

基于 DEA 模型的云南省城市建设用地利用效率评价

李其超¹, 解智强²

(1. 昆明理工大学国土资源工程学院, 昆明 650093;

2. 云南大学地球科学学院, 昆明 650091)

摘要: 提高城市建设用地利用效率是新时代城市建设用地需求的必然抉择。运用 DEA 模型对云南省 16 个市州城市建设用地效率进行测算, 研究表明: 2008~2019 年云南省城市建设用地利用效率的平均值由 0.754 到 0.876, 总体利用效率保持增长趋势。采用超效率 DEA 模型, 从时间序列上看, 2008~2019 年云南省各市州城市建设用地利用效率各年份均值在 0.611~0.831 之间; 从空间序列看, 12 a 间各市州的均值范围为 0.467~1.461, 玉溪市最高, 怒江州最低。使用 Malmquist 指数分析, 2008~2019 年云南省各市州城市建设用地利用效率均值为 0.994, 年均减少 0.6%, 技术进步方面衰落是致使全要素生产率下跌的主要因素。

关键词: DEA 模型; 城市建设用地利用效率评价; Malmquist 指数; 云南省

中图分类号: P962 **文献标识码:** A

EVALUATION OF URBAN CONSTRUCTION LAND UTILIZATION EFFICIENCY IN YUNNAN PROVINCE BASED ON DEA MODEL

LI Qi-chao¹, XIE Zhi-qiang²

(1. School of Land and Resources Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China;

2. School of Earth Sciences, Yunnan University, Kunming 650091, China)

Abstract: Improving the utilization efficiency of urban construction land is an inevitable choice for urban construction land demand in the new era. The DEA model is used to measure the efficiency of construction land in 16 cities and prefectures in Yunnan Province. The research shows that the average utilization efficiency of urban construction land in Yunnan Province from 2008 to 2019 is from 0.754 to 0.876, and the overall utilization efficiency maintains an increasing trend. Using the super-efficiency DEA model, from the perspective of time series, the urban construction land use efficiency of cities and prefectures in Yunnan province ranged from 0.611 to 0.831 in each year from 2008 to 2019. From the perspective of space series, the mean value of cities and prefectures in 12 years ranged from 0.467 to 1.461, with Yuxi city being the highest and Nujiang State the lowest. Using the Malmquist index analysis, from 2008 to 2019, the average utilization efficiency of construction land in cities, prefectures and cities in Yunnan Province was 0.994, with an average annual decrease of 0.6%. The decline in technological progress was the main factor causing the decline in total factor productivity.

Key words: DEA model; evaluation of urban construction land use efficiency; Malmquist index; Yunnan province

城市建设用地是城市社会经济发展的物质基础^[1]。伴随时间的推移,经济的迅速发展和城镇化的加快,云南省建设用地面积持续的扩张。2019年云南省建成区面积达1 934.72 km²,为2008年的1.61倍,年均增长率为5.1%。城镇化建设过程中,建设用地的需求日益剧增,导致了土地供需矛盾、土地无序扩张、土地低效利用等问题,而解决问题的关键是提高建设用地效率。提高建设用地利用效率,不仅可以满足经济增长对建设用地的需求,还对于实现耕地保护和土地资源的可持续利用大有益处^[2]。因此,如何提高建设用地利用效率成为云南省急需面对的问题。

从时间上看,中国国内比国外对城市土地利用效率全面研究较为晚,国外主要研究在城市土地利用的优化配置^[3]、集约利用^[4]、土地利用效率评价方法^[5]等方面。国内研究内容主要包括土地利用效率基本理论^[6]、模型构建与应用^[7-8]、提高城市土地利用效率的路径^[9]等。研究方法主要是采用主成分分析法^[10]、数据包络法(DEA模型^[2]、SBM模型^[11]、超效率DEA模型^[12]等),挑选大到全国^[13]、小到县城^[14],通过构建相关评价指标体系来对城市土地利用效率值的测算等。由于DEA模型具有适用于多项投入与多项产出的效率评估,人为主观因素影响不到测算的结果等优点,因此这种方法广泛地应用在城市土地效率评估中。

目前,因为传统的DEA模型存在一些缺陷,而超效率DEA模型刚好能弥补这些不足,在研究区域方面,西部较少。因此,本研究在已有的研究基础上,以云南省16个市州为研究对象,使用超效率DEA模型来测算和分析云南省各市州城市建设用地的利用效率,并提出相关建议。

