

青藏高寒山区土地利用多功能时空分异特征及影响因素探析

——以青海省海东市为例

任君^{1,2,3}, 周伟^{2,4}, 郭婧^{5,6,7}, 黄雨晗², 海文静³

(1. 青海大学研究生院, 青海 西宁 810016; 2. 中国地质大学(北京)土地科学技术学院, 北京 100083; 3. 青海大学土木工程学院, 青海 西宁 810016; 4. 自然资源部土地整治重点实验室, 北京 100035; 5. 青海省社会科学院生态环境研究所, 青海 西宁 810000; 6. 中国科学院西北高原生物研究所, 青海 西宁 810008; 7. 青海省寒区恢复生态学重点实验室, 青海 西宁 810008)

摘要: 研究目的: 以青海省海东市为例, 研究青藏高寒山区土地利用多功能时空分异特征及影响因素, 为实现土地资源高效利用和区域可持续发展提供参考。研究方法: 改进TOPSIS法和地理探测器模型。研究结果: (1)2007—2018年海东市土地利用总功能持续提升, 各区县土地生产功能平稳提升, 生活功能波动提升, 生态功能大幅提升; (2)各区县土地利用总功能动态呈“东南部优于西北部”的特征, 生产功能动态呈“东北向西南迁移”的特征, 生活功能动态呈“组团式”特征, 生态功能动态呈“远郊好于近郊, 近郊好于中心城区”的空间特征; (3)二级功能中, 资源供给功能增幅最大, 农业生产功能减幅最大; (4)青藏高寒山区土地利用多功能主导影响因素从自然资源禀赋转向社会经济因素和区域政策, 禁建区面积占比等6个因素为增强型因素, 距市中心距离为稳定型因素, 高程等3个因素为减弱型因素。研究结论: 青藏高寒山区应优先保护生态环境, 促进产业生态化, 提升土地利用多功能水平, 实现区域可持续发展和高品质生活。

关键词: 土地资源; “三生”功能; 改进TOPSIS法; 地理探测器; 青藏高寒山区

中图分类号: F301.24

文献标志码: A

文章编号: 1001-8158(2021)04-0090-11

1 引言

土地是人类最重要的生存资源和生产要素^[1], 更是新时代生态文明建设和脱贫致富的重要载体。随着生态文明建设和新型城镇化的推进, 青藏高寒山区农牧民的生产生活方式发生了深刻变化, 生活空间“蚕食”生产空间、生产空间“挤压”生态空间、生活空间“渴望”生态空间, 土地利用功能逐渐从单一的农业生产功能向生产、生活、生态多元的功能转变, 山区土地利用与“三生”空间的矛盾日益显现。科学、深入地认识青藏高寒山区土地利用多功能时空分异特征及影响因素, 是识别影响区域可持续发展和高品质生活

问题的关键。

土地利用提供产品和服务的能力, 即为土地利用功能^[2], 其利用方式的多样化为满足人类日益多元的产品和服务需求提供了可能。土地利用多功能是土地作为自然经济复合体综合保护、开发、利用的结果, 其概念最早由欧盟第六次框架SENSOR项目提出^[3-6], 逐渐成为国内外地理学、土地科学及可持续发展研究的前沿领域^[7-9]。国外学者对土地利用多功能的研究主要集中于可持续性评估领域, 最具代表性的是SENSOR项目开发的SIAT(Sustainability Impact Assessment Tools)模型工具^[3-6]。国内学者对土地利用多功能的概念内涵^[9-10]、研究框架^[11]、功能分类^[8-9, 12-13]、

收稿日期: 2020-09-13; 修稿日期: 2021-03-01

基金项目: 国家社会科学基金青年项目(16CJY012); 青海省社科规划年度项目青年项目(20052); 青海大学中青年社科基金项目(2018-QSY-4)。

第一作者: 任君(1989-), 男, 甘肃武威人, 讲师, 博士研究生。主要研究方向为土地利用管理及国土空间规划。E-mail: Renjun@qhu.edu.cn

通讯作者: 周伟(1972-), 男, 甘肃会宁人, 博士, 教授, 博士生导师。主要研究方向为土地利用工程与资源环境遥感。E-mail: zhouw@cugb.edu.cn

功能评价^[14]、障碍因素^[15-16]等进行了理论探讨,基于全国^[10,17]、省^[14,18]、市^[15-16,19]、县^[20]及特定区域^[2,21-22]等大中尺度和村域^[22-23]、网格^[21]及地块^[12]等小尺度开展了实证研究,主要运用递进突变模型^[15]、TOPSIS法^[16,18]、综合指数法^[21]及全排列多边形指示法^[19]等方法,取得了丰硕的研究成果,对理解土地利用多功能的框架和影响因素奠定了良好的基础。然而,目前国内对土地利用功能类型的划分尚未统一^[24],比较常见的土地利用多功能类型为经济功能、社会功能和环境(生态)功能“三大功能”^[8,11,15]。然而,陈婧等^[12]认为土地利用功能与土地利用类型具有直接的联系,将土地利用多功能划分为生产功能、生活功能和生态功能(“三生”功能)。刘超等^[9,25]认为将土地利用功能划分为“三生”功能的分类体系与土地利用类型具有对应关系,具有操作简单、直观的优点。随着生态文明建设的推进和国土空间规划的深入实施,该分类体系已被学者们广泛应用于土地承载力评价和国土空间分区研究^[17,26]。

土地利用多功能评价是指在一定时期内对区域土地在开发利用过程中为人类提供各项产品和服务能力的量度^[1,27],是土地多功能利用的基础性工作。总体来看,土地利用多功能评价指标体系研究仍处于探索阶段^[15],尚未形成成熟的研究体系和方法^[1-2,9,24];现有研究大多仅对研究区起始年和终止年间的土地利用多功能评价结果进行静态分析,缺乏时间序列的区域动态差异对比分析和影响因素研究;研究案例也主要集中于沿海及东中部地区,鲜有对青藏高寒山区的研究案例。区县作为中国行政管理的基层单元,是土地利用、规划、管理的最佳尺度^[2],研究其土地利用多功能对调控人地矛盾、优化国土空间格局,增强区域的可持续发展能力具有重要意义。青藏高寒山区生态环境脆弱、贫困程度深,既是国家生态安全屏障构建的核心区,又是中西部高寒区精准脱贫的重点区域^[28]。因此,以区县尺度探索青藏高寒山区土地利用多功能时空分异特征和影响因素,是破解青藏高寒山区人地矛盾和区域可持续发展问题的关键,更是区县开展国土空间治理能力建设和精准扶贫的有益探索。

鉴于此,本文以青海省海东市为例,以2区4县为评价单元,基于“三生”功能构建青藏高寒山区土地利用多功能评价指标体系,运用改进TOPSIS法和地理探测器模型,综合分析2007—2018年海东市6区县土

