计算机在农业工程中的应用丛书
主　编　郑学坚
副主编　汪懋华

遥感技术在农业工程中的应用

陆登槐 等　编著
单　娟　　审

清 华 大 学 出 版 社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

本书是《计算机在农业工程中的应用丛书》的一个分册,介绍“遥感”这门现代探测技术在农业中的应用。

本书介绍了遥感技术的发展、原理、特点和图象处理系统,以及在农业资源调查和变化监测、农作物产量预测、农业灾害监测和评估等方面的应用。书中引用的许多成功的实例,不但生动地说明了遥感技术对农业的巨大贡献,而且预示了其应用的无限潜力。

读者对象:农业技术人员、农业生产的组织和管理人员。

版权所有,翻印必究。
本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

书　　名:遥感技术在农业工程中的应用
作　　者:陆登槐 等
出 版 者:清华大学出版社 (北京清华大学校内,邮编 100084)
责任编辑:刘明华
印 刷 者:人民文学印刷厂
发 行 者:新华书店总店北京科技发行所
开　　本:787×1092 1/ 16　印张:8　插页:2 页　字数:187 千字
版　　次:1997 年 4 月 第 1 版　1997 年 4 月 第 1 次印刷
书　　号:ISBN 7-302-02497-9/ TP·1264
印　　数:0001—3000
定　　价:15.00 元

计算机在农业工程中的应用丛书

主　编　郑学坚　清华大学教授
中国农业工程学会名誉理事

副主编　汪懋华　中国工程院院士
中国农业大学教授
中国农业工程学会常务理事

序

郑学坚　汪懋华

计算机科学及技术作为一门实用性很强的应用技术在我国农业应用领域逐渐受到重视,尤其在农业工程方面,已被当作工程研究设计及生产的必要手段。中国农业工程学会在1985年成立了电子技术与计算机应用专业委员会就是在此背景下卓有远见的创举。自该专业委员会成立以来,在中国农业工程界中召开了多次学术研讨会,为农业工程技术人员提供了计算机应用研究的学术交流机会,发现了一批农业工程技术领域颇具推广价值的计算机应用技术及相关的专门人才。他们在农业工程中的某些方面应用计算机取得了相当的成果,在实践中总结了丰富的经验。

我们是中国农业工程学会的名誉理事和常务理事,又是电子技术与计算机应用专业委员会的创办人,对中国农业工程领域计算机应用的过去、现状都有过相当的关心和认识,对中国农业工程界的工程技术人员在应用计算机作为研究、处理、设计及生产中的手段也曾潜心观察和总结。

经过长期研究和讨论,电子技术与计算机应用专业委员会认为,目前中国的大、中专院校都已广泛设有"微型计算机原理及应用"必修课程。也就是说,凡是具有中专以上正规院校毕业的工程技术人员,都已具有接受计算机应用技术的基本知识。在农业工程界,也有相当部分中专以上文化水平的工程技术人员会使用微型计算机以解决各自面临的问题。这为中国农业工程学会的电子技术与计算机应用专业委员会提出了宣传、组织、推广计算机在农业及农业工程领域中应用的任务。经过各方接触讨论,认为出版在农业工程的若干方面应用计算机有所成就的专家著作,用以指导农业工程技术人员去实践计算机在农业工程中的应用,是当前最有效、最可行的方法。

农业工程学会电子技术与计算机应用专业委员会的上述设想得到了清华大学出版社的响应和支持,清华大学出版社决定组织出版《计算机在农业工程中的应用丛书》。我们相信,在出版计算机和其它科技图书方面具有丰富经验的清华大学出版社一定会把一套高质量的丛书奉献给中国农业。

本丛书包括农业专家系统及开发工具,农机计算机辅助分析和设计,遥感技术、多媒体技术和计算机图象处理技术在农业工程中的应用,以及计算机在农业生物环境监测与控制、农业水土工程和农机化管理中的应用等方面的图书。

编辑出版本丛书的宗旨是为计算机在农业工程中的应用经验进行总结,将这些应用经验推广普及到各个技术分支,从而对中国的农业起到促进的作用。丛书的服务对象是:凡具有中等专科以上文化水平、曾经在校学过或自修过"微型计算机原理及应用"课程的技术人员。他们应该可以看懂,并学会运用本系列丛书中的相关内容。

