

# 基于 GIS 的内蒙古耕地集约利用空间分析

陆长东<sup>1</sup>, 马 莉<sup>2</sup>

(1. 赤峰市规划局, 内蒙古 赤峰 024000; 2. 赤峰学院 资源与环境科学学院, 内蒙古 赤峰 024000)

**摘要:**为充分合理利用耕地资源,保障社会经济可持续发展,从耕地利用程度、耕地投入水平、耕地产出水平及可持续性指标方面选取 16 个指标构建内蒙古耕地集约利用综合评价体系。采用熵值法和综合指数法对内蒙古自治区 12 个盟市耕地集约利用水平进行测算,并借助 arcGIS 对耕地集约利用得分进行分级和空间相关分析。结果表明:耕地可持续水平和耕地投入水平对耕地集约利用影响较大;内蒙古耕地集约利用水平空间差异较大,耕地集约利用具有空间集聚性。

**关键词:**耕地;集约利用;空间差异;内蒙古;GIS

**中图分类号:**F301.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2016)10-0153-05 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2016.10.0153

如何利用有限的耕地来满足更多的人口和社会经济快速发展的需求已经成为世界关注的重点,耕地集约利用已成为我国解决粮食安全问题、走可持续发展道路的必然途径<sup>[1]</sup>。耕地集约利用实质上是耕地利用主体增加单位面积的劳动投入和资本投入以期获得更多经济产出的过程<sup>[2]</sup>。目前,关于省级耕地集约利用空间研究较多,于丹丹等对甘肃省耕地集约利用空间进行分析<sup>[3]</sup>,魏宁宁等对山东省南四湖流域耕地集约利用空间分异特征进行研究<sup>[4]</sup>。内蒙古是中国重要的粮食主产区和商品粮基地,2014 年粮食产量达到 275.3 亿 kg,继续保持全国第十位。对于内蒙古耕地集约利用研究的文献并不多,宋佳楠等在 2010 年研究了内蒙古耕地集约利用对粮食生产力贡献度<sup>[5]</sup>。郝海广等以内蒙古太仆寺旗为例,探讨了北方生态脆弱区农户耕地利用集约度及其影响因素<sup>[6]</sup>。而对内蒙古 12 盟市耕地集约利用水平的空间分布研究未见报道,研究内蒙古耕地集约利用水平对于充分合理利用耕地资源、保障社会经济可持续发展以及国家粮食安全具有重大意义。

## 1 内蒙古概况

内蒙古自治区位于中国北部边疆,由东北向西南斜伸,呈狭长形。跨越经纬度宽广,西起 E97°12',东达 E126°04',横跨经度 28°52',约相隔

2 500 km;南起 N37°24',北至 N53°23',纵占纬度 15°59',直线距离约 1 700 km<sup>[6]</sup>。高原约占总面积的 53.4%,山地占 20.9%,丘陵占 16.4%,平原与滩川地占 8.5%,河流、湖泊、水库等水面面积占 0.8%。行政范围包括呼和浩特市、包头市、呼伦贝尔市、兴安盟、通辽市、赤峰市、锡林郭勒盟、乌兰察布市、乌海市、巴彦淖尔市、鄂尔多斯市和阿拉善盟 12 盟市。内蒙古东西差距较大,呼包鄂作为内蒙古西部经济增长极,东部 5 盟市形成了蒙东区域。

内蒙古土地总面积  $1.183 \times 10^6$  km<sup>2</sup>, 占中国总面积的 12.3%。2014 年耕地面积为  $9.155 \times 10^6$  hm<sup>2</sup>, 占土地总面积的 7.74%, 其中水田为  $8.7 \times 10^4$  hm<sup>2</sup>, 旱地  $6.227 \times 10^6$  hm<sup>2</sup>, 水浇地  $2.841 \times 10^6$  hm<sup>2</sup>。进入新世纪以来,内蒙古耕地面积从 2001 年至 2003 年呈现下降趋势,且 2013 年耕地面积最低。2007-2011 年耕地数量几乎没有变化,2012 年耕地数量增加了 196 万 hm<sup>2</sup>, 2013 年和 2014 年耕地数量在 2012 年基础上有所增加,但增加幅度不大。

2014 年末内蒙古自治区总人口 2 504.8 万人,人均耕地 0.365 4 hm<sup>2</sup>, 2014 年农林牧渔业总产值为 2 779.806 4 亿元,其中农业总产值为 1 408.437 7 亿元,有效灌溉面积 301.19 万 hm<sup>2</sup>, 化肥施用总量 222.67 万 t,每公顷耕地拥有农业机械总动力 4 540.69 W。

