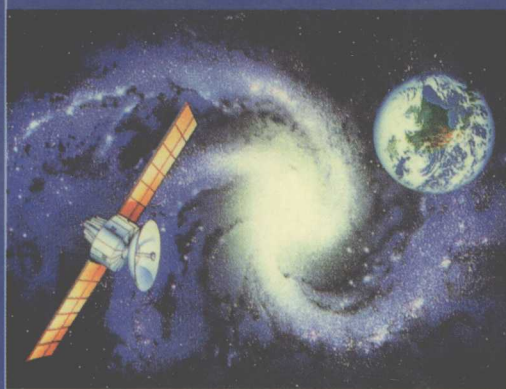


南京大学教材出版资助金项目

遥感技术与地学应用

胡著智 王慧麟 陈钦峦 编著



南京大学出版社

南京大学教材出版资助金项目

遥感技术与地学应用

胡著智 王慧麟 陈钦峦 编著

南京大学出版社

遥感技术与地学应用

胡著智 王慧麟 陈钦峦 编著

*

南京大学出版社出版

(南京大学校内 邮编 210093)

江苏省新华书店发行 通州市印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 17.5 字数 434 千

1999 年 8 月第 1 版 1999 年 8 月第 1 次印刷

印数 1—1000

ISBN7-305-03356-1/O · 238

定价: 24.00 元

前 言

遥感作为新兴的地球信息科学的一门学科和由高新技术集成的一种信息服务产业,在自然环境研究、国民经济发展和国防建设上已产生显著的效益。遥感技术对地观测获得的各种数据和图像,是地学研究的宝贵财富。它是人们研究资源、环境动态变化、进行区域规划管理和工程设计的有效手段。各种直观逼真的遥感影像,通过目视专题判读,可编制出各类专业应用图件,摄影测量资料是编制各种比例尺地形图的主要信息源,也是小区域遥感应用研究的重要信息源。各种多波段遥感数据,通过计算机数据处理和图像处理,已在地学、生物学、环境科学以及某些人文社会科学领域得到广泛的应用。由遥感(RS)、地理信息系统(GIS)和全球定位系统(GPS)融合而成的“3S”集成系统,把遥感技术的应用推进到一个崭新的阶段,大大增强了对资源、环境快速监测与分析的能力,也显著提高了对地观测定量和定位的精度和准确度,并在军事侦察、决策和实施打击上发挥强大的威力。

《遥感与像片判读》作为地理系的一门必修课程,已开设了十多年时间,《摄影测量学》作为地理信息系统与地图学专业的一门必修课,已开设了三十多年时间。后者一直是遥感技术的一个很重要的组成部分,近年来随着数字摄影测量技术的发展,更显示出其良好的应用前景。近来一些学者还提出“5S”集成的构想,即除上述“3S”以外,还包括 DPS(数字摄影测量系统)和 ES(专家系统),这表明对 DPS 在对地观测技术系统中的重要性给予了高度的重视和肯定。因此,我们在编写《遥感技术与地学应用》这本新教材时,也力图把 DPS 更好地纳入到本书的体系之中。这样就使本书的结构出现一些新的特点和格局。作为一次初步尝试,在体系和内容的融合上,我们深感还有许多问题有待改进。

本书的主要内容包括遥感原理和技术系统、航空与航天遥感资料、航空遥感解析基础、摄影测量测图方法、数字摄影测量等新技术及应用、遥感图像处理、遥感图像专题判读与应用以及 RS、GIS 与 GPS 的集成与应用。本书教学的基本要求是使学生掌握遥感技术的基本原理以及遥感图像判读、制图和应用的基本技能,达到能切实运用遥感资料进行资源、环境调查和监测,为区域规划、管理以及工程决策、设计服务。

为适应多部门、多学科、多层次办学的需求,教材内容既应具有规范性,也应有一定的灵活性和多样性,以便供不同需要的读者有更多选择的余地。基于此,我们试编了这本新教材。考虑到地学不同系科与专业对遥感课程要求的差异,我们建议在上课时可根据各自的实际情况,选学本书的部分章节,而其余章节可作为教学参考资料使用。

