

DOI:10.13869/j.cnki.rswc.2024.06.001.

甄江红, 田桐羽. 内蒙古牧区人居环境适宜性评价:以锡林郭勒盟为例[J].水土保持研究, 2024, 31(6):384-394.

Zhen Jianghong, Tian Tongyu. Assessment of Human Settlement Environmental Suitability for Inner Mongolia Pastoral Areas: Taking Xilingol as an Example[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2024, 31(6):384-394.

内蒙古牧区人居环境适宜性评价

——以锡林郭勒盟为例

甄江红^{1,2}, 田桐羽¹

(1.内蒙古师范大学 地理科学学院, 呼和浩特 010022;

2.内蒙古师范大学 蒙古高原气候变化与区域响应高校重点实验室, 呼和浩特 010022)

摘要: [目的]科学评价并厘清人居环境适宜性的地域类型及其空间格局,为合理引导聚落与人口布局提供依据。[方法]借助地理空间数据与 GIS 技术,基于栅格尺度从自然、生态、生产、生活、社会环境层面,选取 30 项指标开展了锡林郭勒牧区人居环境适宜性评价及其与聚落、人口分布的相关分析。[结果](1) 锡林郭勒牧区人居环境适宜性由东向西逐级递减,并以一般适宜区面积最大,宜居水平整体不高,生活环境与生态条件对人居环境的限制作用较强,社会公共服务水平亟待提升。(2) 从旗/市来看,人居环境宜居度以东南部的锡林浩特市、西乌珠穆沁旗、东乌珠穆沁旗、正蓝旗较高,西北部的苏尼特左旗、苏尼特右旗、二连浩特市与阿巴嘎旗相对较低;从苏木/镇来看,宜居度较高的一二等苏木/镇占 56.94%,宜居度较低的四五等苏木/镇占 20.83%。(3) 人居环境一般适宜及以上区域内的聚落数量占比达 91.34%,人口数量占比为 91.28%,聚落与人口分布具有适宜区域指向性。[结论]人居环境的适宜程度从根本上决定着牧区聚落与人口的空间分布,未来需差异化推进聚落重构与生态移民,改善牧区人居环境。

关键词: 人居环境; 适宜性评价; GIS 技术; 锡林郭勒牧区

中图分类号: K901

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2024)06-0384-11

Assessment of Human Settlement Environmental Suitability for

Inner Mongolia Pastoral Areas

—Taking Xilingol as an Example

Zhen Jianghong^{1,2}, Tian Tongyu¹

(1.College of Geography Science, Inner Mongolia Normal University, Huhhot 010022, China; 2.University Key Laboratory of Mongolian Plateau's Climate System, Inner Mongolia Normal University, Hohhot 010022, China)

Abstract: [Objective] The aims of this study are to scientifically evaluate and clarify the regional types and spatial patterns of human settlement environment suitability, and to provide a basis for rationally guiding the distribution of settlements and populations. [Methods] With the help of geospatial data and GIS technology, based on the grid scale from the natural, ecological, production, living, social environment aspects, 30 indicators were selected to carry out the suitability evaluation of human settlements environment in Xilingol pastoral area and to analyze the correlation between settlement and population distribution. [Results] (1) The suitability of human settlement environment in Xilingol pastoral area decreased gradually from east to west, and with the general suitable area was the largest, the overall livable level was not high. The living environment and ecological conditions had a strong restrictive effect on the human settlement environment. The level of social public services needs to be improved. (2) From the point of view of banner/city, livable

收稿日期: 2024-01-18

修回日期: 2024-01-28

资助项目: 国家自然科学基金(42361029); 内蒙古自然科学基金(2020MS04003)

第一作者: 甄江红(1970—), 女, 内蒙古包头人, 博士, 教授, 主要从事城市发展与区域规划研究。E-mail: zhenjianghong@sina.com

http://stbcyj.paperonce.org

degree of the human settlement environment was higher in the southeast such as Xilinhot City, Xiwuzhumuqin Banner, Dongwuzhumuqin Banner and Zhenglan Banner, while it was relatively lower in the northwest such as Sunitezuo Banner, Suniteyou Banner, Erlianhot City and Abaga Banner. From the point of view of Sumu/town, the first and second class Sumu/town of higher livability accounted for 56.94%, the fourth and fifth class Sumu/town of lower livability accounted for 20.83%. (3) The number of settlements in the generally suitable areas for human settlement environment and above accounted for 91.34%, the proportion of the population accounted for 91.28%. The settlements and population distribution had suitable regional directional characteristics. [Conclusion] The suitability degree of human settlement environment fundamentally determines the spatial distribution of settlement and population in pastoral areas. In the future, it is necessary to promote differentially the settlement reconstruction and ecological immigration, and to improve the human settlement environment in pastoral areas.

Keywords: human settlement; evaluation of suitability; GIS technology; Xilingol pastoral area

人居环境是人类聚居区域各类要素的时空组合体,是与人类生存活动密切相关的地表空间^[1]。随人类活动范围拓展与强度增加,人居环境问题逐渐凸显,人居环境研究成为学界关注的热点,亦有学者从多种角度进行了人居环境适宜性评价。其中,国外城乡环境适宜性研究开展较早,学者们从客观实体和主观认知两个层面进行了不同空间居住环境宜居性的差异研究及其影响因素分析^[2],并制定了宜居性评价指标与标准。国内人居环境评价研究始于20世纪90年代,有学者基于自然、社会、经济、环境等单要素或综合视角开展了区域宜居性评价,研究区域多集中于东部平原与低山丘陵区、中西部河谷与绿洲、西南山区、农区及城市化地区;牧区的宜居性评价主要见于青藏高原,如许长军等^[1]选取地形、河流、降水、气温、蒸发、日照、植被、冻土、土地等指标因子评价了青藏高原人居环境自然适宜性,游珍等^[3]分析了基于地形、水文、植被、气候要素的西藏人居环境自然适宜性特征,张海朋等^[4]从自然地理、生态环境、社会经济3个维度开展了青藏高原那曲县聚落布局的适宜性评价,殷悦等^[5]从自然、居住、设施、社会环境4个维度进行了高寒生态功能区宜居性评价。综上,牧区人居环境适宜性评价虽揭示了区域环境宜居特征的空间差异,但并未形成普遍认同的指标体系与评价标准。有关内蒙古牧区人居环境的评价分析还鲜见报道,研究成果尚未出现基于环境适宜性评价的聚落优化调控的理论构建与实践应用。锡林郭勒牧区是内蒙古牧区的主体部分,草原聚落与牧区特征极具典型性与代表性,但聚落散乱、设施滞后、生态退化、人居环境问题突出,牧民生产生活方式与现代居住空间建设不相协调。随“乡村振兴战略”实施及“美丽乡村”建设启动,牧区人居环境整治工作迫在眉睫。开展牧区宜居性研究,对评估和揭示其人居环境的适宜性格局与

限制性特征,有效指导牧区人居环境建设具有重要意义。基于此,本文以锡林郭勒牧区为研究对象,以100 m×100 m栅格为基本单元,从自然、生态、生产、生活、社会环境层面构建指标体系与计量模型,开展人居环境适宜性评价及其与聚落、人口分布的相关分析,以期揭示牧区人居环境适宜性的地域类型与空间格局,准确评价当前聚落与人口布局的合理性,为牧区聚落重构及生态移民提供理论依据与实践指导。

