# 基于信息熵的博罗县土地利用结构分析

唐中立　(广东省博罗县国土资源局, 广东博罗 516100)

**摘要**　基于信息熵原理,运用定量方法对博罗县土地利用结构的时间演变及空间差异进行分析。结果表明:总体上来说,2009 ~ 2014 年博罗县土地利用结构的信息熵、均衡度不断上升,优势度不断下降,土地利用结构无序程度不断提高;2014 年,各镇间土地利用结构的差异明显,总体上经济发展水平较高的区域土地利用结构的信息熵较高,而经济欠发达的区域土地利用结构的信息熵较低。

**关键词**　土地利用结构;信息熵;均衡度;优势度;博罗县
**中图分类号**　S27　　**文献标识码**　A　　**文章编号**　0517 - 6611(2016)18 - 210 - 03

**Analysis of Land Use Structure in Boluo County Based on Information Entropy**

**TANG Zhong-li**　(Bureau of Land and Resources of Boluo County, Boluo, Guangdong 516100)

**Abstract**　Based on the principle of information entropy, the evolution in time and spatial differences among the towns of land use structure in Boluo County were analyzed by using quantitative method. The results showed that on the whole, information entropy and equilibrium degree of land use structure of Boluo County rose during 2009 - 2014, and dominance degree declined, disorder level of land use structure constantly raised; There were significant differences in land use structure among the towns in 2014. Overall, the higher the level of economic development, the higher the information entropy of land use structure, the lower the level of economic development, the lower the information entropy of land use structure.

**Key words**　Land use structure; Information entropy; Equilibrium degree; Dominance degree; Boluo County

土地利用系统是指为人类活动所利用的土地表层及其以上和以下的所有要素相互联系、相互制约而结合成的具有特定功能的有机综合体。任何类型的系统总有一定的结构和功能,有什么样的结构就有什么样的功能,即结构决定功能[1]。若要一定区域的土地利用具备良好的功能,即土地利用取得良好的经济、社会和生态效益,必须有一个合理的土地利用结构作为支撑。因此,对区域的土地利用结构进行分析就显得非常必要。信息熵是系统有序化程度的一个度量,可以用来衡量区域土地利用结构的有序程度[2-14]。笔者运用信息熵理论,分析博罗县土地利用结构信息熵的时间演变规律和空间分布规律,以期为博罗县土地利用结构调整优化工作提供参考。

## 1　研究区概况

博罗县位于 113°49′50″ ~ 114°45′50″ E, 23°03′50″ ~ 23°43′20″ N,地处广东省中南部、珠江三角洲东北端的东江中下游,南北相距 42 km,东西相距 69 km;东接河源、紫金,南毗惠阳、东莞,西连增城,北邻龙门;距广州110km、深圳97 km、惠州 18 km;2014 年,总面积 2 855.11 $km^2$。博罗县地势东北高西南低,自东北向西南倾斜,河流多由北向东南注入东江,形成北部山地丘陵、间有山谷平原,中部丘陵台地,南部沿东江自东向西的冲积平原 3 个地带。其中,山地占全县土地总面积的 62.37%、丘陵占 20.53%、平原占 17.1%。2014 年,博罗县下辖石坝、麻陂、观音阁、公庄、杨村、杨侨、柏塘、湖镇、长宁、福田、石湾、园洲、龙华、龙溪、罗阳、泰美、横河共 17 个镇[15]。

## 2　数据来源与研究方法

**2.1　数据来源**　数据来源于博罗县 2009 ~ 2014 年的土地利用现状变更数据。在该时段,每年的现状变更表都包含 8 种土地利用类型,即耕地、园地、林地、草地、城镇村及工矿用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地,全县也未进行行政区划调整,因此,不需要对数据进行归并、调整,数据的真实性、准确性较高。2009 ~ 2014 年博罗县土地利用结构见表 1,2014 年各镇土地利用结构见表 2。

