引文格式：乔加玲,刘子瑜,储玲,等. 皖南区域土地利用长时间序列时空变化分析[J]. 地理空间信息, 2024, 22(9): 22-28. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2024.09.005

皖南区域土地利用长时间序列时空变化分析

乔加玲[1]，刘子瑜[1]，储　玲[1]，严云志[1*]
（1. 安徽师范大学 生态与环境学院，安徽 芜湖 241000）

摘　要：采用1980—2020年共8期土地利用数据，结合土地利用动态度指数，揭示了皖南区域近40年的土地利用时空演变特征与变化趋势。结果表明，1980—2020年皖南区域土地利用结构基本稳定；林地、耕地面积总体呈减少趋势；建设用地、草地、水域和未利用地面积总体呈增加趋势，这是区域自然环境与社会经济发展共同作用的结果。随着时间的推移，各种土地利用类型发生着不同程度的变化，耕地、林地、草地和水域的变化速度较缓慢，而建设用地和未利用地的变化速度较快。青弋江流域土地利用类型变化速度最快，秋浦河与新安江次之，阊江最慢。皖南区域在安徽省具有重要的生态战略地位，发展过程中应合理规划土地，实现土地动态平衡。

关键词：皖南区域；土地利用；动态变化；时空变化
中图分类号：P237　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2024）09-0022-07

Analysis of Land-use Long Time Series Spatio-temporal Changes in the Southern Anhui

QIAO Jialing[1], LIU Ziyu[1], CHU Ling[1], YAN Yunzhi[1]
(1. School of Ecology and Environment, Anhui Normal University, Wuhu 241000, China)

Abstract: Using eight periods of land-use data from 1980 to 2020 and dynamic indices, we revealed the spatio-temporal change characteristics and trends of the southern Anhui in the past 40 years. The results showed that the land-use structures of the southern Anhui were steady from 1980 to 2020. The area of forest and cultivated land generally showed decreasing trends, and the area of construction land, grassland, water and unused land mostly presented an increasing trend, which was the result of joint action of regional natural environment and socio-economic development. Each type of land-use changes in different degrees over time. Among them, the change rates of cultivated land, forest, grassland and water were relatively slow. Still, the change rates of construction land and unused land were faster. The Qingyi River has the fastest change rate, followed by the Qiupu River, Xin'an River and Chang River. It is necessary to plan land rationally and realize the land dynamic balance in the process of development because of the important ecological strategic position of the southern Anhui.

Key words: the southern Anhui, land-use, dynamic change, spatio-temporal change

肥沃的土地是重要的自然资源，其对人类的生存和发展至关重要[1]。有学者指出，人类一直通过土地来满足不断变化的需求，且由于人类活动，地球表面已发生显著变化[2-3]。特别是在一些发展中国家，人们完全依靠开采自然资源来维持生计，对土地资源利用、开发和可持续管理的需求日益迫切[4]。在该过程中，他们常以“人口压力”导致对食物、水、住所和燃料等资源的需求成倍增加为由，已经并正在以各种方式和强度更改土地利用方式[5]。土地利用变化是在各种驱动力作用下土地利用目的与利用方式发生变化的体现[6-8]，与人类活动紧密相连。土地利用变化影响着生态系统的能量交换、水循环、土壤侵蚀与积累以及生物地球化学循环。近年来，社会经济的快速发展加剧了土地利用变化；同时生物多样性的减少、土地利用效率低下、土地荒漠化等生态问题也层出不穷[9-12]。例如，土地利用变化通过改变城市透水面与不透水面的覆盖率来影响区域的降水和径流，进而影响整个区域的水循环过程[13]；快速城市化加剧了土地利用结构的演变，影响了区域自然地理环境的变化和土地利用系统的可持续发展[12,14-15]。因此，了解土地利用变化对于研究全球气候变化、地表碳循环和生物多样性至关重要[11,16-18]。从20世纪90年代至今，土地利用变化一直是全球变化研究的热点之一[4,6-7,19-22]。目前，国内对土地利用变化的研究通常与驱动机制和环境效应相联系，通过分析驱动机制和环境效应，研究土地利用变化的主导因素和影响，从而预测土地利用现状

收稿日期：2023-03-04。
项目来源：国家自然科学基金资助项目（31872251、41877417）；安徽省自然科学基金资助项目（2208085MC45）。
第一作者简介：乔加玲（1994—），硕士，研究方向为土地利用与鱼类生态学，E-mail：qiaojialing9406@126.com。
通信作者：严云志（1976—），博士，教授，研究方向为鱼类生态学，E-mail：yanyunzhi@ahnu.edu.cn。

以及土地利用变化对环境的影响[22-25]。土地利用动态变化是人类为满足社会经济发展的需要，不断调整区域内各种土地利用类型的过程[2]。其研究主要涉及时间尺度上的土地利用变化与速率以及空间范围内土地利用景观格局的变化[26-29]。

