

地学的探索

第三卷

遥感应用

陈述彭 著



科学出版社

地 学 的 探 索

第 三 卷

遥 感 应 用

陈述彭 著

科 学 出 版 社

1 9 9 0

内 容 简 介

本卷收入有关遥感应用方面的论著共 26 篇,反映了作者为我国遥感事业的发展,在各个阶段所作的工作。其中包括有,作者在 60 年代初倡导航空像片综合利用,开创系列制图实验的学术论著;70 年代为推进新兴的遥感技术在我国的发展,及探讨遥感应用于我国的适应性和可行性所作的宣传普及方面的论说;80 年代组织航空遥感实验、开展地学分析,以及有关进行全球性遥感研究和建立卫星应用系统方面的专题和综合论述。

本书可供地质、地理、环境等方面的地学科学研究部门,农、林、水利等方面的生产应用部门的科研和管理工作者以及有关大专院校师生参考。

地 学 的 探 索

第 三 卷

遥 感 应 用

陈述彭 著

责任编辑 姚岁寒 励惠国

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100707

上海中华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经销

*

1990 年 7 月 第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1990 年 7 月第一次印刷 印张: 11.5

印数: 0001—2,000 字数: 272,600

ISBN 7-03-001979-2/p·380

定价 8.00 元

自序

从地球科学的时间和空间尺度来看，一个人的生命活动几乎是可以忽略不计的。人类认识自己居住的星球，经历过一代又一代的努力，前仆后继，正在加速地前进之中。我们的祖先大致搞清楚海陆的轮廓，花费了1,000多年；地理探险和地形测量覆盖大陆面积的30%，大约又花费了300年。航空摄影测绘陆地面积的70%，只用了50年左右。而现在，遥感卫星每天都在采集全球的图像和数据。古代地理探险家奉献出他们的一生，无非是记述未经发现的一片又一片的处女地，减少地球科学上的一些空白。当代地球科学研究的目标，则致力于探索这个星球的奥秘和规律。沧海桑田，人生蜉游，“大作小观小亦大，无为有处有还无”。学海无涯，300年来人类对自然的理解本来就不过沧海一粟；几十年的岁月，个人所涉猎的学问就更加微不足道了。

不过，雪泥鸿爪，留下的究竟是历史的踪迹。好心的图书馆员，曾经把缩微的书本封存在地下室的钢球里，想把文化遗留给后人；多情的宇航专家，用磁带记录人类的语言和歌声，去沟通外星文明。他们所企望和梦想的，无非是想超越时间和空间的局限，着眼于未来的交流。地学工作者们，从观察一堆砾石的擦痕和磨圆度，可以探讨河流发育或冰川活动；从分析一组树木的年轮，可以追溯古气候的旱涝和变迁。从时代看人生，从人生度时势。尽管记录的只是个人学习、成长和工作的平凡过程，其中多少隐含着历史继承与发展的烙印；反映出时代进步的轨迹。作为地学研究队伍中行伍出身的普通一兵，在坎坷崎岖的科学生涯中，酸甜苦辣，成败得失，对于年轻的读者，也许是耐人寻味的故事，对于未来的同行也许在觉得幼稚可笑之后，还能从中窥见半个世纪以来我国地球科学发展的一斑。

我早年从事科学的探索，不能说是“历史的误会”，也不是意外的机遇。原不曾有过可以自豪的远大抱负，也没有什么值得沾沾自喜的业绩。从小兴趣泛滥，好奇争胜。也许只是在报考湖南省立长沙高级中学的时候，无意中全部用地图应答的那份地理考卷，再加上一年级刊登在校刊上的那篇《南岳记游》，受到过校长的青睐，就成了引导我献身地学的第一个无声的信号。

“问渠那得清如许，为有源头活水来。”注定命运的关键时刻，则是抗战时期的流亡大学。1937年我以同等学历考进浙江大学。竺可桢先生任校长，地学方面的教授阵营盛极一时。教授们系统地讲授地学基础知识，严格地给予

野外基本功训练,把我们一大批同学引到了地球科学的殿堂。当时,我们就象闯进了广西、贵州的那些喀斯特洞穴,感到光怪陆离,目不暇接。同学们毕业之后,分道扬镳,多有建树;我则被留在学校,当了八年助教和研究生,在老师们的指引和督促下,蹒跚学步,从此开始了探索地学的生涯。

新中国诞生不久,成立中国科学院,筹建地理研究所,我不仅有幸继续接受竺可桢、黄秉维教授的教诲,还得到曾世英、方俊先生的指导,作为他们的助手,参加全国自然区划、黄河流域规划,开展地图学的研究,编制国家大地图集。十年浩劫之后,面对又被拉大了的我国与世界先进水平的差距,深感地球科学要想奋起直追,亟须引进现代科学方法和技术手段。在院所领导下,得到一批又一批有志青年同志的支持,先后筹建航空像片综合利用研究室,组织研制自动化制图系列设备,引进美国陆地卫星遥感图像,分设地理研究所二部,组建遥感应用研究所,成立资源与环境信息系统国家重点实验室。这些科学组织工作的目的,主要是致力于提高地学研究中定位、定量、定性的精度和系统分析的能力,探索地学走向现代化的道路。

