

广州市耕地集约利用评价及其转型路径研究

周广明

广东国地规划科技股份有限公司, 广东 广州

收稿日期: 2022年8月17日; 录用日期: 2022年9月15日; 发布日期: 2022年9月26日

摘要

对耕地集约利用评价展开研究, 有利于掌握耕地的利用情况, 并对原有耕地利用模式进行转型优化, 探索出更为有效、高效的利用模式, 以此提升耕地集约利用水平, 推动耕地利用和社会经济可持续发展。本文以广州市为例, 从投入强度、利用程度、产出效益和可持续程度四个方面, 选取了12个评价指标, 通过极差标准化方法对数据进行标准化处理, 通过熵值法确定各评价指标权重, 最终构建了耕地集约利用评价体系。研究结果表明: 1) 广州市的耕地集约利用水平在时间变化上有着很大的波动, 总体表现并不稳定。前期耕地利用度显示为增长迹象, 说明在经济增长的同时, 广州市依旧重视耕地的集约化利用。而以2015年为转折点, 开始呈现下降趋势, 期间耕地利用效率、产出效益和可持续程度都持续减小, 尽管投入强度有回升现象, 但总体耕地利用度依旧减少。2) 广州市的耕地集约利用水平在空间上存在着较大的区域性差异, 高水平主要分布在东北部和南部区域。在海珠区和天河区等土地开发利用强度高的中心城区, 其耕地集约化程度下降较多, 而位于东北部的从化区则上升显著, 耕地得到了有效利用, 集约水平也不断提高。其他地区以下降为主, 但整体变化幅度并不大。3) 通过时间和空间分析, 掌握各个影响因素的变化, 可以总结出广州市耕地利用中存在的问题并提出建议。广州市各区的耕地数量分布差别很大, 因此要加强耕地的保护, 增强人们的集约意识。然后通过政府的主导作用, 加大对耕地的投入强度, 完善各项基础设施, 引进大量科研人才, 提升科技水平, 大力发展农业产业, 加快耕种的机械化, 增加产出。最后还要优化资源配置, 将土地利用结构合理化, 促进耕地利用模式走向更加高效、集约的道路, 推动其可持续发展。

关键词

耕地, 集约利用, 评价, 广州市

Research on the Evaluation and Transformation Path of Cultivated Land Intensive Use in Guangzhou

Guangming Zhou

Guangdong Guodi Planning Technology Co. Ltd., Guangzhou Guangdong

Abstract

Research on the evaluation of cultivated land intensive utilization is conducive to grasping the utilization of cultivated land, transforming and optimizing the original cultivated land utilization mode, and exploring more effective and efficient utilization modes, so as to improve the level of cultivated land intensive utilization and promote cultivated land utilization and socio-economic sustainable development. This paper takes Guangzhou as an example, and conducts a profound analysis of the theory of cultivated land intensive utilization, and selects 12 evaluations from four aspects: input intensity, utilization degree, output benefit and sustainable utilization degree. The data were standardized by the range standardization method, and the weight of each evaluation index was determined by the entropy method, and finally the evaluation system of cultivated land intensive utilization was constructed. The results show that: 1) the level of intensive use of cultivated land in Guangzhou has great fluctuations in time, and the overall performance is not stable. The utilization of cultivated land in the early stage shows a sign of growth, indicating that Guangzhou still attaches great importance to the intensive utilization of cultivated land while the economy is growing. Taking 2015 as a turning point, it began to show a downward trend. During this period, the efficiency of cultivated land use, output efficiency and sustainability continued to decrease. Although the input intensity rebounded, the overall cultivated land utilization still decreased. 2) There are large regional differences in the level of intensive use of cultivated land in Guangzhou, and the high level is mainly distributed in the northeast and south regions. In the central urban areas with high land development and utilization intensity, such as Haizhu District and Tianhe District, the degree of arable land intensification has declined significantly, while the Conghua District in the northeast has increased significantly. Other regions are mainly down, but the overall change is not large. 3) By analyzing the time and space, and grasping the changes of each influencing factor, the problems existing in the utilization of cultivated land in Guangzhou can be summed up and suggestions are put forward. The distribution of cultivated land in different districts of Guangzhou is very different. Therefore, it is necessary to strengthen the protection of cultivated land and enhance people's intensive awareness. Then, through the leading role of the government, increase the intensity of investment in cultivated land, improve various infrastructures, introduce a large number of scientific research talents, improve the level of science and technology, vigorously develop the agricultural industry, accelerate the mechanization of farming, and increase output. Finally, it is necessary to optimize the allocation of resources, rationalize the structure of land use, promote the pattern of cultivated land use to a more efficient and intensive path, and promote its sustainable development.