地利用多功能时空分异动态特征及影响因素,以期对青藏高寒山区土地资源高效利用和区域可持续发展提供参考。

2 研究区概况和数据来源

2.1 研究区概况

青藏高寒山区是中国“两屏三带”生态安全格局的重要组成部分,也是中国生态扶贫的重点区域,更是中国深度贫困和生态脆弱的叠加区^[28-31]。海东市处于黄土高原向青藏高原过渡镶嵌地带,位于青海省东北部,地理位置为 $100^{\circ}42' \sim 103^{\circ}04'E$, $35^{\circ}26' \sim 37^{\circ}05'N$ 。境内地貌多样,山峦起伏、沟壑纵横,地势总体呈西高东低,海拔在1 650~4 636 m之间,属高原半干旱大陆性气候^[29]。由《海东统计年鉴(2019)》可知,海东市现辖2区4县,土地总面积12 982.42 km²,截至2018年末,全市总人口172.64万人,城镇化率38.45%,有回、藏、土、撒拉、蒙古等18个少数民族,占全市人口的一半。同时,海东市是青藏高寒山区湟水谷地重要的农业生产区和青海省东部重点城镇建设区,除平安区外,其余区县均为六盘山区集中连片特困区。自2007年以来,该市土地利用结构发生了明显变化,特别是2011年“一园四区”的设立和2013年“撤地设市”的历史转变及“一带一路”战略的提出,加之海东市产业结构优化升级和“退耕还林”“退耕还草”等生态保护措施的实施,人地矛盾更加突出。因此,将其作为青藏高寒山区土地利用多功能研究的对象具有典型性和代表性。

2.2 数据来源

本文数据来源包括:(1)社会经济统计数据来源于《海东统计年鉴》(2008—2019年)、各区县统计年鉴及公报,部分指标通过实地调研获取;(2)DEM数据来源于中国科学院地理空间数据云(<https://www.gscloud.cn>)平台;(3)根据通勤时间将海东市乐都区和平安区划为中心城区,0.5 h < 通勤时间 ≤ 1 h的民和县划分为近郊,通勤时间 > 1 h的互助县、循化县和化隆县划分为远郊^[15]。

3 研究方法

3.1 土地利用多功能评价指标体系构建

根据指标选择科学性、代表性、完备性和数据可获得性的原则^[27],结合青藏高寒山区草地是主要土地利用类型、畜牧业是主要农业产业,生态环境脆弱而

重要和贫困程度深的现实,考虑到:(1)侧重结构性指标^[19]。选择土地垦殖率和草地退化面积2项指标;(2)侧重效益性指标^[14]。选择粮食总产量、肉类总产量和第三产业从业人员数等10项指标;(3)侧重反映人类需求状态的指标^[1]。选择人均粮食拥有量、人均GDP和人均草地面积等8项指标。根据以上分析,参考相关研究成果^[1-2,9,11,14-25,32],结合专家建议,基于“三生”功能视角构建了青藏高寒山区土地利用多功能评价指标体系(表1)。

3.2 土地利用多功能测度方法

3.2.1 改进TOPSIS法

TOPSIS法是一种在系统工程中根据评价对象与理想方案之间接近程度的多目标决策分析方法。改进TOPSIS法是熵值法与传统TOPSIS法结合的多方案决策方法^[16,18],具有对数据分布和指标数量没有严格限制、计算简单易行的优点,不仅可以进行纵向时间序列对比,还可以进行横向空间对比。简要操作过程为:(1)采用极值法对各项指标进行标准化处理。本文选取青海省海东市2区4县2007—2018年12年间的20项指标评价青藏高寒山区土地利用多功能,因

此,规范化矩阵中的 $m=20, n=12$ 。(2)采用熵值法确定指标层权重^[15-16],专家打分法确定准则层和子目标层权重^[27]。(3)运用线性加权求和法测算子目标层土地利用功能值和土地利用总功能值(F)。 F 越大,则海东市各区县土地利用总功能水平越高,反之,各区县土地利用多功能水平越低。改进TOPSIS法的详细计算过程详见文献^[16,18]。

3.2.2 动态变化度测度

土地利用多功能动态变化度(d)可以测度不同时期各评价单元土地利用功能的相对变化度^[22]。

$$d = \frac{F_{t+1} - F_t}{F_t} \times 100\% \quad (1)$$

式(1)中: d 为土地利用多功能动态变化度; F_{t+1} 和 F_t 分别研究区 $t+1$ 和 t 时期的土地利用功能值。同时,基于ArcGIS 10.3平台,运用自然断裂点法^[23,33]将海东市各区县土地利用多功能动态变化度分为快速增加、缓慢增加、维持不变、缓慢减少、快速减少5个水平等级。

3.3 地理探测器模型

地理探测器模型主要包括因子探测器、风险探测器、生态探测器和交互作用探测器^[34]。本文运用因子

表1 青藏高寒山区土地利用多功能评价指标体系

Tab.1 Evaluation index system of multi-functionality of land use in Qinghai-Tibet Alpine Mountain Areas

目标层	子目标层/权重	准则层/权重	指标层	权重		
土地利用总功能	生产功能0.31	农业生产功能0.58	粮食总产量(+)	0.225 2		
			肉类总产量(+)	0.123 4		
			人均粮食拥有量(+)	0.618 5		
			土地垦殖率(+)	0.032 9		
		经济发展功能0.42	经济密度(+)	0.441 8		
			人均GDP(+)	0.558 2		
			交通联络功能0.28	公路里程(+)	1.000 0	
				就业支撑功能0.22	第三产业从业人员数(+)	1.000 0
			生活功能0.33	社会保障功能0.26	卫生机构床位数(+)	0.344 2
					城镇居民人均可支配收入(+)	0.334 8
	农村人均居民收入(+)	0.321 0				
	居住家园功能0.24	人口密度(+)		0.364 2		
		小学在校学生数(+)		0.280 1		
		普通中学在校学生数(+)		0.355 7		
	生态功能0.36	资源供给功能0.48	人均草地面积(+)	0.478 2		
			人均耕地面积(+)	0.178 1		
			人均水资源量(+)	0.343 7		
		生态维持功能0.52	化肥施用量(-)	0.360 5		
			人均林地面积(+)	0.308 2		
			草场退化面积(-)	0.331 3		

探测器模型对研究区土地利用多功能的空间分异的影响因素与机理进行分析,其 q 值度量表达式为:

$$q = 1 - \frac{\sum_{h=1}^L N_h \sigma_h^2}{N \sigma^2} \quad (2)$$

式(2)中: q 为研究区土地利用多功能决定力,其值域为 $[0, 1]$; N_h 和 N 分别为分层和研究区样本数; L 为分区数; σ^2 和 σ_h^2 分别为研究区方差和 h 层的方差。根据动态变化度测度土地利用多功能的决定力变化,运用自然断列点法^[23,33],将影响因素划分为持续增强型、缓慢增强型、维持稳定型、缓慢减弱型和持续减弱型5类。

