

# 卫星遥感面临应用的新挑战\*

陈述彭

(中国科学院遥感应用研究所)

(资源与环境信息系统国家重点实验室)

1989年8月29日收稿

遥感以对地观测为主体,属于空间技术应用领域的重要组成部分。20年来,我国遥感应用经历了引进消化的初级阶段,基本上形成了具有中国特色的、规模比较完整的技术体系。在国土资源、海洋环境调查、煤田与油气田勘探、黄金与多金属找矿、作物、草场长势监测与估产、冰雪水源与洪水灾情预报、大坝与电站选址论证、城市环境监测与规划管理等许多方面,取得了显著的成绩和社会经济效益。可以说,遥感应用已经由适应性实验阶段进入业务阶段。在经济建设部门建立了200多个专业性应用单位。拥有学位及高级技术职称近千人。引进图像处理设备100余台,遥感飞机20余架。一支既有深厚专业素养,又曾接受系统训练的技术梯队已经形成。微波遥感、城市遥感、环境遥感和资源遥感,均在国家科技进步奖项目中崭露头角;石油勘探、海岸调查等也在国际合作中迈出了可喜的步伐<sup>[1]</sup>。

六五期间,国家投资累计达数亿,着重于遥感仪器和遥感卫星的研制,引进地面站,突破了国际上的技术封锁。通过对资源与环境遥感的多次应用实验,培训队伍,组建机构,取得适用于我国国情与地理环境的实践经验,为我国遥感技术的发展打下了坚实的基础。七五期间,发射了国土普查卫星和风云一号气象卫星,着手研制资源与海洋卫星。遥感应用技术列为国家重点攻关项目之一,完善了航空遥感运行系统,开展了三北和黄土两大遥感工程。与此同时,地质、石油、煤炭、海洋、气象、农业、林业、水利、铁道、城建、测绘部门,也都组建了专业队伍,更广泛地开展专业遥感应用。服务的层次增加了,应用的广度和深度扩大了,投资更多了,队伍和机构的规模更大了,国家和人民期望于卫星对地观测的手段更殷切了。大家关心着:如何把遥感快速的、大面积覆盖的优势充分发挥出来,取得应有的社会效益呢?无论从社会的需求和适应技术本身的发展阶段而言,八五期间都将面临着新的挑战。

## 一、保障国家决策的信息源

遥感应该为国家资源开发与环境保护,快速地及时地提供全国范围的动态数据和图件。这是责无旁贷的。也是决策和管理现代化的标志。七五期间,我国在省(区)、流域和

\* 编者注:本文系本刊特约稿件。

城市范围内遥感资源调查和环境监测方面取得的进展和效益是相当巨大的。已如前述。但对全国范围的问题,至今缺乏解决实际问题的能力。例如全国每年的耕地、森林、湖沼面积究竟萎缩了多少?垦荒、造林、修建水库补偿了多少?仍然众说纷纭,莫衷一是。统计数据参差不齐,缺乏空间分布概念和时间上的同步性,更新和检验尤其困难,严重地影响它的可比性和可靠性。从而造成某些宏观规划和决策的失误<sup>[2]</sup>。利用卫星遥感周期性的对地监测和监视,是可以互相佐证或校正的。特别是针对跨流域引水、超大型矿床勘测、自然环境变迁、土地退化与沙化、作物长势与绿波推移、生物量的估算等等数据和图件,都是研究国家资源与环境问题的前提。长周期的,多时相的卫星遥感起着不可替代的作用。

但是,非常遗憾,我们不能不承认面临的现实,对于全国范围而言,我国卫星遥感的信息源至今还不能得到充分的保证。

(1) 我国发射的科学实验卫星虽然分辨率很高,但都属于回收型,主要适用于一次性侦察。能够提供周期性图像数据的风云一号卫星虽已上天,但遥感应用仰赖国际卫星资料的局面至今没有打破,可以说,空间技术与遥感应用仍然是脱节的。

(2) 引进的遥感卫星地面站的设备能力,远不足以承担全国范围的任务。它只覆盖了我国陆地面积的85%。每天接收 MSS 12帧或 TM 2帧,2台 VAX-750 主机还要兼顾图像处理。实事求是地说,目前还只能算是一个试验系统,还不是一个完善的运行系统。按全国范围 1:100 万地图的国际标准分幅计算,全国覆盖一遍,可能需时 20 年。为了兼容接收 SPOT、MOS 和 JERS 等 90 年代的业务卫星,承担 1993 年发射资源卫星的接收和预处理任务,必须落实面向全国的服务技术系统。

