

# 北京市政府搬迁至副中心对通州土地利用影响

何尹杰, 张占录, 高文文

(中国人民大学 公共管理学院, 北京 100872)

**摘 要:**预测市政府搬迁对土地利用的影响,能为城市发展建设提供合理的建议。按照《北京城市总体规划(2016—2035 年)》和《北京城市副中心控制性详细规划(街区层面)(2016—2035 年)》的设想及现实条件,运用景观格局指数和 MCE-CA-Markov 耦合模型,对通州区 2009—2017 年的景观格局特征进行了分析,模拟预测北京市政府东迁后 2035 年通州区的土地利用类型、结构、布局 and 强度。结果表明:(1) 通州景观水平上,景观总体破碎化程度降低;类型水平上,建设用地、耕地是主导优势地类。(2) 2009—2017 年,通州区有 5.09% 土地利用类型发生变化,耕地主要流向建设用地和设施农用地;建设用地的增加主要来源于耕地、林地和水域。(3) 对通州区 2035 年土地利用进行模拟预测,2009—2035 年耕地、园地(草地)减少;林地、设施农用地、建设用地及水域明显增加,这期间城市化进程加快,建设用地不断占用周围的耕地。未来需做好减量发展,控制建设用地规模,继续严格保护耕地和生态用地。

**关键词:**土地利用; 模拟预测; MCE-CA-Markov; 北京副中心

中图分类号:F301.23

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2022)03-0351-07

## Impact of the Relocation of Beijing Municipal Government to Sub-Center Tongzhou District on the Land Use of Tongzhou District

HE Yinjie, ZHANG Zhanlu, GAO Wenwen

(School of Public Administration and Policy, Renmin University of China, Beijing 100872, China)

**Abstract:** Predicting the impact of the relocation of municipal government on land use can provide reasonable suggestions for urban development and construction. According to the ideation and conception of ‘Beijing City Comprehensive Plan(2016—2035)’ and ‘Regulative Detailed Plan of the Sub-center of Beijing City (at Block Level) (2016—2035)’, and actual natural factors and developmental conditions, we utilized landscape pattern index and MCE-CA-Markov model to analyze the landscape pattern features (2009—2017) of Tongzhou District and to simulative forecast the type, structure, layout, and strength of the land use of Tongzhou District in 2035 after the eastward move of the municipal government of Beijing. The results demonstrated that: (1) at the landscape level in Tongzhou District, the landscape fragmentation declined; at the type level, constructive and cultivated land were the dominant types of land; (2) from 2009 to 2017 in Tongzhou District, 5.09% of the type of land use changed, specifically, cultivated land mainly transformed into constructive land and agricultural facility land; the main increments of constructive land derived from cultivated land, forestland, and water area; (3) by simulating the land use of Tongzhou District in 2035, from 2009 to 2035, the cultivated and grassland will decrease, and forestland, agricultural facility land, constructive land, and water area will increase apparently; During that time, the process of urbanization significantly will speed up and constructive land continually will take up cultivated land. In the future, it is necessary to control the development scale of constructive land and continue to strictly protect cultivated land and biological land.

**Keywords:** land use; simulative forecast; MCE-CA-Markov model; sub-center of Beijing

收稿日期:2021-04-21

修回日期:2021-05-06

资助项目:中国人民大学“中央高校建设世界一流大学(学科)和特色发展引导专项资金”(2022056);中国人民大学科学研究基金:中央高校基本科研业务费专项项目(20XNL005)

第一作者:何尹杰(1992—),男,广西梧州人,博士研究生,研究方向:土地资源管理。E-mail:Terrence17@163.com

通信作者:张占录(1963—),男,北京通州区人,博士,教授,主要研究方向为土地利用规划、土地政策。E-mail:zhangzhanlu@ruc.edu.cn

规划建设北京城市副中心,是以习近平总书记为核心的党中央作出的重大决策部署。这不仅是优化城市空间结构,有序疏解非首都功能的需要,也是推动城乡统筹协调发展、探索构建新型城镇化空间体系的需要<sup>[1]</sup>。随着北京副中心选址确定在通州,通州的发展建设面临着重大机遇,土地开发和环境整治等项目加快实施<sup>[2]</sup>。但近年来,随着经济社会产业的快速发展,同时承接大量中心城区人口疏解,通州的土地利用问题也愈发显著,人地矛盾日益突出。当前学界关于政府搬迁的研究,可总结为 3 个方面,一是政府搬迁基础研究<sup>[3-5]</sup>,如搬迁的意义,理论,类型,原因和后果等问题。二是政府搬迁对经济发展的影响<sup>[6-8]</sup>。三是政府搬迁对城市空间结构的影响<sup>[9-11]</sup>。政府搬迁对城市空间结构产生最直接的影响就是土地利用结构的变化和建设用地扩张<sup>[12-14]</sup>,从已有的研究看,政府搬迁前后土地利用变化进行定量描述的研究较多,对搬迁后做出前瞻性预测的研究较少。

