

耕地时空动态变化分析——以安徽省宣州区为例

潘世东¹, 张卉^{2*}

(1. 安徽省交通规划设计研究总院股份有限公司, 安徽合肥 230088; 2. 江苏省国土资源信息中心, 江苏南京 241000)

摘要 根据宣州区 2010—2017 年土地利用变更调查数据, 采用土地利用转换矩阵、土地利用动态度模型对宣州区这一时期耕地时空动态变化进行分析。结果表明, 宣州区耕地动态变化过程较为复杂, 总体数量呈逐年减少趋势, 水田主要转出、旱地主要转入; 空间分布上, 减少的耕地主要集中在城区周边及各类线性基础设施建设上, 增加的耕地分散在整个行政辖区; 时间跨度上, 2010—2014 年耕地变化程度剧烈, 2014—2017 年变化程度较为缓和。

关键词 耕地; 动态变化; 转换矩阵; 宣州区

中图分类号 F 301.2 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)01-0060-06

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.01.016



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Analysis on the Temporal and Spatial Dynamic Change of Arable Land—Taking Xuanzhou District, Anhui Province for Example

PAN Shi-dong¹, ZHANG Hui² (1. Anhui Transport Consulting & Design Institute Co., Ltd., Hefei, Anhui 230088; 2. Land Resources Information Center of Jiangsu, Nanjing, Jiangsu 241000)

Abstract According to the land use change survey data of Xuanzhou District in 2010–2017, land use transformation matrix and land use dynamic degree model were used to analyze the temporal and spatial dynamic changes of arable land in Xuanzhou during this period. The results showed that the dynamic change process of arable land in Xuanzhou District was complex, and the total amount was decreasing year by year, main transfer out was paddy field and main transfer in was dry land. Spatial distribution, the reduced arable land was mainly concentrated in the surrounding areas of urban areas and all kinds of linear infrastructure construction, the increased arable land was scattered throughout the administrative area. In terms of time span, the degree of arable land change from 2010 to 2014 was drastic, and the degree of change from 2014 to 2017 was relatively moderate.

Key words Arable land; Dynamic change; Transformation matrix; Xuanzhou District

“十分珍惜和合理利用每一寸土地, 切实保护耕地”是我国基本国策。“十二五”以来, 耕地保护虽然取得一定成绩, 但其面临的形势依然严峻。研究耕地时空动态变化过程及差异, 对实现耕地资源可持续性和集约化利用^[1]、制定区域开发战略和国土整治、促进区域经济可持续发展^[2]都有重要意义。纵观国内外专家学者对耕地时空动态变化的研究, 谭莉梅等^[2-4]利用遥感影像、土地利用现状数据, 以模型方法为支撑、运用 GIS 技术, 对耕地时空变化、耕地重心动态变化特征进行了分析; 陈学渊等^[5-6]利用土地利用转移矩阵、土地利用动态度模型对耕地格局时空动态变化的过程和差异、耕地时空分布及其特征进行了研究。然而目前国内诸多学者的研究, 以区域大尺度、地形较为单一的研究区域较多, 对于县域耕地尺度、地形较为复杂的丘陵山区耕地时空动态变化分析较少。基于此, 笔者以安徽省宣城市宣州区为研究区域, 利用 2010—2017 年土地利用变更调查数据, 采用土地利用转移矩阵、单一土地利用动态度模型, 分析宣州区耕地动态变化过程, 把握耕地资源转入、转出方向, 为国土空间利用及耕地可持续发展提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况 宣州区地处皖、苏两省交界处, 介于 118°28′~119°04′E、30°34′~31°19′N, 总面积 2 585 km² (图 1)。宣州区地处皖南山地丘陵与长江中下游冲积平原交接地带, 境内地貌类型多样, 有低山、丘陵岗地、平原、圩区、湖

泊和河流等; 地形特征南高北低, 南部属皖南山地丘陵边缘地带, 低山高丘交错, 山峦连绵; 中部地形具有较明显的过渡性, 以丘陵、岗地为主; 北部属沿江平原的一部分, 地势平坦, 绝大部分为内河圩坝^[7]。截至 2019 年 11 月, 宣州区下辖 17 个乡镇、9 个街道, 政府驻地西林街道。

1.2 数据来源 该研究以宣州区第二次土地利用调查连续变更数据为基础, 从中获取 2010—2017 年土地利用现状数据(图 2)。宣州区 2010—2017 年土地利用类型以耕地、林地为主, 2010、2014、2017 年二者之和分别占宣州区土地总面积的 69.78%、68.86%、68.67%, 从数据占比来看, 宣州区 2010—2017 年耕地、林地数量均不断减少。

1.3 研究方法 空间上采用土地利用转移矩阵可以分析单一土地利用变化方向及流向百分比, 分析不同时段土地利用变化去向及来源构成; 数量上引入土地利用动态度、扩展强度及扩展强度综合指数分析土地利用面积数量变化。

1.3.1 土地利用转换矩阵。 土地利用转换矩阵反映了某一地区时段期初和时段期末各种地类的变化过程, 其不仅可以反映各地类面积变化, 同时也可以反映不同地类之间的相互转换过程^[8]。土地面积的净增净减数据反映一个时期的土地面积变化绝对数量, 但看净变化量无法准确反映土地利用类型的变换, 仅看净变化量的话, 很容易低估土地利用类型之间的转化程度^[9], 而利用土地利用矩阵及流向百分比可以清晰地得出土地利用类型之间的转换关系。

土地利用转换矩阵一般形式如表 1 所示^[10]。表中 A_n 表示地类名称, P_{ij} 表示地类 A_i 转换为地类 A_j 的面积, P_{ii} 表示未变化部分, P_{n+} 表示地类 A_n 的期初面积, P_{+n} 表示地类 A_n 的期末面积。