1 材料与方法

1.1 研究区域

云南省位于中国西南边陲,介于北纬34°22.9′~38°24.01′、东经114°47.5′~122°42.3′之间,东部与贵州、广西为邻,北部与四川相连,西北部紧依西藏,同时与缅甸、老挝和越南毗邻^[15]。根据2008~2019年《云南省统计年鉴》发现,云南省建成区面积由1 200.39 km²增长到1 934.72 km²,12 a间增加了734.33 km²,城市化的进程在不断加快^[16]。目前,云南的城市发展正处于快速增长时期,对土地的需求量会进一步扩大,提高建设用地的利用效率十分迫切,只有得到提高,才能更好促进区域经济的健康发展。

1.2 研究方法

数据包络分析(DEA),它是由Charnes和Cooper等人1978年开始创建的,该模型适用于多个投入和多个产出同类决策单元(DMU)的有效评价^[17]。DEA模型包含CCR、BCC和SBM模型等,通过对已有的文献阅读发现,BCC模型更适合城市建设用地利用效率的研究,本文选取BCC模型计算了云南省16个市州的城市建设用地利用效率。以投入为导向的BCC模型如下:

$$\left\{ \begin{array}{l} \min \theta \\ \sum \lambda_i = 1 \\ \lambda_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, n \\ \sum \lambda_i y_i \geq y_0 \\ s. t. \sum \lambda_i x_i \leq x_0 \end{array} \right. \quad (1)$$

式中, $\min \theta$ 为目标函数; $s. t.$ 为限制条件; λ_i 为权重变量; x_0 代表投入数值; y_0 代表产出数值; θ 代表DMU的技术效率值。

当存在多个DMU相对效率等于1呈现有效状态时,传统的BCC模型不能进一步排序和分析,所以,Andersen等人于1993年才提出超效率DEA模型来解决该问题^[18]。以投入为导向的超效率DEA模型如下:

$$\left\{ \begin{array}{l} \min \theta \\ \sum_{i=1, j \neq 1}^n \lambda_j X_j + S^- = \theta X_0 \\ s. t. \sum_{i=1, j \neq 1}^n \lambda_j Y_j - S^+ = Y_0 \\ \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, k-1, k, \dots, n \\ S^- \geq 0, S^+ \geq 0 \end{array} \right. \quad (2)$$

式中, θ 为DMU的效率值; X 和 Y 表示输入变量和输出变量; λ_j 为第 j 个DMU的权重值; S^- 为松弛变量; S^+ 为剩余变量; 当 $\theta > 1$ 时,说明DMU达到最优效率。

Sten Malmquist在1953年提出的Malmquist指数,后来Fare等人^[19]于1994年发展了与DEA模型相融合,用来测算生产效率变化,目前广泛使用的Malmquist指数模型为:

$$\left\{ \begin{array}{l} TFP = EC \times TC = PE \times SE \times TC \\ EC = \frac{D^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D^t(x_t, y_t)} \\ TC = \left(\frac{D^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{D^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})} \times \frac{D^t(x_t, y_t)}{D^{t+1}(x_t, y_t)} \right)^{\frac{1}{2}} \end{array} \right. \quad (3)$$

式中, x , y 分别表示投入、产出变量; t 和 $t+1$ 表示时刻; TFP 表示全要素生产率,可以分解为技术效

率(EC)和技术进步(TC); EC 表示技术效率变动,当 $EC>1$ 时,表示在时间 t 和 $t+1$ 时期内技术效率提高,当 $EC<1$ 时,反之降低, EC 还可以分解为纯技术效率(PE)和规模效率(SE)两部分,其中 PE 表示纯技术效率变化; SE 表示城市规模集聚水平的变化; TC 表示生产技术变化,当 $TC>1$,表示整体产业技术在进步,反之在衰退。

1.3 指标选取及数据来源

1.3.1 指标选取

根据DEA的要求,投入指标和产出指标之间不存在高度相关性,城市建设用地利用效率变量的投入指标主要包括土地、资本、劳动力等因素,由经济效益、生态环境、社会产出等方面组成产出指标。基于现有的研究,根据指标选择的要求,按照数据的可获得性,挑选投入和产出指标。本文选择的投入指标主要有建成区面积(km^2)、固定资产投资(亿元)、单位从业人员(万人)、一般公共预算支出(亿元);产出指标主要有第二三产业产值(亿元)、地区生产总值(亿元)、绿化覆盖面积(km^2)、一般公共预算收入(亿元)。