前　言

本书是《计算机在农业工程中的应用丛书》的一个分册,以实例向读者介绍遥感技术在农业中的应用情况和应用潜力。

遥感技术是60年代迅速发展起来的一门新兴的、综合性的探测技术,它利用飞机、气球、火箭、卫星等从一个新的高度观测地球,用各种电磁波探测地面物体,然后通过光学、电子学、计算机技术等处理所得到的信息,调查自然资源和生态环境的现状,监测其发展变化。

遥感技术的应用领域是很广的,从海洋到陆地,从矿藏资源的探测到自然灾害的评估,国内外都有许多成功的应用例子。遥感技术在农业中的应用也是很广的,具有很大的潜力,本分册以某些典型实例概括说明遥感技术在农业资源调查和变化监测、农作物产量预测、农业灾害监测和评估3个方面的作用。

本分册共分6章。第1章对遥感技术作一简单的介绍,是为农业生产的组织者和管理人员写的,专业技术人员可以跳过这一章。第2章对本分册16个实例作一综合评述,概述遥感技术的特点,说明遥感技术和计算机技术的密切关系,专业技术人员也可以不阅读这些内容。第3章介绍遥感图象处理系统。由于各类遥感图象处理系统都很复杂,不可能用很少的篇幅作详尽的介绍,仅以曾经发挥较大作用的101图象处理系统和目前水平较高的ER MAPPER系统为例,说明遥感技术的发展何等迅速。从第4章起,分别介绍国内农业领域应用遥感技术的实例,不同专业的人可阅读不同的实例,农业生产的组织者和管理人员可重点阅读每个实例的实际应用部分,坚定应用遥感技术的信心,果断地采取措施,促进遥感技术在本地区、本行业的应用和发展。

本分册的前言,第1和第2章以及3.1,4.1,4.3,4.5,5.5由陆登槐编写;3.2由于莉、裴志远编写;4.2由任志弼、色音巴图编写;4.4由喻歌农、晏懋昭编写;4.6和6.2由裴志远编写;5.1由王延颐编写;5.2由王宏禄、陈敦善、白锐峥、郭良琴编写;5.3和5.4由王世耆编写;5.6由柳火钦、徐希孺编写;6.1由刘桂香、苏和编写。全书由陆登槐统一修改、整理和编排,最后由丛书的主编和副主编审定。书中难免有不确切之处,请读者不吝指正。

可以说,农业生产是一个大舞台,遥感技术是一位优秀演员,农业生产的组织者和管理人员是导演,在导演的指挥和策划下,遥感技术一定会演得有声有色,生动活泼,在农业生产的各个方面发挥更大的作用。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

目　　录

序
前言
1　概述 …… 1
1.1　遥感与遥感技术 …… 1
1.1.1　遥感和它的起源 …… 1
1.1.2　航天遥感的发展 …… 1
1.1.3　遥感技术在农业中的应用 …… 3
1.2　光谱特征和遥感图象 …… 4
1.2.1　光的波段 …… 4
1.2.2　光谱特性 …… 5
1.2.3　遥感方式 …… 6
1.2.4　遥感图象 …… 6
1.3　遥感数据的预处理 …… 8
1.4　遥感数据的分类处理 …… 10
1.4.1　地物的波谱空间特征 …… 10
1.4.2　误分区 …… 11
1.4.3　分类方法 …… 11
1.5　农业遥感的现状和发展 …… 13
1.5.1　起步阶段 …… 13
1.5.2　发展阶段 …… 13
1.5.3　现状和发展前景 …… 14
2　遥感技术综述 …… 15
2.1　遥感技术的特点 …… 15
2.1.1　遥感技术是综合性技术 …… 15
2.1.2　遥感技术具有宏观性 …… 15
2.1.3　遥感技术具有多种效益 …… 16
2.1.4　遥感技术能提供海量动态信息 …… 16
2.2　遥感技术和计算机技术的关系 …… 18
2.3　实例综述 …… 20
3　遥感图象处理系统 …… 22
3.1　101 图象处理系统 …… 22
3.1.1　概述 …… 22
3.1.2　101 图象处理系统的构成 …… 23

