

基于 DEA 模型的河南省城市土地利用效率评价

贾爱华 (河南农业大学, 河南洛阳 450000)

摘要 以河南省 18 个地级市为研究样本, 构建城市土地利用效率评价指标体系, 采用数据包络分析法 (DEA 模型) 对 2009、2012 和 2015 年这 18 个地级市的土地利用效率进行研究分析。结果表明: 2009、2012 和 2015 年河南省地级市土地利用效率的区域均值分别为 0.957、0.961、0.976, 表明河南省土地利用效率总体水平较高且差异不大; 影响河南省各地级市土地利用效率的因素有很多, 其中固定资产投资和建设用地面积存在大量投入冗余, 第二、三产业从业人员投入过多, 环境产出效益相对不足; 2009 年多数城市规模效益处于递减状态, 2012—2015 年处于规模效益递增阶段的城市数量逐渐增加。城市土地利用效率空间分布呈现中部高边缘低、西部地区高东北部地区低的格局, 且存在微弱的规模等级递减效应。合理配置要素投入情况, 改善松散低效的土地利用方式对提高河南省土地利用效率至关重要。

关键词 数据包络分析; 城市土地利用效率; 技术效率; 规模效率; 河南省

中图分类号 F293.2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)04-0005-07

Urban Land Use Efficiency Evaluation of Henan Province Based on the DEA Model

JIA Ai-hua (Henan Agricultural University, Luoyang, Henan 450000)

Abstract Taking 18 cities of Henan Province as research samples, the evaluation index system of urban land use efficiency was built, using data envelopment analysis (DEA) model, the land use efficiency in 18 cities in 2009, 2012, 2015 was studied. The results showed that: regional mean of land use efficiency in 2009, 2012, and 2015 were 0.957, 0.961, 0.976, indicating that the efficiency of land use of Henan Province overall level is higher and the difference is not significant. Many factors influence efficiency of land use, among which, the fixed assets investment and construction land area exists input redundancy, high-centralized industry practitioners are spending too much, environment is output benefit relatively insufficient. Most of the city scale was in a state of decline in 2009, the number of cities in scale increasing stage was gradually increase during 2012-2015. The urban land use spatial distribution present central high edge low efficiency, the pattern of the western region of northeast high low, and the effect of small scale level. Rational allocation of inputs improvement loose inefficient way of land use is very important to improve the efficiency of land use of Henan Province.

Key words Data envelopment analysis (DEA); Urban land use efficiency; Technical efficiency; Scale efficiency; Henan Province

土地是人们赖以生存和发展的物质基础, 土地资源的有限性、稀缺性和位置固定性在客观上要求人们合理、经济地利用土地, 提高土地的利用效率及其所创造的效益价值。城市土地作为城市经济文化社会环境的空间载体也要求人们对其进行合理配置以提高利用效率。随着社会的发展, 各城市都在进行规模的扩张, 其直接外显性表现为城市用地的扩增, 而扩增的城市用地多为周边的农业用地且一般为耕地。在占补平衡的政策要求下被占用的优质耕地在数量上或许得到了保证, 但补充用地的质量难以把握, 某种程度上“18 亿亩耕地红线不动摇”作为保障耕地的重要措施受到一定冲击。要从根本上解决农用地占用问题还需从城市用地建设入手, 因而合理配置建设用地, 提高城市土地利用效率一直受到研究者的高度重视^[1]。

国外早期关于城市土地的理论研究主要采用描述性的历史形态方法直接辨认城市土地利用类型的空间分布和演变历程, 归纳出轴向模式、扇形模式、同心圆模式及多核模式等一般性城市土地利用模式; 与上述描述法不同的经济区位理论以市场平衡理论为基础, 注重运用数理方法和空间经济相结合来构建城市土地利用理论模型, 得出完全竞争性的市场不会形成高效的土地利用模式、划定城市边界对于提高城市土地利用效率有直接影响等理论, 对城市土地的高效利用有着深刻意义。面对严峻的土地形势, 必须要提高土地利用效率, 减少对周边农用地的占用, 这不仅为粮食安全问题的提

供保障, 同时对国家安全也具有深刻的政治意义^[2]。目前国内已有许多学者从不同角度运用不同方法对城市土地利用效率展开研究, 但研究范围一般为大区域性大都市或者大的城市群或省会城市, 对一些小城市的研究缺乏, 且在研究方法的选取上不尽相同, 在指标体系的选取上主观性较强。数据包络分析 (DEA) 将从样本数据中分析出相对有效的决策单元作为最优参照系内生权重, 通过优化后的权重显示指标的有效性, 与效率的高低。DEA 常用的模型有 CCR、BCC、CCW 等, 其中 CCR 模型主要用于指标的有效性评价^[3]。

笔者采用 DEA 中 CCR 模型以纯技术效率 (投入产出效率) 和规模效率为依据对河南省 18 个地级市的城市土地利用效率进行研究分析, 并对提高河南省各地级市的土地利用效率提出对策和建议。

1 研究方法和指标选取

1.1 研究方法 数据包络分析 (DEA) 是一种基于被评价单元之间相对比较的非参数技术效率的分析方法, 是由美国的 Charnes 等于 1978 年首次提出的, 后来将 DEA 的第一个模型命名为 CCR 模型。CCR 模型是在假设规模收益不变的前提下进行的, 其得出的效率值包括纯技术效率和规模效率两部分, 即综合效率。DEA 将效率的测度对象称为决策单元 (DMU), 可以是任何可以测量的投入 (输入)、产出 (输出) 部门, 但 DMU 之间必须具有相关性和可比性。DEA 方法是使用数学规划模型进行评价具有多个投入、产出单元间的相对有效性^[4-6]。DEA 通过计算投入产出比来计算技术效率, 假设要测量一组共 n 个 DMU 的技术效率, 记为 $DMU_j (j=1, 2, \dots, n)$; 每个 DMU 有 m 种投入, 记为 $X_i (i=1, 2, \dots, m)$, 投入