关于土地模拟预测的研究<sup>[15]</sup>,从土地利用变化动力机制<sup>[16]</sup>到模拟预测的方法模型<sup>[17]</sup>和演变规律总结<sup>[18]</sup>,无论是理论还是方法层面,国内外都进行了大量的探讨。MCE-CA-Markov 耦合模型不仅发挥了 CA 模型在各微观因子之间相互作用机制方面的优势和 Markov 模型在时空尺度上的变化特征与规律的优势,而且 MCE 模型还可以充分考虑到政策影响因素。为使预测结果具有较高的精度与实际意义,本文结合《北京城市总体规划(2016—2035 年)》<sup>[19]</sup>与《北京城市副中心控制性详细规划(街区层面)(2016—2035 年)》<sup>[20]</sup>(以下简称《总规》和《详规》),选用 MCE-CA-Markov 耦合模型作为研究工具。与先前的研究相比,模拟预测方法更进一步的地方在于:深入考虑规划政策、自然条件、尤其是轨道交通等驱动因素对通州未来发展变化的影响,使其结果更具有可靠性。

# 1 研究区概况与数据处理

## 1.1 研究区地情概况

通州区地处北京市东南部,长安街延长线东端,京杭大运河北端,地理坐标在北纬 39°36′—40°02′,东经 116°32′—116°52′,面积 90 581.12 hm<sup>2</sup>(第二次全国土地调查数据),下辖 23 个街镇乡,南与天津、东与河北接壤。全区地处河流冲积平原,地势平坦,平均海拔 20 m。分布 13 条河流,总长 245.3 km,主要河流有北运河、潮白河、凉水河、凤港减河<sup>[21]</sup>。北京行政副中心坐落通州行政区,位于长安街向东延 55 km,面积约 15 500 hm<sup>2</sup>,地理位置优越。

## 1.2 数据源及预处理

通州区 2009 年、2013 年、2017 年三期土地利用矢量数据来源于北京市通州区自然资源局提供,该数据基于第二次全国土地利用调查及变更数据。2009—2017 年通州区存在三级地类,根据研究的需要,参考 2018 年土地利用现状(GBT21010-2018)分类系统以及结合研究区的土地利用特征,将部分地类进行合并。由于通州区草地量较少,且与园地区分不明显,故把两类合并为一类。现体系共分为以下 6 类:耕地、林地、园地(草地)、建设用地、水域和设施农用地,具体的转换见表 1。地铁数据采用论文<sup>[15]</sup>方法提取,高程和道路数据在地理空间数据云下载。计算各数据由矢量转为栅格的面积和精度损失情况,确定最佳分辨率是 30 m,所有数据进行统一的投影、坐标系、分辨率和范围大小处理。

表 1 土地利用转换关系

土地利用现状分类		本研究分类
耕地	旱地	耕地
	水浇地	
	水田	
园地	果园	园地(草地)
	其他园地	
草地	其他草地	林地
	其他林地	
林地	有林地	设施农用地
	设施农用地	
工矿仓储用地	采矿用地	建设用地
	城市	
住宅用地	建制镇	建设用地
	农村(村庄)	
特殊用地	风景名胜及特殊用地	水域
	公路用地	
交通运输用地	沟渠	水域
	河流水面	
水域及水利设施用地	坑塘水面	水域
	内陆滩涂	
	水工建筑用地	

# 2 分析方法

## 2.1 景观格局变化

景观格局变化分析同时也是对通州区 2009—2017 年土地利用变化情况进行定量回顾。选取整体景观水平(Landscape-level metrics)和类型水平(Class-level metrics),整体景观水平是对同一区域不同时期的整体景观分析,而类型水平是对同一区域不同时期的不同利用类型斑块景观分析。前者强调对通州整体土地利用变化分析,而后者强调对通州某一种土地利用变化分析。

整体景观水平上选择 11 个指标:斑块数量(Number of Patches, NP),景观水平上 NP 表示图斑总量,值越大说明破碎度越高,反之越低;斑块密度(Patch Density, PD),即斑块个数与面积的比值,NP 越高则 PD 越高;景观分割指数(Landscape Division Index, DIVISION)表示不同类型斑块的分离程度;边缘密度(Edge Density, ED)反映斑块的优势度和斑块形状的复杂程度,ED 值大说明形状越复杂;最大斑块占景观面积比例(Largest Patch Index, LPI)表示最大斑块面积占景观面积的比例;周长面积分维(Perimeter-Area Fractal Dimension, PAFRAC)数值在 1~2,数值越小说明斑块形状越简单,受人为干预程度大,反之越复杂;香浓多样性(Shannon's Diversity Index, SHDI)描述稀有图斑的量,斑块类型越丰富,SHDI 值越大;整体性(斑块凝聚度)指数(Patch Cohesion Index, COHESION)表示景观黏合度,反映景观空间均质和连续的程度;蔓延度(Contagion, CONTAG)描述不同斑块的集聚程度或延展趋势,CONTAG 越大说明优势斑块形成了良好的连接性,反之说明多种类型并存,破碎化程度高;聚集指数(Aggregation Index, AI)描述同类型的斑块公共边界聚合程度;斑块多度(景观丰度)(Patch Richness, PR),描述景观的异质性,即多少种用地类型。

类型水平上选择 9 个指标:斑块数量(NP)、斑块密度(PD)、最大斑块占景观面积比例(LPI)、边缘密度(ED)、周长面积分维(PAFRAC)、斑块所占景观面积比例(PLAND)、整体性(斑块凝聚度)指数(COHESION)、聚集指数(AI)、景观分割指数(DIVISION),这些指标含义与整体景观水平的指标含义大体相同,区别在于类型水平上的指标表示景观中某种利用类型图斑特征。

