

DOI:10.13869/j.cnki.rswc.2024.03.020.

谢贤健. 四川省城市建设用地扩张及其占用耕地的时空特征[J]. 水土保持研究, 2024, 31(3): 342-349.

Xie Xianjian. Spatiotemporal Characteristics of Urban Construction Land Expansion and Occupation of Arable Land in Sichuan Province[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2024, 31(3): 342-349.

四川省城市建设用地扩张及其占用耕地的时空特征

谢贤健

(内江师范学院 地理与资源科学学院, 四川 内江 641000)

摘 要: [目的] 研究四川省城市建设用地扩张及其占用耕地的时空特征, 为保护四川省耕地资源的可持续利用, 保障区域内粮食安全提供理论依据。 [方法] 以四川省为研究对象, 基于遥感数据和 GIS 技术, 分析了 2000—2020 年城市建设用地扩张对耕地占用过程的时空变异特征。 [结果] 20 年间四川省城市建设用地持续扩张, 增加了 3260.56 km², 增长率达到 110.34%, 其中新增建设用地 2 900.34 km² 流转于耕地, 耕地是四川省城市建设用地扩张的主要来源, 建设用地持续扩张不断蚕食城市周边耕地资源, 进而有可能威胁到区域的粮食生产安全; 四川省建设用地扩张在空间上具有集中分布的特征, 各地市州建设用地扩张空间差异显著, 扩张建设用地分布表现为以成都市为中心的高值区, 然后向东部城市呈面状逐渐蔓延, 而西部城市呈零星点状分布的特点; 四川省建设用地扩张高度依赖对耕地的占用, 近年来, 虽然四川省积极推行粮食生产结构优化措施, 持续实施土地整治、农业结构调整, 不断加大对粮食生产的支持力度。 [结论] 总体上, 四川省耕地面积的减少对粮食产量形成的影响程度不大, 但建设用地扩张继续占用耕地加大的趋势假如得不到有效遏制, 对未来粮食生产安全仍会构成潜在的威胁。

关键词: 四川省; 建设用地扩张; 耕地占用; 遥感; 地理信息系统; 粮食安全

中图分类号: TP79

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2024)03-0342-08

Spatiotemporal Characteristics of Urban Construction Land Expansion and Occupation of Arable Land in Sichuan Province

Xie Xianjian

(School of Geography and Resource Science, Neijiang Normal University, Neijiang, Sichuan 641000, China)

Abstract: [Objective] The aims of this study are to investigate the spatiotemporal characteristics of urban construction land expansion and its occupation of arable land in Sichuan Province, and to provides a theoretical basis for protecting the sustainable use of arable land resources in Sichuan Province and ensuring regional food security. [Methods] Sichuan Province was taken as the research object. The spatiotemporal variation characteristics of urban construction land expansion on arable land occupation process from 2000 to 2020 were analyzed based on remote sensing data and GIS technology. [Results] Over the past 20 years, urban construction land in Sichuan Province had continued to expand, increasing by 3 260.56 km², with a growth rate of 110.34%. Among them, 2 900.34 km² of newly added construction land had been transferred to arable land, which was the main source of urban construction land expansion in Sichuan Province. The continuous expansion of construction land continued to occupy the arable land resources around the city, which might threaten the regional food production security. The expansion of construction land in Sichuan Province was characterized by centralized distribution in space. The spatial difference of construction land expansion among cities and prefectures was significant. The distribution of expanded construction land was a high-value area which centered in Chengdu, and then gradually spreaded to the eastern cities in a plane

收稿日期: 2023-06-17

修回日期: 2023-06-30

资助项目: 长江科学院开放研究资助项目(CKWV2017523/KY); 四川省教育厅重点项目(16ZA0312)

第一作者: 谢贤健(1978—), 男, 四川广汉人, 博士, 教授, 主要从事水土保持理论及技术研究。E-mail: 249983710@qq.com

<http://stbcy.paperonice.org>

shape, while distribution of the expanded construction land in the western cities was characterized as sparse spots. The expansion of construction land in Sichuan Province was highly dependent on occupying arable land. In recent years, although measures had been actively implemented to optimize the grain production structure, to continue to implement land consolidation, agricultural structure adjustment, and to continuously increase support for grain production in Sichuan Province. [Conclusion] Overall, the decrease in arable land area in Sichuan Province has little impact on the formation of grain production, but if the trend of expanding construction land and occupying more arable land is not effectively curbed, a potential threat will be still posed to future food production security.

Keywords: Sichuan Province; expansion of construction land; arable land occupation; RS; GIS; food security

