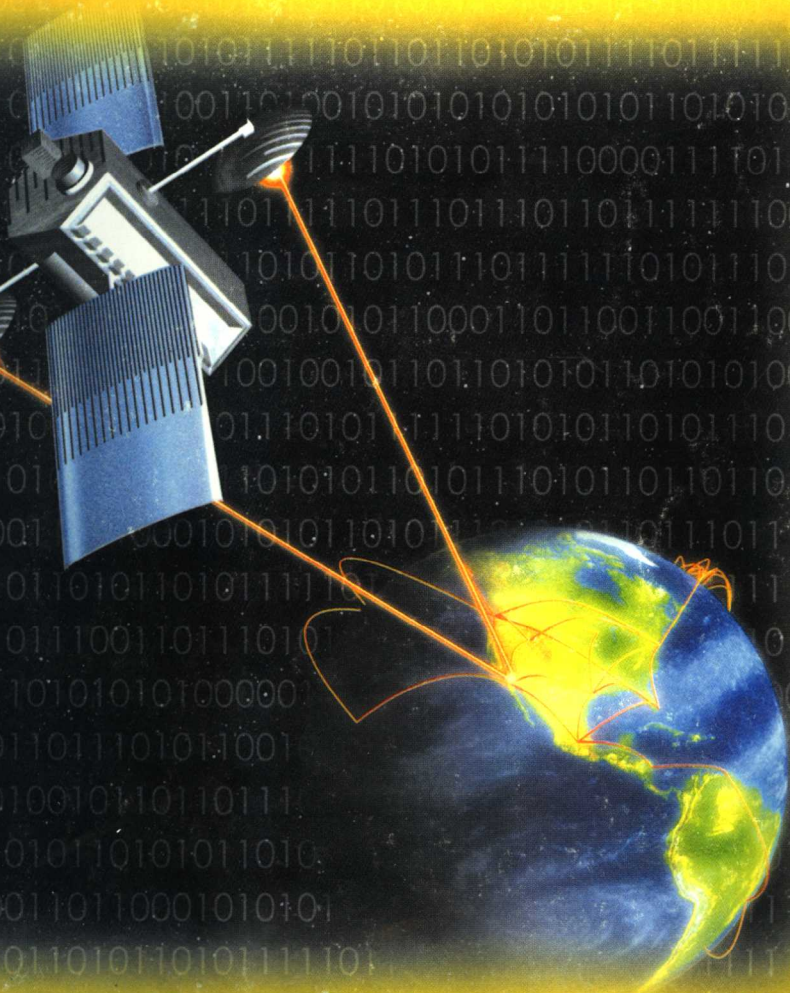


遥感地理学

魏益鲁 编著



青岛出版社

遥感地理学

魏益鲁 编著



青岛出版社

鲁新登字 08 号

特约编辑 高继民

责任编辑 戚道浚

封面设计 关守信

图书在版编目(CIP)数据

遥感地理学/魏益鲁编著. —青岛:青岛出版社,2002

ISBN—5436—2611—7

I. 遥… II. 魏… III. 遥感—地理信息系统 IV. p91

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 004824 号

遥 感 地 理 学

魏益鲁 编著

*

青 岛 出 版 社 出 版

(青岛市徐州路 77 号)

邮政编码:266071

邮购电话:(0532)5814750

5814611—8662

新华书店发行

青岛新华出版照排公司排版

胶州市装潢印刷厂印刷

*

2002 年 6 月第 1 版 2002 年 6 月第 1 次印刷

16 开(787×1092 毫米) 14.75 印张 3 插页 320 千字

ISBN 7—5436—2611—X/P·7

定价:25.00 元

内 容 提 要

书中系统简明地论述了有关遥感地理学的基础理论、科学技术手段和遥感图象解译的方法途径。

全书共分八章：第一章为绪论；第二、三章介绍了遥感地理学的物理基础知识与地理信息的搜集、处理、传输等基本理论方法；第四、五、六、七、八各章，分别讨论了有关航空和陆地卫星图象及其诸地理要素的目视解译。

本书除可作高等院校地理专业的教材外，也可作国土资源调查、环境监测保护、城乡规划和农、林、水利、地质等有关部门的科技工作者与地理教师的参考用书。

前 言

国民经济的高速发展,要求为其服务的科学技术与之相适应;只有掌握了先进、发达、超前的科学技术,才能将历史的车轮推向前进。因此,滞留在原有理论基础和传统体系的旧有学科已满足不了客观形势的需要。以先进学术观点和崭新技术成就武装与充实起来且具有指导意义及实用价值的学科才会备受重视和欢迎。因为,它可能成为一个建设者不可缺少的宝典。古老、实用却被人冷落的地理学本应走在其他学科的最前列,奈因其固有缺陷未被革除,跟不上时代的步伐仍远远落在后面。看来,地理学的再度崛起与振兴已成为每个地理工作者义不容辞的责任。