安徽省是我国华东地区重要的生态区域之一。人类活动对安徽省自然环境的影响越来越大，土地利用正在发生巨大变化。2000年以前，农业生产是该区域的主要经济活动，人口增加和对粮食生产的持续需求导致耕地面积增加、林地面积减少[30]；2000年以后，快速城市化背景下的农村外迁对土地利用变化产生了深刻影响，如建设用地、水域面积扩张，高度城市化地区耕地大量流失，农村退耕等[28,31]，因此不合理的土地利用带来的生态问题需引起高度关注。安徽省皖南区域向东紧靠长三角，是安徽省经济、文化和旅游的重要区域。凭借复杂多样的生态系统、丰富的生物多样性和特殊的自然环境，其在安徽省具有重要的生态战略地位。目前，关于安徽省土地利用变化及其驱动力的研究较多，但对皖南区域不同土地利用类型时空变化的比较分析较少。因此，本文主要研究了1980—2020年皖南区域土地利用变化的时空演变和不同土地利用类型间的相互转换，旨在为皖南区域土地利用规划与可持续发展提供科学参考，为维护生物多样性和生态平衡提供思路。

1　研究区概况与研究方法

1.1　研究区概况

安徽省地处暖温带与亚热带过渡地区，占地面积约为14万km^2。皖南区域（116°31'~119°45'E、29°31'~31°N）位于安徽省长江以南，是安徽省生物多样性热点区域，东南与浙江相接，西南与江西相邻，北以沿江丘陵平原为界，即沿平原丘陵区以南的山地丘陵地带[32]，面积约为4.16万km^2。皖南区域的4大河流为新安江、秋浦河、阊江和青弋江。新安江是钱塘江水系干流上游段，发源于安徽省休宁县境内，东入浙江省西部，是钱塘江的正源，干流长约373 km。新安江流域水利资源较丰富，素以水色佳美著称。秋浦河是长江安徽省池州市段支流，发源于石台县仙寓山和祁门县大洪岭，北从池口汇入长江，河长约150 km；全域风光秀丽，自然、人文旅游资源丰富。阊江是昌江河在安徽省祁门县境内的称呼，发源于安徽祁门县大洪岭深处，向南流经景德镇，经鲇鱼山至鄱阳县与乐安河相汇，合流为鄱江，之后西流40余km注入鄱阳湖，全长253 km。青弋江是长江下游最大的一条支流，发源于安徽省黟县黄山北麓，于芜湖市区汇入长江，全长约275 km；具有防洪、水库、引水、水电和旅游等重要价值。皖南向东紧靠长三角，是安徽省重要的经济、文化和旅游区域。2000—2020年皖南区域人口增长25.21%，城镇化率增加89.53%，GDP增长10倍以上（数据来源于安徽统计年鉴 http://tjj.ah.gov.cn/ssah/qwfbjd/tjnj/index.html），但高速发展过程中带来的土地利用和生态环境保护问题同样需要重视。

1.2　数据来源

本文采用的皖南区域（涵盖芜湖市和马鞍山市北部）1980年、1990年、1995年、2000年、2005年、2010年、2015年和2020年的8期土地利用栅格数据来源于中国科学院资源环境科学数据中心（http://www.redc.cn），分辨率为30 m。根据土地资源和利用属性分为耕地、林地、草地、水域、建设用地和未利用地6个一级地类，水田、旱地、有林地、灌木、城镇用地等25个二级地类[33]，地类分类综合精度均达88%以上。数字高程模型（DEM）来源于中国科学院资源环境科学数据中心，空间分辨率为30 m。新安江、秋浦河、阊江和青弋江流域边界利用DEM在ArcGIS 10.8中提取。

1.3　数据提取

基于DEM数据，利用ArcGIS通过原始DEM填洼、流向生成、流量累积、流域分析和流域矢量化划分等步骤生成各流域边界。利用数据管理工具中的投影与转换工具，统一8期土地利用栅格数据和皖南区域4个流域边界矢量数据的地理坐标系和投影坐标系。

数据提取的具体流程为：①根据徐新良[33]等划分的6个一级地类，利用空间分析工具中的“分类—重分类”工具将二级土地利用重分类为一级地类；②利用转换工具中的“由栅格转出—栅格转面”工具对重分类的土地利用栅格图进行矢量格式转换；③根据流域边界，利用提取分析中的“剪裁”工具对土地利用矢量图进行批量剪裁；④利用数据管理工具中的“制图融合”工具合并土地利用矢量图中相同属性的地类；⑤导出数据，用于后续分析；⑥利用分析工具中的“叠加分析—相交”工具对需要进行比较的两个时期的土地利用矢量图进行相交；⑦利用转换工具中的“表转Excel”工具导出相交后的数据，用于后续分析。

