

# 近30年黄河下游城市后备可利用土地资源 时空演变分析 —以济南市为例

黄志蕾, 朱纹君, 齐善忠

(山东师范大学 地理与环境学院, 济南 250358)

**摘 要:**黄河流域是生态保护与高质量发展战略的实行区域,评价可利用土地资源对黄河流域国土空间规划和高质量发展具有重要意义。该研究基于1990—2020年遥感影像数据,提取土地利用、DEM、坡度信息,运用后备可利用土地资源评价法,以济南市为例,探讨了近30年后备可利用土地资源时空演变趋势,分析了不同地域下后备土地利用资源用途的地域导向。结果表明:(1)济南市后备适宜建设用地面积为 $292.48\text{ km}^2$ ,主要分布在济南市的南部地区,面积呈下降趋势;其中,历城区和长清区后备建设用地潜力最高,天桥区、历城区、市中区后备建设用地面积变化显著,分别为 $13.97\text{ km}^2$ ,  $-13.84\text{ km}^2$ ,  $-9.66\text{ km}^2$ 。(2)济南市后备耕地潜力较大( $360.67\text{ km}^2$ ),空间分布格局与后备建设用地相似,其变化幅度依次为历城区、天桥区、市中区、长清区、槐荫区、历下区,其中历城区和长清区后备耕地潜力最高。(3)基于两类用地的重叠性与差异性,结合济南市的社会经济发展情况和自然环境条件状况进行分析,研究表明济南市天桥区南部、长清区与槐荫区北部衔接地带、市中区、历下区的后备土地资源可转化为建设用地。历城区中南部、长清区中部和东南地区的后备土地资源未来可转化为新增耕地。

**关键词:**后备可利用土地资源;后备适宜建设用地;后备适宜耕地;济南市

**中图分类号:**F301.2

**文献标识码:**A

**文章编号:**1005-3409(2022)05-0276-07

## Spatiotemporal Evolution of Urban Reserve Available Land Resources of the Yellow River Downstream in the Past 30 Years —A Case Study of Jinan City

HUANG Zhilei, ZHU Wenjun, QI Shanzhong

(College of Geography and Environment, Shandong Normal University, Jinan 250358, China)

**Abstract:** The Yellow River Basin is the implementation area of ecological protection and high-quality development strategy. The evaluation of available land resources is of great significance to the territorial and spatial planning and high-quality development in the Yellow River Basin. Based on the remote sensing data from 1990 to 2020 extracting land use data, DEM and slope information, using reserve available land resource evaluation method, exploring the temporal and spatial evolution trend of reserve available land resources along the Yellow River in Jinan City during the past 30 years, analyzing the regional orientation of the use of reserve land resources in different regions. The results indicate that: (1) the reserve suitable construction land area in Jinan City was  $292.48\text{ km}^2$  and was decreasing and mostly in the southern part of the study area, among which Licheng District and Changqing District had the highest reserve construction land potential, and the area of reserved construction land in Tianqiao, Licheng, and Shizhong Districts had significantly changed, the area change was  $13.97\text{ km}^2$ ,  $-13.84\text{ km}^2$ ,  $-9.66\text{ km}^2$ , respectively; (2) Jinan City had the large potential of reserved cultivated land ( $360.67\text{ km}^2$ ), and the spatial distribution pattern was similar

收稿日期:2021-07-27

修回日期:2021-08-14

资助项目:山东省社会科学规划重大委托项目“黄河三角洲生态保护研究”(20AWTJ07)

第一作者:黄志蕾(1996—),女,山东潍坊人,硕士研究生,主要研究水土资源利用与生态修复。E-mail:1208530817@qq.com

通信作者:齐善忠(1972—),男,山东章丘人,教授,博士生导师,主要从事环境灾害与土地利用变化及资源管理研究。E-mail:shzhqi@sdu.edu.cn

to the reserved construction land; the changing magnitude decreased in the order: Licheng, Tianqiao, Shizhong, Changqing, Huaiyin, and Lixia Districts, among which Licheng and Changqing Districts had the highest reserve cultivated land potential; (3) based on the overlap and differences of the two types of land, and regional socio-economic development and natural environmental conditions, it can be seen that the reserve land resources in the southern Tianqiao District, Changqing District and northern Huaiyin District, Shizhong District, and Lixia District of Jinan City can be converted into construction land, and the reserve land resources in the central and southern parts of Licheng District and the central and southeastern parts of Changqing District can be converted into new cultivated land.

