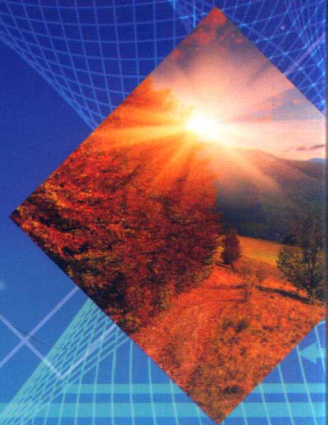




全国高等农林院校研究生教材



现代林业信息技术

Information Technology of Mordern Forestry

黄华国 编著

中国林业出版社

全国高等农林院校研究生教材

现代林业信息技术

Information Technology of Modern Forestry

黄华国 编著

中国林业出版社

图书在版编目(CIP)数据

现代林业信息技术/黄华国编著. —北京:中国林业出版社,2015. 11

全国高等农林院校研究生教材

ISBN 978-7-5038-8203-6

I. ①现… II. ①黄… III. ①林业—信息技术—研究生—教材 IV. ①S7-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 257021 号

中国林业出版社·教育出版分社

策划编辑:肖基洪

责任编辑:丰帆 肖基洪

电话:(010)83143555 83143558

传真:(010)83143516

出版发行 中国林业出版社(100009 北京市西城区德内大街刘海胡同7号)

E-mail: jiaocaipublic@163.com 电话:(010)83143500

http://lycb. forestry. gov. cn

经 销 新华书店

印 刷 北京市昌平百善印刷厂

版 次 2015年11月第1版

印 次 2015年11月第1次印刷

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 9.25

字 数 231千字

定 价 26.00元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有 侵权必究

前 言

为适应我国生态文明建设事业发展对林业专门人才的迫切需求，完善林业人才培养体系，创新林业人才培养模式，提高林业人才培养质量，我国于2011年设置了林业硕士专业学位。林业硕士的培养目标是让学生成为适应林业及生态建设发展需要的高层次、应用型、复合型林业专门人才，其中的一个重要要求就是学生能熟练运用现代林业技术，尤其是应用现代林业信息技术解决实践问题。

现代林业信息技术是随着现代高新技术的迅速发展而产生的一套林业信息采集、量测、分析、存储、管理、显示、传播和应用的综合应用技术体系，是多个学科和林业的交叉，涉及地理学、测绘科学、空间科学、卫星定位、信息科学、计算机科学和现代通讯技术等。

为适应国家战略需求，加速人才培养，编者以北京林业大学开设的《现代林业信息技术》讲稿为基础，结合科研课题和软件应用，面向林业科学研究和生产实践，编著了这本教材，希望能有助于培养林业专业硕士人才。本书也可用于相关专业学生快速了解和掌握现代林业信息技术体系。

在撰写的过程中，不断地感受到信息技术发展的快速性和应用的广泛性，也认识到在教材中试图包罗万象是非常困难的，也是不可取的。林业具有极显著空间特性，因此，本书选择空间信息为主体，着重阐述最为核心的空间信息获取、存储、分析和挖掘，以及分享传播等方面的信息技术。针对目前快速发展的大数据和云计算等技术，也在相应章节作了介绍。

本书受北京高等学校“青年英才计划”(YETP0741)项目资助，在撰写过程中，得到了连君同学的协助，在此一并致谢。

本书以教材为主要用途，广泛收集了网络和期刊文章，并尽可能地作了相应的引用标注。考虑到内容多为行业内较为接受的概念和技术，仅引用了较具代表性的他人成果，部分内容为加工整理，如有不妥之处，还请读者包涵。由于编者水平有限，难免出现错误和不足，敬请读者提出宝贵意见。

黄华国

2015年5月于北京林业大学

目 录

前 言

第1章 绪 论	(1)
1.1 基本概念	(2)
1.2 结构和功能	(3)
1.3 当前林业应用需求	(3)
1.4 发展和展望	(4)
第2章 对地观测和林业遥感	(6)
2.1 对地观测系统和对地观测技术	(6)
2.2 全球综合地球观测系统(GEOSS)	(7)
2.3 中国的对地观测系统	(7)
2.4 遥感概念	(9)
2.5 遥感的物理基础	(10)
2.5.1 电磁辐射基本原理	(10)
2.5.2 遥感过程	(12)
2.6 常见的遥感类型	(13)
2.7 遥感特征及其分辨率	(13)
2.8 林业遥感	(14)
2.9 未来遥感发展趋势	(16)
2.9.1 全球综合观测趋势	(16)
2.9.2 高分辨率发展趋势	(16)
2.9.3 微波遥感发展趋势	(17)
2.9.4 新型探测手段	(17)
第3章 基于遥感的林业信息提取	(19)
3.1 光谱分析方法	(19)
3.1.1 地物的光谱特性	(19)
3.1.2 地物的反射光谱特性	(19)
3.1.3 地物的反射光谱曲线	(20)
3.1.4 光谱仪及反射率测量	(21)

