

成都市耕地非农化时空格局演变及其影响因素

余双双

西南民族大学公共管理学院, 四川 成都

收稿日期: 2025年2月12日; 录用日期: 2025年3月4日; 发布日期: 2025年3月13日

摘要

研究目的: 探究2000~2020年成都市耕地非农化的时空格局变化特征以及影响因素, 以期为该市制定耕地保护政策和防止耕地非农化提供理论依据。**研究方法:** 以成都市为研究区, 利用土地利用数据和社会经济统计数据, 采用重心迁移模型、核密度分析以及地理探测器等方法揭示2000~2020年成都市耕地非农化时空分布特征以及影响因素。**研究结果:** (1) 2000~2020年成都市耕地非农化面积呈现出“增-减-增”的波动上升趋势, 耕地非农化面积为126662.76 hm², 非农化率为13.92%。耕地非农化主要转变类型中农村居民点用地占比最大。(2) 耕地非农化面积最大的4个区县依次是双流区、郫都区、新都区 and 龙泉驿区。耕地非农化重心整体上从锦江区向西南方向迁移12.38 km至武侯区。耕地非农化中部地区高于四周, 核密度最大值为678.183, 主要集中在锦江区、武侯区、青羊区等中心城区。(3) 地区生产总值、城镇人口以及常住人口是成都市耕地非农化最主要的影响因素, 三者解释率分别为89.82%、89.20%、83.69%。**研究结论:** 2000~2020年成都市耕地非农化现象具有显著特征, 一方面在时间上呈现波动性, 另一方面在空间上有较强异质性, 本质上是社会、经济因素综合作用的结果。因此, 本文建议通过优化土地利用规划、加强耕地保护执法以及开展农村居民点用地整治等措施治理耕地非农化。

关键词

耕地非农化, 时空格局演变, 核密度分析, 地理探测器, 成都市

The Evolution of Space-Time Pattern and Influencing Factors of Non-Agriculturalization of Cultivated Land in Chengdu City

Shuangshuang Yu

School of Public Administration, Southwest Minzu University, Chengdu Sichuan

Received: Feb. 12th, 2025; accepted: Mar. 4th, 2025; published: Mar. 13th, 2025

Abstract

Research objective: To investigate the changing characteristics of the space-time pattern of cultivated land non-agriculturalization and influencing factors in Chengdu City from 2000 to 2020, it is expected to provide a theoretical basis for the city to formulate cultivated land protection policies and prevent cultivated land de-agrarianization. **Research Methods:** Taking Chengdu City as the study area, using land use data and socio-economic statistics, the spatial and temporal distribution characteristics and the influencing factors of cropland de-farming in Chengdu City from 2000 to 2020 were revealed by adopting methods such as the center of gravity migration model, kernel density analysis and geodetector. **Research results:** (1) From 2000 to 2020, the non-agriculturalized area of cultivated land in Chengdu City showed a fluctuating upward trend of “increase-decrease-increase”, with the non-agriculturalized area of cultivated land of 126662.76 hm² and the non-agriculturalization rate of 13.92%. The proportion of rural settlement land is the largest among the main types of non-agricultural transformation of cultivated land. (2) The four districts and counties with the largest area of non-agriculturalization of cultivated land are Shuangliu District, Pidu District, Xindu District and Longquanyi District in that order. The center of gravity of cultivated land non-agriculturalization as a whole migrated 12.38 km from Jinjiang District to Wuhou District in a southwesterly direction. Cultivated land non-agriculturalization in the central area is higher than in the surrounding area, and the maximum value of kernel density is 678.183, which is mainly concentrated in the central urban areas such as Jinjiang District, Wuhou District and Qingyang District. (3) GDP, urban population and resident population are the most important factors influencing the non-agriculturalization of cultivated land in Chengdu, with an explanation rate of 89.82%, 89.20% and 83.69%, respectively. **Research Conclusions:** The phenomenon of cultivated land de-farming in Chengdu City from 2000 to 2020 has significant characteristics, showing volatility in time and strong heterogeneity in space, which is essentially the result of the combined effect of social and economic factors. Therefore, this paper suggests measures to combat the non-agriculturalization of cultivated land by optimizing land-use planning, strengthening enforcement of cultivated land protection and carrying out land remediation for rural settlements.

Keywords

Non-Agriculturalization of Cultivated Land, Evolution of Space-Time Patterns, Kernel Density Analysis, Geodetector, Chengdu City

Copyright © 2025 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

粮食安全构成了国家安全不可或缺的基石，而耕地保护则是这一基石得以稳固的根本策略。为了保护耕地，我国制定和实施了诸如划定永久基本农田、耕地占补平衡等一系列政策和措施[1]。然而，随着社会经济不断发展，大量耕地在城市边界不断扩张下转为建设用地，耕地非农化问题愈发显著，这对耕地保护及粮食安全构成了严峻挑战。2020年，在国务院办公厅印发的《关于坚决制止耕地“非农化”行为的通知》中明确强调了要严禁耕地非农化行为。因此，在新时代的背景下，如何有效防止耕地非农化已成为我们保护耕地资源和维护国家粮食安全的重要课题[2]。