**Keywords:** reserve available land resources; reserve available construction land; reserve available cultivated land; Jinan City

黄河流域是我国重要的生态屏障,在新时代的发展要求下,黄河流域高质量发展建设与生态修复已成为众多学者关注的热点话题<sup>[1]</sup>。20 世纪 50 年代以来,改革开放极大促进了中国生产力的解放。在快速城镇化发展的推动下,城镇用地的扩张导致土地资源等自然资源开发速率显著提升,使土地资源与人类社会间的矛盾日益强烈<sup>[2-3]</sup>。党的“十八大”报告明确指出我国要健全国土空间开发、资源节约、生态环境保护的体制机制,推动形成人与自然和谐发展的现代化建设新格局。这就要求在满足未来经济发展对土地利用需求的同时,需适量开发剩余可利用土地资源。因此,关注后备可利用土地资源现状,明确其地域用途导向,对城市经济发展和生态环境安全有重要意义<sup>[4-5]</sup>。

土地利用评价始于 20 世纪 30 年代美、英、德等西方国家<sup>[6-7]</sup>。大多数国外学者将土地生产力与土地利用的生态效应作为评价指标对土地利用的合理性进行评价<sup>[8-9]</sup>。但在指标选取上争议较多,例如在评价农业生态系统时,经济指标难以确定<sup>[10]</sup>。由于西方国家社会性质以及等级制度,地权等社会经济因素<sup>[11]</sup>在土地利用评价时成为重要参考。更有国外学者认为各级地权所有者的综合参与式评价,才可能找到有效的地方土地持续利用解决方案<sup>[12]</sup>。随着社会经济的发展,土地资源的开发利用活动已接近饱和<sup>[13-14]</sup>。为了谋求进一步的发展,仍需对剩余土地资源开发利用。后备土地利用资源是指一个地区潜在或剩余的可用于新增耕地或建设用地的土地,通常可用于评价一个地区的土地资源对未来农业发展或人口聚集、工业化以及城镇化的承载力<sup>[15-16]</sup>。土地利用资源评价指标体系较为复杂。鉴于此,徐勇等<sup>[17]</sup>结合地形、地貌条件、土壤性质等多个要素系统地提出了后备适宜建设用地潜力评价方法,计算了 2008 年中国后备适宜建设用地面积,对其空间分布格局进行分析。周艺等<sup>[18]</sup>基于此方法对我国丝绸之路经济带后备可利用水土资源进行评价,分析其空间分布格局

特征,指出该区域后备可利用水土资源匮乏以及空间分布不匹配的现状。

济南市是山东省的省会城市,同时也是黄河下游最大的工业城市之一。定量评价土地资源对济南市城市经济高质量发展与土地规划有重要意义。刘金勇等<sup>[19]</sup>应用土地利用转移矩阵法,评估了济南市土地利用/覆被变化情况及其生态系统服务价值,认为土地资源开发利用现状仍需调整。王恩等<sup>[20]</sup>指出经济发展状况与当地收入水平是济南市土地利用变化的最主要驱动力。总之,已有研究为济南市合理开发土地资源提供了较好的理论依据,但多侧重于单一土地利用类型的变化<sup>[21-22]</sup>,对后备土地利用资源研究较少。鉴于此,本研究应用后备可利用土地资源评价方法,以济南为研究区域,对济南市后备可利用土地资源进行评价,分析其地域用途导向,以期为济南市土地利用资源提供重要参考。

## 1 研究区概况

济南市(东经 116°49′—117°14′,北纬 36°32′—36°51′)占地面积 3 305.74 km<sup>2</sup>,地形地势起伏度大,呈南高北低之势。隶属明显的季风性气候,四季分明,年平均气温为 13.5~15.5℃,全年无霜期 230 d 左右,降水量为 600~900 mm。地处鲁中南低山丘陵区 and 鲁西北冲击平原区交接地带,南靠泰山,北跨黄河,是环渤海地区和黄河中下游地区中心城市之一。济南市土地利用以耕地和建设用地为主,至 2020 年耕地和建设用地面积分别为 1 373.09 km<sup>2</sup>, 922.15 km<sup>2</sup>。区域内常住人口为 890.87 万人,城镇化率达 72.1%。近年来,济南市城市土地利用建设取得卓越成效,土地资源利用程度加深。基于研究目的、城镇化发展水平以及数据的可获取性,本研究选定黄河流域周围城市群为研究对象,包括市中区、历下区、槐荫区、天桥区、历城区和长清区。

## 2 数据与方法

### 2.1 数据来源与处理

本研究采用 USGS 提供的 1990 年、2000 年、2010 年、2020 年 4 期共 8 景 Landsat TM/OLI 遥感影像数据(表 1),分辨率为 30 m,成像质量清晰,云量较少。经几何精校正、大气校正、辐射校正、影像拼接、裁切等预处理,使用面向对象分类法并结合人机交互修正后提取土地利用空间位置分布信息,校正误差在 1 个像元以内。依据《中国土地利用现状分类<GB/T21010-2017>》将研究区土地利用类型分为草地、林地、水域、建设用地、未利用地和耕地 6 个类型。通过实地考察以及高分辨率影像(Google Earth),选取 500 个校正样本验证解译精度,结果均在 90%以上,符合研究需要。其中,2008 年遥感影像虽云量较高,多为覆盖在研究区外部的块状云,对土地利用信