四卷文集的选择,大体上是按学科划分的,保持了各学科的独特体系,同时也基本上反映了个人从事地球科学探索的不同历史阶段,反映了时代背景的差别。

30至40年代,是我接受地学启蒙教育的时期。在抗日战争的烽火岁月里,过着流亡大学的艰苦生活。但是,学术空气却是那么浓郁!教授们执着地讲授他们的经典的地学知识,学生则如饥似渴地接受观察自然的基本功的训练。涂长望教授的大气物理、气象观测和天气预报;叶良辅教授的历史地质和岩石矿物分析;任美铎教授的地形发育旋回和经济地理区位理论;谭其骧教授的沿革地理;张其昀教授的地缘政治;……,五彩缤纷,绚丽夺目,从天上到地下,从自然到人文,古往今来,南北东西,向我们展示出地球科学的大千世界,诱导我们专心致志去钻研,忘我地去探索,“天高任鸟飞,海阔凭鱼跃”,从而树立起地球科学大有可为的信念。

50至60年代,新中国社会主义建设的需求,让我有机会参加国家科技规划中的一些重大项目,工作中有幸与地学界与生物学界的许多耆硕、前辈经常接触,有时还和苏联专家一起考察和讨论,他们实事求是的科学态度和一丝不苟的治学方法,使我获益不浅!特别是看到了打破学科之间的门户偏见,克服固步自封的技术观点的好处。认识到以地图作为许多学科共同的信息载体,很可能有助于地学研究中定位、量化的加强和综合分析能力的提高;从而致力于景观地图的研究与综合地图集的设计,探索普通地理图的综合指标与模拟方法,努力开拓地图学的研究领域和服务范围。即使在十年浩劫、万马齐喑

的年月里,地图仍然显示它顽强的生命力,并逐步成为喜闻乐见的地球科学成果的表达方式。

70至80年代,地球科学面临航空与航天技术发达的新时代。早在60年代初,我国已经着手开展航空像片的综合利用与系列制图,探索手扶跟踪与光机扫描应用于地图量测的可行性,起步略先于国际同行。1972年,中国科学院五所两厂联合研制自动化制图系列设备,自力更生,揭开我国电脑制图的序幕;1975年,地理研究所率先引进美国资源卫星影像;1972、1977年先后组团考察墨西哥和英国、瑞典的遥感进展。1978年起,中国科学院先后组织哈密、腾冲、天津、二滩等航空遥感试验,并组建遥感应用研究所。地学、生物学界的许多中青年科学家,热情地加入探索遥感技术与应用的行列,并以他们的专业知识和科学储备,大大丰富和提高了遥感技术和应用的水平,加速了地学的技术革新与进步,把我国遥感技术和应用,一步一步地推向高潮。

90年代的地球科学,面临信息时代的机遇和挑战。卫星遥感提供了全球监测的动态信息,为研究人口、资源、环境的全球变化,创造了空前的有利条件,有了把地球作为一个行星系统来研究的可能。由于电脑和数据库的引入,对于地球非常复杂的多圈层的结构和它的物质、能量与信息的转化和内部、外部的循环,也有可能进行动力学的分析和数据模拟。无论城市发展、资源开发还是环境保护问题的宏观对策与工程规划,无不需空间型的(地理)信息系统和智能化的专家系统来支持。为此,资源与环境信息系统国家重点实验室应运而生,开展探索全球数据库的设计,国家资源与环境信息系统的规范化和标准化研究,探索地理信息系统在水土流失、生态环境、城镇体系与江河灾情……等各方面应用的可行性。地理信息系统方兴未艾,来日方长。对于地学研究引进系统论、信息论与控制论的科学思维方法,对于提高地学工程的社会效益和经济效益,必将产生极其深远而积极的影响。

海滩总是这样壮丽,每个细心的人都可以撷掇到几枚心爱的贝壳;山路总是如此坎坷,每攀登上一步台阶又可以领略更加开阔的视野。自然界是无比慷慨的,人民给予我的机遇也是千载难逢的。然而,由于知识的局限,主观的失误,自己对于地学的收获和奉献却是如此之少,心里总是感到惭愧和不安。在50年的地学生涯中,虽然偶尔也分享到一些表扬或奖励的喜悦,但受到批评或批判的痛苦的时候要得多得多,这是符合实际的,心安理得的。“不要人夸赤色好,只留清气满乾坤”。所以仍然百折不回,坚持不懈,兢兢业业地继续在探索地学的现代化的道路上。

科学事业的梯队象一支永远前进的雁阵。或许是出于信念和本能,或许是一种职业习惯或默契。前辈师友曾经带领我们学会飞翔,呕尽他们的心血,分享他们的余荫,自己也就感受到了历史的使命,勇敢地去探索,最大限度地