近年来,现代科学技术以十分惊人的速度迅猛发展,遥感信息技术尤甚。实践证明,通过遥感方法,人们已经获得了关于地球资源十分惊人、宝贵、难得的地理信息,这些信息已被地理学界广泛应用。引入遥感技术作为地理学的研究手段也成为现实。有理由相信,在新的信息时代,地理学也将从传统的束缚下解脱出来,从定性走向定量,从记述走向应用,成为国家经济建设不可缺少的学科。

一本观点正确、理论超前、体系新颖、手段先进,以服务于社会发展、纳国家经济建设入科学轨道为目的的地理新书,是读者期盼已久的。鉴于此,作者将这本《遥感地理学》奉献给大家,希望它能给读者带来一点启迪。

一门新兴的学科,固然有些适应时代潮流的新鲜内容吸引读者,但毕竟还未能形成完善的理论体系和充盈的环境信息资料。很多内容尚待研究、改进、充实、提高。故殷切地期望地理工作者、地理教师、地理爱好者和有志于地理事业的人士以自己的辛勤劳动共同创建与完善这一学科,使之成为有助于国家建设、促进地理学科发展与进步的工具。这本拙作若能起到抛砖引玉的作用,心愿足矣。

本书的编写,曾得到中国科学院遥感卫星地面站宋宝元先生和北京大学地质系朱亮璞先生的热情支持和帮助,书中图表亦多引自《遥感图象地质解译教程》和《遥感概论》等文献,在此谨致谢意。

限于作者的科学水平和实际工作经验,加之手头参考文献和应有遥感信息资料的匮乏,书中错误、不妥之处在所难免,恳请读者批评、指正。

作 者

2002年春于青岛

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 遥感的基本概念及其意义	(1)
一、遥感的概念	(1)
二、遥感的特性	(1)
三、遥感的意义	(3)
第二节 遥感技术的发展和应 用	(3)
一、遥感技术的概念	(3)
二、遥感技术的发展	(4)
三、遥感技术的应用	(6)
第三节 遥感地理学的研究对象及其任务	(10)
第二章 遥感地理学的物理基础	(12)
第一节 电磁波的辐射和电磁波特性	(12)
一、电磁波与电磁波谱	(12)
二、电磁波的特性	(15)
三、电磁波辐射	(17)
四、黑体辐射及其有关基本定律	(18)
第二节 太阳辐射和大气对太阳辐射的影响	(22)
一、太阳辐射	(22)
二、大气的成分及其垂直结构	(23)
三、大气对太阳辐射的影响	(26)
四、大气窗口	(29)
第三节 地物的电磁波辐射	(30)
一、地物对外来电磁波的反射特征	(31)
二、地物的发射波谱特征	(35)
三、地物的透射波谱特征	(36)
四、环境对地物电磁波的影响	(37)
第四节 彩色合成原理	(38)
一、人眼对色光、色彩的感受	(39)
二、彩色特征	(39)
三、彩色合成	(40)
四、彩色的分解和还原	(41)
第三章 地理遥感信息的搜集和处理	(43)

第一节 地理遥感信息的搜集	(43)
一、地表地物电磁波的搜集系统	(43)
二、摄影机	(44)
三、扫描仪	(48)
四、雷达	(54)
第二节 遥感仪器的运载工具	(57)
一、地面平台	(57)
二、航空平台	(57)
三、航天平台	(57)
第三节 地理遥感信息的传输与处理	(62)
一、地理遥感信息的传输	(62)
二、地理遥感信息资料的处理	(63)
三、地理遥感信息数据资料的存贮与检索	(64)
四、中国遥感卫星地面站	(65)
第四章 航空遥感和航空像片	(66)
第一节 航空摄影和感光材料的一般知识	(66)
一、航空摄影的种类	(66)
二、感光材料的分类	(69)
三、感光材料的性能	(71)
四、滤光片	(72)
第二节 航空像片的物理特征	(73)
一、地物亮度对影像的影响	(73)
二、地物光谱特性对影像的影响	(74)
三、感光材料性能对影像的影响	(76)
四、像片分辨率	(76)
第三节 航空像片的几何特征	(76)
一、中心投影及其成像特征	(77)
二、航空像片的比例尺	(80)
三、航空像片的重叠	(84)
四、航空像片的像点位移	(85)
第四节 航空像片的立体观察和量测	(88)
一、立体观察的原理	(88)
二、立体观察的仪器及其应用	(92)
三、航空像片的量测	(95)
四、岩石产状的量测	(99)
第五章 航空像片的地理解译	(100)
第一节 航空像片的地理解译方法	(100)
一、航空像片的方位及其注记	(100)

