

doi: 10.6046/gtzyyg.2020.03.13

引用格式: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.)

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

任晓燕^{1,2}, 何艳芬¹, 王宗明²

(1. 西北大学城市与环境学院, 西安 710127; 2. 中国科学院东北地理与农业生态研究所湿地生态与环境重点实验室, 长春 130102)

摘要:以工业化和城市化较为发达的辽中南城市群为研究区,基于遥感数据,对城乡建设用地扩张及其占用耕地的特征进行研究,结果表明:1990—2015年间,辽中南城市群建设用地总量增加了1 942.07 km²,增长了30.52%,其中64.68%的新增建设用地来源于对耕地的侵占;城市间建设用地扩张差异明显,不同时期的数据对比表明辽中南地区建设用地扩张经历了先加速后减速的波动扩张过程,扩张占用的耕地面积先升高后下降,占用耕地的比例总体呈下降趋势;研究期内辽中南城市群耕地面积持续减少,其中79.76%的流失耕地转向了建设用地。虽然由于农业科技的进步,目前耕地面积的减少对辽中南地区粮食产量的影响较小,但部分城市因建设占用耕地已经引致粮食减产,需要引起重视。

关键词:辽中南城市群;建设用地扩张;占用耕地;遥感

中图法分类号: TP 79 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-070X(2020)03-0098-08

0 引言

以人口增长与土地扩张为特征的城镇化是剧烈和不可逆转的土地利用形式^[1],持续扩张的建设用地导致城市周边大量的优质耕地被侵占,加剧了耕地供需之间的矛盾,威胁到我国的粮食安全^[2-3]。国家“十三五”规划指出,未来我国城镇化、工业化进程的脚步仍将向前迈进,建设用地的扩张趋势将会持续甚至加剧^[4-6],城镇扩张对土地资源的需求与耕地保护之间的矛盾还会持续突出^[7-8]。目前我国正处于经济结构提质换挡的转型期,在未来相当长的发展阶段中,土地和资源的有效供给仍然是维持中国经济持续稳定增长的必要保证^[9]。学术界就城乡建设用地扩张、耕地变化及粮食安全问题分别开展了大量研究,但将两者结合起来进行的研究不多^[10-12]。已有研究区主要以全国、省级城市为主,缺乏对城市群地区建设占用耕地的研究,且现有文献大多利用统计年鉴数据^[3,10,13-14],难以提供建

设用地扩张占用耕地的空间分布信息,不能充分揭示城市间建设用地扩张占用耕地的空间差异。本文选取东北老工业基地城市化发育较早的辽中南城市群为研究区,其所处的地域是我国重要的粮食主产区,在分析城镇发展对农业空间的影响问题上具有典型性和重要的现实意义。利用长时间序列遥感数据能更直观、精确地监测该地区建设用地扩张对耕地的时空侵占过程,弥补现有文献的不足。通过本文的研究,以期对辽中南城市群国土空间规划制定及耕地保护提供技术支持和决策参考,并进一步为区域治理提供较深入的空间见解。

1 研究区概况及数据源

1.1 研究区概况

辽中南城市群位于中国东北三大平原之一的辽河平原腹地,东北地区南部,辽宁省中南部,南临渤海。该区属温带大陆性季风气候区,雨热同季,四季分明;地势自东向中部倾斜,中部为辽河平原,东部

收稿日期:2019-08-29;修订日期:2020-02-17

基金项目:中国科学院战略性先导科技专项“地球大数据科学工程”课题(编号:XDA19040500)资助。

第一作者:任晓燕(1995-),女,硕士研究生,主要研究方向为城市群空间演变。Email:renxy824@163.com。

通信作者:何艳芬(1978-),女,博士,副教授,主要研究方向为地理学。Email:yanfen_lily@163.com。

为山地丘陵。以铁路与高速公路为主的路网结构组成了辽中南城市群发达的交通网络,在改革开放初期,就形成了中国最密集的城市化地区,其城市群的形成得益于工业基地的建设,重工业一直是该地区经济发展的主体。20世纪90年代以来,因不适应体制转轨和市场化过程,辽中南城市群区域竞争力远远低于长三角、珠三角地区。城市间支柱产业的雷同和缺乏活力,人口的高度积聚及对土地的持续开发,给该区生态安全格局及经济社会发展带来潜在的危机^[15-16]。

目前,辽中南城市群以沈阳、大连2个副省级城市为中心,包括8个地级市(鞍山、抚顺、本溪、丹东、辽阳、营口、盘锦和铁岭),12个县级市,18个县。2015年末辽中南城市群市域总人口3 116.64万人,占全省总人口的73.69%,土地总面积96 000多km²。

