

粮食主产区农业旱涝防灾效率及其分解

刘 涛

(河南理工大学 安全与应急管理研究中心/应急管理学院,河南 焦作 454003)



摘 要 通过构建农业旱涝防灾效率评估体系,运用超效率 SBM 模型对 2009—2013 年粮食主产区的农业旱涝防灾效率进行实证分析。结果表明,粮食主产区农业旱涝防灾效率平均水平为 0.586,农业旱涝防灾效率总体水平较低,农业旱涝防灾资源利用不充分;粮食主产区农业旱涝防灾纯技术效率总体保持较高水平,且呈现增长趋势,农业旱涝防灾资源的管理水平较高;粮食主产区农业旱涝防灾规模效率较低,且增长幅度较小。适应经济新常态,今后粮食主产区需要转变农业旱涝防灾资源的利用方式,努力实现农业旱涝灾害的粗放式防灾向集约式防灾的转变,提高农业旱涝防灾效率。

关键词 粮食主产区;旱涝灾害;防灾效率;超效率 SBM 模型

中图分类号:F 321 **文献标识码:**A **文章编号:**1008-3456(2016)02-0053-06

DOI 编码:10.13300/j.cnki.hnwkxb.2016.02.008

旱涝灾害一直是影响我国农业生产的主要灾种。据统计,自新中国成立以来,对农业生产影响最大的自然灾害首先是旱灾,其次是水灾,水旱灾害造成的粮食损失占我国粮食生产总损失的 80% 以上^[1]。有效开展农业旱涝防灾成为保障我国粮食安全、稳固农业发展的必要之策。

理论界广泛开展了旱涝灾害的防灾研究,归纳起来主要集中于两个方面:一是关于农业旱涝灾害时空特征分布以及变化趋势的研究。刘亚彬等通过信息扩散理论评估了我国粮食主产区水旱灾害的风险及其空间分布特征^[2],康蕾等根据作物干旱综合指数运算分析了我国五大粮食主产区的农业干旱态势^[3]。二是关于农田水利、农业保险等旱涝防灾措施建设的研究。例如唐文进等利用水利社会核算矩阵乘数模型发现,农田水利投资对防范自然灾害、增加农业产出具有巨大的拉动效应^[4]。叶明华等根据粮食主产区的水旱灾害,将 12 个主要产粮地区划分为 4 个农业风险区,并提出农业再保险及协调优化策略^[5]。

以上研究探讨了农业旱涝灾害的防灾问题及策略应对,但是并未考虑农业旱涝灾害防灾措施的效率问题。特别是在步入新常态的经济新时期,实现农业旱涝灾害的粗放式防灾向集约式防灾转变成为题中之义,因而提高农业旱涝灾害防灾资源的利用效率,成为加强农业旱涝灾害防灾体系建设的新方向。本文借助超效率 SBM 模型,综合评价我国粮食主产区的农业旱涝防灾效率,识别农业旱涝防灾效率的发展状况,分析区域间的发展差异,为制定有效的农业旱涝防灾政策提供参考。

一、农业旱涝防灾效率评估框架

1. 超效率 SBM 模型

数据包络分析方法(即 DEA)是一种基于同等程度上决策单元(即 DMU)相对效率比较的非参数效率分析方法^[6]。DEA 方法不需要对决策单元的生产函数进行明确界定,避免参数的主观赋值,同

收稿日期:2015-10-16

基金项目:教育部人文社会科学研究青年基金项目“要素稀缺视域下农业防灾减灾投入产出效率及结构优化策略研究”(13YJCZH106);河南理工大学博士基金项目“我国自然灾害救助应急预案的综合评估研究”(B2012-037)。

作者简介:刘 涛(1983-),男,副教授,博士;研究方向:农业技术经济。

时对可比较的单元进行相对效率排序,使得评估更加具有客观参照性。DEA 模型现阶段已经发展了近 160 种,传统的 CCR 或 BCC 模型在评估过程中可能会出现多个有效单元,这对于效率评估和对比有一定局限性。超效率 SBM 模型^[7]不仅解决了多个有效单元的排序问题,同时也将松弛变量考虑在内,对于进一步分析投入产出要素有更好的参考价值。因此,本文选取超效率 SBM 模型进行评估。超效率 SBM 模型是 2002 年 Kaoru Tone 在基于投入松弛测度的 SBM 模型^[8]基础之上提出的。