目前，学术界针对耕地非农化的研究比较丰富，归结起来主要聚焦于四大方面，分别是耕地非农化

时空分布现状、驱动因素探究、多元研究尺度、定量研究方法。在时空分布现状方面,李丹等[3]运用 GIS 空间分析方法研究黑龙江省耕地非农化空间分布格局问题,张孝宇等[4]运用空间洛仑兹曲线揭示了武汉市耕地非农化空间非均衡发展问题。在驱动因素探究方面,多数学者都认同耕地非农化受自然和社会经济两方面共同影响,其中自然因素是基础,而经济发展、人口增长、城镇化、产业结构调整等社会经济因素是耕地非农化的主要影响因素,如丁书培等[5]将福州市作为研究区发现其耕地非农化是自然因素和社会经济因素共同作用的结果,自然因素主要是高程和坡度,社会经济因素主要是城镇化和人口增长;杨玉钱等[6]在探究滇中城市群耕地非农化空间演变路径之后运用主成分分析发现农业人口和国有固定资产投资是其主要驱动因素。在多元研究尺度上,现有研究多聚焦于国家层面、省级层面、市级层面,如马才学等[7]通过构建指标体系测算了中国耕地非农化压力指数,发现东部沿海发达地区耕地非农化程度高的同时压力指数也比较大,夏照亮等[8]运用重心迁移模型发现 1980~2020 年贵州省耕地非农化迁移路径表现为由东南向西北迁移的趋势,李宏鹏等[9]从市域尺度发现延安市近 20 年耕地非农化集中发生在地势平缓的河谷地区。在定量研究方法上,多采用 GIS 空间分析、重心迁移模型、核密度估计以及标准差椭圆模型来研究耕地非农化的时空演变特征[10]-[12],驱动因素分析则多采用地理探测器、GTWR 模型以及主成分分析等方法[13] [14]。

综合来看,现有研究多聚焦于较大研究尺度,较少关注县域尺度,并且也较少关注成都平原这一粮食主产区。因而本文选取成都平原典型城市成都市作为研究区域,将研究期分为 2000~2005 年、2005~2010 年、2010~2015 年和 2015~2020 年 4 个时间段,基于 5 期土地利用数据和社会经济统计数据,采用 ArcGIS 空间分析工具、重心迁移模型、核密度分析、地理探测器等方法,探究 2000~2020 年成都市及其 20 个区县耕地非农化的时空格局演变特征以及影响因素,以期为成都市耕地保护政策制定以及遏制耕地非农化提供参考。

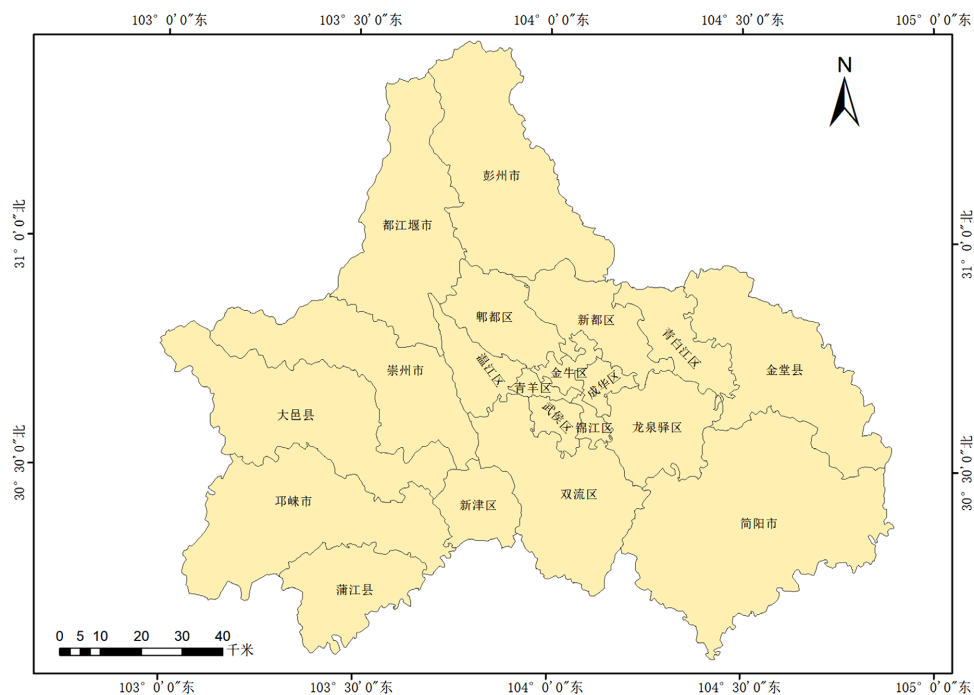
2. 研究区概况与数据来源

2.1. 研究区概况

成都市位于四川省中部,是四川省的省会城市,地理位置介于东经 102°54'至 104°53'、北纬 30°05'至 31°26',其土地总面积为 14335 km²。同时成都市位于四川盆地西部边缘,地貌以平原、山地和丘陵为主,其中平原占比 60%以上,地势由西北向东南倾斜。基于成都市 2000 和 2020 年的土地利用数据,成都市 2000 年耕地和建设用地面积分别为 910074.78 hm²、123207.48 hm²,成都市 2020 年耕地和建设用地面积分别为 791764.11 hm²、229763.70 hm²。截至 2020 年,成都市下辖锦江区等 12 个区、蒲江县等 3 个县、都江堰市等 5 个县级市,年末总人口为 1519.7 万人,城镇化率为 78.77%,全年实现地区生产总值 17716.7 亿元。成都市行政区划如图 1 所示。

2.2. 数据来源及处理

本文以成都市所管辖的 20 个区县作为研究区域,研究期跨度为 2000~2020 年。其中,2000 年、2005 年、2010 年、2015 年以及 2020 年一共 5 期 30 m 分辨率的土地利用栅格数据获取于中国科学院资源环境科学数据中心,用于提取不同时段成都市耕地非农化面积。首先利用 ArcGIS10.2 软件中的重分类工具对地类进行合并,从而提取出耕地和建设用地图斑,然后运用空间叠加分析工具识别得到不同时段耕地和建设用地相交的图斑,以此为基础统计耕地非农化面积。国内学者对于耕地非农化的定义有广义和狭义两种,其中第一种广义定义是指耕地由农业部门向非农业部门的转变过程,而第二种狭义定义则主要是指耕地转变为建设用地,本研究采纳第二种定义。另外,成都市行政边界数据来源于自然资源部标准地图服务网站,社会经济统计数据主要通过《成都市统计年鉴》《四川省统计年鉴》获取。