(3) 我国发射资源卫星,必须建立相应的地面应用技术系统,至今尚未引起足够重视。亟须把气象卫星已取得的成功经验,推广到资源卫星和海洋卫星计划中去。尽管气象卫星发射之前,积累了长期数值预报模式的理论成果,引进了国际上气象分析的标准程序和软件,近 3000 个台站的观测网络提供地面参数,拥有一支建站 10 年经验的技术骨干,但是资源和海洋卫星系列发射之前,同样需要对应用技术系统加以全盘考虑。

以加拿大为例,领土面积与我国接近,他的国家遥感中心统辖 2 个地面接收站和 3 个省区服务中心,每 2 年之内接收一套 MSS 图像覆盖全国。在全国土地信息系统的支持下,隔天接收的卫星数据可以自动分类编成土地利用图或泥炭分布图,比例尺 1:25 万—1:100 万,处理一幅专题地图的过程仅需 25 分钟。我国近邻的泰国遥感地面站,每天具有同时接收 MSS 20帧和 SPOT 12帧的能力,还另有机组,同时接收气象卫星, MOS 卫星和 JERS 的图像和数据。因此,他们能为国家宏观决策及时提供全国资料。泰国和日本的地面接收站,既是我们合作的伙伴,同时也是我们竞争的对手。目前我国东北和华南地区的卫星遥感图像,主要来自日本和泰国,60% 以上的卫星遥感图像和磁带,仍然在动用外汇引进。

## 二、实时监测和预报自然灾害

大兴安岭的火灾,加深了人们对遥感监测和预报自然灾害能力的了解。七五期间气象和陆地卫星图像应用于灭火救灾的工作,受到了人民和政府的赞扬。台风和海冰监测

预报纳入了经常性的业务。对青藏高原的冰坝溃决、黄河河套的冰凌阻塞,开展了灾情调查,建立江河洪水灾情的遥感监测与预报信息系统,初步设计完成了试验系统。先后在黑龙江、辽河、永定河和黄河组织过多学科的联合攻关。今年将在荆江一洞庭湖地区继续进行,争取全天候监测。实时传输并完善灾情信息系统。对二滩、三峡、龙滩等大型水库和黑龙江梯级开发的淹没损失,组织过遥感评估,满足了工程规划的要求。大河流域的水土流失调查或小流域的水土保持实验,在广度和深度上都取得了可喜的进展。针对土壤盐渍化、沙化、沼泽化问题,在黄淮海、三江平原,内蒙东部等农牧基地,进行了卓有成效的遥感监测与预测工作。森林和农作物的病虫害,甚至血吸虫的孳生环境等遥感调查,做了不少工作。天山公路的风吹雪,西南公路、航道沿线的滑坡、泥石流的定位监测,也取得显著的工程效益。至于城市环境公害的遥感调查更是猛着先鞭,继天津、北京之后,太原、沈阳、广州、深圳、宁波等城市环境遥感接踵完成。对大气、水、土污染、车流、噪声、热岛效应、旅游资源、垃圾处理……等进行过多次航空遥感监测,为保护文物,提高绿化水平,规划运动场地,设计公路枢纽作出了贡献,已在全国 40 多座城市推广<sup>[3]</sup>。

根据六五、七五期间自然灾害遥感调查的特点:一是量大面广,已经涉猎到金、木、水、火、土的各种灾害类型,经济效益显著,应用潜力很大;二是遥感技术优势突出,自然灾害突发性强,需要周期性的大面积的快速监测,无论水、土、生物灾害的发生发展过程中,往往引起热力场和水分时空分布的变化,现有红外和微波遥感仪器已具高度敏感的识别能力;三是对多种灾害的机制有了比较深入的调查研究,对灾情的过程或先兆有了较多的了解,为遥感监测指明了有利线索和时机,例如血吸虫寄生的钉螺,主要分布在南方湖沼边缘的季节性湿地,土壤盐渍化的发生主要在碟形洼地的边坡,地震的分布集中于活动断裂交叉或两端部位,地应力需要一定的集结时段……等等。遥感对自然灾害的监测预报,既要利用统计概率的或然,又要着眼于发生过程的必然,才能使灾情预报的可信度提高一步;四是地理信息系统的支持,把我国几千年的历史文献纪录建成数据库,包括古气候、旱涝、地震、沉积、年轮等,与全球性的太阳黑子活动、冰期、洋流等周期性规律,加以对应分析与趋势模拟;五是八五期间除原有地震、山地灾害、冰川、冻土、沙漠等专业研究所外,还将组建新的灾害天气、地质灾害、火灾、爆破等新的开放实验室,科学技术力量有所加强,八五期间大有可为。

