

建设用地集约利用评价指标的权重确定方法研究

任俊涛,程琳琳,王林伟,王鹏飞,马 逵 (中国矿业大学(北京),北京 100083)

摘要 基于建设用地集约利用评价指标,应用文献统计法和综合分析法,阐述了中国建设用地及建设用地集约利用评价指标权重赋值方法的现状,着重研究了各种权重确定方法在建设用地集约评价中的实践应用,并对其进行总结和讨论,探讨了建设用地集约利用评价指标权重确定方法的发展趋势。
关键词 建设用地;集约利用;评价指标;权重
中图分类号 S28;F301.2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)13-04087-02

Study on the Weight Assigning Methods of Built-up Land Intensive Use Evaluation Index
REN Jun-tao et al (China University of Mining and Technology(Beijing), Beijing 100083)
Abstract On the basis of built-up land intensive use evaluation index, both literature statistics and comprehensive analysis method are used. It is not only to expatiate on the present situation of weight assigning methods of China's built-up land and built-up land intensive use evaluation index, but also to explore the practical application of various weight assigning methods in built-up land intensive use evaluation, as well as to summarize and discuss all the methods. Finally, the developmental trends of weight assigning methods of built-up land intensive use evaluation index are expected.
Key words Built-up land; Intensive use; Evaluation index; Weight

城市用地“摊大饼式”扩展,建设用地无节制增长,使得耕地减少,加之土地退化和土地荒漠化日益严重,建设用地集约利用受到越来越多学者和政府等的高度重视和广泛关注。21 世纪以前,研究者多从定性角度对建设用地集约利用进行界定^[1-3]。21 世纪初,越来越多的学者关注建设用地的集约利用情况,开始有学者研究建设用地指标体系的构建^[4],而权重确定作为指标体系构建过程中至关重要的步骤,至今鲜有学者专门研究建设用地集约利用评价指标权重确定的方法。权重确定方法是建设用地集约利用评价指标构建的前提和重要环节,合理选择权重方法对评价结果具有重要意义。笔者根据 21 世纪以来学者们研究建设用地集约利用指标体系情况,采用文献统计法和综合分析法对权重方法的步骤和应用进行系统性地概括和研究,并探讨了未来建设用地集约利用评价指标权重确定方法的发展趋势。

1 建设用地集约利用评价指标权重确定方法

建设用地集约利用评价指标权重即各项指标对建设用地集约利用水平的贡献值。在研究建设用地集约利用评价指标时,学者们采用的权重确定方法有特尔菲法(Delphi)、层次分析法(AHP)、熵值法、灰色关联度法、主成分分析法、因素成对比较法等。其中特尔菲法与层次分析法学者应用广泛,相关文献较多,笔者主要介绍后几种方法。

2.1 熵值法

2.1.1 步骤。熵值法可以深刻地反映出指标信息熵值的效用价值,具有较高的可信度,是客观赋权法,能够有效地避免主观因素带来的偏差。具体步骤^[5]如下:

(1)评价指标综合标准化。公式为:
$$P_{ij} = X_{ij} / \sum_{i=1}^n X_{ij}$$

式中, P_{ij} 为标准化; X_{ij} 为评价指标实际值, $i=1,2,\cdots,n$ 。

(2)计算参评指标熵值。公式为:
$$H(x_j) = -k \sum_{i=1}^n P_{ij} \ln P_{ij}$$

式中, $H(x_j)$ 为第 j 项指标的熵值; k 为调节系数, $k=1/\ln n$ 。
(3)计算指标差异系数。公式为:
$$h_j = 1 - H(x_j)$$

(4)计算参评指标权重。公式为:
$$W_j = h_j / \sum_{i=1}^n h_j$$

2.1.2 应用。熵值法为客观赋值法,使得评价结果更准确、可信,相比 Delphi、AHP 应用较少。邹小红^[6]、石培基等^[7]各以一定区域为研究对象,利用熵值法确定建设用地指标体系的权重值,得出可靠数据。徐文丽等以广西北部经济区为例研究其建设用地的集约利用水平,采用熵值法建立评价模型,利用信息熵计算各项指标的权重^[8]。牛毓军等研究农用地集约利用时,采用主成分分析法选取评价指标体系,同时结合熵值法确定权重值,在一定程度上降低了人为因素对权重值的影响^[9]。石亿邵等以广州大学城为例,构建大学城评价指标体系,并采用熵值法确定各指标体系的权重,进一步计算评价综合得分,进行综合评价^[10]。此外,熵值法确定权重值还应用到小城镇居民点的研究上^[11]。