假设有 m 种投入要素, s 种产出要素,建立一个线性规划方程:

$$\min \rho_{SE} = \frac{1 + \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m s_i^- / x_{ik}}{1 - \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s s_r^+ / y_{rk}} \quad (1)$$

$$s. t. \quad \sum_{j=1, j \neq k}^n x_{ij} \lambda_j - s_i^- \leq x_{ik} \quad (2)$$

$$\sum_{j=1, j \neq k}^n y_{rj} \lambda_j + s_r^+ \geq y_{rk} \quad (3)$$

$$\lambda, s^-, s^+ \geq 0 \quad (4)$$

其中, $i=1, 2, \dots, m; r=1, 2, \dots, s; j=1, 2, \dots, n (j \neq k)$; ρ 为效率值; λ 为包络乘数; x_k 和 y_k 分别是 DMU_k 的投入向量和产出向量, x_i 和 y_r 分别是第 i 种投入要素和第 k 种产出要素, s_i^- 为松弛投入, s_r^+ 为松弛产出。对于待评价单元 DMU_k, ρ 为超效率值,可大于 1。

2. 评估指标

农业的旱涝防灾效率是指为了应对农业旱涝灾害而投入的一定基础设施和设备,所能应对旱涝灾害、减少一定损失,它反映了农业旱涝防灾资源的投入产出关系。投入的资本越少,挽回的灾害损失越多,农业旱涝防灾效率越高。因此,农业旱涝防灾效率揭示了农业生产中的旱涝防灾资源配置结构,是农业旱涝防灾能力水平的体现;效率越高,表明投入结构越合理,资源综合利用水平越高,农业旱涝防灾能力越好。

充分考虑评估指标的有效性、可行性与易获得性,本文构建了 4 个投入——2 个产出的农业旱涝防灾效率评估指标体系,其中 4 个投入指标为农用水泵(台)、农用排灌动力机械(台)(用柴油机和电动机数量总和表示)、节水灌溉类机械(套)和水库库容量(亿立方米);2 个产出指标为受旱灾未绝收面积和受涝灾未绝收面积(分别用农作物播种面积减去旱灾成灾面积和涝灾成灾面积)。

3. 数据来源及说明

粮食主产区是我国粮食生产的主要聚集地,其地理、土壤、气候、技术等条件适合种植粮食作物。根据 2004 年《中共中央国务院关于促进农民增收若干政策意见》的 1 号文件中指出的,以播种面积、粮食产量和提供的商品粮数量为依据,基于中国行政区划,将河北、内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江、江苏、安徽、江西、山东、河南、湖北、湖南、四川 13 个省(区)确定为粮食主产区。同时,基于省域间的相似性及其联系,粮食主产区的 13 个省(市)又可以继续划分为东北粮食产区(包括黑龙江、吉林、辽宁和内蒙古)、华北粮食产区(包括河北、河南和山东)、长江中下游粮食产区(包括四川、湖北、湖南和江西)及江淮粮食产区(包括安徽和江苏)。因此,本文的评估对象以此为标准。

原始数据来源于 2010—2014 年《中国统计年鉴》《中国农村统计年鉴》,评估的时间区间为 2009—2013 年,共 5 年。

二、粮食主产区农业旱涝防灾效率实证分析

基于粮食主产区农业旱涝防灾的投入产出数据,利用 Maxdea6.6 专业版软件,从投入导向(调整)角度出发,运用超效率 SBM 模型,测算出 2009—2013 年粮食主产区及其分区域农业旱涝防灾效率及其分解,具体结果如表 1。

