

遥感技术在森林资源监测中的应用

王雪军
国家林业局调查规划设计院
2017年10月

目录

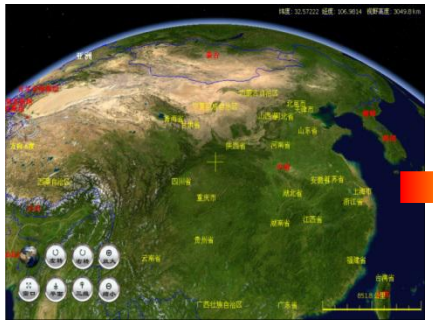
一、遥感技术在国家森林资源清查中的应用

二、遥感技术在林地一张图中的应用

三、基于多阶遥感抽样的森林面积年度监测方法

四、激光雷达和无人机等新技术在森林资源监测中的研究进展

一、遥感技术在森林资源清查中的应用







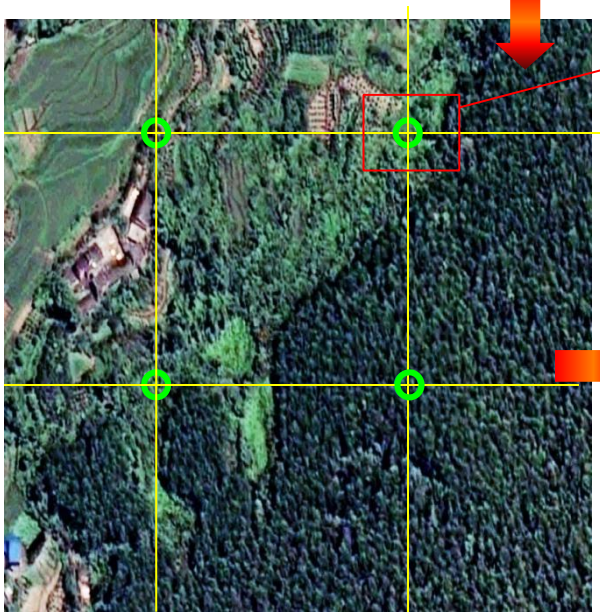
清查时间：5年

地面样地：41.50万

遥感样地：284.44万

技术人员:近2万

工作量：128万



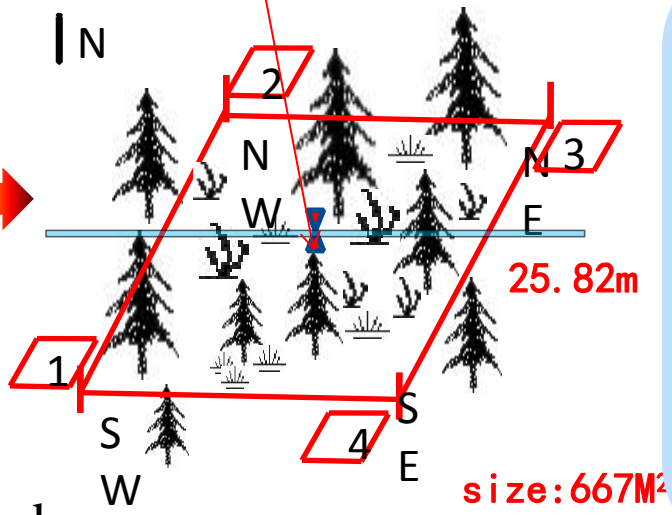
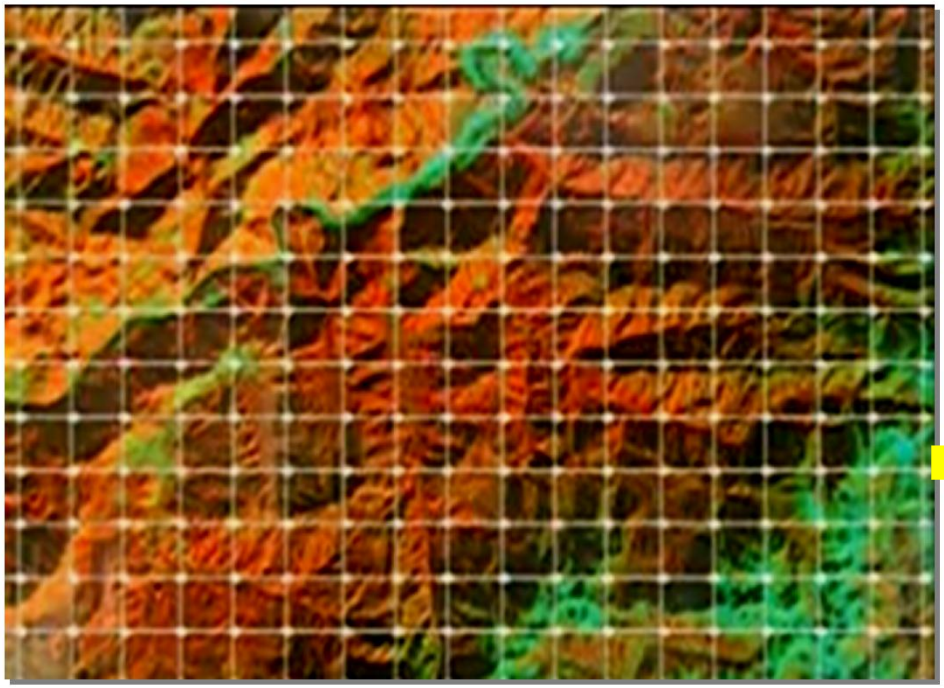


Illustration of fixed sample plots

始建于上世纪70年代的国家森林资源清查体系，目前已开展了8次，其中第六次清查全面引入遥感技术，产出系列清查成果，为准确把握林业发展趋势，制定和调整林业方针政策，满足了不同时期林业建设和经济发展的信息需求。

一、遥感技术在森林资源清查中的应用

- 采用两相分层抽样的方法，RS在第1阶段是用来提高效率和精度。
- 遥感样地位于公里网格的交叉点。
- 遥感样地数量是地面固定样地的8-16倍。







一、遥感技术在森林资源清查中的应用

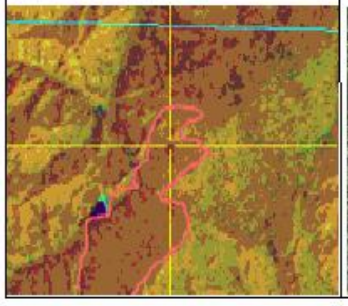
遥感判读区划：

- 人工目视判读
  - 点判读
  - 面判读
- 计算机分类
  - 非监督分类
  - 监督分类

遥感图像解译标志卡片

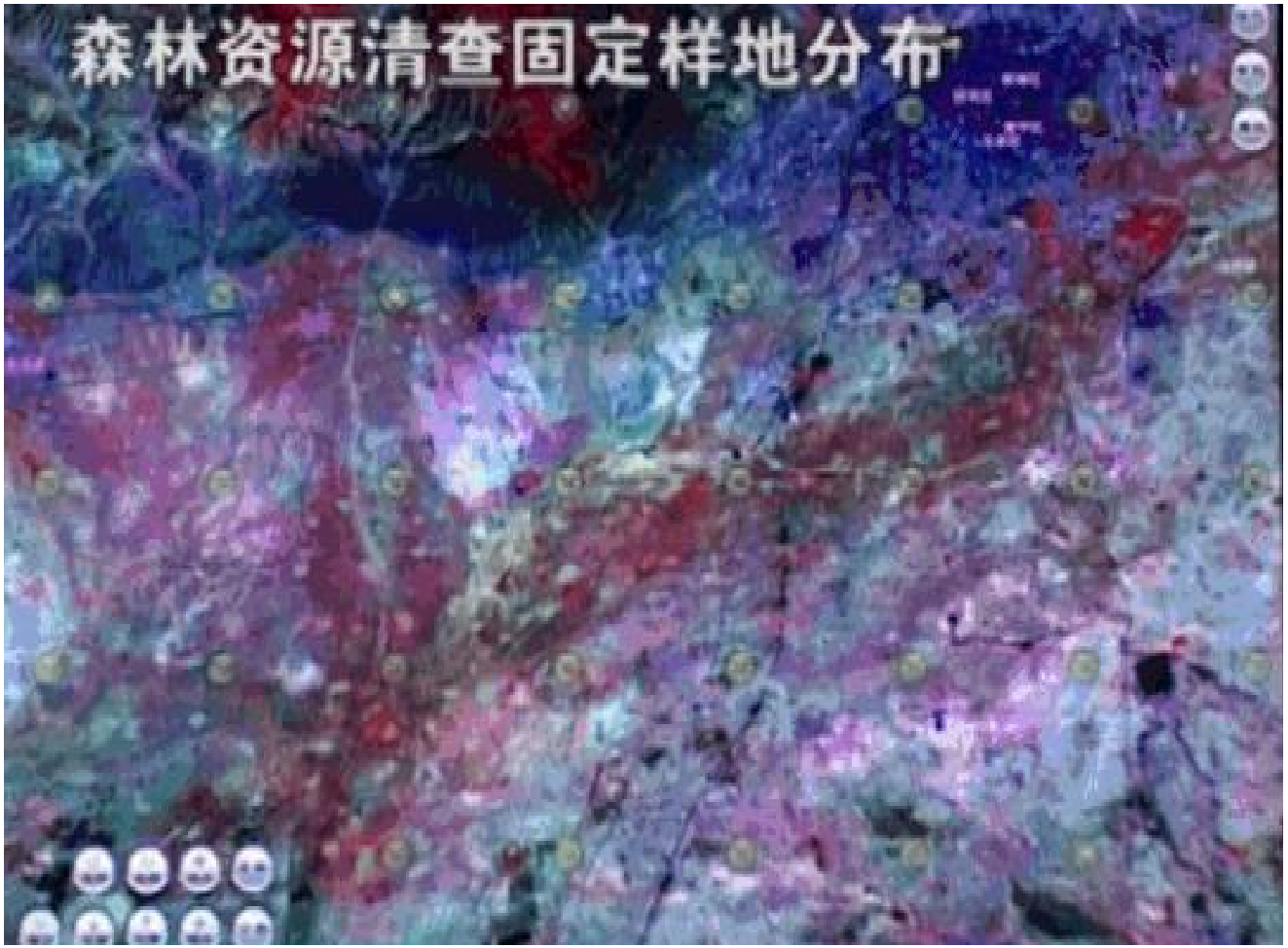
编号（照片编号）：195　　地形图图幅号：12-52-136-3

建标单位：资源一室	类别：混交林	主要树种与说明
建标人：刘文涛 数据轨道号：	材积：190 树高：20	乔木：4云（74） 2臭
时相：初夏	胸径：16	2杂1枫
日期：2004.4.25 地区：吉林 位置：蛟河 GPS横坐标：22379996 GPS纵坐标：4880053	郁闭度：密 综合盖度:80% 备注：	1色 灌木：　忍冬 草本：苔草
海拔高：570		
遥感图像	照　片	





