

阳曲县农业用地生产潜力特征及适宜性评价

王跃飞¹, 周之超¹, 刘青青², 席世浩³ (1. 山西师范大学地理科学学院, 山西临汾 041000; 2. 山西师范大学生命科学学院, 山西临汾 041000; 3. 山西师范大学经济与管理学院, 山西临汾 041000)

摘要 选取 1980、1990、2000 和 2010 年阳曲县生产潜力影像和经济数据, 采用 ArcGIS 10.4.1 将研究区农田生产潜力分类, 根据适宜性评价方法, 探究 1980—2010 年研究区农业用地生产潜力时空格局演变, 分析区域适宜性布局。结果表明: 阳曲县农业用地生产潜力格局高值区集中在中部, 其余分布于南部, 西部分布较低, 西南部最低。研究区农业用地生产潜力水平演变为整体呈下降趋势, 表现为“中心—外围”模式。研究区农业用地适宜用地主要集中在中部, 一般适宜用地仍集中在中部, 较不适宜用地呈零散状分布在适宜用地和一般适宜用地的边缘, 不适宜用地主要集中在东部和西部, 禁止用地主要集中在西南部。

关键词 农业用地; 生产潜力; 适宜性; 阳曲县

中图分类号 F327 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)19-0064-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.19.016



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Potential Productivity Characteristics and Suitability Assessment of Agricultural Land in Yangqu County

WANG Yue-fei¹, ZHOU Zhi-chao¹, LIU Qing-qing² et al (1. School of Geography and Environmental Science, Shanxi Normal University, Linfen, Shanxi 041000; 2. School of Life Science, Shanxi Normal University, Linfen, Shanxi 041000)

Abstract Based on potential productivity images and economic data of Yangqu County in 1980, 1990, 2000 and 2010, this paper classifies the potential productivity of farmland in research area by ArcGIS 10.4.1, explores the spatial-temporal pattern evolution of the potential productivity of agricultural land in research area from 1980 to 2010, and analyzes the regional suitability layout according to the suitability assessment method. The result shows that the high value areas of potential productivity of agricultural land in Yangqu County are concentrated in the center, the rest are distributed in the south with the distribution of the west relatively low and the southwest the lowest. The level of agricultural land potential productivity in research area shows a downward evolution trend as a whole and manifests a “center-periphery” mode. The suitable land for agricultural use in research area mainly concentrates in the middle; the general suitable land also concentrates in the middle; the less suitable land is scattered on the periphery of the suitable land for agricultural use and the general suitable land; the unsuitable land mainly concentrates in the east and west and the forbidden land mainly concentrates in the southwest.

Key words Agricultural land; Potential productivity; Suitability; Yangqu County

在人口压力学和宴享学中, 农业所提供的物资保障影响人类生活的品质。农业不仅是生活品、轻工业品、重要原料的来源, 也是一个国家资本积累的衡量标准。因此, 农业发展被认定为最具潜力的产业。进入 21 世纪, 我国经济快速发展, 特别是工业化和城镇化进入加速阶段后, 城市居民生活质量不断提高, 但我国农业发展和乡村人口不断下降, 农业可使用土地减少, 且农村劳动力欠佳^[1]。与此同时, 快速的城镇发展也带来了城乡不平衡问题, 进一步降低了农业发展质量。为此, 2020 年中央一号文件提出农业发展要稳定粮食生产, 加强现代农业设施建设, 并以粮食生产区和重要农产品生产保护区为重点加快高标准农田建设, 破解乡村发展用地难题, 坚守永久基本农田保护红线, 优化农村生产、生活、生态空间布局。

在我国农业发展研究中, 魏后凯等^[2]从农业农村发展理论进行研究, 总结归纳相关理论体系; 许智宏等^[3]在全球大环境下, 对现阶段我国农业发展面临的挑战进行了分析, 并指出未来发展方向; 刘永强等^[4]在界定我国农业转型的基础上, 提出土地整治流转耦合模式; 董艳敏等^[5]研究了我国农业高质量发展水平, 以及各发展要素间的协调度。在农业用地生产潜力的研究中, 张月平等^[6]通过生产潜力指数法定量