息提取结果影响较小,可正常进行解译处理。

表 1 遥感影像信息

数据类型	时间	行列号	分辨率/m	云量/%	数据来源
Landsat TM	1990-10-13	122/34	30	3.00	USGS
Landsat TM	1990-10-13	122/35	30	0.00	USGS
Landsat TM	2000-08-21	122/34	30	9.36	USGS
Landsat TM	2000-08-21	122/35	30	4.48	USGS
Landsat TM	2010-11-04	122/34	30	1.00	USGS
Landsat TM	2010-11-04	122/35	30	1.00	USGS
Landsat OLI	2020-08-28	122/34	30	2.78	USGS
Landsat OLI	2020-08-28	122/35	30	3.90	USGS

### 2.2 研究方法

基于后备土地利用的内涵,结合已有研究,本文应用可利用土地资源集成评价法,计算济南市 1990—2020 年的后备适宜建设用地与后备适宜耕地。根据研究区的特性分析其地域用途导向。计算公式见表 2。

表 2 后备可利用土地资源评价方法

评价指标	计算公式	公式说明
可利用土地资源	$L=L_{\sigma}+L_{\varphi}$	$L$ 为可利用土地资源面积; $L_{\sigma},L_{\varphi}$ 是指地形坡度分别小于 $15^{\circ},15^{\circ}\sim25^{\circ}$ 且满足一定高程条件的可利用土地资源面积
后备适宜建设用地	$L_{sc}=L_{\sigma}-L_{fg\sigma}-L_{wa\sigma}-L_{pz\sigma}-L_{gd\sigma}$ $L_{fas}=L_{cu\sigma}\times\alpha,\alpha\in[0.9,1]$ $L_{ac}=L_{sc}-L_{ec\sigma}-L_{fas}-L_{ga\sigma}$	$L_{sc}$ 为适宜建设用地面积; $L_{ac}$ 为后备适宜建设用地面积; $L_{fg\sigma},L_{wa\sigma},L_{pz\sigma},L_{gd\sigma},L_{ec\sigma},L_{cu\sigma},L_{ga\sigma},L_{fas}$ 分别为坡度小于 $15^{\circ}$ 的可利用土地资源内所含的林地、水域用地、保护区、沙漠戈壁、已有建设用地、耕地、园地、基本农田等用地面积; $\alpha$ 的取值可参照国土部门划定的耕地保护红线的规划情况确定
后备适宜耕地	$L_{au}=L-L_{fg}-L_{wa}-L_{pz}-L_{gd}-L_{ec}-L_{cu}-L_{ga}$	$L_{au}$ 为后备适宜耕地面积; $L_{fg},L_{wa},L_{pz},L_{gd},L_{ec},L_{cu},L_{ga}$ 分别指区域可利用土地资源内所含的林地、水域用地、保护区、沙漠戈壁、已有建设用地、耕地、园地、基本农田等面积

后备可利用土地资源主要划分为后备适宜建设用地和后备适宜耕地,二者的空间分布情况具有重叠性和差异性的特征。重叠性指在地形坡度小于  $15^{\circ}$  条件下,后备适宜建设用地都属于后备适宜耕地,即若后备可利用土地资源未来可作为新增建设用地,同时也可作为新增耕地进行利用。两者的差异性在于坡度取值,后备适宜建设用地坡度取值为  $\leq 15^{\circ}$ ,适宜耕地的坡度为  $\leq 25^{\circ}$  [23]。

通过所获取的研究区行政区划图、土地利用现状分布图、水系分布图以及高程分布图制备出济南市地形图,参照地形高程的国家级分级标准并结合研究区的特性,将地形坡度分为小于  $3^{\circ},3^{\circ}\sim8^{\circ},8^{\circ}\sim15^{\circ},15^{\circ}\sim25^{\circ}$  和大于  $25^{\circ}$  共 5 个等级。经叠加匹配后通过上述计算方法得出研究区后备适宜建设用地面积以及后备适宜耕地面积。针对后备适宜建设用地与后备适宜耕地的空间分布特性即差异性与重叠性,根据济南市自然经济社会发展现状与相关的规划、政策等,

确定两种类型用地的地域导向。参考相关研究 [24],确定济南市后备适宜建设用地系数  $\alpha$  为 1。

## 3 结果与分析

### 3.1 济南市后备建设用地潜力分析

济南市土地利用类型以耕地为主,建设用地主要分布在研究区中心偏北部,呈显著扩张趋势。研究时段内,济南市后备适宜建设用地空间分布格局较为稳定(图 1),主要分布在济南市南部地区。从各区县看,后备适宜建设用地主要分布在长清区南部和历城区西南部,零星分布在天桥区南部、槐荫区西北部和历下区东南部。

近 30 年间,济南市后备适宜建设用地面积呈下降趋势,大致以 2010 年为界,1990—2010 年后备适宜建设用地面积持续下降,2010—2020 年面积有所上升。至 2020 年,后备适宜建设用地面积减小至  $292.48\text{ km}^2$ ,相比 1990 年减少了  $5.11\%$ ,占区域总面积的  $8.85\%$ 。从数量上看,研究区后备建设用地潜力



较大,可满足进一步开发后备建设用地资源需求。从各区县看(表 3),长清区、历城区的后备适宜建设用地面积较大,分别为 138.08,100.75 km<sup>2</sup>,占济南市后备适宜建设用地总面积的 34.45%和 47.21%;天桥区、市中区、历下区和槐荫区后备适宜建设用地潜力较低,面积分别为 17.71 km<sup>2</sup>,28.31 km<sup>2</sup>,3.20 km<sup>2</sup>,

