

余 艳,伍国勇. 基于灰色关联的安徽省耕地资源利用效率及其影响因素分析[J]. 江苏农业科学,2018,46(3):258-262.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.03.065

基于灰色关联的安徽省耕地资源利用效率影响因素分析

余 艳¹, 伍国勇²

(1. 贵州师范学院经济与政治学院, 贵州贵阳 550018; 2. 贵州大学中国喀斯特地区乡村振兴研究院, 贵州贵阳 550025)

摘要:在四阶段 DEA-Tobit 的基础上,以耕地资源利用效率值为参考序列,以选取的 2015 年安徽省 16 市的耕地资源利用效率影响因素为比较序列,运用灰色关联模型和主成分分析法,分析各耕地资源利用效率影响因素与耕地资源利用效率的关联度和主要因素贡献率。结果表明,各影响因素对耕地资源利用效率的影响顺序为农业劳动人数 > 有效灌溉率 > 年末耕地面积 > 耕地复种指数 > 人均耕地面积 > 主要农作物播种面积 > 农业化肥施用量 > 农药使用量 > 农业机械总动力 > 人均 GDP。主成分分析法中内因占权重最大,贡献率为 62.763%,外因贡献率为 17.797%,全部因素对问题的解释程度为 80.559%。其中内因中的影响顺序为劳动力投入 > 土地投入 > 资本投入,外因中耕地的自然环境影响大于人文经济的环境影响。

关键词:灰色关联;耕地利用效率;影响因素;主要因素;次要因素;安徽省

中图分类号: F323.211 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)03-0258-05

耕地是农业生产的基本要素^[1]。“18 亿亩耕地红线”的目标在研究和修编《全国土地利用总体规划纲要(2006—

收稿日期:2017-06-06

基金项目:2014 年贵州大学重点学科项目(编号:GDZT201401);2015 年贵州省教育厅基地项目(编号:2015JD014);2016 年贵州省科技厅软科学项目;2017 年贵州大学农林经济管理国内一流学科建设项目(编号:GNYL[2017]002)。

作者简介:余 艳(1986—),女,河南固始人,硕士,讲师,研究方向为农业经济理论与政策。E-mail:516850250@qq.com。

酸的报道,本试验利用筛选出的新菌株日本葡萄糖酸杆菌 CGMCC12425 氧化甘油生产甘油酸。通过单因素试验和正交设计试验确定对发酵影响相对较大的因素,然后利用响应面分析法确定发酵培养基的最佳配方为:甘油 140.870 g/L、蛋白胨 9.590 g/L、硫酸锰 0.512 g/L、KH₂PO₄ 0.900 g/L、K₂HPO₄ 0.100 g/L、CaCO₃ 20.000 g/L、pH 值 6.5~7.0,优化后比优化前甘油酸的产量增加 36.52%。

参考文献:

- [1]Habe H,Fukuoka T,Kitamoto D,et al. Biotransformation of glycerol to D-glyceric acid by *Acetobacter tropicalis* [J]. Applied Microbiology and Biotechnology,2009,81(6):1033-1039.
- [2]Habe H,Fukuoka T,Kitamoto D,et al. Biotechnological production of D-glyceric acid and its application[J]. Applied Microbiology and Biotechnology,2009,84(3):445-452.
- [3]Habe H, Shimada Y, Yakushi T, et al. Microbial production of glyceric acid,an organic acid that can be mass produced from glycerol [J]. Applied and Environmental Microbiology, 2009, 75 (24): 7760-7766.
- [4]Sato S, Morita T, Kitamoto D, et al. Change in product selectivity

2020)》首次被提出。这也是我国积极应对未来人口增长、三化发展、耕地减少、粮食短缺的理性发展思路^[2]。目前我国农村耕地也面临着工业污染、肥力消失、政策不利这三大困境,这不仅威胁着我国粮库的安全,也存在着粮食质量安全方面的隐患。因此,用科学的方法分析耕地资源利用效率的影响因素,分清主要因素与次要因素,不仅为耕地资源的合理分配,也为稳定区域经济发展、保障社会稳定提供了方向。

学者在这个领域的研究主要集中在用 DEA-Tobit 两段法评价某地区的耕地效率和分析影响因素,文章虽多,但大多

during the production of glyceric acid from glycerol by *Gluconobacter* strains in the presence of methanol[J]. AMB Express,2013,3(1): 20-26.

