

Research on the Cropland Landscape Pattern Changes in Guanzhong Plain during the Past 30 Years

Fan Liang^{1,2}, Jianhong Liu^{1,2*}

¹Shaanxi Key Laboratory of Earth Surface System and Environmental Carrying Capacity, Northwest University, Xi'an Shaanxi

²College of Urban and Environmental Science, Northwest University, Xi'an Shaanxi
Email: liangfan0610@163.com, *jhliu@nwu.edu.cn

Received: Aug. 20th, 2018; accepted: Sep. 5th, 2018; published: Sep. 13th, 2018

Abstract

The change of cropland landscape patterns is of great significance to agricultural planning and regional cropland utilization. Based on six vector datasets of cropland of Guanzhong Plain from 1980s to 2015, this paper firstly utilized the dynamic degree and the position index to analyze cultivated land changes in different municipal administrative regions, and then used the grids of different scales to analyze the change trend and scale effect of the landscape pattern of cultivated land in Guanzhong Plain. Results showed that: 1) In the six stages of dynamic change of cultivated land, most administrative regions showed negative changes, except in Xi'an from 1980s to 1990 and in Baoji from 2005 to 2010. 2) During the study period, the cropland use in Weinan was the most intensive and the use intensity was kept strengthened. The intensiveness of cropland use in Xi'an was the lowest, and the reduction speed was accelerated, indicating the contradiction between the development of regional economy and the protection of cultivated land. 3) The total cropland area in Guanzhong Plain is reduced by "encircling". At the same time, the distribution of cropland area index shows the characteristics of "encirclement" and the distribution of reducing area centered on Xi'an is "radial". 4) At 1 KM * 1 KM grid scale, the aggravation and weakening of cropland fragmentation is characterized by mixed distribution, but with the increase of grid scale, the aggravation and weakening of cropland fragmentation are aggravated obviously and the degree of aggregation is aggravated.

Keywords

Cropland, Landscape Pattern, Guanzhong Plain, Temporal and Spatial Variation, Scale Effect

近30年关中平原耕地景观格局变化研究

梁 凡^{1,2}, 刘建红^{1,2*}

*通讯作者。

¹西北大学, 陕西省地表系统与环境承载力重点实验室, 陕西 西安

²西北大学, 城市与环境学院, 陕西 西安

Email: liangfan0610@163.com, *jhliu@nwu.edu.cn

收稿日期: 2018年8月20日; 录用日期: 2018年9月5日; 发布日期: 2018年9月13日

摘要

耕地景观格局的变化对农业规划和耕地的合理利用具有重要的意义。本文以关中平原1980年代到2015年的六期耕地的矢量数据为基础, 首先对不同市级行政区域耕地的动态度和耕地区位指数进行分析, 然后以不同尺度的网格为分析单元, 分析关中平原耕地景观格局随时间的变化趋势和尺度效应。研究结果表明: 1) 在六期的耕地动态度变化中, 除了西安市1980年至1990年和宝鸡市2005年至2010年的耕地是正向变化, 其他时期都是负向变化。2) 在研究期间, 渭南市的耕地集约程度最高, 耕地开发力度不断增强; 西安市的集约程度最低, 耕地减少速度不断加快, 地区经济的发展与耕地保护的矛盾加深。3) 研究区耕地总面积以“蚕食”的方式减少, 同时耕地面积指数的布局呈现“环围式”的特征, 减少区域以西安市为中心呈“放射型”分布。4) 在1×1 KM网格尺度下, 耕地的破碎化现象加重与减弱的区域表现为混合分布的特征, 但随着网格尺度的增加, 耕地破碎化现象加重和减弱区域各自聚集。

关键词

耕地, 景观格局, 关中平原, 时空变化, 尺度效应

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

1. 引言

耕地是农业发展的重要物质基础, 及时准确地分析耕地变化特征, 对促进耕地保护及优化布局等方面具有重要意义[1]。随着经济社会和城镇化的快速发展, 土地供需矛盾日益尖锐, 不断增长的人口数量、日益减少的耕地、不断退化的土壤肥力等问题都对国家粮食安全战略构成威胁, 其中耕地数量的减少和破碎化现象的加剧在这些问题中显得尤为突出[2]。耕地破碎化是指由于一些人为或者非人为因素的干扰, 使原来连续的耕地要素变成不连续的斑块镶嵌体的过程, 表现为板块数量增加、平均面积缩小、形状不规则和异质性增强等生态空间现象, 是耕地变化的一种外在表现[3]。耕地破碎化程度的加深使耕地的可利用性大幅度的降低, 对农业生产率造成较大程度的影响, 不利于农业现代化和规模化发展。了解区域耕地的空间形态演变可以为耕地的规划与管理提供数据基础, 也可以为耕地的可持续提供参考。

景观格局是指景观的空间结构特征, 是景观组成单元的类型、数目及空间分布与配置, 是景观异质性在空间上的综合表现[4] [5] [6] [7]。目前在耕地景观格局的研究中, 由于目的不同和关注点的不同, 采取的数据指标和分析方法各有不同。例如陈帷胜等通过构建耕地破碎化评价模型, 对宁波市耕地破碎化主要集中在通过利用不同意义的景观格局指数的综合分析[8]; 宁松瑞等对同一行政区域的不同经济发展阶段地区进行研究, 探索耕地变化与经济发展的关系[9]; 彭文甫等通过利用因子分析方法分析影响耕地变化的经济、社会等因素, 探究耕地面积变化的驱动力[10] [11] [12]; 张慧等利用 ArcGIS 空间分析功能,

探讨村级间耕地规模化整理难易程度, 并采取障碍诊断分析方法制约耕地规模化整理的限制因素[13][14][15]等等。然而, 耕地的破碎化不是瞬间的结果, 而是一个长期的动态过程[6], 为了更加清晰和明确地表现出耕地景观格局的现状与变化趋势, 对于耕地的景观格局研究不能仅局限在对于耕地地理空间上的数值研究, 还需要对在长时间跨度下的耕地景观格局的动态变化进行分析。

关中平原是我国西北地区自然条件相对优越的区域之一, 耕地资源丰富, 土地耕作历史悠久, 农业生产发达。同时, 关中平原也是我国西北最重要的城市群的载体。以西安市为中心的关中城市群, 在全国区域经济格局中具有重要的战略意义。然而, 随着西部大开发战略、西咸一体化、“一带一路”战略的大力实施, 给耕地带来了巨大的压力, 一方面要保证粮食生产, 另一方面又要满足日益扩大的城市对农产品的多种需求。随着城镇化的不断深入, 城建用地急剧扩张, 人均耕地不断减少, 耕地的数量、用途和格局逐渐发生变化[10]。因此, 了解和掌握关中平原耕地景观格局的时空演变规律, 对该区域耕地的合理利用, 促进区域经济建设和社会发展具有重要意义。