1.3.2 数据来源

本研究所采取的数据为2008~2019年云南省各个市州的相关数据,数据来源于《云南省统计年鉴》。

2 结果与分析

2.1 基于DEA模型的BCC模型下的城市建设用地利用效率分析

采用DEAP(2.1)软件,得到2008年和2019年

云南省16个州市建设用地土地利用效率。由表1可知,①从TPF角度来看,在2008年云南省的昆明、玉溪、红河、德宏等4个市州的DEA值等于1,即DEA有效,剩余的12个市州DEA均未达到有效,其中,丽江市的建设用地利用效率最低,仅为0.520;2019年,DEA有效的6个市州有昆明、玉溪、楚雄、西双版纳、德宏、迪庆,剩余的10个市州为DEA无效,其中怒江为0.654,是2019年建设用地利用效率最低值。通过对2008年和2019年综合技术效率对比,2008年建设用地利用效率达到DEA有效的市州主要分布在滇中和滇西地区,在2019年主要分布在滇中地区,部分市州分布在滇南、滇西南和滇西北,分别是西双版纳、德宏和迪庆3个州。②从PE角度来看,在2008年,DEA有效的有昆明、曲靖、玉溪、红河、西双版纳、德宏、怒江、迪庆,剩余的8个市州未有效,呈零散分布。其中曲靖、西双版纳、怒江、迪庆在综合技术效率方面为DEA无效,而DEA有效在纯技术效率方面;2019年除了保山、昭通、普洱、临沧、文山、大理等6个市州的DEA无效外其余均有效,其中丽江、楚雄和2008年相比在纯技术效率中均达到有效。③从SE角度来看,在2008年和2019年,达到DEA有效的市州和综合技术效率有效的市州相同,说明规模效率对城市建设用地利用效率的影响举足轻重。

2.2 基于超效率DEA模型的效率分析

为了更好地分析DEA有效的城市建设用地利用效率,本文采用MAXDEA软件,以投入为导向的超效率DEA模型分析了云南省城市建设用地利用效率值,结果见表2和图1。从时间序列来看,从2008

表1 基于DEA模型下BCC模型的云南省建设用地利用效率分析

地区	2008年			2019年		
	全要素生产率	纯技术效率	规模效率	全要素生产率	纯技术效率	规模效率
昆明市	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
曲靖市	0.867	1.000	0.867	0.908	1.000	0.908
玉溪市	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
保山市	0.565	0.732	0.771	0.859	0.863	0.994
昭通市	0.576	0.616	0.935	0.739	0.804	0.919
丽江市	0.520	0.715	0.728	0.817	1.000	0.817
普洱市	0.608	0.671	0.906	0.737	0.744	0.992
临沧市	0.810	0.897	0.903	0.682	0.701	0.973
楚雄州	0.654	0.695	0.942	1.000	1.000	1.000
红河州	1.000	1.000	1.000	0.930	1.000	0.930
文山州	0.531	0.603	0.881	0.800	0.821	0.975
西双版纳州	0.954	1.000	0.954	1.000	1.000	1.000
大理州	0.616	0.671	0.918	0.891	0.912	0.977
德宏州	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
怒江州	0.736	1.000	0.736	0.654	1.000	0.654
迪庆州	0.623	1.000	0.623	1.000	1.000	1.000
均值	0.754	0.850	0.885	0.876	0.928	0.946