3.1.3 作业流程 …… 24
3.2 ER MAPPER——新一代图象处理系统 …… 28
3.2.1 研制者 …… 28
3.2.2 概况 …… 29
3.2.3 系统的功能 …… 31
3.2.4 ER MAPPER 的运行环境 …… 33
3.2.5 应用领域 …… 33
4 农业资源调查和变化监测 …… 34
4.1 土地利用现状调查和数据处理系统 …… 34
4.1.1 研制者 …… 34
4.1.2 基本情况 …… 34
4.1.3 系统的构成 …… 35
4.1.4 系统特色 …… 36
4.1.5 运行环境 …… 38
4.1.6 运行实例 …… 38
4.1.7 转让价格 …… 39
4.2 北方草地产量动态监测系统 …… 40
4.2.1 研制者 …… 40
4.2.2 基本情况 …… 40
4.2.3 草地产量动态监测的原理和流程 …… 40
4.2.4 系统的构成和功能 …… 42
4.2.5 系统特色 …… 44
4.2.6 运行结果 …… 44
4.2.7 系统参考价格 …… 45
4.3 耕地变化监测 …… 46
4.3.1 研制者 …… 46
4.3.2 概述 …… 46
4.3.3 基本原理 …… 46
4.3.4 技术流程 …… 46
4.3.5 硬件和软件 …… 47
4.3.6 实例 …… 48
4.4 湿地资源调查系统 …… 49
4.4.1 研制者 …… 49
4.4.2 基本原理 …… 49
4.4.3 湿地资源调查系统的构成 …… 49
4.4.4 系统功能 …… 50
4.4.5 应用实例 …… 52
4.5 黄淮海盐碱地调查软件包 …… 53

4.5.1 研制者 …… 53
4.5.2 基本情况 …… 54
4.5.3 基本原理 …… 55
4.5.4 基本构成和功能 …… 55
4.5.5 运行环境 …… 62
4.5.6 运行步骤 …… 62
4.5.7 运行实例 …… 62
4.5.8 转让参考价 …… 64
4.6 棉花种植面积遥感调查系统 …… 64
4.6.1 研制者 …… 64
4.6.2 基本原理 …… 64
4.6.3 系统的构成 …… 64
4.6.4 系统的运行环境 …… 65
4.6.5 应用实例 …… 65
4.6.6 技术转让 …… 67
5 农作物产量预测 …… 68
5.1 南方水稻遥感估产系统 …… 68
5.1.1 研制者 …… 68
5.1.2 系统构成 …… 68
5.1.3 系统的功能 …… 70
5.1.4 系统的运行环境 …… 71
5.1.5 运行实例 …… 72
5.1.6 经济效益分析 …… 73
5.2 冬小麦估产系统 …… 73
5.2.1 研制者 …… 73
5.2.2 基本情况 …… 74
5.2.3 估产原理 …… 74
5.2.4 系统的构成 …… 76
5.2.5 估产步骤 …… 76
5.2.6 运行实例 …… 77
5.3 小麦估产的气象模型 APCS …… 78
5.3.1 研制者 …… 78
5.3.2 基本原理 …… 78
5.3.3 APCS 的构成 …… 78
5.3.4 运行环境 …… 80
5.3.5 运行实例 …… 80
5.4 小麦模拟模型 WSM …… 83
5.4.1 研制者 …… 83

5.4.2 基本原理 …… 84
5.4.3 WSM 的结构 …… 84
5.4.4 WSM 的功能 …… 85
5.4.5 运行环境 …… 85
5.4.6 运行实例 …… 85
5.5 遥感光谱法水稻估产 …… 92
5.5.1 研制者 …… 92
5.5.2 概述 …… 92
5.5.3 遥感光谱法水稻估产的构成 …… 94
5.5.4 遥感光谱法水稻估产运行实例 …… 94
5.5.5 技术转让 …… 98
5.6 农作物遥感估产信息系统 …… 98
5.6.1 研制者 …… 98
5.6.2 遥感估产基本原理 …… 98
5.6.3 农作物遥感估产系统总体框架 …… 98
5.6.4 系统结构与功能 …… 99
5.6.5 系统的应用 …… 102
6 农业灾害监测和评估 …… 104
6.1 北方草场火灾、雪灾监测系统 …… 104
6.1.1 研制者 …… 104
6.1.2 基本情况 …… 104
6.1.3 监测草场火灾、雪灾的基本原理 …… 105
6.1.4 系统的构成及其功能 …… 105
6.1.5 系统的运行环境 …… 107
6.1.6 系统作业流程 …… 107
6.1.7 运行实例 …… 108
6.1.8 参考价格 …… 109
6.2 东南沿海小河流域防洪信息系统 …… 109
6.2.1 研制者 …… 109
6.2.2 基本情况 …… 109
6.2.3 系统的构成 …… 109
6.2.4 系统的运行环境 …… 111
6.2.5 运行实例 …… 111
6.2.6 系统参考价格 …… 114
参考文献 …… 115

