

# 中国14个连片特困地区的森林转型及其解释

王 宏<sup>1</sup>, 阎建忠<sup>1</sup>, 李惠莲<sup>1,2</sup>

(1. 西南大学资源环境学院, 重庆 400716; 2. 西南大学地理科学学院, 重庆 400716)

**摘要:** 利用MODIS土地覆盖数据, 分析了2002-2013年中国14个连片特困地区森林转型的特点, 探明了连片特困地区林地变化的趋势及其空间异质性。在此基础上, 选择空间变量, 建立线性回归模型探究林地面积变化的影响因素, 得出连片特困地区森林转型所遵循的路径。结果表明, 2002-2013年间, 中国14个连片特困地区林地面积净增加106554.75 km<sup>2</sup>, 增长率为11.93%, 森林进入转型后期, 即森林面积净增加阶段; 秦巴山区、武陵山区、西藏地区东南部、四省藏区东部、燕山—太行山区东部是林地增长的热点区域, 而林地增长冷点区域则主要分布在800 mm等降水量线以北的广大区域、大别山区和滇桂黔石漠化区东部; 非农人口的增加以及林业工程的实施都对林地面积的增加有显著的促进作用, 中国14个连片特困地区的森林转型主要遵循着经济发展路径和国家森林政策路径。在连片特困地区, 应加快小城镇建设的步伐, 同时依托其丰富的自然资源, 因地制宜地发展乡村生态旅游业; 国家森林政策方面, 应将连片特困地区作为生态建设重点区域, 切实保护中国的森林资源。

**关键词:** 连片特困地区; 森林转型; 冷热点; 非农人口增加; 国家森林政策

DOI: 10.11821/dlxb201807006

## 1 引言

20世纪以来, 森林恢复已经逐渐替代森林破坏成为全球森林发展的主旋律<sup>[1]</sup>。早在19世纪, 欧洲的一些国家或地区就经历了森林面积由净减少到净增加的过程, Mather发现了此现象, 并提出森林转型 (Forest Transition) 的概念<sup>[2]</sup>。国外有大量的研究试图揭示森林转型的驱动力<sup>[3-7]</sup>, Rudel等<sup>[3]</sup>归纳总结出了两条比较典型的转型路径——森林稀缺路径和经济发展路径, Lambin等<sup>[6]</sup>在此基础上又拓展出另外3种路径: 国家森林政策路径、全球化路径和小农土地利用集约化路径。随着一些发展中国家陆续进入森林转型期, 越来越多的研究开始从早期的关注点欧洲<sup>[8-10]</sup>和北美地区<sup>[11-12]</sup>转移到亚洲<sup>[13-14]</sup>和拉丁美洲<sup>[15-17]</sup>。

中国的森林转型发生在20世纪80年代前后<sup>[18-19]</sup>, 与发达国家相比时间稍晚, 但因森林面积的快速增长受到广泛的关注<sup>[20-21]</sup>。已有研究表明, 中国森林转型主要遵循经济发展路径和国家森林政策路径<sup>[18, 22-24]</sup>。经济的快速发展会促进大量的农村劳动力向二、三产业转移。非农人口数量的快速增长, 一方面造成农村地区耕地撂荒<sup>[25-26]</sup>; 另一方面还使当地的能源消费结构发生了改变, 传统薪柴逐步被新型能源替代<sup>[27]</sup>, 从而促进了森林转型。国家森林政策在中国森林转型过程中也起到不可忽视的作用<sup>[28]</sup>。随着国家在林业方面的投资增加, 六大林业工程 (如天然林资源保护工程、退耕还林工程等) 得以陆续实施,

收稿日期: 2017-09-22; 修订日期: 2018-03-10

基金项目: 国家自然科学基金项目(41570193) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.41570193]

作者简介: 王宏(1992-), 男, 四川简阳人, 硕士生, 研究方向为土地利用规划。E-mail: whanghon@foxmail.com

通讯作者: 阎建忠(1972-), 男, 重庆忠县人, 研究员, 博士生导师, 研究方向为土地利用/覆被变化以及全球变化与区域响应。E-mail: yanjzswu@126.com

森林开始迅速扩张。He发现云南的森林转型主要遵循国家政策路径,退耕还林工程对云南的森林恢复起到了积极作用,但地方政府的差异性治理导致退耕还林工程的实施效果有所不同<sup>[24]</sup>。何威风等在农户尺度上的研究发现,随着社会发展,农业劳动力向非农就业转移所引起的薪柴替代、耕地撂荒、牲畜养殖数量减少及林果种植都在不同程度上促进了重庆的森林恢复<sup>[29]</sup>。也有研究认为中国森林转型更多是受综合因素而非单一因素的影响<sup>[30]</sup>。Zhang等认为中国森林转型受到自然灾害和经济发展的双重驱动,自然灾害造成的森林大面积破坏与经济发展对林产品的需求共同导致森林资源的稀缺,迫使政府采取森林修复和保护计划,最终促进森林的再扩张<sup>[30]</sup>。已有研究从不同尺度研究了中国森林转型,并指出森林转型主要遵循的路径。但对于自然、社会经济条件比较特殊的区域(如连片特困地区)的森林转型研究却相对较少,很少有研究能够从总体上把握连片特困地区林地变化以及其空间分布特点。

《中国农村扶贫开发纲要(2011-2020年)》(简称《扶贫开发纲要》)把中国14个连片特困地区确定为新一轮扶贫攻坚的主战场<sup>[31]</sup>。这14个地区,是中国贫困的主要发生区域,同时也是生态环境极其脆弱的地区,协调好经济增长与生态保护之间的关系是这些区域发展的第一要务。贫困地区人们的生计往往更依赖于自然资源,以生活用能为主的能源消费会在很大程度上加剧森林的破坏<sup>[32-33]</sup>,而森林破坏带来的一系列环境恶化问题反过来又制约着当地的经济的发展,由此形成一个恶性循环。

然而,近年来的案例研究显示,连片特困区部分区域的植被却在逐步恢复。刘宪锋等<sup>[34-35]</sup>利用MODIS-NDVI数据对植被覆盖变化进行研究,发现2000年以来秦巴山区以及三江源地区(位于四省藏区)的植被覆盖均呈显著的增加趋势。王强等利用1982-2006年间的GIMMS AVHRR NDVI植被覆盖数据对三北防护林工程区植被覆盖变化进行研究,发现大兴安岭中南部地区的植被也正在逐步恢复<sup>[36]</sup>。另外,黄土高原部分地区<sup>[37-38]</sup>、西北部分地区<sup>[39]</sup>在2000年以后也都出现了植被恢复现象。但是,中国14个连片特困地区的森林植被变化总体趋势如何,仍缺少研究。基于此,本文利用2002年、2013年的MODIS土地覆盖数据,分析2002-2013年14个连片特困地区林地的动态变化,从总体上把握连片特困地区的林地变化趋势及其空间异质性。在此基础上,建立线性回归模型揭示林地面积变化的影响因素,分析连片特困地区森林转型所遵循的路径,为国家生态文明建设提供参考。

## 2 研究区域与研究方法

### 2.1 研究区概况

《扶贫开发纲要》确定的中国14个连片特困地区主要包括六盘山区、秦巴山区、武陵山区、乌蒙山区、滇桂黔石漠化区、滇西边境山区、大兴安岭南麓山区、燕山—太行山区、吕梁山区、大别山区、罗霄山区等区域和已明确实施特殊政策的西藏地区、四省藏区、新疆南疆三地州(图1)。14个连片特困地区覆盖了中国22个省(直辖市、自治区)下面121个市(地区、自治州)中的680个县,总国土面积达到404.62万km<sup>2</sup>,占全国陆地总面积的42.52%。这些区域是中国贫困的重灾区,全国综合排名最低的600个县中有521个县都在研究区内,区内农民的人均纯收入仅相当于全国平均水平的一半<sup>[31]</sup>。并且14个连片特困区中的许多地区都属于国家构筑的生态安全战略区域,如“青藏高原生态屏障”、“黄土高原—川滇生态屏障”以及“南方丘陵山地带”的部分区域<sup>[40]</sup>。这些地区很多都是生态禁止开发区,因此如何协调生态环境保护与扶贫开发成为了一大难题。