4 结果分析

4.1 土地利用总功能时空变化分析

2007—2018年,海东市土地利用总功能持续提升,从2007年的3.387 0持续提升至2018年的4.424 5。其中,生态功能增幅最大,增长了48.88%;生活功能次之,增长了39.81%;生产功能仅增长10.07%。在区县尺度(图1),除平安区土地利用总功能在下降外,其余区县土地利用总功能均在提升,平安区土地利用总功能从2007年的0.704 3下降至2018年的0.661 7,下降了6.05%;化隆县土地利用总功能提升最大,从2007年的0.442 5提升至2018年的0.774 0,提升了

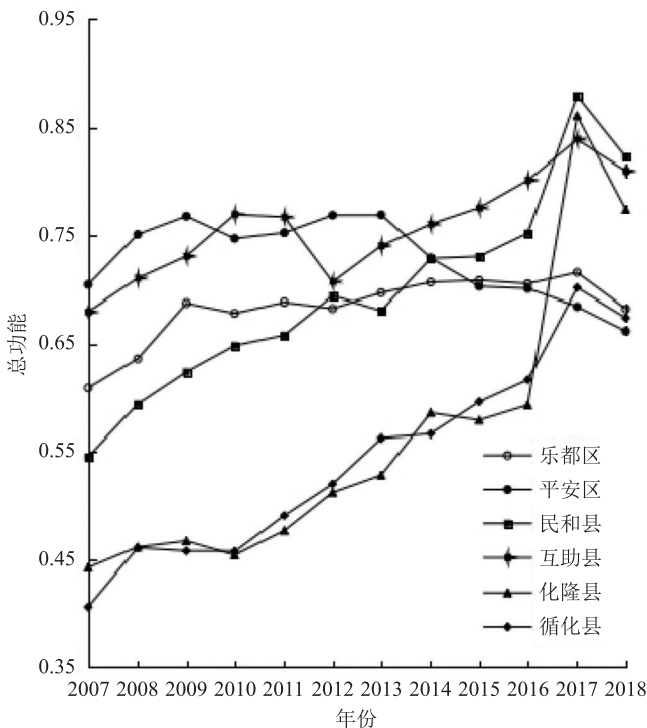


图1 2007—2018年海东市各区县土地利用总功能变化图

Fig.1 Change map of total land function in Haidong City from 2007 to 2018

74.92%。各区县土地利用总功能时空分异特征明显,总体呈现出“中心城区低、郊区高”的空间特征。这与中心城区作为海东市社会经济繁荣发展的中心区和人口高密度聚集的核心区的区位特征密切相关,随着城镇化的深入推进,中心城区城镇常住人口持续增加,企业向园区不断集中,中心城区的农业生产功能和经济发展功能减弱,从而影响了中心城区土地利用总功能的提升。而郊区借助国家生态文明建设,“精准扶贫”政策和园区、新区的不断建设,土地的生态功能、社会保障和经济发展等功能持续增强,有效提升了郊区的土地利用总功能。

2007—2018年,海东市6区县土地利用总功能动态变化度呈现“东南部优于西北部”的特征,这与海东市的地形特征有密切的关系,东南部地势平坦,光照、水资源条件好,西北部受河谷地形条件的限制,人地矛盾剧烈。2007—2013年(图2(a)),乐都区、民和县、循化县和化隆县的土地利用总功能动态变化度在维持不变及缓慢增加以上等级;互助县和平安区土地利用总功能动态变化度在缓慢减少以下等级。2013—2018年(图2(b)),土地利用总功能动态变化度“东南部优于西北部”的总体特征依旧明显,但由于2013年“撤区设市”、“一带一路”及“精准扶贫”等战略的实施,互助县、民和县、化隆县及循化县的土地利用总功能动态变化度在维持不变及缓慢增加以上等级,而中心城区的土地利用总功能动态变化度均在减少。

4.2 土地利用“三生”功能时空变化分析

4.2.1 生产功能

2007—2018年,海东市各区县土地利用生产功能平稳提升(图3)。除平安区外,其余区县土地利用生产功能呈上升趋势。民和县土地利用生产功能提升最大,从2007年的0.175 3持续提升至2018年的0.250 6,增幅达到42.96%;平安区土地利用生产功能下降最大,从2007年的0.292 3下降至2018年的0.229 4,减幅达到21.50%。从二级功能来看(图4),农业生产功能方面,互助县、民和县和化隆县农业生产功能呈上升趋势,民和县农业生产功能增幅最大,从2007年的0.446 1提升至2018年的0.580 8,其余区县农业生产功能均呈下降趋势。经济发展功能方面,各区县土地经济发展功能均提升。总体来看,湟水谷地区县土地的经济功能均高于浅山区,说明地形条件对青藏高寒山区经济发展有至关重要的作用。