减少对年轻一代的压力和阻力。直到自己精疲力竭,再退到阵列的后面,尾随着大伙儿继续前进。“春蚕到死丝方尽,蜡炬成灰泪始干”,光明和希望寄托于青年和未来。

我非常感谢科学出版社从我的400多篇论述中,选辑《地学的探索》这部四卷文集:第一卷地理学;第二卷地图学;第三卷遥感应用;第四卷地理信息系统。姚岁寒、励惠国同志花费了许多宝贵的时间,协同我的弟弟述武和子侄们整理旧稿,校勘图文,尽量把一些能够反映当时研究计划、实验工程或专著作品的原始设计思想或科学结论的篇章挑选出来,其中大约三分之一是未曾问世的手稿。真实地保存初稿的原貌,也没有必要重复专著内容或地图作品的全部。“纸上得来终觉浅,绝知此事要躬行”。其中的一些观点,想法是否切合实际,真有道理,正反两方面教训如何适应时代,摒弃糟粕。年逾古稀,逾越代沟已是力不从心,只能期待历史无情的检验,读者公正的裁决。三人行必有吾师焉;朝闻道,夕死可矣!衷心欢迎对文集的批评和指教。抛砖引玉,竭诚欢迎我的老师和地学界的前辈继续指教,特别是要向中青年的同志学习。争取自己知识老化和记忆衰退的速度稍为减缓一点,能够继续尾随在梯队的后面,翱翔得更高一些,更远一些,欣赏那地球在不息地自转和公转着。

陈述武

1989年9月于北京

目 录

自序	i
遥感	1
墨西哥遥感、航空勘测与地理学研究的进展	8
遥感在农业科学技术中的应用	20
遥感技术的军事应用	33
测绘科学与遥感技术	42
地震现象的遥感和预测	44
京津唐地区断裂构造卫星影像初步分析	48
英国、瑞典的遥感应用	54
海南岛热带航空像片分析与农业制图的探索	67
海南岛富铁找矿遥感方法的初步实验	81
资源遥感与航空像片系列成图	89
腾冲航空遥感试验	96
附:《航空遥感图集(腾冲试验区)》序言	100
我国西南部亚热带山区的遥感研究	102
协作攻关,多方受益	110
《徐霞客游记》在怒江、腾冲地区的实地验证	113
自然环境变迁的遥感监测与预报	124
城市环境遥感的开端	130
《天津市环境质量图集》序	136
开发遥感动态信息,为建设决策服务	138
卫星遥感的地学分析与验证	142
《陆地卫星影像中国地学分析图集》前言	150
附:图组提要	151
关于推广、应用和准备发射资源卫星的建议	154
扩大实验卫星像片应用领域的商榷	160
我国遥感信息的开发与应用	162
航天遥感对地球的宏观分析	169
《遥感信息》发刊词	175

遥 感*

在现代空间科学和计算技术飞跃发展的今天,地球表面再没有什么地方可以称为神秘的“奥区”了。不管是层云密布的白昼,还是伸手不见五指的黑夜;无论是人迹难以达到的热带森林,还是渺无人烟的浩瀚戈壁;不论是地面上的种种自然资源,还是茫茫无际的海洋和瞬息万变的大气,……在新兴的探测技术面前,都将原形毕露,一览无遗。我们将要介绍的遥感技术就是这样一种技术。

一、遥感技术的特点

“遥感”,顾名思义,就是从遥远的地方去感觉运动着的物质的影像。它借助于专门的光学、电子学和电子光学探测仪器,把遥远的物体所辐射(或反射)的电磁波信号接收记录下来,再经过加工处理,变成人眼可以直接识别的图像,从而揭示出所探测物体的性质及其变化规律。

实验证明,任何物质,只要它的温度在 -273°C (亦即绝对温度零度)以上,都会辐射和反射包括各种波长的电磁波,如紫外线、可见光、红外线和微波等等。人的眼睛或普通的照相机,只能感受可见光波谱段的电磁波,而对同一物体辐射和反射的比可见光波长更短的或更长的波谱段的电磁波,人的眼睛和普通相机是无能为力的。但探测仪器却可以感受到它们,并能把感受到的这些电磁波的强弱及分布记录下来,经过电子计算机的加工整理,同样可以再现出这些物体的原形。遥感技术正是从这一点出发,通过多种遥感仪器,得以实现对各种物体进行探测和识别。例如,晴朗的白天,可以用光学照相机拍摄地面景物;若天空被厚云层覆盖,或者没有光照的夜晚,光学照相机就一筹莫展了。但是,微波可以穿透云层,具有不受大气和昼夜影响的特点,因而只要改用微波遥感器,同样可以探测到地面的同一目标。

遥感是60年代蓬勃发展起来的一门综合性的探测技术。在30年代航空摄影和判读的基础上,随着空间科学、电子计算技术和环境科学的发展,遥感技术产生了质的飞跃。它为勘测自然资源、监视环境动态变化、侦察军事工程部署等,提供了一种新的技术手段。它的主要特点,可以概括为四个字:“遥”、“感”、“快”、“广”。

“遥”,就是高瞻远瞩,当以飞机为主要运载工具的航空遥感,发展到以人造卫星为运载工具的航天遥感时,人们能从一个更新的高度——宇宙空间来观测地球。人造卫星的轨道高度一般为1000公里左右。地球资源卫星一幅影像,它所覆盖的地面面积可达34000平方公里(约185公里见方,大小相当于一个海南岛)。气象卫星甚至可以把半个地球全拍在一张照片上。