耕地保护涉及到国家粮食安全,是粮食安全的载体,保证国家粮食安全,最根本的是保护耕地。相关研究表明灾损、坡耕地退耕还林还草、城市建设占用及农业结构调整是导致我国耕地减少的主因。近年来,由于灾损、坡耕地退耕还林还草、农业结构调整总体上已趋于稳定的状态,但随着我国城市化进程不断地加速发展,大片的耕地正在流转为建设用地,建设占用在耕地数量流失中起到了主导作用。根据中国国土资源部的资料,1999—2015年,全国建设占用耕地 39 540 km²,城镇化的急剧扩张导致人地矛盾日益凸显,必将威胁到我国的粮食安全问题。然而,中国目前的城镇化仍然处于加速发展阶段,尤其是将城镇化片面地误解为土地城镇化,简言之,就是将农村耕地流转为城镇建设用地,导致耕地大量被占用,进而威胁到粮食安全,耕地资源被建设用地占用所承载的压力紧缺问题日益严重。中国现今拥有 14 亿人口,粮食需求量巨大,耕地的数量必须维持在一定水平之上,才能保障粮食安全^[1]。目前就城镇建设用地扩张占用耕地及其对粮食安全问题的分析,前人作了一定的研究^[2-3]。国外学者研究主要集中在城镇化的不合理的快速发展挤压耕地资源,从而威胁粮食生产安全^[4-5]和注重城镇化发展导致的耕地占用问题及其时空演变、驱动机制等问题^[6-7]。国内学者基于全国、区域等尺度,从城镇化、耕地占用、粮食安全等角度探讨分析了建设用地扩张及其占用耕地间的关系。任兴远等^[8]以中国大陆 31 个省(自治区、直辖市)为研究对象,分析了 1998—2018 年中国城镇化发展与耕地压力间的动态关系,认为城镇化发展对粮食主产区有显著的影响;侯孟阳等^[9]以中国为例,研究认为城镇化过程中对耕地的占用显著降低了粮食产量;李怡等^[10]研究了淮海经济区 2000—2018 年城镇化进程中耕地功能演变过程及其驱动机制,结果显示人口城镇化率显著影响耕地生产功能;肖丽群等^[11]以我国中部地区为研究对象,定量分析了 2004—2017 年区域城镇化、耕地保护、建设用地集约利用间的耦合

协调关系,结果表明三者间的协调水平较低;何亮等^[12]研究了长江经济带 2000—2015 年快速城镇化对耕地减少的影响,结果表明随城镇化的推进耕地减少速度增快,且城市规模越大,对耕地占用越加严重。从现有的研究来看,众多研究在研究区域上多是针对全国或某些经济区(带),且多是经济发达区域,另一方面,建设用地和耕地等数据来源大多源于统计年鉴,这样就难以揭示城市建设用地扩张占用耕地的空间差异^[13]。

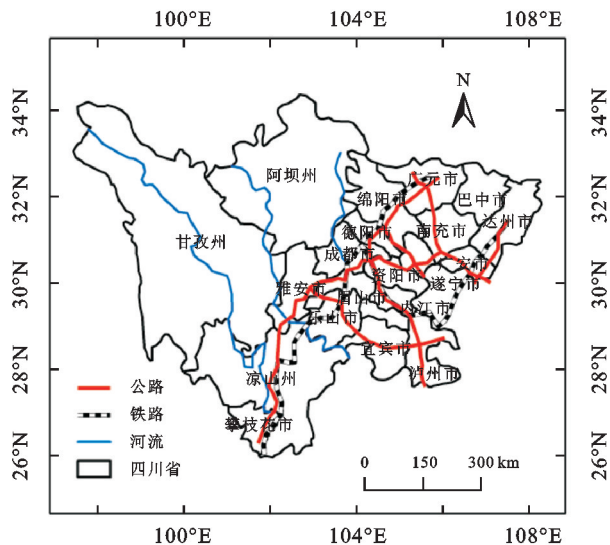
综上,目前关于西部地区城市建设用地扩张及其占用耕地的时空特征分析鲜见报道,尤其是四川省作为我国工业化、城镇化快速推进的典型地区,同时作为农业生产大省,人地矛盾也日益凸显,但该区城镇化进程与耕地占用间的关系研究报道不多。基于此,本研究选择作为西部大开发的主战场——四川省为研究对象,以 21 个地市州作为研究单元,基于遥感数据和 GIS 技术,分析 2000—2020 年建设用地和耕地占用的时空分布规律,达到精确、直观监测建设用地扩张对耕地占用的过程,以期研究区土地利用结构的合理优化及耕地保护提供可参考的依据。

1 研究地区与研究方法

1.1 研究地区概况

在空间上,四川省位于我国西南地区,地形复杂多样,由山地、丘陵、平原、盆地和高原构成,地势上西高东低且悬殊很大。四川省属于典型的农业大省,但耕地资源非常紧缺,人地矛盾十分突出,国土总面积为 48.6 万 km²,排名全国第 5,辖 21 个地级行政区(图 1)。城镇集中分布于四川盆地腹心地带,水土资源组合相对较好;为农林业的发展提供了良好的条件,是西南地区重要的产粮大省。近年来,在西部大开发和中部崛起战略的推动下,四川省已成为西部大开发的主战场,是西部大开发顺利推进实施的“关键区”,尤其是“成渝城市群”已上升为国家第四大城市群,更加凸显了四川省对西部经济腾飞起到的枢

纽带地位作用。截至2020年末拥有建设用地8 238.02 km²,耕地117 824.73 km²,分别占国土面积的1.69%和24.24%。粮食播种面积631.3万hm²,产量3 527.4万t,占全国的5.27%,全国排第9位。四川省作为我国西南地区社会、经济发展的重要辐射中心及增长极,是我国工业化、城镇化快速推进的典型地区,城镇化发展与耕地占用间的矛盾依然存在;如何协调研究区域城镇化发展与耕地占用间的动态关系,可以为耕地保护政策制订、粮食安全及实现城市化高质量发展提供实践指导。



注:本文所用四川省区位图地图来源于自然资源部标准地图底图(审图号:川S[2021]00015号)。

图1 四川省区位示意图

Fig. 1 Location map of Sichuan Province

1.2 数据来源

遥感数据来源于地理空间数据云平台(<http://www.gscloud.cn/>) 2000年、2005年、2010年、2015年、2020年Landsat-MSS、Landsat 8遥感影像,分辨率30 m。采用ENVI5.1软件对土地利用进行监督分类解译^[14],分类标准为中国科学院土地利用覆被变化(LUCC)分类体系^[15],具体数据处理流程依据参考文献^[13],分为耕地、林地、草地、水域、城乡建设用地和未利用地6种类型。粮食产量数据来源于各年度《四川省统计年鉴》。