- [5]Habe H,Shimada Y,Fukuoka T,et al. Production of glyceric acid by *Gluconobacter* sp. NBRC3259 using raw glycerol [J]. Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry,2009,73(8):1799-1805.
- [6]Habe H,Sato S,Fukuoka T,et al. Effect of glyceric acid calcium salt on the viability of ethanol-dosed gastric cells[J]. Journal of Oleo Science,2011,60(11):585-590.
- [7]Sato S, Morita T, Fukuoka T, et al. Microbial resolution of DL-glyceric acid for L-glyceric acid production with newly isolated bacterial strains[J]. Journal of Bioscience and Bioengineering,2015, 119(5):554-557.
- [8]Habe H,Fukuoka T,Sato S,et al. Synthesis and evaluation of dioleoyl glyceric acids showing antitrypsin activity [J]. Journal of Oleo Science,2011,60(6):327-331.
- [9]刘宇鹏,郑 璞,孙志浩,等. 采用离子排斥色谱法分析发酵液中的琥珀酸等代谢产物[J]. 食品与发酵工业,2006,32(12):119-123.
- [10]方亚坤,靳魁奇,刘宇鹏,等. 离子排斥色谱法分析发酵液中甘油酸等代谢产物[J]. 食品与发酵工业,2015,41(7):171-174.

只是应用在不同的地区。例如,杨朔等用了 DEA-Tobit 两步法研究了陕西省的耕地利用效率,发现 1990—2008 年期间陕西省耕地利用的技术效率和规模效率长期存在波动性;农业机械总动力、有效灌溉率等都对该地区耕地利用效率影响显著^[3]。张霞等用了 DEA-Tobit 两步法研究高家镇耕地利用效率,发现该地区耕地利用效率整体偏低,各村效率存在显著性差异,许多常规指标都对耕地利用效率存在显著影响^[4]。经阳等运用了 DEA-Tobit 两步法及类聚分析法,对 1996—2008 年江西省的耕地利用效率进行分析,发现效率平均值为 0.967,总体水平较高;各条件因素对耕地利用效率的影响存在区别,总体来说,影响指数单位面积机械总动力(耕地复种指数)有效灌溉面积)人均 GDP^[5]。

综上,虽然用经典 DEA 模型讨论不同地区耕地资源利用效率和影响因素的文章数量丰富,可是这些文章大部分关注于效率的度量、测算和改进,仅仅是辅以常规的线性回归模型或 Tobit 回归模型简单分析耕地资源利用效率的影响因素。某系统的因素分析可以用数理中的回归分析、方差分析、主成分分析、相关分析等诸多分析方法,但这类方法有明显的不足之处:首先模型对数据的数量有要求;其次要求样本服从某一种典型概率分布,各因素数据与系统特征数据之间呈线性关系且各因素之间彼此无关;计算量大且有可能得出与定性分析不符的结果。而本研究采用的灰色关联度模型却能够很好地避免以上问题,首先灰色关联度模型属于非函数形式序列模型,对样本数量没有太高要求,序列数据不必符合某种分布,计算相对简单且不会与定性分析的结果大相径庭。灰色关联度模型虽然能很好地排序什么是影响系统的主要因素或次要因素,但只是一个相对的排序结果和符合程度,这也是其不足所在。

本研究在四阶段 DEA-Tobit 法^[6]的基础上,以安徽省 16 个市的耕地资源利用效率值作为参考序列,其他因素为被比较序列,利用灰色关联度模型,得出被比较数列与参考数列的相关程度,最后再用成分分析法对其他因素进行“降维”,减少其他因素之间的相互影响,分析出哪些因素是主要因素,哪些因素是次要因素,以期对安徽省的耕地资源利用效率的影响因素做出更准确客观的评价,为安徽省未来的耕地资源利用和发展、区域经济绿色长远发展提供参考。

