



王丽霞, 姜群鸥, 齐元静, 张宝林. 大都市外围乡村地区国土空间规划双评价与分区研究——以北京昌平为例[J]. 中国农业大学学报, 2024, 29(01): 167-185.
WANG Lixia, JIANG Qun'ou, QI Yuanjing, ZHANG Baolin. Study on dual evaluation and zoning of land spatial planning in rural areas around metropolis: Taking Changping, Beijing as study case[J]. Journal of China Agricultural University, 2024, 29(01): 167-185.
DOI: 10.11841/j.issn.1007-4333.2024.01.16

大都市外围乡村地区国土空间规划双评价与分区研究 ——以北京昌平为例

王丽霞^{1,2} 姜群鸥^{1*} 齐元静¹ 张宝林³

(1. 北京林业大学 水土保持学院, 北京 100083;

2. 北京林业大学 马克思主义学院, 北京 100083;

3. 北京林业大学 经济管理学院, 北京 100083)

摘要 为推进乡村分类发展, 优化乡村发展模式, 以大都市外围北京昌平区为研究对象, 利用空间分析法和三维魔方法, 进行研究区资源环境承载能力与国土空间开发适宜性双评价, 并基于双评价结果进行三类空间分区和国土空间综合功能分区, 以打造人类与自然环境和谐共处的生态化绿色新城。结果表明: 1) 昌平区生态保护极重要区占全区 56.83%, 分布在西部和北面地表植被覆盖为森林的广泛山区; 农业生产适宜区面积相对较小, 占全区 2.01%, 适宜区、较适宜区和一般适宜区主要紧密交错分布在昌平平原中部; 城镇建设适宜区占全区 11.58%, 占昌平城镇村及工矿用地面积 44.43%。2) 昌平区生态保护功能区、城镇建设功能区和农业生产功能区, 面积依次是 1 076.47、181.61 和 87.96 km², 分别占全区 80.12%、13.52% 和 6.55%。全区以生态保护功能区为主, 且三类空间分区在镇域分布极不均匀。3) 昌平中心集约提质区、科教文娱引领区、文旅康养涵养区和城乡腹地承载区, 面积所占比例分别为 5.16%、15.96%、69.08% 和 9.29%。中心集约提质区主要包括城北街道、城南街道和南邵镇; 科教文娱引领区主要包括百善镇、北七家镇、沙河镇和小汤山镇; 文旅康养涵养区主要包括阳坊镇、流村镇、南口镇、十三陵镇、延寿镇、崔村镇、兴寿镇; 城乡腹地承载区主要包括东小口镇、回龙观镇、霍营街道、马池口镇和天通苑北街道等。本研究可为昌平国土空间规划提供重要科学依据。

关键词 双评价; 三类空间; 国土空间功能分区; 大都市外围乡村地区; 昌平

中图分类号 F327

文章编号 1007-4333(2024)01-0167-19

文献标志码 A

Study on dual evaluation and zoning of land spatial planning in rural areas around metropolis: Taking Changping, Beijing as study case

WANG Lixia^{1,2}, JIANG Qun'ou^{1*}, QI Yuanjing¹, ZHANG Baolin³

(1. School of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

2. School of Marxism, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

3. School of Economics and Management, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract In order to promote the development of rural classification and optimize the rural development model, Changping District of Beijing City, the peripheral area of large city, is taken as the research object, and the spatial analysis method and three-dimensional magic methods are adopted to investigate the capacity of the resources and environment of the research area and the appropriate dual evaluation of land

收稿日期: 2023-06-03

基金项目: 国家自然科学基金项目(41901234, 51909052); 国家重点研发中美合作项目(2019YFE0116500)

第一作者: 王丽霞(ORCID: 0009-0009-9682-5966), 硕士研究生, E-mail: wanglixia_bjfu@163.com

通讯作者: 姜群鸥(ORCID: 0000-0002-7942-5890), 教授, 主要从事生态环境遥感、3S 技术在资源环境中应用、大数据建模研究, E-mail: jiangqo.dls@163.com

and space. Three types of space and national land space comprehensive function partitions are performed based on the dual evaluation results. to create an ecological green new city that coexist in harmony between human beings and natural environment. The results showed that: 1) Ecological protection in Changping District accounted for 56.83% of the region in the region, which is distributed in the western and north surface vegetation covering a wide mountain area of forests. The more suitable area and the general appropriate area are mainly closely distributed in the middle of the Changping Plain; The suitable area of urban construction accounts for 11.58% of the region, and the area of Changping's urban villages and industrial and mining land accounts for 44.43%. 2) The areas of Changping District ecological protection functional zone, urban construction functional area and agricultural production functional zone are respectively 1 076.47, 181.61 and 87.96 km², accounting for 80.12%, 13.52% and 6.55% in the region. The entire area is mainly composed of ecological protection functional zone, and the three types of space partitions are extremely unevenly distributed in the town. 3) Changping Center integrates the quality raising area, science, education and entertainment leading area, cultural tourism recreational conservation area and urban and rural hinterland carrying area, and the the proportions of each area are 5.16%, 15.96%, 69.08% and 9.29%, respectively. The central collection and quality district mainly includes Chengbei Street, Chengnan Street and Nanshao Town; The leading area of science, education and entertainment mainly includes Baishan Town, Beiqijia Town, Shahe Town and Xiaotangshan Town; The Cultural tourism and recreation areas mainly includes Yangfang Town, Liucun Town, Nankou Town, Shisanling Town, Yanshou Town, Cui Village Town, Kingshou Town; The urban and rural hinterland bearing area mainly includes Dongxiaokou Town, Huilongguan Town, Huoying Street, Machikou Town and Tiantongyuan North Street. These research will provide important scientific basis for Changping Land space planning.

Keywords double evaluation; three types of space; functional zoning of land space; rural areas on the outskirts of the metropolis; Changping

中国全面建成现代化强国、实现民族复兴过程中最艰巨、最繁重的任务还在农村,最广阔、最丰富的基础也在农村^[1]。目前正处于全国齐心推进乡村地区振兴发展的运行关键期。加强新农村建设是落实乡村振兴发展战略的重要任务,也是国家社会主义现代化建设的核心内容^[1]。《国家乡村振兴战略规划(2018—2022年)》中指出要推进乡村分类发展,优化城乡发展格局^[2]。而当前的规划多是以市、区的宏观视角进行,一定程度上打破了县域城镇或村庄的行政区划单元,缺乏对县域城镇和村庄的规划建设^[3]。“双评价”的技术和方法也多集中在省域、市域层面对国土空间进行功能分区,且主要是通过以开发经济效益为目的对资源要素的评价梳理资源约束条件以确定空间利用方式^[3]。

“双评价”部分技术的应用始于2008年省级主体功能区划技术规程,紧接着2009年出台了CJJ132—2009《城乡用地评定标准》在城规专业领域沿用至2019年。自然资源部国土空间规划局汇总出版了2019年6月的《资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价指南》,自然资源部于同年7月更新了一版指南,现最新的《资源环境承载能力和国土空

间开发适宜性评价指南》是2020年1月的版本^[4]。相关分级标准综合总结我国出台的一系列制度规定,可把我国规划制度变革分成传统规范、制度创新、“多规合一”以及国土空间规划4个层次。从目前公开场合的学术交流和部分省份编制发布了自己的“双评价”工作指南可知,双评价技术流程表现为数据集成—单项分析—功能指向的单项评价—综合分析的逻辑链。这一逻辑链具有技术框架清晰、操作简便的优点^[4]。但在实践中,这一技术框架面对规划需求仍然有诸多疑问和不足,如如何综合分析叠合后的三类适宜区、如何实现承载力评价和适宜性评价的相互校核。这些问题都需要在实践中不断探讨。“双评价”指南出台以前,国内关于国土空间综合功能分区的研究主要集中于其中一种评价方法,并且关于国土空间功能分区的研究多集中于特定方面,如土地功能、农业功能、生态系统服务功能等,针对国土空间多种功能开展重要性评估的研究成果相对较少。“双评价”指南出台以后,相关研究提供了较为丰富的理论与实践成果,但总体来讲,在县域层面的研究成果略显不足^[5]。

随着国土空间规划工作的开展,已有研究将分

类推进作为顶层设计,“双评价”为核心,进行三生空间^[6]和“三镇一乡”^[7]的划定,并因地制宜地选取差异化需求,重构“双评价”优化模型。另一部分研究基于“双评价”的视角,利用层次分析法、聚类分析法、熵值法和综合分析法等构建村庄不同识别指标体系,对乡村地区空间进行分类分区施测^[6-10]。已有研究提供了乡村资源禀赋、发展类型和发展模式等各个视角上的乡村分类分区,这些分类标准虽深入考虑了乡村差异性,但大多数是针对一般乡村地区,鲜少有以大都市外围乡村地区为研究对象进行综合评价并分类分区的^[11-13]。我国当前正处在城镇化持续高速发展阶段,大都市外围地区是易受城乡差异波动与融合的动态影响的高敏感地区,也是支撑大都市新功能成长与保障振兴过程中乡村本质不变味的战略场所^[3]。

因此,本研究为推进乡村分类发展,优化乡村发展模式,拟以大都市外围北京昌平区为研究对象,基于《昌平分区规划(国土空间规划)(2017年—2035年)》^[14]和《资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价指南》^[15],采用“双评价”方法和三维魔方法,从生态保护、农业生产、城镇建设3级指标和生态系统、土地资源、水资源、气候、灾害、区位条件

6个维度,综合考虑昌平乡村地区的环境资源现状和社会经济条件等因素,进行国土空间综合功能分区研究,以期昌平形成高效有序的国土空间开发利用格局和构建大都市外围乡村地区人与大自然和谐相处的生态化绿色新城提供依据。

1 研究区概况

昌平区地处北京市西部,东临顺义区,南与朝阳区、海淀区相接,西与门头沟区和河北省怀来市毗邻,北与延庆区、怀柔区相接。研究区面积为1 343.5 km²,现辖内有8个街道、14个乡镇,地处温榆河冲积平原、燕山、太行山支流的交汇地带,北接燕山以西的峻都山,南接北京小平川,呈现出西北高东南低(图1)。全区为暖温带大陆性季风气候区,年平均气温13.6℃,多年平均降水量535.5 mm,多年平均大风日数为7 d。据统计,2020年公共绿地面积为5 868.5 hm²,昌平区总绿化面积和昌平新城区绿地总量要求为8 480.0 hm²,与绿地需求仍具有一定差距,为达到土地利用空间布局合理化,还需要充分统筹全区土地利用关系、提升土地利用效率,不断提高土地管理制度创新能力^[16]。