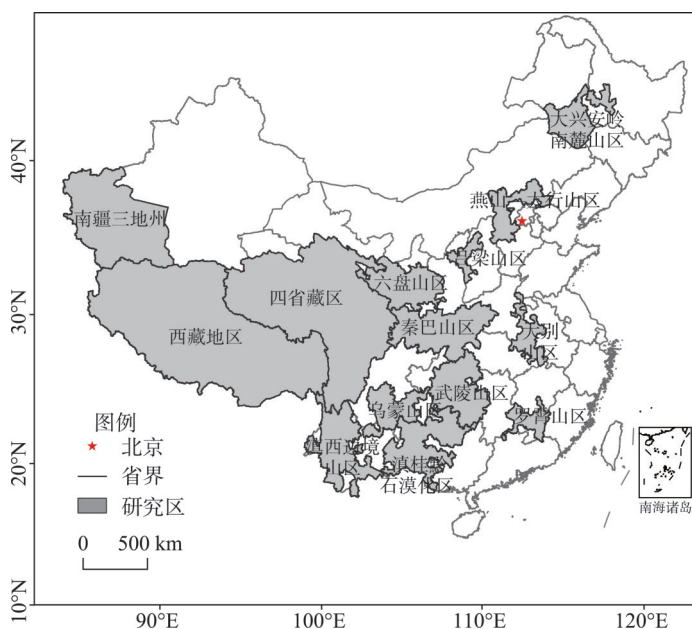


图1 研究区位置

Fig. 1 Location of the study area

## 2.2 数据来源与处理

**2.2.1 土地利用数据** 采用的土地利用数据为2002年、2013年的MODIS土地覆盖类型产品, 数据来源于LP DACC 数据中心 ([https://lpdaac.usgs.gov/dataset\\_discovery/modis/modis\\_products\\_table/mcd12q1](https://lpdaac.usgs.gov/dataset_discovery/modis/modis_products_table/mcd12q1)), 分辨率为500 m×500 m。该系列产品使用监督分类算法生产, 并包含了5个分类方案, 从不同角度描述了土地覆盖主要特性。本文选择基于IGBP (International Geosphere Biosphere Programme, 国际地圈生物圈计划) 定义的17类分类方案, 并结合研究内容, 对该分类系统进行重分类以便于统计分析。重分类过程中, 参考第二次全国土地调查土地分类系统, 最终将17类土地覆盖重分类为林地、草地、水域、农用地、未利用地、建设用地6大类。

**2.2.2 自然背景数据** 自然背景数据主要包括了海拔、坡度、积温、降水。海拔数据采用SRTM 90 m Digital Elevation Database v4.1数据集, 来源于空间信息协会 (Consortium for Spatial Information)。该数据是由美国奋进号航天飞机的雷达地形测绘 (Shuttle Radar Topography Mission, SRTM) 所得, 分辨率为90 m×90 m, 可以通过网站 <http://srtm.csi.cgiar.org/SELECTION/inputCoord.asp> 下载。坡度数据是在ArcGIS 10.2软件里利用DEM数据生成的。

平均降水量数据、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温数据, 是基于全国1915个站点的气象数据计算而来, 并且以海拔高度每上升100 m气温降低 $0.6^{\circ}\text{C}$ 的温度递减率为依据, 对积温数据进行了DEM校正, 空间分辨率为500 m×500 m。数据来源于中国科学院资源环境科学数据中心 (<http://www.resdc.cn>)。

**2.2.3 社会经济数据** 县级的社会经济统计数据包括2013年国内生产总值 (GDP) 以及2002、2013年两年的户籍总人口、乡村人口和非农人口, 来源于2002年、2013年中国省级统计年鉴, 可以通过网站 <http://data.cnki.net/>, 以及各省统计局网站下载。

**2.2.4 其他数据** 其他数据包括中国生态功能保护区、中国林业工程区和全国县级行政区

界线。中国生态功能保护区划定了水涵养生态功能保护区、水土保持生态功能保护区和防风固沙生态功能保护区等6类保护区共计50个片区；中国林业工程区包括三北防护林体系建设工程区、太行山绿化工程区和长江中上游防护林体系建设工程区等。数据来源于中国科学院资源环境科学数据中心 (<http://www.resdc.cn>)。

为了便于数据分析,首先利用ArcGIS 10.2软件,对所有数据进行预处理,设定相同的投影和坐标系,同时将社会经济数据以县级行政区为单位进行空间化处理。

## 2.3 研究方法

**2.3.1 空间聚类分析** 冷热点分析是一种探索局部空间聚类分布的方法,用于确定空间聚集的高(热点)/低(冷点)值区域。一个热(冷)斑是具有显著统计学意义的高(低)值群集区域<sup>[41]</sup>。例如,林地增加的热点区域是统计学意义上林地面积增加远远大于预期的地区。这也就意味着具有大量林地面积增加的区域将被认为是林地增加的热点之一。因此,可以通过该方法来反映空间上林地面积变化的聚类分布。 $G$ 观测值的大小可以用来描述冷热分布,如果该指数为具有统计学意义的正值,则值越高热点聚类的分布越集中<sup>[41]</sup>。 $G$ 值在ArcGIS 10.2中计算而得,公式为:

$$G = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} x_i x_j}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j}, (i \neq j) \quad (1)$$

式中: $x_i$ 、 $x_j$ 是要素 $i$ 和 $j$ 的值,代表林地的变化量; $w_{ij}$ 为要素 $i$ 和 $j$ 的空间权重矩阵(值为1则代表空间相邻,反之值为0则代表不相邻); $n$ 是要素的个数。 $G$ 值为正且具有统计学意义,说明要素 $i$ 周围的要素值相对较高,该区域为热点区域,反之 $G$ 值为负且具有统计学意义,说明要素 $i$ 周围的要素值相对较低,该区域为冷点区域。

为了获得县级的冷热点分布,通过ArcGIS 10.2空间分区统计方法将土地利用数据进行县域统计,利用Getis-Ord General G工具进行冷热点分析。冷热点分布根据置信区间被分为6个等级,即在99%、95%和90%置信区间的冷点与热点分布。

## 2.3.2 森林转型影响因素回归模型

林地的变化往往受到经济发展水平<sup>[21, 42]</sup>、人口变化<sup>[21, 43]</sup>、国家森林政策<sup>[44]</sup>以及自然因素<sup>[45]</sup>的影响。一方面经济的发展可以增加非农就业的机会,引导农村劳动力向非农产业转移,导致耕地撂荒,薪柴消费减少,从而促进林地恢复;另一方面经济的发展还会致使林产品价格上升,促进林木的人工种植。国家森林政策是自上而下通过法律条例以及林业工程的实施实现林地的保护。这两方面的因素也正是森林转型理论中所阐述的经济发展路径和国家森林政策路径的体现。自然因素是通过影响林木的自然生长条件,从而影响到林地的分布以及林地面积的变化。

本文拟建立线性回归模型来分析各因素的具体作用机制。选取2013年的林地面积作为因变量,自变量包括了经济发展水平、国家森林政策和自然条件等多方面的因素。经济发展主要体现在GDP的增长以及人口结构上的变化。森林转型理论指出森林面积的增长是随着经济增长呈先下降后上升的非线性关系<sup>[2]</sup>,因此在经济发展因素上选择人均GDP二次项和GDP二次项作为自变量;另一方面,经济发展水平间接表现在人口结构上的变化,因而在人口变化方面选择总人口变化、乡村人口变化和非农人口变化作为自变量<sup>[46]</sup>。国家森林政策因素在空间上主要表现为林业工程的分布,因此选择中国林业工程区和生态保护区作为自变量。自然因素主要影响着植物的生长,因此选择海拔、坡度、降水、 $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 积温作为控制变量。考虑到林地变化的连续性,将2002年林地面积作为滞