1.4　数据分析

1）单一土地利用动态度能定量描述区域一定时间范围内某种土地利用类型变化的速度[7]。其值越大，说明区域土地利用变化越剧烈；反之，则越弱，表达式为：

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

式中，U_a、U_b 分别为研究期初、期末某一种土地利用类型的面积；T 为研究时段。当 T 定义为年时，K 即为该研究区域某种土地利用类型的年变化率。

2）综合土地利用动态度表示某一研究区域土地利用的整体变化程度[7,34]。其值越大，说明研究区域土地利用变化越剧烈；反之，变化越弱，表达式为：

$$L_c=\frac{\left|\sum_{i=1}^{n}\Delta LU_{i-j}\right|}{2\times\sum_{i=1}^{n}LU_i}\times\frac{1}{T}\times 100\% \quad (2)$$

式中，LU_i 为研究期初第 i 种土地利用类型的面积；ΔLU_{i-j} 为研究时段内第 i 种地类转化为其他种地类面积的绝对值；T 为研究时段。当 T 定义为年时，L_c 即为该区域该时段土地利用的年综合变化率。

3）土地利用类型转移矩阵[35]在反映某区域某时间段期初与期末土地利用类型结构的同时，也可定量描述期初与期末土地利用类型之间的相互转化情况，便于了解期初各地类的变化去向以及期末各地类的来源与构成，从而更好地分析研究区域土地利用格局演变过程[35-36]。

2 研究结果与分析

2.1 土地利用面积与占比

1980—2020年皖南地区土地利用面积仍以林地和耕地为主；耕地和林地面积整体呈减少趋势，分别减少1.88%和0.92%；草地、水域、建设用地与未利用地面积整体呈增加趋势，分别增加0.83%、0.27%、1.70%和0.01%（图1）。1980—1995年林地和耕地面积呈减少趋势，而草地和建设用地面积呈增加趋势，只有未利用地面积基本保持不变。该变化可能与我国当时的国情有关，该时期我国经济处于快速发展阶段，而皖南区域地形以丘陵为主，大面积种植农作物较困难，当地居民选择发展畜牧业，从而提升了对草地的需求；房屋和厂房的扩建主要占用了耕地；政府大兴水利工程，以提供蓄水、灌溉、防洪等便利，从而导致水域面积增加；未利用地面积保持稳定，表明土地利用充分，未增加荒废面积。1995—2005年林地和建设用地面积呈增加趋势，草地和耕地面积呈减少趋势，水域面积变化较小，未利用地面积基本保持不变。林地面积的增加可能与“退耕还林”生态政策有关，减少耕地或人工草地，恢复林地，表明研究区域在该时期注重林业生态工程建设；建设用地面积的增加与当地的经济发展、房屋建设有关。2005—2020年林地、草地和耕地面积整体呈减少趋势，建设用地和未利用地面积整体呈急剧增加趋势，水域面积变化较小。该时期皖南区域的经济、旅游和文化建设迅速增长，林地面积的减少可能与旅游区建设增加有关；城镇化发展迅速导致建设用地面积增加；耕地面积减少和未利用地面积增加主要是由于大量劳动力弃耕进城务工，导致农业用地荒废。

皖南区域主要由新安江、秋浦河、阊江和青弋江4大流域组成，总面积约为2.06万 km^2，其中秋浦河面积最大，约占32.24%；青弋江和新安江次之，分别约占29.28%和29.17%；阊江最小，约占9.29%。秋浦河流域土地利用类型以林地和耕地为主，占比分别为

