工程。

在地下水资源勘查方面,无论在干旱、半干旱的西北地区,还是在东南沿海,都有比较成功

的例子,其基本技术方法主要是通过遥感图像上的色调、形态、纹理及相关信息解译水文地质要素,查明水文地质条件,圈定相对富水地段、判断含水层的发育规律和各种边界条件,在此基础上,综合常规勘探试验资料,可以较准确地评价地下水资源。在青海柴达木盆地水文地质调查中,利用遥感图像划分出了地下水的富水地段,并初步确定了该地区地下水的埋藏深浅和地下水水质的相对好坏,成功地划分了从山前到盐海的补给区、径流区、溢出带、盐壳发育的浅藏带、卤水溢出带、盐湖化学沉积等 6 个分带。在成都平原地区,利用遥感资料成功地划分出强富水区、富水区、中等富水区和弱富水区,并用计算机分类处理方法结合钻孔、水文测试数据资料,分别计算出了地下水天然补给量及开采资源量。目前,在西部特别找水项目中,中国国土资源航空物探遥感中心正在塔里木盆地环塔里木河周围开展应用遥感技术进行地下水资源的调查工作,主要任务是圈定地下水资源地,建立遥感找水模型,评价水资源的合理利用情况,这项工作的开展可为西部大开发战略在新疆基地的实施提供基础资料。

西部地区岩溶发育,岩溶地下水资源丰富。遥感图像在揭示各种岩溶地貌和构造方面具有其它手段不可比拟的优势,利用遥感技术可以查清岩溶地区的地貌和构造,在此基础上,研究岩溶发育规律和寻找富水构造。

微波遥感具有反映一定深度内隐伏地质信息的特点,在探测西部沙漠地区埋藏古河道、寻找浅层地下水方面具有广阔的应用前景,是西部大开发过程中寻找地下水资源的最有利技术手段。美国地质调查局(USGS)的专家曾利用陆地卫星图像对撒哈拉沙漠进行长达 4a 的研究,发现的仅是广泛分布的平坦小沙源,但当解译 1981 年获得的航天飞机雷达图像(SIR-A)时,发现了纵横交错的河床及沟渠,证明了微波遥感技术的穿透能力;1991 年,航空物探遥感中心利用机载侧视雷达图像探测了沙漠腹地克里雅河故河道的展布特征及河网密度,圈定了相对富水地段,为在沙漠腹地寻找浅层地下水资源地提供了基础资料。

遥感技术对积雪范围、积雪状态及融雪程度的监测也十分有效,近 10a,用 SAR 测量雪盖厚度有了新进展,对雪盖的水当量的估算更加精确。据资料,西部干旱、半干旱地区年降水量为 400~500 mm,但西部地区一些冰川和雪山形成了巨大的固体水库,青藏高原被称为亚洲水塔,据统计,西部干旱区共有冰川 22 591 条,占全国冰川条数的 50% 左右,融雪水是我国西部地区水资源的重要组成部分,目前,遥感技术是冰川和融雪水调查最为有效的手段。

2 生态环境调查、监测与遥感技术应用

沙漠化、石漠化及黄土地带的水土流失是西部必须面对的三大生态问题。长期以来,由于各种原因,西部地区生态环境不断恶化,林草植被逐年减少,水土流失加剧,土地沙化、荒漠化和盐碱化日甚一日,全国难利用的土地(包括沙漠、戈壁、盐碱地及裸地等)有 52.75% 分布在西部,西部地区沙漠面积(含潜在沙漠化)已达 2 133 万 hm^2 ,且仍以每年 10 万 hm^2 的速度继续扩大。目前,全国水土流失面积已达 360 多万 km^2 ,西部地区竟占 80% 左右;全国每年新增荒漠化面积为 2 400 多 km^2 ,也大多分布在西部地区,因此,改造西部地区生态环境,对于改善全国生态环境,加快西部地区经济开发具有重大意义。

沙漠化已成为我国北方地区一个重大的环境和社会经济问题,我国 8 大沙漠和 4 大沙地均分布在西部地区,而西部地区土地利用方式和程度是沙漠化发展或逆转的主导因素。多时

相遥感技术可用于西部地区土地利用方式和沙漠化进程的适时监测。如在内蒙古多伦多地区土地沙化调查中,通过 TM 图像的解译及计算机处理,查清了多伦多地区土地沙化的空间分布状况及发展趋势。实践证明,利用遥感技术进行沙漠化普查不仅技术上可行,且精度较高,尤其在面积大,环境条件恶劣的西部地区更显出其高速、快捷的技术优势,特别是在 GIS 支持下沙漠化数据库的建立,更具有十分重要的意义,一方面可作为西部地区沙漠化土地的本底资料,另一方面,可为进一步建立西部土地利用现状和沙漠化地理信息系统奠定基础,为西部区退耕还林、还草,防沙治沙,合理利用土地及有效地监测土地沙漠化动态提供技术支撑。近 20a,土地沙漠化所造成的北方地区沙尘暴和扬尘天气的发生次数呈连年增多的趋势,已由 60 年代的 8 次上升到 90 年代至今的 20 多次,且波及范围越来越广,造成损失越来越严重,而这些地区往往由于条件恶劣、测站稀少使常规方法无法监测,利用遥感技术的不与目标物接触就能对其进行识别和监测的优势,对沙尘暴进行适时监测。如林业部调查规划设计院利用 NOAA 卫星 AVHRR 数据,在卫星云图上监测沙尘暴的发生和发展,并在 GIS 的支持下建立沙尘暴多发区土地与社会环境数据库,在沙尘暴行为研究的基础上,制定沙尘暴灾害评估指标,通过卫星云图获取沙尘暴危害的地理范围和强度信息。