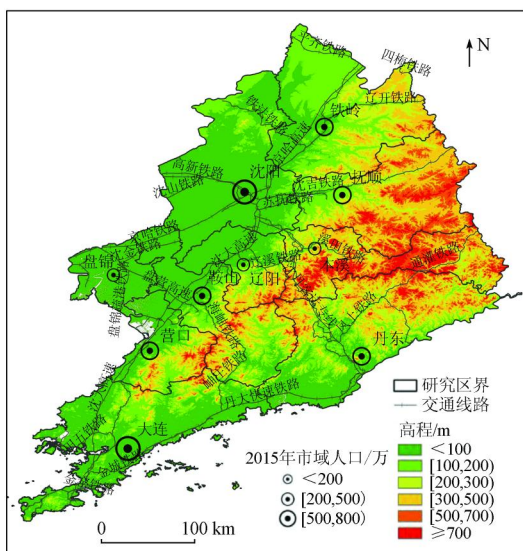


图1 研究区地理位置

Fig. 1 Location of study area

1.2 数据来源与处理

遥感影像来源于美国地质调查局网站(<http://glovis.usgs.gov/>)。收集覆盖整个研究区行政范围1990年、2000年、2010年和2015年4个时期6—10月间的Landsat TM/ETM+/OLI遥感影像(6—10月份为研究区植被生长茂盛期),以便分类时能准确的识别耕地。影像空间分辨率为30 m,卫星影像云量均小于5%,在ENVI5.2软件中对影像进行辐射定标、大气校正、影像融合等处理;以研究区1:5万地形图为基准对影像进行几何精纠正,误差控制在0.5像元以内^[17]。以遥感影像分类软件eCognition作为数据解译平台,对影像进行多尺度分割,采用面向对象的分类方法对影像进行分类,以获取地类的空间信息。分类参考中国科学院遥感应应用研究所于2011年提出的全国土地覆被分类系统,建设用地包

括居住地和工业用地,不包括交通用地和采矿场,耕地包括水田和旱地。采用大量野外验证点和高分辨率遥感影像对解译后的数据进行验证,总体精度大于95%。数据处理流程如图2所示。本文所用的辽中南城市群数字高程模型数据来源于中国科学院计算机网络信息中心科学数据中心,空间分辨率为30 m。从《中国城市统计年鉴》、《辽宁省统计年鉴》及辽宁省统计局官网中获取研究期内辽中南城市群人口、国内生产总值(gross domestic product, GDP)及粮食产量数据作为辅助数据。

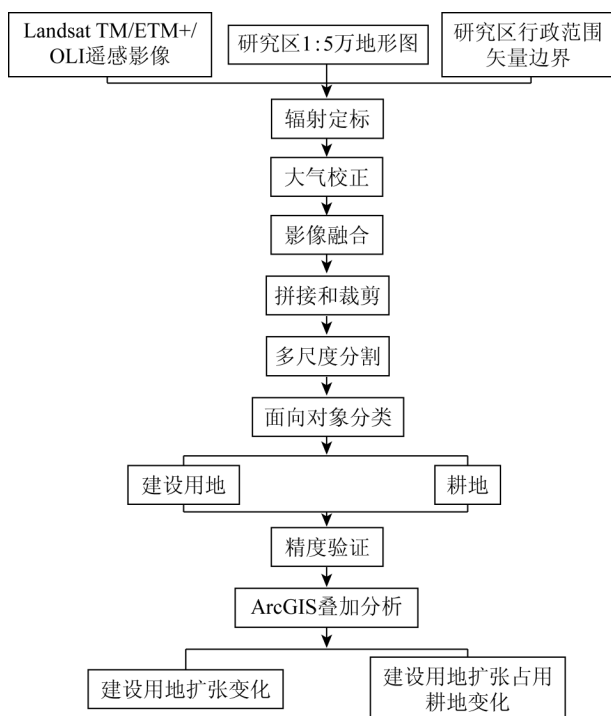


图2 数据处理流程

Fig. 2 Data processing flowchart

1.3 数据分析

1.3.1 扩张速度与扩张强度的计算

本文对辽中南城市群建设用地的空间扩张变化情况采用扩张速度与扩张强度2个指标进行分析^[18]。

1) 扩张速度。扩张速度为城市建设用地的年均增长率,表示单位时间内建设用地面积变化的速度,即

$$V_i = \Delta U_{ij} / (\Delta t_j) \times 100\% \quad (1)$$

式中: V_i 为城市 i 的扩张速度; ΔU_{ij} 为 j 时段城市 i 的扩张面积; Δt_j 为 j 时段以年为单位的时间跨度。

2) 扩张强度。扩张强度为某一时间段 j 内建设用地面积相对于最初面积的年均扩张比例,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 为建设用地扩张强度; ΔU_{ij} 为 j 时段内城市

i 的建设用地的扩张面积; Δt_j 为 j 时段的时间跨度; M_i 为 j 时段初期城市 i 建设用地总面积。

1.3.2 空间叠加分析

对建设用地扩张占用耕地的时空变化采用地理信息系统(geographic information system, GIS)空间叠加技术,对每个研究时间段期末新增的建设用地与期初的耕地进行相交操作,再将得出的结果进行计算及空间可视化,然后对辽中南城市群建设用地扩张对耕地占用特征作进一步分析。