作者简介 潘世东(1986—), 男, 安徽舒城人, 工程师, 硕士, 从事国土空间规划管理工作。* 通信作者, 工程师, 从事土地利用规划与管理工作。

收稿日期 2020-05-19; **修回日期** 2020-06-16

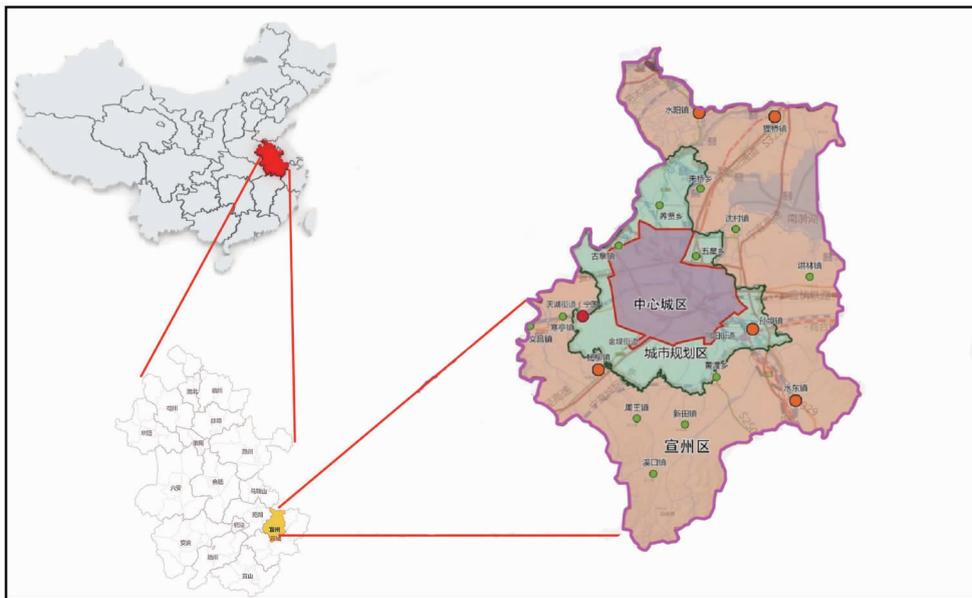


图 1 宣州区地理位置

Fig. 1 Geographical location of Xuanzhou District

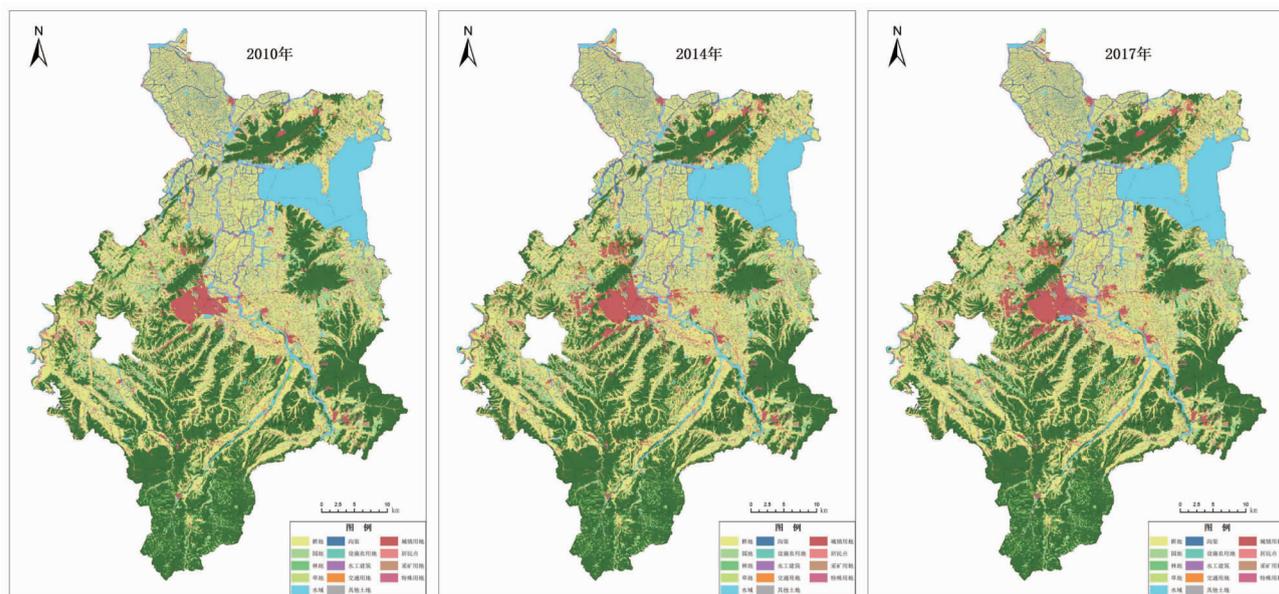


图 2 2010、2014、2017 年宣州区土地利用现状

Fig. 2 Current status of land use in Xuanzhou District in 2010, 2014 and 2017

表 1 土地利用转换矩阵

Table 1 Transfer matrix of land use

| 地类 Land type | A_1 | A_2 | ... | A_n | 期初面积 Beginning area | 减少面积 Reduce area |
|-----------------------|-------------------|-------------------|----------|-------------------|------------------------|---------------------|
| A_1 | P_{11} | P_{12} | ... | P_{1n} | P_{1+} | $P_{1+} - P_{11}$ |
| A_2 | P_{21} | P_{22} | ... | P_{2n} | P_{2+} | $P_{2+} - P_{22}$ |
| \vdots | \vdots | \vdots | \vdots | \vdots | \vdots | \vdots |
| A_n | P_{n1} | P_{n2} | ... | P_{nn} | P_{n+} | $P_{n+} - P_{nn}$ |
| 期末面积 Ending area | P_{+1} | P_{+2} | ... | P_{+n} | 1 | — |
| 增加面积 Increase area | $P_{+1} - P_{11}$ | $P_{+2} - P_{22}$ | ... | $P_{+n} - P_{nn}$ | — | — |

$$M_i = \frac{\sum_{j=1}^{n-1} M_{ji}}{L_{t_k}} \times 100\% \quad (1)$$

$$T_i = \frac{\sum_{j=1}^{n-1} T_{ji}}{L_{t_0}} \times 100\% \quad (2)$$

式中, M_{ji} 即为期内(t_0 到 t_k) 地类 j 转换为地类 i 的面积, L_{t_k} 是地类在 t_k 时刻的面积, T_{ji} 即为期内(t_0 到 t_k) 地类 i 转换为地类 j 的面积, L_{t_0} 是地类在 t_0 时刻的面积, n 为地类统计数量。