3.1.5	光谱预处理方法	(23)
3.1.6	常见光谱分析方法	(25)
3.1.7	案例分析	(28)
3.2	图像分析方法	(30)
3.2.1	数字图像预处理方法	(30)
3.2.2	遥感数字图像分类	(30)
3.2.3	人工神经网络方法	(31)
3.2.4	决策树	(33)
3.2.5	随机森林	(34)
3.2.6	支持向量机	(34)
3.2.7	图像纹理	(35)
3.2.8	图像分割	(39)
3.2.9	案例分析	(40)
3.3	激光雷达方法	(43)
3.3.1	波形分析	(43)
3.3.2	点云分析	(45)
3.3.3	森林参数预测	(46)
3.3.4	多源数据融合	(46)
3.4	微波遥感方法	(47)
3.4.1	基于雷达后向散射系数估测森林生物量和类型	(47)
3.4.2	基于干涉相干系数的森林生物量反演	(48)
3.4.3	基于极化干涉方法的森林平均高度反演	(48)
3.5	图像融合方法	(48)
3.5.1	IHS 变换法	(48)
3.5.2	Brovey 变换	(49)
3.5.3	高通滤波变换法	(50)
3.5.4	主成分变换法	(50)
3.5.5	小波变换融合法	(50)
3.5.6	PANSHARP 融合方法	(51)
3.5.7	各类融合优缺点对比	(51)
3.5.8	图像融合结果评价指标	(51)
3.6	变化检测和多时相分析	(52)
3.7	森林参数定量反演	(53)
3.7.1	森林参数定量反演模型	(53)
3.7.2	案例分析	(54)
第4章	数据库技术	(59)
4.1	概述	(59)
4.1.1	基本概念	(59)
4.1.2	数据库系统的组成	(60)

4.1.3	数据模型	(60)
4.1.4	关系型数据库	(60)
4.1.5	关系数据库标准语言(SQL)	(61)
4.1.6	空间数据库	(62)
4.2	数据库设计	(63)
4.2.1	数据库设计的任务	(63)
4.2.2	数据库设计的内容	(63)
4.2.3	数据库设计的基本步骤	(64)
4.3	林业数据库建设	(64)
4.3.1	基本流程	(65)
4.3.2	应用模式	(65)
4.3.3	系统需求	(66)
4.3.4	功能设计	(66)
4.4	新一代数据库技术	(67)
4.4.1	Not Only SQL(NoSQL)	(67)
4.4.2	MongoDB	(68)
4.4.3	SQLite	(69)
4.5	案例分析	(71)
4.5.1	基于数据库的林业资源分类管理	(71)
4.5.2	基于空间数据库的农业智能处方系统	(71)
4.5.3	生物信息数据库系统	(73)
4.5.4	林业科学数据库	(73)
第5章	空间分析技术	(75)
5.1	地理信息系统	(75)
5.1.1	基本组成	(75)
5.1.2	主要特点	(76)
5.1.3	空间数据	(76)
5.1.4	常见的地理信息系统	(76)
5.2	空间数据结构	(77)
5.2.1	栅格和矢量	(77)
5.2.2	栅格结构编码	(77)
5.2.3	矢量结构编码	(78)
5.2.4	矢量化	(80)
5.3	空间分析方法	(80)
5.3.1	查询检索	(80)
5.3.2	几何量算	(81)
5.3.3	三维表面分析	(82)
5.3.4	可视分析	(82)
5.3.5	复合分析	(83)