1 研究区概况

安徽省地跨长江、淮河南北,是我国“中部崛起”和“长江经济带”的重要组成部分。该地区是暖温带与亚热带的过度地区。全省土地面积 13.94 万 km²,占全国的 1.45%,地形丰富,山区多,平原丘陵少。耕地面积 422 万 hm²,林地 329 万 hm²,水面 105 万 hm²,其中平原、丘陵、山地各占 1/3。安徽省是全国的粮仓和蔬菜基地,各类农产品产量均居全国前列;还是全国五大粮食调出省份之一,为全国的粮食安全保障做出重要贡献。

安徽省近年来发展迅猛,与江苏、上海、浙江共同构成的长江三角洲城市群已经成为国际六大世界级城市群之一。研究显示,安徽省各地市的耕地压力指数均较大,而且在未来还会持续增长,主要矛盾有扩大的人口和减少的耕地面积之间的矛盾,较低的粮食单产和负担国家商品粮基地较高的粮食自给率之间的矛盾^[7]。自改革开放到 2010 年,安徽省耕地面

积减少了约 35.3 万 m²,人均耕地面积由 0.09 hm² 减少到 0.06 hm²。耕地后备资源匮乏、城镇化进行加快都威胁着安徽省耕地和粮食安全保障^[8]。

2 研究方法、变量选择和数据来源

2.1 灰色关联度法

客观世界中存在着大大小小的各类系统,都是由许多因素组成的。这些系统及系统因素之间相互关系非常复杂,容易使人们在认识、分析、预测和决策时得不到充分全面的资讯,从而不容易形成明确的概念。灰色关联度分析的目的就是通过一定的方法理清系统中各因素间的主要关系,找出影响最大的因素,把握矛盾的主要方面。如果两者在系统发展过程中相对变化基本一致,则认为两者关联度大;反之,两者关联度就小。灰色关联度分析是对一个系统发展变化态势的定量描述和比较。

灰色关联度法有 5 步:(1)确定参考序列和比较序列。(2)作原始数据变换。这里的变换可以有很多种方法,如均值化变换、初始值变换、百分比变换等。这些变换是为了消除量纲,转化为可以比较的数值序列。(3)求绝对差序列。(4)计算关联系数。(5)计算关联度。

2.2 变量选取

2.2.1 内生因素的选择 土地资源的投入要素包括资本、技术、劳动,因此农业生产的投入量可以用土地、资本、劳动力的投入数量予以表征^[9]。基于对之前研究成果的分析和数据可量性原则,本研究分别选取年末耕地面积(x_1)来反映耕地资源数量;选取主要农作物播种面积(x_2)反映耕地承载能力,代表土地的投入;用农业劳动人数(x_3)来反映劳动力的投入;用化肥施用量(x_4)、农业机械总动力(x_5)、农药使用量(x_6)来反映资本的投入。

2.2.2 外生环境因素的选择 外生环境变量是一类不受主观控制,但是会对研究问题产生影响的因素。耕地利用作为一项传统的农业活动,它的效率受到社会、经济、环境等各方面的影响。已有的文献中基本上将外界因素分为三大类:第 1 类是土地的自然条件,如耕地质量等级、有效灌溉率、耕地复种指数等;第 2 类与劳动力的自身水平相关,如劳动者的年龄、性别、农民土地退出意愿等;第 3 类与区域经济管理相关,如人均 GDP、区域经济水平、农业补贴等。基于安徽省的实际情况和因素选取可量性原则,本研究选取人均 GDP(x_7)来反映区域经济发展水平、耕地复种指数(x_8)来反映耕地利用程度、有效灌溉率(x_9)来反映农田水利条件、人均耕地面积(x_{10})来反映耕地资源禀赋(表 1)。