表 2 基于超效率 DEA 模型的 2008~2019 年云南省城市建设用地利用效率

地区	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	均值	排序
昆明市	1.084	1.111	1.129	1.163	1.195	1.196	1.258	1.260	1.181	1.233	1.220	1.219	1.187	2
曲靖市	0.646	1.028	1.016	1.055	0.801	0.844	0.809	0.772	0.716	0.652	0.717	0.677	0.811	7
玉溪市	1.585	1.515	1.467	1.606	1.491	1.477	1.497	1.459	1.383	1.337	1.295	1.420	1.461	1
保山市	0.378	0.450	0.449	0.511	0.593	0.689	0.707	0.622	0.596	0.586	0.598	0.583	0.564	10
昭通市	0.363	0.404	0.402	0.426	0.455	0.489	0.521	0.497	0.501	0.532	0.563	0.451	0.467	16
丽江市	0.343	0.368	0.394	0.450	1.016	1.039	1.017	0.654	0.626	0.601	0.628	0.527	0.639	9
普洱市	0.374	0.379	0.439	0.420	0.510	0.526	0.573	0.587	0.599	0.600	0.625	0.488	0.510	12
临沧市	0.384	0.398	0.413	0.452	0.553	0.551	0.534	0.600	0.541	0.524	0.511	0.392	0.488	15
楚雄州	0.474	0.693	1.019	0.775	1.018	1.025	1.039	1.017	1.054	1.049	1.061	1.003	0.936	4
红河州	1.096	1.068	1.059	1.022	1.048	1.055	1.046	1.045	1.045	1.027	0.763	0.692	0.997	3
文山州	0.359	0.395	0.412	0.479	0.563	0.538	0.557	0.558	0.557	0.598	0.643	0.537	0.516	11
西双版纳州	0.637	0.677	1.025	0.675	0.856	1.003	0.908	1.020	0.805	0.741	1.111	1.061	0.876	6
大理州	0.396	0.543	0.540	0.531	0.603	0.680	0.664	0.664	0.676	0.698	1.002	0.712	0.642	8
德宏州	1.094	1.053	0.736	0.442	0.580	1.039	1.058	1.083	1.063	0.611	1.018	1.053	0.903	5
怒江州	0.383	0.304	0.346	1.124	0.456	0.429	0.492	0.531	0.471	0.488	0.500	0.377	0.492	14
迪庆州	0.178	0.171	0.119	0.325	0.396	0.393	0.412	0.403	0.458	1.083	1.039	1.065	0.504	13
均值	0.611	0.660	0.685	0.716	0.758	0.811	0.818	0.798	0.767	0.773	0.831	0.766	0.656	—

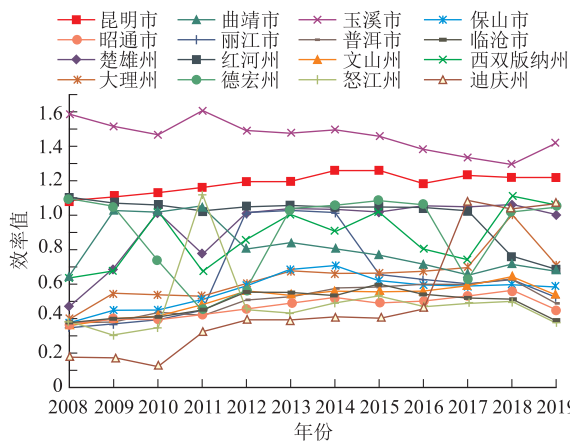


图 1 2008~2019 年云南省城市建设用地利用效率变化图

年到 2019 年,云南省城市建设用地的年平均利用效率有升有降,其中 2015 年和 2019 年分别下降一次,各年份均值在 0.611~0.831 之间,每一年的平均值都没有达到 DEA 有效,其中 2008 年最低,2018 年最高。从空间序列来看,从 2008~2019 年云南省各市州城市建设用地利用效率平均值范围为 0.467~1.461,昭通市最低,玉溪市最高;纵观各个市州,12 a 间平均值超过 1 的有昆明和玉溪市,说明这 2 个地区建设用地利用效率实现最优,其余的 14 个地区建设用地没有充分利用。

运用 ArcMap10.2 制图软件,按照自然间断点分级法将类别分成 3 类,选取 2008、2014、2019 年超效率 DEA 模型的云南省各市州城市建设用地利用效率值进行空间格局的可视化显示。如图 2~4 所示,2008 年云南省城市建设用地利用效率值大于 1 的主要分布在滇中和滇西南,分别是昆明、玉溪、红

河、德宏这 4 个市州;2014 年在 2008 年的基础上加上了楚雄、丽江两个市州;2019 年云南省城市建设用地利用效率最佳的市州有昆明、玉溪、楚雄、迪庆、德宏、西双版纳共计 6 个,和 2014 年数量上相同,其余市州建设用地利用效率维持一个较低的水准。主要是因为经济发展水平高的地区,是牵动城市建设用地利用效率提高的主要因素,而那些经济发展水平低的市州,受到地形地貌、土地资源、单位面积投入低等因素限制,制约了城市建设用地的高效利用。