2007—2018年,海东市6区县土地利用生产功

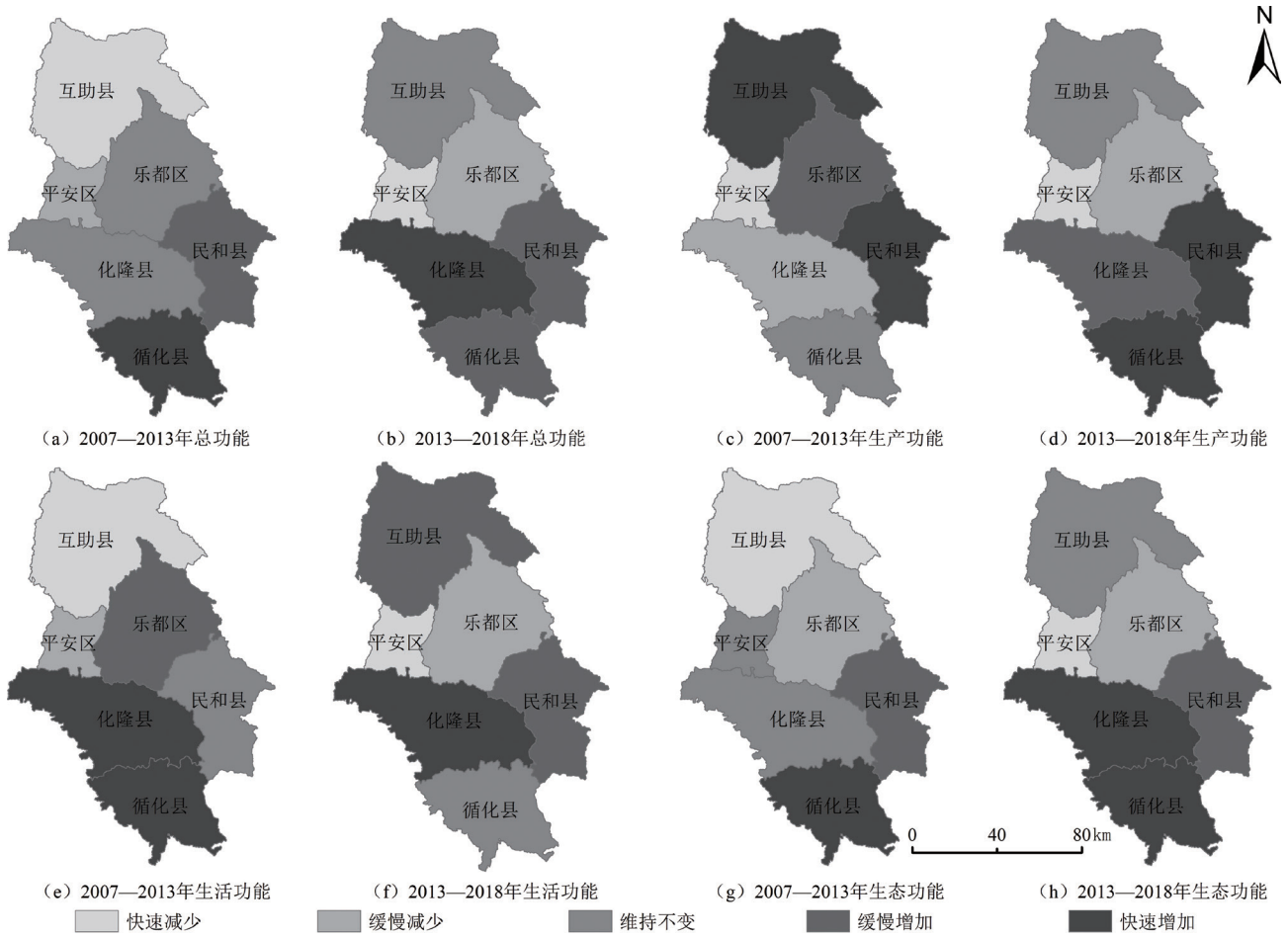


图2 2007—2018年海东市各区县土地利用功能动态变化图

Fig.2 Dynamic change map of land functions in Haidong City from 2007 to 2018

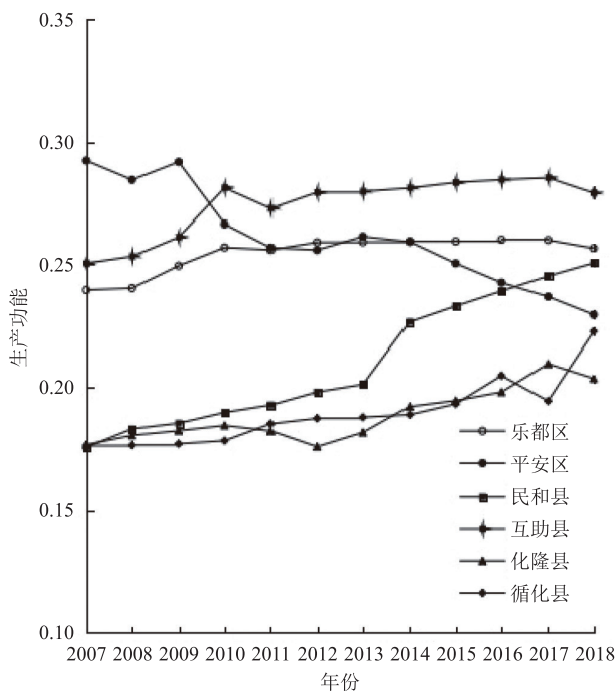


图3 2007—2018年海东市各区县土地生产功能变化图

Fig.3 Change map of production function in Haidong City from 2007 to 2018

能动态变化度呈“东北向西南迁移”的特征，“一园四区”的园区体系较好地支撑了海东市的生产发展。2007—2013年(图2(c)),互助县、乐都区和民和县依托良好的产业园区基础构成了海东市的经济辐射带,土地利用生产功能动态变化度增加;而平安区、化隆县和循化县受地形条件和国家投资缩减及融资难度加大等因素的影响,土地利用生产功能动态变化度在维持不变或减少。2013—2018年(图2(d)),民和县、循化县和化隆县分别依靠产业成功转型升级、“精准扶贫”战略实施和群科新区的建设形成了海东市新的经济辐射带,土地利用生产功能动态变化度增加;而平安区、乐都区和互助县在国家“三高一低”产业发展政策下,园区传统产业转型压力大,土地经济功能下降,土地利用生产功能动态变化度减少。

4.2.2 生活功能

2007—2018年,海东市各区县土地利用生活功能波动式提升(图5)。2013年后平安区土地利用生产功能在下降,这是由于“撤区设市”政策中政府驻

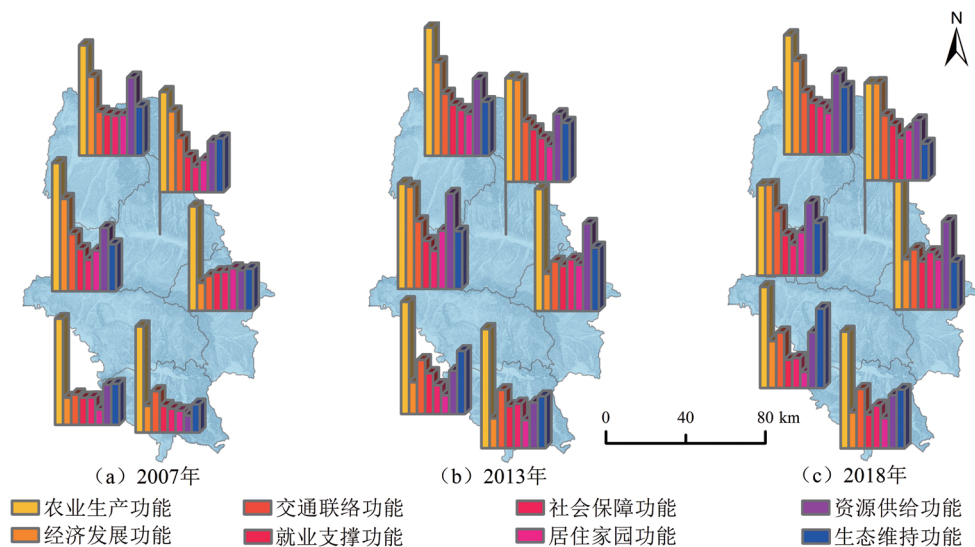


图4 2007—2018年海东市各区县土地利用二级功能空间分异图

Fig.4 Spatial differentiation map of sub-function of land use in Haidong City from 2007 to 2018