一、遥感技术在森林资源清查中的应用



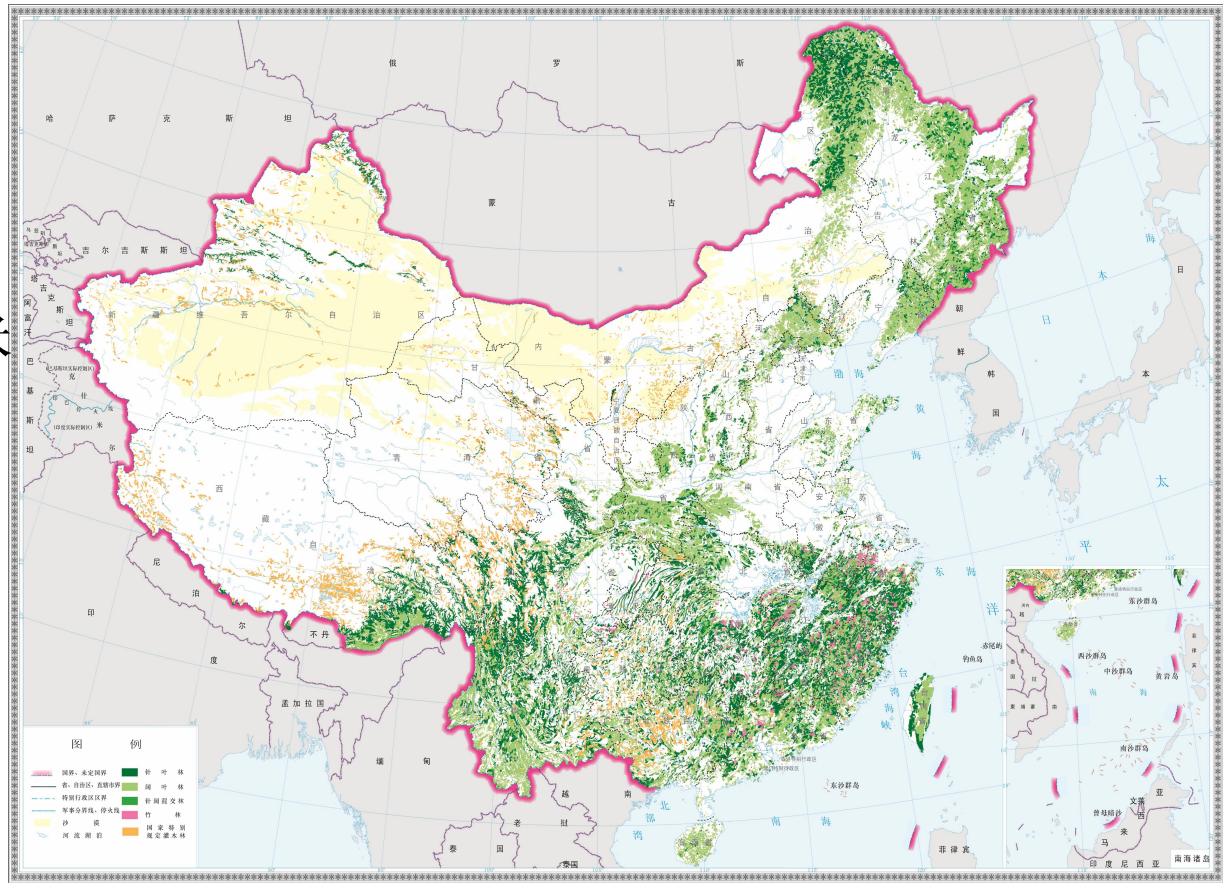
一、遥感技术在森林资源清查中的应用

森林资源状况：

森林面积208 万公顷；

森林蓄积151.37亿立方米

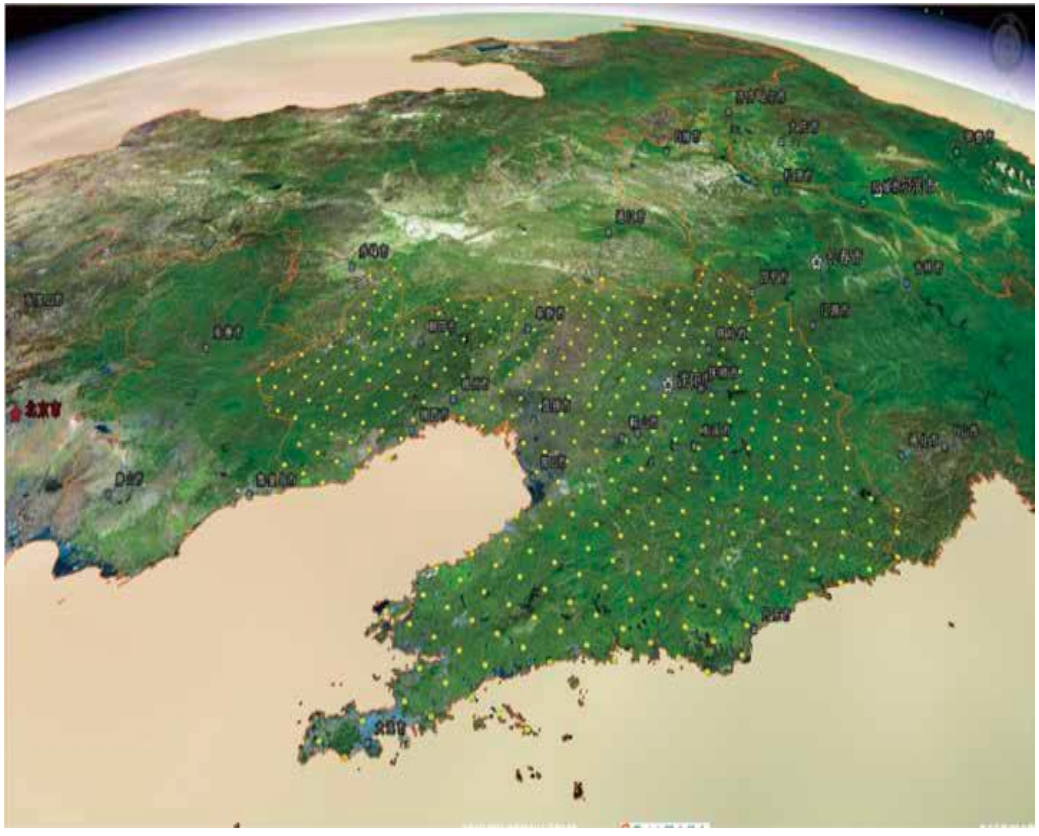
森林覆盖率：21.63%。



中国森林分布图

一、遥感技术在森林资源清查中的应用

为提高全国森林资源监测的时效性，探索基于遥感技术实施森林面积年度监测的可行性，为开展各级政府任期双增目标考核等提供参考依据。在全国范围内已开展了2015年和2016年度的两次森林资源宏观监测工作。

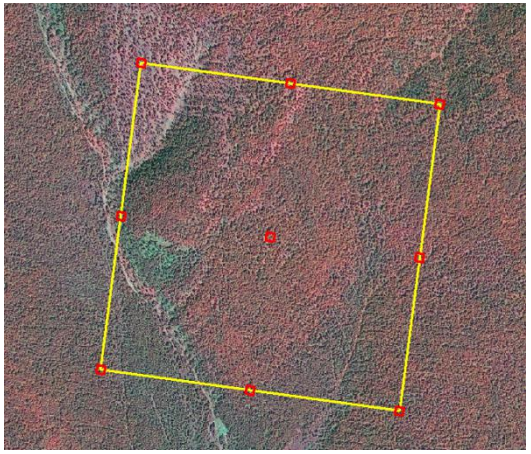


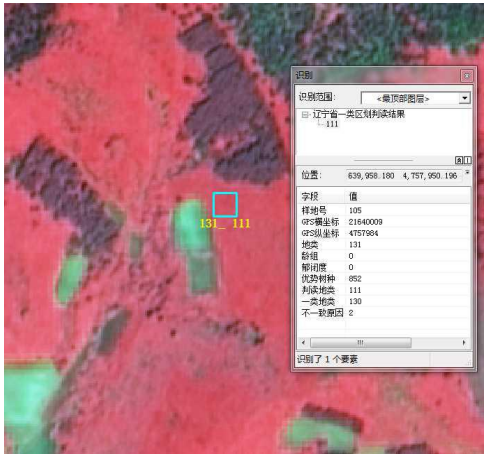
辽宁省遥感大样地布设图

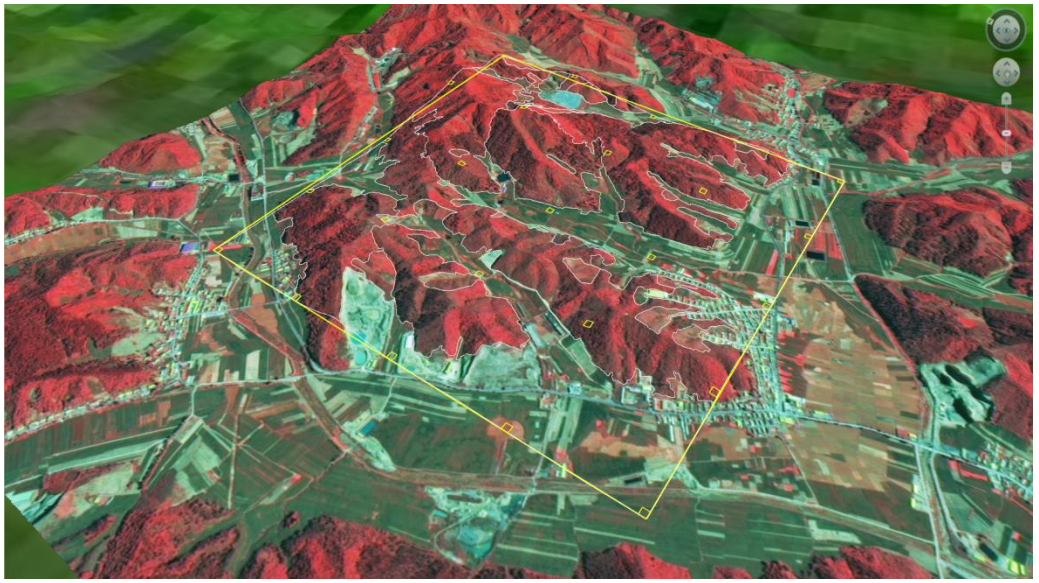
一、遥感技术在森林资源清查中的应用

以抽样调查理论为基础，在全国陆地范围内，以20km×20 km为监测网格框架，系统布设大样地5.25万个，并在1km×1 km范围内均匀布设9个面积为1亩的小样地作为一个群团（简称群团小样地），全国共46.9万个。