1 研究区概况

锡林郭勒盟位于内蒙古中部,介于115°13′—117°06′E,43°02′—44°52′N,地处东北、华北、西北地区交汇地带,国土面积20.26万km²,下辖2个县级市、1个县、9个旗和1个管理区,是华北地区的生态屏障和国家绿色畜产品生产加工基地。锡林郭勒盟地形以高原为主,地势南高北低,平均海拔约1 000 m,属中温带半干旱大陆性气候,具草甸草原、典型草原、荒漠草原、沙地疏林草原与荒漠景观,有丰富的草地、煤炭、风能及旅游资源^[6]。2022年末,全盟常住人口111.93万人,地区生产总值1 148.65亿元,牧业产值239.01亿元,农牧民人均可支配收入22 326元。因处于国家能源安全与生态安全两大战略并存区,工业化与城镇化进程使其人居环境变化显著;但干旱与雪灾频发、生态脆弱、经济落后,是研究内蒙古牧区人居环境适宜性特征及其优化调控的典型地区。基于此,本文选取锡林郭勒盟10个牧业旗/市为研究对象,开展牧区人居环境适宜性评价,包括锡林浩特市、二连浩特市、阿巴嘎旗、苏尼特左旗、苏尼特右旗、镶黄旗、正镶白旗、正蓝旗、西乌珠穆沁旗和东乌珠穆沁旗(含乌拉盖管理区),土地面积19.26万km²,占全盟总面积的96.35%,辖10个中心镇、53个苏木(乡、镇、办事处),9个农牧场;农牧户34.69万户,总人口87.05万人。

2 研究方法 with 数据来源

2.1 研究方法

2.1.1 人居环境适宜性评价

(1) 评价指标体系。人居环境适宜性评价是通过对与人居环境密切相关的各种因子的综合分析,判

别人居环境适宜性区域差异的过程。借鉴相关研究,结合锡林郭勒牧区的生境脆弱、灾害多发、牧业为生、能源富集等生态本底及生产生活特点,基于全面性、代表性、系统性等原则,从自然、生态、生产、生活与社会环境 5 个维度选取指标因子(表 1),开展其人居环境的单维度及综合适宜性评价。

表 1 锡林郭勒牧区人居环境适宜性评价指标体系

Table 1 Evaluation index system on environment suitability for human settlement in Xilingol pastoral area				
目标层	准则层	指标层	性质	计算过程
锡林郭勒牧区人居环境适宜性	自然环境适宜性	地形起伏度	逆	由平均高程、最高与最低高程、平地面积、区域总面积合成,计算公式见参考文献[7]
		温湿指数	适度	由平均气温与空气相对湿度合成,计算公式见参考文献[7]
		风效指数	适度	由平均风速、平均气温、平均日照时数合成,计算公式见参考文献[8]
		水文指数	正	由平均降水量及距水域距离合成,计算公式见参考文献[7]
		地被指数	正	由植被指数及各类用地权重合成,计算公式见参考文献[7]
		自然灾害指数	逆	由旱灾、雪灾、蝗灾及沙尘强度指数合成,计算公式见参考文献[9-10]
		土地沙漠化指数	逆	由植被指数与地表表观反射率合成,计算公式见参考文献[11]
		土壤风蚀指数	逆	由潜在侵蚀系数因子、下风向距离、潜在风蚀最大转移量合成,计算公式见参考文献[12]
		草地退化指数	逆	用植被覆盖度的变化值表征,计算公式见参考文献[13]
		防风固沙指数	正	由植被净生产力、土壤可蚀性因子、气候侵蚀力、地表粗糙度因子合成,计算公式见参考文献[14]
	生态环境适宜性	水源涵养指数	正	由平均降水量、地表径流量、实际蒸散量合成,计算公式见参考文献[15]
		水土保持指数	正	由土壤可蚀性因子、植被净生产力、地形坡度合成,计算公式见参考文献[16]
		草地生态服务价值	正	由各类草地平均覆盖度及其单位面积生态服务价值当量合成,计算公式见参考文献[17]
		区位通达度	正	由聚落到主要道路、河流、旗/市及苏木/镇中心的距离合成,计算公式见参考文献[18]
		经济发展指数	正	借鉴相关研究,由人均 GDP、二三产业产值与固定资产投资额合成
		畜牧业生产适宜性	正	借鉴参考文献[19],由牧业生产设施(畜棚与畜圈)规模、草地净初级生产力合成
		草畜平衡指数	逆	由草地实际载畜量与理论载畜量合成,计算公式见参考文献[20]
		能源开发潜力	正	借鉴参考文献[21],由煤炭资源开采量、电热资源供应量、配套设施分布密度及其距道路距离合成
		水资源利用潜力	正	由人口密度、GDP、平均降水量、水资源总量合成,计算公式见参考文献[22]
		牧户生计指数	正	借鉴参考文献[23],由人均畜棚面积、牲畜头数、储蓄余额及机电井数量、非牧从业人员数量合成
	生产环境适宜性	牧民消费指数	正	借鉴参考文献[24],由人均可支配收入与消费性支出合成
		医疗服务质量	正	由万人拥有医疗机构数量、药店数量及卫生技术人员数量合成,计算公式见参考文献[25]
		基础教育水平	正	借鉴参考文献[26],由万人拥有基础教育设施数量及中小学在校师生数量合成
		商贸零售指数	正	借鉴参考文献[27],由社会消费品零售总额及万人拥有商贸设施数量合成
		环卫绿化指数	正	借鉴参考文献[28],由万人拥有公厕数量、生活垃圾转运站数量、公园广场数量合成
		社会保障水平	正	借鉴相关研究[29],由商业保险与公益性机构分布密度、保费收支差额与一般公共预算收支比合成
		电子商务指数	正	借鉴相关研究,由通信基站数量、金融机构与微信公众平台开通数量、电子商务零售额合成
		综合承灾指数	正	借鉴相关研究,由治安设施数量、火灾及交通事故损失、医疗保险覆盖率、公园绿地面积合成
		草原旅游开发指数	正	借鉴相关研究,由主要旅游景点分布密度、万人拥有旅行社及酒店宾馆数量合成
		文化服务水平	正	借鉴相关研究,由公共文化设施分布密度及其可达性合成

(2) 评价方法。以 100 m×100 m 栅格为评价单元,借助 ArcGIS 软件,采用加权合成法计算生成锡林郭勒牧区人居环境单维度及其综合适宜性评价价值。其中,各评价指标采用极差标准化方法进行标准化处理,指标权重借助 ArcGIS 平台采用主成分方法求出。人居环境单维度及其综合适宜性指数介于 0~1,其数值越大,表明人居环境的宜居程度越高。

借鉴相关研究^[7],以人居环境适宜性指数为依据,将锡林郭勒牧区人居环境适宜性划分为 5 类地区,即:高度适宜区(0.7~1]、比较适宜区(0.5~0.7]、

一般适宜区(0.3~0.5]、临界适宜区(0.1~0.3]、不适宜区[0~0.1];以各苏木(乡、镇、办事处、农牧场)不同适宜区内聚落用地面积比重为依据,采用 GIS 分区统计工具,将锡林郭勒牧区 72 个苏木/镇的人居环境适宜性划分为 5 个等级,即:一等(70%~100%]、二等(50%~70%]、三等(30%~50%]、四等(10%~30%]、五等[0~10%]。

2.1.2 人居环境适宜性与聚落、人口分布的相关分析 借助 ArcGIS 软件的空间分析模块,分别以苏木/镇和 10 km×10 km 格网为基本单元,将锡林郭

勒牧区人居环境综合适宜性评价结果分别与聚落、人口数量栅格数据相叠加,通过分区统计方式提取并分析不同类型人居环境适宜区内牧区聚落与人口分布情况;基于各单元人居环境综合适宜性指数均值对应的聚落及人口数量,在 SPSS 软件中制成散点图,观察各样本点的离群程度并剔除异常值后,进行拟合回归分析。

