

遥感的某些新发展及我们的对策*

童庆禧

(中国科学院遥感应用研究所)

1989年8月29日收稿

摘 要

九十年代遥感将获得更大发展,一个竞争和合作的局面进一步形成。全球变化将成为遥感的重要目标,微波遥感、成像光谱技术等将是下一代遥感技术的主要代表。针对国际的发展,本文提出了加强国家宏观协调、加强基础研究、加强新技术跟踪以及加强应用的发展对策。

即将来临的九十年代是遥感形成一个独立、完整的技术系统以来的第四个十年。遥感在技术上将有更大突破,应用将进一步深化,它将在人类环境与自然资源的研究中发挥更大的作用。

一、遥感发展的历史进程

六十年代初,遥感技术在原摄影测量及军事侦察的基础上,异军突起,形成了完整的技术体系。这一时期具有代表性的成就就是美国的“双子星座”计划、“阿波罗”计划、“地球资源航空遥感计划”等。具有特殊意义的是在其末期确定了“地球资源卫星”的总体方案、技术设计及应用目标。这为遥感形成全球性的科学技术系统奠定了基础。

七十年代是遥感迅速发展,赢得效益的时代。1972年地球资源技术卫星发射成功是遥感发展的里程碑。遥感有了自己专一的技术系统。这一时期具有标志性的成就是三颗“陆地卫星”及“天空实验室”的发射成功及应用性运行。末期,美国还发射了“热容量制图卫星”(HCMM)和“海洋卫星”,并开展了专题性的红外和微波遥感的试验。

八十年代遥感的重要特征是微波遥感得以加强,多波段遥感获得进一步发展和实用性的应用。美国航天飞机成像雷达的试验,陆地卫星 TM 遥感器的商业性运营,法国 SPOT 卫星的发射等是这个十年中的重要事件。八十年代的另一个特点是群雄崛起。美国虽代表了遥感技术的最高水平,但其地位也面临挑战。SPOT 卫星的发射成功,其高空间分辨力,立体观测能力,加之法国强大的宣传攻势在美国引起了强烈的震动与反思。坚持多波段,充分利用电磁波的各个领域,在不断追求光谱分辨率的条件下兼顾空间分辨率,在此基础上不仅 TM 的地位得以巩固,而且新一代的成像光谱技术正在悄然发展。微波

* 编者注:本文系本刊特约稿件。

遥感在经受 1978 年海洋卫星挫折之后,在航天飞机上实施了 SIR-A, SIR-B 计划,重振旗鼓。

欧洲空间局利用欧洲国家组织起来的优势正加紧推进自己的以微波遥感技术及海洋研究为主体的欧洲遥感卫星(ERS)系统的进程。其第一卫星预计近期将发射入轨。

日本除气象卫星外,还发射了自己的海洋观测卫星(MOS)。它的地球观测卫星(JERS)计划已有实质性的进展,这是一颗以主动微波雷达和新型多波段遥感器为主的卫星。其地质应用是日本卫星的一个突出特征。

苏联在继续保持他们在“联盟”,“礼炮”,“和平”号空间站试验的优势外,1988 年向国际遥感界推出了分辨率为 5 米的航天光谱段摄影照片,引起了世界普遍的关注。

以对地观测和通信为主要目标的印度空间计划,稳步推进。在经过七十年代末,八十年代初期资源观察的初级试验之后,于去年发射了相当于美国第一颗陆地卫星水平的印度资源卫星。

我国在重视航天遥感基础上,发射了二颗回收型国土资源卫星及试验型极轨气象卫星等。并在国家“七五”计划期间着重安排了高空机载遥感实用系统的研究项目。较系统地发展了我国的机载遥感技术系统,为遥感的实用化,并为今后新型航天遥感的发展做了准备。在遥感应用方面,以黄土高原和三江防护林遥感调查为代表的遥感应用工程计划在航天和航空遥感相结合方面,遥感应用分析与地理信息系统相结合方面均有重大进展。

遥感正以前所未有的步伐向前发展。

二、九十年代遥感发展的一个重要趋势

九十年代,遥感将在前面几个十年的基础上有更大的发展,为人类社会创造更大的效益。已掌握空间站技术或往复式航天飞机的美国、苏联和欧洲空间局将继续以空间站或航天飞机为平台实施对地的高效观测。各国计划将在九十年代发射的各类对地观测卫星估计要超过 20 颗以上。九十年代在遥感的发展中一个竞争与合作的局面将进一步形成。

