

基于“三类”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

徐小任¹, 王 梁¹, 徐 勇^{2,3*}, 段 健⁴

(1. 山东省水土保持与环境保育重点实验室, 临沂大学资源环境学院, 山东 临沂 276005;

2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 3. 中国科学院大学, 北京 100049;

4. 浙江师范大学地理与环境科学学院, 浙江 金华 321004)

摘 要:针对当前国土空间规划“双评价”中存在的后备适宜建设用地与后备适宜耕地在城镇、农业空间分布上的重叠性问题, 论文在对2类用地进行概念内涵辨析的基础上, 尝试构建后备可利用土地资源集成评价方法, 探讨不同类型后备可利用土地资源用途的地域导向, 并选取山西省介休市作为案例区进行实证应用研究。结果表明: 介休市后备适宜建设用地面积较大(45.3 km²), 但集中连片趋势不明显。人均后备适宜建设用地面积为0.16 亩/人。区域后备适宜耕地面积74.1 km², 人均后备适宜耕地面积为0.26 亩/人。研究区域2类用地具有相似的空间分布格局, 即绵山镇、连福镇等地区后备可利用土地资源潜力较大, 而城区及周围地区的潜力较小。针对2类用地的重叠性和差异性, 介休市城区、各乡镇中心及北部地区的后备可利用土地资源未来可转化建设用地, 即未来应被划归城镇空间。连福、绵山、义棠、张兰等乡镇南部地区未来可转化为新增耕地, 即应被划归农业空间。

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; 国土空间规划; “三类”空间; 介休市

改革开放40年以来, 中国取得了经济高速增长、大规模工业化与城镇化的辉煌成就, 但与此同时, 经济社会发展与土地资源之间的矛盾也日益严重, 突出表现是城镇建设用地规模性扩张带来了耕地数量锐减^[1-2]。随着未来经济社会的进一步发展, 城镇建设用地规模将持续扩大并不可避免地继续占用耕地^[3-5]。为应对耕地数量减少带来的粮食安全威胁, 2019年中央一号文件明确提出: “毫不放松抓好粮食生产, 推动藏粮于地、藏粮于技落实落地, 确保粮食播种面积稳定在16.5亿亩”^[6](1 hm²=15亩)。在此背景下, 为满足未来经济社会发展对新增建设用地的需求, 同时确保国家粮食安全, 适时适量地开发一部分后备可利用土地资源(后备适宜建设用地和后备适宜耕地)成为必然选择。

事实上, 近年来随着主体功能区划及汶川等地震灾区灾后重建规划工作的开展^[7], 后备可利用土地资源相关研究已成为政府和学术界关注的主题之一。汶川、玉树、舟曲等地震灾区灾后重建规划均将资源环境承载能力评价作为其总体规划、专项规划和实施规划的基础性支撑工作^[8-9]。同时, 针对中国资源约束趋紧、环境污染严重等严峻形势, 20世纪以来的各类国家层面的咨询报告、政府报告以及十二五、十三五规划纲要与建议等政策文件均提出要根据资源环境承载能力调节城市规模与功能, 优化空间结构, 并对水土资源、环境容量和海洋资源超载区域实行限制性措施^[10-13]。后备可利用土地资源评价正是上述相关政策文件中资源环境承载能力评价及监测预警的主要研究内容之一。为推

收稿日期: 2020-01-06; 修订日期: 2020-08-14。

基金项目: 山东省自然科学基金项目(ZR2018PD003)。[Foundation: National Natural Science Foundation of Shandong, No. ZR2018PD003.]

第一作者简介: 徐小任(1985—), 女, 汉族, 山东临沂人, 博士, 讲师, 主要研究方向为土地利用、区域可持续发展。

E-mail: xuxiaoren@lyu.edu.cn

*通信作者简介: 徐勇(1964—), 男, 汉族, 陕西榆林人, 博士, 研究员, 博士生导师, 主要从事土地利用与人地关系等方面的研究。E-mail: xuy@igsnr.ac.cn

引用格式: 徐小任, 王梁, 徐勇, 等. 基于“三类”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. [Xu Xiaoren, Wang Liang, Xu Yong, et al. Evaluation of reserve available land resources based on three types of territorial space: A case study of Jixiu City in Shanxi Province. Progress in Geography, 2021, 40(2): 272-282.] DOI: 10.18306/dlkxjz.2021.02.008

进“多规合一”,优化国土空间开发保护格局,2017年国务院印发《省级空间规划试点方案》,指出针对当前各类规划之间存在的不协调性,应以主体功能区规划为基础统筹各类规划,构建国土空间规划体系^[14]。2019年中共中央、国务院印发了《关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见》,明确要在“双评价”的基础上,科学有序统筹布局生态、农业、城镇等“三类”功能空间^[15]。国土空间规划的“双评价”进行土地资源本底条件分析时正是借鉴、吸收了后备可利用土地资源评价的框架结构和核心构成要素与参数^[16]。

后备可利用土地资源研究早期侧重于后备适宜耕地资源评价。从已有文献看,国内大量已发表的成果多针对特定区域的未利用土地^[17-18],选取坡度、高程、土层厚度、有机质含量等要素构建指标体系^[19-20],运用重心模型、模糊数学模型等方法^[21-23],评价后备适宜耕地资源在不同条件下适宜开发的面积和空间分布状况^[24-25]。主体功能区划研究工作中,学者们开始逐渐重视后备适宜建设用地潜力评价相关研究。徐勇等^[26]在综合考虑地形、地质、土壤等要素的基础上,第一次系统地提出了后备适宜建设用地潜力评价方法,测算了2008年中国后备适宜建设用地面积并对其空间分布特征进行了分析。汶川、玉树等灾区灾后恢复重建规划中,相关研究工作侧重于通过对地形、地质、次生灾害危险性等要素的分析,进行灾后用地安全评价^[8,27]。后续研究中,党丽娟等^[28]、徐小任等^[29]分别对广西西江沿岸、长江经济带等地区进行了实证应用研究。目前中国正在开展的国土空间规划“双评价”工作中,通过借鉴后备可利用土地资源评价的学术思想,主要考虑地形坡度、高程等要素对土地利用的约束性,评价土地资源的本底条件,但其后备适宜建设用地与后备适宜耕地在城镇、农业空间分布上存在的重叠性问题尚待解决^[30]。

