

尹惠妍, 张志伟, 杨小林, 等. 基于 ETM 影像的森林覆盖率统计分析——以林芝市巴宜区为例[J]. 江苏农业科学, 2020, 48(4): 260-265.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.04.047

# 基于 ETM 影像的森林覆盖率统计分析

## ——以林芝市巴宜区为例

尹惠妍, 张志伟, 杨小林, 杜 婷, 唐永飞, 周尧治

(西藏农牧学院资源与环境学院, 西藏林芝 860000)

**摘要:**以西藏自治区林芝市巴宜区 2005 年 ETM 遥感影像为基础, 利用“3S”技术, 借助于 ERDAS 9.2 和 ArcGIS 10.5 软件, 结合野外调查研究, 对研究区的森林覆盖率进行统计分析, 并与该地区地貌类型图、土地利用类型图的分类结果进行比较分析。研究了 ETM 遥感影像应用于巴宜区森林覆盖统计监测的最佳波段组合和融合处理技术, 采用监督分类的方法提取森林覆盖信息, 并对分类结果与相应研究区的土地利用类型相比较。结果表明, 监督分类校正结果显示 2005 年巴宜区的森林覆盖率约为 42.61%, 监督分类对林地统计结果与土地利用类型图统计结果相比较, 两者仅相差 3.83 百分点, 分类精度达 89.27%。利用遥感技术及地理信息系技术对森林资源的统计分析, 可为森林信息化建设提供技术支持。

**关键词:**森林覆盖率; 遥感; 林芝市巴宜区; 土地利用; 监督分类; 最佳波段; 融合处理

**中图分类号:** S771.8; S127 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)04-0260-06

森林覆盖率是反映一个国家或地区森林资源的一项重要内容, 也是各地反映绿化程度、考核各级政府政绩的重要指标<sup>[1]</sup>。根据国家林业局 2014 年颁布的《国家森林资源连续清查技术规定》<sup>[2]</sup>中的现行森林覆盖率的计算方法: 森林覆盖率 = (乔木林地面积 + 竹林地面积 + 特殊灌木林地面积) / 土地总面积 × 100%。传统的森林覆盖率多采用标准地调查<sup>[3]</sup>、人工目测以及查阅历史资料等方法<sup>[4]</sup>, 传统的森林覆盖率估算方法<sup>[5]</sup>存在主观性强、精度低、尺度小、野外调查任务重、效率低、成本高等缺点<sup>[6]</sup>。

随着 3S(RS、GIS、GPS)技术的发展, 遥感技术的广泛应用使大区域的森林覆盖率的快速提取与监测成为可能, 森林覆盖率估算方法朝着精准化、快速化、多样化方向发展。杨丹等利用 Landsat/ETM + 影像数据分析北京市及各县区的森林覆盖

率, 整体精度较高, 误差小<sup>[7]</sup>。沈明霞等以遥感影像为基础, 利用 Brovey 变换将 TM3、4、5 与 PAN 波段融合, 用融合后的波段作归一化植被指数, 将融合影像和归一化植被指数采用监督分类的最大似然算法进行分类, 得到南京市的森林覆盖率及主要的森林植被信息<sup>[8-9]</sup>。王海宾利用多源多尺度遥感数据, 结合基础地理数据, 进行基于森林相关参数的多源遥感影像的尺度转换研究以及地类图斑区划方法研究<sup>[10]</sup>。随着 3S 技术的发展, 利用遥感技术对森林资源进行调查监测, 科学、快速、高效地获取森林资源分布<sup>[11]</sup>状态及其动态变化信息, 为政府部门规划、决策提供有效的数据支撑, 为森林资源经营管理工作提供技术支持, 是森林资源管理的重要的发展方向。

### 1 研究区概况

巴宜区是西藏林芝地区的下辖县, 位于 29°21' ~ 30°15' N, 93°27' ~ 95°17' E, 地处西藏东南部、雅鲁藏布江北岸、尼洋曲下游, 雅鲁藏布江与尼洋河流经境内并在此相汇。巴宜区南部为冈底斯山余脉, 北部属念青唐古拉山支脉高山地段。境内平均海拔约为 3 000 m, 素有“西藏江南”之美誉。