2.2 灰色关联度法

2.2.1 步骤^[12]。用灰色关联度法确定评价指标权重的步骤如下:

(1)确定反映系统行为特征的参考数列和影响系统行为的比较数列。
(2)对参考数列和比较数列进行无量纲化处理。
(3)求参考数列与比较数列的灰色关联系数 $\xi(X_i)$ 。计算公式为:
$$\xi_i(k) = \frac{\min_i \min_k |X_0(k) - X_i(k)| + \xi \max_i \max_k |X_0(k) - X_i(k)|}{|X_0(k) - X_i(k)| + \xi \max_i \max_k |X_0(k) - X_i(k)|}$$

式中, X_i 为因子分值, $\xi_i(k)$ 为 X_i 对 X_0 在 k 时刻的关联系数; ξ 成为分辨系数,一般取 0.5; $X_0(k)$ 为参考数列。

(4)求关联度。计算公式为:

$$r_i = \sum_{k=1}^n \xi_i(k)/n$$

(5)根据关联度 r_i 计算各影响因素的权重。计算公式为:

$$W_i = r_i / \sum r_i$$

2.2.2 应用。灰色关联度法在研究中应用较少,在建设用地上集约利用评价指标权重确定方法中更少见。何旭开等从中观层面上分析不同类型建设用地的集约利用评价指标体系时,采用灰色关联度法确定各指标权重^[13]。朱永明等认为在评价过程中,指标权重的确定尤其重要,这关系到评价结果是否客观准确,因灰色关联度赋权具有客观和易于操作的特点,故在以石家庄市农村建设用地为研究对象时,采用灰色关联度计算各指标权重值^[14]。

2.3 主成分分析法

2.3.1 原理。借助一个正交变换,将其分量相关的原随机向量 $X = (x_1, x_2, \dots, x_p)^T$ 转化成其分量不相关的新随机变量 $U = (u_1, u_2, \dots, u_p)^T$,使之指向样本点散布最开的 p 个正交方向,然后对对位变量系统进行降维处理,使之能以一个较高的精度转换成低维变量系统^[15]。

2.3.2 应用。主成分分析法多用于城市土地集约利用整体情况评价,但是在指标体系构建过程中对指标进行赋权时应用不多。曹银贵等研究全国建设用地集约度时,采用主成分分析法,确定全国各省、市、自治区建设用地的集约度值,并利用此方法确定各指标的权重系数^[16]。丁晓惠等以乐山市井研县为例,利用主成分分析法分析了井研县建设用地的现状,构建指标体系时,以每个主成分所对应的特征值占所提取主成分总的特征值之和的比例作为权重,最后计算集约利用评价的综合得分^[17]。许素等以湖北省荆州市为例,利用主成分分析法,研究建设用地的区域综合评价情况^[18]。

2.4 其他方法 在建设用地节约集约利用评价指标体系构建过程中,确定权重的方法还有因素成对比较法、G1 法、模糊识别法等,但是实践应用都极为少见。

冯长春等以北京市东城区为研究对象,采用因素成对比较法确定权重,通过各因素间成对比较,对比结果赋值、排序^[19]。刘宗强等以承德市建设用地为研究对象,认为 G1 法无需一致性检验,能够快速确定权重系数,故采用 G1 法确定指标权重^[20]。虎陈霞等研究村镇土地资源集约利用评价时,根据模糊识别法确定各指标的权重值,并计算各村镇集约程度的级别特征值^[21]。