* 本文刊载于《现代科学技术简介》,科学出版社,1978年2月。

“感”，就是利用现代化的仪器，使人们不断超越肉眼能感受的可见光波段的限制。这不仅延伸了人的感官，而且开扩了人们的眼界，把以往看不到的物体，凭借这些专门仪器，变得了如指掌了。

“快”，过去要实地测量一个地区的农田或地形，少则几年、十几年，多则几十年。改用航空摄影，对大城市一般每1—2年就可重复测量一次，而对农田、森林，则5—7年才能重复一次。如果用地球资源卫星，每18天就可覆盖全地球一遍，每星期就能拍摄和积累地面景象近1万张。利用遥感，不仅能及时反映现象，还可用来对比分析环境的动态变化，因为快，就可以赢得预测、预报的时间。

“广”，遥感技术的进步，一是广泛地吸收材料、能源、激光、全息等新技术方面的成就；二是涉及的学科广，它涉及到空间物理、大气物理、地理环境、生态系统等方面的基础研究领域；同时，由于空间科学和遥感技术的发展，反过来又推动着天文学、地学、环境科学及生物学科的进步。

由于遥感技术有这些特点，因此它的应用范围相当广泛。这门综合性应用技术的发展，反映出一个国家空间科学的进展、计算技术的水平、地球科学的理论储备，以及对环境动态监测与预报的能力。

现代遥感技术系统主要包括：运载工具、遥感仪器、图像处理及分析应用等四个组成部分；另外，一些基础理论的研究和基本资料的整理也是很重要的一个方面。下面分别对此作一简要介绍。

二、遥感技术系统

现代遥感技术是一个布置在从地面到高空的观测系统，主要运载工具有飞机、气球、火箭、人造卫星等，还包括地面的观测台站网。它们夜以继日，源源不断地向人们提供丰富的科学数据和动态情报。

1. 航空遥感

半个世纪以来，航空摄影应用广泛，为环境遥感积累了大量的历史档案资料。直到今天，航空摄影仍然是遥感技术系统中的一个重要组成部分。欧洲国家装备有30多种不同型号的遥感飞机，有时还使用探空火箭和气球，上面装有航空多光谱照相机、红外或多光谱扫描仪、侧视雷达等等探测仪器。它与地球资源卫星进行同步观测，或对局部地区补充详细的航空遥感资料，有时也单独进行工作。航空遥感已广泛应用于土地、森林资源勘测、找矿、找水、捕捞及海水、污染监测等生产部门中。

2. 航天遥感

60年代以来，由于空间科学的进展，遥感技术飞跃到崭新的阶段。一般遥感飞机的飞行高度在10公里左右，一张航空照片覆盖的地面只有10—30公里见方，勘测一遍祖国大地需要50—100万张照片和几年的时间。人造卫星轨道高度近1000公里，一幅卫星像片覆盖地面约为185公里见方，绕遍地球仅用18天，从而显出了它的无可比拟的优越性。美国1972和1975年先后发射了两颗地球资源技术卫星，1978年将发射第三颗。欧洲空

间局也计划在1980年发射天空实验室,1983年发射欧洲地球资源卫星。航天遥感仪器必须做到微型化、寿命长、分辨率高,才能保证它的实用性、精确性和经济性。

此外,地面遥感遥测也是遥感技术系统不可缺少的一部分。例如,各地海洋、气象、水文、地震台站的自动观测系统,不断向地球资源卫星上的数据收集系统发射信号,通过卫星中继传输到中心接收站,大大缩短了信息处理和分析的过程,赢得了预报的时间。又如,在地面站利用激光雷达、声达,以及同步立体摄影监测大气的污染;利用多普勒雷达阵列监测台风、暴雨和晴空湍流的变化,用来配合气象卫星云图的分析,进行气候资源、气候变化、旱涝预报的研究,效果也是很显著的。

三、遥感手段

遥感技术之所以能探测到地面上的各种物体,首先由于各种探测仪器的进步。过去用光学仪器(如望远镜、照相机等)只能感受可见光(波段为0.38—0.75微米)。现在,借助于各种探测仪器,已能逐渐感受到比可见光更短的紫外波段(0.28—0.38微米)和伽玛射线,也可以感受到比可见光更长的红外波段(约0.78—1000微米)和微波(0.1—100厘米)等。目前,美国已经研制了16—18种探测仪器,欧洲常用的也有9种,还不断地向多波段、高分辨率、微型化方向努力,设计研制更多的新型探测仪器。

