

基于Landsat数据的沂蒙山区耕地种植速生林时空格局识别

郑文宣*, 孔超, 张云娜, 杨盛娜

临沂大学资源环境学院, 山东 临沂

收稿日期: 2022年2月25日; 录用日期: 2022年3月22日; 发布日期: 2022年3月29日

摘要

耕地是人类赖以生存的重要资源,但随着经济快速发展和人口数量急剧增加,耕地占用问题越发突出。速生林因其较高的经济效益成为侵占耕地资源的潜在威胁之一。耕地资源紧张的现实下对耕地利用的空间格局和时空变化特征的监测迫在眉睫。文章以沂蒙山区为研究区,基于所有可获得的连续Landsat影像数据,利用像元合成法和随机森林法获取2000年、2010年和2018年研究区土地覆被类型图,进而分析不同阶段之间的土地覆被转移情况以及耕地流失和向速生林的转化情况。分析结果显示,2000~2018年,耕地面积大幅度减少了100.8平方千米,绝大部分都转移为林地。该研究通过揭示耕地种植速生林区域土地覆被类型的时空变化特征,为进行耕地保护提供重要数据支撑,为政策制定提供重要依据,指导区域发展的实践。

关键词

沂蒙山区, 耕地保护, 速生林, Landsat

Identification of Temporal and Spatial Patterns of Fast-Growing Forests Planting in Yimeng Mountains Based on Landsat Data

Wenxuan Zheng*, Chao Kong, Yunna Zhang, Shengna Yang

School of Resources and Environment, Linyi University, Linyi Shandong

Received: Feb. 25th, 2022; accepted: Mar. 22nd, 2022; published: Mar. 29th, 2022

*通讯作者。

文章引用: 郑文宣, 孔超, 张云娜, 杨盛娜. 基于 Landsat 数据的沂蒙山区耕地种植速生林时空格局识别[J]. 地球科学前沿, 2022, 12(3): 310-317. DOI: 10.12677/ag.2022.123032

Abstract

Cultivated land is an important resource for human survival, but with the rapid economic development and the rapid increase in population, the problem of cultivated land occupation has become more and more prominent. Fast-growing forests have become one of the potential threats to encroaching on cultivated land resources because of their high economic benefits. Under the reality of the shortage of cultivated land resources, it is urgent to monitor the spatial pattern and temporal and spatial change characteristics of cultivated land use. In this paper, based on all available continuous Landsat image data in the Yimeng Mountain area, pixel synthesis method and random forest method were used to obtain land cover type maps in 2000, 2010 and 2018, so as to analyze the land cover transfer between different stages as well as the loss of cultivated land and the conversion to fast-growing forest. The analysis showed that from 2000 to 2018, the area of cultivated land decreased by 100.8 square kilometers, most of which was transferred to forest land. This study revealed the spatial-temporal variation characteristics of land cover types in fast-growing forests of cultivated land, provided important data support for cultivated land protection, and provided important basis for policy making, which guided the practice of regional development.

Keywords

Yimeng Mountainous Area, Farmland Protection, Fast-Growing Forest Planting, Landsat

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

土地利用/土地覆被变化(LUCC)是全球气候变化和全球环境变化研究关注的重要内容,是人类社会经济活动与自然生态过程交互和连接的纽带[1] [2] [3]。20 世纪以来,人类活动已经成为引起土地覆盖变化的重要驱动力,并对区域可持续发展产生重要的影响[4]。

速生林是一种人工林,轮伐周期较短,在造纸、板材制造等领域有较大的需求。因其具有较高的经济效益,从而出现大批宜粮耕地转换为速生林的现象,引发了土壤肥力下降、粮食安全受到威胁等一系列不良后果[5]。因此,切实保护好耕地资源迫在眉睫。耕地转用连续而准确的监测对于耕地保护来说至关重要。虽然许多研究者已经关注到耕地转用问题,但目前的研究以分析其驱动因素为主,缺乏识别方法的研究。比如,辛良杰等基于农户理论模型探究出农业种植的主要影响因素[6]。姜莹等运用实地观察法、问卷法分析了农地种树抛荒现象的形成原因并提出了相应的治理对策[7]。孙云奋等运用“领导-跟随者”模型研究农地杨树化现象的形成因素等[8]。