本书是以编者近几年教学所用的《遥感与图像判读》和《摄影测量学》两本讲义为基础而编写的。在编写过程中,我们参阅了许多前人的著作、论文和教材,除主要参考文献上所列的以外,还有不少恕未一一列出。需要说明的是本书有较多的内容取材于陈钦峦、陈丙威等编写的《遥感与像片判读》,陈丙威等编著的《城市遥感分析》,濮静娟主编的《遥感图像目视解译原理与方法》,王西川等编著的《环境遥感原理与图像分析》,张庸编著的《遥感成像原理及图像特

征》，李德仁等编著的《解析摄影测量学》，张祖勋等编著的《数字摄影测量学》，崔炳光等编著的《摄影测量学》等。本书还从近年直至 1998 年 11 月的报刊上引用了大量有关遥感的最新动态和资料。

本书由胡著智编写第一、二、三、八、九、十一章和第四章第二、三节及附录。王慧麟编写第五、六、七章和第四章第一节。陈钦峦编写第十章。书中插图由王慧麟用计算机绘制。限于编者的水平和经验，书中错谬之处在所难免，恳请专家和读者批评指正。

南京大学地理信息系统与遥感研究所

1999 年 5 月

目 录

前言	(1)
第一章 绪论	(1)
第一节 遥感的概念与分类	(1)
一、遥感的概念	(1)
二、遥感的分类	(2)
第二节 遥感的特性和优势	(3)
第三节 遥感的地学应用与发展趋势	(4)
一、遥感的地学应用	(4)
二、遥感的发展趋势	(5)
第二章 遥感的理论基础与技术系统	(6)
第一节 遥感的理论基础	(6)
一、电磁波与辐射	(6)
二、电磁波谱	(7)
三、大气窗口	(8)
四、地物反射波谱	(8)
五、地物发射波谱	(10)
六、地物透射波谱	(14)
七、彩色原理	(14)
第二节 遥感技术系统	(15)
一、遥感平台	(15)
二、遥感器	(18)
三、遥感信息的传输与处理	(19)
第三章 航天遥感及其遥感资料	(21)
第一节 航天遥感概述	(21)
一、世界航天遥感简史	(21)
二、航天遥感的特点	(21)
第二节 陆地卫星及其遥感资料	(22)
一、概述	(22)
二、陆地卫星的轨道特征	(22)
三、陆地卫星上的遥感器	(24)
四、陆地卫星的产品	(27)
五、陆地卫星图像的符号和注记	(27)
第三节 地球观测实验卫星(SPOT)及其遥感资料	(29)
一、概述	(29)

二、SPOT-1 的星体及轨道	(30)
三、高分辨力可见光扫描仪(HRV)系统	(31)
四、HRV 图像的主要特征	(33)
五、SPOT 的产品	(34)
第四节 其它国家的地球资源卫星	(34)
一、日本的地球资源卫星	(34)
二、俄罗斯的地球资源卫星	(35)
三、印度的遥感卫星	(36)
第五节 海洋卫星	(36)
一、美国的“海洋卫星”(SEASAT)	(37)
二、日本的“海洋观测卫星”系列	(37)
三、“欧洲遥感卫星”(ERS)系列	(38)
四、加拿大的“雷达卫星”(RADARSAT)	(38)
第六节 气象卫星	(38)
一、中轨气象卫星	(39)
二、高轨静止气象卫星	(40)
第七节 航天飞机遥感试验	(41)
一、1981 年 11 月“哥伦比亚”号飞行遥感试验	(41)
二、1983 年 11 月“哥伦比亚”号飞行与欧洲太空实验室遥感试验	(41)
三、1984 年“挑战者”号飞行遥感试验	(41)
四、1994 年 4 月和 10 月“奋进”号飞行遥感试验	(41)
第八节 中国航天遥感事业的发展	(42)
一、中国航天事业简史	(42)
二、几种国产遥感卫星系列的性能和用途	(42)
第九节 各国对地观察卫星 10 年计划	(44)
第四章 航空遥感及其遥感资料	(46)
第一节 航空摄影与航空像片	(46)
一、航空摄影的优点	(46)
二、航空摄影的分类	(46)
三、感光材料、滤光片和彩色摄影	(48)
四、航空摄影	(51)
五、航空像片的物理特性	(52)
六、航空像片的比例尺	(53)
第二节 光机扫描仪及其扫描图像	(54)
一、光机扫描仪的组成和成像原理	(54)
二、光机扫描图像的几何特征	(56)
三、光机扫描图像的物理特性	(59)
四、热红外图像的特性	(60)
第三节 微波遥感及其资料	(61)
一、概述	(61)
二、侧视雷达及其图像	(63)
三、其它微波传感器及其资料	(69)