2 辽中南城市群建设用地扩张分析

2.1 建设用地扩张的时序变化

1990—2015年间辽中南城市群建设用地持续扩张,建设用地空间范围变化如图3所示。25 a间

建设用地共增加了 1 942.07 km²,增长了 30.52%。1990—2000年、2000—2010年、2010—2015年3个时间段内建设用地面积分别扩张了 356.27 km², 1 105.52 km²和 480.29 km²,扩张幅度分别为 5.60%, 16.45%和 6.14%。随着时间的变化,辽中南城市群建设用地扩张呈现先加速后减速的波动过程,扩张速度由 35.63 km² a⁻¹增加至 110.55 km² a⁻¹,而后在 2010—2015年下降到 96.06 km² a⁻¹。由于各城市初始规模的差异,建设用地扩张趋势也明显不同。25 a间大连市建设用地扩张最显著,共扩张了 473.83 km²,沈阳市建设用地扩张了 450.01 km²,盘锦市扩张强度最大,本溪市扩张态势最弱,25 a间城乡建设用地仅扩张了 45.5 km²。各市建设用地扩张速度与扩张强度变化如图4所示。

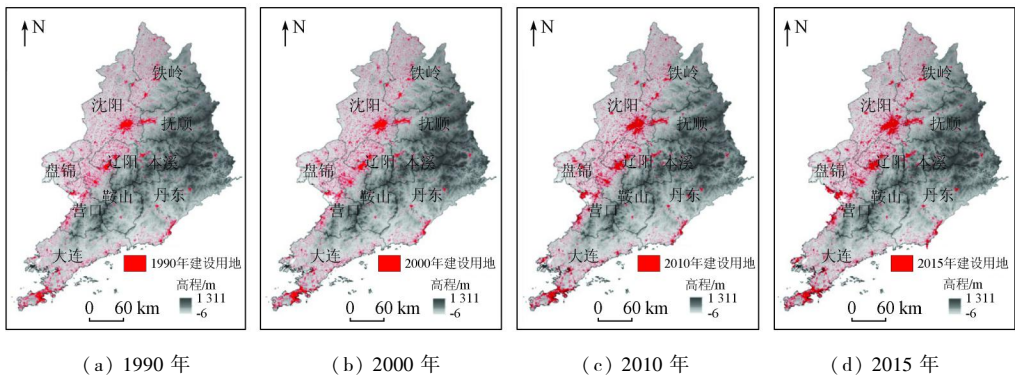


图3 1990—2015年辽中南城市群建设用地空间范围变化

Fig. 3 Changes of spatial extent of construction land among cities in urban agglomeration of central and southern Liaoning from 1990 to 2015

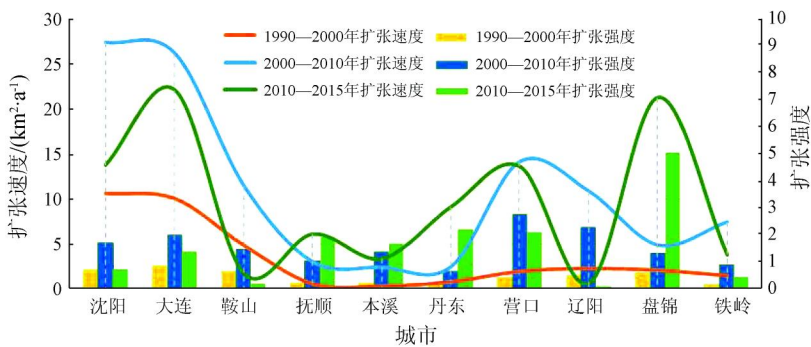


图4 辽中南城市群建设用地扩张速度、扩张强度变化

Fig. 4 Changes in the expansion speed and expansion intensity of construction land in urban agglomeration of central and southern

3个扩张时期内辽中南群各市建设用地扩张特征可为3类,即低速-高速-快速型、低速-快速-高速型、快速-高速-低速型。建设用地扩张呈现低速-高速-快速型的城市包括沈阳、大连、营口、铁岭4市,其扩张速度的峰值出现在第二阶段,第三阶段扩张速度比第二阶段有所下降但仍快于第一阶段;扩张趋势呈现低速-快速-高速型扩张的城市为抚顺、本溪、丹东和盘锦,在第二阶段城市群总体

扩张显著的背景下这4个城市的发展相对滞后于其他城市,而在第三阶段建设用地扩张显著;呈现快速-高速-低速型扩张特征的城市有鞍山、辽阳2市,这2个城市在1990—2010年间建设用地呈现加速扩张趋势,到第三阶段建设用地扩张几乎停滞。