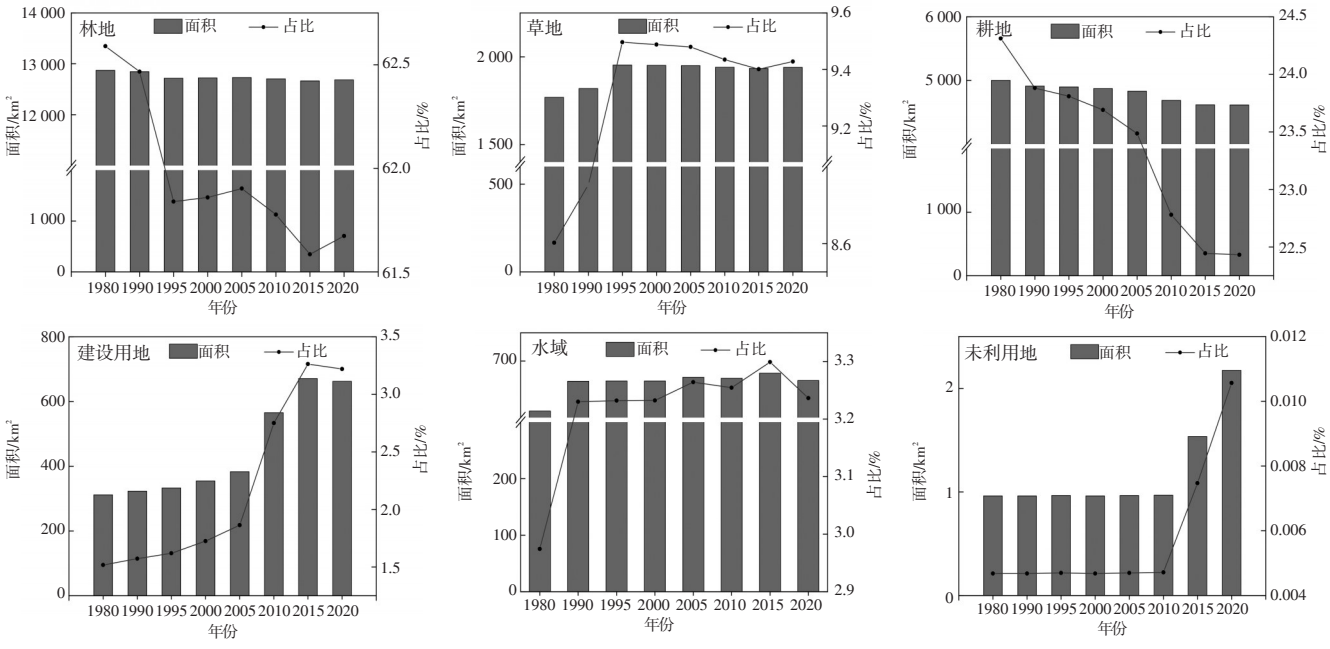


图1 1980—2020年皖南区域土地利用面积及其占比

37%和33%以上；草地、水域、建设用地、未利用地面积占比分别为15%、7%、3%和0.01%以上（图2）。秋浦河流域林地和耕地面积总体呈减少趋势，建设用地、水域和未利用地面积变化明显，呈急剧增加趋势，草地面积总体上变化较小。青弋江流域土地利用类型以林地为主，占比为65%以上；耕地、草地、水域、建设用地的占比分别为22%、6%、1.6%和0.88%以上，未利用地面积较小。青弋江流域林地和耕地面积整体呈减少趋势，草地和建设用地面积整体呈增加趋势；水域和未利用地面积变化幅度较小。新安江流域土地利用类型以林地为主，占比为77%以上；耕地、草地、建设用地和水域的占比分别为17%、4%、2%和0.6%以上。新安江流域林地和耕地面积整体呈减少趋势，草地和建设用地面积整体呈增加趋势；水域面积变化幅度较小。与新安江流域相似，阊江流域土地利用类型以林地为主，占比为84%以上；耕地、草地次之，占比均约为7%以上；建设用地、水域的占比约为0.5%和0.02%。阊江流域林地和耕地面积整体呈减少趋势，草地、建设用地面积整体呈增加趋势，水域面积变化较小。