2.2 数据来源与处理

研究数据包括人居环境适宜性评价指标、聚落斑块、人口分布及行政边界数据,其来源及处理过程见表 2。

表 2 数据来源与处理

Table 2 Data source and processing

类型	名称	来源与处理	年份	分辨率/精度
人 居 环 境 适 宜 性 评 价 指 标	地形数据	地理空间数据云(http://www.gscloud.cn/sources/)	—	30 m
	气象数据	国家地球系统科学数据中心(http://www.geodata.cn/data/),依据累计月/年均值数据采用克里金法插值获取	1982—2018 年	—
	植被指数、植被净初级生产力与积雪覆被数据	美国航天局数据中心(http://search.earthdata.nasa.gov)	2000—2018 年	250 m
	水域、土地利用及道路矢量数据	中国科学院资源环境科学与数据中心(http://www.resdc.cn),土地利用类型划分为耕地、林地、草地、水域、建设用地与未利用地	2020 年	1:10 万
	积雪深度与土壤侵蚀数据	国家青藏高原科学数据中心(http://data.tpd.ac.cn)	1979—2020 年	—
	沙尘数据	日本宇宙航空开发机构(http://www.eorc.jaxa.jp/)	2009 年	—
	优势牧草高度数据	《内蒙古自治区草原生态保护补助奖励政策实施方案》《内蒙古自治区禁牧和草畜平衡监督管理办法》(https://www.sohu.com/a/282866144_801814)	2018 年	1 km
	草地类型数据	《中国 1:100 万植被类型图》1 km 栅格数据集(http://www.resdc.cn/)	2016—2020 年	—
	夜间灯光数据	美国国家海洋和大气管理局(http://eogdata.mines.edu/download)	2001 年	1 km
	煤炭资源可开采量数据	《内蒙古自治区煤炭资源分布图》(http://geocloud.cgs.gov.cn)	2013—2018 年	1 km
	电厂发电量与热力企业供热量数据	《锡林郭勒盟志·工业志》《中国城市建设统计年鉴》	2017 年	—
	GDP、固定资产投资、牲畜头数、人均收入、就业人数、医卫人员、消费品零售额、电子商务零售额、医疗保险覆盖率等经济社会统计数据	《锡林郭勒盟统计年鉴》、锡林郭勒盟商务局(http://swj.xgl.gov.cn/zwgk_1/tjsj/)。各栅格数据及通过插值方式由矢量转换为栅格的数据,经正轴等积双标准纬线割圆锥投影后获取	2016 年、2020 年	—
	手机信令及微信公众服务平台开通数量数据	手机基站开放数据库(https://alpercinar.com/opencellid/)、搜狗微信搜索(https://weixin.sogou.com)	2020 年	100 m
	牧业生产、医疗、教育、商服、旅游、文化、环卫设施等 POI 数据	POI58 网站(http://www.poi58.com)	2020 年	—
	聚落斑块数据	中国科学院资源环境科学与数据中心(http://www.resdc.cn),经实地抽样验证,Kappa 系数及影像解译精度分别达 0.8 和 90% 以上	2020 年	1:10 万
	人口数据	《锡林郭勒盟统计年鉴》及第七次全国人口普查公报汇编(http://tj.xgl.gov.cn/)	2020 年	—
	行政边界	中国科学院资源环境科学与数据中心(https://www.resdc.cn/)	2020 年	1:10 万

注:“—”代表未发现。

3 结果与分析

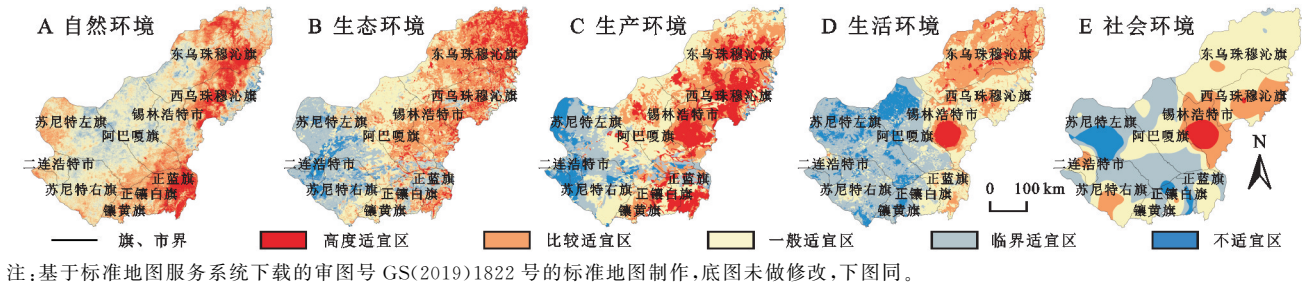
3.1 锡林郭勒牧区人居环境适宜性分析

3.1.1 人居环境单维度适宜性特征 锡林郭勒牧区自然、生态、生产、生活、社会环境适宜性评价结果见图 1、表 3。总体上,锡林郭勒牧区人居环境各维度适宜性指数均有东高西低的分异格局,人居环境宜居度由东向西逐级递减,且各维度人居环境均以一般适宜区或临界适宜区面积占比最大,表明牧区人居环境单维度适宜程度不高。其中,自然环境不适宜区面积占比仅 1.57%,主要分布于苏尼特右旗和苏尼特左旗境

内,对人居环境的限制性不强;生态环境不适宜区面积占比 5.13%,临界适宜区面积占比 21.42%,广泛分布于牧区西部与南部,对人居环境有一定的限制性;生产环境不适宜区面积占比 7.51%,偏集于苏尼特左旗、苏尼特右旗和二连浩特市境内,一般及以上适宜区面积占比为 76.68%,适于畜牧业生产及工矿开发;生活环境不适宜区与临界适宜区面积占比分别高达 11.56%,32.60%,尤以西部各旗/市的生活环境适宜性普遍偏低;社会环境高度适宜区与比较适宜区面积占比仅为 15.46%,除锡林浩特市外,牧区社会环境适宜性水平总体不高。从临界适宜区与不适宜区面积

占比来看,以生活环境所占比例最高,其次为社会环境、生态环境、生产环境、自然环境。可见,锡林郭勒

牧区生活环境与生态条件对人居环境的限制作用较强,社会公共服务水平亟需提升。



注:基于标准地图服务系统下载的审图号 GS(2019)1822 号的标准地图制作,底图未做修改,下图同。

图 1 锡林郭勒牧区人居环境单维度适宜性评价

Fig. 1 Single-dimensional suitability evaluation on human settlement environment in Xilingol pastoral area

表 3 锡林郭勒牧区人居环境单维度适宜性评价结果

Table 3 Single-dimensional suitability evaluation results on human settlement environment in Xilingol pastoral area

单维度适宜性	高度适宜区		比较适宜区		一般适宜区		临界适宜区		不适宜区	
	面积/km ²	占比/%	面积/km ²	占比/%	面积/km ²	占比/%	面积/km ²	占比/%	面积/km ²	占比/%
自然环境适宜性	24889.746	12.941	58915.788	30.633	75144.049	39.071	30350.331	15.781	3026.344	1.574
生态环境适宜性	25601.515	13.312	57184.429	29.733	58470.432	30.402	41200.243	21.422	9869.639	5.132
生产环境适宜性	39390.817	20.481	46066.020	23.952	62014.799	32.245	30405.615	15.809	14449.007	7.513
生活环境适宜性	9515.378	4.948	41767.185	21.717	56108.383	29.174	62694.144	32.598	22241.168	11.564
社会环境适宜性	5579.097	2.901	24154.856	12.559	94595.095	49.185	58409.453	30.370	9587.757	4.985