分析水稻的目标产量; 刘洛等^[7]对我国耕地粮食生产潜力特征进行研究, 并分析了耕地对粮食生产潜力的影响变化; 王继人等^[8]研究湖南省土地生产适宜性、气候和土地利用类型的关系, 探索相互影响机制; 张晓雯等^[9]构建耕地生产潜力阶乘修正模型, 测算土地影响因素, 以精确提升耕地生产能力。在适宜性评价研究中, 杨绍萍^[10]运用 GIS 技术对农业用地适宜性进行了探究; 付野等^[11]采用反规划的方式, 利用最小累积阻力模型和空间分析方法, 开展昆明市土地生态适宜性评价研究。

整理相关研究成果得出, 农业用地研究方向多集中于土地利用类型分类体系, 研究类型多为耕地潜力, 而较少关注土地整体生产潜力。在适宜性评价中, 生产潜力的合理开发和布局至关重要, 因此亟需深入开展农业用地生产潜力及适宜性的研究。笔者依据农田生产潜力指数, 采用 ArcGIS 10.4.1 将阳曲县农业用地生产潜力分类, 分析 1980、1990、2000 和 2010 年研究区生产潜力时空格局演变特征, 揭示农业用地发展规律, 并对研究区农业用地进行适宜性评价, 以提供合理规划方案, 相关结论可为阳曲县农业政策制定提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况 阳曲县属于山西省太原市行政区, 位于忻州盆地和太原盆地之间。东部接壤阳泉市, 西部交接古交市, 北邻忻州市, 南部与太原市区相连。依据《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划》, 阳曲县包括北

基金项目 山西省教育创新项目(2019SY349)。

作者简介 王跃飞(1992—), 男, 山西太原人, 硕士, 从事人文地理学研究。

收稿日期 2021-01-25

小店乡、西凌井乡、泥屯镇、高村乡、黄寨镇、侯村乡、东黄水镇、大孟镇、杨兴乡、凌井店乡。研究区以山地为主,西部山脉起伏较大,属于云中山脉,东部属于系舟山脉。研究区位于黄河和海河水系分界处,虽有 8 条河流,但均为季节性河流,枯水期长,属于劣质条件。研究区水热同期,对农业生产有益。研究区土壤类型以褐土为主,肥力大,黏性好,pH 中性并偏微碱性。研究区总人口数为 1.58×10^5 人,属于较多人口地区,且劳动力素质高,技术中心经常开展培训进行人才培养,具有发展农业的人口红利优势。研究区以农业产业为主,培植龙头企业,扩大特色农产品,1995 年第一产业产值比例为 36.5%,1996 年比例为 34.3%,1999 年比例为 18.2%,2006 年比例为 19.0%,2014 年比例为 13.3%,农业产值占比虽呈下降趋势,但成长势头依然强劲。

1.2 数据来源 该研究图件涉及的行政区域数据来源于国家测绘地理信息局基础地理信息中心 (<http://ngcc.sbsm.gov.cn/>) 1:400 万数据,审图号为 GS(2016)2556 号,地理数据均来源于中国科学院资源环境科学数据中心 (<http://www.resdc.cn>),其中,农田生产潜力数据为徐新良团队^[12]制作的 1:10 万数据,年份为 1980、1990、2000 和 2010 年共 4 期,空间分辨率为 1 km×1 km。社会经济数据来源于《阳曲县省统计年鉴》《阳曲县志》以及相应年份的阳曲县国民经济和社会发展统计公报。

1.3 研究方法

1.3.1 农田生产潜力法。土地潜力指土地间自然要素进行相互作用所表现出的潜在生产能力,并通过要素的空间结

构、自然条件、经济发展和生态敏感性反映^[13]。土地潜力 GAEZ 模型为大尺度土地生产力模型,由联合国粮农组织和国际应用共同合作组织研发,模型依据气温和太阳辐射估算栅格内作物的光温生产潜力,结合自然条件估算光温水生产潜力和气候生产潜力,综合农业技术管理因素的农业生产潜力等,运用逐级限制作物生产潜力方法计算农田生产潜力^[12]。农田生产潜力法采用 GAEZ 模型,通过中国耕地分布、土壤等数据,考虑各生产潜力因素,估算中国农田生产潜力^[7],由此探讨阳曲县农业用地生产潜力的时空特征,计算公式为

$$\text{yield}_{\text{total}} = \text{yield}_{\text{rain-fed}}(1-i) + \text{yield}_{\text{irrigated}} \cdot i \quad (1)$$