遥感技术的快速发展使其在准确获取耕地空间分布信息、表征耕地连续变化方面有不可替代的优势[9]。Landsat 影像数据作为目前观测时段最长的中等分辨率多光谱遥感数据,为大尺度土地覆被/利用连续变化方面的研究提供了数据支撑。如基于 Landsat 时间序列数据并充分利用 LandTrendr 算法等不同干扰类型的时间和强度特性识别干扰或恢复的技术,成功地应用于西北太平洋区域森林干扰的监测[10]。

沂蒙山区地处鲁中南山区东南部,是我国东部典型的中低海拔山区,发展农业的条件较好,且当地人口众多,粮食需求高。但近年来研究区耕地转化为速生林的现象愈加严重[11]。速生林“与粮争地”,

直接导致粮食的种植面积与产出大幅下降,粮食安全问题迫在眉睫[6]。因此,本研究基于可获得的 Landsat 遥感影像数据,利用时间合成法和随机森林法获取 2000 年、2010 年和 2018 年研究区土地覆被类型图,并分析研究区在不同阶段间土地覆被转移状况的基础上得到速生林占用耕地的时空分布模式。以期为耕地保护提供重要的数据支撑,加强区域可持续发展。

2. 数据与方法

研究区地处山东省东南部,在行政区域上包含临沂市 3 个市辖区(兰山区、河东区和罗庄区)(图 1)。地貌类型以平原、丘陵两种类型为主,地势西高东低。气候上属温带季风气候,雨量充足,光照充分,气候适宜,四季分明,无霜期长。历年平均气温为 13.3℃,最高 7 月,最低 1 月,年均降水量 790~920 毫米。

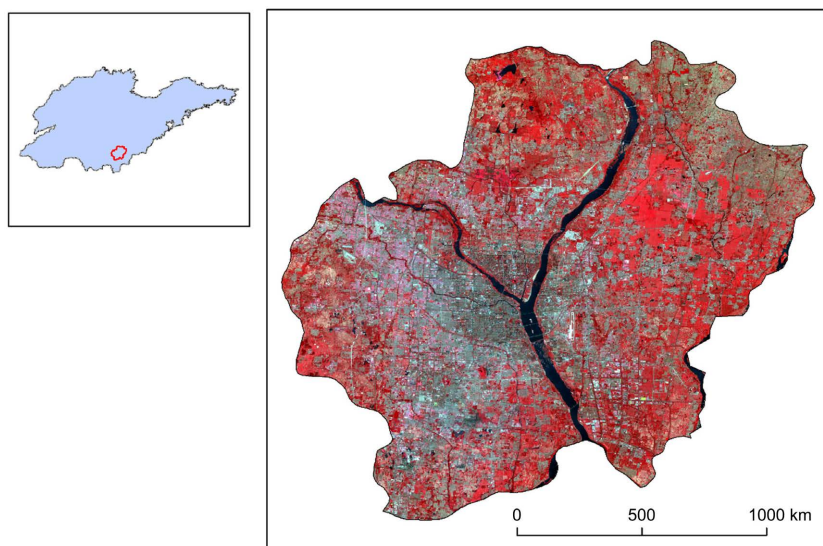


Figure 1. Yimeng Mountain area location map

图 1. 沂蒙山区区位图

本研究利用 Landsat 数据对研究区不同时期的土地覆被进行制图。Landsat 数据于 2008 年免费开放,是目前观测时段最长的中等分辨率多光谱遥感数据。所用的数据主要包括 2000 年、2010 年和 2018 年三年的地表反射率数据。其中,2000 和 2010 年为 Landsat TM 影像,其工作状态良好,几乎可以实现不间断获取地球影像,2018 年为 Landsat 8 影像,Landsat 8 卫星包括两种传感器:OLI (Operational Land Imager 陆地成像仪)和 TIRS (Thermal Infrared Sensor 热红外传感器)。影像从 USGS EarthExplorer 网站下载:<https://earthexplorer.usgs.gov/>。

土地覆盖分类和耕地种植速生林识别方法的构建(图 2)步骤如下:

首先,对 HDF 格式的原始数据进行预处理,获得地表反射率图层和质量控制层。基于质量控制图层对每个像素进行评价,对质量较低或者受到云、云阴影和雪等影响的像素进行掩膜。基于 Yin 等[12]提出的时间合成法对每两年的所有遥感影像进行合成,并计算多个分类变量,包括平均值、中位数、25 百分位、75 百分位和标准差;同时也计算对于土地覆被分类有重要作用的特征数据,如植被指数、纹理、物候指数等;时间合成法有以下优势:① 分析不必局限在云覆盖度很低的少数几景影像;② 分析不必限制在人为划分的每景影像的覆盖范围内;③ 所有影像的有效观测值可以得到充分的利用;④ 影像重合区域更高频率的观测可以得到利用;⑤ 计算的分类特征变量可以反映物候信息。