注：该图基于自然资源部标准底图服务网站下载的审图号为 GS(20119)1822 号的标准地图制作，底图无修改，下同。

Figure 1. Administrative division map of Chengdu City

图 1. 成都市行政区划图

3. 研究方法

3.1. 耕地非农化率

耕地非农化率是对耕地非农化程度的表述。它是指某个时段研究区耕地非农化面积与该研究时段初期耕地总面积的比重，其公式为：

$$V_i = \frac{\Delta S}{S_i} \times 100 \quad (1)$$

式中： i 为时间段， V_i 为某时间段耕地非农化率， ΔS 为某研究时段耕地非农化面积， S_i 为某研究时段初期的耕地总面积。

3.2. 重心迁移模型

重心迁移模型常应用于探究和分析研究区域内某地理要素的空间位置分布特点，能够清晰地展示出在不同时间段某地理要素在空间演变过程中具体的迁移方向及其迁移距离[15]。本文利用此模型揭示成都市 2000~2020 年耕地非农化的空间转移趋势。首先将研究区域划分为 n 个独立的评价单元，然后借助 ArcGIS10.2 软件中的几何计算功能计算出每个评价单元的几何中心点的坐标，再用每个评价单元的中心坐标与各自评价单元内的耕地非农化面积进行相乘并且对所得乘积进行累加，最后用累加和除以整个研究区域内耕地非农化的总面积，从而计算出在特定研究时间点研究区域耕地非农化的重心坐标。其公式为：

$$X_t = \frac{\sum_{i=1}^n (M_i \times X_i)}{\sum_{i=1}^n M_i} \quad (2)$$

$$Y_t = \frac{\sum_{i=1}^n (M_i \times Y_i)}{\sum_{i=1}^n M_i} \quad (3)$$

式中: (X_t, Y_t) 是研究区耕地非农化空间分布重心坐标, (X_i, Y_i) 是第 i 个评价单元的几何中心点的坐标, M_i 是第 i 个评价单元在某一个研究时点的耕地非农化面积。

重心转移距离(L): 研究区域前后两个研究时点的耕地非农化重心之间的直线距离, 公式为:

$$L = \sqrt{(X'_t - X_t)^2 + (Y'_t - Y_t)^2} \quad (4)$$

式中: (X'_t, Y'_t) 为研究区域相对于 (X_t, Y_t) 后一个研究时点的耕地非农化的重心坐标。

3.3. 核密度分析

核密度分析是一种运用核函数的空间统计分析方法, 它基于给定的点或线要素数据计算出每个单位面积上的量值分布, 并将这些离散的点或线要素拟合为光滑锥状表面, 从而评估特定区域内的空间密度。具体来说, 它通过计算每个样本点周围一定范围内的点密度, 从而得出整个研究区域的密度分布图[16]。核密度分析可以刻画耕地非农化的空间聚集特征, 探究耕地非农化分布的具体位置, 核密度值能够直观反映出耕地非农化在空间上的聚集程度: 值越大, 说明集聚程度越高, 反之则越低。其公式为:

$$f(x) = \frac{1}{n \times h} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - x_i}{h}\right) \quad (5)$$

式中: n 为数据的个数; h 为带宽, 经过多次试验选取带宽 $h = 8000$; K 为核密度函数; $(x - x_i)$ 为点 x 到点 x_i 之间的距离。

3.4. 地理探测器

地理探测器作为一种设计用于空间分析领域的统计模型, 于 2016 年由王劲峰等人提出, 其核心目的在于深入探究地理现象的空间分异性特征, 并揭示这些特征背后所隐藏的影响因素[17]。它包含四个探测器, 分别是分异及因子探测器、交互作用探测器、风险区探测器以及生态探测器。综合考虑实际, 本文采用前两个探测器来探究所选影响因子对耕地非农化的影响程度以及各影响因子之间的交互作用。

(1) 分异及因子探测器。这一探测器是用来研究某因子即自变量 X 在多大程度上解释了因变量 Y 的空间分异。这通常通过计算 q 值来衡量, 其公式为:

$$q = 1 - \frac{\sum_{m=1}^L N_m \times \sigma^2_m}{N \times \sigma^2} \quad (6)$$

式中: L 为分区或分类数量, N_m 、 N 分别为层 m 和研究区单元数, σ^2_m 、 σ^2 分别为子区 m 和研究区因变量 Y 的方差。 $q \in [0, 1]$, q 值越大说明 Y 的空间分异性越明显, 同时如果分层是由自变量 X 生成的, 则 q 值越大表示自变量 X 对属性 Y 的解释力越强, 反之越弱。

(2) 交互作用探测器。识别不同影响因子 X_s 之间的交互作用, 换句话说就是研究两个因子共同作用时是增加还是降低对因变量 Y 的解释率, 或者这些因子对 Y 的影响是否是相互独立的。这通常通过比较因子单独作用时的 q 值与交互作用时的 q 值来实现。两因子交互作用关系可以分为双因子增强、独立、非线性增强、非线性减弱和单因子非线性减弱 5 种类型。

4. 结果与分析

4.1. 成都市耕地非农化的时空变化特征

4.1.1. 成都市耕地非农化规模的总体变化特征

将研究期分为 2000~2005 年、2005~2010 年、2010~2015 年和 2015~2020 年 4 个时间段, 利用 ArcGIS10.2

软件的空间叠加分析工具计算得出成都市这 4 个时间段的耕地非农化面积以及非农化率，其结果如图 2 所示。从整体上来看，2000~2020 年成都市耕地非农化面积变化呈现出“增 - 减 - 增”的波动上升趋势，耕地非农化率变化趋势与其基本一致，研究期耕地非农化面积为 126662.76 hm²，非农化率为 13.92%。其中，2015~2020 年耕地非农化面积达到最高值，为 58542.84 hm²，同时非农化率也攀升至最高点，为 7.17%，说明这一时期耕地非农化现象最为严重；2010~2015 年耕地非农化面积降至最低，为 21299.49 hm²，非农化率也相应下滑至最低值，为 2.55%，表明这一时期有较少的耕地发生了耕地非农化。