二、航空像片的地理解译标志	(102)
三、航空像片的地理解译方法	(114)
四、地理解译工作程序	(114)
五、影响航空像片地理解译效果的因素	(118)
第二节 地质解译	(119)
一、地质目视解译的方法和任务	(120)
二、岩性的目视解译	(120)
三、地层的目视解译	(128)
四、构造的目视解译	(129)
第三节 地貌解译	(134)
一、地貌形态的目视解译标志	(134)
二、大型构造地貌的目视解译	(135)
三、流水地貌的目视解译	(139)
四、冰川地貌的目视解译	(142)
五、岩溶地貌的目视解译	(142)
六、风成地貌的目视解译	(144)
七、黄土地貌的目视解译	(145)
八、海岸地貌的目视解译	(146)
九、火山及熔岩地貌的目视解译	(147)
第四节 水体解译	(147)
一、河流的目视解译	(148)
二、湖泊的目视解译	(148)
三、海域的目视解译	(149)
第五节 土壤、植被解译	(149)
一、土壤的目视解译	(149)
二、植被的目视解译	(151)
第六节 居民地和道路的解译	(152)
一、居民地的目视解译	(152)
二、道路的目视解译	(153)
第七节 其他航空遥感图像解译	(154)
一、彩色像片的目视解译	(154)
二、红外像片的目视解译	(154)
三、热红外扫描图像的目视解译	(156)
四、雷达图像的目视解译	(160)
第六章 陆地卫星图像	(164)
第一节 陆地卫星图像简介	(164)
一、陆地卫星图像的产品类型、规格和比例尺	(164)
二、陆地卫星图像的符号及其注记	(165)

三、陆地卫星图像编号	(169)
第二节 陆地卫星图像的光学物理特征	(170)
一、陆地卫星图像的灰阶	(170)
二、不同波段卫星图像的光谱效应	(170)
三、陆地卫星图像的地面分辨率	(172)
四、不同季节成像对卫星图像的影响	(173)
第三节 陆地卫星图像的几何特征	(174)
一、陆地卫星图像的地理坐标	(174)
二、陆地卫星图像的投影性质	(174)
三、陆地卫星图像的重叠	(175)
第四节 陆地卫星图像的处理	(177)
一、图像结构及其图像处理功能	(177)
二、图像复原	(178)
三、图像增强	(179)
四、信息提取	(184)
第七章 陆地卫星图像的目视解译	(188)
第一节 陆地卫星图像目视解译的方法和步骤	(188)
一、卫星图像的目视解译原则	(188)
二、卫星图像的目视解译方法	(189)
三、卫星图像的目视解译步骤	(191)
四、卫星图像解译工作的操作要领	(194)
第二节 水体解译	(195)
一、水系解译	(195)
二、近海水体解译	(196)
三、地下水、局部富水地带和隐伏含水层的解译	(198)
第三节 地貌解译	(201)
一、地貌形态解译	(201)
二、地貌类型解译	(202)
三、综合区域地貌解译	(203)
第四节 地质解译	(205)
一、构造解译	(205)
二、地层、岩性解译	(206)
三、综合区域地质解译	(207)
第五节 土壤、植被解译	(210)
一、植被解译	(210)
二、土壤解译	(212)
三、区域土壤综合解译举例	(213)
第六节 土地利用和城镇、铁路的解译	(214)

一、土地利用解译	(215)
二、城镇解译	(215)
三、铁路解译	(215)
第八章 红外与微波遥感	(216)
第一节 红外与微波辐射的基本概念	(216)
一、红外辐射	(216)
二、微波辐射	(217)
第二节 物体的红外与微波辐射特征	(217)
一、物体的红外辐射特征	(217)
二、物体的微波辐射特征	(218)
第三节 大气对红外和微波辐射的影响及其大气窗口	(218)
一、大气对红外辐射的影响和红外窗口	(219)
二、大气对微波辐射的影响与微波大气窗口	(219)
第四节 红外与微波辐射探测原理	(220)
一、红外辐射探测原理	(220)
二、微波辐射探测原理	(221)
第五节 红外及微波遥感图像的解译	(222)
一、红外遥感图像的解译	(222)
二、微波遥感图像的解译	(223)