式中, $\text{yield}_{\text{total}}$ 为粮食总生产潜力, $\text{yield}_{\text{rain-fed}}$ 为雨养条件下粮食生产潜力, $\text{yield}_{\text{irrigated}}$ 为灌溉条件下粮食生产潜力, i 为灌溉面积与总耕地面积比率。

1.3.2 适宜性评价指标体系。农业用地受生产、生活、生态因素的综合影响,笔者结合阳曲县实地调研、相关图件资料,选取自然因素和社会经济因素 2 类为一级指标体系,以及坡度、坡向、地形起伏度、河流距离、土地利用类型、国道、省道距离、县道距离、建成区距离 8 类主要因子为二级指标体系(表 1)。通过焦点统计、欧氏距离、空间分析等方法生成各因子栅格图层,将因子栅格图加权叠加,得出农业用地适宜性评价结果图层,采用自然间断点法进行等级划分,确定农业用地适宜性的空间分布结果。适宜性评价等级分为适宜用地、一般适宜用地、较不适宜用地、不适宜用地、禁止用地 5 类^[14-15]。

表 1 阳曲县农业用地适宜性评价指标

Table 1 Assessment index of agricultural land suitability in Yangqu County

评价指标 Evaluating indicator	评价因子 Evaluation factors	赋值 Assignment
自然因素 Natural factors	坡度(°)	<5=5分,5~10=4分,>10~15=3分,>15~25=2分,>25=1分
	坡向	S(南坡)=5,SW/SE(西南/东南坡)=4,W/E(西/东坡)=3,EN/NW(东北/西东坡)=2,N(北坡)=1
	地形起伏度(m)	≤20=5分,>20~30=4分,>30~40=3分,>40~50=2分,>50=1分
	河流距离(m)	>200=5分,>150~200=4分,>100~150=3分,>50~100=2分,≤50=1分
	土地利用类型	高适宜(耕地)=5分,较适宜(草地、未利用地)=4分,中等适宜(林地)=3分,较不适宜(水体)=2分,不适宜(居住地)=0分
社会经济因素 Socio-economic factors	国道、省道距离(m)	≤500=5分,>500~1000=4分,>1000~2000=3分,>2000~3000=2分,>3000=1分
	县道距离(m)	≤300=5分,>300~500=4分,>500~1000=3分,>1000~1500=2分,>1500=1分
	建成区距离(m)	≤500=5分,>500~1000=4分,>1000~2000=3分,>2000~3000=2分,>3000=1分

2 结果与分析

2.1 农业用地生产潜力时空特征 以中国农田生产潜力影像为样本,运用 ArcGIS 10.4.1 裁剪出阳曲县农田生产潜力影像,采用均分法将研究区农田生产潜力分为 5 类,得出农业用地生产潜力情况(图 1)。1980—2010 年阳曲县农业用地生产潜力格局受“中间低,东西高”的地形影响,高值区主要集中在中部,其余分布于南部,西部分布较低,西南部最低。1980—2010 年研究区农业用地生产潜力水平演变为整体呈现下降趋势,中部下降最快,东部下降较快西部变化较小,西南部无变化。农田生产潜力水平由最高的 7 300 kg/hm² 持续下降到 4 380 kg/hm²,1980 年农田生产潜力水平处于较低

状态,中部、东北部、东南部、西北部部分区域出现较高值为 4 380~5 840 kg/hm²,为北小店乡、大孟镇、杨兴乡和凌井店乡,其余均在 1 460~4 380 kg/hm²,外围水平低为 0~1 460 kg/hm²,西南部水平最低为 0,为西凌井乡;1990 年农田生产潜力水平上升为最高状态,中部和南部部分区域出现高值在 5 840~7 300 kg/hm²,为高村乡、黄寨镇、侯村乡、东黄水镇、大孟镇和凌井店乡,其余均在 2 920~5 840 kg/hm²,外围水平低为 0~1 460 kg/hm²,西南部水平最低是 0,为西凌井乡,究其原因为 1990 年阳曲县农业水平提高;2000 年农田生产潜力水平下降为较高状态,中部和南部部分区域出现较高值在 4 380~5 840 kg/hm²,为泥屯镇、高村乡、黄寨镇、侯村