表 1 变量的描述性统计  
Tab. 1 Descriptive statistics of selected variables

变量	定义	平均值	标准差	样本数
2002 年林地面积( $x_1$ )	2002 年各县林地面积; $\text{km}^2$	1290.07	1962.83	677
人均 GDP 二次项( $x_2$ )	2013 年各县人均 GDP 的二次项; (万元) <sup>2</sup>	5.68	40.23	677
GDP 二次项( $x_3$ )	2013 年各县 GDP 总量的二次项; (亿元) <sup>2</sup>	4866.99	8849.82	677
总人口变化( $x_4$ )	2002-2013 年各县户籍人口的变化量; 万人	2.82	5.28	677
乡村人口变化( $x_5$ )	2002-2013 年各县乡村户籍人口的变化量; 万人	-0.25	5.89	677
非农人口变化( $x_6$ )	2002-2013 年各县非农人口的变化量; 万人	2.71	4.10	677
林业工程区所占面积比例( $x_7$ )	林业工程区占全县总面积的比例; %	71.21	42.48	677
生态保护区所占面积比例( $x_8$ )	生态保护区占全县总面积的比例; %	28.23	39.40	677
平均积温( $x_9$ )	一年内日平均气温 $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 持续期间日平均气温的总和; $^{\circ}\text{C}$	3234.48	1912.44	677
平均海拔( $x_{10}$ )	海拔高度平均值; m	1828.16	1455.34	677
平均坡度( $x_{11}$ )	坡度平均值; $^{\circ}$	13.13	10.12	677
平均降水( $x_{12}$ )	降水平均值; mm	841.12	427.26	677

后变量引入模型。所有因素均在县域尺度上进行统计。回归模型如下:

$$y_i = x_0 + \sum \beta_i x_i + \varepsilon \tag{2}$$

式中:  $y_i$  为 2013 年林地面积;  $x_0$  为常数项;  $x_i$  为自变量;  $\beta_i$  为回归系数;  $\varepsilon$  为误差项。共线性问题通过 Pearson 相关系数、VIF 检验。全区模型中 Pearson 相关系数最大为 0.754 (平均积温和平均降水), VIF 最大值为 7.331, 变量间不存在多重共线性。藏区模型中 Pearson 相关系数最大为 0.704 (总人口变化和非农人口变化), VIF 最大值为 4.829, 变量间不存在多重共线性; 非藏区模型中 Pearson 相关系数最大为 0.761 (平均积温和平均降水), VIF 最大值为 3.73, 变量间不存在多重共线性。

3 结果分析

3.1 林地分布特点及其变化

2013 年中国 14 个连片特困地区林地面积 1000035.25  $\text{km}^2$  (图 2a)。其中, 林地面积较大的片区有滇桂黔石漠化区 (184394.75  $\text{km}^2$ )、滇西边境山区 (172326.00  $\text{km}^2$ )、秦巴山区 (162319.50  $\text{km}^2$ ) 和武陵山区 (141364.75  $\text{km}^2$ ); 其次为西藏地区 (99065.50  $\text{km}^2$ ) 和四省藏区 (91213.00  $\text{km}^2$ ), 这些区域的林地面积占 14 个连片特困地区林地总面积的 85.06%。林地分布较少的地区为南疆三地州 (962.00  $\text{km}^2$ )、吕梁山区 (1822.25  $\text{km}^2$ ) 和大兴安岭南麓山区 (4067.25  $\text{km}^2$ ) 等北方区域。图 2b 表明, 14 个连片特困地区林地主要集中分布在中国西南地区。

中国 14 个连片特困地区林地面积总体上呈增加的趋势, 由 2002 年的 893480.50  $\text{km}^2$  增加到 2013 年的 1000035.25  $\text{km}^2$ , 净增加 106554.75  $\text{km}^2$ , 增长率为 11.93%, 森林进入转型后期, 即森林面积净增加的阶段。表 2 得出, 林地面积增加最多的地区是秦巴山区, 增加了 31136.75  $\text{km}^2$ ; 其次是武陵山区, 增加了 20189.25  $\text{km}^2$ , 两个地区林地增加量几乎达到整个连片特困地区林地增加量的一半 (48.17%)。而林地面积增加较少的地区为南疆三地州、吕梁山区和大兴安岭南麓山区, 分别为 371.75  $\text{km}^2$ 、487.00  $\text{km}^2$  和 1285.00  $\text{km}^2$ 。

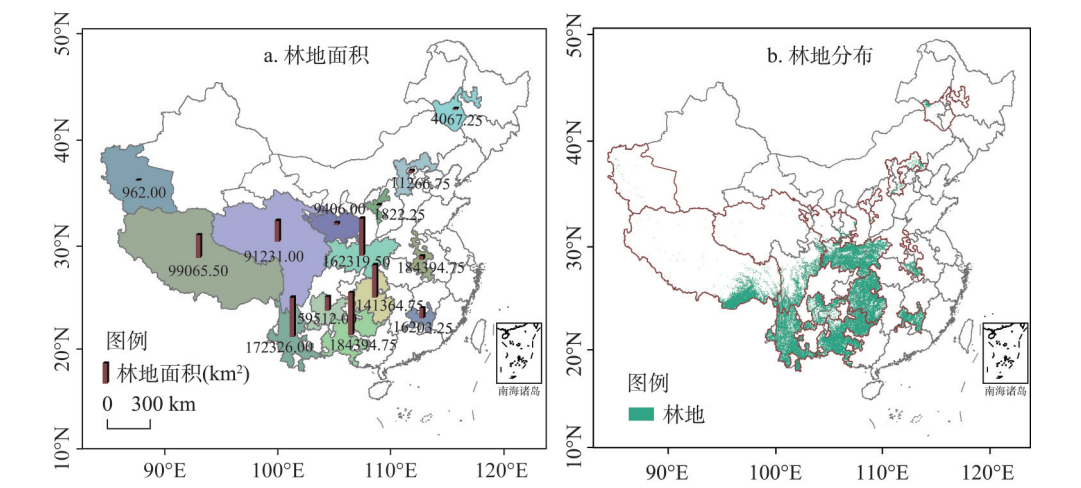


图2 2013年中国连片特困区林地分布及面积

Fig. 2 Distribution and area of forest in contiguous destitute areas of China in 2013

表2 2002-2013年中国连片特困地区林地增长率

Tab. 2 Growth rate of forest in the contiguous destitute areas of China in 2002-2013

分区	2002年林地面积(km <sup>2</sup> )	2013年林地面积(km <sup>2</sup> )	林地增长(km <sup>2</sup> )	增长率(%)
大兴安岭南麓山区	2782.25	4067.25	1285.00	46.19
滇西边境山区	164074.75	172326.00	8251.25	5.03
六盘山区	6732.75	9406.00	2673.25	39.71
罗霄山区	41004.75	46112.25	5107.50	12.46
吕梁山区	1335.25	1822.25	487.00	36.47
四省藏区	80865.50	91213.00	10347.50	12.80
西藏地区	89389.75	99065.50	9675.75	10.82
南疆三地州	590.25	962.00	371.75	62.98
燕山—太行山	7022.00	11266.75	4244.75	60.45
大别山区	14716.25	16203.25	1487.00	10.10
滇桂黔石漠化区	175193.25	184394.75	9201.50	5.25
乌蒙山区	57415.50	59512.00	2096.50	3.65
武陵山区	121175.50	141364.75	20189.25	16.66
秦巴山区	131182.75	162319.50	31136.75	23.74
总计	893480.50	1000035.25	106554.75	11.93

