引文格式：张涛,徐军朋. 东莞市 1987—2021 年土地利用变化及驱动分析[J]. 地理空间信息, 2023, 21(12): 72-76. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2023.12.017

东莞市 1987—2021 年土地利用变化及驱动分析

张　涛[1],徐军朋[1*]
（1. 东莞市测绘院，广东 东莞 523000）

摘　要：利用 Landsat 影像解译获取东莞市 1987—2021 年 15 期长序列土地利用数据,结合土地利用度、转移矩阵和标准差椭圆方法完成土地利用变化及驱动分析。结果表明：①1987—2021 年东莞市建设用地增加最多（972.17 km^2），耕地和草地区域占比分别减少 18.19 和 15.20 个百分点，林地小幅波动，水体基本稳定。②建设用地呈现镇街点状分布极大增长到市域片状分布，59.57%来自耕地，其次是草地 18.28%；耕地破碎化严重，全市点状、块状分布；林地外围逐步收缩；东部山地区域综合动态度最低。③自然环境、人口与经济发展对土地利用变化格局产生影响，推动区域综合发展的同时结合三线划定，综合利用国土空间规划、用途管制等措施，提升城市发展的空间利用率与质量。

关键词：土地利用；驱动；东莞
中图分类号：P208　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2023）12-0072-05

Land-use Change and Driving Analysis of Dongguan City from 1987 to 2021

ZHANG Tao[1], XU Junpeng[1]
(1. Dongguan Institute of Surveying and Mapping, Dongguan 523000, China)

Abstract: By using Landsat image interpretation, we obtained 15-period long-term land-use data from 1987 to 2021 in Dongguan.We completed the driving analysis of land-use change combining land-use degree, transition matrix and standard deviation ellipse methods. The results show that ①the construction land in Dongguan increased the most (972.17 km^2) from 1987 to 2021 with the proportion of cultivated land and grassland areas decreasing by 18.19 and 15.20 percentage points.Forest fluctuated slightly while the water body was basically stable.②The construction land showed a point-like distribution in towns and streets, which had greatly increased to a flaky distribution in the city area with 59.57% from cultivated land, followed by 18.28% from grassland. Cultivated land was seriously fragmented leading the city was distributed in dots and blocks.The periphery of forest gradually shrank. The eastern mountainous area had the lowest comprehensive dynamic degree. ③The natural environment, population and economic development have an impact on the pattern of land-use change. Therefore, when promoting the comprehensive development of region, we should combine the three-line delineation, comprehensively utilize measures such as territory space planning and use control to improve the space utilization rate and quality of urban development.

Key words: land-use, driving, Dongguan

土地利用信息的快速、高效、准确获取是区域土地利用研究的基础，如何更准确地估算 LUCC 一直是国际遥感和应用界的研究重点和热点[1-2]。Landsat 卫星遥感影像由于存档数据时间长，空间分辨率高并可以免费获取，已成为 LUCC 定量估算的重要遥感影像来源；监督与非监督、面向对象法等分类方法成为获取区域土地利用变化信息的重要途径[3-5]。不同学者通过利用 Landsat 影像信息获取区域土地利用变化信息，完成对快速城市地区城市扩张、时空格局、环境影响的分析[6]。

珠江三角洲地区是我国改革开放的前沿阵地，城市化发展速度位居我国首列[7-8]。东莞市在 35 a 的时间里，完成农业县到 GDP 过万亿、人口过千万的大都市转变，创造了我国城市化过程的奇迹[9-10]。本文以 1987—2021 年间 15 期 Landsat 遥感影像解译的东莞市土地利用/覆被（LUCC）数据为基础，分析城市化过程中不同阶段土地利用类型的变化及其驱动因子，以期更好地认识东莞市土地利用格局演变，为东莞市后期国土空间规划与发展提供一定借鉴。

1　数据与方法

1.1　研究区概况

东莞市位于珠江口东岸，广东省中南部，东北毗

收稿日期：2022-07-25。
项目来源：东莞市自然资源调查数据整理分析及工作方法专题研究。
第一作者简介：张涛（1989—），博士，工程师，研究方向为国土空间调查监测、遥感变化监测，E-mail：970695832@qq.com。
通信作者：徐军朋（1981—），硕士，高级工程师，研究方向为国土空间调查、测绘，E-mail：4625298@qq.com。