Keywords

Cultivated Land, Intensive Utilization, Evaluation, Guangzhou City

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

随着社会经济发展和城市化、工业化进程的不断加快，部分耕地已经非农化、非粮化，我国粮食供给与需求的矛盾也日益显现，提高耕地集约利用水平已成为必然趋势。

目前,耕地集约利用评价探究受到了国内外众多学者的关注,国外学者主要是通过选取不同的评价指标和应用不同的方法来构建指标体系,从而来分析耕地集约利用水平并提出优化建议。如 Atul 等以印度 Himalayan 地区的水稻作物为对象,运用了多指标耕地集约评价方法,提出提高农业生产经济水平措施[1]。Ruerd 等以东非地区为例,采用频率比法(FR)和层次分析法(AHP),结合 RS-GIS 技术来识别耕地生产集约化程度,并提出耕地可持续利用的对策措施[2]。鉴于粮食安全的重要性,我国众多学者也非常重视耕地集约评价研究,并采取不同方法对耕地集约评价开展了深入探讨,如杜国民等提出耕地集约理论,找出耕地集约利用转型是指耕地利用系统的要素和结构是随着自然地理、社会经济等外部环境变化,而不断调整变化后呈现出的趋势性转折[3]。文献梳理来看,学者们多从耕地集约评价方法[4][5][6]、指标体系[4][7]、影响因素[8][9][10]、区域分异[11][12]等不同方面开展了大量的实证研究,为丰富我国耕地集约评价奠定了丰富的理论基础。

相对于广东省众多的人口来说,适宜种植的平原耕地面积虽然不少,但大多被占用从事非粮化用途,对广东省的粮食安全造成非常不利的影响。所以改变广东省长久以来租放的土地利用方式向耕地集约利用方式转变,就显得极为重要,不仅有利于缓解城市土地供求矛盾,还有利于维护和提高广东省粮食产量,在促进土地利用和经济的可持续发展的同时,起到保护环境的作用。

本文在耕地集约利用评价的理论基础上,从多个不同角度分析耕地利用的影响因素,选取较为合适的评价指标和评价方法,对广州市耕地集约利用模式进行实证研究,并对广州市耕地集约利用模式提出转型优化对策建议,研究成果可为提高广州市的耕地利用水平提供参考依据。

2. 指标体系与方法

2.1. 评价指标的建立

评价指标建立对评价结果的准确性具有高度的影响,本文根据指标的层次性、综合性、可行性、稳定性、可获得性等原则,分别从投入强度、利用效率、产出效益和可持续发展程度,选取了 12 个评价指标,并构建了广州市耕地集约利用评价体系,见下表 1。

Table 1. The evaluation index system of cultivated land intensive utilization

表 1. 耕地集约利用评价指标体系

目标层	准则层	指标层	指标含义	单位
评价体系	投入强度	劳动力投入指数(A1)	农业从业人数/耕地面积	人/公顷
		机械投入指数(A2)	农业机械总动力/耕地面积	千瓦/公顷
		化肥投入指数(A3)	化肥折纯量/耕地面积	吨/公顷
		农药投入指数(A4)	农药施用量/耕地面积	吨/公顷
	利用效率	复种指数(A5)	农作物播种面积/耕地面积	%
		灌溉指数(A6)	有效灌溉面积/耕地面积	%
		垦殖指数(A7)	耕地总面积/土地总面积	%
	产出效益	劳均产值(A8)	农业产值/农业从业人数	元/人
		地均产值(A9)	农业产值/耕地面积	元/公顷
		粮食单产(A10)	粮食总产量/播种面积	吨/公顷
	可持续发展	耕地平衡指数(A11)	年末耕地面积/年初耕地面积	%
		粮食安全系数(A12)	人均粮食产量/400 kg	%

2.2. 评价方法

2.2.1. 数据标准化方法

由于耕地评价体系中所选取的各项评价指标的单位都各不相同，对耕地的作用效果也有很大差别，因此不能直接运用这些数据进行计算时，要先对数据进行标准化处理，以消除误差，确保评价结果的准确性和可靠性。