但是,从遥感应用而言,主要问题是需要足够的卫星资料的实时保证,和建立监测预报运行(业务)系统。八五期间不仅是要发射气象卫星和资源卫星,而且要解决下列三个方面的先行问题:

(1) 充分运用气象卫星资料,不局限于“有云”图像接收,而且要加强“无云”图像的接收,开拓气象卫星的所谓非气象应用。发挥它时间分辨率高的特点,为监测作物与草场长势,海况与渔情测报,洪涝冰凌灾情,森林草场火灾等大面积短周期灾害,提供动态信息。即使作为导向性的初步侦察,也能发挥争分夺秒,防患未然的作用。

(2) 提高资源卫星图像数据的实时接收和预处理能力<sup>[4]</sup>。发射扫描—传输型卫星取代回收型卫星,加强气象保证的反馈控制系统,克服地区性云雾覆盖的障碍,攻克全天候星载侧视雷达的难关,加强对土壤水分监测的机理研究,提高资源卫星对水分、热量等环境背景值的周期性宏观观测的能力,以及时掌握再生资源的常态与变异的区域分异规律。

(3) 建立若干专业性的遥感监测与预报运行系统。除继续完善已经建成的地震预报、气象预报、海洋污染监测、林火监测系统外,在七五实验系统的基础上,八五期间可以进一步考虑七大江河流域的洪涝监测与预报系统,主要农作物旱情,病虫害监测预报系统,以卫星和航空遥感信息作为监测与更新的数据源,建成具有一定分析、模拟与预报功能的信息系统,才能切实地为防灾、救灾提供监测与预报。

### 三、全球研究与国际合作

卫星遥感开拓了对地观测的新时代。人类认识海陆轮廓大约历时 1 千年,航空摄影覆盖全球陆地面积 70%,大约也用了 50 年,而卫星遥感对全球的观测几乎接近于“同步”。卫星遥感不仅论证了板块学说和大气环流的理论,而且对全球范围的海平面起伏、辐射温度场变化、生物量估算、绿波推移、臭氧洞扩散、极地海水进退、ALNINO 现象、洋流迁移等提供了定量的、周期性的全球数据,这是人类对地观测的划时代的成就。

虽然早在 70 年代,我国刚刚引进遥感技术的时候,我们就曾经指出,全球性的观测研究,是遥感信息开发和应用的方面之一,然而,这种全球性的观测研究的意识,在我国迄未建立起来<sup>[9]</sup>。我国国土面积 960 万平方公里仅占全球陆地面积的 1/15,或占全球面积的 5.7% 左右。把极轨卫星的作用局限于覆盖本国范围的概念,是不符合改革,开放的时代要求的。90 年代的〈国际空间年〉计划,〈国际减灾十年〉计划,〈人与生物圈〉计划,〈地圈与生物圈〉计划等等,有力地说明世界各国重视全球环境变化与大气、海洋污染问题,普遍认识到温室效应、二氧化碳、氟氢酸、酸雨的防治,全球是不可分割的整体。我国卫星遥感的工程设计是很先进的,但在指导思想上面向全球的意识至少是不明确的。例如,从系统工程来看,天上能源的充足供应,地面台站的布署,跨国服务公司的建立等都明显地难以与 90 年代的 Landsat, SPOT, MOS 和 JERS 卫星系列相抗衡,也许正是由于技术的局限,我国发射的科学技术实验卫星曾称为“国土卫星”。

空间技术与遥感应有及时为国家的改革、开放政策提供全球的动态信息。例如南极考察,日本为之设置了昭和地面接收站,我国的远洋渔业已涉猎到阿拉斯加和西非海岸,我国的航空、航海已遍及五大洲。70 年代“人家对我们一清二楚,我们对人家一抹黑”的状态,90 年代难道还不能有所改变吗?