该区域受印度洋暖湿气流的影响, 境内属湿润季风气候, 适宜的气候条件孕育了该地区丰富的植物资源, 植物资源呈垂直分带, 从亚热带到寒

收稿日期: 2019-01-09

基金项目: 国家级大学生创新性实验训练计划项目; 西藏自治区自然科学基金(编号: XZ2019ZRC-61); 国家重点研发计划(编号: 2017YFC0506801); 林学卓越农林人才教育培养计划改革试点项目。

作者简介: 尹惠妍(1988—), 女, 山东滨州人, 讲师, 主要从事林业 3S 技术应用研究。E-mail: huiyanyin@163.com。

通信作者: 张志伟, 讲师, 主要从事水土保持及荒漠环境演变等研究。E-mail: aiwoweige@163.com。

带都有生长,素有“绿色宝库”之称。主要树种资源有林芝云杉(*Picea likiangensis* var. *linzhiensis* Cheng et L. K. Fu)、冷杉[*Abies fabri* (Mast.) Craib]、桦树(*Betula*)、川滇高山栎(*Quercus aquifolioides* Rehd. et Wils)、藏川杨(*Populus szechuanica* Schneid. var. *tibetica* Schneid)、高山松(*Pinus densata*)、落叶松[*Larix gmelinii* (Rupr.) Kuzen.]等数十种,开发利用价值巨大。

## 2 研究材料与方法

### 2.1 数据来源

本研究以巴宜区 2005 年 11 月份的 ETM 影像数据为基本信息源(数据来源为 USGS 共享数据的 2005 年 Landsat7 的 TM 影像,图像空间分辨率为 30 m),影像获取时间为 2005 年 11 月 18 日。该影像上无大块云层覆盖,影像清晰。主要辅助数据为各县区行政界线图、西藏土地利用类型图[数据来源于中国科学院资源环境科学数据中心(<http://www.resdc.cn>)]以及数字化地形图。借助遥感软件 ERDAS 9.2 和地理信息系统软件 ArcGIS 10.5,研究了 ETM 遥感影像应用于巴宜区森林覆盖统计监测的最佳波段组合和融合处理技术,采用监督分类的方法提取森林覆盖信息、位置和面积信息,利用研究区域地貌类型图选取典型地物进行实地考察,携带 GPS、望远镜等野外调查工具,对典型地物定点标注,确定训练样本,并对分类结果与该地区土地利用分类图进行对比分析,对分类精度进行评价。主要的技术路线流程如图 1 所示。

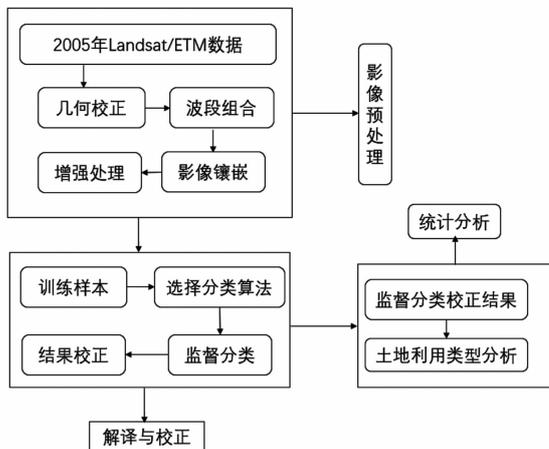


图1 研究技术路线

### 2.2 数据预处理

遥感影像的预处理包括几何校正、波段选择、影像镶嵌、影像裁剪、光谱增强、影像融合等内容。

原始遥感数据通常包含严重的几何变形,几何变形是由系统或非系统因素引起的,几何校正就是将遥感影像数据投影到平面上,使其符合地图投影系统的过程<sup>[9]</sup>。根据不同的应用方向和信息提取目的有多种不同的组合方式<sup>[10]</sup>,利用多波段图像之间的差异进行特征提取,可获得较多的信息量,对于森林资源监测来说,由于其地域广阔、植被丰富等特点,使得多光谱影像在林业上发挥了巨大的作用。