1.3 数据分析

1.3.1 扩张速度与扩张强度的计算^[13]

(1) 扩张速度表示单位时间内建设用地面积变化的速度,即:

$$V_i = \Delta U_{ij} / (\Delta t_j) \quad (1)$$

式中: V_i 表示第*i*个城市的扩张速度(km²/a); ΔU_{ij} 为*j*时段城市*i*的扩张面积(km²); Δt_j 为相邻影像间隔的时间(a)。

(2) 扩张强度表示单位时间内建设用地扩张的

幅度,即:

$$N_i = \Delta U_{ij} / (\Delta t_j \times M_i) \times 100\% \quad (2)$$

式中: N_i 表示建设用地扩张强度(%); ΔU_{ij} 表示*j*时段内城市*i*的建设用地的扩张面积(km²); Δt_j 为时间跨度(a); M_i 为*j*时段初期城市*i*建设用地总面积(km²)。

1.3.2 空间分析 基于GIS技术,利用intersect命令,将相邻两期土地利用数据中末期的新增建设用地和期初的耕地或其他土地进行叠加,通过汇总统计计算即可得到建设用地扩张对耕地和其他用地占用的数据,同时进行可视化展示空间占用分布。

2 结果与分析

2.1 建设用地扩张的时间变化特征

图2为四川省2000—2020年四川省城市建设用地空间分布变化图。由图2可知,20年间,四川省城市建设用地持续扩张,增加了3 260.56 km²,增长率达到110.34%,说明20年间四川省土地城市化急剧增加。2000—2005年、2005—2010年、2010—2015年、2015—2020年4个时间段内建设用地分别增加了575.36 km²,1 009.55 km²,780.93 km²,896.30 km²,扩张幅度分别为11.61%,18.24%,11.92%,12.22%。4个时间段内建设用地扩张速度分别为115.07 km²/a,201.91 km²/a,156.19 km²/a,179.26 km²/a,呈现先增加后减少再增加的波动变化趋势。从空间变化差异来看,建设用地集中分布于成都市为中心的周边城市,不同城市建设用地初始面积不同,其扩张趋势也有所不同。其中,成都市20 a间扩张建设用地1 061.04 km²,扩张最显著,其次是南充市,为222.10 km²,最小的为雅安市38.58 km²,进一步说明了四川省建设用地扩张在空间上具有集中分布的特征。从平均扩张强度来看,阿坝州最大,为9.02%,其次是广元市,为8.20%,最小的是乐山市,为1.96%。

图3为四川省城市建设用地扩张速度、扩张强度变化趋势图。从建设用地扩张速度来看,可以分为6类,分别是增—减—增、减—增—增、增—减—减、增—增—减、减—减—增、减—增—减。其中增—减—增包括成都市、泸州市、绵阳市、南充市、眉山市、宜宾市、雅安市、甘孜州,其扩张速度的峰值出现在第二阶段和第四阶段;减—增—增仅有自贡市;增—减—减包括攀枝花市、广安市、达州市、阿坝州;增—增—减包括德阳市、巴中市、资阳市;减—减—增仅有广元市;减—增—减包括绵阳市、乐山市、内江市。总体来看,四川省各地市州城市建设用地扩张速度的峰值主要出现在2005—2010年的第二阶段;成都市建

设用地扩张速度高居首位,4 个时间段的价值介于 40.12~67.01 km²/a,而其他地市州最高值为 14.78 km²/a,最低值为 0.02 km²/a,可见四川省城市建设用地扩张速度具有高度的集中性。

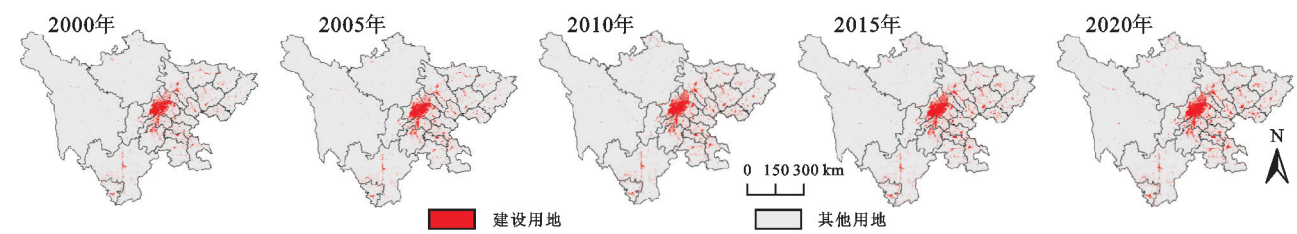


图 2 2000—2020 年四川省城市建设用地空间分布变化

Fig. 2 Spatial distribution changes of urban construction land in Sichuan Province from 2000 to 2020

从建设用地扩张强度来看,可以分为 7 类,分别是减—减—增、减—增—减、增—减—减、增—减—增、减—减—增、减—增—增、增—增—减。其中减—减—增仅为成都市;减—增—减包括自贡市、绵阳市、内江市、资阳市;增—减—减包括攀枝花市、德阳市、达州市、阿坝州、凉山州;增—减—增包括泸州市、广元市、南充市、眉山市、宜宾市、广安市、雅安市、甘孜州;减—减—增、减—增—增、增—增—减分别为遂宁市、乐山市、巴中市。总体来看,各地市州建设用地扩张强度在相同时间段内差异并不十分明显,其扩张强度的峰值主要出现在 2005—2010 年的第二阶段,如广元市、阿坝州、泸州市、达州市。