卫星遥感对地观测的意义另一方面,体现于对第三世界的支援与服务。70 年代我国援建坦赞铁路和中尼友好公路的时候,英国公司就曾利用卫星和航空遥感来检验我国工程质量。80 年代我国遥感专家已开始为斯里兰卡、马尔代夫等国家调查滩涂资源和海岸开发。近年正在与孟加拉、马来西亚、菲律宾和印度洽谈防洪工程、土地利用等方面的遥感合作。在 1988 年的第三世界科学院会议上,非洲和拉美的科学家评论,中国的遥感技术已经跻身世界先进行列,呼吁加强南-南合作。90 年代我国遥感应用的队伍,是有能力自立于世界民族之林,为第三世界提供更多的服务的。

特别是邻近国家之间的国际合作,我们有责无旁贷的义务,正是难得的机遇,然而也同时面临严峻的挑战和压力。例如南中国海的资源开发与环境监测,涉及国防、石油、航运和渔业等多方面的利益,已有不少国家染指。又如喜马拉雅山区的冰雪水源,涉及到南

亚许多国家的灌溉、防洪、水电与流域开发的共同利益, 而我国在国际合作中居于主导地位, 对于这些国际敏感地区的超前调查研究或前期论证, 卫星与航空遥感都能发挥先锋的作用。中苏边境的一些国际河流, 已经采用我国科学技术实验卫星的资料。为合作梯级开发的谈判, 提供了很有价值的图件和数据。在二滩、三峡、龙滩等大型水电站的前期论证中, 水库淹没损失的遥感调查精度, 曾受到国际合作项目专家组的高度评价。黄河下游、长江中游的洪水灾情遥感监测与预报信息系统, 都开展了国际合作。城市环境遥感与规划管理信息系统, 也受到世界银行的支持和资助。我国遥感应用在国际上已经享有较高的信誉, 具有进入国际市场的竞争能力。

我们面临的挑战是发人深省的。以亚洲而论, 印度和日本都在 90 年代发射资源卫星。日本以其雄厚经济实力, 利用空间技术优势, 为解决对国外资源的需求和本土环境保护的长远目标提供信息保证, 提出日本正进入第二次世界大战后科学、技术和经济发展的第五个历史阶段, 即所谓“全球化”阶段。如果我们只注意到火箭、导弹的威慑力量, 忽视了发展空间技术所必要的经济支柱和社会动力, 可能有一叶障目的危险! 美苏空间技术长期采取封闭形式的道路, 造成技术系统的偏颇和倾斜, 导致在国际空间竞争中的失误。今天两个超级大国放弃星球大战, 把彼此的资金经费和资源捆成一个包裹, 去探测月球和火星的目标, 这是值得密切注意的。

#### 四、遥感信息机理

90 年代的对地观测技术系统的发展, 一方面是不断开发新的遥感信息源, 设计新型遥感器, 提高图像的空间分辨率和获取速度。例如成像光谱仪的涌现, 波段划分越来越细, 已增加了二个数量级。又如成像雷达正向实现多频道、多极化努力, 全天候的、微型化的“全息”遥感仪器, 可能为期不远。另一方面, 由于地理信息系统的进步, 使空间对地观测与地面定位观测融为一体。地面自动观测台站网络持续不断地提供地球物理场的各种观测数据和社会经济统计, 通过信息复合和动态模拟、补偿空间遥感信息的时间局限性, 将大大提高图像识别与专题分析的技术水平。从上述两方面来看, 遥感应用面临着信息来源极大丰富, 与日俱增的新局面。面对着一个巨大的, 多维的对地观测系统, 今后, 遥感应用不再只是依附于单一遥感仪器的自动识别或目视解译, 而是需要综合多种遥感图像或非遥感图像数据的信息处理, 通过旁征博引, 加以综合分析去解决某一专题。国家和社会的需求, 也不再满足于提供粗加工的原始产品或实验样品, 而是要经过智能加工的二次信息, 具备批量生产的能力。也许这才是“商品化”和“实用化”的出路。遥感应用只有由卖方市场转变为买方市场, 形成信息社会的一种行业, 空间应用才有可能从国家投资走向集资。