2.3 数据来源

本研究所选用的原始数据均取自 2016 年《安徽省统计年鉴》,其中各市(州)的人均 GDP、耕地复种指数、人均耕地面积均由原始数据计算得出。

3 实证分析

3.1 确定参考序列和比较数列

设有参考数列为 x_0 ,被比较数列为 $x_i(i=1,2,\dots,n)$ 。且 $x_0 = \{x_0(1), x_0(2), \dots, x_0(n)\}$, $x_i = \{x_i(1), x_i(2), \dots, x_i(n)\}$, $(i=1,2,\dots,n)$ 。原始数据及矩阵见表 2。其中 x_0 数

表 1 耕地资源利用效率影响因素指标体系

因素	指标	描述
内生因素:土地 劳动力 资本	年末耕地面积($x_1, \times 10^3 \text{ hm}^2$)	反映耕地资源数量
	主要农作物播种面积($x_2, \times 10^3 \text{ hm}^2$)	反映耕地承载能力
	农业劳动人数(x_3 ,人)	反映劳动的投入
	农用作肥施用量(x_4 ,t)	反映资本的投入
	农业机械总动力(x_5 ,万 kW)	反映资本的投入
	农药使用量(x_6 ,t)	反映资本的投入
外生环境因素	人均 GDP(x_7)	反映区域经济水平
	耕地复种指数(x_8)	反映耕地利用程度
	有效灌溉率(x_9)	反映农田水利条件
	人均耕地面积($x_{10}, \times 10^3 \text{ hm}^2$)	反映耕地资源禀赋

表 2 耕地资源利用效率影响因素矩阵

地区	x_0	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}
合肥市	0.802	560.46	754 301	2 587 603	296 858	433.80	5 098	78 864.60	1.35	458.40	0.078
淮北市	0.572	168.08	260 224	736 043	107 352	287.52	3 316	35 121.94	1.55	142.87	0.078
亳州市	0.814	598.98	1 093 708	2 807 411	309 219	866.90	7 824	14 845.42	1.83	459.54	0.094
宿州市	1.000	572.11	1 037 767	2 993 756	333 607	852.52	24 097	19 027.11	1.81	421.99	0.088
蚌埠市	0.705	377.17	638 769	1 699 064	309 982	538.35	6 298	33 294.81	1.69	237.15	0.100
阜阳市	1.000	649.21	1 241 368	5 009 020	383 842	740.81	7 688	12 156.04	1.91	425.08	0.062
淮南市	0.526	341.12	492 178	1 606 341	297 449	426.74	12 708	23 502.96	1.44	283.18	0.089
滁州市	0.720	716.25	888 929	2 012 161	357 045	700.39	5 958	29 076.29	1.24	490.05	0.159
六安市	1.000	521.36	665 573	2 862 860	209 168	539.53	5 874	17 509.69	1.28	428.57	0.090
马鞍山市	0.399	175.04	231 593	790 863	80 470	147.82	3 659	59 750.55	1.32	147.85	0.077
芜湖市	0.507	267.93	377 571	1 429 220	184 847	210.23	2 835	63 861.33	1.41	196.58	0.070
宣城市	0.664	248.41	353 235	1 373 560	132 373	245.99	4 004	34 701.20	1.42	200.66	0.089
铜陵市	0.267	94.03	179 541	699 803	62 553	88.37	2 054	53 488.24	1.91	81.69	0.055
池州市	0.489	138.27	200 346	771 576	60 021	125.37	5 528	33 707.07	1.45	105.68	0.086
安庆市	0.829	379.44	660 336	2 392 741	223 594	295.36	10 796	26 974.00	1.74	269.83	0.072
黄山市	0.415	68.80	127 356	728 143	38 564	81.29	3 311	35 946.92	1.85	51.23	0.047

列是利用四阶段 DEA-Tobit 法计算出的 2015 年安徽省耕地资源利用效率值。设因变量数据构成参考序列,各自变量数据构成比较序列。

3.2 作原始数据变换

一般情况下,原始变量序列具有不同的量纲或数量级,为了保证分析结果的可靠性,需要对变量序列进行无量纲化。常用的无量纲化方法有均值化法、初值化法等。这里采用的是均值化变换,变换公式如下:

$$f[x(k)] = \frac{x(k)}{\bar{x}} = y(k), \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x(k); n = 1, 2, \dots, n。$$