表明林地面积增加较多的地区与林地分布较多的地区具有一致性。林地增长率较高的地区为南疆三地州（62.98%）和燕山—太行山（60.45%），增长率较低的地区为滇西边境山区（5.03%）和滇桂黔石漠化区（5.25%）。林地增长率与林地面积分布具有一定的差异性，林地增长速率较快的区域出现在林地分布较少的地区，林地分布较多的区域林地增长速率较低。一方面，国家将三北地区作为重点林业投资区，在林地恢复上取得一定成效，使得这些地区的林地面积有所增加。另一方面，同其他地区相比，虽然三北地区林地增长的绝对值并不高，但由于其林地面积基数小，增长率反而显得相对较高。

冷热点分布可以反映林地变化高低值的聚焦区域，热点区域表示高值的聚集区域，冷点则表示低值的聚集区域。图3a和3b显示，林地增加同林地减少的冷热点区域具有较

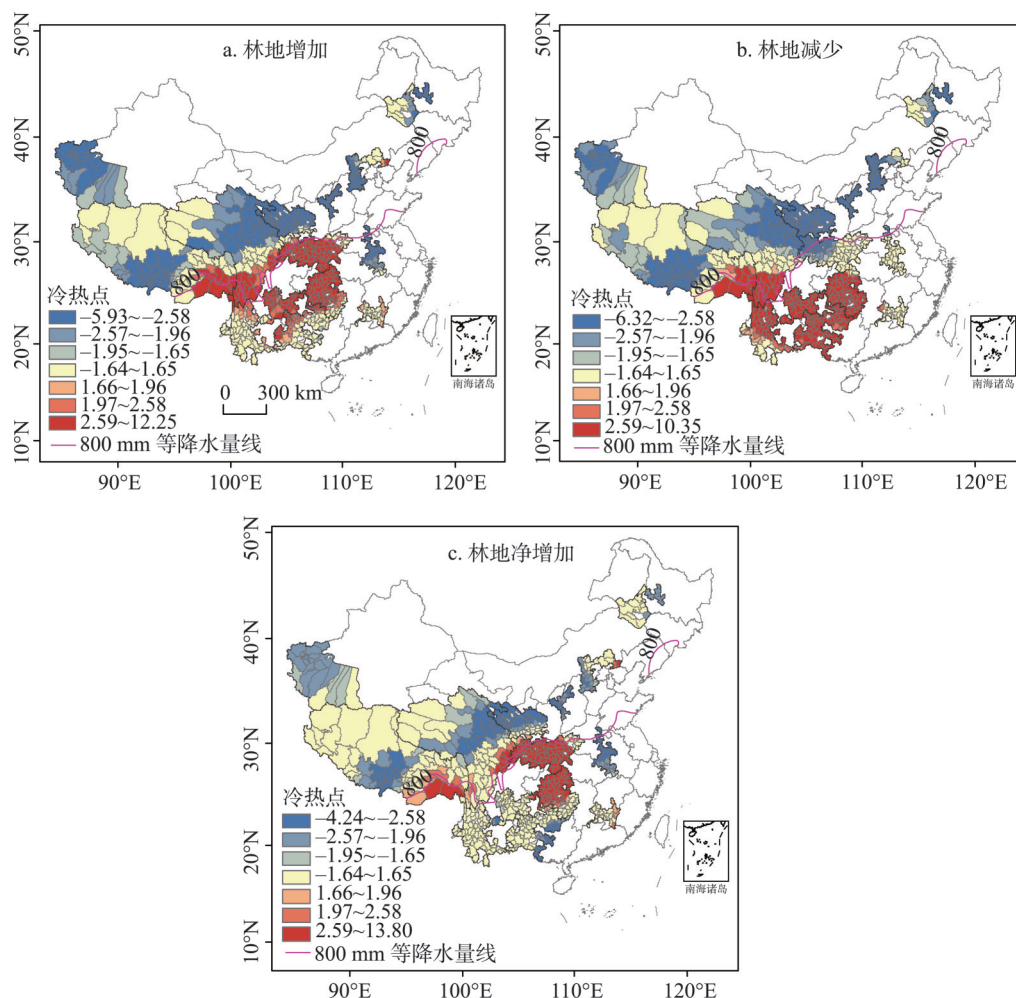


图3 2002-2013年中国林地变化的冷热点分布

Fig. 3 Distribution of hot and cold spots of forest change in China in 2002-2013

强空间一致性, 大部分林地增加的冷热点区域同时也是林地减少的冷热点区域。林地增加的热点区主要集中在西藏地区东南部、四省藏区南部、秦巴山区、武陵山区、乌蒙山区和滇桂黔石漠化区北部, 林地减少也主要集中在这些区域, 不同的是滇桂黔石漠化区和滇西边境山区北部也是林地减少的热点集中区域。从冷点区域来看, 南疆三地州、西藏地区南部、四省藏区东部、六盘山区、吕梁山区、大别山区和燕山—太行山区西南部是林地面积增加与减少的低值区域。从林地净增加来看, 热点区域主要集中在秦巴山区、武陵山区、西藏地区东南部、四省藏区东部和燕山—太行山区东部, 而冷点区域主要分布北方广大区域、大别山区和滇桂黔石漠化区东部区域。800 mm 等降水量线作为中国南方和北方的重要地理分界线, 越往北降水量越少, 水成为了林地恢复的主要限制因素, 因而北方广大区域林地恢复缓慢, 是林地净增加的冷点区域。800 mm 等降水量线以南的部分连片特困地区虽然有降水的保证, 但受到其他因素的影响, 也可能成为林地净增加的冷点区域。如滇桂黔石漠化区东部是林地减少的热点区域, 却并非林地增加的热点区域, 因而呈现出林地净增加的冷点分布。原因在于该区域由林地转化为农用地的数量相对较大, 导致林地的净增加减少。而该现象出现的原因还有待于更深入的探讨。

3.2 不同自然条件下的林地变化

图4a显示，随着海拔升高，连片特困地区的林地面积逐渐减少。林地分布主要集中在海拔2000 m以下的区域，面积占70%以上，林地变化也主要集中在这一区域。海拔在500~1499 m间的区域林地面积增长最多，海拔小于500 m的区域林地面积减少最多，海拔在500~1499 m间的区域林地净增加最多。从坡度来看（图4b），14个连片特困地区林地分布呈倒“U”型，即随着坡度增加，林地呈先增加后减少的趋势。林地主要分布在坡度为15°~25°区域，林地的增加主要集中在坡度为15°的区域，林地的减少主要集中在坡度为15°以下的区域，林地净增加主要集中在坡度为10°~20°之间的区域。由此可见，14个连片特困地区的林地的分布与变化均发生在较平坦的地区，而坡度大于45°的地区林地的分布与变化均较少。

图4c表明，降水对林地分布的影响规律不明显，林地的分布存在两个峰值，分别为800~899 mm和1300~1399 mm降水量的地区，而林地的增加主要集中1300~1399 mm降水量的地区，林地的减少主要集中在800~1499 mm降水量的地区，林地的净增加主要集中在1000~1399 mm降水量的地区。积温对林地分布以及变化也存在一定的影响，图4d表明，林地分布主要集中在3500~5499 °C之间的区域，林地增加主要集中在3500~5499 °C之间的区域，而林地的减少主要集中在4500~5499 °C之间的区域，林地净增加主要集中在3500~5499 °C之间的区域。在一定区间内，降水和积温的增加会促进林地的扩张，但超过最适宜范围后，降水和积温对林地的扩张却起到一定的抑制作用。