第一章 绪 论

第一节 遥感的基本概念及其意义

一、遥感的概念

遥感(*Remote Sensing*)一词,最早是由美国海军研究局的伊·普鲁伊特(*Eretyn Pruitt*)提出,在1962年,于美国密执安大学罗兰实验所召开的第一次国际环境遥感讨论会后,才被公认、广泛采用的。就词意而言,它意味着不直接同被测目标接触,利用现代仪器设备由远处感知、获取被测物体的信息,从而对物体进行探测和识别。

遥感的含义非常广泛,从广义上讲,凡利用仪器设备从远处获得被测物体的电磁波辐射特征、力场特征和机械波特征等信息,并据此进行探测和识别被测物体者皆可称之为遥感;就狭义而言,是指从一定距离对被测目标从紫外到微波波段发射或反射的电磁波信息进行探测,从而达到对被测物体的识别。然而,就本书的特定目的而论,遥感则应是指通过安装在飞机或空间运载工具上的仪器设备从地球上空对地球资源环境进行远距离、大范围探测的理论和方法。

二、遥感的特性

在短短几十年间,不仅经济发达国家的遥感科学技术突飞猛进,处于起步早、投资多、规模大、水平高的领先地位,而且,越来越多的发展中国家在不同程度上也开展了遥感工作,获取并运用着遥感资料为其经济建设服务。可见,遥感已引起了世人的重视。之所以如此,乃在于遥感具有与其他科学技术不同的优越性:

1. 探测领域的广泛性

遥感的探测领域非常广泛,基本上可分为宇宙遥感和地球遥感两大类。宇宙遥感是指对空间物理和太阳系天体的探测;地球遥感则包括航空遥感、航天遥感和地面遥感3方面。也就是说,从对宇宙的空间物理、天体到地球资源环境的广阔范围,利用遥感都能进行准确的探测,获得详尽的数据资料。所以,遥感在不同的科学领域和许多生产建设部门都得到了广泛运用。

2. 获得信息的实时性

为了解决“实时”接收全球信息,从1979年起,美国陆续发射的“跟踪和数据中转卫星

系统(TDRSS)”可以中转 20 个卫星的各种信息。之后,又研制了“模块式地面接收系统”,可以用来同时接收陆地卫星、气象卫星和海洋卫星的数据,做到实时获得全球遥感信息。

3. 摄取范围的空间性

距离目标越远,视域越大。一张 1:35 000 的 23cm×23cm 的航空像片,可以表示地面 60 多 km² 的实况;一幅陆地卫星图像,则可以提供给我们 185km×185km,即 34 225 km²(相当于海南岛的面积)范围的清晰逼真、信息丰富的图片。无疑,这种宏观的空间特性,对我们综合分析研究地面各种自然现象及其分布规律提供了有利条件。

4. 接收光谱的宽阔性

物体都具有电磁辐射特征,都能以电磁波的形式向外传递能量,其波长包括从 10⁻¹² cm 到 10⁹cm 的很宽范围。按照波长、频率、能量大小和物理特征的差别,在电磁波谱中可依次排列为 γ 射线、 x 射线、紫外线、可见光、红外线、微波、无线电波和低频电波等。

不同物体,具有不同的辐射特性。我们之所以能够看到景色万千的物体或现象,正是由于它们所反射的光波通过眼睛晶体,在视网膜上聚焦,刺激某些细胞,把信息传给大脑后才看到的。

人眼仅对可见光有敏锐的感觉,所以,我们通常是靠十分狭窄的可见光波段(大约从 0.4 μ m~0.76 μ m)作为判别物体特征的,而对其他波段所带来的大量信息却不能直接感知了。遥感可以扩大我们的视野,因为,它不仅能获得地物在可见光波段的电磁波信息,而且还可以获得紫外、红外、微波等波段的信息。肉眼观察不到或未被认识的物体和现象,在不同波段的像片上却可以判读出来。这样就扩大了人们的观测范围,加深了对事物特征的研究和认识。