## 2.2 Markov 模型(土地利用类型转移矩阵)

Markov 模型是根据现有的状态水平来预测未来任意一个时间节点状况的方法。转移矩阵主要有两方面特征:一是各土地利用类型转移面积的信息;二是各土地利用类型转移概率的信息。土地利用类型转移矩阵可用来作为 Markov 链<sup>[22]</sup>。

## 2.3 MCE-CA-Markov 耦合模型

MCE(multi-criteria evaluation)是一种多准则评价的决策支持工具,通过一个多标准的评估,组合成适宜性图集<sup>[23-25]</sup>。MCE,CA 和 Markov 三者耦合建模动态模拟土地利用变化,有利于综合考虑现实条件和自然要素的影响,能提高模拟的精度。对通州区 6 类用地类型

分别制作 MCE 适宜性图集,适宜性图集分为两类,限制性因素图集和影响性因素图集。在可预见的未来土地利用类型不会发生变化的区域,比如大部分河流水域和永久基本农田,加入限制性因素图集。在可预见的未来会影响土地利用类型变化的区域,比如交通路线附近,自然条件等,加入影响性因素图集。

耕地图斑:大部分河流水域设置限制因素,未来不会被开垦成为耕地。IDRISI 软件上把河流水域重分类为“0”,限制其转变。影响因素设置,主要受地形因素影响。坡度越大高程越高,越不适宜耕种,并且坡度大于 25°的地方禁止开垦为耕地。通州地势平坦,坡度大多在 2°~3°,高程普遍在 10 m 左右,大部分区域适宜耕种。

林地、园地(草地)图斑:大部分河流水域和永久基本农田设置限制因素,未来不会转变为林地、园地(草地)。影响因素设置,由于通州区地形地势平坦,而林地、园地(草地)相对于耕地和建设用地来说没太苛刻条件,所以研究区域内普遍适宜种植,没有特殊地形设置。

水域图斑:大部分河流水域被认为未来不会有太大的变化,直接使用该图斑的转移矩阵作为适宜性图。

设施农用地图斑:设施农用地是指直接用于经营性养殖、栽培或晾晒等以及其相关的附属设施用地。根据 2019 年 12 月自然资源部关于该类用地管理的通知<sup>[26]</sup>,第二条提到,设施农用地占用一般耕地属于农业内部结构调整,无需要占补平衡。涉及少量永久基本农田确实难以避让的,可以使用永久基本农田,没破坏耕作层的,无需补划,破坏了则必须补划。设施农用地应尽量选择难以利用和低效闲置的土地上。所以对设施农用地不进行水域和基本农田的限制因素设置。影响因素设置,主要由地形因素影响。根据规定,设施建设应尽量利用荒山荒坡,平整的区域尽量留给耕地,所以设置影响因素时,把不适宜耕种的区域设为设施农用地发展区。

建设用地图斑:限制因素的设置,把大部分河流水域、永久基本农田、生态管控区 3 种类型区域重分类成“0”,限制建设用地侵蚀。影响因素设置,主要由交通因素,地形因素决定。交通因素影响:(1)地铁因素,目前通过通州的地铁只有三条线路,分别是 6 号线,八通线,和亦庄线,根据《总规》(2016—2035 年)2021 年市域轨道交通规划示意图,预计经过通州的地铁还将建成 17 号线、7 号线东延、八通线南延、22 号线(平谷线),新增加 4 条线路。根据论文<sup>[27]</sup>认为国内外地铁线路普遍对 2 000 m 范围内产生影响,



地铁对建设用地的影响函数成“N”型曲线,200~800 m 范围内是建设用地的最佳选址位置,少于 200 m 由于受到人流、噪音和污染的影响,不太适合建设用地发展,2 000 m 后由于通勤到地铁的距离过远,地铁的影响则不是首位的。所以“N”曲线上的控制点分别设为 0,200,800,2 000。(2) 铁路因素,根据《总规》市域客运枢纽体系规划图,目前通过通州区域的高速铁路有:京津城际铁路、城际铁路联络线和小段京秦线。普通铁路线路有:小段的京承线。到 2035 年内高速铁路和普通铁路均无远期路线。根据我国铁路保护条例<sup>[28]</sup>,第十条铁路线路两侧应当设立铁路线路安全保护区,安全距离为 15 m 左右。铁路沿线两侧 50 m 内为铁路用地,铁路与车站有关系,一般认为市区开车到车站最佳时间在 2 h 之内,如果按照市区车速 30 km/h 算,60 km 将是铁路影响最大值,铁路对建设用地的影响函数曲线因素成“N”型曲线,曲线上的控制点分别设为 15,100,1 000,60 000。(3) 道路因素,由于噪音和汽车尾气的污染,一般认为距离道路 200 m 左右是最适宜建设用地发展的,800 m 以后则道路的影响减弱。道路对建设用地的影响函数曲线成“S”型曲线,曲线上的控制点分别设置为 200 m 和 800 m。地形因素影响,由于通州的地势平坦,地形因素对建设用地影响较小。