乡、东黄水镇、大孟镇和凌井店乡,其余均在 1 460 ~ 4 380 kg/hm²,外围水平低为 0~1 460 kg/hm²,西南部水平最低是 0,为西凌井乡;2010 年农田生产潜力水平处于低状态,中部和南部部分区域出现中值是 4 380~5 840 kg/hm²,为泥屯镇、高村乡、黄寨镇、侯村乡、东黄水镇、大孟镇和凌井店乡,其余均在 0~4 380 kg/hm²,西南部水平仍最低是 0,为西

凌井乡,在此期间阳曲县进行生态建设,大量农业用地转变为生态用地,且建设用地快速增加,部分农业用地被转化为建设用地,促使研究区农业用地生产潜力加速下降。研究区农业用地生产潜力水平整体呈下降趋势,中部和南部呈先增长后下降的趋势,西北部最低,研究区生产潜力发展态势与粮食生产区分布基本相同,呈“中心—外围”模式。

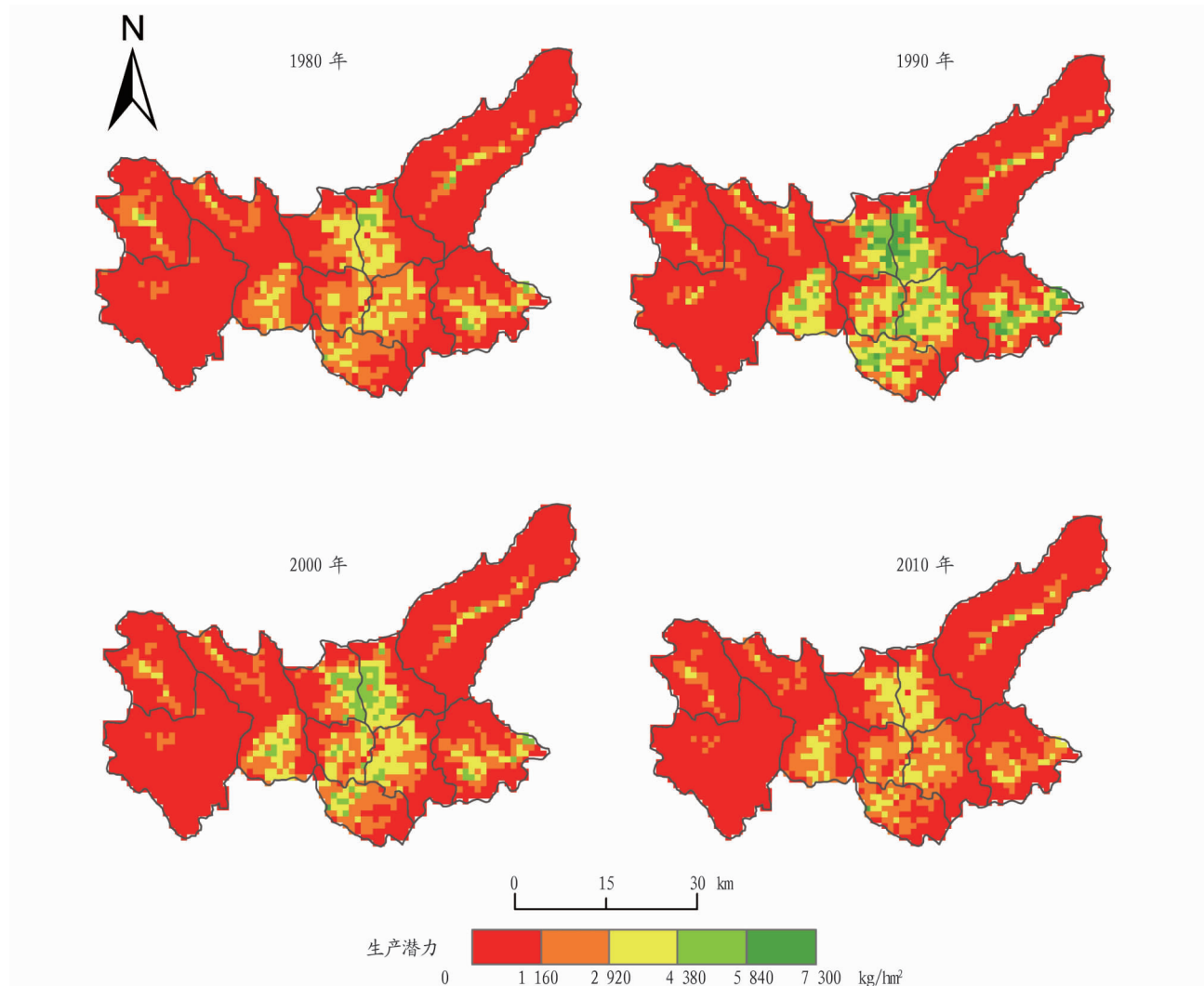


图 1 1980—2010 年阳曲县农业用地生产潜力时空格局

Fig. 1 Spatial-temporal pattern evolution of agricultural land potential productivity from 1980 to 2010