1.3.2 土地利用动态度。土地利用动态度分析主要采用土地利用动态度研究土地利用变化模式。土地利用动态度是指某研究区一定时间范围内某种土地利用类型的数量变化情况,应用土地利用动态度分析土地利用类型的动态变化,可以真实反映区域土地利用/覆盖中土地利用类型的变化剧烈程

单一土地流向变化分析,便于分析该地类变化的主要类型与次要类型,汇总即可得出该地类的流入和流出变化率:

度^[11]。单一土地利用动态度用 K 表示,其计算公式如下:

$$K = \frac{U_k - U_0}{U_0} \times \frac{1}{t_k - t_0} \times 100\% \quad (3)$$

式中, U_0 、 U_k 分别表示某一用地类型在期初(t_0)、期末(t_k)的数量。

土地利用扩展强度指数是指某空间单元在一定时期内的城市土地利用扩展面积占其土地总面积的百分比,数字越大,表示扩展越快。用 LII_i 表示,其计算公式如下:

$$LII_i = \frac{|U_k - U_0|}{TU} \times \frac{1}{t_k - t_0} \times 100\% \quad (4)$$

式中, TU 表示研究区土地总面积。

2 结果与分析

2.1 土地利用类型数量变化特征

从表 2 可以看出,2010—2017 年宣州区耕地减少 1 457.68 hm^2 ,其中 2010—2014 年耕地净减 1 303.10 hm^2 ,2014—2017 年耕地净减 154.58 hm^2 ;从地类细分来看,水田、水浇地数量逐年减少,而旱地面积则略有增加。

2010—2014 年,从单一土地利用动态度来看,大小排序依次为城镇用地>交通水利及其他建设用地>水浇地>园地>水田>林地>旱地/农村居民点>其他农用地>其他土地,说明城镇用地变化速率最快、交通水利及其他建设用地次之,结合宣州区经济发展状况,说明这一时期是城市经济快速发

展、城镇化不断提高的过程;从年均扩展强度指数来看,大小排序依次为城镇用地>水田>林地>交通水利及其他建设用地>园地>旱地/农村居民点/其他农用地>水浇地/其他土地,从排名次序来看,城镇用地仍然最大,但水田的扩展强度指数则跃居第 2,加之宣州区本身耕地数量中水田占 80% 以上,因此可以看出耕地变化剧烈程度在这一时期较为明显。

2014—2017 年,从单一土地利用动态度来看,大小排序依次为城镇用地>交通水利及其他建设用地>水浇地>园地>其他农用地>农村居民点>旱地>其他土地>林地>水田,从变化速率来看,说明近年来宣州区耕地保护意识不断加强,水田土地利用动态度仅为 0.09%,水浇地虽然动态度达 0.71%,排名第三,但因其本身数量占比少,因此总体来说耕地土地利用动态度较为缓和;从年均扩展强度指数来看,大小排序依次为城镇用地>林地>交通水利及其他建设用地>水田>其他农用地>园地/农村居民点/旱地/其他土地>水浇地,城镇用地、交通水利及其他建设用地变化程度仍然较大,说明宣州区城市发展、基础设施建设对用地需求仍然较大,从耕地占用角度来看,这一时期无论占用数量及耕地利用动态度、扩展强度指数都有所降低。

从总体来看,2010—2017 年宣州区占用耕地的数量逐年减少,耕地土地利用动态度也逐渐减小,其变化剧烈程度趋于缓和。

表 2 2010—2017 年宣州区土地利用类型数量变化

Table 2 Quantity change of land use type of Xuanzhou District from 2010 to 2017

| 地类 Land type | 面积 Area/ hm^2 | | | 面积变化 Area change/ hm^2 | | 单一土地 利用动态度 Single land use dynamic degree//% | | 年均扩展强度指数 Annual average expansion intensity index//% | | 扩展程度综合指数 Comprehensive expansion degree index//% | |
|--|---------------------------|-----------|-----------|------------------------------------|---------------|---|---------------|---|---------------|---|---------------|
| | 2010 年 | 2014 年 | 2017 年 | 2010— 2014 | 2014— 2017 | 2010— 2014 | 2014— 2017 | 2010— 2014 | 2014— 2017 | 2010— 2014 | 2014— 2017 |
| | 水田 Paddy field | 78 264.56 | 76 832.11 | 76 616.75 | -1 432.45 | -215.36 | -0.46 | -0.09 | 0.14 | 0.03 | 0.34 |
| 水浇地 Irrigated land | 624.45 | 587.71 | 575.18 | -36.74 | -12.53 | -1.47 | -0.71 | 0.00 | 0.00 | 1.04 | 0.50 |
| 旱地 Dry land | 14 624.67 | 14 790.76 | 14 864.07 | 166.09 | 73.31 | 0.28 | 0.17 | 0.02 | 0.01 | 0.20 | 0.12 |
| 园地 Garden | 10 919.42 | 10 647.85 | 10 554.16 | -271.57 | -93.69 | -0.62 | -0.29 | 0.03 | 0.01 | 0.44 | 0.21 |
| 林地 Forest | 86 930.19 | 85 862.67 | 85 501.39 | -1 067.52 | -361.28 | -0.31 | -0.14 | 0.10 | 0.05 | 0.23 | 0.10 |
| 其他农用地 Other agricultural land | 20 809.45 | 20 581.89 | 20 428.21 | -227.56 | -153.68 | -0.27 | -0.25 | 0.02 | 0.02 | 0.19 | 0.18 |
| 城镇用地 Urban land | 4 761.81 | 7 060.92 | 7 699.40 | 2 299.11 | 638.48 | 12.07 | 3.01 | 0.22 | 0.08 | 8.54 | 2.13 |
| 农村居民点 Rural settlement | 17 907.01 | 17 706.55 | 17 601.94 | -200.46 | -104.61 | -0.28 | -0.20 | 0.02 | 0.01 | 0.20 | 0.14 |
| 交通水利及其他建 设用地 Land for transportation, water conservancy and other construction | 4 071.31 | 4 873.42 | 5 192.24 | 802.11 | 318.82 | 4.93 | 2.18 | 0.08 | 0.04 | 3.48 | 1.54 |
| 其他土地 Other land | 19 686.6 | 19 655.59 | 19 566.13 | -31.01 | -89.46 | -0.04 | -0.15 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 0.11 |