**2.2　研究方法**　选取信息熵、均衡度和优势度3个指标对

**表 1　2009 ~ 2014 年博罗县土地利用结构**

**Table 1　The land use structure of Boluo County during 2009 - 2014**　%

| 镇名 Towns | 耕地 Farmland | 园地 Garden plot | 林地 Woodland | 草地 Grassland | 城镇村及工矿用地 Town village and industrial and mining land | 交通运输用地 Land for traffic and transportation | 水域及水利设施用地 Water area and water conservancy facilities | 其他土地 Other land |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2009 | 17.72 | 7.95 | 52.82 | 1.10 | 5.65 | 1.72 | 10.31 | 2.73 |
| 2010 | 17.71 | 7.87 | 52.74 | 1.08 | 5.80 | 1.81 | 10.28 | 2.71 |
| 2011 | 17.71 | 7.78 | 52.65 | 1.05 | 5.99 | 1.86 | 10.26 | 2.70 |
| 2012 | 17.67 | 7.73 | 52.62 | 1.01 | 6.15 | 1.93 | 10.22 | 2.67 |
| 2013 | 17.69 | 7.64 | 52.59 | 0.98 | 6.31 | 1.96 | 10.19 | 2.64 |
| 2014 | 17.67 | 7.58 | 52.51 | 0.96 | 6.58 | 1.98 | 10.13 | 2.59 |

**作者简介**　唐中立(1980 - ),男,湖南怀化人,工程师,硕士,从事土地利用的研究和管理工作。

**收稿日期**　2016-05-23

表 2　2014 年博罗县各镇土地利用结构

Table 2　The land use structure of the towns in Boluo County in 2014　%

| 镇名 Towns | 耕地 Farmland | 园地 Garden plot | 林地 Woodland | 草地 Grassland | 城镇村及工矿用地 Town village and industrial and mining land | 交通运输用地 Land for traffic and transportation | 水域及水利设施用地 Water area and water conservancy facilities | 其他土地 Other land |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 石坝镇 Shiba Town | 21.42 | 2.86 | 58.91 | 0.27 | 4.90 | 2.18 | 7.78 | 1.68 |
| 麻陂镇 Mabei Town | 35.09 | 7.33 | 33.80 | 1.68 | 7.38 | 3.70 | 8.88 | 2.14 |
| 观音阁镇 Guanyinge Town | 29.85 | 8.14 | 37.65 | 1.51 | 3.79 | 1.66 | 15.38 | 2.02 |
| 公庄镇 Gongzhuang Town | 17.19 | 8.50 | 63.08 | 0.38 | 4.12 | 1.41 | 3.89 | 1.43 |
| 杨村镇 Yangcun Town | 28.35 | 5.56 | 38.93 | 1.31 | 5.96 | 2.68 | 14.10 | 3.11 |
| 柏塘镇 Baitang Town | 15.98 | 4.30 | 69.47 | 0.11 | 3.05 | 1.00 | 4.56 | 1.53 |
| 泰美镇 Taimei Town | 20.50 | 15.55 | 44.19 | 0.43 | 5.03 | 2.08 | 10.48 | 1.74 |
| 罗阳镇 Luoyang Town | 11.44 | 10.16 | 46.91 | 1.61 | 11.96 | 2.59 | 11.60 | 3.73 |
| 湖镇镇 Huzhen Town | 15.80 | 9.15 | 58.22 | 0.56 | 4.67 | 1.26 | 7.19 | 3.15 |
| 横河镇 Henghe Town | 11.70 | 3.88 | 77.79 | 0.12 | 1.69 | 0.87 | 2.93 | 1.02 |
| 长宁镇 Changning Town | 18.29 | 10.77 | 42.22 | 1.28 | 9.06 | 2.89 | 10.79 | 4.70 |
| 福田镇 Futian Town | 16.43 | 11.89 | 46.42 | 0.61 | 7.53 | 2.95 | 10.29 | 3.88 |
| 龙华镇 Longhua Town | 23.81 | 16.78 | 27.64 | 0.96 | 7.55 | 2.60 | 17.89 | 2.77 |
| 龙溪镇 Longxi Town | 25.09 | 15.28 | 10.59 | 3.23 | 14.68 | 2.66 | 22.39 | 6.08 |
| 园洲镇 Yuanzhou Town | 29.27 | 4.18 | 0.46 | 4.23 | 22.13 | 4.05 | 31.70 | 3.98 |
| 石湾镇 Shiwan Town | 31.16 | 3.38 | 0.61 | 2.44 | 25.28 | 5.63 | 25.54 | 5.96 |
| 杨侨镇 Yangqiao Town | 40.72 | 12.33 | 20.58 | 1.27 | 6.87 | 3.60 | 10.57 | 4.06 |

