

长江经济带土地利用转型及生态环境效应¹

冉端^{1,2}, 李江风^{1,2}

[1. 中国地质大学（武汉）公共管理学院，湖北 武汉 430074； 2. 国土资源部法律评价工程重点实验室，湖北 武汉 430074]

【摘要】研究 1990—2015 年长江经济带县级尺度下土地利用转型与生态环境效应变化特征,为长江经济带土地利用与生态环境保护提供参考。研究结果如下: (1) 1990—2015 年,长江经济带土地利用转型的总体特征为耕地、林地和未利用地面积减少,草地、水域和建设用地面积的增加。(2) 在 1990—2000 年,2000—2010 年,2010—2015 年 3 个研究期中,长江经济带土地利用动态变化强度从大到小依次是 1990—2000 年,2010—2015 年,2000—2010 年。(3) 1990—2015 年,长江经济带生态环境质量小幅下降;长江经济带生态环境质量空间分布呈现出以长江为分界线北低南高的空间格局。(4) 1990—2015 年对长江经济带生态环境质量贡献率较高的土地利用类型依次是林地、草地和耕地,而水域、建设用地、未利用地对区域生态环境质量的贡献较小。(5) 1990—2015 年,导致长江经济带生态环境恶化的主要原因是耕地和林地转型为建设用地、林地转型为耕地以及林地的内部转型。

【关键词】 土地利用转型;生态环境质量;长江经济带

【中图分类号】 F301.24 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1002-1302(2020)02-0256-08

土地是人类从事社会生产活动的重要载体,对维持区域生态稳定起着十分重要的作用^[1-4],而土地利用转型往往直接或者间接对生态系统和生态环境造成正面或负面影响^[5-8]。近 40 年来,随着我国城镇化进程的快速发展,区域土地利用转型日趋剧烈,由此带来的区域生态环境问题不断凸显^[9-10],因此研究快速城镇化下的区域土地利用转型对区域生态环境的影响和区域可持续发展具有重要的现实意义。

1995 年 Grainger 在森林转型的启发下提出了土地利用转型概念^[11]。21 世纪初土地利用转型研究作为研究土地利用/覆盖变化(LUCC)的新途径已成为国内外学者重点关注的学术课题^[12-13]。国内学者将其与我国在土地利用管理中出现的问题相结合进行研究,涌现出大量相关研究成果^[14-17],其内涵可以理解为土地利用形态在时序上的变化,土地利用形态包括显性形态和隐性形态或者土地利用空间形态和土地利用功能形态,其实质是为适应区域社会经济的发展目标,该区域的各个社会经济部门在土地利用类型上相互竞争,在时空上通过土地利用形态的转变,竞争得到缓解的一个复杂过程^[18-20]。遥感及地理信息技术的快速发展为大尺度大区域研究土地利用变化提供了可能,也为大区域大尺度研究区域生态环境质量变化提供了一种新的手段和方法。虽有学者通过测量区域生物量盖度指数(normalized difference vegetation index, NDVI)^[21]、增强的植被指数(enhanced vegetation index, EVI)^[22]和植被净初级生产力(net primary productivity, NPP)^[23]等指标研究区域生态环境质量,然而目前学术界测度区域生态环境质量的主要选择模型或指标为基于遥感解译的 LULCC 数据的生态环境测度模型的生态系统服务价值模型(ecosystem services value, ESV)^[24]、新型生态环境质量评价指数(remote sensing based ecological index, RSEI)

¹ 收稿日期: 2018-10-04

基金项目: 国家公益性行业科研专项(编号: 201511004-4)。

作者简介: 冉端(1995—),男,重庆人,土家族,硕士研究生,主要从事资源环境、区域经济研究。E-mail: 501253961@qq.com。

通信作者: 李江风,教授,博士生导师,主要研究方向为土地利用规划、国土资源调查评价及地质公园规划。E-mail: jfli0524@163.com。

^[25]、生态环境质量指数(eco - environmental quality index, EQI)^[26]等。以往研究主要针对一级土地利用类型进行专家赋值^[24]，而生态环境质量指数模型是基于二级土地利用类型进行专家生态赋值，可以更加精确地刻画区域土地利用转型的生态环境效应空间演化特征^[27-29]。

鉴于此，本研究在前人研究的基础上，以长江经济带为研究对象，从土地利用转型视角(显性形态)，基于遥感解译的1990年、2000年、2010年和2015年等4个时间节点土地利用数据，采用土地利用综合动态度和土地利用转型矩阵等方法刻画长江经济带土地利用转型特征，利用生态环境质量指数与土地利用转型对生态环境的贡献指数等模型定量刻画生态环境质量时空变化特征，并借助“3S”手段予以可视化，此外，运用数理统计方法，定量刻画区域土地利用转型与区域生态环境质量的空间差异程度，以此对长江经济带1990—2015年土地利用转型及其生态环境质量变化特征进行刻画，以期为该区域土地资源开发利用及生态环境保护提供科学借鉴。