## 2 内蒙古各盟市耕地集约利用水平评价

### 2.1 指标体系的构建

本文在充分考虑耕地集约利用内涵及影响因

收稿日期:2016-08-14

第一作者简介:陆长东(1983-),男,辽宁省建平县人,学士,助理工程师,从事城市规划与城市发展研究。E-mail: mal947@163.com。

素的基础上,结合内蒙古自治区实际情况,根据科学性、可操作性、系统性、可量化性原则,从耕地利用程度、耕地投入水平、耕地产出水平及可持续性指标等角度,选取 16 个经典的耕地集约利用指标,建立耕地集约利用评价指标体系(见表 1)。

表 1 内蒙古耕地集约利用评价指标体系

Table 1 The evaluation index system of cultivated land intensive use in Inner Mongolia			
目标层	准则层	指标层	指标说明
The target hierarchy	The rule hierarchy	The index hierarchy	Introductions of index
耕地集约利用水平	耕地利用程度	垦殖率	耕地面积/土地总面积
		复种指数	当年播种总面积/耕地总面积
		灌溉率/%	有效灌溉面积/耕地总面积
	耕地投入水平	单位耕地机械动力指数/(kW·hm <sup>-2</sup> )	种植业机械总动力/耕地总面积
		单位耕地化肥施用量/(t·hm <sup>-2</sup> )	化肥施用总量/耕地总面积
		单位耕地劳动力指数/(人·hm <sup>-2</sup> )	农业劳动力/耕地总面积
		单位耕地用电量/(kWh·hm <sup>-2</sup> )	农村用电量/耕地总面积
	耕地产出水平	单位土地产出率/(万元·hm <sup>-2</sup> )	农业总产值/耕地总面积
		单位劳动力产出率/(万元·人 <sup>-1</sup> )	农业总产值/农业劳动力
		粮食单产/(t·hm <sup>-2</sup> )	粮食总产量/耕地总面积
耕地可持续利用水平	产投比	种植业产值/种植业投入	
	人均耕地/(hm <sup>2</sup> ·人 <sup>-1</sup> )	耕地面积/总人口	
	劳动力指数/%	农村劳动力/总人口	
	人均粮食产量/(t·人 <sup>-1</sup> )	粮食产量/总人口	
	农民人均种植业收入/(元·人 <sup>-1</sup> )	种植业产值/农业人口	
	技术效率/(元·kW <sup>-1</sup> )	农业产值/农业机械总动力	

2.2 数据来源及方法

本文原始数据来源于《内蒙古自治区统计年鉴 2015》,评价指标值通过计算得到。

为消除各项评价指标计量单位和性质不同带来的不可比性,需要先对样本数据进行标准化处理,本研究采用比重法进行数据标准化处理。熵是对不确定性的一种度量,用熵值来判断某个指标的离散程度,指标的离散程度越大,该指标对综合评价的影响越大。本文根据熵的特征,采用熵值法确定评价指标权重,将各指标加权求和,得到内蒙古 12 个盟市耕地集约利用综合指数<sup>[7]</sup>。

2.3 内蒙古各盟市耕地集约利用评价结果

2.3.1 耕地集约利用指标权重 通过熵值法对 2014 年内蒙古 12 盟市耕地集约利用指标权重进行测算(见表 2)。从中可知内蒙古耕地集约利用水平受耕地可持续利用水平的影响最大,权重为 0.391 0;其次是耕地投入水平,权重为 0.285 6;再次为耕地利用程度,权重为 0.192 0;最后是耕地产出水平,权重为 0.131 4。指标层中对内蒙古耕地集

约利用影响的大小顺序为:单位耕地用电量(0.166 5)>垦殖率(0.120 1)>人均粮食产量(0.118 0)>农民人均种植业收入(0.091 5)>人均耕地(0.084 9)>劳动力指数(0.084 2)>灌溉率(0.069 3)>产投比(0.051 9)>单位耕地化肥施用量(0.045 8)>单位耕地机械动力指数(0.043 5)>单位土地产出率(0.031 5)>单位耕地劳动力指数(0.029 8)>粮食单产(0.027 3)>单位劳动力产出率(0.020 6)>技术效率(0.012 4)>复种指数(0.002 7)。