第五章 航空遥感解析基础	(71)
第一节 概述	(71)
第二节 航摄像片的基本概念	(72)
一、摄影像片的投影性质	(72)
二、摄影像片的特殊点线	(72)
三、解析摄影测量常用的坐标系	(73)
四、航空像片的内外方位元素	(74)
第三节 航摄像片点与地面相应点的坐标关系	(76)
一、共线条件方程式的推导	(76)
二、航摄倾斜像片与相应水平像片的坐标关系	(81)
第四节 航摄像片的像点移位与方向偏差	(83)
一、像片倾斜引起的像点移位 δ_s	(83)
二、地形起伏引起的像点移位 δ_h	(84)
三、航摄像片的方向偏差概念	(86)
第五节 航空像片立体观察与像点坐标的获取	(87)
一、航空像片立体观察	(87)
二、像片量测与立体坐标仪	(90)
三、像点坐标的改正	(92)
第六节 单张像片的解析处理	(93)
第七节 立体像对理论	(95)
一、立体像对相对定向	(96)
二、单元模型空间相似变换	(99)
三、立体像对的空间前方交会	(101)
四、双像解析方法	(102)
第八节 摄影测量的加密方法	(103)
一、概述	(103)
二、单航带空中三角测量原理	(104)
三、航带法区域网空中三角测量基本思想	(108)
四、独立模型法区域网空中三角测量基本思想	(109)
五、光束法区域网空中三角测量基本思想	(111)
第六章 摄影测量测图	(114)
第一节 概述	(114)
第二节 像片纠正与影像图编制	(114)
一、像片纠正的原理	(115)
二、SEG-1 大型纠正仪纠正像片	(116)
三、像片平面图和影像图的编制	(119)
四、微分纠正原理简介	(121)
第三节 全能法立体测图仪测绘地形图	(122)
一、概述	(122)
二、全能法立体测图原理	(122)
三、立体测图仪测图	(127)

第七章 摄影测量新技术及应用	(130)
第一节 数字地形模型	(130)
一、数字地面模型与数字地形模型	(130)
二、数字地形模型(DEM)的表示方法	(131)
三、DEM 数据采集方法	(131)
四、数字地形模型的插值处理	(133)
五、数字地形模型 DEM 的应用	(136)
第二节 解析测图仪	(138)
一、概述	(138)
二、解析测图仪硬件	(139)
三、解析测图仪的摄影测量软件	(140)
四、解析测图仪简介	(142)
第三节 数字摄影测量技术	(144)
一、数字摄影测量概述	(144)
二、数字摄影测量基本方法	(145)
三、常用的影像匹配方法介绍	(149)
四、基于特征的影像匹配方法概述	(151)
五、全数字摄影测量系统简介	(151)
第四节 GPS 全球定位系统及在航测与遥感中的应用	(153)
一、全球定位系统 GPS	(153)
二、GPS 定位技术在航测及遥感中的应用	(158)
第五节 摄影测量技术在地图修测中的应用	(162)
一、单张像片的数字纠正及测图原理	(162)
二、影像地图的修测	(162)
三、线划地图的修测	(163)
四、数字测图	(165)
第八章 遥感图像处理	(167)
第一节 遥感光学图像增强处理	(167)
一、遥感图像处理概述	(167)
二、加色法多波段彩色合成	(167)
三、减色法多波段彩色合成	(168)
四、密度分割	(169)
五、相关掩模	(169)
第二节 遥感数字图像处理	(171)
一、总论	(171)
二、遥感数字图像增强处理	(174)
三、遥感数字图像分类处理	(178)
第九章 遥感图像目视判读	(181)
第一节 航空遥感图像目视判读	(181)
一、黑白航空遥感图像的判读	(181)
二、天然彩色像片的判读	(184)
三、黑白近红外像片的判读	(184)