邻广州，南部连接深圳，研究面积为2 461.46 km²。全域呈现南高北低的地势，南部为山地区，中北部为地势低凹的圃田区，西北区域为河流入海口的水乡片区，西南部主要是沿海区域。

1.2　数据来源

本文从USGS（http://glovis.usgs.gov/）网站获取了东莞市1987—2021年间的15期Landsat遥感影像；采用SVM分类算法和目视解译修正形成了15期长序列LUCC数据；经精度验证总体分类精度达到86.87%，kappa系数为0.83，可满足相关分析工作[5]。

基于相关研究文献[11]，并结合东莞市面积小、自然资源变化不大的特征，本文以经济因子为主要因素分析区域土地利用变化。搜集了东莞市历年统计年鉴、东莞年鉴以及镇街年鉴，以大约10 a间的变化节点，整理了1987年、2001年、2011年和2021年东莞市及各镇街GDP、常住人口、财政收入等统计数据以进行土地利用变化的驱动因子分析。

1.3　研究方法

1.3.1　土地利用度

综合土地利用动态度（式(1)）反映区域土地利用类型在研究时段内的数量变化[12]。

$$LC=\left[\frac{\sum_{i=1}^{n}\Delta LU_{i-j}}{2\sum_{i=1}^{n}LU_i}\right]\times\frac{1}{T}\times 100\% \tag{1}$$

式中，LC为综合土地利用动态度；T为研究时间长度；LU_i为研究时段初期土地类型的面积；ΔLU_{i-j}为土地利用类型转化面积的绝对值。

1.3.2　土地利用转移矩阵

土地利用转移矩阵（式（2））可统计不同土地利用类型之间相互转换的数量关系，直观反映一定时间尺度内社会发展背景下不同土地利用类型分布转换的方向与结构特征，可有效分离出不同类型的变化特征[13]。

$$S_{ij}=\begin{bmatrix}S_{11} & S_{12} & \cdots & S_{1n}\\ S_{21} & S_{21} & \cdots & S_{2n}\\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots\\ S_{n1} & S_{n1} & \cdots & S_{nn}\end{bmatrix} \tag{2}$$

式中，S_{ij}为研究时段初期第i类土地利用类型转为末期j类土地利用类型的总面积；n为区域土地利用类型总数量。

1.3.3　标准差椭圆

标准差椭圆可完成对不同土地利用类型的空间统计，根据不同土地利用类型在不同时间的质心位置（式3）、方位角（式4）、长轴和短轴（式5）等，综合判断空间移动趋势[14]。

$$\bar{X}_w=\frac{\sum_{i=1}^{n}w_ix_i}{\sum_{i=1}^{n}w_i}\qquad \bar{Y}_w=\frac{\sum_{i=1}^{n}w_iy_i}{\sum_{i=1}^{n}w_i} \tag{3}$$

$$\theta=\arctan\left[\left(\sum_{i=1}^{n}x_i'^2-\sum_{i=1}^{n}y_i'^2\right)+\sqrt{\left(\sum_{i=1}^{n}x_i'^2-\sum_{i=1}^{n}y_i'^2\right)^2+4\left(\sum_{i=1}^{n}x_i'y_i'\right)^2}\right]\Bigg/2\sum_{i=1}^{n}x_i'y_i' \tag{4}$$

$$\begin{cases}\delta_x=\sqrt{\sum_{i=1}^{n}\left(x_i'\cos\theta-y_i'\sin\theta\right)^2\Big/n}\\ \delta_y=\sqrt{\sum_{i=1}^{n}\left(x_i'\sin\theta-y_i'\cos\theta\right)^2\Big/n}\end{cases} \tag{5}$$

