

安徽沿江地区“1515”防线实施后植被恢复效果评价

黄银兰,陈 实,姚志强,王丽英

(池州学院地理与规划学院,池州学院自然资源遥感应用研究中心,安徽 池州 247000)

摘要:开展长江“1515”三道防线实施后的植被恢复效果研究,对评价生态修复效果具有重要的现实意义。基于2015年和2021年高分一号卫星影像数据,运用像元二分模型和转移矩阵法,分析植被覆盖度的时空变化,评价安徽沿江地区植被恢复成效。结果表明,2021年较2015年植被覆盖度整体明显提高,高覆盖度由2015年的61%增加到2021年的88%;植被覆盖度等级主要由中高覆盖度、中覆盖度向高覆盖度转移,转移面积分别为18.57%和6.31%,其中安庆和芜湖发生转移的面积最为突出;“1515”防线内,以植被中高覆盖度、中覆盖度和中低覆盖度向高覆盖度转移为主,转移面积占比由大到小的区域依次为安徽沿江1 km(27.2%、16.79%和8.06%)、5 km(24.02%、13.91%和6.01%)、15 km(22.78%、10.79%和4.35%),芜湖市在“1515”三道防线的植被恢复效果最好;植被覆盖度等级向好转移以耕地、林地、裸地为主,转移面积占比为耕地>林地>裸地,其中耕地随着防线距离的增加而转移面积减少,林地和裸地随着防线距离的增加其转移面积也相应增加。研究结果可为深入实施长江大保护战略和安徽沿江生态环境保护提供指导和参考。

关键词:植被覆盖;生态修复;“1515”防线;长江大保护;安徽沿江地区

中图分类号:X171.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-3075(2023)04-0077-08

长江是中华民族的母亲河,做好长江生态环境修复与保护,对于保障全流域占全国40%以上国民的福祉、实现长江经济带的持续发展、打造山清水秀的黄金经济带、确保一江清水惠泽人民,具有极其重要的意义(陆大道,2018;邹曦等,2021;Pan et al,2021; Xu et al,2021)。安徽省作为长江经济带承东启西的重要节点省份,近年来坚持生态优先、绿色发展的战略定位(符琳蓉等,2021),将修复长江生态环境摆在突出位置,聚焦岸绿,划定“1515”(即沿江1 km、5 km、15 km)岸线分级管控红线,大规模开展长江干流两岸绿化,推深做实禁新建、建新绿。建设长江绿色生态廊道,实施长江岸线绿化造林工作,可美化环境、净化空气、调节气候、涵养水源、防风固沙(王嫣然等,2016;李卓等,2017;齐亚霄等,2020)。植被覆盖度作为监测地表绿化造林的重要指标,能够直观反

映地表植被的丰度,不仅为分析区域生态环境演变提供可靠手段(龙昊宇等,2020);也可作为评估植被生态恢复和保护成效的重要参数(吴佳梅等,2020;崔浩楠等,2021)。

植被覆盖度的时空变化对区域生态环境时空变化具有重要指示作用(拉巴等,2018),深刻记录了人类活动对生态环境修复和保护烙印(刘斌等,2015)。如在京津风沙源治理工程区,通过监测植被覆盖度变化的响应水平与时空差异,评估防风固沙功能的植被恢复措施成效及其潜力区域(张彪等,2022);可追踪退耕还林(草)实施后植被变化的时空分布和变化趋势,反映生态工程建设的实施成效(李登科和王钊,2020);准确判断生态环境质量状况(李辉辉等,2022)。自2016年1月“长江经济带把修复长江生态环境摆在压倒性位置,共抓大保护,不搞大开发”以来(刘雅鸣,2016;王德旺等,2022),安徽沿江5市针对“1515”防线全面实施了沿江植被生态恢复和保护工作。然而,沿江1 km、5 km和15 km防线内生态修复成效如何,不同土地覆盖类型对植被生态恢复和保护响应怎样,还需深入研究。

鉴于此,本文根据安徽沿江地区“1515”防线实施前(2015年)、后(2021年)的高分一号卫星影像数据,基于像元二分模型计算植被覆盖度,分析评估2015–2021年生态修复成效,以期深入实施长江大保护战略和安徽沿江生态环境保护提供科学参考。

收稿日期:2022-06-01 **修回日期:**2023-02-10

基金项目:安徽省教育厅自然科学研究重点项目(KJ2020A0761, 2022AH051830);池州学院校级自然重点项目(CZ2020ZRZ08);池州学院引进博士科研启动基金项目(2022YJRC001);安徽省高校人文社会科学研究重点项目(SK2020A0563)。