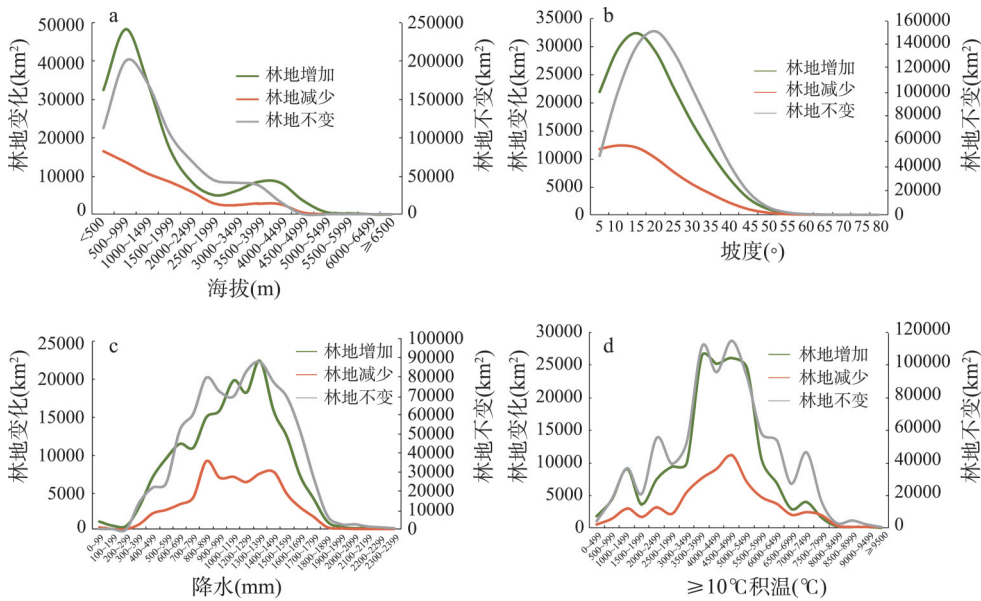


图4 林地的变化与自然因素的关系

Fig. 4 The relationship between forest changes and natural factors

3.3 林地与其他地类的转换

农用地是林地转入转出的主要来源与去向，其次是草地和水域（表3）。2002-2013年间，农用地转换成林地的面积为113661.12 km²，占非林地类转为林地总面积的64.31%，草地和水域转换成林地的面积分别为41317.93 km²和14816.39 km²，所占比例为23.38%和8.38%。同期，林地转出为农用地的面积为50742.52 km²，转出为草地的面积为13836.04 km²，转出为水域的面积为1325.52 km²，分别占林地转为非林地类总面积的



75.76%、20.66%和 1.98%。21 世纪以来, 退耕还林条例正式开始实施, 坡耕地成为退耕还林的主要对象, 再加之中国经济的快速发展, 偏远山区农民进城务工趋势明显, 耕地撂荒严重, 农用地成为了林地增长的主要来源。与此同时, 为了补充耕地的流失, 部分林地被开垦为农用地, 造成林地面积的减少。另外, 建设用地的扩张造成极少部分的林地减少, 但对林地增长的总体趋势不会产生很大的影响。

由于自然条件以及社会经济发展水平的不同, 不同区域的林地与其他地类的转换也存在一定的差异性 (图 5)。从林地的转入看, 秦巴山区、武陵山区、滇桂黔石漠化区、乌蒙山区、滇西边境山区、燕山—太行山区和大别山区等主要是以农用地转换为林地为主, 四省藏区和西藏地区主要以草地转换为林地为主, 而罗霄山区以水域转换为林地为主。从林地的转出看, 滇桂黔石漠化区、武陵山区、乌蒙山区、秦巴山区、滇西边境山区、大别山区和罗霄山区等以转出为农用地为主, 四省藏区、西藏地区、燕山—太行山区等以转出为草地为主。滇桂黔石漠化区、武陵山区和乌蒙山区林地转换为耕地的面积相对较大, 分别为 11569.89 km<sup>2</sup>、10690.86 km<sup>2</sup>和 9479.97 km<sup>2</sup>。

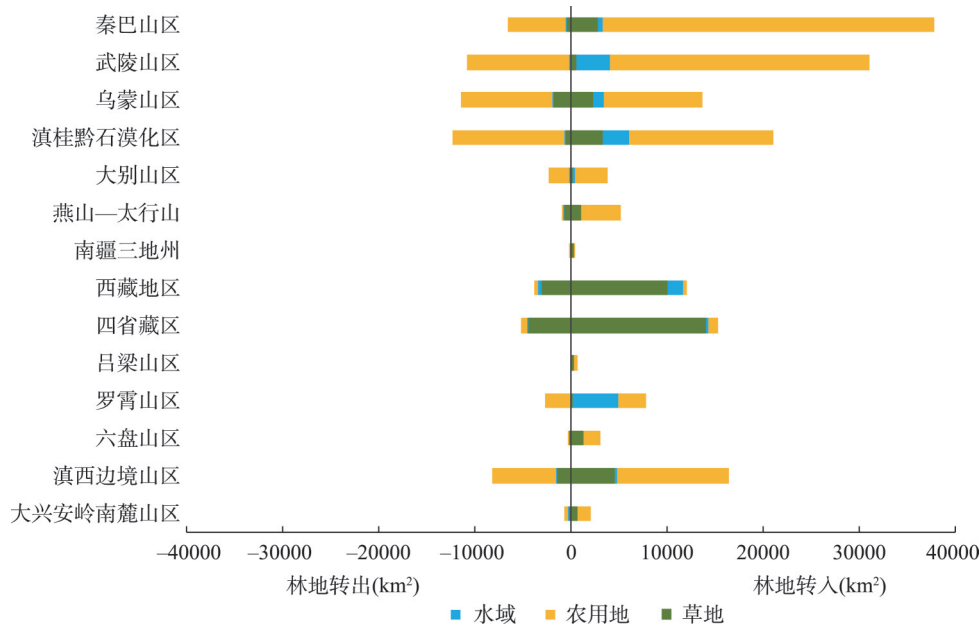


图 5 不同区域林地与农用地、水域和草地的转换

Fig. 5 The conversion between forest and agricultural land, water area and grassland in different regions of China

3.4 森林转型的影响因素分析

考虑到藏区的特殊性, 本文分别对 14 个连片特困区全区域、藏区 (西藏地区、四省藏区)、非藏区 (藏区以外的区域) 建立了 3 个线性回归模型, 全面地探讨 2002-2013 年间中国 14 个连片特困地区林地变化的影响因素, 结果如表 4 所示。

从社会经济发展水平来看, 连片特困地区 GDP 增长总体上落后于全国其他地区, 经

济发展相对滞后，GDP二次项和人均GDP二次项对于林地的变化影响不显著，但非农人口增加对林地增加却有显著的促进作用。非农人口的增加是农村劳动力析出的必然结果。从事非农工作一方面会增加农民收入，从而降低农民对土地的依赖程度；另一方面人口的非农化还会导致农业劳动力的不足，留在农村地区的农民往往会选择性地 将一些耕作条件差、耕作半径大的土地撂荒。同时非农收入的提高也会促使农村地区的人们购买更干净、方便的煤气、天然气和电作为薪柴的替代品，从而减轻了对林木的砍伐<sup>[29]</sup>。这些转变都为森林转型创造了条件。

国家森林政策方面，本文以林业工程区和生态保护区范围作为国家森林政策在空间上的表征。回归结果显示在全区域尺度和非藏区，林业工程区对林地面积的变化有着正向的影响。中国中部以及西南地区，是森林资源的重要分布区域，也是国家重要的生态屏障功能区。21世纪以来，随着天然林资源保护工程、退耕还林工程等六大林业工程的先后实施，国家投入大量人力和资金开展森林恢复工程，以促进天然林的休养生息与恢复发展，同时解决水土流转和风沙危害等一系列生态问题。实施林业工程是国家从战略高度对全国重要生态屏障做出的重要保护措施。在国家森林政策的影响下，林业工程区的林地面积呈现出明显的增加趋势，实现了森林转型。以四川省为例，四川省属全国第二大林区，森林资源丰富，然而其地形地貌复杂，特别是除盆地以外的四周，均是高山和深谷，有60个县属于连片特困区。20世纪80年代后期，长江中上游防护林建设工程在四川等9个省市开展，1998年天然林资源保护工程也率先在四川启动，次年退耕还林工程试点也随之展开。与此同时，四川省政府也开展了一系列生态工程建设，如建设自然保护区及森林公园、防沙治沙、湿地保护恢复和川西藏区生态保护等。在国家与省政府的政策支持下，四川省森林面积获得了巨大增长<sup>[47]</sup>，据统计，2002-2013年四川省森林面积增长了47.20%<sup>①</sup>。