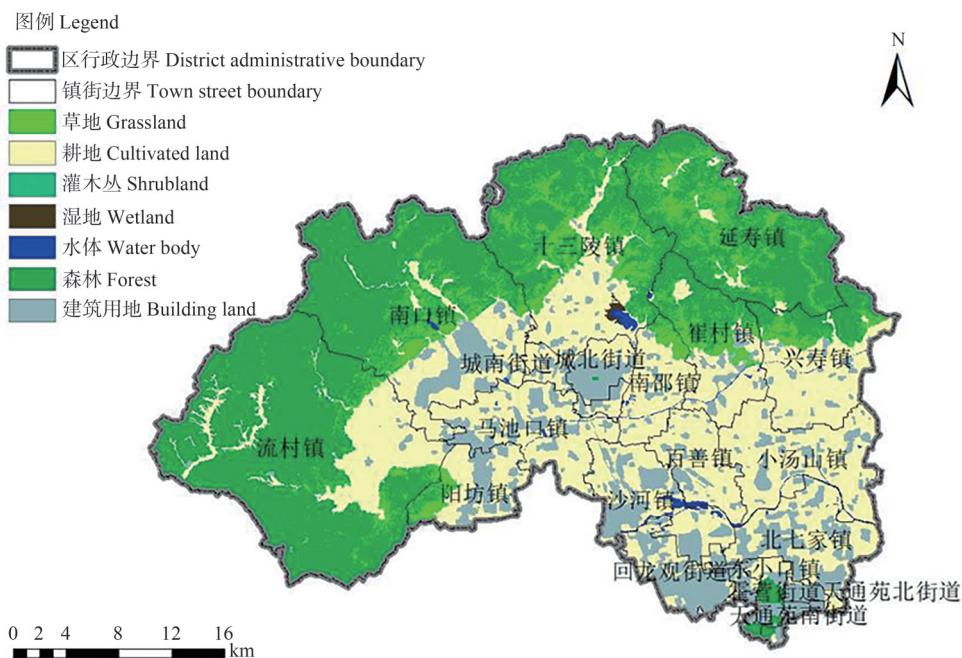


图1 昌平区行政区划图

Fig. 1 Location map of Changping District

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源及处理

本研究选用了昌平区2016—2020年统计年鉴有关数据、昌平区地表覆盖数据、中国国家气象科学数据中心的北京昌平区周边16个国家气象站点数据(包括天津市、河北省部分站点)、美国国家航

天局提供蒸散发数据、第三次全国国土调查公报有关数据、中国科学院中国环境科学与数据中心数字地面高程模型数据、中国土壤质地空间分布数据、土地利用现状数据等相关空间要素数据集^[15],这些数据主要来源详见表1。坐标统一设置为2000国家大地坐标系(CGCS2000)高斯—克吕格投影,空间数据精度为30 m×30 m。

表1 数据来源
Table 1 Data sources

数据内容 Data content	数据库网址 Database URL	数据类型 Data type
降雨量数据 Rainfall data	资源环境数据云平台 (http://www.resdc.cn/data.aspx?DATAID=279)	栅格数据
	国家气象科学数据中心 (http://data.cma.cn/data/cdcindex/cid/0b9164954813c573.html)	文本数据
蒸散发量数据 Evapotranspiration data	MODIS数据 (http://files.ntsg.umd.edu/data/NTSG_Products/MOD16/MOD16A3.105_MERRAGMAO/)	栅格数据
	国家生态科学数据(http://www.cnern.org.cn/index.jsp)	栅格数据
生态系统类型数据 Ecosystem type data	资源环境数据云(http://www.resdc.cn/data.aspx?DATAID=279)	栅格数据
地表覆盖数据 Surface cover data	全国地理信息资源目录服务系统(http://www.webmap.cn/main.do?method=index)	栅格数据
	资源环境数据云平台(http://www.resdc.cn/data.aspx?DATAID=279)	栅格数据
基础地理信息数据 Underlying geographic information data	全国地理信息资源目录服务系统(http://www.webmap.cn/main.do?method=index)	矢量数据
植被覆盖数据 NDVI	资源环境数据云平台(http://www.resdc.cn/data.aspx?DATAID=279)	栅格数据
地形数据 Terrain data	地理空间数据云(http://www.gscloud.cn/)	栅格数据
气象数据 Meteorological data	国家气象科学数据中心(http://data.cma.cn/data/cdcindex/cid/0b9164954813c573.html)	文本数据
土壤砂粒含量数据 Soil sand content data	资源环境数据云平台(http://www.resdc.cn/data.aspx?DATAID=279)	栅格数据
气象站台数据 Weather station data	国家气象科学数据中心(http://data.cma.cn/data/cdcindex/cid/0b9164954813c573.html)	矢量数据
	资源环境数据云平台(http://www.resdc.cn/data.aspx?DATAID=279)	矢量数据

表 1（续）

降雨侵蚀力因子数据 Rainfall erosion factor data	《中国的土壤侵蚀因子定量评价研究》(王万忠) ^[17]	文本数据
土壤质地数据 Soil texture data	资源环境数据云平台(http://www.resdc.cn/data.aspx?DATAID=279)	矢量数据
气温数据 Temperature data	资源环境数据云平台(http://www.resdc.cn/data.aspx?DATAID=279) 国家气象科学数据中心(http://data.cma.cn/data/cdcindex/cid/0b9164954813c573.html)	栅格数据 文本数据
产水模数数据 Water production modulus data	资源环境数据云平台(http://www.resdc.cn/data.aspx?DATAID=279)	栅格数据
地质灾害数据 Geohazard data	地质云(http://geocloud.cgs.gov.cn/#/portal/home) 资源环境数据云平台(http://www.resdc.cn/data.aspx?DATAID=279)	图片数据 矢量数据
地震断裂带数据 Seismic fault zone data	地质云(http://geocloud.cgs.gov.cn/#/portal/home)	图片数据

2.2 “双评价”研究方法

2.2.1 水源涵养功能重要性

水源涵养是生态系统(如森林、草地等)利用自身独特的构造特点和水相互作用规律,对雨水加以截留、渗透、积聚,或利用蒸散发进行对河流、水循环的调节,主要体现在削减地表径流、补充地下水、减缓河流流量的季节变化、滞洪补枯、保持水质等方面。利用该项指标评价,可以识别现状与未来可能承担水源涵养作用的关键区域^[15]。具体计算公式如下:

$$\text{水源涵养量 (TQ)}=\sum_i^j(P_i-R_i-ET_i)\times A_i\times 10^3$$

(1)

式中: P_i 为降雨量,mm; R_i 为地表径流量,mm; ET_i 为蒸散发量,mm; A_i 为*i*类生态系统面积,km²;*i*为研究区第*i*类生态系统类型;*j*为研究区生态系统类型数。

2.2.2 水土保持功能重要性

水土保持功能主要和气候、水土、地形地貌和植物生长情况有关,自然生态系统(如森林、草地等)利用其构造特征和流程,减缓对因水蚀而引起的土壤侵蚀的影响。植被覆盖度体现了生态系统对土壤侵蚀程度的影响,是制约土壤侵蚀的积极因素,通过对该项指标评价,以确定现状和未来承载生态水土保持功能的重要地区。自然生态系统为

森林、草地按式(2)计算,旱地按式(3)计算,水田、湿地、城镇和荒漠,参照 N-SPECT 参数赋值,其他生态系统类型按《资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价指南》赋值^[15]。

$C_i=(NDVI-NDVI_{soil})/(NDVI_{veg}-NDVI_{soil})$ (2)
式中: C_i 为植被覆盖度指数; $NDVI_{veg}$ 为累积频率为 98% 的 NDVI 值,完全植被覆盖地表所贡献的信息; $NDVI_{soil}$ 为累积频率为 2% 的 NDVI 值,无植被覆盖地表所贡献的信息。

$$C_{旱}=0.221-0.595\log_{c_1}$$

(3)

式中: $C_{旱}$ 为旱地的植被因子; C_1 为小数形式的植被覆盖度。

2.2.3 防风固沙功能重要性

防风固沙功能是生态系统(如森林、草地等)利用其构造特征和过程降低因风蚀作用而引起的土壤侵蚀的主要功能,并通过该项指标评价,以识别现状和未来具有防风固沙功能的重要地区。主要考虑的因素有风速、土壤、地形和植被等,具体评价方法见表 2。

2.2.4 水土流失脆弱性

水土流失是由于自然或人为因素的影响,雨水不能就地消纳、顺势下流、冲刷土壤,造成水分和土壤同时流失的现象,主要通过土壤、地形和植被等因子进行脆弱性评价。土壤可蚀性因子是指土壤颗粒被水力分离和搬运的难易程度,主要与土壤质

地、有机质含量、土体结构、渗透性等土壤理化性质有关。地形因子应用地形起伏度,即地面一定距离范围内最大高差,来反映地形对土壤侵蚀影响。植被因子反映了生态系统对土壤侵蚀的影响,是控制土壤侵蚀的积极因素,水田、湿地、城镇和荒漠参照N-SPECT参数赋值,其他生态系统类型按《资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价指南》赋值^[15]。具体计算公式如下:

$$\text{水土流失敏感性} = \sqrt[4]{R \times K \times LS \times C} \quad (4)$$

式中: R 为降雨侵蚀力因子敏感性分级值; K 为土壤可蚀性因子敏感性分级值; LS 为地形起伏度因子敏感性分级值; C 为植被覆盖因子敏感性分级值。

$$K_{\text{EPIC}} = \{0.2 + 0.3 \exp[-0.0256 m_s(1 - m_{\text{silt}}/100)]\} \times [m_{\text{silt}}/(m_c + m_{\text{silt}})]^{0.3} \times \{1 - 0.25 \text{orgC}/[\text{orgC} + \exp(3.72 - 2.95 \text{orgC})]\} \times \{1 - 0.7(1 - m_s/100)/\{(1 - m_s/100) + \exp[-5.51 + 22.9(1 - m_s/100)]\}\} \quad (5)$$

式中: K_{EPIC} 为修正前的土壤可蚀性因子; K 表示修正后的土壤可蚀性因子; m_c 为 <0.002 mm为粘粒,mm; m_{silt} 为 $0.002 \sim 0.050$ mm的粉粒,mm; m_s 为 $0.05 \sim 2.00$ mm的砂粒,mm;orgC为有机碳的质量分数,%。

2.2.5 土地沙化脆弱性

土地沙化是由于自然或人为过度经济活动的影响,破坏生态系统的平衡,使非沙漠地区出现类似沙漠景观的变化过程。干燥度指数反映了某地、某时水分的收入和支出情况,风力强度是影响风对土壤颗粒搬运能力的最主要原因,不同粒径的土壤颗粒具有不同的抗蚀能力,植被是制约土壤侵蚀的主动原因,因此土地沙化脆弱性主要通过降雨量、积温、起风沙天数、土壤质地和植被等因子进行评价。干燥度指数采用修正的谢亮尼诺夫公式计算。水田、湿地、城镇和荒漠根据N-SPECT参数赋值,其他生态系统类型按《资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价指南》赋值^[15]。具体计算公式如下:

$$\text{沙化敏感性} = \sqrt[4]{I \times W \times K \times C} \quad (6)$$

式中: I 为干燥度指数; W 为冬春季风力强度大于 5.5 m/s的起风沙天数,d; K 为土壤质地; C 为植被盖度因子的敏感性分级值。

2.2.6 农业耕作条件

农业耕作条件是指对土地资源用于农业生产

时的合理利用水平程度,需达到相应的坡度、土壤质地等要求。评价时,需扣除河流、湖泊和水库表面的范围。具体评价方法见表2。

2.2.7 农业供水条件

农业供水条件是指地区水资源对农业生产的保障水平,通常通过降水量表征,但如果降雨量无法充分反映该区域农业供水条件的,可通过干指数标或用水总量控制指标模数反映。具体评价方法见表2。