2.2 农业用地适宜性评价 为提高国土空间优化的可操作性,采用景观生态尺度方式,依据阳曲县农业用地适宜性评价指标(表 1),得出研究区农业用地适宜性分类结果(图 2),并分别计算各乡镇适宜性水平面积(表 2)。研究区农业用地适宜用地面积为 104.80 km²,主要集中在中部,其余分布于南部,西北部和东部少。一般适宜用地面积为 297.33 km²,仍主要集中于中部,其余分布于南部,西北部和东部少。较不适宜用地面积为 482.35 km²,呈零散状分布于适宜用地和一般适宜用地的边缘。不适宜用地面积是 767.53 km²,面积最大,仍主要集中在东部和西部。禁止用地面积是 391.14 km²,主要集中在西南部,东部次之,最南部和最北部分布较少。研究区农业用地适宜性与生产潜力分布基本一致。各乡镇适宜性水平结果为大孟镇、东黄水镇、高

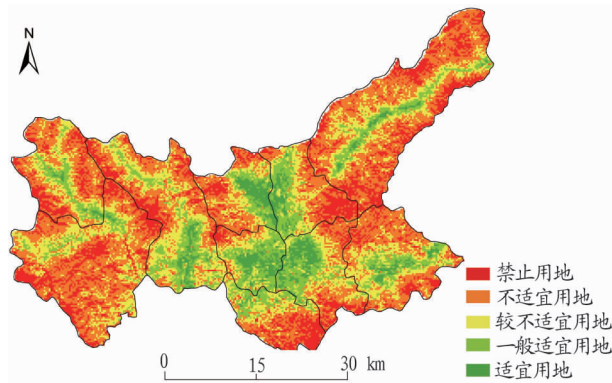


图 2 阳曲县农业用地适宜性评价

Fig. 2 Suitability assessment of agricultural land in Yangqu County

村乡、黄寨镇、泥屯镇适宜用地较多,是主要的农业用地,西凌井乡面积最少,分布最少。大孟镇、东黄水镇、黄寨镇、泥屯镇、杨兴乡一般适宜用地较多,泥屯镇、西凌井乡、杨兴乡

较不适宜用地较多。且西凌井乡、杨兴乡不适宜用地较多。泥屯镇、西凌井乡、杨兴乡禁止用地较多,对于禁止区域,不能开发,而黄寨镇禁止用地最少,开发条件好。

表 2 阳曲县各乡镇农业用地适宜性面积

Table 2 Suitable areas of agricultural land of villages and towns in Yangqu County

km²

序号 No.	乡镇 Township	适宜用地 Suitable land	一般适宜用地 Generally suitable land	较不适宜用地 Less suitable land	不适宜用地 Unsuitable land	禁止用地 Forbidden land
1	北小店乡	3.31	21.95	40.97	72.31	37.27
2	大孟镇	11.63	32.65	29.72	38.81	28.49
3	东黄水镇	21.64	36.50	35.88	43.59	21.10
4	高村乡	16.79	19.56	24.49	41.74	18.40
5	侯村乡	2.16	19.79	29.95	35.35	34.88
6	黄寨镇	19.79	34.58	22.10	11.86	5.01
7	凌井店乡	9.16	29.34	54.83	80.16	29.72
8	泥屯镇	12.47	51.83	86.24	90.25	41.74
9	西凌井乡	1.00	17.17	79.24	167.41	69.49
10	杨兴乡	6.85	33.96	78.93	186.05	105.04

3 讨论与结论

3.1 讨论 该研究依据现有农业发展成果,结合中国农田生产潜力^[12-13],对山西省阳曲县农业用地生产潜力和适宜性进行研究,结果表明,1980—2010年研究区农业用地生产潜力格局高值区主要集中在中部,其余分布于南部,西部分布较低,西南部最低。1980—2010年研究区农业用地生产潜力水平演变为整体呈现下降的趋势,中部下降最快,东部下降较快,西部变化较小,西南部无变化。刘洛等^[7]在中国耕地变化对粮食生产潜力影响的研究中得出阳曲县农业用地生产潜力呈“中心—外围”模式,与该研究结果基本一致。研究区适宜性分布与农业用地生产潜力基本相符。