西南喀斯特地区石漠化程度较高,分布广泛,严重影响了西南地区的经济发展。目前,中国国土资源航空物探遥感中心在贵州省国土资源调查项目中展开了石漠化的遥感调查工作,目的是查清该地区石漠化的分布及发育程度,对石漠化进行分类和分级,为有关部门制定合理的防治对策提供资料。

黄土高原是全世界水土流失最严重的地区,目前的水土流失面积已超过 80%,陕北、晋西黄土丘陵沟壑区的年侵蚀量达 $8\sim 25\text{kt}/\text{km}^2$,如果不尽快制止水土流失,这些地区必将成为难以整治的区域。利用遥感图像提取植被盖度、地形地貌、岩性土壤、土地利用等水土流失因子信息,为水土流失调查提供常规方法不可替代的新的技术手段,如中国国土资源航空物探遥感中心以航天、航空遥感资料为信息源,通过计算机图像处理、信息提取和综合分析研究,在江西地区和长江上游地区建立了水土流失强度判别模型,编制了不同比例尺的水土流失现状图,并分析了水土流失产生的原因、危害,提出了防治措施。北大遥感所利用卫星遥感数据完成了新疆地区的土壤侵蚀调查,研究了土壤侵蚀量遥感信息模型,并建立了水土流失信息系统。

遥感技术在水污染及固体垃圾污染方面也得到了广泛的应用。如四川省遥感中心,利用 TM 图像,对成都市三条河流水体污染程度进行调查,区分出了 5 个等级的污染河段,为成都市整治沿河污染源提供了依据。在重庆市国土资源遥感综合调查项目中,中国国土资源航空物探遥感中心利用遥感信息,结合实地考察,成功地提取了重庆市主要河流水体污染源的类型、分布及污染程度,为重庆市河流环境治理提供基础资料;在固体垃圾监测中,中国国土资源航空物探遥感中心利用航空遥感资料,提取了重庆市固体垃圾信息,获取了固体垃圾的分布现状及其分布面积、体积和重量,为重庆市环境规划治理提供了定量数据。

3 基础设施建设与遥感技术应用

西部地区与经济发达的东南沿海之间,大漠为阻、高山相隔。西部地区的资源优势由于交通不便而长期得不到发挥,交通已成为制约西部地区经济发展的瓶颈。随着新疆塔里木大气

田的诞生,我国西部地区已形成了塔里木、柴达木、陕甘宁和川渝等 4 个国家级天然气田,因此,加快基础设施建设,特别要加强公路、铁路、天然气管道以及电网、通信、广播电视等基础设施建设,打通西部地区与中部和东部地区、西南地区与西北地区、通江达海、连接周边的运输通道,加快“西电东送”“西气东输”工程建设已势在必行。

遥感技术在基础设施建设中已取得了一系列的成果。在大型铁路、公路、桥梁、石油管道、输水线路及输变电线路等的选线及工程地质稳定性评价中起着关键性的作用。遥感技术能够快速准确地提取地形、地貌、岩土体、地质构造、地质灾害及环境等工程地质信息,如在我国重大工程“南水北调”西线工程引水坝址和引水线路的地质勘查中,利用遥感资料提取了地形地貌、地层岩性、地质构造和水文地质信息,分析研究了大型水库、库坝和引水线路的地区稳定性,为“南水北调”西线工程方案的选择提供了丰富、真实的地质资料。在长江三峡地区,根据工程建设的需要,中国国土资源航空物探遥感中心从 1984 年起在重庆—宜昌段进行了彩红外摄影,在宜昌—万县段进行了侧视雷达飞行及高精度航空磁测飞行,通过对各种遥感图像的判译和航磁资料分析,在距三斗坪坝址约 9 km 处新发现了一组平行断裂束,断续延伸 40 余 km,并结合常规资料进行了分析研究,为三峡大坝设计、施工提供了重要的新资料。在镇江—扬州公路大桥及其连线遥感工程地质调查中,中国国土资源航空物探遥感中心充分发挥了遥感技术在工程地质调查方面的优势,查清了各种岩土体的平面分布情况、江岸冲淤变化及局部崩塌、滑坡现象,分级评价了大桥线路的工程地质条件,为大桥桥位的比选和进一步布设有关的勘探工作提供了依据。在兰州—成都输油管道工程建设中,通过对断裂构造、岩土体、滑坡、崩塌、泥石流、岩溶及临空面的解译,综合分析了线路走廊内工程地质条件,提出了线路修改建议,为管道选线方案提供了依据。在新滩滑坡、三峡库区稳定性评价及香港大屿岛斜坡破坏程度研究中,通过对 TM 和彩红外航空像片的解译,查清了地质灾害体的分布特征,为有关工程的建设提供了科学依据。在大朝山水电部昆南变电站 500kW 送电线路工程地质勘查中,应用遥感技术对送电线路工程地质条件进行解译,确定了立塔位置,避开了工程地质条件较差的地区。