此外,有些学者为使权重确定更准确、可靠,采用 2 种及以上方法确定权重,比较常见的是层次分析法和特尔斐法的结合应用,如江文亚等^[22]、王瑗玲等^[23]、汤鹏程等^[24] 研究村镇用地时,采用特尔斐法和层次分析法相结合的方法确定各指标权重值。黄东海等基于低碳理念研究建设用地集约利用评价时,采用层次分析法和熵值法通过综合测算,求取所研究区域的权重值^[25]。张清军等以石家庄市农村建设用地为研究对象,采用层次分析法和因素成对比较法,定性与定量相结合确定权重值^[26]。曹银贵等以济南市为例,从宏观

层面上研究建设用地集约利用评价,采用特尔斐法进行定性分析,并结合因素成对比较法和层次分析法进行定量分析,确定各指标体系的权重^[27]。

3 结论与讨论

3.1 结论

(1)特尔斐法和层次分析法在权重方法中应用最广泛,二者都是以定性为主的权重确定方法,操作简单,且结果准确。特尔斐法直接简单,能对大量非技术性的、无法定量分析的因素作出概率估算。但有时存在一定的困难,尤其是目标较多时很难做到客观合理,而且也不易保证判断思维过程的一致性。层次分析法是一种多层次权重分析决策方法,可以对宏观层次和中观层次的城市建设用地集约利用水平进行分析,应用面也比较广,具有较高的逻辑性、简洁性和实用性,较特尔斐法更准确,但层次分析法仍以定性为主,定量数据较少,且当指标过多时,数据统计量大,权重就难以确定。

(2)熵值法、灰色关联度法、主成分分析法次之。熵值法能最大程度地利用评价方案的属性值来计算各指标的权重,是一种较为客观的赋权方法,在建设用地上应用相对广泛。目前灰色关联度法多应用于区域建设用地评价、经济区建设用地评价、对大学城的评价以及农村居民点建设用地的评价等,即从宏观和中观层面、城市和农村对建设用地进行比较合理的评价。主成分分析法引入统计学相关理论,很好地解决了指标之间的关联性问题,获取指标权重比较客观。

(3)其他方法最少。除上述几种方法外,其他权重赋权方法在建设用地集约利用评价指标赋权时较为少见,也是相对比较新的方法,需要在更多的应用实践中实现其价值。

3.2 讨论 权重赋权方法一般分为主观赋权法和客观赋权法。主观赋权法主要是学者根据经验主观判断得来的,操作直观、简单。客观赋权法不以主观判断为主,主要是利用数学统计方法处理原始数据来确定权重,因此客观性比较强。在各个研究领域中,特尔斐法和层次分析法都是比较常见的权重确定方法,因其以定性为主,是主观赋权法,比较直观,且操作简单易懂,比较受学者的青睐。但是对于其他方法,学者们争议比较大,是否归类为主观赋值法有待探讨。安文占在其硕士论文中表明灰色关联度法、主成分分析法、模糊综合评判法为主观赋权法,唯熵值法为客观赋权法^[28]。温华特认为 G1 法等为主观赋值法,主成分分析法、熵值法等为客观赋权法^[29]。马艳霞认为熵权法、灰色关联度法等为客观赋权法^[12]。总之,各学者对于主客观赋权法分类争论比较大,需要继续研究。

4 研究展望

各种权重确定方法在各学科领域都有应用,关键是根据学科特点及研究对象的特点来选择权重方法。通过综合分析,未来建设用地集约利用评价指标权重确定方法的发展趋势主要集中在以下两方面:

(1)建设用地集约利用评价指标权重确定方法是以定性

(下转第 4091 页)

对于实现土地利用优化配置的自动化过程是一种障碍。另外,土地利用结构优化的方法很多,但各有优缺点,在 GIS 的基础上综合运用多种优化方法,实现土地利用的数量和空间优化、动态模拟、效益优化以及土地资源的可持续利用,将成为未来土地利用结构优化研究的重点。

参考文献

[1] CHRISMAN N R. Exploring Geographic Information Systems [M]. New York:Jon Wiley&Sons,Inc,1997.

[2] 杨志恒. GIS 空间分析研究进展综述[J]. 安徽农业科学,2012,40(3): 1918-1919.

[3] 李超,张凤荣,宋乃平,等. 土地利用结构优化的若干问题研究[J]. 地理与地理信息科学,2003,19(2):20-25.

[4] 刘彦随. 土地利用优化配置中系列模型的应用[J]. 地理科学进展,1999,18(1):26-31.