已有研究为区域合理开发利用农用地资源、新增建设用地的空间选择和耕地占补平衡提供了较好的理论支撑,但多侧重于单一类型后备可利用土地资源潜力测算,未充分考虑并解决后备适宜建设用地与后备适宜耕地在城镇、农业空间分布上存在的重叠性、差异性带来的矛盾与冲突。当前国土空间规划背景下,开展后备可利用土地资源的集成评价,探讨2类用地的空间选择及精准落地,可为“双评价”解决2类用地空间分布上存在的重叠性问题

提供参考,以确保后续“三区三线”的科学、合理划定。基于此,本文尝试借鉴已有相关研究成果,形成后备可利用土地资源集成评价方法,并选取山西省介休市作为案例区,探讨后备适宜建设用地与后备适宜耕地用途的地域导向,作为土地资源本底条件约束性评价的发展和延续,以期对中国自上而下正在开展的国土空间规划中土地利用定位和发展方向提供参考意义。

1 概念辨析与评价方法

1.1 概念辨析

后备可利用土地资源是指一个地区潜在或剩余的可用于新增耕地或新增建设用地的土地,通常可用于评价一个地区土地资源对未来农业发展或人口聚集、工业化与城镇化的承载力^[4,7]。后备可利用土地资源主要包括后备适宜建设用地和后备适宜耕地2种类型,二者在空间分布上的重叠性和差异性主要体现在以下方面:①重叠性。地形坡度小于15°条件下,则后备适宜建设用地都属于后备适宜耕地,即从土地的资源属性角度看,若后备可利用土地资源未来可转化为新增建设用地,那么其也可作为新增耕地进行利用。②差异性。后备适宜建设用地的坡度取值小于后备适宜耕地的坡度取值,前者的坡度取值为 $\leq 15^\circ$,后者为 $\leq 25^\circ$ ^[31],即二者的空间差异性主要体现在前者仅包括地形坡度15°以下的后备可利用土地资源,后者除此之外,还涉及15°~25°之间的后备可利用土地资源。

后备可利用土地资源评价的实践意义在于针对后备适宜建设用地与后备适宜耕地的重叠性与差异性,结合研究区域的自然环境、经济社会发展特征及相关的规划、政策等,进行土地资源用途的地域导向划分,即确定2类用地的具体空间选择,可为解决国土空间规划的“双评价”中存在的2类后备可利用土地资源空间分布上的重叠性问题提供参考。通常可从质量、数量以及集中程度等角度进行刻画和表达,具体可选取后备适宜建设用地面积、后备适宜耕地面积或人均后备适宜建设用地面积、人均后备适宜耕地面积4项指标。

1.2 评价方法

根据后备可利用土地资源的内涵,参考已有关于后备适宜建设用地潜力测算的研究成果,本

文尝试构建后备可利用土地资源集成评价方法,具体见表1所示。在此基础上,基于测算得到的后备适宜建设用地与后备适宜耕地,参考研究区域发展特征及相关的规划、政策等,确定2类用地的具体空间分布范围,以确保区域未来新增建设用地与新增耕地指标的空间精准落地。

1.3 技术流程

(1) 制备图件。首先,准备后备可利用土地资源评价需要的基础图件,如研究区域行政区划图、土地利用现状分布图、各类保护区图、水系分布图以及数字高程图等。其次,根据地形高程、坡度的分级标准,分别将研究区域的数字地形图(栅格大小可根据实际情况进行选择,建议采用30 m或50 m)生成高程、坡度分级图,并转化为相应的矢量图以备后续图形匹配、叠加之用。再次,将各类保护区合并在一幅图上生成保护区图。需要说明的是,图件制备过程中,地图比例尺可根据研究区域的大小而定,省域尺度一般可采用1:25万,区(县)、镇(乡)单元等一般可采用1:5万或1:1万。另外,参照地形高程的国家级分级标准,研究区域可根据本地情况进行细分,以平原、低山和丘陵为主的地区,可以对1000 m或500 m以下的高程再作细分。地形坡度的分级原则上可采用国家尺度的分级标准,即将研究区域地形坡度划分为小于3°、3°~8°、8°~15°、15°~25°、>25°等5个等级。

(2) 匹配与叠加图形。首先选取数字地形图或土地利用图作为基准图,将其他图形参考基准图的坐标系统进行投影转换,然后对图形进行修边,最

后对所有已匹配、修边的图形进行叠加处理,进而生成可用于数据提取和空间分析的复合图。

(3) 提取数据,并对数据进行空间分析。首先,以上述得到的叠加复合图为基础,按照集成方法涉及的相关指标提取各地域单元的数据,计算研究区域后备适宜建设用地和后备适宜耕地面积;其次,基于得到的2类用地的数据进行必要的空间分析与空间分异图制作。

(4) 后备可利用土地资源用途的地域导向。针对后备适宜建设用地与后备适宜耕地在空间分布上的重叠性与差异性,参考研究区域自然环境、经济社会发展特征及相关的规划、政策等,确定2类用地的具体空间选择。

2 应用实例

2.1 研究区概况

介休市位于山西省晋中市南端,土地总面积约741.4 km²。地形整体南高北低,海拔高度688~2471 m,南部山区占区域土地总面积的26.8%,其中海拔2000 m以上地区仅占2.87%;中部丘陵区占37.1%;北部平川区占36.1%;坡度大于25°地区占总面积的13.4%,15°~25°占17.5%,8°~15°占24.1%,3°~8°占34.2%,小于3°占10.8%。研究区域属于暖温带大陆性季风气候,年均温10.4℃,平均降水量为477.2 mm,无霜期175 d。介休市矿产资源丰富,煤炭资源储量最大,全市含煤面积占71.9%。全市2015年总人口42.82万人,人口密度561人/km²,城