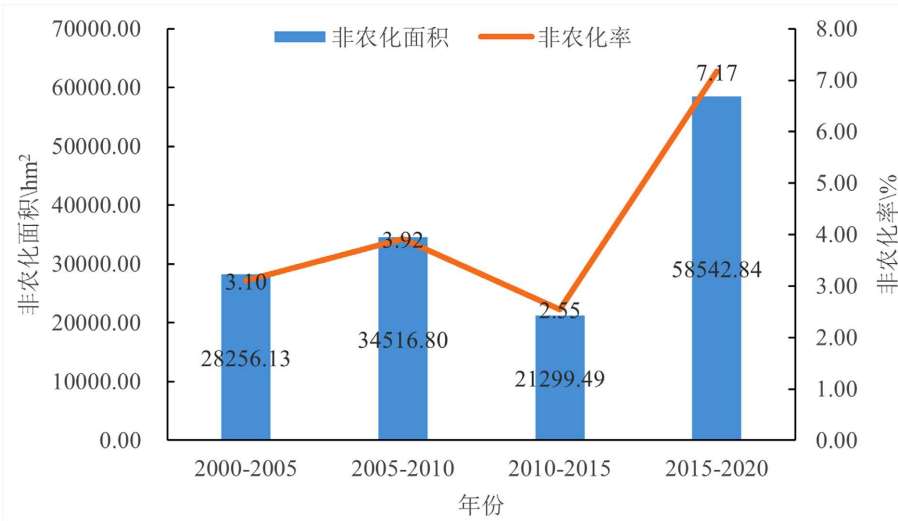


Figure 2. Time variation of non-agriculturalization of arable land in Chengdu City, 2000~2020
图 2. 2000~2020 年成都市耕地非农化时间变化

从耕地非农化类型演变特征来看，由表 1 可知，总的来看，2000~2020 年成都市耕地非农化的主要转变类型是农村居民点用地，面积为 50064.12 hm²，占比 39.53%。其中，城镇用地变化趋势为先降低后增长，最高值出现在 2000~2005 年，面积为 14422.05 hm²，占比 51.04%，2010~2015 年达到最低值，面积为 2059.29 hm²，占比 9.67%。农村居民点用地变化趋势也是先降后增，2000~2005 年面积最大为 11743.38 hm²，占比 41.56%，2010~2015 面积最小为 3397.32 hm²，占比 15.95%。其他建设用地主要为工业、交通用地，其变化趋势与前两种用地相反，表现为先增长后降低，2010~2015 年达到最高值，面积为 15842.88 hm²，占比 74.38%，2000~2005 年面积最小为 2090.7 hm²，占比 7.40%。虽然各时期耕地非农化的主要转变类型有差异，但总的来说随着经济社会快速发展以及人口的大量增长，大量耕地被占用以满足人们生产和生活需要，这些耕地被转为住宅、工业用地、交通设施等建设用地。

Table 1. Evolution of the type of non-agriculturalization of arable land in Chengdu City, 2000~2020
表 1. 2000~2020 年成都市耕地非农化类型演变

年份	城镇用地		农村居民点用地		其他建设用地	
	面积/hm ²	占比/%	面积/hm ²	占比/%	面积/hm ²	占比/%
2000~2005	14422.05	51.04	11743.38	41.56	2090.70	7.40
2005~2010	16801.11	48.68	8896.59	25.77	8819.10	25.55
2010~2015	2059.29	9.67	3397.32	15.95	15842.88	74.38
2015~2020	7614.45	13.01	34292.88	58.58	16635.51	28.42
2000~2020	41397.75	32.68	50064.12	39.53	35200.89	27.79

4.1.2. 各区县耕地非农化规模的变化特征

利用 ArcGIS10.2 软件分区统计得到 4 个时间段成都市各区县耕地非农化面积(表 2)。总体上, 2000~2020 年成都市耕地非农化发生区域主要集中在经济快速发展、城镇化进程不断加快的区域。2000~2020 年成都市耕地非农化最严重的 4 个区县依次是双流区、郫都区、新都区 and 龙泉驿区, 面积分别为 21488.18 hm²、11553.41 hm²、9411.71 hm²、9404.46 hm²; 耕地非农化面积最小的 4 个区县依次是青羊区、蒲江县、锦江区和成华区, 面积分别为 1713.59 hm²、1959.19 hm²、1984.48 hm²、2412.03 hm²。分区县来看, 成都市耕地非农化具有空间差异, 按照耕地非农化面积变化趋势可以分为 5 类。第 1 类变化趋势特征为“减-减-减”, 仅有锦江区属于这种类型; 第 2 类特征为“增-增-增”, 有青白江区和新津区; 第 3 类特征为“减-增-增”, 包括金堂县、简阳市和新都区; 第 4 类特征为“减-减-增”, 有金牛区、武侯区和温江区; 其余 11 个区县则属于第 5 种“增-减-增”类型, 与成都市整体耕地非农化变化趋势一致。

Table 2. Cultivated land non-farming area in Chengdu City by district and county, 2000~2020
表 2. 2000~2020 年成都市各区县耕地非农化面积

行政区	2000~2005 年	2005~2010 年	2010~2015 年	2015~2020 年	2000~2020 年
锦江区	1178.71	542.10	283.99	261.35	1984.48
青羊区	656.67	705.42	91.30	388.69	1713.59
金牛区	2130.31	997.36	98.00	449.33	3476.96
武侯区	2759.85	1454.09	7.60	406.71	4627.88
成华区	498.52	1497.26	141.78	693.66	2412.03
龙泉驿区	2214.52	2825.89	1904.76	3667.76	9404.46
青白江区	967.84	1536.85	1899.95	2744.31	6552.08
新都区	2701.83	2208.92	2346.61	3828.82	9411.71
温江区	1825.35	1641.61	646.26	2772.46	6489.40
双流区	3973.27	5915.03	3771.73	11401.14	21488.18
郫都区	3667.41	3854.76	865.24	4019.44	11553.41
新津区	606.80	770.66	1241.00	2477.87	4146.91
简阳市	1046.27	456.43	803.34	5179.17	7040.56
都江堰市	1073.51	1869.86	976.14	1692.48	5035.76
彭州市	234.65	2251.16	1058.88	2563.11	5509.81
邛崃市	413.47	1505.66	1002.33	3587.40	5775.35
崇州市	544.39	1609.01	981.68	4738.07	7083.17
金堂县	988.74	809.40	2254.13	3331.41	6040.27
大邑县	496.82	1219.94	650.22	3300.98	4954.08
蒲江县	276.73	844.15	273.94	1036.17	1959.19
总计	28256.13	34516.8	21299.49	58542.84	126662.76