2.2 建设用地扩张的空间差异

1990—2015年间辽中南城市群建设用地扩张空间分异明显。从新增建设用地的空间分布(图5)

来看,扩张建设用地分布以副省级城市沈阳、大连为高值中心,沿主要交通干线轴向蔓延,在地级市主城区边缘呈连续的面状集聚逐渐变为呈零星点状在镇村周边扩散。扩张规模呈现出西北部城市最大,西南部次之,东南部城市最小的空间分异特征。建设用地扩张经历了从内部填充为主到边缘式连片扩张,再到外延式零散分布的过程。

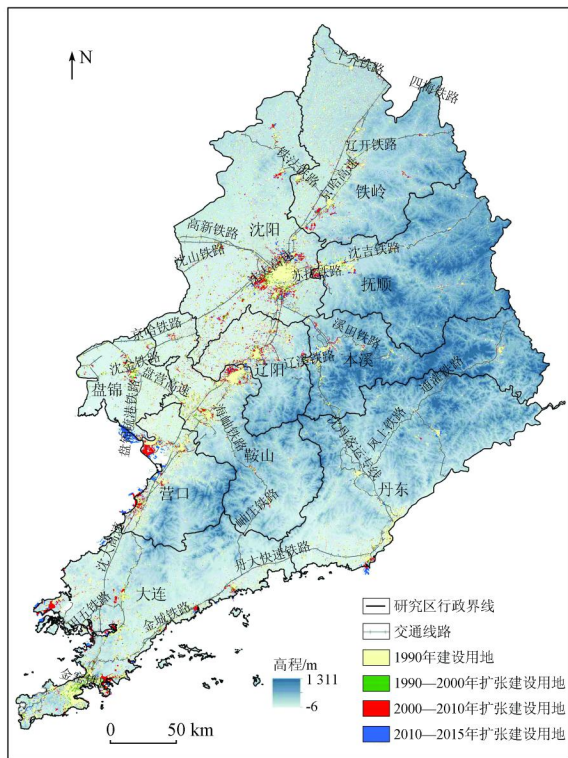


图5 1990—2015年辽中南城市群扩张建设用地空间分布

Fig. 5 Spatial distribution of construction land expansion in urban agglomeration of central and southern Liaoning from 1990 to 2015

扩张建设用地的集聚区域随时间不断变化。

1990—2000年间,72%的扩张建设用地分布在沈阳、大连、鞍山3市,空间分布呈现较为零散的状态;2000—2010年间,扩张建设用地主要分布在沈阳、大连、营口、鞍山、辽阳5市,此阶段建设用地扩张图斑较大空间分布较为集聚,沈阳经济区内城市及大连市在此阶段扩张建设用地总量达到研究期内峰值;2010—2015年间,扩张建设用地主要分布在大连、盘锦、沈阳、营口、丹东,此阶段西北部资源型工业城市发展明显滞后于沿海城市。对比3个阶段扩张建设用地在城市间的分布,沈阳、大连始终是建设用地扩张的高值区,辽中地区城乡建设用地2010年间前扩张较快,2010年后扩张态势明显弱于辽南沿海地区。

2.3 扩张建设用地的主要来源

在 ArcGIS 软件中对每阶段年末新增建设用地与年初耕地数据进行叠加分析,通过计算建设用

地对耕地的依赖度,即扩张建设用地来源于耕地的面积与扩张总面积的百分比来评估耕地对建设用地扩张的贡献值。结果表明,辽中南城市群1990—2015年间的新增建设用地对耕地的依赖度为65%,耕地是辽中南城市群扩张建设用地的最主要来源。不同阶段建设用地扩张对耕地的依赖度有所变化,在1990—2000年间,辽中南城市群建设用地扩张的356.27 km²中有79%来源于耕地;2000—2010年间扩张的1 105.52 km²建设用地中66.78%来源于耕地;2010—2015年间480.29 km²的扩张建设用地中49.36%由耕地转化而来。总体来看辽中南城市群新增建设用地对耕地的依赖度呈现逐渐下降的趋势。

3 辽中南城市群建设用地扩张占用耕地的时空特征

1990—2015年间,辽中南城市群耕地总量流失了1 574.98 km²,城乡建设用地增加了1 942.07 km²,其中64.68%的新增建设用地来源于侵占耕地,由建设用地扩张引起的耕地流失量为1 256.19 km²,占1990年研究区耕地总面积的3.2%,占研究期内流失耕地总面积的79.76%,建设用地扩张是导致该区域耕地资源流失的最主要原因。各城市建设用地扩张占用耕地的规模与建设用地扩张趋势一致,呈现先增加后减少的特征。