4.43 km<sup>2</sup>,所占比例较少。这是由于近年来济南市城镇化率不断提高,建设用地不断扩增,且主要分布在研究区北部地势较为平坦的区域,使天桥区等 4 个区县后备适宜建设用地潜力较低;而长清区与历城区位于济南市南部,地势起伏大,建设用地面积少且开发条件恶劣,后备建设潜力较高<sup>[25-26]</sup>。

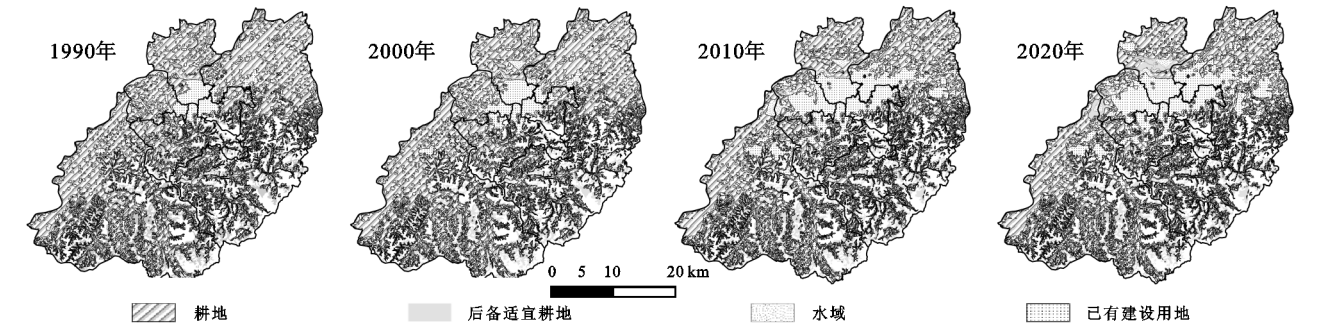


图 1 1990—2020 年济南市后备适宜建设用地空间分布

表 3 1990—2020 年济南市及各区后备适宜 建设用地面积变化 km <sup>2</sup>							
时间	天桥区	市中区	历下区	槐荫区	历城区	长清区	济南市
1990 年	3.74	37.97	4.69	1.48	114.59	145.77	308.24
2000 年	3.50	37.88	4.69	1.48	114.6	145.78	307.93
2010 年	0.00	27.93	3.23	0.08	100.4	129.54	261.18
2020 年	17.71	28.31	3.20	4.43	100.75	138.08	292.48
1990—2020 年	13.97	-9.66	-1.49	2.95	-13.84	-7.69	-15.76

从面积变化上看,天桥区、市中区、槐荫区、长清区后备建设用地面积先减后增,历城区与历下区面积持续下降。各区县面积变化幅度依次为天桥区、历城区、市中区、长清区、槐荫区、历下区。近 40 年间,天桥区、槐荫区面积总体呈上升趋势,分别增长了 13.97 km<sup>2</sup>,2.95 km<sup>2</sup>,市中区、历下区、历城区和长清区的后备建设用地面积减少,分别减少了 9.66 km<sup>2</sup>,1.49 km<sup>2</sup>,13.84 km<sup>2</sup>,7.69 km<sup>2</sup>。这表明由于政府政策<sup>[27]</sup>宏观调控,天桥区与槐荫区建设潜力不断上升,出现逆城镇化发展趋势,而历城区等 4 个区县正在进行开发建设,后备建设潜力略有下降。

3.2 后备适宜耕地潜力分析

济南市后备适宜耕地空间分布格局较为稳定(图 2),由于后备适宜建设用地与后备适宜耕地概念的重叠性,空间分布特征与后备适宜建设用地相似。济南市后备适宜耕地面积为 360.67 km<sup>2</sup>,占研究区总面积的 10.91%(表 4)。研究时段内,济南市后备适宜耕地面积呈先减后增的趋势,至 2020 年总面积达 360.67 km<sup>2</sup>,共减少了 18.33 km<sup>2</sup>。从各区县看,天桥区、市中区、槐荫区后备适宜耕地面积先减小后增加,长清区与历下区持续下降,1990—2000 年历城区适宜后备耕地面积稳定,2000 年后呈下降趋势。各区县后备耕地面积变化幅度依次为历城区、天桥区、市中区、长清区、槐荫区、历下区。其中,天桥区与槐荫区总体呈增长趋势,研究时段内分别增长了 13.97 km<sup>2</sup>,2.95 km<sup>2</sup>;其余 4 个区县呈减少趋势,依次为历城区、市中区、长清区、历下区,分别减少了 14.56 km<sup>2</sup>,10.56 km<sup>2</sup>,8.54 km<sup>2</sup>,1.59 km<sup>2</sup>。表明天桥区和槐荫区后备耕地潜力上升,历城区等 4 个区县后备耕地潜力下降。