表1 后备可利用土地资源评价方法

Tab.1 Evaluation method of reserve available land resources

指标项	计算公式	公式说明
可利用土地资源	$L = L_{\sigma} + L_{\phi}$	L 为可利用土地资源面积; L_{σ} 、 L_{ϕ} 是指地形坡度分别小于15°、15°~25°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	$L_{sc} = L_{\sigma} - L_{fg\sigma} - L_{wa\sigma} - L_{pz\sigma} - L_{gd\sigma}$ $L_{fac} = L_{cu\sigma} \times \alpha, \alpha \in [0.9, 1]$ $L_{ac} = L_{sc} - L_{cc\sigma} - L_{fa\sigma} - L_{ga\sigma}$	L_{sc} 为适宜建设用地面积; L_{ac} 为后备适宜建设用地面积; $L_{fg\sigma}$ 、 $L_{wa\sigma}$ 、 $L_{pz\sigma}$ 、 $L_{gd\sigma}$ 、 $L_{cc\sigma}$ 、 $L_{cu\sigma}$ 、 $L_{ga\sigma}$ 、 $L_{fa\sigma}$ 分别为坡度小于15°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; α 的取值可根据国土部门划定的耕地保护红线的分布格局进行确定
人均后备适宜建设用地	$L_{pac} = L_{ac} / P$	L_{pac} 为人均后备适宜建设用地面积, P 为区域人口数量
后备适宜耕地	$L_{au} = L - L_{fg} - L_{wa} - L_{pz} - L_{gd} - L_{cc} - L_{cu} - L_{ga}$	L_{au} 为后备适宜耕地面积; L_{fg} 、 L_{wa} 、 L_{pz} 、 L_{gd} 、 L_{cc} 、 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、基本农田等地类面积
人均后备适宜耕地	$L_{pau} = L_{au} / P$	L_{pau} 为人均后备适宜耕地面积

注:公式中的已有建设用地均由农村居民点、城镇用地、交通用地、独立工矿用地、特殊用地、水利设施建设用地等构成。

镇、农村人均收入分别为2.9万元、1.2万元,GDP总量达135.4亿元,目前已形成以第二产业为主的包括煤炭、焦化、钢铁、电力等产业在内的产业体系。经济社会的快速发展带来城镇化水平不断提高,2015年城镇化率为63.3%,并于2014年被列为第一批国家新型城镇化综合试点地区。

本文选取山西省介休市作为案例区,采用国土资源部第二次全国土地利用更新调查数据以及来源于介休市统计年鉴的2015年各乡镇人口数据进行后备适宜建设用地、后备适宜耕地、人均后备适宜建设用地、人均后备适宜耕地面积测算。考虑到介休市海拔2000 m以上地区全部位于绵山林场,且用地类型为林地,故在进行案例区指标测算时,暂不考虑地形高程因素。地形坡度分级标准采用国家级的分类标准。保护区范围涉及绵山林场和介休汾河湿地森林公园2个部分。为保证耕地占补平衡,耕地内的基本农田系数 α 取值1。按照后备可利用土地资源的计算方法和技术流程,将数字地形图(网格大小:30 m×30 m,来源于2011年美国航天局(NASA)和日本经济产业省(METI)合作使用ASTER数据生成的全球数字高程模型)、介休市土地利用变更图、各类保护区分布图等叠加的复合图进行提取和处理,得到研究区域后备适宜建设用地、后备适宜耕地、人均后备适宜建设用地、人均后备适宜耕地等数据。

2.2 介休市后备适宜建设用地潜力

介休市适宜建设用地面积为427.2 km²,占研究

区域面积的57.6%。后备适宜建设用地面积为45.3 km²,占研究区域面积的6.1%,从总量上看,研究区域后备适宜建设用地潜力较大。从各乡镇来看(表2),绵山镇、连福镇、义棠镇以及张兰镇的后备适宜建设用地面积较大,分别为10.9、8.9、8.6、6.8 km²,占区域后备适宜建设用地总面积比例均介于15%~25%之间;义安镇、三佳乡、城关乡、宋古乡等乡镇的后备适宜建设用地面积较小,分别为0.8、0.3、0.2、0.2 km²,所占比例均不超过1.8%,即人口和非农产业集聚的城区及周围地区的后备适宜建设用地潜力较小。这是由于近年来介休市城镇化的快速发展带来了建设用地需求的不断增加,使得这些地区具备开发利用条件的未利用土地已转化为建设用地。需要说明的是,作为省级自然保护区,绵山林场无后备适宜建设用地面积。

从后备适宜建设用地在各行政村的分布来看(图1),虽然介休市后备适宜建设用地总量较丰富,但集中连片分布趋势不明显,分布相对零散化,且各行政村之间的面积差异较大。其中有23个行政村无后备适宜建设用地。在当前中国正在开展的国土空间规划中,这些区域未来的发展重点和方向只能是对低效的乡村居民点进行内涵挖潜。

基于地形坡度小于3°、3°~8°、8°~15°的划分标准^[28],将研究区域的后备适宜建设用地划分为适宜、较适宜、条件适宜3个等级,各等级后备适宜建设用地面积及空间分布状况分别如表3、图2所示。适宜、较适宜、条件适宜类用地面积分别为3.6、16.1、25.6 km²,占区域后备适宜建设用地面积

表2 介休市各乡镇适宜建设用地面积统计
Tab.2 Area of available construction land by town in Jiexiu City

乡镇名称	适宜建设用地		已有建设用地/km ²	基本农田/km ²	后备适宜建设用地		
	面积/km ²	占乡镇土地面积比重/%			面积/km ²	占适宜建设用地比重/%	占乡镇土地面积比重/%
城关乡	21.0	89.9	14.8	5.9	0.2	1.0	0.9
洪山镇	16.4	60.9	3.4	8.3	3.9	23.8	14.5
连福镇	49.6	54.7	10.3	28.5	8.9	17.9	9.8
龙凤镇	32.7	57.7	6.4	19.8	4.7	14.4	8.3
绵山林场	0	0	0	0	0	0	0
绵山镇	68.2	65.7	13.4	40.1	10.9	16.0	10.5
三佳乡	17.3	90.2	6.0	10.7	0.3	1.7	1.6
宋古乡	34.1	86.0	9.8	23.0	0.2	0.6	0.5
义安镇	73.3	85.3	21.2	49.7	0.8	1.1	0.9
义棠镇	38.9	50.3	8.9	20.6	8.6	22.0	11.1
张兰镇	75.7	75.9	13.8	50.6	6.8	9.0	6.8
介休市	427.2	57.6	108.0	257.2	45.3	10.6	6.1