式中，x_i、y_i为区域几何中心坐标；w_i为权重；θ为椭圆方位角；x'_i、y'_i分别为区域中心道平均中心的坐标偏差。

2　东莞市土地利用变化

2.1　土地利用格局特征

1987—2021年，东莞市土地利用类型的空间分布发生了较大的变化（图1）。1987年，西北部以耕地为主，南部与东部以林地为主，草地主要分布在中部地区，水体主要在西部区域分布，建设用地则以全域点状分布为主，仅在西北部莞城街道附近呈现块状分布。后续阶段，建设用地的扩张是主要变化类型，呈现沿道路分布、扩张的特征，到2001年形成沿石龙镇、莞城街道、厚街镇、虎门镇和长安镇连续条带状分布；西部地区的耕地减少严重。耕地持续大范围减少到2011年基本稳定，南部和东部林地类型开始呈现减少趋势。2021年呈现以建设用地和林地分布为主导的用地格局，建设用地在全域呈现连片分布，空间占比最高；林地主要在南部和东部山地区域聚集分布；耕地则全域呈现零星点状分布。

总体上看，1987—2021年建设用地呈现点状、块状、连片分布的扩张趋势，空间完整性逐步提升；耕地从片状分布缩减到点状分布，空间分布破碎化；林地主体未发生较大偏移，但外围不断收缩；草地和裸地则减少严重，仅有少部分区域分布；水体则主要为

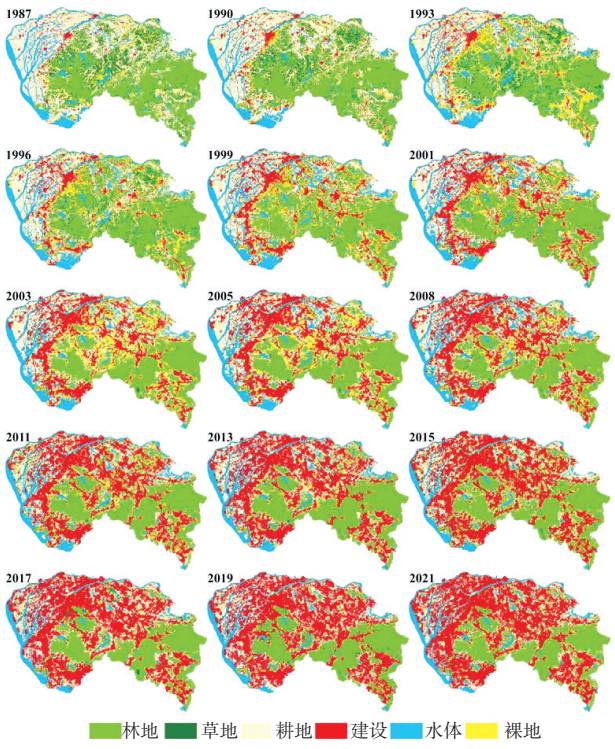


图1 东莞市1987—2021年土地利用格局

河流、海域和水库，空间变化不大。

2.2 数量结构变化

1987年全市土地利用类型中，耕地面积最大为977.87 km²，占全市面积的39.73%；林地的面积为550.51 km²；草地、水体和裸地的占比分别是15.29%、12.59%和6.11%；建设用地的面积最小为86.52 km²（3.92%）。从镇街范围看，樟木头镇的林地比例最高为75.02%，17个镇街的林地比例低于1%；耕地方面，高埗镇的占比最高为73.84%，12个镇街的耕地面积占比超过50%，樟木头最低为13.26%；莞城街道的建设用地占比最高，接近40%；谢岗镇最低，只有0.88%。

1987—2021年建设用地面积持续增加，从1987年的3.92%增长到2021年的43.42%。耕地占比从39.73%持续降低到21.54%。林地在2001年增加到最高，为26.99%。水体区域占比最高为1999年的13.44%，最低为2015年9.10%。裸地在1987—1993年快速增加达到峰值12.08%，2019年最低占比为0.28%；草地占比则是从1987年15.29%持续降低到2021年的0.09%。

2021年莞城街道的建设用地占比最高，15个镇街的建设用地占比超过50%，仅有樟木头镇的建设用地比例低于20%。樟木头镇、黄江镇和清溪镇的林地占比超过50%；沙田镇、石龙镇和洪梅镇的林地占比地域1%。耕地方面，松山湖的耕地占比最高为35.95%，莞城街道的耕地占比最低为5.81%。