常用的标准化方法有很多种，本文将采用极差标准化法对评价指标的各项数据进行标准化处理，公式如下：

对于正向指标采用上限效果测度，计算方法为：

$$X_{ij} = \frac{x_{ij} - \min x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}} \quad (1)$$

对于负向指标采用下限效果测度，计算方法为：

$$X_{ij} = \frac{\max x_{ij} - x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}} \quad (2)$$

其中， X_{ij} 为评价指标的标准化值， x_{ij} 为评价指标的原始数值。

2.2.2. 权重计算方法

权重是指通过对每项评价指标进行分析，确定其在整个指标体系中的重要程度，即权重的大小决定了评价指标对于耕地集约利用水平的影响程度。计算权重的方法有很多种，本文将采用熵值法来进行评价指标的权重计算。熵值法是一种客观赋权法，它可以根据评价指标的特性，计算出其熵值，从而分析出该指标对于整个评价结果的影响程度，即熵值越大，权重也越大。在进行数据标准化处理后，也去除了因单位不同而造成的不确定性。以下是熵值法计算权重步骤：

假设有 n 个评价对象和 m 个评价指标，则其构成 $n*m$ 数据矩阵。

首先计算出第 i 个评价对象在第 j 项指标中的所占比重(P_{ij})

$$P_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}} \quad (i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,m) \quad (3)$$

然后计算出第 j 项指标的熵值(H_j)

$$H_j = -\frac{1}{\ln n} \sum_{i=1}^n (P_{ij} \ln P_{ij}) \quad (4)$$

式中，若 $P_{ij} = 0$ ，则 $P_{ij} \ln P_{ij} = 0$ 。

最后计算第 j 项指标的权系数(ω_j)

$$\omega_j = \frac{1 - H_j}{\sum_{j=1}^m (1 - H_j)} \quad (5)$$

2.2.3. 评价模型构建

耕地集约利用评价是个系统性、综合性的评价体系，因此要进行多方面的考虑。依据上述理论分析，本文将运用多目标综合评价方法来计算耕地利用度，具体公式如下：

$$F_i = \sum_{j=1}^m X_{ij} \omega_j \quad (6)$$

其中, F_i 表示第 i 个评价单元的耕地集约利用度, X_{ij} 是第 i 个评价单元在第 j 项指标上的标准化值, ω_j 是第 j 项指标的权重, i 为评价单元个数, j 为指标个数。

根据上述计算方法, 可以得出各个评价指标的权重大小并计算出耕地集约利用度。

3. 结果与分析

3.1. 权重计算结果

通过表 2 可以看出, 准则层中投入强度所占的综合权重在四个影响因素中最大, 其次是产出效益, 利用效率和可持续发展的权重不相上下。在具体的指标层中, 有五个评价指标的权重超过了 10%, 分别为劳动力投入指数、机械投入指数、化肥投入指数、粮食单产和粮食安全系数, 占比最小的指标为耕地平衡指数, 其权重为 5.25%。

Table 2. Weights of evaluation indicators for the system of intensive use of cultivated land

表 2. 耕地集约利用体系评价指标权重

目标层	准则层	准则层权重	指标层	指标层权重
耕地集约利用 评价体系	投入强度	0.3963	劳动力投入指数(A1)	0.1134
			机械投入指数(A2)	0.1108
			化肥投入指数(A3)	0.1071
			农药投入指数(A4)	0.0650
	利用效率	0.1882	复种指数(A5)	0.0761
			灌溉指数(A6)	0.0580
			垦殖指数(A7)	0.0541
	产出效益	0.2529	劳均产值(A8)	0.0597
			地均产值(A9)	0.0910
			粮食单产(A10)	0.1022
	可持续发展	0.1626	耕地平衡指数(A11)	0.0525
			粮食安全系数(A12)	0.1101

