

国土资源遥感技术应用现状与发展趋势

熊 盛 青

(中国国土资源航空物探遥感中心 北京 100083)

摘要:简要概述了“九五”期间国土资源系统遥感技术的应用现状、存在问题及近期的发展趋势。

关键词:国土资源 遥感 综述

中图分类号:TP 79 文献标识码:A 文章编号:1001-070X(2002)0001-05

0 引言

“九五”期间,我国国土资源遥感在信息采集技术、数据分析与应用集成技术等方面取得较大进展。随着新一轮国土资源大调查的开展,遥感技术得到了空前的重视和广泛的应用。通过采用引进与开发相结合的方式,遥感图像处理、GIS和GPS新技术应用等取得长足发展。以遥感技术为重要组成的“3S”技术在区域地质调查、矿产资源勘查评价、水工环及地质灾害调查、土地利用变更调查与动态监测、海域岛礁与水深调查和测绘等领域的应用,取得了一批重大研究和应用新成果。遥感应用机理研究也取得了显著的技术进步。

1 “九五”国土资源遥感技术主要进展

1.1 航空遥感信息采集技术上了新台阶

航空遥感信息采集方法凭借其灵活、机动、高空间分辨率等技术优势,仍然是对航天遥感数据源的重要补充。通过引进具有国际先进水平的Leica RC-30和Zeiss RMK-TOP航空摄影系统,促进了航摄技术上新台阶,提高了航空遥感信息采集能力,具备了包括航空摄影、航空多光谱扫描、航空热红外扫描、侧视雷达等较完整的航空遥感数据采集技术。而激光数码成像技术的引进与开发,大大提高了影像图制作技术及成图精度和质量。

1.2 多光谱遥感图像处理技术有了长足进步

通过引进、开发和集成国内外专业遥感数字图像处理系统和GIS系统,如PCI、ENVI、ERDAS、Virtuo

Zo、ArcInfo、ArcView等多种专业软件,为开发遥感技术在地质调查、矿产勘查、城市规划、测绘、土地调查与动态监测等领域的应用潜力提供了有力的技术保障。

与此同时,继续开展遥感数字图像处理方法和软件开发,如中国国土资源航空物探遥感中心研制开发成功的“野外调查微机辅助遥感图像解译系统(ICPC-III)”、“成像光谱数据分析处理系统(IS-DAPS)”、成都理工大学研制开发成功的“正射遥感影像地图制作系统(RS-OrthoMapper)”等软件系统已在国内大范围推广应用。

在遥感编图方法技术研究方面,成功地解决了大面积遥感图像几何校正中跨六度带计算等问题,完善了大区域数字卫星影像镶嵌图技术,将“3S”技术有机结合,在发展卫星遥感TM图像几何精校正和投影差改正方法的基础上,建立了一套行之有效的正射遥感影像地图的工艺流程。图像增强技术、掩膜技术等得到长足的发展。融合技术的应用为充分发掘多源遥感信息的优势发挥了重要作用。

1.3 区域地质调查、地质灾害调查、土地利用动态监测、城市资源环境综合调查的方法技术已趋于实用化和工程化,并在新一轮国土资源大调查中发挥作用

(1)发展了新一代遥感影像填图技术。在“八五”期间应用遥感技术进行1:5万区域地质调查试点的基础上,“九五”期间又选择了承德地区进行了1:25万填图试验研究,以不同地质体的遥感影像差异为主要依据,提出了“遥感影像岩石单元法”,划分出三级影像岩石填图单元,在三大岩类的解译方法上有新的突破,并取得了区域地质构造方面的许多

新认识。近两年,为了配合青藏高原及其周边地区的 1:25 万区调工作,正在进行青藏高原“一江两河”东段和羌塘地区 30 个 1:25 万区调图幅的 1:25 万 TM 影像地图制作和区调联测前期的遥感地质解译,总结了不同景观区,特别是西部高寒山区 1:25 万区域地质调查中遥感技术的应用方法和工作流程。新一代遥感影像填图技术为区域地质调查提供了强有力的技术支持。