作者简介 贾爱华 (1994—), 女, 河南永城人, 硕士研究生, 研究方向: 土地资源管理。

收稿日期 2017-11-08

的权重表示为 $v_i (i=1, 2, \dots, m)$; q 种产出, 记为 $y_r (r=1, 2, \dots, q)$, 产出的权重表示为 $u_r (r=1, 2, \dots, q)$ 。当前要测量的 DMU 为 DMU_k , 其产出投入比表示为:

$$h_k = \frac{u_1 y_{1k} + u_2 y_{2k} + \dots + u_q y_{qk}}{v_1 x_{1k} + v_2 x_{2k} + \dots + v_m x_{mk}} = \frac{\sum_{r=1}^q u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}} (v \geq 0; u \geq 0) \quad (1)$$

然后给要测量的技术效率进行约束, 将所有 DMU 通过上述权重得到的技术效率值限定在 $[0, 1]$ 的区间内, 即:

$$\frac{\sum_{r=1}^q u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad (2)$$

该研究所采用的 DEA 模型是基于规模收益不变, 其线性规划模型表示为:

$$\begin{aligned} \max & \frac{\sum_{r=1}^q u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}} \\ \text{s. t.} & \begin{cases} \frac{\sum_{r=1}^q u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq (v \geq 0; u \geq 0) \\ i=1, 2, \dots, m; r=1, 2, \dots, q; j=1, 2, \dots, n \end{cases} \end{aligned} \quad (3)$$

这一非线性规划模型的含义在于, 在使所有 DMU 的效率值都不超过 1 的条件下, 使被评价的 DMU 的效率值最大化, 因此模型确定的权重 u 和 v 是对被评价的 DMU_k 最有利的^[7]。模型(1)~(3)的对偶模型为:

$$\begin{aligned} \min & \theta \\ \text{s. t.} & \begin{cases} \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{ik} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{rj} \geq y_{rk} \\ \lambda \geq 0 \\ i=1, 2, \dots, m; r=1, 2, \dots, q; j=1, 2, \dots, n \end{cases} \end{aligned} \quad (4)$$

对偶模型中 λ 标识 DMU 的线性组合系数, 模型的最优解 θ^* 代表效率值, θ^* 的范围为 $(0, 1]$ 。模型的目标函数最优

解为 θ^* , $1 - \theta^*$ 表示在当前技术水平下被评价的 DMU_k 在不降低产出水平的前提下其投入能够缩减的最大限度。 θ^* 越小, 表示投入可以缩减的幅度越大, 效率越低。 $\theta^* = 1$ 时说明被评价的 DMU 位于前沿面上, 在不减少产出的条件下, 其各项投入没有等比例下降的空间, 处于技术有效的状态; $\theta^* < 1$ 说明被评价的 DMU 为技术无效率状态, 在不减少产出的条件下其各项投入可以等比例下降的比例为 $(1 - \theta^*)$ 。

CCR 对偶模型是以产出既定的条件下各项投入可以等比例缩减的程度来对无效率的状况进行衡量, 因此被称为投入导向的 CCR 模型。

常用的 DEA 模型包括 CRS 和 VRS 模型, 其主要区别在于 CRS 是假设规模报酬不变, 测度的是综合技术效率(TE)。VRS 去掉了这个假设, 测度的是规模报酬可变的条件下的纯技术效率(PTE)。因此, 综合技术效率可以分解为纯技术效率(TE)和规模效率(SE)的乘积。纯技术效率衡量的是生产领域中技术更新速度的快慢和技术推广的有效程度, 规模效率的变化反映投入增长对生产率变化的影响, 还可以据此判断各城市处于规模报酬的递增递减区间^[8-11]。

1.2 指标选取 DEA 模型的特点之一就是在输入输出指标选取上不一定存在相对明确的显示关系, 但从生产可能性数据获得性的角度考虑 DEA 模型的投入指标(x)和产出指标(y)应大致满足 x 能生产 y , y 是由 x 生产出来的。对于投入指标的选取主要从土地、资本和劳动力三方面来考虑, 因此该研究对城市土地这一评价对象选取的投入指标分别为第二产业从业人员数、第三产业从业人员数、建成区面积以及全市固定资产投资, 选取的产出指标为第二产业的生产总值、第三产业的生产总值、人均公园绿地面积以及市区生产总值^[12]。

1.3 数据来源 该研究投入产出指标数据来源于 2009、2012 和 2015 年《中国城市统计年鉴》。具体数据见表 1~3。

表 1 2009 年河南省各地级市土地投入产出指标

Table 1 Land input and output indicators of prefecture-level cities in Henan in 2009

地级市 Prefecture-level city	产出指标 Output indicator				投入指标 Input indicator			
	第二产业产值 The secondary industry output value//亿元	第三产业产值 The tertiary industry output value 亿元	人均绿地面积 Per capita green area m^2	市区生产总值 Urban GDP 亿元	建成区面积 Built area km^2	固定资产投资 Investment in fixed assets 亿元	第二产业从业人员数 Number of secondary industry employees 万人	第三产业从业人员数 Number of tertiary industry employees 万人
郑州 Zhengzhou	1 659.49	1 249.8	5.34	3 003.99	329	1 770.64	150.95	176.71
开封 Kaifeng	312.45	223.3	5.09	689.37	89	303.85	67.41	59.03
洛阳 Luoyang	1 172.60	579.5	7.65	1 919.64	164	1 100.61	119.50	123.14
平顶山 Pingdingshan	696.23	270.0	8.35	1 067.70	62	421.21	79.20	67.17
安阳 Anyang	647.39	245.7	8.36	1 036.05	73	565.94	110.93	74.05
鹤壁 Hebi	225.30	74.5	10.10	342.35	48	206.58	28.95	23.06
新乡 Xinxiang	521.20	297.5	8.51	949.49	95	772.78	94.22	68.58
焦作 Jiaozuo	689.65	258.3	9.40	1 031.59	90	636.14	65.90	55.48
濮阳 Puyang	437.17	129.3	12.52	657.28	36	334.60	52.18	40.27
许昌 Xuchang	696.99	231.1	11.18	1 062.05	65	521.72	89.02	74.25