2.3.2 耕地集约利用评价 根据熵值法测算的权重和内蒙古 12 盟市指标值标准化数据,采用综合指数法计算内蒙古 12 盟市耕地集约利用综合指数(见表 3)。表明,内蒙古 12 盟市耕地集约利用综合得分由高到低为:通辽市>巴彦淖尔市>兴安盟>赤峰市>阿拉善盟>乌海市>呼伦贝尔市>呼和浩特市>鄂尔多斯市>乌兰察布市>包头市>锡林郭勒盟。内蒙古耕地集约利用最大值约是最小值的 3.2 倍,耕地集约利用空间差异较

表 2 内蒙古耕地集约利用评价指标权重

Table 2 The evaluation index weights of cultivated land intensive use in Inner Mongolia

目标层(A)	准则层(B)	指标层(C)	权重
The target hierarchy	The rule hierarchy	The index hierarchy	Weights
耕地集约利用水平	耕地利用程度(B1) 0.1920	垦殖率(C1)	0.1201
		复种指数(C2)	0.0027
		灌溉率(C3)	0.0693
	耕地投入水平(B2) 0.2856	单位耕地机械动力指数(C4)	0.0435
		单位耕地化肥施用量(C5)	0.0458
		单位耕地劳动力指数(C6)	0.0298
		单位耕地用电量(C7)	0.1665
	耕地产出水平(B3) 0.1314	单位土地产出率(C8)	0.0315
		单位劳动力产出率(C9)	0.0206
		粮食单产(C10)	0.0273
		产投比(C11)	0.0519
	耕地可持续利用水平(B4) 0.3910	人均耕地(C12)	0.0849
		劳动力指数(C13)	0.0842
		人均粮食产量(C14)	0.1180
		农民人均种植业收入(C15)	0.0915
		技术效率(C16)	0.0124

表 3 内蒙古各盟市耕地集约利用评价结果

Table 3 The evaluation results of cultivated land intensive use in Inner Mongolia

行政区域	耕地利用程度	耕地投入水平	耕地产出水平	耕地可持续水平	综合集约度
Administrative division	Cultivated land use degree	Input level	Output level	The levels of farmland sustainable use	Comprehensive intensive degree
呼和浩特市	0.0309	0.0169	0.0094	0.0159	0.0731
包头市	0.0164	0.0156	0.0109	0.0150	0.0579
呼伦贝尔市	0.0075	0.0075	0.0135	0.0613	0.0898
兴安盟	0.0200	0.0100	0.0096	0.0598	0.0993
通辽市	0.0248	0.0230	0.0145	0.0548	0.1171
赤峰市	0.0165	0.0302	0.0124	0.0386	0.0977
锡林郭勒盟	0.0031	0.0097	0.0092	0.0143	0.0363
乌兰察布市	0.0157	0.0090	0.0083	0.0304	0.0635
鄂尔多斯市	0.0122	0.0248	0.0096	0.0232	0.0698
巴彦淖尔市	0.0216	0.0216	0.0128	0.0514	0.1074
乌海市	0.0154	0.0609	0.0126	0.0026	0.0915
阿拉善盟	0.0080	0.0564	0.0084	0.0237	0.0966

大,该结论在一定程度上体现出了内蒙古各盟市之间地域差异情况,以致各自形成不同的农业发展基础条件。通辽市、巴彦淖尔市、兴安盟、赤峰市和呼伦贝尔市的农业发展一直以来在内蒙古均属于优势产业;乌兰察布盟、锡林郭勒盟、阿拉善盟农业生产条件较差,农业投入不够;呼和浩特市、鄂尔多斯市、包头市和乌海市的工业优势明显<sup>[8-9]</sup>。阿拉善盟和乌海市之所以综合得分较高,