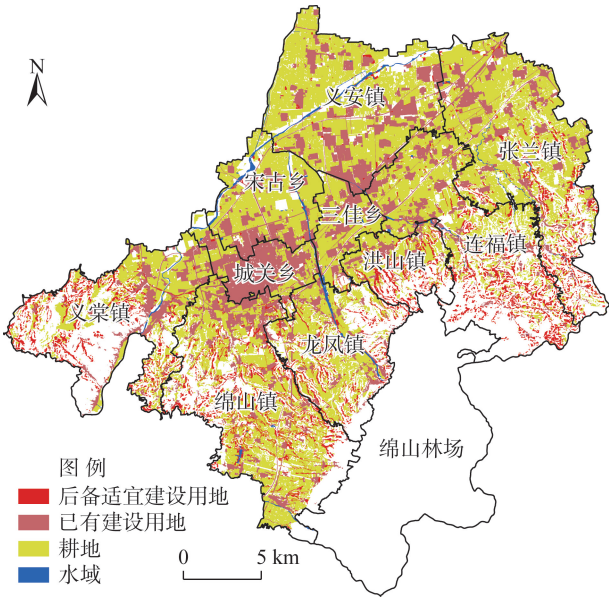


图1 介休市后备适宜建设用地空间分布
Fig.1 Spatial distribution of reserve available construction land in Jiexiu City

的比例依次为7.9%、35.5%、56.6%。乡镇尺度上,洪山镇、连福镇、龙凤镇、张兰镇、义棠镇、绵山镇等地区条件适宜类用地所占比例较高,均高于50%;其他乡镇以较适宜类为主,除城关乡(50.0%)外,三佳乡、宋古乡、义安镇的较适宜类用地所占比例均不低于60%;适宜类用地在各乡镇的分布面积较小,均不超过1 km²,分布比较零散化。

介休市人均后备适宜建设用地面积的平均值为0.16亩/人(表3)。各乡镇差异较大,具体来看,绵

山镇、龙凤镇、洪山镇人均后备适宜建设用地潜力最大,均为0.53亩/人;连福镇的人均后备适宜建设面积也较大,为0.44亩/人;城关乡、三佳乡、宋古乡、义安镇等地区的人均后备适宜建设用地潜力较小,均低于0.03亩/人,城关乡、宋古乡甚至分别低至0.002亩/人、0.01亩/人。

2.3 介休市后备适宜耕地潜力

介休市后备适宜耕地面积为74.1 km²,占区域总面积的10%,此数据即为区域未来可供农业利用的后备适宜耕地潜力上限。从各乡镇来看(表4、图3),连福镇、绵山镇、义棠镇以及张兰镇的后备适宜耕地潜力较大,面积依次为16.9、15.1、14.1、11.2 km²,占区域后备适宜耕地面积的比例分别为22.8%、20.4%、19.0%、15.2%。城关乡、三佳乡、宋古乡、义安镇未来可供开发利用的后备适宜耕地面积较小,依次为0.3、0.6、1.0、1.2 km²,所占比例均低于2%。作为省级自然保护区,绵山林场无后备适宜耕地。

基于地形坡度小于8°、8°~15°、15°~25°的划分标准,将研究区域后备适宜耕地划分为适宜、较适宜、条件适宜3个等级,各等级后备适宜耕地面积及空间分布状况分别如表4、图4所示。适宜、较适宜、条件适宜类用地面积分别为21.7、26.1、26.3 km²,占区域后备适宜耕地面积的比例依次为29.3%、35.3%、35.4%。乡镇尺度上,条件适宜类用地主要分布在连福镇、张兰镇、义棠镇,面积均大于4 km²,所占比重均介于37%~46%之间;绵山镇、连

表3 介休市各乡镇后备适宜建设用地潜力及等级构成
Tab.3 Potential of reserve available construction land and grades by town in Jiexiu City

乡镇名称	后备适宜建设 用地面积/km ²	适宜类		较适宜类		条件适宜类		人均后备适宜建设 用地面积(亩/人)
		后备适宜建设用地 面积/km ²	比重/%	后备适宜建设用地 面积/km ²	比重/%	后备适宜建设用地 面积/km ²	比重/%	
城关乡	0.2	0.02	10.0	0.1	50.0	0.08	40.0	0.002
洪山镇	3.9	0.3	7.7	1.4	35.9	2.2	56.4	0.53
连福镇	8.9	0.5	5.6	2.5	28.1	5.9	66.3	0.44
龙凤镇	4.7	0.3	6.4	1.7	36.2	2.7	57.4	0.53
绵山林场	0	0	0	0	0	0	0	0
绵山镇	10.9	1.0	9.2	4.3	39.4	5.6	51.4	0.53
三佳乡	0.3	0.04	13.3	0.18	60.0	0.08	26.7	0.02
宋古乡	0.2	0.04	20.0	0.12	60.0	0.04	20.0	0.01
义安镇	0.8	0.2	25.0	0.5	62.5	0.1	12.5	0.02
义棠镇	8.6	0.6	7.0	2.9	33.7	5.1	59.3	0.39
张兰镇	6.8	0.6	8.8	2.4	35.3	3.8	55.9	0.22
合计	45.3	3.6	7.9	16.1	35.5	25.6	56.6	0.16

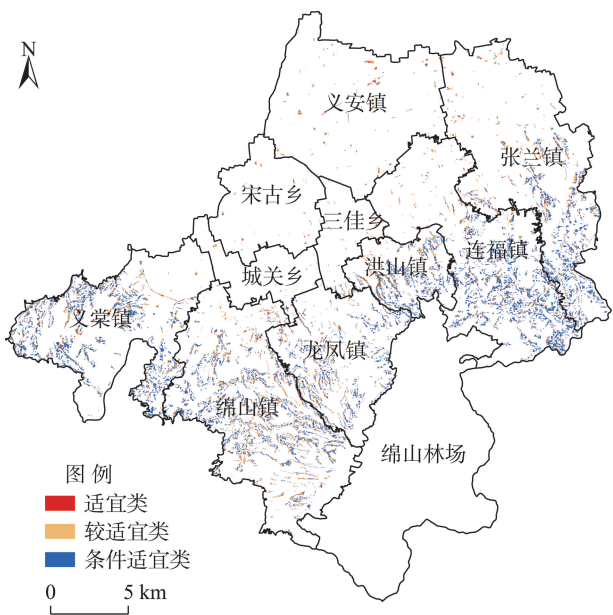


图2 介休市各乡镇后备适宜建设用地等级类型分布
Fig.2 Grades of reserve available construction land
by town in Jiexiu City

福镇的较适宜类面积较大,面积介于5~6 km²之间,所占比重均介于35%~40%之间。适宜类用地方面,除绵山镇、连福镇、义棠镇、张兰镇外,其余乡镇的面积均较小,基本上均小于2.2 km²。

介休市人均后备适宜耕地面积的平均值为0.26亩/人(表4)。各乡镇间差异悬殊,其空间分布格局与人均后备适宜建设用地相似。具体来看,龙凤镇人均后备适宜耕地面积最大,为0.86亩/人;连福镇、洪山镇、绵山镇等地区的人均后备适宜耕地