根据探测仪器工作的波长范围,可以把它分成为几个主要的工作系统。

1. 可见光遥感

它是最常用的一种。主要仪器有全景航空摄影机、多光谱相机和彩色合成仪、摄影测量相机和自动立体测图仪等系列。例如多光谱相机,它有好几个镜头,分工负责摄取同一个目标的不同波段(红、绿、蓝……)光线的像片,它一次可以同步摄取4个、6个或9个波谱段的像片。然后,根据需要,把这些像片中的2个或3个,组合成另一张像片,得到一张所谓假彩色合成像片(它不是全部自然光线的自然合成,而是人为地选取几组波段的光来合成的,故称为假彩色合成);再通过色度、密度的数值分析与分类或分级,可以得到不同的结果。比如,选取其中的2组或3组进行假彩色合成,去掉其它因素的干扰,可以得到地面森林的像片;选取另3组合成,又可能得到另一张地质构造的图像;若另选2组合成,可能又得到森林下面土壤层的图像,等等。因此,通过多光谱相机一次拍摄的像片,进行不同组合的假彩色合成和分析处理后,可以得到各种不同自然资源的图像。摄影测量相机具有较高的几何精度和空间分辨率,通过立体量测,可以进行定位、定量分析与制图。这类相机无论装备在遥感飞机或是回收的人造地球卫星上,都可得到比较精确的图像。

2. 红外遥感

它主要用于探测物体的红外辐射能量,分别以目标的辐射温度或热图像方式显示,其最大优点是可以在夜间工作,主要仪器有单通道的红外辐射计、红外热图像仪、多通道的红外扫描仪。把红外和可见光划分为4, 9, 13以至24个通道的,称为多光谱扫描仪,它是一种很重要的探测仪器。

所谓扫描,就像我们看书一样,从左到右一个字一个字地读完第一行后,再转到第

二行、第三行、……，要不了几分钟就可以读完一面。电视机就是根据这个道理研制成功的，不过它扫描的速度要快得多，每秒钟可扫描 50 多帧图像。扫描仪也一样，但它所探测的地面目标要大得多。我们可以把物体的影像粗略地看成是由一个个深浅不同的点子，密密麻麻、行列整齐地组成的，这些点被称为像元。物体表面的形状、粗糙度或温度高低不同，各点所辐射(或反射)出的包括各种波长的电磁波的强弱也不同。扫描仪从左到右，一行一行扫描时，把物体各点的电磁波信息强弱记录下来，经过光电转换仪器记录到磁带上。所谓多光谱扫描，就是通过扫描分光装置，把各个波谱段的电磁波，在扫描的同时分别记录下来，从而获取大量的数据。经过电子计算机组合、分析、整理、自动描图，就可复制出地面目标的各种图像。美国两颗地球资源卫星都安装了四波段的扫描仪。目前世界各国广泛利用的就是这种扫描仪提供的磁带或粗加工后的图像。美国准备在第三颗卫星上增加第五个波段。在欧洲空间局计划发射的地球资源卫星上，考虑安装两组多光谱扫描仪，一组地面分辨率较低，约为 70—100 米(即可分辨出 70—100 米大小的景物)；另一组地面分辨率较高，拟提高到 20 米。

3. 微波遥感

它通过接收地面物体发射的微波辐射能量，或仪器本身发出的电磁波束的回波，对物体进行探测鉴别。它不仅具有夜以继日全天候的工作能力，而且对云层、地表植被、松散沙层和冻结的冰雪也有一定穿透能力。它是揭露热带雨林和极地冰盖下地貌及其基底构造的重要手段。其主要仪器可分为两大类：一类是无源的遥感器，如微波辐射计，这些设备与光学照相机和红外探测器一样，其本身没有电磁波发射源，它们只接收目标所辐射和反射的电磁微波；另一类是有源的遥感器，如雷达、散射计、高度计等，其设备本身可以发出电磁波，由于所获得的回波与日照的变化无关，因而比较稳定清晰，比较容易判读和识别。在资源勘察与环境监测中，以侧视雷达最为重要。侧视雷达的视野与光学照相不同，它不是探测机身下边的地区，而是用来探测飞机机身一侧或两侧的地带。目前，国际上已有多种航空侧视雷达投产应用。同时，还在研制一种星载的、聚焦合成孔径的侧视雷达，预计在 690 公里的轨道高度上，它的地面分辨率仍可达到 4 米以上。

此外，还有许多感受其它波段的遥感仪器，例如：探空用的紫外辐射仪、探测海底用的伽玛射线仪、探测海深的声纳、探测大气的声达和激光雷达、探测地球深部的地震仪和地磁仪，有时也被用来作为遥感仪器或配合遥感仪器使用。

四、遥感图像处理

各种遥感仪器接收的环境信息，通常采用三种记录方式：胶片图像、磁带和数字显示。通过多种形式的校正、变换、分解、组合等处理过程，最终总是要求为用户提供便于直接阅读的像片或地图。因此，遥感图像和数据处理是遥感技术的一个重要环节。

1. 图像数据库

航空遥感，特别是航天遥感所回收的胶卷或磁带数量很大。美国已积累地球资源卫星像片 100 万张以上，近 30 年来积累的航空遥感档案资料也很多，都需要有一种高度自

动化的管理和检索系统。从地球资源卫星馈送到地面接收站的扫描图像或数据信息, 积累得更快。卫星每 18 天能重复覆盖扫描地球一遍, 每星期获取近万张照片; 还有从中继数据收集系统获得的各种地面观察数据、甚高分辨率气象卫星云图和静止气象卫星的数据等等。如果没有高速度、大容量的计算机网络进行数据处理和存储、检索, 是很难充分地及时地加以利用的。不少国家已经建立了这样的技术系统: 只要用户用电话通知遥感应用中心, 就可以从数据库中提取指定地区的遥感资料, 并在自己的电视屏幕上显示出来。