3.1 占用耕地速度阶段性差异显著,比例逐渐下降

1990—2015年间,辽中南地区耕地面积平均以63 km² a⁻¹的速度逐年减少,前述3个阶段内耕地面积分别以23.56 km² a⁻¹,113.82 km² a⁻¹和40.25 km² a⁻¹的速度呈现出从低速减少、快速减少到平稳减少的变化特征,耕地的减幅随建设用地的增幅波动。1990—2015年间各市建设用地扩张占用耕地的比例变化如图6所示(其中饼的大小表示建设用地扩张的总量,红色的部分表示扩张占用耕地的部分)。3个阶段内建设用地扩张占用耕地的面积先升高后下降,占用耕地的比例总体呈现下降趋势。

虽然扩张占用耕地总体的比例逐年下降,但部分城市占用耕地比例仍出现逐年上升现象。沈阳市3个阶段内新增建设用地占用耕地的比例依次为93.38%,97.01%和95.69%,在2000—2010年间建设用地扩张对耕地的占用程度高于上一阶段,其25 a间城乡发展占用耕地的总面积达430.61 km²,是辽中南城市群内城镇开发对耕地资源依赖最大的城市;大连、鞍山、抚顺、本溪、丹东、辽阳7市3个阶

段内建设占用耕地的比例呈现先下降后上涨的变化特征,在2010—2015年间这些城市建设占用耕地的

面积虽少,但占用耕地比例却高于上一阶段;仅营口、盘锦、铁岭3市建设占用耕地的比例逐年下降。

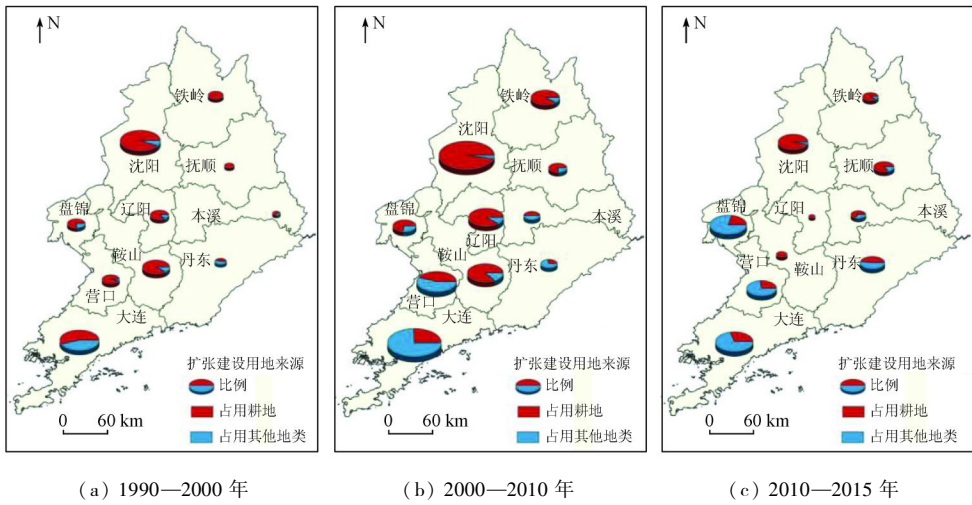


图6 辽中南城市群建设用地扩张占用耕地比例时空演化

Fig. 6 Spatiotemporal evolution of the proportion of cultivated land occupied by the expansion of construction land in urban agglomeration of central and southern Liaoning

3.2 建设占用耕地空间差异明显,辽中地区耕地被占严重

1990—2015年间辽中南城市群建设用地扩张占用耕地空间分布如图7所示,后2列图为第二列图中黑框标注部分的影像特征变化,各市建设占用耕地的空间异质性显著。其中沈阳市在研究期内耕地面积流失最多,减少的590.55 km²耕地中430.61 km²转化为了建设用地,25 a间建设占用的耕地沿主城区外围圈层式向外部扩散,主城区北部、南部和西南部的大量耕地被建设用地侵占。鞍山、大连两市建设占用耕地的面积仅次于沈阳。大连市

占用耕地面积与其他城市相比虽较多,但比例最低,其25 a间扩张的473.83 km²建设用地中有32.46%来源于耕地。占用耕地比例较大的城市除沈阳外依次为辽阳、铁岭、鞍山、抚顺,这几个城市均属于资源型重工业城市,位于辽河平原上,城市被农田包围,长时期重工业的发展致使建设用地开发粗放,蚕食了周边大量的农田。南部沿海城市建设占用耕地的规模与中部城市相比较少,虽建设占用耕地的比例也在局部阶段出现过上升,但总体占用耕地面积并不多。相比之下辽中地区的耕地保护难度较大。