作者简介:黄银兰,1988年生,女,硕士,工程师,研究方向为景观生态评价。E-mail:hy1_03@163.com

通信作者:陈实,1987年生,男,博士,讲师,主要从事农业资源与环境遥感研究。E-mail:shic11@126.com

1 材料与方法

1.1 区域概况

安徽沿江地区包括安庆、池州、铜陵、芜湖、马鞍山共 5 个行政地级市(115°45′~118°53′E, 29°21′~32°04′N),面积约 3.49 万 km²(图 1)。该地区属亚热带湿润性季风气候和暖温带半湿润气候,日照充足、气候湿润,年均气温 16.2℃。整个区域涉及丘陵、平原、山地等地貌单元,地势南北高、中间低,整体上自西南向东北倾斜。土地利用类型主要为水田和林地,分布有水稻土、潮土、红壤等 12 种土壤类型。安徽沿江地区既属于长三角城市群,又是皖江城市带的重要组成,东连沪苏浙,西接赣鄂,水网稠密,湖泊众多,能源、土地和劳动力资源都比较丰富,生态

资源优越,对长三角一体化发展具有重大意义(张立伟等,2018)。

1.2 数据来源

利用研究区高分一号(GF-1)卫星影像数据计算植被覆盖度,从中国资源卫星应用中心(<http://36.112.130.153:7777/DSSPlatform/index.html>)下载,GF-1 遥感平台拥有 2 台全色(2 m)/多光谱(8 m)相机和 4 台 16 m 分辨率多光谱相机,具有高空间分辨率对地观测和大宽幅成像结合的特点,4 d 即可完整观测地球一遍。本文选取长江大保护战略实施前(2015 年)33 景、实施后(2021 年)29 景 5-9 月(植物生长季)且质量较好的 GF-1 卫星影像。首先对下载好的影像进行辐射定标、大气校正、正射校正预处理,然后进行最大值合成(聂艳等,2018),最后计算归一化植被指数。

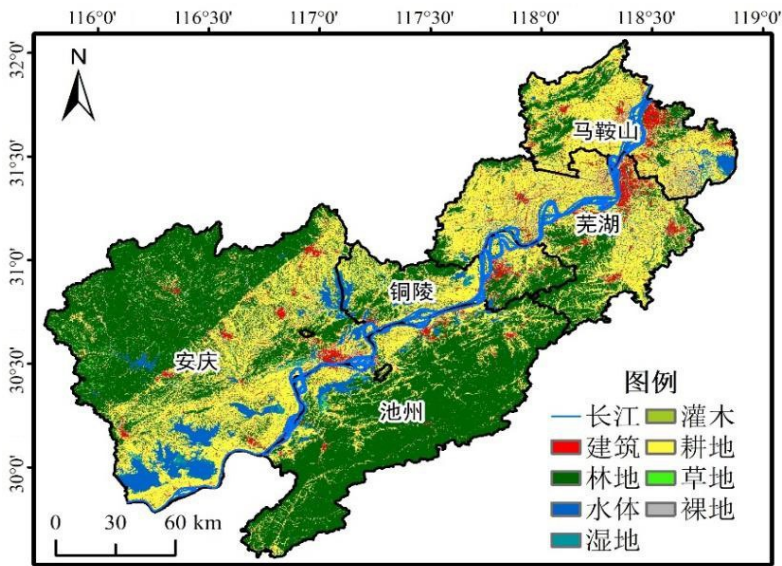


图 1 研究区概况
Fig.1 Overview of the study area

本文使用欧洲航空航天局研发的 2020 年全球土地覆盖数据(<https://viewer.esa-worldcover.org/worldcover>),空间分辨率为 10 m,土地利用类型为林地、灌木、草地、耕地、建筑、裸地、水体、湿地。

1.3 研究方法

1.3.1 像元二分模型 归一化植被指数(NDVI)可较好反映植被生长的状态,与植被覆盖度之间存在极为显著的线性关系,基于 NDVI 运用像元二分模型估算植被覆盖度(F)(张亮等,2018),计算公式如下:

$$F = \frac{NDVI - NDVI_{soil}}{NDVI_{veg} - NDVI_{soil}}$$

①

式中:NDVI_{veg}为完全由植被所覆盖的像元 NDVI 值,NDVI_{soil}为完全是裸土或无植被覆盖区域的 NDVI 值

(彭继达和张春桂,2019)。本研究根据整幅影像上 NDVI 的灰度分布,分别取累积频率为 98% 与 2% 对应的 NDVI 值作为 NDVI_{veg} 和 NDVI_{soil}(祝聪等,2019)。参考《土壤侵蚀分类分级标准》,结合安徽沿江地区实际情况及相关研究,将植被覆盖度划分为低覆盖度(<30%)、中低覆盖度(30%~45%)、中覆盖度(45%~60%)、中高覆盖度(60%~75%)、高覆盖度(>75%)共 5 个等级(齐亚霄等,2020)。

1.3.2 转移矩阵分析法 转移矩阵来源于系统分析中对系统状态与状态转移的定量描述(表 1)。A₁ 到 A_n 为不同类型,S_{mn} 代表相应年份下 2 种类别的转化面积(mn 相同时表示自身未发生变化的面积)。从类别转移矩阵中可以得出各类面积的变化,即 T₁ 至 T₂ 年间各类别 P_{n+} 到 P_{n+} 面积变化(P_{n+}-P_{n+})(张超等,2016)。

