

苏丽洁, 刘振华, 胡月明, 等. 广州市近 20 年耕地资源时空分布特征及其演变规律[J]. 江苏农业学报, 2023, 39(4): 978-988.
doi: 10.3969/j.issn.1000-4440.2023.04.007

广州市近 20 年耕地资源时空分布特征及其演变规律

苏丽洁¹, 刘振华¹, 胡月明^{2,3}, 邹润彦^{1,3}, 彭一平¹, 周 悟¹

(1. 华南农业大学资源环境学院, 广东 广州 510642; 2. 海南大学热带作物学院, 海南 海口 570100; 3. 广州市华南自然资源科学技术研究院, 广东 广州 510642)

摘要: 广州市是中国快速城市化的典型地区, 研究广州市耕地资源时空分布特征及其与快速城市化发展的内在联系, 可为缓解快速城市化地区的人地矛盾提供参考, 进而为政府部门制定耕地资源保护与利用政策提供支撑。本研究采用耕地年均变化率、耕地相对变化率和区域耕地质量等别等指标对广州市 2005–2018 年耕地资源数量和质量的时空分布特征进行分析, 并利用 ARCGIS 软件对广州市各区的耕地质量聚集特征及耕地质心时空演变规律进行探讨。结果表明: (1) 广州市耕地面积从 2005 年的 91 880.08 hm² 下降到 2018 年 82 440.10 hm², 各区耕地年变化率差异大, 耕地相对变化率空间分布呈现由市中心向外逐渐减缓的格局; (2) 广州市耕地质量等别范围为 1~6 等, 其中 1~4 等优等耕地占 97%。2005 至 2018 年, 平均耕地质量等别提升了 0.12 个等级, 耕地质量呈稳中有升的趋势; (3) 耕地质量空间格局呈现质量好的耕地在广州西南部越来越聚集以及增城中部越来越分散, 质量差的耕地在东北部越来越分散, 其他小范围分布地区越来越聚集的规律; (4) 广州市耕地质心整体往东北方向移动, 各区的耕地质心有不同移动模式, 且与各区的城市空间发展战略相吻合。快速城市化过程对广州市耕地资源时空分布特征造成显著影响, 亦对区域的经济、城市可持续发展和生态环境稳定产生了新的挑战, 因此, 严格落实耕地进出平衡, 有效防止耕地“非粮化”; 加快高标准农田建设, 提升耕地质量; 坚持土地节约集约利用, 优化耕地空间格局, 以促进城市经济、文化、生态健康可持续发展。

关键词: 广州市; 耕地资源; 时空分布特征; 演变规律

中图分类号: F301.24 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4440(2023)04-0978-11

Spatio-temporal distribution characteristics and evolution law of cultivated land resources in Guangzhou in recent 20 years

SU Li-jie¹, LIU Zhen-hua¹, HU Yue-ming^{2,3}, ZOU Run-yan^{1,3}, PENG Yi-ping¹, ZHOU Wu¹

(1. College of Natural Resources and Environment, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China; 2. College of Tropical Crops, Hainan University, Haikou 570100, China; 3. South China Institute of Natural Resources Science and Technology, Guangzhou 510642, China)

Abstract: Guangzhou is a typical area of rapid urbanization in China. Studying the spatial and temporal distribution characteristics of cultivated land resources in Guangzhou and its internal relationship with rapid urbanization development can provide reference for alleviating the contradiction between people and land in rapid urbanization areas, and then provide

收稿日期: 2022-09-20

基金项目: 国家自然科学基金联合基金项目(U1901601); 国家重点研发计划项目(2020YFD1100204); 2019 年省级乡村振兴战略专项——农业科技创新及推广项目(2019KJ132); 广东省基础与应用基础研究基金项目(2021A1515011643)

作者简介: 苏丽洁(1996-), 女, 广东茂名, 硕士研究生, 主要从事土地资源利用与评价研究。(E-mail) sulijie0521@163.com

通讯作者: 邹润彦, (E-mail) yansunnyon@163.com

support for government departments to formulate policies for the protection and utilization of cultivated land resources. In this study, the spatial and temporal distribution characteristics of the quantity and quality of cultivated land resources in Guangzhou from 2005 to 2018 were analyzed by using the average annual change rate of cultivated land, the relative change rate of cultivated land and the average value of regional cultivated land quality. The spa-

tial and temporal evolution characteristics of cultivated land quality aggregation and cultivated land centroid in each district of Guangzhou were discussed by using ARCGIS software. The results showed that the area of cultivated land in Guangzhou decreased from 91 880.08 hm² in 2005 to 82 440.10 hm² in 2018. The annual change rate of cultivated land in each district was quite different, and the spatial distribution of the relative change rate of cultivated land gradually slowed down from the city center to the outside. The quality of cultivated land in Guangzhou ranged from grade 1 to grade 6, of which grade 1–4 accounted for more than 97%. From 2005 to 2018, the average cultivated land quality grade increased by 0.12 grades, and the quality of cultivated land showed a steady upward trend. The spatial pattern of cultivated land quality showed that the cultivated land with good quality was more and more concentrated in the southwest of Guangzhou and dispersed in middle of Zengcheng. The cultivated land with poor quality was more and more dispersed in the northeast, while more and more concentrated in other small-scale distribution areas. The centroid of cultivated land in Guangzhou moved to the northeast as a whole. The centroid of cultivated land in each district had different moving modes, which was consistent with the urban spatial development strategy of each district. The rapid urbanization process had a significant impact on the spatial and temporal distribution characteristics of cultivated land resources in Guangzhou, and brought new challenges to the regional economy, urban sustainable development and ecological environment stability. Therefore, it is necessary to strictly implement the balance of cultivated land usage and reclamation, and effectively prevent the non-grain production of cultivated land, accelerate the construction of high-standard farmland and improve the quality of cultivated land. We also should adhere to the economical and intensive use of land, optimize the spatial pattern of cultivated land, for promoting the sustainable development of urban economy, culture and ecology.

