

我院遥感科学技术的发展历程及其成就

童庆禧

(遥感应用研究所所长)

遥感是一门新兴学科,它是技术科学与地球科学、生态环境科学相结合的交叉学科,有着强大的生命力和广阔的应用前景。

遥感的研究对象是电磁波辐射与地球表面物质相互作用的机理和过程。它的研究方法和目的是利用各种遥感器,获取大量的地表信息,进行光学、化学、计算机的处理,作综合分析之后,将信息转变为直观的影像与图件,进而与地学和生物学的各有关学科的研究密切结合,为国家的经济、国防建设和科学发展服务。

遥感作为一个独立的技术领域,在国际上只是1962年才被提出。若要追溯到摄影测量、特别是航空摄影测量、制图学及军事侦察等相关的技术发展史,在国际上已逾百年,在我国也有40—50年的历史。

遥感技术在开始时,仅是作为地球资源的探测手段,尔后发展到用以从空中乃至空间观察和监视人类的生存环境,这样引起了地球科学、生态环境科学人员的极大兴趣,并导致地学研究方法的重大变革。随着空间科学技术的发展,各种卫星、天空实验室的发射与运行,使遥感有了自己的工作平台,促成了整体技术和应用的飞跃,进入了一个全新的时代。

一、我院遥感科技体系的形成与发展

遥感引进我国至今只有20多年的历史。在经历了60年代的准备、70年代的实验、80年代的发展阶段之后,目前已跻身于国际前沿学科。

早在50年代,我国的一些部门开展了航空摄影和航空制图与判读研究。我院地理研究所在我国创立了航空相片判读研究室,孕育着我院的遥感事业。经过60年代在技术和人才方面的准备之后,70年代进入了遥感的实验阶段。那时利用我院在光学、红外的技术基础,成功地研制了早期的多波段航空照相机和红外扫描仪。与此同时,在地理、地质、植物、土壤等学科中航空相片判读得以应用;目标特性研究、地物光谱特性的测量和制图自动化研究,也在条件较差的情况下发展起来了。

我院遥感发展坚持了学科发展与国民经济建设的需要相结合的原则,实行边研制设备,边发展技术,边进行试验,边开展应用。在应用中检验遥感的作用、效益和能力。70年代,在学院的倡导与主持下,与全国有关部门的科技人员一道相继开展了新疆哈密、云南腾冲、天津—渤海湾地区的遥感试验研究。以腾冲遥感试验为例,当时参加的有70多个单位、700多人。在开展试验、培训人员、检验技术方面被誉为“中国遥感的摇篮”。在这些大型遥感活动中,将卫星遥感、航空遥感、地面调查与地学分析相结合,综合应用了光学、红外、微波等遥感技

术,开展了系列制图、计算机图象处理、地物光谱特性分析等研究,将遥感技术应用于土地资源、地质资源、水资源、森林及植被资源等 10 余个领域,在检验及发展技术的同时,综合解决了多方面的应用问题。这些试验研究活动的规模之大,参试人员之众多,涉及学科领域之广泛,动用遥感仪器、设备之完整,在我国都是空前的,对我国遥感事业的发展起到了开拓的作用。

此后,我院逐步将遥感研究的重点转向实际应用阶段。二滩及龙滩水能工程环境遥感,黄淮海平原遥感、西藏土地资源遥感调查以及 1986—1990 年开展的国家“七·五”科技攻关中“黄土高原”和“三北防护林”两项遥感应用工程,在总的趋势上使遥感应用稳步地向着实用化的方向发展。

在发展技术、开拓应用的同时,加强了组织系统的建设和宏观管理与协调。

70 年代末期,我院先后建立了遥感应用研究所及空间科学与应用中心,遥感应用研究所于 1981 年又成为国家遥感中心的研究发展部。

80 年代中期,特别是 1985—1987 年间我院建立了资源环境信息系统实验室,遥感卫星地面站。引进并装备了高空遥感飞机。

这个时期,在资源与环境的遥感应用方面也取得了显著的成效。使遥感应用逐步从定性向定性与定量相结合,从静态向静态与动态相结合的方向发展。

我院遥感在 20 年的发展历程中逐渐形成了自己的特色:

1. 自行研制了配套比较齐全且具有高分辨率的各波段(从可见光、红外到微波、激光等系列)遥感仪器,发展了遥感图象数据处理的软、硬件,还配有引进的高空遥感飞机和遥感卫星地面接收站。现已具备了跟踪国际发展而继续研制发展高水平遥感仪器系统的自立能力。

2. 能开展多学科的综合研究。包括地理学、地质学、气象学、水文学、海洋学、植物学、生态学、农学、土壤学、森林学、化学、光学、电子学、机械学、计算机科学和环境科学等学科,经过长期的合作研究,使我国遥感科技水平迅速提高,部分研究和应用已达国际水平。

3. 科研工作密切与国家任务相结合,承担并完成了一系列重大项目。

4. 已形成一支知识和技术水平较高、技术全面、应用配套、具有开拓精神和攻关能力,能承担国内外重大遥感任务的科技队伍。

目前我院已有 1/3 近以上的研究单位,参加遥感方面的研究工作,经过了 20 年的努力,一个比较完整而系统的遥感科学技术、研究与应用体系已逐渐形成。

二、遥感为地学、环境科学开拓了新的研究途径

我院的遥感科学技术为地学、环境科学研究提供了崭新的技术手段,给传统的地学、环境科学研究带来变革性的影响。

遥感影象,特别是卫星遥感影象以其宏观详实的特点直观的反映了地球表面的一切信息。10 余年来,为了地学研究的需要,我们先后编制了全国的陆地卫星影象图和京、津、唐,海南岛、黄淮海平原长江流域、新疆、云南、辽宁等地区的卫星影象图,覆盖全国土地面积 2/3 左右。这些影象图为区域性的地质构造分析、河流水系、土地资源、土壤、海岸环境、城市环境以及灾害研究编制各种专题图提供了基础资料。

以土壤分析为例,在黄淮海地区土壤类型比较单一的情况下,能分析出盐碱化土壤、风沙

土壤和积涝土壤等;而且在利用不同时期航空和航天遥感信息相互补充的情况下,还能区分出盐化土和碱化土,常年积涝土和季节积涝土,甚至半定量地判读土壤盐化程度。这为区域治理和经济发展规划提供了详尽的科学依据。

长春地理所等单位利用 TM 卫星资料对辽河三角洲中南部芦苇的调查表明,这样的工作完全能满足生产的要求。与常规方法相比,在经费和人力方面分别节省了 85% 和 90%。长春地理所和新疆生物土壤沙漠所利用遥感技术成功地调查了新疆博斯腾湖的芦苇资源,得到的数据为新疆自治区发展造纸工业的决策提供了依据。

遥感为城市环境的分析研究提供了崭新的手段。遥感应用所与院内 10 余个单位及院外有关部门合作,曾率先在天津开展了城市环境的遥感监测与调查。通过对夏、秋、冬不同季节遥感资料的分析,查明了:海河的暗排污口及污染现状,特别是热污染状况;影响环境质量的绿地面积及分布,优势树种,季相节律;城市交通道路状况,车流密度;噪声污染,大气污染及大气污染粒子粒径和浓度的分布;城市人口密度;海岸环境,水系变迁及古河道分布等。这一成果引起了广泛注意。此后,北京、广州、上海、太原等城市也都先后开展了类似的遥感工作。

遥感应用所与天津市共同合作,对天津市约 12,000 平方公里的土地进行了遥感调查。在最新航空遥感资料基础上,仅用了一年左右的时间就完成了各类土地资源(如农田、草地、荒地、水体、城乡用地等)的数量及其分布的详尽调查,提出了科学利用农业土地资源的意见和图件,使天津市成为我国按当时的国家规范要求完成农业土地资源详查的第一个省、市一级单位。这项工作方法上有创新,提高了精度;节省经费 1/3—1/2,节省人力 3 倍;更主要的是在时间上比常规方法缩短了 2—3 倍。