3.2. 耕地集约度变化结果分析

3.2.1. 耕地集约度年度变化结果

由图 1 分析可得知, 广州市的耕地集约利用度变化主要分为三个阶段, 第一个阶段是在 2013 年至 2015 年, 呈现出直线上升的趋势。这段时期是我国十二五规划实施的冲刺阶段, 广州市作为国内经济率先发展的城市, 在此期间不仅保持着良好的经济增速, 同时加快了社会经济发展的突破转型。在土地利用规划方面, 广州市严格落实了耕地和基本农田的保护措施, 并努力推动土地整治, 以保障民生用地、推进基础设施建设和优化产业用地结构为重点原则, 科学指引了建设用地的安排, 缓解了建设用地供需矛盾的关系。除此之外, 随着土地政策的出台和制度的完善, 这也为广州市的土地资源管理提供了良好的用地机制和导向, 进一步优化了土地利用布局。在经济、政策的双重推动下, 这使得广州市的耕地集约利用水平也得到了明显提高。

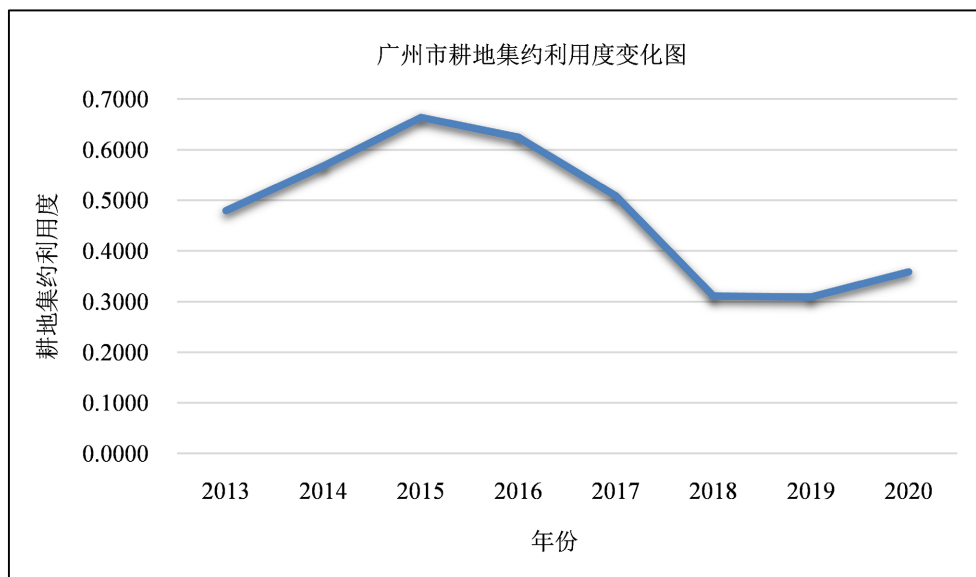


Figure 1. Changes in the intensive utilization of cultivated land in Guangzhou from 2013 to 2020

图 1. 广州市 2013 年~2020 年耕地集约利用度变化图

第二个阶段是在 2015 年至 2019 年，这期间广州市的耕地集约利用度表现为持续下降的状态，其中前三年为大幅度下滑，第四年为小幅度减少。在此阶段，虽然广州市一直保持着经济的高速发展，但这也使得广州市陷入了两难的境地，高增速的后果必然是资源的高消耗，如何平衡好两者之间的关系，使经济发展与资源保护协调并进是广州市在十三五规划中的重点关注内容。在土地利用层面，整个广州市的利用效率距离国际发达城市水准仍然处于较低位置，一是因为在当时的发展背景下，传统的土地利用不仅低效，而且投资强度与产出水平不成正比。在城镇化进程中，土地与人口之间的不均衡关系以及城乡用地结构的不合理性也限制了全市整体土地利用效率的提高。二是由于广州市的建设用地规模扩张速度急剧加快，导致大量耕地流失，优质连片的农田被高楼大厦所取代，再加上频繁发生的自然灾害，使得原本稀有的耕地更加短缺，城市的生态环境也遭到了严重破坏。而本身广州市的土地后备资源并不充足，可用来作为补充的耕地分布在开发利用难度较大的区域，这使得耕地在数量上和質量上都遭到了不同程度的破坏。尽管广州市在耕地保护这一方面采取了许多严格的管控手段和措施，但效果并不理想。在多层因素的综合作用下，导致这段时期广州市的土地利用水平有所下降，资源的消耗和生态保护的壓力也让耕地的集约化利用变得更加困难。