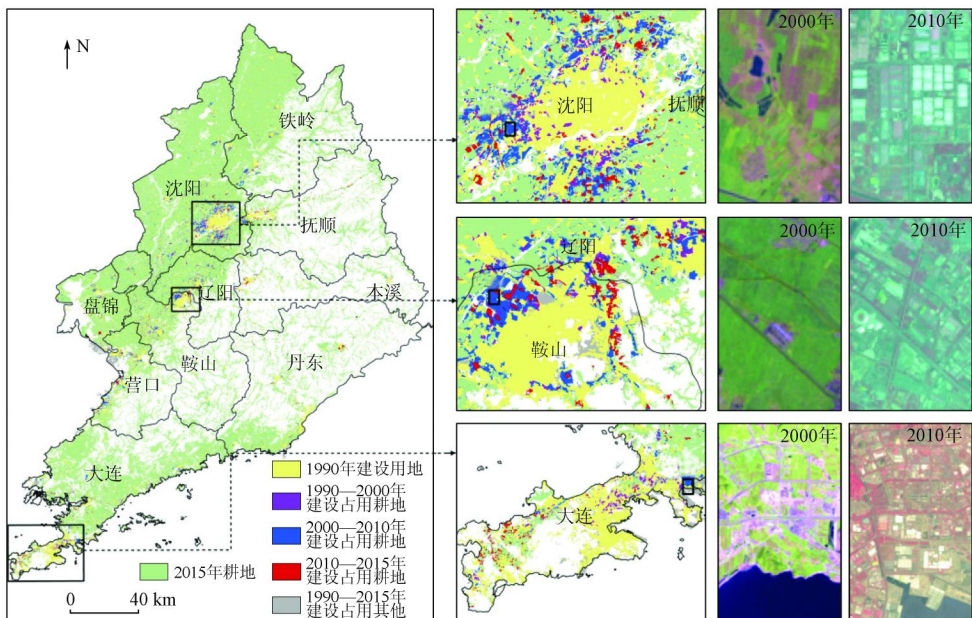


图7 1990—2015年辽中南城市群建设用地扩张占用耕地空间分布

Fig. 7 Distribution of cultivated land occupied by construction land expansion among cities in urban agglomeration of central and southern Liaoning from 1990 to 2015

3.3 建设占用耕地对粮食生产的影响

将1990—2015年间研究区各市耕地面积与粮食产量变化进行的对比结果见图8。4个时间节点辽中南地区粮食产量依次为1 107.21万t、941.2万t、1 292.01万t和1 463.34万t,在耕地逐年减少的

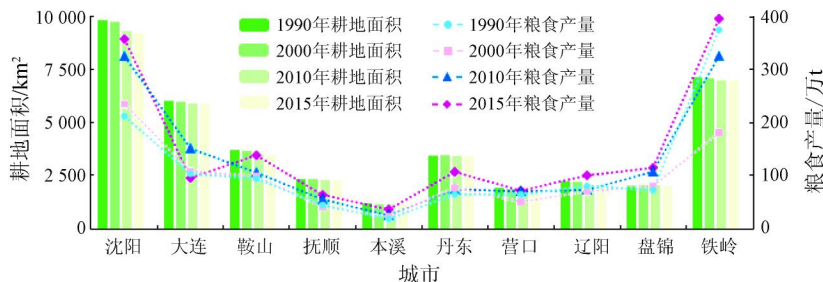


图8 1990—2015年辽中南城市群耕地与粮食产量变化对比

Fig. 8 Comparison of cultivated land and grain yield in urban agglomeration of central and southern Liaoning from 1990 to 2015

1990—2000年间辽中南城市群粮食减产了166.01万t,铁岭、辽阳、营口、抚顺4市在此阶段粮食生产均出现过减产现象,这4个城市此阶段建设占用耕地的比例较高,流失的耕地几乎全部转化为建设用地,对粮食产量造成了较明显的影响。铁岭市粮食2000年比1990年减产196万t,为此阶段粮食减产最严重的城市,2000年后其粮食产量又持续上升,在2015年铁岭市粮食产量又重新跃居辽中南地区首位。沈阳市25a间建设占用耕地面积最多,而其粮食产量总体增产稳定,到2015年其耕地的减少还未对粮食产量造成影响。大连市由于其所处的区位限制,建设用地扩张空间不足,占用了区域内大量优质耕地,25a间粮食总体减产,其中2015年粮食产量相比2010年减产56.1万t,为后期粮食减产最严重的城市。总体上说,目前辽中南城市群耕地面积的减少对粮食产量产生的影响较小,但若在建设用地持续占用耕地的情况下要始终保证区内粮食生产安全的前景不容乐观。

4 结论

辽中南城市群是我国典型的重工业城市群。本文基于遥感数据分析了其在1990—2015年间建设用地扩张及其占用耕地的时空特征。

1) 1990—2015年间辽中南城市群建设用地持续扩张,共增加1 942.07 km²,增长了30.52%,呈现出先加速后减速的波动扩张过程。

2) 建设用地扩张表现出空间异质性,辽中地区城市2010年前建设用地扩张较快,2010年后扩张速度明显低于辽南沿海城市。25a间大连市建设用

背景下该地区25a间粮食产量总体增产,但在局部年份也出现过减产现象。其中1990—2000年间粮食减产明显,2000年后粮食产量持续增加。在区域粮食总体增产的背景下,大连、铁岭2市粮食产量波动较大,且在局部年份出现过减产严重的现象。