无量纲化后各因素序列形成矩阵(表 3)。

3.3 求绝对差序列

计算第 1 列(参考序列)与其余各列(比较序列)对应的绝对差值,形成如下绝对差值矩阵:

$$\begin{pmatrix} \Delta_{01}(1) & \Delta_{02}(1) & \cdots & \Delta_{0n}(1) \\ \Delta_{01}(2) & \Delta_{02}(2) & \cdots & \Delta_{0n}(2) \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \Delta_{01}(N) & \Delta_{02}(N) & \cdots & \Delta_{0n}(N) \end{pmatrix};$$

$$\Delta_{0i}(k) = |x_0(k) - x_i(k)|; i = 0, 1, \dots, n; k = 1, 2, \dots, N。$$

其中, $\min_k |x_0(k) - x_1(k)| = 0, \max_k |x_0(k) - x_1(k)| = 1.977 87$, 其中 $k = 1, 2, 3, \dots, 10$ 。绝对差值矩阵见表 4。

3.4 计算关联系数

在系统内,以曲线几何形状间差值大小作为关联程度的

衡量尺度,为关联性实质^[10]。公式为

$$\zeta_i(k) = \frac{\min_k \max_k |x_0(k) - x_i(k)| + \lambda \max_k \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}{|x_0(k) - x_i(k)| + \lambda \max_k \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}。$$

式中: λ 为分辨系数,一般在 0~1 之间选取,通常取 0.5。此时取 0.5。

3.5 计算关联度

将各个区域关联系数求平均值, $r_i = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \zeta_i(k)$, 其中, r_i

是曲线 $x_i(k)$ 对参考曲线 $x_0(k)$ 的关联度。关联度结果见表 5。这表示各影响指标对安徽省耕地资源利用效率的影响顺序为农业劳动人数(x_3)>有效灌溉率(x_9)>年末耕地面积(x_1)>耕地复种指数(x_8)>人均耕地面积(x_{10})>主要农作物播种面积(x_2)>农业化肥施用量(x_4)>农药使用量(x_6)>农业机械总动力(x_5)>人均 GDP(x_7)。从对影响因素的分类来看,可以推断出内因中的影响顺序为劳动力投入>土地投入>资本投入,外因中耕地的自然环境影响大于人文经济的环境影响。

从单个影响因素来看,农业劳动人数、有效灌溉面积和年末耕地面积对安徽省 16 市耕地资源利用效率的影响最大,说明作为耕地产出的可控内因——农业劳动人数和土地面积直接影响耕地资源利用效率。安徽省作为外出务工人员的输出大省,农业从业人数和劳动人数的流失都是非常巨大的,留在

表 3 耕地效率影响因素无量纲化处理结果

地区	x_0	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}
合肥市	1.198	1.526	1.311	1.357	1.402	1.055	0.735	2.207	0.855	1.667	0.936
淮北市	0.855	0.458	0.452	0.386	0.507	0.699	0.478	0.983	0.983	0.520	0.936
亳州市	1.216	1.631	1.902	1.473	1.461	2.108	1.127	0.415	1.159	1.671	1.127
宿州市	1.494	1.558	1.804	1.571	1.576	2.073	3.472	0.532	1.152	1.534	1.056
蚌埠市	1.053	1.027	1.111	0.891	1.464	1.309	0.907	0.932	1.075	0.862	1.199
阜阳市	1.494	1.768	2.158	2.628	1.813	1.801	1.108	0.340	1.214	1.546	0.744
淮南市	0.786	0.929	0.856	0.843	1.405	1.038	1.831	0.658	0.916	1.030	1.068
滁州市	1.076	1.950	1.546	1.056	1.687	1.703	0.858	0.814	0.788	1.782	1.907
六安市	1.494	1.420	1.157	1.502	0.988	1.312	0.846	0.490	0.811	1.558	1.080
马鞍山市	0.596	0.477	0.403	0.415	0.380	0.359	0.527	1.672	0.840	0.538	0.924
芜湖市	0.758	0.730	0.656	0.750	0.873	0.511	0.409	1.787	0.895	0.715	0.840
宣城市	0.992	0.676	0.614	0.721	0.625	0.598	0.577	0.971	0.903	0.730	1.068
铜陵市	0.399	0.256	0.312	0.367	0.296	0.215	0.296	1.497	1.212	0.297	0.660
池州市	0.731	0.377	0.348	0.405	0.284	0.305	0.797	0.943	0.920	0.384	1.032
安庆市	1.239	1.033	1.148	1.255	1.056	0.718	1.556	0.755	1.105	0.981	0.864
黄山市	0.620	0.187	0.221	0.382	0.182	0.198	0.477	1.006	1.175	0.186	0.564