(2) 土地利用动态遥感监测技术已实现工程化要求。从 1999 年开始进行的城市土地利用动态遥感监测工作,已完成了我国 100 多个大中城市的监测任务,为查清我国耕地利用现状、土地执法检查以及政府决策等提供了重要信息和依据,该项工作已纳入国土资源大调查计划,每年定期进行。

(3) 遥感技术为自然灾害、地质灾害等监测提供实时服务。遥感技术曾为 1998 年长江水灾,2000 年西藏贡嘎滑坡的实时监测、指挥救灾和灾后自救等提供了重要决策依据和资料。近期完成的利用遥感技术对西南岩溶石山区进行的石漠化监测工作,总结了一套较为实用的技术方法,取得了较好的应用效果。

1.4 遥感地质矿产信息形成机理、示矿遥感异常信息提取、遥感资料解译自动化和定量化以及遥感与 GIS、GPS 技术相结合的应用开发取得一定进展

在多光谱定量化解译影响因素及其特点研究方面,采用理论分析、测试模拟和实例计算等手段,较深入地研究分析了大气、地形和混合像元对多光谱遥感定量解译的影响;在分析了大气对水体提取和水泥沙含量定量分析影响的基础上,建立了识别水体的归一化差异指数模型和反演水体泥沙含量的回归模型;应用地表辐射能量差额平衡原理,针对航空多光谱系统可见光—短波红外波段和热红外波段的空间分辨率相同的特点,将反射光谱波段信息和热红外波段信息融合起来,开发了地形辐射校正的模拟反射率技术,在岩性区分和褐铁矿化信息提取中应用效果明显;以我国新疆阿舍勒矿区为试验区,应用航空多光谱图像,开展了对半干旱区遥感矿化蚀变信息提取的试验研究。以区内岩矿波谱特征为依据,应用多维比值方法区分矿化蚀变、非矿化蚀变岩石,取得了明显的效果。

矿化蚀变信息提取技术进一步完善。通过对 TM 图像作比值及主成分分析,选择能突出矿化蚀变的高特征向量值所在的主分量进行彩色合成,通过空间滤波及非监督分类等图像处理方法,在图像上

显示出似晕圈状的彩色异常区,据此圈定矿化蚀变带。在矿产资源和油气资源勘查评价中,利用遥感异常信息筛选化探异常已成为有效的方法技术手段。

1.5 成像光谱技术实用化研究取得可喜进展

在“八五”期间航空多光谱遥感方法研究基础上,研究解决了成像光谱技术实用化中的岩矿识别、机载成像光谱图像几何和辐射恢复方法、成像光谱高维图像的信息增强和提取技术、成像光谱岩矿光谱信息提取和量化识别技术、干旱半干旱裸露区成像光谱数据地质综合应用技术等领域关键技术问题和优化的工作方法。

利用国产模块式航空成像光谱仪 MAIS 在河北省崇礼—赤城等地区的应用研究,圈出了 12 个金矿化蚀变异常。对其中 7 个异常点进行了野外检查,都见到了与金矿化密切相关的石英脉及不同程度的矿化蚀变带。特别是西沟窑东西沟处两金矿化异常点钾长石化、硅化强烈,硫化物十分发育,经采块块样化验分析,西沟窑东沟含金 0.68g/t、银 348 g/t;西沟窑西沟含金 4.9 g/t、银 50 g/t。

实践表明,利用成像光谱数据不仅可直接识别一些岩矿类型,圈定热液矿化蚀变带,还可估计相对蚀变强度和蚀变矿物含量,分析矿物标型特征,指示热液运移和成矿条件的时空变化,追索矿化热液蚀变中心,圈定找矿靶区。在矿产资源评价和基础地质研究中都可发挥一定作用。一旦数据源问题解决以后,成像光谱技术必将很快在地质勘查和资源评价中发挥重要作用。