4.2. 成都市耕地非农化的时空分异特征

4.2.1. 成都市耕地非农化重心及迁移路径

为了进一步探究成都市耕地非农化时空演变特征, 借助重心迁移模型得到各时段耕地非农化迁移距离与迁移方向, 结果见表 3 和图 3。总的来看, 2000~2020 年成都市耕地非农化重心总共迁移 25.4 km。

与 2000~2005 年相比, 2005~2010 年成都市耕地非农化重心位置由锦江区向西北方向迁移至青羊区, 迁移距离为 12.38 km; 2010~2015 年相较于上一时期, 耕地非农化重心位置向东南方向迁移 7.43 km, 仍然在青羊区; 2015~2020 年相较于上一时期, 耕地非农化重心位置由青羊区向西南方向迁移 5.59 km 至武侯区。从成都市耕地非农化重心迁移距离来看, 随时间推移, 各时期迁移距离持续减少, 这表明成都市耕地非农化的空间不均衡现象正在逐渐减弱, 耕地非农化的空间格局正趋向于稳定状态; 而从迁移方向来看, 成都市耕地非农化整体上呈现向西南转移的趋势。

Table 3. Spatial evolution path of non-agriculturalization of arable land in Chengdu City, 2000~2020
表 3. 2000~2020 年成都市耕地非农化的空间演变路径

时期	2000~2005	2005~2010	2010~2015	2015~2020
重心位置	104.07°E, 30.65°N	103.95°E, 30.68°N	104.03°E, 30.67°N	104.02°E, 30.63°N
相对上一时期的重心迁移距离(km)	—	12.38	7.43	5.59
相对上一时期的迁移方向	—	西北	东南	西南

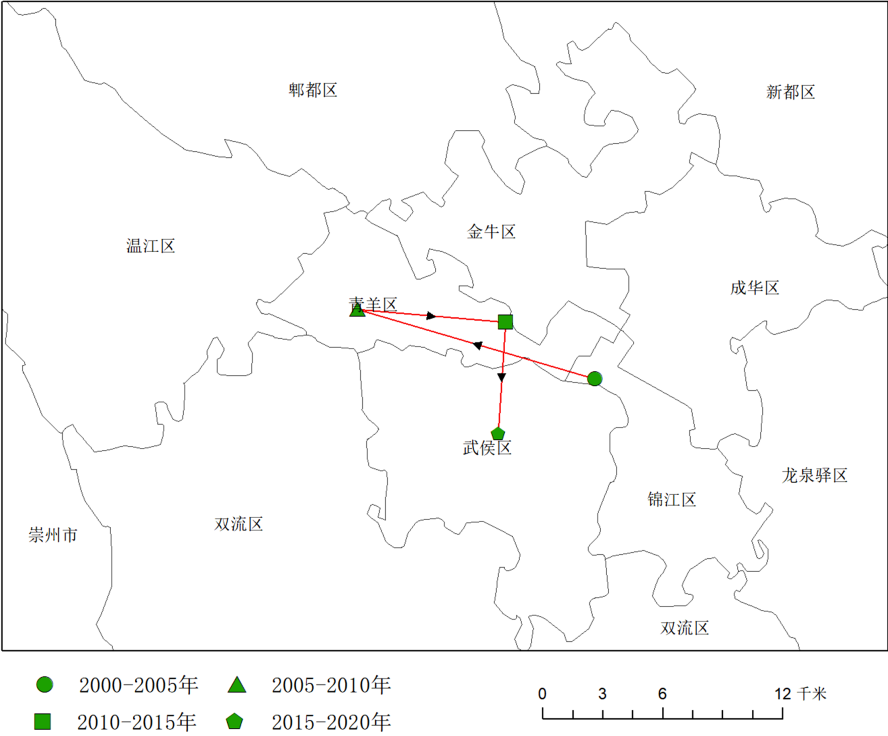


Figure 3. Centers of gravity and migration paths of non-agriculturalization of arable land in Chengdu City, 2000~2020
图 3. 2000~2020 年成都市耕地非农化重心及迁移路径

4.2.2. 成都市耕地非农化核密度分析

为了更清楚展现成都市耕地非农化的热点区域, 分析耕地非农化的时空变化特征, 运用 ArcGIS10.2 软件将成都市耕地非农化栅格数据进行转点, 然后利用空间分析工具中的密度分析得到 2000~2020 年成都市耕地非农化核密度分析图(图 4)。从整体上来看, 成都市 2000~2020 年耕地非农化水平中部地区高于四周地区, 核密度最大值为 678.183, 锦江区、武侯区、青羊区、金牛区、双流区、温江区、郫都区、新