5. 生成影像的时相性

由于陆地卫星周期性地绕地运行,导致遥感对地物成像的周期性。因此,地理事物的发展变化,就反映到不同时间所获取的地物信息之中。如果将成像时间不同的资料进行对比研究,就可发现地理事物的动态变化特征。例如,浮冰在航道上的移动、河湖中的冰融速度、地表侵蚀和流沙所引起的海岸线变化等许多缓慢的变动现象都能从遥感图象上判读出来。所以,遥感的这种时相特性,不仅对环境监测和地理事物发展变化规律的研究具有重要的意义,也为及时发现诸如森林火灾、作物病虫害、洪水泛滥、污染扩散以及火山、地震等灾害前兆,做好预报,提供了科学依据和可靠资料。

6. 存贮数据的实用性

遥感所收集的数据信息是极其丰富的,可以说,多的简直使我们应接不暇。由于航空遥感的不断进行,航天遥感的年年、月月、日日的运转,累积、存贮的遥感资料更倍加丰富。

由于遥感数据信息具有视域广、波段宽、分辨率高、动态效果好的特性,所以实用价值就大。譬如用于军事侦察,可以探测敌方武器装备、军事部署的绝密信息;用于地质勘测,可了解地表构造特征和矿物资源的地区分布状况,判断具有进一步勘察价值的区域;用于农业生产,能探明土地利用现状和作物分布类型、生长状况,提供估算作物产量的依据;用于森林资源的调查,可辨明树木种类及其分布范围、病虫害、砍伐状况以及环境变化对森林的损坏;用于环境监测,能查明污染源和污染物扩散现状等。对人们难以通行、到达的地区,遥感探测就更能显示出重要作用。实践证明,遥感所搜集、存贮的丰富、宝贵资料早已

被广泛应用在科学技术的各个领域,而且取得了丰硕成果和难以估计的经济效益。

7. 研究成果的经济性

应用遥感手段进行探测工作具有视域广、速度快、质量高、成本低、效果好等许多优点,这是其他技术手段所难以与之比拟的。据有关资料介绍,美国用于遥感的投资每年约2亿美元,所收到的经济效益却可达14亿美元,其中仅改进石油勘探一项就节省了1.2亿美元;菲律宾对森林资源的调查,曾用了9年时间才完成全部工作的1/10,而在1977年引进了遥感资料,只用了30多幅卫星图象,在短短4个月的时间内就完成了全国森林类型的划分和调查。我国原计划用230人、工作两年、须耗资近千万元的河西走廊地区清查两千万亩荒地资源的计划,采用遥感资料后,只用了35人、7个月时间、10万元左右,就圆满地完成了任务。

大量事实说明,利用遥感手段进行工作,既可为国家节约大量人力、物力、时间和经费,又能取得高质量的成果,这就难怪遥感技术引起了世界各个国家的普遍重视,并在探测、开发和管理地球资源环境中发挥着越来越大的作用。

三、遥感的意义

遥感是20世纪60年代以来迅速发展起来的一种综合性探测技术,属空间科学范畴,是空间科学的一个重要组成部分。由于它能接收和记录从紫外线、可见光、红外线、到微波波段被测物体的电磁波信息,从而扩大了人们的视野与观察领域,把人们对地球资源环境的研究与监测推向一个崭新阶段。

遥感把天体探测、军事侦察、气象观测、资源考察、环境监测、地图测绘等工作提高到集中的自动化水平,既大大节约了人力和时间,又及时地获得丰富、宝贵的资料供有关方面应用。

遥感是建立在现代物理学、计算数学、电子计算机技术、航天、航空和地学基础上的,因而,它对推动各个学科的理论研究和技术进步的飞速发展有重要意义。

遥感与地理学相结合,则发展成为遥感地理学。它是地理学的一个新分支,为遥感技术在地理学领域中的应用开辟了阵地,有助于地理学的发展和突破,使地理学解脱了旧有束缚,迈向现代化、信息化、模式化,在国家经济建设中发挥应有作用。

第二节 遥感技术的发展和运用

一、遥感技术的概念

遥感技术,通常是指从不同高度的运载工具(又称平台 *platform*)上用传感器对地物的电磁波信息进行搜集,并将其所获信息数据传输给地面加以处理和存贮以识别与监测被测物体的全过程的科学技术方法。

现代遥感技术已形成从地面到空间,从数据资料的搜集、处理到判读、解译、应用的完整体系。它包括对地物电磁波特性及其信息搜集与传输技术的研究,遥感信息探测手段(传感器)的研究,遥感信息处理系统的研究,以及遥感信息应用的研究等。

二、遥感技术的发展

任何一种科学技术,都经历了从萌生到逐步趋于完善的发展过程,遥感技术也不例外。若以遥感技术发展的时间顺序和应用特点两个方面为依据,则可将其历史发展进程划分为 3 个阶段:

1. 萌生阶段

如果遥感一词被定义为“利用现代仪器设备从远处获得被测物体的信息从而对其进行探测和识别”的话,那末,就可以把 1610 年意大利科学家伽利略利用其发明的新型望远镜对月球进行观测认定为遥感技术的萌芽了。此后,1794 年,人们利用气球首次进行空中侦察,可算是对遥感的最初尝试;直至 1839 年,发明了摄影术和照相机,有了对目标物体信息保存的新方法,这就构成以照相机、气球和后来发明的飞机为组合的最初遥感系统,形成了现代遥感的雏形。

由于军事上的需要,为军事侦察服务的航空摄影在第一次世界大战中得到了发展并逐渐完善,形成了具有独立体系的航空摄影测量,像片判读也从军用向民用发展。这一漫长时期,就其传感器、运载工具、信息传输与处理以及遥感技术应用的深度和广度都还处于初始阶段,所以可视为遥感科学技术发展的萌生阶段。其主要特征为:

- (1) 摄影技术限于可见光黑白航空摄影;
- (2) 运载工具仅是气球和飞机;
- (3) 解译、成图仪器只有立体镜和简单的航空测图仪;
- (4) 应用范围也限于军事侦察和地形测绘等。

2. 发展阶段

1937~1960 年的 20 多年间,尤其是第二次世界大战中由于军事上的需要,促进了航空摄影技术的迅速发展,1937 年研制成功了新型彩色感光材料,正式开始进行彩色航空摄影;其后,又相继应用了非可见光红外线、紫外线和激光成像,同时开始使用比较简单得多波段相机,大大提高了仪器的分辨能力和探测能力,开阔了人们的视野,丰富了人们对被测物体的观察内容。与此同时,火箭被作为运载工具,立体绘图仪、多倍投影仪、纠正仪等一批新型解译和成图仪器也被广泛应用,形成了现代航空遥感体系,遥感技术也就成为军事侦察、地图测绘和自然资源调查的重要手段,在应用的深度广度上都有了很大发展。与萌生阶段相比,显然具有以下特点:

- (1) 传感器和摄影技术有了明显的改进和提高,采用了彩色摄影和红外线、紫外线、激光与多波段相机成像;
- (2) 运载工具除气球、飞机外,应用了火箭;
- (3) 解译和成图仪器除立体镜外,已广泛应用了立体绘图仪、多倍投影仪、纠正仪等航测仪器;
- (4) 应用的深度和广度大大提高,除军事侦察外已在地图测绘和自然资源调查等方面广泛应用。

3. 飞跃阶段

1957 年,苏联第一颗人造地球卫星(СПУТНИК—1)的发射,开创了遥感技术的新纪

元。1959年,苏联宇宙飞船月球3号成功地拍摄了第一批月球像片。进入20世纪60年代后,苏联和美国多次发射了不同的宇宙飞船(如美国的水星、双子座号,苏联的登月、探测器号等),对月球、火星进行探测、摄影,取得了有关月球和火星的像片。之后,美国与苏联接二连三地登上月球,获得了大量的月球信息资料。继而,美国在一系列军事侦察卫星、气象卫星和载人宇宙飞船试验的基础上,于1972年发射了第一颗以探测地球资源和环境动态监测为目的的地球资源技术卫星[(ERTS)后改称陆地卫星1号(Landsat-1)]。航天技术的飞跃发展,把遥感技术推向一个崭新时代,一般认为,从1960年起就进入了空间时代(空间纪元),遥感技术也从此开始得到了飞跃发展。由于人造卫星和宇宙飞船把传感器送到了轨道高度,就为获得大面积像幅创造了条件。其间,苏联装在礼炮4号载人宇宙飞船上的Kate-140摄影机获得了覆盖苏联2200km²的像片。到1980年,已在轨道上运行了两年多的礼炮6号,就可对全球所有居民区进行摄影。与此同时,在图像处理方面,应用了电子计算机技术,使大量的遥感信息能及时地复原、增强、自动识别和自动成图。航天技术的飞速发展,各种传感器的不断改进,以及电子计算机的应用,极大地拓宽了人们对地球和空间观察的视野,提高了鉴别、分析和观测目标物体的能力,把对地球资源环境的探测、研究推向一个崭新时代,遥感技术的发展进入了飞跃阶段。