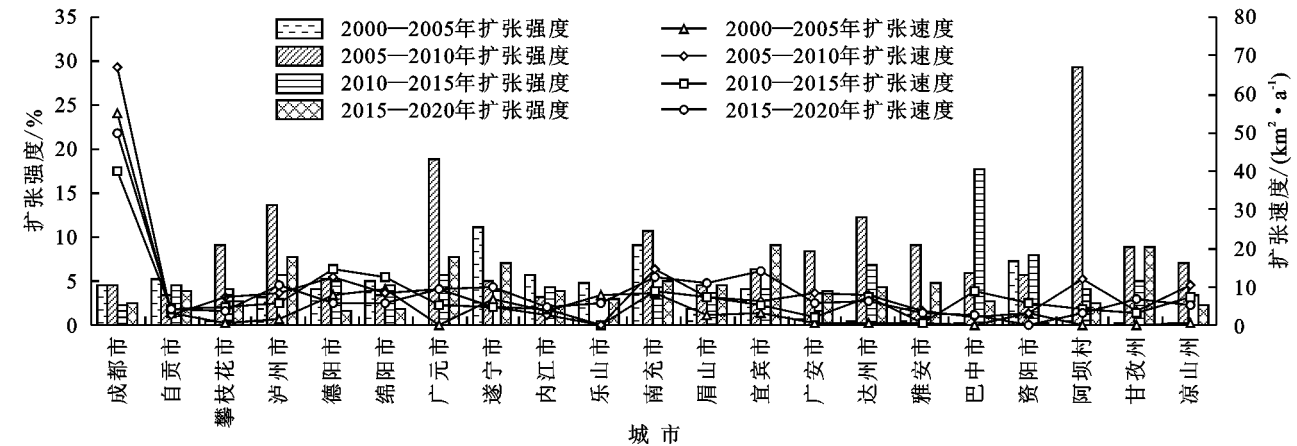


图 3 四川省城市建设用地扩张速度、扩张强度变化

Fig. 3 Changes in the expansion speed and intensity of urban construction land in Sichuan Province

2.2 建设用地扩张的空间差异

图 4 为四川省不同时间段新增城市建设用地,4 个时间段内新增城市建设用地分别为 575.36 km², 1 009.56 km², 780.93 km², 896.30 km²。由图 4 可以看出,2000—2020 年四川省各地市州建设用地扩张空间差异显著。扩张建设用地分布表现为以成都市为中心的高值区,然后向东部城市呈面状逐渐蔓延,而西部城市呈零星点状分布的特点。扩张规模上,以成都市最大,东部城市次之,西部少数民族地区最小。

具体来看,随时间的推移,扩张建设用地的集聚区不断变化。2000—2005 年,85.27%的扩张建设用地分布在成都市、绵阳市、南充市、德阳市、乐山市、遂宁市,其中成都市高居 48.07%,除乐山市外,这些城市在行政区划上邻接,大多属于成都市平原城市群,为四川省经济发展水平较高的城市。2005—2010 年,74.27%的扩张建设用地分布在成都市、南充市、德阳市、阿坝州、凉山州、广元市、广安市、泸州市、绵阳市,其中成都市高居 33.20%,除凉山州、泸州市外,这些城市在行政区划上邻接,空间上主要为川北地区,较为聚集,大多属于成都市平原城市群和川东北城市群,此阶段扩张建设用地总量 1 009.56 km²,为 20 年间的峰值。2010—2015 年,68.19%的扩张建设用地分布在成都市、德阳市、绵阳市、南充市、巴中市、眉山市、达州市、凉山州,其中成都市高居 25.69%,这些城市空间上主要为川中和川东北地区,大多属于成都市平原城市群和川东北城市群,这些地区大多属于成渝经济区,为四川省的经济、文化、交通、商贸和信息枢纽中心。2015—2020 年,65.13%的扩张建设用地分布在成都市、宜宾市、南充市、眉山市、泸州市、遂宁市、广元市,其中成都市高居 27.76%,这些城市空间上主要为川中、川东北和川南地区,包括了成都市平原城市群、川东北城市群、川南城市群的大部分城市,均为四川省经济较为发达的区域。对比 4 个阶段扩张建设用地在城市间的分布,成都市始终居于首

位,而南充市和德阳市均处在高值区,而西部的少数民族地区建设用地的扩张明显低于川中和川东地区的城市群。

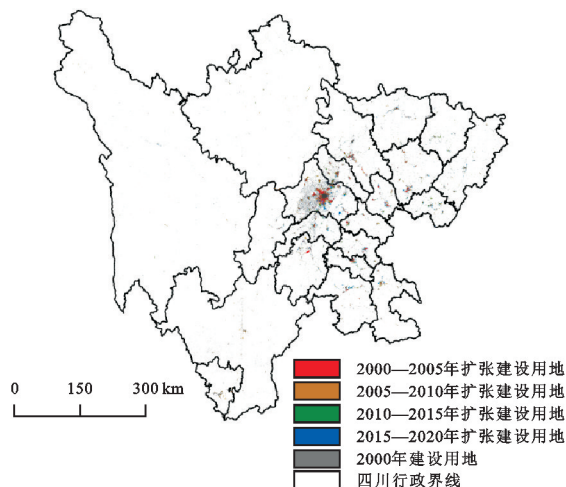


图4 2000—2020年四川省城市扩张建设用地空间分布

Fig. 4 Spatial Distribution of Urban Expansion and Construction Land in Sichuan Province from 2000 to 2020