对遥感影像进行增强处理,主要进行辐射增强、空间增强以及光谱增强等方式,具体进行直方图均衡化、去霾处理以及锐化处理等形式<sup>[11]</sup>。遥感影像的光谱增强是基于多波段的遥感数据对波段进行变换以达到遥感影像增强处理的目的,主要方法有主成分变换、归一化植被指数、色彩空间变换、缨帽变换、代数运算、色彩增强等。

在遥感影像的实际处理工作中,通过各种途径得到的遥感影像覆盖范围大,影像多为规则的四方形。然而应用遥感技术处理实际问题时,多针对特定区域来进行。本研究主要研究西藏林芝市巴宜区的遥感影像,不在研究区范围内的须要裁剪,本研究用巴宜区行政界线,利用 ArcGIS 软件完成巴宜区遥感影像的裁剪。

## 3 结果及分析

### 3.1 影像预处理

本研究经多次试验,并借鉴其他学者的经验得出,ETM3、4、5 组合是进行森林植被解译的最佳波段组合方案,也是目前全国森林资源清查所采用的波段组合。利用遥感软件 ERDAS9.2 对研究区原始影像进行影像镶嵌,对遥感影像进行镶嵌处理后,借助地理信息系统软件 ArcGIS 工具箱中的按掩膜提取工具,以中国县级区划图中的巴宜区地图为提取模板对已经镶嵌的遥感影像进行提取。得到研究区的遥感影像后,需对遥感影像进行辐射增强、空间增强、光谱增强等一系列的增强处理,以改善遥感影像的质量,突出所需信息,增强遥感影像的可辨识度、可读性,以改善视觉效果,便于对遥感影像的分析和解译。预处理后的遥感影像如图 2 所示。

### 3.2 监督分类

基于遥感影像的预处理结果,在遥感软件 ERDAS 9.2 的支持下,对影像进行监督分类,获得



图2 巴宜区遥感影像预处理结果

该影像的监督分类结果<sup>[12]</sup>,获取各地类的相关信息。本研究所涉及的区域对于研究者而言相对熟悉,并进行实地调查,将影像地物与现实地物对比,选用监督分类方法,采用最大似然算法进行分类。结合研究区域实际情况及该地区的土地利用分类图,建立的分类模板如表 1 所示,分类结果如图 3 所示。

表 1 遥感影像解译标志

地物类型	色彩	遥感影像
林地	棕绿色	
水域	深蓝色	
居民点	灰绿色	
荒漠	浅紫色	
冰川	白色	
草地	浅绿色	
耕地	黄绿色	

对影像进行监督分类,获得该影像的监督分类结果,获取各地类的相关信息(表 2)。由表 2 可知,监督分类不同地物类型主要有林地、草地、荒漠等 7 种类型,其中林地面积最大,占巴宜区总面积的 39.13%,居民点次之,冰川最少,占巴宜区总面积的 4.41%。

### 3.3 监督分类结果校正

由于本研究基于 ETM 影像对研究区的森林覆盖率进行统计分析,故在进行误差分析时侧重考虑林地的状况。在森林资源统计应用中,监督分类结果主要有 3 种情况:原本地物是林地,监督分类结果为林地;原本地物为非林地,监督分类结果为林地;原本地物为林地,监督分类结果为非林地。通过实地调查结果,分析其主要错误因素:四景遥感影像原本颜色存在差异;巴宜区东北区域及西南区域主要的气候类型存在差异,巴宜区东北区域主要气候类型有亚热带山地季风气候、高原温带季风湿润气候、高原温带季风半湿润气候、高原亚寒带季风半湿润气候,西南区域主要的气候类型为高原温带季风半湿润气候、高原亚寒带季风半湿润气候<sup>[13]</sup>,导致两区域的主要乔灌木植被类型出现差异。巴宜区森林覆盖监督分类结果错误显示见图 4,具体数值见表 3。由表 3 可知,林地划分为其他地物占研究区域面积的 13.69%,其他地物划分为林地占研究区域面积的 10.21%。其中巴宜区东北部分区域原本为高覆盖度草地,监督分类结果为林地;巴宜区沿尼洋河流域两侧,原本为林地区域,监督分类结果显示为居民点、耕地、水系等地物。