接下表

续表 1

地级市 Prefecture-level city	产出指标 Output indicator				投入指标 Input indicator			
	第二产业产值 The secondary industry output value//亿元	第三产业产值 The tertiary industry output value 亿元	人均绿地面积 Per capita green area m ²	市区生产总值 Urban GDP 亿元	建成区面积 Built area km ²	固定资产投资 Investment in fixed assets 亿元	第二产业从业人数 Number of secondary industry employees 万人	第三产业从业人数 Number of tertiary industry employees 万人
漯河 Luohe	376.11	94.9	16.78	550.26	51	246.55	49.02	34.95
三门峡 Sanmenxia	437.94	161.5	16.07	654.21	29	403.15	27.02	32.42
南阳 Nanyang	856.01	435.9	10.96	1 636.43	87	895.84	157.49	150.52
商丘 Shangqiu	416.05	260.7	4.93	931.39	59	533.82	115.07	107.12
信阳 Xinyang	358.44	286.1	11.34	866.79	58	662.49	97.05	142.68
周口 Zhoukou	420.92	265.0	9.88	984.13	42	534.62	150.58	154.30
驻马店 Zhumadian	343.50	243.1	7.14	812.98	49	423.39	130.64	132.69
济源 Jiyuan	212.36	61.2	9.04	288.35	28	134.91	12.03	14.79

表 2 2012 年河南省各地级市土地投入产出指标

Table 2 Land input and output indicators of prefecture-level cities in Henan in 2012

地级市 Prefecture-level city	产出指标 Output indicator				投入指标 Input indicator			
	第二产业产值 The secondary industry output value//亿元	第三产业产值 The tertiary industry output value 亿元	人均绿地面积 Per capita green area m ²	市区生产总值 Urban GDP 亿元	建成区面积 Built area km ²	固定资产投资 Investment in fixed assets 亿元	第二产业从业人数 Number of secondary industry employees 万人	第三产业从业人数 Number of tertiary industry employees 万人
郑州 Zhengzhou	2 874.22	1 973.97	6.48	4 979.85	355	3 005.19	177.07	213.51
开封 Kaifeng	470.27	364.61	7.92	1 072.42	94	619.81	83.54	74.26
洛阳 Luoyang	1 656.52	842.39	7.33	2 702.76	187	1 909.33	127.94	138.14
平顶山 Pingdingshan	973.71	375.28	8.64	1 484.61	71	843.07	89.65	81.25
安阳 Anyang	873.33	438.06	9.23	1 486.61	76	925.35	124.16	86.81
鹤壁 Hebi	354.07	90.50	14.99	500.52	58	350.09	32.03	24.89
新乡 Xinxiang	880.65	421.36	10.04	1 489.41	107	1 175.05	115.71	81.99
焦作 Jiaozuo	993.84	334.62	9.71	1 442.62	96	948.91	78.56	64.77
濮阳 Puyang	583.25	185.60	12.40	897.34	82	612.13	75.86	75.27
许昌 Xuchang	1 078.25	338.79	9.68	1 588.74	80	938.39	92.49	69.87
漯河 Luohe	519.72	137.07	14.93	751.70	60	448.13	54.65	37.36
三门峡 Sanmenxia	709.04	240.19	16.33	1 030.45	30	760.39	32.79	38.07
南阳 Nanyang	1 166.81	619.61	10.58	2 202.31	105	1 476.39	185.36	168.27
商丘 Shangqiu	622.96	368.41	5.38	1 308.37	61	885.84	155.67	121.88
信阳 Xinyang	523.61	404.03	14.14	1 257.68	73	1 052.01	124.06	148.46
周口 Zhoukou	653.80	363.86	10.20	1 407.49	56	852.87	186.69	166.71
驻马店 Zhumadian	530.18	374.64	9.40	1 244.77	55	735.45	146.15	140.09
济源 Jiyuan	278.11	76.89	10.05	373.36	34	233.58	13.43	15.85

2 河南省城市土地利用效率评价和分析 运用数据包络分析软件 Deap 2.1 测度河南省 18 个地级市城市土地利用效率。

2.1 各地级市土地投入产出效率总体概述 2009、2012、2015 年河南省城市土地利用效率区域均值分别为 0.957、0.961、0.976,土地利用效率值总体水平较高并有逐年上升趋势,且地区差异不大。

2009 年河南省 18 个地级市中土地投入产出效率为 1 的有 13 个,即有 13 个地级市在不减少产出的情况下,其各项投入没有等比例下降的空间,处于技术有效状态,土地利用

效率区域均值为 0.957。有 5 个城市处于 DEA 无效状态,分别是安阳、鹤壁、新乡、商丘和信阳。以安阳为例分析:首先假定产出水平不变的情况下对投入进行分析。其第二、三产业的从业人数、建成区面积以及固定资产投资均有一定冗余,可减少非农业从业人数 50.906 万(40.037 万 + 10.869 万),可节约建设用地面积 10.715 km²、固定资产投资 114.5 亿元。假定投入不变的前提下分析产出,可得安阳市可在现有的投入前提下增加第二、三产业的总值为 50.7 亿元(22.915 亿 + 27.785 亿元)。人均公园绿地面积增加 1.409 m²。具体见表 4。