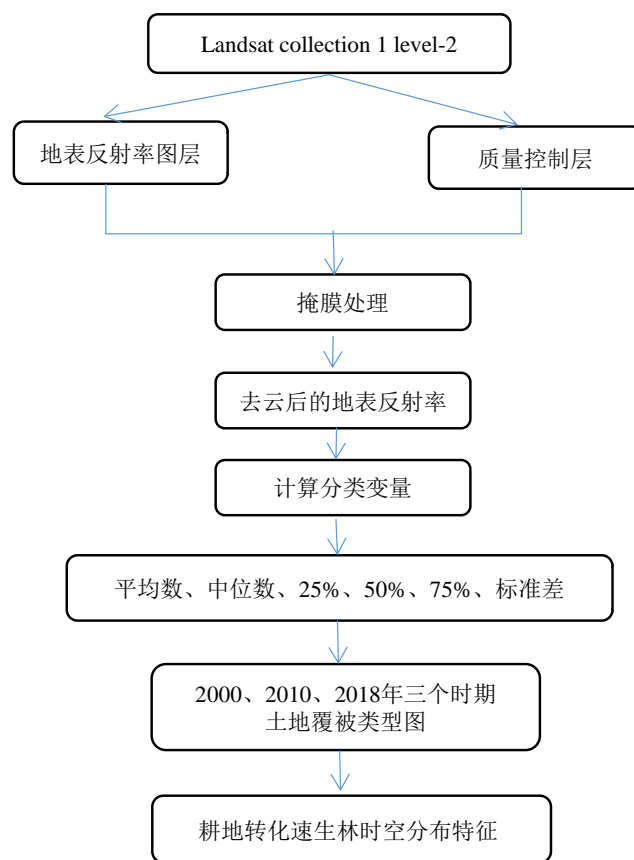


Figure 2. Technology roadmap
图 2. 技术路线图

其次，利用随机森林方法分别对 3 期影像进行分类。该方法在土地覆被制图中得到广泛的应用，并取得了很好的精度。其原理为：利用 bootstrap 可重复抽样方法从原始样本中抽出多个样本，对每个样本进行决策树建模，组合多个决策树的预测得出最终结果。分类结果根据所有树分类器的投票结果确定，并计算每种类型的得票概率(分类概率)。如：1000 个树分类器，800 个投票给林地，200 个投票给耕地，林地的分类概率为 80%，耕地的分类概率为 20%，最后类别确定为林地。

再次，基于高分辨率影像、Google Earth 等获取的参考样本，计算分类总精度和 Kappa 系数来对遥感获取的土地覆被图进行精度评价。为了更好的显示增加分类特征变量对分类结果的影响，我们对比了本研究所采用分类方法的精度与仅使用原始波段的分类精度。

最后，通过土地变化转移矩阵和 ArcGIS 栅格计算工具对三个时期土地覆被变化的路径进行分析，识别出研究区土地覆被变化动态及其耕地种植速生林的时空分布。

3. 结果

3.1. 土地覆被分类精度的改进

由表 1 可以看出，增加新的分类变量后，土地覆被分类总精度和 Kappa 系数都有一定程度的上升。这表明基于原始波段构建具有重要分类意义的特征变量有助于进一步改进土地分类精度。总体上，研究区土地覆被分类总精度和 Kappa 系数较高，可以很好的反映各时相土地覆被分布状况，满足动态变化分析的要求。

Table 1. Comparison of classification accuracy before and after adding classification characteristic variables
表 1. 增加分类特征变量前后分类精度对比

	总精度		Kappa 系数	
	增加前	增加后	增加前	增加后
2000	74%	76%	0.65	0.66
2010	81%	84%	0.75	0.76
2018	89%	90%	0.86	0.87

3.2. 沂蒙山区多时相耕地空间分布格局

由 2000 (图 3(a))、2010 (图 3(b))和 2018 (图 3(c))年研究区耕地时空分布特征可以看出, 研究区的耕地主要分布在临沂市中心城区的外围地势相对平坦的地区。研究时段内, 耕地面积呈现下降趋势。2000 年(图 3(a))耕地面积为 762.4 平方千米, 2010 年(图 3(b))耕地面积为 747.5 平方千米。总体上, 研究区耕地所占比重仍较大。相比之下, 2018 年(图 3(c))耕地面积快速减少到 646.7 平方千米, 建设用地的比重超过耕地。