2.2.8 农业生产光热条件

光热条件主要是利用日平均气温 ≥ 0 °C活动积温,反映光照、热量等自然气候条件对农业生产的支撑水平。具体评价方法见表2。

2.2.9 农业气象灾害风险

气象灾害风险是指农业生产遭受干旱、洪涝和高温等与气象因子有关的自然灾害的影响程度、强度以及出现的频(概)率。依据降水距平百分率反映某一时间段降水量与同期平均状态之前的偏离程度,具体计算公式如下:

$$PA = \frac{P - \bar{P}}{\bar{P}} \times 100\% \quad (7)$$

式中:PA表示某时段降水距平百分率,%; P 表示某时段降水量,mm; $\bar{P}$ 表示计算时段同期气候平均降雨量,mm。

$$\bar{P} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i \quad (8)$$

式中: n 表示天数,一般取30,d; P_i 是指计算某时段第*i*日(月或年)降雨量,mm; $\bar{P}$ 表示计算时段同期气候平均降雨量,mm。

2.2.10 城镇建设地形条件

城镇建设条件是指城镇建设的用地条件适宜的程度,必须达到相应的坡度、高程等要求。具体评价方法见表2。

2.2.11 城镇建设灾害危险性

灾害危险性是指城镇建设受到地震、地质灾害、海洋灾难等影响程度和可能性。地震风险根据活动断层距离和地震动峰值加速度综合反映;地质灾害易发性一般根据崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地面沉降等地质灾害的易发程度表现^[15]。具体评价方法见表2。

2.2.12 城镇供水条件

城镇供水条件是指地方水资源对城镇建设的支持程度,一般采用水资源总量模数表征,对水资

源总量模数无法全面反映地区城镇建设供水能力的,可以通过区域用水总量控制指标模数反映。因水资源总量模数数据未获得,本研究采用集水流域来反映城镇供水条件。具体评价方法见表2。

2.2.13 区位优势度

城镇建设的区位优势体现在交通干线可达性、中心城区可达性、交通枢纽可达性、周边中心城市可达性等通勤效率上,可以采用时间距离方法计

表 2 双评价指标体系

Table 2 Double evaluation index system

主题层 Theme layer	准则层 Guidelines layer	指标层 Metrics layer	指标分级与等级 Indicator grading and grading	备注 Remark
生态保护重要性 集成评价 Integrated evaluation of the importance of ecological protection	生态系统 服务功能 重要性 Importance of ecosystem services	水源涵养功能 重要性	Level 5 极重要区: > 80%; Level 4 特重要区: 65%~80%; Level 3 重要区: 50%~65%; Level 2 较重要区: 25%~50%; Level 1 一般重要区: < 25%	水源涵养量, 结合水库修正
		水土保持功能 重要性	Level 5 极重要区: $A \geq 20^\circ$, $B > 80\%$, $C =$ 森林、灌丛和草地; Level 4 特重要区: $A \geq 15^\circ$, $60\% < B \leq 80\%$, $C =$ 森林、灌丛和草地; Level 3 重要区: $A \geq 10^\circ$, $40\% < B \leq 60\%$; Level 2 较重要区: $A \geq 5^\circ$, $20\% < B \leq 40\%$; Level 1 一般重要区: 其他区域	A 为坡度, B 为植被覆盖度, C 为土地利用类型
		防风固沙功能 重要性	Level 5 极重要区: $D > 70\%$, $B > 80\%$, $E > 24$ d, $C =$ 森林; Level 4 特重要区: $64\% < D \leq 70\%$, $60\% < B \leq 80\%$, $21 < E \leq 24$ d, $C =$ 灌木; Level 3 重要区: $58\% < D \leq 64\%$, $40\% < B \leq 60\%$, $18 < E \leq 21$ d, $C =$ 草地; Level 2 较重要区: $52\% < D \leq 58\%$, $20\% < B \leq 40\%$, $15 < E \leq 18$ d; Level 1 一般重要区: $D \leq 52\%$, $B \leq 20\%$, $E \leq 15$ d	D 为土壤砂粒质量分数, B 为植被覆盖度, E 为大风天数, C 为土地利用类型
		水土流失 脆弱性	Level 5 极脆弱区: > 3.2; Level 4 特脆弱区: 2.8~3.2; Level 3 较脆弱区: 2.4~2.8; Level 2 脆弱区: 2.0~2.4; Level 1 一般脆弱区: < 2.0	水土流失敏感性
	生态脆弱性 Ecological vulnerability	土地沙化 脆弱性	Level 5 极脆弱区: > 3.0; Level 4 特脆弱区: 2.5~3.0; Level 3 较脆弱区: 2.0~2.5; Level 2 脆弱区: 1.5~2.0; Level 1 一般脆弱区: < 1.5	沙化敏感性
农业生产适宜性 集成评价 Integrated evaluation of suitability for agricultural production	农业耕作条件 Agricultural conditions	土地资源评价	Level 5 高: $A \leq 2^\circ$; Level 4 较高: $2 < A \leq 6^\circ$; Level 3 中等: $6 < A \leq 15^\circ$; Level 2 较低: $15 < A \leq 25^\circ$; Level 1 低: $A > 25^\circ$, $F \geq 95\%$	A 为坡度, F 为土壤粉砂质量分数
	农业供水条件 Agricultural water supply conditions	水资源评价	Level 5 很湿润: $\geq 1\,900$ mm; Level 4 湿润: 1 600~1 900 mm; Level 3 半湿润: 1 300~1 600 mm; Level 2 半干旱: 1 300~1 000 mm; Level 1 干旱: < 1 000 mm	降雨量

表2（续）

主题层 Theme layer	准则层 Guidelines layer	指标层 Metrics layer	指标分级与等级 Indicator grading and grading	备注 Remark
城镇建设适宜性集成评价 Integrated evaluation of suitability of urban construction	农业生产气候条件 Climatic conditions for agricultural production	光热条件	Level 5 好： $\geq 6\,000\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；Level 4 较好： $5\,500\sim 6\,000\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；Level 3 一般： $5\,000\sim 5\,500\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；Level 2 较差： $4\,500\sim 5\,000\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；Level 1 差： $\leq 4\,500\text{ }^{\circ}\text{C}$	积温
		气象灾害风险（干旱）	Level 5 无旱： $\geq 8.50\%$ ；Level 4 轻旱： $8.25\%\sim 8.50\%$ ；Level 3 中旱： $8.00\%\sim 8.25\%$ ；Level 2 重旱： $7.75\%\sim 8.00\%$ ；Level 1 特旱： $> 7.75\%$	降水距平百分率
		气象灾害风险（洪涝）	Level 5 无涝： $\leq 14\%$ ；Level 4 轻涝： $14\%\sim 18\%$ ；Level 3 中涝： $18\%\sim 22\%$ ；Level 2 重涝： $22\%\sim 26\%$ ；Level 1 特涝： $> 26\%$	雨涝灾害发生频率
		气象灾害风险（高温）	Level 5 无热： $< 25\%$ ；Level 4 轻热： $25\%\sim 30\%$ ；Level 3 中热： $30\%\sim 35\%$ ；Level 2 重热： $35\%\sim 40\%$ ；Level 1 特热： $\geq 40\%$	高温热害频率
	城镇建设条件 Urban construction conditions	地形条件	Level 5 适宜区： $A\leq 3^{\circ}$ ， $G\leq 200\text{ m}$ ；Level 4 较适宜区： $3<A\leq 8^{\circ}$ ， $200<G\leq 350\text{ m}$ ；Level 3 一般适宜区： $8<A\leq 15^{\circ}$ ， $350<G\leq 500\text{ m}$ ；Level 2 较不适宜区： $15<A\leq 25^{\circ}$ ， $500<G\leq 650\text{ m}$ ；Level 1 不适宜区： $A> 25^{\circ}$ ， $G> 650\text{ m}$	A 坡度，G 高程
		灾害危险性	Level 5 极高危： $< 200\text{ m}$ ；Level 4 高危： $200\sim 400\text{ m}$ ；Level 3 中危： $400\sim 600\text{ m}$ ；Level 2 较低危： $600\sim 1\,000\text{ m}$ ；Level 1 低危： $> 1\,000\text{ m}$	地震断裂距离
	城镇供水条件 Urban water supply conditions	水资源评价	Level 5 适宜区： $\geq 45\,000$ ；Level 4 较适宜区： $35\,000\sim 45\,000$ ；Level 3 一般适宜区： $25\,000\sim 35\,000$ ；Level 2 较不适宜区： $15\,000\sim 25\,000$ ；Level 1 不适宜区： $15\,000\sim 25\,000$	集水流域
	区位优势度 Location advantage	交通干线可达性	Level 5 高： $\leq 2\text{ km}$ ；Level 4 较高： $2\sim 4\text{ km}$ ；Level 3 中等： $4\sim 6\text{ km}$ ；Level 2 较低： $6\sim 8\text{ km}$ ；Level 1 低： $> 8\text{ km}$	距离一、二、三、四级公路
		中心城区可达性	Level 5 高： $< 20\text{ min}$ ；Level 4 较高： $20\sim 30\text{ min}$ ；Level 3 一般： $30\sim 40\text{ min}$ ；Level 2 较低： $40\sim 60\text{ min}$ ；Level 1 低： $\geq 60\text{ min}$	车程
		交通枢纽可达性	Level 5 高： $H\leq 20\text{ min}$ ， $I\leq 15\text{ min}$ ；Level 4 较高： $20<H\leq 30\text{ min}$ ， $15<I\leq 30\text{ min}$ ；Level 3 中等： $30<H\leq 40\text{ min}$ ， $30<I\leq 45\text{ min}$ ；Level 2 较低： $40<H\leq 50\text{ min}$ ， $45I\leq 60\text{ min}$ ；Level 1 低： $H> 50\text{ min}$ ， $I> 60\text{ min}$	H到机场车程，I到铁路站点车程
		交通网络密度	自然断点法分为5级	

算^[15]。交通干线可达性,是指在充分考虑了各个主要交通干线(不含高速公路)之间的技术等级之后,格网单元到各级交通干线之间的距离。中心城区可达性,反映格网单元与中心城区空间联系成本的高低,由中心城区通行时限远近确定。中心城区交通时间距离,是指格网单元至现状中心城区覆盖服务范围内的几何中心的时间距离。以上指标具体评价方法见表2。交通枢纽可达性,反映了网络化趋势下城镇间沿枢纽团块状发展的潜力,是指格网单元到全区域内航空、铁路、港口、公路、市域轨道交通等交通枢纽的交通距离。交通网络密度以公路网作为交通网络密度的评估主体,采用线密度分析方法得到交通网络密集程度,主要考虑高速公路、国道、省道和县道,具体计算公式如下:

$$D=L/A \quad (9)$$

式中: D 为交通网络密度, km/km^2 ; L 为栅格单元领域范围内的公路通车里程总长度, km ; A 为栅格单元邻域面积, km^2 。

2.3 三类空间功能分区研究方法

通过构造三维魔方图的方法,更直观地从生态保护、农业生产、城镇建设3个维度进行三类空间功能分区^[8]。以生态保护重要性评价结果为 X 轴,农业生产适宜性评价结果为 Y 轴,城镇建设适宜性评价结果为 Z 轴构建三维坐标体系,如图2所示。

以双评价的5级分级结果($i, j, k=1, 2, \dots, 5$)与三维魔方在 X, Y, Z 轴从原点等间距依次向外5个单元的对应关系来设定(X_i, Y_j, Z_k)($i, j, k=1, 2, \dots, 5$)坐标,对昌平区国土空间综合功能分区进行定性评判。以 i, j, k 中的最高数值判断坐标所在三类空间的维度;当 i, j, k 出现相等状况时,根据 $X>Y>Z$ 的规则初步判断,再根据 i, j, k 的数值划分为生态保护区、农业生产区和城镇建设区,三类功能空间分区与三维魔方单元对应关系如表3所示。