都区、青白江区、龙泉驿区附近是核密度高值区，可以看出成都市中心城区是耕地非农化聚集程度高的区域；金堂县、崇州市是耕地非农化次集中区域。2000~2005 年成都市耕地非农化程度较低，主要分布于锦江区、武侯区、青羊区、金牛区、温江区南部、新都区中部、郫都区南部、双流区北部和龙泉驿区西南部地区这些中心城区。2005~2010 年成都市耕地非农化更加严重，在上一时期的基础上继续向周边扩散，成华区、彭州市和都江堰市也有较多耕地发生了非农化。2010~2015 年耕地非农化聚集程度与上一时期相比更加分散，耕地非农化主要分布在双流区、新津区、龙泉驿区、新都区、青白江区和金堂县。2015~2020 年耕地非农化现象加重，核密度最大值为 365.422，双流区、简阳市、新都区 and 青白江区是聚集程度最高的区域，这一阶段也是整个研究期耕地非农化分布区域最广泛的时期。双流区和龙泉驿区西南部在 4 个时间段都是核密度高值区。由图 4 可知，耕地非农化多发生在经济、城镇化快速发展的区域。研究期初期城市发展水平较低，此时耕地非农化多发生在城市中心区域，随着工业化和城镇化的迅速发展，人口也不断增多，建设用地不断由中心区域向四周扩张，有限的建设用地加上经济发展的迫切需求导致城乡发展与田争地的矛盾逐渐突出，大量耕地被侵占转为建设用地。结合成都市的地形地貌来看，成都市 60% 以上都是平原，土壤肥沃，适宜建设城镇和发展农业，但是土地面积是相对有限的。一方面是承担守住耕地红线的责任，一方面又是经济建设的需要，这其中必然会发生耕地非农化行为。

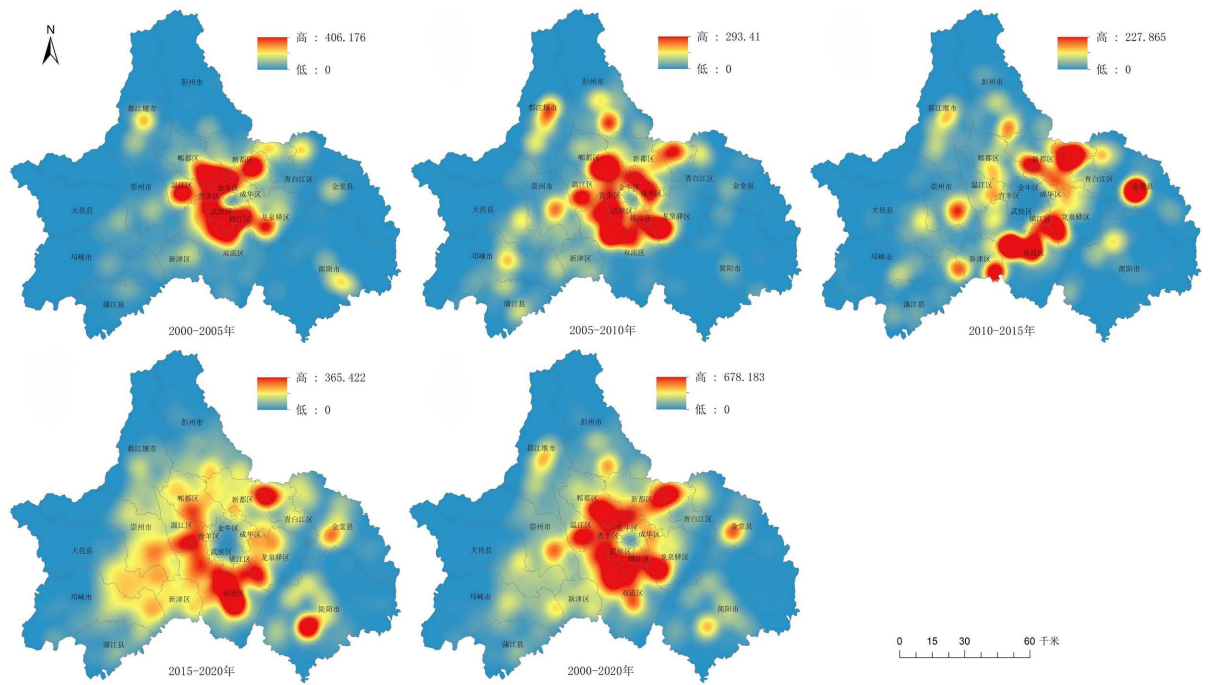


Figure 4. Kernel density analysis of non-agriculturalized arable land in Chengdu City, 2000~2020

图 4. 2000~2020 年成都市耕地非农化核密度分析图

4.3. 成都市耕地非农化的影响因素

4.3.1. 耕地非农化分异及因子探测器结果

本文为了进一步探究耕地非农化的影响因素，在参考以往研究成果的基础上[5][9]，并结合数据可获得性，选取 9 个社会经济影响因素，计算每个影响因素在研究期的变化量，运用 SPSS20 软件中的 K-均值聚类工具将数据离散化，然后运用分异及因子探测器探究选取的影响因素对成都市耕地非农化的影响程度，最终计算出的 q 值结果详见表 4。成都市耕地非农化影响因素由强到弱依次为地区生产总值

(0.8982)、城镇人口(0.8920)、常住人口(0.8369)、财政收入(0.7981)、财政支出(0.7437)、农林牧渔业增加值(0.3093)、粮食产量(0.1542)、工业总产值(0.1026)、人均生产总值(0.0911)，这表明经济因素和社会因素对成都市耕地非农化有显著影响，具体就是经济增长和人口的城镇化推动了耕地转变为建设用地。地区生产总值是 2000~2020 年成都市耕地非农化的主要影响因素。地区生产总值的增长通常反映了地区经济的整体繁荣和发展水平。随着经济的增长，城市化、工业化进程加速，对土地资源的需求也相应增加。为了满足这些需求，部分耕地会被转化为建设用地，如工业用地、商业用地和住宅用地等。随着地区生产总值的增长，产业结构往往也会发生变化。农业所占比重逐渐下降，而第二产业(工业)和第三产业(服务业)的比重则逐渐上升。这种产业结构的变化进一步推动了耕地非农化的进程，因为第二产业和第三产业的发展通常需要更多的建设用地。其次，人口增长也是推动成都市耕地非农化的主要影响因素。人口是推动城镇化进程的核心驱动力，其向城镇的迁移与集中成为衡量一个地区城镇化程度的关键标尺。在城镇化与经济发展的交织进程中，人口扮演着双重角色：首先，作为生产活动中的核心要素，人口的增加直接意味着劳动力资源的扩充，为经济增长注入了源源不断的动力；其次，人口也是城市各类物质产品及服务的核心消费群体，随着人口规模的不断扩大，对城市建设用地的需求也随之激增，这无疑给耕地资源的保护带来了不容忽视的挑战与潜在风险。总的来说，经济与产业是 2000~2020 年成都市耕地非农化的直接驱动因素，而人口则是内生驱动因素。