表 1 转移矩阵
Tab.1 Transition matrix

类型	T_2				Sum	减少量
	A_1	A_2	...	A_n		
A_1	S_{11}	S_{12}	...	S_{1n}	P_{1+}	$P_{1+} - S_{11}$
A_2	S_{21}	S_{22}	...	S_{2n}	P_{2+}	$P_{2+} - S_{22}$
$\vdots$	...	...		...		$\vdots$
A_n	S_{n1}	S_{n2}	...	S_{nn}	P_{n+}	$P_{n+} - S_{nn}$
Sum	P_{+1}	P_{+2}	...	P_{+n}		
增加量	$P_{+1} - S_{11}$	$P_{+2} - S_{22}$	...	$P_{+n} - S_{nn}$		

2 结果与分析

2.1 植被覆盖度的时空变化

2015年和2021年植物生长季安徽沿江植被覆盖度总体较高,且2021年较2015年整体明显提高(图2)。2015年研究区植被覆盖度等级面积占比分别为高覆盖度61%、中高覆盖度21%、中覆盖度9%、中低覆盖度5%、低覆盖度4%;2021年植被覆盖度等级面积占比中高覆盖度、中覆盖度、中低覆盖度、低覆盖度均有所下降,分别为8%、3%、1%、0%,而高覆盖度占比明显增加,由2015年的61%上升到2021年的88%。

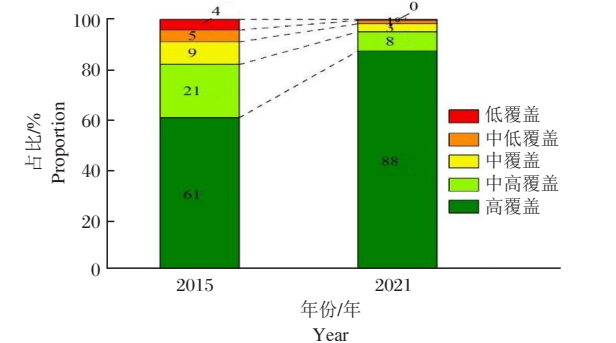


图2 2015年和2021年植被覆盖度等级占比
Fig.2 Composition of vegetation coverage grades in 2015 and 2021

在植被覆盖度等级面积占比转移方面,2015年到2021年植被覆盖度等级变化的明显趋势是向更高级别转变,其中向中高覆盖度和高覆盖度转变最明显,中高覆盖度和中覆盖度向高覆盖度转变最多(图3)。具体表现在低覆盖度、中低覆盖度、中覆盖度、中高覆盖度向高覆盖度转变,发生转变的面积占比分别为1.36%、2.25%、6.31%、18.57%;中低覆盖度、中覆盖度向中高覆盖度转变,发生转变的面积占比分别为1.36%和1.92%;低覆盖度向中覆盖度发生转变的面积占比为1.04%;仅有少数高覆盖度发生逆转变,主要向中高覆盖度转变,发生转变的面积占比为1.54%。

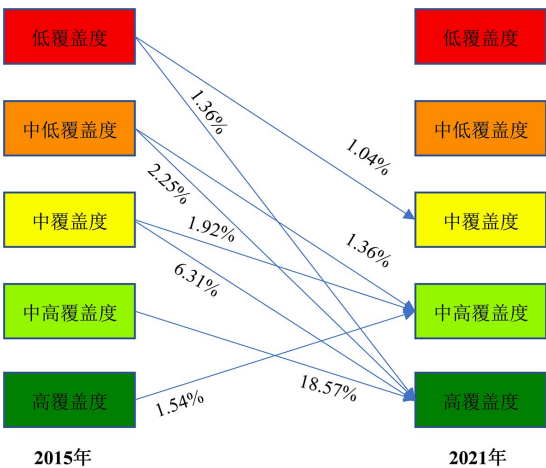


图3 2015年和2021年植被覆盖度等级占比转移
Fig.3 Transfer proportions of vegetation coverage grades from 2015 to 2021

在时空格局变化上,从2015年到2021年植被覆盖度等级发生变化主要体现为中高覆盖度和中覆盖度向高覆盖度转移,中覆盖度向高覆盖度转移主要分布在沿江区域,中高覆盖度向高覆盖度转移则大面积散布在安徽沿江区域(图4-a)。从5个城市植被覆盖度等级转移面积统计上看,植被中高覆盖度向高覆盖度转移面积由大到小的城市依次为安庆、芜湖、池州、马鞍山、铜陵,分别为2 497.91、1 302.33、864.43、698.63、645.05 km²;植被中覆盖度向高覆盖度转移面积由大到小的城市同样依次为安庆、芜湖、池州、马鞍山、铜陵,分别为583.6、574.7、331.97、302.07、249.89 km²。可见安庆和芜湖地区的植被恢复效果更为突出(图4-b)。