5.3.6	邻域分析	(84)
5.3.7	网络分析	(86)
5.4	探索性空间分析	(86)
5.4.1	基本概念	(86)
5.4.2	空间数据的探索分析	(87)
5.5	空间分析应用案例	(89)
5.5.1	商业银行选址	(89)
5.5.2	最佳种植区	(90)
第6章	卫星导航定位技术	(92)
6.1	卫星导航定位的基本概念	(92)
6.1.1	基本概念	(92)
6.1.2	常见的卫星定位系统	(92)
6.2	GPS的发展历史	(93)
6.2.1	“子午仪”卫星导航系统	(93)
6.2.2	GPS卫星导航系统	(93)
6.2.3	第三代GPS	(94)
6.3	GPS的特点	(94)
6.4	GPS的组成	(94)
6.5	GPS的定位方式	(95)
6.5.1	单点定位	(95)
6.5.2	位置差分	(96)
6.5.3	伪距差分	(96)
6.5.4	载波相位差分	(96)
6.6	局域和广域GPS差分系统	(97)
6.7	北斗导航定位	(97)
6.8	卫星导航的林业应用	(98)
6.8.1	森林调查、资源管理	(98)
6.8.2	GPS技术用于森林防火	(99)
6.8.3	GPS在造林中的应用	(99)
6.8.4	卫星导航在野生动物保护中的应用	(100)
第7章	可视化技术	(102)
7.1	可视化基本概念	(102)
7.2	可视化的功能与特点	(103)
7.2.1	可视化的功能	(103)
7.2.2	可视化的主要特点	(103)
7.3	可视化的分类	(103)
7.3.1	科学计算可视化	(103)
7.3.2	数据可视化	(105)

7.3.3	信息可视化	(107)
7.3.4	知识可视化	(109)
7.4	林业可视化	(110)
7.4.1	单木可视化	(110)
7.4.2	景观可视化	(111)
7.4.3	森林火灾可视化	(112)
7.4.4	森林经营管理可视化	(113)
第8章	网络技术与信息服务技术	(117)
8.1	互联网	(117)
8.1.1	计算机网络	(117)
8.1.2	发展历史	(117)
8.1.3	计算机网络分类	(119)
8.1.4	TCP/IP 协议	(119)
8.1.5	IPv6	(120)
8.1.6	域名系统	(120)
8.1.7	网络操作系统	(120)
8.1.8	移动互联网	(121)
8.1.9	WIFI	(121)
8.2	物联网	(122)
8.2.1	基本概念	(122)
8.2.2	基本架构	(122)
8.2.3	应用领域	(123)
8.2.4	林业应用模式	(123)
8.2.5	关键技术	(125)
8.3	大数据	(126)
8.3.1	基本概念	(126)
8.3.2	大数据特点	(127)
8.3.3	大数据的关键技术	(128)
8.3.4	大数据应用与案例分析	(128)
8.4	网络 GIS	(130)
8.4.1	谷歌地球	(131)
8.4.2	百度地图	(131)
8.4.3	ArcGIS Server	(131)
8.5	智慧林业	(132)
8.5.1	基本内涵	(132)
8.5.2	总体架构	(132)
8.5.3	关键技术	(133)
8.5.4	应用案例	(134)

第 1 章

绪 论

20 世纪七八十年代以来，生态危机逐渐显现，人们对传统林业经营思想和经营模式开始进行反思，先后提出了新林业、多用途利用、近自然林业和生态林业等概念，后又逐渐演化为可持续林业和现代林业(沈国舫，1998；江泽慧，2000，2001)。现代林业以可持续发展理论为指导，以生态环境建设为重点，以产业化发展为动力，以全社会共同参与和支持为前提，广泛地参与国际交流与合作，实现林业资源、环境和产业协调发展，环境效益、经济效益和社会效益高度统一(江泽慧，2001)。

发展现代林业、建设生态文明、推动科学发展是当前全国林业工作的主题和方向。发展现代林业，必须要用现代科学技术提升林业，用现代物质条件装备林业，用现代信息手段管理林业，实现林业发展的科学化、机械化和信息化。也就是说，现代林业是信息化的林业，是用现代信息技术武装起来的林业，是紧跟时代发展潮流的林业(贾治邦，2011)。2009 年 3 月，首届全国林业信息化工作会议在北京隆重召开。会议全程文字、视频网络发布，群发短信提醒，开创了林业会议先河。2009 年 6 月召开的中央林业工作会议上，特别强调要加快推进信息化建设。