鉴于此, 本文以关中平原 1980s 代到 2015 年的六期耕地的矢量数据为基础, 对不同市级行政区域下耕地的动态度和区位指数进行分析, 同时通过以不同尺度的网格为分析单元, 分析关中平原耕地景观格局随时间的变化趋势和尺度效应, 探索近 30 年来关中平原耕地景观格局的时空变化特征, 以期为关中平原耕地的合理利用和可持续发展提供参考。

2. 研究区与数据

2.1. 研究区概况

关中平原位于东经 106°18'~110°37'、北纬 33°35'~35°50'之间, 地处黄土高原与秦岭山地之间(见图 1)。西起宝鸡峡, 东迄潼关港口, 东西长约 360 km, 总面积 39,064.5 km², 耕地所占比例为 45%左右[15]。区域气候属大陆性季风气候, 处于暖温带半湿润与半干旱气候过渡地带, 四季分明、降水集中、雨热同季。由于关中平原是由河流冲积和黄土堆积形成, 因此地形平坦, 土壤质量较高, 水源丰富, 适合种植农作

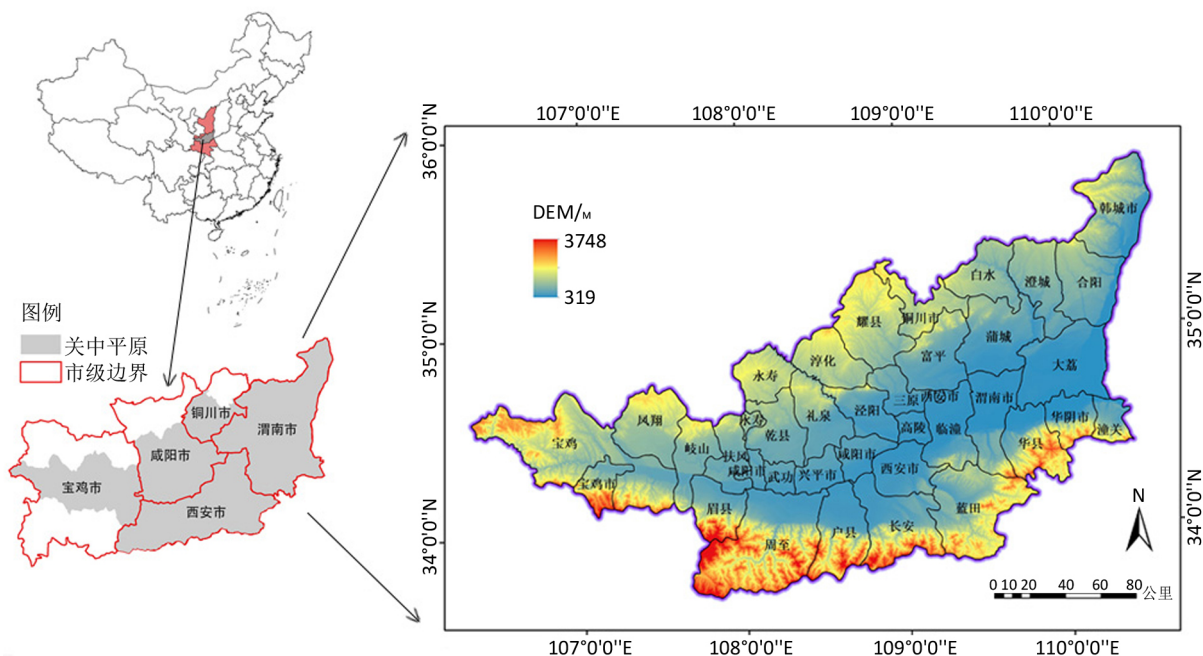


Figure 1. Location of the study area
图 1. 研究区地理位置

物, 是我国粮食主产区之一。小麦种植面积占耕地面积 50% 左右, 棉花主要分布于泾惠渠、洛惠渠、渭惠渠 3 大灌区。但是, 近年来由于城市化和市场经济的杠杆作用, 城郊大量耕地由粮食生产转变为蔬菜瓜果生产。

2.2. 数据来源与处理

耕地数据为关中平原 1980s 代到 2015 年的六期(1980 s、1990 s、2000 年、2005 年、2010 年、2015 年) 土地利用数据中的耕地矢量数据, 来源于中科院全国 1:10 万土地利用数据库[16] [17]。为了分析关中平原近 30 年的耕地景观格局变化, 本文先以市级行政区为单元分析各行政区耕地的动态度和区位指数的分析, 然后以网格单元计算不同尺度下对耕地的面积指数和形状指数, 并对其时空变化和尺度效应进行分析。

由于原始数据是基于 30 米分辨率的遥感影像勾画的, 并不是精确到每个耕地地块的图斑数据, 并且对矢量斑块进行了融合, 使得某个县的耕地矢量可能全部合并成了一个斑块, 因此该矢量数据与实际耕地地块数目并不一致, 因此无法利用 Fragstats 软件进行常规的景观格局指数计算。为了进一步对耕地景观格局的变化状况进行细节分析, 探究不同行政区域下耕地景观格局变化特征, 本文通过 ArcGIS 软件中的 Fishnet 工具, 生成 1×1 KM、 2×2 KM、 3×3 KM、 4×4 KM 和 5×5 KM 的网格, 以网格为单元对六期耕地矢量数据进行切割, 再计算不同尺度下每个网格单元耕地的面积指数和形状指数。

3. 方法

3.1. 基于行政单元的分析

由于关中平原区域面积较大, 因此根据关中平原的行政边界对市级区域下耕地景观格局的变化布局进行分区分析, 通过动态度[18]和区位指数[19]对耕地景观格局的变化状况进行细节分析, 探究不同区域下耕地景观格局变化特征。

1) 动态度

动态度即耕地的变化速度, 代表一定时间内耕地的数量变化情况[18], 对预测耕地变化趋势有积极地作用, 表达式为:

$$K = \frac{(U_b - U_a)}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (1)$$

式中: K 为耕地动态度; U_a 、 U_b 分别为研究初期及研究期末耕地面积, T 为研究时长。 $K > 0$, 说明土地正向变化, 总体增加; $K < 0$, 说明土地负向变化, 总体减少, K 的绝对值越大反映耕地变化速度越快。

2) 区位指数

区位指数代表耕地的分布状况, 反映某子区域耕地的布局相对于在整个研究区耕地的聚集程度[19], 表达式为:

$$Q = \frac{U_i/S_i}{\sum_{i=1}^n U_i / \sum_{i=1}^n S_i} \quad (2)$$

式中: Q 为某区域耕地的区位指数, U_i 为第 i 个子区域耕地的面积, S_i 为第 i 个子区域土地总面积, n 为整个研究区中的子区域数。 $Q > 1$, 说明该子区域耕地的聚集程度高于整个研究区; $Q < 1$, 说明该子区域耕地的聚集程度低于整个研究区。