1 研究区概况

长江经济带涵盖我国上海、江苏、浙江、安徽、江西、湖北、湖南、重庆、四川、云南和贵州等11个省份(图1)，总面积约205.7万km²，占全国总面积的21.27%，串联着长江三角洲城市群、合肥城市群、长江中游城市群和成渝城市群等经济、人口密集区，担负着我国社会经济和生态文明建设等一体化的重要任务。鉴于长江经济带重要的国家和区域发展战略、复杂的地形条件、非均衡的发展水平，刻画长江经济带土地利用转型及其生态环境质量变化特征具有较强的现实意义。



图1 长江经济带的空间范围示意

2 数据来源与研究方法

2. 1 数据来源

本研究涉及长江经济带1990年、2000年、2010年和2015年的LUCC数据来源于中国科学院资源环境科学数据中心(<http://www.resdc.cn>)，该数据为基于Landsat TM/ETM遥感影像的解译数据，空间分辨率为1 000 m×1 000 m。土地利用类型包括6个一级类型以及25个二级类型(表1)。

表1 土地利用类型及其生态环境质量系数

一级类型		二级类型	
编码	名称	编码	名称(系数)
1	耕地	11	水田(0.30)
		12	旱地(0.25)

2	林地	21	有林地(0.95)
		22	灌木林(0.65)
		23	疏林地(0.45)
		24	其他林地(0.40)
3	草地	31	高覆盖度草地(0.75)
		32	中覆盖度草地(0.45)
		33	低覆盖度草地(0.20)
4	水域	41	河渠(0.55)
		42	湖泊(0.75)
		43	水库坑塘(0.55)
		44	永久性冰川雪地(0.90)
		45	滩涂(0.45)
		46	滩地(0.55)
5	建设用地	51	城镇用地(0.20)
		52	农村居民点(0.20)
		53	其他建设用地(0.15)
6	未利用地	61	沙地(0.01)
		62	戈壁(0.01)
		63	盐碱地(0.05)
		64	沼泽地(0.65)
		65	裸土地(0.05)
		66	裸岩石砾地(0.01)

2.2 研究方法

2.2.1 土地利用转型矩阵 基于长江经济带 1990 年、2000 年、2010 年和 2015 年的 LUCC 数据，根据 划分的 6 个土地利用一级类型，在 ArcGIS 10.3 软件支持下，将研究基期与研究末期土地利用数据进 行叠加运算，获取土地利用转型矩阵，从而能更好 地表达土地利用类型的变化^[30]。计算公式为

$$S_{ij} = \begin{vmatrix} S_{11} & S_{12} & \cdots & S_{1n} \\ S_{21} & S_{22} & \cdots & S_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ S_{n1} & S_{n2} & \cdots & S_{nn} \end{vmatrix} \circ \quad (1)$$

式中：当 $i \neq j$ 时， S_{ij} 表第 i 类土地利用类型转为第 j 类土地利用类型的面积；当 $i = j$ 时， S_{ii} 表该土地 利用类型未发生转型的面积。

2.2.2 土地利用综合动态度

土地利用综合动态度能定量描述土地利用的数量变化^[31]。计算公式为

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

式中:LC 为土地利用综合动态度; ΔLU_{i-j} 为研究期内第 i 类土地利用类型转为非 j 类土地利用类型面 积的绝对值, 其中 $i \neq j$, LU_i 为研究期内第 i 类土地 利用类型面积。

2. 2. 3 生态环境质量指数测度

生态环境质量指 数综合考虑区域内各土地利用类型所具有的生态 质量及面积比例, 定量表征某一区域内生态环境质 量的 总体状况^[27, 32]。计算公式为

$$EV_t = \sum_{i=1}^n LUA_i \times EV_i / TA \circ \quad (3)$$

式中: EV_t 为第 t 时期研究区的生态质量指数; LUA_i 为第 t 时期研究区的第 i 种土地利用类型的面积; EV_i 为第 t 时期研究区的 第 i 种土地利用类型的生态环境质量系数; TA 为第 t 时期研究区的土地利用 总面积; n 为研究区的土地利用类型数量。

2. 2. 4 土地利用转型对生态环境的贡献指数

土 地利用转型对生态环境的贡献指数是指土地利用类型变化所导致的区域生态质量改变^[33]。 计算公式为

$$CLEI = (LE_{t+1} - LE_t) \times LCA / TA \circ \quad (4)$$

式中: CLEI 为土地利用转型对生态环境的贡献指 数; LE_{t+1} 和 LE_t 为研究末期和基期生态环境质量指 数; LCA 为在研究期内土 地利用类型发生变化的土 地面积; TA 为研究期内研究区的土地利用总面积。