回顾人类社会的发展历程，主要经历了 3 个阶段：农业化、工业化和信息化。公元前 9000 年至公元前 1500 年，人类社会经过农业革命，由游牧社会进入农业社会，人类文明开始了“农业化”进程。1775 年，工业革命发生后，人们开始利用蒸汽机、汽车、飞机等工业产品，拉开了人类利用煤、石油、天然气等自然能源的序幕，人类文明开始了“工业化”进程。1946 年，人类社会第一台电子数字计算机的发明拉开了当代信息革命的序幕，随着计算机、信息高速公路、互联网等技术的出现，人类开始有效利用信息资源以促进人与自然的高度和谐、推动生产力的快速发展。根据著名的“摩尔定律”，计算机的处理能力大约每 18 个月翻一番，它以巨大的变革力量将人类全方位引入“信息化”时代。

信息化已经成为 21 世纪最重要的经济发展模式和最显著的时代特征。信息已成为除自然资源、资本和劳动力以外的最重要的生产要素。以网络为依托，信息技术和信息

资源相结合，构成了新的最活跃的生产力，驱动着全球经济增长方式快速转变。加快信息化发展，已成为世界各国的共同选择和长远发展的战略制高点。认识信息化，驾驭信息化，以信息化推动现代化，已成为每个国家在信息时代必须关注的重大主题。

1.1 基本概念

现代林业信息技术是所有可服务于现代林业的信息技术总称，与遥感、地理信息系统、全球定位系统、计算机网络系统、虚拟现实和人工智能等多个学科交叉，是现代林业的重要技术支撑体系之一。

(1) 现代林业

在现代科学认识的基础上，用现代技术装备和现代工艺方法生产以及用现代科学方法管理的，并可持续发展的林业，称为现代林业(Modern Forestry)。现代林业以高效发挥森林的多种功能和多重价值，满足人类日益增长的生态、经济和社会需求为目标。现代林业是高科技的林业，现代信息技术是林业资源管理的重要组成部分。

(2) 信息与数据

信息(Information)是用数字、文本、符号、语言等介质来表示事件、事物、现象及相互之间的联系、相互作用等内容。信息来源于数据，数据(Data)是各种原始资料的总称，是存在于载体上的反映内容的物理符号或信号。比如气象站的气温、湿度等数字、学生的成绩数字和会议报告文字等。数据载体是信息的物理形式，信息是数据的内容，他们形影不离。

(3) 信息技术

信息技术(Information Technology, IT)是指对信息进行采集、传输、加工、存储和表达的各种技术的总称。随着计算机、互联网、传感器的不断发展普及，信息技术已经形成了一个产业，和我们的工作生活息息相关，密不可分。其中，传感技术、通信技术、计算机技术和控制技术是信息技术的四大基本技术。

(4) 信息化

中共中央办公厅、国务院办公厅印发《2006—2020年国家信息化发展战略》中将信息化(Informatization)定义为：充分利用信息技术，开发利用信息资源，促进信息交流和知识共享，提高经济增长质量，推动经济社会发展转型的历史进程。随着互联网的普及，“信息化”这个词已经渗透到各个行业，如中国制造业的阿里巴巴，零售业的淘宝，旅游业的携程，地理产业的谷歌地球，印刷出版业的当当、亚马逊等。

(5) 现代林业信息技术

现代林业需要大量的信息和信息交流，信息技术是现代林业的重要组成部分。相对于传统粗放林业调查采用的测高器、罗盘、皮尺等工具和手工记录方式，现代林业更多地应用了电子计算机和掌上电脑等工具，引入了遥感、GPS、地理信息系统和无线通讯等高新技术，极大程度地提高了工作效率。

现代林业信息技术(Information Technology of Modern Forestry)是指现代林业资源的信息采集、数据处理、数据管理、信息传播以及辅助管理决策的整套技术体系。

(6) 智慧林业

智慧林业(The Wisdom of Forestry)是指充分利用云计算、物联网、大数据、移动互联网等新一代信息技术,通过感知化、物联化、智能化的手段,形成林业立体感知、管理协同高效、生态价值凸显、服务内外一体的林业发展新模式。智慧林业的核心是利用现代信息技术,建立一种智慧化发展的长效机制,实现林业高效高质发展。