1.6 在土地利用动态监测和中高山地区地质找矿应用研究中总结了一套实用的微波遥感技术方法和相关的技术流程

在分析微波成像特征与几何畸变基础上,针对不同的地形条件,提出了采用 DEM 数据和地形图的几何纠正方法。研究表明,在地形起伏大的中高山地区,采用 DEM 数据,并将地面控制点与卫星轨道参数相结合,利用雷达多普勒方程产生卫星空间数据获取模型进行数据的纠正方法是保证 SAR 数据纠正精度的有效技术方法。

在斑点噪声处理方面,认为对噪声只能进行弱化处理,在此基础上提出了主成分去噪声方法。自适应滤波技术中的 Lee、Frost 等滤波技术处理后的微波数据图像有较高的保留地物边界精度和弱化噪声的能力,适合于土地利用动态遥感监测对雷达数据的处理。单一、多时相微波遥感数据特征合成技术

方法可以准确地突出土地利用动态变化信息。将雷达强信息与弱信息分别进行特征合成,可以有效地突出不同后向散射系数(如新增建筑物与新修公路)的变化信息。微波雷达遥感与可见光遥感相比,不仅能反映建设用地的变化趋势,而且可以敏感地反映小地类的变化,采用雷达监测图斑对建设场地的勾绘,有利于分析和反映真实的动态情况。在使用单时相微波遥感数据情况下,提出可视化的三维动态融合信息提取技术、空间与波谱信息分离合成技术,不仅有效地解决了微波遥感图像与可见光遥感图像的融合,使多种遥感数据源信息可以互相补充,而且解决了生产实际中经常遇到的数据源获取难的问题。上述方法可以推广到不同数据间的融合,使融合图像能满足任何专题的需求。

有针对性地提出了纹理识别分析技术,在中高山区的自然条件下,以方差、熵等统计变量为纹理度量分析方法是适合的技术方法。通过单独地提取 SAR 数据的空间信息和 TM 数据的波谱信息,其加权合成信息的物理意义较明确,增强了地质内容的可解性。

上述方法技术经北京地区和云南三江地区的实地检查与验证,提出了嘎嘎塘 Sb、Au、Cu、Pb、Zn 等三个找矿远景区。

1.7 发展了海域岛礁和水深遥感调查技术

以 TM、SPOT、Radarsat - SAR、CBERS - 1 CCD 数据以及 Geosat、ERS - 1、Seasat 卫星测高数据为主,重点海域辅以航空感绿片摄影和少量实地调查的技术方法,对我国某海域进行了岛礁、浅海水深调查和海地地形测量,建立了一套完整的遥感岛礁和水深调查方法技术。采用精确的 GPS 控制信息和大区域网坐标平差方法,编制了 1:25 万 TM 卫星影像图和影像海图,查明了岛、礁、滩、沙的数量、位置和面积,新发现数百个暗礁,岛礁定位精度达到 30 m,利用少量高精度实测水深资料作控制,引入多光谱数据归一化、数据分组预处理、潮汐改正、单波段线性回归等技术,改进和优化了多光谱浅海测深模型,初步查明了岛礁集中分布区 30 m 以浅的水深。与实测数据相比,水深的总标准误差为 2.14 m,并编制了《××群岛水深遥感影像图集》;以××岛礁与水深调查及航磁概查成果为基础,初步建立了“××群岛基础地理信息系统”。上述成果为我国外交、国防、海运、海洋地质调查和海洋资源开发利用提供了最新的遥感调查成果。

1.8 应用航天图像进行数字摄影测图技术取得进展
为满足新一轮国土资源大调查对西部大比例尺测绘资料的需求,开展了利用 SPOT 立体像对进行数字摄影测图的试验,开发出基本满足 1:5 万地形图测图精度的技术方法,目前已完成了 4 个图幅的测制工作。