通过实地调研得出阳曲县农业分为3个大区:①河川粮菜综合区,由8个处于平川的乡镇组成,以发展谷物种植为主,增加蔬果生产品;②丘陵坡梁油谷区,由5个乡镇组成,种植油料、谷物、豆类、水果等,培育新品种,促进深加工;③土石林牧区,由7个山区乡组成,发展动物饲料作物,并根据条件种植豆类、谷物、胡麻等产品。在种植业发展中,研究区玉米引进“金皇后”“双安种”等良种,推广中单、农大、广胜等型号,扩大种植面积,产量增加20%以上。高粱引入具有产量高、抗旱强、抗逆性强的四号品种,产量提高30%。谷子为朱砂红新品种,产量低,但品质好,食用价值高。胡麻引入大同优势种,产量增加16%。马铃薯则为该地区发展的常用品种。在经济作物中,发展油料、药材和蔬菜的种植。研究区农业种植更加注重科学方式,选用良种,提高单位产值,运用轮作倒茬方法,以适宜旱地大,气候偏寒,无霜期较短的种植,常用高秆作物与矮秆作物,养分需求大的与养分需求小的作物在2~3年的时期进行轮作倒茬,进行套作复播以提高作物收成,增加产值。在林业发展中,研究区有两大林场。西山林场有活木林和人工林两大类,总储蓄量分别为 2.03×10^5 、 1.55×10^4 m³,主要林业树种有松树、柏树、桦树、榆树。东山林场也有活木林和人工林两大类,总储蓄量分别为 5.70×10^4 、 1.63×10^4 m³,主要林业树种有油松、侧柏、桦树、山杨树、榆树、辽东栎。研究区除林区外,还建有果园区,以发

展苹果树为重点,建设苹果无病毒苗木基地。研究区现有果园 8.85×10^3 hm²,果林区有91个,果产达 3.37×10^6 kg,在发展果园的同时对古树进行生态保护,建设生态屏障,实现经济发展和生态保护并举。在养殖业中,研究区7个乡镇建立牧坡草地,蓄草约 2.16×10^8 kg,引进牛、羊、猪、兔、鸡、鹿、蜂。研究区放牧多见于肉牛和肉羊,集中于东西山牧坡上野外放养,圈养多为猪、兔,为饲料喂养,加盖棚舍,笼养为鸡,并以散养辅助,开设家庭化养殖区。

应对农业发展要求,阳曲县应继续大力开发农作物种植,加强经济作物和粮食作物的生产,形成信息化、市场化、网络化,以提高产品的交易额,逐步形成小米基地、谷物基地、农业加工基地。研究区仍以生态环境保护为重,面对林区的扩大,财政收益及在总产值中基本稳定,后期林业更加注重环境保护、涵养水源、保持水土的作用,需要继续加强封山育林和退耕还林还草的推进。研究区对林区科学划分,部分设立为经济林区,经济林区也要兼顾生态保护,做到生态与经济协调,以保持可持续发展。

该研究不足之处为,研究区选取中国农田生产潜力数据时,由于受数据周期和精度影响,数据为10年间隔,目前只能选到2010年,后期数据待更新。在适宜性评价分析中,以自然条件和社会经济条件为主,而由于技术水平和资料有限未考虑其他因子。综上所述,未来需进一步在新时间变化下探究综合适宜性。

3.2 结论 该研究采用ArcGIS 10.4.1将阳曲县农业用地生产潜力进行分类,根据适宜性评价等方法,探究1980—2010年研究区农业用地生产潜力时空格局演变,并进行适宜性评价,得出以下结论:1980—2010年阳曲县农业用地生产潜力格局高值区主要集中在中部,其余分布于南部,西部分布较低,西南部最低。1980—2010年研究区农业用地生产潜力水平演变为整体呈现下降的趋势,中部下降最快,东部下降较快,西部变化较小,西南部无变化,且中部和南部呈先增长后下降的趋势,西北部最低,呈“中心—外围”模式。

(下转第73页)

