



林业遥感处理方法及 监测技术研究

张煜星 王雪军 黄国胜 等◎著

林业遥感 处理方法及监测技术研究

张煜星 王雪军 黄国胜 等 著

中国林业出版社

图书在版编目(CIP)数据

林业遥感处理方法及监测技术研究 / 张煜星等著. —北京:
中国林业出版社, 2017. 12

ISBN 978-7-5038-9383-4

I. ①林… II. ①张… III. ①森林遥感-研究
IV. ①S771. 8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 288602 号

中国林业出版社·生态保护出版中心

策划编辑: 刘家玲

责任编辑: 曾琬淋 刘家玲

出版 中国林业出版社(100009 北京市西城区德胜门内大街刘海胡同7号)

<http://lycb.forestry.gov.cn> 电话: (010) 83143576 83143519

发行 中国林业出版社

印刷 固安县京平诚乾印刷有限公司

版次 2017 年 12 月第 1 版

印次 2017 年 12 月第 1 次

开本 787mm×1092mm 1/16

印张 11

彩插 16P

字数 260 千字

定价 48.00 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

《林业遥感处理方法及监测技术研究》

编 委 会

主 编 张煜星 王雪军 黄国胜

副主编 许等平 蒲 莹 陈新云

编 委 张煜星 王雪军 黄国胜 许等平 蒲 莹 陈新云
刘 谦 党永峰 李利伟 王 威 任 怡 史京京
杨 英 王晓丽 张 乔 王六如 徐茂松 曾伟生
马 炜 张 云 张 璐 郑 晨 闫 哲 杨学云
林 雪 冉启香 李世英 王 凡 王 瑞 颜 泓
王 甜 孙振川 李 晶 孙乡楠 吴雪娇 瓮 颖

自从 20 世纪 60 年代以来,遥感技术已经逐渐在林业技术领域得到广泛应用,产生了十分可观的经济效益和显著的社会效益。随着卫星导航技术的发展,遥感数据的获取技术也在不断进步,空间分辨率不断向米级、分米级、厘米级发展,光谱分辨率不断精细化,遥感技术向多极化、多波段及多种工作模式发展,这都将提高遥感影像的质量;遥感信息提取方面也从单一影像反演向多源遥感数据融合、协同,甚至向基于时间序列的同化技术发展。现在遥感技术已能够大范围、多时相、高精度地获取土地覆盖与土地利用、森林植被覆盖、森林面积、蓄积及生物量等森林资源监测指标。现代遥感技术、计算机技术与网络技术等的快速发展,为森林资源监测提供了新的研究视野与技术手段,也为分析我国森林的时空特征及其发生与演化的驱动机制,客观评价国家和重点林区森林资源状况,国家和区域尺度的森林生态系统保护、恢复与优化管理决策提供了精准高效的科学支持,将遥感技术在森林资源监测中的应用推向新的历史阶段。

不论是国家决策层面还是社会公众层面,对及时掌握全国森林资源变化信息的需求更加迫切。同时,对森林资源及动态变化状况的精准快速监测,长期以来也一直是学术界研究的焦点。在国内外,广泛采用遥感技术和地面抽样两者结合来监测森林资源。遥感为抽样调查提供详细的抽样框和分层信息,提高抽样调查效率,而地面抽样调查为遥感提供充分的地面数据和验证依据。在全国森林资源遥感监测中,全部使用高分辨率影像数据,需求数量巨大,大面积数据获取能力有限,而且数据处理工作量大、效率低,难以大规模生产应用,而低中分辨率数据具有重访周期短、覆盖面宽、获取数据容易等优势。为提高监测的时效性和效率,有必要综合应用高、中、低分辨率遥感数据的优势,结合地面调查,构建森林资源多阶遥感监测技术框架,建立林业资源多阶遥感监测体系,逐步实现全国乃至全球林业资源动态变化的宏观遥感监测、区域林业资源动态变化微观遥感监测和局部森林资源变化的精准遥感监测,为林业生态建设提供不同尺度的决策参考信息。