表3 三类功能空间与三维魔方单元对应关系

Table 3 Correspondence between three types of function spaces and three-dimensional magic cube units

三类功能空间 Three types of functional space	三维魔方单元 3D Rubik's Cube unit
生态保护区 Ecological reserve	$(X_5, Y_5, Z_5), (X_5, Y_5, Z_4), (X_5, Y_5, Z_3), (X_5, Y_5, Z_2), (X_5, Y_5, Z_1), (X_5, Y_4, Z_5), (X_5, Y_4, Z_4), (X_5, Y_4, Z_3),$ $(X_5, Y_4, Z_2), (X_5, Y_4, Z_1), (X_5, Y_3, Z_5), (X_5, Y_3, Z_4), (X_5, Y_3, Z_3), (X_5, Y_3, Z_2), (X_5, Y_3, Z_1),$ $(X_5, Y_2, Z_5), (X_5, Y_2, Z_4), (X_5, Y_2, Z_3), (X_5, Y_2, Z_2), (X_5, Y_2, Z_1), (X_5, Y_1, Z_5), (X_5, Y_1, Z_4),$ $(X_5, Y_1, Z_3), (X_5, Y_1, Z_2), (X_5, Y_1, Z_1), (X_4, Y_4, Z_4), (X_4, Y_4, Z_3), (X_4, Y_4, Z_2), (X_4, Y_4, Z_1),$ $(X_4, Y_3, Z_4), (X_4, Y_3, Z_3), (X_4, Y_3, Z_2), (X_4, Y_3, Z_1), (X_4, Y_2, Z_4), (X_4, Y_2, Z_3), (X_4, Y_2, Z_2),$ $(X_4, Y_2, Z_1), (X_4, Y_1, Z_4), (X_4, Y_1, Z_3), (X_4, Y_1, Z_2), (X_4, Y_1, Z_1), (X_3, Y_3, Z_3), (X_3, Y_3, Z_2),$ $(X_3, Y_3, Z_1), (X_3, Y_2, Z_3), (X_3, Y_2, Z_2), (X_3, Y_2, Z_1), (X_3, Y_1, Z_1), (X_3, Y_1, Z_2), (X_3, Y_1, Z_3),$ $(X_2, Y_2, Z_2), (X_2, Y_2, Z_1), (X_2, Y_1, Z_2), (X_2, Y_1, Z_1), (X_1, Y_1, Z_1)$
农业生产区 Agricultural production area	$(X_4, Y_5, Z_5), (X_4, Y_5, Z_4), (X_4, Y_5, Z_3), (X_4, Y_5, Z_2), (X_4, Y_5, Z_1), (X_3, Y_5, Z_5), (X_3, Y_5, Z_4),$ $(X_3, Y_5, Z_3), (X_3, Y_5, Z_2), (X_3, Y_5, Z_1), (X_2, Y_5, Z_5), (X_2, Y_5, Z_4), (X_2, Y_5, Z_3), (X_2, Y_5, Z_2),$ $(X_2, Y_5, Z_1), (X_1, Y_5, Z_5), (X_1, Y_5, Z_4), (X_1, Y_5, Z_3), (X_1, Y_5, Z_2), (X_1, Y_5, Z_1), (X_3, Y_4, Z_4),$ $(X_3, Y_4, Z_3), (X_3, Y_4, Z_2), (X_3, Y_4, Z_1), (X_3, Y_1, Z_4), (X_2, Y_4, Z_4), (X_2, Y_4, Z_3), (X_2, Y_4, Z_2),$ $(X_2, Y_4, Z_1), (X_1, Y_4, Z_4), (X_1, Y_4, Z_3), (X_1, Y_4, Z_2), (X_1, Y_4, Z_1), (X_2, Y_3, Z_3), (X_2, Y_3, Z_2),$ $(X_2, Y_3, Z_1), (X_1, Y_3, Z_3), (X_1, Y_3, Z_2), (X_1, Y_3, Z_1), (X_1, Y_2, Z_2), (X_1, Y_2, Z_1)$
城镇建设区 Town construction area	$(X_4, Y_4, Z_5), (X_3, Y_4, Z_5), (X_2, Y_4, Z_5), (X_1, Y_4, Z_5), (X_4, Y_3, Z_5), (X_3, Y_3, Z_5), (X_2, Y_3, Z_5), (X_1, Y_3, Z_5),$ $(X_4, Y_2, Z_5), (X_3, Y_2, Z_5), (X_2, Y_2, Z_5), (X_1, Y_2, Z_5), (X_4, Y_1, Z_5), (X_3, Y_1, Z_5), (X_2, Y_1, Z_5), (X_1, Y_1, Z_5),$ $(X_2, Y_1, Z_3), (X_1, Y_1, Z_5), (X_3, Y_3, Z_4), (X_2, Y_3, Z_4), (X_1, Y_3, Z_4), (X_3, Y_2, Z_4), (X_2, Y_2, Z_4), (X_1, Y_2, Z_4),$ $(X_1, Y_1, Z_4), (X_2, Y_2, Z_3), (X_1, Y_2, Z_3), (X_1, Y_1, Z_3), (X_1, Y_1, Z_2)$

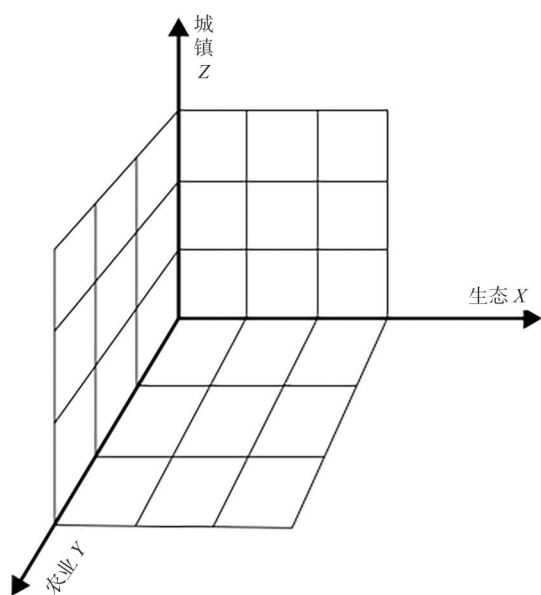


图2 三类空间对应“三维魔方”功能分区模型

Fig. 2 Three types of space correspond to the "three-dimensional Rubik's cube" functional partition model

3 结果与分析

3.1 生态保护重要性评价

水源涵养功能相对较好的区域,其地表径流量小,且植被覆盖和生态系统质量都较高。昌平区域内水源涵养功能极重要区和特重要区都集中在西部和北部地表覆盖为森林的山地与水库等水源处。昌平区背靠西和北面的高山林地,具有得天独厚的水源涵养林,对于改善地区水文条件、调整地区水分循环,以及保障南部平原区域的可饮用水源都起了重大影响。昌平水土保持功能重要性空间分布情况与王丽霞^[16]基于gis对昌平区的土壤保持评价结果基本一致。水土保持功能相对较高的区域在植被覆盖度高、坡度大的地方。西部和北部地表覆盖为森林的高山地区,是昌平当前和未来承担水土保持功能的极重要地区。昌平水土保持功能特重要的地区,散布在西部和北部山区森林周围的灌木丛和草甸中。一般地,防风固沙功能相对较好的地方是森林、灌丛、草原等植被覆盖度较好的生态系统,且大风天数较多、土壤砂粒含量高^[18]。通过昌平区气象站点插值数据发现,大风天数由东南向西北递减。昌平东南角的大风天数最多,是防风固沙功能的极重要区。植被覆盖度较高的西北部也是昌平区防风固沙功能极重要区和特重要区。昌平

区域内砂粒含量的差异并不明显,在西南角和东南角上土壤砂粒含量较少,故土壤砂粒含量对昌平区防风固沙功能的影响不大。综合集成评价空间结果表明,昌平西北地区的水源涵养作用、水土保持能力和防风固沙作用都是非常重要的,东南隅为防风固沙极重要区域,故生态系统服务功能极重要区主要分布在昌平区的西北部 and 东南角。

集成昌平水源涵养功能、水土保持功能、防风固沙功能和生态系统服务功能重要性得到生态保护重要性评价结果,如图3所示。结果表明昌平地区生态保护极重要区面积最大,约占全区56.83%,面积为763.50 km²,主要分布在西部和北面地表植被覆盖为森林的广泛山地极重要区主要有2类。昌平区的综合生态保护极重要区域划分呈现出如下特点:极重要区主要两类,一类分布在西部和北面地表植被覆盖为森林的广泛山地;另一类主要分布在昌平区的东南角城乡建设用地聚集区;特重要区除了分布在昌平区东侧,还集中分布于昌平区域的中部偏南的耕地区域;一般重要区和较重要区大多散布于山区—平川过渡地区,此区域建设用地较密集,受人为影响相对较大。总体来看,昌平区域通过良好的生态系统可以直接或间接为该区域居民贡献较大的服务和好处。

3.2 农业生产适宜性评价

在生态环境保护极重要区以外区域,开展昌平种植业等农业生产适宜程度评估。农业生产适宜性与区域水体资源和光热条件有关。昌平区农业耕作条件高适宜区面积为21.56 km²,占昌平区域总面积的1.60%。昌平西部和北部的大部分山地高程大于25.00°,不可种植农作物,为农业生产低适宜区。昌平东南角土壤粉砂含量较高,土壤侵蚀风险较大,不适宜种植业的发展,故昌平区的东南部也为农业生产低适宜区。昌平区域年均降雨量(2016—2020年,下同)都高于400.00 mm适合发展种植业,并且在土地利用为耕地的广泛区域内,年均降雨量在1 200.00~1 600.00 mm,是农业生产的最佳值。农作物在一定时空下的活动积温要求相对稳定,光热条件是保证农作物进行正常生理活动必须的自然环境资源。昌平处于暖温带大陆性季风气候区域,其多年平均气温大于10.00℃。昌平年平均活动积温分布规律基本由东南向西北递减,受地形地貌影响显著。昌平整体区域光热资源充沛,在耕地广泛分布的中心区域光热条件尤有利于农作物的