无庸讳言, 遥感应用和信息系统对于我国当前社会生产力水平和文化素质而言, 都还是超前性的。我们应该承认, 要想适应国情和社会需求, 亟需提高对信息传输与成像规律的认识, 加速技术革新与生产规范化的过程, 设计智能化的专业分析模型。理论研究的深入有利于应用行业的发展, 对遥感应用而言, 已经指日可待。例如航空摄影的全数字化研究, 跨越了传统的制图过程, 直接输入数字库建立数字地形模型 (DTM), 用于多目标的

分析。又如全球定位系统(GPS)的引入,跨越地图投影的转换,直接利用高精度的三维点数据,必将简化几何精纠正的过程。又如扫描分版(色)绘图,有可能沟通遥感图像自动分类与专题制图的许多技术环节,形成遥感—地理信息系统—专题地图制印的新工艺。原理上的突破和思想上的解放,能够带来技术上的飞跃和巨大经济社会效益,在科学发展史上是累见不鲜的。

我国引进的遥感图像数字处理分析系统,大部分还是建立在数理统计分析的基础之上的。而对上述来自多渠道数量浩繁的信息源,显得软弱无力,应接不暇。地物波谱方面曾经做了大量工作,积累了丰富的测试数据,它们应用于遥感器的设计或图像数据处理,也主要是建立统计相关。遥感应应用基础的核心问题,是继续深入研究遥感信息的形成机理和传输过程,由经验上升到原理,不仅知其然而且知其所以然。地球上的全部生命是由绿色植物固定的太阳能来维持,各种生物通过食物链的网络有序地联系起来。生命系统与环境系统(包括光、热、大气、水分和各种化学元素)相互作用,进行物质、能量和信息交换,构成系统的内、外循环和动态平衡。我们必须掌握这些有机群体与环境之间的相互作用的机理和时空分布的规律,才能不失时机地、因地制宜地捕捉和理解其中有效的信息。观测再生资源固然如此,即使对地下矿产资源也不例外。遥感工作者必须掌握成矿规律,不仅通过控矿构造,岩相光谱分析等找矿;还要分析风化壳(或沉积层)和土壤的形成以及植物群落的发生发展过程中对波谱信息传输的增强或衰减的作用。概而言之,对地观测必须建立生态系统的概念。通过信息技术手段去实现资源开发与环境改善的计划。遥感应应用亟须掌握自然界的各种分类体系与概念模型,才有可能从浩瀚烟海的信息源中理出个头绪。

卫星遥感对地观察的对象主要是地球的表层,重点则是地表圈层间的相互作用及其界面的活动。它们由多层次的有序的耗散结构组成系统,根据地球物理场的势能与熵位的变化,形成各级系统内外的物质,能量与信息源。当前遥感应用的科学任务,不仅局限于场的时空分布的静态描述,而要求进一步作出热动力学模型的动态分析与趋势预报。从黑箱系统转换为灰色系统,为人类认识、利用和改造自然,作出应有的贡献。

## 五、遥感信息系统工程

作为空间应用的组成部分,我国遥感技术和应用领域的成就是辉煌的,优势和潜力也是巨大的。唯其如此,它正面临着严峻的挑战,如果放任自流,鼓励“自由竞争”,提倡“商品化”,可能造成部门技术垄断,资料昂贵,工作低级重复,信息不能共享,宁可买外国产品。投资多而效益少,甚至投资愈多,分散愈严重,内耗愈剧烈。如果敢于面对这种挑战,加强计划管理,协调好改革开放与自力更生的关系,端正普及与提高的关系,促进军民一体化,完善应用技术系统,敢于担当起为全国性资源开发,环境保护宏观决策的信息服务,建立起重大自然灾害实时监测与预报运行系统,积极参与全球性的国际合作计划,立足本国、面向世界,卫星遥感的路子就会越走越宽,严峻的挑战就会转化为前进的动力。关键在于能否把全国遥感事业当作一项“信息系统工程”来抓。(附表 I)作为国家空间应用不可缺少的一个分系统,强化全国性的统一规划和管理协调机构的功能,调动全国遥感科技