[5] 谭淑豪. 经济发达地区土地可持续利用结构优化研究[J]. 南京农业大学学报,2001,24(3):101-105.

[6] BENNETT D A. A framework for the integration of geographical information system and model base management[J]. International Journal of Geographical Information Science,1997,11(4):337-357.

[7] 张佳会,黄全富,王力. 最优线性规划法在土地利用总体规划中的应用[J]. 重庆师范学院学报:自然科学版,2001,18(1):36-39.

[8] CHUVIECO E. Integration of linear programming and GIS for land use modeling [J]. International Journal of Geographical Information System,1993(7):3-19.

[9] 周素红,吴智刚,周锐波. GIS 与线性规划模型辅助“城中村”改造分析——以广州市文冲村改造方案为例[J]. 规划师,2009(3):75-79.

[10] 申宝. 基于多目标动态规划模型的土地利用结构优化研究[D]. 重庆:西南大学,2013.

[11] WANG X H,YU S,HUANG G H. Land allocation based on integrated GIS

optimization modeling at a watershed level [J]. Landscape and Urban Planning,2004,66:61-74.

[12] 王红瑞,张文新,胡秀丽,等. 土地利用区间数多目标规划模型及应用[J]. 农业工程学报,2008(8):68-73.

[13] 雷德明,严新平. 多目标智能优化算法及其应用[M]. 北京:科学出版社,2009.

[14] CANDAU J,RASMUSSEN S,CLARKE K C. A Coupled Cellular Automaton Model for Land Use/Land Cover Dynamics [C]//4th International Conference on Integrating GIS and Environmental Modeling(GIS/EM4): Problems Prospects and Research Needs. Banff Alberta,Canada,2000.

[15] CLARKE K C,GAZULIS N,DIETZEL C K,et al. A Decade of SLEUTH:Lessons Learned From Applications of a Cellular Automaton Land Use Change Model [M]//FISHER P F. Classics from IJGIS: Twenty Years of the International Journal of Geographical Information Science and Systems. Boca Raton,FL:CRC Press,2006.

[16] 周成虎,孙战利,谢一春. 地理元胞自动机研究[M]. 北京:科学出版社,1999.

[17] 张显峰,崔伟宏. 集成 GIS 和元胞自动机模型进行地理时空过程模拟与预测的新方法[J]. 测绘学报,2001(2):148-155.

[18] 云庆夏. 进化算法[M]. 北京:冶金工业出版社,2000.

[19] 袁满,刘耀林. 基于多智能体遗传算法的土地利用优化配置[J]. 农业工程学报,2014,30(1):191-198.

[20] 黄海. 土地利用结构多目标遗传算法[J]. 山地学报,2011,29(6):695-700.

[21] 黄杏,元高文,徐寿成. 地理信息系统支持的城市土地定级方法研究[J]. 环境遥感,1993,4(8):241-249.

[22] 王春玲. 基于 GIS 的防护林空间配置调整辅助决策系统框架设计[J]. 安徽农业科学,2008,36(16):7039-7041.

[23] 袁成军,何腾兵,李屹旭,等. 基于 GIS 的土地利用总体规划实施评价决策支持系统——以贵州省黔西县为例[J]. 贵州农业科学,2008,36(2):108-111.

(上接第 4088 页)

方法对集约利用评价的结果举足轻重,需要更加准确地选取更合理的权重确定方法。

(2)权重确定方法的应用将逐步由单一向多元融合方向发展。多种方法融合在一起综合应用,才能形成优势互补,使权重确定方法应用更成熟,使建设用地集约利用评价结果更准确。

参考文献

[1] 发挥市场调节功能 促进建设集约用地[J]. 中国土地,1999(6):19-22.

[2] 李元. 小城镇建设要走集约用地的道路[J]. 小城镇建设,2000(10):15-16.

[3] 王也. 国土资源部副部长李元提出:解决建设用地和耕地保护矛盾的根本出路是集约用地整理土地[J]. 城市规划通讯,1998(23):7.

[4] 建立评价体系及考核制度 强化建设用地集约利用[J]. 浙江国土资源,2004(9):15-19.