2013年,辽宁省智慧林业云数据中心,江苏林业一张图,甘肃林业一张图,浙江林业基础数据平台,吉林森工电子商务平台,安徽林业新园区智能化信息系统,上海绿化林业网格化和无线网覆盖工程,深圳有害生物综合鉴定平台,新疆林业专网建设工程,全国乡镇林业站在线培训平台等一批项目纷纷启动或建成,林业信息化进入了智慧发展新时代。2013年8月,国家林业局印发了《中国智慧林业发展指导意见》,这标志着我国林业信息化由“数字林业”步入“智慧林业”发展新阶段。

1.2 结构和功能

现代林业信息技术是林业与信息科学的交叉,是智慧林业的技术基础,是一个较为庞大的技术体系,主要包括4个部分:

①林业信息获取系统 摄影测量、遥感、掌上测量、GPS和各类传感器等。主要为林业提供时空属性一体化的第一手资料。

②信息处理、存储和信息查询系统 数据库技术、地理信息系统、云存储等。主要为大量的数据提供存储和快速查询功能。

③数据分析和挖掘系统 专家系统、知识发现、计算机图形学、空间分析技术和云计算等。主要为林业提供决策支持服务。

④信息服务系统 通讯技术和网络技术,包括近几年兴起的物联网、微博和微信等。主要为林业提供网络和通讯支撑。

其中遥感技术(Remote Sensing, RS)、GPS技术(Global Positioning System, GPS)和地理信息系统(Geographic Information System, GIS)技术合称为3S技术,是现代林业信息技术的核心。遥感不断获取地面的空间和光谱信息,GPS提供准确的定位信息,GIS则对林业信息进行采集、存储、管理、分析和显示。

1.3 当前林业应用需求

根据《全国林业信息化发展“十二五”规划》,我国林业信息技术的主要应用需求包括林业资源分布监管、营造林监测和管理、林业灾害监控与应急、林业综合办公服务、林业产业发展与林业经济服务。

(1) 林业资源分布监管

构建统一的林业资源空间分布信息,将全国林业数据落实到山头地块,提供从宏观到微观多级林业资源分布信息,及时准确掌握林业资源历史、现状和动态信息,提高国家对资源利用的监管能力,形成对森林、湿地、荒漠化等生态系统和生物多样性的有效

监管。

(2) 营造林监测和管理

建设营造林全过程信息化管理系统,对重点营造林的规划、计划、作业设计、进度控制、检查验收和统计上报各环节实行一体化管理,实现对营造林建设现状和发展动态的信息化管理。

(3) 林业灾害监控与应急

建设森林防火监控和应急指挥系统、林业有害生物防治管理系统、野生动物疫源疫病监测管理系统、沙尘暴防治系统,为林业灾害的监测、预警预报、应急处理、损失评估和灾后重建等提供支撑。

(4) 林业综合办公服务

建立一套完整的林业综合办公系统,实现行业内各部门间互联互通,改善林业政务协同工作环境,利用内外网门户网站实现信息查询和服务。实现办公电子化、管理信息化、决策科学化。

(5) 林业产业发展与林业经济服务

建立公平、透明、开放的林业产业信息交流平台,提供丰富的网站交互功能,为用户在林产品流通过程中提供所需要的信息服务。推进多媒体教育、远程教育和虚拟现实教学,促进新农村建设。

1.4 发展和展望

尽管林业信息技术已经取得了明显进展,但是应用上还存在不足。目前,林业信息基础设施和信息系统投入较大,但是并没有得到充分利用。遥感、地理信息系统、全球定位系统、决策支持系统等技术应用程度不够,没有充分挖掘空间信息采集和空间分析的能力,精细程度不足。更为重要的是,基层单位信息化人才储备严重不足。因此,必须做好林业信息化的集成、推广和传播。

此外,信息技术一直在飞速发展,林业对信息技术在深度、精度和广度上的需求也逐渐提高。创新应用“五大技术”,即云计算、物联网、移动互联网、大数据、智慧城市,支撑智慧林业大厦(李世东,2014)。所以,需要加强宏观框架的修订和新兴技术的引入消化工作,把信息化作为最重要的基础工作和技术手段,建立起产学研一体化发展机制。

思考题

1. 什么是现代林业和现代林业信息技术?
2. 现代林业信息技术的主要需求是什么?

参考文献

- 沈国舫. 1998. 现代高效持续林业——中国林业发展道路的抉择[J]. 林业经济(4): 42-49.
江泽慧. 2000. 中国现代林业[M]. 北京: 中国林业出版社.