1 概　　述

1.1 遥感和遥感技术

1.1.1 遥感和它的起源

遥感 (Remote Sensing) 是遥远感知的意思。摄影照相就是常见的遥感,照相机并不接触被摄目标,而是相隔一定的距离,通过镜头把被摄目标的影象记录在底片上,经过摄影化学处理,相片便重现被摄目标的图象。从拍摄目标到再现目标所使用的手段,便是一种遥感技术。

1858 年,两个法国人同时在巴黎上空用装在气球上的照相机,拍摄了巴黎的空中照片,人们第一次从空中鸟瞰巴黎市容。1903 年莱特兄弟发明了飞机,为航空摄影创造了条件。1909 年瑞特在意大利第一次用飞机拍摄了圣托西利地区的照片,这是早期航空遥感。应该说,航空摄影测量是最先在农业生产中发挥作用的遥感技术。航空摄影相机安装在飞机上,飞机按设计好的航线在离地面几千到上万米的天空飞行,照相机间歇地拍摄地面景物,得到有重叠度的、能产生立体感的航空象片;利用测量仪器观测航空象片便可编绘地形图、影象图,用于农业资源调查、土地利用规划、水利工程设计等。航空摄影——测量象片——编绘图件,也是一种遥感技术。

航空摄影测量把人们观察自然资源和居住环境的位置由地面升到了天空,扩大了视野,取得了很好的效果。1957 年,前苏联率先发射人造地球卫星,到 1986 年 9 月 30 日累计发射了 1890 次卫星,1987 年 7 月又发射了宇宙 1870 号地球探测卫星。1959 年 9 月美国海军发射了先锋-2 号卫星,用两个红外光电管拍摄了地球上空云层的照片,测量了地球辐射量。1959 年 10 月,前苏联又发射了月球-3 号卫星。1960 年 4 月美国国家宇航局发射了泰罗斯-1 号卫星,用电视摄象机观测和拍摄全球南北纬度 55°之间的云层。苏美两国竞相发展航天技术,把人们观察自然资源和居住环境的位置,升高到几百公里、几千公里的太空,开辟了航天遥感的新阶段。各类卫星是航天遥感的工作平台,装在卫星上的传感器周期性地扫描地球表面,收集到的自然资源和生态环境信息,经过分析处理,变成有利于管理和决策的数字和图件。收集信息——传输信息——处理信息,当然也是一种遥感技术。

一般说,遥感技术,指的是从不同高度的平台上,使用不同的传感器,收集地球表层各类地物的电磁波谱信息,并对这些信息进行分析处理,提取各类地物的特征,探测和识别各类地物的综合技术。

1.1.2 航天遥感的发展

第二次世界大战后,美国发射的探空火箭在 160km～320km 的高空拍摄了地面象

片,在象片上可以清楚地看到科罗拉多高原南缘莫隆火山垣的一部分。1965 年美国宇航员在 640km～1360km 的高空拍摄了 102 张地面象片, 对研究地质、地理和海洋十分有利。美国 1961 年发射的阿波罗登月火箭和 1973 年发射的天空实验室,都获得了大量的地面彩色象片,开辟了一条调查地球资源的新途径。从 1972 年起,美国有计划地发射陆地卫星,到 1993 年共发射了 6 颗。陆地卫星在 900km 以上的太空绕地球飞行,轨道周期为 103min , 16d～18d 覆盖地球一次;卫星上携带的多光谱扫描仪(MSS)和主题成象仪(TM) 扫描 185km 宽的地面,获得不同波段内的地面信息,分辨率为 30m～80m;这些信息定期地传回 15 个地面接收站,应用于资源调查和环境监测。1986—1996 年,法国发射 4 颗名叫 SPOT 的高性能地球观测卫星,在 830km 的太空用电子扫描方式采集地面信息,分辨率为 10m～20m,信息被 14 个地面接收站接收,用于资源调查和环境监测;由于传感器用特殊的方式工作,获得的地面图象能构成立体模型,故可用于 1:5 万地形图的修测或编绘。从 1960 年起,美国还发射系列气象卫星,到 1993 年共发射 10 颗,这些卫星在 830km 的太空,用改进型高分辨率辐射计(AVHRR/ 2)和泰罗斯垂直分布探测仪(TOVS)收集地球上空云层分布、海域温度、大气温度和湿度、臭氧量等方面的信息,用于气象业务,也能监测农作物的长势。此外,联合国世界气象组织以及日本、前苏联、加拿大、前西德、印度、巴西、意大利、以色列等国,也先后发射气象卫星或资源卫星,用来预报天气和调查森林、耕地、草场资源,监测沙漠化的扩展等。