表 4 绝对差值矩阵

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}
0.327 7	0.113 2	0.159 2	0.204 1	0.143 6	0.463 7	1.008 4	0.343 8	0.468 5	0.262 7
0.397 0	0.402 2	0.468 5	0.347 5	0.155 6	0.376 8	0.128 1	0.128 1	0.335 1	0.080 9
0.414 6	0.685 3	0.256 6	0.244 6	0.891 5	0.088 9	0.800 8	0.057 0	0.454 7	0.088 7
0.063 6	0.310 2	0.076 4	0.081 9	0.578 6	1.977 9	0.961 7	0.342 5	0.040 3	0.438 6
0.026 4	0.057 2	0.162 0	0.411 0	0.255 5	0.145 9	0.121 7	0.022 1	0.191 0	0.146 1
0.273 5	0.664 2	1.133 6	0.319 2	0.307 0	0.386 4	1.153 9	0.280 3	0.051 6	0.750 4
0.142 9	0.069 8	0.056 8	0.619 3	0.251 6	1.045 1	0.128 3	0.130 2	0.243 8	0.281 6
0.874 4	0.469 8	0.020 2	0.611 0	0.627 1	0.217 3	0.262 2	0.287 9	0.706 1	0.831 3
0.074 6	0.336 9	0.007 7	0.506 0	0.182 3	0.647 7	1.004 1	0.683 4	0.064 2	0.414 6
0.119 6	0.193 5	0.181 3	0.216 0	0.236 7	0.068 9	1.075 7	0.243 7	0.058 5	0.327 4
0.028 0	0.101 0	0.007 7	0.115 7	0.246 4	0.349 0	1.029 4	0.137 0	0.042 7	0.082 1
0.315 7	0.377 9	0.271 5	0.366 7	0.394 0	0.415 2	0.021 1	0.089 3	0.262 4	0.075 4
0.142 9	0.086 8	0.031 8	0.103 4	0.184 1	0.103 0	1.097 7	0.813 0	0.101 9	0.260 8
0.354 1	0.382 3	0.325 8	0.447 1	0.425 8	0.065 9	0.212 5	0.189 3	0.346 3	0.300 9
0.205 5	0.090 5	0.016 6	0.182 3	0.520 5	0.316 9	0.483 8	0.134 0	0.257 5	0.375 0
0.432 7	0.398 6	0.238 1	0.437 9	0.422 4	0.143 0	0.385 8	0.555 0	0.433 8	0.056 3

表 5 耕地资源利用效率影响因素指标关联度排序

指标	关联度
农业劳动人数(x_3)	0.852 4
有效灌溉率(x_9)	0.813 3
年末耕地面积(x_1)	0.809 8
耕地复种指数(x_8)	0.801 9
人均耕地面积(x_{10})	0.789 0
主要农作物播种面积(x_2)	0.787 4
农用化肥施用量(x_4)	0.764 3
农药使用量(x_6)	0.750 6
农业机械总动力(x_5)	0.745 4
人均 GDP(x_7)	0.662 5