总体看，1987—2021年东莞市建设用地面积增长最为明显，耕地、草地、裸地基本持续降低，林地面积整体稳定。镇街建设用地全域增加，但不同镇街增加差异明显；南部地区镇街林地保有量较大，西北部水乡片镇街是主要的耕地分布区域。

2.3 相互转变

1987—2001年，林地转出120.06 km²，主要向耕地、裸地、草地和建设用地转移。草地有34.73%转移为林地，5.62%转移为耕地。耕地主要转出为建设用地282.26 km²，占其转出面积的52.65%。建设用地主要接收耕地转入，占建设用地新增范围的63.97%。水体转出面积中31.00%转移为建设用地。裸地转出面积中，33.91%转移为耕地，27.51%转移为建设用地。

2001—2011年，林地转出的40.95%转移为耕地，21.42%转移为建设用地；草地转出中，34.32%转移为林地，31.55%转移为耕地；耕地转出中53.99%转移为建设用地；建设用地转入中52.25%来自耕地，25.75%来自裸地；水体减少面积中超过一半转移为耕地，其次是建设用地；裸地转出中的52.21%转移为建设用地。

2011—2021年，林地转出中超过71.10%转移向耕地；草地转出量为56.32 km²，主要转移为耕地；耕地转出中67.66%转移为建设用地；建设用地增加面积中56.09%来自耕地，22.06%来自裸地；水体和裸地主要转移为建设用地。

总体看，1987—2021年，林地转出的146.80 km²中，46.19%转移为建设用地，44.34%转移为耕地；草地同样主要转移向建设用地和耕地；耕地转出了714.67 km²，83.42%转移为建设用地；建设用地增加的989.45 km²中，59.57%来自耕地，其次是草地18.28%、林地9.39%；水体和裸地主要转移向建设用地和耕地。

建设用地变化是镇街土地利用变化的主要类型，莞城街道增加面积最小为4.947 km²，虎门镇的增加面积最大为65.57 km²；13个镇街建设用地增加面积在30 km²以上。耕地变化中，企石镇的耕地减少最少为0.13 km²，沙田镇减少最多36.90 km²，20个镇街的减少量在10 km²以上。林地在11个镇街呈现减少，凤岗镇减少最多为14.58 km²，松山湖管委会增加最高为20.5 km²。草地在大岭山镇、常平镇、松山

湖镇减少较多。水体方面，长安镇的减少量最大达到18.51 km²，松山湖管委会增加最多为3.02 km²；裸地则是23个镇街减少趋势，松山湖减少量最大为15.36 km²。

2.4　发展方向变化

本文以变化最大的建设用地、耕地和林地进行空间结构变化分析（图2）。

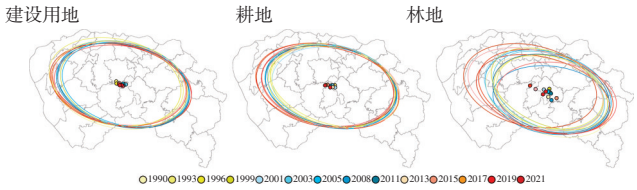


图2　1987—2021年土地利用变化范围标准差椭圆变化

结果显示，建设用地的变化范围在90年代相对靠西北区域偏移；2001—2011年呈现明显的向东部移动的趋势；2011—2021年向西部和南部运动的趋势。1987—2021年建设用地增加的范围质心呈现自西北向东部继而回归中南部地区的变化趋势。

耕地变化范围的空间分布变化椭圆未发生较大变化；其变化范围的标准差椭圆呈现明显向西北部逐渐扩展的态势，东部则呈现交替变化态势；空间质心在2000年后向西部偏移。

林地变化范围的标准差椭圆呈现较大的变化特征。2000年前其主要在中部地区变化，标准差椭圆空间分布较小；2000—2011年向西北部扩张，质心向南部偏移；2011—2021年标准差椭圆和质心均呈现明显的向西北部偏移的特征，同时标准差椭圆呈现扩大态势。