- 江泽慧. 2001. 现代林业理论与生态良好途径[J]. 世界林业研究, 14(6): 1-7.
- 贾治邦. 2011. 中国林业信息化发展报告 2011[M]. 北京: 中国林业出版社.
- 张建国. 1995. 现代林业论[M]. 北京: 中国林业出版社.
- 李世东. 2014. 中国林业信息化全面推进五周年回顾与展望[J]. 林业经济(2): 48-51.

第 2 章

对地观测和林业遥感

2.1 对地观测系统和对地观测技术

对地观测系统是以电磁波和地物相互作用理论为基础原理,综合应用地面遥感车、气球、火箭、航空飞机、航天飞机、卫星、太空观测站等多种不同形式的遥感观测平台,实现对地球陆地表层、生物圈、固体地球、大气圈、水圈和冰冻圈等系统的观测,从而获取对地球新认知的观测体系(安培浚等,2007;郭东华,2012)。

对地观测系统可以提供宏观、准确、综合、连续多样的地球表面信息和数据,改变了人类获取地球系统数据和对地球系统的认知方式,对科学创新起到基础性支撑作用(安培浚等,2007)。

对地观测技术是尖端的综合性技术,涉及航天、光电、物理、计算机、信息科学等诸多应用领域。对地观测技术是对地观测系统的关键组成部分,侧重突出了技术层面,而对地观测系统则是理论、技术及应用的集成。对地观测技术的发展及其相关信息的获取正日益成为开展地球科学研究的关键前沿技术,是了解和把握资源与环境的态势,解决人类面临的资源紧缺、环境恶化、人口剧增、灾害频发等一系列重大问题的重要技术手段,在资源、环境、土地、农业、林业、水利、城市、海洋、灾害等领域的调查、监测、管理进而实现对环境和灾害的预测、预报和预警以及支撑经济和社会的可持续发展方面具有重大作用(安培浚等,2007)。

当前,对地观测技术得到了长足发展,空间分辨率步入亚米时代。对同一地面目标进行重访的周期日益缩短,中高空间分辨率的极轨遥感卫星(或星座)的重访周期已经小于1天;卫星所携带的传感器工作波段覆盖了自可见光、红外线到微波的全波段范围;波段数已达数十甚至数百个,微波遥感的波长范围从1mm~100cm,合成孔径雷达(SAR)分辨率可达到1m左右。实现了全天时、全天候的对地观测。

对地观测技术可以帮助我们更为全面地认识地球的物理、化学和生物系统的变化规律,特别是在当前世界各国都面临环境、能源、灾害等问题威胁的背景下,具有全球运

行能力的地球观测系统在应对全球化问题中具有常规方法难以比拟的优势。对地观测已发展为航空观测、航天观测、多平台协同观测3种主要技术形式,并形成了以成像光谱技术、成像雷达技术和激光雷达技术为代表的先进对地观测技术体系(郭东华,2012)。

2.2 全球综合地球观测系统(GEOSS)

随着各国发射卫星能力的不断增强,对地观测技术突飞猛进。20世纪末“数字地球”概念问世后,对地观测技术的发展开始从区域性、领域性向综合性、全球化方向发展。因为单独一个国家或机构很能独立解决这些问题,因此,对地观测活动的联合与协调也逐步地加强。

20世纪90年代,美国正式启动了对地观测系统(EOS)计划,由多个国家和国际组织共同参与,致力于地球科学、数据信息传输与处理系统(EOSDIS)和传感器平台开发的综合研究,目的在于实现对陆地表层、固体地球、生物圈、大气和海洋等展开全球性的长期对地观测。其中,在轨的卫星主要有搭载中分辨率成像光谱仪(MODIS)的Terra卫星和Aqua卫星等,已实现10余年的高时空分辨率的空间对地观测。2002年,南非约翰内斯堡世界可持续发展峰会开始呼吁对地球系统进行协调观测。2003年,在法国举行的八国集团首脑峰会(G8)正式确认地球观测的重要性和优先行动纲领。2003年7月,在美国华盛顿召开的第一次地球观测峰会,正式提出全球协调组织成立一个全面协调、发展和可持续的地球观测系统以协调全球资源和地球观测活动。