3.1.2 人居环境综合适宜性分析

(1) 各类适宜区的分布特征。锡林郭勒牧区人居环境适宜性综合评价亦东高西低,各类适宜区面积及其占比不尽相同,分布区域亦有差异(图 2,表 4)。其中,人居环境高度适宜区面积占比较低,为 5.91%,主要分布在锡林浩特市境内,其次为西乌珠穆沁旗、东乌珠穆沁旗,正蓝旗、二连浩特市、阿巴嘎旗与正镶白旗亦有少量分布,因地形平坦、降水较多、植被繁茂、生态良好、生产生活设施齐全、社会服务水平较高,最适宜常年生活和居住;比较适宜区面积占比为 30.64%,呈连片状集中于牧区东部,以东乌珠穆沁旗境内面积最大,其次为西乌珠穆沁旗、锡林浩特市、正蓝旗,阿巴嘎旗、正镶白旗、二连浩特市、苏尼特右旗、镶黄旗与苏尼特左旗境内则相对较少,因水草资源较为丰富且生态条件限制较小,生产生活设施相对完善,比较适宜生活和居住;一般适宜区面积占比最大,达 38.40%,呈东北走向集中于牧区北部、中部和南部,以阿巴嘎旗境内占比最高,东乌珠穆沁旗与苏尼特右旗境内相对较多,苏尼特左旗、正蓝旗、正镶白旗、镶黄旗与西乌珠穆沁旗亦有一定数量,二连浩特市与锡林浩特市内占比较低,因植被盖度低、干旱与沙尘频发,生态退化明显,居住条件一般;临界适宜区面积占比 19.24%,以苏尼特左旗、苏尼特右旗和阿巴嘎旗境内分布最多,其次为二连浩特市与正镶白旗,镶黄旗与正蓝旗亦有少量分布,受生态因素及生

产生活条件限制,是人居环境适宜与否的过渡区域;不适宜区面积占比最小,仅 5.81%,偏集于牧区西北部,主要分布在苏尼特左旗境内,其次为苏尼特右旗,二连浩特市、阿巴嘎旗和正镶白旗亦有分布,因气候干旱、河网稀疏、风大沙多且以荒漠草原为主,生态环境较差,生产与生活条件不佳,不适合长期生活和居住。综上,锡林郭勒牧区人居环境高度适宜区与比较适宜区面积占比为 36.55%,不适宜区与临界适宜区面积占比达 25.05%,表明仍有相当比例的地区人居环境宜居度较低。

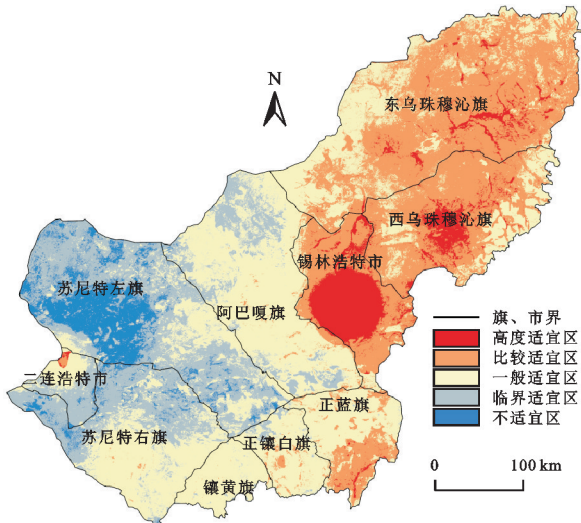


图 2 锡林郭勒牧区人居环境综合适宜性评价

Fig. 2 Comprehensive suitability evaluation on human settlement environment in Xilingol pastoral area

表 4 锡林郭勒牧区各旗/市人居环境综合适宜性评价结果

地区	高度适宜区		比较适宜区		一般适宜区		临界适宜区		不适宜区	
	面积/km ²	占比/%	面积/km ²	占比/%	面积/km ²	占比/%	面积/km ²	占比/%	面积/km ²	占比/%
锡林浩特市	6424.064	3.340	7361.650	3.828	958.209	0.498	0	0	0	0
二连浩特市	58.161	0.030	109.909	0.057	1581.711	0.822	2156.161	1.121	121.489	0.063
正蓝旗	189.621	0.098	3816.308	1.984	6139.026	3.192	65.541	0.034	0	0
正镶白旗	0.589	0.001	576.103	0.300	5169.095	2.688	492.661	0.256	0.887	0.001
镶黄旗	0	0	41.439	0.022	5001.157	2.600	103.781	0.054	0	0
苏尼特右旗	0	0	72.489	0.038	11015.806	5.728	9987.522	5.193	1329.559	0.691
苏尼特左旗	0	0	5.529	0.003	6154.550	3.200	18389.354	9.562	9698.685	5.043
阿巴嘎旗	45.801	0.024	996.110	0.518	20564.092	10.692	5798.391	3.015	27.869	0.014
西乌珠穆沁旗	2750.291	1.430	14729.014	7.658	4900.016	2.548	0	0	0	0
东乌珠穆沁旗	1902.209	0.989	31219.780	16.233	12369.147	6.431	2.482	0.001	0	0
锡林郭勒牧区	11370.736	5.912	58928.331	30.640	73852.809	38.399	36995.893	19.236	11178.489	5.812

(2) 各旗/市人居环境适宜性的分异格局。图 3 显示:锡林郭勒牧区各旗/市内不同类型人居环境适宜区面积分布均有“两端小、中间大”的特点,即各旗/市均以人居环境一般适宜区、比较适宜区和临界适宜区所占面积较大,而高度适宜区和不适宜区面积较小。其中,锡林浩特市、西乌珠穆沁旗和东乌珠穆沁旗境内以人居环境比较适宜区面积占比最大,正蓝旗、正镶白旗、镶黄旗、苏尼特右旗、阿巴嘎旗境内均以一般适宜区分布最多,二连浩特市与苏尼特左旗则以临界适宜区面积最大;镶黄旗、苏尼特左旗、苏尼特右旗境内无高度适宜区,锡林浩特市、正蓝旗、镶黄旗、西乌珠穆沁旗和东乌珠穆沁旗境内无不适宜区(表 4)。从人居环境高度适宜区与比较适宜区的面积占比来看,以锡林浩特市境内最大,达 93.50%;其次为西乌珠穆沁旗和东乌珠穆沁旗,分

别为 78.10%,72.81%;再次为正蓝旗,为 39.23%;正镶白旗、二连浩特市与阿巴嘎旗境内较少,分别为 9.24%,4.17%,3.80%;镶黄旗、苏尼特右旗与苏尼特左旗境内最少,均不足 1%。从人居环境临界适宜区与不适宜区面积占比来看,则以苏尼特左旗境内最大,达 82.01%;其次为二连浩特市与苏尼特右旗,分别为 56.55%,50.51%;阿巴嘎旗境内亦有相当比例,为 21.24%;正镶白旗、镶黄旗、正蓝旗和东乌珠穆沁旗内有少量分布,分别占 7.91%,2.02%,0.64%,0.001%;锡林浩特市和西乌珠穆沁旗内无临界适宜区与不适宜区。综上,各旗/市中以东南部的锡林浩特市、西乌珠穆沁旗、东乌珠穆沁旗、正蓝旗境内人居环境宜居度较高,而西北部的苏尼特左旗、苏尼特右旗、二连浩特市与阿巴嘎旗的人居环境宜居度相对较低。