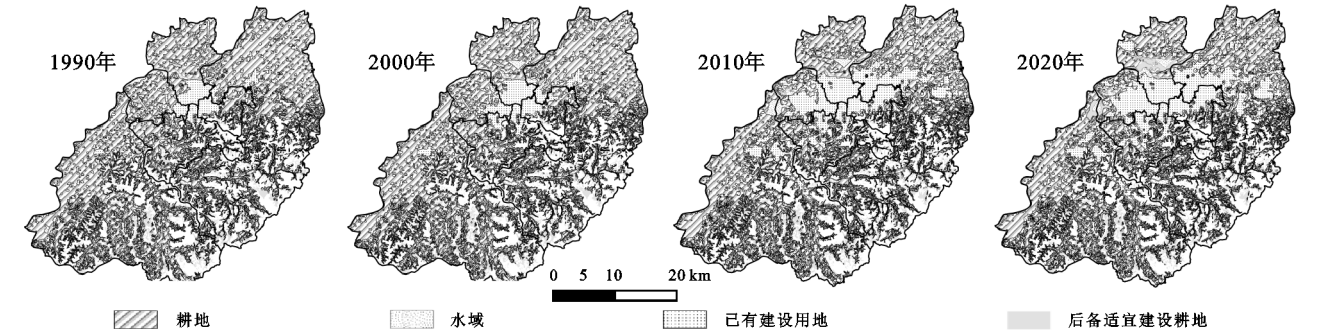


图 2 1990—2020 年济南市后备适宜耕地空间分布

总体上看,济南市各区县后备适宜耕地的差异主要由于区域的区位条件、经济状况、人口、工业区等因

素综合作用的结果。其中,天桥区、槐荫区、市中区、历下区是济南市经济发展的重要地区,后备适宜性耕

地潜力较小,由于该区域人口数量、城镇化发展水平相对较高,建设用地需求量大;历城区与长清区人口稀疏、城镇化水平较低,且地势起伏较大,虽不适合建设用地开发,但可作为耕地开发利用,因而后备适宜耕地潜力较大。

表 4 1990—2020 年济南市各区后备适宜耕地面积变化

时间	km <sup>2</sup>						
	天桥区	市中区	历下区	槐荫区	历城区	长清区	济南市
1990 年	3.74	44.77	5.28	1.48	146.66	177.07	379.00
2000 年	3.50	44.67	5.28	1.48	146.66	177.09	378.68
2010 年	0.00	33.98	3.74	0.08	132.46	160.25	330.51
2020 年	17.71	34.21	3.69	4.43	132.10	168.53	360.67
1990—2020 年	13.97	-10.56	-1.59	2.95	-14.56	-8.54	-18.33

3.3 后备可利用土地资源用途地域导向分析

济南市后备可利用土地资源总面积为 360.66 km<sup>2</sup>,多分布在中南部地区。按照地形坡度小于 8°,8°~15°,15°~25°的划分标准,将研究区后备适宜耕地资源划分为适宜、较适宜、条件适宜 3 个等级;按照地形坡度小于 3°,3°~8°,8°~15°的划分标准,将研究区后备适宜建设用地资源划分为适宜、较适宜、条件适宜 3 个等级<sup>[23]</sup>(图 3)。基于后备可利用土地资源概念中后备适宜建设用地与后备适宜耕地划分标准的重叠性,将济南市地形坡度介于 15°~25°的后备土地资源划分为后备适宜耕地,地形坡度介于 0°~15°的后备土地资源既可作为后备适宜耕地又可作为后备适宜建设用地,结合区域自然、社会经济情况分析其地域发展导向。

表 5 1990—2020 年济南市各区后备适宜用地分类面积

后备适宜 用地类型	后备可利用 土地	km <sup>2</sup>					
		适宜类		较适宜类		条件适宜类	
		耕地	建设用地	耕地	建设用地	耕地	建设用地
天桥区	17.71	17.71	17.71	0.00	0.00	0.00	0.00
市中区	34.21	10.83	1.14	17.48	9.69	5.90	17.48
历下区	3.68	1.16	0.09	2.04	1.10	0.49	2.04
槐荫区	4.43	4.41	4.35	0.02	0.06	0.00	0.02
历城区	132.10	34.09	4.50	66.67	29.58	31.35	66.67
长清区	168.53	63.08	14.52	75.01	48.56	30.44	75.01
济南市	360.66	131.28	42.31	161.22	88.99	68.18	161.40

槐荫区后备可利用土地资源大多属适宜类资源,面积达 4.43 km<sup>2</sup>,可作为后备适宜耕地或建设用地,由于槐荫区建设有济南西站等多个车站带来较大人流量,是济南市交通重要枢纽之一,因此该区域内土地资源可规划为建设用地;长清区后备土地资源面积为 168.53 km<sup>2</sup>,3 种适宜类较为均匀,长清区建设有长清大学城带动经济发展,且有多个科技创新产业园区<sup>[29]</sup>,被规划为济南西部产业集聚区。因此靠近城镇建设区域的后备用地可规划为建设用地,而东南部