3 结果与分析

3. 1 区域土地利用转型分析

利用 ArcGIS 10. 3 软件的空间分析功能, 获得 长江经济带 1990—2000 年, 2000—2010 年, 2010— 2015 年 J990—2015 年 土地利用转型矩阵(因版面 原因, 仅展示 1990—2015 年土地利用转型矩阵, 表 2)。1990—2015 年, 长江经济带土地利用的 特点为 耕地、林地和未利用地面积的减少伴随着草地、水 域和建设用地面积的增加。25 年间, 耕地、林地和 未利用地面积分别 减少 3. 98%、0. 38%和 0. 40% , 而草地、水域和建设用地面积分别增加 0. 13%、 7. 51% 和 69. 64%。1990—2000 年, 长江经 济带土 地利用转型特征主要表现为耕地向林地、草地、水 域和建设用地转变; 林地向草地、水域和建设用地 转变;草地和水

域向建设用地和未利用地转变;未利用地向耕地、林地和建设用地转变。2000—2010年,长江经济带土地利用转型特征主要表现为耕地向林地、水域、建设用地和未利用地转变;林地向水域、建设用地和未利用地转变;草地向耕地、林地、水域、建设用地和未利用地转变;水域向建设用地转变;建设用地向未利用地转变;未利用地向水域转变。2010—2015年,长江经济带土地利用转型特征主要表现为耕地向水域、建设用地和未利用地转变;林地向耕地、草地、水域、建设用地和未利用地转变;草地向耕地、水域、建设用地和未利用地转变;水域向建设用地转变;未利用地向水域和建设用地转变。

从土地利用转移矩阵及类型转换分析来看,25年间,建设用地的规模扩张主要来源于耕地和林地的转型,分别占所有地类向建设用地转换总面积的82.03%和9.91%;草地面积的增加来源于林地和耕地的转型,分别占所有地类向林地转换总面积的64.88%和27.11%;水域面积的增加主要来源于耕地和林地的转型,分别占所有地类向水域转换总面积的57.14%和21.49%。

表2 长江中游经济带1990—2015年土地利用转型矩阵

土地利用类型	土地利用转型矩阵(km^2)						1990年总计 (km^2)	变化率(%)
	耕地	林地	草地	水域	建设用地	未利用地		
耕地	418 311.60	133 916.27	34 993.96	16 495.76	40 698.24	402.65	644 818.48	-3.98
林地	131 489.93	720 857.03	84 281.58	5 808.93	6 444.87	1 254.52	950 136.87	-0.38
草地	34 704.80	83 054.92	205 674.26	1 999.17	1 473.80	6 774.57	333 681.52	0.13
水域	13 007.24	4 891.45	1 905.69	29 444.53	2 257.85	702.69	52 209.45	7.51
建设用地	21 262.40	2 568.56	615.50	1 440.20	9 976.93	32.35	35 895.94	69.64
未利用地	359.53	1 269.62	6 638.87	940.84	42.17	11 965.89	21 216.92	-0.40
2015年总计	619 135.50	946 557.86	334 109.86	56 129.43	60 893.86	21 132.68		

3.2 土地利用动态变化分析

对不同时期长江经济带土地利用综合动态度进行统计,结果(表3)表明,1990—2000年长江经济带土地利用综合动态度的期望值和标准差均远大于2000—2010年和2010—2015年,2010—2015年长江经济带土地利用综合动态度的期望值和标准差大于2000—2010年,而1990—2000年长江经济带土地利手综合动态度的变异系数远小于2000—2010年和2010—2015年,且2010—2015年长江经济带土地利手综合动态度的变异系数小于2000—2010年,其中2000—2010年和2010—2015年长江经济带土地利手综合动态度的变异系数均大于1。表明1990—2000年长江经济带土地利用动态变化强度较大,2000—2010年土地利用动态变化强度较小,2010—2015年土地利用动态变化强度介于其他2个研究期之间;2000—2010年和2010—2015年土地利用动态变化强度的空间差异较大,且2000—2010年土地利用动态变化强度空间差异大于2010—2015年。

表3 长江经济带1990—2015年土地利用综合动态度数理统计值

类型	土地利用综合动态度		
	1990—2000年	2000—2010年	2010—2015年
期望值	1.541 3	0.103 2	0.153 8
标准差	0.474 5	0.176 3	0.213 8
变异系数	0.307 8	1.708 1	1.389 9