2 国土资源遥感发展趋势探讨

2.1 我国国土资源遥感技术发展的主要差距

(1) 遥感技术应用基础性研究薄弱而滞后,遥感应用新技术、新方法的研发力量不足,对前沿技术的跟踪力不从心,影响了遥感技术的可持续发展。

(2) 我国虽然发射了自己的资源卫星,但受多种原因制约,目前卫星遥感数据仍主要依靠外国卫星,更新慢,应用的现势性和精度均受到不同程度的影响。

(3) 数据获取、图像处理、自动成图、数据库建设、GIS 技术应用等方面的设备老化现象严重,必要装备和软件不配套,不能及时更新改造,影响了技术的全面提升;图像处理软件基本依靠进口,集成度低,缺少配套、实用、具有自己知识产权、能满足工程化应用要求的方法技术与软件;资料开发、信息建设滞后,共享程度低;3S 技术应用起步晚,发展滞后等等。这些因素影响了遥感技术的工程性应用。

(4) 遥感技术力量分散,投入不集中,缺少整体有效的发展规划等。

2.2 “十五”国土资源遥感发展趋势

总体趋势是,通过引进国外先进遥感设备与开展相应前沿技术研究相结合的途径,5a 内实现航空摄影全数字化、航空和卫星成像光谱技术应用普及化、数据和图像处理智能化,使遥感技术实力整体上达到国内领先水平,8-10a 达到国际先进水平,以满足新一轮国土资源大调查和国内外市场的需要。

(1) 遥感数据源将进一步多样化,以满足不同应用领域的需求。继续坚持航空与航天遥感技术同步发展的方针,保持我部航空遥感在国内的技术优势。随着新一轮国土资源大调查的实施以及国家对生态环境的重视,数字航空摄影仪、机载成像光谱仪的引进与开发,将促进航空遥感技术的进一步发展。并在现有多平台、多种类航空遥感数据采集技术基础上,开展航空“3S”集成技术研究,充分发挥遥感技术在新一轮地质填图、矿产资源评价、城市综合调查以及生态环境监测中的作用。在充分利用国外卫星遥

感资源的同时,我国将发射自行研制的系列资源卫星和小卫星,为充分发挥其效能,作为主要用户将在管理和开发卫星资源方面发挥重要作用。

(2)为适应国家经济建设飞速发展和新一轮国土资源大调查的需要,努力追踪国内外遥感技术发展前沿,采取产、学、研相结合的方法,加强成像光谱、多频微波、干涉雷达及 3S 技术系统研究。开展地质矿产、土地、海洋等资源领域典型地物波谱数据库和信息系统建设,更广泛地开展地物的光谱特性研究,着手遥感应用实验场建设,进一步夯实遥感技术发展的理论基础。

(3)在“九五”研究基础上,进一步开展机载和星载成像光谱实用化技术系统研究,以满足国土资源大调查矿产跨世纪工程的需求,并为“十五”后的“第三轮地质填图”——矿物填图提供技术准备。成像光谱技术在数据处理分析以及光谱信息的提取方面,将向模型化、交互可视人工智能—专家系统化的技术方向发展,而在应用上将向量化、模型化和精细化分析地物成分和结构的方向发展。

(4)结合国土资源大调查地质灾害预测预警工程,开展“数字滑坡”、干涉雷达等方法的实用化技术系统研究。干涉雷达是近年发展起来的用于探测地表细微变化的遥感新技术,该技术利用电磁波的相干原理,在一定时间间隔内对同一景观进行两次平行观测,获取其复图像对。如果目标景观与天线的几何关系发生了变化,会在复图像对上产生相位差,形成干涉图纹。通过理论计算,可以精确地测出图像上每一点的三维位置,提取变化的信息。国际上该技术的精度已达到 cm 级,主要用于探测地表的微弱形变。该技术将在地质灾害监测、地壳形变探测、土地利用分类及其变更监测等方面的实用化研究取得重大进展。

(5)继续开展多平台、多时相、高分辨率卫星数据和航空遥感数据进行土地资源动态监测和矿山开发环境监测的实用化技术系统建设,开展基于 LIS 的土地利用变更遥感调查与监测的实用技术研究。

