基于熵值法的城市土地集约利用评价

——以四川省为例

张吉庆[1]

（重庆市九龙坡规划和自然资源事务中心，重庆 400045）

【摘 要】：首先梳理城市土地集约利用内涵，再从土地投入水平、土地利用程度、土地利用效率以及土地利用生态环境质量四个层面构建评价指标体系，采用熵值法对研究时段内的四川省城市土地集约进行评价，最后定量分析城市土地集约利用空间差异特征。

【关键词】：四川省 城市土地集约利用 熵值法 分层聚类法

【中图分类号】F299.23**【文献标识码】**A

1 城市土地集约利用内涵

目前学者们对城市土地集约利用内涵主要从两个不同角度进行理解：

(1)从土地投入产出来看，其内涵体现为土地的投入和产出之间的关系。陶志红等对其内涵解释为通过增加土地单位面积的要素投入和科学管理等方式，达到提高城市土地集约水平。

(2)从土地综合效益来看，城市土地集约利用应该同时包含经济层面、社会层面和生态层面。林坚等认为城市应该采取各种途径，优化土地利用结构和功能，从而推动城市经济、社会和生态协调发展。

2 研究区域概况

2.1 四川省概述

四川省处于我国西南地区，界于北纬 26° 03′ -34° 19′ ，东经 97° 21′ -108° 12′ 之间，总面积 48.6 万 km²，现辖 18 个地级市和 3 个自治州。地势西高东低，由西北向东南倾斜，相对高差达 7000 多米，山地、丘陵、平原和高原地形面积占比分别为 77.1%、12.9%、5.3%和 4.7%。四川省东部处于亚热带季风气候，西部处于高原山地气候。2017 年末，四川省常住人口达到 8302 万人，常住人口城镇化率 50.79%，GDP 达到 36980.2 亿元，人均 GDP 为 44651 元，三产业结构占比为 11.6%、38.7%、49.7%。

2.2 数据来源

数据来源于《中国城市统计年鉴》、《四川省统计年鉴》、中国住建部以及各地级市政府统计公报和政府报告等数据，由于凉

[1]**作者简介**：张吉庆(1988-)，男，重庆市人，工程师，硕士，研究方向：土地资源管理、生态修复。

山、甘孜和阿坝自治州的部分数据无法获取，因此研究不纳入其中。

2.3 评价指标体系构建

2.3.1 评价指标体系

基于选取的科学性原则、可操作性原则和系统性原则，再参考相关文献的指标选取，最后选取 14 个指标，见表 1。

表 1 评价指标体系

目标层	准则层	指标层	指标计算	属性	代码
土地集约利用程度	土地投入强度	地均固定资产投资(亿元/平方千米)	固定资产投资/行政区面积	+	X1
		供水普及率(%)		+	X2
		地均就业人员(万人/平方千米)	就业人员数/行政区面积	+	X3
	土地利用程度	公路网密度(千米/平方千米)	公路总里程/行政区面积	+	X4
		土地利用率(%)	建设用地面积/建成区面积	+	X5
		人均建设用地面积(平方米/人)	城市建设用地面积/城市人口	-	X6
	土地利用效益	地均 GDP(亿元/平方千米)	GDP/行政区面积	+	X7
		地均社会消费品零售总额(万元/平方千米)	社会消费品零售总额/行政区面积	+	X8
		地均就业人员工资总额(万元/平方千米)	就业人员工资总额/行政区面积	+	X9
		城镇居民人均可支配收入(元/人)		+	X10
	土地利用生态环境质量	人均公园绿地面积(平方米/人)		+	X11
		建成区绿化覆盖率(%)		+	X12
		污水处理率(%)		+	X13
		生活垃圾处理率(%)		+	X14

2.4 评价方法及其计算

2.4.1 指标无量纲化

首先需要对各指标原始数据进行无量纲化，选取 min-max 标准化方法：

对于正向指标，即指标值越高越好，其计算方法为：

$$X_{ij}^{'}=\frac{X_{ij}-\min\{X_{ij},\ldots,X_{nj}\}}{\max\{X_{ij},\ldots,X_{nj}\}-\min\{X_{ij},\ldots,X_{nj}\}}$$

对于负向指标，即指标值越高越好，其计算方法为：

$$X_{ij}^{'}=\frac{\max\{X_{ij},\ldots,X_{nj}\}-X_{ij}}{\max\{X_{ij},\ldots,X_{nj}\}-\min\{X_{ij},\ldots,X_{nj}\}}$$

其中X_{ij}是第 i 个城市的第 j 个指标的原始值，$X_{ij}^{'}$是经过标准化处理的数值(i=1,2…,n;j=1,2,…,m)。注意，将经过标准化处理的数据($X_{ij}^{'}$)仍记为

2.4.2 确定评价指标权重

客观赋权法根据数据的变化程度来确权，客观性较强，结果更加准确。其中熵值法在许多领域被用来确定指标权重，操作简单易行，因此采用熵值法开展四川省土地集约利用综合评价。

(1)计算第 i 个城市的第 j 项指标的比重：$p_{ij}=\frac{X_{ij}}{\sum_{i=1}^{n}X_{ij}}$(i=1,2…,n;j=1,2,…,m)注：该步骤计算后p_{ij}可能出现值为 0 的情况，为避免引起下式 ln0 无意义，则将用 0.00001 代替。