利用公式(2)和在ArcGIS 10.3的技术支持下获得1990—2015年长江经济带土地利用综合动态度空间分布图(图2)。1990—2000年,长江经济带土地利用动态变化强度的特点主要表现为西南地区的贵州、重庆、云南和四川等省份较高;东部地区的上海、江苏、浙江和中部地区的安徽、湖北和江西等省份较低;中部地区其余省份处于两者之间。2000—2010年,长江经济带

土地利用动态变化强度的特点主要表现为长江沿线 11 个省份的省会城市（政府驻地）均较高，其中东部地区的上海和浙江、中部地区的湖北和江西以及西南地区的贵州等省份较其余省份高。2000—2015 年，长江经济带土地利用动态变化强度的特点主要表现为由东向西逐渐减弱的趋势。25 年间，西南地区的贵州、四川、重庆和云南等省份土地利用动态变化强度较高，而其余社会经济较为发达的省份变化强度均较低。

3.3 生态环境质量分析

根据公式（3）计算得到长江经济带 1990 年、2000 年、2010 年和 2015 年的区域生态环境质量指数（eco-environmental quality index, EQI），结果（表 4）分别为 0.5257, 0.5268, 0.5173 和 0.5149。对不同年份长江经济带生态环境质量指数进行统计分析，结果表明，4 个年份长江经济带生态环境质量指数期望值的极差、标准差的极差和变异系数的极差分别为 0.0119、0.0073 和 0.0084，4 个年份长江经济带生态环境质量指数的变异系数均小于 0.3。以上数据表明，1990—2000 年长江经济带生态环境质量有所提高，2000—2010 年及 2010—2015 年长江经济带生态环境质量小幅下降，2000—2010 年的生态环境质量下降幅度较 2010—2015 年大。25 年间，长江经济带总体生态环境质量小幅下降且空间差异较小。

利用公式（3）和在 ArcGIS 10.3 的技术支持下获得 1990 年、2000 年、2010 年和 2015 年长江经济带生态环境质量空间分布图（图 3），将长江经济带生态环境质量指数依次分为 5 个等级，分别是高质量区（ $EV > 0.80$ ）、较高质量区（ $0.65 < EV \leq 0.80$ ）、中质量区（ $0.50 < EV \leq 0.65$ ）、较低质量区（ $0.35 < EV \leq 0.50$ 之间）以及低质量区（ $EV \leq 0.35$ ）。1990 年、2000 年、2010 年、2015 年 4 个时期生态环境质量指数在空间分布上展现出明显的差异性，以长江为分界线呈现北低南高的空间格局。因长江南北地貌差异，林地、草地成片分布的长江以南地区受人为扰动少，生态环境质量较优；而坡度平缓的长江以北地区，尤其是耕地和建设用地密集分布的地区，人为扰动强烈，生态环境质量较差。长江经济带生态环境质量除受地貌影响以外，社会发展的城市建设对生态环境质量空间格局也有非常大的影响，较低质量区和低质量区基本集中在长江以北的上海市、江苏省、安徽省、重庆市以及湖北省省会城市武汉市、四川省省会城市成都市等社会经济较为发达的地区。