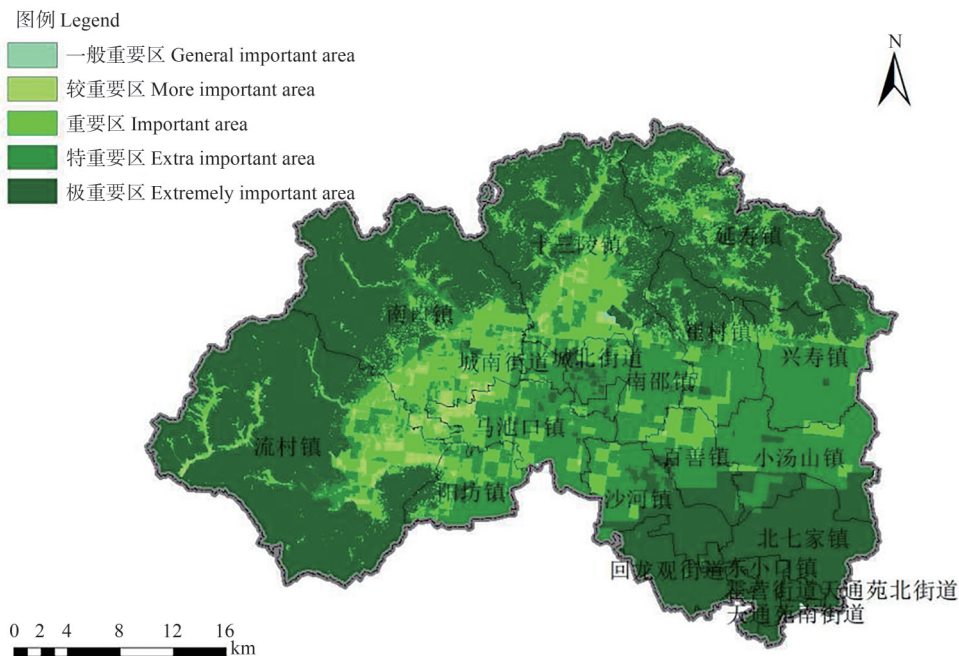


图 3 昌平区生态保护重要性评价结果

Fig. 3 Evaluation of the importance of ecological protection in Changping District

正常生理活动。种植业是气候变化最为敏感的行业之一,灾害性气候直接关系到农作物产出^[20]。根据气象站点的降水距平百分率插值结果显示昌平年降水量与同期平均状态的偏离程度由西北向东南方向递减,在山地与平原的交界地带带有较明显的分界线。昌平整域的降水距平百分率值差别不大,故昌平农业生产的干旱灾害地域性差异不明显,主要表现为季节性差异,有利于昌平区农业生产抵御干旱灾害的宏观调控。昌平区雨涝灾害、高温热害由西北向东南方向递减,山地森林降雨量高于平原地区、温度也低于平原地区。但昌平区的耕地主要分布在平原地带,故雨涝灾害和高温热害的特点与干旱灾害相似。

集成昌平农业耕作条件、供水条件、光热条件和气象灾害风险条件的评价结果,如图4所示。结果显示,昌平地区农业生产适宜区面积为27.05 km²,不适宜区的面积为211.58 km²,分别占昌平区域总面积比例为2.01%和15.75%。其中农业生产适宜区占昌平区域耕地总面积的61.49%。一般地,水丰度越大,地势越平坦,土壤的肥力越好,光热资源越丰足,气象灾害影响越小,其田片规模和连片水平越高,更有利于种植业的发展。昌平农业生产适宜区、较适宜区和一般适宜区主要紧密交错分布在

昌平平原中部,此范围是昌平区耕地广泛分布地。农业生产较不适宜区主要在地带和平原交界地带或者生态保护极重要区与其他地区的交界地带。而农业生产的不适宜区主要分布在农业耕作条件不适宜区。

3.3 城镇建设适宜性评价

在生态环境保护极重要区域以外区域,开展昌平区城镇建设适宜程度评估。城镇建设适宜性与区域优势度和城镇建设条件、供水条件有关。昌平区交通干线可达性评价结果显示,昌平区交通状况良好,以较高和中等可达性为主,交通干线高可达性主要分布在昌平与北京其他区县接壤的区域,一二级公路分布较密集,城际、城乡联系密切。中心城区可达性评价结果显示昌平中心城区可达性呈现出两极分化,中部为高可达性,其他地区主要为低可达性,体现出昌平区中心城区辐射带动作用受到生态保护和资源环境的限制^[21]。交通枢纽可达性评价结果也呈现出两极分化,中部为高可达性,其他地区主要为低可达性,交通枢纽高可达性主要分布在城镇建设集中区,呈现从昌平中部老城区向东南方向扩张的趋势,体现出昌平中心城镇的集聚效应明显。交通网络密度呈现出以昌平中心向外递减的圆环分布,主要集中在昌平中部和东南部城

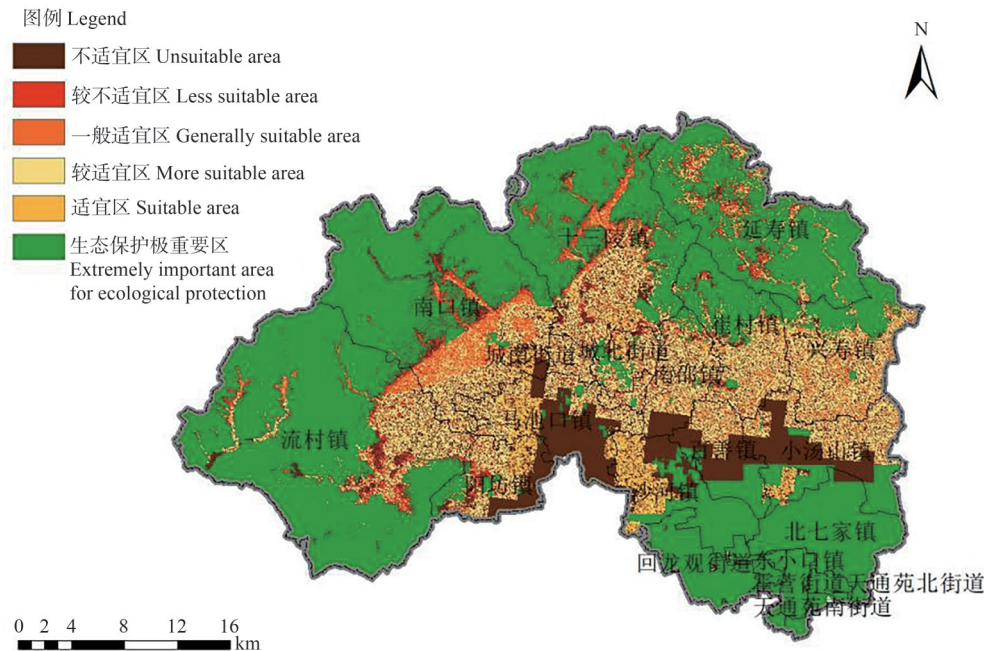


Fig. 4 Evaluation of agricultural production suitability in Changping District

镇建设集中区。综合以上区位优势度因子评价结果表明,昌平区区位优势度高的面积为227.77 km²,占昌平区总面积的16.95%。结合昌平区城镇建设发展实际情况发现,昌平土地利用为城镇建设的区域与高区位优势条件区基本吻合,主要集中在中部和东南部。但在高区位优势条件外围直接是较低区位优势条件,过渡性差,不利于城市的持续扩张和发展,应优化当前城镇建设的国土空间^[21]。

昌平区城镇建设地形条件适宜区面积为276.87 km²,占昌平区总面积的20.61%,主要集中在温榆河冲积的平原地区;不适宜区面积为564.87 km²,占昌平区总面积的42.04%。昌平全区城镇建设的地质灾害易发性以低易发区为主,高灾害易发区在十三陵附近,极高灾害易发区在地震断裂带附近,此断裂带分布在昌平中部平原,给城镇建设带来了一定的风险。昌平城镇建设供水条件交错分布,所占比例较均匀,但空间分布不均。昌平城镇建设供水条件差的面积为371.66 km²,占昌平区总面积的27.66%,分布在中部和东南部的城镇建设较集中区。

集成昌平区位优势度和城镇建设条件、供水条件的评价结果,如图5所示。结果显示,昌平城镇建设适宜区的面积为155.52 km²,占区域总面积的11.58%;不适宜区的面积为62.40 km²,占区域总面

积的4.64%,分布在生态保护空间与非生态保护空间的交界处。城镇建设适宜区占昌平城镇村及工矿用地面积的44.43%,城镇建设较适宜、一般适宜与适宜区的所占比例差不多,但对于整个昌平区域来说城镇建设国土空间面积较少,城镇建设供水条件不足,人地矛盾较突出。

3.4 三类空间功能分区

结合双评价结果与三维魔方对应关系,将昌平全域划分为了生态保护功能区、农业生产功能区和城镇建设功能区三类功能空间,如图6所示。结果显示,生态保护功能区、城镇建设功能区和农业生产功能区三类功能空间的面积依次是1 076.47、181.61和87.96 km²,分别占昌平国土空间范围的80.12%、13.52%和6.55%,以生态保护功能为主,其次是城镇建设,农业生产发展相对落后。

昌平生态保护功能区集中分布在西北部和东南部,主要是北部山地的森林和东南部以温榆河为主的绿楔组成了昌平生态保护的两岸屏障。昌平平原区绿色生态保护功能空间有较多耕地散布其中,公园等城市绿地景观建设穿插其中,较多社区、商圈和城市建设等开发用地以散点状分布在平原区和东南部的生态保护功能的绿地上,使生态保护功能区的空间格局破碎化。随着昌平区经济发展和人口密度的增加,人均绿地空间减少,昌平区生

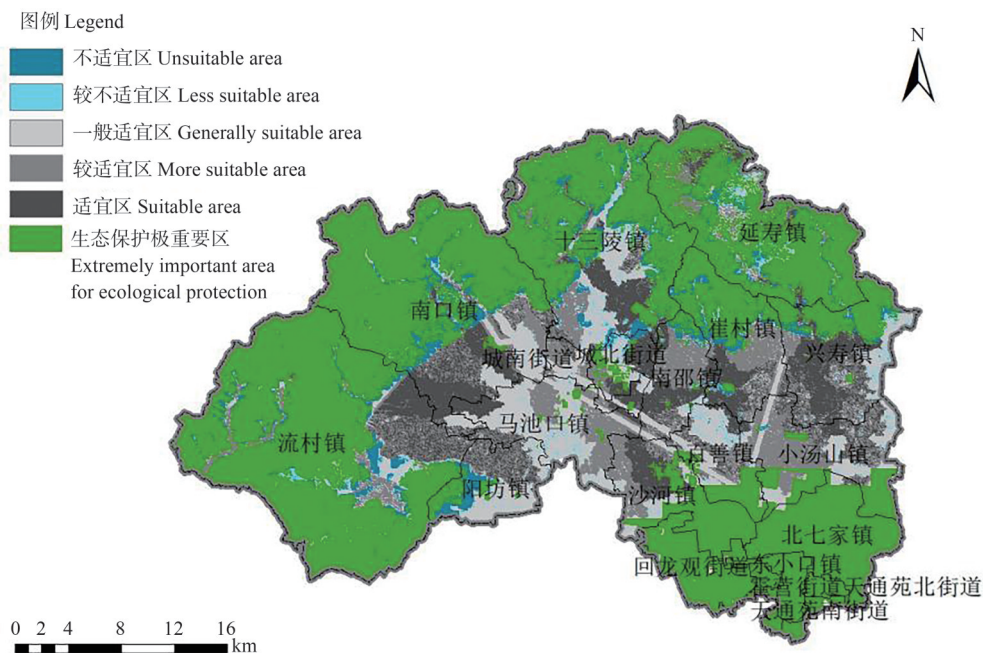


图 5 昌平区城镇建设适宜性评价结果

Fig. 5 Evaluation of urban construction suitability in Changping District

态保护空间的建设水平还无法满足生态保护功能区的建设与城市发展建设的发展程度相匹配的要求^[22]。昌平农业生产功能区集中分布在中心平原地带,较符合昌平区“山林环抱、田园为心”的自然地理特征。昌平虽然耕地面积不大,但仍然是北京重要农业生产区,是典型的都市型现代农业。昌平