3.2. 基于空间网格的分析

3.2.1. 景观指数的选择与计算

目前对景观格局进行分析的指数已有 200 多个[3], 常用的指数包括景观格局组成单元的数量、大小、

形状、分离度、优势度、面积指数、景观多样性等。由于本文数据的原因, 许多指数无法计算, 同时一些指数存在研究意义重复的问题, 因此本文选择了面积指数[4]与形状指数[4]两个指标对关中平原耕地的景观特征进行分析。

1) 面积指数

面积指数 P_i 的计算以一个网格为单位, 计算网格内耕地面积与网格面积的比值, 面积指数值越大, 说明该网格内耕地所占的比重越大。计算公式如下:

$$P_i = \frac{A_i}{B_i} \quad (3)$$

式中, A_i 为第 i 个网格内耕地斑块的面积, B_i 为网格的面积。

2) 形状指数

形状指数 D_i 的计算方法为网格内斑块周长与等面积的圆周长之比值, 常用来表示斑块的发育程度、斑块边界的复杂程度。形状指数值越大, 说明斑块周长越发达, 圆形斑块比值为 1, 计算公式如下:

$$D_i = \frac{P_i}{2\sqrt{\pi \cdot A_i}} \quad (4)$$

式中, P_i 为第 i 个网格内耕地斑块的周长, A_i 为第 i 个网格内耕地斑块的面积, 形状指数越大, 表示耕地斑块越破碎。

计算 1980 s 到 2015 年 6 期数据的面积指数可以分析关中平原耕地数量的动态变化; 通过计算 6 期数据的形状指数可以研究耕地斑块破碎化的变化情况, 最后通过对不同尺度下面积指数和形状指数的变化, 研究耕地景观格局的尺度效应。

3.2.2. 不同网格尺度下的格局分析

在对于景观格局指数的研究中, 景观格局在多尺度上表现的空间异质性与生态系统变化过程的相互作用, 即对同一景观格局采用不同尺度的研究分析有着重要意义[4]。因此本文以 $1 \times 1 \text{ KM}$ 的网格尺度为基准, 并把 $2 \times 2 \text{ KM}$ 、 $3 \times 3 \text{ KM}$ 、 $4 \times 4 \text{ KM}$ 和 $5 \times 5 \text{ KM}$ 的网格尺度作为对比研究, 分析与探究耕地景观格局在不同网格尺度下的分布和变化特征的异同, 探究最佳尺度下的景观格局尺度, 更好的展现耕地景观格局分布与变化的特点, 使研究的结果更加全面可靠。

4. 结果与分析

4.1. 耕地景观格局的区域分析

关中平原根据其市级行政边界分为 5 个区域, 分别是宝鸡市、铜川市、渭南市、西安市、咸阳市, 其中宝鸡市、铜川市和咸阳市仅研究其在关中平原的覆盖范围。本文通过计算这 5 个区域的地利用动态度(公式 1)和土地利用区位指数(公式 2), 研究不同行政区下耕地的变化速度与聚集程度。

在六期的耕地动态变化中, 除了西安市 1980 年至 1990 年和宝鸡市 2005 年至 2010 年的耕地状况是正向变化, 其他时期都是负向变化。在 5 个区域中, 铜川市和渭南市的整体动态变化趋势较为相似, 都处于负向变化, 且变化速度较小, 咸阳市次之, 但 1990 年至 2000 年咸阳市耕地的负向变化速度达到 5 个区域的最大值; 西安市的整体变化幅度和变化速度最大, 1980 年至 1990 年耕地为正向增加, 从 1990 年至 2005 年耕地出现大幅度的负向减少, 并且减少速度不断增加, 2005 年至 2010 年耕地减少速度有所缓解, 但耕地仍处于负向减少的状态, 2010 年至 2015 年达到减少速度进一步加深, 达到历年减少速度最大值; 宝鸡市在 2005 年至 2010 年出现正向变化, 其他时期都处于负向变化, 并逐年加快(见图 2)。

1980s 至 2015 年期间关中平原各市的耕地区位指数变化如表 1 所示。由表 1 可以看出, 渭南市的区

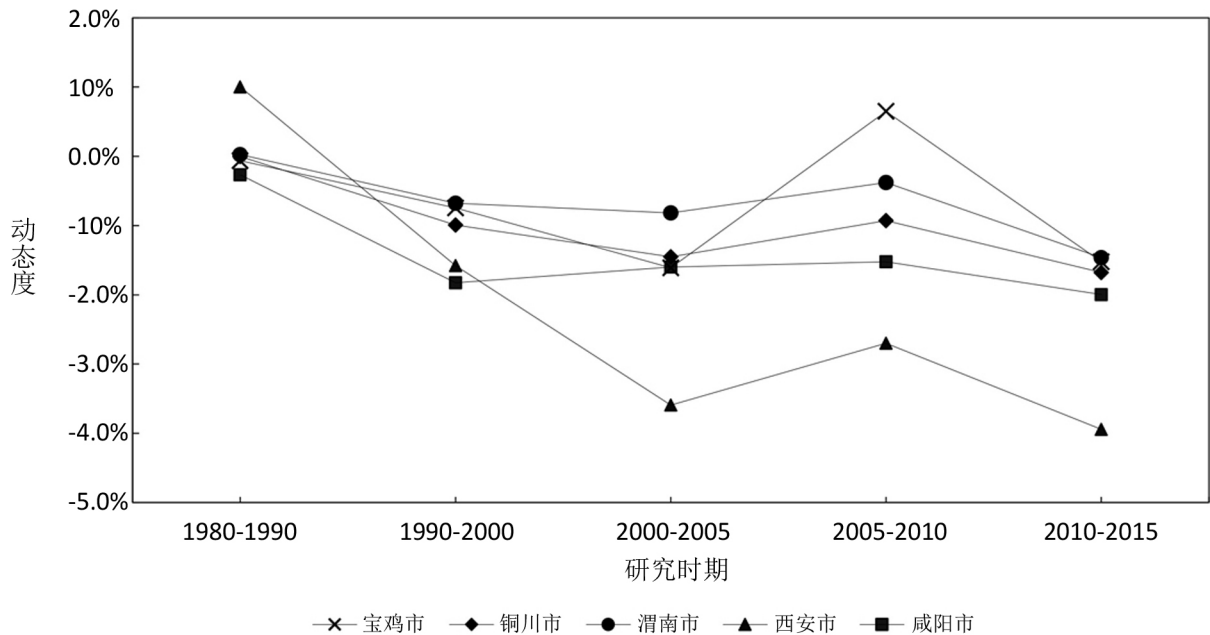


Figure 2. The dynamic degree of cultivated land in Guanzhong Plain from 1980 to 2015
图 2. 1980 年至 2015 年关中平原耕地的动态度

Table 1. The location index of cultivated land in Guanzhong Plain from 1980 to 2015
表 1. 1980 年至 2015 年关中平原耕地的区位指数