采用抽样统计方法，结合国家森林资源清查数据，统计产出各省及全国森林面积和森林蓄积数据。





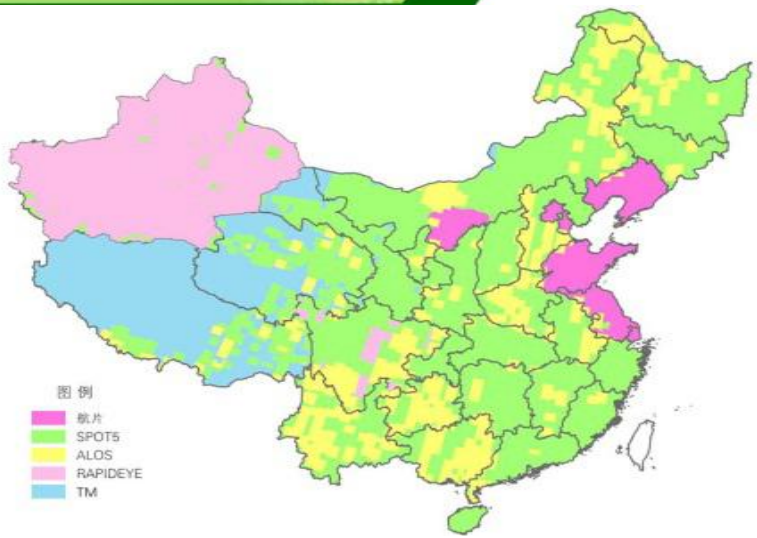


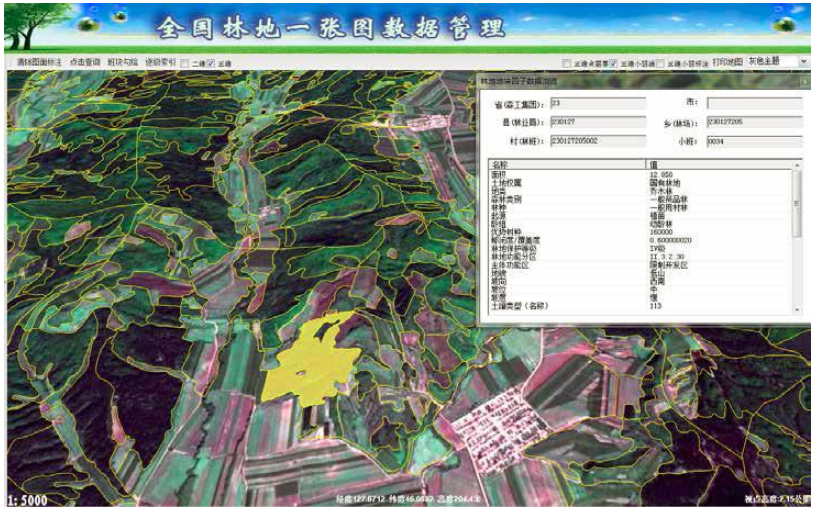


二、遥感技术在林地一张图中的应用

二、 遥感技术在林地一张图中的应用

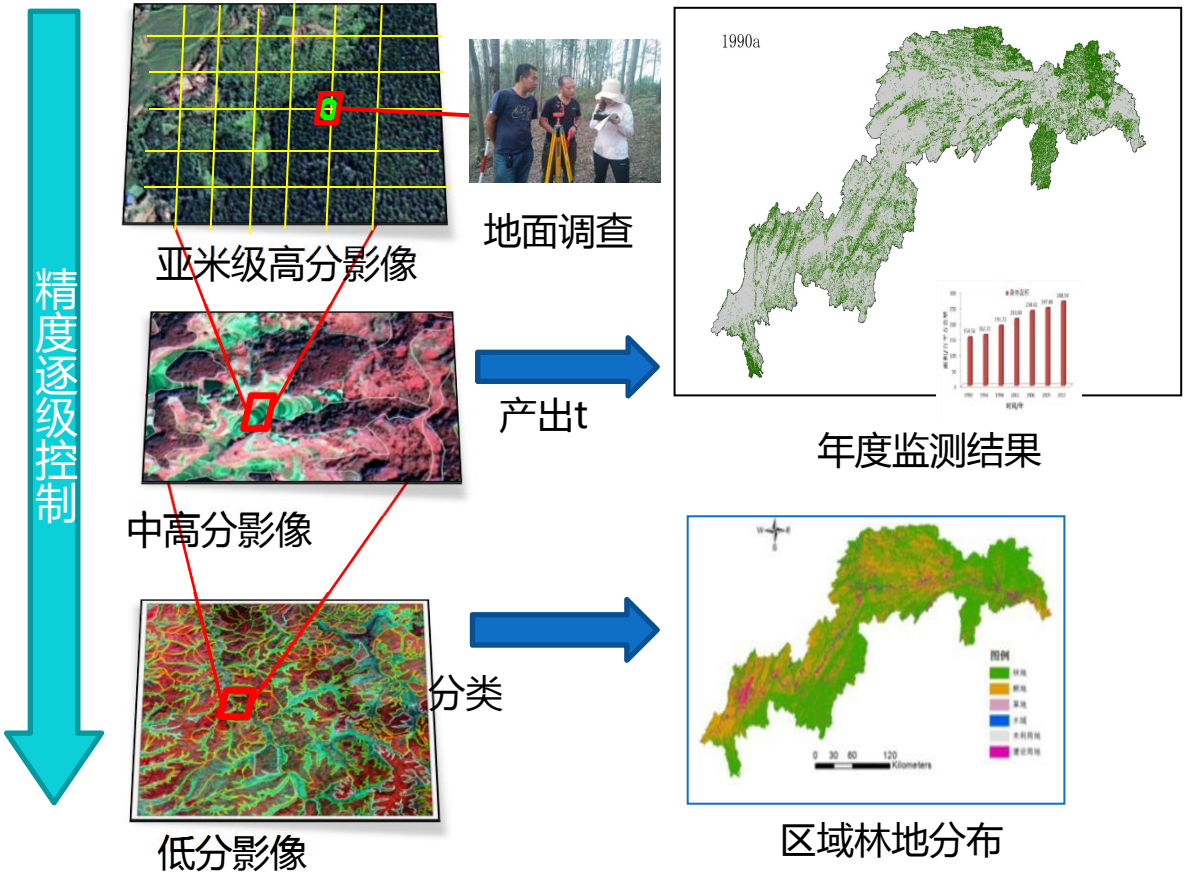
采用高分辨率遥感影像、调查数据和基础地理信息相结合，以林地边界为核心内容，对全国3.4亿公顷的林地落到山头地块，并形成全覆盖无缝拼接的林地一张图。“一张图”包含林地类型、权属、森林类型、起源、面积以及林分平均胸径、公顷蓄积等信息。



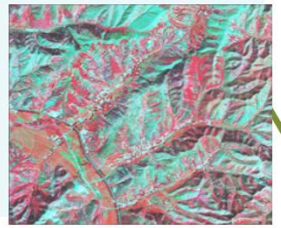


二、 遥感技术在林地一张图中的应用

采用基于低、中、高分辨率的多级遥感抽样技术更新林地一张图数据库，并提出了精度分层逐级控制的多阶抽样方法，大大降低了遥感外业核实的工作量和成本，大大提高了工作效率，实现了国家、区域和地方的宏观、微观森林资源监测。



二、 遥感技术在林地一张图中的应用



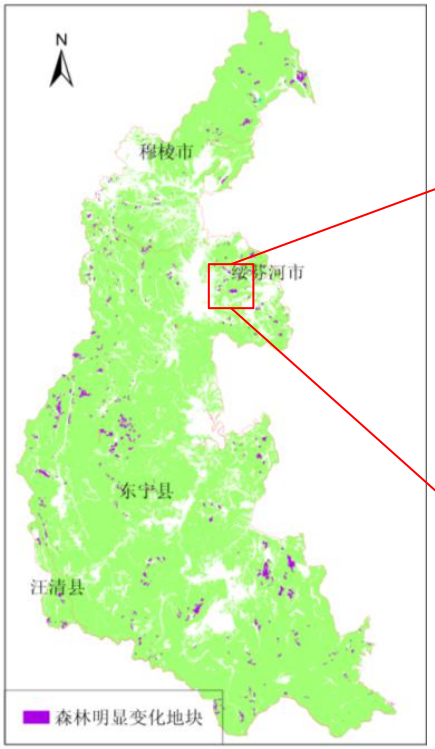


$$FZ_{pi} = \frac{b_{pi} - \bar{b}_i}{SD_i}$$

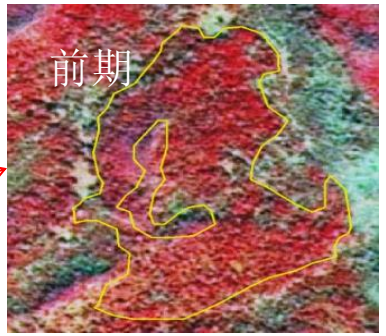
$\bar{b}_i$ SD_i

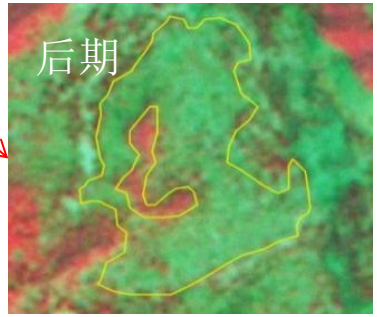
$$FI_p = \sqrt{\frac{1}{NB}\sum_{i=1}^{NB}(FZ_{pi})^2}$$

森林变化概率模型



森林变化结果





森林变化提取过程

建立了森林变化概率模型，并开发了林地变化遥感自动检测技术，实现了对变化区域和斑块的快速检测和验证，提高了森林资源数据更新的效率。


基于多阶遥感抽样的森林面积年度监测方法

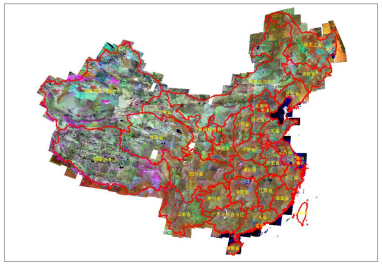
多阶抽样技术体系框架

层

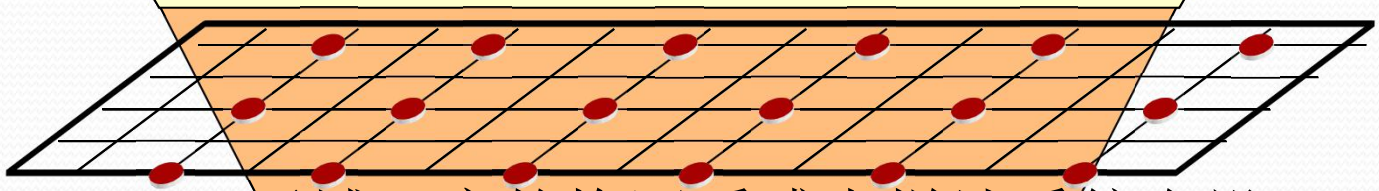
1

全覆盖制图– 国家尺度

低分遥感影像(eg LANDSAT)

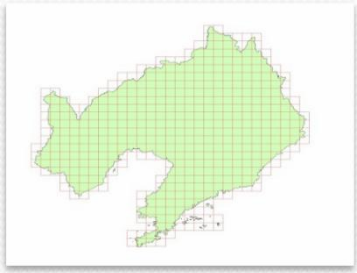


2



区域尺度的格网遥感大样地系统布设

中高分遥感影像(eg SPOT,ZY3,GF1)



3a

亚米级高分影像– 部分覆盖

(eg QB,WV,PL，GF2)



3b

外业地面调查





与一、二级紧密联系，作为精度验证。

三、基于多阶遥感抽样的森林面积年度监测方法

森林资源多阶抽样遥感监测体系(CFMF)

用低分辨率遥感数据快速检测森林资源空间分布及变化信息，用中分辨遥感数据监测总体（以全国或省为总体）的森林资源变化，用高分辨率遥感数据监测区域的森林资源主要类型的变化数据。