队伍的积极性,集中力量,捏成拳头,我们寄厚望于应用卫星与卫星应用战略决策和八五规划遥感信息工程计划的落实。

附表 I “遥感信息系统工程”构想

Table I The Conception of “Remote Sensing Information System Engineering”

一、四大应用目标:	二、二大应用技术系统	三、一项应用基础研究
<p>(1) 全国资源环境动态监测与趋势预报 (按财政年度提供全国数据、图件) 重点: 一土地退化与改良     一粮、棉、油基地估产     一草场载畜量     一渔情     一森林更替     一油、气田、金矿开采</p> <p>(2) 重大自然灾害实时监测与预警 (实现全天候监测、远距离图像传输、按日提供灾情变化。) 重点: 一江河洪水灾情     一旱涝(墒情、沼泽化)     一病虫害(松毛虫、蝗虫、血吸虫)     一滑坡、泥石流     一火灾(林、草、城镇)</p> <p>(3) 全球环境变化与跨区域合作 (推动亚太邻近地区开发,支援第三世界,参加国际合作计划。) 重点: 一国际河流域开发(黑龙江、澜沧江、红河)     一南海盆地     一喜马拉雅山区     一全球自然环境变迁     一南极考察、远洋航运与渔业</p> <p>(4) 城市规划与区域开发 (开发航空遥感应用领域,适应地区经济发展与开放。) 重点: 一大型城市环境监测与管理功能     一城市群生态环境评价     一全国城镇体系动态监测     一边远地区经济开发</p>	<p>(1) 遥感卫星应用系统 (以资源卫星应用系统为主体,兼顾气象卫星,海洋卫星综合利用。) 一全国覆盖信息源的保障(形成批量生产能力) 一实时监测与传输的能力(与气象卫星、通讯卫星结合) 一国土资源、环境数据库与地理信息系统的建立(存储、检索与更新) 一专家分析模型与软件系统 一电脑制图与统计</p> <p>(2) 航空遥感实用系统 (结合国家重大项目及工程规划,提供信息服务,组织应用开发的中间试验) 一卫星遥感仪器的测试与检验 一地面实验台站网络的巡回监测 一自然灾害的全天候监测 一国际市场竞争与技术合作</p>	<p>(跟踪国际前沿,建立具有中国特色的科学与技术体系。) 一遥感信息传输机理试验研究(定标及综合试验场) 一卫星遥感仪器研制(成像光谱仪、多极成像雷达) 一专业分析模型及应用软件开发及其智能化(资源评估、灾情预报、作物估产等)</p>

## 参 考 文 献

- [1] 陈述彭,我国遥感信息的开发与利用,中国科学院院刊,47—53,3(1),1988。  
 [2] 生态与发展——关于中国农村长期发展几个问题(人口、资源、环境、粮食)的系统研究,中国科学院国情分析研究课题组,中国科学报等编,1989。  
 [3] 中国自然保护纲要,中国环境科学出版社,1987。  
 [4] 资源卫星应用系统及其智能化,国土资源遥感创刊号,1989。  
 [5] 陈述彭,遥感,现代科学技术简介,73—85,科学出版社,1978。

## Challenge to Satellite Remote Sensing from the New Applications

Cheng Shupeng

*(National Lab. of Resources and Environment Information System; Institute of Remote Sensing Application,  
Chinese Academy of Sciences)*

### Abstract

A relative perfect space technological stereo-system for earth observation has been established in China. Through more than ten years' efforts, the 3 Scientific Technological Experiment Satellite and meteorological satellite FY-1 have been successfully launched. Their ground receiving station of the remote sensing satellites have been also founded and hundreds of image processing systems purchased. Nevertheless, the lack of coverage all over the country and real time satellite information sources still remains as a problem since the urgent needs at present are to survey the dynamic changes of water and land resources; to timely monitor and forecast the heavy natural disasters; to meet the requests of urban planning and regional development; and to carry out international exchange and cooperation to a national extent. The author appeals for taking national remote sensing causes as a systematic information project to fully explore the potentialities of Chinese scientists and technicians and existing instruments, to form an operational system capable of match processing, to perform further improvements to the two application systems both of space-borne and aerial-borne, and finally to make remote sensing information service network shaped. Meanwhile, the basic studies of transmission and mechanism on remote sensing information should be strengthened to improve the utilizing efficiency.