2.2 土地利用类型空间变化特征

对 2010、2014、2017 年土地利用现状数据进行叠加对比,将耕地增加分为 3 类,即农用地整理、建设用地复垦、其他,将耕地减少分为 4 类,即城镇建设、基础设施建设、农村及其他建设、农业结构调整。

2010—2014 年,宣州区耕地增加的部分主要为农用地整理,其中又以沟渠、坑塘、林地复垦居多;耕地减少部分主要

为城镇建设、基础设施建设,占耕地减少部分的 90% 以上;从空间分布来看,耕地减少的区域主要分布在主城区周围及相关线性基础设施项目,如宣城绕城高速、宣桐高速、省道 322 等,而耕地增加则较为分散(图 3)。从总量来看,2010—2014 年宣州区耕地减少 1 891.32 hm^2 ,耕地增加 588.22 hm^2 ,净减 1 303.10 hm^2 。

2014—2017年,宣州区耕地增加的类型与2010—2014年一致,仍以沟渠、坑塘、林地复垦居多;耕地减少部分仍以园区集中建设为主,其余较为分散(图3)。但从总量来看,

相比2010—2014年,耕地增减的数量则大为减少,2014—2017年宣州区耕地减少535.73 hm²,耕地增加381.15 hm²,净减154.58 hm²。

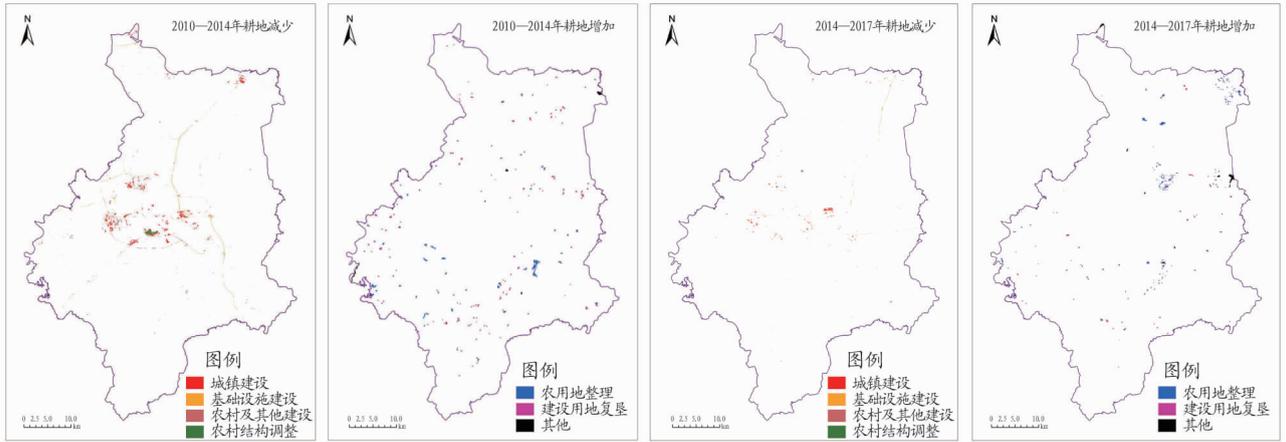


图3 2010—2017年宣州区耕地增减分布

Fig. 3 Distribution of increase and decrease of arable land in Xuanzhou District from 2010 to 2017

总体来看,2010—2017年宣州区耕地减少主要分布在城区周边及各类基础设施建设,特别是国省干线的建设,而对应这一时期也是宣城市经济发展的一个重要时期,如宣城市经济技术开发区(承接产业转移示范园)、宣城经济开发区(北区)、东部双桥物流园区、宛陵湖公园建设;增加的耕地则分散在全区整个范围,主要类型以林地、坑塘、沟渠复垦为

主,虽然国家大力推进城乡建设用地增减挂钩试点,但是由于拆迁成本过高、村民意愿不足,农村建设用地复垦的数量不足,有待提高。

2.3 土地利用转移矩阵 从表3、4可以看出,2010—2014年所有地类转出面积总计4 268.59 hm²,其中耕地1 891.32 hm²,耕地中又以水田最多,为1 522.53 hm²,耕地