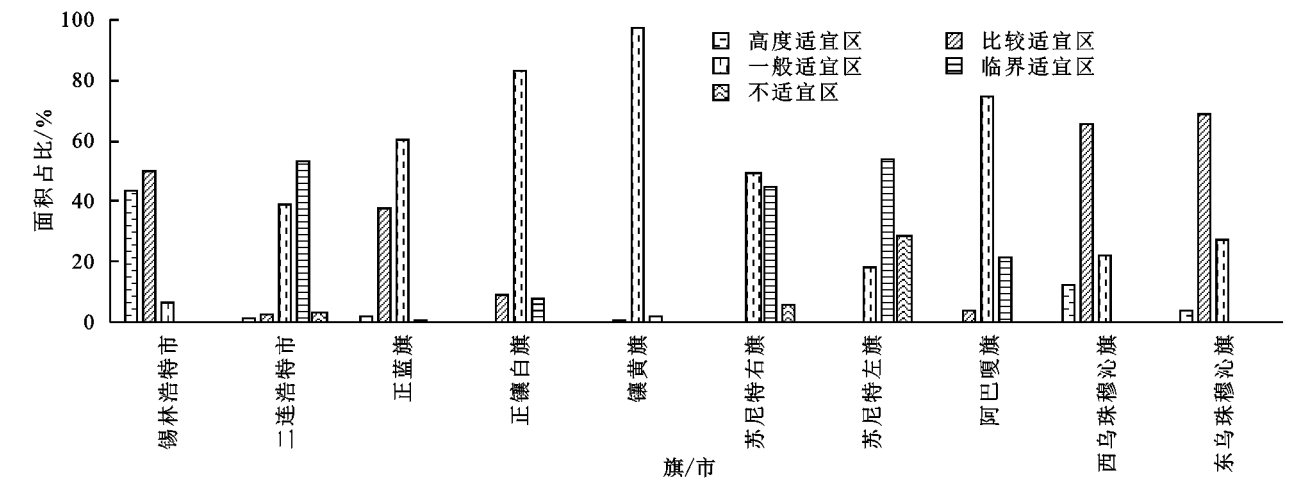


图 3 锡林郭勒牧区各旗/市不同类型人居环境适宜区分布
Fig. 3 Distribution of different types on suitability area for human settlement environment in each banner/city of Xilingol pastoral area

(3) 各苏木/镇人居环境适宜性的分异特征。图 4,表 5 显示:锡林郭勒牧区各苏木/镇的人居环境适宜性等级分布有较大差异。其中,一等苏木/镇有 16

个,占 22.22%,呈环带状分布于牧区中东部,集中于锡林浩特市、西乌珠穆沁旗、东乌珠穆沁旗、二连浩特市、阿巴嘎旗境内,因自然地理与生态条件相对优越,

牧业商品化程度较高且公共设施较为完善,人居环境宜居度最高;二等苏木/镇有 25 个,占 34.72%,呈连片状集中于牧区东部,南部和西部亦有少量分布,以东乌珠穆沁旗境内最多,其次为正蓝旗、西乌珠穆沁旗和阿巴嘎旗,锡林浩特市、二连浩特市、正镶白旗境内各有 1 个,生态环境和社会经济条件较好,牧民生计多样,适宜居住;三等苏木/镇有 16 个,占 22.22%,主要分布于南部的正镶白旗、镶黄旗、正蓝旗境内,苏尼特右旗、阿巴嘎旗和苏尼特左旗与东乌珠穆沁旗内也有分布,牧业发展条件较好,但自然、生态与社会经济条件一般,人居环境适宜程度处于中等水平;四等苏木/镇有 10 个,占 13.89%,主要布于西北部的苏尼特左旗、苏尼特右旗和阿巴嘎旗境内,因自然环境与生态条件较差,社会经济发展水平不高,宜居程度较低;五等苏木/镇有 5 个,占 6.94%,全部分布于苏尼特左旗和苏尼特右旗境内,生态环境较差,生产条件不佳,宜居性最低。

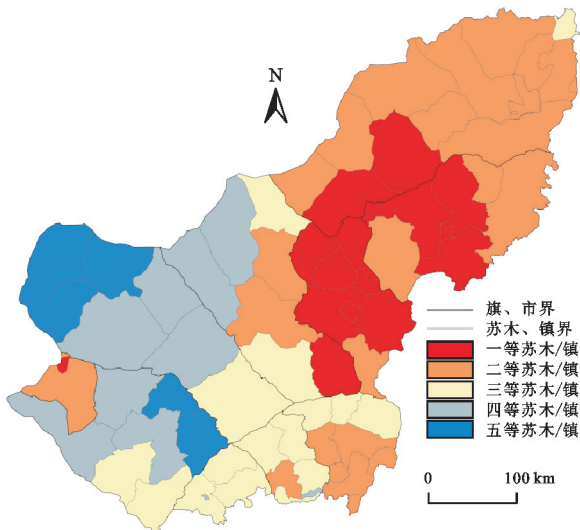


图 4 锡林郭勒牧区各苏木/镇人居环境综合适宜性评价

Fig. 4 Comprehensive suitability evaluation on human settlement environment in each Sumu/town of Xilingol pastoral area

表 5 锡林郭勒牧区各苏木/镇人居环境综合适宜性评价结果

地区	一等苏木/镇		二等苏木/镇		三等苏木/镇		四等苏木/镇		五等苏木/镇	
	数量/个	面积/km ²	数量/个	面积/km ²	数量/个	面积/km ²	数量/个	面积/km ²	数量/个	面积/km ²
锡林浩特市	8	13418.869	1	1325.054	0	0	0	0	0	0
二连浩特市	1	170.642	1	3856.689	0	0	0	0	0	0
正蓝旗	0	0	6	5997.451	3	4212.945	0	0	0	0
正镶白旗	0	0	1	1057.934	4	5051.264	1	130.127	0	0
镶黄旗	0	0	0	0	3	5116.806	1	29.591	0	0
苏尼特右旗	0	0	0	0	2	6062.232	3	11790.731	2	4552.393
苏尼特左旗	0	0	0	0	1	6184.728	3	16604.607	3	11458.723
阿巴嘎旗	1	2922.726	2	8134.716	2	7045.820	2	9328.991	0	0
西乌珠穆沁旗	4	10792.449	3	11587.163	0	0	0	0	0	0
东乌珠穆沁旗	2	9361.383	11	35426.273	1	705.951	0	0	0	0
锡林郭勒牧区	16	36666.069	25	67385.280	16	34379.746	10	37884.047	5	16011.116

3.2 锡林郭勒牧区聚落分布与人居环境适宜性的相关分析

锡林郭勒牧区聚落数量栅格数据与人居环境适宜性综合评价值的叠加结果见图 5—6、表 6。牧区不同类型人居环境适宜区内聚落分布有较大差异,人居环境适宜性指数与聚落数量间存在倒“U”型的分布特征。其中,聚落数量与面积均以人居环境比较适宜区内最多,分别占牧区聚落总量的 45.36%,38.38%;其次为一般适宜区与高度适宜区,聚落数量与面积占比分别为 30.12%,15.87%和 28.64%,25.38%;临界适宜区内聚落较少,数量与面积占比为 6.70%,7.85%;不适宜区内的聚落最少,仅占 0.81%,0.91%。综上,锡林郭勒牧区人居环境一般适宜及以上区域内聚落数量与面积占比分别为 91.34%,92.40%,不适宜和临界适宜区内聚落数量与面积占比为 8.66%,7.60%,表明聚落分布对人居环境适宜性的响应具区域差异,聚