城镇建设功能区主要分布在平原地区,集中分布在山地与平原的交界处与河流、水库分布的沿线。在昌平东南隅,三类功能空间的分区结果与实际发展情况有较大差异,主要是城镇化、工业化进程的不断推进过度开发自然资源、盲目扩张建设用地规模,导致土地供求关系紧张^[22]。

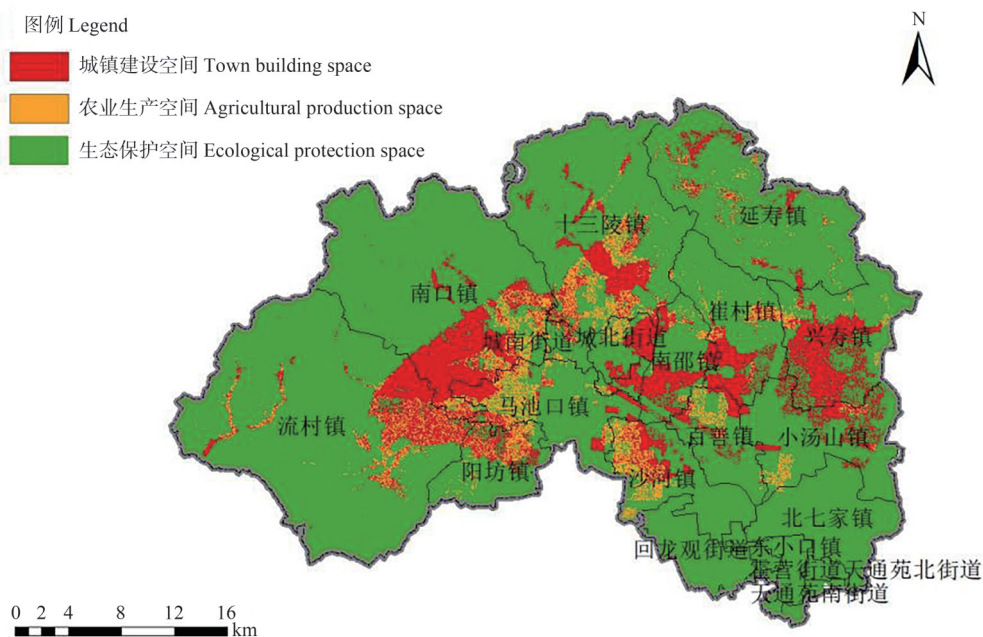


图 6 昌平区三类空间功能分区

Fig. 6 Three types of space functional partitions in Changping District

从镇域视角来分析,流村镇、南口镇、十三陵镇与延寿镇生态保护功能空间较多;南口镇、兴寿镇、流村镇城镇建设功能空间较多;十三陵镇、流村镇、南口镇、沙河镇等镇街农业生产功能空间较多,如

图7所示。三类空间分区在镇域分布极不均匀,除了各镇街自身面积范围有较大的差距之外,还与各镇街的区位优势、资源禀赋及社会经济发展现状等有较大关系^[23]。

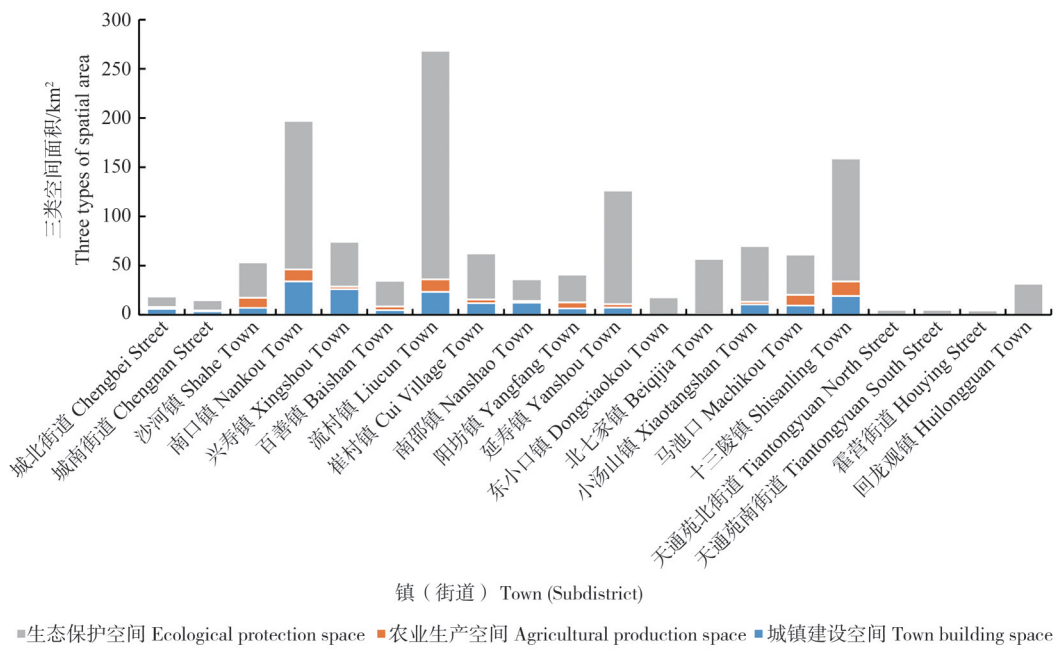


图7 昌平区国土空间综合功能分区和各乡镇面积统计结果

Fig. 7 Spatial comprehensive function zoning and statistics in Changping District

从镇域视角分析昌平生态保护功能分区可以看出,流村镇、南口镇、十三陵镇及延寿镇的生态保护功能空间较多。其中十三陵镇和南口镇都有众多历史文化遗址,例如世界文化遗产、中国国家5A级景区明十三陵以及虎峪等诸多著名风景景观;昌平区内最高的山峰位于流村镇西部的山区,流村镇植物繁盛、空气清新,有昌平“小西藏”之称;延寿镇有着丰富自然生态旅游资源,地处燕山山脉,水资源充足、气候温润、自然资源丰富,植被覆盖率达90%有余;在百善镇打造的“将军林”、“青年林”等四大自然片林,共同构建了“天蓝、地绿、水清、景美”的小平川绿化生态建设网格^[15]。位于昌平东南隅的东小口镇、回龙观街道、天通苑南、北街道和霍营街道全镇域为生态保护功能空间,此区域不仅是昌平远山区的平原地带,还是紧邻北京其他市区的联动地带,故此区域城镇化发展的趋势不会减缓,需通过优化空间布局、强化人口管控等手段推进该区域提质减量发展。

从镇域视角分析昌平农业生产功能分区可以看

出,十三陵、马池口、流村、南口镇的农业生产功能空间面积较大。北京市的现代农业主要分为以生态农业、科技农业等形式满足城市对农作物产品实际需求的产品型和以旅游农业、休闲田园农业等形式满足人们对乡村文化的精神需求的服务型两种。昌平以“强二优三精二”为农业生产发展思路,充分发挥本地资源和特色品牌化优势,形成了以“一花(百合花)三果(苹果、柿子和草莓)”为主导的产业群。都市型农业区的优势在位于北京市外围的昌平区有着明显的积极作用^[15]。昌平区有百里半山前暖带的特殊自然地质条件,孕育着优越的林业和果木栽培环境,故昌平的柿子、苹果和草莓等农产品都成为了代表引领“昌平红”。昌平是我国最早引进红富士苹果的地区其中之一,也是北京市唯一被称为“国家级苹果标准化示范区”的地区,地处半山区的崔村镇就被誉为“京郊苹果第一镇”,兴寿、南口、十三陵等镇街也是昌平“三果”主导产业主要支撑地。同时积极推行提质增效的农业产业工程,形成了属于昌平的农产品的品牌,例如“昌平苹果”、“昌平草莓”的国家地

理标志保护认证。昌平利用宣传媒体带动优势,加速农业扩大升级,逐渐朝着休闲、观光、旅游等方面发展,为广大农民增加了众多的就业机会,同时带动村民创业致富的积极性^[15]。

从镇域视角分析昌平城镇建设功能分区可以看出,南口、流村、崔村、兴寿还有南邵等镇街的城镇建设功能空间面积较大,但与镇街本身面积数量有关,与城镇发展的繁荣程度无关。根据昌平实际情况来看,流村镇、阳坊镇、南口镇、马池口镇的交界区域,城镇建设空间和农业生产空间交错紧密分布,人口在耕地附近聚集进行农业生产,体现出昌平都市型农业较发达。昌平作为北京市推进规划发展的新区之一,正处于城市建设优化转型时期,故昌平的建设用地尤其是集体开发用地呈现出更复杂多样的特点。从“十二五”到“十四五”期间,昌平从“两轴两带、三城多点”的总体空间布局建设成更具化的以“一轴(中轴线北延长线)一带(北部山

区生态文化带)一廊(协同创新发展走廊)、两城(未来科学城、昌平新城)一区(回龙观、天通苑地区)多点(7个镇中心点)”的区域空间布局^[15]。

3.5 基于双评价的国土空间功能分区

基于昌平地区实际资源基础和城市开发规模,根据《昌平分区规划(国土空间规划)(2017年—2035年)》的要求和愿景,并参考已有的区划成果,应用双评价结果构建“生态、农业和城镇建设”三类空间开发格局。同时通过分析各镇街的自然资源禀赋、经济发展现状和特色产业定位等实际情况,据此明确各镇街乡村建设的发展模式和方向,如图8所示。在三类空间功能分区基础上,结合昌平区域地表覆盖现状、自然资源状况以及人文经济等要素,开展昌平国土空间综合功能分区研究,分为四类,包括中心集约提质区、科教文娱引领区、文旅康养涵养区和城乡腹地承载区^[23-25]。

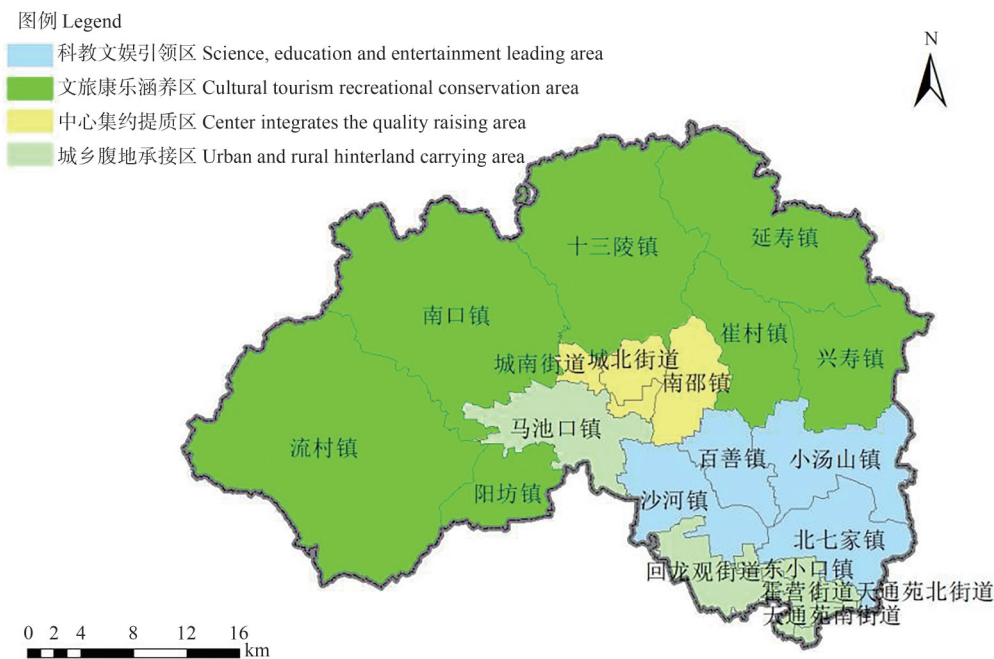


图8 昌平区国土空间综合功能分区结果

Fig. 8 Spatial comprehensive function zoning in Changping District

中心集约提质区,是昌平区政治、经济和文化生活的中心地带,主要包括城北街道、城南街和南邵镇,面积范围是69.35 km²,占全区总面积5.16%。城北街道2022年的财政收入占昌平该年财政收入的1/3左右;城南街道是昌平新城的核心功能区,有北京中关村科技园区昌平园等高科技产业,以及