潜力也较大,均大于0.7亩/人;城关乡、三佳乡、宋古乡、义安镇等地区人均后备适宜耕地面积较小,均不高于0.05亩/人,城关乡更低至0.003亩/人。

总体上,各乡镇人均后备可利用土地资源的较大差异性主要是地理环境条件、人口数量、经济发展状况等因素共同作用的结果。连福镇、龙凤镇、绵山镇等地区人均后备适宜建设用地、人均后备适宜耕地面积较大的原因是这些地区地理环境条件较差,人口密度较小。城关乡、宋古乡等地区是介休市城区所在地,义安镇工业发达,其中的安泰工业园区是晋中市发展循环经济的5大园区之一,这些地区人口密度、经济社会发展水平和城镇化程度均较高,对建设用地需求大,因而其人均后备适宜建设用地、人均后备适宜耕地潜力普遍较小。

2.4 后备可利用土地资源用途的地域导向

根据后备可利用土地资源的内涵,介休市地形坡度15°~25°条件下的后备可利用土地资源可被划分为后备适宜耕地,主要分布于连福、绵山、义棠等乡镇中南部(图5a)。国土空间规划中,这一坡度条件下的后备适宜耕地未来可转化为新增耕地以实现全市耕地面积不减少及粮食安全的目标,且应被划归“三类”空间的农业空间。

针对地形坡度小于15°条件下后备适宜建设用地与后备适宜耕地空间分布上存在的重叠性问题(图5a),通过分析研究区域自然环境及人口集聚、土地利用现状、城镇发展等经济社会特征并结合《介休市城乡总体规划(2014—2030年)》等相关规划要

表4 介休市各乡镇后备适宜耕地潜力及等级构成
Tab.4 Potential of reserve available cultivated land and grades by town in Jiexiu City

乡镇名称	后备适宜耕地 面积/km ²	适宜类后备适宜耕地		较适宜类后备适宜耕地		条件适宜类后备适宜耕地		人均后备适宜耕地 面积/(亩/人)
		面积/km ²	比重/%	面积/km ²	比重/%	面积/km ²	比重/%	
城关乡	0.3	0.18	60.0	0.1	33.3	0.02	6.7	0.003
洪山镇	5.9	1.7	28.8	2.2	37.3	2.0	33.9	0.81
连福镇	16.9	3.2	18.9	6.0	35.5	7.7	45.6	0.82
龙凤镇	7.8	2.1	26.9	2.7	34.6	3.0	38.5	0.86
绵山林场	0	0	0	0	0	0	0	0
绵山镇	15.1	5.5	36.4	5.7	37.7	3.9	25.8	0.74
三佳乡	0.6	0.47	78.3	0.1	16.7	0.03	5.0	0.05
宋古乡	1.0	0.74	74.0	0.24	24.0	0.02	2.0	0.05
义安镇	1.2	1.0	83.3	0.2	15.8	0.01	0.8	0.03
义棠镇	14.1	3.6	25.5	5.1	36.2	5.4	38.3	0.65
张兰镇	11.2	3.2	28.6	3.8	33.9	4.2	37.5	0.37
合计	74.1	21.7	29.3	26.1	35.3	26.3	35.4	0.26

求,2类后备可利用土地资源可进行如下空间分配(图5b):①介休市人口、经济活动集聚的城区(城关乡、宋古乡、三佳乡)、各乡镇中心与及其北部地区地势平坦,资源环境承载能力较强,易于进一步开发建设,后备可利用土地资源可优先作为后备适宜建设用地以满足经济社会进一步发展产生的建设用地近域扩张需求,且应被划归“三类”空间的城镇空间。其中,洪山、张兰等乡镇的中部地区后备适宜建设用地分布相对集中,未来可考虑作为产业布

局的备选区域。宋古、义安、三佳、义棠等地区的后备适宜建设用地分布相对零散,未来可通过“占补平衡”、已有建设用地内部挖潜等方法实现城乡总体规划对这些地区的“产业功能区”“商贸重镇”等定位。②连福、绵山、义棠、张兰等乡镇的南部地区后备可利用土地资源未来可作为新增耕地或耕地占补平衡用地,后者主要是由于介休市后备可利用土地资源集中趋势不明显,不利于土地资源的集中开发建设,其可用于弥补因经济社会发展刚性需求