2.3 扩张建设用地的主要来源

基于GIS,利用intersect命令,将每阶段年末新增建设用地和年初耕地数据进行叠加分析,统计年末新增建设用地源于年初的耕地,并将源于耕地的面积与建设用地扩张总面积相比来判断耕地对建设用地扩张的贡献度。结果表明,2000—2020年四川省耕地对建设用地扩张的贡献度高达85.15%,耕地是四川省建设用地扩张的主要来源。就不同阶段来说,2000—2005年575.36 km²的建设用地来源于耕地,占比94.49%,2005—2010年1 009.56 km²的建设用地来源于耕地,占比81.84%,2010—2015年780.93 km²的建设用地来源于耕地,占比88.31%,2015—2020年896.30 km²的建设用地来源于耕地,占比89.05%,四川省耕地对建设用地扩张的贡献度总体趋势为先降后升。

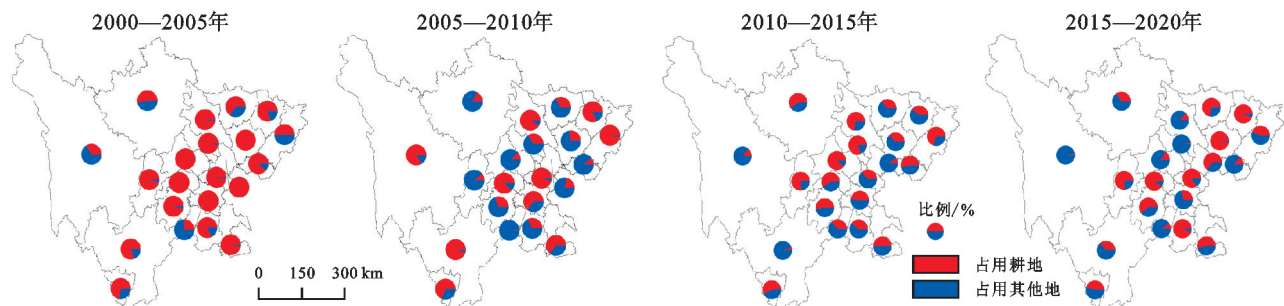


图5 四川省城市建设用地扩张占用耕地比例时空演化

Fig. 5 Spatiotemporal evolution of the proportion of cultivated land occupied by urban construction land expansion in Sichuan Province

2.4.2 建设用地占用耕地的空间特征 图6为2000—2020年四川省城市建设用地扩张占用耕地的

2.4 四川省城市建设用地扩张占用耕地的时空变化特征

2000—2020年四川省耕地总量减少了3 406.15 km²,建设用地增加了3 260.56 km²,有85.15%的新增建设用地流转于耕地,达到2 900.34 km²,为2000年耕地总面积的2.39%,占流失耕地总面积的88.95%,说明建设用地扩张是四川省耕地资源流失的最主要原因。四川省各地市州建设用地扩张占用耕地的规模与建设用地扩张趋势在2005年后呈现先降后升的总体特征。

2.4.1 占用耕地速度的阶段性特征 2000—2020年四川省耕地面积年均减少170.31 km²/a,4个阶段内耕地面积有增有减,2000—2005年耕地每年增加519.73 km²/a,2005—2010年耕地每年减少188.01 km²/a,2010—2015年耕地每年减少153.22 km²/a,2015—2020年耕地每年增加502.73 km²/a;耕地的增减幅与其对建设用地扩张的贡献度相一致。图5为2000—2020年各地市州建设用地扩张占用耕地的比例变化。4个阶段内建设用地扩张占用耕地的面积先升后降再升,占用耕地的比例总体趋势呈先降后升。

由图5可知,虽然占用耕地的比例总体趋势呈先降后升,但部分城市建设用地占用耕地比例仍表现出差异化变动现象。具体来看,广元市、乐山市、泸州市、眉山市、南充市、攀枝花市、宜宾市、资阳市等8市属于先降后升,占比城市总个数的38.10%;先降后升再降的城市有阿坝州、成都市、德阳市、甘孜州、遂宁市、自贡市,其中成都市4个阶段内建设用地占用耕地的比例依次为98.10%、11.79%、88.76%、15.46%,20年间建设用地扩张占用耕地的总面积达1 256.16 km²,高居各城市之首;绵阳市、内江市、攀枝花市建设用地占用耕地的比例逐年下降;达州市、甘孜州建设用地占用耕地的比例先升后降;巴中市、凉山州建设用地占用耕地的比例先升后减再升。

空间分布情况。各地市州建设用地占用耕地的空间差异性显著,其值介于17.78~1 256.16 km²。其中

成都市 20 年间耕地面积流失最多,减少 1 178.20 km²,耕地中 1 256.16 km²转化为了建设用地,说明成都市在耕地流失的同时,有其他用地类型的转入,从而出现了建设用地占用耕地比减少量多的现象,弥补了耕地流失的问题;成都市建设用地扩张占用耕地的主要特点是以主城区为中心向外围区县圈层式扩散,中心城区区占地面积大,呈辐射片状,外围各郊县区以郊县建设用地为中心向四周扩张占地。其他各地市州占用耕地面积远少于成都市,介于 17.78~233.26 km²。其中,德阳市、南充市、绵阳市、眉山市、宜宾市、遂宁市、泸州市占地面积较大,介于 130.33~233.26 km²,这些城市多属于四川盆地的平原区或丘陵区,地势相对平缓,社会经济和农业发达,城市被耕地包围,在城市化过程中难免出现开发粗放的现象,从而大量侵占耕地。西部少数民族地区、川东北巴中市及达州市、川南的内江市、自贡市占地的规模相较于前述城市较少,总体上占地面积不大。相比之下四川盆地经济、农业发达的平原区及丘陵区保护耕地的难度较大,尤其是成都市。