落布局有明显的适宜区域指向性^[4]。

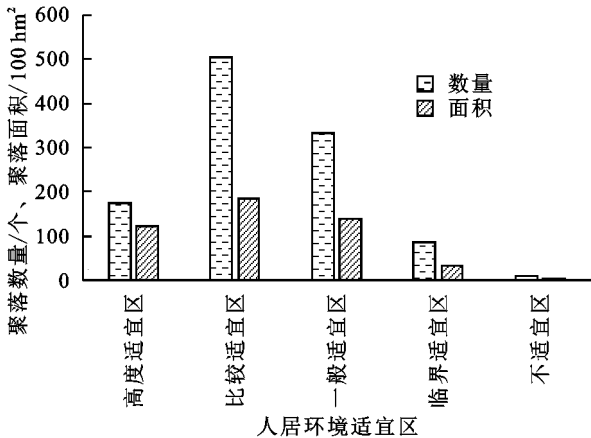


图 5 锡林郭勒牧区不同类型人居环境适宜区内聚落分布

Fig. 5 Settlements distribution in different types of human settlement environment suitable area in Xilingol pastoral area

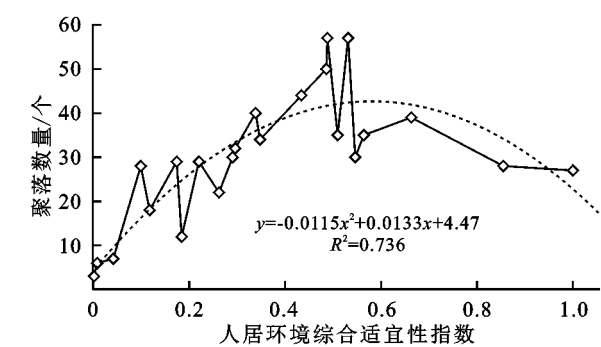


图 6 锡林郭勒牧区人居环境适宜性指数与聚落数量的相关关系

Fig. 6 Correlation between suitability index of human settlement environment and number of settlements in Xilingol pastoral area

各旗/市中不同类型人居环境适宜区内聚落分布亦具差异(表 6)。其中,锡林浩特市的聚落分布以人居环境高度适宜区最多,正蓝旗、西乌珠穆沁旗与东乌珠穆沁旗的聚落分布以比较适宜区最多,二连浩特市、正镶白旗、镶黄旗、苏尼特右旗、阿巴嘎旗的聚落

则以一般适宜区最多,苏尼特左旗的聚落以临界适宜区最多;除苏尼特右旗与苏尼特左旗外,各旗/市聚落均以不适宜区内最少。综上,各旗/市聚落空间布局倾向于较高级别的人居环境适宜区,且位于东部与南部的旗/市聚落人居环境条件相对较好,其中,作为盟府所在地,锡林浩特市境内的聚落宜居程度最高。

3.3 锡林郭勒牧区人口分布与人居环境适宜性的相关分析

锡林郭勒牧区人口数量栅格数据与人居环境适宜性综合评价值的叠加结果见图 7、表 7。牧区不同类型人居环境适宜区内人口分布存在差异。其中,人口数量占比以人居环境比较适宜区内最多,达 42.24%;不适宜区内最少,仅 1.68%;一般适宜区、高度适宜区、临界适宜区的人口数量占比介于其间。人居环境一般适宜及以上区域内人口占比达 91.28%,表明牧区人口多分布于人居环境宜居度较高的地区,体现出人口分布与人居环境适宜性具有显著的相关性。

表 6 锡林郭勒牧区各旗/市不同类型人居环境适宜区内聚落分布
Table 6 Settlements distribution in different types of human settlement environment suitable area in each banner/city in Xilingol pastoral area

地区	高度适宜区		比较适宜区		一般适宜区		临界适宜区		不适宜区	
	数量/个	面积/km ²	数量/个	面积/km ²	数量/个	面积/km ²	数量/个	面积/km ²	数量/个	面积/km ²
锡林浩特市	94	10164.348	57	1721.475	1	12.849	0	0	0	0
二连浩特市	0	0	3	2860.806	8	408.809	5	254.339	0	0
正蓝旗	24	406.254	89	3363.107	23	864.547	0	0	0	0
正镶白旗	0	0	27	783.231	91	3157.254	1	31.487	0	0
镶黄旗	0	0	1	30.096	59	1833.771	1	14.374	0	0
苏尼特右旗	0	0	0	0	42	3004.562	37	1156.401	2	17.769
苏尼特左旗	0	0	0	0	7	151.024	32	1577.072	7	419.751
阿巴嘎旗	1	15.792	8	189.671	69	2629.543	11	186.125	0	0
西乌珠穆沁旗	50	1517.996	140	4731.263	14	267.504	0	0	0	0
东乌珠穆沁旗	7	101.677	178	4779.320	20	1443.086	0	0	0	0
锡林郭勒牧区	176	12206.067	503	18458.969	334	13772.949	87	3219.798	9	437.520

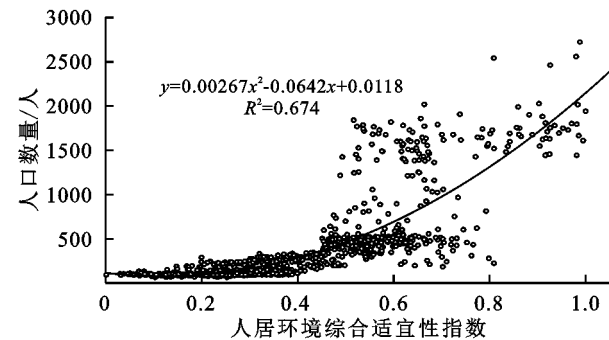


图 7 锡林郭勒牧区人居环境适宜性指数与人口数量的相关关系

Fig. 7 Correlation between the suitability index of human settlements environment and population size in Xilingol pastoral area

各旗/市中不同类型人居环境适宜区内人口分布亦具差异(表 7)。其中,锡林浩特市人口分布以人居环境高度适宜区内最多,二连浩特市、西乌珠穆沁旗与东乌珠穆沁旗的人口分布以比较适宜区最多,正蓝旗、正镶白旗、镶黄旗、苏尼特右旗、阿巴嘎旗人口分布则以一般适宜区最多,苏尼特左旗人口分布以临界适宜区最多;正镶白旗、镶黄旗、苏尼特右旗、苏尼特左旗境内人口数量均以高度适宜区最少,其余旗/市人口规模均以不适宜区内最少。综上,各旗/市人口分布对人居环境适宜性的响应程度具有差异,除苏尼特右旗与苏尼特左旗外,各旗/市人口多集中于人居环境一般适宜及以上区域内,其占比均在 76%以上,表明人口分布具有明显的适宜区域指向性。从各旗/市人口分布来看,人口数量

以人居环境宜居度较高的锡林浩特市、西乌珠穆沁旗、东乌珠穆沁旗、正蓝旗为多,人居环境宜居度相对较低的苏尼特左旗、阿巴嘎旗、苏尼特右旗较少,说明人口分布与人居环境适宜程度呈正相关关系。

表 7 锡林郭勒牧区各旗/市不同类型人居环境适宜性区内人口分布
Table 7 Population distribution in the suitability area of different types of human settlement environment in each banner/city in Xilingol pastoral area