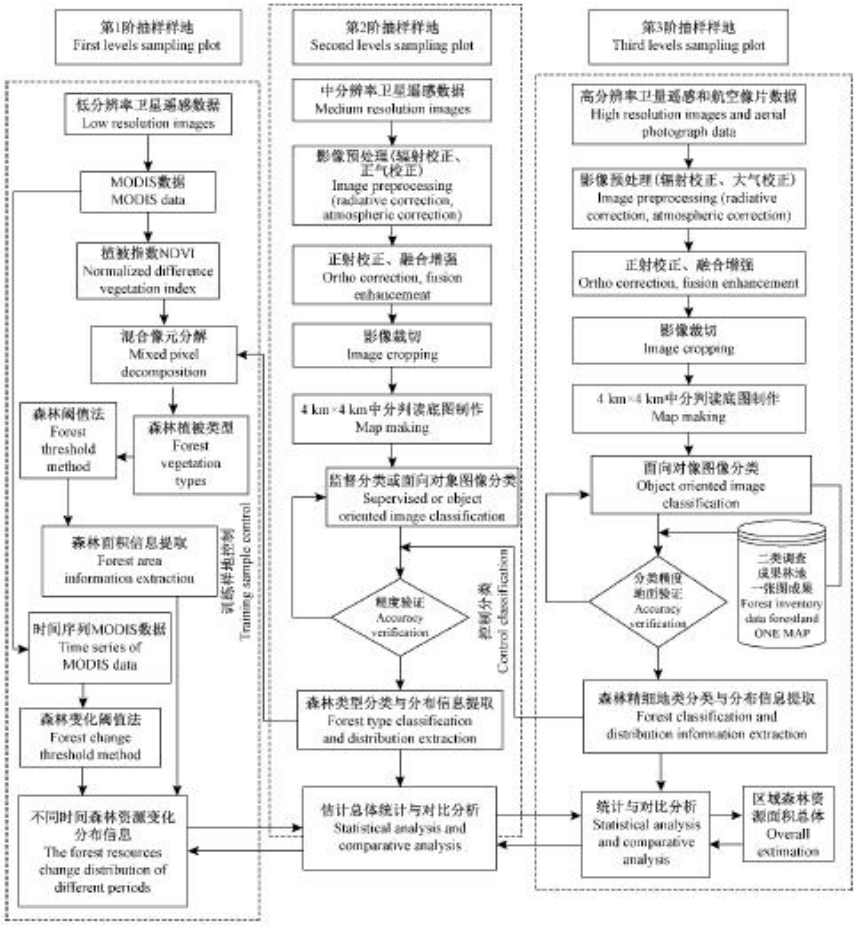
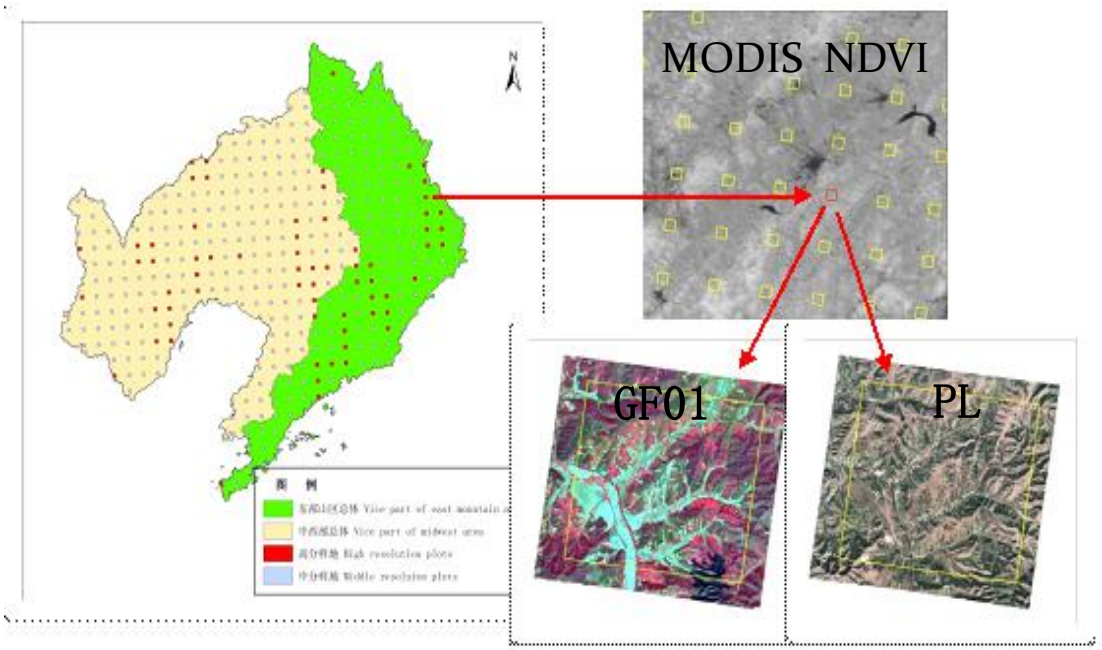


图 1　森林资源多阶抽样遥感监测技术框架

Fig. 1　The framework of multi-level sampling approach remote sensing monitoring for forest resources

三、基于多阶遥感抽样的森林面积年度监测方法

MSFM Pilot region sampling grid = 20km



- Tire 1 低分遥感影像全覆盖， 用于森林制图
- Tire 2 376 中分样地
- Tire 3 66 高分样地

20*20 km² sampling framework in Liaoning province

三、基于多阶遥感抽样的森林面积年度监测方法

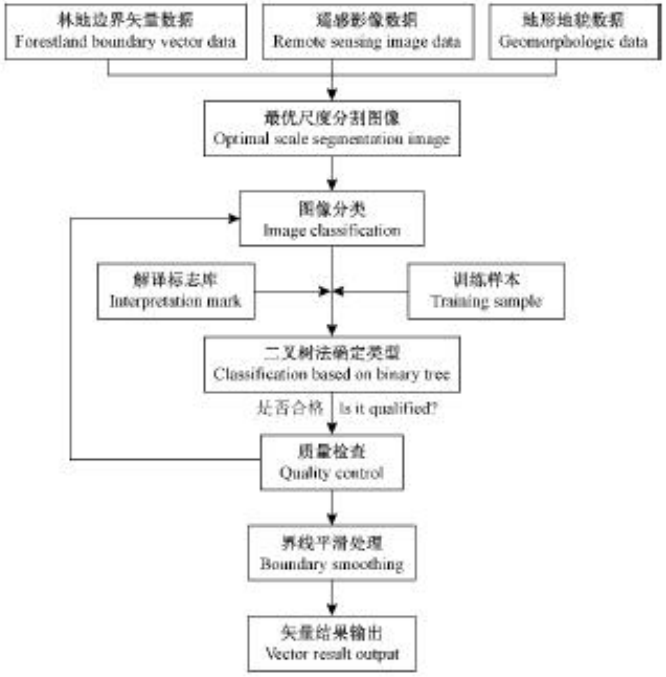
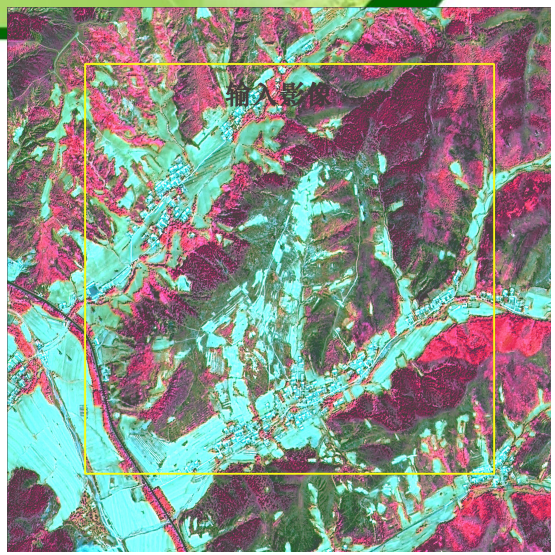
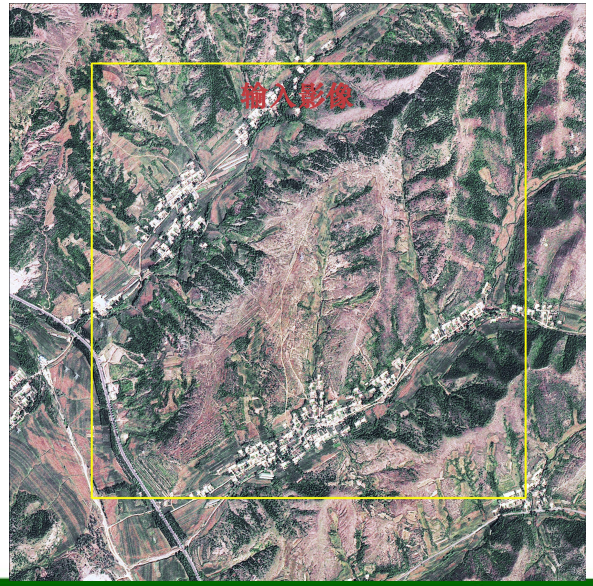


图 3　影像分割与分类流程

Fig. 3　Flow chart of image segmentation and classification

影像分割与分类流程图



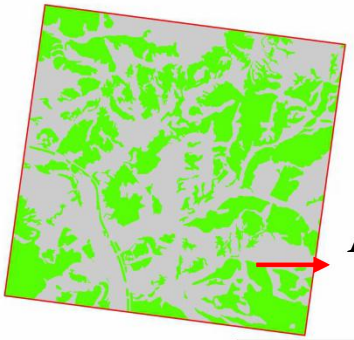


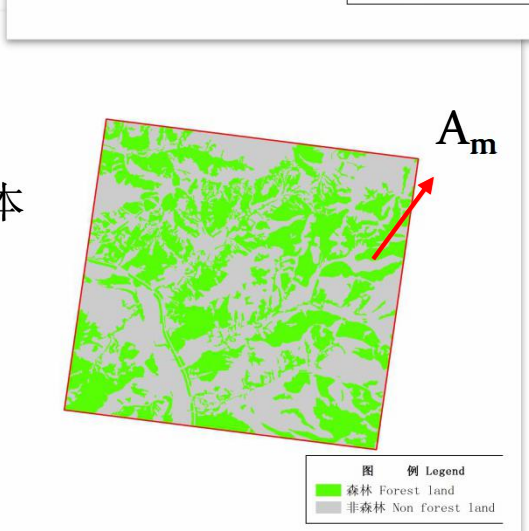
三、基于多阶遥感抽样的森林面积年度监测方法



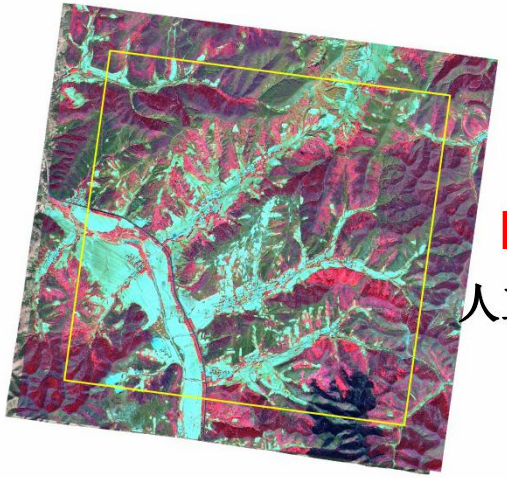
人机交互判读

样地调查





A_h



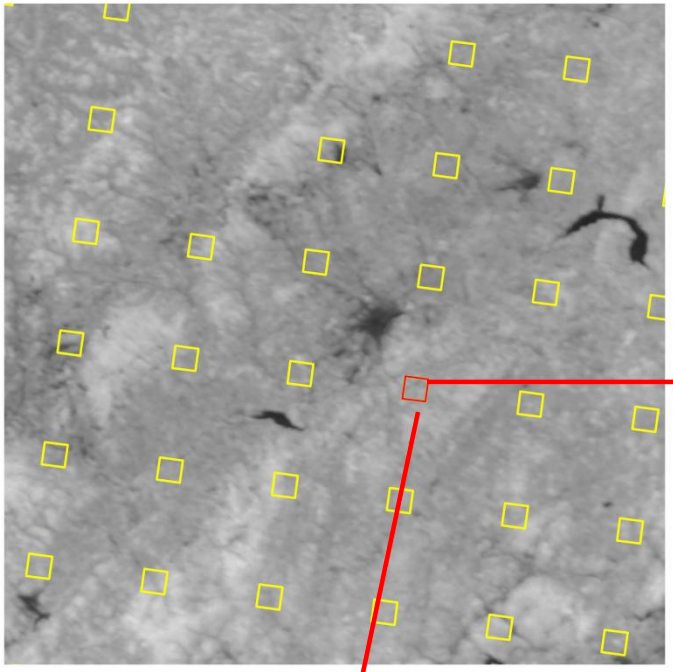
训练样本

人工判读

A_m

$y_h = X_m + b$

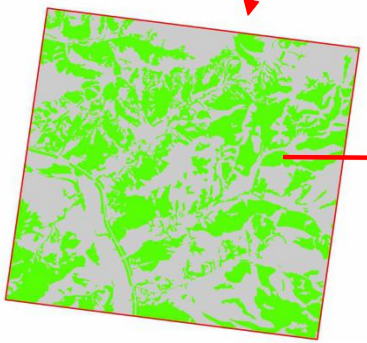
三、基于多阶遥感抽样的森林面积年度监测方法



采用NDVI阈值法提取森林分布

$f(\mathrm{NDVI}, A_L)$

FAi=Ami – ALi



Forest area
A_m

$$FI_p = \sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{I=1}^{N}(FA_{pi})^2}$$