天津的成功先例为遥感在土地资源调查中的应用开拓了一条好、快、省的路子,而西藏的资源遥感调查则再一次证实了遥感在我国的广阔应用前景。

占我国总面积 1/8 的西藏自治区地处高寒,号称世界屋脊,加之人烟稀少,交通不便,是我国资源、环境研究最困难的地区,但它也是发挥遥感优势和效益的理想地区。1985 年遥感应用所根据国家的要求,开始进行了试点,在充分利用遥感的特长,发挥计算机优势的基础上,克服了条件的困难和人力的不足,经过 4 年的努力,不仅基本完成了全自治区 120 余万平方公里的土地资源清查任务,而且为西藏培训了技术骨干,为国家解决了一大难题。这充分显示了在我国边远地区应用遥感的潜力,取得了用常规方法无可比拟的经济和社会效益,使西藏自治区的土地资源调查工作走在全国各省、区的前列。初步估算,与常规方法相比,可节省经费数百万元。

利用遥感技术研究资源与环境的动态变化是 80 年代以来国际遥感发展的新课题。几年来,我院在研究我国西部地区冰雪资源的变化,沙漠化,土壤盐碱化和沼泽化的进退,土地资源的变化,南方红壤和黄土高原土壤侵蚀及水土流失状况,三北防护林生态效益等的遥感研究方面均有积极的结果。

遥感技术的应用使地质调查和地质找矿增加了新的手段。

近年来遥感应用所与兄弟单位合作,承担了新疆 305 个项目和黄金找矿的遥感研究工作。在新疆阿勒泰地区,利用航空遥感与航天遥感相结合,特别是利用 TM 和 SPOT 卫星图象分析,配合以大量的采样分析、物化探矿资料和槽探、浅井等山地工程,在阿尔泰山前成矿带的东、中、西部圈出了 4 处金矿找矿靶区,获得了数量可观的科研预测储量,其类型包括石英脉型

和破碎带蚀变岩型两种。这项成果得到新疆有关方面的高度重视。

与此同时,我院利用红外细分光谱遥感技术在金矿资源探测应用研究中,也取得很大进展。通过对岩石、矿物的光谱测量研究表明,与矿化有关的岩石、矿物及矿床的各类围岩蚀变在2.0—2.5微米的短波红外光谱段具有明显的吸收特征。这些吸收是因蚀变矿物中羟基(OH)和碳酸根(CO₃)等所造成的。80年代以来,遥感仪器系统的发展使得利用短波红外多光谱技术探测矿物的成分、蚀变的类型和强度成为可能。我院上海技术物理研究所研制成的多光谱和红外细分光谱扫描仪正是遥感找矿的新手段。利用它获取的遥感图象并经专门处理后,所显示的图象异常不仅与地面已知矿区完全吻合,而且还直接找出了蚀变和矿化异常区。这在我国是利用遥感直接提取金矿蚀变信息进而找矿的一个实践。利用同样的技术在油气资源勘察中也显现出可喜的苗头,图象的异常与物化探矿资料、地震数据异常相互映证,表明了这一技术的潜力。

三、在国家科技攻关任务中发挥主力军作用

“遥感技术开发研究”第一次由国家正式作为一个完整的项目列入“七·五”科技攻关计划。这项计划集技术发展、基础研究、应用与开发研究为一体,是我国历史上从未有过的,它为遥感事业的发展带来了一次新的机会,起到了历史性的促进作用。