Key words: Guangzhou; cultivated land resources; spatio-temporal distribution characteristics; evolution law

耕地是人类生存所必需的基本资源和条件,在自然演变、人类生存、生态循环、资源经济等活动中扮演着重要角色^[1]。改革开放以来,中国进入了快速的城市化进程^[2],表现为国内生产总值(GDP)快速增长、城市面积及城市人口持续增加^[3]。非农建设占用耕地是中国土地利用变化最显著的表现之一^[4-6],随着中国工业化、城镇化发展进入新常态,大量耕地被非农化和非粮化利用,耕地资源发生了巨大的变化。在快速城市化地区,随着城市空间的外扩,优质耕地快速流失^[7],可用于耕地后备资源的土地也越来越少,且大多数潜在的耕地通常质量较差^[8]。此外,土地侵蚀、重金属污染、土地盐碱化等问题导致耕地质量日益下降^[9-10],人地矛盾愈加突出^[4,11-12]。自 1998 年国务院将“切实保护耕地”确立为基本国策^[11]和耕地保护有关政策陆续实施后,耕地流失的速度得到了一定的遏制^[12-13],但城市扩张、人口增长、环境污染等导致的耕地数量减少、耕地质量恶化,使中国粮食安全面临着越来越大的挑战^[14-17]。

近年来,耕地资源已成为土地领域研究的重点和热点,国内外学者从不同的尺度对耕地资源进行研究。程维明等^[18]、黄海潮等^[19]、关兴良等^[20]、Song 等^[21]等从国家层面分析了中国耕地资源的时空特征。孔祥斌等^[22]、欧阳玲等^[23]、Shi

等^[24]等从区域层面分别对中国西部 12 省、吉林中部、黄淮海平原的耕地资源变化进行了分析。卫新东等^[25]、韩宗伟等^[26]、许彩彩等^[27]、李丹等^[28]分别对陕西、贵州、山西、黑龙江等省的耕地质量或数量的时空变化进行了研究。上述研究大多从国家、省、区域等尺度上分析了耕地数量或耕地质量的时空变化,而对快速城市化背景下,典型区域耕地数量、质量的时空分布特征及其演变规律研究较少。

广州市经济发展质量高,2021 年 GDP 为 2.823 197×10¹²元,在中国城市 GDP 排名中位列广东省第二、全国第四。广州第一、二、三产业的结构占比为 1.09 : 27.35 : 71.56,非农化程度极高,是中国快速城市化的典型地区。同时,广州为构建农业农村现代化发展新格局,分别打造了白云“菜篮子”枢纽区、增城农业现代化示范区、花都临空农业融合发展示范区等农业发展区,因此,在快速城市化背景下,探究广州市的耕地资源分布及其演变规律具有很强的理论与实际价值。本研究通过分析广州市耕地数量、质量的时空变化特征,进而挖掘耕地资源变化与快速城市化发展的内在联系,全面深入认识快速城市化地区的耕地资源时空分布特征及其演变规律,为缓解人地矛盾提供数据支撑,为快速城市化地区的耕地资源合理

利用和保护政策制定提供参考。

1 研究区概况

广州市是广东省省会,简称“穗”,华南地区的政治、经济、文化、交通、科技和教育中心,位于中国大陆南部,珠江三角洲的北缘(112°57′~114°3′E, 22°26′~23°56′N),地理位置优越,是“海上丝绸之路”的起点之一,被称为中国的“南大门”(图 1)。广州市是中国南方最大的大都市,占地面积约为 7 434.4 km²,包含 11 个区。受各种自然因素的影响,广州市土地类型多样,地形复杂,地势北高南低;地处珠江三角洲,濒临南海,具有温暖多雨、光热充足、温差小、夏季长、霜期短等海洋性气候特征。广州市经历了近几十年快速的经济发展和前所未有的城市化,耕地被大量占用并改造成建设区,这种城市化过程在未来还将进一步发展,人地矛盾将会更加突出,因此,广州市可作为快速城市化地区的典型代表。由于荔湾区、越秀区、天河区、海珠区属于主城区,且 4 区经济发达、城市化程度极高、耕地面积占比小,因此在研究中,将上述 4 个区合并为市中心与其他 7 个区进行比较分析。

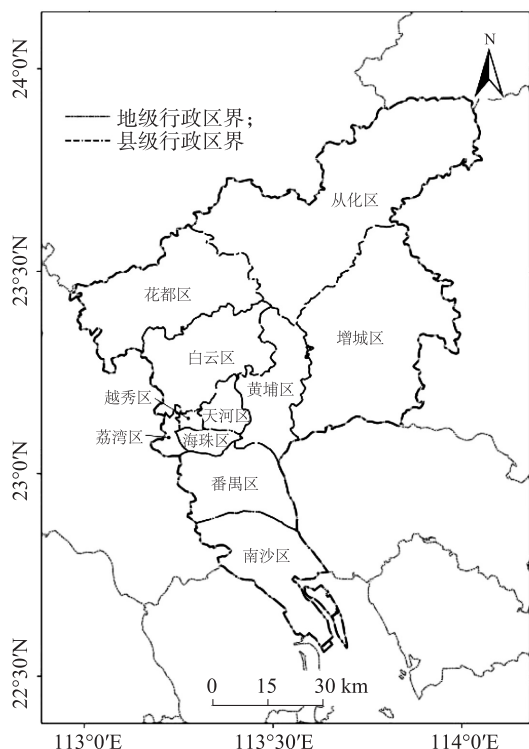


图 1 研究区概况

Fig.1 Overview of the study area

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源及预处理

本研究采用的数据有广州市 2005 年农用地估价成果数据及 2010 年、2015 年、2018 年耕地质量等别年度更新数据。其中,2005 年农用地估价成果数据主要包括耕地地块分布、耕地自然等别、利用等别、经济等别等;2010 年、2015 年、2018 年耕地质量等别年度更新数据主要包括基础地理数据、耕地质量相关要素数据、耕地质量等别成果数据等。

由于 2005 年与 2010 年之后的耕地质量等别成果计算过程所采用的指定作物和指定作物产量比系数不一致,导致两者间不具有纵向可比性,因此,需要对 2005 年耕地自然质量等别进行重新评价。研究中根据《广东省耕地质量等级成果补充完善与年度变更试点技术方案》中的耕地质量等别转换公式,将 2005 年的省级自然质量等别转化为国家级自然质量等别,使得研究区 2005–2018 年的耕地自然质量等别数据具有一致性。

2.2 研究方法

2.2.1 耕地年均变化率 耕地年均变化率可以定量描述特定区域一定时间范围内某种土地利用类型的数量变化情况,是真实反映区域耕地的变化剧烈程度的重要指标^[29-31],计算公式如下^[32]:

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

式(1)中, K 为某一时间段内研究区耕地的年均变化率, U_a 、 U_b 分别表示研究初期和研究末期耕地的面积; T 为研究时间段(a)。

2.2.2 耕地相对变化率 耕地相对变化率可以较好地反映土地利用变化区域差异,本研究引入单一土地利用类型相对变化率来反映耕地数量变化的区域差异^[33],表达式如下:

$$R = \frac{|K_b - K_a| \times C_a}{K_a \times |C_b - C_a|} \quad (2)$$

式(2)中, R 代表耕地数量的相对变化率, K_a 、 K_b 分别表示某区研究初期和研究末期的耕地面积, C_a 、 C_b 分别表示广州市研究初期和研究末期的耕地面积。当 $R > 1$ 时,表明该区的耕地数量变化幅度大于广州市耕地面积变化幅度;反之,则小于广州市的耕地面积变化幅度。

2.2.3 区域耕地质量等别平均值 耕地质量等别

数据的评价单元是单一耕地斑块,不利于权衡区域尺度的耕地质量。研究中利用加权平均得到不同研究区域的耕地质量等别均值^[34],其计算公式为:

$$Y=\frac{\sum_{i=1}^nS_i\times F_i}{S_{\text{总}}}$$

(3)

式(3)中, Y 为研究区域耕地质量等别平均值; S_i 、 F_i 分别为研究区域内*i*等地的耕地面积(hm^2)和质量等别; $S_{\text{总}}$ 为该区域内耕地总面积(hm^2)。

2.2.4 热点分析 耕地质量在空间上受不同区域不同地形地貌等自然条件影响和区域位置、发展定位、政策等社会影响会存在空间差异性^[35]。热点分析可以识别空间上具有统计显著性的高值要素和低值要素发生聚类的位置,体现研究区的空间异质特性^[36-37]。研究中利用 ArcGIS 中的热点分析工具分析耕地质量冷热点区,将高值区(等别高,质量差)

代表冷点区,低值区(等别低,质量好)代表热点区。

2.2.5 耕地质心迁移特征分析 在物理学中,质心被称为质量中心。耕地的质心迁移轨迹,体现了耕地空间格局的迁移特征,有助于明确耕地空间变化的主要驱动因素^[3]。本研究利用 ArcGIS 中的平均中心工具获得广州各区耕地的质心。

3 结果与分析

3.1 耕地资源数量时空演变分析

如表 1 所示,2005–2018 年,广州市耕地数量总体呈减少趋势,耕地总量由 2005 年 91 880.08 hm^2 下降到 2018 年 82 440.10 hm^2 ,净减少 9 439.97 hm^2 ,年均减少 726.15 hm^2 ,其中白云区减少的面积最多,减少了 4 371.66 hm^2 ,其次是增城区、花都区;而南沙区、番禺区、从化区耕地面积总体上升,其中南沙区增加最大,增加了 1 546.16 hm^2 。

表 1 广州市 2005–2018 年耕地数量变化分析

Table 1 Analysis of changes in the quantity of cultivated land in Guangzhou from 2005 to 2018

地区	耕地面积(hm^2)				耕地变化量 (hm^2)	耕地年变化率 (%)	相对变化率 (%)
	2005 年	2010 年	2015 年	2018 年			
市中心	2 498.99	1 495.28	1 267.35	1 197.07	−1 301.92	−4.01	5.07
白云区	13 407.04	9 956.97	9 433.63	9 035.38	−4 371.66	−2.51	3.17
黄埔区	4 199.47	3 820.03	3 257.43	3 083.39	−1 116.09	−2.04	2.59
番禺区	6 005.62	8 202.32	7 636.72	7 300.66	1 295.04	1.66	2.10
花都区	12 983.59	10 858.83	10 485.25	10 234.89	−2 748.70	−1.63	2.06
南沙区	13 331.32	16 289.23	15 562.48	14 877.48	1 546.16	0.89	1.13
从化区	13 566.42	13 971.26	14 143.05	14 081.81	515.39	0.29	0.37
增城区	25 887.62	23 669.79	23 119.69	22 627.88	−3 259.74	−0.97	1.23
广州市	91 880.08	88 263.70	84 905.61	82 440.10	−9 439.98	−0.79	1.00

市中心包括荔湾区、越秀区、海珠区、天河区。

自 2005 年以来,广州市耕地总面积呈减少趋势,但各区耕地年变化率差异较大。市中心、白云区、花都区、黄埔区、增城区等区的耕地年变化率均小于 0,说明这些区的耕地面积总体呈减少趋势。其中,减少率最大的是市中心的 4.01%,其次为白云区的 2.51%,这是因为这些地区的经济起步早、发展快;而番禺区、南沙区、从化区等区的耕地面积呈增加趋势,其中番禺区的增加率最高,达 1.66%。番禺区、南沙区、从化区是广州市重要的农业示范基地,广州市土地开发整理补充耕地项目也主要分布在这些区。

广州市 2005–2018 年耕地相对变化率的空间差异如图 2 所示。广州市各区耕地相对变化率空间分

布呈现由市中心向外逐渐减缓的格局,耕地相对变化率最高的是市中心($R>5.0$),白云区、黄埔区其次,再次为花都区 and 番禺区,增城区的相对变化率为 1.23,变化幅度略比广州市耕地变化幅度高,而从化区的耕地相对变化率为 0.37,说明该区耕地面积的变化幅度较广州市平均值小。不同时间段广州各区耕地相对变化率变化特征明显(图 3)。2005–2018 年,市中心、番禺区、花都区、从化区等 4 区耕地相对变化率持续下降,且下降强度不一;白云区、南沙区、增城区等区的相对变化率呈先降后升趋势;黄埔区的耕地相对变化率呈先升后降。总体而言,2005–2018 年广州市各区耕地相对变化率呈下降趋势,其中 2005–2010 年间的耕地相对变化率最高,无论是

耕地减少的市中心还是耕地增加的番禺区都是以
此时间段变化最大。2010 年后随着中国耕地保护政
策越来越严、永久基本农田政策的推行及耕地用途
管制的强化,耕地相对变化率逐渐减少。

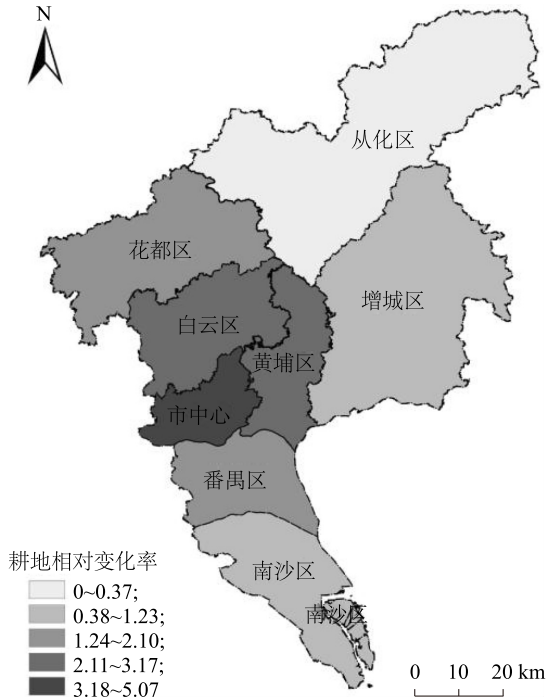


图2 广州市耕地相对变化率空间分布
Fig.2 Spatial distribution of relative change rate of cultivated
land in Guangzhou