乐多港假日商场等大型综合商业体及其相关服务设施;南邵镇作为昌平新城新东区,交通等基础设施全新建设。中心集约提质区作为昌平区政治、经济、文化的中心,基础设施完善、经济发展水平高、交通物流便利,聚集了昌平的政治、金融、基础服务设施、商贸等现代服务业,应进一步增强都市服务中心区的

现代服务产业的集聚效应,使其成为带动昌平全区经济发展的重要增长极。还需贯彻集约使用土地的基本原则,充分发挥资源禀赋带来的经济效益的同时也要降低城镇化对生态环境的破坏,以突出新城区为建设发展中心、兼顾地区生态环境共同发展。

科教文娱引领区集科教、文化、娱乐为一体,主要承担昌平科技创新和康体休闲娱乐两项功能,主要包括百善镇、北七家镇、沙河镇和小汤山镇,面积范围是214.46 km²,所占比例15.96%。科教文娱引领区应突出旅游观光休闲特点,进一步完善其发展成为北京近郊旅游城市的公共服务中心,并建立完备的游客引导、集散、服务基础设施体系。此区域地处昌平旧城片区与东部新区片区之间的东沙河二侧的各街镇,可围绕东沙河水库和温榆河湿地,结合历史文化建设主题,建立大量的城市型旅游服务设施,发展成集综合型的休闲旅游、国际会议展览、疗养度假等文化旅游产品 and 健康产业,并构成昌平区东南部的重点文化旅游综合服务中心。以沙河高教园区融入北京未来科学城群为契机,进一步推进区域科研创新中心承载能力建设,积极引导高校、科研单位等创新资源的集聚,促进产学研用融为一体,逐步提高区域科教影响力。

文旅康乐涵养区,是昌平西北部观光旅游度假区的集合,主要包括阳坊镇、流村镇、南口镇、十三陵镇、延寿镇、崔村镇、兴寿镇,面积范围是928.07 km²,所占比例69.08%,超过昌平总面积的1/2。文旅康乐涵养区,作为整个北京西北部重要生态环境保育区和首都生态治理修复建设的协作区,应坚持生态优先、绿色发展的基本规划政策^[9],加强此分区的自然保护、生态建设和自然资源恢复的措施。南口镇以生态保护、旧镇址改建为重点,努力构建万里长城文化集农业、工业、科研于一体的新镇街;流村镇以人文旅游、生态休闲为主,因山就势保护生态型的原生村庄,进一步加强对部分城镇建设中地质灾害易发区的居民点的公共服务和基础设施建设,努力打造成为昌平区西部绿色经济建设文旅示范镇;十三陵镇需根据世界文化遗产保护需要,进一步加大文物保护力量,有序引导核心保护区内的传统村落迁出,逐步优化核心保护区内外围村落的空间布局,以明文化建设为主体、以万里长城文化宣传为补充、以产业发展文化旅游为载体提升乡镇配套服务功能,优化区域经济空间结构,努力建设成为国

际文化旅游名镇;延寿镇须整治山区村镇与自然环境相互融合的总体格局,完善配套设施建设,打造生态化康养镇;崔村镇须完善山水村林田路等相互和谐的郊野村庄建设,引导农民建立田园综合体,丰富农村生产经营结构,整合城乡资源建设打造农业智慧乡镇;阳坊镇有特殊的军事战略空间,故需充分协调在城镇发展和生态保护过程中的军地关系,在进一步优化城镇空间的同时打造以军事教育为主题的文化旅游^[25]。

城乡腹地地区,是对内承载城市新功能成长、对外承接市一区一镇联动的战略场所,面积范围是124.80 km²,所占比例9.29%,主要包括东小口镇、回龙观镇、霍营街道、马池口镇、天通苑北街道和天通苑南街道,其中马池口镇位于昌平南部,其余4个镇街位于昌平东南隅。城乡腹地承载区主要集中于昌平区的东南部,与北京市朝阳区、海淀区和顺义区接壤。马池口镇对外是昌平区与海淀区直接接壤的乡镇,对内是连接生态文化旅游区、都市服务中心区和科教文娱产业区的桥梁。其余4个位于东南隅的镇街主要在昌平地区的生态保护区内,由于城镇化进程加快、人口密度增大,导致此处人地矛盾较突出。该分区与朝阳区、海淀区和顺义区接壤,地理位置优越,开发自然资源和扩张建设用地规模的需求受到昌平区内部和外部其他北京区县的影响较大,应发挥市场对资源配置的重要影响。城乡腹地承载区的生态环境保护空间与地表覆盖为建设用地和耕地的国土空间现状存在冲突,所以要进一步推进疏解与整治促改善专项行动,大力腾退非法占用和低效产业的土地,并进行人口控制与社会综合治理。城乡腹地承载区是昌平与北京市其他区县之间联系的重要桥梁,是支持昌平实现“十四五”规划的重要保障,所以该区域开发的重心也将与昌平区行政开发管理职能重点保持一致,并以此促进昌平地区与北京市其他区县以及昌平内部各乡镇街的城乡区域、经济社会与资源环境协调发展。

4 讨论与结论

4.1 讨论

首都城市“四个中心”的战略定位,并不只局限于北京市中央地区,而作为北京市战略腹地的广阔京郊大地,也承载了体现首都城市战略定位的职责与使命。本研究按照乡村振兴战略总要求以及首

都城市战略定位就大都市农业区北京昌平,在昌平区全域三类空间功能分区结果的基础上,分析其各乡镇街道的自然资源禀赋、经济发展现状和特色产业定位等实际情况,据此明确各镇街的国土空间综合功能分区结果,有利于统筹县域乡镇发展与乡村规划建设,科学合理定位县级乡镇职能,注重提高县城行政、经济、社会和人文等方面综合公共服务实力,将乡镇打造成服务于农村的区域中枢。

本研究虽对昌平区进行了资源环境承载能力和国土空间开发适宜性全流程评价,但命题涉及的范围仍较宽泛,存在较多不足之处。双评价的数据获取难度大,尤其是较高精度的数据,于是本研究删减了部分评价因子或用其他指标代替。例如,未获得生物多样性评价数据,便未在生态系统服务功能重要性评价中考虑此项。例如城镇建设灾害危险性的相关矢量数据难以获得并且按照双评价指南中的相关操作难以实现,于是采用对国家专业机构公布的相关成果图矢量化方法展开后续操作。“双评价”是为了获得一种相对关系,故以上操作步骤虽对最终结果存在影响但影响较小。双评价结合研究区的实际发展要求选取指标体系的过程中,存在差异化评价与评价的完整性之间的矛盾。平衡如何运用完整的指标体系对研究区全域形成较全面的评价认识与因地制宜选取指标体系避免评价过程过于繁琐之间的关系,需要通过深化创新双评价方法形成更成熟的理论。本研究对国土空间综合分区所选取的数据均属于静态变量,即基于现状提出发展模式建议,而没有足够考虑土地利用变化对国土空间分区的影响。在今后的研究中,须建立相应的动态模型,以期使得振兴发展模式更加科学有效。

4.2 结论

本研究以全面推进乡村振兴为契机,基于“双评价”方法的理论体系与技术路线的研究进展,得出了昌平区资源环境承载能力与国土空间开发适宜性的单项和综合集成评价结论。通过对昌平区自然资源、国土资源、生态环境、灾害、气象、区位等单项因子评价,可以全面掌握昌平区国土空间的开发潜力及风险;通过在生态保护、农业生产、城镇建设三个维度构建三维立体魔方,更直观地得到昌平区三类空间功能分区结果,由此形成高效有序的国土空间开发利用格局和国土空间综合功能分区。主要结论如下:

1)昌平区是北京市重要的生态保护区,对北京市生态环境起着重要作用。昌平区生态保护极重要区占昌平总面积56.83%,主要分布在西部和北面地表植被覆盖为森林的广泛山地;昌平区农业生产适宜区面积较少,占全区面积2.01%,农业生产适宜区紧密交错分布在昌平平原中部;昌平城镇建设适宜区占全区总面积11.58%,占昌平区域城镇村及工矿用地面积44.43%,人地矛盾较突出。

2)昌平三类功能分区以生态保护功能为主,生态保护功能区面积最大,是城镇建设功能区的6倍多、是农业生产功能区的12倍左右,占全区面积80.12%,主要分布在昌平区西北部和东南部,流村镇、南口镇、十三陵镇及延寿镇生态保护功能区面积较广;农业生产功能区集中在中心平原地带,十三陵镇、流村镇、南口镇、沙河镇等镇街农业生产功能空间较多,符合昌平区“山林环抱、田园为心”的自然地理特征,是典型的都市型现代农业;昌平城镇建设用地集中于山地与平原的交界地带和河流、水库分布沿线,南口镇、兴寿镇、流村镇的城镇建设功能空间较多,由于城镇化、工业化进程不断推进存在过度开发自然资源以及盲目扩张建设用地规模的现象,土地供求关系紧张。

3)从昌平国土空间综合功能分区来看,中心集约提质区是昌平区政治、经济和文化生活的中心地带,主要包括城北街道、城南街和南邵镇;科教文娱引领区集科教、文化、娱乐为一体主要承担昌平科技创新和康体休闲娱乐2项功能,主要包括百善镇、北七家镇、沙河镇和小汤山镇;文旅康乐涵养是昌平西北部观光旅游度假区的集合,主要包括阳坊镇、流村镇、南口镇、十三陵镇、延寿镇、崔村镇、兴寿镇;城乡腹地是对内承载城市新功能成长、对外承接市一区一镇联动的战略场所,主要包括东小口镇、回龙观镇、霍营街道、马池口镇、天通苑北街道和天通苑南街道。

参考文献 References

- [1] 习近平. 高举中国特色社会主义伟大旗帜为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗: 在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告[R]. 北京: 国家主席, 2022
- Xi J P. Holding High the Great Banner of Socialism with Chinese Characteristics and Uniting and Struggling for the Comprehensive Construction of a Modern Socialist Country: Report at the 20th National Congress of the Communist Party of China[R]. Beijing: President, 2022