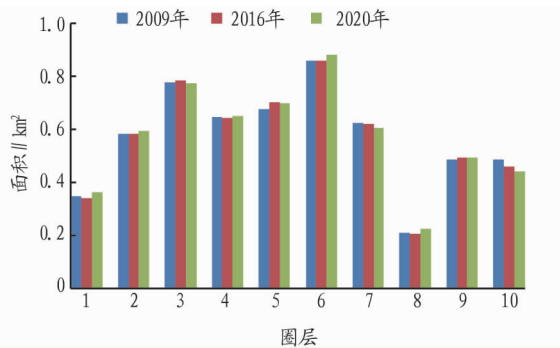


图 10 2009、2016、2020 年永固镇农村居民点面积圈层分布

Fig. 10 Distribution of rural residential in Yonggu Town in 2009, 2016 and 2020

3 结论与讨论

该研究在 GIS 空间分析工具的借助下,通过建立空间吻合度、空间重心偏移程度及环形系统模型的基础之上,对张掖市民乐县永固镇土地利用类型规划实施的具体情况采取评估且分析。主要结论如下:

(1) 永固镇土地利用类型总体规划的实施很大程度上是以规划为主的,沿着规划的方向发展,较好地完善了土地合理利用和空间管制。在规划执行层面来看,不管是规划执行的过程还是结果,大部分地类都与总体规划较好地吻合,但是农村的城镇化有待提高,林地和牧草地的规划要强加改善;在规划约束层面,评估年土地利用与规划年数据偏离程度不大,单就农村居民点来说,分异指数较高,这说明,在规划实施的过程中,政府及相关部门采取的措施及对用地类型的约束是有效的。

(2) 空间吻合度、空间重心偏移度及圈层系统分析模型在规划实施评估中整体效果不错,适用性比较好。空间吻合度,直接在数量上反映规划实施的趋势与规划目标的吻合程度;空间重心偏移程度,在角度和移动距离上较好地展示了农村居民点在规划实施以来的偏移程度;环形分析系统,在空间和时间上有效凸显出各地类的空间布局是否处在基准年与规划年之间。

(上接第 67 页)

研究区农业用地适宜用地主要集中在中部,其余分布于南部,西北部和东部少。一般适宜用地仍主要集中在中部,其余分布于南部,西北部和东部少。较不适宜用地呈零散状分布于适宜用地和一般适宜用地的边缘。不适宜用地主要集中于东部和西部。禁止用地面积主要集中在西南部,东部次之,最南部和最北部分布较少。

参考文献

[1] 刘彦随. 中国乡村振兴规划的基础理论与方法论[J]. 地理学报, 2020, 75(6): 1120-1133.

[2] 魏后凯, 苑鹏, 芦千文. 中国农业农村发展研究的历史演变与理论创新[J]. 改革, 2020(10): 5-18.

[3] 许智宏, 李晨. 中国农业的发展现状与未来趋势[N]. 中国科学报, 2020-09-29(003).

[4] 刘永强, 龙花楼, 李加林. 农业转型背景下土地整治流转耦合模式与保障机制辨析[J]. 经济地理, 2020, 40(10): 50-57.

[5] 董艳敏, 严春宪. 中国农业高质量发展的时空特征与协调度[J]. 浙江农业学报, 2021, 33(1): 170-182.

(3) 通过 GIS 丰富的空间分析工具及其模型, 此次评估实现了方法上的创新, 打破传统定性定量的分析, 有效完善了规划实施评估的研究方法, 拓展了评估分析空间。

参考文献

[1] 钟契夫, 许光建. 中长期发展规划的基础理论与方法[M]. 北京: 中国计划出版社, 2002.

[2] 李王鸣, 沈颖溢. 关于提高城乡规划实施评价有效性及可操作性的探讨[J]. 规划师, 2010, 26(3): 19-24.

[3] 王齐鑫. 基于生态优先和地质环境适宜性的土地利用规划: 以北海市为例[J]. 安徽农业科学, 2020, 48(17): 63-70.

[4] 孙施文. 建构现代化国际大都市的规划实施机制[J]. 城市规划汇刊, 1998(3): 36-41.

[5] 郑新奇, 李宁, 孙凯. 土地利用总体规划实施评价类型及方法[J]. 中国土地科学, 2006, 20(1): 21-26.