名称	1980 年	1990 年	2000 年	2005 年	2010 年	2015 年
宝鸡市	0.553	0.552	0.554	0.554	0.563	0.566
铜川市	0.566	0.566	0.566	0.568	0.568	0.570
渭南市	4.792	4.787	4.809	4.850	4.879	4.908
西安市	0.542	0.547	0.545	0.534	0.525	0.514
咸阳市	0.982	0.978	0.972	0.972	0.967	0.967

位指数最高, 而西安市的区位指数最低, 表明渭南市的耕地集约度最高, 西安市的耕地的集约利用程度最低。渭南市的区位指数一直保持在较高的数值, 整体也在逐年提高, 说明渭南市的耕地集约程度在不断的提高, 耕地的开发力度在不断增强。咸阳市、宝鸡市、铜川市和西安市的耕地集约度一直处于较低水平, 随着时间的推移, 宝鸡市和铜川市的区位指数在不断的增加, 耕地集约程度有所提升, 但西安市和咸阳市的区位指数都在不断的减小, 耕地的集约度在不断的减小, 说明随着西咸一体化的推进和城镇建设不断加快[20] [21], 城乡居民居住建设用地大规模扩张, 不可避免地占用大量宝贵的耕地资源, 这使在发展地区经济的发展与耕地保护的矛盾加深。

4.2. 基准网格尺度的分析

4.2.1. 面积指数的时空变化分析

在 1×1 KM 网格尺度下, 关中平原的耕地面积指数整体呈现为总体面积指数较高和“中部高、外围低”的分布特点(见图 3)。

在关中平原的外围区域存在不同程度的集合区域, 其中, 中、低指数聚集区域(面积指数为 0.0~0.7)主要集中在关中平原的外围, 高指数聚集区域(面积指数为 0.7~1.0)主要分布在关中平原中部的东北部和

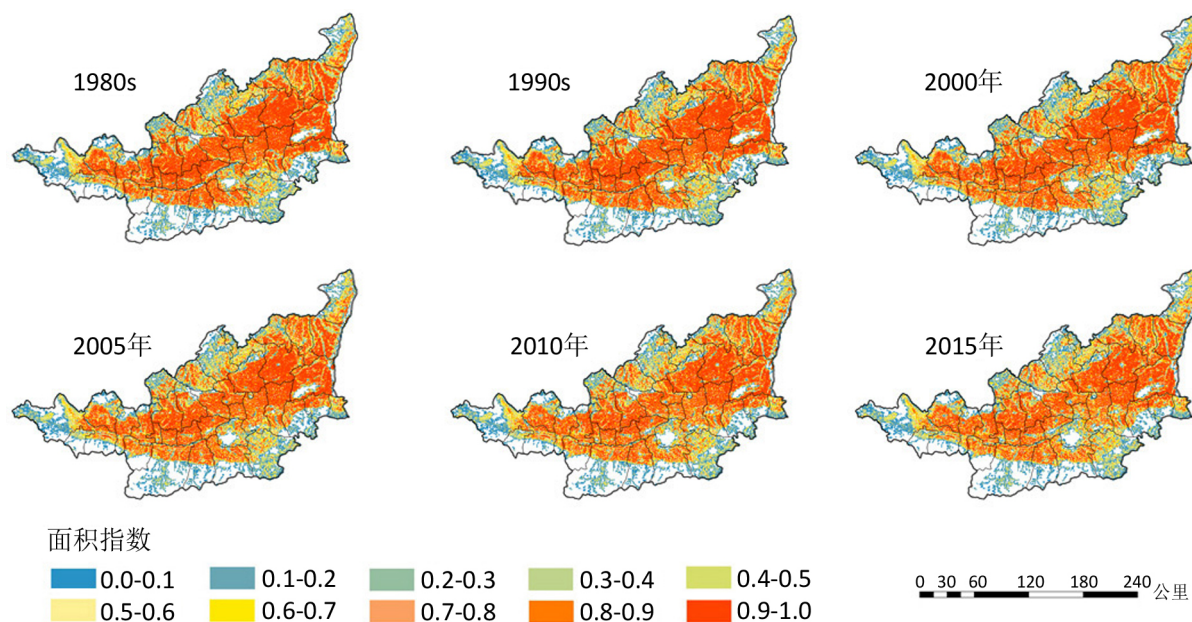


Figure 3. Spatial distribution of cropland acreage index in Guanzhong Plain from 1980 to 2015 under the grid of 1×1 km
图 3. 1980~2015 年关中平原 1×1 KM 网格下耕地面积指数的空间布局

西南部。在这六期的耕地面积指数分布图中, 关中平原中部的高指数聚集区域的聚集程度随着时间的推移在不断地消减, 其中西南部的聚集程度出现了一定程度的降低, 同时外围区域的中、低密度聚集区域在不断地向中部地区延伸和扩展。

为了分析耕地面积指数的变化, 本文用后一期的耕地面积指数减去前一期的耕地面积指数, 例如用 1990 s 的面积指数减去 1980 s 的面积指数, 得到 1980 s~1990 s 每个网格单元面积指数的变化。由于耕地矢量数据是由人工数字化得到的, 各期数据之间不可避免存在人为误差, 因此本文以 $-0.05 \sim 0.05$ 为允许误差, 认为在该范围内实际上面积指数的变化是由于数字化的原因产生的。同时, 本文为了更加清晰明显的体现出历年关中平原耕地的格局变化, 通过多种范围划分标准的对比, 最终, 将面积指数差值分为如下几级: 大幅降低(小于 -0.6)、中幅降低($-0.6 \sim -0.2$)、小幅变化($-0.2 \sim -0.05$)、不变($-0.05 \sim 0.05$)、小幅增加($0.05 \sim 0.2$)、中幅增加($0.2 \sim 0.6$)、大幅增加(大于 0.6), 达到更好的变化分析。

从 1980 年至 1990 年减少区域分布较为零散, 局部出现增加程度较深的零碎化区域; 1990 年至 2000 年减少区域相对增加, 布局分散, 没有形成明显的聚集区域; 2000 年至 2005 年的减少区域分散程度有所降低, 但减少程度有所加深, 较为集中分布在西安市附近; 2005 年至 2010 年, 增减区域呈现全范围的覆盖, 减少区域集中于西安市周边的现象加重, 平原四周出现程度较深的增加区域; 2010 年至 2015 年, 减少区域的分散程度有大幅度的降低, 出现了集聚放射的现象, 主要集中在西安市市辖区周边, 整体成放射性发展, 并且整体的减少程度都有一定程度的加深, 增加区域极少, 基本不存在。

在 1980 年至 2015 年耕地面积指数的总体变化中: 减少区域基本上是全范围的覆盖, 同时减少程度较深的区域主要集聚在中部地区, 即以西安市市辖区为中心, 成放射性分布, 同时外围区域局部也存在较深程度的减少区域, 但分布较为零散; 增加区域主要集中在关中平原的外围, 没有形成较为集中的区域, 局部出现增加程度较高的零碎区域(见图 4)。