2. 图像数字处理

遥感图像必须经过加工和处理才有用, 包括图像信息的几何校正与光学辐射误差校正; 模糊图像的复原; 图像信息的压缩存储与傅里叶纠正, 以及图像数据的自动识别、自动分类与自动制图等。图像数字处理系统主要以数字处理计算机为中心, 并辅以其输入设备(如胶片扫描数字化器、飞点扫描器等)、输出设备(如胶片成像机、数控绘图机、自动彩色喷笔等), 以及人机联系所必需的彩色电视监视器、动态存储器及字符显示器等。美国的遥感图像数字处理设备相当庞大, 但处理一幅地球资源卫星像片还需要 8 个小时。欧洲倾向于采用小型计算机组, 以高速通道与计算中心相连接, 由小型机分担管理输出、输入设备; 而图像的滤波、增强、自动分类、磁带变换等则由大型计算机处理, 效率较高。

3. 图像光学分析

借助于各种光学仪器设备, 例如用微密度计、色差仪等可以量测图像的密度、色度和亮度; 用判读仪可以立体观察图像的结构、形状、大小等几何特征; 通过对多光谱图像的加色或减色合成、边界增强或密度分级, 可以从遥感图像中筛选出特定的有效信息, 从而分析出所需要的图像。这是目前比较通用的判读方法。另外, 还设计了利用偏光、激光、或全息技术的专用设备, 如线性形迹分析仪、全景图像纠正仪等, 使图像变得更加清晰。

五、环境遥感的基础研究

遥感技术虽然也用来探测其他星球, 或被用于导航, 但最主要的还是以地球作为自己的研究对象, 并应用于资源勘查、环境动态监测与军事侦察方面, 通常称为环境遥感。要探测、研究地球和应用发展环境遥感, 大量地面观测和基础研究工作都是必不可少的。

1. 环境信息

各种遥感仪器所感受的信号, 主要来自错综复杂的地球表面。地球表面的各种物体, 在不同的电磁波段, 反射率各不相同(如冰和雪则很高, 植被和水则比较低)。遥感仪器所感受的能量, 实际上是一种合成辐射, 包括来自太阳的辐射能, 地球和大气层放射的能量, 以及地表、大气对太阳辐射的反射能量的总和; 因而它受地区、季节、太阳高度角等种种环境条件的影响而发生变化。这些有关环境信息的时间、空间上的分布规律, 是发展和应用遥感技术的不可缺少的基础研究工作。例如, 在设计研制遥感仪器时要选择和划分波段; 在图像处理时要确定自动识别与自动分类的指标; 在判读分析时要研究彩色增强与彩色合成的排列组合, 这些都需要以此为依据。

2. 波谱特性

不同的物质, 它们的波谱特性是不同的, 即它们辐射和反射的特性是各不相同的。要进行遥感, 必须对每一种地面物体辐射和反射的波谱特性有比较清楚的了解。否则, 即使传感器获得大量的图像或其它信息, 也无法进行对比、判读和识别。

在自然环境条件下, 利用光谱辐射仪, 可以测定地质、土壤、植被、水体等每一种地面物体的辐射和反射波谱。如对植被、作物主要观测可见光到近红外波段 (0.35—1.4 微米) 的波谱; 岩石、矿物则需要观测可见光到远红外波段 (0.35—2.5 微米) 的波谱。把记录到的各波段的波谱, 通过数字显示或画出曲线, 与实验室内积累的各种波谱分析、胶片的微密度测量数据作对比, 从而分析出各种物体的成分、结构与波谱特性的内在联系。美国地质学协会编录了近 2000 种岩石和矿物的波谱特性曲线, 应用于遥感找矿的色谱异常自动分析方法的可靠性达到 78%。在英国, 侧视雷达可以识别 9 种作物; 在瑞典, 地球资源卫星磁带记录的多光谱图像可以自动划分 29 种森林、植被类型。

3. 地面校准

通过航空遥感实验和地面实况勘测, 详细研究一些典型地区的环境背景条件; 利用航空光谱辐射计与地球资源卫星进行大面积的同步观测实验, 为遥感图像的纠正与数据处理, 提供了几何校准与辐射校准的依据。美国选择沙漠、盐湖、沼泽、海滩等平坦地区, 设置了 35 个地面校准站, 276 个地面实况观测点, 测量了近 2000 个经纬点, 为发射地球资源卫星积累了 8 年的数据。欧洲各国为分析利用地球资源技术卫星资料, 也组织了 46 次地面实况的航空遥感实验, 分析了 57 种地物在 4 个波段卫星图像上的反映。

4. 大气传输

包围着地球的大气圈, 像一层薄薄的面纱, 笼罩着茫茫的大地, 它影响和干扰电磁波的辐射、反射和散射。研究大气传输的规律, 一方面是为了克服大气传输的消极作用, 寻找比较透明的“窗口”, 以探测地面信息; 而且在图像处理中, 还用它来排除大气的影响。另一方面, 则利用大气传输中的矛盾, 来探测和认识大气层的本身, 这对促进大气物理及气象学的研究也有一定的价值。