四、彩色近红外像片的判读	(185)
五、热红外图像的判读	(186)
六、侧视雷达图像的判读	(188)
第二节 航天遥感图像目视判读	(190)
一、判读标志及其运用	(190)
二、航天遥感图像的分辨力及其判读效用	(191)
第三节 遥感图像目视判读的一般方法和程序	(193)
一、目视判读的一般方法	(193)
二、目视判读的一般程序	(193)
第十章 遥感图像专题判读与应用	(195)
第一节 地貌判读	(195)
一、山地与平原地貌判读	(195)
二、河谷地貌判读	(196)
三、海岸地貌判读	(198)
四、黄土地貌判读	(200)
五、干燥区地貌判读	(203)
六、利用遥感图像编制地貌图	(205)
第二节 地质判读	(206)
一、岩性判读	(206)
二、地质构造判读	(210)
第三节 植被判读与土壤判读	(216)
一、植被判读的方法	(217)
二、主要植被类型的影像特征	(217)
三、土壤判读	(219)
第四节 土地利用判读	(223)
一、土地利用与土地覆盖遥感调查	(223)
二、土地利用判读应用实例	(224)
第五节 遥感与环境监测	(231)
一、水环境遥感	(231)
二、大气环境遥感	(233)
第六节 城市遥感	(235)
一、遥感信息在城市用地调查与监测中的应用	(235)
二、遥感信息在城市规划管理中的应用	(245)
第十一章 遥感、地理信息系统与卫星定位系统的集成及其应用	(257)
第一节 地球信息科学	(257)
第二节 地理信息系统	(258)
一、地理信息系统的概念	(258)
二、世界地理信息系统发展简史	(258)
三、我国地理信息系统发展简史	(259)
四、地理信息系统的应用	(259)
第三节 卫星定位导航系统	(260)

一、美国的卫星定位导航系统	(260)
二、俄罗斯的“全球导航卫星系统”(GLONASS)	(261)
三、集成 GPS/GLONASS 系统	(261)
第四节 遥感、地理信息系统和全球定位系统的集成及其应用	(262)
一、遥感(RS)与地理信息系统(GIS)的集成	(262)
二、GIS 与 GPS 的集成	(264)
三、RS、GIS 和 GPS 的整体集成	(264)
四、遥感、地理信息系统、全球定位系统、数字摄影测量系统和专家系统的结合——5S 集成系统	(265)
附录 遥感常用单位	(266)
主要参考文献	(266)

第一章 绪 论

遥感技术是 20 世纪 60 年代以来,在现代物理学(包括光学技术、红外技术、微波技术、雷达技术、激光技术和全息技术等)、空间科学、电子计算机技术、数学方法和地球科学理论的基础上建立和发展起来的一门新兴的、综合性的边缘学科,是一门先进的、实用的探测技术。它从以飞机为主要运载工具的航空遥感发展到以人造地球卫星、宇宙飞船和航天飞机为主要运载工具的航天遥感,从摄影机发展到扫描方式的传感器,扩大了人们的视野,使对地球环境和资源的监测和研究进入了一个新阶段。它已经广泛地、并将越来越广泛地应用于农业、林业、渔业、地理、地质、海洋、水文、气象、环境监测、地球资源勘探、城乡规划、土地管理和军事侦察等领域中。遥感技术具有先进性、综合性和实用性。其先进性表现在它涉及当代多项先进技术和尖端领域。其综合性表现在它是多项先进技术的有机综合,也是这些先进技术与地球科学的有机综合。其实用性表现在它几乎可应用于一切对地球表层环境(包括资源)进行调查的学科和部门。

第一节 遥感的概念与分类

一、遥感的概念

从字面上说,遥感是遥远的感知。1962 年,在美国密执安大学威罗兰实验所召开的第一次国际环境遥感讨论会上将远距离探测技术正式命名为 Remote Sensing。这两个词译成汉语就是“遥感”。从此,遥感作为一门独立学科而正式诞生了。从那时起到今天,30 多年里,遥感技术已获得飞速的发展,取得了举世瞩目的成绩。