- [2] 国务院. 中共中央国务院印发《乡村振兴战略规划(2018—2022年)》[DB/OL]. [2023-05-26]. https://www.gov.cn/zhengce/2018-09/26/content_5325534.htm
State Council. The CPC Central Committee and the State Council issued the Rural Revitalization Strategic Plan(2018-2022)[DB/OL]. [2023-05-26]. https://www.gov.cn/zhengce/2018-09/26/content_5325534.htm (in Chinese)
- [3] 逯连静, 陈国荣, 徐琳君, 马佳. 大都市农业区不同类型村庄的乡村振兴路径研究: 以上海市金山区为例[J]. 江苏农业科学, 2021, 49(13): 7-12
Lu L J, Chen G R, Xu L J, Ma J. Study on rural revitalization path of different types of villages in metropolitan agricultural area: Taking Jinshan district of Shanghai as an example [J]. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 2021, 49(13): 7-12 (in Chinese)
- [4] 樊杰. 国土空间规划的“双评价”: 理论与方法[R]. 北京: 中国城市规划, 2019
Fan J. “Double Evaluation” of Territorial Spatial Planning: Theory and Methodology[R]. Beijing: Urban Planning in China, 2019
- [5] 刘珺. “双评价”优化模型在城镇圈国土空间规划中的实践探索: 以上海市崇明区西沙城镇圈为例[J]. 上海城市规划, 2023(3): 62-70
Liu J. The application of an optimized “dual evaluation” model in national territory spatial planning of town clusters: A case study of Xisha area in Chongming District of Shanghai[J]. *Shanghai Urban Planning Review*, 2023(3): 62-70 (in Chinese)
- [6] 刘秀霞, 董林玥, 马士萌, 王素芬. 基于“双评价”的科尔沁地区三生空间划定[J]. 中国农业大学学报, 2022, 27(9): 213-225
Liu X X, Dong L Y, Ma S M, Wang S F. Delineation of production-living-ecological space in Horqin region based on “double evaluation”[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2022, 27(9): 213-225 (in Chinese)
- [7] 付梦娣, 李晨旭, 刘伟玮, 冯朝阳, 马凌, 朱彦鹏. 黔西南喀斯特地区国土空间规划“双评价”技术与实践: 以义龙新区为例[J]. 环境科学研究, 2021, 34(3): 678-686
Fu M D, Li C X, Liu W W, Feng C Y, Ma L, Zhu Y P. Application of parallel evaluation technology in territorial spatial planning in Karst area of southwestern Guizhou Province: A case study of Yilong District, China [J]. *Research of Environmental Sciences*, 2021, 34(3): 678-686 (in Chinese)
- [8] 徐雯雯, 宁晓刚, 王浩, 孟静. 基于GIS的城镇、农业、生态空间分区与国土开发风险识别: 以陕西省南泥湾景区为例[J]. 地域研究与开发, 2021, 40(3): 127-132, 139
Xu W W, Ning X G, Wang H, Meng J. Research on spatial partition of ecological-urban-agricultural land and risk analysis of land development: A case study of Nanniwan area in Shaanxi Province [J]. *Areal Research and Development*, 2021, 40(3): 127-132, 139 (in Chinese)
- [9] 刘仙桃, 郑新奇, 李道兵. 基于Voronoi图的农村居民点空间分布特征及其影响因素研究: 以北京市昌平区为例[J]. 生态与农村环境学报, 2009, 25(2): 30-33, 93
Liu X T, Zheng X Q, Li D B. Voronoi diagram-based research on spatial distribution characteristics of rural settlements and its affecting factors: A case study of Changping District, Beijing [J]. *Journal of Ecology and Rural Environment*, 2009, 25(2): 30-33, 93 (in Chinese)
- [10] 汤永辉. 基于主体功能区划的县域土地利用综合分区研究[D]. 南昌: 江西农业大学, 2017
Tang Y H. Study on comprehensive zoning of County land use based on main function zoning [D]. Nanchang: Jiangxi Agricultural University, 2017 (in Chinese)
- [11] 贺艳华, 谭惠敏, 康富美. 大都市边缘区城乡融合发展模式及效应评价: 以长沙市望城区为例[J]. 经济地理, 2022, 42(5): 156-164
He Y H, Tan H M, Kang F M. Development model and effect evaluation of urban-rural integrated in metropolitan fringe areas: A case study of Wangcheng District [J]. *Economic Geography*, 2022, 42(5): 156-164 (in Chinese)
- [12] 周晓娟. 资源紧约束背景下超大城市乡村振兴战略和规划策略的思考: 以上海为例[J]. 上海城市规划, 2018(6): 22-29
Zhou X J. Research on rural revitalization strategy and planning measure in megacities under the stringent resource constraints: A case study of Shanghai [J]. *Shanghai Urban Planning Review*, 2018(6): 22-29 (in Chinese)
- [13] 林柳琳, 吴兆春. 乡村振兴战略背景下特大城市推进农村一二三产业融合发展路径研究: 以广州市为例[J]. 广东省社会主义学院学报, 2019(4): 92-96
Lin L L, Wu Z C. Research on the development path of megacities promoting the integration of rural primary, secondary and tertiary industries under the background of rural revitalization strategy: Taking Guangzhou as an example [J]. *Journal of Guangdong Institute of Socialism*, 2019(4): 92-96 (in Chinese)
- [14] 昌平区政府. 《昌平分区规划(国土空间规划)(2017年—2035年)》成果予以公布[DB/OL]. [2023-05-26]. <http://www.bjchp.gov.cn/cpqzf/xxgk2671/tzgg30/zwgg/5032912/index.html>
Changping District Government. The results of the Changping Zoning Plan (Land and Spatial Planning (2017-2035) were announced[DB/OL]. [2023-05-26]. <http://www.bjchp.gov.cn/cpqzf/xxgk2671/tzgg30/zwgg/5032912/index.html> (in Chinese)
- [15] 自然资源部. 自然资源部办公厅关于印发《资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价指南(试行)》的函[DB/OL]. [2023-05-26]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-01/22/content_5471523.htm
Department of Natural Resources. The General Office of the Ministry of Natural Resources issued the “Evaluation of the carrying capacity of resources and environment and the suitability of land space development Price Guide (Trial)” [DB/OL]. [2023-05-26]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-01/22/content_5471523.htm (in Chinese)
- [16] 王丽霞, 邹长新, 王燕, 林乃峰, 吴丹, 姜宏, 徐德琳. 基于GIS识别生态保护红线边界的方法: 以北京市昌平区为例[J]. 生态学报, 2017, 37(18): 6176-6185
Wang L X, Zou C X, Wang Y, Lin N F, Wu D, Jiang H, Xu D L. Methods to identify the boundary of ecological protection red line regions using GIS: A case study in Changping, Beijing [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2017, 37(18): 6176-6185 (in Chinese)
- [17] 王万忠, 焦菊英. 中国的土壤侵蚀因子定量评价研究[J]. 水土保持通报, 1996(5): 1-20
Wang W Z, Jiao J Y. Quantitative evaluation on factors influencing soil erosion in China [J]. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 1996(5): 1-20 (in Chinese)
- [18] 颜磊, 许学工, 谢正磊, 李海龙. 北京市域生态敏感性综合评价[J]. 生态学报, 2009, 29(6): 3117-3125
Yan L, Xu X G, Xie Z L, Li H L. Integrated assessment on ecological sensitivity for Beijing [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(6): 3117-3125 (in Chinese)
- [19] 马宇然. 乡村振兴战略背景下都市型现代农业的可持续发展研究: 以北京市昌平区为例[J]. 科技和产业, 2020, 20(4): 125-128
Ma Y R. Sustainable development of urban modern agriculture under the background of rural revitalization strategy: A case study of Changping District [J]. *Science Technology and Industry*, 2020, 20(4): 125-128 (in Chinese)

- Chinese)
- [20] 肖锐,蒋旭晨,张鹏林.城市群开发边界探究:以上海杭州湾城市群为例[J/OL]. 武汉大学学报(信息科学版),2023,56(7):807-816
- Xiao R, Jiang X C, Zhang P L. Study on the boundary of urban agglomeration development: A case study of Shanghai-Hangzhou Bay urban agglomeration [J/OL]. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*, 2023, 56(7): 807-816 (in Chinese)
- [21] 方一舒,艾东,邢丹妮,祖健,梁秋月.生态文明背景下“双评价”的国土空间优化与应用:以云南省为例[J]. 城市发展研究, 2021, 28(8): 33-40
- Fang Y S, Ai D, Xing D N, Zu J, Liang Q Y. Research on space optimization and application of “double evaluation” under the background of ecological civilization: A case study of Yunnan Province [J]. *Urban Development Studies*, 2021, 28(8): 33-40 (in Chinese)
- [22] 张孝存,折小龙. 陕南县域乡村发展类型及乡村性评价[J]. 江西农业学报, 2019, 31(12): 127-134
- Zhang X C, Zhe X L. Assessment of rural development types and their rurality in southern counties of Shaanxi Province [J]. *Acta Agriculturae Jiangxi*, 2019, 31(12): 127-134 (in Chinese)
- [23] 乔陆印. 乡村振兴村庄类型识别与振兴策略研究:以山西省长子县为例[J]. 地理科学进展, 2019, 38(9): 1340-1348
- Qiao L Y. Village type identification and rural revitalization strategy: A case study of Zhangzi County of Shanxi Province [J]. *Progress in Geography*, 2019, 38(9): 1340-1348 (in Chinese)
- [24] 刘晓玲,陈永金,秦雨欣,贾一灿,揭丽云. 山东省聊城市乡村发展类型分析[J]. 贵州农业科学, 2019, 47(11): 160-167
- Liu X L, Chen Y J, Qin Y X, Jia Y C, Jie L Y. Analysis on rural development types in Liaocheng City of Shandong Province [J]. *Guizhou Agricultural Sciences*, 2019, 47(11): 160-167 (in Chinese)
- [25] 张信得,张云彬,陈浩. 乡村振兴背景下旅游资源型特色小镇发展路径研究:以巢湖半汤温泉小镇为例[J]. 江苏农业学报, 2020, 36(1): 219-226
- Zhang X D, Zhang Y B, Chen H. Research on the development path of resource-based towns under the background of rural revitalization: Taking Chaohu Bantang Hot Spring town as an example [J]. *Jiangsu Journal of Agricultural Sciences*, 2020, 36(1): 219-226 (in Chinese)

责任编辑:杨爱东



第一作者简介:王丽霞,硕士研究生,现就读于北京林业大学,学士毕业于北京林业大学。本科期间获得专业二等奖学金和新科鹏举奖学金。先后参加国家自然科学基金项目:青藏高原东缘生态过渡带不同模式植被恢复过程对土壤水分影响的多尺度效应研究和国家自然科学基金项目:基于生态系统服务存量与增量的生态补偿标准估算研究——以环京津贫困带为例。参加地方政府委托项目:荒浦城县生态银行总结提升项目——农地资产评价及生态系统服务价值核算和国家级大学生创新创业训练计划项目:雄安新区白洋淀湿地冷岛效应研究。研究方向为3S技术在资源环境、人地关系中的应用。对生态文明建设与乡村振兴有浓厚兴趣。



通讯作者简介:姜群,女,北京林业大学,教授,博士生导师。主要从事生态环境遥感、3S技术在资源环境中应用、大数据建模等方面的研究。主持承担了国家科技部川藏铁路专项、国家水体污染控制与治理科技重大专项、国家自然科学基金面上项目、国家重点研发、中科院先导项目、国家自然科学基金委重大专项等10余项国家级课题;发表论文100余篇,SCI论文50余篇,出版专著3部,编写北京市地方标准2项;获得国土资源部科技二等奖1项,中国水土保持学会科技一等奖1项,中国水土保持学会优秀设计奖1项等荣誉。