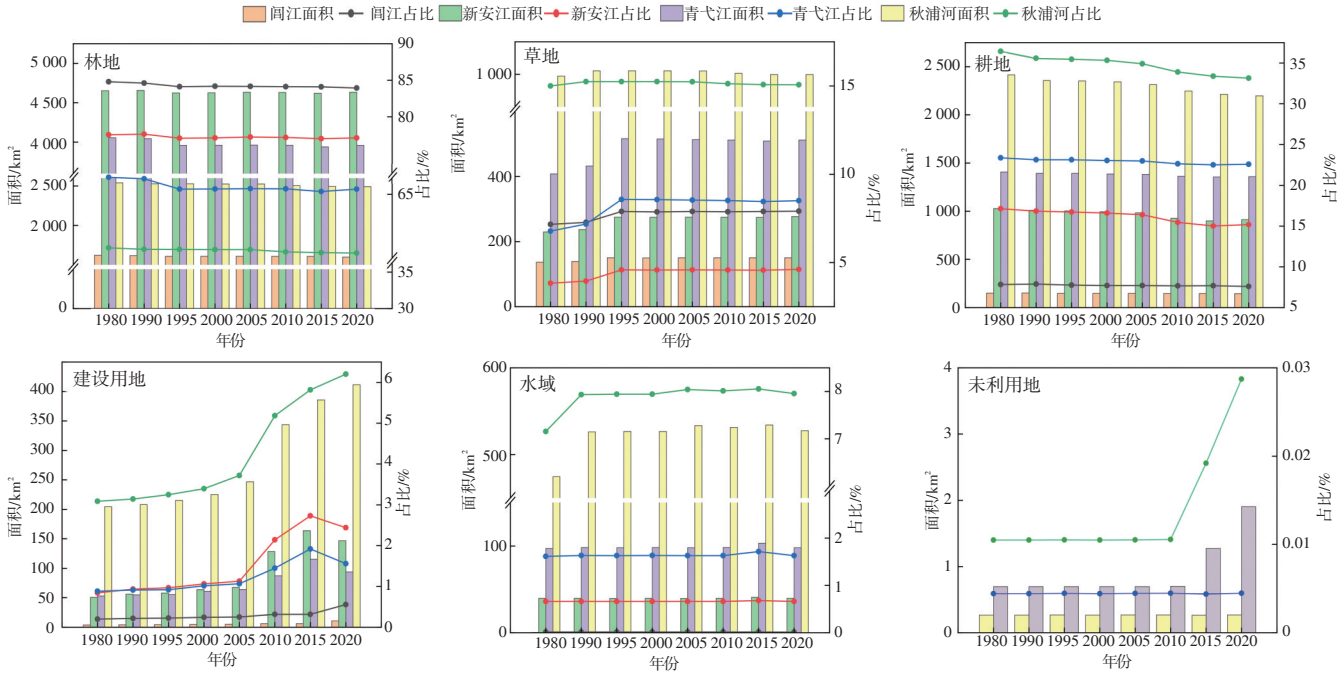


图2　1980–2020年皖南区域4大流域土地利用面积及其占比变化

2.2　土地利用动态度

土地利用变化速度是以土地利用类型面积为基础，研究某时段内土地利用类型面积变化的结果，可通过土地利用类型间的比较反映变化差异的优势。土地利用类型面积变化速度可通过单一土地利用动态度和综合土地利用动态度表示。

近40年来，安徽省皖南区域不同土地利用类型之间发生着不同程度的转换（图3）。各地类的土地利用动态度见表1、2，各地类呈现不同程度的“波浪式振动”状态。1980—2020年耕地的变化速度较小，且均为负值，表明耕地面积呈逐年减少趋势，而2005—2010年的变化速度值最大（–0.60%），表明耕地面积在该时段变化最剧烈。由图3可知，耕地在该时段与其他地类发生了大量转换，这可能与皖南区域地理位置有关。皖南大部分区域位于丘陵地带，山地较多，大面积种植农作物较困难，部分劳动力将致富之路转向养殖牛羊鱼虾、种植果园以及发展旅游业等。2015—2020年耕地变化速度最小（–0.01%），表明该时段农作物种植较稳定。林地变化速度缓慢，整体呈减少趋势，其中1980—1995年、2005—2015年林地变化速度为负值，说明林地在这两个时段与耕地、建设用地、草地、水域和未利用地不停地发生转换，这与皖南区域经济建设有关，随着人口的增加，旅游业、道路、电力和通信等建设工程需求也在逐渐增

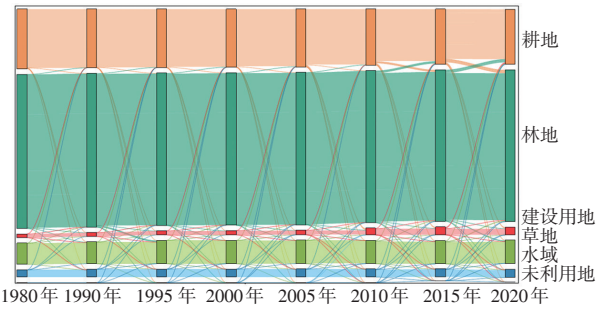


图3　1980—2020年皖南区域土地利用变化Sankey图

大，从而导致林地的减少；1995—2005年、2015—2020年林地变化速度为正值，这与政府为加强生态恢复和保护，推进“退耕还林”等生态政策有关。1990—1995年草地的变化速度最快（1.47%），而林地和耕地的变化速度均为负值，表明该时段畜牧业发展较好；1995—2005年草地的变化速度较小（–0.02%），表明该时段畜牧业发展较稳定。1980—1990年水域的变化速度最大（0.86%），仅林地和草地的变化速度为负值，表明该时段内出现扩建水利工程、扩大鱼塘、虾塘现象；1995—2000年水域面积比较稳定，基本保持不变（0.00%）。1980—2015年建设用地的变化速度处于上升趋势，且在2005—2010年达到最大值（9.51%），2010—2015年虽然变化速度降低，但仍为正值，表明皖南区域的城镇化速率一直处于加快的状态，这与研究区域的人口增长和经济发展相关，1980—2015年皖南区域的人口数量和经济一直处于正增长状态，居民的生活需求也相应提高；2015—2020年建设用地的变化速度为负值（–0.26%），这主要是受“新农村建设”“城市改造”等政策的影响。1980—2020年未利用地面积整体上呈增加趋势且变化速度不断加快，特别是2010年以后，这与同时期其他地类与未利用地之间的转换量较之前增加有关，也说明在经济和城镇化率增长的状态下，劳动力进城务工数量持续增加，从而导致一些旧房屋、农业用地、人工草场和养殖性鱼、虾塘被废弃。