1975 年 11 月 26 日,我国首次发射返回式遥感卫星,到 1988 年共发射 11 颗,其中 1985 年和 1986 年发射的两颗国土普查卫星获得广泛的应用。这两颗卫星的轨道为椭圆形,近地点高度为 175km,远地点高度为 400km, 飞经我国领空的高度为 175km～210km, 绕地球飞行一圈的时间约为 90min,每天绕地球飞行 16 圈。卫星上装载棱镜扫描式全景相机,焦距为 850mm,拍摄的底片大小为 198mm×1780mm。国土普查卫星是返回式对地观测卫星,它们带回的黑白全色胶片和假彩色红外反射胶片,中央部位的地面分辨率为 10m,随扫描角的增大,两侧的分辨率逐渐降低。这些象片应用于京津唐地区和黄河三角洲地区的水资源、土地利用现状、森林资源、草场资源、旅游景观资源、矿产资源的调查,劣质土退化和环境要素的监测,重点工程稳定性评价,城市建设规划以及黄河尾闾摆动研究等方面,取得前了所未有的效果。

遥感技术经过近百年的分阶段发展,构成地面、空中、太空 3 个立体层面,为人类监测自然资源和生态环境提供越来越多的信息和服务。按照获得信息的高度,人们常把遥感技术分为地面遥感、航空遥感和航天遥感 3 类,而以航天遥感的发展最为迅速,效益最为显著。美国利用陆地卫星和气象卫星等数据,预测全世界的小麦产量,准确度大于 90%;他们提前半年估测前苏联 1977 年的小麦总产量为 9220 万 t,与 1978 年苏联事后公布的 9200 万 t 相比,误差仅为 2%。1954 年 3 月 27 日,飓风在墨西哥海岸登陆,造成华盛顿州 450 人死亡,1975 年由于用卫星数据预报了飓风将经过同样的路径,结果未死一人。英国过去为土地规划而进行的土地资源清查和分类,用了 25 年时间,得到的仅仅是一份粗略的资料;1976 年利用遥感技术,仅用 4 个人工作 9 个月,就把全国的土地划分为 5 大类、31 个亚类,测出了面积,绘制成图件。墨西哥利用 200 幅卫星图象,完成了 1 .92 亿 ha(公顷,$1\,ha = 1\times10^{4}\,m^{2}$)的土壤调查,划分了 11 个类型,制成土壤图,1ha 的成本只有 1 美分。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

美国利用陆地卫星图象编制一个中等州的土地利用图,一个人工作一年半,仅用 7 .5 万美元,比过去用 2 万多张航片、44 个人工作一年、花费 170 多万美元,效益显然好得多。1975 年,美国利用卫星图象,在 3d 之内估算出 100 万 are(英亩,1are = 100m^2)土地上洪水给农业造成的损失,费用仅 1100 美元。瑞典通过遥感技术,把全国森林分为 29 类,绘图时合并为 16 类,12min 内绘出一幅全图。菲律宾 1968 年开始森林调查,前 9 年只完成 1/10,第 10 年只用 4 个月的时间,用 30 幅卫星图象,就把全国主要森林划分成 5 类,绘制成图。我国山东潍坊市利用卫星图象调查沿海滩涂资源,费用为 0 .4 分/ 亩(1 亩 = 666 .7m^2),接着在更深层次中应用遥感技术,建成潍坊沿海遥感动态监测系统,监测沿海资源和环境的变化,完成近、中、长期分层综合规划;优化沿海地区农林牧副渔盐的生产结构,1989 年建成海水养殖场 20 万亩,产虾量为 1 2 万 t,建成盐田 780 万亩,产原盐 400 万 t,枣树和棉花基地已具相当规模,得到很好的社会、经济和生态效益。我国西藏高原经历 100 多年地理考察和路线测绘,湖泊形状、大小和数量仍不清楚,1∶10 万航测成图前后历时 5 年;后来利用卫星图象进行调查,很快查明湖泊为 800 多个而不是 500 多个,甚至区分出了咸水湖和淡水湖。

从这些回顾中,我们不难看出航天遥感发展的速度,体会到遥感技术的巨大作用。

1 .1 .3 遥感技术在农业中的应用

遥感技术在农业生产中的应用是十分广泛的,有人估计有 76 个应用项目,可归纳为下列 5 类:

(1) 农业资源调查

包括土地利用现状、土壤类型、草场资源、低产土地资源和水资源的调查等,调查结束后进行评价,提供数据和图件。

(2) 农业资源监测

包括农作物长势监测、土地沙化和盐渍化监测、鱼群监测、农业用地污染监测等。这种监测是持续进行的,在监测过程中不断提供农业资源动态变化数据和图件,提出应该采取的对策,用于农业生产管理和决策。

(3) 生物量估产

结合农学知识和环境因素,预测小麦、水稻、玉米和棉花等大宗农作物的产量,预测淡水养殖的产量和草场的产草量等。

(4) 农业灾害预报

包括农作物病虫害、草场雪灾和火灾的监测和预报,洪水预警、测定受灾面积和灾后评估等。

(5) 特殊应用

包括农业人口分布和农村运输网调查、水土流失监测以及野生动物调查等。

本书通过若干实例介绍遥感技术在农业生产中的应用,这些实例多数是国内科学技术工作者辛勤劳动的结晶。随着遥感技术的发展和应用的普及、深入,将出现更多的典型实例,这是毫无疑问的。

1.2 光谱特征和遥感图象

1.2.1 光的波段

遥感技术之所以得到如此迅速的发展,其应用之所以如此广泛、深入,原因之一是它以图象的方式客观地反映自然环境的现状。照片1是一张比例尺很小的我国南京地区的陆地卫星图象,稍有知识和经验的人用眼睛观察,再经过大脑分析,都能很容易地识别出图象中斑块状的城市、弯曲宛延的河流和破碎而又较规则的耕地,甚至能找出笔直的公路和城市郊区的飞机场。视觉和思维过程便是常说的目视解译。人们能从卫星图象上识别出各种地物,是因为不同的地物具有不同的颜色、色调、几何形状和纹理。

遥感图象能记录自然环境的现状,完全是光的作用结果。光是一种电磁波,具有波动性和粒子性。可以把光按波长划分为不同的波段,见表1.1和图1.1。从电磁波波长短的一侧开始,依次为γ射线、X射线、紫外线、可见光、红外线、无线电波。其中可见光只是整个波谱的很窄的一段,又可细分为紫、蓝、绿、黄、橙、红波段;红外线又细分为近红外、短波红外、中红外、热红外4个波段;微波又细分为W,V,O,Ka,Ku,X,C,L等波段。波长越短,光的粒子性越强,直线性和指向性越强。并不是所有波长的太阳光都能穿透大气层,大部分光被大气层中的水气、氧气和二氧化碳等吸收,照射到地面的仅仅是很少一部分太阳

表 1.1　各电磁波波段

波段名称			波长范围
紫外线			10nm～0.4μm
可见光线			0.4μm～0.7μm
红外线		近红外	0.7μm～1.3μm
		短波红外	1.3μm～3μm
		中红外	3μm～8μm
		热红外	8μm～14μm
		远红外	14μm～1mm
电　波		亚毫米波	0.1mm～1mm
	微波	毫米波(EHF)	1mm～10mm
		厘米波(SHF)	1cm～10cm
		分米波(UHF)	0.1m～1m
		超短波(VHF)	1m～10m
		短　波(HF)	10m～100m
		中　波(MF)	0.1km～1km
		长　波(LF)	1km～10km
		超长波(VLF)	10km～100km

光。遥感所使用的波长是紫外线的一部分(10nm～0.4μm)、可见光(0.4μm～0.7μm)、红外线的一部分(0.7μm～14μm)以及微波(约1mm～1m)。

可见光照射到地面,一部分被吸收,一部分被反射,一部分被透射;由于不同的地物吸收、反射、透射的比例不同,所以呈现出不同的颜色。生长旺盛的农作物强烈吸收波长为0.52μm的电磁波,而强烈反射其它波长的电磁波,呈现绿色;农作物叶片枯黄时,吸收黄光而反射其它波长的光,故呈现黄色。

红外线又称为红外光,是人的眼睛看不见的光。跟可见光一样,地物也吸收、反射一部分红外光。被地物反射的那部分红外光,称为反射红外;吸收红外光会使地物产生热量,地物与周围空气交换热量时,又从内部辐射出热能,这种能量也是电磁波,称为辐射红外。反射红外和辐射红外是遥感技术的重要波段。农作物受病虫或旱涝危害的初期,绿色叶片几乎没有什么变化,但叶片内部组织受到破坏,反射红外大大减弱,在彩红外象片上呈现红色或淡红色;若受害加重,叶片的红外反射严重减弱,在彩红外象片上则呈黄色;作物一旦枯死,红外反射几乎为零,在彩红外象片上就呈现白色。红外波段着重反映农作物的生理过程和生态环境的热量变化,对探测农作物长势、病虫害、土壤湿度等十分有利。