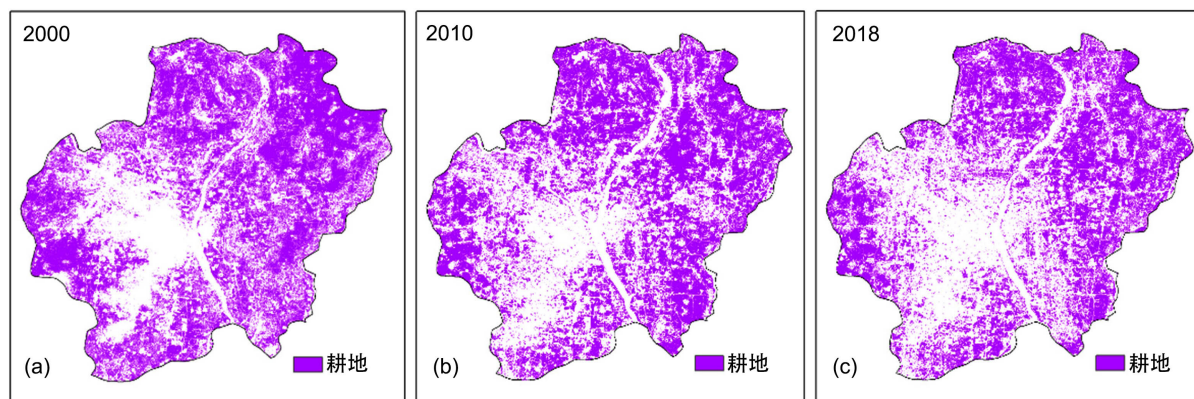


Figure 3. Spatial and temporal distribution of cultivated land in the study area in 2000 (a), 2010 (b) and 2018 (c)
图 3. 2000 (a)、2010 (b)和 2018 (c)年研究区耕地时空分布特征

3.3. 耕地种植速生林的时空变化格局

2000~2010 年和 2010~2018 年沂蒙山区耕地转出的变化格局如图 4 所示。耕地转出的方向主要有三个, 包括耕地转向林地、耕地转向水体、耕地转向建设用地, 从图 4 可知, 沂蒙山区 2000~2018 年间, 耕地转向建设用地和林地的现象最为突出。而耕地向水体的转出相对较少, 主要在沿河两岸的河漫滩附近。耕地向建设用地和林地的转出在 2000~2010 年时段要比 2010~2018 时段更加显著。

为了更加精确的统计, 我们提取了 2000、2010 和 2018 年度的土地利用类型的面积数据, 并统计了三个年份各种土地覆被类型相互转移的转出面积(表 2 和表 3)。

由表 2 可知, 在 2000~2010 年这段时间内耕地面积减少, 主要转变为林地和建筑用地。耕地面积由 2000 年的 762.4 平方千米转变为 2010 年的 747.5 平方千米。其中耕地转为林地的面积最大, 为 183.1 平方千米。在 2010~2018 年(表 3)这段时间, 耕地面积大幅度减少, 由 2010 年的 747.5 平方千米减少到 2018 年的 646.7 平方千米, 主要转变为林地和建筑用地。其中, 耕地转为林地的面积为 112.5 平方千米。