通过国家组织的“遥感技术开发研究”计划,在院的主持下与院外有关部门的遥感科技人员紧密协作,在技术发展、应用研究与基础研究方面取得了重大进展。

1. 为我国建立了一套完整的实用化的航空遥感技术系统。该系统包括:两架性能优良、先进的遥感飞机;宽电磁波覆盖的各种光学、红外、微波和激光遥感仪器;遥感信息的机-地实时传输系统;光学、数字图象处理系统等。这一系统的关键技术,如多波段和超多波段扫描技术,成像光谱技术,多极化、宽测绘带合成孔径侧视雷达以及以最新的光盘所组成的航空遥感信息记录系统,遥感信息的机上定位技术等均处于国际前列的水平。

这一系统已显示出在经济建设中有实用价值,又有广阔的科技发展前景,具备了国际开发与竞争能力,受到了一些国家遥感科技人员的关注。

2. 开展了多种遥感数据的综合分析研究。发展了土壤水分监测、农作物估产、融雪径流预测、卫星遥感图象的地质编码与系列成图、多种卫星数据的综合应用等。从方法研究到软件开发,取得了示范研究成果。

3. 开展了资源环境信息系统的研究。在制定国家规范与标准,支持遥感信息的分析,研制关键软件、提高遥感应用水平方面均取得了显著成效。

4. 对黄土高原地区开展了全面的遥感调查,对各类资源与环境,特别是水土与植被的关系及动态变化进行了综合分析,建立了小流域水土流失遥感监测系统,为该地区资源开发和水土流失治理提供了基础数据。

5. 对占我国陆地面积40%的“三北”地区,对其防护林、草场、土地资源(类型、分布、面积、数量和质量)等进行了遥感调查。并对防护林的效益与造林适宜性进行了分析,为“三北”防护林地区综合治理提供了可靠的数据。

此外,我院遥感科技人员,在协作攻关中不断探索遥感直接应用于经济建设的途径,取得

了显著的效益。

上海技术物理所研制的机载扫描仪已向国内有关单位提供了 3 套, 与国外引进的系统配套以执行有关部门的遥感监测任务。

空间科学与应用中心研制的机-地实时传输系统, 在洪水灾害监测中发挥了重要作用, 传输距离在 200 公里以上, 达到了实用化程度。

电子学所研制的合成孔径侧视雷达具有全天候条件下获取地面信息的能力, 在最近两年的洪水季节中为监测洪水灾害, 掌握灾情作出了贡献。例如 1989 年第一次在夜间获得了长江荆江河段近 2000 平方公里的高分辨率雷达影像。

上海技术物理所、空间科学与应用中心、遥感应应用所共同完成了森林火情监测系统, 第一次在我国实现了红外探火、实时成像、图象实时传输及火情定位一体化的火灾监测, 达到了国际先进水平。

国内首次应用的多光谱与红外细分光谱扫描仪, 在新疆进行了黄金找矿和油气藏探测, 所得结果证实了遥感直接找矿的可行性, 达到了国外同类研究的先进水平。

黄土高原和“三北”防护林两项应用工程的研究中, 重点完成了陕西安塞县和河北平泉县两个典型区的资源综合调查。首次在这里建立了地理信息系统, 使遥感图象的分析和分类精度大为提高。

遥感应应用基础研究方面, 研究了冬小麦估产的理论模式和方法; 研究出的融雪径流模式连续 3 年对黄河上游冰雪覆盖及融雪径流进行了准确预报。

在我国第一次利用气象卫星数据, 综合利用各种气象资料得到了华北部分地区地面蒸发图。

遥感在我国的发展只有 20 多年的短暂历史, 这 20 多年对我院遥感科学技术的整体水平却相当于跨过了一个科技发展的历史阶段。从闭关摸索、引进消化到创新发展, 逐步形成了自己的特色, 也形成了我院在遥感科技领域全面综合发展的能力, 大大缩小了与世界水平的差距。

回顾过去, 展望未来, 我们将在已有的基础上, 不断开拓, 继续进取, 发展技术, 强化应用, 为国家社会主义建设服务。就世界范围而言一个技术先进、装备齐全、相互支持、相互协作的全院性遥感科技发展的新局面必将进一步发展。中国科学院有条件、有能力为我国和世界遥感科学技术的发展作出自己的贡献。