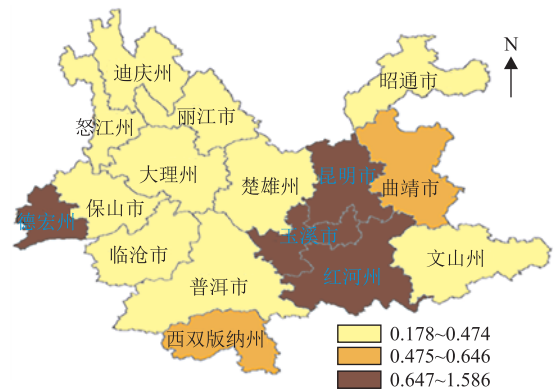


图 2 2008 年云南省城市建设用地利用效率分布

2.3 Malmquist 指数云南省建设用地利用效率总体分析

由表 3 可知,通过 Malmquist 指数对云南省 2008~2019 年城市建设用地指标进行测算,得到 12 a 间云南省全要素生产率维持在 0.872~1.144 之间,其均值为 0.994,即这段时间全要素生产率年均下降 0.6%。其中 EC、PE、SE 的均值分别大于 1,保持增长的趋势,而 TC 的均值为 0.98,说明技术退步造成城市建设用地利用效率降低。

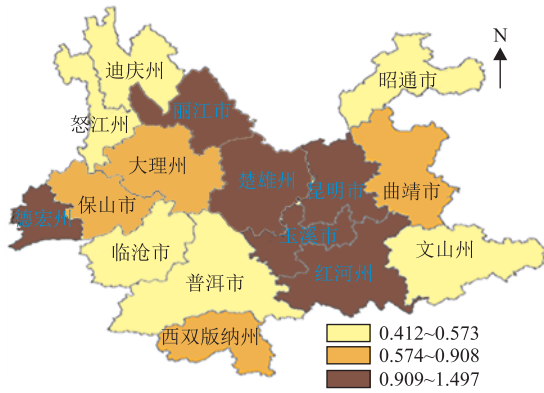


图 3 2014 年云南省城市建设用地利用效率分布

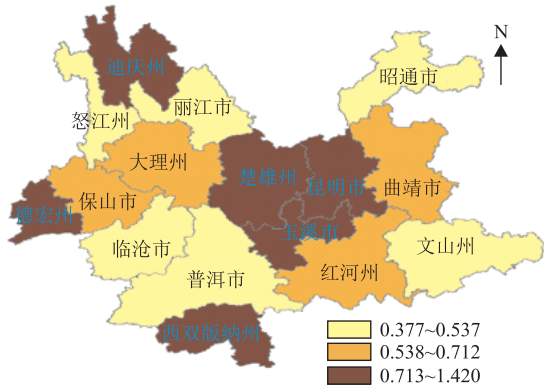


图 4 2019 年云南省城市建设用地利用效率分布

表 3 Malmquist 指数年平均变化状况

时间段	技术效率	技术进步效率	纯技术效率	规模效率	全要素生产率
2008~2009	1.038	0.907	1.058	0.98	0.941
2009~2010	1.037	0.951	1.018	1.018	0.986
2010~2011	1.007	0.865	0.932	1.08	0.872
2011~2012	1.101	0.888	1.103	0.998	0.977
2012~2013	1.011	0.976	1.003	1.008	0.986
2013~2014	1.011	0.997	0.999	1.012	1.008
2014~2015	1.014	1.003	1.003	1.011	1.017
2015~2016	1.003	0.981	1.010	0.993	0.984
2016~2017	0.981	1.02	0.996	0.985	1.001
2017~2018	1.014	1.001	0.993	1.021	1.015
2018~2019	0.961	1.191	0.993	0.968	1.144
均值	1.016	0.980	1.010	1.007	0.994