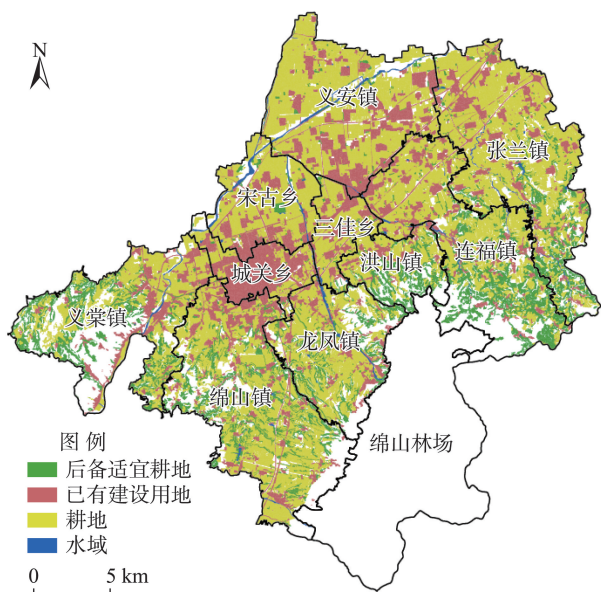


图3 介休市后备适宜耕地空间分布

Fig.3 Spatial distribution of reserve available cultivated land in Jiexiu City

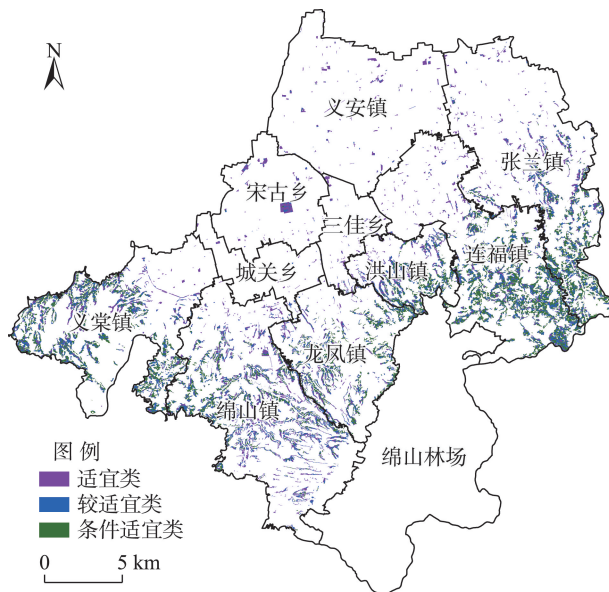
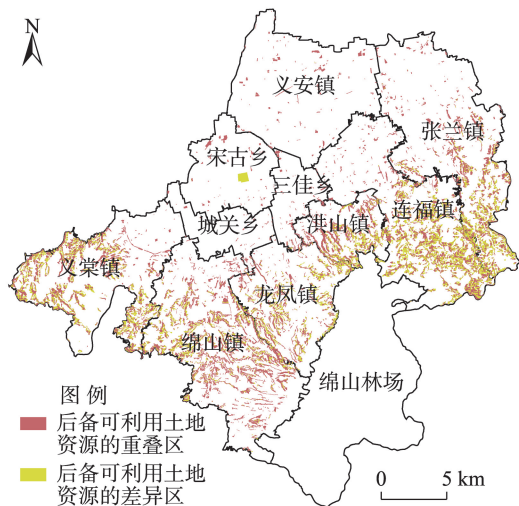


图4 介休市各乡镇后备适宜耕地等级类型分布

Fig.4 Spatial distribution of grades of reserve available cultivated land in Jiexiu City

(a) 后备可利用土地资源的差异性与重叠性



(b) 后备可利用土地资源的空間分布

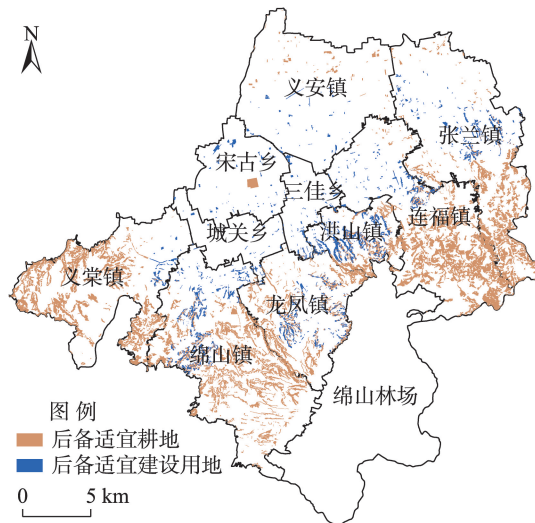


图5 介休市后备可利用土地资源用途的地域导向

Fig.5 Spatial distribution of reserve available land resources in Jiexiu City

所带来城镇建设用地的近域规模性扩张产生的局部地区耕地面积不平衡性减少。

通过对介休市后备可利用土地资源用途的地域导向分析(图5b),介休市人口、经济活动集聚的城区(城关乡、宋古乡、三佳乡)、各乡镇中心及其北部地区的后备可利用土地资源可作为后备适宜建设用地利用,即未来应被划归城镇空间。连福、绵山、义棠、张兰等乡镇南部及龙凤镇的西北地区的后备可利用土地资源未来可转化为新增耕地,即应被划归农业空间。

3 结论与讨论

针对当前国土空间规划“双评价”中存在的后备适宜建设用地与后备适宜耕地在城镇、农业空间分布上的重叠性问题,本文在对2类用地进行概念内涵辨析的基础上,尝试构建后备可利用土地资源集成评价方法,探讨不同类型后备可利用土地资源用途的地域导向,并选取山西省介休市作为案例区进行实证应用研究。后备可利用土地资源是指一个地区潜在或剩余的可用于新增耕地或新增建设用地的土地,包括后备适宜建设用地和后备适宜耕地2种类型,二者在城镇、农业空间分布上存在重叠性和差异性,地形坡度小于 15° 条件下,2类用地空间分布范围一致;二者的差异性在于前者仅包括地形坡度 15° 以下的后备可利用土地资源,后者除此之外,还涉及 $15^{\circ}\sim 25^{\circ}$ 之间的后备可利用土地资源。

对案例区的后备可利用土地资源评价结果表明,介休市后备适宜建设用地面积较大(45.3 km^2),但集中连片趋势不明显。人均后备适宜建设用地面积的平均值为 0.16 亩/人 。区域后备适宜耕地面积 74.1 km^2 ,人均后备适宜耕地面积平均值为 0.26 亩/人 。研究区域2类用地具有相似的空间分布格局,即绵山镇、连福镇等地区后备可利用土地资源潜力较大,而城区及周围地区的潜力较小。针对2类用地的重叠性和差异性,介休市城区、各乡镇中心及北部地区的后备可利用土地资源未来可转化为建设用地,即未来应被划归城镇空间;连福、绵山、义棠、张兰等乡镇南部地区未来可转化为新增耕地,即应被划归农业空间。

从后备可利用土地资源评价方法可以看出,集成评价方法的确定,需要综合考虑地形、地貌、水域以及各类保护区的空间分布、土地利用现状等多种

因素。同时为确保与空间规划“双评价”研究成果的连贯性与一致性,更突出研究方法的实用性与可操作性,已构建的评价方法将地形坡度、高程因素作为后备可利用土地资源集成评价的重要约束条件。因此,后备可利用土地资源不包括对生态空间至关重要的水域、各类保护区、林地等用地类型,对于牧区而言,还应扣除草地等生态用地,后备可利用土地资源在城镇、农业空间范围内的具体空间选择,不会占用或对生态空间造成影响。本文研究成果可看作是国土空间规划“双评价”中土地资源本底条件约束性评价的发展和延续,主要目的是为城镇空间、农业空间的合理确定提供参考。

参考文献(References)