2.2 “1515”三道防线植被覆盖度时空变化

安徽沿江1 km内发生转变的主要是植被中高覆盖度、中覆盖度和中低覆盖度向高覆盖度转移,转移占比分别为27.2%、16.79%和8.06%(图5-a)。从转移空间分布上看,发生转移的地区主要是铜陵、安庆和芜湖,池州和马鞍山转移占比略小,其中植被中高覆盖度向高覆盖度转移占比由大到小依次为铜陵、安庆、芜湖、池州、马鞍山,其转移占比分别为8.24%、6.47%、6.09%、3.27%、3.13%;植被中覆盖度向高覆盖度转移占比由大到小也依次为铜陵、安庆、芜湖、池州、马鞍山,其转移占比分别为4.09%、4.06%、3.92%、2.50%、2.21%(图5-b)。

安徽沿江5 km内植被覆盖度发生转变的主要是植被中高覆盖度、中覆盖度和中低覆盖度向高覆盖度转移,转移占比分别为24.02%、13.91%和6.01%(图6-a)。从转移空间分布上看,发生转移的主要是芜湖、安庆、铜陵和池州,马鞍山转移占比略小,其中植被中高覆盖

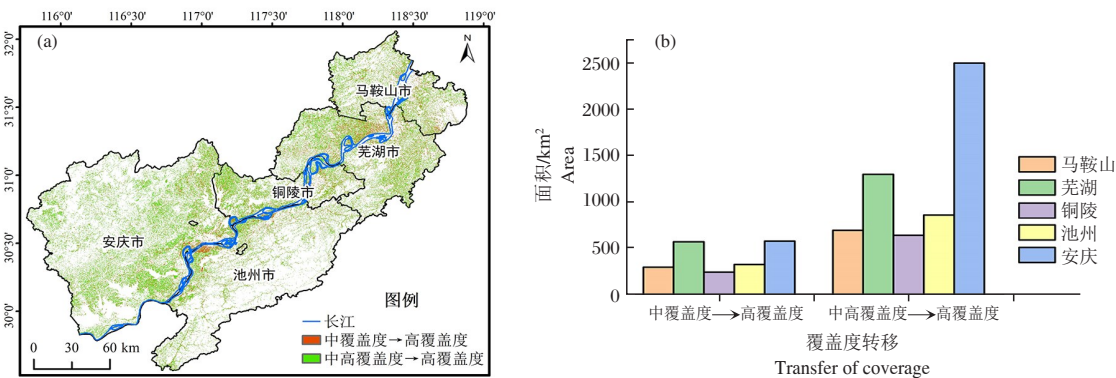


图 4 2015 年和 2021 年主要植被覆盖度等级间的时空转移

Fig.4 Temporal and spatial transfer between main vegetation coverage grades from 2015 to 2021

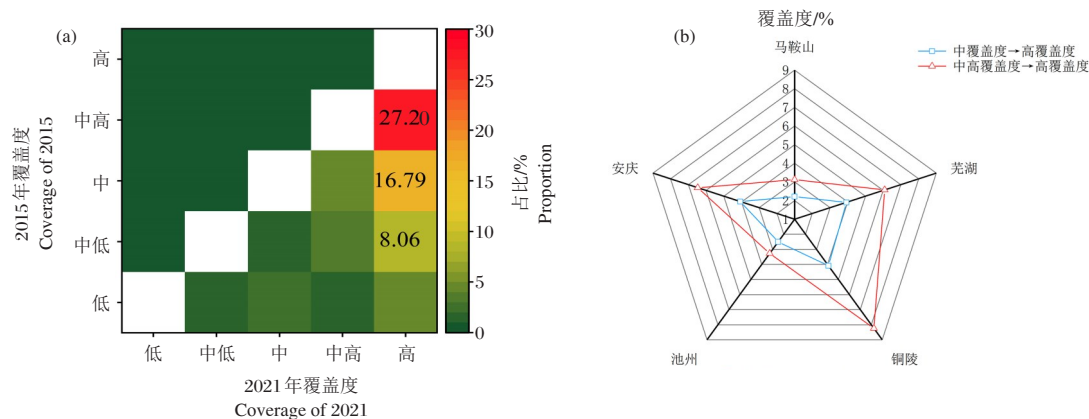


图 5 2015 年和 2021 年安徽沿江 1 km 植被覆盖度等级转移

Fig.5 Transfer of vegetation coverage grades within 1 km of Yangtze River in Anhui Province from 2015 to 2021

