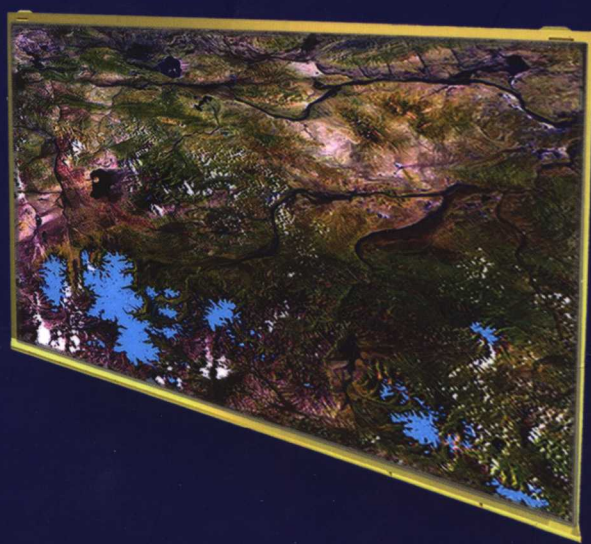


遥感影像群判读 理论与方法

阎守邕 刘亚岚 魏成阶 王涛 著



海军出版社

遥感影像群判读理论与方法

阎守邕 刘亚岚 魏成阶 王 涛 著

中国科学院遥感应用研究所
国家遥感应用工程技术研究中心

海洋出版社

2007 年 · 北京

内 容 简 介

遥感影像群判读是在集成遥感数据处理与影像目视判读、遥感与地理信息系统、先进信息技术与传统专业知识、人脑与电脑之间优势的基础上,使判读人员能够分工协作、优质高效、轻松愉快地从海量遥感数据中,抽取和应用自己所需专题信息的认知和作业过程。它在环境遥感的技术发展、广泛应用及其效益发挥等方面居于核心地位、起着关键作用。作者在书中系统、全面和循序渐进地介绍了这种过程实现的基础理论、系统方法、技术系统及其应用实践。它可供农业林业、地质矿产、土地利用、水文海洋、生态环境、灾害监测、测绘制图、区域规划、城市管理以及军事侦察等领域的遥感影像判读、应用人员以及相应领域的高等院校师生参考、阅读之用。

图书在版编目(CIP)数据

遥感影像群判读理论与方法/阎守邕等著. —北京:海洋出版社,2006. 12

ISBN 978 - 7 - 5027 - 6748 - 8

I. 遥 II. 阎 III. 遥感图像 - 判读 IV. TP753

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 014774 号

责任编辑:白 燕

责任印制:严国晋

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

(100081 北京市海淀区大慧寺路 8 号)

北京画中画印刷有限公司印刷 新华书店发行所经销

2007 年 2 月第 1 版 2007 年 2 月北京第 1 次印刷

开本:787mm × 1092mm 1/16 印张:18.25

字数:467 千字 印数:1 ~ 2000 册

定价:68.00 元

发行部:62147016 邮购部:68038093 总编室:62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

前 言

遥感影像群判读技术是在人工目视判读技术基础上,逐步地发展起来的一种新型的遥感信息提取应用技术。它实际上是通过认知活动、人机交互、系统构建和互联网络等途径,把遥感数据处理与影像目视判读、遥感与地理信息系统、先进信息技术与传统专业知识、人脑与电脑之间的优势结合起来,支持数位、十数位、乃至为数更多的判读人员,以他们熟悉的作业方式、适当的体系结构组织起来,分工协作、优质高效、轻松愉快地完成有关判读影像数据处理、人机交互判读作业以及遥感专题判读制图、抽样检测订正、目标检出识别以及判读技术培训等大型遥感影像判读应用任务的一种先进而有效的技术手段。这种技术具有四个显著特点:第一,它充分地利用了近代心理学在认知领域里的研究成果,把遥感影像判读看作是判读人员通过对遥感影像判读的感觉、知觉、注意、记忆、识别、思维等一系列心理活动,实现对客观事物及其规律认知和应用的一种心理过程,并以此为基础建立了表述判读人员影像判读各种心理活动过程、关系、特点及其影响因素的空间认知理论模型,成为其基础理论、系统方法、技术系统和应用实践的理论内核。第二,它通过人机交互等多种技术手段,为判读人员主观能动性及其集体智慧的充分发挥、各种影像特征的有效利用、自然和人文科学规律的具体引入,系统自动化和智能化的不断发展,创造了友好、灵活和开放的工作环境及其外部条件,显示出极其强大的生命力和可持续发展的广阔前景。第三,它具有遥感影像判读数据处理、专题信息提取以及判读应用任务实施3个层次上的多种功能,判读人员能够优质高效、轻松愉快地满足各种大型遥感影像判读应用任务的需要,其应用的专业领域广泛、用户数量众多、产业化发展潜力巨大、社会效益显著。第四,这种技术是在大量判读应用实践以及系统、深入的科学研究基础上,发展起来的一个遥感影像群判读理论技术体系。这个体系具体由基础理论、系统方法、技术系统、应用实践等4个相对独立又关系密切的部分构成,具有我国自主研究和创新发展的显著特色。