表 1 2009—2013 年粮食主产区农业旱涝防灾效率及其分解

地区	DMU	2009 年			2010 年			2011 年			2012 年			2013 年		
		CRS	VRS	SE												
东北粮食产区	黑龙江	1.469	1.669	0.880	1.674	2.885	0.580	1.640	2.980	0.550	1.771	2.897	0.611	1.554	2.013	0.772
	吉林	0.277	0.726	0.381	0.339	0.824	0.411	0.360	1.009	0.357	0.374	1.015	0.368	0.451	1.002	0.450
	辽宁	0.103	0.330	0.312	0.112	0.356	0.314	0.126	0.370	0.340	0.135	0.380	0.356	0.172	0.377	0.456
	内蒙古	0.455	1.046	0.435	0.482	1.067	0.451	0.507	1.056	0.480	0.501	1.058	0.473	1.041	1.239	0.840
	均值	0.576	0.943	0.502	0.652	1.283	0.439	0.658	1.354	0.432	0.695	1.338	0.452	0.805	1.158	0.629
华北粮食产区	河北	0.411	1.014	0.406	0.396	1.018	0.389	0.394	1.024	0.385	0.397	1.022	0.388	0.491	0.518	0.948
	河南	0.363	1.897	0.191	0.312	1.000	0.312	0.310	1.000	0.310	0.316	1.000	0.316	0.426	1.655	0.257
	山东	0.276	0.311	0.886	0.239	0.275	0.871	0.249	0.281	0.883	0.264	0.294	0.897	0.243	0.492	0.494
	均值	0.350	1.074	0.494	0.316	0.764	0.524	0.318	0.768	0.526	0.326	0.772	0.534	0.387	0.888	0.566
	四川	1.097	1.109	0.989	1.095	1.193	0.918	1.026	1.113	0.921	1.038	1.116	0.930	1.100	1.128	0.975
长江中下游粮食产区	湖北	0.394	0.536	0.735	0.359	0.555	0.646	0.349	0.569	0.613	0.283	0.454	0.623	0.246	0.353	0.696
	湖南	1.292	1.388	0.931	1.242	1.367	0.909	1.420	1.532	0.926	1.296	1.387	0.935	1.043	1.117	0.934
	江西	0.268	0.524	0.511	0.209	0.518	0.403	0.194	0.451	0.431	0.193	0.435	0.444	0.354	0.606	0.585
	均值	0.763	0.889	0.792	0.726	0.908	0.719	0.747	0.916	0.723	0.702	0.848	0.733	0.686	0.801	0.798
	安徽	0.279	0.299	0.935	0.226	0.292	0.772	0.241	0.323	0.749	0.238	0.331	0.721	0.309	0.319	0.970
江淮粮食产区	江苏	0.562	0.724	0.777	0.521	0.788	0.661	0.489	0.787	0.621	0.471	0.755	0.624	1.639	1.747	0.938
	均值	0.421	0.512	0.856	0.374	0.54	0.717	0.365	0.555	0.685	0.355	0.543	0.673	0.974	1.033	0.954
	粮食主产区	0.557	0.890	0.644	0.554	0.933	0.588	0.562	0.961	0.582	0.560	0.934	0.591	0.698	0.967	0.716

注:CRS=综合技术效率,VRS=纯技术效率值,SE=规模效率。

表 2 2009—2013 年粮食主产区农业旱涝防灾效率及其分解效率的分布

效率值	综合技术效率						纯技术效率						规模效率					
	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	均值	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	均值	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	
≥1.0	23.1	23.1	23.1	23.1	23.1	23.1	38.5	46.2	46.2	53.8	53.8	53.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
[0.5,1.0)	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	0.0	30.7	30.7	15.4	7.7	15.4	61.5	53.8	53.8	53.8	53.8	
[0.0,0.5)	69.2	69.2	69.2	69.2	69.2	69.2	61.5	23.1	23.1	30.8	38.5	30.8	38.5	46.2	46.2	46.2	46.2	

注:CRS=综合技术效率,VRS=纯技术效率值,SE=规模效率。

1. 综合技术效率分析

(1)粮食主产区农业旱涝防灾效率总体水平较低,但呈现上升趋势。2009—2013年间粮食主产区农业旱涝防灾效率平均水平为0.586,距离有效前沿面较远,表明农业旱涝防灾效率较差,投入产出不合理现象严重。但是从变化趋势来看,粮食主产区农业旱涝防灾效率呈现出缓慢上升趋势,粮食主产区平均综合技术效率值从2009年的0.557上升至2013年0.698。粮食主产区平均综合技术效率值达到有效前沿面的省份占比从2009年的23.1%上升至2013年的38.5%,小于0.5的省份占比从2009年的69.2%下降至2013年的61.5%。这些都表明粮食主产区农业旱涝防灾资源的利用效率有较大改进。