根据野外调查结果,对监督分类结果进行校正,最后得出巴宜区林地分布区域图(图 5)。由图 5 可知,巴宜区主要林地分布在亚热带山地季风气候、高原温带季风湿润气候、高原温带季风半湿润气候控制的地区。在 ArcGIS 支持下,经软件统计计算得到该地区林地所占面积为 3 479.83 km<sup>2</sup>,林地覆盖率为 42.61%。

### 3.4 精度分析

对 2005 年巴宜区土地利用现状遥感监测数据分析如图 6 所示。可以看出,巴宜区 2005 年的土地

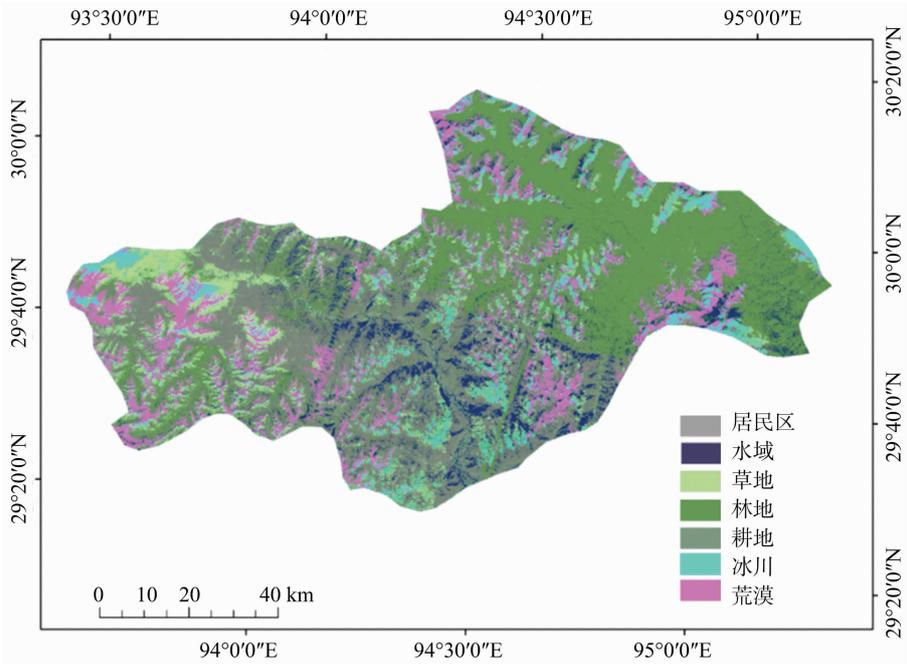


图3 巴宜区 ETM 影像不同监督分类

表 2 监督分类不同地物统计

地物类型	面积 (km <sup>2</sup> )	所占比例 (%)
居民点	2 157.97	26.43
水域	517.00	6.33
草地	643.37	7.88
耕地	485.21	5.94
林地	3 195.32	39.13
荒漠	807.53	9.89
冰川	359.78	4.41
合计	8 166.17	100.00

利用类型主要有林地、草地、水体、冰川、雪地、荒漠以及居民建筑用地等。经图 5 和图 6 对比分析,将两图层放在同一图层窗口中,把巴宜区土地利用分类图的透视度调为 20% (图 7)。统计得出巴宜区 ETM 遥感影像监督分类调校正后结果与土地利用类型中林地分布重合面积达 89.27%,因此,ETM 遥感影像监督分类结果可以用来表示该区域林地覆盖率。利用 ArcGIS 软件对该地区的土地利用类型进行分析,得出该研究区的森林覆盖率约为