表 4 林地变化的影响因素  
Tab. 4 Influencing factors of forest change

变量	全区	非藏区	藏区
$x_1$	1.057*** (0.004)	1.062*** (0.013)	1.057*** (0.006)
$x_2$	-0.045 (0.108)	-2.441 (2.546)	-0.017 (0.049)
$x_3$	0.000 (0.002)	-0.000 (0.002)	-0.000 (0.002)
$x_4$	-1.227 (3.788)	-1.533 (4.214)	-39.871** (18.385)
$x_5$	-1.126 (3.182)	-0.573 (3.251)	-0.915 (16.308)
$x_6$	10.871*** (3.585)	10.561*** (3.559)	54.704* (28.968)
$x_7$	0.575*** (0.179)	0.839*** (0.218)	-0.020 (0.319)
$x_8$	0.058 (0.216)	0.022 (0.249)	0.589 (0.432)
$x_9$	-0.059*** (0.012)	-0.070*** (0.015)	-0.048 (0.032)
$x_{10}$	-0.039*** (0.013)	-0.048** (0.019)	0.015 (0.019)
$x_{11}$	2.599*** (0.896)	2.707** (1.212)	2.446* (1.456)
$x_{12}$	0.155*** (0.025)	0.168*** (0.033)	0.225** (0.087)
constant	117.594** (58.573)	139.069** (69.396)	-125.892 (107.602)
$R^2$	0.991	0.976	0.999
$F$	8222.50	2362.12	7522.81
$N$	677	529	148

注：\*、\*\*、\*\*\*分别表示在 10%、5%和 1%的统计水平上显著；括号里数值为标准误差。

① 数据来源《四川省统计年鉴》。

自然因素方面, 3 个回归模型中坡度和降水对林地面积的变化具有显著的正向影响。随着坡度的增加, 农业生产难度也越来越大, 人类农业活动开始减少, 从而有利于林地的恢复。此外退耕还林工程也主要是针对坡度较大的耕地, 这部分耕地的退耕成为了林地增长的重要来源。丰富的降水可以促进植被的生长, 在一定的程度上加快了林地的恢复。另外, 在全区模型和非藏区模型中, 海拔和积温对林地面积变化有着负向影响。研究区内林地的净增加主要集中在海拔 500~1499 m 的区域 (图 4a), 这也是实施退耕还林的主要区域, 因此, 海拔较低的区域林地增长较快。积温对不同地区植被生长的影响具有一定差异性。只有在最适宜的积温条件下, 植被才能够更好的生长, 研究区内林地的分布主要集中在积温 3500~5499 °C 之间的区域, 对于积温的要求并不高, 因而在一定范围积温过高反而不利于植被生长。

## 4 结论与讨论

### 4.1 结论

2002-2013 年中国 14 个连片特困地区林地面积由 893480.50 km<sup>2</sup> 增加到 1000035.25 km<sup>2</sup>, 增长率为 11.93%, 森林进入转型后期, 即森林面积净增加的阶段。秦巴山区和武陵山区是林地增长最多的两个区域, 而南疆三地州和燕山—太行山区是林地面积增长率最高的两个区域。冷热点分析表明 14 个连片特困地区林地面积净增加的热点区域主要分布在 800 mm 等降水量线以南的区域, 而冷点区域则主要分布在该线以北的广大区域。其中秦巴山区、武陵山区、西藏地区东南部、四省藏区东部、燕山—太行山区东部是林地净增加的热点区域; 冷点区域除 800 mm 等降水线以北的区域外, 还包括滇桂黔石漠化区东部区域和太行山区。从自然条件来看, 在不同海拔、坡度、降水和积温的情况下, 现有林地的分布和林地增长具有较强的空间一致性, 即在相同自然条件下, 现有林地分布越多的区域也是林地增长越多的区域。统计结果表明林地的净增长主要集中在海拔 500~1499 m、坡度 10°~20°、降水 1000~1499 mm 和积温 3500~5499 °C 的区域。从土地利用类型转换来看, 林地增长的主要来源和减少的主要去向均为农用地和草地。

回归分析表明, 中国 14 个连片特困地区的森林转型受到社会经济发展水平、国家森林政策和自然条件的影响。自然条件作为客观存在的因素, 对森林恢复具有较为固定的影响, 相反社会经济发展水平和国家森林政策却是可控因素, 因而更具有研究意义。从社会经济发展水平来看, 连片特困地区经济发展相对滞后, GDP 增长对林地的变化影响不显著, 而经济增长所带来的非农人口急剧增加却对林地面积的变化具有显著的正向影响。国家政策方面, 林业工程的实施对林地面积的增加具有显著的促进作用。中国 14 个连片特困地区森林转型主要遵循着国家森林政策路径和经济发展路径, 而经济发展路径主要表现在非农人口的增加上。城市非农就业机会的增加, 会加快农业劳动力向非农产业转移, 农业活动因此减少, 薪柴消费结构也随之发生变化, 从而缓解了农村地区林地资源的压力。

### 4.2 讨论

Marin<sup>[43]</sup>、李秀彬等<sup>[48]</sup>、战金艳等<sup>[49]</sup>的研究均表明人口密度的下降会对林地面积增加产生显著的影响。但他们的研究仅限于分析区域总人口的变化对林地变化的影响, 而本文增加了非农人口变化指标, 从而突显了农村人口非农化在林地增长中起到的重要作用。GDP 增长对于连片特困地区的林地变化影响不显著, 这与其他学者的研究结果具有一定的差异性。如李凌超等<sup>[50]</sup>基于环境库兹涅茨曲线, 利用 28 个省 (自治区、直辖市)

的数据对中国林地变化进行分析时,发现中国存在“U”型森林环境库兹涅茨曲线,认为经济增长有利于森林面积恢复。Zhang等<sup>[42]</sup>研究发现,从国家层面来讲,中国GDP的增长与森林面积增加也呈正相关。另外Wang等<sup>[46]</sup>通过研究21世纪初中国森林的空间异质性时,发现中国不同地理分区森林转型点处的GDP存在一定差异,但总体都遵循着“U”型变化。本文结果与其他区域研究结果出现差异的原因可能与研究区的选取有关,本文研究区为中国最贫困的地区,区域贫困程度深,再加之国家在这些区域以生态建设为主要战略导向,建设青山绿水是这些区域的首要任务。因此国家森林保护政策对于这些区域林地变化的影响远大于经济发展带来的影响。He<sup>[24]</sup>、Li等<sup>[44]</sup>、Yu等<sup>[28]</sup>的研究也表明中国政府的森林保护政策(如退耕还林工程)对森林恢复起到了重要作用,与本文的结果一致。

据此,提出两点政策建议。首先,在连片特困地区加快小城镇建设,增加就业机会。非农人口的增加会促进森林转型,引导农业人口向非农转型,可以减轻人口压力带来的森林破坏。另外小城镇的建设对消除中国的城乡二元体制结构也具有重要的战略意义。连片特困地区可以依托其丰富的自然资源,因地制宜地发展乡村生态旅游业,这既有助于连片特困地区的精准扶贫,还能促进植被的恢复。在国家森林保护政策方面,将连片特困地区作为生态建设重点区域,同时继续加大林业投资,以青山绿水为战略导向,自上而下制定更有效的森林保护政策,切实保护中国的森林资源。