遥感,既然是遥远的感知,当然,感知的主体和被感知的对象是不会直接接触的。因此,遥感可以叫做不直接接触的感知。

构成遥感技术的 4 个必不可少的要素是对象、传感器、信息传播媒介和平台。

对象 被感测的事物。

传感器 能感测事物并能将感测的结果传递给使用者的仪器。如摄影机、雷达等。能感测遥远事物的仪器也可叫做遥感器。

信息传播媒介 在对象和传感器之间起信息传播作用的媒介。如电磁波、声波、重力场、磁力场、电力场、地震波等。

平台 装载传感器并使之能有效地工作的装置。如飞机、人造地球卫星、航天飞机等。能够运动的平台也可叫做运载工具。

安装在平台上的传感器,借助于某种信息传播媒介来感测遥远事物的过程,叫做遥感。

现在实用的遥感技术绝大多数是以电磁波为信息传播媒介,以飞机、人造卫星等飞行器为

平台的。因此,也可将遥感定义为:利用飞机、人造卫星或其它飞行器作运载工具,以电磁波来检测、量度远距离目标的一种技术手段。

遥感研究可以分为两大部分——遥感技术研究和遥感应用研究。后者是利用遥感信息资料进行的专业和专题的应用分析研究。

二、遥感的分类

遥感有几种不同的分类方法,详见如下所述。

1. 按遥感对象分类

(1) 宇宙遥感

遥感的对象是宇宙中的天体和其它物质的遥感。

(2) 地球遥感

是对地球和地球上的事物的遥感。

以地球表层环境(包括大气圈、陆海表面和陆海表面下的浅层)为对象的遥感,叫做环境遥感,它属于地球遥感。在环境遥感中,以地球表层资源为对象的遥感,叫做资源遥感。

2. 按遥感平台分类

(1) 航天遥感

平台处于海拔高度大于 80km 的空中的遥感。航天平台有火箭、人造卫星、宇宙飞船和航天飞机。以卫星为平台的遥感叫做卫星遥感。

(2) 航空遥感

平台处于海拔高度小于 80km 的空中的遥感。这类平台是飞机和气球。

(3) 地面遥感

平台放在地面上的遥感。地面平台有三脚架、遥感车、遥感塔和船等。地面遥感一般只作为航空遥感和航天遥感的辅助手段,为它们提供地面试验的参考数据。

3. 按遥感媒介分类

(1) 电磁波遥感

以电磁波为信息传播媒介的遥感。按工作波段分,电磁波遥感可分为可见光遥感、红外遥感、微波遥感、紫外遥感等。现在常用的是上述的前三种遥感。紫外遥感只用于某些特殊场合,如监测海面石油污染情况。

(2) 声波遥感

以声波为信息传播媒介的遥感。它适于探测海水中和海底的情况。一般用超声波为媒介。

(3) 力场遥感

以重力场、磁力场、电力场等为媒介的遥感。它常用于物理探矿。

(4) 地震波遥感

以地震波为媒介的遥感。它常用于探测地层构造和探矿。

4. 按遥感器的工作方式分类

(1) 被动遥感(无源遥感)

遥感器本身不发射任何人工探测信号,它只能被动地接收从对象那里来的信息进行遥感,这样的遥感是被动遥感。例如不使用闪光灯的摄影属于被动遥感。

(2) 主动遥感(有源遥感)

遥感器本身发射人工探测信息,这信息碰到对象后有一部分被反射回来,又被遥感器所接收,依靠这种信息进行的遥感是主动遥感。例如使用闪光灯的摄影以及使用雷达的遥感即属于主动遥感。

5. 按遥感所获资料的形式分类

(1) 成像方式遥感

能获取遥感对象的图像的遥感。分为两类:

① 摄影方式遥感 以照相机或摄影机进行的遥感。

② 扫描方式遥感 以扫描方式获取图像的遥感。如电视摄像、雷达成像等。

(2) 非成像方式遥感

不能获取遥感对象的图像的遥感。如不扫描的辐射计只能得到一些数据而不能成像。

6. 按应用领域分类

迄今为止,遥感已在资源勘探、环境监测和军事侦察方面获得了广泛的应用。按应用领域,遥感可分为地质遥感、地貌遥感、农业遥感、林业遥感、草原遥感、水文遥感、测绘遥感、环保遥感、灾害遥感、城市遥感、土地利用遥感、海洋遥感、大气遥感和军事遥感等。

第二节 遥感的特性和优势

大多数遥感是从高空对地面及其附近的事物进行的,于是遥感有以下几个特性和优势:

1. 空间特性

遥感的感测距离远,范围大,而且某些波段的遥感对冰雪、云雾、水体和陆地等有一定的穿透能力,因而遥感具有宏观性和直观性。

2. 时间特性

常用的航空平台和航天平台运行快,周期短,又能获得多时相、准同步的影像和数字资料以便作出综合的动态分析,所以,遥感获取资料的速度快,周期短,而且能反映动态变化。

3. 波谱特性

现在,已用于遥感的电磁波段有 γ 射线、X射线、紫外线、可见光、红外线、微波以及波长更长的无线电波等。各波段之间,性质差异很大,用途也很不相同。就连在同一大波段中的几个小波段之间也有不少差别,应用范围和优缺点也各不相同。

4. 信息量巨大

遥感获得的信息量巨大。如陆地卫星的多光谱段扫描仪每秒可接收100亿个信息单位,其信息即使用高速电子计算机也难以全部处理。

5. 受地面条件限制少

可用于自然条件恶劣、地面工作困难的地区——高山峻岭、密林、沙漠、沼泽、冰川、两极、海洋等,或因国界限制而不易到达的地区。

6. 经济效益好

成本低,收益高。例如在70年代,美国陆地卫星-1号及其地面设备,平均每年花费2000万美元~5000万美元,而收益为14亿美元,其中仅减少洪水损失、预报农作物病虫害、勘探石油和天然气、估计世界小麦产量这五项的收益共计为10亿多美元。

7. 用途广

遥感技术已广泛应用于农、林、牧、渔、水文、地质、地理、气象、测绘、环保、考古、城规、土地管理和军事侦察等多个领域。

8. 发展迅速

遥感是在航空摄影的基础上发展起来的。最近 40 年来,随着空间科学技术、电子技术、电子计算机技术及其它新技术的发展,遥感技术及其应用发展迅速,日新月异。它已成为一门新兴的、先进的、在国民经济和国防事业中不可缺少的、影响深远的空间勘测技术。

第三节 遥感的地学应用与发展趋势

一、遥感的地学应用

1. 遥感在农林方面的应用

在农业方面,利用遥感技术可以识别各类农作物,计算其种植面积,并根据作物长势估计产量。如美国利用卫星遥感资料对世界小麦产量作估计,精度达到 90%。在作物生长过程中,可用遥感技术分析其长势,以便及时灌溉、施肥、收割。当作物受灾时,可以及时预报。

在林业方面,用遥感可以调查森林资源、监测森林火灾和病虫害,还可以调查宜林地资源。在 1987 年我国大兴安岭发生特大持续性火灾期间,运用美国陆地卫星遥感资料和其它有关资料进行综合分析,对于掌握即时火情和扑灭火灾,提供了重要的、及时的信息和依据。

在土地资源和土壤的调查中,遥感获得的资料提供了土地和土壤状况的动态情况。遥感可以协助寻找宜林、宜农荒地。如伊朗通过卫星图像找到了 3% 的可耕地。

2. 遥感在地质矿产方面的应用

在地质、矿产方面,遥感为地质研究和勘查提供了先进的手段,可为矿产资源调查提供重要线索和依据。卫星遥感为大区域甚至全球范围的地质调查、研究创造了有利的条件。遥感大大减小了野外工作量,节省了人力、物力、财力,加快了地矿勘测的速度,也提高了成果的精度。遥感图像有助于查明地质构造,并善于发现隐伏构造,便于揭示矿产普查勘探的方向,有利于在较短时间内探测到各种矿藏资源。在工程地质勘探中,遥感用于大型堤坝、厂矿及其它建筑工程的选址和道路选线,以及由地震、暴雨等造成的灾害性地质过程的预测方面。在水文地质勘探中,利用各种遥感资料(尤其是红外摄影和热红外扫描成像资料)查明区域水文地质条件,富水地貌部位,识别含水层及判断充水断层。在夏威夷岛,用红外遥感技术发现 200 多处地下水出露点,解决了该岛所需淡水的水源问题。此外,遥感还可监测火山、地震的活动和沙丘的移动等。