总体而言, 自 2000 年至 2018 年, 耕地减少了 100.8 平方千米, 绝大部分都转移为林地, 而通过实

地调研发现，这些转移林地主要以种植杨树等速生林为主。由此可见，在研究时间段内，耕地主要向林地转移，耕地大面积向速生林地转化导致耕地严重流失。

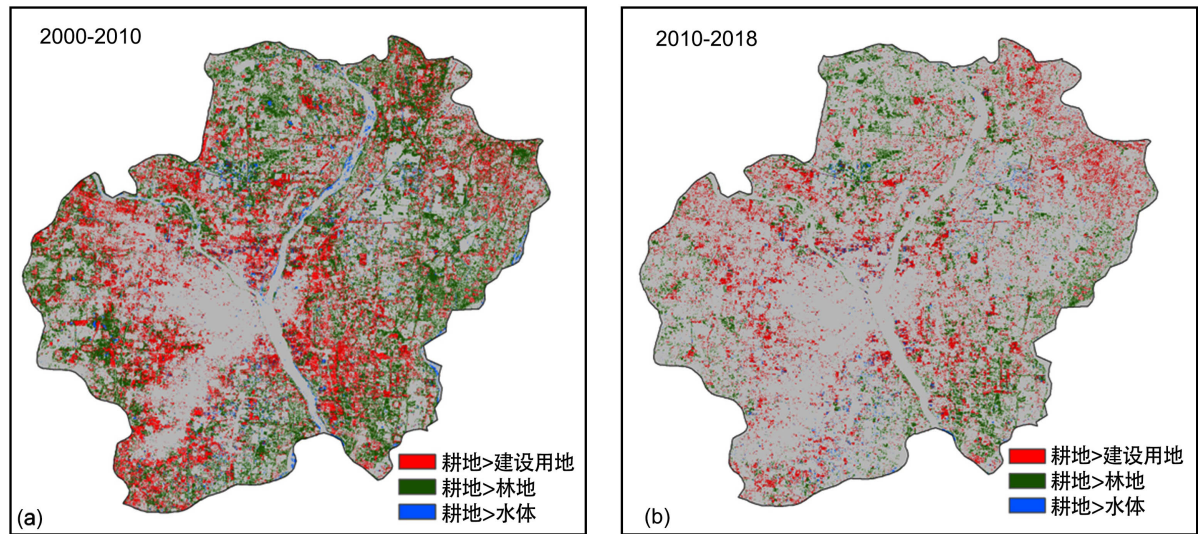


Figure 4. Temporal and spatial changes of cultivated land turnover in Yimeng Mountain area during 2000~2010 and 2010~2018

图 4. 2000~2010 年和 2010~2018 年沂蒙山区耕地转出时空变化特征

Table 2. Land cover change transfer matrix in the study area from 2000 to 2010

表 2. 2000~2010 年研究区土地覆被变化转移矩阵

		2010 年(平方千米)				
		建设用地	耕地	林地	水体	合计
2000 年 (平方千米)	建设用地	271.4	52.4	49.7	23.9	397.4
	耕地	112.4	448.6	183.1	18.3	762.4
	林地	100.4	226.8	138.6	21.2	487
	水体	18.0	19.7	12.7	44.3	94.7
	合计	502.2	747.5	384.1	107.7	1741.5

Table 3. Land cover change transfer matrix in the study area from 2010 to 2018

表 3. 2010~2018 年研究区土地覆被变化转移矩阵

		2018 年(平方千米)				
		建设用地	耕地	林地	水体	合计
2010 年 (平方千米)	建设用地	417.0	43.4	19.5	22.4	502.3
	耕地	141.5	475.5	112.5	17.9	747.4
	林地	115.7	118.8	129.0	20.5	384
	水体	16.4	9.0	8.0	74.4	107.8
	合计	690.6	646.7	269	135.2	1741.5

4. 讨论

在 2000~2010 年和 2010~2018 年两个时间段内,耕地向建设用地、林地、水体等方向转移,绝大部分转移为林地。通过实地调研和文献综述发现耕地种植速生林的主要原因有:速生林管理简单,生长速度快,相比粮食能够在短时间内取得更高的经济效益[13][14][15];年轻人外出务工,农业劳动力缺乏[16];邻地是否为速生林对农户的种植决策影响明显[6];部分制度因素等。关于耕地大面积转移为速生林的原因并不是孤立存在的,是各种因素共同作用的结果。虽然进行合理的农业和粮食结构调整是必须的且正确的,但是,盲目追求经济效益是短视的、片面的。速生林种植对耕地土壤有机质与养分、土壤水分均产生了明显的负面影响,不利于以后土地重新转移为耕地。同时,由于耕地转移为速生林严重影响粮食产量和质量,对我国的粮食安全问题构成了威胁。

5. 结论

本研究基于多时相 Landsat 影像数据,利用像元合成法和随机森林法获取了 2000 年、2010 年和 2018 年三期研究区土地覆被类型图,并分析了不同阶段之间的土地覆被转移情况。总体而言,2000~2018 年,研究区耕地覆盖面积总体呈下降趋势。耕地面积从 2000 年的 762.4 平方千米下降至 2018 年的 646.7 平方千米,耕地严重流失。

研究时段内耕地覆被的时空变化,反映出在如此短的时间内人类通过种植速生林、不合理利用耕地等已大幅度改变了当地的土地覆被面貌。同时,耕地面积的大幅下降对粮食安全造成了极大威胁。