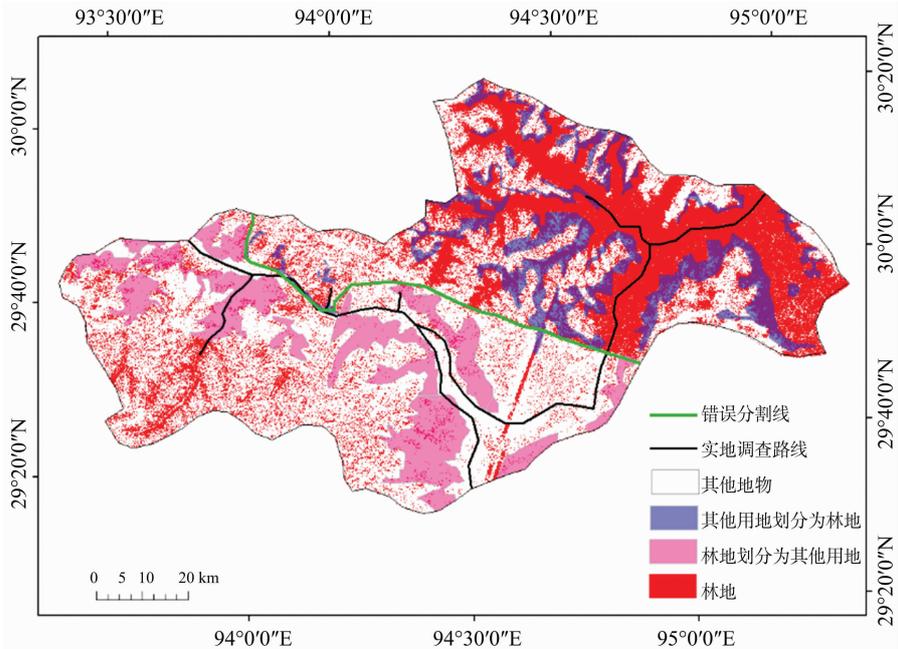


图4 监督分类主要错误区域及实地调查路线

表 3 监督分类林地错误类型统计

监督分类结果	面积 (km <sup>2</sup> )	所占比例 (%)
林地划分为其他地物	1 117.92	13.69
其他地物划分为林地	833.41	10.21

46.44% (表 4)。在对遥感影像进行监督分类校正之后,计算得到该地区的森林覆盖率约为 42.61%。利用 ETM 遥感影像监督分类结果与土地利用类型分析相比,两者仅相差 3.83 百分点。