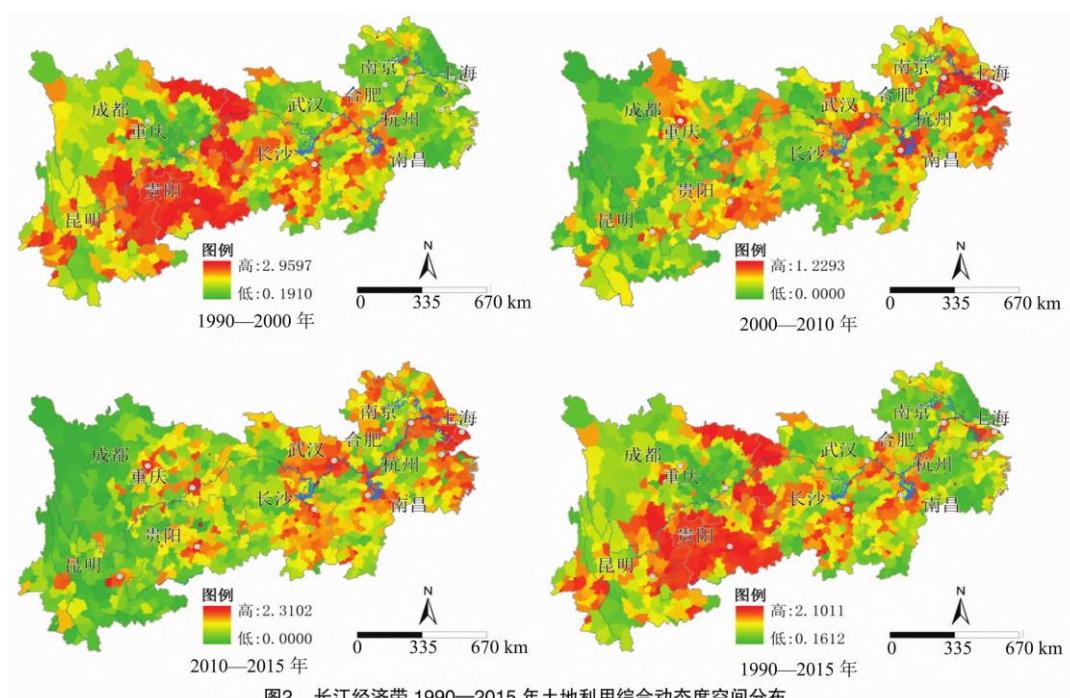


图2 长江经济带 1990—2015 年土地利用综合动态强度空间分布

表4 长江经济带1990—2015年生态环境质量指数数理统计值

类型	生态环境质量指数			
	1990年	2000年	2010年	2015年
期望值	0.525 7	0.526 8	0.517 3	0.514 9
标准差	0.152 8	0.154 4	0.147 3	0.147 1
变异系数	0.290 6	0.293 2	0.284 8	0.285 7

3.4 土地利用转型对生态环境的贡献指数

在长江经济带1990、2000、2010、2015年4个时期土地利用类型生态环境质量指数中（表5），林地对长江经济带生态环境质量贡献率均为最高，4个年份的贡献率分别为64.27%，63.98%、64.06%、63.96%。其次对长江经济带生态环境质量有较为突出贡献的是草地和耕地，草地的贡献率略微大于耕地，草地对区域生态环境质量的贡献随着时间推移总体上表现为增强趋势，而耕地对区域生态环境质量的贡献率随着时间推移逐渐减小，生态环境质量指数从1990年的0.0871减小到2015年的0.0835，贡献率从15.81%减小到15.16%。水域、建设用地、未利用地对区域生态环境质量的贡献微乎其微，水域和建设用地对区域生态环境质量的贡献率虽小，但随着时间的推移保持着逐渐增加的趋势，未利用地的生态环境质量指数和贡献率基本保持稳定。

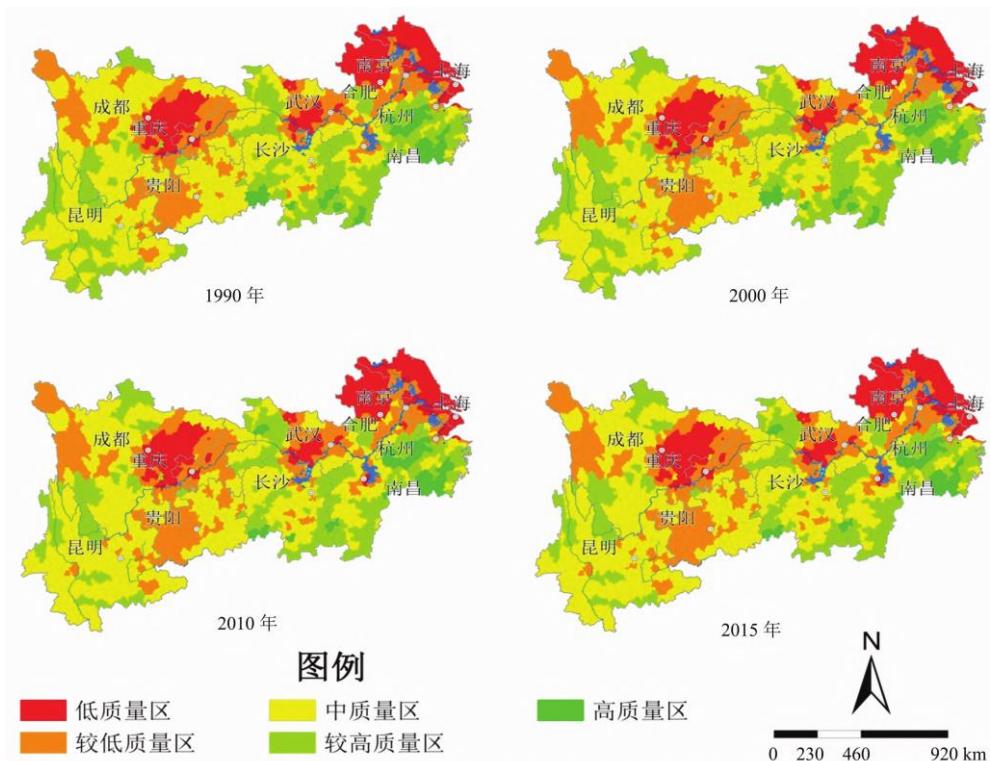


图3 长江经济带1990年、2000年、2010年和2015年生态环境质量指数空间分布

表5 长江经济带1990年、2000年、2010年和2015年土地利用类型环境指数和贡献率

土地利用类型	1990年		2000年		2010年		2015年	
	EV	贡献率(%)	EV	贡献率(%)	EV	贡献率(%)	EV	贡献率(%)
耕地	0.087 1	15.81	0.086 1	15.59	0.084 5	15.30	0.083 5	15.16
林地	0.354 0	64.27	0.353 6	63.98	0.353 8	64.06	0.352 2	63.96