表 2 2005–2018 年广州市耕地质量面积占比分析

Table 2 Analysis of the proportion of cultivated land quality area in Guangzhou from 2005 to 2018

质量等别	2005 年		2010 年		2015 年		2018 年	
	面积 (hm ²)	占比 (%)	面积 (hm ²)	占比 (%)	面积 (hm ²)	占比 (%)	面积 (hm ²)	占比 (%)
1(优等耕地)	619.65	0.67	1 205.78	1.37	1 087.68	1.28	1 063.55	1.29
2(优等耕地)	39 913.70	43.44	41 838.20	47.40	40 289.71	47.45	42 806.64	51.92
3(优等耕地)	37 670.16	41.00	32 108.00	36.38	30 478.07	35.90	28 083.91	34.07
4(优等耕地)	11 524.16	12.54	11 244.96	12.74	10 868.72	12.80	8 732.09	10.59
5(高等耕地)	1 998.73	2.18	1 729.57	1.96	1 868.15	2.20	1 466.94	1.78
6(高等耕地)	153.67	0.17	137.20	0.16	313.29	0.37	286.98	0.35

质量等别为国家级自然质量等别。

广州市各区平均耕地质量等别如表 3 所示。
2005–2018 年广州市平均耕地质量等别从 2.73 上
升到 2.61,各区的平均耕地质量等别变化特征并
不一致;市中心、番禺区、花都区、南沙区、增城区

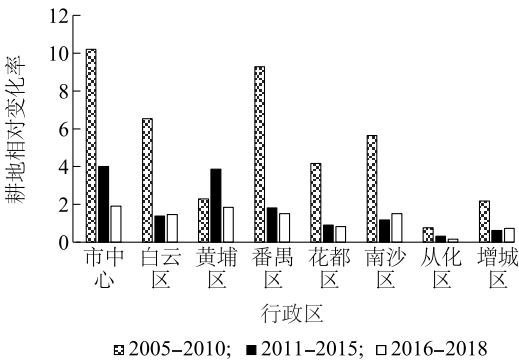


图3 广州市 2005–2018 年耕地相对变化率分析
Fig.3 Analysis of relative change rate of cultivated land in
Guangzhou from 2005 to 2018

3.2 耕地资源质量时空演变分析

广州市的耕地质量等别在 1 等至 6 等之间
(广州市 7 等耕地 0.17 hm²,占耕地总面积的比例
不到0.000 2%,故纳入 6 等耕地统计),优等耕地
(1~4 等)占比高达 97%;优等耕地中以 2 等耕地
和 3 等耕地占比较高,分别在 40%以上和 35%左
右(表 2)。2005–2018 年广州市耕地质量变化特
征较为明显,3 等耕地、4 等耕地、5 等耕地面积
和占比都呈减少状态,而 1 等耕地、2 等耕地、6 等耕
地的耕地面积和占比都呈增加的趋势,其主要原
因一方面是高标准农田建设、土地复垦、土地整理
等项目的实施提升了耕地质量,另一方面以耕地
质量相对较差的地块用于建设开发。

等 5 个区的平均耕地质量都呈提升趋势,白云区、
从化区等 2 个区耕地质量呈先下降后提升的趋
势。2005–2018 年耕地质量平均值从高到低依
次为市中心、南沙区、番禺区、白云区、黄埔区、花都

区、增城区、从化区,其等别依次为 1.94、2.17、2.31、2.32、2.50、2.68、2.81、3.55。耕地质量等别较高的区域主要分布在广州市中部地区,即广州市老城区内,这些区域是珠江三角洲冲积平原,有效土层较厚,土地肥沃;北部的从化区因属山地丘陵区,地形坡度较大,土壤相对贫瘠,耕地自然质量等别相对较低。

表 3 2005–2018 年广州市平均耕地质量等别
Table 3 Average quality of cultivated land in Guangzhou from 2005 to 2018

地区	2005 年	2010 年	2015 年	2018 年	平均值
市中心	2.22	1.89	1.84	1.82	1.94
白云区	2.24	2.35	2.34	2.33	2.32
黄埔区	2.55	2.47	2.50	2.49	2.50
番禺区	2.45	2.27	2.27	2.23	2.31
花都区	2.73	2.71	2.67	2.63	2.68
南沙区	2.32	2.13	2.12	2.12	2.17
从化区	3.57	3.58	3.61	3.46	3.55
增城区	2.89	2.84	2.84	2.67	2.81
广州市	2.73	2.67	2.68	2.61	2.67

广州市 2005 年、2010 年、2015 年和 2018 年耕地质量等别空间分布如图 4 所示。西南部 2、3 等耕地偏多,东北部 3、4 等耕地偏多。2005 年面积最大、分布最广的是 2 等耕地主要集中分布在南部和中部地区;到了 2010 年,2 等耕地在南沙区、番禺区、黄埔区和增城区等区有明显增加,而白云区、市中心 2 等耕地减少较为明显,其中市中心的减少是由于 1 等耕地占比提高,而白云区的减少主要是由于耕地质量下降导致的。2015 年,花都区的 2 等耕地面积占比增加明显,市中心的 1 等耕地占比增加。2018 年番禺区、花都区的 2 等耕地占比增加明显。占比排名第 2 的 3 等耕地零散分布于增城区、南沙区、花都区及从化区,其他各区分布较少。总体来看,3 等耕地面积呈现下降的趋势;4 等耕地主要分布在从化区,增城区、白云区、花都区等区亦有零散分布,南部各区基本没有 4 等耕地。2015–2018 年增城区的 4 等耕地减幅最大;1 等耕地、5 等耕地、6 等耕地占比较小。其中,1 等耕地主要分布于白云区的南部和市中心的南

部,整体呈缓慢增长的趋势;5 等耕地主要零散分布在北部的从化区、增城区、花都区 and 番禺区等区,较为明显的是 2005–2010 年番禺区东部有大面积的 5 等耕地提升为 3 等耕地;6 等耕地仅有 153.67 hm²,零散分布在从化区、增城区、花都区 and 番禺区等区。