地扩张最显著,其次为沈阳市,扩张最少的城市为本溪市,盘锦市扩张强度最大。

3) 耕地是辽中南城市群建设用地扩张的主要来源,25a间建设用地占用耕地的面积先升高后下降,占用耕地的比例总体呈现下降趋势,辽中地区建设用地扩张对耕地的依赖度较大。

4) 研究期内辽中南城市群耕地面积减少了1 574.98 km²,由建设用地扩张导致的流失耕地达1 256.19 km²,占耕地流失总量的79.76%。在耕地逐年减少的情况下该地区粮食产量总体还保持增产趋势。目前建设占用耕地对粮食生产会造成一定的潜在影响,虽还未构成威胁,但从长远来看保障区域粮食安全仍不容乐观。

1990—2015年间是辽中南城市群受2次“东北现象”影响而形成的人口、经济、产业发展动荡期^[16],这期间辽中南城市群城市之间发展较不均衡,扩张建设用地在沈阳、大连2个副省级城市过分集聚,其余城市扩张值相对较小。在2010年后除沈阳、大连外,其余城市经济与人口发展均出现收缩现象,而建设用地扩张趋势未减,致使主城区周边耕地资源持续流失,影响到区域粮食安全格局。因此在辽中南城市群以后的国土规划中应针对不同城市的发展现状与需求,合理配置土地资源,增强空间规划管制,处理好城镇发展占用农业空间的问题,严守耕地红线,提高城镇化的质量,倡导建设用地合理增长,促进区域协调可持续发展。本文在分析建设用地占用耕地对粮食产量的影响问题上尚未考虑当年气候条件、自然灾害等对耕地生产力的干扰,在未来研究中,仍需采集更多数据集并采取更加完善的方

法来进行综合探讨。

志谢：感谢国家地球系统科学数据中心 (<http://www.geodata.cn>) 提供数据支撑。

参考文献 (References) :