2005年,地球观测领域最大和最权威的政府间国际组织——地球观测组织(Group on Earth Observations, GEO)成立,目标是制订和实施《全球综合地球观测系统(Global Earth Observation System of Systems, GEOSS)十年执行计划》,建立一个综合、协调和可持续的全球地球综合观测系统,更好地认识地球系统,包括天气、气候、海洋、大气、水、陆地、地球动力学、自然资源、生态系统,以及自然和人类活动引起的灾害等,为决策提供从初始观测数据到专业应用产品的信息服务。目前,GEO由至少89个国家、欧盟和64个国际组织参加组成,中国是GEO的创始国之一。对地观测数据共享与服务作为GEOSS建设的核心内容,在优选的九大应用领域中发挥了重要作用,包括:防灾减灾、人类健康、能源资源管理、气候变化、水资源环境、气象、生态系统、农业、生物多样性等。

2.3 中国的对地观测系统

历经30余年的发展,我国已成为对地观测大国(郭华东,2012)。目前,已形成资源卫星、环境卫星、气象卫星、海洋卫星、小卫星和飞船对地观测系统等,同时形成了北斗导航卫星计划,广泛地服务于国民经济的各个领域(表2-1)。1990年,由国家计划委员会、国防科学技术工业委员会和航空航天部联合报请国务院筹备成立中国资源卫星应用中心,并于1991年正式成立。中心承担国家对地观测的重要任务,是国家三大卫星应用中心之一。2007年12月,中国资源卫星应用中心加入国际对地观测组织(CEOS)。

表 2-1 中国 4 类对地观测卫星概况

卫星类型	卫星名称	主要传感器	光谱范围	空间分辨率 (m)	幅宽 (km)	重访周期 (d)	发射日期
陆地资源卫星系列	CBERS-1-01/02	CCD/WFI	VIS/NIR	20/258	120/890	26/5	1999-10-14/ 2003-10-21
	CBERS-1-01/02B	Infrared Scanner	VIS/SWIR/TIR	78/156	120	26	2007-10-29
		CCD/WFI	VIS/NIR	20/256	113/890	26/5	
	ZY-3-01	High-Resolution	VIS	2.36	27	104	2012-1-9
		CCD	VIS/NIR	2.1/6	52/52	59/5	
Forward/Back Looking Camera		VIS	3.5	52	59/5		
环境卫星系列	HJ-1A	CCD/Hyperspectral Imager	VIS/NIR	30/100	700/50	4	2008-9-6
	HJ-1B	CCD	VIS/NIR	30	700	4	
		Infrared Multispectral Camera	IR	150/300	720	4	
	HJ-1C	SAR	0	4/15	40/100	4	
气象卫星系列	FY-1A/B	MVISR	VIS/NIR/TIR	1100/4000	2860	—	1988-09-06/ 1990-09-03
	FY-1C/D	MVISR	VIS/IR	1100/4000	3100	12	1990-05-10/ 2002-05-15
	FY-2A/B/C/D/E	VISSR	VIS/IR	1250/5000/5760	—	30/25 5min	1997-06-10/ 2000-06-25/ 2004-10-19/ 2006-12-08/ 2008-12-23
	FY-3A/B	IRAS/VISSR/MERSI	VIS/IR	17 000/1100/ 250 ~ 1000	2800	5.5	2008-05-27/ 2010-11-04
		MWTS	EHF/U-band	15 000/50 ~ 75 000	2700	—	
MWRI		X/Ku/K/Ka/ W-band	15 000/85 000	1400	—		
ERM/SIM		UV/VIS/IR	—	—	—		
SBUS/TOU		UV	20 000/50 000	—	—		
海洋卫星系列	HY-1A/B HY-2	COCTS/CZI	VIS/NIR/IR	110/250	1600/3000/ 500	3/1/7	2002-05-15/ 2007-04-11/ 2011-08-16
		Radar Altimeter	C/Ku-band	—	—	14	
		Microwave Scatterometer	Ku-band	—	1350/1700	1	
		SMR/CMR	C/X/K/Ka-band	—	1600	1	

注：表中 VIS 为可见光；SWIR 为短波红外光；IR 为红外光；NIR 为近红外光；TIR 为热红外光；EHF 为极高频；UV 为紫外线；WFI 为宽视场成像仪；IRMSS 为红外多光谱扫描仪；MVISR 为多通道可见光和红外扫描辐射计；MERSI 为中分辨率光谱成像仪；VISSR 为可见光与红外光自旋扫描辐射计。

现代林业信息技术