第三个阶段是在 2019 年至 2020 年，这一年里广州市的耕地集约利用度有了小幅度的回升现象。通过图 1 可得知，在 2019 年广州市的耕地面积数量是有所增长的。在如今耕地资源稀缺的时代背景下，耕地数量上的增加不仅对广州市的耕地节约集约利用有着关键性的影响，同时也推动了土地结构的优化，强化了耕地保护的管理制度。在 2019 年度，广州市不仅顺利完成了耕地保护责任目标的考核，还大力开展了耕地占用的整治活动，对农村里私自占用耕地并乱改乱建的现象进行了坚决的遏制。这对于减少广州市的耕地保护压力，改善耕地生态环境有着非常大的帮助，也进一步提高了耕地的集约利用水平。

3.2.2. 耕地集约度区域变化结果

由图 2 可以看出，除了荔湾区与从化区的耕地集约利用度有所上升外，其他区的耕地利用度都表现为减少，其中变化幅度较大的有海珠区、天河区和从化区。近几年来，由于经济的高速发展和用地规模的快速扩张，广州市各区的耕地保护都面临着十分巨大的压力，再加上人类的各项生产活动对生态环境

的破坏，不仅让耕地的占补平衡受到了影响，也使得耕地的承载力明显下降，对耕地的修复提出了更大要求。因此广州市各区的耕地集约利用度基本都呈下降趋势。

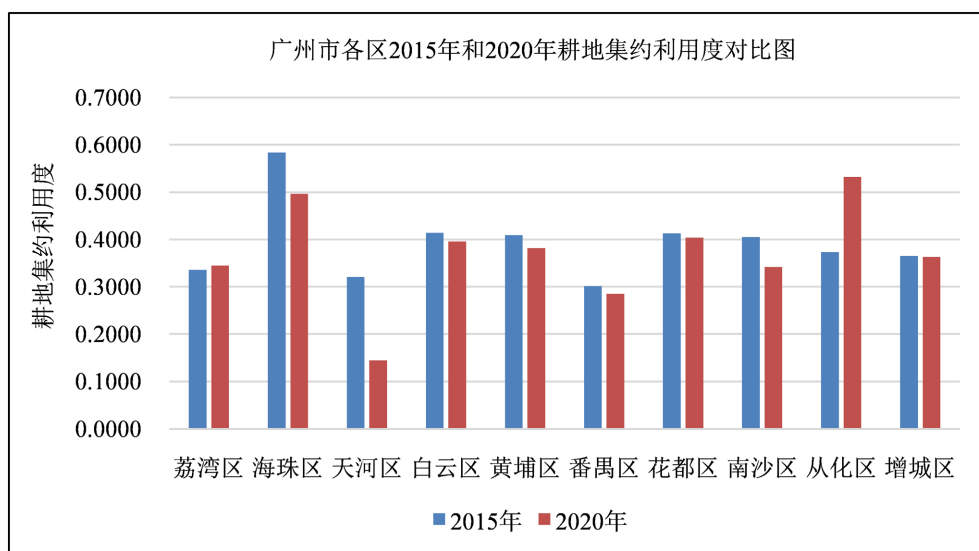


Figure 2. Comparison of the intensive utilization of cultivated land in various districts of Guangzhou in 2015 and 2020

图 2. 广州市各区 2015 年和 2020 年耕地集约利用度对比图

广州市的土地利用结构中，农用地面积占比超过 70%，建设用地面积超过 20%，剩余的则为未利用土地。尽管有着大面积的农用地，但其耕地却非常稀少且分布较为零散，主要分布在花都区、番禺区和从化区。建设用地的分布则主要集中在中心城区，其数量由内向外呈递减趋势。从化区位于广州市的远郊区，其耕地数量上的优势让它成为了广州的重要粮食生产地，除此之外，从化区还大力发展机械化农业，因地制宜选用优质高产的作物品种。在政策和技术的支持下，从化区实现了增产增收的目标，其耕地利用水平也得到了质的飞跃。海珠区和天河区作为广州市的中心发展区域，土地的开发利用强度一直处于高水平状态，而且这两个区存在着许多老旧城区，这导致三旧改造的进度缓慢，土地效益难以得到提升，不利于土地的节约集约利用。不仅如此，由于前期农用地管理机制的缺乏和保护措施的不到位，致使其耕地数量十分缺乏，而为了经济发展又占用了大量耕地，这使得耕地的占补平衡严重失衡，因此耕地集约利用水平也大幅下降。