建设用地图斑影响因素由于较多,利用层次分析法(AHP)来进行因子权重赋值。AHP 层次分析法是用来确定多个因子权重中最常见且有效的方法<sup>[29]</sup>,首先构建层次结构模型,将决策目标分解成多个准则层要素,准则层要素再分解为多个备选方案 3

个层次;然后判断矩阵,在准则层要素的基础之上对备选方案之间的重要性进行判断,判断矩阵需通过一致性检验;最后得出计算结果,即各个备选方案对决策目标的影响权重大小。把影响评价结果的高程、坡度、铁路、地铁、主要道路,5 个因子看作是备选方案要素,两要素之间在建设适宜度和可能性的准则下对比其重要程度,得到相关的数据矩阵,确定建设用地影响因素指标权重,结果是高程为 12.26%,坡度为 28.26%,铁路为 12.26%,地铁为 28.26%,主要道路为 18.96%,检验一致性合格,得出建设用地的适宜性图集。

3 结果与分析

3.1 景观格局变化分析

3.1.1 整体景观水平分析 由表 2 可知、2009—2017 年、通州区景观破碎化程度开始逐渐降低。斑块数量(NP)减少了 38.62%,17 431 块;斑块密度(PD)也随之降低;景观分割指数(DIVISION)减少,表明斑块间隔离度降低。边缘密度(ED)2013—2017 年减少较快,斑块中心面积不断减少。2009—2013 年最大斑块占景观面积比例(LPI)大幅度增加,表明这 4 a 基础设施建设用地加速推进。周长面积分维数(PAFRAC)下降和香浓多样性(SHDI)减少表明发展呈集聚趋势,土地受人为干预,集中利用。蔓延度(CONTAG)指数和聚集指数(AI)上升,二者都表明了优势斑块团聚程度不断提高,尤其在 2013—2017 年更为明显,体现了土地受到了集中连片地开发。斑块多度(景观丰度)(PR)没有发生变化、2009—2017 年有 6 种土地利用类型。

表 2 2009—2017 年通州区整体景观水平指标变化

年度	NP/个	PD/ (个·hm <sup>-2</sup> )	DIVISION/%	ED/ (m·hm <sup>-2</sup> )	LPI/%	PAFRAC	SHDI	COHESION/%	CONTAG /%	AI/%	PR/个
2009	45139	49.9399	0.9723	132.6882	14.5446	1.4271	1.3953	98.2865	40.3713	80.0074	6
2013	44427	49.1521	0.9489	130.3057	21.6110	1.4305	1.3823	98.4886	41.0250	80.3642	6
2017	27708	30.6549	0.9480	109.9323	22.4259	1.3597	1.3805	98.3579	43.3054	83.4277	6

3.1.2 类型水平动态分析 聚散性指标变化特征:斑块数量(NP),耕地和设施农用地的斑块数量 2009—2017 年增多,表明两种用地类型被人为干扰严重,破碎化程度上升。建设用地斑块数减少,但面积却增加,表明城市化过程中,通州的建设用地集中连片开发。斑块密度(PD),耕地和设施农用地的斑块密度上升,表明破碎化程度增加。建设用地和水域的斑块密度大幅度下降,表明两种地类趋向均一。各用地类型的整体性(斑块凝聚度)指数(COHESION)和景观分割(DIVISION)指数变化不大,除设施农用地小幅度下降以外;聚集指数(AI)普遍上升,表明类

型分散程度减少,反映了人类的活动对通州景观格局的特征影响增强。

面积—边缘指标变化特征:园地(草地)、林地和水域的边缘密度(ED)值下降,表明单位面积的边界长度减少,斑块的形状趋于单一和规则。最大斑块占景观面积比例(LPI),除了建设用地,其余的地类指数都下降,表明其余地类在景观的优势度下降。

形状指标变化特征:所有地类的周长面积分维(PAFRAC)相差不大,建设用地和耕地是景观中占优势的主导地类,被当成景观基质来处理,其他规模较小的地类斑块镶嵌其中(表 3)。

表 3 2009—2017 年通州区类型水平景观指数变化

景观类型	NP/个			PD/(个·hm <sup>-2</sup> )			LPI/%		
	2009 年	2013 年	2017 年	2009 年	2013 年	2017 年	2009 年	2013 年	2017 年
耕地	3729	3886	3975	4.1256	4.2993	4.3978	3.8097	3.3491	1.1824
园地(草地)	1922	1881	1815	2.1264	2.0811	2.008	0.114	0.1126	0.0981
林地	7219	7186	5298	7.9868	7.9503	5.8615	0.2008	0.2008	0.1436
设施农用地	1680	2003	2093	1.8587	2.216	2.3156	0.089	0.089	0.0288
建设用地	13990	13299	6927	15.4779	14.7134	7.6637	14.5446	21.611	22.4259
水域	16599	16172	7600	18.3644	17.892	8.4083	2.1881	1.1003	0.5496