《遥感影像群判读理论与方法》系统、全面和循序渐进地论述和说明了作者在前人工作基础上,通过自身实践所取得的各种科研成果。其写作内容共分5个部分。第1章环境遥感及其判读技术概述,介绍了遥感影像群判读技术的发展背景、演进历史及其基本特点、总体构成和实用价值。此外,它还给出了全书写作的总体结构、各章的内容提要以及阅读的注意事项,使读者能够从总体和演化的观点来了解这种技术;第2章遥感影像群判读的基础理论,论述了遥感影像群判读理论的各个组成部分,包括影像判读的认知过程、能够感知的影像特征、判读人员的知识框架、遥感影像的判读标志、判读任务的组织实施、判读结果的精度评价、完成任务的效率计算等内容,是后续各章节以及群判读理论技术体系建立的理论基础;第3章遥感影像群判读的系统方法,分别论述了影像群体判读系统方法的研究目标、产生基础、体系结构和基本构成等方面的问题,介绍了应用项目管理、项目数据构造、影像数据制备和遥感影像判读等专项作业的流程方法,包括其业务构成、工作原理、运作过程、适用情

况等问题,讨论了专题判读制图、抽样检测订正、目标检出识别和判读技术培训等任务实施的群体方法,包括其技术构成、调用关系、作业步骤、适用范围等问题。它们是在群判读的基础理论与技术系统之间的连接纽带;第4章遥感影像群判读的技术系统,分别论述了群判读技术系统的总体构成、资源管理模式及其底层处理模块的技术实现、影像判读子系统的功能构建和群判读应用系统的任务实施等方面的问题,是上述基础理论和系统方法的物化结果,也是遥感影像群判读应用实践的重要技术手段;第5章遥感影像群判读的应用实践,依次介绍了人机交互判读技术应用的若干实例、利用群判读系统进行的遥感专题判读制图、影像判读技术培训等试验的实施过程、技术方法和应用效果以及群判读系统最佳运作环境的技术原型。它们是遥感影像群判读技术发展的实践基础和动力来源,也是这种技术及其效果直观、具体展示的实例。作者希望通过对各章内容及其相互关系的上述介绍,有助于读者对后续各章节内容的阅读。

众所周知,近年来随着遥感影像判读应用任务的不断提出,装备有高光谱分辨率、高空间分辨率的遥感器以及星载成像雷达等新型的遥感数据获取系统的迅速发展,各种海量遥感影像数据源源不断地发回地面,使原有的遥感影像目视判读和数字处理技术,很难满足新形势的需求、面临着前所未有的巨大挑战。因而,从海量遥感影像数据中优质高效、轻松地提取专题信息,就成为遥感技术及其应用领域中的一个巨大瓶颈问题以及各国科学家关心的一个重要热点问题。面对这种挑战,基于像元的遥感影像数字处理技术在不断地改进其分类算法、尽量利用各种影像特征和辅助技术、提高其识别地物类型的精度和能力;传统的人工目视判读技术也在充分发挥判读人员的聪明才智及集体智慧,不断吸收数字处理、人工智能、互联网络等技术的优势,使自己发生了巨大的变化,成为完成许多大型遥感影像判读应用任务的首选技术手段,显示了前所未有的活力。显然,这两种主流的发展趋势尽管在出发点、主导思路差异显著,但是它们(尤其是后者)的发展前景都很广阔,要走的道路同样艰巨而漫长。然而,遗憾的是后者并未得到广泛的注意和足够的重视。尽管冠名遥感影像判读的论著在数量上也不少,但是系统、深入和完整地论述它的作品却不多见。希望《遥感影像群判读理论与方法》的问世,能够对此种状况的改变有所补益、有所贡献。

《遥感影像群判读理论与方法》是总结、提炼作者有关科研成果的产物。这些成果主要包括在国家自然科学基金项目“基于语义单元的城市遥感影像群判读理论方法研究”(40201040)和中国科学院遥感应用研究所的知识创新项目“分布式遥感影像人机交互判读系统”(CX030003)共同资助下取得的成果,也包括在国家重点科技攻关项目(97-759-05)、欧共体国际合作项目(INCO-DC/IC18-CT98-0283)等资助下取得的科研成果。在此,作者要衷心感谢这些项目的资助者、中国科学院和中国科学院遥感所的有关领导以及完成这些科研任务的所内外合作伙伴们。如果没有他们的大力支持、热心帮助和共同努力,既不会有这些科研成果的问世,更不会有《遥感影像群判读理论与方法》的完成和出版。在此,作者还要感谢远在美国的 William L. Teng 博士、田青博士以及其他朋友。他们不远万里寄来了许多极为重要的参考资料,使写作任务得以顺利完成。

在《遥感影像群判读理论与方法》的写作过程中,由于受到自身实践经验、知识积累、学术水平和阅读文献等多方面的制约,书中难免会出现许多不足和谬误之处。对此,作

者将会在今后的实践中不断补充、改进,也衷心希望广大读者不吝赐教、批评指正。如果该书的问世,能够加速遥感影像信息提取应用技术的发展,填补遥感影像判读技术领域有关读物的空缺,从不同角度对读者有些帮助的话,作者将会感到由衷的喜悦和极大的快慰。