2.4.3 建设占用耕地对粮食生产的影响 以各地市州耕地面积与粮食产量为纵坐标,各地市州为横坐标,绘制 2000—2020 年四川省城市耕地与粮食产量变化趋势对比图。由图 7 可知,5 个时间节点四川省粮食产量依次为 3 568.49 万 t,3 409.19 万 t,3 587.38 万 t,3 446.45 万 t,3 527.43 万 t,呈现先降后升再降后升的波动变化趋势。20 年间在耕地减少的情况下,总体上保持粮食总产量基本不变,究其原因,十八大以来,四川省持续加大对粮食生产的支持力度,尤其是近几年,通

过实施粮食生产结构优化调整,粮食单产呈现持续增加趋势,2020 年达到最高单产水平 5 587.899 kg/hm²,另一方面,四川省通过持续实施土地整治、农业结构调整等措施,2015 年后耕地单产进一步增加。在局部地区存在粮食产量呈持续下降的趋势,如成都市、雅安市、资阳市、阿坝州,尤其是成都市从 2000 年 363.71 万 t 减产到 2020 年的 227.86 万 t,作为四川省的产量大区,成都市粮食产量的持续减产与耕地面积的减少有直接关系,同时其减产严重制约了四川省粮食总产量的增幅。

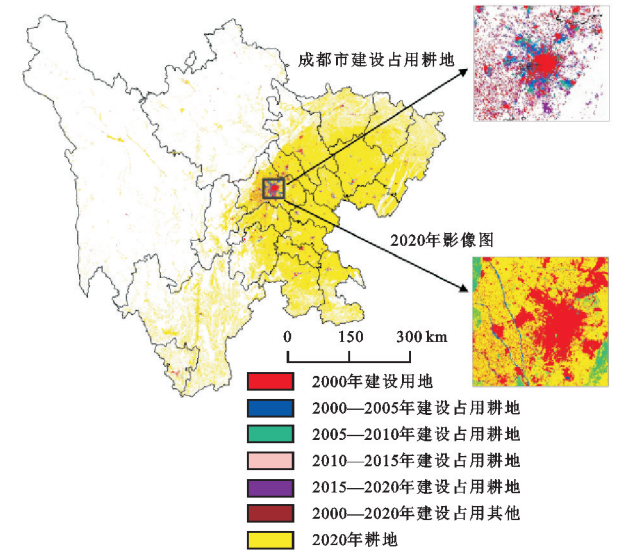


图 6 2000—2020 年四川省城市建设用地扩张占用耕地的空间分布

Fig. 6 Spatial distribution of cultivated land occupied by urban construction land expansion in Sichuan Province from 2000 to 2020

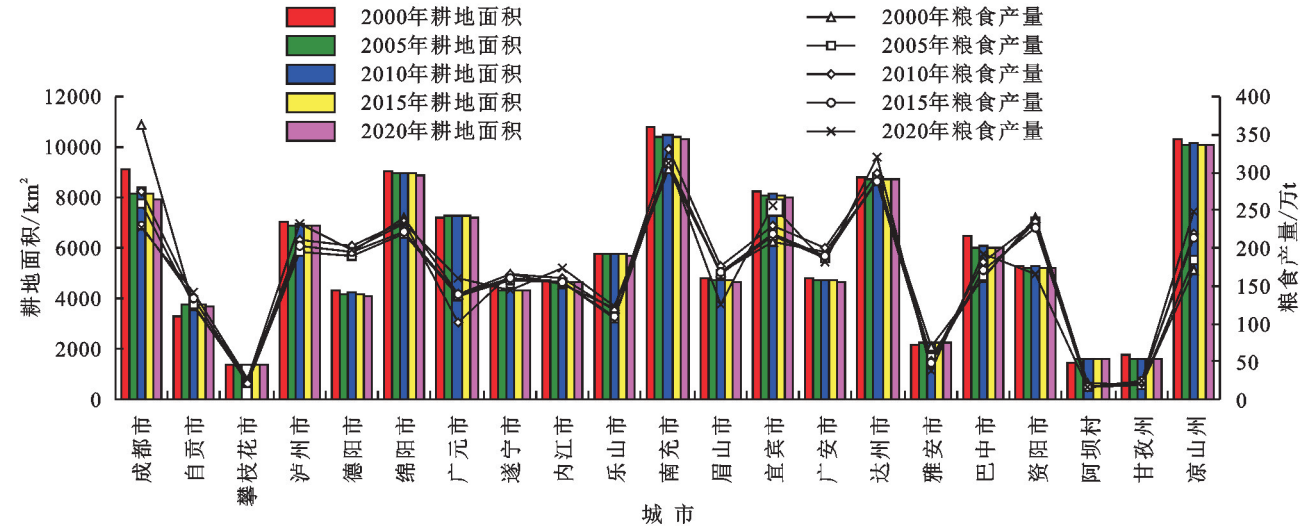


图 7 2000—2020 年四川省城市耕地与粮食产量变化对比

Fig. 7 Comparisons of Changes in Urban Cultivated Land and Grain Yield in Sichuan Province from 2000 to 2020