3.3 耕地空间格局演变分析

3.3.1 耕地质量聚集特征分析 广州市耕地质量聚集特征如图 5 所示。耕地质量高的核心热点区主要分布在广州西南部,但总体呈现收缩的格局;而 2010 年后增城区出现多个小热点区,其范围呈增大的趋势。次热点区和边缘热点区范围较小,主要分布在核心热点区附近。整体来看,广州市耕地质量热点区聚集在西南部,而增城区的热点区增加最为明显,说明西南部的耕地质量较高,且增城区的耕地质量不断提升。

过渡区主要分布在白云区、黄埔区、花都区以及增城区中部等地区的核心热点区和核心冷点区之间。增城区中部的过渡区随着核心热点区的扩散而逐渐分散;白云区和黄埔区的过渡区则随着演变成冷点区而范围缩小;花都区的核心热点区和核心冷点区均慢慢缩小,相反过渡区范围则逐渐增大。

耕地质量低的核心冷点区主要集中在东北部的从化区,在花都区西部、番禺区东部以及白云区与黄埔区之间亦均有少量聚集点,次冷点区和边缘冷点区随着核心冷点区小范围扩散。此外,冷点区聚集的从化区中部在 2010 年出现一个小的核心热点区,到了 2018 年则演变成了边缘热点区和过渡区;增城区的冷点区呈收缩格局最为明显,不少冷点区演变成热点区和过渡区;花都区 and 番禺区的冷点区总体呈收缩趋势,但番禺区东部出现一个从冷点区演变成过渡区再形成一个更加聚集的小范围冷点区;白云区和黄埔区之间的冷点区在 2005–2015 年期间向白云区方向扩大,在 2015–2018 年则向黄埔区扩散,最后与增城区西部的冷点区连片,这表明白云区和黄埔区之间的耕地质量呈下降趋势。整体来看,热点区主要分布于西南部和增城区中部,冷点区位于东北部以及西部边缘,2015–2018 年变化呈现热点在西南部越来越聚集,增城区中部越来越分散;冷点在东北部越来越分散,其他小范围分布地区越来越聚集的演变规律。

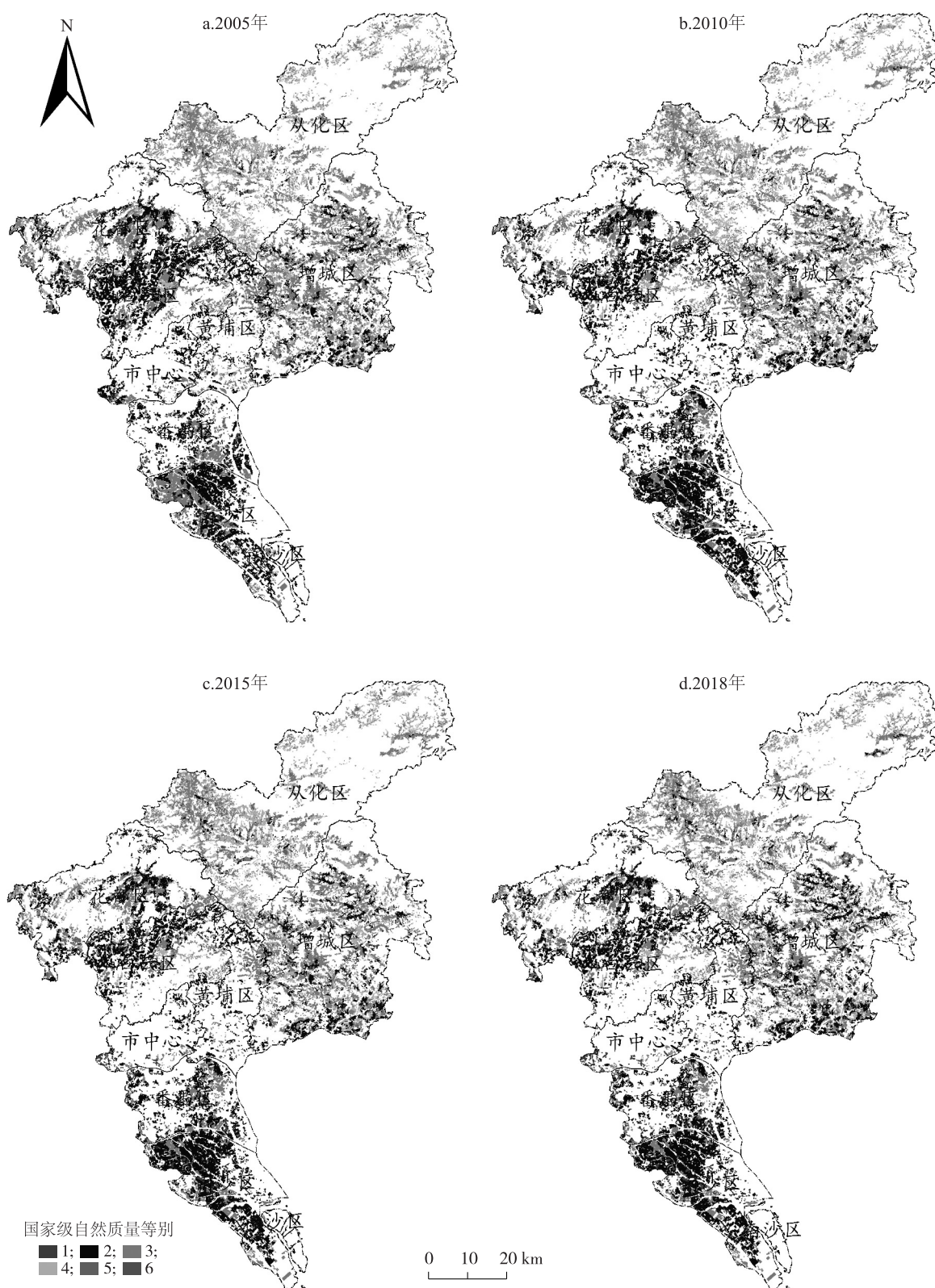


图 4 2005–2018 年广州市耕地质量空间分布

Fig.4 Spatial distribution of cultivated land quality in Guangzhou from 2005 to 2018