由于在小尺度 1×1 KM 网格下进行分析, 因此面积指数在 $0.9 \sim 1.0$ 的数值范围内所占比重较大。从 1980 年到 2015 年, 指数在 $0.9 \sim 1.0$ 数值范围内的比重在不断的下降, 且下降幅度最大; 在 $0 \sim 0.5$ 和 $0.8 \sim 0.9$ 数值范围内, 数值所占比重的变化幅度较小; 在 $0.5 \sim 0.8$ 数值范围内, 比重有增加趋势, 但是其增加幅度较小(见图 5)。

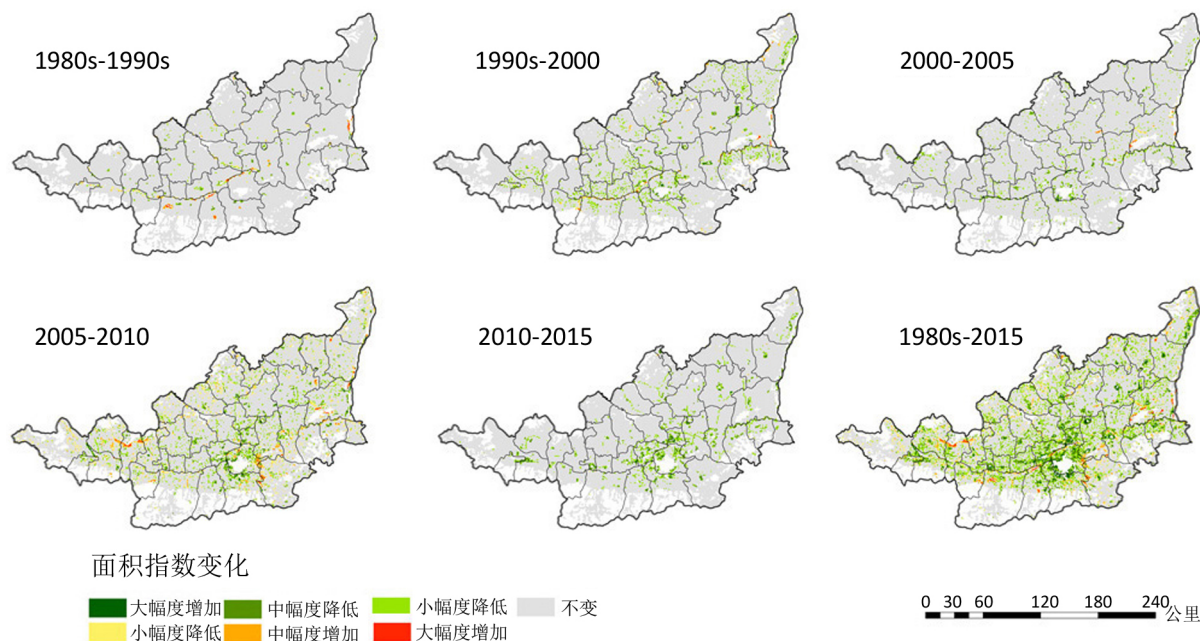


Figure 4. Spatial variations of cropland acreage index in Guanzhong Plain from 1980 to 2015 under the grid of 1×1 km
图 4. 1980~2015 年关中平原 1×1 KM 网格下耕地面积指数变化区域的空间布局

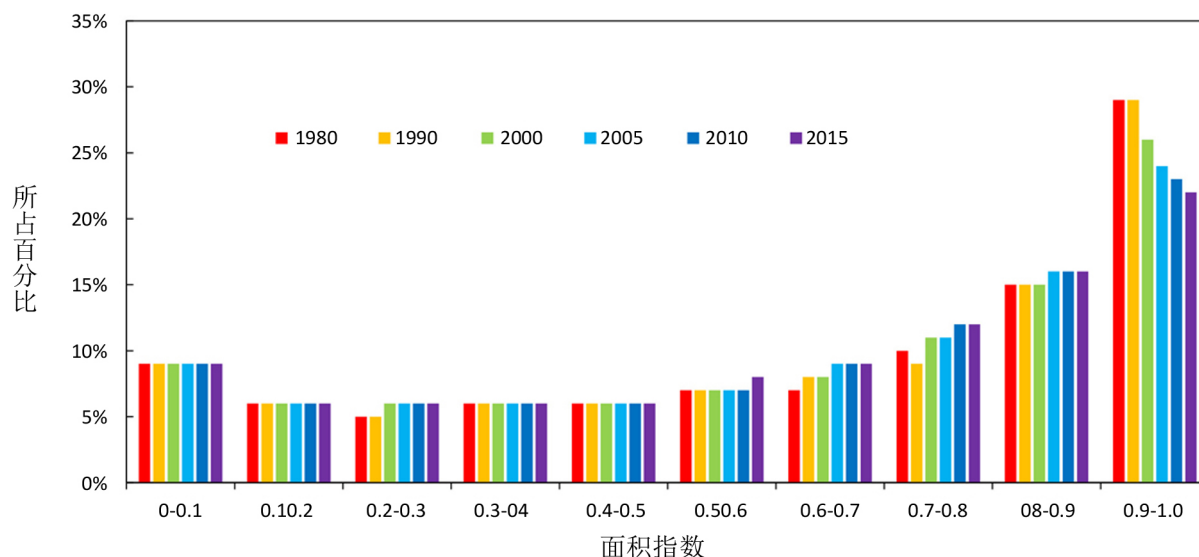


Figure 5. Statistics of cropland acreage index from 1980 to 2015 under the grid of 1×1 km
图 5. 1980~2015 年关中平原 1×1 KM 网格下的耕地面积指数统计

4.2.2. 形状指数的时空变化分析

在 1×1 KM 网格尺度下, 耕地的形状指数整体数值随着时间的推移在不断增加(见图 6)。据统计, 从 1980 年至 2015 年, 关中平原耕地形状指数大于 2 的网格所占百分比从研究初期的 17% 增加到 25%, 这说明关中平原的整体耕地的破碎化现象在不断地加剧, 其中, 关中平原的边缘地带局部出现了较为集中的高程度破碎化的区域, 但由于 1×1 KM 的网格尺度较小, 从 1980 年至 2015 年关中平原的整体耕地破碎化程度的分布局部变化没有较为明显的显示出来。

同样, 以后一期的形状指数减去前一期的形状指数, 得到研究区不同时段耕地形状指数的变化。最

终按照指数变化分级如下：大幅降低(小于-0.6)、中幅降低(-0.6~-0.2)、小幅变化(-0.2~-0.05)、不变(-0.05~0.05)、小幅增加(0.05~0.2)、中幅增加(0.2~0.6)、大幅增加(大于 0.6)，结果如图 7 所示。