地搬迁致使当地人口密度和卫生机构床位数等指标下降,其余区县土地利用生产功能均呈持续上升趋势,其中化隆县土地利用生产功能提升最大,增幅为136.89%。从二级功能来看(图4),交通联络功能方面,各区县交通设施不断完善,路网密度增大,土地的交通联络功能提升。就业支撑功能方面,各区县就业支撑功能总体呈上升趋势,但2013年后平安区、化隆县和循化县第三产业从业人员数下降,土地就业支撑功能下降。社会保障功能方面,各区县土地社会保障功能均上升,2013年后平安区土地社会保障功能持续下降;而在2013年“撤区设市”和国家少数民族地区政策等机遇的助推下,乐都区、民和县、化隆县、互助县的医疗机构床位数、城乡居民收入等指标均大幅增加,土地的社会保障功能大幅提升。居住家园功能方面,化隆县居住家园功能从2007年的0.065 6下降至2018年的0.043 3,这是由于脱贫产业“拉面经济”异地就业的诱导,当地人口密度和在校学生数下降;其余区县居住家园功能均呈上升趋势,乐都区增幅达到64.73%,主要是2013年后乐都区人口密度和在校人数持续增大,土地的居住家园功能大幅提升。总体来看,“撤区设市”政策中政府驻地搬迁和“精准扶贫”政策中劳务输出等政策诱变对青藏高寒山区土地利用方式产生了重大影响。

2007—2018年,海东市各区县土地利用生活功能动态变化度呈“组团式”特征,中心城区区位优势和国家“精准扶贫”政策对土地利用生活功能的提升发挥着重要作用。2007—2013年(图2(e)),乐都区、民和县、

循化县和化隆县等区县的土地利用生活功能动态变化度在维持不变以上等级;平安区和互助县的土地利用生活功能动态变化度减少。2013—2018年(图2(f)),平安区的土地利用生活功能动态变化度在快速减少;乐都区土地利用生活功能在较高水平,但2016年后受经济下滑的影响,其土地利用生活功能下降,乐都区是海东市的政治、经济、文化中心,其辐射带动效应增强,土地生产功能的“组团式”特征明显,互助、民和和化隆等区县的土地利用生活功能动态变化度增加,海东市向东开放的门户优势增强。

4.2.3 生态功能

2007—2018年,海东市各区县土地利用生态功能大幅提升(图6)。各区县土地利用生态功能均波动提升,其中循化县增幅最大,从2007年的0.067 9提升至2018年的0.204 4,增幅达到193.36%。从二级功能看(图4),资源供给功能方面,平安区土地的资源供给功能呈先上升后下降的趋势,其余区县土地的资源供给功能均呈上升趋势,尤其是循化县积极发挥全省旅游扶贫开发县的作用,土地的资源供给功能大幅提升。生态维持功能方面,乐都区土地生态维持功能呈先上升后下降趋势,其余区县土地的生态维持功能呈上升趋势,其中循化县增幅最大,增幅为174.13%。总体来看,海东市各区县土地生态功能均提升,说明国家生态文明建设理念和青海省“一优两高”发展战略对当地的生态环境保育发挥了重要作用。

2007—2018年,海东市各区县土地利用生态功能动态变化度总体呈“远郊好于近郊,近郊好于中心城

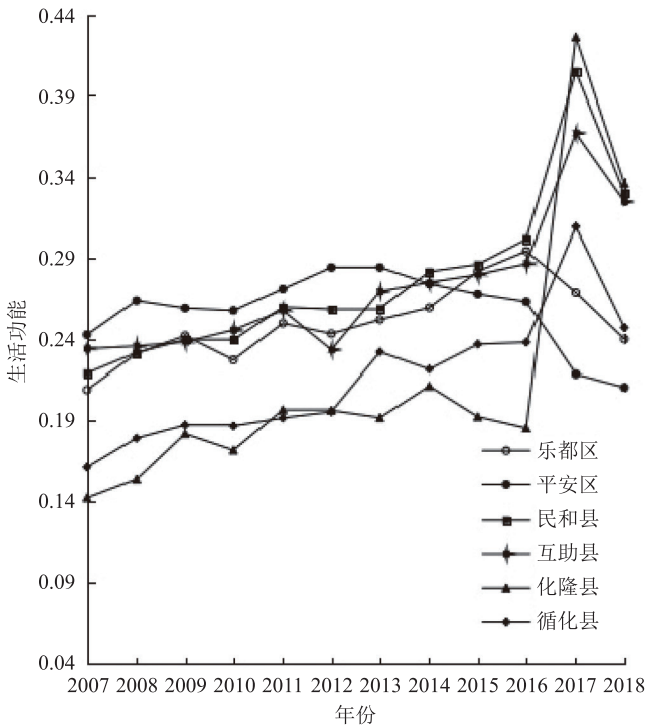


图5 2007—2018年海东市各区县土地利用生活功能变化图
 Fig.5 Change map of living function in Haidong City from 2007 to 2018

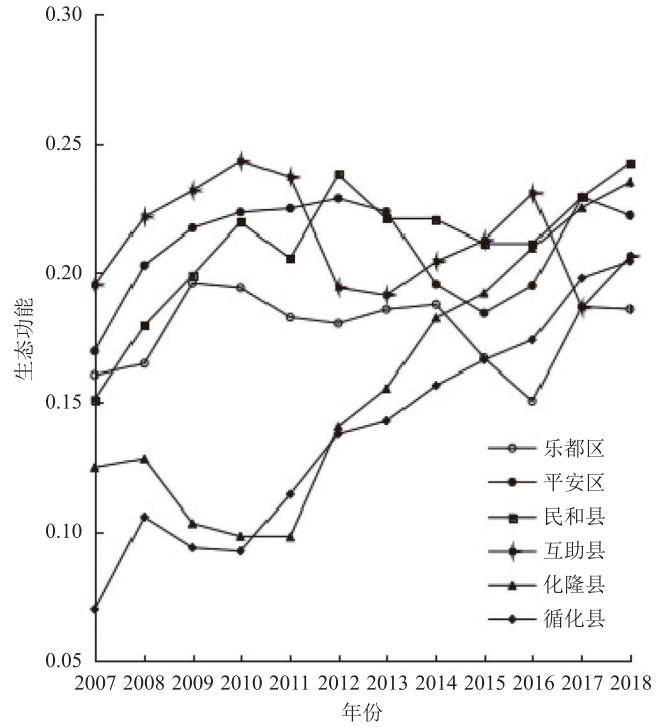


图6 2007—2018年海东市各区县土地利用生态功能变化图
 Fig.6 Change map of ecological function in Haidong City from 2007 to 2018