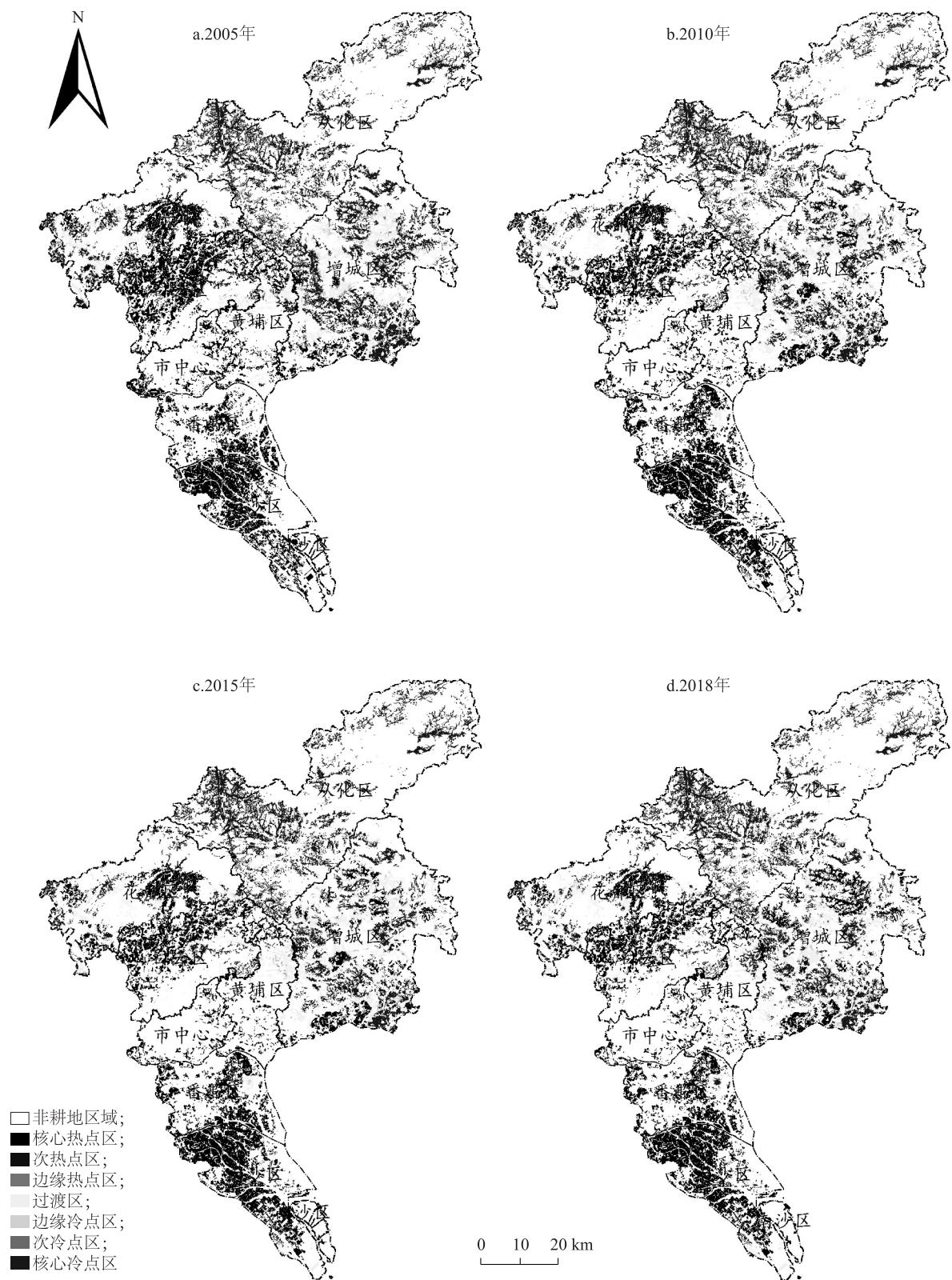


图 5 2005-2018 年广州市耕地质量聚集特征分布
Fig.5 The distribution of aggregation characteristics of cultivated land quality in Guangzhou from 2005 to 2018

3.3.2 耕地质心迁移分析 广州市耕地质心从 2005 年至 2010 年向东北方向移动了 3.36 km, 2010 年至 2015 年则反方向移动了 0.3 km, 2015 年至 2018 年继续反方向偏南移动 0.54 km, 这与广州各区耕地面积变化特征及分布相关(图 6a)。市中心是建设用地集聚之地, 随着城市的扩张, 耕地质心向东北移动(图 6b)。白云区和黄埔区的耕地质心分别向西北和东移动(图 6c、图 6d), 白云区的耕地质心平均移动距离为 0.67 km, 比黄埔区的 0.37 km 要远, 这是由于白云区近年来是广州主城区扩展的

重心, 进而导致耕地质心偏移距离较大。番禺区的耕地质心向西北偏移, 南沙区向东南移动; 番禺区 2005–2010 年的迁移距离 2.21 km, 而南沙区 2005–2018 年迁移距离 0.91 km(图 6e、图 6f)。花都区 2005–2010 年往西移动了 0.76 km, 其后变化不大(图 6g)。从化区的耕地质心在 2005–2010 年向西南方向移动了 1.70 km, 其后变化亦不大(图 6h)。增城区的耕地质心向东北移动, 在 2005–2018 年耕地质心有小距离的往回偏移(图 6i)。