4 结语

目前,遥感技术以应用为导向,技术方法和手段已日臻完善,形成了比较系统的技术方法体系。遥感技术正在向多尺度、多分辨率、全天候、高精度和快速灵活的方向发展,预计在未来 10a 里,微波遥感、红外遥感和超光谱遥感技术将得到巨大的发展,“3S”一体化信息技术系统将完成其理论方法、技术框架到实施步骤的研究和应用,形成具有多维信息处理与适时处理特点的综合技术系统。“西部大开发,科技要先行”,遥感技术在西部大开发中具有其独特的技术优势,尤其是在生态环境监测、基础设施建设及资源的调查、开发、保护及合理利用中,遥感技术都有其它技术所无法比拟的优势,因此,遥感技术应是西部大开发中首选的技术手段之一,它的应用必将加快西部开发的步伐。

参考文献

- [1] 陈栋生. 中国西部大开发的思路[J]. 地理学与国土研究, 2000, 16(1): 3~6.
- [2] 余新晓, 秦永胜. 生态环境建设在西部大开发中的战略地位[J]. 国土经济, 2000, (2): 14~16.

[3] 周宏春. 西部大开发要走可持续发展之路[J]. 中国人口·资源与环境, 2000, 10(2): 43~45.

[4] 陈德敏. 可持续发展: 西部大开发的基本理念[J]. 中国人口·资源与环境, 2000, 10(2): 46~48.

[5] 冯筠, 黄新宇. 遥感技术在资源环境监测中的作用及发展趋势[J]. 遥感技术与应用, 1999, 14(4): 59~70.

[6] 王涛, 吴薇, 王熙章. 沙质荒漠化的遥感监测与评估[J]. 第四纪研究, 1998, (2): 108~118.

[7] 王涛, 吴薇. 我国北方的土地利用与沙漠化[J]. 自然资源学报, 1999, 14(4): 355~358.

[8] 李成功, 李新玉. 我国西部地区国土资源[J]. 地理学与国土研究, 2000, 16(1): 17~21.

[9] 王治华. 遥感技术在我国水电建设前期工作中的应用[J]. 国土资源遥感, 1995, (3): 1~8.

[10] 高学禹, 余风先, 袁佩新. 大朝山水电站—昆南变电站 500kW 送电线路工程地质研究[J]. 国土资源遥感, 1998, (3): 10~13.

[11] 聂洪峰, 袁崇桓, 刁淑娟. 遥感技术在攀枝花地区土壤侵蚀调查中的应用研究[J]. 国土资源遥感, 1996, (3): 15~21.

[12] 胡如忠. 卫星遥感在国土资源调查中的应用[J]. 中国地质, 1999, (2): 40~43.

[13] 黄敬峰. 论遥感技术与资源环境可持续发展研究[J]. 遥感技术与应用, 1999, 14(3): 65~70.

[14] 王召海. 遥感技术在鲁南地区水资源综合开发利用中的应用[J]. 国土资源遥感, 2000, (1): 19~23.

[15] 周萍. TM 卫星图像在内蒙古多伦多地区土地沙化调查中的应用研究[J]. 中国地质, 2000, (10): 38~41.

[16] 王治华. 滑坡、泥石流遥感回顾与新技术展望[J]. 国土资源遥感, 1999, (3): 10~15.

REMOTE SENSING TECHNOLOGY AND WESTERN DEVELOPMENT

DIAO Shu-juan, NIE Hong-feng

(Aero-geophysical Survey and Remote sensing Center, Beijing 100083 China)

Abstract: In view of the priority project of the western development, this paper deals with the predominance of remote sensing technology which applied in the investigation and development of western mineral resource, land resource, water resource as well as ecological environment monitoring and basic installations establishment, illustrates a large number of examples of the achievement of the remote sensing technology in land resources investment, engineering geology, environment geology, disaster geology and so on, expounds what problem the technique can solve and how to solve, analyses the technique's development direction, and regards the remote sensing technology is one of the most important technique in the western development.

Key words: Western development ; Application of remote sensing technology

第一作者简介:刁淑娟(1965—),女,高级工程师,1994 年获中国地质大学(北京)遥感地质专业硕士学位,目前主要负责《国土资源遥感》的编辑出版工作。