是因为耕地投入水平对于内蒙古耕地集约利用的影响程度达到 28.56%，近几年来两地加大了对农业生产的投入，两地的单位耕地用电量、单位耕地机械总动力、单位耕地化肥使用量和单位耕地劳动力指数均位于内蒙古自治区前列。内蒙古耕地利用程度得分由高到低为：呼和浩特市>通辽市>巴彦淖尔市>兴安盟>赤峰市>包头市>乌兰察布市>乌海市>鄂尔多斯市>阿拉善盟>呼伦贝尔市>锡林郭勒盟；内蒙古耕地投入水平得分由高到低为：乌海市>阿拉善盟>赤峰市>鄂尔多斯市>通辽市>巴彦淖尔市>呼和浩特市>包头市>兴安盟>锡林郭勒盟>乌兰察布市>呼伦贝尔市；内蒙古耕地产出水平得分由高到低为：通辽市>呼伦贝尔市>巴彦淖尔市>乌海市>赤峰市>包头市>兴安盟和鄂尔多斯市>呼和浩特市>锡林郭勒盟>阿拉善盟>乌兰察布市；内蒙古耕地可持续水平得分由高到低为：呼伦贝尔市>兴安盟>通辽市>巴彦淖尔市>赤峰市>乌兰察布市>阿拉善盟>鄂尔多斯市>呼和浩特市>包头市>锡林郭勒盟>乌海市。从内蒙古耕地可持续水平分值可以看出，具有农业优势的盟市即呼伦贝尔市、兴安盟、通辽市、巴彦淖尔市、赤峰市农业发展潜力较大，后劲较足，该盟市位于内蒙古东部，属于蒙东地区。

### 3 基于 GIS 的内蒙古耕地集约利用水平空间差异分析

以内蒙古 12 盟市为评价单元，以 12 盟市耕地集约利用综合指数作为数据源，运用 ArcGIS 10.2 平台的分类显示方法，将内蒙古各盟市耕地集约利用水平的高低采用自然断裂点方法分成 3 类，其空间格局的分布如图 1 所示。集约利用一级为通辽市、巴彦淖尔市、兴安盟、赤峰市、呼伦贝尔市、乌海市和阿拉善盟；集约利用二级为乌兰察布市、包头市、呼和浩特市、鄂尔多斯市；集约利用三级是锡林郭勒盟。

分析耕地集约利用水平的空间相关性具有重要的现实意义，有利于协调整个区域耕地集约利用水平。空间自相关可以用来发现空间的异质性和空间聚集。基于 GIS 的空间自相关分析可以科学地揭示耕地集约利用水平的空间差异<sup>[10]</sup>。

利用 ArcGIS 平台下的 Global Moran's I 模块计算内蒙古 12 盟市 2014 年耕地集约利用综合分值的全局莫兰指数，以表明内蒙古各盟市耕地集约水平的相关程度。经计算得出全局莫兰指数为 0.244 2，Z 值为 1.73，P 值为 0.08，说明内蒙古各盟市耕地集约利用水平具有一定空间相关性，空间分布具有集聚性。全局相关分析表明耕地集约利用是否具有空间集聚性，局部相关分析表征的是耕地集约利用空间集聚的位置。图 2 为耕地集约利用的综合得分的局部自相关聚集情况，可看出区别不明显，内蒙古耕地集约利用在通辽市和兴安盟呈现极高聚集现象，而其它盟市的空间集聚现象并不显著。

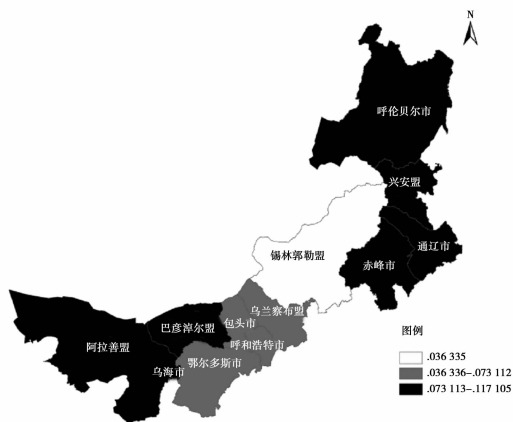


图 1 内蒙古各盟市耕地集约综合水平空间格局分布  
Fig. 1 The spatial distribution pattern of cultivated land intensive level in Inner Mongolia

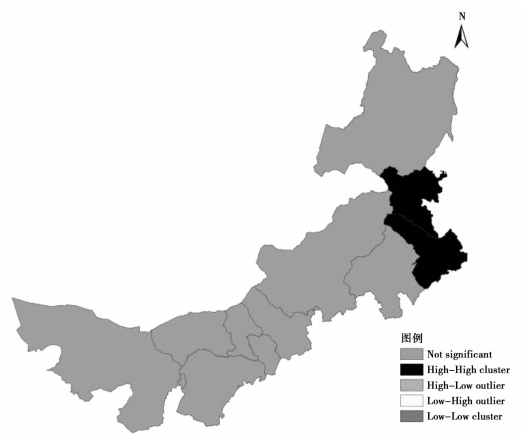


图 2 内蒙古耕地集约利用集聚情况  
Fig. 2 Agglomeration map of cultivated land intensive utilization in Inner Mongolia