三、基于多阶遥感抽样的森林面积年度监测方法

建立地面验证与高分样地的回归模型和结果

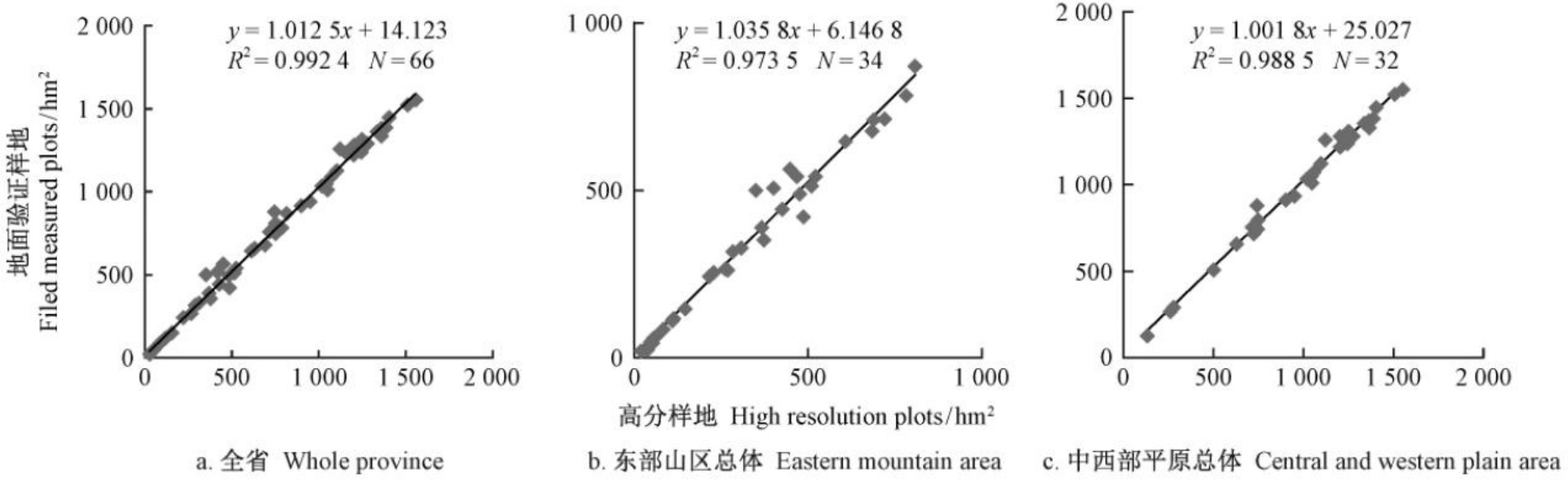


图 4　地面验证样地与高分样地的回归模型

Fig. 4　Regression model of filed measured plots and high resolution plots

三、基于多阶遥感抽样的森林面积年度监测方法

建立中分样地与高分样地的回归模型和结果

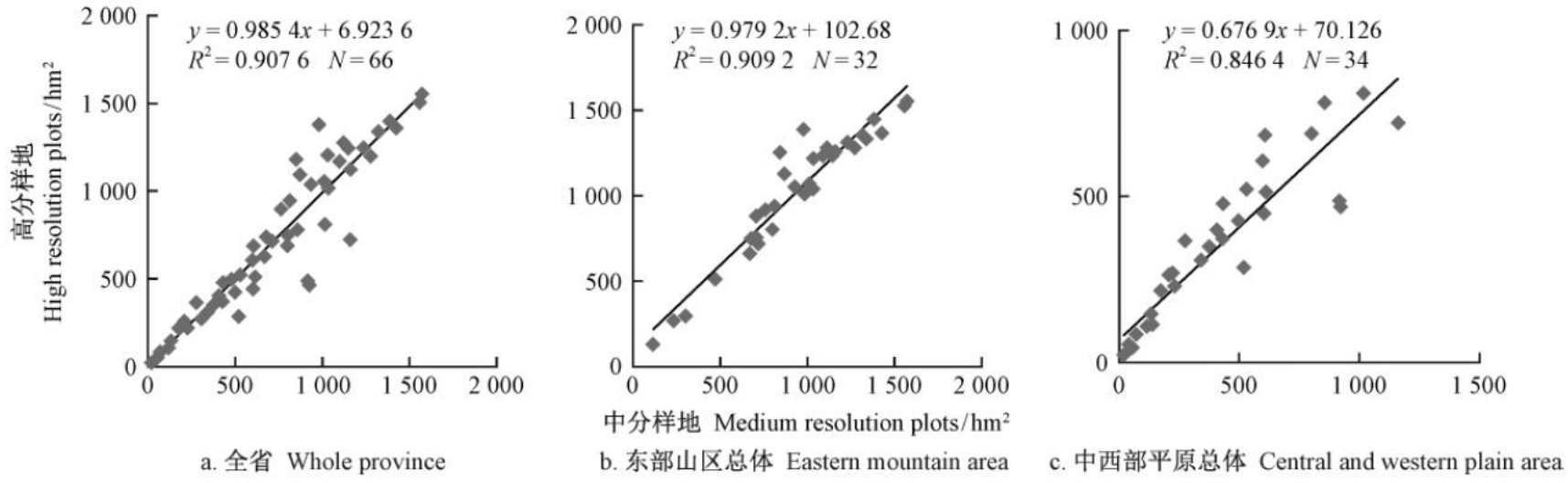
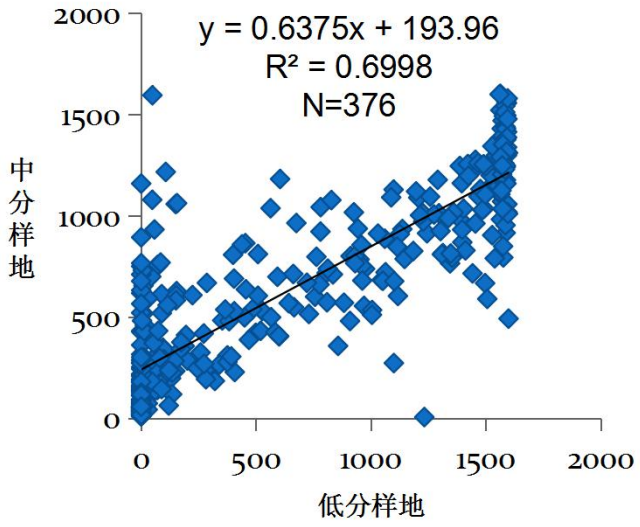


图 5 高分与中分样地的回归模型

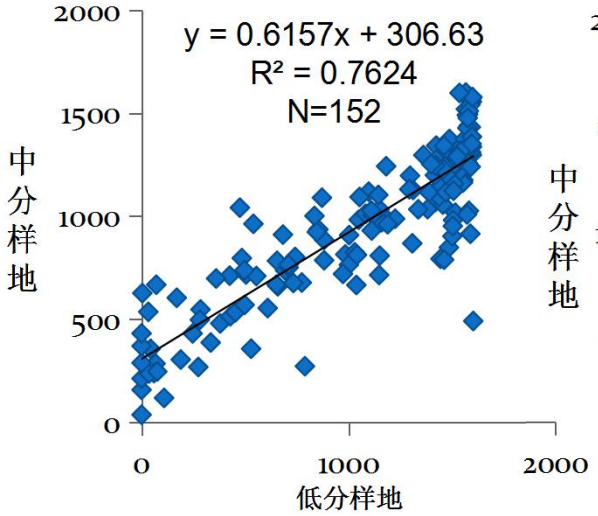
Fig. 5 Regression model of high resolution plots and medium resolution plots