草地	0.088 8	16.11	0.091 1	16.49	0.090 8	16.45	0.090 7	16.48
水域	0.015 8	2.88	0.016 1	2.91	0.016 6	3.01	0.016 9	3.07
建设用地	0.003 5	0.63	0.003 9	0.71	0.004 9	0.88	0.005 7	1.03
未利用地	0.001 6	0.30	0.001 7	0.31	0.001 7	0.30	0.001 7	0.30
总计	0.550 8	100.00	0.552 7	100.00	0.552 3	100.00	0.550 7	100.00

表 6 长江经济带 1990—2015 年影响生态环境质量的主要土地利用转型及贡献率

模式	1990—2000 年			2000—2010 年			2010—2015 年		
	土地利用 转型类型	指数变化	贡献率 (%)	土地利用 转型类型	指数变化	贡献率 (%)	土地利用 转型类型	指数变化	贡献率 (%)
导致生态环境质量改善	12	0.031 3	35.38	12	0.000 6	17.64	12	0.000 3	44.93
	66	0.029 5	33.28	14	0.000 3	16.97	14	0.000 2	24.15
	32	0.008 7	9.86	32	0.000 3	13.35	32	0.000 1	5.31
	36	0.005 2	5.92	33	0.000 2	13.14	13	0.000 1	5.07
	13	0.004 7	5.33	13	0.000 1	8.69	51	0.000 1	4.44
	14	0.002 5	2.81	64	0.000 1	5.03	52	0.000 1	3.82
	总计	0.082 0	92.58		0.001 6	74.82		0.0006 5	87.72
导致生态环境质量恶化	21	-0.031 1	63.26	22	-0.000 4	33.92	25	-0.000 6	26.07
	23	-0.008 5	17.32	15	-0.000 4	20.18	22	-0.000 4	17.81
	31	-0.004 5	9.3	25	-0.000 3	19.50	21	-0.000 4	16.93
	41	-0.002 3	4.63	21	-0.000 3	11.16	15	-0.000 3	14.14
	15	-0.001 0	2.08	23	-0.000 2	6.6	55	-0.000 1	4.86
	25	-0.000 8	1.70	31	-0.000 1	5.03	35	-0.000 1	4.58
	总计	-0.048 3	98.12		-0.001 5	9.95		-0.001 9	84.39

注: 土地利用转型类型 XY 表示土地利用类型 X 转型为 Y, 土地利用转型类型 XX 表示土地利用类型 X 的内部转化。

区域生态环境质量往往同时发生着改善和恶化 2 种相反趋势, 使其在总体上呈现相对稳定的状 态, 但生态环境质量指数的稳定并不意味着生态环 境质量并没有发生改变。据公式(3)计算获得影响 长江经济带生态环境质量的主要土地利用转型及贡献率(表 6)。1990—2000 年期间耕地转型为林 地、草地和水域, 草地转型为林地和未利用地以及 未利用地的内部转型(表现为沼泽地的增加)是长 江经济带生态环境质量改善的主要原因, 这 6 种土 地利用转型对长江经济带生态环境质量改善的累 计贡献率达 92. 58%; 林地转型为耕地、草地, 草地 转型为耕地, 水域转型为耕地, 耕地和林地转型为 建设用地是长江经济带生态环境质量恶化的主 要原因, 这 6 种土地利用转型对长江经济带生态环境 质量恶化的累计贡献率达 98. 12%。在 2000—2010 年间耕地转型为林地、水域、草地, 草地转型为林地 以及草地的内部转型(较低覆盖度草地转型为较高 覆盖度草地)是长江 经济带生态环境质量改善的主 要原因, 6 种土地利用转型对长江经济带生态环境 质量改善的累计贡献率为 74. 82%; 林地的 内部转 型(有林地转型为疏林地)、耕地转型为建设用地以 及林地转型为建设用地、耕地是长江经济带生态环 境质量恶化的 主要原因, 6 种土地利用转型对 长江经济带生态环境质量恶化的累计贡献率达 95. 95%。在 2010—2015 年期间耕地转型为林地、 草地和水域, 草地转型为林地以及建设用地转型为 耕地和林地是长江经济带生态环境质量改善的主 要原因, 6 种土地利用转型对长江经济带生态环境 质量改善的累计贡献率为 87. 72%; 林地转型为建 设用地和耕地、林地的内部转型(有林地转型为疏 林地)、耕地和草地转型为建设用地、建设用地的内 部转型(城镇用地和农村居民点转型为其他建设用 地)是长江经济带生态 环境质量恶化的 主要原因, 这 6 种土地利用转型对长江经济带生态环境质量恶化的累计贡献率为 84. 39%。总体而言, 25 年间, 长江经济带同时存在生态环境改善和恶化 2 种变化趋 势, 生态环境质量改善的趋势小于恶化的趋势, 使 得长江经济带 2015 年的生态环境质量略微低于 1990 年, 其中导致长江经济带生态环境改善的主要 原因是耕地转型为林地, 导致长江经济带生态环境