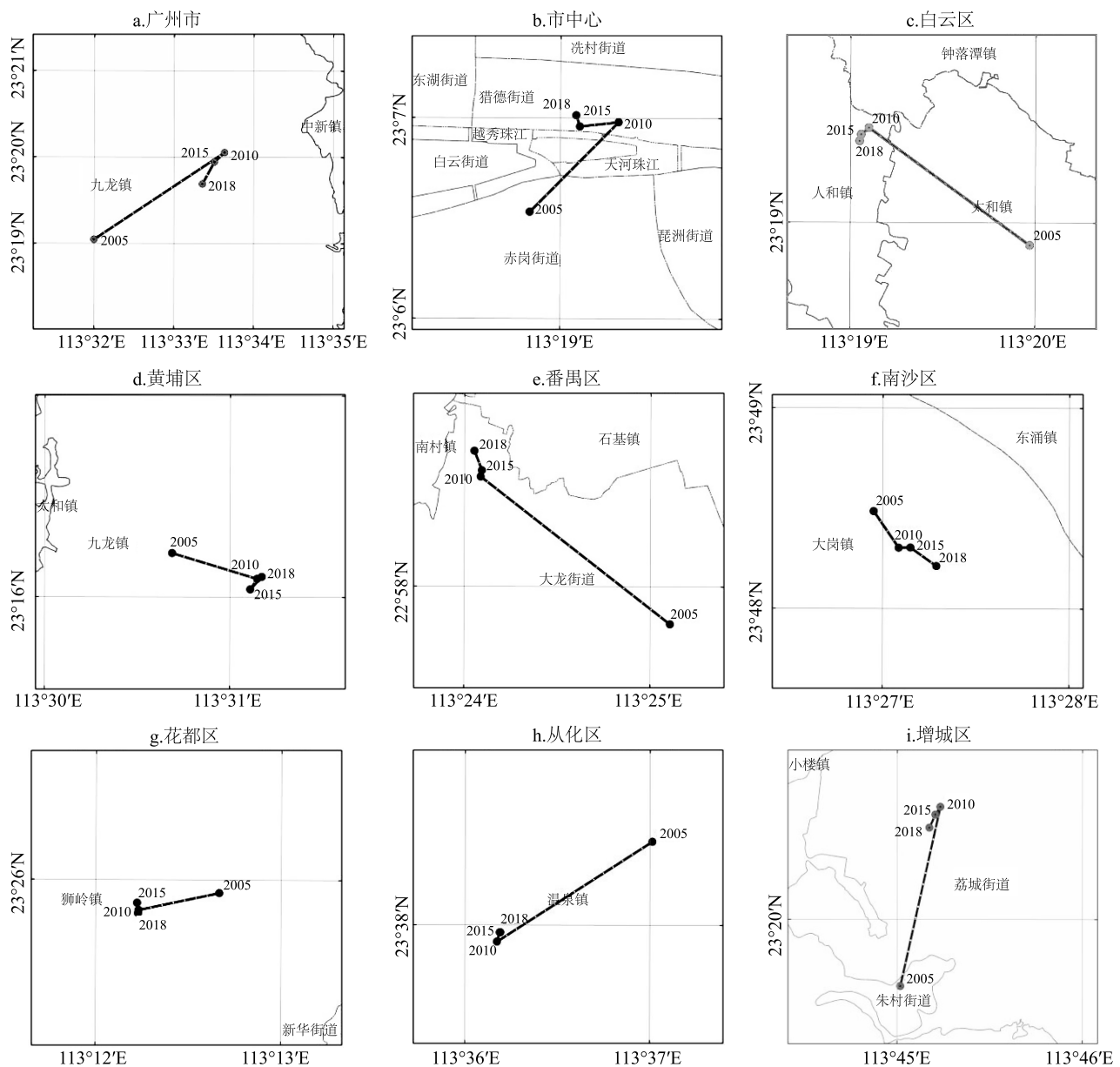


图 6 2005–2018 年广州市各区的耕地质心迁移轨迹

Fig.6 The migration trajectory of the centroid of cultivated land in each district of Guangzhou from 2005 to 2018

4 结论与建议

4.1 结论

本研究以广州市 2005–2018 年耕地为研究对象,对广州市耕地资源时空分布特征及其演变规律进行分析。主要得出以下结论:(1)2005–2018 年,广州市耕地面积呈持续下降趋势;各区耕地变化率差异较大;(2)广州市耕地质量等别以优等耕地为主,整体呈西南部质量高、东北部质量低的分布规律。2005–2018 年,广州市耕地质量总体稳中有升;(3)广州市耕地质量冷热点格局变化较大。热点区在西南部越来越聚集,增城区由冷点区变成冷热交替区;冷点区在东北部越来越分散,其他小范围分布地区越来越聚集;(4)广州市耕地质心移动方向与耕地质量的聚集方向有一定的关联,耕地质心移动方向与广州市城市空间发展战略相吻合。

快速城市化对广州市耕地资源时空分布造成显著影响,必然对区域经济、城市可持续发展和生态环境的稳定带来新的挑战,因而揭示其耕地资源分布时空特征及其演变规律,进而因地制宜制定耕地保护政策,有助于城市土地的合理规划、生态稳定和耕地保护。

4.2 政策建议

(1)严格落实耕地进出平衡,有效防止耕地“非粮化”。广州市耕地数量持续下降,首要原因是城市建设占用了大量耕地,在实施“耕地占补平衡”下耕地数量仍在减少。因此,应严格控制耕地用途,落实耕地进出平衡制度,重视耕地与园林等用地之间的流转,加强各部门的监管责任,从而遏制耕地“非粮化”趋势。

(2)加快高标准农田建设,提升耕地质量^[38-40]。高标准农田建设是新时代保障耕地质量、提高耕地产能的重要途径^[41],广州市应坚持规划引领,以粮食生产功能区、重要农产品生产保护区、现代农业示范园区和基本农田保护区为重点,加大财政资金投入和项目建设力度,建立健全工程质量监管体系,积极推进高标准农田建设,促进耕地保护与质量提升。

(3)坚持土地节约集约利用,优化耕地空间格局。广州市耕地质心向东北方向偏移,同时各区耕地质心移动方向与广州市城市空间发展战略定位高度吻合,表明城市化进程对耕地空间格局造成了显著影响,且随着城市空间扩大,人地矛盾也愈发突

出。因此,必须创新土地利用模式,积极盘活低效、存量土地,减少占用耕地。同时,重点保护集中连片的优质耕地,确保永久基本农田的数量,加强永久基本农田质量及生态的建设与保护,优化耕地空间格局。

参考文献:

- [1] 胡月明,杨 颖,邹润彦,等. 耕地资源系统认知的演进与展望[J]. 农业资源与环境学报, 2021, 38(6): 937-945,932.
- [2] WU Y, SHAN L, GUO Z, et al. Cultivated land protection policies in China facing 2030: Dynamic balance system versus basic farmland zoning[J]. *Habitat International*, 2017, 69: 126-138.
- [3] GONG J, JIANG C, CHEN W, et al. Spatiotemporal dynamics in the cultivated and built-up land of Guangzhou: Insights from zoning[J]. *Habitat International*, 2018, 82: 104-112.
- [4] TAN M, LI X, LU C. Urban land expansion and arable land loss of the major cities in China in the 1990s[J]. *Science in China Series D: Earth Sciences*, 2005, 48(9): 1492-1500.
- [5] JIANG L, DENG X, SETO K C. Multi-level modeling of urban expansion and cultivated land conversion for urban hotspot counties in China[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2012, 108(2/3/4): 131-139.
- [6] JIANG L, ZHANG Y. Modeling urban expansion and agricultural land conversion in Henan province, China: An integration of land use and socioeconomic data[J]. *Sustainability*, 2016, 8(9): 920.
- [7] BREN D'AMOUR C, REITSMA F, BAIOCCHI G, et al. Future urban land expansion and implications for global croplands[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2017, 114(34): 8939-8944.
- [8] WU W B, YU Q Y, PETER V H, et al. How could agricultural land systems contribute to raise food production under global change? [J]. *Journal of Integrative Agriculture*, 2014, 13(7): 1432-1442.
- [9] EVANS R, TAYLOR J. Some methods of directly assessing water erosion of cultivated land - a comparison of measurements made on plots and in fields[J]. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, 1995, 19(1): 115-129.
- [10] TAMBARA E, MURWIRA A, KATIVU S. From natural woodlands to cultivated land: diversity of fruit-feeding butterflies and beetles in the mid-Zambezi valley, northern Zimbabwe[J]. *African Journal of Ecology*, 2013, 51(2): 263-269.
- [11] 牛善栋,方 斌. 中国耕地保护制度 70 年:历史嬗变、现实探源及 路径优化[J]. *中国土地科学*, 2019, 33(10): 1-12.
- [12] LIANG C, PENG H J, WEI C, et al. Farmland protection policies and rapid urbanization in China: A case study for Changzhou City[J]. *Land Use Policy*, 2015, 48: 552-566.
- [13] SONG W, PIJANOWSKI B C, TAYYEBI A. Urban expansion and its consumption of high-quality farmland in Beijing, China[J].