表3 2010—2014年土地利用转换矩阵
Table 3 Conversion matrix of land use from 2010 to 2014

| 地类 Land type | 水田 Paddy field | 水浇地 Irrigated land | 旱地 Dry land | 园地 Garden | 林地 Forest | 其他农用地 Other agricultural land | hm ² |
|---|--------------------|---------------------------|--|--------------------|--------------------------|------------------------------------|-----------------|
| 水田 Paddy field | 76 742.03 | 0 | 4.79 | 0 | 35.75 | 141.16 | |
| 水浇地 Irrigated land | 0 | 587.71 | 0 | 0 | 1.48 | 1.68 | |
| 旱地 Dry land | 0 | 0 | 14 292.62 | 0 | 0 | 20.64 | |
| 园地 Garden | 0 | 0 | 1.53 | 10 647.85 | 0 | 13.2 | |
| 林地 Forest | 0.25 | 0 | 192.61 | 0 | 85 808.94 | 77.19 | |
| 其他农用地 Other agricultural land | 88.40 | 0 | 57.46 | 0 | 11.06 | 20 319.45 | |
| 城镇用地 Urban land | 0 | 0 | 0.12 | 0 | 0 | 0 | |
| 农村居民点 Rural settlement | 0 | 0 | 169.24 | 0 | 5.27 | 2.66 | |
| 交通水利及其他建设用地 Land for transportation, water conservancy and other construction | 1.43 | 0 | 65.52 | 0 | 0.17 | 5.07 | |
| 其他土地 Other land | 0 | 0 | 6.87 | 0 | 0 | 0.84 | |
| 2014年总计 Total in 2014 | 76 832.11 | 587.71 | 14 790.76 | 10 647.85 | 85 862.67 | 20 581.89 | |
| 期内增加 Increase during the period | 90.08 | 0 | 498.14 | 0 | 53.73 | 262.44 | |
| 地类 Land type | 城镇用地 Urban land | 农村居民点 Rural settlement | 交通水利及其他建设用地 Land for transportation, water conservancy and other construction | 其他土地 Other land | 2010年总计 Total in 2010 | 期内减少 Decrease during the period | |
| 水田 Paddy field | 866.72 | 53.05 | 421.06 | 0 | 78 264.56 | 1 522.53 | |
| 水浇地 Irrigated land | 31.48 | 0.38 | 1.72 | 0 | 624.45 | 36.74 | |
| 旱地 Dry land | 220.96 | 28.82 | 61.63 | 0 | 14 624.67 | 332.05 | |
| 园地 Garden | 195.47 | 18.54 | 42.83 | 0 | 10 919.42 | 271.57 | |
| 林地 Forest | 612.99 | 62.56 | 175.65 | 0 | 86 930.19 | 1 121.25 | |
| 其他农用地 Other agricultural land | 205.25 | 19.77 | 108.06 | 0 | 20 809.45 | 490.00 | |
| 城镇用地 Urban land | 4 759.83 | 0 | 1.86 | 0 | 4 761.81 | 1.98 | |
| 农村居民点 Rural settlement | 147.01 | 17 522.93 | 59.90 | 0 | 17 907.01 | 384.08 | |
| 交通水利及其他建设用地 Land for transportation, water conservancy and other construction | 4.76 | 0.43 | 3 993.93 | 0 | 4 071.31 | 77.38 | |
| 其他土地 Other land | 16.45 | 0.07 | 6.78 | 19 655.59 | 19 686.60 | 31.01 | |
| 2014年总计 Total in 2014 | 7 060.92 | 17 706.55 | 4 873.42 | 19 655.59 | 258 599.47 | 4 268.59 | |
| 期内增加 Increase during the period | 2 301.09 | 183.62 | 879.49 | 0 | 4 268.59 | — | |

表4 2010—2014年土地利用转入率和转出率转换矩阵

Table 4 Conversion matrix of land use transfer-in rate and transfer-out rate from 2010 to 2014

%

| 地类 Land type | 转入/ 出类型 Transfer in/out type | 水田 Paddy field | 水浇地 Irrigated land | 旱地 Dry land | 园地 Garden | 林地 Forest | 其他农用地 Other agricultural land | 城镇用地 Urban land | 农村居民点 Rural settlement | 交通水利及 其他建设用地 Land for transportation, water conservancy and other construction | 其他 土地 Other land |
|---|--|----------------------|--------------------------|-------------------|--------------|--------------|--|-----------------------|------------------------------|--|---------------------------|
| 水田 Paddy field | 转入率 | 99.88 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.04 | 0.69 | 12.27 | 0.30 | 8.64 | 0.00 |
| | 转出率 | 98.05 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.05 | 0.18 | 1.11 | 0.07 | 0.54 | 0.00 |
| 水浇地 Irrigated land | 转入率 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.45 | 0.00 | 0.04 | 0.00 |
| | 转出率 | 0.00 | 94.12 | 0.00 | 0.00 | 0.24 | 0.27 | 5.04 | 0.06 | 0.28 | 0.00 |
| 旱地 Dry land | 转入率 | 0.00 | 0.00 | 96.63 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 3.13 | 0.16 | 1.26 | 0.00 |
| | 转出率 | 0.00 | 0.00 | 97.73 | 0.00 | 0.00 | 0.14 | 1.51 | 0.20 | 0.42 | 0.00 |
| 园地 Garden | 转入率 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 100.00 | 0.00 | 0.06 | 2.77 | 0.10 | 0.88 | 0.00 |
| | 转出率 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 97.51 | 0.00 | 0.12 | 1.79 | 0.17 | 0.39 | 0.00 |
| 林地 Forest | 转入率 | 0.00 | 0.00 | 1.30 | 0.00 | 99.94 | 0.38 | 8.68 | 0.35 | 3.60 | 0.00 |
| | 转出率 | 0.00 | 0.00 | 0.22 | 0.00 | 98.71 | 0.09 | 0.71 | 0.07 | 0.20 | 0.00 |
| 其他农用地 Other agri- cultural land | 转入率 | 0.12 | 0.00 | 0.39 | 0.00 | 0.01 | 98.72 | 2.91 | 0.11 | 2.22 | 0.00 |
| | 转出率 | 0.42 | 0.00 | 0.28 | 0.00 | 0.05 | 97.65 | 0.99 | 0.10 | 0.52 | 0.00 |
| 城镇用地 Urban land | 转入率 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 67.41 | 0.00 | 0.04 | 0.00 |
| | 转出率 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 99.96 | 0.00 | 0.04 | 0.00 |
| 农村居民点 Rural settlement | 转入率 | 0.00 | 0.00 | 1.14 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 2.08 | 98.96 | 1.23 | 0.00 |
| | 转出率 | 0.00 | 0.00 | 0.95 | 0.00 | 0.03 | 0.01 | 0.82 | 97.86 | 0.33 | 0.00 |
| 交通水利及其他建设 用地 Land for transporta- tion, water conservancy and other construction | 转入率 | 0.00 | 0.00 | 0.44 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.07 | 0.00 | 81.95 | 0.00 |
| | 转出率 | 0.04 | 0.00 | 1.61 | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 0.12 | 0.01 | 98.10 | 0.00 |
| 其他土地 Other land | 转入率 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.23 | 0.00 | 0.14 | 100.00 |
| | 转出率 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.03 | 99.84 |