区”的空间特征,与社会经济发展水平由中心城区向郊区递减的特征相反。2007—2013年(图2(g)),远郊的循化和化隆县的土地利用生态功能动态变化度在维持不变以上等级;互助县因为工业园区处于转型探索期,土地利用生态功能动态变化度快速减少;近郊的民和县土地利用生态功能动态变化度缓慢增加;平安区因为湟水流域治理和国土空间绿化等措施的实施,土地利用生态功能动态变化度维持不变;乐都区因为城镇建设,人均林草地面积减少,土地利用生态功能动态变化度缓慢减少;2013—2018年(图2(h)),远郊的循化县和化隆县由于自然生态环境的保护,土地利用生态功能动态变化度增加;互助县由于传统产业升级周期长,土地利用生态功能动态变化度维持不变;近郊的民和县由于现代化农业园区成功升级,化肥施用量缓慢下降,土地利用生态功能动态变化度缓慢增加;中心城区虽然继续实施国土空间绿化工程,但由于城镇人口的增加和林草地面积的减少,土地利用生态功能动态变化度减少。

4.3 土地利用多功能影响因素指标体系构建及分析

4.3.1 影响因素指标体系构建

土地利用多功能主要受自然资源、社会经济和政策等因素的影响。本文在参考已有研究成果的

基础上^[2,9,23],结合青藏高寒山区自然环境复杂多样、生态环境脆弱、经济尚不发达和人人地关系敏感性高及区域政策对其影响大的现实,从自然资源禀赋、社会经济因素、区域政策3个维度选取青藏高寒山区土地利用多功能的影响因素,考虑到影响因素的相关性,采用容差和方差膨胀因子进行多重共线性诊断,剔除方差膨胀因子大于10的影响因素^[2,16],最终获得10个指标(表2)。

4.3.2 影响因素分析

(1)自然资源禀赋。自然资源禀赋是土地作为生产要素的先决条件之一^[35-36]。2013年前高程是影响海东市各区县土地利用多功能的主要资源禀赋要素(表2),其土地利用多功能决定力为0.929 5,2013年后有效灌溉面积成为影响海东市各区县土地利用多功能的主要自然资源禀赋因素,其决定力从2013年的0.985 4上升为2018年的0.986 6;坡度和降水的决定力均持续下降。2007—2018年青藏高寒山区资源禀赋条件对土地利用多功能的影响降低(表3),降水的决定力动态变化度为-49.03%,为持续减弱型因素;高程和坡度的决定力动态变化度分别为-3.16%和-8.91%,为缓慢减弱型因素;有效灌溉面积的决定力动态变化度为17.99%,为持续增强型因素。说明随

表2 2007—2018年青藏高寒山区土地利用多功能影响因素决定力

Tab.2 Determinations of influencing factors of land use multi-functionality in Qinghai-Tibet Alpine Mountain Areas from 2007 to 2018

维度	影响因素	2007年		2013年		2018年	
		q值	p值	q值	p值	q值	p值
自然资源禀赋	高程	0.949 9	0.000 0	0.929 5	0.565 0	0.919 9	0.572 6
	坡度	0.836 2	0.764 5	0.806 2	0.661 6	0.761 7	0.906 5
	降水	0.632 2	0.939 5	0.526 6	0.990 4	0.322 2	0.997 6
	有效灌溉面积	0.836 2	0.764 5	0.985 4	0.000 0	0.986 6	0.000 0
社会经济因素	距市中心距离	0.959 3	0.000 0	0.965 9	0.352 7	0.978 3	0.303 2
	城镇化水平	0.961 5	0.000 0	0.985 4	0.000 0	0.991 5	0.000 0
	地均固定资产投资	0.511 9	0.973 1	0.985 4	0.000 0	0.991 5	0.000 0
	农牧民纯收入	0.731 9	0.919 3	0.953 9	0.457 9	0.973 2	0.525 7
区域政策	农用地转为建设用地比例	0.949 9	0.000 0	0.985 4	0.000 0	0.986 4	0.000 0
	禁建区面积占比	0.419 1	0.982 1	0.548 6	0.981 3	0.919 1	0.575 2

表3 2007—2018年青藏高寒山区土地利用多功能影响因素分类

Tab.3 Classification of influencing factors of land use multi-functionality in Qinghai-Tibet Alpine Mountain Areas from 2007 to 2018

影响因素	动态变化度/%			变化类型
	2007—2013年	2013—2018年	2007—2018年	
禁建区面积占比	30.89	88.40	119.29	持续增强型
地均固定资产投资	92.49	1.19	93.68	持续增强型
农牧民纯收入	30.33	2.64	32.97	持续增强型
有效灌溉面积	17.85	0.15	17.99	持续增强型
农用地转为建设用地比例	3.74	0.11	3.85	缓慢增强型
城镇化水平	2.49	0.64	3.12	缓慢增强型
距市中心距离	0.69	1.29	1.98	维持稳定型
高程	-2.15	-1.01	-3.16	缓慢减弱型
坡度	-3.58	-5.33	-8.91	缓慢减弱型
降水	-16.71	-32.32	-49.03	持续减弱型

着科学技术的进步和社会经济的发展,高程和坡度对土地利用的限制性减弱;随着青藏高原“暖湿化”加剧,降水对土地开发利用的影响减弱^[31,37],但水资源条件依然是影响土地利用方式多元化的重要方面。

(2)社会经济因素。社会经济因素是土地资源高效可持续利用的重要因素^[2,27]。2007—2018年城镇化水平是影响海东市各区县土地利用多功能的主要社会因素(表2),其决定力从2007年的0.961 5持续上升为2018年的0.991 5;距市中心距离、地均固定资产投资及农牧民纯收入等社会经济因素的决定力也在持续上升。2007—2018年青藏高寒山区社会经济发展对土地利用多功能的影响持续增强(表3),地均固定资产投资和农牧民纯收入的决定力动态变化度分

别为93.68%和32.97%,为持续增强型因素;城镇化水平的决定力动态变化度为3.12%,为缓慢增强型因素;距市中心距离的决定力动态变化度为1.98%,为维持稳定型因素。说明随着国家“撤区设市”、“一带一路”和“精准扶贫”等战略的实施,青藏高寒山区社会经济繁荣发展,土地保护开发利用方式更加多元化。

(3)区域政策。区域政策是影响土地利用方式和空间布局的重要手段^[15,23,25]。《海东市土地利用总体规划(2006—2020年)》划定了禁止建设区,也将新增建设占用农用地规模设定为规划的预期性指标。同时,海东市还实施了“生态退耕”工程,这都对当地的土地利用方式产生了重要影响。2007—2018年农用地转为建设用地比例是影响海东市各区县土地利用