- Ecological Indicators, 2015, 54: 60-70.
- [14] BUYANOVSKY G A, WAGNER G H. Carbon cycling in cultivated land and its global significance[J]. Global Change Biology, 1998, 4(2): 131-141.
- [15] GODFRAY H C J, BEDDINGTON J R, CRUTE I R, et al. Food Security: The challenge of feeding 9 billion people[J]. Science, 2010, 327(5967): 812-818.
- [16] GASPARRI N I, GRAU H R, SACCHI L V. Determinants of the spatial distribution of cultivated land in the North Argentine Dry Chaco in a multi-decadal study[J]. Journal of Arid Environments, 2015, 123: 31-39.
- [17] 肖丽群, 邓群钊, 林永钦, 等. 新型城镇化背景下耕地保护与建设用地集约利用协同发展研究[J]. 中国农业资源与区划, 2021, 42(9): 62-71.
- [18] 程维明, 高晓雨, 马 廷, 等. 基于地貌分区的 1990-2015 年中国耕地时空特征变化分析[J]. 地理学报, 2018, 73(9): 1613-1629.
- [19] 黄海潮, 雷 鸣, 孔祥斌, 等. 中国耕地空间格局变化及其生态系统服务价值响应[J]. 水土保持研究, 2022, 29(1): 339-348.
- [20] 关兴良, 方创琳, 鲁莎莎. 中国耕地变化的空间格局与重心曲线动态分析[J]. 自然资源学报, 2010, 25(12): 1997-2006.
- [21] SONG W, LIU M L. Farmland conversion decreases regional and national land quality in China[J]. Land Degradation & Development, 2017, 28(2): 459-471.
- [22] 孔祥斌, 张青璞. 中国西部区耕地等别空间分布特征[J]. 农业工程学报, 2012, 28(22): 1-7.
- [23] 欧阳玲, 王宗明, 贾明明, 等. 基于遥感的吉林省中西部耕地数量和质量空间格局变化分析[J]. 农业工程学报, 2016, 32(13): 234-242.
- [24] SHI W, TAO F, LIU J. Changes in quantity and quality of cropland and the implications for grain production in the Huang-Huai-Hai plain of China[J]. Food Security, 2013, 5(1): 69-82.
- [25] 卫新东, 王筛妮, 员学锋, 等. 陕西省耕地质量时空变化特征及其分异规律[J]. 农业工程学报, 2018, 34(3): 240-248.
- [26] 韩宗伟, 卢德彬, 杨 建, 等. 贵州省耕地质量时空格局及变化趋势分析[J]. 水土保持研究, 2017, 24(6): 154-159, 166.
- [27] 许彩彩, 吕春娟, 陈 卓, 等. 省域视角下耕地自然质量空间格局与影响因素[J]. 中国农业资源与区划, 2022, 43(3): 253-264.
- [28] 李 丹, 周 嘉, 战大庆. 黑龙江省耕地时空变化及驱动因素分析[J]. 地理科学, 2021, 41(7): 1266-1275.
- [29] 段继雯. 基于 GIS 的耕地等别更新评价[D]. 青岛: 山东科技大学, 2020.
- [30] 张文静. 近 20 年蒙古国耕地时空变化及驱动力分析[D]. 呼和浩特: 内蒙古师范大学, 2019.
- [31] 刘春艳, 朱康文, 刘吉平. 三峡库区重庆段土地覆盖和生物多样性功能演化及预测[J]. 农业工程学报, 2017, 33(19): 258-267.
- [32] 罗光杰, 王世杰, 李阳兵, 等. 岩溶地区坡耕地时空动态变化及其生态服务功能评估[J]. 农业工程学报, 2014, 30(11): 233-243.
- [33] 唐常春, 陈 烈, 魏 成. 大都市边缘区域耕地数量变化的时空特征及动力机制——以广州市花都区为例[J]. 资源科学, 2006(5): 43-49.
- [34] 宋林韩. 陕西省耕地质量时空变化及影响因素研究[D]. 西安: 长安大学, 2021.
- [35] 姜 艳, 杨淳棉, 聂 艳, 等. 湖北省县域耕地多功能时空演变及耦合协调分析[J]. 山地学报, 2021, 39(6): 891-900.
- [36] 韩 博, 金晓斌, 项晓敏, 等. 基于“要素-景观-系统”框架的江苏省长江沿线生态修复格局分析与对策[J]. 自然资源学报, 2020, 35(1): 141-161.
- [37] 程 钰, 刘婷婷, 赵云璐, 等. 京津冀及周边地区“2+26”城市空气质量时空演变与经济社会驱动机理[J]. 经济地理, 2019, 39(10): 183-192.
- [38] 朱新健. 建好高标准农田 赋能乡村振兴——“藏粮于地、藏粮于技”战略实践篇[J]. 江苏农业科学, 2022, 50(13): 2.
- [39] 薛利红, 段婧婧, 杨林章. 太湖流域农田灌排系统生态化改造技术及相关标准[J]. 江苏农业学报, 2022, 38(1): 81-86.
- [40] 汤玲迪, 袁寿其, 刘俊萍, 等. 中国喷灌机现状与发展思考[J]. 排灌机械工程学, 2022, 40(10): 1072-1080.
- [41] 王 蓓. 基于土地整治的耕地质量等别提升研究[D]. 天津: 天津工业大学, 2017.

(责任编辑: 石春林)