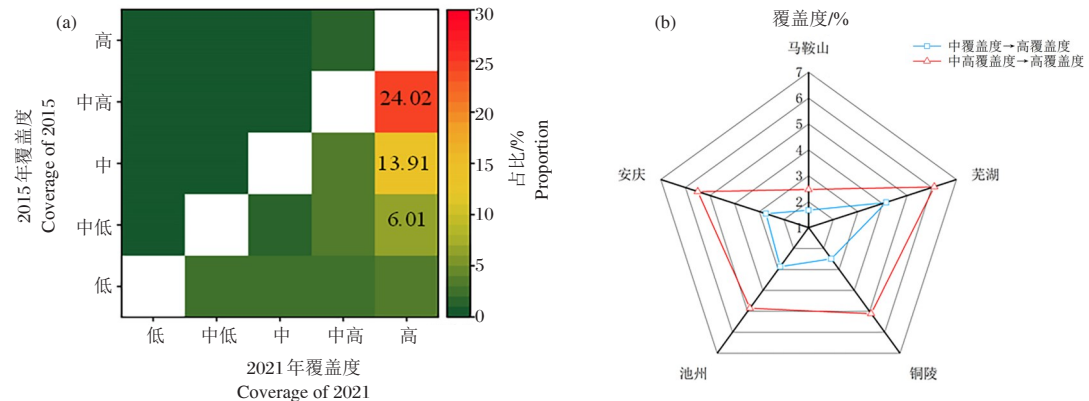


图 6 2015 年和 2021 年安徽沿江 5 km 植被覆盖度等级转移

Fig.6 Transfer of vegetation coverage grades within 5 km of Yangtze River in Anhui Province from 2015 to 2021

度向高覆盖度转移占比由大到小依次为芜湖、安庆、铜陵、池州、马鞍山，占比分别为 6.1%、5.5%、5.11%、4.85%、2.47%；植被中覆盖度向高覆盖度转移占比由大到小依次为芜湖、池州、安庆、铜陵、马鞍山，占比分别为 4.15%、2.87%、2.73%、2.49%、1.67% (图 6-b)。

安徽沿江 15 km 内植被覆盖度发生转变的主要

是植被中高覆盖度、中覆盖度和中低覆盖度向高覆盖度转移，转移占比分别为 22.78%、10.79% 和 4.35% (图 7-a)。从转移空间分布上看，发生转移的情况大致与安徽沿江 5 km 一致，但中覆盖度向高覆盖度转移的幅度略小，其中植被中高覆盖度向高覆盖度转移占比由大到小依次为芜湖、安庆、池州、铜陵、马

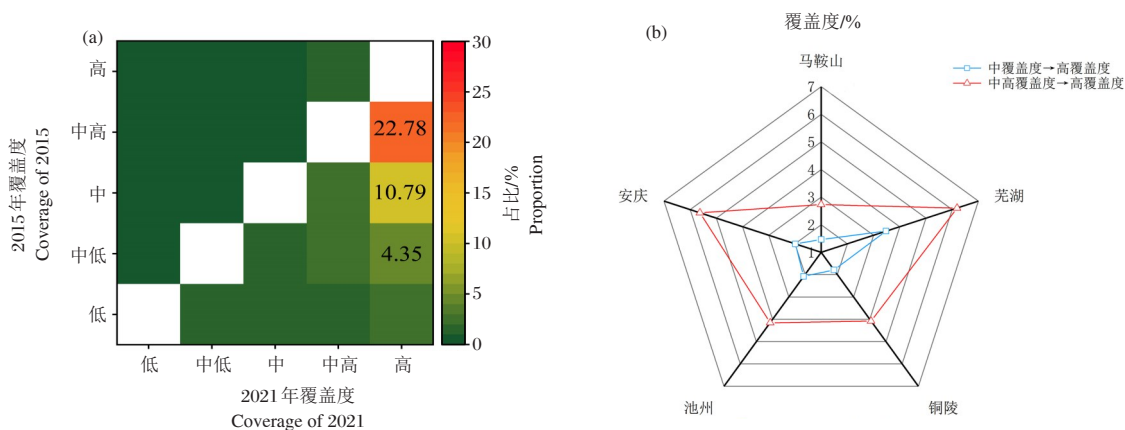


图7 2015年和2021年安徽沿江15 km植被覆盖度等级转移

Fig.7 Transfer of vegetation coverage grades within 15 km of Yangtze River in Anhui Province from 2015 to 2021

山, 占比分别为6.18%、5.6%、4.15%、4.08%、2.73%; 植被中覆盖度向高覆盖度转移占比由大到小依次为芜湖、池州、安庆、铜陵、马鞍山, 占比分别为3.48%、2.08%、1.98%、1.79%、1.47%(图7-b)。

综上, 安徽沿江1 km、5 km、15 km内的植被覆盖度等级发生转变主要表现为植被中高覆盖度、中覆盖度和中低覆盖度向高覆盖度转移, 中高覆盖度和中覆盖度的转移更为突出, 而且这3个方向的转移比例由大到小的区域依次为沿江1 km、5 km和15 km, 说明沿江1 km植被恢复更好。从空间分布上看, 安徽沿江1 km、5 km和15 km内, 芜湖、安庆和铜陵转移占比均较大, 马鞍山占比均略小; 池州在安徽沿江5 km和15 km内发生转移的占比也均较大, 而沿江1 km内发生转移的占比略小。