本书以科技部对外援助项目“东南亚国家森林资源合作监测技术建设(KY201402011)”和“863”课题“全球林业定量遥感产品生产系统(2013AA12A302)”为依托,总结了林业高分辨率遥感影像处理技术和森林变化信息综合提取技术等成果编写而成。从林业遥感的基本理论、技术方法到应用实例全面阐述了遥感技术在森林资源监测中

的应用。本书共分为 8 章。第 1 章主要论述了林业遥感应用状况与遥感数据源情况，同时提出了林业遥感数据源对空间分辨率、光谱载荷、几何定位精度、覆盖周期与区域以及激光雷达等方面的需求。第 2 章主要介绍了遥感影像处理方法，包括正射纠正、影像融合、影像增强、影像镶嵌与裁剪等处理流程，并实例说明了影像处理中误差超限的原因。第 3 章阐述了遥感影像尺度分割方法和研究实例。第 4 章阐述了遥感数据的质量评价以及影像融合质量评价方法。第 5 章详细地阐述了遥感判读因子和判读原则，解译标志建立原则、技术路线以及建立方法，实例分析了因不同数据源、不同作业员造成遥感判读区划存在差异性以及遥感判读与 GPS 实测在面积测量上的差异。第 6 章主要阐述了森林资源动态变化遥感监测方法研究。第 7 章阐述了全国年度遥感监测方法研究，列举了龙江森工和辽宁省森林面积年度监测实例。第 8 章介绍了林业遥感发展面临的问题、发展趋势和发展方向以及发展展望等。

本书是全体研究人员共同努力、集体智慧的结晶，许多人员虽然没有参加书稿的撰写，但在项目研究中做出了同样的贡献。全书初稿由王雪军完成，统稿由张煜星、王雪军和黄国胜完成。项目开展和本书的编写中，得到了有关领导和同仁的大力支持与帮助，在此表示衷心感谢。

本书供相关领域的科研、教学和生产单位人员参考。由于林业遥感应用与森林资源监测技术研究内容多、涉及领域广，加之作者水平有限，时间仓促，书中难免存在不足，敬请各位同仁批评指正。

编委会

2017 年 9 月

目录

前言

——第 1 章

林业遥感应用状况与遥感数据源概述 /001

1.1 林业遥感应用概述 /002

1.1.1 林业遥感应用起步早、覆盖面广 /002

1.1.2 林业遥感应用的主要领域 /002

1.1.3 林业遥感应用存在的主要问题 /004

1.2 林业遥感数据源应用需求 /005

1.2.1 空间分辨率的需求 /005

1.2.2 光谱载荷的需求 /006

1.2.3 激光雷达数据的需求 /006

1.2.4 干涉 SAR 数据的需求 /006

1.2.5 卫星系统几何定位精度 /006

1.2.6 覆盖周期 /006

1.2.7 覆盖区域 /007

1.2.8 数据产品级别 /007

1.2.9 林业监测遥感数据需求指标一览表 /007

1.3 林业常用遥感数据源概述 /007

1.3.1 宽尺度卫星数据 /007

1.3.2 中分辨率卫星数据 /014

1.3.3 高分辨率卫星数据 /015

——第 2 章

遥感影像处理方法 /019

2.1 遥感影像处理技术流程 /020

2.2 正射纠正 /020

- 2.2.1 数据准备 /020
- 2.2.2 纠正模型 /021
- 2.2.3 纠正方法 /021
- 2.2.4 控制点采集 /023
- 2.2.5 多光谱数据正射纠正 /023
- 2.3 影像融合 /023
 - 2.3.1 融合前影像处理 /024
 - 2.3.2 融合方法选择要求与原则 /024
 - 2.3.3 融合方法 /025
- 2.4 影像增强 /029
 - 2.4.1 直方图变换 /030
 - 2.4.2 空间滤波 /031
 - 2.4.3 比值法和差值法 /032
 - 2.4.4 影像间运算 /032
 - 2.4.5 彩色增强 /032
 - 2.4.6 多光谱变换 /035
- 2.5 影像镶嵌和裁剪 /037
 - 2.5.1 影像镶嵌 /037
 - 2.5.2 影像裁剪 /038
 - 2.5.3 图幅整饰 /038
- 2.6 影像处理中误差超限原因分析与技术处理 /038
 - 2.6.1 客观原因 /038
 - 2.6.2 人为原因 /043