作者

2006年7月28日

目 次

第1章 环境遥感及其判读技术概述	(1)
1.1 现代环境遥感技术	(1)
1.2 遥感数据获取技术	(4)
1.3 遥感影像信息提取技术	(20)
1.4 遥感影像判读技术及其演化	(23)
1.5 遥感影像群体判读技术	(31)
1.6 写作结构及其摘要	(36)
第2章 遥感影像判读的基础理论	(43)
2.1 影像判读的认知过程	(43)
2.2 能够感知的影像特征	(55)
2.3 判读人员的知识框架	(66)
2.4 遥感影像的判读标志	(81)
2.5 判读任务的组织实施	(88)
2.6 判读结果的精度评价	(98)
2.7 判读任务效率的计算	(104)
第3章 遥感影像群判读系统方法	(113)
3.1 遥感影像群判读的系统方法	(113)
3.2 应用项目管理流程方法	(120)
3.3 项目数据构造流程方法	(123)
3.4 遥感影像数据制备流程方法	(126)
3.5 遥感影像判读流程方法	(130)
3.6 专题判读制图群体方法	(142)
3.7 抽样检测订正群体方法	(148)
3.8 目标检出识别群体方法	(154)
3.9 判读技术培训群体方法	(159)

第4章 遥感影像群判读技术系统	(166)
4.1 遥感影像群判读技术系统的总体构成	(166)
4.2 遥感影像群判读系统的资源管理模式	(179)
4.3 诸底层处理模块的技术实现	(192)
4.4 遥感影像群判读子系统的功能构建	(203)
4.5 遥感影像群判读应用系统的任务实施	(220)
第5章 遥感影像群判读的应用实践	(234)
5.1 遥感影像人机交互判读技术应用	(234)
5.2 遥感影像群判读系统的应用试验	(259)
5.3 遥感影像群判读系统的最佳运作环境	(268)

第1章 环境遥感及其判读技术概述

遥感影像群判读技术是通过认知活动、人机交互、系统构建和互联网络等途径,把遥感数据处理与影像目视判读、遥感与地理信息系统、先进信息技术与传统专业知识、人脑与电脑之间的优势结合起来,支持数位、十数位、乃至为数更多的判读人员,以他们熟悉的作业方式、适当的体系结构组织起来,分工协作、优质高效、轻松愉快地完成有关遥感判读数据处理、人机交互判读作业以及遥感专题判读制图、遥感抽样检测订正、遥感目标检出识别以及遥感判读技术培训等大型遥感判读应用任务的一种新型的遥感信息提取应用技术。这种技术是在研究和总结遥感影像群判读的基础理论、系统方法和已有遥感信息提取技术基础上发展起来的。它的巨大活力、显著优势和重要价值,已经在许多专业应用任务中得到了充分的展示。为此,在具体介绍这种技术的基础理论、系统方法、技术系统、应用实践之前,有必要简要地说明它的发展背景(包括现代环境遥感技术、影像信息提取技术、判读技术及其演化等)、技术概况以及写作《遥感影像群判读理论与方法》的有关情况,以起到因势利导、纲举目张、前后呼应的作用。

1.1 现代环境遥感技术^[1]

环境遥感技术作为获取、分析和应用地球环境或人地系统大范围、高精度、多层次的空间、动态数据的一种现代高技术手段以及国家空间信息基础设施(NSII)的一个重要组成部分,正在得到日新月异的发展和越来越广泛、深入的应用。自20世纪60年代以来,尤其是在传统的遥感数据获取系统和地理信息系统、互联网络等技术有机地结合起来,形成了现代环境遥感技术或现代环境遥感系统工程之后,它们比以往任何时候都更紧密地和各级政府部门的规划、管理、决策工作以及广大人民群众的日常起居联系在一起,发挥着越来越无法取代的重要作用,产生出越来越显著的实际效益。遥感影像群判读技术作为一种遥感信息提取应用技术,将在这种系统工程中占据重要的地位,而且与整个系统工程的发展状况密不可分。换言之,环境遥感系统工程及其发展状况,可以作为遥感影像群判读技术的发展背景看待,因而是在这一章里首先要介绍的内容。

1.1.1 环境遥感技术的沿革^[2,3]

遥感技术是在摄影技术基础上,于20世纪60年代以后迅速发展起来的一个新兴科学技术领域。“遥感”这个术语源于英文“Remote Sensing”。顾名思义,它是遥远感觉或遥远感知的意思。后来,随着这种技术及其应用的发展,不同部门或专家对“遥感”的定义,也有了五花八门、各不相同的说法。就作者看来,现代环境遥感技术实际上是通过安装在地面、空中或太空运载工具上的各种传感器,以不和地面物体直接接触的方式,接收和记录来自这