[5] 石忆邵,谢萌秋. 基于熵值法的大学城土地利用综合评价——以广州大学城为例[J]. 现代城市研究,2013(1):98-102.

[6] 邹小红. 黔江区建设用地集约利用评价研究[J]. 西南师范大学学报:自然科学版,2009(2):103-108.

[7] 石培基,邵广路. 基于熵值法的建设用地集约利用评价——以甘肃省为例[J]. 干旱区研究,2009(4):502-507.

[8] 徐文丽,毛蒋兴. 广西北部湾经济区建设用地集约利用水平研究[J]. 广西社会科学,2011(1):27-31.

[9] 牛毓君,师学义,王立芹,等. 基于模糊综合评价模型的农用地集约利用研究[J]. 国土与自然资源研究,2013(2):17-20.

[10] 石忆邵,谢萌秋. 基于熵值法的大学城土地利用综合评价——以广州大学城为例[J]. 现代城市研究,2013(1):98-102.

[11] 邵晓梅,王静,许月卿,等. 小城镇农村居民点土地集约利用评价——以浙江省慈溪市周巷镇为例[J]. 中国农业大学学报,2007(3):100-104.

[12] 马艳霞,刘学录,黄建洲. 土地评价方法对指标权重的影响——以兰州市永登县和皋兰县为例[J]. 湖南农业科学,2010(8):32-34,39.

[13] 何旭开,董捷. 不同类型建设用地集约利用评价指标体系研究[C]//中国土地学会. 2007 年中国土地学会年会论文集. 中国土地学会,2007:6.

[14] 朱永明,赵丽,傅海利,等. 石家庄市农村建设用地集约利用水平研究——基于灰色关联确权的综合评价[J]. 水土保持研究,2012(3):237-241.

[15] 韩小孩,张耀辉,孙福军,王少华. 基于主成分分析的指标权重确定方法[J]. 四川兵工学报,2012(10):124-126.

[16] 曹银贵,袁春,周伟,等. 基于主成分分析的全国建设用地集约度评价[J]. 生态环境,2008(4):1657-1661.

[17] 丁晓惠,黄云,蒋兰杰. 建设用地集约节约利用的主成分分析——以乐山市井研县为例[J]. 安徽农业科学,2007(4):1081-1082.

[18] 许素,周勇,郎文聚. 建设用地集约利用的区域综合评价及空间差异分析——以湖北省荆州市为例[J]. 安徽农业科学,2007(22):6907-6909.

[19] 冯长春,程龙. 老城区存量土地集约利用潜力评价——以北京市东城区为例[J]. 城市发展研究,2010(7):86-92.

[20] 刘宗强,付梅臣,张翼,温红艳,宋保华. 承德市建设用地集约利用评价研究[J]. 资源与产业,2011(1):55-60.

[21] 虎陈霞,郭旭东,连纲. 村镇土地资源集约利用评价与影响因素分析——以四川省葛仙山镇为例[J]. 生态环境学报,2010(12):2881-2886.

[22] 江文亚,郑新奇,杨莉玲. 村镇建设用地集约利用评价研究[J]. 水土保持研究,2010(3):166-170.

[23] 王瑗玲,姜曙千,孙娟,等. 镇驻地土地集约利用评价研究——以胶州市胶北镇为例[J]. 山东农业大学学报:自然科学版,2013(2):261-265.

[24] 汤鹏程,廖和平,韦红吉,等. 重庆市忠县农村建设用地集约利用评价研究[J]. 西南师范大学学报:自然科学版,2013(5):115-119.

[25] 黄东海,张李军,赵荣军. 基于低碳理念的建设用地集约利用评价[J]. 安徽农业科学,2013(7):3145-3146.

[26] 张清军,刘巧芹. 石家庄市农村居民点用地集约利用评价[J]. 广东农业科学,2012(5):229-232.

[27] 曹银贵,郑新奇,胡业翠. 区域建设用地集约利用评价研究——以济南市为例[J]. 经济地理,2010(6):1016-1020.

[28] 安文占. 土地利用总体规划实施评价研究[D]. 杭州:浙江大学,2013.

[29] 温华特. 城市建设用地适宜性评价研究[D]. 杭州:浙江大学,2006.