区域的土地利用结构进行分析,指标的含义及计算方法如下:

**2.2.1**　信息熵。假定区域的土地总面积为 $A$,区域内的土地可以依据一定的标准划分为 $N$ 种土地利用类型,每种土地利用类型的面积为 $A_i(i=1,2,3,\cdots,N)$,则有:

$$\sum_{i=1}^{N} A_i = A \tag{1}$$

各利用类型的土地面积占区域土地总面积的比例 $P_i$ 为:

$$P_i = A_i / A \tag{2}$$

根据(2)式可知 $\sum_{i=1}^{N} P_i = 1$。

最后,定义信息熵 $H$ 为:

$$H = -\sum_{i=1}^{N} P_i \ln P_i \tag{3}$$

土地利用信息熵是表征区域土地利用系统有序程度的指标,单位为 Nat,其值的高低取决于区域土地利用类型的多寡及各利用类型土地面积的差异大小。区域内土地利用类型越少,各类土地面积差异越大,信息熵值越小,当一个区域只有 1 种土地利用类型时,信息熵值达到最小值 0;区域内土地利用类型越多,各类土地面积差异越小,信息熵值越大,当一个区域有 $N$ 种土地利用类型,每种类型土地的面积均相等,即 $A_1 = A_2 = A_3 = \cdots = A_N = A/N$ 时,信息熵值达到最大值 $H_{max} = \ln N$[2-14]。

**2.2.2**　均衡度。在信息熵 $H$ 的基础上,定义土地利用结构均衡度 $J$ 为:

$$J = H/H_{max} = -\sum_{i=1}^{N} P_i \ln P_i / (\ln N) \tag{4}$$

(4)式中 $H$ 为区域土地利用结构的信息熵,$H_{max}$ 为区域土地利用结构信息熵理论最大值。由于 $H \leqslant H_{max}$,因此 $J$ 的取值范围是[0,1][2-3]。

**2.2.3**　优势度。在土地利用结构均衡度的基础上,定义与之密切相关的土地利用结构优势度 $I$。

$$I = 1 - J \tag{5}$$

土地利用结构优势度 $I$ 的意义与土地利用结构均衡度相反,取值范围也是[0,1],用来表示土地利用的集中程度[2-3]。

## 3　结果与分析

**3.1　土地利用结构的时间变化**　表 3 显示,2009 ~ 2014 年博罗县的土地利用结构信息熵呈上升趋势,由1.459 8 Nat 上升到 1.467 8 Nat,均衡度由 0.702 0 上升到 0.705 8,与此同时,优势度则处于不断下降的趋势,由 0.298 0 下降到 0.294 2。这表明,在该时段博罗县不同土地利用类型之间面积差异在缩小,某种或某几种占优势的土地利用类型的支配度在降低,博罗县土地利用系统的结构性越来越差,土地利用结构无序程度不断加深。

经分析得知,2009 ~ 2014 年博罗县土地利用结构信息熵不断上升,主要源于经济快速发展背景下城镇村建设和交通设施建设等非农建设及农业结构调整带来的不同土地利用类型之间面积的“此消彼长”。一方面,该时段内城镇村及工矿用地、交通设施用地分别增长了 16.45%、14.69%;另一方面,耕地、园地、林地、草地、水域及水利设施用地、其他土地则分别下降了 0.24%、4.68%、0.56%、13.48%、1.80%、4.91%。

**3.2　土地利用结构的空间差异**

通过对表 4 中各镇 2014 年土地利用结构信息熵值与表 3 中 2014 年博罗县土地利用结构信息熵值做比较,笔者将全县 17 个镇划分为 2 种类型:信息熵值低于和高于全县信息熵值的镇,并绘制图 1。图 1 中画横线的为信息熵值低于全