三、基于多阶遥感抽样的森林面积年度监测方法

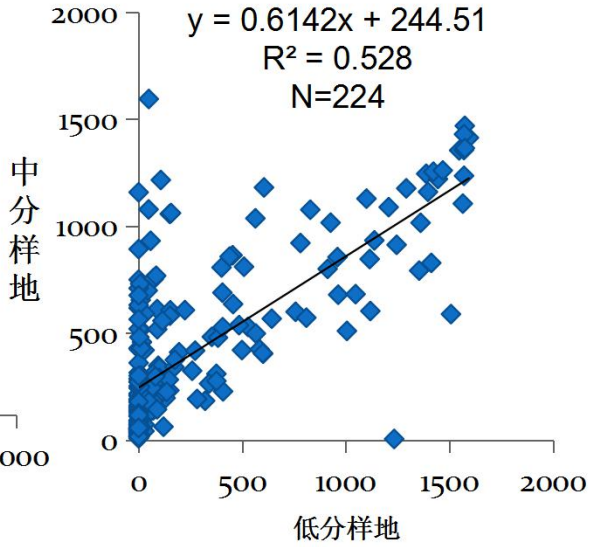
建立中分样地与低分样地的回归模型



全省



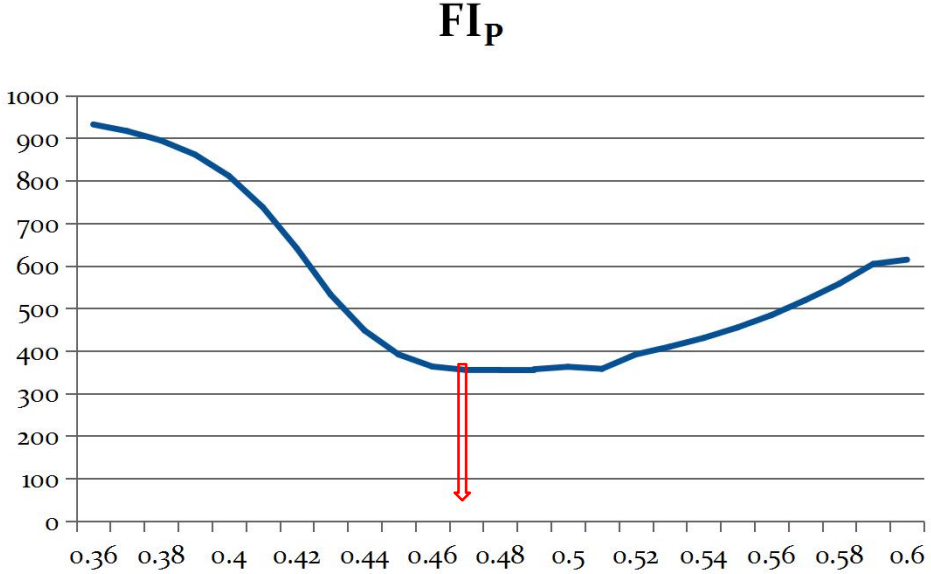
东部山区

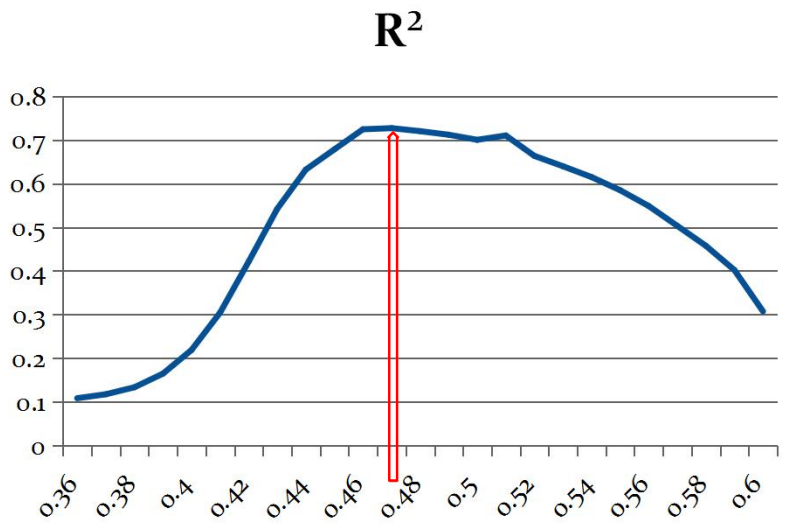


中西部平原

采用NDVI阈值法提取森林分布

通过计算森林指数（FIp）和中分样地内的森林面积与低分样地的回归模型的确定系数(R^2)来确定，全省不分层时，当森林指数FI p最小和确定系数（R^2）最大，Modis 阈值为0.47左右。

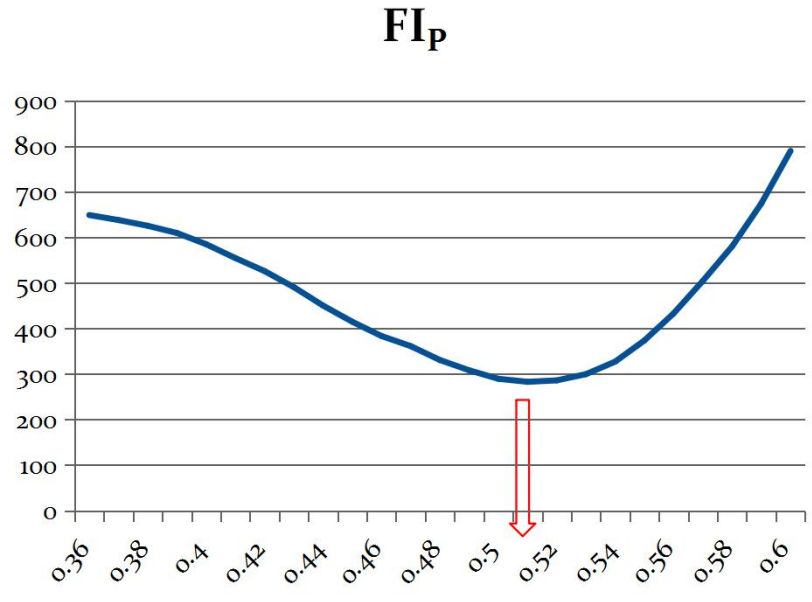


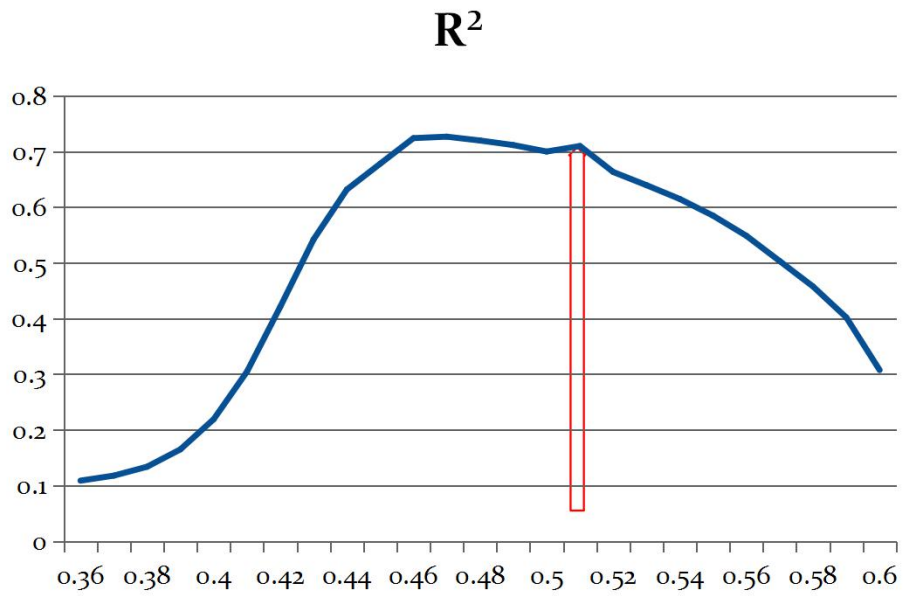


三、基于多阶遥感抽样的森林面积年度监测方法

采用NDVI阈值法提取森林分布

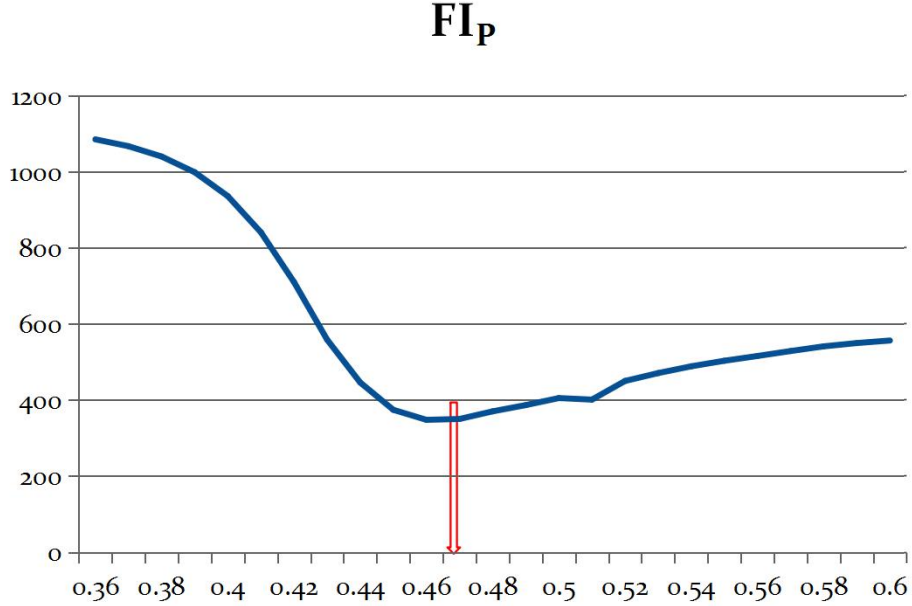
分层抽样时，森林指数FIp最小和确定系数（R^2）最大，东部山区Modis 阈值为0.50左右。

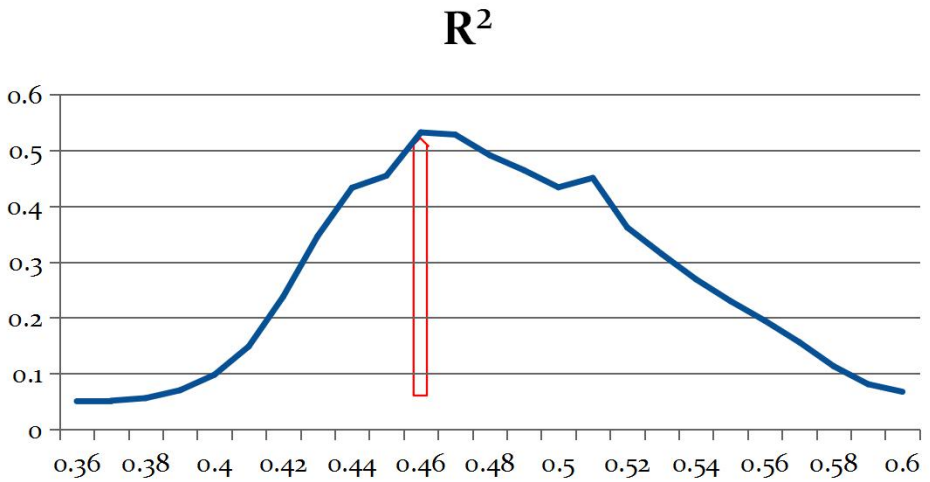




采用NDVI阈值法提取森林分布

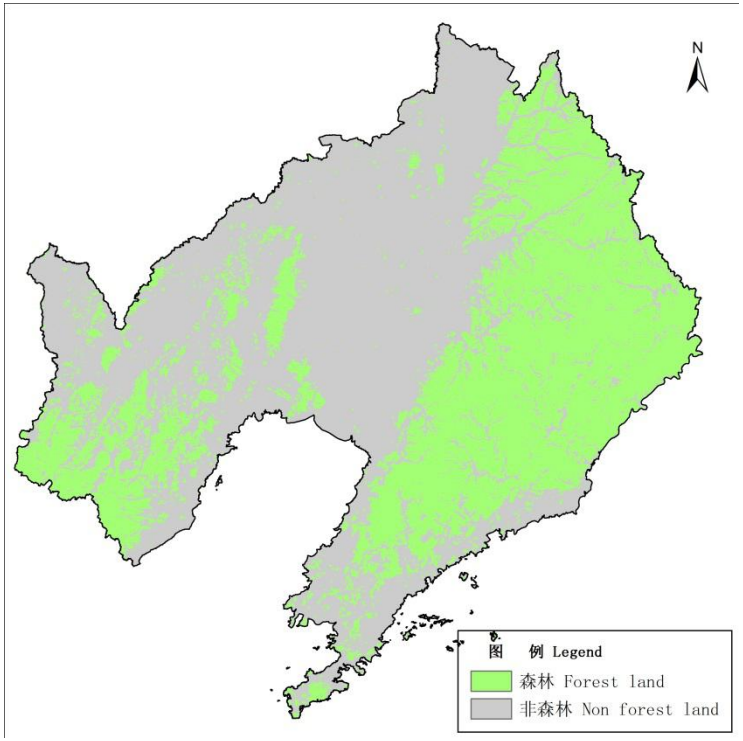
分层抽样时，森林指数FIp最小和确定系数（R^2）最大，中西部Modis 阈值为0.46左右。