多功能的主要区域政策(表2),其决定力从2007年的0.949 9上升为2018年的0.986 4;禁建区面积占比的决定力从2007年的0.419 1持续上升为2018年的0.919 1。2007—2018年青藏高寒山区区域政策对土地利用多功能的影响持续增强(表3),禁建区面积占比和农用地转为建设用地比例决定力动态变化度分别为119.29%和3.85%,为持续增强型和缓慢增强型因素。在国家“青海省最大的潜力在生态、最大的价值在生态和最大的责任在生态”的目标要求下,区域政策中的土地利用规划和“生态退耕”工程对当地生态保育发挥了积极作用^[38],土地的生态功能持续提升。

5 结论与讨论

本文在探索构建青藏高寒山区土地利用多功能评价指标体系的基础上,采用改进TOPSIS法和地理探测器模型对海东市6区县土地利用多功能时空分异动态特征及影响因素进行了探析,得出如下结论:(1)海东市土地利用总功能持续提升,各区县土地生产功能平稳提升,生活功能波动提升,生态功能大幅提升,区县间生产和生态功能差距趋于缩小,而生活功能差距扩大;(2)各区县土地利用总功能动态变化度呈“东南部优于西北部”的特征,生产功能动态变化度呈“东北向西南迁移”的特征,生活功能动态变化度总体呈“组团式”特征,生态功能动态变化度呈“远郊好于近郊,近郊好于中心城区”的空间特征,这与地形地貌、区位特征、产业园区、社会经济发展水平及区域政策等因素有密切关系;(3)二级功能中,资源供给功能增幅最大,农业生产功能减幅最大,农业生产功能和资源供给功能是未来各子功能协调发展的重点;(4)影响土地利用多功能的主导因素从自然资源禀赋转向社会经济因素和区域政策,尤其是“撤区设市”、“精准扶贫”、土地利用规划和“生态退耕”等政策对青藏高寒山区土地利用的诱导作用增强,土地保护开发利用方式更加多元化,土地利用功能更加多样化。

海东市是青藏高寒山区重要的湟水谷地农业区和青海省东部城镇圈建设的重点区域,位于黄河流域生态脆弱区,少数民族占比大,贫困程度深,互助和民和县应积极融入“兰西城市群”发展战略,进一步优化升级民和工业园和互助绿色产业园,全力打造新能源、新材料和绿色食品等新兴产业,转变经济增长方式,促进产业生态化发展,提升土地生产功能,形成集约高效的生产空间;乐都区和平安区应抓住城乡融合

试点和高原美丽城镇建设的机遇,深入实施农村土地制度改革和乡村振兴战略,完善公共基础设施,补足城乡共享短板,通过旧城改造和农牧民危旧房改造等项目改善人居环境,促进城镇化与生态环境耦合协调发展,提升土地生活功能,形成宜居适度的生活空间;循化县和化隆县应保护好坎布拉国家森林公园等重要生态功能区,通过“拉面经济”异地产业扶贫和“生态移民”等生态补偿措施,保证生态用地不被侵占,确保区域生态安全,大力提升土地生态功能,形成山清水秀的生态空间。此外,本文重点从区县尺度对青藏高寒山区土地利用多功能进行了探析,但区域政策的量化指标尚嫌不足,未来通过获取村镇尺度的数据资料,将“一带一路”、“精准扶贫”和“乡村振兴”等国家政策量化并空间表达,从村镇微观尺度探究青藏高寒山区土地利用多功能的时空分异特征和影响因素是下一步研究的重点。

参考文献(References):

- [1] 黄安,许月卿,郝晋珉,等.土地利用多功能性评价研究进展与展望[J].中国土地科学,2017,31(4):88-97.
- [2] 孙丕苓,许月卿,刘庆果,等.环京津贫困带土地利用多功能性的县域尺度时空分异及影响因素[J].农业工程学报,2017,33(15):283-292.
- [3] MAIER L, SHOBAYASHI M. Multifunctionality: Towards an Analytical Framework[M]. Paris: Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), 2001: 3-9.
- [4] WIGGERING H, DALCHOW C, GLEMNITZ M, et al. Indicators for multifunctional land use—linking socio-economic requirements with landscape potentials[J]. Ecological Indicators, 2006, 6(1): 238-249.
- [5] GROOT R D. Function-analysis and valuation as a tool to assess land use conflicts in planning for sustainable, multi-functional landscapes[J]. Landscape & Urban Planning, 2006, 75(3): 175-186.
- [6] HELMING K, DIEHL K, KUHLMAN T, et al. Ex ante impact assessment of policies affecting land use, part B: application of the analytical framework[J]. Ecology and Society, 2011, 16(1): 1-23.
- [7] 宋小青,欧阳竹.耕地多功能内涵及其对耕地保护的启示[J].地理科学进展,2012,31(7):859-868.
- [8] 刘沛,段建南,王伟,等.土地利用系统功能分类与评价体系研究[J].湖南农业大学学报(自然科学版),2010,