2.5　土地利用变化度

东莞市1987—2021年综合空间动态度评估结果表明，中北部地区土地利用的动态度最高，主要是寮步镇、万江街道、高埗镇、东坑镇、横沥镇总体变化在1.6~2.0之间；中部区域16个镇街相对集中，其变化度总体在1.2~1.6之间变化；东部谢岗镇、清溪镇、樟木头镇的变化度在0.4~0.8之间；其余镇街主要在西部和南部的变化度在0.8~1.2之间。

3　讨　论

3.1　自然环境对土地利用格局变化产生重要影响

自然环境是区域土地利用变化的驱动因素之一[16]。文中分析可发现，东莞市东南部和南部区域的林地以及草地是区域内建设用地扩张的主要对象；因其地形相对复杂，侵蚀难度较高且开始时间晚，造成林地重心逐渐向西部偏移。耕地作为主要被侵蚀对象主要分布在西部区域，一方面是耕地本底分布面积大，另外与耕地平坦的地势特征密切联系。同时西北区区域经济发展相对缓慢，综合形成耕地重心自西北向西南偏移的特征。但在2011年后耕地越来越少及侵蚀难度越来越高，减少用地的侵蚀方向逐渐重点向林地、水体等转移。总体看，自然环境的易侵蚀度一定程度影响了区域土地利用格局的演变。

3.2　人口和经济发展推动土地利用变化

区域土地利用变化是人类社会发展与关键空间因子、土地资源不匹配所引起的综合响应之一，也是自然系统、经济系统及管理体制系统三重相互关联、共同作用的结果[17]。

人口和经济要素推动土地利用变化。区域范围内人口数据的急剧增长直接刺激人居环境需求的变化，具体变现为城镇居民住宅用地、公共基础配套设施建设、工业用地建设等需求。前述可知，东莞市建设用地快速扩张；东莞市人口由1987年的150万人增长到2021年1 047万人，增长了897万人，人口与建设用地的扩展呈现密切联系，其二者发展速度基本一致；这也解释了人口对自然资源的需求推动建设用地扩张。建设用地空间侵占耕地、林地等空间；另外农业人口自身的流失导致丢荒、撂荒等现象，体现出耕地面积的持续减少。综合形成人口和经济推动建设用地变化，进而影响其他土地利用类型空间变化。

建设用地发展初期，人口发展是主要推动作用。进而推动GDP和财政投入的增加，此后经济要素的发展速度快于人口的增长速度，一方面是劳动密集型企业的减少，另外也是人口对GDP推动的边际效用降低。企业转型、发展质量要求、土地成本（扩张与建设）使得发展对空间的需求相对降低，建设用地增长速度低于GDP。最后，东莞市不同镇街快速发展背景下的不同镇街发展速度差异，促进了镇街建设用地扩张速度的差异，以及全域相关地类空间变化特征的差异性。

3.3　发展方向

高质量发展与耕地保护是当今发展的重要方向。如何有效阻止建设用地的持续扩张，保留耕地、林地、草地等生态空间，便成为区域发展与保护的重要课题。东莞市土地利用格局在经济要素、自然要素、产业结构等方面综合影响下，其总体变化较为强烈，

建设用地急剧扩张；一定程度增加了地方对自然资源保护的压力。同时，建设用地急速扩张背景下，空间利用率和质量不高基本是同步面临的问题[18]。从建设用地内部提升已有建设用地空间的利用效率已成为迫切需求。因此，在新时期更发展背景下，地市应该在高度城市化最大实际的基础上，结合生态保护红线、永久基本农田、城镇开发边界三条控制线划定，发挥国土空间规划和用途管制，有效平衡区域发展与保护；以区域城市建设与产业体系更新为牵引，推进城市高品质发展。

4 结 论

本文基于1987—2021年的15期遥感影像完成东莞市长序列土地利用数据的制作，并完成土地利用变化分析；采用土地利用度、转移矩阵、标准差椭圆完成变化驱动力的分析。结果显示：