3.2.3. 耕地集约度变化成因分析

由图 3 可知，耕地的利用程度、产出效益和耕地集约利用度的变化趋势基本表现一致，而可持续程度和前两者变化的不同则是在 2019 年后有明显下降。耕地的投入强度并不是越大越好，而是要根据当时耕地的质量和状态而定。在 2015 年后，广州市的耕地投入强度减小，虽然其他指标依旧保持上升，但总体耕地集约利用水平也是下降的，说明这段时期里投入强度的变化对其影响最大。在 2016 年后，投入强度回升，但耕地集约利用水平依旧下降，结合广州市发展情况，说明当时的耕地质量变差，增加投入并不能使利用效率和产出水平提高。因此，耕地利用不能盲目加大投入，而是要更多地考虑耕地的生产状态和其所处环境的好坏。耕地的利用程度和产出效益与耕地集约化利用是保持协调发展的，利用越高效、产出越丰富，则集约度越高。广州市虽然牺牲了大量耕地来发展经济，但随着科技水平的提高，农业逐步迈向现代化。

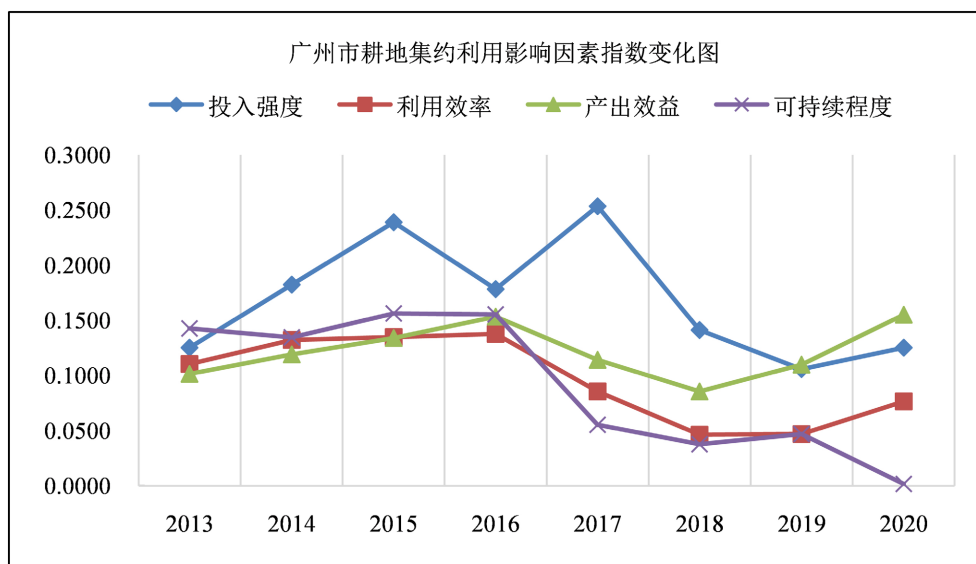


Figure 3. Changes in the influencing factor index of the intensive utilization of cultivated land in Guangzhou

图 3. 广州市耕地集约利用影响因素指数变化图

4. 主要结论

耕地的节约集约利用是农业可持续发展的根本之策，是保护生态环境的必然选择，是促进经济社会协调发展的必然趋势。本文通过研究耕地集约利用的相关理论，分析出了影响耕地集约利用水平的四个主要因素，并按照科学合理的指标选取原则，从这四个方面中找到了能够直接反映耕地利用变化的 12 个评价指标，以多目标综合评价为模型构建了耕地集约利用评价体系。然后以广州市作为实证研究，寻找其 2013 年至 2020 年以及各区之间各项指标的相关数据，运用极差标准化法和熵值法分别计算出数据的标准化值和评价指标权重，通过加权求和得出其耕地集约利用度，再根据评价结果进行合理分析和判断，总结出其时间和空间上的演变规律，最后在此基础上提出可行有效的耕地利用模式转型优化建议。主要结论如下：

1) 根据时间变化趋势来看，广州市在 2013 年至 2015 年和 2019 年至 2020 年期间，耕地的投入、利用和产出都有显著增加，耕地集约利用度也表现为上升，结合其发展情况，分析得出广州市在前期和后期都较为注重耕地资源利用问题，通过加大耕地的投入、提高利用效率和产出水平等方式来促进了耕地的集约利用。而在 2015 年至 2019 年，广州市耕地利用度明显减小，可持续发展状况也一直变差，这是因为这段时期广州市为了维持经济高速发展，不惜占用大量耕地来扩张建设用地规模，导致耕地数量和质量都被损坏，再加上人口的激增，因此整体利用水平下降。