恶化的主要是原因是耕地和林地转型为建设用地、林地转型为耕地以及林地的内部转型(有林地转型为疏林地)。

4 结论

在以往国内外学者研究的基础上，采用土地利用综合动态度、土地利用转型矩阵、生态环境质量指数模型和数理统计等方法对1990—2015年长江经济带土地利用转型和生态环境质量进行变化特征分析。结论如下：

(1) 1990—2015年，长江经济带土地利用转型的总体特征为耕地、林地和未利用地面积减少，分别减少3.98%，0.38%和0.40%；草地、水域和建设用地面积的增加，分别增加0.13%、7.51%和69.64%；建设用地、草地和水域面积的增加主要均来源于耕地和林地的转型。

(2) 在1990—2015年3个研究期中，长江经济带土地利用动态变化强度从大到小依次是1990—2000年，2010—2015年，2000—2010年；25年间，土地利用动态变化强度表现十分强劲的地区主要分布在西南地区的贵州、四川、重庆和云南等省份。

(3) 1990—2015年，长江经济带总体生态环境质量下降，除1990—2000年长江经济带生态环境质量有所提高以外，其他研究期生态环境质量小幅下降，且2000—2010年的生态环境质量下降幅度较大。长江经济带生态环境质量空间分布呈现出以长江为分界线北低南高的空间格局，生态环境质量较低质量区和低质量区基本集中在长江以北的上海市、江苏省、安徽省、重庆市以及湖北省省会城市武汉市、四川省省会成都市等社会经济较为发达的地区。

(4) 在1990、2000、2010、2015年4个时期长江经济带土地利用类型生态环境质量指数中，对长江经济带生态环境质量贡献率较高的土地利用类型依次是林地、草地和耕地，而水域、建设用地、未利用用地对区域生态环境质量的贡献微乎其微。

(5) 1990—2015年，长江经济带同时存在生态环境改善和恶化2种变化趋势，生态环境质量改善的趋势小于恶化的趋势，导致生态环境恶化的主要是原因是耕地和林地转型为建设用地、林地转型为耕地以及林地的内部转型。

参考文献：

- [1] 彭文君，舒英格. 典型石漠化地区土地覆被变化对生态环境的影响——以贵州省晴隆县为例[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(14): 200–206.
- [2] 余嘉琦，李钢，赵华，等. 江苏省沛县土地利用变化及其生态服务价值研究[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(6): 371–376.
- [3] Tolassa T, Senbeta F, Kidane M. The impact of land use/land cover ecosystem services in the central highlands of Ethiopia [J]. Ecosystem Services, 2017, 23: 47–54.
- [4] Ye Y Q, Bryan B A, Zhang J, et al. Changes in land-use and ecosystem services in the Guangzhou—Foshan Metropolitan Area, China from 1990 to 2010: implications for sustainability under rapid urbanization[J]. Ecological Indicators, 2018, 93: 930–941.
- [5] Hao H M, Ren Z Y. Land use/land cover change(LUCC) and eco-environment response to LUCC in farming-pastoral zone, China [J]. Agricultural Sciences in China, 2009, 8(1): 91–97.
- [6] Li F, Zhang S W, Yang J C, et al. Effects of land use change on ecosystem services value in West Jilin since

the reform and opening of China [J]. *Ecosystem Services*, 2018, 31 (A) : 12 -20.

[7] Houghton R A, Hackler J L, Lawrence K T. The US carbon budget: contributions from land - use change [J]. *Science*, 1999, 285 (5427) : 574 -578.

[8] Chase T N, Pielke R A, Kittel T G, et al. Simulated impacts of historical land cover changes on global climate in northern winter [J]. *Climate Dynamics*, 2000, 16(2/3) : 93 - 105.