微波波段的电磁波比红外线更能穿透雾、霾、云层和雨,这个波段的信息常用于森林资源清查、地质勘探、暴风雨和洪水预报等。

图 1.1　遥感常用的波段

1.2.2　光谱特性

一切物质都是由原子构成的,这种构成决定了物质固有的性质。原子的内部状态总是处在不停的运动变化之中,这种变化是由于原子吸收固定波长的电磁波造成的,变化过程又辐射出固定波长的电磁波,也就是说,每一种物质都产生或吸收不同波长的电磁波,物质的这种对电磁波固有的波长特性叫光谱特性。农作物叶片中的叶绿素强烈吸收波长为 0.45μm 和 0.67μm 附近的电磁波,反射波长为 0.5μm～0.6μm 的电磁波(绿波),所以叶片是绿色的。另外,叶片内部的细胞组织又强烈反射波长为 0.74μm～1.3μm 的电磁波,只是我们的眼睛感觉不到而已。红外波段的强烈吸收和近红外波段的强烈反射,便是农作物的光谱特性,也是植被的光谱特性。当然,同样是植被,由于品种不同,它们的内部结构以至原子组织都是不一样的,因此,它们的光谱特性也互不相同。

光谱反射曲线能形象地反映各类地物的光谱特性。反射率是反射太阳光的量与入射太阳光的量之比。地面上的万物都在太阳普照之下,但由于上面所说的原因,不同种类的地物,反射太阳光的强弱是不同的;即使是同一类地物,对不同波长的太阳光,其反射率也不相同。图 1.2 给出的两组光谱反射率曲线,真实地说明了不同地物、同一地物反射不同波长的太阳光的强弱程度,也就是它们固有的光谱特性,这种特性正是我们区分万物的根据。