Table 4. Divergence and factor detector results of cultivated cropland non-agriculturalization in Chengdu City
表 4. 成都市耕地非农化的分异及因子探测器结果

编号	因子名称	q 值	排序
X ₁	常住人口	0.8369	3
X ₂	城镇人口	0.8920	2
X ₃	人均生产总值	0.0911	9
X ₄	地区生产总值	0.8982	1
X ₅	农林牧渔业增加值	0.3093	6
X ₆	工业总产值	0.1026	8
X ₇	财政收入	0.7981	4
X ₈	财政支出	0.7437	5
X ₉	粮食产量	0.1542	7

4.3.2. 耕地非农化交互作用探测器结果

对上文分异及因子探测器结果作进一步补充，利用交互作用探测器探究影响因素两两交互对成都市耕地非农化影响的类型与大小。研究结果(表 5)显示：成都市耕地非农化的推动力量呈现出一种高度交织的状态，其影响因素间的交互类型均表现为双因子增强或者非线性增强，而非各自为营的独立关系。这一特性清晰表明，成都市耕地非农化的进程并非仅仅受某一单一因素的操控，而是多种因素携手并进、共同作用的产物。更为关键的是，在这些影响因素中，任意两个因素的协同作用所释放的影响力，均显著超越了它们各自单独作用时的效果，这无疑凸显了因素间交互效应在驱动耕地非农化过程中的强大作用力。其中，地区生产总值与其他因子交互作用都较强，说明经济增长易推动耕地非农化。城镇人口和常住人口与其他各因素交互作用均较为显著，这反映了人口城镇化进程中的连锁效应：随着居民对改善住房条件、提升公共服务设施和重大基础设施需求的显著增加，建设用地的规模也相应地不断扩大，这一连锁过程在很大程度上加剧了耕地向建设用地转变的趋势。此外，交互作用最强的是地区生产总值与农林牧渔增加值，其 q 值为 0.9890，这从侧面反映出，科技进步与生产力的提升使得农业生产效率得到

提高，意味着在相同的土地面积上，如今能够生产出比以往更大的收益，一定程度上为耕地非农化创造了有利条件。在单因子探测结果中人均生产总值解释力是最弱的，但人均生产总值与城镇人口的交互作用却很强，为 0.9424，这说明人口与经济的共同作用推动了耕地非农化。

Table 5. Results of interaction detection of influencing factors of cultivated land de-agriculturalization in Chengdu City
表 5. 成都市耕地非农化影响因素交互探测结果

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉
X ₁	0.8369	0.9422	0.9132	0.9486	0.9421	0.9006	0.9063	0.9222	0.8853
X ₂		0.8920	0.9424	0.9484	0.9853	0.9389	0.9391	0.9125	0.9044
X ₃			0.0911	0.9100	0.3456	0.2568	0.8143	0.8062	0.3668
X ₄				0.8982	0.9890	0.9822	0.9034	0.9835	0.9126
X ₅					0.3093	0.3657	0.9548	0.8516	0.5644
X ₆						0.1026	0.9305	0.8743	0.4046
X ₇							0.7981	0.9250	0.8512
X ₈								0.7437	0.8100
X ₉									0.1542

5. 结论与建议

5.1. 结论

本文将研究期分为 2000~2005 年、2005~2010 年、2010~2015 年和 2015~2020 年 4 个时间段，利用耕地非农化率、重心迁移模型、核密度分析以及地理探测器等方法探究 2000~2020 年成都市耕地非农化的时空演变特征以及影响因素。主要结论如下：

1) 从时间上看，2000~2020 年成都市耕地非农化呈现波动性特征。其耕地非农化面积呈现出“增 - 减 - 增”的波动上升趋势，耕地非农化总面积为 126662.76 hm²，相应的非农化率为 13.92%。耕地非农化主要转变类型包括城镇用地、农村居民点用地和其他建设用地 3 种，其中农村居民点用地占比最大。随着城乡发展的加速推进，耕地保护责任与城乡发展需求之间的矛盾愈发显著，导致众多优质耕地被不断侵占，耕地非农化的趋势日益严重。

2) 从空间上来看，2000~2020 年成都市耕地非农化空间异质性较强。耕地非农化面积最大的 4 个区县依次是双流区、郫都区、新都区 and 龙泉驿区。在迁移路径方面，耕地非农化重心整体上由锦江区向西南方向迁移 12.38 km 至武侯区，耕地非农化的空间格局趋向于稳定。在集聚程度方面，耕地非农化主要集中在中部地区，主要有锦江区、武侯区、青羊区、金牛区、双流区、温江区、郫都区、新都区、青白江区、龙泉驿区等城镇化快速发展的地区。

3) 从影响因素来看，经济发展与人口增长带来的建设用地需求增长是 2000~2020 年成都市耕地非农化的主要影响因素。其中最主要的影响因素为地区生产总值、城镇人口以及常住人口，解释率分别为 89.82%、89.20%、83.69%。影响因素间的交互类型均表现为双因子增强或者非线性增强，这说明影响因素之间是共同发挥作用而非相互独立关系，交互作用最强的是地区生产总值与农林牧渔增加值，其 q 值为 0.9890。