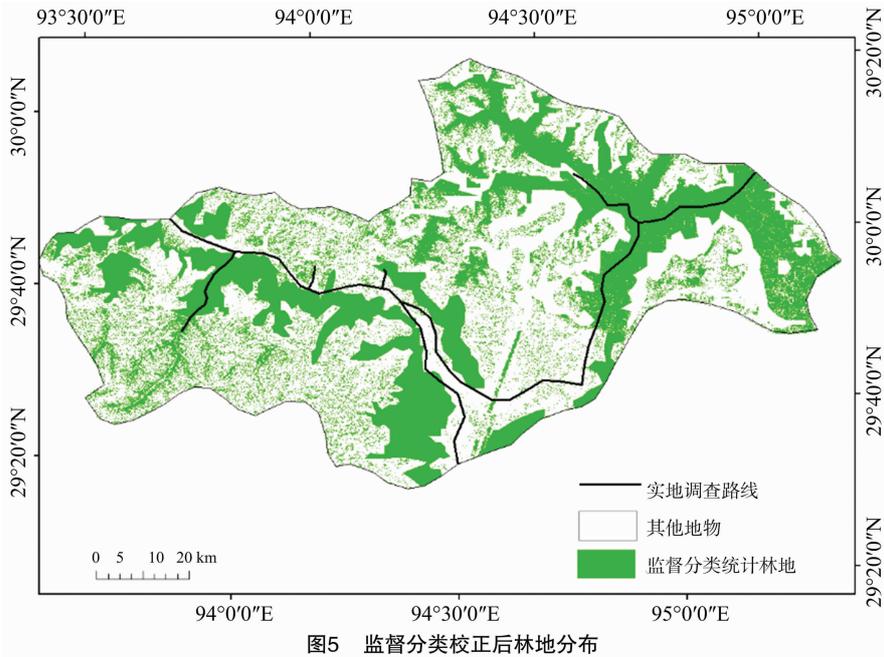


图5 监督分类校正后林地分布

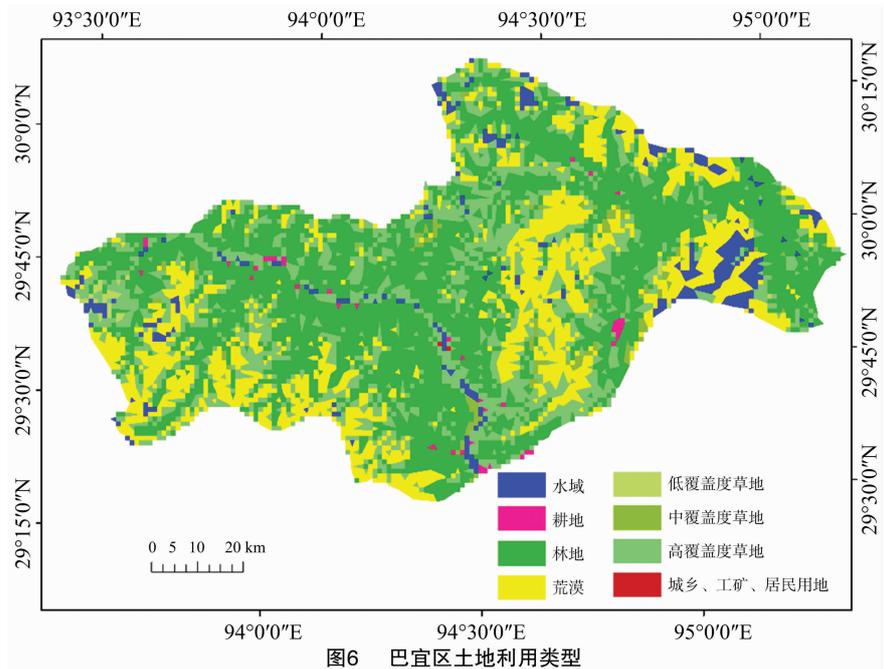


图6 巴宜区土地利用类型

### 4 结论

本研究通过 ETM 影像数据客观真实地反映森林资源的数量、质量状况,辅助野外实地调查结合

地理信息系统 GIS 技术科学反映森林资源的分布情况。利用巴宜区 2005 年的 ETM 影像数据与同时间段的土地利用分类图,对巴宜区的森林覆盖率进行估算。研究采用 ETM3、4、5 波段融合的方法更能突

表4 2005年巴宜区土地利用统计比

土地利用类型	面积 (km <sup>2</sup> )	所占比例 (%)
居民	2.01	0.02
水域	338.38	4.14
草地	2 096.91	25.68
耕地	39.84	0.49
林地	3 792.68	46.44
荒漠	1 896.36	23.22
合计	8 166.17	100.00

出森林特征,利用监督分类的方法进行分类,得到较准确的地物类别划分结果。经遥感影像提取的结果得出,2005年巴宜区的森林覆盖率约为42.61%,对同时间段该地区的土地利用类型图统计分析得出的森林覆盖率为46.44%。2种图像估算森林覆盖率结果较为接近,仅相差3.83个百分点,监督分类对林地统计结果与土地利用类型图统计结果相比较,其正确率达89.27%。本研究对研究区域森林不同林分(具有一定面积的林子,该林分中