2.3 不同土地覆盖类型植被覆盖度变化

为分析植被覆盖度等级在不同土地覆盖类型的转移特征, 本研究分别从安徽沿江1 km、5 km和15 km三道防线带探究主要植被覆盖等级(植被中覆盖度、中高覆盖度向高覆盖度转移)在不同土地覆盖

类型中的转移规律。

在中覆盖度向高覆盖度转移方面, 三道防线发生转移的主要土地利用类型为耕地(62.4%~75.6%)、林地(8.3%~12.6%)、裸地(9.3%~13.0%)和建筑用地(5.1%~8.2%), 面积占比除耕地是随着防线距离的增加而减少, 其他3类均是随着防线距离的增加而增加, 但各个防线内不同土地类型转移占比存在较大差异(图8-a)。在中高覆盖度向高覆盖度转移方面, 三道防线发生转移的主要土地利用类型为耕地(65.8%~74.3%)、林地(16.8%~22.7%)和裸地(5.8%~6.6%), 面积占比耕地随着防线距离的增加而减少, 林地和裸地随着防线距离的增加而增加, 但各个防线内不同土地类型转移占比同样存在较大差异(图8-b)。

在中高覆盖度向高覆盖度转移方面, “1515”防线区域内耕地中植被类型向好转移面积占比仍然较大, 林地转移面积占比明显增加, 与中覆盖度向高覆盖度转移相比较, 增加面积占比为7.4%~10.1%, 但裸地和建筑用地面积占比明显减少。

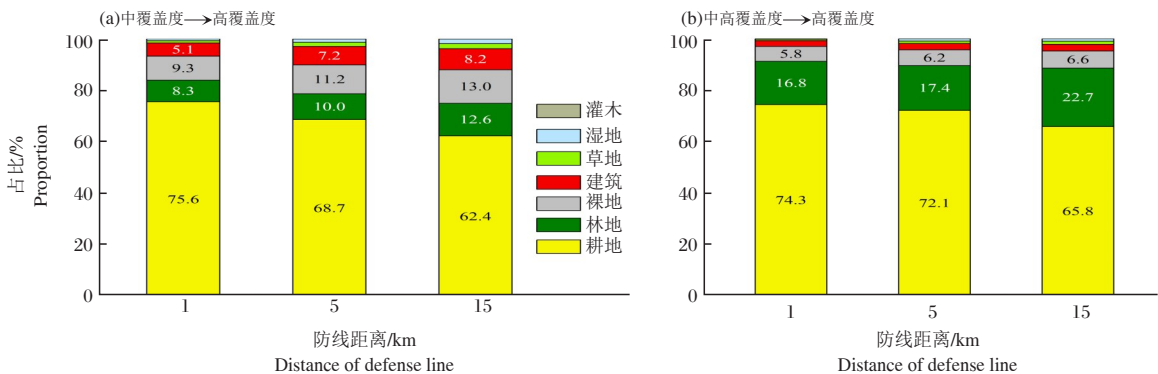


图8 不同土地覆盖类型的主要植被覆盖度等级转移

Fig.8 Transfer of vegetation coverage grades in different land types

3 讨论

3.1 安徽沿江城市植被修复成效显著

近年来,国家出台了许多加强长江流域植被保护政策,坚持生态优先、绿色发展战略定位,长江流域的植被覆盖度已经成为关注热点(黎刚等,2021; Song,2021)。安徽沿江5个城市全面实施了沿江植被生态恢复和保护工作,安庆市全面摸排江岸宜林地,在长江岸线15 km范围内补绿复绿,属地联动水利、河道、港航等部门完成造林绿化任务;池州市实施长江岸线生态修复绿化提升项目,完成长江(池州)岸线“建新绿”生态修复及绿化提升,打造长江生态保护修复池州样板;铜陵市针对露天废弃矿山的生态修复,在长江沿线10 km范围内恢复绿水青山,构建长江经济带生态环境安全屏障;芜湖市对非法码头、修造船厂、非法砂点进行拆除清场,并对沿江绿化空白区域进行植绿补绿,建成了生态景观带;马鞍山市完成长江1 km范围内造林,积极建设长江绿色生态廊道,大力实施长江岸线绿化造林工作。经过6年努力,安徽沿江地区植被覆盖度整体呈现上升的态势,其中芜湖市植被恢复效果最为明显;究其原因是在长江大保护实施前,芜湖市长江沿岸的生态环境遭到严重破坏,长江大保护实施后,芜湖市依托林地资源,加强对长江南岸10 km范围内已受损山体修复和自然山体保护(贾艳艳等,2020)。安徽沿江城市实施的植被修复措施不同,植被恢复效果也存在差异,尤其是芜湖市和安庆市的修复措施,使得较低植被覆盖度向高覆盖度转移,其经验做法值得借鉴。