由表2和图4可知，秋浦河、青弋江、新安江和阊江流域的单一土地利用类型面积发生着不同程度的变化。秋浦河流域耕地、林地和草地的变化速度较小，且大多为负值，表明这3种地类的面积整体呈减少趋势；水域变化速度较小，但大多为正值，表明水域面积整体呈增加趋势；建设用地变化速度较大且均为正值，表明建设用地面积一直呈增加趋势；未利用地面积在2010年以前缓慢增加，在2010年以后急剧增加。青弋江流域耕地、林地、水域和未利用地的变化速度较缓慢，表明该区域耕地、林地和水域面积较稳定；1980—1995年草地变化速度急剧加快，之后变缓；1980—2010年建设用地变化速度不断增加，2010年以后有所下降，但面积整体上一直呈增加趋势。新安

表1 1980—2020年皖南区域各地类的单一土地利用动态度

土地利用类型	1980–1990年	1990–1995年	1995–2000年	2000–2005年	2005–2010年	2010–2015年	2015–2020年
耕地	–0.18	–0.06	–0.10	–0.17	–0.60	–0.29	–0.01
林地	–0.02	–0.20	0.01	0.01	–0.04	–0.06	0.03
草地	0.28	1.47	–0.02	–0.02	–0.10	–0.07	0.06
水域	0.86	0.01	0.00	0.20	–0.06	0.27	–0.38
建设用地	0.36	0.60	1.30	1.61	9.51	3.73	–0.26
未利用地	0.00	0.07	–0.07	0.07	0.07	11.70	8.30

表2 1980—2020年皖南区域4大流域单一土地利用动态度

流域	土地利用类型	1980–1990年	1990–1995年	1995–2000年	2000–2005年	2005–2010年	2010–2015年	2015–2020年
秋浦河	耕地	–0.24	–0.05	–0.08	–0.23	–0.58	–0.31	–0.14
	林地	–0.05	–0.01	–0.01	0.00	–0.17	–0.05	–0.03
	草地	0.16	0.00	0.00	–0.01	–0.14	–0.07	0.00
	水域	1.09	0.02	0.00	0.25	–0.08	0.11	–0.24
	建设用地	0.17	0.68	0.92	1.91	7.88	2.44	1.32
	未利用地	0.00	0.05	–0.05	0.05	0.08	16.35	9.93
青弋江	耕地	–0.10	0.00	–0.09	–0.04	–0.30	–0.12	0.06
	林地	–0.03	–0.42	0.01	0.01	0.00	–0.11	0.10
	草地	0.58	3.90	–0.03	–0.07	–0.05	–0.13	0.12
	水域	0.11	–0.02	0.02	–0.02	0.02	1.04	–1.01
	建设用地	0.37	0.17	2.07	0.99	7.18	6.49	–3.75
	未利用地	0.00	0.14	–0.13	0.14	0.07	–0.40	0.41
新安江	耕地	–0.17	–0.14	–0.16	–0.24	–1.16	–0.55	0.25
	林地	0.01	–0.14	0.01	0.03	–0.01	–0.05	0.06
	草地	0.33	3.21	–0.04	0.02	–0.04	–0.03	0.22
	水域	0.00	–0.03	0.03	–0.03	0.01	0.63	–0.54
	建设用地	1.06	0.73	1.99	1.24	17.97	5.48	–2.09
阊江	耕地	0.06	–0.30	–0.14	–0.02	–0.07	0.01	–0.29
	林地	–0.02	–0.12	0.01	0.00	–0.01	0.00	–0.12
	草地	0.16	1.68	–0.06	0.06	–0.03	0.03	–0.03
	水域	0.00	1.06	–1.01	1.06	0.00	–1.19	–1.26
	建设用地	0.82	0.75	1.71	0.51	5.34	0.10	15.02