景观类型	ED/(m·hm <sup>-2</sup> )			PAFRAC			PLAND/%		
	2009 年	2013 年	2017 年	2009 年	2013 年	2017 年	2009 年	2013 年	2017 年
耕地	77.9607	76.0525	63.0813	1.4055	1.4091	1.3163	38.8736	37.3276	36.4349
园地(草地)	16.1606	15.5117	13.195	1.3743	1.3751	1.2905	4.228	4.0149	3.8614
林地	42.1432	40.5859	35.5997	1.4629	1.4672	1.3948	9.364	8.7435	9.0766
设施农用地	8.075	9.3156	9.0634	1.3225	1.3299	1.247	1.904	2.0955	2.134
建设用地	68.1621	68.0572	58.1936	1.4071	1.4129	1.3655	35.6968	38.3122	39.2528
水域	52.8748	51.0885	40.7316	1.5127	1.5175	1.4801	9.9336	9.5063	9.2402

景观类型	COHESION/%			AI/%			DIVISION/%		
	2009 年	2013 年	2017 年	2009 年	2013 年	2017 年	2009 年	2013 年	2017 年
耕地	98.6497	98.5278	96.927	84.9333	84.6962	86.9986	0.9956	0.9964	0.9991
园地(草地)	88.4623	88.2872	86.8579	71.6049	71.3043	74.6935	1	1	1
林地	89.0844	88.4111	87.6994	66.2293	65.1623	70.5274	1	1	1
设施农用地	81.3395	80.4118	78.0826	68.47	66.8605	68.4128	1	1	1
建设用地	99.204	99.4238	99.492	85.6103	86.6132	88.8196	0.9773	0.9527	0.9491
水域	95.1884	93.1142	93.4052	59.3718	58.9547	66.2313	0.9995	0.9998	0.9999

3.2 土地利用类型转移矩阵分析

将研究的初始时间点 2009 年的图层和末期时间点 2017 年的图层进行叠加分析,得出通州的土地利用变化情况。结果显示,2009—2017 年,通州区有 4 614.24 hm<sup>2</sup> 土地利用类型发生变化,占总面积的 5.09%(图 1)。耕地主要流向建设用地、设施农用地,转化的面积比例分别为 4.96%和 1.18%;同时,部分建设用地、林地和园地(草地)转化为耕地。建设用地的增加主要来自于耕地、林地和水域。其中耕地的转换面积比例为 4.91%(表 4)。2009 年通州区各类土地利用类型转化为 2017 年的各类土地利用类型的概率见表 5,各类土地利用类型转化过程中,转化为建设用地的可能性最大;转化为园地(草地)的可能性最小。

3.3 土地利用变化模拟预测

叠加 2009 年、2013 年土地利用图,得到土地利用类型转移概率矩阵和转移面积矩阵。采用 5×5 的滤波器(即 5 km×5 km 的矩形范围内的元胞对中心元胞的状态改变有显著影响),模拟预测得出 2017 年的土地利用图,和现有真实的 2017 年土地利用现状图比较,得出模拟精度。调整适宜性图集,提高模拟精度(Kappa 系数)到 90%之后,利用 2009 年与 2017 年现实的土地利用图像选择 CA 循环次数,模拟 2035 年的土地利用状况。

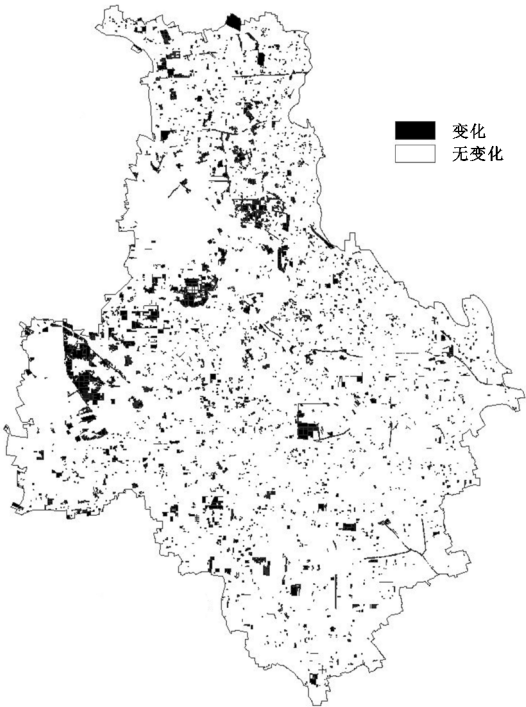


图 1 2009—2017 年通州区土地利用类型变化位置

预测结果如图 2 所示:2035 年通州区耕地面积为 30 208.80 hm<sup>2</sup>,占 33.35%,林地 为 9 040.00 hm<sup>2</sup>,占 9.98%,园地(草地)为 3 378.68 hm<sup>2</sup>,占 3.74%,水域为 9 529.13 hm<sup>2</sup>,占 10.52%,建设用地为 2 309.82 hm<sup>2</sup>,占 39.87%,设施农用地为 2 309.82 hm<sup>2</sup>,占 2.55%。其中,

城市副中心的建设用地为 11 234.40 hm<sup>2</sup>,占副中心区域的 72.48%;亦庄新城(通州部分)建设用地为 6 106.10 hm<sup>2</sup>,占该区域的 93.94%。2009—2035 年、通州区的各种土地类型的面积发生了较大变化。耕地、园地(草地)减少,而建设用地、林地、水域以及设施农用地增加。其中,耕地减少了 4 984.59 hm<sup>2</sup>,所占比重由 38.85%下降到 33.34%,下降 5.51%。建设用地增加了 3 773.67 hm<sup>2</sup>,所占比重由 35.70%增长到 39.87%,增长 4.16%。由表 6 可知,耕地、林地、园地(草地)、水域、建设用地、设施农用