从 1980 年至 1990 年，区域的整体破碎化程度变化区域较少，没有明显的分布特征；从 1990 年至 2000 年，耕地的破碎化出现了集聚的现象，主要集中在关中平原西南部和东北部，与耕地高密度的聚集区域基本重合；从 2000 年至 2005 年，关中平原的耕地出现了大范围的破碎化程度加深的演变过程。据

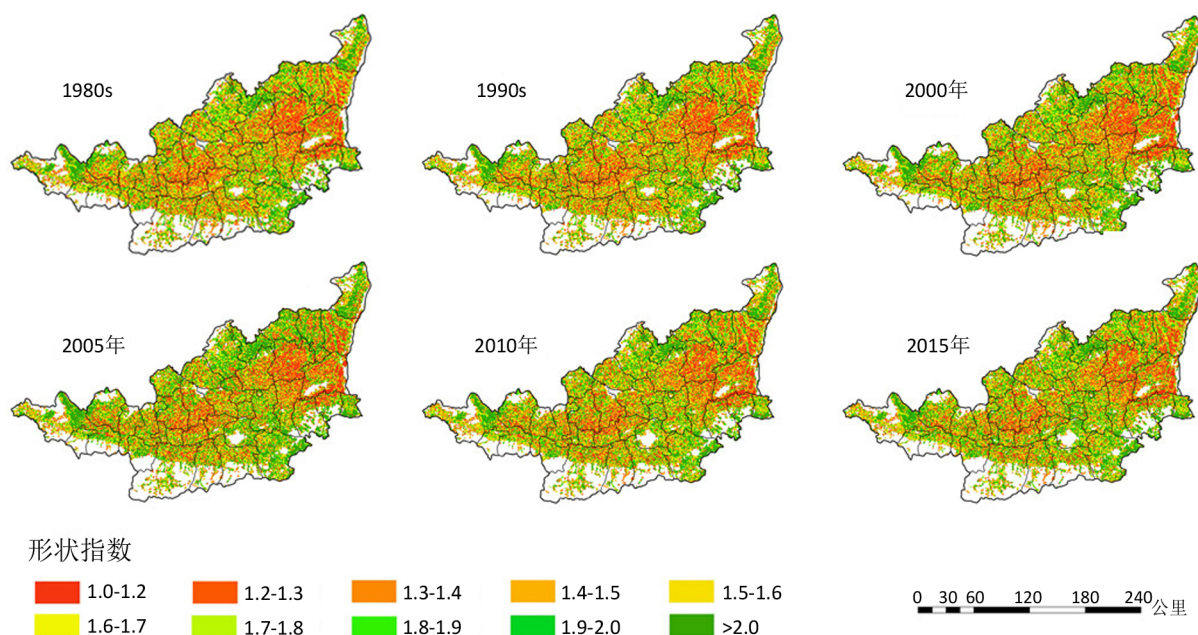


Figure 6. Spatial distribution of cropland shape index in Guanzhong Plain from 1980 to 2015 under the grid of $1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$
图 6. 1980~2015 年关中平原 $1 \times 1 \text{ KM}$ 网格下耕地形状指数的空间布局

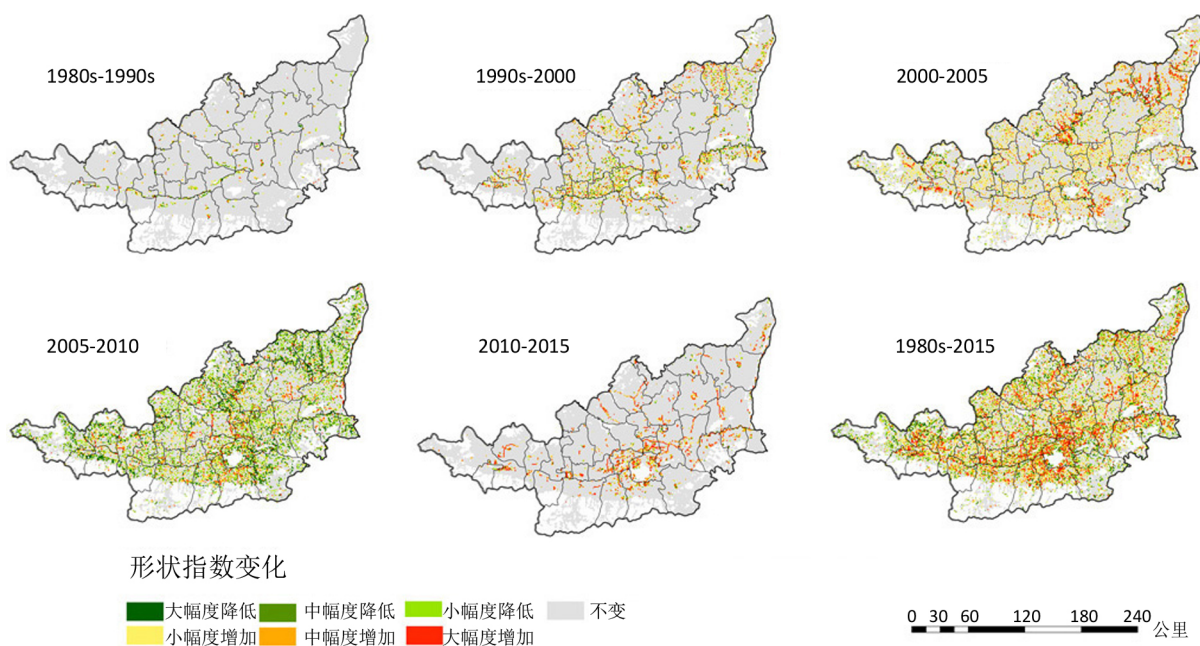


Figure 7. Spatial patterns of cropland shape index change from 1980 to 2015 under the grid of $1 \times 1 \text{ km}$
图 7. 1980~2015 年关中平原 $1 \times 1 \text{ KM}$ 网格下耕地形状指数变化区域的空间布局

统计,在此期间,形状指数大于2的网格所占百分比从19%增加到24%,说明大量的耕地被利用,转为其他土地利用类型,但同时大范围存在破碎化缓解的现象,呈现破碎化混合布局的特点;从2005年至2010年,耕地破碎化现象有所缓解,形状指数大于2的网格所占百分比从24%降低到20%,但由于在此期间的耕地密度指数仍在减少,说明耕地的零碎斑块被继续利用,关中平原以“蚕食”的方式消耗零碎耕地,同时,关中平原边缘地带出现局部破碎化降低的现象,这与关中平原周边耕地密度增加的现象相一致;从2010年至2015年,破碎化演变状况以西安市市辖区为中心,成放射性分布,不再大面积的覆盖,与此期间的面积指数变化布局特点基本一致,但在此期间,形状指数大于2的网格所占百分比从20%增加到25%,耕地破碎化程度进一步加深。