[6] 杜金锋, 冯长春. 当前中国土地利用总体规划实施评价中主要问题研究[J]. 中国土地科学, 2008, 22(10): 74-80.

[7] 钱正强. 国家级生态示范区土地利用总体规划实施评价研究: 以南平市为例[D]. 福州: 福建农林大学, 2010.

[8] 王玉波, 唐莹. 省级土地利用总体规划实施评价研究: 以黑龙江省为例[J]. 干旱区资源与环境, 2010, 24(12): 7-14.

[9] 高希瑞, 张永福, 董煜, 等. 新疆阿克苏市土地利用总体规划实施评价[J]. 新疆农业科学, 2009, 46(1): 161-166.

[10] 赵小敏, 郭熙. 土地利用总体规划实施评价[J]. 中国土地科学, 2003, 17(5): 35-40.

[11] 夏春云, 严金明. 土地利用规划实施评价的指标体系构建[J]. 中国土地科学, 2006, 20(2): 19-23.

[12] 塔娜. 基于 PSR 模型的土地利用规划实施评价研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2007: 21-23.

[13] 赵慧. 开封市土地利用总体规划实施评价研究[D]. 开封: 河南大学, 2007: 16-18.

[14] 吴秀. 基于模糊综合评判的土地利用规划实施评价方法[D]. 武汉: 武汉大学, 2005: 22-26.

[15] 何国英. 基于 RAGA-PPC 模型在土地规划方案评价中的应用研究[J]. 安徽农学通报, 2012, 18(17): 41-44.

[16] 张秋林, 毛德华. 生态足迹方法在土地利用总体规划实施评价中的应用[J]. 资源环境与工程, 2007, 21(3): 348-351.

[17] 王婉晶, 揣小伟, 黄贤金, 等. 基于空间吻合性的土地利用总体规划实施评价方法及应用[J]. 农业工程学报, 2013, 29(4): 1-14.

[18] 侯艳玉. 城市空间发展与规划目标一致性评估研究: 以胶南市城市总体规划实施评估为例[D]. 济南: 山东建筑大学, 2012: 44-47.

[19] 吴兵, 王铮, 邓悦. 基于 GIS 的上海城市中心区工业用地空间解构[J]. 东北测绘, 2002, 25(1): 20-22.

[20] 徐建华, 岳文泽. 近 20 年来中国人口重心与经济重心的演变及其对比分析[J]. 地理科学, 2001, 21(5): 385-389.

[21] 洪武扬, 李飞雪, 李满春, 等. 土地利用总体规划实施定位评估研究: 以江苏省常州市新北区为例[J]. 资源科学, 2013, 35(10): 2075-2081.

[6] 张月平, 张炳宁, 王长松, 等. 基于耕地生产潜力评价确定作物目标产量[J]. 农业工程学报, 2011, 27(10): 328-333.

[7] 刘洛, 徐新良, 刘纪远, 等. 1990—2010 年中国耕地变化对粮食生产潜力的影响[J]. 地理学报, 2014, 69(12): 1767-1778.

[8] 王继人, 钟昌标, 王玲玲, 等. 2000—2017 年湖南省土地耕作适宜性、气候生产潜力与 LUCC 过程动态特征[J]. 山地学报, 2019, 37(2): 252-262.

[9] 张晓雯, 安祥生, 李豪. 阳泉市郊区耕地生产潜力提升策略研究[J]. 安徽农业科学, 2020, 48(9): 102-105.

[10] 杨绍萍. 基于 GIS 的三都县农业用地适宜性评价[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(19): 67-69, 78.

[11] 付野, 艾东, 王数, 等. 基于反规划和最小累积阻力模型的土地生态适宜性评价: 以昆明市为例[J]. 中国农业大学学报, 2019, 24(12): 136-144.

[12] 徐新良, 刘洛, 蔡红艳. 中国农田生产潜力数据集[EB/OL]. [2020-09-27]. <http://www.resdc.cn/doi/doi.aspx?doiid=43>.

[13] 傅伯杰. 土地潜力评价的类型与方法[J]. 国土与自然资源研究, 1990(2): 29-32.

[14] 姜晓丽, 杨伟. 基于“三生”空间视角的城市建设用地拓展适宜性[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(16): 282-285.

[15] 齐增相, 廖建军, 徐卫华, 等. 基于 GIS 的秦岭山区聚落地适宜性评价[J]. 生态学报, 2015, 35(4): 1274-1283.