[9] Mooney H A, Duraiappah A, Larigauderie A. Evolution of natural and social science interactions in global change research programs [J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2013, 110(1) : 3665 -3672.

[10] Du X J, Huang Z H. Ecological and environmental effects of land use change in rapid urbanization: the case of Hangzhou, China [J]. *Ecological Indicators*, 2017 , 81 : 243 -251.

[11] Grainger A. National land use morphology: patterns and possibilities [J]. *Geography (Sheffield, England)* , 1995 , 80(3) : 235 - 245.

[12] 龙花楼. 土地利用转型——土地利用/覆被变化综合研究的新途径[J]. *地理与地理信息科学*, 2003, 19(1) :87 -90.

[13] 蔡运龙. 土地利用/土地覆被变化研究: 寻求新的综合途径 [J]. *地理研究*, 2001, 20(6) : 645 -652.

[14] 龙花楼, 曲艺, 屠爽爽, 等. 城镇化背景下中国农区土地利用 转型及其环境效应研究: 进展与展望[J]. *地球科学进展*, 2018, 33(5) : 455 -463.

[15] Long H L, Li T T. The coupling characteristics and mechanism of farmland and rural housing land transition in China [J]. *Journal of Geographical Sciences* , 2012, 22(3) : 548 - 562.

[16] Ge D Z, Long H L, Zhang Y N, et al. Farmland transition and its influences on grain production in China [J]. *Land Use Policy*, 2018, 70:94 -105.

[17] Liu Y Q, Long H L, Li T T, et al. Land use transitions and their effects on water environment in Huang - Huai - Hai Plain, China [J]. *Land Use Policy* , 2015 , 47 : 293 -301.

[18] 龙花楼. 论土地利用转型与土地资源管理[J]. *地理研究*,

[19] 宋小青. 论土地利用转型的研究框架[J]. *地理学报*, 2017, 72 (3) : 471-487.

[20] Long H L. Land use policy in China: introduction [J]. *Land use Policy*, 2014, 40: 1-5.

[21] Li Y R, Cao Z, Long H L, et al. Dynamic analysis of ecological environment combined with land cover and NDVI changes and implications for sustainable urban - rural development: the case of Mu Us Sandy Land, China [J]. *Journal of Cleaner Production*, 2017, 142: 697 -715.

-
- [22] Matsushita B , Yang W, Chen J, et al. Sensitivity of the enhanced vegetation index (EVI) and normalized difference vegetation index (NDVI) to topographic effects: a case study in high - density cypress forest[J]. Sensors ,2007 ,7(11) :2636 – 2651.
- [23] Plutzar C , Kroisleitner C, Haberl H A, et al. Changes in the spatial patterns of human appropriation of net primary production (HANPP) in Europe 1990—2006 [J]. Regional Environmental Change, 2016, 16(5): 1225 –1238.
- [24] 谢高地, 甄霖, 鲁春霞, 等. 一个基于专家知识的生态系统服务价值化方法[J]. 自然资源学报, 2008, 23(5):911 –919.
- [25] 王士远, 张学霞, 朱彤, 等. 长白山自然保护区生态环境质量的遥感评价[J] . 地理科学进展, 2016, 35 (10): 1269 –1278.
- [26] Song W, Deng X Z. Land – use/land – cover change and ecosystem service provision in China[J]. Science of the Total Environment, 2017, 576: 705 –719.
- [27] Liu Y, Huang X, Yang H, et al. Environmental effects of land – use/cover change caused by urbanization and policies in Southwest China Karst area – a case study of Guiyang [J]. Habitat International ,2014, 44 : 339 – 348.
- [28] Yi L, Zhang Z X, Zhao X L, et al. Have changes to unused land in China improved or exacerbated its environmental quality in the past three decades? [J]. Sustainability ,2016, 8(2) : 184.
- [29] Lv L, Li Y, Yan S. The spatio – temporal pattern of regional land use change and eco — environmental responses in Jiangsu, China [J]. Journal of Resources and Ecology ,2017, 8(3) : 268 – 276.
- [30] 杨清可. 基于“三生空间”的土地利用转型与生态环境效应——以长江三角洲核心区为例[J]. 地理科学, 2017, 38(1): 1 –9.
- [31] 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.
- [32] 李晓文, 方创琳, 黄金川, 等. 西北干旱区城市土地利用变化及 其区域生态环境效应——以甘肃河西地区为例[J]. 第四纪研 究, 2003, 23 (3):280 –290.
- [33] 杨述河, 闫海利, 郭丽英. 北方农牧交错带土地利用变化及其生 态环境效应——以陕北榆林市为例[JL 地理科学进 展, 2004 (6):49–55.