些物体的反射和发射电磁波辐射信号,经过计算机数据处理或人工目视判读,从信号中提取用户所需要的专题信息,使之进入地理信息系统、空间信息共享应用网络与其他来源的数据配合起来使用,以满足有关应用任务和信息共享需要的一个完整的应用科学技术体系。换言之,现代环境遥感技术是在有关地球环境应用任务和入地系统科学发展驱动下,由非接触式的数据获取及其信息处理、业务应用和共享服务等技术环节构成的一种地球空间信息系统工程。值得特别指出的是:遥感技术先后与地理信息系统、数字网络技术的集成,是其演化过程中的两个极为重要的里程碑。前者使遥感技术从静态应用阶段进入了动态应用阶段;后者使遥感技术及其诸环节的成果能够直接和持续地为各级、各类部门以及千家万户、百姓大众服务。

1.1.2 环境遥感技术的构成^[2,3]

现代环境遥感技术的构成可以用图 1-1 来表达。从该图的横向来看,它由遥感数据获取、专题信息提取、动态业务应用和成果共享服务等 4 个技术环节组成;从纵向来看,它由基础研究、技术系统和任务实施 3 个不同层次的科技内容所构成。因此,图中 4×3 的科学技术矩阵,可以用来描述现代环境遥感技术的构成及其各组成部分之间的相互关系。《遥感影像群判读理论与方法》论及的技术领域在图中的位置,可以用填充灰色的方框加以表示。

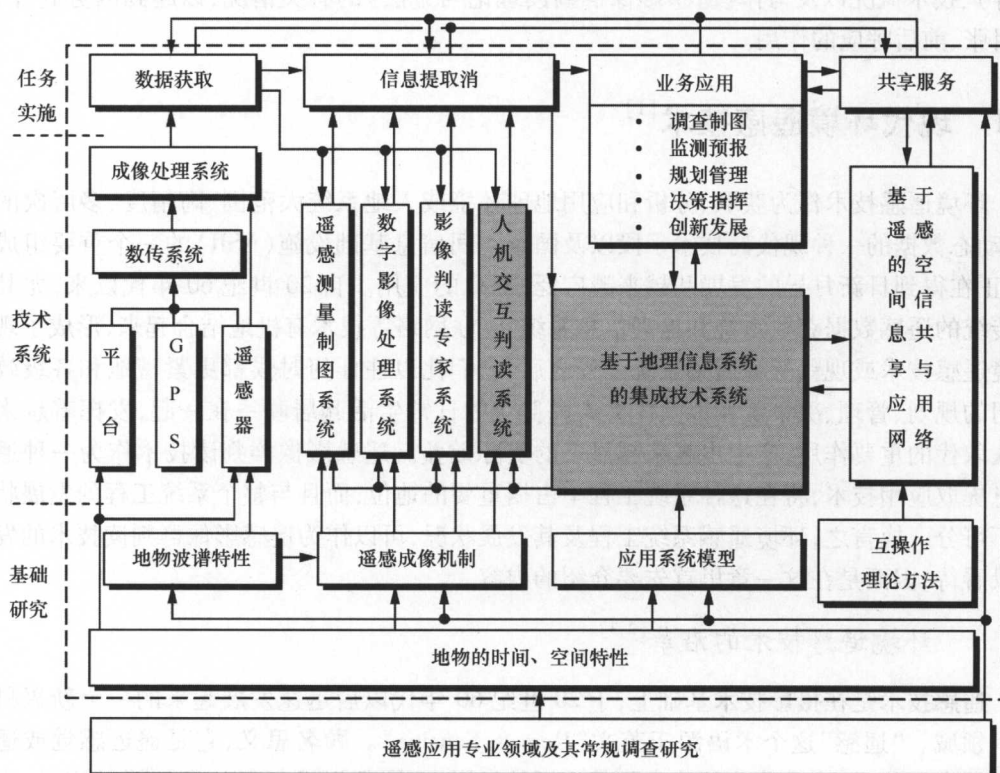


图 1-1 环境遥感系统工程的构成

更确切地说,它应该处在人机交互判读系统与基于地理信息系统的集成技术系统之间的位置上,属于两者相互交叉、彼此结合的技术范畴。有关这种技术领域的具体内容,将会在后续各章之中进一步展开,而图中与遥感影像群判读技术密切相关的部分,包括遥感数据获取、专题信息提取等技术,分别将在第 1.2、第 1.3 节里加以说明。

应该特别指出的是:在图 1-1 中除了描述现代环境遥感技术本身而外,还揭示了这种技术体系的各个组成部分,与遥感应用专业领域及其常规调查研究之间的关系。换言之,该图显示了遥感应用专业领域的需要,不仅是支持环境遥感技术发展的巨大动力及其活力所在,而且也是选择和确定在任务实施、技术系统、基础研究层次上具体技术构成、作业环节、任务要求的依据。因而,也具体地说明了遥感应用专业领域及其常规调查研究,为遥感技术提供多方面帮助和不可缺少支持的切入点和有效途径。因此,系统、深入地认识和了解这种关系,无疑会对现代环境遥感技术的发展及其应用,尤其是遥感影像群判读技术的发展及其应用,产生极为重要而相当深远的影响。尽管受到全书格局和篇幅的限制,在此没有对图 1-1 的具体技术内容和特点进行详细解说,但是读者只要仔细地阅读该图的内容,仍然会有助于对环境遥感技术体系概貌的了解和认知。