地的用地结构由 2009 年的 38.87%,9.36%,4.22%,9.93%,35.69%,1.90%,到 2035 年变为 33.35%,9.98%,3.73%,10.52%,39.87%。空间上,耕地被周围的建设用地侵蚀;园地(草地)减少区域主要位于通州区东部的西集镇和漷县镇;水域增加区域基本在中南部张家湾和永乐店新市镇一些人工的水产养殖;设施农用地增长区域多分布在北部宋庄靠近顺义区,林地零散分布在通州各个区域,均有所增长;建设用地增长区域主要在于北京城市副中心、台湖和亦庄新城。

表 4 2009—2017 年通州区土地利用类型面积转移矩阵

							hm <sup>2</sup>
土地利用类型	耕地	建设用地	林地	设施农用地	水域	园地(草地)	2017 年合计
耕地	32831.19	76.62	30.61	0.65	14.20	31.24	32984.50
建设用地	1747.62	32203.83	597.28	236.51	463.44	280.09	35528.76
林地	186.96	54.53	7735.57	152.53	79.37	11.88	8220.84
设施农用地	416.51	5.69	72.96	1322.72	80.97	35.85	1934.69
水域	11.12	0.36	0.57	0.07	8408.52	0.07	8420.72
园地(草地)	0.00	0.00	21.17	5.19	0.19	3465.05	3491.61
2009 年合计	35193.39	32341.03	8458.16	1717.67	9046.69	3824.18	90581.12

注:行表示 2017 年的土地利用类型,列表示 2009 年的土地利用类型,表中区域表示 2009 年向 2017 年土地利用类型转化的面积。

表 5 2009—2017 年通州区土地利用类型转移概率矩阵

%						
土地利用类型	耕地	建设用地	林地	设施农用地	水域	园地(草地)
耕地	61.04	22.83	5.15	3.11	6.25	1.63
建设用地	12.82	70.78	6.29	1.28	7.42	1.40
林地	13.13	30.36	43.83	2.29	8.64	1.74
设施农用地	9.02	37.26	17.09	29.06	6.04	1.53
水域	18.48	30.69	9.04	2.49	37.99	1.32
园地(草地)	14.15	25.80	4.41	2.16	3.88	49.6

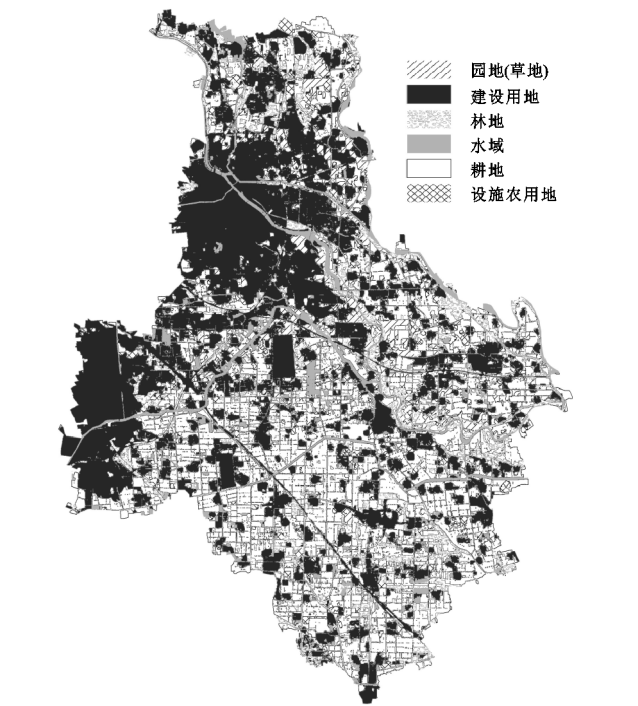


图 2 通州区 2035 年土地利用类型模拟

3.4 模拟预测结果与规划对比

按照《总规》和《详规》(2016—2035 年)城市空间布局的构想,北京城市副中心和外围控制区即通州全区,将承接首都核心区和主城区的人口的疏解和相关非首都功能的转移。到 2035 年城市副中心人口规模控制在 130 万人以内,通州区人口规模控制在 200~205 万人以内,形成通州—城市副中心—亦庄新城(通州部分)—镇—新型农村社区的空间体系。提取《总规》和《详规》(2016—2035 年)中关于土地利用结构和规模的核心指标数据,与模拟预测结果对比。预测 2035 年通州区的城乡建设用地规模为 36 114.69 hm<sup>2</sup>,开发强度为 39.87%,低于《总规》规定的 2035 年北京市平原地区开发强度 44%,但离《详规》明确规定的 30.36% 还存在一定的差距,要实现《详规》目标,则必须严格执行规划提到的 1:0.8 平均拆占比,守住城镇开发边界红线,使建设用地多减少增。按 2035 年城市副中心 130 万人规模预估,预测中 2035 年人均绿地面积离预期性指标仍有一定的差距,要达到预期性指标则需要控制人口规模或增加绿地面积;副中心的建设用地预测规模为 72.48%,减去规划中留出的区域建设用地(特指特殊用地和对外交通用地)的 6.4%,剩下城乡建设用地规模 66.08%,比规划的指标超额了 1.48%,在可控制范围之内;生态绿地及农林地高出预期性。亦庄新城(通州部分)的城乡建设用地规模高出指标 4.71%,未来需做好减量发展,按照创新驱动发展的要求,不随意扩张建设用地规模。