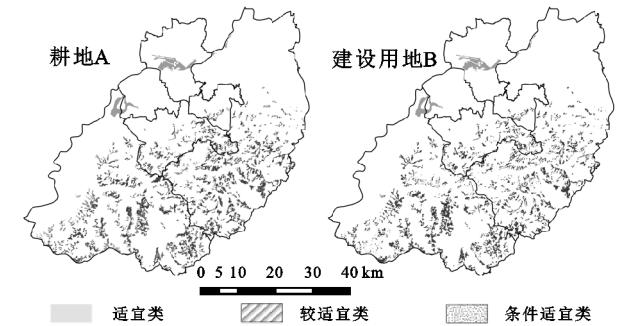


图 3 2020 年济南市后备土地利用等级类型分布

济南市条件适宜类后备土地资源面积为 229.53 km<sup>2</sup>,呈零星分布状态(图 3A),主要分布于长清区中部及东南部,历城区南部,零散分布在中区和历下区内。按照分类标准,这些部分后备土地资源在未来规划发展中,可转化为新增耕地资源,作为济南市维系耕地红线及粮食安全的储备资源。

结合各区域地理环境条件、人口集聚情况、土地利用现状及城市发展规划等因素,各区域后备土地利用资源导向存在差异性。其中,天桥区后备土地资源分布较为集中,后备土地资源类型多为适宜类,总面积为 17.71 km<sup>2</sup>,将其作为后备耕地或后备建设用地均适宜(表 5),考虑天桥区经济发展水平高较高,且车站等交通枢纽分布较多,同时,区域内人口密集,经济活动聚集,资源优势明显,结合城市发展规划,该区域属于济南北岸产业集聚区,建设多个高新产业园,因此该部分后备土地资源可作为后备适宜建设用地以配合城镇发展、产业集聚需要,提升城市产业功能,促进产业一体化发展<sup>[28]</sup>。

地形起伏较大,后备土地资源可作为耕地储备。槐荫区西南部及长清区北部二区邻接部分连片分布适宜类后备土地资源,结合两区域特性及地理位置,该部分后备土地资源适于作为后备建设用地储备,更好地与周边融合并满足产业进一步扩展的需要。

市中区和历下区后备土地资源较为分散,面积分别为 34.21 km<sup>2</sup>,3.68 km<sup>2</sup>,考虑该区域属于济南主城区,人口密集,经济发达,是许多政府部门所在地,城镇化程度高,因此,该区域的后备土地资源将来适于



开发为新增建设用地以满足其发展势头;历城区后备可利用土地资源较为分散,总面积为  $132.10 \text{ km}^2$ ,多属较适宜类和条件适宜类资源。结合其地形条件,历城区中部及南部的后备土地资源多数位于南部山区,地形起伏大,资源环境承载力相对不足<sup>[30-32]</sup>,且后备土地资源集中趋势不明显,不利于集中开发建设,加之城市规划中将其划为南部生态休闲带,优先保护和恢复生态环境,因此该部分后备土地资源适于作为后备适宜耕地,以弥补城镇化发展过程中造成的耕地占用问题,维持耕地占补平衡。

## 4 结论

(1) 济南市后备建设用地主要分布在研究区东南部,潜力较低,至2020年总面积达  $292.48 \text{ km}^2$ 。各区县后备建设用地潜力不同,其中,由于地形与开发条件等限制因素,历城区和长清区建设用地开发程度较低,后备建设用地潜力较高,其他区域潜力较低。近40年间,随着城镇化进程的加快,济南市建设用地不断扩张,后备建设用地面积持续降低,共缩减  $15.76 \text{ km}^2$ 。各区县在政府政策的宏观调控下,后备建设用地数量变化特征呈现差异,其中历城区、市中区、长清区、历下区后备建设用地面积呈下降趋势,分别下降  $13.84 \text{ km}^2$ ,  $9.66 \text{ km}^2$ ,  $7.69 \text{ km}^2$ ,  $1.49 \text{ km}^2$ 。天桥区与槐荫区呈上升趋势,分别增长了  $13.97 \text{ km}^2$ ,  $2.95 \text{ km}^2$ 。

(2) 济南市后备耕地与后备建设用地空间分布特征相似,潜力较高。随着建设用地的扩张,研究区后备耕地面积呈下降趋势,由1990年的  $379.00 \text{ km}^2$  下降至2020年的  $360.67 \text{ km}^2$ 。研究时段内,按照社会发展规划要求,历城区、市中区、长清区、历下区后备耕地面积下降,分别减少了  $14.56 \text{ km}^2$ ,  $10.56 \text{ km}^2$ ,  $8.54 \text{ km}^2$ ,  $1.59 \text{ km}^2$ ,天桥区和槐荫区后备耕地面积分别增长了  $13.97 \text{ km}^2$ ,  $2.95 \text{ km}^2$ 。其中长清区、历城区、市中区受工业园分布以及地形等因素影响,后备耕地潜力较高,至2020年面积分别为  $168.53 \text{ km}^2$ ,  $132.20 \text{ km}^2$ ,  $34.21 \text{ km}^2$ 。