(6)为适应我国主要大城市发展的需要,利用高空间分辨率和高光谱分辨率的航天、航空遥感数据,开展城市环境遥感综合调查监测技术研究,包括城市空气、水体、土壤、固体废弃物、热辐射、电磁波及交通噪声污染的调查、监测及决策信息系统技术研究。

(7)为适应海洋地质调查及海岸带资源环境调查的需要,继续开展河口及海岸带变迁遥感监测、卫

星雷达测高与海底地形反演研究、浅海激光测深、海底水合物遥感探测等新技术研究。

(8)进一步发挥遥感信息高精度、高光谱分辨率、高空间分辨率、多时相、多参数、多平台、大数据量和高集成度的优势,继续开展数字图像处理、定量化解译、地质矿产信息自动识别与提取、自动成图、数据库建设、GIS 应用等方面的遥感新技术、新方法研究,开发适用于国土资源调查与评价不同应用领域的、实用的、具有自我知识产权的遥感解译系统,使遥感技术成为各项地质工作的强有力工具,建立全国遥感影像数据库,着手航空影像数据库建设,解决遥感影像数据库建设中诸如航空遥感图像数字化及航天遥感数据压缩技术、海量数据的存储与管理、数字影像产品自动生成等关键技术问题,以满足国土资源大调查和国民经济发展对遥感信息越来越迫切的需求。

(9)加快设备更新改造与软件升级步伐,引进包括航空数字相机、机载成像光谱仪、机载激光测深仪在内的新一代遥感设备,健全遥感科技人员的培养机制,不断增强遥感队伍的技术实力。加强标准化建设,实现影像图、成果图件的标准化,图像处理、解译流程的标准。积极开拓遥感市场和新的应用领域,为遥感技术的发展奠定经济基础。

致谢! 本文仅对我国国土资源系统遥感技术的进展和趋势作了挂一漏万的介绍,不对之处敬请批评指正。本文编写过程中唐文周、刘心季、方洪宾、聂洪峰、郭大海等许多同志提供了资料,并提出了许多修改建议,在此谨表谢意。

参考文献

- [1] 蒋承祯.二十一世纪初地质工作的若干思考[J].中国地质, 2001, (7): 1-8.
- [2] 蒋承祯.加强基础地质综合研究探索地调工作创新机制[J].中国地质, 2001, (1): 1-3.
- [3] 张洪涛.服务国家目标体现科技创新[J].中国地质, 2001, (1): 4-8.
- [4] 寿嘉华.新形势下地质调查工作的责任与任务[J].中国地质, 2001, (4): 1-5.
- [5] 牟绪赞,刘纪远,王平,奚小环.充分发挥物化探及遥感在国土资源调查中的先行作用[J].中国地质, 2001, (2): 1-5.
- [6] 唐文周.航空物探遥感中心遥感技术“八五”成就及近期展望.航空物探遥感论文集[C].北京:地质出版社, 1999.
- [7] 唐文周.我国地质遥感工作的现状和近期展望[J].国土资源遥感, 1998, (2): 24-32.
- [8] 刘刚,于学政.浅谈遥感技术在 1:5 万区调中的作用[J].国土资

源遥感 ,1997 (1) :16 – 19.

[9] 赵福岳 ,方洪宾 ,张瑞江 .遥感在 1:25 万区域地质编(填)图工作中的应用效果和作用[J]. 国土资源遥感 ,1997 (3) :15 – 18.

[10] 郭小方 ,王天兴 ,张幼莹 ,等 .AMSS 图像实用化生产技术系统开发研究[J]. 国土资源遥感 ,1997 (3) :1 – 7.

[11] 党福星 .航空多光谱图像地形影响校正的模拟反射率方法[J]. 国土资源遥感 ,1999 (4) :33 – 39.

[12] 王志民 .中国资源卫星绝对辐射校正场[J]. 国土资源遥感 ,1999 (3) :40 – 46.