地区	高度适宜区		比较适宜区		一般适宜区		临界适宜区		不适宜区		人口 数量/人	人口 占比/%
	人口 数量/人	人口 占比/%	人口 数量/人	人口 占比/%	人口 数量/人	人口 占比/%	人口 数量/人	人口 占比/%	人口 数量/人	人口 占比/%		
锡林浩特市	182043	20.912	150538	17.293	17371	1.996	0	0	0	0	349952	40.201
二连浩特市	1185	0.136	71594	8.224	1467	0.169	1429	0.164	119	0.014	75794	8.707
正蓝旗	803	0.092	26964	3.098	41609	4.780	533	0.061	0	0	69909	8.031
正镶白旗	0	0	3307	0.380	35938	4.128	3704	0.425	7	0.001	42956	4.935
镶黄旗	0	0	80	0.009	26810	3.080	508	0.058	0	0	27398	3.147
苏尼特右旗	0	0	98	0.011	29878	3.432	28227	3.243	4198	0.482	62401	7.168
苏尼特左旗	0	0	3	0	5408	0.621	17971	2.064	10261	1.179	33643	3.865
阿巴嘎旗	57	0.007	1049	0.121	28529	3.277	8907	1.023	47	0.005	38589	4.433
西乌珠穆沁旗	10611	1.219	65711	7.549	22933	2.634	0	0	0	0	99255	11.402
东乌珠穆沁旗	1250	0.144	48325	5.551	21030	2.416	5	0.001	0	0	70610	8.111
锡林郭勒牧区	195949	22.510	367670	42.236	230973	26.533	61284	7.040	14632	1.681	870508	100.000

4 讨论与结论

(1) 锡林郭勒牧区人居环境单维度与综合适宜性指数均由东向西逐级递减,人居环境宜居度具有东高西低的分异格局,生活条件与生态环境对人居环境的限制作用较强,社会环境适宜性水平亟待提升。其中,人居环境高度适宜区占 5.91%,比较适宜区占 30.64%,一般适宜区占 38.40%,临界适宜区占 19.24%,不适宜区占 5.81%,锡林郭勒牧区人居环境宜居水平整体不高。

(2) 各旗/市中,以东南部的锡林浩特市、西乌珠穆沁旗、东乌珠穆沁旗、正蓝旗境内人居环境宜居度较高,而西北部的苏尼特左旗、苏尼特右旗、二连浩特市与阿巴嘎旗人居环境宜居度相对较低;各苏木/镇中,人居环境较好的一二等苏木/镇数量与面积占比分别为 56.94%,54.10%,人居环境较差的四五等苏木/镇数量与面积占比为 20.83%,28.02%,锡林郭勒牧区仍有部分地区尚不宜居。

(3) 锡林郭勒牧区人居环境一般适宜及以上区域内聚落数量与面积占比达 91.34%,92.40%,不适宜区和临界适宜区内聚落数量与面积占比为 8.66%,7.60%,牧区聚落分布具适宜区域指向性;人居环境一般适宜及以上区域内人口占比达 91.28%,人口数量以宜居度较高的旗/市为多,牧区人口分布与人居环境适宜性有高度一致性。

(4) 锡林郭勒牧区人居环境的适宜程度从根本上决定着聚落与人口的空间分布,不同类型的人居环境适宜区内,聚落营建方式与人口发展策略亦应不

同,特别是宜居度较低的苏木/镇,聚落发展应采取“限制建设+重点整治”的重构模式,有计划地推进人口迁移和生态移民;宜居度不高且规模较小的聚落应采取迁移撤并、改造提升和城郊融合等调控策略,通过人口城镇化、就业移民、教育移民等方式引导人口合理分布。此外,应以水源供给、道路交通、物流配送、网络通讯等基础设施建设为重点,提升牧区的设施配置与供给能力^[5],全面改善牧区人居环境。

(5) 本文基于锡林郭勒盟的地域特征,构建牧区人居环境适宜性评价指标体系,受数据获取及处理方法影响,研究结论可能具有片面性,但前期研究显示锡林郭勒牧区聚落东南多、西北少的分布格局^[6]与其人居环境宜居度东南高、西北低的分异特征相吻合,且人口多分布于人居环境适宜性较高的地区,表明牧区聚落与人口分布均与人居环境宜居度具正相关关系,一定程度上验证了评价结果的科学性与合理性。另外,研究结果与杨艳昭等^[30]对内蒙古人居环境适宜性评价所得结论较为一致,也表明论文的研究结论有一定的可靠性。当然,因人居环境适宜性评价涉及的自然生态和发展背景较为复杂,欲精准表达其宜居程度,在指标选取、模型构建、参数与权重确定等方面仍需深入研究,以期 为聚落选址与人口布局提供依据。

参考文献(References):

[1] 许长军,金孙梅,王英.基于 GIS 的青藏高原人居环境自然适宜性评价[J].生态科学,2020,39(6):93-103.
Xu C J, Jin S M, Wang Y. Natural suitability evaluation of human settlements in Qinghai-Tibet Plateau based on GIS[J]. Ecological Science, 2020,39(6):93-103.

- [2] 湛丽,张文忠,李业锦.大连居民的城市宜居性评价[J].地理学报,2008,63(10):1022-1032.
Chen L, Zhang W Z, Li Y J. Urban residential suitability evaluation of Dalian's residents[J]. Acta Geographica Sinica, 2008,63(10):1022-1032.
- [3] 游珍,封志明,杨艳昭,等.栅格尺度的西藏自治区人居环境自然适宜性综合评价[J].资源科学,2020,42(2):394-406.
You Z, Feng Z M, Yang Y Z, et al. Evaluation of human settlement environmental suitability in Tibet based on gridded data[J]. Resources Science, 2020,42(2):394-406.
- [4] 张海朋,何仁伟,刘运伟,等.青藏高原高寒牧区聚落地适宜性评价及其重构:以藏北那曲县为例[J].自然资源学报,2020,35(3):698-712.
Zhang H P, He R W, Liu Y W, et al. Land suitability evaluation and reconstruction of settlements in the pastoral area of Tibetan Plateau: A case study of Nagqu County in Northern Tibet[J]. Journal of Natural Resources, 2020,35(3):698-712.
- [5] 殷悦,周侃,湛东升,等.基于自然与人文耦合视域的高寒生态功能区宜居性评价及阻滞因子诊断:以青海省为例[J].生态学报,2024,44(3):992-1008.
Yin Y, Zhou K, Zhan D S, et al. Evaluation of livability in alpine ecological function zone and diagnosis of hindering factors from coupled natural and human perspectives: A case of Qinghai Province[J]. Acta Ecologica Sinica, 2024,44(3):992-1008.
- [6] 甄江红,张云峰.内蒙古牧区聚落格局演变及其影响因素分析:以锡林郭勒盟为例[J].水土保持研究,2023,30(2):403-412.
Zhen J H, Zhang Y F. Analysis on evolution of settlement pattern and its influencing factors in pastoral area of Inner Mongolia: Taking Xilingol as an example[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2023,30(2):403-412.
- [7] 封志明,唐焰,杨艳昭,等.基于GIS的中国人居住环境指数模型的建立与应用[J].地理学报,2008,63(12):1327-1336.
Feng Z M, Tang Y, Yang Y Z, et al. Establishment and application of human settlements environment index model (HEI) based on GIS[J]. Acta Geographica Sinica, 2008,63(12):1327-1336.
- [8] 曹开军,杨兆萍,孟现勇,等.基于栅格尺度的阿勒泰地区旅游气候舒适度评价[J].冰川冻土,2015,37(5):1420-1427.
Cao K J, Yang Z P, Meng X Y, et al. An evaluation of tourism climate suitability in Altay Prefecture[J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2015,37(5):1420-1427.
- [9] 徐建新,慎东方,雷宏军,等.贵州省近60年旱灾损失非一致性频率分析[J].干旱区资源与环境,2015,29(10):159-164.
Xu J X, Shen D F, Lei H J, et al. Drought losses for nearly 60 years in Guizhou based on non-uniform frequency analysis[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2015,29(10):159-164.
- [10] 李晨昊,萨楚拉,王牧兰,等.1961—2016年内蒙古雪灾时空分布特征[J].自然灾害学报,2019,28(2):136-144.
Li C H, Sa C L, Wang M L, et al. Spatial and temporal distribution of snow disaster in Inner Mongolia from 1961 to 2016[J]. Journal of Natural Disasters, 2019,28(2):136-144.
- [11] 曾永年,向南平,冯兆东,等.Albedo-NDVI特征空间及沙漠化遥感监测指数研究[J].地理科学,2006,26(1):75-81.
Zeng Y N, Xiang N P, Feng Z D, et al. Albedo-NDVI space and remote sensing synthesis index models for desertification monitoring[J]. Scientia Geographica Sinica, 2006,26(1):75-81.
- [12] 巩国丽,刘纪远,邵全琴.基于RWEQ的20世纪90年代以来内蒙古锡林郭勒盟土壤风蚀研究[J].地理科学进展,2014,33(6):825-834.
Gong G L, Liu J Y, Shao Q Q. Wind erosion in Xilingol League, Inner Mongolia since the 1990s using the Revised Wind Erosion Equation[J]. Progress in Geography, 2014,33(6):825-834.
- [13] 张建亮,刘方正,崔国发.长白山国家级自然保护区植被时空变化及其驱动因子[J].生态学报,2016,36(12):3525-3536.
Zhang J L, Liu F Z, Cui G F. Spatio-temporal variation of vegetation and analysis of its driving factors in Changbai Mountain National Nature Reserve[J]. Acta Ecologica Sinica, 2016,36(12):3525-3536.
- [14] 迟妍妍,许开鹏,王晶晶,等.京津冀地区生态空间识别研究[J].生态学报,2018,38(23):8555-8563.
Chi Y Y, Xu K P, Wang J J, et al. Identifying regional ecological space in Beijing, Tianjin, and Hebei[J]. Acta Ecologica Sinica, 2018,38(23):8555-8563.
- [15] 龚诗涵,肖洋,郑华,等.中国生态系统水源涵养空间特征及其影响因素[J].生态学报,2017,37(7):2455-2462.
Gong S H, Xiao Y, Zheng H, et al. Spatial patterns of ecosystem water conservation in China and its impact factors analysis[J]. Acta Ecologica Sinica, 2017,37(7):2455-2462.
- [16] 田浩,刘琳,张正勇,等.天山北坡经济带关键性生态空间评价[J].生态学报,2021,41(1):401-414.
Tian H, Liu L, Zhang Z Y, et al. Evaluation on the critical ecological space of the economic belt of Tianshan northslope[J]. Acta Ecologica Sinica, 2021,41(1):401-414.
- [17] 谢高地,张钰铨,鲁春霞,等.中国自然草地生态系统服