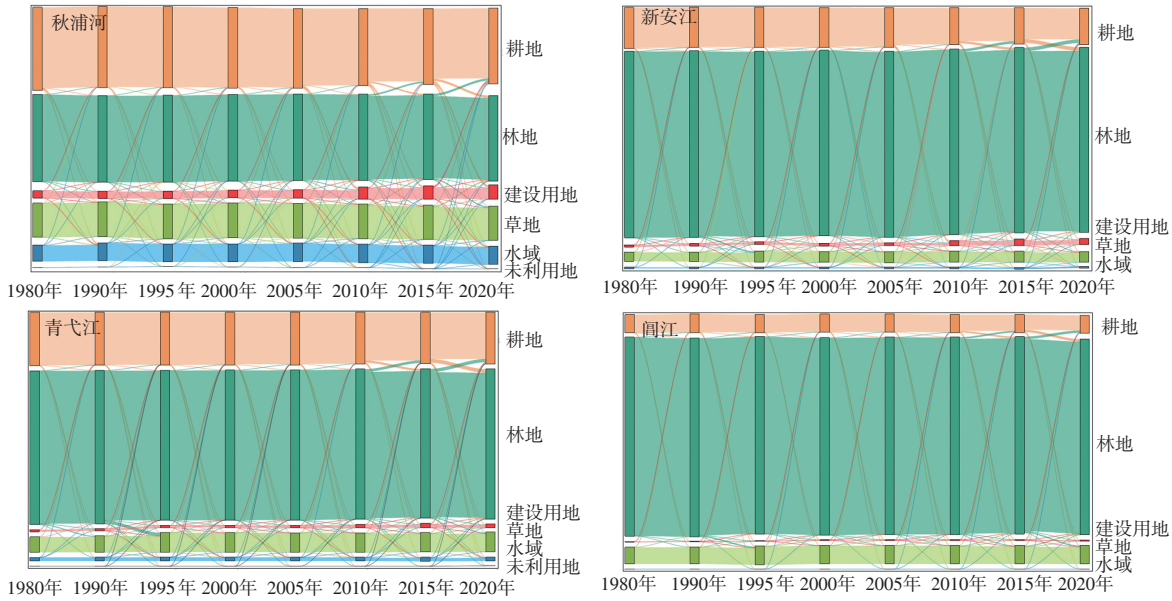


图4　1980—2020年皖南区域4大流域土地利用变化Sankey图

江流域林地、耕地和水域的变化速度较小，表明其面积基本稳定；1980—1995年草地的变化速度较大，之后变化速度较小，表明草地面积早期大幅增加后缓慢增加；2010年以前建设用地变化速度处于增加状态，2010年以后有所下降，但面积整体上一直呈增加趋势。阊江流域各土地利用类型变化速度与新安江流域相似。新安江和阊江流域均未监测到未利用地，表明两个流域土地利用合理。

本文从空间层面分析皖南区域近40年的土地利用变化：在林地面积变化上，青弋江变化速度最快，秋浦河次之，阊江最慢；在耕地面积变化上，新安江变化速度最快，秋浦河次之，青弋江最慢；在草地面积变化上，青弋江变化速度最快，新安江次之，秋浦河最慢；在水域面积变化上，阊江变化速度最快，青弋江次之，新安江最慢；在建设用地面积变化上，新安江变化速度最快，阊江次之，秋浦河最慢；在未利用地变化上，秋浦河变化速度最快，青弋江最慢，新安江与阊江流域均未监测到未利用地。

综合土地利用动态度可反映人类与土地利用类型之间进行物质、能量和信息交流的强度。皖南区域4大流域近40年综合土地利用动态度变化趋势相似（表3），1980—1990年和1990—2010年4大流域综合土地利用动态度均小于1.5%，表明土地利用变化较缓慢；2010—2020年综合土地利用动态度大于3.0%，表明随着经济的不断发展土地利用变化不断加大，其中青弋江的变化速度最快，秋浦河次之，阊江最慢。

表3　1980—2020年皖南区域综合土地利用动态度

流域	1980–1990年	1990–1995年	1995–2000年	2000–2005年	2005–2010年	2010–2015年	2015–2020年
四大流域	0.20	0.58	0.47	0.49	0.79	3.61	9.18
阊江	0.04	0.69	0.91	0.48	0.75	4.14	5.31
秋浦河	0.25	0.35	0.44	0.48	0.86	3.13	8.76
青弋江	0.14	1.11	0.53	0.50	0.60	5.01	8.95
新安江	0.10	0.47	0.38	0.43	0.96	3.48	7.22

3　结　语

本文通过计算各土地利用类型面积、占比、单一土地利用动态度和综合土地利用动态度，对安徽省皖南区域近40年的土地利用时空动态进行了分析。研究期间，皖南区域各地类均发生了不同程度的变化，但整体态势平缓，主要土地利用类型始终是林地和建设用地，现阶段建设用地仍有较大需求。林地和耕地面积总体呈减少趋势；建设用地、草地、水域和未利用地占比虽较小，但面积总体呈增加趋势，这表明随着人口增长、经济水平和城镇化水平的提高、居住条件的改善和农业结构调整，便民利民的土地利用类型必然会增加（建设用地等），但也会导致其他地类面积的减少。皖南区域土地利用格局变化是区域自然环境和人文经济因素共同作用的结果。随着时间的推移，各地类间每年都发生着不同程度的转换，其中未利用地的变化速度最快、建设用地次之、再者是耕地、水域和林地，草地最

慢。就单个流域而言，青弋江的土地利用变化速度最快，秋浦河与新安江次之，阊江最慢。复杂多样的生态系统、丰富的生物多样性和特殊的自然环境决定了皖南区域在安徽省不可忽视的生态战略地位，因此其发展过程中应加大对未利用地的整治，控制城镇建设用地，保护林地。合理规划土地发展，实现土地动态平衡，有利于加强和提升皖南区域生态系统的服务功能。