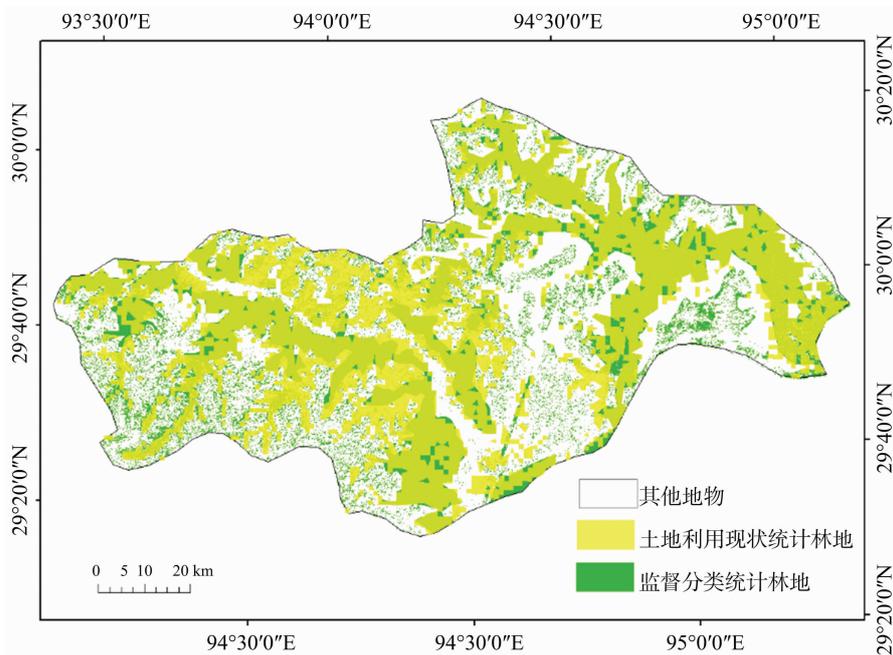


图7 巴宜区监督分类校正后林地范围与土地利用类型中林地重叠分布

树种特征与周围林分具有显著区别)进行监督分类,但是由于气象、地形、植被种类及不同生境条件下植被生长势差异等因素影响,监督分类结果与实际相比,正确率较低,如何提高森林监督分类二级、三级植被信息准确率,还需要大量的野外调查。

## 参考文献:

- [1] 韦希勤. 森林覆盖率有关问题的探讨[J]. 世界林业研究, 2011, 24(2): 76-80.
- [2] 国家林业局. 国家森林资源连续清查技术规定[S]. 2014.
- [3] 任德智, 葛立雯, 罗大庆. 小尺度森林郁闭度测定方法及应用[J]. 林业科技开发, 2014, 28(1): 94-97.
- [4] 国家林业局. 森林资源规划设计调查主要技术规定[S]. 2003.
- [5] 艾建林. 森林覆盖率计算标准的变化对云南省宏观规划目标的影像[J]. 林业调查规划, 2009, 34(1): 1-3.
- [6] 任德智, 任毅华, 卢杰, 等. 色季拉山区鲁朗河流域植被覆盖度遥感估算研究[J]. 西北林学院学报, 2012, 27(2): 184-189.
- [7] 杨丹, 冯仲科. 北京市森林覆盖率遥感统计及其分析[J]. 北京林业大学学报, 2005, 27(增刊2): 133-138.
- [8] 沈明霞, 何瑞银, 丛静华. 基于ETM+遥感影像的森林植被信息提取方法研究[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2007, 31(6): 113-116.
- [9] 张淑芬, 邢艳秋, 艾合买提江·阿不都艾尼, 等. 基于TM遥感影像的森林类型分类方法比较[J]. 森林工程, 2014, 30(1): 18-21.
- [10] 王海宾. 基于森林盖度的尺度转换及地类区划方法研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2014.
- [11] 胡博, 鞠洪波, 刘华, 等. 基于遥感影像的大区域植被类型样本快速提取方法研究——以寒温带针叶林区域为例[J]. 林业科学研究, 2017, 30(1): 111-116.
- [12] 韩东锋. 林业“3S”技术[M]. 北京: 中国林业出版社, 2015.
- [13] 张弦子. 多波段融合成像质量性能综合检测系统研究[D]. 南京: 南京理工大学, 2016.
- [14] 郝泷. 基于Landsat OLI的西藏林芝县森林类型提取方法和蓄积量反演模型研究[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2017.
- [15] 孙华. 林业遥感[M]. 北京: 中国林业出版社, 2011.
- [16] 杜军, 杨志刚. 西藏自治区县级气候区划[M]. 北京: 气象出版社, 2011.