一切凡是有能力发展空间技术的国家都尽力在国际航天俱乐部中占有一席之地,而无论是任何国家在发展航天技术中对地观测总是摆在重要的地位。除了上述国家的空间遥感活动之外,加拿大的雷达卫星计划(RADARSAT),巴西的资源卫星计划也都十分令人瞩目,巴基斯坦也正发展自己的航天事业。发展航天遥感及空间技术主要的是出于包括军事在内的应用的需要,同时也有明显的政治和社会目的。此外,通过空间和遥感技术的发展可以很大程度上提高本国整个科学技术水平,起到带动作用。在空间遥感领域中的激烈竞争也必将更大地促进遥感科学技术的发展。

与此同时,一个空前规模的国际合作也在形成。这一合作体现在技术合作和应用研究(包括基础研究)的合作两个方面。九十年代,各国在技术上的互补和相互依存更为明显。欧空局的整体性将更为提高。加拿大的卫星将由美国发射,印度还将得到苏联的帮助,并与联邦德国合作,巴西已与中国建立了合作关系,日本和欧空局均将以自己的遥感平台和先进遥感器加盟于美国的地球观测系统(EOS)。

在应用方面,由于九十年代的遥感将全球环境与资源的监测和研究作为宏伟目标,而

这一目标的实现绝非一国、一区所能力及的,这需要有世界各国科学家的共同努力。例如:在美国九十年代将执行的 EOS 计划的 14 项研究性设备,3 项运行性系统,24 项仪器研究以及 28 项交叉学科研究中由外国负责承担的就有 15 项,占项目总数的 22%,其中以应用和基础研究为主的 28 项交叉学科研究中,国外科学家负责的项目几乎达到 1/3,这充分显示了国际大协作的趋势。九十年代,新的遥感科技将得到更大的发展,并将导致应用的进一步深化。下面仅就若干方面作一简述:

1. 全球变化的综合性和动态性研究正在深化

遥感从单纯技术发展到一个完整的科学领域,最重要的标志就是研究电磁波辐射与地表物质的相互作用,并将以往对地球各组成要素的研究从分离式的发展到将地球作为一个完整的系统,进行综合的动态研究。由于人类近代生产和社会活动的加剧,随之为自己的生存环境和资源也带来了严重的、有的甚至是不可逆转的影响。因此通过包括遥感在内的现代科学技术来研究全球性的资源与环境,阐明地球各组成要素,如大气圈、水圈、固态圈及生物圈之间的交互作用和变化规律是摆在当今遥感和地球科学工作者面前的严重使命。这一问题受到了国际上的普遍重视。例如:世界空间组织在国际空间年 (ISY) 的计划中将全球变化研究列为重要项目,拟采用遥感及其它空间技术对大气臭氧层及温室效应,土地利用、植被、冰雪、海平面及海洋生产力等变化进行全球性监测;联合国教科文组织也拟定并将执行一项宏大的全球生物圈保护区计划;国际科联将于 1990 年起实施一项为期 10—20 年的“国际地—生物圈计划”(IGBP),旨在从整体角度来研究全球环境变化,预测未来几十年一百年的自然与人为活动所造成的全球变化;苏联和东欧国家联合执行了一项“地生态”研究计划,其中包括景观系统分布及人为影响标志的探讨和人为活动影响下的土地利用、草场等变化以及环境污染监测等。

在诸多国际性的全球系统研究计划中,较系统、全面的要数美国的“地球观测系统”(EOS)计划。通过这个计划美国及其它参加国将在九十年代发射一系列卫星和空间站,运载各种遥感仪器的组合,提供对地球在可见光、短波红外、热红外及微波光谱区所进行的观测,以将地球作为一个完整的系统开展全球性的综合研究。作为 EOS 计划的一个组成部分,欧空局将按计划发射两颗极轨卫星 (EPOP-1/A1 及 EPOP-Z/BZ),日本将发射一颗极轨卫星 (JPOP)。

2. 微波遥感占有明显的地位并得到加强

重视微波遥感,这是九十年代以后遥感发展的特点之一。由于微波遥感的独特优势,即全天候的观测能力以及对海洋表面风、浪的观测,对冰、雪的观测,土壤水分的监测能力等,九十年代的卫星、空间飞行器等以微波遥感为主要内容大为增加。美国除了在 EOS 计划中安排了近 1/5 的微波探测仪器外,与 EOS 计划并行的 SIR-C, SIR-D 计划完全以主动式成像雷达的探测和研究为主;加拿大的雷达卫星将以微波遥感研究极冰来进行导航工作;欧洲空间局除在其第一颗卫星 (ERS-1) 将以微波为主要手段研究海洋外,在其后续卫星计划(AERS)以及 Columbus 空间站计划中均将先进的微波遥感仪器作为主要手段;日本至少将在它的第一颗资源卫星 (JERS-1) 上装载地面分辨率为 18 米