参考文献

[1] 张浚茂,臧传富. 东南诸河流域1990—2015年土地利用时空变化特征及驱动机制[J]. 生态学报,2019,39(24):9 339-9 350

[2] Molombe J M. Land Tenure Systems on Urban Growth and Development in the Limbe Municipality[D]. University of Buea,2011

[3] Nguh B S,Maluh N B. The Implications of Land Use/Cover Dynamics on Resources Development in Tubah Sub-division,Cameroon[J]. Journal of the Cameroon Academy of Sciences,2017,14 (1):71-85

[4] Shegwe T Q, Yungsi W D, Suh S E, et al. Land Use/Land Cover Change in the Western Highlands of Cameroon: Case of the Sabga-bamunka Area (1980-2020) [J]. American Journal of Remote Sensing,2021,9(1):55-64

[5] Fogwe Z N. Landscape Degradation on the Kom Highland, North West Province, Cameroon[D]. University of Yaounde1, Yaoundé,1997

[6] 王秀兰,包玉海. 土地利用动态变化研究方法探讨[J]. 地理科学进展,1999,18(1):81-87

[7] 杨文轩,庞红丽,张旭. 兰州市近10年的土地利用动态变化研究[J]. 水土保持研究,2013,20(3):231-236

[8] 王万茂,韩桐魁. 土地利用规划[M]. 北京:中国农业出版社,2022

[9] 吴建国,吕佳佳. 土地利用变化对生物多样性的影响[J]. 生态环境,2008,17(3):1 276-1 281

[10] He S, Yu S, Li G, et al. Exploring the Influence of Urban form on Land-use Efficiency from a Spatiotemporal Heterogeneity Perspective: Evidence from 336 Chinese Cities[J]. Land Use Policy,2020,95:104 576

[11] Xu F, Wang Z, Chi G, et al. The Impacts of Population and Agglomeration Development on Land Use Intensity: New Evidence Behind Urbanization in China[J]. Land Use Policy,2020,95:104 639

[12] Fu Y,Zhou T,Yao Y,et al. Evaluating Efficiency and Order of Urban Land Use Structure: an Empirical Study of Cities in Jiangsu, China[J]. Journal of Cleaner Production, 2021, 283:124 638

[13] Zhang Y, Luo Y, Su H. Study on Land Use and Precipitation Changes in the Main Urban Area of Kunming in the Past 40 Years[J]. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science,2021,658(1):12 008

[14] Chen K, Long H, Liao L, et al. Land Use Transitions and Urban-rural Integrated Development: Theoretical Framework and China's Evidence[J]. Land Use Policy, 2020, 92:104 465

[15] Liu X, Huang Y, Xu X, et al. High-spatiotemporal Resolution Mapping of Global Urban Change from 1985 to 2015[J]. Nature Sustainability,2020,3:564-570

[16] Liu J,Kuang W,Zhang Z,et al. Spatiotemporal Characteristics, Patterns, and Causes of Land-use Changes in China Since the Late1980s[J]. Journal of Geographical Sciences, 2014,24(2):195-210

[17] Nguyen C, Hong Q, Akihiko K. Land Use and Land Cover Changes and Their Effect on the Flow Regime in the Upstream Dong Nai River Basin[J]. Water,2018,10(9):1 206

[18] Xiong M, Huang C, Yang T. Assessing the Impacts of Climate Change and Land Use/Cover Change on Runoff Based on Improved Budyko Framework Models Considering Arbitrary Partition of the Impacts[J]. Water, 2020, 12(1 612):1-15

[19] 刘盛和,鲁奇. 土地利用/土地覆盖变化研究的范围和主要内容[J]. 地理译报,1996,15(3):7-12

[20] 陈志军,李森. 中国土地利用和土地覆被变化研究进展[J]. 资源开发与市场,2007,23(10):898-902

[21] Chen W, Zeng J, Li N. Change in Land-use Structure Due to Urbanisation in China[J]. Journal of Cleaner Production, 2021,321(8):128 986

[22] Yang L,Sun Z,Li J,et al. Spatiotemporal Patterns and Driving Forces of Land-use and Land-cover Change in the Mu Us Sandy Land,China from 1980 to 2018[J]. Arid Land Research and Management,2022,36(1):109-124

[23] Zhang B, Zhou W. Spatial-temporal Characteristics of Precipitation and Its Relationship with Land Use/Cover Change on the Qinghai-Tibet Plateau, China[J]. Land, 2021,10(3):269

[24] Zhang H, Lang Y. Quantifying and Analyzing the Responses of Habitat Quality to Land Use Change in Guangdong Province, China over the Past 40 Years[J]. Land, 2022, 11(6):817

[25] Shen P, Zhao S. 1/4 to 1/3 of Observed Warming Trends in China from 1980 to 2015 are Attributed to Land Use Changes[J]. Climatic Change,2021,164:59

[26] 黄爱娇. 南平市土地利用动态变化及其驱动力分析[J]. 亚热带资源与环境学报,2004,19(3):18-20

（下转第41页）