2000—2005 年四川省粮食产量减产 159.30 万 t,其中成都市、泸州市、绵阳市、乐山市、雅安市减产均在 10

万 t 以上,此阶段建设占用耕地的比例分别为 98.09%, 97.82%, 96.98%, 95.73%, 95.73%, 占用的耕地绝大

部分转化为建设用地,对粮食产量的生产产生了巨大的影响;究其原因,这一时期是西部大开发的初期,我国政府相继出台了一系列的西部大开发政策与战略来引导中西部地区的发展,成都市作为四川省的省会城市,城市化极化发展模式带动了周边城市,尤其是基础设施建设、房地产等得到快速的发展占用了大量耕地,进而对粮食减产造成了较大的影响。2005—2010年四川省粮食产量增产178.19万t,仅广元市和雅安市减产总计38.07万t,增产的原因主要在于成都市、南充市、宜宾市、广元市等农业产粮大市占用的耕地比例下降幅度较大;另一方面,此阶段处于“十一五”期间,四川省各地探索了土地合作社、以土地承包经营权入股等多种形式的适度规模经营,相继实施了“良种补贴”“农机具购置补贴”“金土地工程”等,不断加大对农业生产基础设施建设的投入,使农业生产条件继续改善,粮食产量的增产主要得益于科技水平的提高,推动了单产水平较大幅度增加所致。2010—2015年四川省粮食产量减产140.94万t,其中有19个城市粮食产量均减产,成都市、绵阳市、巴中市、南充市、达州市、宜宾市、广安市减产均在10万t以上,此阶段7个城市耕地面积均减少,依次为190.94 hm²,63.40 hm²,42.05 hm²,40.67 hm²,32.89 hm²,31.21 hm²,25.02 hm²;此阶段为“十二五”期间,四川省加快推进了城镇化进程,导致城市建设占用耕地规模进一步加大,耕地面积的减少成为此阶段粮食减产的主要原因。2015—2020年四川省粮食产量增产80.98万t,其中宜宾市、凉山州、达州市、泸州市、巴中市、广元市、内江市、乐山市、绵阳市增产均在10万t以上,总计211.61万t;但资阳市、眉山市、遂宁市、雅安市均减产10万t以上,总计131.28万t,此阶段为“十三五”期间,四川省各地进一步落实粮食生产责任,持续加强惠农政策,加大资金投入,通过调整种植结构,改进耕作制度不断提高粮食单产水平,因此,此阶段总体上四川省粮食产量得到了一定的提升。总体来看,四川省耕地面积的减少对粮食产量形成的影响程度不大,但建设用地扩张继续占用耕地加大的趋势假如得不到有效遏制,要保障四川省未来粮食安全不受到威胁的前景就显得不容乐观。

3 结论

(1) 受西部大开发政策的影响,2001年后四川省城镇化进程明显加快,尤其是出现了以成都市极化发展模式带动周边城市快速发展的现象,20年间,城市建设用地持续扩张增加了3260.56 km²,增长率达到110.34%,城市扩张显著;建设用地占用了大量耕

地,其中2900.34 km²流转于耕地,建设用地扩张趋势持续加强,不断蚕食城市周边耕地资源,进而有可能威胁到区域的粮食生产安全。

(2) 四川省建设用地扩张在空间上具有集中分布的特征,各地市州建设用地扩张空间差异显著。扩张建设用地分布表现为以成都市为中心的高值区,然后向东部城市呈面状逐渐蔓延,而西部城市呈零星点状分布的特点。20年间成都市扩张建设用地最显著,扩张面积为1061.04 km²,其次是南充市,扩张面积为222.10 km²,最小的为雅安市38.58 km²;成都市的平均扩张速度最快,其值为55.31 km²/a,阿坝州的平均扩张强度最大,其值为9.03%。

(3) 耕地是四川省城市建设用地扩张的主要来源。20年间四川省耕地总量减少了3406.15 km²,85.15%的新增建设用地流转于耕地,四川省建设用地扩张高度依赖对耕地的占用。从粮食产量变化趋势来看,总体上,四川省耕地面积的减少对粮食产量形成的影响程度不大,但建设用地扩张继续占用耕地加大的趋势假如得不到有效遏制,对研究区粮食生产仍会具有一定的潜在影响,从长远来看,要保障四川省未来粮食安全不受到威胁的前景就显得不容乐观。

参考文献(References):

- [1] Ding C, Lichtenberg E. Land and urban economic growth in China[J]. *Journal of Regional Science*, 2011(51):299-317.
- [2] 杨璐嘉,李建强,梅卫威,等.四川省建设占用耕地与经济发展的脱钩分析[J].*国土与自然资源研究*,2011(4):29-31.
Yang L J, Li J Q, Mei W W, et al. Study on the decoupling between cultivated land occupation by construction and economic development in Sichuan Province[J]. *Territory & Natural Resources Study*, 2011(4):29-31.
- [3] 史静静,谈镇.协调发展视角下共享经济与新型城镇化战略的多维互动[J].*城市发展研究*,2018,25(2):118-124.
Shi J J, Tan Z. Multi-dimensional interaction between sharing economy and new type urbanization strategy from the perspective of coordinated development[J]. *Urban Development Studies*, 2018,25(2):118-124.
- [4] Damour C B, Reitsma F, Baiocchi G, et al. Future urban land expansion and implications for global croplands[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2017,114(34):8939-8944.
- [5] Satterthwaite D, Mcgranahan G, Tacoli C. Urbanization and its implications for food and farming[J]. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B, Biological Sciences*, 2010,365(1554):2809-2820.
- [6] Spataru A, Faggian R, Docking A. Principles of multi-functional agriculture for supporting agriculture in metropolitan peri-urban areas: The case of Greater Mel-