总体来说,从1980年至2015年,关中平原的耕地破碎化演变布局表现为:整体破碎化程度加深,但由于1KM×1KM网格尺度较小,因此耕地的破碎化程度加深和破碎化程度缓解混合布局,在西安市市辖区局部出现破碎化程度较深的零碎区域。

4.3. 耕地景观格局变化的尺度效应分析

耕地景观格局的尺度效应分析通过1×1KM、2×2KM、3×3KM、4×4KM和5×5KM网格尺度下关中平原从1980至2015年面积指数和形状指数的变化进行对比分析,研究不同网格尺度下耕地的格局变化特征。

4.3.1. 面积指数的尺度效应

不同尺度下1980s~2015年关中平原耕地的面积指数变化如图8所示。从图8可以看出,不同尺度下近30年关中平原耕地的面积指数变化在空间都呈现出以西安城区为中心的环状分布特征、沿主要道路的线状分布特征,与关中平原主要城市和重要道路的空间分布十分吻合,具体表现为从中心耕地面积指数降低幅度大,外围面积指数降低幅度小。并且,随着网格尺度的增大,这种特征越来越明显。

4.3.2. 形状指数的尺度效应

不同网格尺度下关中平原1980s~2015年耕地形状指数变化的结果如图9所示。在1×1KM网格尺

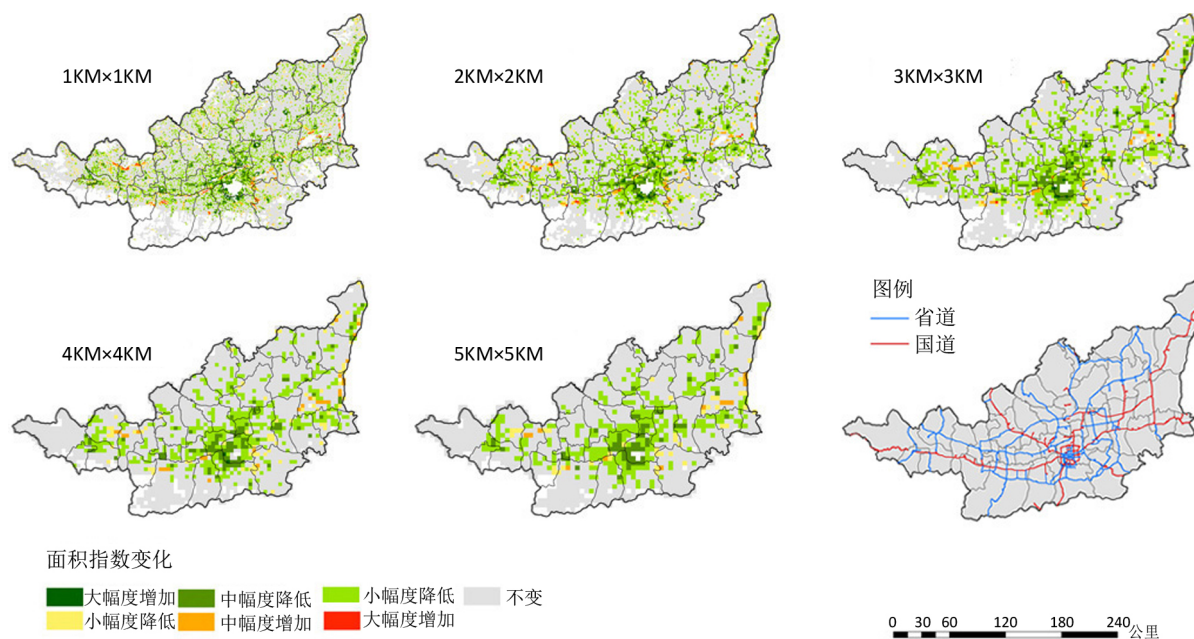


Figure 8. Spatial patterns of cropland acreage index change in Guanzhong Plain from 1980 to 2015 at different grid scales
图 8. 不同网格尺度下关中平原耕地面积指数变化(1980~2015年)的空间格局

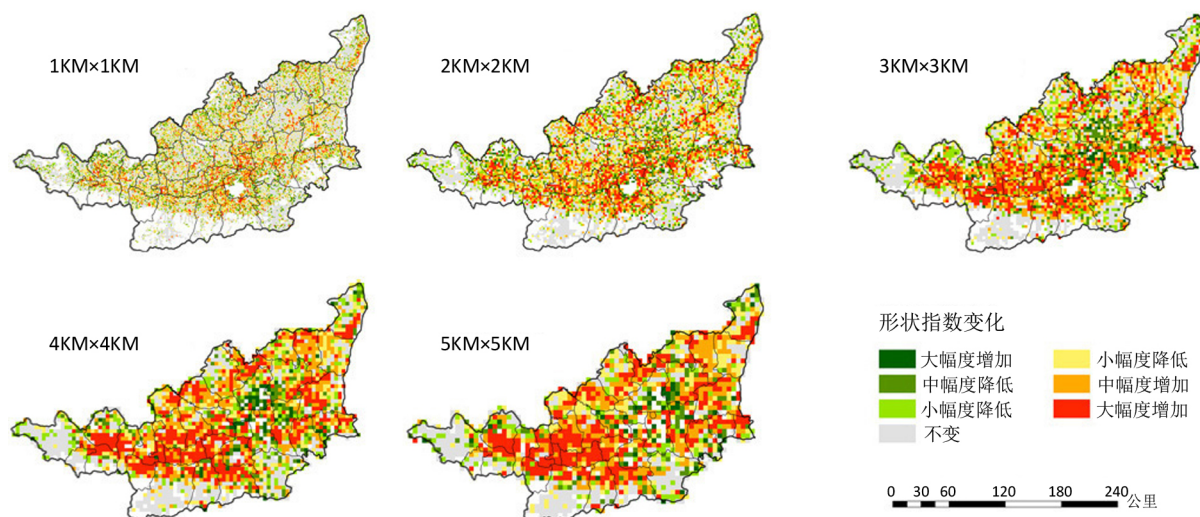


Figure 9. Spatial patterns of cropland acreage index change in Guanzhong Plain from 1980 to 2015 at different grid scales
图 9. 不同网格尺度下关中平原耕地形状指数变化(1980~2015 年)的空间格局

度下, 由于网格尺度较小, 所以关中平原耕地的形状指数分布较为分散, 没有形成明显的聚集区域, 呈现指数增减区域混合分布的特征。但随着网格尺度的增加, 指数的聚集现象开始加深, 在西安市市辖区的西部和关中平原的东北部形成较大区域的指数增加的聚集区域, 同时在西安市市辖区的东北部和关中平原边缘地区出现指数减少的区域, 但分布较为分散。