表3 2015年河南省各地级市土地投入产出指标

Table 3 Land input and output indicators of prefecture-level cities in Henan in 2015

地级市 Prefecture-level city	产出指标 Output indicator				投入指标 Input indicator			
	第二产业产值 The secondary industry output value//亿元	第三产业产值 The tertiary industry output value 亿元	人均绿地面积 Per capita green area m ²	市区生产总值 Urban GDP 亿元	建成区面积 Built area km ²	固定资产投资 Investment in fixed assets 亿元	第二产业从业人数 Number of secondary industry employees 万人	第三产业从业人数 Number of tertiary industry employees 万人
郑州 Zhengzhou	3 487.14	3 142.70	7.0	6 776.99	413	5 355.32	203.26	230.64
开封 Kaifeng	636.42	579.95	10.5	1 492.06	113	1 169.55	105.45	80.45
洛阳 Luoyang	1 677.29	1 357.29	8.5	3 284.57	194	3 026.48	134.99	143.23
平顶山 Pingdingshan	879.42	590.61	10.3	1 637.17	73	1 476.93	89.65	78.54
安阳 Anyang	938.19	648.42	10.1	1 791.81	110	1 609.17	119.12	83.50
鹤壁 Hebi	459.58	159.15	14.9	682.20	64	598.68	38.12	30.60
新乡 Xinxiang	992.82	701.71	10.3	1 917.81	113	1 885.22	144.89	94.16
焦作 Jiaozuo	1 139.78	567.60	11.0	1 844.31	114	1 653.70	88.59	68.43
濮阳 Puyang	725.67	372.26	13.6	1 253.61	54	1 137.31	85.41	63.48
许昌 Xuchang	1 268.20	634.36	10.5	2 087.23	88	1 676.34	97.90	84.77
漯河 Luohe	599.58	232.48	14.8	941.16	73	794.70	56.60	38.12
三门峡 Sanmenxia	775.29	353.42	14.1	1 240.06	30	1 339.11	21.75	55.28
南阳 Nanyang	1 244.14	962.55	17.2	2 675.57	149	2 575.80	190.80	184.00
商丘 Shangqiu	735.51	587.35	6.3	1 697.64	63	1 548.78	174.10	132.55
信阳 Xinyang	723.26	601.37	14.1	1 757.34	89	1 792.53	126.84	165.32
周口 Zhoukou	940.23	602.34	10.4	1 989.75	66	1 473.12	204.84	181.41
驻马店 Zhumadian	698.90	595.11	10.5	1 691.30	71	1 284.67	180.81	155.11
济源 Jiyuan	327.28	131.45	12.3	480.46	44	417.33	17.90	16.05

表4 2009年河南省各地级市土地利用效率的DEA评价

Table 4 DEA evaluation values of land use efficiency of prefecture-level cities in Henan Province in 2009

地级市 Prefecture-level city	第二产业产值 The secondary industry output value	第三产业产值 The tertiary industry output value	人均绿地面积 Per capita green area m ²	市区生产总值 Urban GDP	建成区面积 Built area	固定资产投资 Investment in fixed assets	第二产业从业人数 Number of secondary industry employees	第三产业从业人数 Number of tertiary industry employees	有效值 Valid values
郑州 Zhengzhou	0	0	0	0	0	0	0	0	1
开封 Kaifeng	0	0	0	0	0	0	0	0	1
洛阳 Luoyang	0	0	0	0	0	0	0	0	1
平顶山 Pingdingshan	0	0	0	0	0	0	0	0	1
安阳 Anyang	22.915	27.785	1.409	0	10.715	114.500	40.037	10.869	0.853
鹤壁 Hebi	20.071	0	0	1.034	15.972	41.706	11.725	4.656	0.798
新乡 Xinxiang	70.644	0	6.075	0	28.302	201.305	51.167	17.865	0.740
焦作 Jiaozuo	0	0	0	0	0	0	0	0	1
濮阳 Puyang	0	0	0	0	0	0	0	0	1
许昌 Xuchang	0	0	0	0	0	0	0	0	1
漯河 Luohe	0	0	0	0	0	0	0	0	1
三门峡 Sanmenxia	0	0	0	0	0	0	0	0	1
南阳 Nanyang	149.778	0	5.107	61.253	6.841	61.896	17.030	12.420	0.884
商丘 Shangqiu	256.941	0	2.107	230.550	3.293	39.476	5.510	51.145	0.943
信阳 Xinyang	0	0	0	0	0	0	0	0	1
周口 Zhoukou	0	0	0	0	0	0	0	0	1
驻马店 Zhumadian	0	0	0	0	0	0	0	0	1
济源 Jiyuan	0	0	0	0	0	0	0	0	1

注:表中数值为考虑规模收益时的技术效率(纯技术效率)

Note: The values in the table are the technical efficiencies when considering scale benefits (pure technical efficiency)

2012年河南省18个地级市的土地利用效率区域均值为0.961,有11个城市的土地投入产出为1,即DEA有效,有7个城市处于DEA无效状态,分别是洛阳、安阳、新乡、焦作、濮阳、商丘和信阳。其中新乡市DEA值最低为0.786,在产出不变的情况下其投入可以缩减的幅度较大,效率较低。同

时数据分析得:若保持产出不变,调整土地投入要素数量和结构,河南省18个地级市2012年共可节约建设用地104.743 km²,非农业从业人员376.229万,全市固定资产投资853.017亿元。具体见表5。

表 5 2012 年各地级市土地利用效率的 DEA 评价价值

Table 5 DEA assessment of land use efficiency of prefecture-level cities in Henan Province in 2012