2) 根据空间变化趋势来看，广州市耕地集约利用水平较高的区域主要分布在其东北部和南部，中部和西部区域相对较低。2015 年广州市各区耕地集约利用度的平均值为 0.3920，在 2020 年则为 0.3687，这说明全市的平均耕地利用水平有所下降，主要是因为大多数地区的利用度都呈减小趋势，增大的反而只有少数，因此整体平均水平也降低。

3) 从影响因素来看，在 2013 年至 2020 年，广州市耕地利用中投入强度的波动变化最大，利用效率、产出效益和可持续程度这三个因素则基本和整体耕地集约利用度变化保持一致。这段时期里，投入强度指数的平均值为 0.1688，而超过平均值的年份只有三个，说明对耕地的投入还要适当加大力度，同时也要注意继续保持高效、高产和协调发展，从而不断地提高耕地的集约利用水平。

耕地集约利用是一个复杂多变的系统, 本文只选取了四个主要影响因素中较为常用的评价指标作为此次评价的主要内容, 因此评价出来的结果不够客观真实, 其代表性还有待提高。在耕地集约化过程中, 城市的发展速度、土地利用结构和生态环境等因素都在不同层面上影响着耕地的利用水平, 因此在之后研究中, 要多角度分析, 加大指标选取的维度, 选择更加有象征性的指标。

基金项目

教育部人文社会科学项目(18YJAZH063、19YJA630009、19YJAZH116)联合资助。

参考文献

- [1] Atul, K.D., Malay, K.P. and Shairy, C. (2021) Land Evaluation for Sustainable Development of Himalayan Agriculture Using RS-GIS in Conjunction with Analytic Hierarchy Process and Frequency Ratio. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, **20**, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2020.10.001>
- [2] Ruerd, R., Gideon, K. and Arie, K. (2006) Strategies for Sustainable Intensification in East African Highlands: Labor Use and Input Efficiency. *Agricultural Economics*, **34**, 167-181. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0864.2006.00116.x>
- [3] 杜国明, 薛濡壕, 于凤荣. 耕地集约利用转型的理论解析[J]. *资源科学*, 2022, 44(3): 425-435.
- [4] 杨媛媛, 姚尧, 郝帅. 基于 GWR 模型的贵州省耕地集约利用水平时空变化特征及影响因素分析[J]. *水土保持研究*, 2022, 29(1): 326-332+338. <https://doi.org/10.13869/j.cnki.rswc.2022.01.036>
- [5] 吕晓, 牛善栋, 谷国政, 等. “新三农”视域下中国耕地利用的可持续集约化: 概念认知与研究框架[J]. *自然资源学报*, 2020, 35(9): 2029-2043.
- [6] 吴金华, 刘思雨, 史敏. 基于网络分析法的陕西省耕地集约利用评价[J]. *干旱区资源与环境*, 2020, 34(2): 109-114.
- [7] 王向东, 沈孝强, 王振波, 等. 中国耕地集约化利用评价 2010-2016 [J]. *中国人口·资源与环境*, 2019, 29(4): 58-67.
- [8] 陈浮, 刘俊娜, 常媛媛, 等. 中国耕地非粮化空间格局分异及驱动机制[J]. *中国土地科学*, 2021, 35(9): 33-43.
- [9] 张黎黎, 李子君. 黄河三角洲耕地利用集约度变化及其驱动因素[J]. *中国农业资源与区划*, 2022, 43(1): 124-134.
- [10] 祖海琴, 赵翠薇. 喀斯特槽谷区耕地利用集约度空间分异及影响因素——以贵州省朗溪槽谷为例[J]. *山地学报*, 2021, 39(3): 415-428. <https://doi.org/10.16089/j.cnki.1008-2786.000607>
- [11] 马聪, 刘黎明. 不同经济发展水平地区耕地利用集约度比较[J]. *资源科学*, 2019, 41(12): 2296-2306.
- [12] 居尔艾提·吾布力, 安瓦尔·买买提明, 薛东前. 城镇化与耕地集约利用水平及其耦合协调发展——以新疆阿克苏市为例[J]. *干旱区研究*, 2019, 36(6): 1333-1343. <https://doi.org/10.13866/j.azr.2019.06.02>