——第3章

遥感影像尺度分割 /045

- 3.1 影像分割的意义与方法 /046
 - 3.1.1 影像分割的意义 /046
 - 3.1.2 影像分割的定义 /046
 - 3.1.3 影像分割所依据的基本特征 /047
 - 3.1.4 影像分割的方法 /047
 - 3.1.5 影像分割效果的判定标准 /048
- 3.2 分割尺度分析 /048
 - 3.2.1 尺度的定义 /048
 - 3.2.2 尺度分割效果分析 /049

3.3 最优尺度分割方法 /051

3.3.1 试错法 /052

3.3.2 局部方差法 /052

3.3.3 变异函数法 /053

3.3.4 目标函数法 /053

3.3.5 RMAS 法 /053

3.3.6 最大面积法 /054

3.3.7 尺度对比法 /054

3.3.8 对象匹配法 /055

3.4 面向对象多尺度分割研究案例 /056

3.4.1 研究数据及影像预处理 /057

3.4.2 研究方法 /057

3.4.3 结果分析 /062

3.4.4 小结 /065

——第4章

遥感数据质量评价 /067

4.1 影像质量评价 /068

4.1.1 评价方法 /068

4.1.2 评价实例 /068

4.2 影像融合质量评价 /073

4.2.1 评价方法 /073

4.2.2 影像融合质量评价实例 /074

——第5章

遥感影像信息提取 /083

5.1 遥感影像判读 /084

5.1.1 判读因子 /084

5.1.2 判读原则 /085

5.2 遥感影像判读(解译)标志建立 /086

5.2.1 解译标志建立原则 /086

5.2.2 解译标志建立技术路线 /086

5.2.3 解译标志建立方法 /086

5.3 不同遥感数据源影像判读对比分析 /092

5.4 遥感人工判读分组对比试验 /094

5.5 遥感判读区划求积与 GPS 实测对比分析实例 /101

5.6 小结 /105

——第6章

森林动态变化遥感监测方法研究 /107

- 6.1 森林资源动态变化监测概述 /108
 - 6.1.1 森林资源动态变化的特点 /108
 - 6.1.2 森林资源动态变化监测的目的及意义 /108
- 6.2 遥感动态变化监测技术 /109
 - 6.2.1 监测技术方法 /109
 - 6.2.2 监测技术流程 /109
 - 6.2.3 多源多时相数据森林类型变化检测关键技术 /110
- 6.3 遥感动态变化监测应用实例 /112
 - 6.3.1 森林资源变化类型分析 /113
 - 6.3.2 森林资源变化信息提取分析 /113
 - 6.3.3 精度分析 /117
- 6.4 小结 /118

——第7章

森林资源年度遥感监测方法研究 /119

- 7.1 国内外森林资源年度监测研究基础 /120
- 7.2 森林资源年度监测的意义 /120
- 7.3 森林资源年度监测体系研究 /121
 - 7.3.1 年度监测体系框架 /121
 - 7.3.2 现状调查估计方法 /122
 - 7.3.3 动态变化估计方法 /131
- 7.4 龙江森工森林面积遥感监测实例 /131
 - 7.4.1 研究材料与方法 /131
 - 7.4.2 结果分析 /134
 - 7.4.3 小结 /137
- 7.5 辽宁省森林面积多阶遥感监测实例 /138
 - 7.5.1 研究区域 /138
 - 7.5.2 研究方案 /139
 - 7.5.3 数据收集与处理分析 /143
 - 7.5.4 结果分析 /144
 - 7.5.5 小结 /147