县的镇,画竖线的为信息熵值高于全县的镇。从中可以发现,信息熵值低于全县信息熵值的石坝、公庄、柏塘、湖镇和横河镇都位于传统上的博罗县经济欠发达地区,而信息熵值相对较高的龙溪、罗阳、园洲、石湾等镇则是博罗县经济发展水平相对较高的地区。这主要是由于欠发达地区土地开发程度低,土地利用类型之间面积差异大,某种或少数几种土地利用类型的面积占绝对优势,因而信息熵值较低。以信息熵值最低的横河镇为例,2014 年该镇的林地面积比例为 77.79%,除耕地比例 11.70% 相对较高外,其他地类的比例都非常低。而经济发展水平较高的地区由于经济活动复杂多样,需要各种用地类型,因而土地利用类型之间面积差异相对较小,信息熵值相对较高。以信息熵值最高的龙溪镇为例,2014 年该镇面积比例最高的是耕地,比例为 25.09%,除交通运输用地、草地和其他土地的比例为 2.66%、3.23%、6.08% 外,其他地类的比例在 10.59% ~22.39%,面积比例较为均衡。

**表 3 2009 ~2014 年博罗县土地利用结构信息熵、均衡度、优势度**

**Table 3 The information entropy, equilibrium degree and dominance degree of land use structure of Boluo County during 2009 – 2014**

| 年份 Year | 信息熵 Information entropy(Nat) | 均衡度 Equilibrium degree | 优势度 Dominance degree |
|---|---|---|---|
| 2009 | 1.459 8 | 0.702 0 | 0.298 0 |
| 2010 | 1.462 6 | 0.703 3 | 0.296 7 |
| 2011 | 1.464 3 | 0.704 2 | 0.295 8 |
| 2012 | 1.465 9 | 0.705 0 | 0.295 0 |
| 2013 | 1.466 5 | 0.705 2 | 0.294 8 |
| 2014 | 1.467 8 | 0.705 8 | 0.294 2 |

**表 4 2014 年各镇土地利用结构信息熵、均衡度、优势度**

**Table 4 The information entropy, equilibrium degree and dominance degree of land use structure of towns in Boluo County in 2014**

| 镇名 Towns | 信息熵 Information entropy(Nat) | 均衡度 Equilibrium degree | 优势度 Dominance degree |
|---|---|---|---|
| 石坝镇 Shiba Town | 1.258 2 | 0.605 1 | 0.394 9 |
| 麻陂镇 Mabei Town | 1.605 9 | 0.772 3 | 0.227 7 |
| 观音阁镇 Guanyinge Town | 1.554 7 | 0.747 7 | 0.252 3 |
| 公庄镇 Gongzhuang Town | 1.202 3 | 0.578 2 | 0.421 8 |
| 杨村镇 Yangcun Town | 1.591 4 | 0.765 3 | 0.234 7 |
| 柏塘镇 Baitang Town | 1.045 6 | 0.502 8 | 0.497 2 |
| 泰美镇 Taimei Town | 1.536 1 | 0.738 7 | 0.261 3 |
| 罗阳镇 Luoyang Town | 1.623 0 | 0.780 5 | 0.219 5 |
| 湖镇镇 Huzhen Town | 1.350 5 | 0.649 4 | 0.350 6 |
| 横河镇 Henghe Town | 0.841 1 | 0.404 5 | 0.595 5 |
| 长宁镇 Changning Town | 1.674 5 | 0.805 3 | 0.194 7 |
| 福田镇 Futian Town | 1.596 3 | 0.767 7 | 0.232 3 |
| 龙华镇 Longhua Town | 1.738 2 | 0.835 9 | 0.164 1 |
| 龙溪镇 Longxi Town | 1.866 2 | 0.897 4 | 0.102 6 |
| 园洲镇 Yuanzhou Town | 1.607 1 | 0.772 8 | 0.227 2 |
| 石湾镇 Shiwan Town | 1.625 6 | 0.781 7 | 0.218 3 |
| 杨侨镇 Yangqiao Town | 1.676 0 | 0.806 0 | 0.194 0 |