地级市 Prefecture-level city	第二产业产值 The secondary industry output value	第三产业产值 The tertiary industry output value	人均绿地面积 Per capita green area m ²	市区生产总值 Urban GDP	建成区面积 Built area	固定资产投资 Investment in fixed assets	第二产业从业人数 Number of secondary industry employees	第三产业从业人数 Number of tertiary industry employees	有效值 Valid values
郑州 Zhengzhou	0	0	0	0	0	0	0	0	1
开封 Kaifeng	0	0	0	0	0	0	0	0	1
洛阳 Luoyang	0	53.350	2.035	0	17.539	270.811	12	21.081	0.906
平顶山 Pingdingshan	0	0	0	0	0	0	0	0	1
安阳 Anyang	23.000	0	1.739	0	0.702	8.545	38.705	0.802	0.991
鹤壁 Hebi	0	0	0	0	0	0	0	0	1
新乡 Xinxiang	83.490	0	0.910	0	22.934	251.859	49.052	17.574	0.786
焦作 Jiaozuo	0	0	1.894	29.326	26.628	33.379	2.796	2.278	0.965
濮阳 Puyang	25.542	8.696	0	0	23.015	87.201	17.902	29.008	0.858
许昌 Xuchang	0	0	0	0	0	0	0	0	1
漯河 Luohe	0	0	0	0	0	0	0	0	1
三门峡 Sanmenxia	0	0	0	0	0	0	0	0	1
南阳 Nanyang	0	0	0	0	0	0	0	0	1
商丘 Shangqiu	64.424	0	5.823	0	4.979	72.303	39.298	9.948	0.918
信阳 Xinyang	316.521	0	0	117.786	8.946	128.919	58.254	77.531	0.877
周口 Zhokou	0	0	0	0	0	0	0	0	1
驻马店 Zhumadian	0	0	0	0	0	0	0	0	1
济源 Jiyuan	0	0	0	0	0	0	0	0	1

注:表中数值为考虑规模收益时的技术效率(纯技术效率)

Note: The values in the table are the technical efficiencies when considering scale benefits (pure technical efficiency)

2015 年河南省 18 个地级市的土地利用效率区域均值为 0.976,有 14 个地级市的土地投入产出为 1,即 DEA 有效,有 4 个城市处于 DEA 无效状态,分别是洛阳、安阳、新乡和信阳。数据分析得:若保持产出不变,调整土地投入要素数量

和结构,2015 年河南省 18 个地级市共可节约建设用地 55.631 km²,非农业从业人员 262.55 万,全市固定资产投资 907.696 亿元。具体见表 6。

表 6 2015 年各地级市土地利用效率的 DEA 评价价值

Table 6 DEA assessment of land use efficiency of prefecture-level cities in Henan Province in 2015

地级市 Prefecture-level city	第二产业产值 The secondary industry output value	第三产业产值 The tertiary industry output value	人均绿地面积 Per capita green area m ²	市区生产总值 Urban GDP	建成区面积 Built area	固定资产投资 Investment in fixed assets	第二产业从业人数 Number of secondary industry employees	第三产业从业人数 Number of tertiary industry employees	有效值 Valid values
郑州 Zhengzhou	0	0	0	0	0	0	0	0	1
开封 Kaifeng	0	0	0	0	0	0	0	0	1
洛阳 Luoyang	82.85	0	1.615	0	20.039	312.611	16.2	14.795	0.897
平顶山 Pingdingshan	0	0	0	0	0	0	0	0	1
安阳 Anyang	78.625	0	0.871	0	11.761	172.054	39.483	8.928	0.893
鹤壁 Hebi	0	0	0	0	0	0	0	0	1
新乡 Xinxiang	77.632	0	0.202	0	16.472	274.814	57.196	13.726	0.854
焦作 Jiaozuo	0	0	0	0	0	0	0	0	1
濮阳 Puyang	0	0	0	0	0	0	0	0	1
许昌 Xuchang	0	0	0	0	0	0	0	0	1
漯河 Luohe	0	0	0	0	0	0	0	0	1
三门峡 Sanmenxia	0	0	0	0	0	0	0	0	1
南阳 Nanyang	0	0	0	0	0	0	0	0	1
商丘 Shangqiu	0	0	0	0	0	0	0	0	1
信阳 Xinyang	236.965	0	0	0	7.359	148.217	36.757	75.465	0.917
周口 Zhokou	0	0	0	0	0	0	0	0	1
驻马店 Zhumadian	0	0	0	0	0	0	0	0	1
济源 Jiyuan	0	0	0	0	0	0	0	0	1

注:表中数值为考虑规模收益时的技术效率(纯技术效率)

Note: The values in the table are the technical efficiencies when considering scale benefits (pure technical efficiency)

表 7 为 2009、2012、2015 年河南省各地级市土地投入、产出效率比较,其中有 10 个地级市一直保持着效率值为 1,分别为郑州、开封、平顶山、许昌、漯河、三门峡、南阳、周口、驻

马店和济源,表明其投入产出结构良好,效率较高。2009—2015 年土地投入产出效率值为 1 的城市数量在逐渐增加,表明河南省土地利用效率在逐年提高。但仍有部分地区效率

值较低,应调整其土地投入产出结构,提高城市土地利用效率。

表7 2009、2012、2015年河南省各地级市土地利用效率比较

Table 7 Comparison of land use efficiency of prefecture-level cities in Henan Province in 2009, 2012 and 2015