- [1] Deng X Z, Huang J K, Rozelle S, et al. Impact of urbanization on cultivated land changes in China [J]. Land Use Policy, 2015, 45: 1-7.
- [2] 黄金川, 林浩曦, 漆潇潇. 面向国土空间优化的三生空间研究进展 [J]. 地理科学进展, 2017, 36(3): 378-391. [Huang Jinchuan, Lin Haoxi, Qi Xiaoxiao. A literature review on optimization of spatial development pattern based on ecological-production-living space. Progress in Geography, 2017, 36(3): 378-391.]
- [3] 陆大道, 樊杰. 2050: 中国的区域发展 [M]. 北京: 科学出版社, 2009: 12-15. [Lu Dadao, Fan Jie. 2050: China's regional development. Beijing, China: Science Press, 2009: 12-15.]
- [4] 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. [Xu Xiaoren. Evaluation methods and application research on carrying capacity of land resources based on human exploiting and settling pattern. Beijing, China: University of Chinese Academy of Sciences, 2017.]
- [5] 黄安, 许月卿, 卢龙辉, 等. “生产—生活—生态”空间识别与优化研究进展 [J]. 地理科学进展, 2020, 39(3): 503-518. [Huang An, Xu Yueqing, Lu Longhui, et al. Research progress of the identification and optimization of production-living-ecological spaces. Progress in Geography, 2020, 39(3): 503-518.]
- [6] 中共中央办公厅, 国务院办公厅. 中共中央国务院关于坚持农业农村优先发展做好“三农”工作的若干意见 [EB/OL]. 新华网, 2019-02-19 [2020-01-03]. http://www.xinhuanet.com/politics/2019-02/19/c_1210063174.htm. [General office of the CPC Central Committee, General office of the State Council. Opinions of the CPC Central Committee and the State Council on giving priority to the de-

- velopment of agriculture and rural areas and doing good jobs in the "three rural issues". Xinhuanet, 2019-02-19 [2020-01-03]. http://www.xinhuanet.com/politics/2019-02/19/c_1210063174.htm.]
- [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. [Xu Yong, Tang Qing, Fan Jie, et al. Available land index items and their calculational methods for major function oriented regionalization. *Geographical Research*, 2010, 29(7): 1223-1232.]
- [8] 樊杰, 周成虎, 顾行发, 等. 汶川地震灾后恢复重建: 资源环境承载力评价 [M]. 北京: 科学出版社, 2009: 3-10. [Fan Jie, Zhou Chenghu, Gu Xingfa, et al. Post-disaster reconstruction planning in Wenchuan: Evaluation of resource and environmental carrying capacity. Beijing, China: Science Press, 2009: 3-10.]
- [9] 樊杰. 玉树地震灾后恢复重建: 资源环境承载力评价 [M]. 北京: 科学出版社, 2010: 5-11. [Fan Jie. Post-disaster reconstruction planning in Yushu: Evaluation of resource and environmental carrying capacity. Beijing, China: Science Press, 2010: 5-11.]
- [10] 国务院. 国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要 [EB/OL]. 国务院公报, 2006-03-14 [2020-01-03]. http://www.gov.cn/gongbao/content/2006/content_268766.htm. [The State Council. Outline of the 11th five-year plan for national economic and social development. State Council Bulletin, 2006-03-14 [2020-01-03]. http://www.gov.cn/gongbao/content/2006/content_268766.htm.]
- [11] 国务院. 国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要 [EB/OL]. 人大公报, 2011-08-16 [2020-01-03]. http://www.npc.gov.cn/wxzl/gongbao/2011-08/16/content_1665636.htm. [The State Council. Outline of the 12th five-year plan for national economic and social development. The National People's Congress Communique, 2011-08-16 [2020-01-03]. http://www.npc.gov.cn/wxzl/gongbao/2011-08/16/content_1665636.htm.]
- [12] 中共中央办公厅. 中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定 [EB/OL]. 新华网, 2013-11-15 [2020-01-03]. http://www.xinhuanet.com/politics/2013-11/15/c_118164294.htm. [General Office of the CPC Central Committee. Decision of the CPC Central Committee on some major issues concerning comprehensively deepening the reform. Xinhuanet, 2013-11-15 [2020-01-03]. http://www.xinhuanet.com/politics/2013-11/15/c_118164294.htm.]
- [13] 中共中央办公厅. 中共中央关于制定国民经济和社会发展第十三个五年规划的建议 [EB/OL]. 新华网, 2015-11-03 [2020-01-03]. http://www.xinhuanet.com/politics/2015-11/03/c_1117027676.htm. [General Office of the CPC Central Committee. Proposal of CPC Central Committee on formulating the 13th five-year plan for national economic and social development. Xinhuanet, 2015-11-03 [2020-01-03]. http://www.xinhuanet.com/politics/2015-11/03/c_1117027676.htm.]
- [14] 中共中央办公厅, 国务院办公厅. 省级空间规划试点方案 [EB/OL]. 新华网, 2017-01-09 [2020-01-03]. http://www.xinhuanet.com/politics/2017-01/09/c_1120275320.htm. [General Office of the CPC Central Committee, General office of the State Council. Pilot scheme of provincial spatial planning. Xinhuanet, 2017-01-09 [2020-01-03]. http://www.xinhuanet.com/politics/2017-01/09/c_1120275320.htm.]
- [15] 中共中央办公厅, 国务院办公厅. 中共中央, 国务院关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见 [EB/OL]. 新华网, 2019-05-23 [2020-01-03]. http://www.xinhuanet.com/politics/2019-05/23/c_1124534206.htm. [General Office of the CPC Central Committee, General office of the State Council. Opinions of the CPC Central Committee and the State Council on the establishment of territorial spatial planning system and supervising its implementation. Xinhuanet, 2019-05-23 [2020-01-03]. http://www.xinhuanet.com/politics/2019-05/23/c_1124534206.htm.]
- [16] 徐勇, 赵桑, 段健. 国土空间规划的土地利用分类方案研究 [J]. 地理研究, 2019, 38(10): 2388-2401. [Xu Yong, Zhao Shen, Duan Jian. Studies on the land use classification scheme for territory spatial planning. *Geographical Research*, 2019, 38(10): 2388-2401.]
- [17] 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. [Zhang Fengrong, Guo Lina, Guan Xiaoke, et al. Study on the evaluation indicators of the arable land from the view of ecological security. *China Land Science*, 2009, 23(9): 4-8, 14.]
- [18] 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. [Yi Ling, Zhang Zengxiang, Wang Xiao, et al. Spatial-temporal change of major reserve resources of cultivated land in China in recent 30 years. *Transactions of the CSAE*, 2013, 29(6): 1-12.]
- [19] 安祥生, 徐勇, 汤青. 山西省适垦耕地及其空间分异特征 [J]. 中国土地科学, 2010, 24(1): 37-42, 49. [An Xiangsheng, Xu Yong, Tang Qing. Cultivable farmland in Shanxi Province and its spatial differentiation characteristics. *China Land Science*, 2010, 24(1): 37-42, 49.]
- [20] 李晓东, 塔西甫拉提·特依拜, 范卓斌, 等. 基于适宜性和安全性评价的干旱区绿洲后备耕地资源开发: 以渭干河—库车河三角洲为例 [J]. 地理研究, 2016, 35(1):