转出占全部转出面积的 44.30%; 具体的耕地转出类型中又以城镇用地、交通水利及其他建设用地较多, 分别为 1 119.16、161.47 hm², 占整个耕地转出面积的 84.79%。2010—2014 年所有地类转入面积 4 268.59 hm², 其中耕地转入面积 588.22 hm², 耕地转入类型以旱地为主; 具体的林地转入面积 192.86 hm², 农村居民点转入面积 169.24 hm², 其他农用地转入面积 145.86 hm², 三者转入面积占总转入面积的 86.35%。

从表 5、6 可以看出, 2014—2017 年所有地类转出面积总

计 1 504.62 hm², 其中耕地 535.73 hm², 耕地中又以水田最多, 为 411.95 hm², 耕地转出占全部转出面积的 35.61%; 具体的耕地转出类型中仍以城镇用地、交通水利及其他建设用地为主, 其中城镇用地 305.77 hm², 交通水利及其他建设用地 163.76 hm², 占耕地转出面积的 87.64%; 2014—2017 年所有地类转入面积 1 504.62 hm², 其中耕地转入面积 381.15 hm², 耕地转入类型以旱地为主; 具体的其他农用地转入面积 117.92 hm²、农村居民点转入 93.48 hm²、其他土地转入 90.12 hm², 林地转入 57.67 hm²。

表5 2014—2017年土地利用转换矩阵

Table 5 Conversion matrix of land use from 2014 to 2017

hm²

| 地类 Land type | 水田 Paddy field | 水浇地 Irrigated land | 旱地 Dry land | 园地 Garden | 林地 Forest | 其他农用地 Other agricultural land |
|---|----------------------|--------------------------|-------------------|--------------|--------------|-------------------------------------|
| 水田 Paddy field | 76 420.16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20.84 |
| 水浇地 Irrigated land | 0 | 575.18 | 0 | 0 | 0 | 0.45 |
| 旱地 Dry land | 0 | 0 | 14 679.51 | 0 | 0 | 8.97 |
| 园地 Garden | 0 | 0 | 0.38 | 10 554.16 | 0 | 7.07 |
| 林地 Forest | 7.46 | 0 | 50.21 | 0 | 85 501.39 | 31.86 |
| 其他农用地 Other agricultural land | 102.26 | 0 | 15.66 | 0 | 0 | 20 358.70 |
| 城镇用地 Urban land | 0 | 0 | 0.27 | 0 | 0 | 0.01 |
| 农村居民点 Rural settlement | 20.85 | 0 | 72.63 | 0 | 0 | 0.31 |
| 交通水利及其他建设 用地 Land for transporta- tion, water conservancy and other construction | 1.49 | 0 | 19.82 | 0 | 0 | 0.01 |
| 其他土地 Other land | 64.53 | 0 | 25.59 | 0 | 0 | 0.01 |
| 2017 年总计 Total in 2017 | 76 616.75 | 575.18 | 14 864.07 | 10 554.16 | 85 501.39 | 20 428.21 |
| 期内增加 Increase during the period | 196.59 | 0 | 184.56 | 0 | 0 | 69.51 |

接下表

续表 5

| 地类 Land type | 城镇用地 Urban land | 农村居民点 Rural settlement | 交通水利及其他建设用 Land for transportation, water conservancy and other construction | 其他土地 Other land | 2010 年总计 Total in 2010 | 期内减少 Decrease during the period |
|--|--------------------|---------------------------|---|--------------------|---------------------------|--|
| 水田 Paddy field | 262.59 | 15.19 | 103.29 | 10.04 | 76 832.11 | 411.95 |
| 水浇地 Irrigated land | 5.49 | 0.37 | 5.74 | 0.48 | 587.71 | 12.53 |
| 旱地 Dry land | 37.69 | 8.88 | 54.73 | 0.98 | 14 790.76 | 111.25 |
| 园地 Garden | 63.27 | 3.33 | 19.64 | 0 | 10 647.85 | 93.69 |
| 林地 Forest | 172.66 | 15.68 | 83.23 | 0.18 | 85 862.67 | 361.28 |
| 其他农用地 Other agricultural land | 55.66 | 4.71 | 38.80 | 6.10 | 20 581.89 | 223.19 |
| 城镇用地 Urban land | 7 059.82 | 0 | 0.83 | 0 | 7 060.92 | 1.10 |
| 农村居民点 Rural settlement | 32.24 | 17 553.07 | 27.45 | 0 | 17 706.55 | 153.48 |
| 交通水利及其他建设用 Land for transportation, water conservancy and other construction | 6.95 | 0 | 4 844.83 | 0.32 | 4 873.42 | 28.59 |
| 其他土地 Other land | 3.03 | 0.71 | 13.70 | 19 548.03 | 19 655.59 | 107.56 |
| 2017 年总计 Total in 2017 | 7 699.40 | 17 601.94 | 5 192.24 | 19 566.13 | 258 599.47 | 1 504.62 |
| 期内增加 Increase during the period | 639.58 | 48.87 | 347.41 | 18.10 | 1 504.62 | — |