我国是一个人口众多的发展中国家,需要一定数量的基本农田才能保证我国的粮食安全[17]。因此,遏制在耕地中种植速生林的态度刻不容缓,有针对性地提出应对耕地种植速生林的对策是有必要的。首先,发挥政府的宏观调控作用,制定相应的土地利用计划,正确处理粮食结构调整与粮食安全问题的关系。然后,通过一定的补贴政策 and 知识宣传普及,留住年轻劳动力,保障农户的经济利益[18]。综合各项措施,使粮食生产得到保障。

致 谢

感谢审稿人的意见。

基金项目

本研究受大学生创新创业训练计划(项目名称:基于 Landsat 数据的沂蒙山区耕地种植速生林时空格局识别,项目编号:X202110452244)资助。

参考文献

- [1] 刘纪远, 匡文慧, 张增祥, 等. 20 世纪 80 年代末以来中国土地利用变化的基本特征与空间格局[J]. 地理学报, 2014, 69(1): 3-14.
- [2] Mooney, H.A., Duraiappah, A. and Larigauderie, A. (2013) Evolution of Natural and Social Science Interactions in Global Change Research Programs. *PNAS*, **110**, 3665-3672. <https://doi.org/10.1073/pnas.1107484110>
- [3] Sterling, S.M., Ducharme, A. and Polcher, J. (2012) The Impact of Global Land-Cover Change on the Terrestrial Water Cycle. *Nature Climate Change*, **3**, 385-390. <https://doi.org/10.1038/nclimate1690>
- [4] 叶瑜, 方修琦, 任玉玉, 张学珍, 陈莉. 东北地区过去 300 年耕地覆盖变化[J]. 中国科学(D 辑: 地球科学), 2009, 39(3): 340-350.
- [5] 赵宇鸾, 李秀彬, 辛良杰, 郝海广. 华北平原“杨上粮下”现象的驱动机制——以河北省文安县为例[J]. 地理研究, 2012, 31(2): 323-333.
- [6] 辛良杰, 王佳月. 耕地种植速生林的影响因素及其政策启示——基于山东省两市的农户调查[J]. 自然资源学报, 2014, 29(12): 1991-2000.

-
- [7] 姜莹, 聂建亮. 农地种树抛荒现象的成因及对策研究——以河北省 T 镇为例[J]. 华中农业大学学报, 2010, 88(4): 90-94.
- [8] 孙云奋, 齐春宇. 农地杨树化的责任与治理路径[J]. 改革, 2010(2): 76-81.
- [9] Masek, J.Q., Goward, S.N., Kennedy, R.E., Cohen, W.B., Moisen, G.G., Schleweiss, K. and Huang, C.Q. (2013) United States Forest Disturbance Trends Observed Using Landsat Time Series. *Ecosystems*, **16**, 1087-1104. <https://doi.org/10.1007/s10021-013-9669-9>
- [10] 沈文娟, 李明诗. 基于长时间序列 Landsat 影像的南方人工林干扰与恢复制图分析[J]. 生态学报, 2017, 37(5): 1438-1449.
- [11] 刘巽浩. 对黄淮海平原“杨上粮下”现象的思考[J]. 作物杂志, 2005(6): 1-3.
- [12] Yin, H., Khamzina, A., Pflugmacher, D., *et al.* (2017) Forest Cover Mapping in Post-Soviet Central Asia Using Multi-Resolution Remote Sensing Imagery. *Scientific Reports*, **7**, Article No. 1375. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-01582-x>
- [13] “山东速生丰产林发展的实证分析与对策研究”课题组. 山东省速生丰产林发展的实证分析[J]. 中国农村经济, 2004(4): 29-33+39.
- [14] Zubair, M. and Garforth, C. (2006) Farm Level Tree Planting in Pakistan: The Role of Farmers' Perceptions and Attitudes. *Agroforestry Systems*, **66**, 217-229. <https://doi.org/10.1007/s10457-005-8846-z>
- [15] Salam, M.A., Noguchi, T. and Koike, M. (2000) Understanding Why Farmers Plant Trees in the Homestead Agroforestry in Bangladesh. *Agroforestry Systems*, **50**, 77-93. <https://doi.org/10.1023/A:1006403101782>
- [16] 朱泽. “民工潮”问题的现状、成因和对策[J]. 中国农村经济, 1993(12): 33-36.
- [17] 韦祖汉. 农业结构调整对粮食安全的影响及其规避途径[J]. 中国农学通报, 2004(4): 307-309.
- [18] 余军师, 李伟. 浅谈合理利用农村耕地[J]. 经济研究导刊, 2010(23): 48-49.