表 6 通州区 2009—2035 年土地利用类型面积/占比变化趋势

土地利用 类型	2009 年		2017 年		2035 年	
	土地 面积/hm <sup>2</sup>	占总面积 比例/%	土地 面积/hm <sup>2</sup>	占总面积 比例/%	土地 面积/hm <sup>2</sup>	占总面积 比例/%
耕地	35193.39	38.85	32984.50	36.41	30208.80	33.35
建设用地	32341.02	35.70	35528.76	39.22	36114.69	39.87
林地	8458.16	9.34	8220.84	9.08	9040.00	9.98
设施农用地	1717.67	1.90	1934.69	2.14	2309.82	2.55
水域	9046.69	9.99	8420.72	9.30	9529.13	10.52
园地(草地)	3824.18	4.22	3491.61	3.85	3378.68	3.73
总计	90581.12	100.00	90581.12	100.00	90581.12	100.00

4 结 论

景观总体水平上,通州区总体景观破碎化程度减少,土地按规划集中连片使用。景观类型水平上,建设用地和耕地是主导优势地类。耕地破碎化趋势明显,林地、建设用地集中连片开发,园地(草地)保持在较稳定的水平。

2009—2017 年,通州区有 4 614.24 hm<sup>2</sup> 土地利用类型发生变化,占比 5.09%,耕地是主要的流失类型,流向建设用地和设施农用地;建设用地的增加主要来自于耕地、林地和水域。各类土地利用类型转化过程中,转化为建设用地的可能性最大;转化为园地(草地)的可能性最小。

应用 MCE-CA-Markov 模型,对通州区土地利用进行了模拟预测。在规划期限内非基本农田的耕地面临着被城市建设用地扩张侵蚀的压力,耕地、园地(草地)减少,而林地、建设用地、水域、以及设施农用地增加。北京城市副中心、台湖和亦庄新城三处建设用地有蔓延、连片发展的趋势,开发强度都高达到 60% 以上。

模拟预测结果与规划对比,建设用地预测的值比规划指标高,需要注意;但生态用地指标超出了预期值,呈现良好的保护趋势。未来需防止建设用地过快、无序地扩张,应严格执行生态保护、永久基本农田和城镇开发边界三条红线,落实用途管制。

参考文献:

[1] 习近平.中共中央政治局召开会议研究部署规划建设北京城市副中心和进一步推动京津冀协同发展有关工作[EB/OL]. [http://www.gov.cn/xinwen/2016-05/27/content\\_5077392.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2016-05/27/content_5077392.htm), 2016-05-27.

[2] 李秀伟,路林,赵庆楠.北京城市副中心战略规划[J].北京规划建设,2019,25(2):8-15.

[3] 单峰.行政中心外迁对城市空间结构的影响研究:以合肥市为例[D].北京:清华大学,2004.

[4] 龙小凤.大城市行政中心搬迁的理论探析与选址研究:以西安市新行政中心选址规划为例[D].西安:长安大学,2009.

[5] 李胤仪.地方政府行政中心迁移研究:以云南省红河州为例[D].昆明:云南大学,2017.

[6] Faggio G. Relocation of public sector workers: The local labour market impact of the Lyons review[R]. Mimeo Lse, 2013.

[7] Faggio G, Overman H. The effect of public sector employment on local labour markets[J]. Journal of Urban Economics, 2014,79:91-107.

[8] Becker S O, Heblich S, Sturm D M. The impact of public employment: Evidence from Bonn[J]. Journal of Urban Economics, 2021,122;doi.org/10.1016/j.jue.2020.103291.

[9] 周彬学,戴特奇,梁进社,等.基于 Lowry 模型的北京市城市空间结构模拟[J].地理学报,2013,68(4):491-505.

[10] 刘纪远,匡文慧,张增祥,等.20 世纪 80 年代末以来中国土地利用变化的基本特征与空间格局[J].地理学报,2014,69(1):3-14.

[11] 韩会然,杨成凤,宋金平.北京市土地利用空间格局演化模拟及预测[J].地理科学进展,2015,34(8):976-986.

[12] 周垠,龙瀛.数据增强设计下的北京行政副中心评估[J].上海城市规划,2016,19(3):1-8.

[13] 李龙,吴大放,刘艳艳.国内外土地利用与生态系统服务研究热点与趋势:基于 CiteSpace 计量分析[J].水土保持研究,2020,27(5):396-404.

[14] 赵方圆,杨宇翔,张华堂,等.土地利用及景观格局动态变化分析:以甘肃省党河流域为例[J].水土保持研究,2021,28(3):235-241.

[15] 何尹杰,吴大放,刘艳艳,等.城市轨道交通对土地利用变化的影响:以广州市 3,7 号线为例[J].经济地理,2021,41(6):171-179.

[16] Veldkamp A, Fresco L O. CLUE-CR: An integrated multi-scale model to simulate land use change scenarios in Costa Rica[J]. Ecological Modelling, 1996,91(1/3):231-248.