农村的人大多为老弱病残,很多家庭选择弃耕良田,他们的劳动力也难以满足现代农业的要求。与此同时,在“三化”的背景下,越来越多的耕地被占用,虽说有“一占一补”的政策指导,可是安徽省的耕地面积还是逐年减少。这 2 个因素极大地影响了安徽省的耕地资源利用效率。

除了内因的直接影响,外因的影响也十分明显。在排名

前 5 的影响因素中,有效灌溉率和耕地复种指数排名第 2 和第 4。有效灌溉率是有效灌溉面积与耕地面积之比,反映了耕地的水利条件;耕地复种指数是农作物总播种面积和耕地面积之比,反映耕地利用程度。这两者对耕地资源利用效率的关联度分别为 0.813 3、0.801 9。提高有效灌溉率和耕地复种指数是有效提高耕地资源利用效率的方法,建设有效的灌溉设施,科学合理地复种农作物,有利于高效集约地利用耕地。

一些硬性资本的投入和相对应区域经济发展,对安徽省耕地资源利用效率的影响不如上述因素大。这可能是因为农用化肥施用量、农药使用量和农业机械总动力虽在一定程度上可以影响耕地资源利用效率,但是随着资本投入越来越多,有可能会出現边际效应递减的情况,而且过量使用合成物势必会造成环境污染。区域经济发展的影响排名最后,在许多文章中,它有可能有正向的作用,也可能有反向的作用,而且系数都非常小,可见区域经济发展对耕地资源利用效率的影响是复杂的,可能随着很多因素的变化而变化。

从表 5 可以看出,各因素都对耕地资源利用效率产生了一定的影响,但他们的重要性是不同的,有主要因素和次要因素之分。耕地资源利用效率并非是某一因素单独起作用。灰色关联度方法虽然可以给各个影响因素排序,但却忽略了各个影响因素之间也具有一定的相关性,从而使各影响因素所

提供的信息在一定程度上有所重叠^[11]。为了能更清晰地分辨出影响安徽省耕地资源利用效率的主要矛盾和次要矛盾,采用主成分分析法对安徽省耕地资源利用效率影响因素进行统计分析,得出对应的相关矩阵及特征值、特征向量、方差贡献率(表 6)。

表 6 特征值、特征向量以及贡献率

成份	特征值	特征向量	贡献率 (%)	累积贡献率 (%)
1	6.276	0.384,0.389,0.347,0.375,0.386,0.246,-0.222,0.039,0.374,0.198	62.763	62.763
2	1.780	-0.149,0.077,0.178,-0.061,0.024,0.244,-0.292,0.693,-0.183,-0.527	17.797	80.559

3.5 主成分分析法

将冗余的数据特征进行降维处理,同时保留数据最重要的一部分特征,使其主要的特征成分最大地保持整个数据信息完整性。运用 SPSS 19 进行主成分分析的结果见表 7。

KMO 检验用于检查变量间的偏相关性,一般大于 0.6 即可。Bartlett 检验用于检验是否是单位阵, P 值小于 0.01 说明制表间并非独立,取值是有关系的,可以进行因子分析(表 7)。

表 7 KMO 检验和 Bartlett 检验

KMO 检验	Bartlett 球形度检验		
	近似卡方	df	P 值
0.631	210.924	45	0.00

2 个标准化样本主成分为
 $y_1 = 0.384x_1^* + 0.389x_2^* + 0.347x_3^* + 0.375x_4^* + 0.386x_5^* + 0.246x_6^* - 0.222x_7^* + 0.039x_8^* + 0.374x_9^* + 0.198x_{10}^* ;$
 $y_2 = -0.149x_1^* + 0.077x_2^* + 0.178x_3^* - 0.061x_4^* + 0.024x_5^* + 0.244x_6^* - 0.292x_7^* + 0.693x_8^* - 0.183x_9^* - 0.527x_{10}^* 。$