本文丰富了中国森林转型的案例研究,尤其是连片特困地区的森林转型,但也存在一定的不足。如空间数据的多元性和空间分辨率的不同,可能在一定程度上影响到结果的准确性。因此,使用高精度、高分辨率的数据对森林转型进行研究是以后的趋势所向。另外,本文仅从宏观的角度分析了中国14个连片特困地区的森林转型,研究区域分布较广,野外调查难度大,因而缺少了相应的地面工作。根据本文的研究结果,选择典型区域(如秦巴山区),通过室内高精度遥感数据的解译和实地野外调查工作相结合的方式,对其森林转型进行深入研究将是今后工作的重点。

## 参考文献(References)

- [1] Mather A S, Fairbairn J. From floods to reforestation: The forest transition in Switzerland. *Environment & History*, 2000, 6(4): 399-421.
- [2] Mather A S. The forest transition. *Area*, 1992, 24(4): 367-379.
- [3] Rudel T K, Coomes O T, Moran E, et al. Forest transitions: Towards a global understanding of land use change. *Global Environmental Change*, 2005, 15(1): 23-31.
- [4] Barbier E B, Tesfaw A. Explaining forest transitions: The role of governance. *Ecological Economics*, 2015, 119: 252-261.
- [5] Kauppi P E, Ausubel J H, Fang J, et al. Returning forests analyzed with the forest identity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 2006, 103(46): 17574-17579.
- [6] Lambin E F, Meyfroidt P. Land use transitions: Socio-ecological feedback versus socio-economic change. *Land Use Policy*, 2010, 27(2): 108-118.
- [7] Mather A S, Needle C L. The forest transition: A theoretical basis. *Area*, 1998, 30(2): 117-124.
- [8] Foster D R. Land-use history as long-term broad scale disturbance: Regional forest dynamics in Central New England. *Ecosystems*, 1998, 1(1): 96-119.
- [9] Krausmann F. Forest transition in Austria: A socio-ecological approach. *Mitteilungen Der Österreichischen Geographischen Gesellschaft*, 2006, 148(1): 75-91.
- [10] MareyPérez M F, RodríguezVicente V. Forest transition in northern Spain: Local responses on large-scale programmes of field-afforestation. *Land Use Policy*, 2009, 26(1): 139-156.
- [11] Bekele A, Hudnall W H. Spatial variability of soil chemical properties of a prairie-forest transition in Louisiana. *Plant and Soil*, 2006, 280: 7-21.
- [12] Evans T P, Kelley H. Assessing the transition from deforestation to forest regrowth with an agent-based model of land



- cover change for south-central Indiana (USA). *Geoforum*, 2008, 39(2): 819-832.
- [13] Bae J S, Joo R W, Kim Y. Forest transition in South Korea: Reality, path and drivers. *Land Use Policy*, 2012, 29(1): 198-207.
- [14] Meyfroidt P, Lambin E F. Forest transition in Vietnam and its environmental impacts. *Global Change Biology*, 2008, 14(6): 1319-1336.
- [15] Skole D L. Secondary forest expansion in the Brazilian Amazon and the refinement of forest transition theory. *Society & Natural Resources*, 2003, 16(4): 277-294.
- [16] Farley K A. Grasslands to tree plantations: Forest transition in the Andes of Ecuador. *Annals of the Association of American Geographers*, 2007, 97(4): 755-771.
- [17] Izquierdo A E, Angelo C D D, Aide T M. Thirty years of human demography and land-use change in the Atlantic Forest of Misiones, Argentina: An evaluation of the forest transition model. *Ecology & Society*, 2008, 13(2): 582-592.
- [18] Mather A S. Recent Asian forest transitions in relation to forest transition theory. *International Forestry Review*, 2007, 9(1): 491-502.
- [19] Li L, Liu J, Long H, et al. Economic globalization, trade and forest transition: The case of nine Asian countries. *Forest Policy & Economics*, 2017, 76(3): 7-13.
- [20] Shi Z, Li L, Yin W, et al. Use of multi-temporal Landsat images for analyzing forest transition in relation to socioeconomic factors and the environment. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2011, 13(3): 468-476.
- [21] Ashraf J, Pandey R, de Jong W. Assessment of bio-physical, social and economic drivers for forest transition in Asia-Pacific region. *Forest Policy and Economics*, 2017, 76: 35-44.
- [22] Zinda J A, Trac C J, Zhai D, et al. Dual-function forests in the returning farmland to forest program and the flexibility of environmental policy in China. *Geoforum*, 2016, 78: 119-132.
- [23] Zhang Z, Zinda J A, Li W. Forest transitions in Chinese villages: Explaining community-level variation under the returning forest to farmland program. *Land Use Policy*, 2017, 64(4): 245-257.
- [24] He J. Governing forest restoration: Local case studies of sloping land conversion program in Southwest China. *Forest Policy and Economics*, 2014, 46: 30-38.
- [25] Tian Yujun, Li Xiubin, Ma Guoxia, et al. Influences of labor emigration from agriculture on the production abandonment of cultivated land in ecological sensitive areas. *China Land Sciences*, 2010, 24(7): 4-9. [田玉军, 李秀彬, 马国霞, 等. 劳动力析出对生态脆弱区耕地撂荒的影响. *中国土地科学*, 2010, 24(7): 4-9.]
- [26] Li Zanhong, Yan Janzhong, Hua Xiaobo, et al. Factors influencing the cultivated land abandonment of house-holds of different types: A case study of 12 typical villages in Chongqing Municipality. *Geographical Research*, 2014, 33(4): 721-734. [李赞红, 阎建忠, 花晓波, 等. 不同类型农户撂荒及其影响因素研究: 以重庆市 12 个典型村为例. *地理研究*, 2014, 33(4): 721-734.]
- [27] Han Jun, Wang Daolong, Bi Yuyun, et al. Trend analysis of energy consumption structure of rural household in Tancheng County. *Journal of Beijing University of Agriculture*, 2013, 28(4): 47-51. [韩昀, 王道龙, 毕于运, 等. 农村家庭用能消费结构变化趋势研究: 山东省郯城县实证分析. *北京农学院学报*, 2013, 28(4): 47-51.]
- [28] Yu D Y, Shi P J, Han G Y, et al. Forest ecosystem restoration due to a national conservation plan in China. *Ecological Engineering*, 2011, 37(9): 1387-1397.
- [29] He Weifeng, Yan Janzhong, Zhou Hong, et al. The micro-mechanism of forest transition: A case study in the mountainous areas of Chongqing. *Journal of Natural Resources*, 2016, 31(1): 102-113. [何威风, 阎建忠, 周洪, 等. 森林转型的微观机制: 以重庆市山区为例. *自然资源学报*, 2016, 31(1): 102-113.]
- [30] Zhang K, Song C, Zhang Y, et al. Natural disasters and economic development drive forest dynamics and transition in China. *Forest Policy and Economics*, 2017, 76: 56-64.
- [31] Gu Zhongyang. Contiguous destitute areas become the main attack area (policy interpretation). *People's Daily*, 2011-12-07(2). [顾仲阳. 集中连片特困地区成为主攻区(政策解读). *人民日报*, 2011-12-07(2).]
- [32] Li Guozhu, Niu Shuwen, Yang Zhen, et al. The analysis on environmental and economic cost of rural household energy consumption in loess hilly region of Gansu province. *Journal of Natural Resources*, 2008, 23(1): 15-24. [李国柱, 牛叔文, 杨振, 等. 陇中黄土丘陵地区农村生活能源消费的环境经济成本分析. *自然资源学报*, 2008, 23(1): 15-24.]
- [33] Liang Yutian, Fan Jie, Sun Wei, et al. The influencing factors of rural household energy consumption structure in mountainous areas of Southwest China: A case study of Zhaotong City of Yunnan Province. *Acta Geographica Sinica*, 2012, 67(2): 221-229. [梁育填, 樊杰, 孙威, 等. 西南山区农村生活能源消费结构的影响因素分析: 以云南省昭通市为例. *地理学报*, 2012, 67(2): 221-229.]