3.2 GF-1卫星影像具有高空间分辨率优势

现今开展植被覆盖度时空变化研究多基于MODIS数据,但该数据空间分辨率低,导致混合像元问题普遍存在(刘宪锋等,2015;桑国庆等,2021);而长江经济带实施的植被生态恢复和保护工作,多对小面积、不连续斑块进行植绿补绿,使得中低分辨率遥感数据难以对其进行识别监测。本文使用的GF-1卫星影像具有高空间分辨率优势,可以对植被进行更精细的遥感监测(赵琳琳等,2020),有利于“1515”防线生态修复成效的评价,同时能够结合欧洲航空航天局10 m空间分辨率土地覆盖数据(Wang et al, 2022),探究不同土地覆盖类型对植被生态恢复和保护的响应程度。

3.3 安徽沿江“1515”生态修复工程建议

安徽沿江实施“1515”防线植被恢复以来虽然

取得了一定的成效,但存在以下不足和有待加强的方面:

(1)沿江城市所采取的植被修复措施差异性较大,应借鉴好的做法,因地制宜开展植被恢复。

(2)在巩固维持沿江1 km植被恢复成果的基础上,分期加强对沿江5 km和15 km防线范围的植被修复。

(3)建议利用高时空分辨率遥感技术,精准识别亟需修复区域,高效完成植被修复。

本研究仅使用长江大保护实施前(2015年)后(2021年)两期的高分一号遥感数据,生态修复在时间和空间上是连续变化的过程。今后将基于时序遥感数据,运用趋势分析法,深入评估安徽沿江地区生态修复和保护成效,同时考虑植被对人类活动的响应,进一步揭示快速城市化背景下安徽沿江地区植被覆盖度时空变化对土地利用变化的响应。

参考文献

- 崔浩楠,罗海江,张学珍,2021. 1982–2019年长江经济带植被覆盖变化的时空特征[J]. 生态学杂志, 40(8):2517–2529.
- 符琳蓉,王咏,陆林,等,2021. 基于参数修正的安徽省生态承载力演化特征及影响因素[J]. 长江流域资源与环境, 30(10):2439–2451.
- 贾艳艳,唐晓岚,刘振威,等,2020. 1995–2016年长江沿岸芜湖区段景观格局梯度分析[J]. 地域研究与开发, 39(4):115–121.
- 拉巴,拉巴卓玛,德吉央宗,等,2018. 1982–2014年藏北地区植被NDVI变化特征及驱动因素[J]. 草业科学, 35(4):726–736.
- 黎刚,郭露洁,黎喆汇,等,2021. 贯彻落实《长江保护法》健全水权概念体系[J]. 长江流域资源与环境, 30(12):3038–3045.
- 李登科,王钊,2020. 退耕还林后陕西省植被覆盖度变化及其对气候的响应[J]. 生态学杂志, 39(1):1–10.
- 李辉辉,杨永崇,杜嵩,等,2022. 沿海资源富集区景观格局脆弱度的时空演变特征分析[J]. 安全与环境工程, 29(2):221–229,247.
- 李卓,孙然好,张继超,等,2017. 京津冀城市群地区植被覆盖动态变化时空分析[J]. 生态学报, 37(22):7418–7426.
- 刘斌,孙艳玲,中良,等,2015. 华北地区植被覆盖变化及其影响因子的相对作用分析[J]. 自然资源学报, 30(1):12–23.
- 刘宪锋,潘耀忠,朱秀芳,等,2015. 2000–2014年秦巴山区植被覆盖时空变化特征及其归因[J]. 地理学报, 70(5):705–716.
- 刘雅鸣,2016. 践行治水新思路 再谱护水新篇章——纪念长江流域水资源保护局成立40周年[J]. 人民长江, 47(9):1–2,7.