——第 8 章

遥感技术发展趋势及其展望 /149

8.1 现代遥感技术发展趋势与展望 /150

- 8.1.1 多分辨率多遥感平台并存，空间分辨率、时间分辨率及光谱分辨率普遍提高 /150
- 8.1.2 新型传感器不断涌现，微波遥感、高光谱遥感迅速发展 /150
- 8.1.3 遥感的综合应用不断深化 /151
- 8.1.4 商业遥感时代到来 /151

8.2 林业遥感发展趋势和发展方向 /151

- 8.2.1 林业遥感发展面临的问题 /151
- 8.2.2 林业遥感应用发展方向 /155
- 8.2.3 林业遥感应用主要任务 /155

8.3 林业遥感应用推进措施 /156

参考文献 /159

第 1 章

林业遥感应用状况与遥感数据源概述

新时期，现代林业建设在国民经济和社会发展中的作用越来越重要，对保障陆地生态系统功能、维护地球生态平衡、缓解全球气候变暖发挥着不可替代的作用。林业监测是现代林业建设的基础，要求其技术能够准确、快速、全面、及时地提供数据和信息。航天遥感凭借其高效率、高时效、空间信息强等特点，在林业资源监测中发挥了重要作用，并形成业务化应用，尤其是近些年航天遥感技术的快速发展，遥感数据种类涵盖了低、中、高分辨率的多光谱、高光谱，以及激光雷达数据，为林业遥感应用发展提供了更广阔的前景。

1.1 林业遥感应用概述

1.1.1 林业遥感应用起步早、覆盖面广

林业是我国最早应用遥感技术并形成应用规模的行业之一。早在 1954 年，我国就创建了“森林航空测量调查大队”，首次建立了森林航空摄影、森林航空调查和地面综合调查相结合的森林调查技术体系。1977 年，利用 MSS 影像首次对我国西藏地区的森林资源进行清查，填补了西藏森林资源数据的空白，也是我国第一次利用卫星遥感手段开展的森林资源清查，并在“七五”、“八五”期间完成了我国“三北”防护林地区遥感综合调查、森林火灾监测。随着对地观测技术和信息技术的迅猛发展，在 20 世纪 90 年代的中后期，林业遥感也从小范围的科学研究和试点应用发展到了规模化业务应用，应用范围涵盖了森林资源调查与监测、荒漠化及沙化土地监测、湿地资源监测、森林防火监测等林业建设各领域，为林业部门适时掌握林业资源的状况及变化情况提供了可靠的基础信息。

1.1.2 林业遥感应用的主要领域

1.1.2.1 森林资源调查与监测

森林资源调查主要包括全国森林资源清查、森林资源规划设计调查和森林经营单位森林作业设计调查。

全国森林资源清查（简称一类调查）以抽样理论为基础，以地面调查为主要方法进行调查，已经有 30 多年的历史。自 1999 年开展的第六次全国森林资源连续清查以来，遥感技术就得到了全面的业务化应用，采用系统抽样点位判读与地面样地调查相结合的方法，实现了陆地范围的全覆盖，提高了森林资源调查精度，防止了森林资源清查结果偏估；采用全面判读区划的方法，制作了各省（自治区、直辖市）以及全国的森林分布图，掌握了全国森林资源的消长变化空间分布，建成了全国森林资源数据库信息系统，为国家森林经营管理和生态建设提供了大量的决策参考数据。2010 年，建立了全国林地资源信息管理系统，即林地“一张图”。同时，还利用 MODIS 等低分辨率遥感数据，对全国范围的森林植被长势进行年度监测，及时发现森林长势的变化，为国家林业宏观决策提供基础信息。

20 世纪 60~70 年代，林业就应用航空遥感数据开展了森林资源规划设计调查（简称二类调查），取得了很好的效果。近年，高分辨率航天遥感数据出现后，以其分辨率清晰的影像在二类调查中得以迅速推广应用。二类调查主要采用遥感判读区划与地面调查结合的方法，全面掌握森林经营单位的森林资源分布状况和各山头地块的林分因子，为进行合理的造林、抚育、采伐、更新等森林经营管理工作发挥了重要作用。