1.1.3 环境遥感技术的特点

现代环境遥感技术,如图 1-1 所示,实际上是一个具有模块化结构和多种应用目标的复杂大系统。总的来说,这种技术具有快速、机动、准确和集成的特点,能够较好地适应不同应用任务、目标特性和工作环境的需要,收到多快好省的效果。表 1-1 给出了这种系统的主要特点及其相应的技术关键所在。

表 1-1 环境遥感技术的主要特点及其技术关键

技术特点		技术关键
动态	快速(几小时至几天) 中速(1~3个月) 慢速(1~2年)	1. 遥感作业地区的 GIS 快速生成技术 2. 遥感影像人机交互群判读系统技术 3. 多级遥感平台监测评价技术
灵活	全天时、全天候、大范围及在任意地区作业	1. 遥感因地制宜作业技术与方法 2. 微波及成像雷达遥感技术发展 3. 机载遥感数据远距离实时传输及数据压缩技术 4. 无地面控制点航空遥感快速、直接测图及 DEM 生成技术
准确	定性、定量、定位、定时	1. GPS/INS 遥感数据高精度、快速和动态定位及实时处理技术 2. 成像光谱仪、成像雷达等大容量、快速、高精度遥感数据专题信息抽取技术 3. 遥感及其他来源空间数据融合与知识挖掘技术 4. 基于遥感的智能化空间决策支持系统技术 5. 定量遥感及其数据分析处理技术
综合	多目标、多用途	1. 遥感技术系统模块的标准化、组件化技术 2. 遥感应用系统集成技术与运作规范 3. “一次数据获取,多种部门应用”的协调、管理技术 4. 遥感技术新领域、新方法开拓

1.1.4 环境遥感技术的应用

在现代环境遥感技术系统支持下,遥感应用系统及其应用领域在图 1-2 中给出。该图由 3 个同心圆组成,位于最内层的圆代表着通用的遥感技术系统及其主要构成部分;中间的圆环代表了由通用技术系统派生出来的一些重要的专用技术系统,包括重大自然灾害监测评价系统、资源环境动态调查制图系统、城市区域管理信息系统以及 NSII 重大项目科学技术认证系统等;在最外层的圆环里,则给出了更为具体的遥感应用系统或领域。它们具体包括土地、矿产、森林、草场、水利、海洋、生态环境等的遥感动态调查制图系统;水灾、旱灾、火灾、地震以及其他灾害的遥感监测评价系统;城市或区域的动态监测、规划布局、事务管理、应急处理等的信息系统以及重大科学技术项目的原理方法、模拟试验、业务运行、共享服务等方面的认证系统。这些具体的遥感应用系统或领域,更直观地说明了这种技术在我国经济建设、社会进步、科技创新以及人民生活改善等方面的应用范围和作用深度,有助于推动环境遥感技术体系的更进一步的发展、广泛、深入和持久的推广应用。

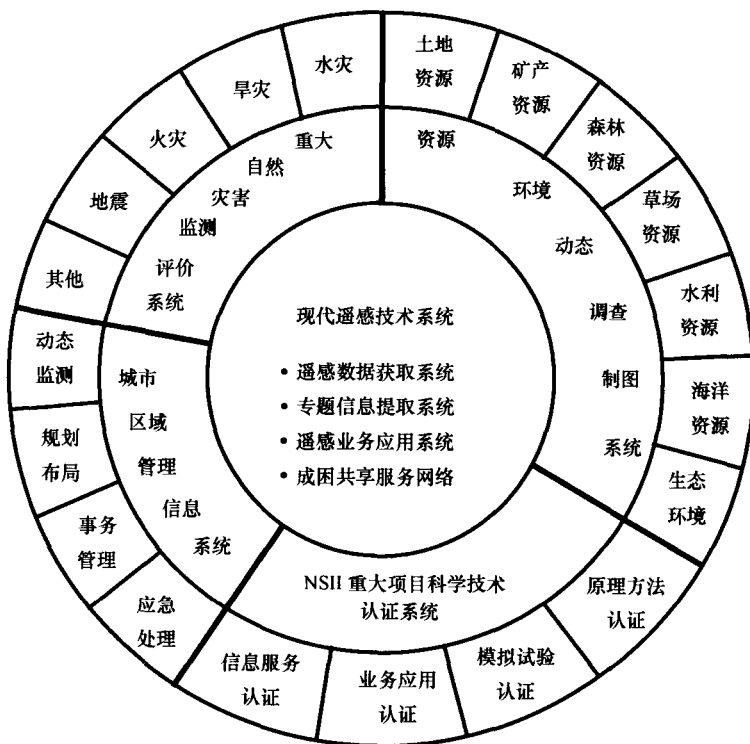


图 1-2 现代遥感技术系统的主要应用领域

1.2 遥感数据获取技术

遥感影像数据获取系统是完成有关遥感影像数据获取任务、实现其应用目标、技术要求

所使用的一种技术系统。这种系统主要由如图 1-3 所示的工作平台、遥感器、GPS、数据传输系统以及数据接收与成像处理系统等 5 个部分组成。其中,工作平台和遥感器两个部分与遥感影像判读密切相关,将是本节要介绍的主要内容。在这两部分内容具体展开之前,为了使读者能够对目前国际上可供选择的遥感数据获取系统及其相应的时、空分辨率、工作波段、应用状况有一个比较清晰、全面的了解,在图 1-4 和表 1-2 中分别给出了这些系统的主要技术指标及其重要的应用领域。这样,遥感影像判读人员就可以利用这些图、表中的资料和数据,根据其判读应用任务的内容和需要,合理地选择他们应该使用的遥感数据获取系统及其有关产品,进而取得事半功倍的效果。