- 163-172. [Li Xiaodong, Tashpolat Tiyp, Fan Zhuobin, et al. The reserve cultivated land resources in arid oasis based on suitability assessment and development security: Taking the delta oasis of Weigan and Kuqa Rivers as an example. *Geographical Research*, 2016, 35(1): 163-172.]
- [21] 任君临, 方斌, 许实. 长江中下游地区耕地后备资源空间分布及影响因素研究 [J]. *中国土地科学*, 2016, 30(5): 71-79. [Ren Junlin, Fang Bin, Xu Shi. Study on spatial distribution and impact factors of reserved cultivated land resources in the Middle and Lower Reaches of Yangtze River. *China Land Science*, 2016, 30(5): 71-79.]
- [22] 金贵, 王占岐, 胡学东, 等. 基于模糊证据权模型的青藏高原区土地适宜性评价 [J]. *农业工程学报*, 2013, 29(18): 241-250. [Jin Gui, Wang Zhanqi, Hu Xuedong, et al. Land suitability evaluation in Qinghai-Tibet Plateau based on fuzzy weight of evidence model. *Transactions of the CSAE*, 2013, 29(18): 241-250.]
- [23] Reshmidevi T V, Eldho T I, Jana R. A GIS-integrated fuzzy rule-based inference system for land suitability evaluation in agricultural watersheds [J]. *Agricultural Systems*, 2009, 101(1-2): 101-109.
- [24] Yu J, Chen Y, Wu J P, et al. Cellular automata-based spatial multi-criteria land suitability simulation for irrigated agriculture [J]. *International Journal of Geographical Information Science*, 2011, 25(1): 131-148.
- [25] Feizizadeh B, Blaschke T. Land suitability analysis for Tabriz County, Iran: A multi-criteria evaluation approach using GIS [J]. *Journal of Environmental Planning and Management*, 2013, 56(1): 1-23.
- [26] Xu Y, Tang Q, Fan J, et al. Assessing construction land potential and its spatial pattern in China [J]. *Landscape and Urban Planning*, 2011, 103(2): 207-216.
- [27] 汤青, 徐勇, 董晓辉, 等. 芦山地震灾后重建地区土地资源安全评价 [J]. *地理学报*, 2015, 70(4): 650-663. [Tang Qing, Xu Yong, Dong Xiaohui, et al. Appraisal of land resources security in the post-earthquake reconstruction area of Lushan earthquake. *Acta Geographica Sinica*, 2015, 70(4): 650-663.]
- [28] 党丽娟, 徐勇, 汤青, 等. 广西西江沿岸后备适宜建设用地潜力及空间分布 [J]. *自然资源学报*, 2014, 29(3): 387-397. [Dang Lijuan, Xu Yong, Tang Qing, et al. Potential and spatial distribution of suitable construction land along the Xijiang Riverside in Guangxi. *Journal of Natural Resources*, 2014, 29(3): 387-397.]
- [29] 徐小任, 徐勇. 长江经济带后备适宜建设用地潜力 [J]. *长江流域资源与环境*, 2016, 25(12): 1789-1796. [Xu Xiaoren, Xu Yong. Potential of available construction land in the Yangtze River Economic Belt. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2016, 25(12): 1789-1796.]
- [30] 王亚飞, 樊杰, 周侃. 基于“双评价”集成的国土空间地域功能优化分区 [J]. *地理研究*, 2019, 38(10): 2415-2429. [Wang Yafei, Fan Jie, Zhou Kan. Territorial function optimization regionalization based on the integration of 'Double Evaluation'. *Geographical Research*, 2019, 38(10): 2415-2429.]
- [31] 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. [Xu Yong, Yang Bo, Liu Guobin, et al. Topographic differentiation simulation of crop yield and soil and water loss on the Loess Plateau. *Acta Geographica Sinica*, 2008, 63(11): 1218-1226.]

Evaluation of reserve available land resources based on three types of territorial space: A case study of Jiexiu City in Shanxi Province

XU Xiaoren¹, WANG Liang¹, XU Yong^{2,3*}, DUAN Jian⁴

(1. Shandong Provincial Key Laboratory of Water and Soil Conservation and Environmental Protection,

College of Resources and Environment, Linyi University, Linyi 276005, Shandong, China;

2. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;

3. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;

4. College of Geography and Environmental Sciences, Zhejiang Normal University, Jinhua 321004, Zhejiang, China)

Abstract: The spatial distribution of reserve available construction land overlaps with that of reserve available cultivated land in the resources and environmental carrying capacity and territorial development suitability evaluations of current territorial spatial planning. On the basis of elaborating the connotation of relevant concept, this study developed an integrated evaluation method of reserve available land resources, discussed the regional tendency of use of these two types of land, and took Jiexiu City in Shanxi Province as an example. The results are as follows: 1) Reserve available construction land in Jiexiu City had an area of 45.3 km², which was 6.1% of the total land area of the city. Its distribution was scattered. The reserve available construction land could be generally divided into three levels: highly suitable, suitable, and less suitable. The corresponding areas were 3.6 km², 16.1 km², and 25.6 km² respectively. The area of reserve available construction land per capita was 0.16 mu. 2) The area of the reserve available cultivated land was 74.1 km², which was 10% of the total. The reserve available cultivated land also could be divided into three levels: highly suitable, suitable, and less suitable. The corresponding areas were 21.7 km², 26.1 km², and 26.3 km² respectively. The area of reserve available cultivated land per capita was 0.26 mu. There were similar spatial distributions between these two types of land in the study area. The potential of reserve available land resources in Mianshan and Lianfu towns was large, while the potential of the urban area and its surroundings was small. In view of the overlap and difference of spatial distribution between these two types of land, reserve available land resources in the urban area, town centers, and the northern part of the city could be used as construction land preferentially in the future. They should be classified as urban space. Reserve available land resources in the southern areas of Lianfu, Mianshan, Yitang, and Zhanglan towns could be transformed into new cultivated land. They should be classified as agricultural space.

Keywords: reserve available land resources; reserve available construction land; reserve available cultivated land; territorial spatial planning; three types of territorial spaces; Jiexiu City