森林经营单位森林作业设计调查简称“三类调查”。主要为企业生产作业设计而进行的调查称为“作业调查”，其调查的目的主要是对将要进行生产作业的区域进行调查，以便了解生产区域内的资源状况、生产条件等内容。

1.1.2.2 荒漠化及沙化土地监测

自 1994 年开始，我国第一次荒漠化及沙化土地监测就应用 TM5 进行了陆地全覆盖调

查。目前已利用 MODIS、NOAA-AVHRR 和 FY 等 1km 遥感数据和 TM/ETM+、SPOT4/5 和 IRS-P6 等中高分辨率遥感数据,初步建成了全方位和多尺度的综合遥感监测体系。

从 2005 年第三次荒漠化监测开始,采用 30m 左右的中高分辨率卫星遥感影像(包括 TM、P6、中巴卫星数据),通过区划图斑、地面核实的方法,产出各级行政单位的各类型荒漠化和沙化土地分布图,全面掌握了荒漠化及沙化土地的现状、动态变化,为防沙治沙工作提供了科学决策。

自 2000 年开始,国家林业局与国家卫星气象中心合作,在全国土地荒漠化和土地沙化监测成果的基础上,以 FY、MODIS、NOAA 数据和地面观测网络组建了沙尘暴应急实时观测系统,对我国北方的沙尘暴多发区域进行实时动态监测,以实时掌握沙尘发生、发展的态势。同时,通过实时接收的 FY-2C 卫星数据获得的全国范围的降水、气候湿润和土壤湿润情况,对受土地荒漠化影响地区的自然环境指标进行全天候、全覆盖和定位、定性、定量的连续性监测,监测全国陆地干湿状况,分析荒漠化变化趋势和原因。

1.1.2.3 湿地资源监测

1996—2003 年,国家林业局(原林业部)开展了全国湿地资源调查工作,其中,广东、河北、浙江、海南等省利用了 Landsat-TM 卫星遥感资料进行调查。2008 年开始的第二次全国湿地资源调查,全国各省(自治区、直辖市)都采用遥感判读区划与地面核实调查相结合的方法,进行湿地区划以及类型、分布、面积、植被类型等调查因子的解译,完成了湿地判读识别、湿地分类、湿地动态变化监测、湿地制图、湿地与环境因素定量模型研究。制作了湿地资源分布图,研建了湿地信息系统,并对湿地与环境因素进行定量研究,为评价生物多样性、候鸟栖息、湿地保护政策等研究提供了信息服务。

1.1.2.4 林业灾害调查监测与预警

灾害调查包括林火、病虫害和其他自然灾害的调查、监测、灾后损失评估和生态环境评价。我国于 1993 年开始利用气象卫星开展林火监测工作,卫星遥感技术在林火监测中的作用主要有三个方面:一是利用遥感手段宏观掌握全国火险形势,实时监控火情动态;二是在火灾发生的初始阶段,利用气象卫星监测及时发现,为火灾的“打早、打小”提供服务;三是在较大火灾发生后,利用气象卫星对火灾的发展蔓延情况、火头分布和扑救效果等进行跟踪监测,为指挥决策提供参考。十几年来,卫星监测共发现森林火灾 15 000 余起,跟踪监测重大以上森林火灾 150 余次,为森林火灾的“打早、打小、打了”提供了重要参考依据,为林火扑救指挥提供决策依据并赢得了宝贵的时间。

同时,国家林业局还应用 TM、SPOT、MODIS、北京 1 号等遥感资料对病虫害、自然灾害造成的森林资源破坏和损失进行了监测评估。特别是 2008 年 1 月南方雨雪冰冻灾害和“5·12”汶川特大地震灾害,对当地森林资源及其生态环境造成了严重破坏与影响,应用多尺度卫星遥感数据源,利用现有森林资源档案等数据,结合地面调查,开展了灾害森林资源损失调查评估工作,为及时组织抗灾救灾、灾区恢复重建提供决策依据。