1） 1987—2021年东莞市建设用地、农地、草地和裸地的时空变化较为剧烈，林地小幅波动，水体基本稳定。建设用地增长最多，由1987年的96.52km^{2}增加到2021年的1 068.6 km^2，增加了972.17 km^2。耕地呈现持续降低的趋势，从39.73%降低到2021年21.54%，草地则是持续降低从1987年的15.29%降低到2021年的0.09%。

2）建设用地呈现镇街点状分布极大增长到市域片状分布，59.57%来自耕地，其次是草地18.28%；耕地破碎化严重，全市点状、块状分布，主要转移为建成区；林地主要分布在东莞南部地区三大林场附近，外围逐步收缩。草地在城市化过程期间波动性最强，大量转移为耕地、林地和建成区。全市土地利用变化空间椭圆变化不大，质心略有变化迁移。东部山地区域综合动态度最低，镇街动态度变化是各镇街自然本底条件、土地利用类型比例、城市发展速度的综合结果。

3）自然环境、人口与经济发展对土地利用变化格局产生影响。土地利用格局剧烈变化背景下，推进发展与保护平衡是对地方政府的考验。推动区域综合发展的同时结合生态保护红线、永久基本农田、城镇开发边界三条控制线划定，综合利用国土空间规划、用途管制等措施，提升城市发展的空间利用率与质量。

参考文献

[1] 匡文慧,张树文,杜国明,等. 2015—2020年中国土地利用变化遥感制图及时空特征分析[J]. 地理学报,2022,77(5):1 056-1 071

[2] 李嘉琪,段梦琦,尹建国,等. 近10年青岛市土地利用景观格局时空变化特征[J]. 地理空间信息,2022,20(5):22-26

[3] 樊杰. 地域功能-结构的空间组织途径:对国土空间规划实施主体功能区战略的讨论[J]. 地理研究,2019,38(10):2 373-2 387

[4] 匡文慧. 新时代国土空间格局变化和美丽愿景规划实施的若干问题探讨[J]. 资源科学,2019,41(1):23-32

[5] 陈洋波,张涛,窦鹏,等. 基于SVM的东莞市土地利用/覆被自动分类误差来源与后处理[J]. 遥感技术与应用,2017,32(5):893-903

[6] 黄昕,李家艺,杨杰,等. Landsat卫星观测下的30 m全球不透水面年度动态与城市扩张模式(1972—2019)[J]. 中国科学:地球科学,2021,51(11):1 894-1 906

[7] 吴大放,胡悦,刘艳艳,等. 城市开发强度与资源环境承载力协调分析:以珠三角为例[J]. 自然资源学报,2020,35(1):82-94

[8] 胡盼盼,李锋,胡聃,等. 1980—2015年珠三角城市群城市扩张的时空特征分析[J]. 生态学报,2021,41(17):7 063-7 072

[9] 李郇,李先锋,邓嘉怡. 产权视角下中国快速城镇化地区的增长与收缩:以珠江三角洲东莞市为例[J]. 热带地理,2019,39(1):1-10

[10] 吴勇,魏炜. 近20年东莞市城市扩张的时空特征分析[J]. 地理信息世界,2021,28(3):84-89

[11] 刘涛,侯兰功. 2000—2018年成都平原国土空间格局演化及驱动力研究:基于“三生”空间多功能视角[J]. 西南农业学报,2021,34(9):76-83

[12] 许茜,李奇,陈憧憧,等. 三江源土地利用变化特征及因素分析[J]. 生态环境学报,2017,26(11):1 836-1 843

[13] 宋永永,薛东前,代兰海,等. 晋陕蒙典型化石能源开发区土地利用变化及其生态响应[J]. 干旱区研究,2018,35(5):1 199-1 207

[14] 郑德凤,郝帅,孙才志,等. 中国大陆生态效率时空演化分析及其趋势预测[J]. 地理研究,2018,37(5):1 034-1 046

[15] 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

[16] 韦绍音,陆汝成,林晓楠,等. 广西陆地边境带国土空间格局演化及机理研究[J]. 中国土地科学,2021,35(12):98-10

[17] 李秀彬. 土地利用变化的解释[J]. 地理科学进展,2022,21(3):195-203

[18] 李花楼. 论土地利用转型与土地资源管理[J]. 地理研究,2015,34(9):1 607-1 618