主成分分析法把影响安徽省耕地资源利用效率的分为两大成分,这两大成分对安徽省耕地资源利用效率的解释率可以达到 80.559%。分析上述 2 个表达式发现,年末耕地面积(x_1)、主要农作物播种面积(x_2)、农业劳动人数(x_3)、农用化肥施用量(x_4)、农业机械总动力(x_5)、有效灌溉率(x_9)在第一成分上有较高负载,基本反映的是传统的土地、劳动力和资本的投入;农药使用量(x_6)、人均 GDP(x_7)、耕地复种指数(x_8)、人均耕地面积(x_{10})在第二成分上有较高负载,特别是耕地复种指数,反映了个人行为和社会方面的因素对耕地资源利用效率的影响。

4 结论

本研究在四阶段 DEA-Tobit 的基础上,以耕地资源利用效率值为参考序列,以选取的 10 项 2015 年安徽省 16 市的耕地资源利用效率影响因素为比较序列,运用灰色关联度模型和主成分分析法,分析各耕地资源利用效率影响因素与耕地资源利用效率的关联度和主要因素贡献率。研究结果表明:(1)各影响因素对耕地资源利用效率的影响顺序为农业劳动人数>有效灌溉率>年末耕地面积>耕地复种指数>人均耕地面积>主要农作物播种面积>农业化肥施用量>农药使用量>农业机械总动力>人均 GDP。其中,内因中的影响顺序为劳动力投入>土地投入>资本投入,外因中耕地的自然环

境影响大于人文经济的环境影响。(2)主成分分析法中第一成分内因占权重最大,贡献率为 62.763%,第二成分外因贡献率为 17.797%,全部因素对问题的解释程度为 80.559%,表明传统的土地、劳动力和资本的投入仍是影响耕地资源利用效率的关键,提高有效灌溉率和耕地复种指数是有效提高耕地资源利用效率的方法。

本研究采用灰色关联度的方法分析耕地资源利用效率影响因素,在领域中比较新颖,有一定的指导意义,但仍存在一定的缺陷。首先,基于四阶段 DEA-Tobit 耕地资源利用效率值就存在一定的误差,使得影响因素的评价结果也只是相对结果;其次,受数据可获得性制约,影响因素的评价指标体系并不完善,对问题的解释度也只达到 80.559%。对此将会在今后的研究中做出改进。

参考文献:

[1]Costanza R,D'Arge R,Groot R D,et al. The value of the world's ecosystem services and nature capital[J]. Nature,1997,25(1):3-15.
[2]李爱华.“18 亿亩耕地红线”的生态困境[J]. 中国国情国力,2013(3):41-42.
[3]杨 朔,李世平. 基于 DEA-Tobit 两步法的耕地利用效率研究——以陕西省为例[C]//2010 年中国土地学会学术年会论文集. 北京:中国土地学会,2010:9.
[4]张 霞,刘秀华,刘 勇. 基于 DEA 的高家镇耕地利用效率及其影响因素研究[J]. 西南师范大学学报(自然科学版),2012,37(3):72-77.
[5]经 阳,叶长盛. 基于 DEA 的江西省耕地利用效率及影响因素分析[J]. 水土保持研究,2015,22(1):257-261.
[6]廖成泉,胡银根,章晓曼. 基于四阶段 DEA-Tobit 的湖北省耕地资源利用效率及其影响因素研究[J]. 农业现代化研究,2015(5):876-882.
[7]陈 薇,张 跃. 安徽省耕地压力分析及趋势预测[J]. 干旱区地理,2010,33(5):831-836.
[8]包雄峰,许庆伟,吴 虹. 安徽省近十年耕地压力指数时空分布研究[J]. 农业与技术,2016,36(8):150,154.
[9]张 宁,陆文聪. 中国农村劳动力素质对农业效率影响的实证分析[J]. 农业技术经济,2006(2):74-80.
[10]王树涛,李新旺,门明新,等. 基于改进灰色关联度法的河北省粮食波动影响因素研究[J]. 中国农业科学,2011,44(1):176-184.
[11]何建宁,朱霄雪. 人口老龄化影响因素的灰色关联度分析[J]. 税务与经济,2010(6):29-33.