1.1.2.5 林业重点工程监测评价

近些年,随着对生态建设的重视,国家启动了天然林资源保护、退耕还林工程等生态

建设和造林工程，其建设成效受到广泛关注。2004 年启动了“国家林业生态工程重点区遥感监测评价项目”，2003—2011 年，以 MODIS、TM、SPOT5、QB 等低、中、高多级分辨率的卫星遥感数据为信息源，以“3S”技术为技术支撑，对选取的天然林资源保护工程监测区和退耕还林工程监测区进行多期动态监测评价。全面掌握了监测区自工程实施以来的工程实施情况、工程建设成效以及森林生态状况，形成了真实可靠、形象直观的监测成果，为林业工程建设决策提供客观、科学的依据。

1.1.2.6 森林资源管理执法检查

国家林业局利用遥感组织开展的森林资源执法检查工作，主要包括林木采伐限额检查、占用征用林地检查、东北国有林区的“三总量”（林木采伐量、木材销售量、木材运输量）检查等。自 2005 起，在云南、湖南、辽宁、江西等省采用遥感技术进行了采伐限额检查工作的试点后，遥感技术陆续在森林资源管理执法检查中得到推广应用，目前已在占用征用林地执行情况检查、“三总量”检查、重点单位采伐限额执行情况检查中全面应用。与传统执法检查相比，应用遥感技术能全面掌握林木采伐和林地占用征用位置、大小及其分布，特别是对林木无证采伐、乱砍滥伐、超证采伐以及非法占用林地等遥感监测，取得了很好的效果。

1.1.2.7 其他方面

遥感技术除了应用于森林资源监测、林业生态工程监测评价、执法检查等方面，近些年来，还大量应用于森林资源的开发利用调查，如在中俄森林资源合作开发利用规划、赤峰中德森林资源开发、广东桉树纸浆源调查等森林资源开发项目中，遥感数据发挥了重要作用。另外，在森林公园规划设计、园林工程设计等方面，遥感技术的应用也日益增多。

1.1.3 林业遥感应用存在的主要问题

遥感技术作为 20 世纪 60 年代兴起并迅速发展起来的一门综合性探测技术，凭借其高效率、高时效、空间信息强等特点，在国民经济的各个行业得到了迅速推广应用。作为林业建设重要的基础性工作，林业调查监测工作要实现准确、快速、全面、及时地提供决策信息，尤其要提高对林业应急监测和应急响应能力，必须借助遥感技术手段。

21 世纪以来，遥感技术已经成为林业监测的有效手段和有益的补充。“十三五”期间，在国内及国际大力发展航天事业、对地观测技术迅猛发展的形势下，林业调查监测技术也发生了前所未有的变化和重大的改进，提高应急监测水平、强化林地与林木资源监督管理、提高监测时效性，更好更快地为林业决策提供监测数据。在林业遥感技术应用方面主要存在如下问题：

一是数据查询购置工作量较大。国内外航天遥感技术迅猛发展，为林业行业监测提供了越来越丰富的数据源，也为遥感数据管理和应用带来了新问题。国内外航天遥感数据缺少统筹管理，遥感数据获取过程中存在多家协调和重复查询的问题，尤其造成国外商用遥感数据的重复购置，造成数据资源浪费和资金流失。随着遥感技术的大规模业务应用，在

国内遥感数据分发和管理的现有形势下,林业行业需要形成有效的遥感数据管理和应用机制,提高有限资金和数据资源的利用率。

二是多源数据拼接技术难度增大。遥感应用技术越来越多地渗透到林业监测的各领域,逐渐形成业务化应用规模,需求潜力巨大,林业监测遥感数据源只能采用多种数据共用的方式,需要大力发展国内外多源遥感数据高效结合应用技术。

三是数据处理规模化能力较低。全面覆盖一次陆地需求遥感数据量较大,数据多源对遥感数据处理能力和处理质量提出了更高的要求。目前部分遥感数据分发单位具备了一定规模处理能力,但是,一方面其处理精度低,另一方面其处理模式和成果影像特征难以满足林业行业应用需求;林业目前小规模、分散的影像处理方式,难以适应迅速发展的林业遥感监测。