5. 结论与讨论

通过对陕西省关中平原中不同市级区域下耕地的动态度和区位指数的计算和分析, 以及在 $1 \times 1 \text{ KM}$ 、 $2 \times 2 \text{ KM}$ 、 $3 \times 3 \text{ KM}$ 、 $4 \times 4 \text{ KM}$ 和 $5 \times 5 \text{ KM}$ 网格尺度下对耕地景观指数的分布和变化分析, 对耕地景观格局的分布与变化进行总结如下:

1) 在六期的耕地动态度变化中, 除了西安市 1980 年至 1990 年和宝鸡市 2005 年至 2010 年的耕地是正向变化, 其他时期都是负向变化。铜川市和渭南市的整体动态度变化趋势较为相似; 西安市的整体变化幅度和变化速度最大, 2010 年至 2015 年耕地减少速度达到最高值; 宝鸡市在 2005 年至 2010 年出现正向变化, 其他时期都处于负向变化, 并逐年加快。

2) 从 1980 年至 2015 年, 渭南市耕地集约度最高, 并逐年提高, 而西安市的集约度最低; 咸阳市、宝鸡市、铜川市和西安市的耕地集约度一直处于较低水平, 其中西安市和咸阳市随着城镇建设和工业化不断的加快, 耕地集约程度不断的降低, 地区经济的发展与耕地保护的矛盾加深。

3) 近 30 年关中平原耕地的总面积是减少的, 耕地面积指数由高比例向中高比例发展, 其中面积指数幅度变化在 0.6 和 0.2 的界线下的布局变化最为明显。另一方面, 关中平原耕地面积指数呈现“环围式”的布局特征, 从内至外, 以“蚕食”的方式, 不断的下降。减少区域以西安市为中心呈“放射型”分布, 外围出现了小范围的指数减少的聚集区域。随着网格尺度的增加, 指数减少区域的辐射特征越弱, 指数增加区域的边缘现象越强。

4) 在关中平原耕地破碎化的变化布局中, 由于网格尺度的不同, 其变化布局存在一定的差异。在小网格尺度下, 关中平原的耕地的破碎化现象加重与减弱的区域为混合分布特征。但随着网格尺度的增加, 耕地破碎化现象加重和减弱区域形成各自的聚集区域: 破碎化加重的区域主要在西安市市辖区的西部和关中平原的东北部; 破碎化减弱区域主要在西安市市辖区的东北部。

通过对关中平原耕地从 1980s 代至 2015 年的景观格局的分析, 可以看出关中平原的耕地比重在不断

的降低, 破碎化现象也在逐年加剧, 尤其是西安市市辖区周边的耕地密度降低和破碎化程度的加深, 充分说明城市建设的快速发展对于耕地产生了较大影响。因此, 在城镇化的快速发展过程中, 对于耕地的保护与管理是刻不容缓。

基金项目

国家自然科学基金青年基金(批准号: 41401494), 中国博士后科学基金(批准号: 2014M552475), 陕西省教育厅基金(批准号: 14JK1745)。

参考文献

- [1] 于杰, 宁静, 董芳辰, 等. 1950-2013年三江平原东北部耕地分布变化特征分析[J]. 干旱区资源与环境, 2017(12): 79-86.
- [2] 霍艳杰. 城市化发展与耕地保护研究——以西安市为例[J]. 干旱区资源与环境, 2008, 22(4): 34-40.
- [3] 孟越男, 雒占福, 张万萍. 1995-2010年西宁市城区土地景观破碎化时空演变特征研究[J]. 干旱区资源与环境, 2014, 28(4): 35-41.
- [4] 邬建国. 景观生态学: 格局过程、尺度与等级[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [5] IIASA (1999) Can China Feed Itself. A System for Evaluation of Policy Options by Gerhard K. Heilig. http://www.iiisa.ac.at/Research/SRD/China_Food/index_m.htm
- [6] Brown Lester R. (1995) Who Will Feed China Wake up Call for a Small Planet. New York Norton and Company Inc, New York, 1-27.
- [7] 于兴修, 杨桂山, 李恒鹏. 典型流域土地利用/土地覆盖变化及其景观生态效益——以浙江西里溪流域为例[J]. 自然资源学报, 2003(1): 13-19.
- [8] 陈帷胜, 冯秀丽, 马仁锋, 洪巧娜. 耕地破碎度评价方法与实证研究——以浙江省宁波市为例[J]. 中国土地科学, 2016, 30(5): 80-87.
- [9] 彭文甫, 周介铭. 近50年四川省耕地变化分析[J]. 资源科学, 2005, 27(3): 79-85.
- [10] 任志远, 李冬玉, 杨勇. 关中地区土地利用格局模拟与驱动力分析[J]. 测绘科学, 2011, 36(1): 105-108.
- [11] 杨勇, 任志远. 关中地区土地利用综合分区及对策研究[J]. 地理研究, 2010, 29(1): 154-162.
- [12] 张慧, 臧亮, 赵红安, 李葛, 朱永明. 景观格局视角下平山县耕地规模化整理潜力评价[J]. 水土保持研究, 2017, 24(3): 308-313.
- [13] Skinner, M.W., Kuhn, R.G. and Joseph, A.E. (2001) Agricultural Land Protection in China: A Case Study of Local Governance in Zhejiang Province. *Land Use Policy*, **18**, 329-340. [https://doi.org/10.1016/S0264-8377\(01\)00026-6](https://doi.org/10.1016/S0264-8377(01)00026-6)
- [14] 徐嘉兴, 李钢, 陈国良. 基于logistic回归模型的矿区土地利用演变驱动力分析[J]. 农业工程学报, 2012, 28(20): 247-255.
- [15] 杜金龙, 朱记伟, 解建仓, 马增辉. 近25a关中地区土地利用及其景观格局变化[J]. 干旱区研究, 2018(1): 217-226.
- [16] 刘纪远, 张增祥, 庄大方, 王一谋, 周万村, 张树文, 李仁东, 江南, 吴世新. 20世纪90年代中国土地利用变化时空特征及其成因分析[J]. 地理研究, 2003.
- [17] Liu, J.Y., Kuang, W.H., Zhang, Z.X., et al. (2014) Spatiotemporal Characteristics, Patterns, and Causes of Land-Use Changes in China Since the Late 1980s. *Journal of Geographical Sciences*, **24**, 195-210. <https://doi.org/10.1007/s11442-014-1082-6>
- [18] 王秀兰, 包玉海. 土地利用动态变化方法探讨[J]. 地理科学进展, 1999, 18(1): 81-87.
- [19] 鞠正山. PSR框架下1991-2001年全国土地利用/覆被时空特征变化研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国农业大学, 2003.
- [20] 吴业, 杨桂山, 万荣荣. 耕地变化与社会经济发展关系研究进展[J]. 地理科学研究, 2008, 27(1): 90-98.
- [21] 徐焕, 付碧宏, 郭强, 时丕龙, 薛国梁. 西咸一体化过程与城市扩展研究[J]. 遥感学报, 2018, 22(2): 347-359.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2164-5507，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：hjas@hanspub.org