表 6 2014—2017 年土地利用转入率和转出率转换矩阵

Table 6 Conversion matrix of land use transfer-in rate and transfer-out rate from 2014 to 2017

%

| 地类 Land type | 转入/ 出类型 Transfer in/out type | 水田 Paddy field | 水浇地 Irrigated land | 旱地 Dry land | 园地 Garden | 林地 Forest | 其他农用地 Other agricultural land | 城镇用地 Urban land | 农村居民点 Rural settlement | 交通水利及 其他建设用 Land for transportation, water conservancy and other construction | 其他 土地 Other land |
|---|--|----------------------|--------------------------|-------------------|--------------|--------------|--|-----------------------|------------------------------|---|---------------------------|
| 水田 Paddy field | 转入率 | 99.74 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 3.41 | 0.09 | 1.99 | 0.05 |
| | 转出率 | 99.46 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.34 | 0.02 | 0.13 | 0.01 |
| 水浇地 Irrigated land | 转入率 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.11 | 0.00 |
| | 转出率 | 0.00 | 97.87 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.93 | 0.06 | 0.98 | 0.08 |
| 旱地 Dry land | 转入率 | 0.00 | 0.00 | 98.76 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.49 | 0.05 | 1.05 | 0.01 |
| | 转出率 | 0.00 | 0.00 | 99.25 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.25 | 0.06 | 0.37 | 0.01 |
| 园地 Garden | 转入率 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.03 | 0.82 | 0.02 | 0.38 | 0.00 |
| | 转出率 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 99.12 | 0.00 | 0.07 | 0.59 | 0.03 | 0.18 | 0.00 |
| 林地 Forest | 转入率 | 0.01 | 0.00 | 0.34 | 0.00 | 100.00 | 0.16 | 2.24 | 0.09 | 1.60 | 0.00 |
| | 转出率 | 0.01 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 99.58 | 0.04 | 0.20 | 0.02 | 0.10 | 0.00 |
| 其他农用地 Other agricultural land | 转入率 | 0.13 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 99.66 | 0.72 | 0.03 | 0.75 | 0.03 |
| | 转出率 | 0.50 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 98.92 | 0.27 | 0.02 | 0.19 | 0.03 |
| 城镇用地 Urban land | 转入率 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 91.69 | 0.00 | 0.02 | 0.00 |
| | 转出率 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 99.98 | 0.00 | 0.01 | 0.00 |
| 农村居民点 Rural settlement | 转入率 | 0.03 | 0.00 | 0.49 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.42 | 99.72 | 0.53 | 0.00 |
| | 转出率 | 0.12 | 0.00 | 0.41 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.18 | 99.13 | 0.16 | 0.00 |
| 交通水利及其他建设 用地 Land for transporta- tion, water conservancy and other construction | 转入率 | 0.00 | 0.00 | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.09 | 0.00 | 93.31 | 0.00 |
| | 转出率 | 0.03 | 0.00 | 0.41 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.14 | 0.00 | 99.41 | 0.01 |
| 其他土地 Other land | 转入率 | 0.08 | 0.00 | 0.17 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.26 | 99.91 |
| | 转出率 | 0.33 | 0.00 | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.07 | 99.45 |

通过对比分析 2010—2014、2014—2017 年 2 个阶段耕地转入和转出情况来看,耕地转出情况两阶段较为一致,流出的方向均为城镇用地、交通水利及其他建设用,但从耕地流入的情况来看,2014—2017 年流入的地类分布较为均衡,其中其他土地转入占耕地总转入面积比例由 1.16% 提高至 23.64%,林地转入占耕地总转入面积比例由 32.79% 下降至 15.13%,说明这一时期加强了对其他土地的开发,并同时注重对林业用地,特别是针对具有生态功能林地的保护。

3 结论与讨论

以 2010—2017 年土地利用变更调查数据为基础,采用

土地利用转换矩阵、土地利用动态模型分析宣州区 2010—2017 年耕地时空动态变化过程,结果表明,近 8 年是宣州区经济社会以及城镇化快速发展、城市用地规模不断扩展的阶段,但同时也是以耕地数量减少、质量下降、分布扩散作为代价。

通过数量对比来看,耕地总面积由 93 513.68 hm² 减少至 92 056.00 hm²,耕地面积减少 1 697.08 hm²,增加 239.40 hm²,净减 1 457.68 hm²;从地类分析来看,水田减少 1 697.08 hm²,而旱地则增加 239.40 hm²;通过空间分布来

(下转第 69 页)

花与密刺苦草、菹草间存在竞争关系,密刺苦草与菹草对于海菜花化感物质表现出抗性,且密刺苦草抗性表现十分明显。所以在水体修复工程中对于沉水植物的选择,海菜花与

密刺苦草不应一起使用,否则密刺苦草有可能在修复过程中被海菜花所抑制,达不到修复预期试验效果。

表 5 海菜花种植水对 2 种沉水植物叶绿素含量的影响

Table 5 Effect of *Ottelia acuminata* planting water on the chlorophyll content in two submerged plants

| 组别 Group | 密刺苦草 <i>Vallisneria natans</i> | | 菹草 <i>Potamogeton crispus</i> | | mg/g |
|---|--------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|------|
| | 叶绿素 a Chlorophyll a | 叶绿素 b Chlorophyll b | 叶绿素 a Chlorophyll a | 叶绿素 b Chlorophyll b | |
| 对照组 Control group | 0.509 3±0.035 2 | 0.733 2±0.296 8 | 0.316 1±0.018 4 | 0.701 5±0.087 3 | |
| 海菜花种植水 Planting water of <i>Ottelia acuminata</i> | 0.214 2±0.063 9* | 0.152 4±0.092 8* | 0.292 1±0.026 3 | 0.695 7±0.054 2 | |