(3) 基于后备耕地与后备建设用地概念的相似性与重叠性,根据各用地空间分布特征以及各区域自然经济概况,各区县地域用途导向有所差异。其中,天桥区后备用地可用于后备建设用地和耕地,该区域经济发展水平较高,城镇化进程较快,且人流量大,因此后备用地地域导向更倾向于建设用地;槐荫区与长清区北部、市中区、历下区内后备用地可划分为建设用地;长清区东南部和历城区后备用地受地形等自然因素限制,可将其划分为耕地,弥补耕地占补平衡。

后备土地利用资源受自然、经济社会等因素影响显著。在复杂的后备用地规划体系中,量化政府政策

宏观调控、经济发展政策对地域导向的影响很难实现。从后备可利用土地资源评价方法来看,已有评价方法将地形坡度、高程等作为后备可利用土地资源评价的重要约束条件,在部分区域概况如济南市等地区可适用,但在其他较为特殊的生态环境区域需结合区域特征构建新的约束条件。因此,在后备土地利用评价过程中,如何针对区域特色构建合理的指标体系评价后备土地利用资源、分析地域用途导向,是未来值得考虑的问题。

### 参考文献:

- [1] 王晓楠,孙威.黄河流域资源型城市转型效率及其影响因素[J].地理科学进展,2020,39(10):1643-1655.
- [2] 何凡能,李美娇,肖冉.中美过去300年土地利用变化比较[J].地理学报,2015,70(2):297-307.
- [3] 王洁,摆万奇,田国行.土地利用生态风险评价研究进展[J].自然资源学报,2020,35(3):576-585.
- [4] 刘宇辉.中国1961—2001年人地协调度演变分析:基于生态足迹模型的研究[J].经济地理,2005,25(2):219-222,235.
- [5] Yang Yu, Li Xiaoyun, Dong Wen, et al. Assessing China's human-environment relationship [J]. Journal of Geographical Sciences, 2019,29(8):1261-1283.
- [6] 徐小任.基于人类拓居模式的土地资源承载力评价方法及应用研究[D].北京:中国科学院大学,2017.
- [7] 徐勇,汤青,樊杰,等.主体功能区划可利用土地资源指标项及其算法[J].地理研究,2010,29(7):1223-1232.
- [8] Kim C S, Sandretto C, Uri N D. The impact of incorrectly estimating factor productivity in agriculture on the environment and human health[J]. Environmental Geology, 1999,37(1/2):47-53.
- [9] 冷疏影,李秀彬.土地质量指标体系国际研究的新进展[J].地理学报,1999,54(2):177-185.
- [10] Tisdell C. Economic indicators to assess the sustainability of conservation farming projects:an evaluation[J]. Agriculture Ecosystems and Environment, 1996,57(2):117-131.
- [11] 彭建,王仰麟,宋治倩,等.国内外土地持续利用评价研究进展[J].资源科学,2003,25(2):85-93.
- [12] Hurmi H. Assessing sustainable land management(SLM)[J]. Agriculture Ecosystems and Environment, 2000,81(2):83-92.
- [13] 张起明,林小惠,胡梅,等.江西省可利用土地资源空间分布特征分析[J].中国人口·资源与环境,2011,21(12):135-138.
- [14] 高志强,刘纪远,庄大方.中国土地资源生态环境背景与利用程度的关系[J].地理学报,1998,53(S1):36-43.
- [15] 张凤荣,郭力娜,关小克,等.生态安全观下耕地后备资源评价指标体系探讨[J].中国土地科学,2009,23(9):4-8,14.
- [16] 易玲,张增祥,汪潇,等.近30年中国主要耕地后备资源的时空变化[J].农业工程学报,2013,29(6):1-12.
- [17] Xu Yong, Tang Qing, Fan Jie, et al. Assessing construc-