5.2. 政策建议

5.2.1. 优化土地利用规划，加强耕地保护执法

耕地是粮食生产的基础，保护耕地就是保障国家粮食安全。经济建设是国家发展的重要基石，而耕

地保护则是经济建设的基础保障之一。一方面,经济建设需要占用一定的土地资源,但如果过度占用耕地,将导致土地资源短缺,制约经济的可持续发展。另一方面,保护耕地并不意味着阻碍经济发展,而是要在经济建设中注重土地资源的节约集约利用,推动经济结构的调整和产业升级。因此,妥善处理耕地保护与经济建设的关系,有助于实现经济的可持续发展。可以从优化土地利用规划和加强耕地保护执法两方面着手。在优化土地利用规划方面,一是科学严谨划定三区三线,应优先将优质耕地纳入永久基本农田保护区,对其实行特殊保护;二是加强土地利用规划的动态调整与评估,应定期根据实际发展情况对规划进行评估以及调整,以便及时纠正出现的问题;三是优化产业布局,应避免工业项目以及基础设施建设等盲目扩张占用大量耕地,尽量利用存量建设用地和未利用地。在加强耕地保护执法方面,一是建立健全执法监管体系,应组建统一的耕地保护执法队伍,加强对执法人员的培训,着力提升他们的专业素质和执法水平;二是切实加大执法力度和处罚强度,应提高违法成本,对违法主体不仅要给予经济处罚,还应依法追究相关责任人的刑事责任;三是强化部门间的协同执法与联合惩戒,应针对涉及多个部门的耕地违法案件,积极开展联合执法行动,共同打击耕地非农化行为。

5.2.2. 积极盘活存量农村居民点用地,开展农村居民点用地整治

随着城镇化进程的加快,农村人口逐渐减少,大量农村居民点用地处于闲置或低效利用状态。盘活存量农村居民点用地有助于释放土地潜力,提高土地利用效率,促进城乡协调发展。2000~2020年成都市耕地非农化主要转变类型中农村居民点占比最高,应开展农村居民点用地整治,通过复垦、整理等方式,将闲置或低效利用的农村居民点用地转化为耕地或其他有效用地。一是拓宽宣传渠道,充分利用政府官网、微信公众号、农村广播、宣传手册等多种方式全面、深入地宣传农村居民点用地复垦的相关政策法规、重要意义和实际好处,让农民充分了解复垦工作的重要性和相关支持政策。二是政府应当设立专项的农村居民点用地复垦补贴资金,按照复垦的土地面积、复垦难度等因素,给予农民和农村集体组织合理的经济补偿。三是组织专业的农业技术人员、土地规划专家等,举办复垦技术培训班,向农民和相关工作人员系统传授土地平整、土壤改良、灌溉排水等复垦技术知识,为农村居民点用地复垦提供全程技术指导,提高复垦工作的科学性和规范性。

基金项目

西南民族大学 2023 年中央高校基本科研业务费专项资金项目“成都市耕地非农化时空格局演变及其影响因素”资助(项目编号: 2023SYJSCX117)。

参考文献

- [1] 陈秧分, 王介勇, 张凤荣, 等. 全球化与粮食安全新格局[J]. 自然资源学报, 2021, 36(6): 1362-1380.
- [2] 袁晓妮, 鲁春阳, 吕开云, 等. 我国耕地非农化研究进展及展望[J]. 中国农业资源与区划, 2019, 40(1): 128-133.
- [3] 李丹, 曲建光, 王帅. 黑龙江省耕地非农化的空间格局与重心曲线分析[J]. 测绘科学, 2021, 46(2): 171-177.
- [4] 张孝宇, 谢新朋, 张安录. 武汉市耕地非农化的空间非均衡发展及空间扩散路径分析[J]. 自然资源学报, 2014, 29(10): 1649-1659.
- [5] 丁书培, 李蒙蒙, 汪小钦, 等. 基于时序遥感数据的福州市耕地非农化特征及驱动因子分析[J]. 遥感技术与应用, 2022, 37(3): 550-563.
- [6] 杨玉钱, 彭双云, 吕铭皓, 等. 1990-2020 年滇中城市群耕地非农化时空变化特征及驱动机制[J]. 水土保持学报, 2024, 38(3): 239-251.
- [7] 马才学, 温槟荧, 郑伟伟, 等. 中国耕地非农化压力时空格局的演变分析[J]. 长江流域资源与环境, 2017, 26(12): 2065-2072.
- [8] 夏照亮, 兰安军, 范泽孟, 等. 贵州省耕地非农化的空间格局特征与迁移路径[J]. 中国农业资源与区划, 2023, 44(9): 159-170.

-
- [9] 李宏鹏, 田达睿, 谭静斌. 延安市 2000-2020 年耕地非农化时空格局演变及其影响因素[J]. 水土保持通报, 2022, 42(4): 330-337, 372.
- [10] 刘洪彬, 王红红, 金子位, 等. 下辽河平原区耕地非农化时空演变特征及驱动机制[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2024, 32(8): 1420-1431.
- [11] 黄天能, 许进龙. 近 40 年来广西耕地非农化的时空演变特征、成因与对策[J]. 中国农业资源与区划, 2023, 44(10): 40-51.
- [12] 李星玲, 周艳, 刘芸杉, 等. 云南省耕地非农化的时空特征及演变态势[J/OL]. 中国农业资源与区划: 1-13. <https://kns-cnki-net.webvpn.swun.edu.cn/kcms/detail/11.3513.S.20240829.1635.017.html>, 2025-03-04.
- [13] 王全喜, 宋戈, 隋虹均. 耕地“非农化”的时空格局演变及其驱动因素研究——基于影响分析与组态分析的双重视角[J]. 中国土地科学, 2023, 37(5): 113-124.
- [14] 祖丽菲亚·买明, 海力且木·斯依提, 祖力亚尔·库尔班. 新疆耕地非农化的驱动因素分析[J]. 江西农业学报, 2019, 31(2): 122-126.
- [15] 吕火明, 赵颖文, 刘宗敏, 等. 四川省粮食生产时空演变特征及其影响因素——基于 90 个粮食生产重点县视角[J]. 西南农业学报, 2022, 35(9): 2220-2228.
- [16] 李强, 高威, 魏建飞, 等. 中国耕地利用净碳汇时空演进及综合分区[J]. 农业工程学报, 2022, 38(11): 239-249.
- [17] 王劲峰, 徐成东. 地理探测器: 原理与展望[J]. 地理学报, 2017, 72(1): 116-134.