[13] 党福星 .多光谱定量化分析技术在矿化蚀变信息提取中的应用研究[J]. 国土资源遥感 ,1998 (4) :86 – 92.

[14] 陈松岭 ,等 .华北地台内蒙古段金矿围岩蚀变的遥感识别[J]. 国土资源遥感 ,2001 (2) :12 – 18.

[15] 张宗贵 ,王润生 .基于谱学的成像光谱遥感技术发展与应用[J]. 国土资源遥感 ,2000 (3) :16 – 24.

[16] 吴培中 .星载成像高光谱的特性与应用[J]. 国土资源遥感 ,1999 (3) :31 – 39.

[17] 王青华 ,王润生 ,郭小方 .高光谱遥感技术在岩石识别中的应用[J]. 国土资源遥感 ,2000 (4) :39 – 43.

[18] 甘甫平 ,王润生 ,郭小方 ,等 .高光谱遥感信息提取与地质应用前景[J]. 国土资源遥感 ,2000 (3) :38 – 44.

[19] 方洪宾 ,周彦儒 .遥感技术在海南岛环境与资源调查中的应用[J]. 国土资源遥感 ,1998 (3) :46 – 50.

[20] 张振德 ,肖继春 ,杨昌明 ,等 .城市发展与遥感技术应用——重庆市遥感综合研究成果概述[J]. 国土资源遥感 ,1998 (1) :7 – 15.

[21] 张振德 ,肖 挺 .重庆市开展第二轮国土资源遥感综合调查[J]. 国土资源遥感 ,1999 (1) :7 – 8.

[22] 肖继春 ,等 .重庆市土地利用现状遥感调查与国土资源信息系统应用[J]. 国土资源遥感 ,2001 (1) :25 – 30.

[23] 沙志刚 .数字遥感技术在土地利用动态监测中的应用概述[J]. 国土资源遥感 ,1999 (2) :7 – 11.

[24] 李志中 ,杨清华 ,孙永军 .利用动态遥感技术监测太原市土地变更情况[J]. 国土资源遥感 ,1999 (3) :72 – 76.

[25] 陈志军 ,李志中 ,杨清华 .用遥感图像提取土地利用变化信息的特征变异增强方法[J]. 国土资源遥感 ,2000 (3) :49 – 52.

[26] 王宏志 ,朱俊林 .我国利用遥感数据提取土地利用现状信息的技术进展[J]. 国土资源遥感 ,2000 (3) :1 – 6.

[27] 王永江 ,丁 谦 ,何宇华 .南沙群岛海域 TM 卫星影像海图计算机成图方法研制[J]. 国土资源遥感 ,1999 (4) :58 – 61.

[28] 郭大海 ,和正民 ,李建存 ,等 .南沙基础地理信息系统设计与实现[J]. 国土资源遥感 ,2001 (3) :47 – 53.

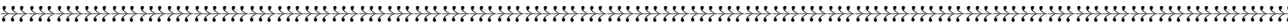
[29] 姚俊梅 ,夏响华 ,等 .油气勘探中的化探遥感综合评价技术[J]. 国土资源遥感 ,2000 (3) :25 – 30.

THE APPLICATION STATUS AND DEVELOPMENT TREND
OF REMOTE SENSING TECHNOLOGY IN
NATIONAL LAND AND RESOURCES

XIONG Sheng – qing
(China Aero – Geophysical Survey and Remote Sensing Center for Land and Resources , Beijing 100083 , China)

Abstract: This paper has summarized the application status , existent problems and recent development trend of remote sensing technology in land and resources during the period of "the Ninth Five – Year Plan of National Economic Development " .
Key words: Land and resources ; Remote sensing ; Summary

第一作者简介:熊盛青(1963 –) ,男 ,博士 ,教授级高级工程师 ,现任中国国土资源航空物探遥感中心副主任、总工程师 ,曾发表论文 30 余篇。
(责任编辑:肖继春)



本 刊 启 事

《国土资源遥感》自 2002 年起改为大 16 开本 ,每期 72 页 ,欢迎投稿和订阅。