- bourne, Australia[J]. *Journal of Rural Studies*, 2020(74):34-44.
- [7] Defries R, Mondal P, Singh D, et al. Synergies and trade-offs for sustainable agriculture: Nutritional yields and climate-resilience for cereal crops in Central India[J]. *Global Food Security*, 2016(11):44-53.
- [8] 任兴远, 吴郁玲, 王梅. 1998—2018年中国城镇化发展与耕地压力动态关系研究[J]. *中国农业资源与区划*, 2022, 43(6):120-130.
- Ren X Y, Wu Y L, Wang M. Study on the dynamic relationship between urbanization development and cultivated land pressure in China from 1998 to 2018[J]. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2022, 43(6):120-130.
- [9] 侯孟阳, 邓元杰, 姚顺波. 城镇化、耕地集约利用与粮食生产[J]. *中国人口·资源与环境*, 2022, 32(10):160-171.
- Hou M Y, Deng Y J, Yao S B. Urbanization, intensive cropland use, and grain production[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2022, 32(10):160-171.
- [10] 李怡, 方斌, 李裕瑞, 等. 城镇化进程中耕地多功能权衡/协同关系演变及其驱动机制[J]. *农业工程学报*, 2022, 38(8):244-254.
- Li Y, Fang B, Li Y R, et al. Trade-off and synergy evolution of farmland functions and its dynamic mechanism in the process of urbanization[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2022, 38(8):244-254.
- [11] 肖丽群, 邓群钊, 林永钦, 等. 新型城镇化背景下耕地保护与建设用地集约利用协同发展研究[J]. *中国农业资源与区划*, 2021, 42(9):62-71.
- Xiao L Q, Deng Q Z, Lin Y Q, et al. Research on coordinated development between cultivated land protection and construction land intensive use under the background of new-style urbanization[J]. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2021, 42(9):62-71.
- [12] 何亮, 李伟峰, 田淑芳, 等. 长江经济带快速城镇化对耕地保护的影响[J]. *生态学报*, 2018, 38(21):7782-7789.
- He L, Li W F, Tian S F, et al. Analysis of the impact of rapid urbanization on farmland protection in the Yangtze River Economic Belt[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2018, 38(21):7782-7789.
- [13] 任晓燕, 何艳芬, 王宗明. 基于遥感的辽中南城市群建设用地扩张及其占用耕地的时空特征[J]. *国土资源遥感*, 2020, 32(3):98-105.
- Ren X Y, He Y F, Wang Z M. Spatial-temporal characteristics of construction land expansion and occupation of cultivated land in urban agglomeration of central and southern Liaoning Province based on Remote Sensing[J]. *Remote Sensing for Land and Resources*, 2020, 32(3):98-105.
- [14] 吴涟敏, 廖善刚. 基于GIS和分形理论的土地利用空间格局分析:以闽侯县为例[J]. *地球环境学报*, 2019, 10(2):156-165.
- Wu L M, Liao S G. Spatial pattern analysis of land use in minhou County, Fujian Province of China on the basis of GIS and fractal theory[J]. *Journal of Earth Environment*, 2019, 10(2):156-165.
- [15] 刘宇航, 陈春. 基于分形理论的土地利用类型:以重庆永川区为例[J]. *科学技术与工程*, 2020, 20(34):14004-14010.
- Liu Y H, Chen C. The land use type in fractal theory for yongchuan district of Chongqing[J]. *Science Technology and Engineering*, 2020, 20(34):14004-14010.
- [16] 闫晗, 乔均, 邱玉琢. 生产性服务业发展能促进粮食生产综合技术效率提升吗:基于2008—2019年中国省级面板数据的实证分析[J]. *南京社会科学*, 2022(2):18-29.
- Yan H, Qiao J, Qiu Y Z. Can the development of producer services promote the comprehensive technical efficiency of grain production: An answer from the empirical study based on China's provincial panel data from 2008 to 2019[J]. *Nanjing Social Sciences*, 2022(2):18-29.
- [17] 黄炎忠, 罗小锋, 李兆亮, 等. 农户兼业对粮食生产效率的非线性影响[J]. *资源科学*, 2021, 43(8):1605-1614.
- Huang Y Z, Luo X F, Li Z L, et al. Nonlinear effect of farmer's off-farm employment on grain production efficiency[J]. *Resources Science*, 2021, 43(8):1605-1614.
- [18] 江艳军, 王凯. 农旅融合对粮食生产效率的异质性影响:基于124个地级市的实证检验[J]. *农业现代化研究*, 2022, 43(1):89-99.
- Jiang Y J, Wang K. Heterogeneous impacts of agricultural tourism integration on grain production efficiency: Empirical test based on a sample of 124 prefecture-level cities in China[J]. *Research of Agricultural Modernization*, 2022, 43(1):89-99.
- [19] 张长征, 李嘉雯, 孙杰. 农田水利基础设施投资缺口对粮食生产效率损失的影响[J]. *资源科学*, 2022, 44(1):169-180.
- Zhang C Z, Li J W, Sun J. Influence of investment gap in farmland water conservancy infrastructure on the loss of grain production efficiency[J]. *Resources Science*, 2022, 44(1):169-180.
- [20] 匡远配, 张容. 农地流转对粮食生产生态效率的影响[J]. *中国人口·资源与环境*, 2021, 31(4):172-180.
- Kuang Y P, Zhang R. Effect of farmland transfer on the ecological efficiency of food production[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2021, 31(4):172-180.
- [21] 刘传明, 范观宇, 毛广雄, 等. 近20年淮河生态经济带粮食生产效率时空变化与影响因素[J]. *自然资源学报*, 2023, 38(3):707-720.
- Liu C M, Fan G Y, Mao G X, et al. Spatio-temporal variation and influencing factors of grain production efficiency in Huaihe Eco-Economic Belt in recent 20 years[J]. *Journal of Natural Resources*, 2023, 38(3):707-720.