从上可以看出,自20世纪60年代以来,遥感技术的发展并不局限于有关运载工具、传感器或几项仪器设备的飞速进步,而是包括运载工具、传感器、遥感信息的传输、处理乃至应用技术的整个遥感科学技术体系的飞跃。它突出表现在:

- (1)在运载工具方面成功地运用了人造卫星和宇宙飞船;
- (2)航空摄影机、多光谱摄像机、反束光导管摄像机、红外扫描仪、多光谱扫描仪、固体扫描仪、侧视雷达、激光雷达等各种传感器得以迅速改进并日臻完善;
- (3)光—电技术和电子计算机被应用于遥感信息的传输和处理;
- (4)遥感技术的应用范围已不局限于少数几个国家或几项科技范围,而已扩展到100多个国家科学技术的各个领域。在资源调查、环境监测和生产管理等方面的应用,其发展尤为迅速。

我国遥感技术的发展,和以上情况大体相似,但在时间上要晚于发达国家,大体上可以划分为以下3个阶段:

(1)20世纪50年代 从1950年开始,随着国家经济建设的恢复和发展,以地形制图为目的的可见光黑白航空摄影普遍展开,完成了部分地区的大、中比例尺航空摄影工作。如50年代初期,地质部门对新疆天山、青海柴达木盆地,水利系统在设计大、中型水利工程和治理淮河过程中,都进行了航空摄影和航空像片的解译工作。50年代中期,铁道和林业系统,也将航空像片分别用于铁路选线和林业资源的调查中,并取得了初步成效。至此,航空像片的意义越来越被大家所认识、接受。50年代后期,地质、铁道部门分别成立了专业航测机构,其他农、林、水利、石油、测绘等系统也都相继建立了相应的专门机构,以从事这方面的工作。在此期间,国家测绘总局基本上完成了全国范围的第一代航空摄影工作,为我国遥感技术的发展打下了基础。

(2)20世纪60年代 我国航空摄影工作已初具规模,应用范围也有所扩大。铁道系统对23条铁路设计线路进行了航空目测,对24条设计线路运用小比例尺航空像片进行

了地质解译;中国科学院地质所、地理所等单位运用航空像片对邢台地震地质进行了解译;有关院校设立了航空摄影测量专业,使其在地质、测绘等系统得到较为全面的应用,取得了较好效果。但由于国内诸多因素的干扰,使我国遥感技术在整个 60 年代处于发展迟缓状态。

(3)20 世纪 70 年代 70 年代初,随着国际空间技术的发展,我国成功地发射了第一颗人造地球卫星,这标志着我国进入了航天遥感时代。与此同时,航空摄影已从可见光黑白摄影发展到彩色、红外、多波段摄影;从一般暗室洗印、放大技术发展成假彩色合成、边缘增强、密度分割和比值影像增强技术;从简单的光学处理发展为数字处理;解译手段也从立体镜发展到计算机图像识别;侧视雷达和辐射计的微波遥感工具等先进技术也在研制试验;许多部门都在应用或进行一系列遥感新技术的试验。70 年代后期,购买了美国陆地卫星图像,引进了数字图像处理系统,建立了遥感专业、研究机构,在遥感技术的研究、应用和人才培养上都有了较大发展。

我国的遥感技术虽然起步较晚,但发展很快。除密切配合国家经济建设需要,在一系列遥感仪器的试验和有关专题应用上取得了可喜成果外,近年来,在遥感仪器设备的研制、资料数据处理、遥感技术综合应用以及对从事遥感研究和实际工作各级人才的培养上也取得了突破性进展。此外,国际、国内所举办的遥感学术交流活动,对我国遥感技术的发展也起到了积极的促进作用。

综观遥感技术发展的整个历史进程,可以说遥感技术正处于蓬勃上升阶段,在监测、开发、资源探测和管理地球资源环境中发挥着越来越大的作用。然而,从我国当前遥感技术的发展现状和水平来看,和先进国家相比还有很大差距,可以认为仍处在起步阶段,因而,我国遥感科技工作者今后应倍加努力,迎头赶上,以丰硕的遥感科技成果来满足国民经济建设的需要。

三、遥感技术的应用

实践证明,遥感科学技术根据研究对象的不同,基本上可分为宇宙遥感和地球遥感两大类。宇宙遥感又分为空间物理遥感和太阳系的行星遥感;地球遥感可包括地球物理遥感、气象观测遥感、海洋遥感、陆地资源遥感、环境监测遥感和地图测绘遥感等。在实际应用中,遥感技术自然也就广泛地渗透到科学技术的各个领域。限于本书的篇幅,仅将应用最广泛的资源调查和环境监测等作简单介绍。