注: * $P < 0.05$

参考文献

- [1] 中国科学院昆明植物研究所. 云南植物志: 第 4 卷[M]. 北京: 科学出版社, 1998: 757-761.
- [2] 蒋柱檀, 李恒, 刀志灵, 等. 云南传统食用植物海菜花(*Ottelia acuminata*)的民族植物学研究[J]. 内蒙古师范大学学报(自然科学汉文版), 2010, 39(2): 163-168.
- [3] 翟书华, 杨晓虹. 不同激素处理对海菜花种子萌发特性的影响[J]. 种子, 2017, 36(8): 72-74.
- [4] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1993: 18.
- [5] 汪松, 解焱. 中国物种红色名录[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004.
- [6] 陈锋, 孟永杰, 帅海威, 等. 植物化感物质对种子萌发的影响及其生态学意义[J]. 中国生态农业学报, 2017, 25(1): 36-46.
- [7] 肖溪, 楼莉萍, 李华, 等. 沉水植物化感作用控藻能力评述[J]. 应用生态学报, 2009, 20(3): 705-712.
- [8] CRAMER G R, ABDEL-BASSET R, SEEMANN J R. Salinity-calcium in-

- teractions on root growth and osmotic adjustment of two corn cultivars differing in Salt Tolerance [J]. Journal of plant nutrition, 1990, 13(11): 1453-1462.
- [9] 王学奎, 黄见良. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 3 版. 北京: 高等教育出版社, 2015.
- [10] 李合生. 植物生理生化试验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [11] 罗龙海, 范三红, 张美祥, 等. 小麦种子过氧化物酶的纯化及其部分酶学性质[J]. 农业生物技术学报, 2008, 16(1): 181-182.
- [12] 朱秀敏. 超氧化物歧化酶的生理活性[J]. 当代医学, 2011, 17(15): 26-27.
- [13] 张秋萍, 吴霞红, 郑剑恒, 等. 生物样本中丙二醛测定方法的研究进展[J]. 理化检验-化学分册, 2016, 52(8): 979-985.
- [14] 王宝增. 脯氨酸与植物的抗逆性[J]. 生物学教学, 2011(11): 4-5.
- [15] 马宗琪, 崔静, 王秀, 等. 树木叶片叶绿素含量三种测定方法的比较[J]. 林业科技, 2016, 41(5): 42-45.

(上接第 65 页)

看,占用的耕地多分布在城区周围集中连片的优质农田,而补充的耕地分布在整个行政区域,且地块面积小、分布不集中,与周边地块特别是耕地不能有效衔接;通过时间跨度来看,近几年耕地面积减少数量较 2014 年以前有明显下降,说明有关部门对耕地保护的意识有明显提高。

耕地动态变化受诸多因素影响,如城镇建设、退耕还林、土地综合整治、高标准农田建设等,同时也受国家实时政策的影响,通过研究发现,2014—2017 年耕地转移数量明显低于 2010—2014 年,这与国家制定的一系列耕地保护政策以及地方产业结构升级调整是密不可分的。同时随着经济的持续发展,建设用地已逐渐完成从“增量”到“存量”的转换,经济的发展不再依赖于大片土地的占有,特别是对耕地的占用。随着《土地管理法》(2019 年修订)的实施以及对“永久基本农田”的特殊保护,包括地方在编制国土空间总体规划时,也必然将耕地保护与粮食安全作为重中之重,唯有这样,耕地资源才能可持续利用,社会经济也才能可持

续发展。

参考文献

- [1] 刘彦随, 陈百明. 中国可持续发展问题与土地利用/覆被变化研究[J]. 地理研究, 2002, 21(3): 324-330.
- [2] 谭莉梅, 李红军, 刘慧涛, 等. 河北省太行山区域耕地资源空间分布特征研究[J]. 中国生态农业学报, 2010, 18(4): 872-875.
- [3] 郭丽英, 李刚. 环渤海地区城镇化进程中耕地面积及其重心转移格局分析[J]. 中国农业资源与区划, 2013, 34(4): 32-36.
- [4] 王晓文, 田秉涛, 李娟, 等. 1985—2010 年福建省耕地重心时空变化研究[J]. 亚热带资源与环境学报, 2014, 9(2): 1-9.
- [5] 陈学渊, 唐华俊, 吴永常, 等. 耕地格局时空动态变化过程和差异分析: 以浙江安吉为例[J]. 中国农业科学, 2015, 48(21): 4302-4313.
- [6] 何文莉, 刘木生, 郭秋忠, 等. 基于遥感数据的江西赣州耕地时空分布与动态变化分析[J]. 江西科学, 2012, 30(6): 769-774, 783.
- [7] 徐同高, 董文涛, 韦大山, 等. 宣州区生态环境敏感性评价[J]. 北方环境, 2011(10): 18-21.
- [8] 李威, 陈杰, 李璐, 等. 1980—2015 年长江流域土地利用变化分析[J]. 人民长江, 2020, 51(2): 49-57.
- [9] 刘盛和, 何书金. 土地利用动态变化的空间分析测算模型[J]. 自然资源学报, 2002, 17(5): 533-540.
- [10] 朱会义, 李秀彬. 关于区域土地利用变化指数模型方法的讨论[J]. 地理学报, 2003, 58(5): 643-650.
- [11] 史小祺. 基于显性形态和隐性形态的耕地系统转型研究[D]. 贵阳: 贵州师范大学, 2019.