地级市 Prefecture-level city	2009年	2012年	2015年	区域均值 Area mean
郑州 Zhengzhou	1	1	1	1
开封 Kaifeng	1	1	1	1
洛阳 Luoyang	1	0.906	0.897	0.934
平顶山 Pingdingshan	1	1	1	1
安阳 Anyang	0.853	0.991	0.893	0.912
鹤壁 Hebi	0.798	1	1	0.933
新乡 Xinxiang	0.740	0.786	0.854	0.790
焦作 Jiaozuo	1	0.965	1	0.990
濮阳 Puyang	1	0.858	1	0.950
许昌 Xuchang	1	1	1	1
漯河 Luohe	1	1	1	1
三门峡 Sanmenxia	1	1	1	1
南阳 Nanyang	1	1	1	1
商丘 Shangqiu	0.884	0.918	1	0.934
信阳 Xinyang	0.943	0.877	0.917	0.912
周口 Zhoukou	1	1	1	1
驻马店 Zhumadian	1	1	1	1
济源 Jiyuan	1	1	1	1

2.2 各地市土地规模效率总体概述 运用DEA中CCR模型所测度的土地利用效率包括土地的投入产出效率以及土地规模效率,其中土地规模为“irs”表示该城市土地规模递增,利用空间布局良好,结构合理,资源利用开发有序,现有的土地资源利用状况与当前的经济、环境等配置合理。当规模为“drs”表示规模效率递减,应当调整规模大小。如果样本单元的投入产出效率为1,而规模效率小于1时,这说明样

本单元本身的技术效率而言没有投入需要减少、没有产出需要增加;样本单元的综合效率没有达到有效(即土地利用效率为1),是因为其规模和投入、产出不相匹配,需要增加规模或减少规模。如2009年数据中的洛阳市其土地投入产出效率为1而规模效率为0.897,所以其综合效率未达到有效,其规模应该扩大^[13-15]。具体见表8。

表8 2009、2012、2015年河南省各地级市土地规模效率比较

Table 8 Comparison of land scale efficiency of prefecture-level cities in Henan Province in 2009, 2012 and 2015

地级市 Prefecture-level city	2009年		2012年		2015年	
	K值 K value	规模收益 Scale efficiency	K值 K value	规模收益 Scale efficiency	K值 K value	规模收益 Scale efficiency
郑州 Zhengzhou	1	-	1	-	1	-
开封 Kaifeng	1	-	1	-	1	-
洛阳 Luoyang	0.897	drs	0.959	drs	0.996	irs
平顶山 Pingdingshan	1	-	1	-	0.981	irs
安阳 Anyang	0.967	drs	0.99	irs	0.997	irs
鹤壁 Hebi	0.968	drs	0.995	drs	0.982	drs
新乡 Xinxiang	0.998	drs	0.996	irs	0.991	irs
焦作 Jiaozuo	0.941	drs	0.98	drs	1	-
濮阳 Puyang	1	-	0.998	irs	0.997	drs
许昌 Xuchang	0.901	drs	1	-	1	-
漯河 Luohe	1	-	1	-	0.987	drs
三门峡 Sanmenxia	1	-	1	-	1	-
南阳 Nanyang	0.966	drs	0.929	drs	0.853	drs
商丘 Shangqiu	0.999	drs	0.993	drs	1	-
信阳 Xinyang	0.973	drs	0.974	drs	0.924	drs
周口 Zhoukou	1	-	1	-	1	-
驻马店 Zhumadian	1	-	1	-	1	-
济源 Jiyuan	1	-	1	-	1	-

注:K值为考虑规模收益下的规模效率;irs、-、drs分别表示规模收益递增、不变、递减

Note: K value is the scale efficiency under the consideration of scale returns.; Irs, -, drs are the returns of scale increasing, the same, the decreasing

2.3 城市土地投入产出效率空间差异分析 图1为河南省各地级市2009、2012和2015年土地利用效率均值分布图。由图1可知,河南省城市土地利用效率空间分布呈现中部高

边缘低、西南部高东北部低的格局,且存在微弱的规模等级递减效应。其中3年均保持土地利用效率有效的城市有10个,多分布在中部偏西南方向,效率值一直较低的地级市有

新乡、信阳、安阳、鹤壁、商丘,均分布在河南东北部,其土地利用效率值平均为 0.896,效率值偏低,边缘效应明显,表示

这部分土地其利用效率有较大提升空间。

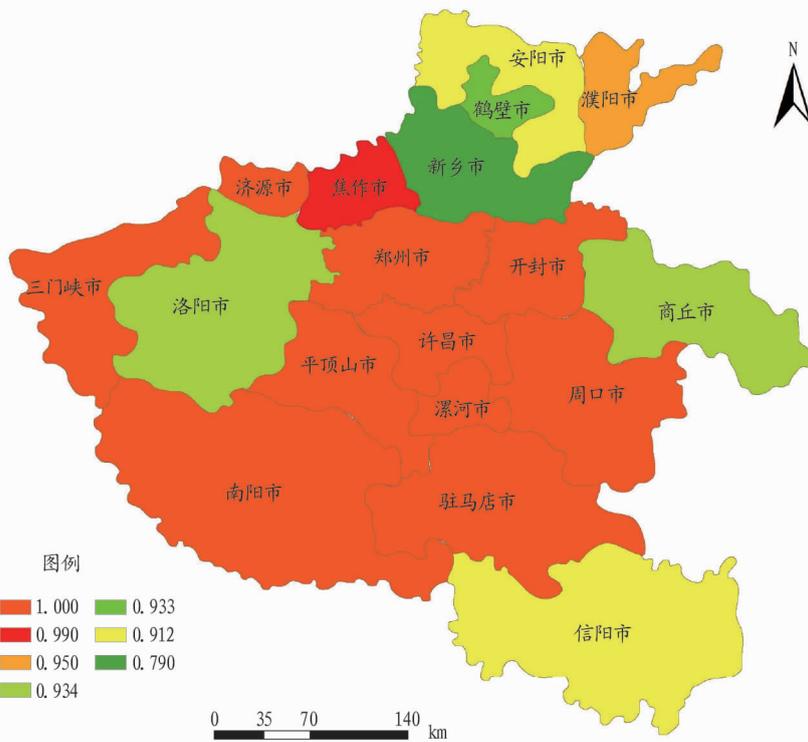


图 1 河南省各地级市土地利用效率分布

Fig. 1 Distribution of land use efficiency in all prefecture-level cities in Henan Province