(2)计算第 j 项指标的熵值：$e_j=-k\sum_{i=1}^{n}p_{ij}\ln p_{ij}$(i=1,2…,n;j=1,2,…,m)其中$k=\frac{1}{\ln n}>0$,其中 n 是城市数，满足

(3)计算信息熵冗余度：$d_j=1-e_j$

(4)计算各项指标的权值：$w_j=\frac{d_j}{\sum_{j=1}^{m}d_j}$

(5)结果如表 2 所示：

2.4.3 评价模型

采用多因素综合评价模型，公式如下：$S_i=\sum_{j=1}^{m}w_ip_{ij}$,其中 S 表示各城市土地集约利用程度分值，$S\in[0,1]$；当$S_i\to0$时，城市土地集约利用水平最低；当$S_i\to1$时，城市土地集约利用水平最高。

3 四川省城市土地集约利用评价结果分析

3.1 土地集约利用变化

将各城市的各指标分值加总作为四川省的该指标得分值，最后用 excel 生成折线图(见图 1)。

图 1 四川省 2013-2017 年城市土地集约利用折线图

3.2 土地集约利用空间差异特征

将五年的研究时期内 18 个地级市的土地集约利用综合值求取平均值，以代表该城市的态度集约利用水平，并进行了从高到低的排序，根据排序结果，由 EXCEL 做出四川省城市土地集约利用水平柱状图，如图 2 所示。

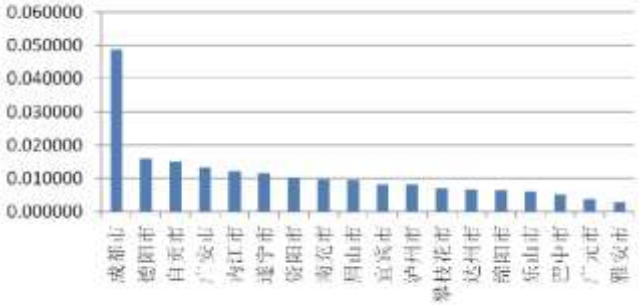

图 2 土地集约柱状图

表 2 评价指标权重值

目标层	准则层	准则层权重	指标层	指标层权重
土地集约利用程度	土地投入强度	0.2471	地均固定资产投资	0.1261
			供水普及率	0.0268

			地均就业人员数	0.0942
	土地利用程度	0.0780	公路网密度	0.0454
			土地利用率	0.0084
			人均建设用地面积	0.0242
	土地利用效益	0.5592	地均 GDP	0.1656
			地均社会消费品零售总额	0.1715
			地均就业人员工资总额	0.1757
			城镇居民人均可支配收入	0.0464
	土地利用生态环境质量	0.1157	人均公园绿地面积	0.0663
			建成区绿化覆盖率	0.0243
			污水处理率	0.0162
			生活垃圾处理率	0.0089

从图 2 看出，成都市土地集约程度最高，雅安市土地集约程度最低。根据分值结果，计算得到平均水平分值为 0.011111，其中高于均值的城市只有 6 个，其余城市位于均值以下。该结果表明，成都市分值最高，多数城市分值居中，少数城市分值极低，四川省不同城市的土地集约状况差异显著，集约水平整体有待提高，具有较大的提升空间。

通过软件 SPSS24 对四川省 18 个地级市的综合得分值进行分层聚类分析，采用欧氏距离法，根据聚类分析结果，将四川省城市土地集约利用水平分为五类(见表 3)。由于没有形成统一的分值标准，则不能表明各个地级市绝对集约程度，但可以判定相对集约程度。从空间位置上看，集约水平较高的城市主要分布在四川盆地二三产业较发达，城市化进程较快的地区。

表 3 四川省城市土地集约利用分类表

类别	I	II	III	IV	V
城市	成都	自贡、德阳	遂宁、内江、广安	南充、资阳、眉山、宜宾、绵阳、乐山、达州、攀枝花	广元、雅安、巴中

4 结论

(1)四川省城市土地集约总体水平逐年上升，其中土地利用效益水平提升幅度最大，土地投入总体提升较大，生态环境略有提升，而土地利用程度变化不明显。

(2)根据熵值法确权结果可知，土地利用效益影响最大，土地利用程度影响最小，说明各城市主要通过对土地产出的经济效益来实现。

(3)得到五类不同层次的土地集约水平，集约化程度较高的城市主要分布在第二产业和第三产业发展较好，城市化较高的地区。在研究期间，四川省各城市之间的土地集约程度差异呈缩小趋势。

参考文献：

[1]陶志红.城市土地集约利用几个基本问题的探讨[J].中国土地科学，2000(05).

[2]毕宝德.土地经济学[M].北京：中国人民大学出版社，2001.

[3]林坚，陈祁晖，晋璟瑶.土地应该怎么用——城市土地集约利用的内涵与指标评价[J].中国土地，2004(11).

[4]杨树海.城市土地集约利用的内涵及其评价指标体系构建[J].经济问题探索，2007(01).

[5]薛展鸿，冯艳芬.基于 DPSIR 模型广东省城市土地集约利用评价[J].农村经济与科技，2014(05).

[6]王月歌，高莹.河南省城市土地集约利用评价——以新乡市与焦作市为例[J].农村经济与科技，2015(01).

[7]张驰，王振伟，陈双.基于 PSR 框架下的武汉市土地集约利用研究[J].农村经济与科技，2016(13).

[8]黄鹏，郭闽，兰思仁.福建省土地生态安全 AHP 法和熵值法动态评价比较[J].沈阳农业大学学报(社会科学版),2015(03).