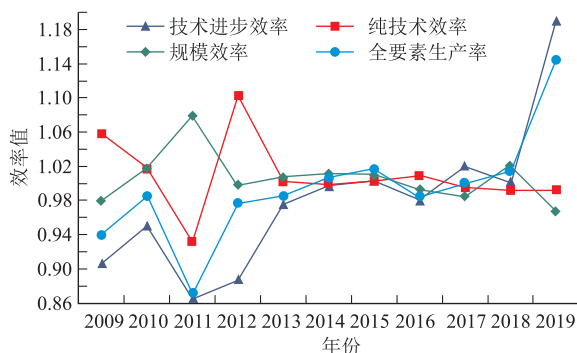


图 5 2008~2019 年云南省平均 Malmquist 生产指数及其分解指数

由图 5 可知,云南省城市建设用地全要素生产率呈波状变化趋势,分别在 2011 年和 2019 年达到低谷和顶峰,其中 2011 年最小值为 0.872,在 2019 年达到最大值 1.144,且变化趋势和技术进步效率一致,主要源于技术进步的推动,由小变大并维持 1 左右,表明城市建设用地利用效率维持一个持续有效的状态。在纯技术效率方面和规模效率方面也是维持在效率值 1 左右,增幅和降幅都不大。综上所述,云南省各市州在今后的发展中应重视城市土地利用技术,确保技术进步的同时,逐渐提高纯技术效率和规模效率。

表 4 2008~2019 年云南省建设用地平均土地利用效率的变动

地区	技术效率	技术进步效率	纯技术效率	规模效率	全要素生产率
昆明市	1.000	0.970	1.000	1.000	0.970
曲靖市	1.004	0.997	1.000	1.004	1.001
玉溪市	1.000	0.969	1.000	1.000	0.969
保山市	1.039	0.927	1.015	1.023	0.963
昭通市	1.023	1.000	1.025	0.998	1.023
丽江市	1.042	1.037	1.031	1.011	1.081
普洱市	1.018	0.967	1.009	1.008	0.984
临沧市	0.985	1.031	0.978	1.007	1.015
楚雄州	1.039	0.998	1.034	1.005	1.037
红河州	0.993	0.979	1.000	0.993	0.973
文山州	1.038	1.009	1.028	1.009	1.047
西双版纳州	1.004	0.950	1.000	1.004	0.954
大理州	1.034	0.929	1.028	1.006	0.961
德宏州	1.000	0.872	1.000	1.000	0.872
怒江州	0.989	0.937	1.000	0.989	0.927
迪庆州	1.044	1.072	1.000	1.044	1.119
均值	1.016	0.978	1.009	1.006	0.994

从表 4 可以看出,云南省 16 个市州的建设用地全要素生产率差异较大:曲靖、昭通、丽江、临沧、楚雄、文山、迪庆共计 7 个市州建设用地全要素效率呈现增长趋势,增长率为 0.1%~11.9%;剩余地区呈现下降趋势,其下降率为 1.6%~12.8%。其中红河、怒江下降的原因是由于技术衰退和建设用地利用规模不够合理导致的,而昆明、玉溪、保山、普洱和西双版纳是由于技术退步造成。迪庆州在全要素生产率和 技术进步效率两个方面的增长率最高,分别增长了 11.9%和 7.2%,迪庆州位于滇西北区域,近年来工业发展迅速,引进高新技术带动技术进步的结果。建设用地全要素生产率负增长率最高的是德宏州,这表明该地区建设用地全要素生产率有很大的改善空间。德宏州的纯技术进步效率是 0.872,下降了 12.8%,显而易见,技术进步方面低落是引起全要素生产率下跌的主要因素。

3 结论

基于4个投入和4个产出指标,本文研究采用DEA模型,对于云南省16个市州建设用土地利用效率进行了评价,得出以下结论:

(1) 基于DEA模型的BCC模型分析发现,2008~2019年间,云南省城市建设用土地利用效率的平均值由0.754到0.876,单位面积城市建设用地的利用水平得到提升,总体利用效率保持增长趋势。

(2) 基于超效率DEA模型分析发现:在2008~2019年云南省16个市州城市建设用土地利用效率平均值除昆明和玉溪大于1,其余均小于1;对2008年、2014年、2019年云南省城市建设用土地利用效率空间分布分析发现,变化比较显著分布在滇中和滇西北地区;在这3a中一直处在城市建设用土地利用效率大于1的市州有昆明、玉溪、德宏。