- [16] Hazayn M, Qados A M S A. Irrigation with magnetized water enhances growth, chemical constituent and yield of chickpea(*Cicer arietinum* L.)[J]. Agriculture and Biology Journal of North America, 2010,1(4): 671-676.
- [17] Helal R M. The Impact of magnetic water application for improving common bean(*Phaseolus vulgaris* L.) Production[J]. New York Science Journal, 2011,4(6): 15-20.
- [18] Sadeghipour O, Aghaei P. Improving the growth of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) by magnetized water [J]. Biodiversity and Environmental Sciences, 2013,3(1):37-43.
- [19] Selim A F H, El-Nady M F. Physio-anatomical responses of drought stressed tomato plants to magnetic field [J]. Acta Astronautica, 2011,69(7/8):387-396.
- [20] Hassan S, Parviz A, Faezeh G. Effects of magnetic field on the antioxidant enzyme activities of suspension-cultured tobacco cells [J]. Bio Electro Magnetism, 2007,28(1):42-47.
- [21] Almeida D M, Oliveira M, Saibo N J M. Regulation of  $\text{Na}^+$  and  $\text{K}^+$  homeostasis in plants: towards improved salt stress tolerance in crop plants [J]. Genetics and Molecular Biology, 2017,40(1):326-345.
- [22] Guo H J, Huang Z J, Li M Q, et al. Growth, ionic homeostasis, and physiological responses of cotton under different salt and alkali stresses[J]. Scientific Reports, 2020,10:21844.
- [23] Maathuis F J M, Amtmann A.  $\text{K}^+$  nutrition and  $\text{Na}^+$  toxicity: the basis of cellular  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  ratios[J]. Annals of Botany, 1999,84:123-133.
- [24] Sun J, Dai S, Wang R, et al. Calcium mediates root  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  homeostasis in poplar species differing in salt tolerance[J]. Tree Physiology, 2009,29(9):1175-1186.
- [25] Chen Z, Pottosin I I, Cuin T A, et al. Root plasma membrane transporters controlling  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  homeostasis in salt-stressed barley[J]. Plant Physiology, 2007, 145:1714-1725.
- [26] Cuin T A, Betts S A, Chalmandrier R, et al. A root's ability to retain  $\text{K}^+$  correlates with salt tolerance in wheat[J]. Journal of Experimental Botany, 2008, 59(10):2697-2706.

(上接第357页)

- [17] Verborg P H, Soepboer W, Veldkamp A, et al. Modeling the spatial dynamics of regional land use: the CLUE-S model [J]. Environmental Management, 2002,30(3):391-405.
- [18] Verborg P H, Veldkamp A. Projecting land use transitions at forest fringes in the Philippines at two spatial scales[J]. Landscape Ecology, 2004,19(1):77-98.
- [19] 中共北京市委、北京市人民政府.北京城市总体规划(2016—2035年)[EB/OL]. [http://www.beijing.gov.cn/gongkai/guihua/wngh/cqgh/201907/t20190701\\_100008.html](http://www.beijing.gov.cn/gongkai/guihua/wngh/cqgh/201907/t20190701_100008.html), 2017-9-29.
- [20] 中共北京市委、北京市人民政府.北京城市副中心控制性详细规划(街区层面)(2016—2035年)[EB/OL]. [http://ghzrzyw.beijing.gov.cn/zhengwuxinxi/ghcg/cs-fzxgh/201912/t20191213\\_1165343.html](http://ghzrzyw.beijing.gov.cn/zhengwuxinxi/ghcg/cs-fzxgh/201912/t20191213_1165343.html), 2019-01-04.
- [21] 北京市统计局.北京市通州区统计年鉴2018[M].北京:中国统计出版社,2019.
- [22] Vincent B. Ancestral lineages and limit theorems for branching markov chains in varying environment[J]. Journal of Theoretical Probability, 2019,32(1):249-281.
- [23] Buckley J J. The multiple judge, multiple criteria ranking problem: A fuzzy set approach[J]. Fuzzy Sets and Systems, 1984,13(1):25-37.
- [24] Yager R R. On ordered weighted averaging aggregation operators in multicriteria decision making [J]. Ieee Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 1988,8(1):183-190.
- [25] 何丹,金凤君,周璟.基于 Logistic-CA-Markov 的土地利用景观格局变化:以京津冀都市圈为例[J].地理科学,2011,31(8):903-910.
- [26] 部委联合发文.自然资源部农业农村部关于设施农业用地管理有关问题的通知自然资规〔2019〕4号[EB/OL]. [http://www.gov.cn/xinwen/2019-12/20/content\\_5462616.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2019-12/20/content_5462616.htm), 2019-12-20.
- [27] 何尹杰,吴大放,刘艳艳.城市轨道交通对土地利用的影响研究综述:基于 Citespace 的计量分析[J].地球科学进展,2018,33(12):1259-1271.
- [28] 中华人民共和国国务院令.铁路运输安全保护条例[EB/OL]. [http://www.gov.cn/zhengce/content/2008-03/28/content\\_3736.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2008-03/28/content_3736.htm), 2008-03-28.
- [29] Saaty R W. The analytic hierarchy process: What it is and how it is used[J]. Mathematical Modeling, 1987,9(3):161-176.