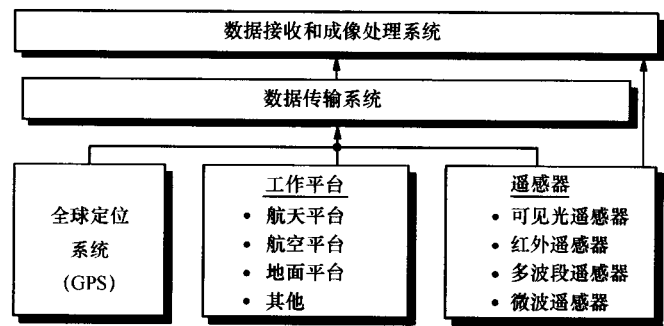


图 1-3 遥感数据获取系统构成的示意图

1.2.1 工作平台

工作平台是遥感数据获取仪器,即遥感器的运载工具。其特点会直接影响到遥感数据的覆盖范围、重复周期、获取方式以及其他重要特性,如空间分辨率、几何畸变、辐射失真等。因此,在组织、设计和完成一项大型的遥感判读应用任务时,必须对所使用的遥感工作平台类型和特点有比较系统、全面和深入的了解,才能较好地掌握所使用判读影像数据的特点,以期收到预期或较为理想的判读应用效果。根据平台高度及其基本用途,遥感工作平台可以划分为如表 1-3 所示的一些具类型,可以帮助遥感影像判读人员有效地选择和使用他们需要的、来自不同平台的遥感影像数据。在这些平台之中,各种航天平台和航空平台占据最为重要的位置,是需要介绍的重点内容。

1.2.1.1 航天平台

随着航天遥感技术的发展,对于航天遥感工作平台的技术特征,包括它们的轨道类型、高度、周期、遥感器及其工作波段、空间分辨率、工作模式等方面的基本情况及其特征参数的了解显得越来越重要。为此,表 1-4 给出了在我国比较常用的一些国外卫星,如地球静止环境卫星 8 号(GOES8)、地球观测卫星-上午 1 号(EOS-AM1)等的各种性能、特征参数,供读者参考使用。在图 1-5 中,还以 SPOT 和 Radarsat 为例,给出了航天遥感平台的几种观测模式,可供判读人员作业时参考使用。

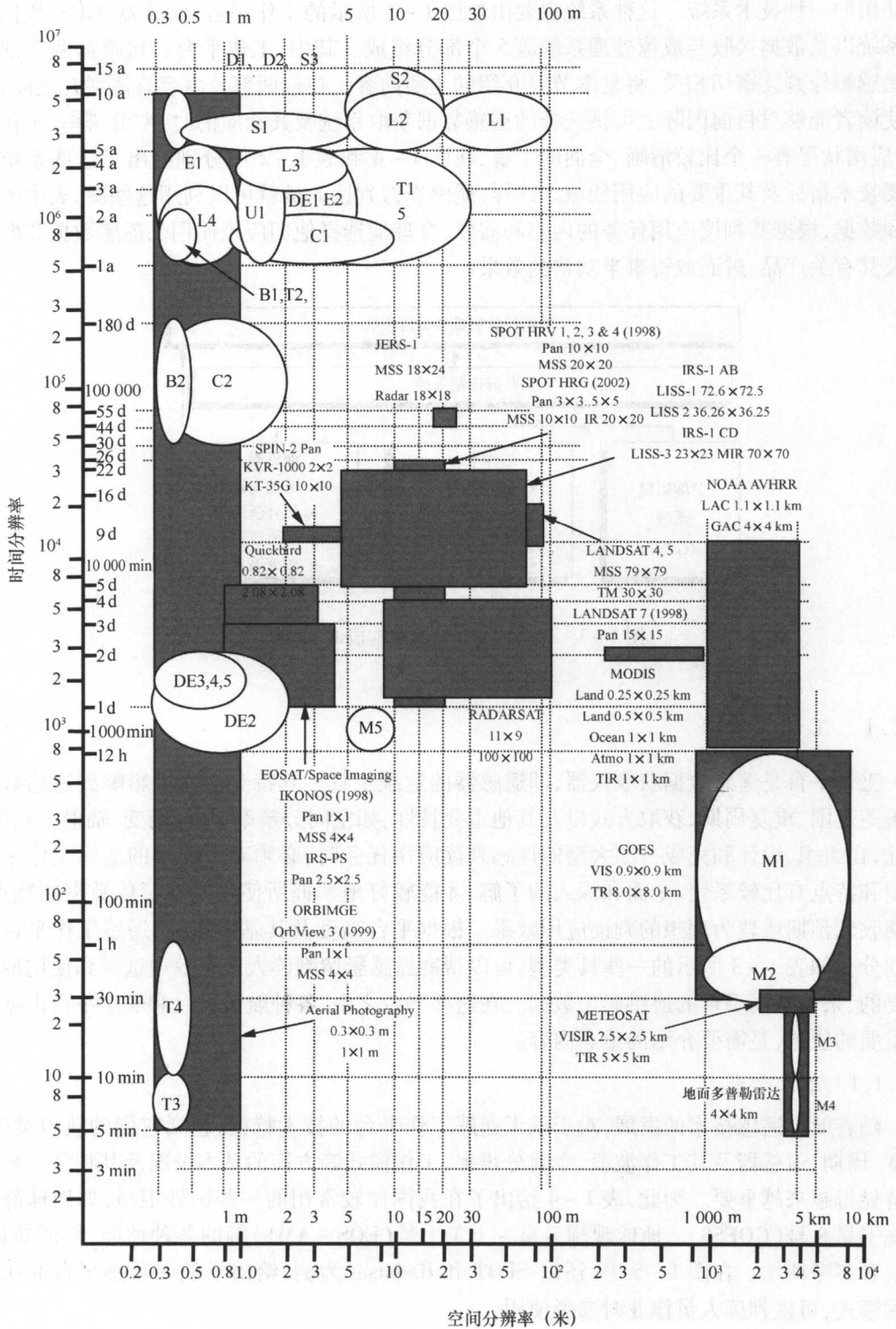
图 1-4 现代遥感数据获取系统及其技术指标^[4]