- 36(1): 113 - 118.
- [9] 刘超, 许月卿, 刘焱序, 等. 基于系统论的土地利用多功能分类及评价指标体系研究[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2018, 54(1): 181 - 188.
- [10] XIE G D, ZHEN L, ZHANG C X, et al. Assessing the multifunctionalities of land use in China[J]. Journal of Resources and Ecology, 2010, 1(4): 311 - 318.
- [11] 甄霖, 曹淑艳, 魏云洁, 等. 土地空间多功能利用: 理论框架及实证研究[J]. 资源科学, 2009, 31(4): 544 - 551.
- [12] 陈婧, 史培军. 土地利用功能分类探讨[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2005, 41(5): 536 - 540.
- [13] 刘学录, 曹爱霞. 土地生态功能的特点与保护[J]. 环境科学与管理, 2008, 33(10): 54 - 57.
- [14] 张晓平, 朱道林, 许祖学. 西藏土地利用多功能性评价[J]. 农业工程学报, 2014, 30(6): 185 - 194.
- [15] 王枫, 董玉祥. 广州市土地利用多功能的空间差异及影响因素分析[J]. 资源科学, 2015, 37(11): 2179 - 2192.
- [16] 张一达, 刘学录, 范亚红, 等. 基于改进TOPSIS法的兰州市土地利用多功能性评价[J]. 干旱区地理, 2019, 42(2): 444 - 451.
- [17] 刘彦随, 刘玉, 陈玉福. 中国地域多功能性评价及其决策机制[J]. 地理学报, 2011, 66(10): 1379 - 1389.
- [18] 高洁芝, 郑华伟, 刘友兆. 基于熵权TOPSIS模型的土地利用多功能性诊断[J]. 长江流域资源与环境, 2018, 27(11): 2496 - 2504.
- [19] 张路路, 郑新奇, 原智远, 等. 基于全排列多边形综合图示法的唐山市土地利用多功能性评价[J]. 中国土地科学, 2016, 30(6): 23 - 32.
- [20] 张乐敏. 青海省海晏县土地利用多功能评价[D]. 武汉: 中国地质大学(武汉), 2012: 1 - 17.
- [21] 蒙吉军, 王祺, 李枫, 等. 基于空间差异的黑河中游土地多功能利用研究[J]. 地理研究, 2019, 38(2): 369 - 382.
- [22] 刘愿理, 廖和平, 李靖, 等. 生态脆弱区土地利用多功能空间格局特征及影响因素分析[J]. 中国土地科学, 2020, 34(2): 75 - 83.
- [23] 刘愿理, 廖和平, 李涛, 等. 山区土地利用多功能时空分异特征及影响因素分析[J]. 农业工程学报, 2019, 35(21): 271 - 279.
- [24] 段建南, 刘思涵, 李萍, 等. 土地功能研究进展与方向的思考[J]. 中国土地科学, 2020, 34(1): 8 - 16.
- [25] 刘超, 许月卿, 孙丕苓, 等. 土地利用多功能性研究进展与展望[J]. 地理科学进展, 2016, 35(9): 1087 - 1099.
- [26] 李广东, 方创琳. 城市生态—生产—生活空间功能定量识别与分析[J]. 地理学报, 2016, 71(1): 49 - 65.
- [27] 杜国明, 孙晓兵, 王介勇. 东北地区土地利用多功能性演化的时空格局[J]. 地理科学进展, 2016, 35(2): 232 - 244.
- [28] 刘彦随, 周成虎, 郭远智, 等. 国家精准扶贫评估理论体系及其实践应用[J]. 中国科学院院刊, 2020, 35(10): 1235 - 1248.
- [29] 郭婧, 周学斌, 任君, 等. 青海省湟水谷地经济发展与生态环境耦合协调度的时空分异[J]. 水土保持研究, 2018, 25(6): 242 - 250.
- [30] 陈发虎, 吴绍洪, 崔鹏, 等. 1949—2019年中国自然地理学与生存环境应用研究进展[J]. 地理学报, 2020, 75(9): 1799 - 1830.
- [31] 姚檀栋. 青藏高原水—生态—人类活动考察研究揭示“亚洲水塔”的失衡及其各种潜在风险[J]. 科学通报, 2019, 64(27): 2761 - 2762.
- [32] 谢高地, 张彩霞, 张雷明, 等. 基于单位面积价值当量因子的生态系统服务价值化方法改进[J]. 自然资源学报, 2015, 30(8): 1243 - 1254.
- [33] 汤国安, 刘学军, 闫国年, 等. 地理信息系统教程[M]. 北京: 高等教育出版社, 2007: 256 - 266.
- [34] 王劲峰, 徐成东. 地理探测器: 原理与展望[J]. 地理学报, 2017, 72(1): 116 - 134.
- [35] 卜心国, 王仰麟, 沈春竹, 等. 深圳市地形对土地利用动态的影响[J]. 地理研究, 2009, 28(4): 1011 - 1021.
- [36] 罗云云, 李瑞雪, 屈明. 重庆石碗溪小流域坡度和高程对土地利用及经济发展的影响[J]. 山地学报, 2004, 22(2): 254 - 258.
- [37] 李林, 陈晓光, 王振宇, 等. 青藏高原区域气候变化及其差异性研究[J]. 气候变化研究进展, 2010, 6(3): 181 - 186.
- [38] 张德铨, 刘林山, 王兆锋, 等. 青藏高原土地利用与覆被变化的时空特征[J]. 科学通报, 2019, 64(27): 2865 - 2875.

Analysis on Spatial-Temporal Characteristics and Influencing Factors of Multi-functionality of Land Use in Qinghai-Tibet Alpine Mountain Areas: A Case Study of Haidong City in Qinghai Province, China

REN Jun^{1,2,3}, ZHOU Wei^{2,4}, GUO Jing^{5,6,7}, HUANG Yuhan², HAI Wenjing³

(1. Graduate School of Qinghai University, Xining 810016, China; 2. School of Land Science and Technology, China University of Geosciences (Beijing), Beijing 100083, China; 3. School of Civil Engineering, Qinghai University, Xining 810016, China; 4. Key Laboratory of Land Consolidation and Rehabilitation, Ministry of Natural Resources, Beijing 100035, China; 5. Research Department of Ecological Environment, Qinghai Academy of Social Sciences, Xining 810000, China; 6. Northwest Institute of Plateau Biology, Chinese Academy of Science, Xining 810008, China; 7. Key Laboratory of Restoration Ecology of Cold Area in Qinghai Province, Xining 810008, China)

Abstract: The purpose of this paper is to select Haidong City in Qinghai Province as the example to explore the spatial-temporal characteristics and influencing factors of multi-functionality of land use in Qinghai-Tibet Alpine Mountain Areas, so as to provide the references for realizing efficient use of land resources and regional sustainable development. The methods of improved technique for order preference by similarity to ideal solution (TOPSIS) and geographical detector model were applied to comprehensively analyze the spatial-temporal differentiation and influencing factors of multi-functionality of land use from 2007 to 2018 at county (district) level. The results show that: 1) from 2007 to 2018, the total land use function of Haidong City continuously increased, and at the county (district) level, the production function showed a fluctuating upward trend, the living function showed a stable increase trend, and the ecological function showed a continuous upward trend. 2) From 2007 to 2018, the spatial-temporal characteristics of multi-functionality of land use in Haidong City apparently differentiated. At the county (district) level, the dynamic change degree of total function presented the obvious characteristic of “Southeast was better than Northwest”, the dynamic change degree of production function presented the characteristic of “Northeast shifted to Southwest”, the dynamic change degree of living function presented the characteristic of “cluster type”, and the dynamic change degree of ecological function presented the spatial pattern of “the remote suburbs were better than the peri-urban areas, and the suburbs were better than the central areas”. 3) In the sub-function of land use, the resource supplement function increased most significantly, and the agricultural production function decreased the most significantly. 4) The influencing factors of multi-functionality of land use in Qinghai-Tibet Alpine Mountain Areas have shifted from natural resource endowments to socioeconomic factors and regional policies, and natural resource endowments are weakening factors, socioeconomic factors and regional policies are strengthening factors. In conclusion, the Qinghai-Tibet Alpine Mountain Areas should give the priority to protecting the ecological environment, promote ecological industry and improve the multi-functional level of land use, so as to achieve regional sustainable development and high-quality life.

Key words: land resources; “production-living-ecological” function; improved TOPSIS method; geographical detector; Qinghai-Tibet Alpine Mountain Areas

(本文责编: 郎海鸥)