六、遥感技术的应用

遥感技术的应用是多方面的。除了军事侦察而外, 还广泛应用到农业、林业、地质、地理、海洋、水文以及环境保护等 40 多个领域。通过对遥感图像和数据的综合利用, 及时地向国防和国民经济建设部门提供了急需的图件和数据, 使人们更全面地认识一些自然界的规律, 获得驾驭自然的更大的自由。

1. 资源遥感

航空遥感, 特别是航天遥感的发展, 对地面大范围的勘测、找矿、找水; 对加速荒地、森林、水利和地热资源的调查; 对监视农作物长势、病虫害, 河、湖、海洋污染及森林草场火灾

蔓延;对河床演变、海岸变化、沿岸沉积物流动、海水运动、洋流以及洪水泛滥等的动态变化的监测都有很好的应用效果。利用遥感技术勘测地球资源成本低、进度快,有利于克服见树不成林的盲目性,同时也有助于克服自然界恶劣环境条件的限制。例如:应用侧视雷达,在印度尼西亚、南非等地揭露出热带雨林覆盖下的油气田和铀、铜矿床;应用红外扫描,查明了地中海沿岸和太平洋海岛附近浅海中的淡水,解决了沿岸城镇的供水问题,还发现了南极冰天雪地中的地热和温泉;应用多光谱摄影,已为伊朗和埃塞俄比亚制订农业自然区划、勘测荒地及找寻水源作出了贡献;在英国和瑞典,应用土地利用和森林资源的自动化制图,很快摸清了国家土地资源的家底。

2. 环境监测

遥感技术具有监测动态变化的特长。如红外遥感可以侦察潜伏的林火,监视刚发生14天的松毛虫害的蔓延。侧视雷达和红外扫描可以及时监视海面石油污染及海冰、洋流和鱼群的动向。利用气象卫星云图及地球资源卫星图像进行综合分析,可以提出中长期旱涝预报,从而取得控制蝗虫迁移、土壤盐渍化的动态情报,对于城市的扩展、道路网的变化、工业和军事基地的活动,也可以及时做出估计。

3. 区域分析

航空或航天遥感获得的同一套遥感图像和数据,比较全面地反映了一个区域的自然条件与资源的内在联系,加以综合利用,经过整理分析,可以得到所需要的一系列图件。如墨西哥在全国组织了一次红外彩色航空摄影,顺序编制了地形、地质、水文地质、土地利用、土壤和土地潜力等6种地图。英美在亚马孙河流域,利用侧视雷达图像,一年内编绘出1:100万、1:25万和1:10万三种比例尺的包括地质、地貌、植被等7种地图。这样大的工作量,若沿用实地勘察的传统方法,需要100多年才能完成。在英国本土上,过去进行一次土地普查需要动员6000人,工作延续6年。现在利用遥感资料重编1:5万的土地利用图,只需4个人工作9个月就可完成。

4. 全球研究

直观地研究全球性的宏观规律和变化,航天遥感技术提供了前所未有的便利。在地球资源技术卫星和气象卫星的遥感图像上,可以清楚地看到“绿带”和冰被,随着季节而南北推移,为地理学生动地描述了自然地带景观的纬度与垂直变化。卫星图像上延伸几千公里的地壳深部断裂历历在目,为动力地质学研究板块运动、地球演变、大陆漂移及地震分析等提供了直观的依据。又如云量、地热场和海水透明度等等全球性同步观测数据的分析,对于航空、航海和国防上都有不可估量的实践意义。

我国已经成功地发射和回收了人造地球卫星,自力更生研制了气象卫星云图的接收装置。在祖国领土上,第一代航空摄影也已经基本完成,为独立自主、自力更生地发展我国的航空和航天遥感技术系统奠定了基础。我国人口众多,幅员辽阔,资源丰富,在实现四个现代化的过程中,遥感技术必将发挥广泛作用。我们相信:我国自己的航空和航天遥感技术必将高速发展,赶超世界先进水平。

墨西哥遥感、航空勘测 与地理学研究的进展*

1973年6月20日—7月4日,“美洲大陆科学与人类讨论会”于墨西哥首都举行。埃切维利亚总统任名誉主席,会议由墨西哥科学技术委员会(简称 CONACYT)和美国科学促进会(简称 AAAS)联合召开,以拉丁美洲和北美国家为主,包括其它各洲共40多个国家参加,共约5000人(其中美国1500人)。按10个中心议题和30个专门问题分组讨论,共提出论文报告588篇,广泛涉及自然科学和社会科学的各个领域。

中国科学院科学小组应墨西哥科学技术委员会盛情邀请,参加了讨论会。会后对大学、研究部门进行了参观访问,受到了墨西哥科学工作者热情友好的接待,对交流学术、增进友谊,是一个良好的开端。

墨西哥是一个发展中的国家。埃切维利亚总统十分重视国际科学交流与新技术的兴起,为开发利用墨西哥本国自然资源,发展民族经济和改善农村问题服务;接任以来,采取积极措施,集中人力、物力,建立一系列国家委员会,组织和发展新技术,培养和提拔青年,力图摆脱对大国的依赖,建立独立的研究体制与科技队伍,这比一些原来受大国控制和影响较深的学院式古典研究所(如泛美地理与历史研究所等)规模要大得多。