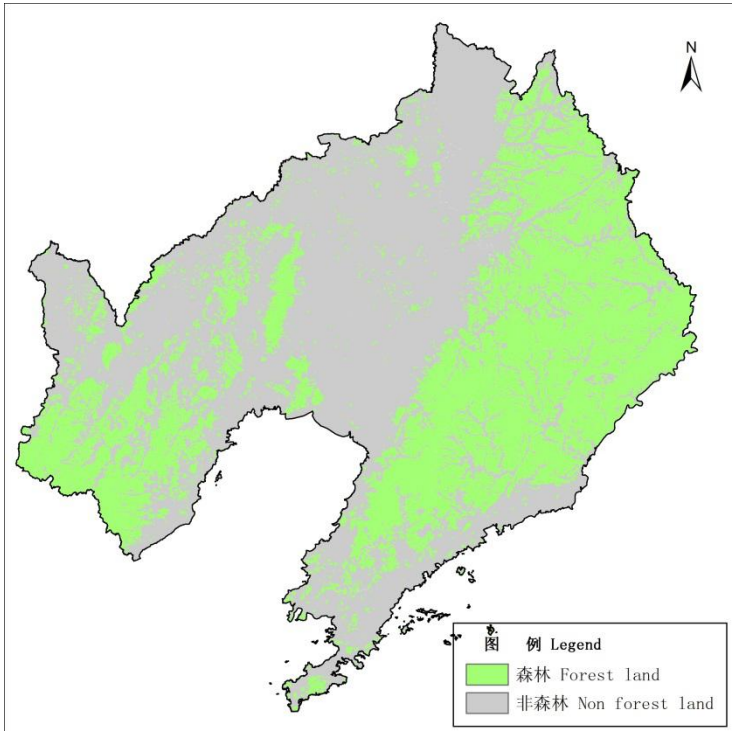


三、基于多阶遥感抽样的森林面积年度监测方法

采用NDVI阈值法提取森林分布图



全省不分层法



分层抽样法

三、基于多阶遥感抽样的森林面积年度监测方法

与清查结果相比，本研究高、中、低遥感数据估测的结果均存在一些“高估”现象，但在精度需求之内；从抽样精度来看，采用分层抽样方式的方法得到的森林面积最为可靠，抽样精度可达到95%以上。

Category	Sampling method	Numer	Areas (M Ha)	Percentage	Forest areas(M Ha)	Sampling accuracy
High	systematic	66	1457.39	0.437	636.88	83.89%
	stratified	66	1457.39	0.4068	592.87	97.92%
Medium	systematic	376	1457.39	0.4099	597.38	92.58%
	stratified	376	1457.39	0.4054	590.83	99.56%
Low	systematic	全覆盖	1457.39	0.4204	612.69	--
	stratified	全覆盖	1457.39	0.4132	602.19	--

三、基于多阶遥感抽样的森林面积年度监测方法

通过3阶分层抽样的遥感监测方法得到辽宁省2014年森林面积为590.83×10⁴hm²，森林覆盖率为40.54%；并通过精度分层控制，基于MODIS NDVI阈值法制作了辽宁省森林分布图，实现了辽宁省森林面积和空间分布的年度产出，提高了监测成果的时效性，缩短了成果产出周期。

Category	Sampling method	Forest areas (M Ha)	The difference (M Ha)	Relative error (100%)
2014 forest area	Model	590.17	0	0
High	systematic	636.88	46.71	7.91
	stratified	592.87	2.7	0.46
Medium	systematic	597.38	7.21	1.22
	stratified	590.83	0.66	0.11
Low	systematic	612.69	22.52	3.82
	stratified	602.19	12.02	2.04

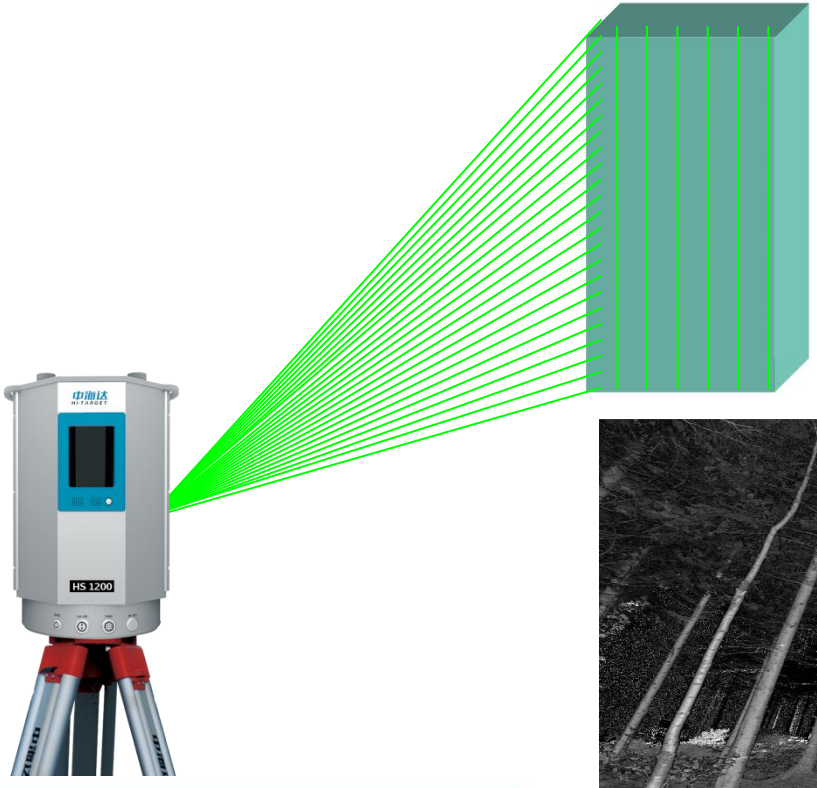


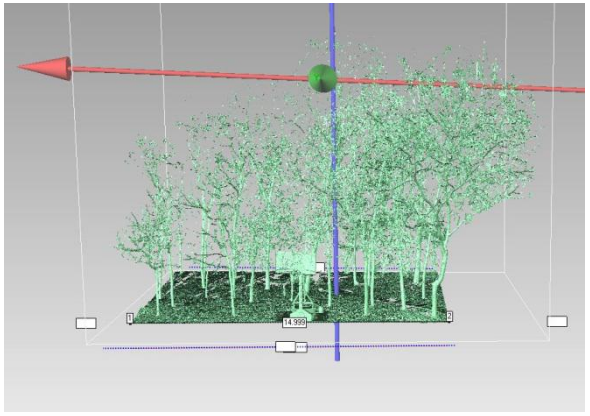
四、激光雷达和无人机等新技术在森林资源监测中的研究进展

四、新技术在森林资源监测中的研究进展

利用先进的遥感技术针对单株木进行识别和参数反演已成为现代林业信息化管理的必然趋势。

Lidar 可以克服传统光学遥感易受光照、天气等因素影响等不足，能够直接获取地面地物表面的三维坐标，并且能够穿透树木的遮挡获取地表信息。





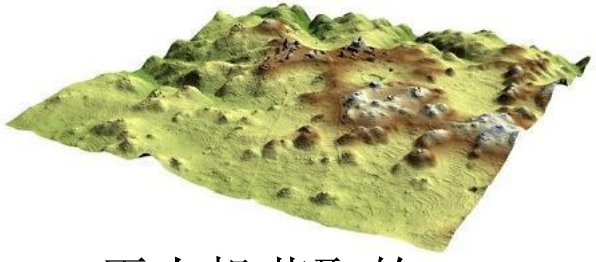


四、新技术在森林资源监测中的研究进展

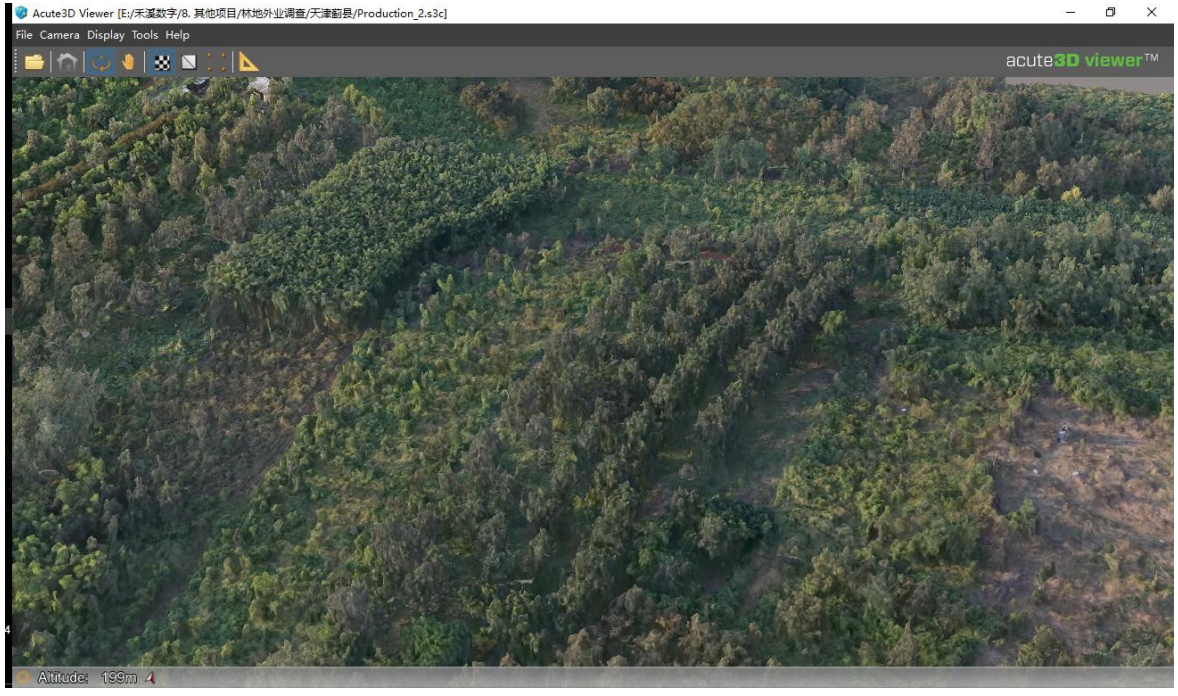
无人机遥感是利用先进的无人驾驶飞行器技术、遥感传感器技术、POS定位定姿技术、GPS差分定位技术和遥感应用技术，通过倾斜摄影测量技术方法，快速获取地表倾斜摄影数据，建立样地三维模型，并进行实时处理、建模和分析能力的先进新兴航空遥感技术解决方案。



无人机



无人机获取的DSM



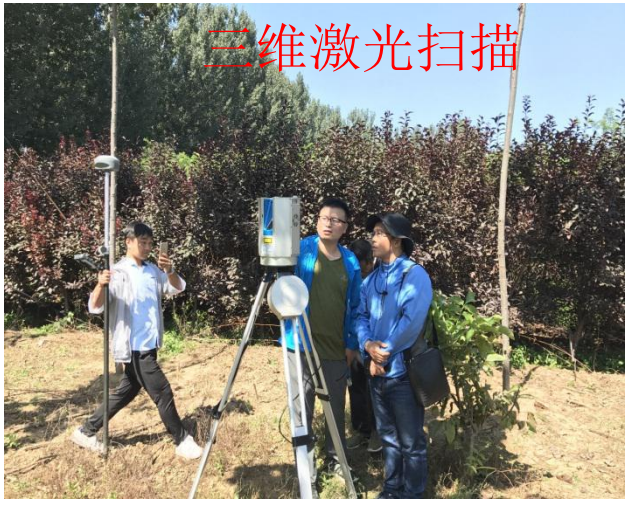
无人机获取的DSM

四、新技术在森林资源监测中的研究进展

在天津蓟州区开展森林调查新技术应用实验，利用无人机、三维激光扫描仪、RTK定位测量仪和三维全景相机等高新设备对不同林分进行野外同步数据采集工作，探索研究通过现有先进的无人机、激光雷达扫描等技术手段和系统应用。