- 务价值[J].自然资源学报,2001,16(1):47-53.
- Xie G D, Zhang Y L, Lu C X, et al. Study on valuation of rangeland ecosystem services of China[J]. Journal of Natural Resources, 2001,16(1):47-53.
- [18] 翟仁健.基于全局一致性评价的多尺度矢量空间数据匹配方法研究[D].郑州:中国人民解放军信息工程大学,2011.
- Zhai R J. Research on Automated Matching Methods for Multi-scale Vector Spatial Data Based on Global Consistency Evaluation[D]. Zhengzhou: PLA Information Engineering University, 2011.
- [19] 刘耀林,范建彬,孔雪松,等.基于生产生活可达性的农村居民点整治分区及模式[J].农业工程学报,2015,31(15):247-254,315.
- Liu Y L, Fan J B, Kong X S, et al. Zoning and mode of rural residential land consolidation based on accessibility to production and living facilities[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2015,31(15):247-254,315.
- [20] 黄麟,翟俊,祝萍,等.中国草畜平衡状态时空演变指示的草地生态保护格局[J].地理学报,2020,75(11):2396-2407.
- Huang L, Zhai J, Zhu P, et al. Spatiotemporal evolution characteristics of livestock-carrying pressure in China and its implications for grassland ecosystem conservation pattern[J]. Acta Geographica Sinica, 2020, 75(11):2396-2407.
- [21] 孙威,李洪省.中国资源枯竭城市的区位条件辨析[J].地理学报,2013,68(2):199-208.
- Sun W, Li H S. Quantifying location condition of resources-exhausted cities in China[J]. Acta Geographica Sinica, 2013,68(2):199-208.
- [22] 杨艳昭,封志明,孙通,等.“一带一路”沿线国家水资源禀赋及开发利用分析[J].自然资源学报,2019,34(6):1146-1156.
- Yang Y Z, Feng Z M, Sun T, et al. Water resources endowment and exploitation and utilization of countries along the Belt and Road [J]. Journal of Natural Resources, 2019,34(6):1146-1156.
- [23] 高志玉,赵雪雁,兰海霞,等.多重压力对重点生态功能区农户生计资产可得性的影响:以甘南黄河水源补给区为例[J].地理研究,2020,39(5):1152-1165.
- Gao Z Y, Zhao X Y, Lan H X, et al. The impact of multiple pressures on the availability of farmers' livelihood assets in key ecological functional areas: A case study of the Yellow River Water Supply Area of Gannan [J]. Geographical Research, 2020,39(5):1152-1165.
- [24] 陈坤秋,龙花楼.中国土地市场对城乡融合发展的影响[J].自然资源学报,2019,34(2):221-235.
- Chen K Q, Long H L. Impacts of land market on urban-rural integrated development in China[J]. Journal of Natural Resources, 2019,34(2):221-235.
- [25] 胡舒云,陆玉麒,胡国建,等.基于多源大数据的深圳市医疗设施可达性与公平性测算[J].经济地理,2021,41(11):87-96.
- Hu S Y, Lu Y Q, Hu G J, et al. Measuring accessibility and equity of medical resources in Shenzhen based on multi-source big data[J]. Economic Geography, 2021, 41(11):87-96.
- [26] 汪凡,白永平,周亮,等.中国基础教育公共服务均等化空间格局及其影响因素[J].地理研究,2019,38(2):285-296.
- Wang F, Bai Y P, Zhou L, et al. Spatial pattern and influencing factors of the equalization of basic education public service in China [J]. Geographical Research, 2019,38(2):285-296.
- [27] 浩飞龙,王士君,冯章献,等.基于POI数据的长春市商业空间格局及行业分布[J].地理研究,2018,37(2):366-378.
- Hao F L, Wang S J, Feng Z X, et al. Spatial pattern and its industrial distribution of commercial space in Changchun based on POI data [J]. Geographical Research, 2018,37(2):366-378.
- [28] 马强,王亮绪,龚鑫,等.城市功能区视角下基于POI数据的公共厕所空间布局合理性研究[J].地球信息科学学报,2022,24(1):50-62.
- Ma Q, Wang L X, Gong X, et al. Research on the rationality of public toilets spatial layout based on the POI data from the perspective of urban functional area[J]. Journal of Geo-Information Science, 2022,24(1):50-62.
- [29] 邓大松,张怡.社会保障高质量发展:理论内涵、评价指标、困境分析与路径选择[J].华中科技大学学报:社会科学版,2020,34(4):38-47.
- Deng D S, Zhang Y. High-quality development of social security: Theoretical connotation, evaluation index, dilemma analysis and path choice [J]. Journal of Huazhong University of Science and Technology: Social Science Edition, 2020,34(4):38-47.
- [30] 杨艳昭,郭广猛.基于GIS的内蒙古人居环境适宜性评价[J].干旱区资源与环境,2012,26(3):9-16.
- Yang Y Z, Guo G M. Natural environment suitability for human settlements in Inner Mongolia based on GIS [J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2012,26(3):9-16.