表 1-2 现代遥感数据获取系统的应用领域^[4]

项 目	最小分辨率要求			备 注
	时 间	空 间	光 谱	
土地利用/土地覆盖				V:可见光波段
L1 - USGS 1 级类型	5 ~ 10 a	20 ~ 100 m	V - NIR - MIR - 雷达	
L2 - USGS 2 级类型	5 ~ 10 a	5 ~ 20 m	V - NIR - MIR - 雷达	
L3 - USGS 3 级类型	3 ~ 5 a	1 ~ 5 m	V - NIR - MIR - Pan	
L4 - USGS 4 级类型	1 ~ 3 a	0.3 ~ 1 m	Pan	
建筑物及权属界线				
B1 - 建筑物周界、面积、体积、高度	1 ~ 2 a	0.3 ~ 0.5 m	Pan	
B2 - 地籍制图(权属界线)	1 ~ 6 月	0.3 ~ 0.5 m	Pan	
交通设施				
T1 - 道路中心线	1 ~ 5 a	1 ~ 30 m	Pan	
T2 - 精确的道路宽度	1 ~ 2 a	0.3 ~ 0.5 m	Pan	NIR:近红外波段
T3 - 交通计数研究(汽车、飞机等)	5 ~ 10 分	0.3 ~ 0.5 m	Pan	
T4 - 停车研究	10 ~ 60 分	0.3 ~ 0.5 m	Pan	
生活服务设施				
U1 - 管网线制图及路径	1 ~ 5 a	1 ~ 30 m	Pan	
U2 - 精确的管线宽度、用地	1 ~ 2 a	0.3 ~ 0.6 m	Pan	MIR:中红外波段
U3 - 杆、井、分站的位置	1 ~ 2 a	0.3 ~ 0.6 m	Pan	
数字高程模型(DEM)建立				
D1 - 大比例尺 DEM	5 ~ 10 a	0.3 ~ 0.5 m	Pan	TIR:热红外波段
D2 - 大比例尺坡度图	5 ~ 10 a	0.3 ~ 0.5 m	Pan	
社会经济特征				
S1 - 地方人口估算	5 ~ 7 a	0.3 ~ 5 m	Pan	
S2 - 区域/国家人口估算	5 ~ 15 a	5 ~ 20 m	V - NIR	
S3 - 诸生活指标的质量	5 ~ 10 a	0.3 ~ 30 m	Pan - NIR	
能源需求及保护				
E1 - 能源需求及生产潜力	1 ~ 5 a	0.3 ~ 1 m	Pan - NIR	
E2 - 建筑物保暖调查	1 ~ 5 a	1 ~ 5 m	TIR	
气象数据				
M1 - 逐日气象预报	30 min ~ 12 h	1 ~ 8 km	V - NIR - TIR	
M2 - 当前温度	30 min ~ 1 h	1 ~ 8 km	TIR	
M3 - 当前降水量	10 ~ 30 min	4 km	多普勒雷达	
M4 - 暴风警报实时服务	5 ~ 10 min	4 km	多普勒雷达	
M5 - 城市热岛效应监测	12 ~ 24 h	5 ~ 10 m	TIR	
敏感环境地区评价				