(3) Malmquist指数分析发现,2008~2019年云南省各市州城市建设用土地利用效率均值为0.994,年均减少0.6%,呈现下降趋势。从全要素生产率值分解来看,技术效率年均增长1.6%,规模效率年均增长0.6%,纯技术效率年均增长0.9%,而技术进步效率年均减少2.2%。从这可以看出,技术进步方面衰落是致使全要素生产率下跌的主要原因。

通过本研究表明,云南省城市建设用土地利用效率的综合水平有待进一步提高。首先,城市建设用土地利用规模与指标需要合理规划与控制,避免土地面积盲目扩张,提高单位面积使用效率和产出值。其次,坚定不移走集约化道路,运用先进科学技术,推动城市产业发展和结构升级,深入挖掘土地生产潜力,提升单位土地经济产量。最后,坚持政府主导调节作用,深度挖掘建设用地内部潜力,如对老旧小区改造过程中,土地资源利用效率低下,需要合理有效的配置各项资源,使云南省城市土地利用质量往更高的方向发展。

参考文献

[1] 王仲成. 城市土地“四性”分析[J]. 国土经济, 2002, (6): 32-34.

- [2] 韩丹杰, 杜宏茹. 基于DEA模型的新疆建设用地利用效率差异分析[J]. 资源与产业, 2019, 21(4): 44-50.
- [3] 刘盛和, 吴传钧, 陈田. 评析西方城市土地利用的理论研究[J]. 地理研究, 2001, 20(1): 111-119.
- [4] Sui D Z. GIS-based urban modelling: practices, problems, and prospects. [J]. International journal of geographical information science: IJGIS, 1998, 12(7): 651-671.
- [5] Yi Chen, Zhigang Chen, Guoliang Xu, et al. Built-up land efficiency in urban China: Insights from the General Land Use Plan(2006 - 2020)[J]. Habitat International, 2016, 51: 31-38.
- [6] 陈荣. 城市土地利用效率论[J]. 城市规划汇刊, 1995, (4): 28-33+63.
- [7] 董黎明, 冯长春. 城市土地综合经济评价的理论方法初探[J]. 地理学报, 1989, 44(3): 323-333.
- [8] 黄和平, 彭小琳. 脱钩视角下城市土地利用效率变化与提升策略——以南昌市为例[J]. 资源科学, 2016, 38(3): 493-500.
- [9] 梁流涛, 赵庆良, 陈聪. 中国城市土地利用效率空间分异特征及优化路径分析——基于287个地级以上城市的实证研究[J]. 中国土地科学, 2013, 27(7): 48-54.
- [10] 孙冰, 王波涛, 王成新, 姬宇. 新旧动能转换背景下济南城市土地集约利用评价研究[J]. 湖南师范大学自然科学学报, 2018, 41(4): 1-8.
- [11] 杨清可, 段学军, 叶磊, 等. 基于SBM-Undesirable模型的城市土地利用效率评价——以长三角地区16城市为例[J]. 资源科学, 2014, 36(4): 712-721.
- [12] 郭施宏. 海西城市群土地利用效率评价——基于超效率DEA模型和Malmquist指数的分析[J]. 福建农林大学学报(哲学社会科学版), 2016, 19(3): 48-53.
- [13] 吴得文, 毛汉英, 张小雷, 等. 中国城市土地利用效率评价[J]. 地理学报, 2011, 66(8): 1111-1121.
- [14] 韩丹杰, 杜宏茹. 基于DEA模型的新疆建设用地利用效率差异分析[J]. 资源与产业, 2019, 21(4): 44-50.
- [15] 王春雨. 基于三阶段DEA模型的云南省城市建设用土地利用效率分析[J]. 安徽农学通报, 2020, 26(22): 109-113.
- [16] 云南省统计局. 云南省2018年国民经济和社会发展统计公报[R]. 2019.
- [17] Charnes A, Cooper W W, Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units[J]. European journal of operational research, 1978, 2(6): 429-444.
- [18] Andersen P, Petersen N C. A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis[J]. Management ence, 1993, 39(10): 1261-1264.
- [19] Rolf Färe, et al. Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries[J]. The American Economic Review, 1994, 84(1): 66-83.

作者简介: 李其超(1994—),男,昆明理工大学硕士研究生,研究方向:土地资源管理。E-mail: lqc0825091x@163.com

通信作者: 解智强(1973—),男,博士,研究方向:城市地下管线(空间)信息化应用研究。E-mail: xzq_2019@ynu.edu.cn