四是森林因子信息提取难度较大。林业各领域调查内容和调查因子复杂多样,如森林类型、树种种类、荒漠化和沙化土地类型、湿地种类等内容复杂,不同地类的遥感影像特征千变万化,林业遥感精准定量调查监测需要大量试验研究,并快速将其进行业务化应用。

五是遥感应用技术的普及性仍较差。遥感技术应用专业门槛较高,技术力量相对较弱,还需要加强培训,培养出更多的高端技术人员。

1.2 林业遥感数据源应用需求

为提高林业资源监测成果的时效性和基于空间信息的监测成果质量,林业将要实现天地一体化的综合监测。为此,根据不同监测尺度和不同监测内容,对遥感数据源的空间分辨率、光谱特征、卫星回访周期等有不同需求。

1.2.1 空间分辨率的需求

根据不同尺度和不同领域林业的监测目标、监测内容、监测标准的要求,对遥感数据源空间分辨率的需求,可分为几个级别:

100~1000m 级别,主要应用于全球及区域级森林植被长势的宏观监测,目的在于实时或准实时地掌握林业资源的骤变,用于应急监测和应急响应。

5~30m 级别,主要用于国家和省级森林资源及其生态状况的宏观监测,根据林业监测的要求,需要每年用 5m 分辨率的多光谱遥感影像覆盖全国范围 1 次。

2~5m 级别,主要用于林业经营单位或县级单位的森林资源、林地变更调查等的详细监测,全国森林资源双增指标年度考核,国家森林资源经营管理和林地征占用情况等的执法检查,以及森林资源和林地经营档案的更新。

0.5~2m 级别,主要用于东北内蒙古重点国有林区森林资源二类调查以及林业重点工程和典型森林植被的典型调查监测。

1.2.2 光谱载荷的需求

林业监测业务应用需求的光谱载荷主要包括可见光和近红外波段，微波雷达的应用还处于研究阶段。林业各领域对遥感数据源光谱载荷的需求如下。

森林植被监测：最佳波段组合为红、近红外、中红外波段，同时可融合高分辨率全色波段。

森林类型或树种精细识别：需要高光谱数据。

森林病虫害监测：近红外、红、绿波段，以及高分辨率全色波段。

林火监测：红、近红外、热红外波段，以及高分辨率全色波段。

荒漠化沙化土地监测：红、近红外波段，以及高光谱等。

湿地资源监测：蓝绿、红、近红外波段，以及高分辨率全色波段。

1.2.3 激光雷达数据的需求

激光雷达一般分为机载激光雷达和地基激光雷达2类。

机载激光雷达：具有获取大区域森林垂直结构的能力，但是对林冠下层垂直结构描述不详细。

地基激光雷达：可以获取精细的森林垂直结构，尤其是林冠下层垂直结构，如单木垂直结构参数，包括胸径、树高、枝下高和树冠尺寸等。

1.2.4 干涉 SAR 数据的需求

因P-波段与森林生物量的关系最为密切，所以最好设置P波段的SAR。同时需要L波段HV极化，且入射角接近或大于 45° 。

1.2.5 卫星系统几何定位精度

根据林业监测对遥感数据查询和粗定位的要求，不同分辨率级别的遥感数据系统几何定位精度应达到以下要求：

100~1000m 级别分辨率数据，卫星系统几何定位精度，不超过1~5km。

5~30m 级别分辨率数据，卫星系统几何定位精度，不超过500m。

2~5m 级别分辨率数据，卫星系统几何定位精度，不超过100m。

0.5~2m 级别分辨率数据，卫星系统几何定位精度，不超过50m。

并且遥感数据几何精校正后，应达到一个像素的精度。

1.2.6 覆盖周期

100~1000m 级别遥感数据，对覆盖周期的要求为一天覆盖1次至几次。

5~30m 级别多光谱遥感数据，由于光学数据受天气影响较大，加之北方地区植被生