3. 遥感在水文学和水资源研究方面的应用

遥感技术在水文学和水资源研究中已发挥了重大作用。美国陆地卫星的 40 多项应用项目中,水文学和水资源方面所得收益首屈一指。遥感在水文学和水资源研究方面的应用主要有:水资源调查、水文情报预报和区域水文研究。我国利用陆地卫星资料分析计算地表水资源的研究已在山西、浙江、内蒙古等地取得进展。

4. 遥感在海洋学方面的应用

海洋占全球表面面积的 71%,至今尚有 1/3 洋区在很大程度上是未知区。而通过遥感技术可以探测海洋的未知区。遥感已成功地用于海面温度、盐度、海冰、海流、波浪和潮汐等海洋要

素的测量,以及海岸带地质地貌调查、海涂资源调查、海岸线长度测量、海岸动态变化监测、河海相互作用研究、海岸带资源开发研究等领域。

5. 其它方面

此外,遥感还可用于环境监测、地理学研究、土地利用开发、城市规划建设、考古以及军事侦察等方面。

二、遥感的发展趋势

目前,遥感分析正从单一遥感资料的分析,向多时相、多数据源(包括非遥感资料数据)的信息复合与综合分析过渡;从资源环境静态分布研究,向动态过程监测过渡;从动态监测,向预测、预报过渡;从定性调查、系列制图,向计算机辅助的数字处理、定量自动制图过渡;从对各种事物的表面现象的描述,向内在规律分析、计量探求过渡。

可以预见,在未来 10 年~20 年内,遥感技术必将获得更快的发展,其应用领域将更加扩大。各国的航天遥感事业在竞争中将迈上一个新的台阶。微波遥感的技术将进一步提高,其实用性可与现在的 MSS、TM、HRV 等传感器不分伯仲。星载遥感器的地面分辨率和光谱分辨率将大大提高,可达到与目前航空摄影的效果相似的程度。遥感技术与其它技术(如地理信息系统、全球定位系统、数字摄影测量技术和专家系统等)将更紧密地结合,在各领域中发挥出更大的作用。

第二章 遥感的理论基础与技术系统

第一节 遥感的理论基础

遥感的理论基础主要是物理学,也涉及天文、大气、地理、地质、数学和计算机等学科。迄今为止,在各部门中应用的遥感技术绝大多数是电磁波遥感。因此,可以说,遥感的理论基础是物理学,其核心是电磁波理论。

一、电磁波与辐射

1. 电磁波

交变电场周围会产生交变磁场,交变磁场周围会产生交变电场,它们互相套环,沿直线迅速向远方传播。交变电场和交变磁场迅速向远方传播的过程叫做电磁波。电磁波有几个主要参量:周期(T)、频率(f)、波长(λ)。电磁波在空间中传播的速度 $c=3\times 10^8\text{m/s}$,即真空中的光速 c 。

$$c=\lambda f=\lambda/T$$

波长间隔、波段和光谱段都是在两个波长之间的全体波长的集合。它们的单位是长度单位。一般,波段的宽度较宽,而波长间隔很窄。一个波段再细分所形成的小波段,可以叫做光谱段。波段与光谱段之间没有多少区别,二者可以通用。波段也可以叫做波谱段。

2. 辐射

电磁波在空间中的传播叫做电磁辐射,简称辐射。电磁波也可以叫做辐射。辐射按其形式可分为发射辐射、入射辐射、反射辐射、透射辐射、散射辐射等。下面介绍几个辐射量:

(1) 辐射通量密度

在单位面积上单位时间里通过的辐射能。其单位是 W/m^2 或 W/cm^2 。按照不同的辐射形式,它可分为以下几种量:

入射辐射通量密度,即辐照度,符号是 E ;

发射辐射通量密度,即发射度,符号是 M ;

反射辐射通量密度,即反射度,符号是 $w_{\text{反}}$;

透射辐射通量密度,即透射度,符号是 $w_{\text{透}}$;

吸收辐射通量密度,即吸收度,符号是 $w_{\text{吸}}$ 。

(2) 发射率

在同一温度下,一个物体的发射度与黑体的发射度的比值。黑体即绝对黑体,指能够将外来辐射能量全部吸收的物体。发射率用 ϵ 表示。 $\epsilon=M/M_{\text{黑}}$ 。 $M_{\text{黑}}$ 是黑体的发射度。

(3) 反射率