的 L 波段合成孔径星载雷达。根据各国微波遥感计划情况来看,主动式微波遥感器,如侧视雷达、高度计、散射计等与被动式相结合,图像式与非图像式相结合,所用频率或波段覆盖广泛(包括 K、X、C 及 L 等各个波段)。九十年代及九十年代以后是微波遥感的时代,这句话看来并非没有根据。

3. 成像光谱技术的发展将对地学研究产生变革性的影响

遥感的主要目的在于通过信息的获取、处理和分析来回答地球表面有什么?有多少?在什么地方?这就是我们常说的定性、定量和定位研究。在这三位一体的目标中定性是最基本的。要准确鉴别地面物体的性质、进行分类,采用当前航天遥感和常规航空遥感的宽波段遥感器是办不到的,需要发展新一代的窄光谱、超多波段遥感器,以适应遥感新发展的需要。

八十年代遥感技术最重要的新发展之一就是成像光谱技术的兴起。从八十年代初期开始,成像光谱从概念的提出、可行性论证、实施途径的确定、关键技术的研究到技术系统的发展,近十年来取得了重大突破。在成像光谱仪概念形成的初期美国 GER 公司 Collins 和张圣辉的航空光谱研究, A. Goets 的 SMIRR 在哥伦比亚航天飞机上的实验以及喷气推进实验室的实验研究等均发挥了重要作用。1981 年美国 NASA 开始对 JPL 进行了旨在发展高光谱分辨率的图像传感器计划的投资。根据这一计划,第一台航空成像光谱仪(AIS-1)于 1983 年问世。这是一种在 1.2—2.4 微米范围具有 128 个波段的全新遥感仪器。1987 年另一台有 224 个波段更为先进的航空可见光红外成像光谱仪(AVIRIS)也投入了试验飞行。这一计划的后两个阶段一是将于 1991 年研制成一台航天飞机成像光谱实验系统(SISEX)并最终于 1995 年推出 192 波段航天高分辨率成像光谱仪(HIRIS),以加入美国 EOS 计划。与此同时,另一类航空实用型的成像光谱仪也随着应用的需要,特别是地质遥感应用的需要由美国 GER 公司于 1987 年研制成功。它在 0.4—2.5 微米范围具有 64 个通道及实用性的宽视场角($FOV = 90^\circ$)。1989 年由美国斯坦福大学与澳大利亚合作研制出了航空实用型的成像光谱仪,在澳大利亚投入了实验应用飞行,成像光谱仪拥有前所未有的超多波段以及很高的光谱分辨率。用物质的光谱特征来鉴别和区分地面物体时,这种很高的光谱分辨率提供了可能性。使遥感在一些重要的地学领域,如地质、植被、海洋等的应用进入一个崭新的境界。

美国的高分辨率成像光谱仪研究计划所确定的基本目标概括起来主要是更为直接的识别地面的物质。其具体目标如下:

- (1) 根据所探测到的光谱吸收特征直接检测和鉴别岩石、矿物和土壤;
- (2) 检测沿岸水和内陆水中悬移物质和浮游生物状况;
- (3) 根据冰雪中不纯物质的吸收特征估算冰雪的粒度及其污染程度;
- (4) 根据植物的光谱特征研究植被内部的生物化学过程。

三、我们的对策

综上所述,九十年代将是遥感取得更大突破的年代。一方面它将更为实用化,为人类

的生产、社会活动带来更大的效益;另一方面它将科学化,形成一个完整的科学领域,并为今后的进一步发展奠定了基础。

我国的遥感从六十年代起步,七十年代规划,八十年代发展,经历了不平凡的历程。所取得的进展与任何一个学科相比均不逊色,甚至可以说还是我国少数能跻身于世界水平的科技领域之一。但是,如果我们不能抓住九十年代国际发展的大趋势,有效地布署和规划我们的发展,我们则将陷于被动,经过几十年努力缩小的与国际水平的差距还将加大。为此,在九十年代我们应在如下四个方面采取必要的措施。