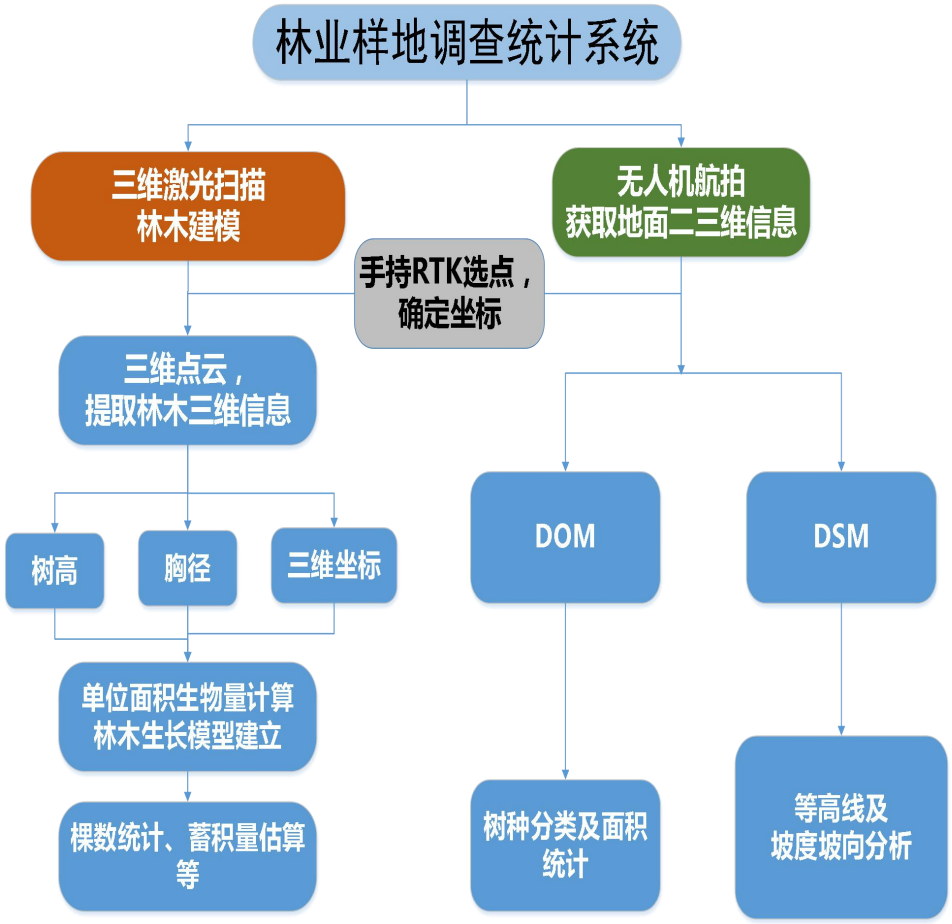






四、新技术在森林资源监测中的研究进展

无人机、激光雷达扫描一体化监测体系

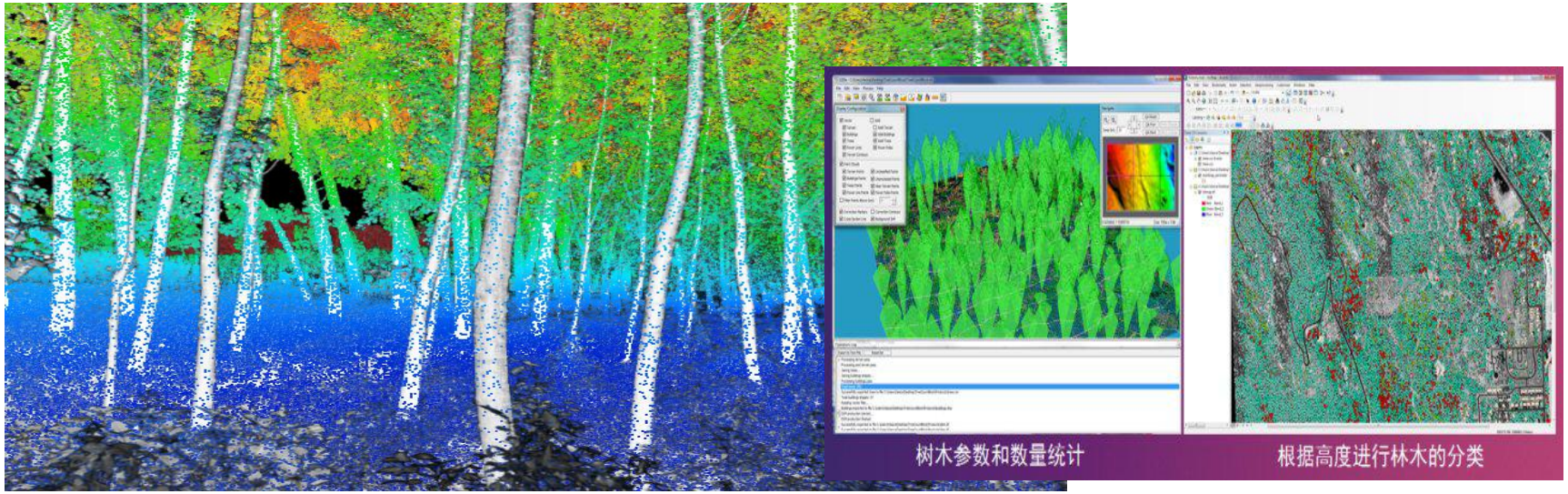


四、新技术在森林资源监测中的研究进展



全景照片

基于LiDAR点云数据自动提取树高和胸径，并可以按高度属性进行渲染显示，并进一步统计蓄积量。

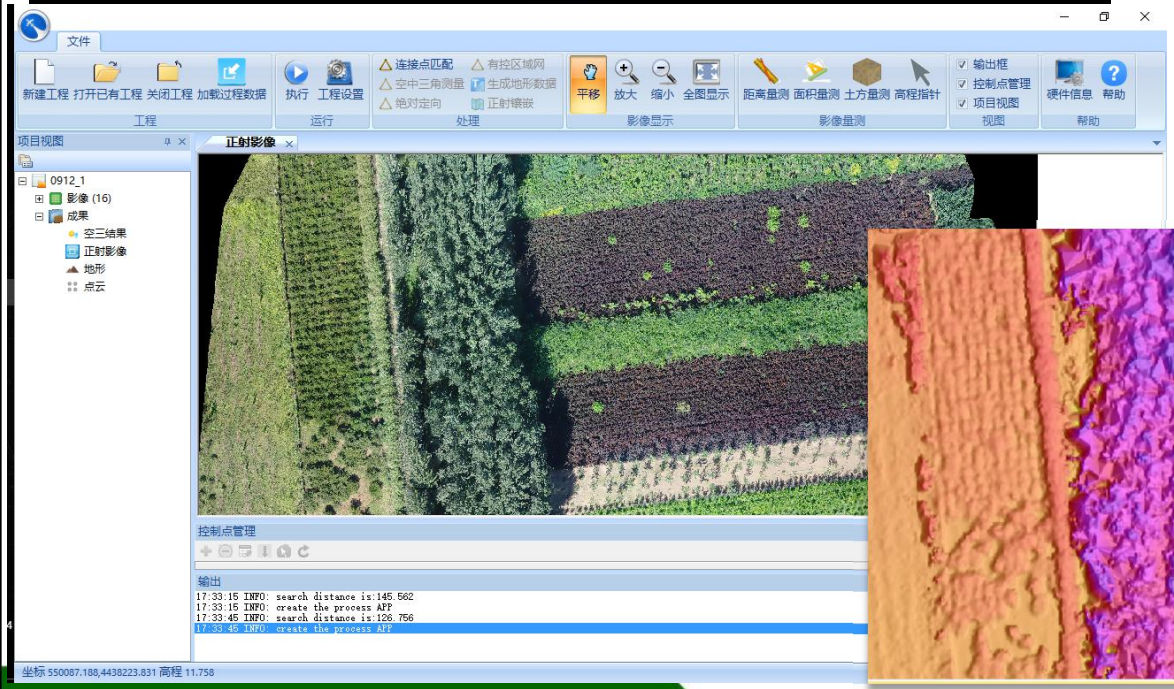


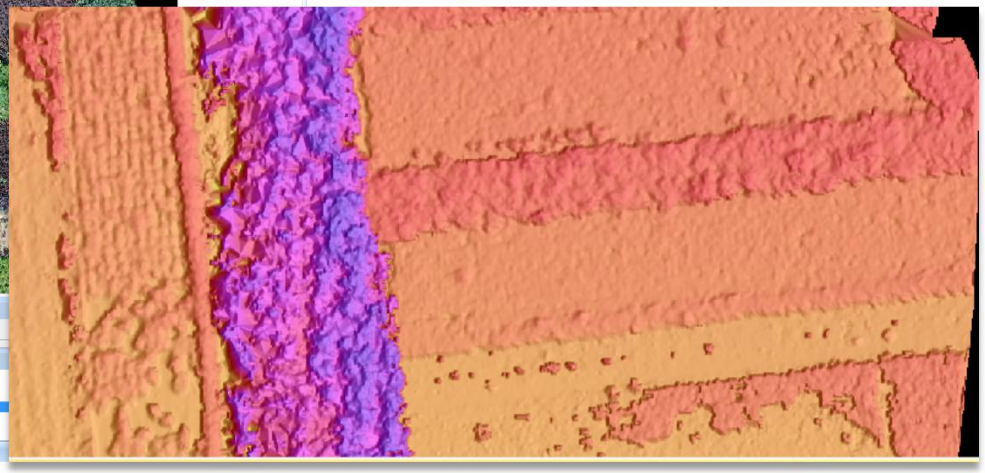
Lidar 影像分析

四、新技术在森林资源监测中的研究进展



探索研究通过现有先进的无人机、激光雷达扫描等技术手段和系统应用，可以实现对森林及林木资源进行自动判读、三维建模、GIS空间可视化数字测量、统计分析等功能，从而实现对森林资源的定量化和精准化评价。

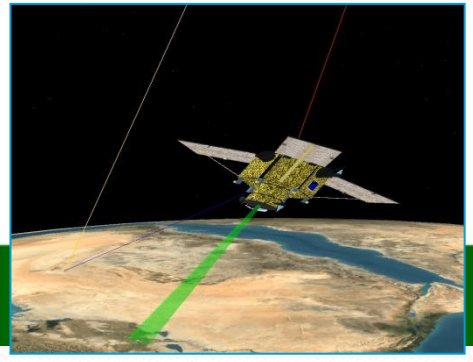


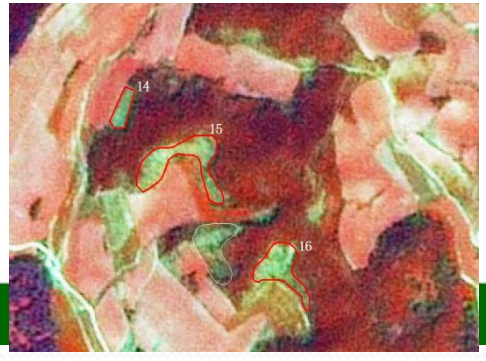


结论与建议

加强对遥感技术的研究，解决限制林业遥感应用的瓶颈问题，推动遥感技术的全面业务化应用。

- 综合应用深度学习、大数据等最新研究方法建立遥感分类信息提取自动化模型，改变变化信息提取方法单一、与人工目视水平有较大差异、自动化程度低等问题；
- 研究基于多时相、多源遥感数据的变化检测、估计与分类技术，提高变化信息的自动智能提取程度；
- 研究激光雷达和无人机等新技术在森林资源监测的应用技术难点和问题，提升森林定量化和精准化测量技术手段。







AFIP



谢谢！







地址:北京市东城区和平里东街18号，中国

邮编100714 电话:+8613683316019 **E-MAIL:**37183728@qq.COM