- 龙昊宇,翁白莎,黄彬彬,等,2020. 1984–2017年洪泽湖湿地植被覆盖度变化及对水位的响应[J]. 水生态学杂志, 41(5): 98–106.
- 陆大道, 2018. 长江大保护与长江经济带的可持续发展——关于落实习总书记重要指示,实现长江经济带可持续发展的认识与建议[J]. 地理学报, 73(10):1829–1836.
- 聂艳,贾付生,朱亚星,等,2018. 基于高分一号影像的江汉平原表层土壤湿度指数反演研究[J]. 长江流域资源与环境, 27(5):1124–1131.
- 彭继达,张春桂,2019. 基于高分一号遥感影像的植被覆盖遥感监测——以厦门市为例[J]. 国土资源遥感, 31(4):137–142.
- 齐亚霄,张飞,陈瑞,等,2020. 2001–2015年天山北坡植被覆盖动态变化研究[J]. 生态学报, 40(11):3677–3687.
- 桑国庆,唐志光,邓刚,等,2021. 基于MODIS NDVI时序数据的湖南省植被变化研究[J]. 长江流域资源与环境, 30(5): 1100–1109.
- 王德旺,何萍,徐杰,等,2022. 长江大保护5年来流域土地利用和生态系统服务变化[J]. 环境工程技术学报, 12(2):408–416.
- 王嫣然,张学霞,赵静瑶,等,2016. 2013–2014年北京地区PM_{2.5}时空分布规律及其与植被覆盖度关系的研究[J]. 生态环境学报, 25(1):103–111.
- 吴佳梅,彭秋志,黄义忠,等,2020. 中国植被覆盖变化研究遥感数据源及研究区域时空热度分析[J]. 地球科学进展, 35(9):978–989.
- 张彪,王爽,史芸婷,2022. 京津风沙源区防风固沙功能对植被覆盖度变化的时空响应研究[J]. 生态科学, 41(1):110–119.
- 张超,王琳,张秋霞,等,2016. 布哈河流域土地利用转移矩阵及空间变化研究[J]. 水利水电技术, 47(5):6–11.
- 张立伟,张运,黄晨,2018. 皖江城市带近20 a生态环境变化遥感指数分析[J]. 长江流域资源与环境, 27(5):1061–1070.
- 张亮,丁明军,张华敏,等,2018. 1982–2015年长江流域植被覆盖度时空变化分析[J]. 自然资源学报, 33(12):2084–2097.
- 赵琳琳,张锐,刘焱序,等,2020. GF1-WFV与Landsat8-OLI对植被信息的提取差异研究[J]. 生态学报, 40(10):3495–3506.
- 祝聪,彭文甫,张丽芳,等,2019. 2006–2016年岷江上游植被覆盖度时空变化及驱动力[J]. 生态学报, 39(5):1583–1594.
- 邹曦,杨荣华,杨志,等,2021. 长江流域典型支流生境健康评价[J]. 水生态学杂志, 42(5):29–39.
- Pan Z Z, He J H, Liu D F, et al, 2021. Ecosystem health assessment based on ecological integrity and ecosystem services demand in the Middle Reaches of the Yangtze River Economic Belt, China[J]. Science of The Total Environment, 774:144837.
- Song R L, 2021. Vegetation Coverage Evaluation of Yangtze River Great Protection Based on Envi Software—A Case Study of Maanshan City[J]. Journal of Physics: Conference Series, (3):032208.
- Wang J, Yang X M, Wang Z H, et al, 2022. Consistency Analysis and Accuracy Assessment of Three Global Ten-Meter Land Cover Products in Rocky Desertification Region—A Case Study of Southwest China[J]. ISPRS International Journal of Geo-Information, 11(3):202.
- Xu Y, Wu Y F, Zhang X, et al, 2021. Contributions of climate change to eco-compensation identification in the Yangtze River economic Belt, China[J]. Ecological Indicators, 133: 108425.

(责任编辑 万月华)

Evaluation of Vegetation Restoration along the Yangtze River in Anhui Province After Implementation of the "1515" Defense Line

HUANG Yin-lan, CHEN Shi, YAO Zhi-qiang, WANG Li-ying

(School of Geography and Planning, Application Research Center of Remote Sensing for Natural Resources, Chizhou University, Chizhou 247000, P. R. China)

Abstract: For practical reasons, it was important to evaluate the effect of ecological restoration after the "1515" defense line was implemented in the Yangtze River basin. Based on GF-1 satellite imagery from 2015 and 2021, we monitored the temporal and spatial changes of vegetation coverage along the Yangtze River in Anhui province before and after the implementation of the "1515" defense line. The extent of vegetation restoration was then analyzed using the pixel binary model and the transfer matrix analysis method. The investigated area included five cities in Anhui province (Anqing, Chizhou, Tongling, Wuhu and Maanshan) and the GF-1 satellite image data for the plant growth season (May to September) were selected for analysis. The overall vegetation coverage in 2021 increased significantly compared to 2015, with the high coverage area increasing from 61% in 2015 to 88% in 2021. The vegetation coverage grades changed primarily from medium-high coverage and medium coverage to high coverage, with the respective areas of the two upgraded vegetation coverages accounting for 18.57% and 6.31%. Anqing and Wuhu Cities had the largest transfer areas and the best vegetation restoration. Within the "1515" defense line, the vegetation coverage grades mainly transferred from medium-high coverage, medium coverage, medium-low coverage grades to high coverage grade, and the proportions of the transferred areas along the river from large to small were 27.2%, 16.79% and 8.06% at 1 km defense line, 24.02%, 13.91% and 6.01% at 5 km defense line, and 22.78%, 10.79% and 4.35% at 15 km defense line, respectively. The vegetation restoration of Wuhu City in the "1515" defense line was best. The transfer of the land types to better vegetation coverage grades was dominated by cultivated land, forest land and bare land, and the proportion of the transferred area was in the order of the cultivated land > forest land > bare land. The transfer area of cultivated land decreased with increasing defense distance, and the transfer area of forest land and bare land increased with defense distance. The research results provide guidance and a reference for in-depth implementation of the Yangtze River Protection Strategy for enhancing the ecological environment along the Yangtze River in Anhui Province.

Key words: vegetation coverage; ecological restoration; "1515" defense line; Yangtze River Protection Strategy; area along the Yangtze River in Anhui Province