1968年以来,墨西哥国家原子能委员会、计算技术联合中心先后建立。在地学方面,国家外层空间委员会、国家土地研究委员会、国家自然资源保护与更新委员会、国家干旱区开发委员会、海洋科学技术情报中心等,都取得了迅速的发展。从而在遥感、航空勘测和干旱区研究等方面,墨西哥在拉美国家中跃居领先的地位。会后,我们参观了有关的两个委员会和三个研究所,加深了对“国无论大小,都各有长处和短处”的理解。即使以尖端技术而论,也有不少在超级大国看不到的东西在发展中国家反而可以看到。我们学习发展中国家有用的东西,也许更接近和切合我们本国的实际。埃切维利亚总统访问中国以后,号召墨西哥人民“要学习中国”。墨西哥科委积极组织科技交流,要来中国学习治沙造林、育种、养鱼等农林科学技术。他们对我们的接待是十分坦率、热情而友好的。

这次我们在墨西哥的时间只有一个月,走马看花,了解很不全面;加以会议本身,在地区上或专业上都有它的局限性,对了解墨西哥来说,还是一知半解。以下仅就遥感与航空方法在自然资源勘测中的应用以及地理学研究动向,作一补充汇报,挂一漏万,错误可能不少,欢迎批评指正。

一、外层空间技术在自然资源勘测中的应用

1968年墨西哥建立了“国家外层空间委员会”(Commission National del Espacio

* 本文系1973年8月在参加美洲大陆科学与人类讨论会后的专题汇报发言稿。

Exterior), 现在已形成一支具有独立工作能力的技术队伍, 装备有遥感飞机, 发射探空火箭和气球, 设有 22 个地面实验站, 进行观测实验。委员会除每天向 20 个政府和生产部门提供动态情报外, 已经在资料供应中心, 积累了 1970 年以来的技术资料, 综合地为全国自然资源勘测与开发利用服务。墨西哥的外层空间技术, 不仅在拉美国家中赢得了领先地位, 在技术上也进入了世界先进的行列。

外层空间委员会在这次“美洲大陆科学与人类讨论会”上提出了 6 篇论文, 反映多方面的进展。1973 年 4 月 27 日至 5 月 2 日, 在巴拿马召开的第一届拉美遥感学术会议上, 评论说: “墨西哥和巴西, 在应用遥感技术解决本国自然资源与环境的研究与发展计划方面是遥遥领先的”。值得注意的是: 巴西是美国控制下的“样板”; 而墨西哥则有所不同。在参观访问该委员会时, 更清楚地感觉到这一点。

墨西哥外层空间委员会组织系统如图 1。

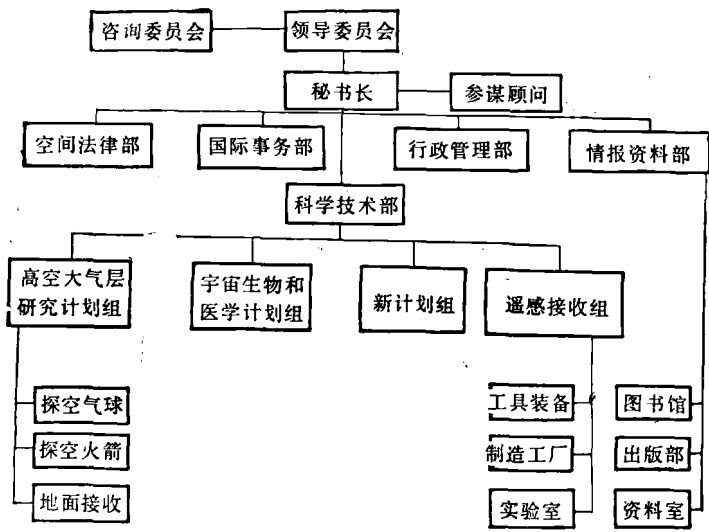


图 1 墨西哥外层空间委员会组织系统

领导委员会由交通与运输部部长和副部长兼任正、副主任。另由有关各部领导人、大学、研究机构负责人组成咨询委员会。秘书长兼总工程师。

在科学技术部中, 新计划组主要负责分析研究有关外层空间技术的国际情报, 根据墨西哥本国的经济条件与生产需要, 开展有用的新技术项目。宇宙生物与医学计划组, 主要研究高空生理、生物电学, 例如射线对血液循环、激素所引起的变化等。遥感接收组为委员会内其它各业务组服务, 其中工具装备负责设计、制造探空火箭、气球。制造工厂包括机械、制图、加工和木工等车间。实验室包括化学、电子学、摄影等部门。

接收站的经常业务是计算卫星轨道、接收卫星信号。以每天发布卫星图为例, 其工艺流程如图 2。

每天向 20 个部门提供动态情报, 包括: 总统府, 海、空军, 交通、运输、民航、电讯部门, 水利农牧、自然资源与自然灾害防治、公共工程部门, 大学及研究部门, 以及 4 家报纸。报纸上每天刊载说明墨西哥及其邻近地区天气形势的卫星像片。