- tion land potential and its spatial pattern in China[J]. *Landscape & Urban Planning*, 2011, 103(2): 207-216.
- [18] 周艺, 徐晨娜, 王世新, 等. 丝绸之路经济带中国段后备可利用水土资源空间分布格局研究[J]. *长江流域资源与环境*, 2016, 25(9): 1328-1338.
- [19] 刘金勇, 孔繁花, 尹海伟, 等. 济南市土地利用变化及其对生态系统服务价值的影响[J]. *应用生态学报*, 2013, 24(5): 1231-1236.
- [20] 王恩, 李新举. 城镇化背景下济南市土地利用变化驱动机制分析[J]. *中国人口·资源与环境*, 2017, 11(S1): 151-155.
- [21] 王筱明. 生态位适宜度评价模型在退耕还林决策中的应用[J]. *农业工程学报*, 2007, 23(8): 113-116.
- [22] 王敏, 董金玮, 郑新奇. 土地规划环境影响评价指标体系的构建[J]. *水土保持研究*, 2008, 15(1): 142-144, 147.
- [23] 徐勇, 杨波, 刘国彬, 等. 黄土高原作物产量及水土流失地形分异模拟[J]. *地理学报*, 2008, 63(11): 1218-1226.
- [24] 徐小任, 王梁, 徐勇, 等. 基于“3类”空间的后备可利用土地资源评价研究: 以山西省介休市为例[J]. *地理科学进展*, 2021, 40(2): 272-282.
- [25] 席振鑫, 刘兆德, 刘金花. 济南市城镇化与城市土地利用效益耦合协调发展研究[J]. *资源开发与市场*, 2019, 35(11): 1375-1380.
- [26] 王成新, 窦旺胜, 程钰, 等. 快速城市化阶段济南城市空间扩展及驱动力研究[J]. *地理科学*, 2020, 40(9): 1513-1521.
- [27] 李红娟. 基于紧凑城市发展的土地利用政策研究[D]. 济南: 山东大学, 2017.
- [28] 杨树佳, 郑新奇. 济南市土地利用现状与可持续发展研究[J]. *资源开发与市场*, 2006, 22(5): 438-439, 443.
- [29] 闫业超, 孙希华, 李平. 水资源对区域社会经济发展的支撑能力研究: 以济南市长清区为例[J]. *中国人口·资源与环境*, 2005, 15(1): 135-140.
- [30] 刘兆霞, 皇传华, 杨克俊, 等. 发展中城市的土地资源承载力评价及预测: 以济南市为例[J]. *江苏农业科学*, 2021, 49(7): 217-223.
- [31] 张波, 郑新奇. 济南市土地可持续利用研究[J]. *地域研究与开发*, 2001, 20(4): 56-58.
- [32] 郑亚运, 赵清, 黄巧华, 等. 济南市南部山区土地利用变化与地形因子关系研究[J]. *水土保持研究*, 2016, 23(4): 149-153, 160.

(上接第275页)

- [5] 张亮, 丁明军, 张华敏, 等. 1982—2015年长江流域植被覆盖度时空变化分析[J]. *自然资源学报*, 2018, 33(12): 2084-2097.
- [6] 裴志林, 杨勤科, 王春梅, 等. 黄河上游植被覆盖度空间分布特征及其影响因素[J]. *干旱区研究*, 2019, 36(3): 546-555.
- [7] 韦小茶, 周秋文, 张继, 等. 1982—2016年广西NDVI时空变化及其影响因素[J]. *山地学报*, 2020, 38(4): 520-531.
- [8] 王伟军, 赵雪雁, 万文玉, 等. 2000—2014年甘南高原植被覆盖度变化及其对气候变化的响应[J]. *生态学杂志*, 2016, 35(9): 2494-2504.
- [9] 程东亚, 李旭东. 喀斯特地区植被覆盖度变化及地形与人口效应研究[J]. *地球信息科学学报*, 2019, 21(8): 1227-1239.
- [10] 赵婷, 白红英, 邓晨晖, 等. 2000—2016年秦岭山地植被覆盖变化地形分异效应[J]. *生态学报*, 2019, 39(12): 4499-4509.
- [11] 贵阳市统计局, 国家统计局贵阳调查总队. 贵阳统计年鉴2020[M]. 北京: 中国统计出版社, 2020.
- [12] 宋家鹏, 陈松林. 基于生态系统服务簇的福州市生态系统服务格局[J]. *应用生态学报*, 2021, 32(3): 1045-1053.
- [13] 付陶猗, 廖和平, 刘愿理, 等. 重庆市县域尺度地形起伏度与多维贫困的耦合关系研究[J]. *西南大学学报: 自然科学版*, 2020, 42(10): 55-64.
- [14] 周万村. 三峡库区土地自然坡度和高程对经济发展的影响[J]. *长江流域资源与环境*, 2001, 10(1): 15-21.
- [15] 贵阳市统计局, 国家统计局贵阳调查总队. 贵阳市国民经济和社会发展统计公报(2003, 2020)[R]. 贵阳: 贵州省统计局国家统计局贵州调查总队, 2003, 2020.
- [16] 陈怀珠. RS和GIS在监测城市环境变化和环境质量评价中的应用[D]. 福州: 福建农林大学, 2004.
- [17] 赵婷, 白红英, 邓晨晖, 等. 2000—2016年秦岭山地植被覆盖变化地形分异效应[J]. *生态学报*, 2019, 39(12): 4499-4509.
- [18] 汤巧英, 戚德辉, 宋立旺, 等. 基于GIS和RS的延河流域植被覆盖度与地形因子的相关性研究[J]. *水土保持研究*, 2017, 24(4): 198-203.
- [19] 位宏, 徐丽萍, 李晓蕾, 等. 玛纳斯河流域植被覆盖度随地形因子的变化特征[J]. *中国农业气象*, 2018, 39(12): 814-824.
- [20] 田地, 刘政, 胡亚林. 福州市植被覆盖度时空特征及与地形因子的关系[J]. *浙江农林大学学报*, 2019, 36(6): 1158-1165.
- [21] 郭辉, 黄粤, 李向义, 等. 基于多尺度遥感数据的塔里木河干流地区植被覆盖动态[J]. *中国沙漠*, 2016, 36(5): 1472-1480.
- [22] 殷刚, 孟现勇, 王浩, 等. 1982—2012年中亚地区植被时空变化特征及其与气候变化的相关分析[J]. *生态学报*, 2017, 37(9): 3149-3163.