1. 在农、林业方面的应用

我国农业遥感起步较早,从 20 世纪 70 年代末开始,根据当时土壤普查和农业区划工作的需要就运用了遥感手段。近年来,在农业资源调查方面,进行了全国土地利用现状概查和全国水土流失调查制图、黄淮海平原低产土壤遥感调查、松嫩平原土地利用遥感调查、内蒙古草原资源调查和监测、海洋渔业资源调查和监测;在作物估产方面进行了北方 7 省冬小麦遥感估产、黑龙江省大豆及春小麦估产、南方稻区水稻估产、棉花估产等;在自然灾害监测方面,开展了北方地区土地沙漠化监测、北方冬小麦旱情监测以及草原火灾、雪灾监测等。到目前为止,我国农业遥感已具有相当规模,如重点地区耕地变化监测系统,北方 7 省冬小麦种植面积和长势监测系统,草原火灾、雪灾等灾害监测系统等都已建成并

投入运行,这将大大地推动我国农业遥感技术的进一步应用与发展。

遥感技术在林业资源的调查中也得到较为广泛的应用。近十几年来,有关森林火灾、“三北”防护林的调查、森林病虫害的遥感监测以及中国林科院的许多国际合作项目中都大量地使用了卫星遥感数据。

实践证明,利用遥感资料进行农业资源调查、自然灾害监测、作物长势分析、作物产量估算以及有关专题的科学研究等工作,既可提高精度,又能降低成本,多快好省地完成任

2. 在地质、矿产方面的应用

遥感技术是地质勘探和矿产资源调查工作的先进手段,在地质学的各个领域都有实用价值,尤其在区域构造、地质制图、矿产资源勘察、水文地质和工程地质、地震地质、以及地貌研究各个方面,效果更佳。

遥感技术应用在地质工作上,不仅具有速度快、质量高、成本低等生产上的许多优越性,而且还具有其他技术手段所不具备的实时进行动态分析并取得地下某些地质特点的“透视”信息作用,大大减少地面地质工作量,既节省了人力、物力,又加快了速度,提高了精度,因而受到国内外地质工作者及其生产部门的欢迎。

据地质部某个报告指出:“黑龙江、四川、云南等省应用航空像片填制一幅1:20万区域地质图(6 000~7 000km²),比常规方法可提高效率1~2倍,人员减少10%~20%,费用降低50%以上。”再如,1976年我国在广西容县通过航空像片的解译进行1:5万地质填图试验,对画出的128条断层中58条抽样检查的结果表明,正确率可达90%,比原来地质图上20条断层增加了6倍多。另外,遥感图像还对“环形构造”、“挤压岩块和挤压地块”、线性构造的密集性、等间距性和大构造的研究也作出了贡献。

利用遥感资料进行成矿条件的分析,在矿产资源的调查方面取得了较好效果。例如,美国利用卫星图像分析了加里福尼亚海岸山脉区的汞矿床,揭示出新的构造线,查明了成矿条件,从而扩大了矿区的远景产量。我国吉林省铜矿资源较为丰富,通过卫星图像分析,发现铜矿的分布与线性构造密切相关;最近在金矿的探测中,运用“微差信息处理”技术,在全国8个省10多个地区直接用卫星遥感图像进行金矿成矿预测,取得了较好效果。

卫星图像视域广阔且真实地反映了各种地质现象的空间关系,为进行大区域甚至全球性地质研究创造了有利条件。我国根据卫星图像资料重新修编了1:400万的中国构造体系图、亚洲地质图等,受到国际地质学界的重视。

3. 在水文、海洋方面的应用

水不仅存贮于江河湖海之中,而且被蒸发为水汽浮游在空中或渗入土壤、岩石之内在地下流动,它是地球表面分布最广和最重要的物质,是参与地表物质能量转化的重要因素,直接影响着人类的经济活动和地表生态环境。因此,对其存贮形式、物理特征、分布范围、动态变化及其运动规律的研究,无疑具有重要的意义。

近年来,遥感技术在水文学范畴已被广泛应用于水资源调查、监测、动态分析研究、冰雪研究以及海洋研究等各个方面,并取得了丰硕成果。例如,苏联利用遥感资料测得我国天山帕米尔高原积雪深度的变化,成功地预报了我国1969年该地区的特大春汛;美国用红外遥感方法在夏威夷群岛发现200多处地下水出露点,解决了该岛对淡水的需求;我国