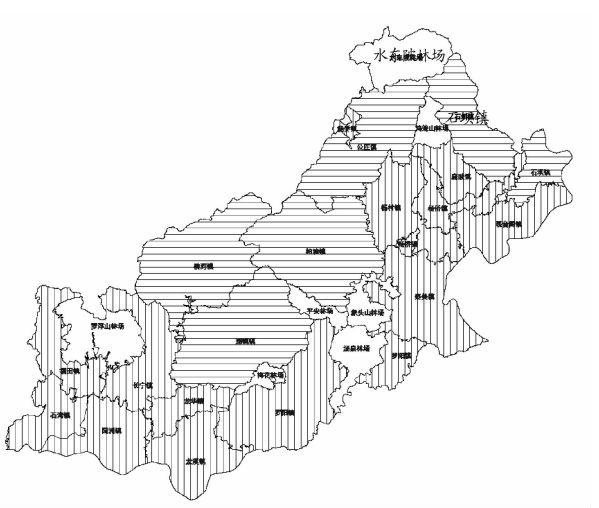


**图 1 2014 年博罗县土地利用结构信息熵分区**

**Fig. 1 The information entropy zoning of land use structure of Boluo County in 2014**

## 4 结论

2009 ~2014 年博罗县土地利用结构的信息熵总体呈不断上升趋势,表明博罗县土地利用系统的无序度在不断提高,有序度逐渐降低;土地利用系统处于由低水平有序状态向较高水平的无序状态转变的阶段;从空间分布上看,总体而言经济发展水平较高的区域土地利用结构的信息熵较高,而经济欠发达的区域土地利用结构的信息熵较低。

## 参考文献

[1] 严金明. 中国土地利用规划:理论·方法·战略[M]. 北京:经济管理出版社,2001:56 –61.
[2] 周子英,段建南,梁春凤. 长沙市土地利用结构信息熵时空变化研究[J]. 经济地理,2012,32(4):124 –129.
[3] 耿红,唐旭,马玲. 基于信息熵的城市土地利用结构合理性分析[J]. 国土资源科技管理,2006,23(1):84 –87.
[4] 石培基,董翰蓉,潘竟虎. 甘州区土地利用结构信息熵时空变化分析[J]. 土壤通报,2012,43(2):263 –268.
[5] 李文彦,罗海波. 基于信息熵的贵州三穗县域土地利用结构分析及其 GM 预测[J]. 贵州农业科学,2014,42(12):221 –224.
[6] 吴婷婷,刘学录. 基于信息熵的庄浪县土地利用结构变化及其驱动力分析[J]. 中国农学通报,2014,30(36):198 –203.
[7] 谭永忠,吴次芳. 区域土地利用结构的信息熵分异规律研究[J]. 自然资源学报,2003,18(1):112 –117.
[8] 蔡进,刘秀华,丁恩俊. 基于信息熵的县域土地利用结构变化与分布研究[J]. 安徽农业科学,2007,35(21):6539 –6541.
[9] 李雪铭,王勇. 大连市土地利用结构空间分异研究[J]. 辽宁师范大学学报(自然科学版),2015,38(1):131 –136.
[10] 司慧娟,付梅臣,袁春,等. 青海省土地利用结构信息熵时空分异规律及驱动因素分析[J]. 干旱区资源与环境,2016,30(6):38 –42.
[11] 毛良祥,林燕华. 基于信息熵的我国土地利用结构动态变化研究[J]. 国土资源科技管理,2008,25(6):48 –51.
[12] 林珍铭,夏斌,董武娟. 基于信息熵的广东省土地利用结构时空变化分析[J]. 热带地理,2011,31(3):266 –271.
[13] 钱小龙,管华,张国成,等. 徐州城市土地利用结构信息熵变化及驱动力分析[J]. 徐州师范大学学报(自然科学版),2008,26(1):60 –63.
[14] 余超,李明阳,汪辉,等. 基于信息熵的新济洲土地利用结构时空变化及驱动因素分析[J]. 林业资源管理,2015(1):118 –123.
[15] 博罗县地方志办公室. 博罗年鉴·2015[M]. 广州:广东人民出版社,2016:78 –84.