3 结论与讨论

3.1 结论 选用 4 个投入指标和 4 个产出指标,运用 DEA 模型分别对 2009、2012 和 2015 年河南省城市土地利用效率进行测度,发现:

(1) 目前河南省城市土地投入产出效率水平较高且差异不大,空间分布上呈现中部高边缘低,西南部高东北部低的格局,具有微弱的边缘效应和规模等级效应。

(2) 影响河南省各地级市土地利用效率的因素有很多,其中固定资产投资和建设用地面积存在大量投入冗余,第二、三产业的从业人员投入过多,环境产出效益相对不足。

(3) 2009 年多数城市规模效益处于递减状态,至 2012、2015 年处于规模效益递增阶段的城市数量逐渐增加,表示土地利用效率日益提高。

3.2 讨论 作为拥有 13 亿人口的大国,提高城市土地利用效率具有深刻的意义。而河南省作为人口大省,对其城市土地效率的研究极其重要。虽然大多数地级市城市利用效率较高,但仍有小部分地级市如新乡、信阳等利用效率偏低具有较大的提升空间。对于利用效率高的城市,可以继续按照原有的土地要素投入比例,运用现代信息技术和经营方式改造优化传统产业,着力打造一些带动性较强、前景良好、市场辐射带动性大的产业,以获取更多产出。对于利用率低的地区,应当严格要求批准各行业用地数量,坚持高效率高容积率原则,控制用地规模,促进劳动力资源的合理有效配置,从而有效利用土地资源。对于城市整体来说,不妨改革创新设

置试点,在有限的时间内划定城市固定边界,防止城市肆意向外扩张,充分利用城市内部土地进行城市内化建设,提高城市土地利用效率。

参考文献

- [1] 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.
- [2] 李娟,李建强,吉中贵,等. 基于超 DEA 模型的成都市城市土地利用效率评价[J]. 资源与产业, 2010, 12(2): 40 - 45.
- [3] 许建伟,许新宇,陈兴鹏,等. 基于 DEA 交叉模型的甘肃省城市效率评价[J]. 自然资源学报, 2013, 28(4): 618 - 624.
- [4] 郭施宏. 海西城市群城市土地利用结构与效率[J]. 经济地理, 2017, 37(1): 170 - 175.
- [5] 周沂,贺灿飞,黄志基,等. 地理与城市土地利用效率:基于 2004 - 2008 年中国城市面板数据实证分析[J]. 城市发展研究, 2013, 20(7): 19 - 25.
- [6] 梁丽,单薇. 河南省城市土地利用经济效率的 DEA 评价[J]. 河南科学, 2008, 26(1): 103 - 106.
- [7] 廖进中,韩峰,张文静,等. 长株潭地区城镇化对土地利用效率的影响[J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(2): 30 - 36.
- [8] 张良悦,师博,刘东. 中国城市土地利用效率的区域差异:对地级以上城市的 DEA 分析[J]. 经济评论, 2009, 29(4): 18 - 26.
- [9] 刘传明,李红,贺巧宁. 湖南省土地利用效率空间差异及优化对策[J]. 经济地理, 2011, 30(11): 1890 - 1896.
- [10] 扈传荣,姜栋,唐旭,等. 基于洛伦兹曲线的全国城市土地利用现状抽样分析[J]. 中国土地科学, 2009, 23(12): 44 - 50.
- [11] 曾群,邵奇慧,王宏志. 基于洛伦兹曲线与基尼系数的江汉平原土地利用结构动态变化研究[J]. 湖北大学学报(自然科学版), 2014, 36(3): 277 - 282.
- [12] 陈军伟,孙祥斌,张凤荣,等. 基于空间洛伦兹曲线的北京山区土地利用结构变化[J]. 中国农业大学学报, 2006, 11(4): 71 - 74.
- [13] 边静,何多兴,田永中,等. 基于信息熵与空间洛伦兹曲线的土地利用空间结构分析:以重庆市合川区为例[J]. 水土保持研究, 2011, 18(5): 201 - 204.

(下转第 24 页)

别在 800~1 400 m 海拔共计布置 21 个地温检测点,从图 7 可以看出,在 4 月 28 日,各个海拔位置监测点的垄体温度均稳定通过 15℃;在 4 月 29 日,各个海拔位置监测点的垄体温度达到 18℃左右,但是后期持续阴天,垄体地温回落到 15℃,直到 5 月 5 日,各个海拔位置监测点的垄体温度均稳定通过 18℃左右。综上所述,在 5 月 5 日,向坝乡各个地温检测点覆盖地膜的地温稳定通过 16~18℃,这时可以开展烟叶移栽。

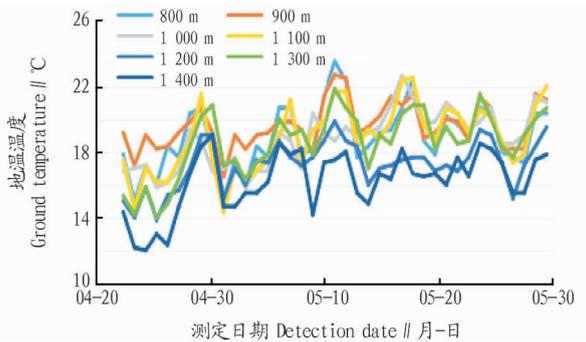


图 7 向坝站地温检测曲线

Fig. 7 Ground temperature detection curve of Xiangba Station in 2016

3 结论

3.1 地温变化趋势情况 竹溪县烤烟产区海拔跨度范围 700~1 500 m 高度^[8],日均地温随着海拔高度的增加而降低,海拔 700~900 m 日均地温在 20.5℃,海拔 1 000~1 200 m 日均地温在 18.38℃,海拔 1 300~1 500 m 日均地温在 16.89℃,因此随着海拔高度的增加,移栽期应相应推迟。