1.2.3　遥感方式

遥感技术所用的资料,是通过传感器获得的,常见的照片就是利用照相机拍摄目标的

图 1 2　不同地物的光谱反射率曲线

结果。根据传感器的不同,可把遥感分为主动遥感和被动遥感两大类,它们所用的传感器如图 1 .3 所示。

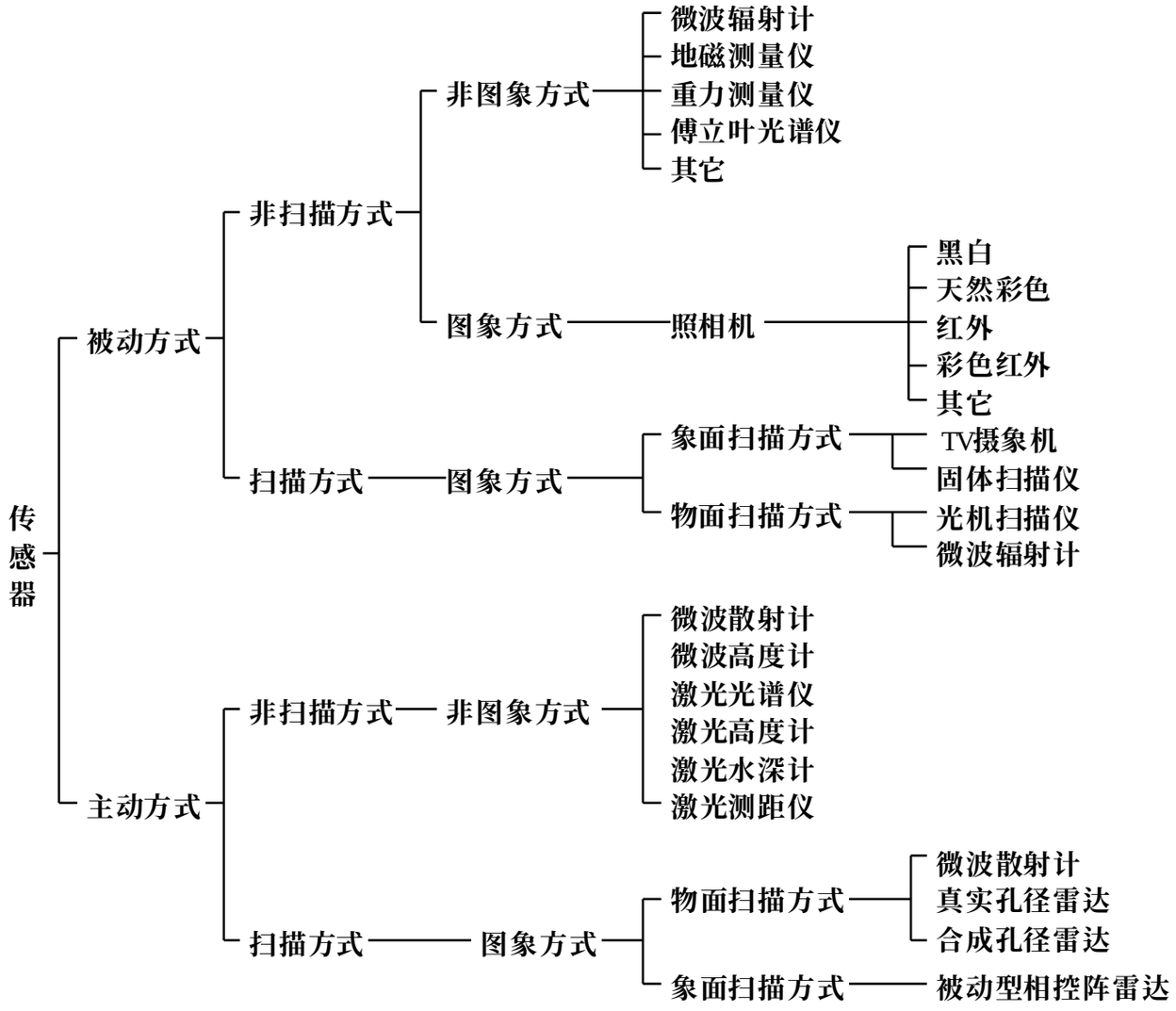


图 1.3　传感器的分类

所谓被动遥感,是传感器本身并不发射电磁波,而是依靠地物反射的太阳光和辐射的电磁波获得地物的特征信息。普通摄影照相、航空摄影、资源卫星扫描地面等都属于被动

遥感。被动遥感是目前农业领域应用最多的遥感方式。所谓主动遥感,是传感器主动地发射电磁波,又利用接收器接收地物的反射波,从而感知地物的特征信息。侧视雷达是最常见的主动遥感。以雷达为传感器的雷达遥感工作在亚毫米波和微波波段,能穿透云层,不需要阳光,是极有前途的遥感方式,正处于发展阶段。

1.2.4 遥感图象

传感器获得的遥感信息有图象和数字两种形式,我们经常使用的是数字形式的遥感信息,下面以美国陆地卫星多光谱扫描仪获取地面信息为例,说明遥感图象的结构。

多光谱扫描仪的扫描宽度为185km,它把地面划分成许多小格子,称之为象元。象元的东西宽约为56m,南北长约为79m,故自西向东扫描时共收集3240个象元的光谱反射率。多光谱扫描仪在4个波段内工作,收集每个象元在0.5μm～0.6μm(波段4),0.6μm～0.7μm(波段5),0.7μm～0.8μm(波段6),0.8μm～1.1μm(波段7)内的反射率。若某象元内的地物大量吸收太阳光,就显得暗,其反射率就小;若大量反射太阳光,就显得明亮,其反射率就大。传感器把不同的反射率转换成明暗不同的亮度值(或叫灰度)并记录在卫星上的高密度磁带内,然后传送到地面接收站。地面接收站得到的是宽为185km的带状地面的亮度值,经过编辑,剪裁成长宽均为185km的方块,存入计算机磁带内,这就是平时所说的一景卫星图象数据。一景卫星图象数据包含2340根扫描线,共有3240×2340×4个象元的亮度值,图1.4是某地区6×6个象元的亮度值。这些亮度值可分别转换成模拟量,分波段感光在相纸上,就得到常见的单波段黑白图象;若取其中3个波段的亮度值进行彩色合成,就得到假彩色合成图象。

图1.4 多光谱扫描仪图象中局部象元的亮度值

首先得到的是亮度值,即地面象元的数字图象,经过加工处理才得到影象图象。数字图象准确,便于计算机处理,影象图象丢失许多信息,但直观逼真,两者各有长处。

多光谱扫描仪收集到的亮度值,包含大气层的干扰影响。理论上讲,同属一类地物的象元应取同一亮度值;不同类地物,其亮度值不可能相同。一个象元包含单一地物时(例如都是小麦地),其亮度值反映一类地物的光谱反射率;若一个象元包含多类地物(例如在

需要全本请访问 www.ertongbook.com