续表

项 目	最小分辨率要求			备 注
	时 间	空 间	光 谱	
C1 - 稳定的敏感环境	1 ~ 2 a	1 ~ 10 m	V - NIR - MIR	Pan: 全色波段
C2 - 动态变化的敏感环境	1 ~ 6 月	0.3 ~ 2 m	V - NIR - MIR - TIR	
灾害应急响应				
DE1 - 应急前影像	1 ~ 5 a	1 ~ 5 m	V - NIR	
DE2 - 应急后影像	12 h ~ 2 d	0.3 ~ 2 m	Pan - NIR - 雷达	
DE3 - 房舍损坏情况	1 ~ 2 d	0.3 ~ 1 m	Pan - NIR	
DE4 - 交通设施损坏情况	1 ~ 2 d	0.3 ~ 1 m	Pan - NIR	
DE5 - 生活设施损坏情况	1 ~ 2 d	0.3 ~ 1 m	Pan - NIR	

表 1-3 遥感工作平台的类型划分^[5, 6]

平台类型			高度	用途	备注
航天平台	静止卫星		36 000 km	定点的地球观测	GOES - 8 等
	极轨卫星	气象卫星	500 ~ 1 000 km	定期的地球观测	NOAA - 15 等
		陆地卫星			Landsat - 7 等
		海洋卫星			Radarsat 等
		其他卫星			EOS - AM1
	小卫星	小卫星		100 ~ 500 kg	
		毫卫星		10 ~ 100 kg	
	空间站		500 km	连续地球观测	
	航天飞机		240 ~ 350 km	不定期的地球 观测空间实验	
航空平台	高空飞机		10 000 ~ 22 000 m	大范围调查和摄影	
	中低空飞机		500 ~ 8 000 m	调查和摄影	
	飞艇		500 ~ 3 000 m		
	直升机		100 ~ 5 000 m		
	民用无人飞机		50 ~ 500 m		
地面平台	高架塔		20 ~ 250 m	定位、连续观测	
	地面测量车		0 ~ 30 m	地面实况调查	
	三脚架		0 ~ 2 m	地面实况调查	
其他平台	探空火箭		100 ~ 1 950 km	大气探测	
	漂浮气球		21 ~ 48 km	大气探测	
	系留气球		0.08 ~ 4.5 km	大气探测	

表 1-5 常用航天遥感工作平台的技术指标^[7,8]

平台名称	GOES-8	NOAA-15	EOS-AM1	Landsat-7	SPOT-4	Radsat-1	IKONOS	Quickbird
轨道类型	地球同步轨道	太阳同步近极地轨道	太阳同步近极地轨道	太阳同步近极地轨道	太阳同步轨道	太阳同步近圆形轨道	太阳同步轨道	太阳同步轨道
轨道高度	36 000 km	830 ~ 870 km	705 km	705 km	832 km	793 ~ 821 km	423 ~ 681 km	450 km
轨道周期	14.36 min	115 min		99 min		101 min	98 min	93.4 min
成像传感器	GOES-Imager	AVHRR3	MODIS	ETM	HRVIR	SAR	照相机	照相机
工作波段	5 波段 (可见、红外、微波)	8 波段 (可见、红外)	36 波段 (全色、可见、近红外、短波和热红外)	8 波段 (全色、可见、近红、外红外)	5 波段 (全色、可见、近红外)	C 波段	5 波段 (全色可见、近红外)	5 波段 (全色可见、近红外)
空间分辨率	1.8 km	1.1 km	250 m, 5 m, 1 000 m	15 m, 30 m, 60 m	10 m, 20 m	9 m, 25 m, 50 m, 100 m	1 m, 4 m	0.61 m, 2.44 m
观测模式	天底	天底	天底	天底	天底、离天底	多种离天底模式	天底、离天底	天底、离天底
刈幅	半球	2 920 km	2 330 km	185 km	60 km	50 km、75 km、100 km、150 km、170 km、300 km、500 km	13 km	16.5 km
全球覆盖	30 min	1 d	1 ~ 2 d (单星) 0.5 ~ 1 d (双星)	16 d	26 d (正常)	24 d (正常)		
重访周期					1 ~ 3 d (侧视)	1 ~ 10 d (在纬度 0 ~ 70° 之间地区)	2.9 d (1 m)	1 ~ 6 d
降交点时		7:30	10:30	10:00	10:30		10:30	
平台重量	2 105 kg	1 700 kg	5 190 kg	2 103 kg	1 750 kg	2 750 kg	720 kg	400 ~ 500 kg
发射时间	1994	1998	1999-12	1999-4	1998-3	1995	1999-9	2001-10
平台任务	连续观测半球的云、地表温度、水汽、烟、火等,探测大气热和水汽的垂直结构	探测云、气溶胶、降水、海冰、雪盖、植被、土壤湿度、大气温度与湿度廓线,进行数据收集、定位跟踪	了解全球云、气溶胶、地球辐射平衡的状况以及陆地、洋面和大气之间的交互作用	提供地面各种影像数据,开展商务活动	提供地面各种影像数据,开展商务活动	提供海面冰、陆冰及地面等资料与影像,进行极地海洋导航	提供地面各种高空空间分辨率的影像数据,开展商务活动	提供地面各种高空空间分辨率的影像数据,开展商务活动