## 4 结论

采用熵值法和综合指数法深入分析了内蒙古 12 盟市耕地集约利用现状,借助 ArcGIS 10.2 软件,得出 12 盟市耕地集约利用水平呈现 3 级分布,通辽市、巴彦淖尔市、呼伦贝尔市、兴安盟、赤峰市、乌海市和阿拉善盟耕地集约程度较高,而内蒙古东部 5 盟市农业基础较好,具有农业发展优势地区,耕地利用集约度较高。其中乌海市和阿拉善盟农业基础较差,但由于近年来加大了耕地投入水平和力度,二者在耕地投入水平指标中得分较高。通过空间相关分析可知内蒙古 12 盟市耕地集约利用具有一定的空间相关性,可信区间达到 92%。熵值法是一种客观赋权法,避免了人为主观因素,提高了评价的科学性与准确性。然而耕地集约利用水平受到多因素的综合影响,而且是一个动态的过程,随着社会经济的发展,耕地的集约利用水平也会随之变化。本文仅仅对 2015 年内蒙古 12 盟市耕地集约利用水平进行研究,研究还不够全面,有待进一步展开内蒙古时间序列的耕地集约利用水平变化研究和内蒙古旗县区耕地集约利用空间分析,以便高效指导内蒙古耕地集约化发展。

## 参考文献:

- [1] 费罗成,程久苗,王秉建,等.耕地集约利用研究进展与展望[J].土壤,2009,41(5):696-702.
- [2] 柯新利,马才学.城镇化对耕地集约利用影响的典型相关分析及政策启示[J].中国土地科学,2013,27(11):4-10.
- [3] 于丹丹,刘淑英,王平,等.甘肃省耕地集约利用空间分析[J].土壤通报,2015,46(6):1299-1306.
- [4] 魏宁宁,荆延德,张全景.山东省南四湖流域耕地集约利用空间分异特征[J].水土保持通报,2014,34(4):269-274.
- [5] 宋佳楠,金晓斌,周寅康.基于多层线性模型的耕地集约利用对粮食生产力贡献度分析——以内蒙古自治区为例[J].资源科学,2010,32(6):1161-1168.
- [6] 郝海广,李秀彬.北方生态脆弱区农户耕地利用集约度及其影响因素分析——以内蒙古太仆寺旗为例(英文)[J].资源与生态学报:英文版,2011(2):117-125.
- [7] 宋红梅.基于熵值法的城市土地集约利用评价:以徐州市为例[J].资源开发与市场,2007,23(2):116-117.
- [8] 岳阳.内蒙古各盟市农业产业集聚度分析[J].内蒙古统计,2013(1):17-18.
- [9] 高平亮,豆志杰.内蒙古自治区各盟市农业经济发展水平比较研究[J].内蒙古农业大学学报:社会科学版,2006,8(1):39-40.
- [10] 何佑勇.潜江市耕地集约利用评价研究[D].武汉:华中农业大学,2007:68-72.

# Spatial Analysis of Intensive Use of Cultivated Land in Inner Mongolia Based on GIS

LU Chang-dong<sup>1</sup>, MA Li<sup>2</sup>

(1. Planning Bureau of Chifeng City, Chifeng, Inner Mongolia 024000; 2. School of Resources and Environmental Sciences, Chifeng University, Chifeng, Inner Mongolia 024000)

**Abstract:** In order to use the cultivated land resources rationally, and guarantee social and economic sustainable development, the comprehensive evaluation system of cultivated land intensive utilization for Inner Mongolia was constructed from 16 indexes, which are cultivated land utilization degree, cultivated land input level, cultivated land output level and sustainable index. The cultivated land intensive use level of 12 cities for the Inner Mongolia Autonomous Region was calculated based on entropy method and comprehensive index method, and with the help of ArcGIS of cultivated land intensive use score grading and spatial correlation analysis. The results showed that the sustainable level of cultivated land and the input level of arable land have great influence on the intensive use of cultivated land; the spatial difference of the intensive use of cultivated land in Inner Mongolia was relatively large, and the intensive utilization of cultivated land had spatial agglomeration.

**Keywords:** cultivated land; intensive utilization; spatial difference; Inner Mongolia; GIS