- [34] Liu Xianfeng, Pan Yaohui, Zhu Xiufang, et al. Spatiotemporal variation of vegetation coverage in Qinling-Daba Mountains in relation to environmental factors. *Acta Geographica Sinica*, 2015, 70(5): 705-716. [刘宪锋, 潘耀忠, 朱秀芳, 等. 2000-2014年秦巴山区植被覆盖时空变化特征及其归因. *地理学报*, 2015, 70(5): 705-716.]
- [35] Liu Xianfeng, Ren Zhiyuan, Lin Zhihui, et al. The spatial-temporal changes of vegetation coverage in the Three-River Headwater Region in recent 12 years. *Acta Geographica Sinica*, 2013, 68(7): 897-908. [刘宪锋, 任志远, 林志慧, 等. 2000-2011年三江源区植被覆盖时空变化特征. *地理学报*, 2013, 68(7): 897-908.]
- [36] Wang Qian, Zhang Bo, Dai Shengpei, et al. Analysis of the vegetation cover change and its relationship with factors in the Three-North Shelter Forest Program. *China Environmental Science*, 2012, 32(7): 1302-1308. [王强, 张勃, 戴声佩, 等. 三北防护林工程区植被覆盖变化与影响因子分析. *中国环境科学*, 2012, 32(7): 1302-1308.]
- [37] Li Shuangshuang, Yan Junping, Wan Jia. The spatial-temporal changes of vegetation restoration on Loess Plateau in Shaanxi-Gansu-Ningxia region. *Acta Geographica Sinica*, 2012, 67(7): 98-108. [李双双, 延军平, 万佳. 近10年陕甘宁黄土高原区植被覆盖时空变化特征. *地理学报*, 2012, 67(7): 98-108.]
- [38] Zhang Kun, Lv Yihe, Fu Bojie. Vegetation restoration and its influences on ecosystem services in areas typical of the Loess Plateau. *Journal of Ecology and Rural Environment*, 2017, 33(1): 23-31. [张琨, 吕一河, 傅伯杰. 黄土高原典型区植被恢复及其对生态系统服务的影响. *生态与农村环境学报*, 2017, 33(1): 23-31.]
- [39] Liu Xianfeng, Ren Zhiyuan. Vegetation coverage change and its relationship with climate factors in Northwest China. *Scientia Agricultura Sinica*, 2012, 45(10): 1954-1963. [刘宪锋, 任志远. 西北地区植被覆盖变化及其与气候因子的关系. *中国农业科学*, 2012, 45(10): 1954-1963.]
- [40] Cao Shisong, Wang Yanhui, Duan Fuzhou, et al. Coupling between ecological vulnerability and economic poverty in contiguous destitute areas, China: Empirical analysis of 714 poverty-stricken counties. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2016, 27(8): 2614-2622. [曹诗颂, 王艳慧, 段福洲, 等. 中国贫困地区生态环境脆弱性与经济贫困的耦合关系: 基于连片特困区714个贫困县的实证分析. *应用生态学报*, 2016, 27(8): 2614-2622.]
- [41] Getis A, Ord J K. The Analysis of Spatial Association by Use of Distance Statistics. *Geographical Analysis*, 1992, 24(3): 189-206.
- [42] Zhang Y, Tachibana S, Nagata S. Impact of socio-economic factors on the changes in forest areas in China. *Forest Policy and Economics*, 2006, 9(1): 63-76.
- [43] Marin C, George A B, Martin R J. Characteristics and drivers of forest cover change in the post-socialist era in Croatia: Evidence from a mixed-methods approach. *Regional Environmental Change*, 2016, 16(6): 1751-1763.
- [44] Li Y, Viña A, Yang W, et al. Effects of conservation policies on forest cover change in giant panda habitat regions, China. *Land Use Policy*, 2013, 33(4): 42-53.
- [45] Silva R F B D, Batistella M, Moran E F. Drivers of land change: Human-environment interactions and the Atlantic forest transition in the Paraíba Valley, Brazil. *Land Use Policy*, 2016, 58(1): 133-144.
- [46] Wang J, Xin L, Tan M, et al. Spatial heterogeneity in Chinese forest area change in the early 21st century. *Forests*, 2016, 7(10): 232.
- [47] Zhang Wen, Wang Xiaokang, Liu Bo, et al. Analysis on the dynamic change of Sichuan forest resources in the last thirty years (1979 to 2007), 2013(1): 7-12. [张文, 王孝康, 刘波, 等. 四川三十年森林资源动态变化分析(1979年-2007年). *四川林勘设计*, 2013(1): 7-12.]
- [48] Li Xiubin, Zhao Yuluan. Forest transition, agricultural land marginalization and ecological restoration. *China Population, Resources and Environment*, 2011, 21(10): 91-95. [李秀彬, 赵宇鸾. 森林转型、农地边际化与生态恢复. *中国人口·资源与环境*, 2011, 21(10): 91-95.]
- [49] Zhan Jinyan, Shi Nana, Yan Haiming, et al. Exploration of the causes for forest area changes in Jiangxi province. *Journal of Natural Resources*, 2011, 26(2): 335-343. [战金艳, 史娜娜, 闫海明, 等. 江西省林地面积变化原因探析. *自然资源学报*, 2011, 26(2): 335-343.]
- [50] Li Lingchao, Li Xinfei, Cheng Baodong, et al. Analysis of forest transition in China based on Environmental Kuznets Curve. *World Forestry Research*, 2016, 29(4): 56-61. [李凌超, 李心斐, 程宝栋, 等. 基于环境库兹涅茨曲线的中国森林转型分析. *世界林业研究*, 2016, 29(4): 56-61.]

## Forest transition and its explanation in contiguous destitute areas of China

WANG Hong<sup>1</sup>, YAN Jianzhong<sup>1</sup>, LI Huilian<sup>1,2</sup>

(1. College of Resources and Environment, Southwest University, Chongqing 400716, China;

2. School of Geographical Sciences, Southwest University, Chongqing 400716, China)

**Abstract:** Since the beginning of the 20th century, forest restoration, as the main theme of global forest development, has gradually replaced deforestation. It is of great significance to explore the transition path of China's forests, as China has abundant forest resources. Based on the MODIS land cover data, 14 contiguous destitute areas of China are chosen as study areas to analyze the characteristics of forest transition from 2002 to 2013. Using the method of cold/hot spot analysis, we investigate the forest change trend and its spatial heterogeneity. In addition, we explore factors affecting forest area change by a linear regression model and disclose the forest transition pathways in contiguous destitute areas. The results show that net forest area of the 14 contiguous destitute areas increases by 106554.75 km<sup>2</sup>, with a growth rate of 11.93%, which means that the forest transition may enter the last stage. The Qinling-Daba Mountains, Wuling Mountains, southeastern Tibet and the eastern part of Yanshan-Taihang Mountains are hot areas of forest area increase, while the cold areas of forest area increase are mainly distributed in the vast area north of the 800 mm isohyetal line, Dabie Mountains and the eastern part of Yunnan-Guizhou-Guangxi rocky desertification areas. Both the increase of non-agricultural population and the implementation of forestry projects play significant roles in promoting forest transition, thus forest transition of 14 contiguous destitute areas of China mainly follows the economic development pathway and the state forest policy pathway. Some policy implications are also put forward. The pace of construction of small towns in contiguous destitute areas should be speeded up to depopulate rural areas. At the same time, rural eco-tourism should be developed on the basis of rich natural resources to help promote targeted measures in poverty alleviation. As for state forest policies, contiguous destitute areas should be regarded as the key areas for ecological construction so as to protect natural resources effectively.

**Keywords:** contiguous destitute areas; forest transition; cold/hot spot; the increase of non-agricultural population; state forest policy