不同海拔位置的地温均随着时间的推移而有所上升,其中在 5 月中下旬出现连阴雨天气,在 5 月 8、14、22、27 日地温较低,对烟苗生长发育并未造成不良影响。总体而言,在 4 月 22 日,700~800 m 海拔区域,覆盖地膜的地温稳定通过 16~18℃;4 月 28 日,900~1 400 m 海拔位置监测点的垄体平均覆盖地膜的地温稳定通过 16~18℃;5 月 2 日,1 500 m 海拔位置监测点的垄体平均覆盖地膜的地温稳定通过 16~18℃。

3.2 烟叶移栽时间建议 2016 年,全县开展井窖式移栽的实际时间在 4 月 25 日—5 月 15 日,其中海拔 800 m 以下在 5 月 5 日前,海拔 800~1 200 m 在 5 月 10 日前,海拔 1 200 m 以上在 5 月 15 日前。通过地温数据分析,800 m 以下海拔区域在 4 月 22 日覆盖地膜的地温稳定通过 16~18℃,可以开展烟叶移栽,实际生产中浪费了 13 d 光热资源,建议在 2016 年移栽期基础上提前 10~12 d;4 月 28 日,900~1 400 m 海拔位置监测点的覆盖地膜的地温稳定通过 16~18℃,实际生产中浪费了 17 d 左右的光热资源,建议在 2016 年移栽期基础上提前 13~15 d;5 月 2 日,1 500 m 海拔位置监测点的

垄体平均覆盖地膜的地温稳定通过 16~18℃,实际生产中浪费了 13 d 左右的光热资源,建议在 2016 年移栽期基础上提前 10~12 d。因此,不同海拔位置移栽期均可提前^[9]。

4 讨论

4.1 外界气温与地温的联系 在烤烟生产过程中,经常用到地温资料。地温不仅影响种子的发芽和出苗,烟苗根系生长发育和土壤微生物的活动^[10],还会影响土壤水肥运动。对于种子的发芽出苗、根系生长和烟苗移栽期,以地温分析其生育动态往往比用气温的效果更好。目前获取地温的唯一途径就是实地观测。在野外或者农业试验研究中,相对气温观测或者资料获取,地温资料相对复杂而繁琐。地温与近地面的气温有直接的依赖关系,如果利用中长期天气预报的气温准确估算地温,为调整种植结构、合理安排播种期和移栽期、预测烤烟作物生长发育和科学防灾减灾等农业生产管理实践活动提供理论指导,因此探究外界气温与地温的联系具有重要的实践意义。

4.2 地温与冷害的相关性 针对竹溪烟区早春气温波动大,寒潮、大风天气多,低温冷害重而育苗成活率低的气候背景^[11],应在烤烟移栽期间进行适宜气象条件对比试验研究,通过观察烟苗发生冷害与气温的关系,计算烤烟全生育期综合低温冷害风险指数。使用低温冷害风险指数与海拔、纬度因子建立的空间推算回归模型^[12],在 ArcGIS9.3 平台下实现了低温冷害风险指数的空间精细化推算、订正及区划,进一步将其分类为 5 个风险等级,且对区划结果进行分析,进而研究本土化烤烟幼苗健壮生长的最适环境气象条件,为烤烟生产提供低温冷害防御的决策依据。

参考文献

- [1] 黄廷炎,杨善恭,周博扬,等. 闽北烤烟移栽期的预报[J]. 气象研究与应用,2010,31(1):57-59.
- [2] 徐茜,周泽启,巫常标. 烟苗不同移栽期对烤烟生长、产量和质量的影响[J]. 福建热作科技,2003,28(3):8-10.
- [3] 祁宜. 宿州春烟栽培生态气候条件及最佳移栽期预报[J]. 气象,2005,31(4):84-88.
- [4] 许彦平,姚晓红. 天水烤烟最佳育苗设施及苗期气象条件的研究[J]. 干旱气象,2000(3):30-33.
- [5] 段若溪,姜会飞. 农业气象学[M]. 北京:气象出版社,2002.
- [6] 李蒙,张明达,朱勇,等. 云南烤烟低温冷害风险区划[J]. 气象科学,2014,34(3):294-298.
- [7] 王宇超. 海拔高度对烤烟生长发育和品质的影响[D]. 长沙:湖南农业大学,2011.
- [8] 王世通,赵志鹏,高致明,等. 海拔对鄂西南烤烟生长发育及产量和品质的影响[J]. 安徽农业科学,2012,40(14):8054-8056.
- [9] 陈怀亮,张永录. 登封县烟草移栽期的确定及预报[J]. 河南气象,1994(3):27-29.
- [10] 陈卫国,李永亮,周冀衡,等. 烤烟品种耐寒性及相关生理指标的研究[J]. 中国烟草科学,2008,29(3):39-42.
- [11] 李蒙,朱勇,张明达,等. 烤烟低温冷害指数构建及其变化特征[J]. 生态学杂志,2013,32(6):1645-1652.
- [12] 李有,董中强,郑敬刚. 地气温差的模拟与地温估算研究[J]. 中国农业气象,2002,22(3):1-4.

(上接第 11 页)

[14] 邵挺,崔凡,范英,等. 土地利用效率、省际差异与异地占补平衡[J]. 经济学,2011,10(3):1087-1107.

[15] 严金明. 简论土地利用结构优化与模型设计[J]. 中国土地科学,2002,16(4):20-25.