- [1] Sun Y, Zhao S Q, et al. Spatiotemporal dynamics of urban expansion in 13 cities across the Jing - Jin - Ji urban agglomeration from 1978 to 2015 [J]. *Ecological Indicators: Integrating, Monitoring, Assessment and Management*, 2018, 87: 302 - 313.
- [2] 谈明洪, 李秀彬, 吕昌河. 20世纪90年代中国大中城市建设用地扩张及其对耕地的占用[J]. *中国科学(地球科学)*, 2004(12): 1157 - 1165.
Tan M H, Li X B, Lyu C H. A study on large and medium - sized cities construction land expansion and its occupation of cultivated land of China in the 1990s [J]. *Science in China (Earth Sciences)*, 2004, 34(12): 1157 - 1165.
- [3] 闫梅, 黄金川, 彭实斌. 中部地区建设用地扩张对耕地及粮食生产的影响[J]. *经济地理*, 2011, 31(7): 1157 - 1164.
Yan M, Huang J C, Peng S C, et al. The influence of construction land expansion to cultivated land and grain production in Central China [J]. *Economic Geography*, 2011, 31(7): 1157 - 1164.
- [4] 黄季焜, 朱莉芬, 邓祥征. 中国建设用地扩张的区域差异及其影响因素[J]. *中国科学(地球科学)*, 2007(9): 1235 - 1241.
Huang J K, Zhu L F, Deng X Z. Regional differences of China's construction land expansion and its influencing factors [J]. *Science in China (Earth Sciences)*, 2007(9): 1235 - 1241.
- [5] 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 newtype urbanization strategy from the perspective of coordinated development [J]. *Urban Development Studies*, 2018, 25(2): 118 - 124.
- [6] 李晓江, 尹强, 张娟, 等. 《中国城镇化道路、模式与政策》研究报告综述[J]. *城市规划学刊*, 2014(2): 1 - 14.
Li X J, Yin Q, Zhang J, et al. The path, mode, police of urbanization in China [J]. *Urban Planning Forum*, 2014(2): 1 - 14.
- [7] 丁成日. 美国土地开发权转让制度及其对中国耕地保护的启示[J]. *中国土地科学*, 2008(3): 74 - 80.
Ding C R. The transferable development rights in the USA and its implications to cultivated land conservation in China [J]. *China Land Science*, 2008(3): 74 - 80.
- [8] 吴业, 杨桂山, 万荣荣. 耕地变化与社会经济发展关系研究进展[J]. *地理科学进展*, 2008(1): 90 - 98.
Wu Y, Yang G S, Wan R R. Advances in researches on relations between cultivated land change and socio - economic development [J]. *Progress in Geography*, 2008(1): 90 - 98.
- [9] 中国人民大学宏观经济分析与预测课题组, 张杰. 进入创新和产业融合发展关键期的中国经济[J]. *经济理论与经济管理*, 2017(12): 5 - 22.
Research Group of Macroeconomic Analysis and Prediction Renmin University of China, Zhang J. Entering into the critical period of in-
- teration between innovation and industry development in China [J]. *Economic Theory and Business Management*, 2017(12): 5 - 22.
- [10] 刘涛, 史秋洁, 王雨, 等. 中国城乡建设占用耕地的时空格局及形成机制[J]. *地理研究*, 2018, 37(8): 1609 - 1623.
Liu T, Shi Q J, Wang Y, et al. Urban - rural development and occupation of cultivated land in China: Trends, geography, and drivers [J]. *Geographical Research*, 2018, 37(8): 1609 - 1623.
- [11] 傅泽强, 蔡运龙, 杨友孝, 等. 中国粮食安全与耕地资源变化的相关分析[J]. *自然资源学报*, 2001(4): 313 - 319.
Fu Z Q, Cai Y L, Yang Y X, et al. Research on the relationship of cultivated land change and food security in China [J]. *Journal of Natural Resources*, 2001(4): 313 - 319.
- [12] Liu T, Liu H, Qi Y J. Construction land expansion and cultivated land protection in urbanizing China: Insights from national land surveys, 1996—2006 [J]. *Habitat International*, 2015, 46: 13 - 22.
- [13] 杨璐嘉, 李建强, 梅卫威, 等. 四川省建设占用耕地与经济脱钩分析[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.
- [14] 孟祥凤, 王冬艳, 李红, 等. 典型黑土区建设占用耕地的时空配置效率研究[J]. *资源开发与市场*, 2017, 33(8): 948 - 953, 911.
Meng X F, Wang D Y, Li H, et al. Research on time - space allocation efficiency of cultivated land for construction purposes in typical black soil area [J]. *Resource Development & Market*, 2017, 33(8): 948 - 953, 911.
- [15] 樊杰, 盛科荣. 辽宁中部城市群发展的经济基础分析[J]. *城市规划*, 2004(1): 37 - 41.
Fan J, Sheng K R. Analysis on economic base of the city cluster in central Liaoning Province [J]. *Urban planning*, 2004, 28(1): 37 - 41.
- [16] 樊杰, 刘汉初, 王亚飞, 等. 东北现象再解析和东北振兴预判研究——对影响国土空间开发保护格局变化稳定因素的初探[J]. *地理科学*, 2016, 36(10): 1445 - 1456.
Fan J, Liu H C, Wang Y F, et al. "The Northeast China Phenomenon" and prejudgment on economic revitalization in northeast China: A primary research on stable factors to impact national spatial development and protection pattern [J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2016, 36(10): 1445 - 1456.
- [17] 李晓燕, 李慧颖, 满卫东, 等. 哈长城市群城镇用地扩展进程及其驱动因素研究[J]. *地理科学*, 2018, 38(8): 1273 - 1282.
Li X Y, Li H Y, Man W D, et al. Process and driving factors of urban land expansion in Harbin - Changchun city cluster [J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2018, 38(8): 1273 - 1282.
- [18] 张翰超, 宁晓刚, 王浩, 等. 基于高分辨率遥感影像的2000—2015年中国省会城市高精度扩张监测与分析[J]. *地理学报*, 2018, 73(12): 2345 - 2363.
Zhang H C, Ning X G, Wang H, et al. High accuracy urban expansion monitoring and analysis of China's provincial capitals from 2000 to 2015 based on high - resolution remote sensing imagery [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(12): 2345 - 2363.

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

REN Xiaoyan^{1,2}, HE Yanfen¹, WANG Zongming²

(1. *College of Urban and Environmental Sciences, Northwest University, Xi'an 710127, China*; 2. *Key Laboratory of Wetland Ecology and Environment, Northeast Institute of Geography and Agroecology, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130102, China*)

Abstract: This study observed relatively developed urbanized and industrialized urban agglomeration in central and southern Liaoning. The authors used remote sensing data as the information source to study the expansion of construction land and the characteristics of its occupation of cultivated land. The results show that, from 1990 to 2015, the total land use for construction of urban agglomeration in central and southern Liaoning increased by 1 942.07 km², with an increasing rate of 30.52%, in which 64.68% of new construction land was derived from the occupation of cultivated land. The difference in the expansion of construction land among cities was obvious. The comparison of data in different periods shows that the expansion rate of construction land in central and southern Liaoning had a turning point. During the study period, the area of cultivated land in central and southern Liaoning continued to decrease, and 79.76% of its loss was converted into construction land. Due to the advancement of agricultural science and technology, the current reduction in cultivated land area has a small impact on grain production in central and southern Liaoning. However, some cities have caused food production reduction due to occupation of cultivated land, which requires further attention.

Keywords: urban agglomeration of central and southern Liaoning; construction land expansion; occupied cultivated land; remote sensing

(责任编辑: 李瑜)