1. 加强国家宏观的管理与协调

遥感在技术上与航天航空技术紧密联系。其应用对象又是国计民生的重大经济建设和社会发展问题。因此在许多国家遥感的发展计划均由国家统一管理,以很大的集中投入换取更为巨大的分散的和间接的效益。在许多国家都把遥感作为现代信息领域的重要组成部分和现代经济、社会活动中不可缺少的一部分受到各国的高度重视。

在我国遥感也同样受到国家和有关部门的高度重视,但是由于在组织管理方面显得分散,虽然国家和部门在几个五年计划期间对遥感有相当大的投入却因此而影响了它的产出或效益的充分发挥。为了发挥我国社会主义制度的优越性,必须克服分散,加强管理,统一协调。这是我国遥感得到更大发展,取得更大效益的重要措施。

2. 加强基础研究

成像光谱技术的最终目的是不通过或少通过地面实况来直接鉴别物体,而通过地表物质与电磁波相互作用产生的吸收、反射及辐射的细微特征,改变识别流程及提高识别和分类精度,这将是一个突破性的进展也是现代遥感的发展方向之一。为实现这一方向性的突破,必须加强对遥感的基础研究,特别是对各种物质与电磁波相互作用及超多波段遥感图像成像机理的深入研究,同时还要有关于大气介质对辐射传输规律的了解和光谱识别模式、处理、分析算法的研究等。

3. 特别要加强对新技术的跟踪

技术是遥感发展的先导。历史上每一次技术的突破都相应地引起应用的深化与发展。八十年代以来,我国在遥感仪器的研制方面取得了长足的进展,在电磁波的各个领域里遥感器基本上填平补齐。但是在一些关键技术方面我们与国际先进水平仍有不小的差距,例如在合成孔径侧视雷达的实时成像和显示方面,固态式成像光谱仪的关键阵列器件方面,在高速率数据的记录和传输方面,在遥感图像处理系统,特别是高速度、大容量图像处理方面等均需适当布署一定力量进行高技术跟踪。以红外材料阵列器件为例,虽然目前我国已能研制多元的碲镉汞材料的线列探测器,但碲镉汞材料的面阵器件尚待大力开发,而美国 1983 年已研制了 64×64 元的红外探测器,并将 32×32 元的面阵器件用于航空成像光谱的试验上。又如美国目前已解决了 AVIRIS 成像光谱仪 224 个波段的 NASA ER-2 型高空飞机上的记录问题。而我们虽然近期可能完成 71 波段的航空成像光谱仪的研制,但尚需下大力气以解决它在全部波段的 28 Mbits/秒数据速率的信息记录

问题。

4. 要在应用中检验遥感的效益

应用即是遥感发展的出发点也是它的归宿。我国的经济和社会发展给遥感的应用提出了一系列的重大问题,如在国家级的基础上调查与监测我国的自然资源,了解其动态变化,以服务于国家的宏观决策;此外,重大的自然灾害也需要采用遥感技术进行快速、实时的监测与评价,为国家的防灾救灾提供科学依据和辅助决策。要全面开展上述问题的研究,重要的是要坚持不懈地加强遥感应用,在应用中提高水平,检验遥感的作用与能力。国家要加强对重大应用项目的组织和协调,集中力量协同攻关。作为一项对国家经济和社会发展有重要作用的遥感应九十年代国家的科技发展计划中有自己的地位,使七十年代、八十年代以来我国在遥感发展中所取得的成果得以扩展和延伸,在国家社会主义建设事业中发挥更大的作用和效益。

遥感的发展涉及到现代科学技术的许多方面,本文仅就遥感本身的一些新的发展趋势提出初浅的看法。许多重要问题,如遥感信息的处理、地理信息系统的发展,遥感信息定位及制图以及遥感应用的诸多领域均未涉及。其片面性是显而易见的。但就本文所提出的问题如能引起遥感界同行们的注意与共鸣则是笔者所期待的。

Some New Development of Remote Sensing and Our Policy

Tong Qingxi

(Institute of Remote Sensing Application, Academia Sinica)

Abstract

In the 90th decade the remote sensing will be developing even more rapidly. A situation of competition and cooperation in international aspect will be taking shape. The global change will be a undoubted target while the microwave remote sensing and the imaging spectrometer will be the representatives of the next generation of remote sensing techniques. In accordance with the world trend, in this paper the basic policy for development of remote sensing is discussed to strengthen the macroscopic coordination, the basic research, the development of new technology and the applications.