(2)不同粮食主产区农业旱涝防灾效率差异明显,但差异出现年际递减趋势。从总体均值来看,2009—2013年5年间粮食主产区农业旱涝防灾效率从高到低依次是长江中下游粮食产区、东北粮食产区、江淮粮食产区和华北粮食产区,其效率值分别为0.725、0.677、0.498和0.339。效率最低的华北粮食产区仅为效率最高的长江中下游粮食产区的46.8%,可见粮食主产区不同分区的农业旱涝防灾效率差异明显。但是从年际变化上看,粮食主产区不同分区的农业旱涝防灾效率呈现出不同的演化趋势。长江中下游粮食产区农业旱涝防灾效率趋于下降,而其他三大粮食产区分区却不断上升,四大分区间的差距在变小。2009年粮食主产区农业旱涝防灾效率从高到低依次是长江中下游粮食产区、东北粮食产区、江淮粮食产区和华北粮食产区,2010年后长江中下游粮食产区农业旱涝防灾效率不断下降,到2013年下降为0.686,东北粮食产区、江淮粮食产区和华北粮食产区不断上升,2013年分别上升为0.805、0.974和0.387。空间格局关系也被打破,2013年农业旱涝防灾效率从高到低依次演化为江淮粮食产区、东北粮食产区、长江中下游粮食产区和华北粮食产区,而且粮食主产区不同分区的农业旱涝防灾效率差异出现年际递减趋势。

从各省区来看,2009—2013年13个粮食主产区中农业旱涝防灾效率最高的是黑龙江(1.622),最低的是辽宁(0.130),前者是后者的12倍。从各年份来看,除了湖北、湖南等个别省份农业旱涝防灾效率出现逐年下降之外,其他省份都逐年上升,2013年效率值最高的江苏省(1.639)是效率值最低的辽宁省(0.172)的9倍,不同粮食主产区农业旱涝防灾效率的差异在缩小。

2. 纯技术效率分析

(1)粮食主产区农业旱涝防灾纯技术效率虽出现上下波动,但总体保持较高水平,且呈现增长趋势。从总体均值来看,2009年粮食主产区农业旱涝防灾纯技术效率值为0.890,2010和2011年持续上升至0.961,2012年稍微下降至0.934,到2013年又上升到0.967,5年平均水平为0.937。农业旱涝防灾纯技术效率虽然上下波动,但总体保持在0.9,效率值较高,这表明现阶段粮食主产区农业旱涝防灾资源配置较好,资源管理水平高。从纯技术效率有效单元来看,2009年、2010年有效单元个数为6个,2011年以后则保持每年7个地区。从纯技术效率值的分布来看,处于中等水平的粮食主产区数量从2009年的30.7%下降至2013年的15.4%,介于0.0~0.5之间的粮食主产区数量有所上升,但是小于1.0的粮食主产区数量总体上在缩小,大于等于1.0的比重从2009年的46.2%上升到53.8%。可见,粮食主产区农业旱涝防灾纯技术效率水平趋于提高,农业旱涝防灾的管理水平不断提升。

(2)粮食主产区四大分区纯技术效率波动变化特征各异。东北粮食产区先增后降,纯技术效率值较高,从2009年的0.943上升至2011年的高峰1.354,最后在2013年回落至1.158,平均水平在1.215,纯技术效率基本保持在1.0左右;华北粮食产区先降后增,从2009年的1.074降至2010年的最低点0.764,之后缓慢增长最后至2013年的0.888,效率值保持在0.8左右;长江中下游产区纯技术效率发展较平稳,基本在0.8~0.9之间;江淮产区平稳突增,前4年效率值基本保持在0.5,在2013年突增至1.033。

3. 规模效率分析

(1)粮食主产区农业旱涝防灾规模效率较低,且增长幅度较小,有很大的提升空间。从总体均值来看,粮食主产区农业旱涝防灾规模效率从2009年的0.644降至2011年的0.582,最后又上升到

2013 年的 0.716, 总体上涨 0.072, 5 年平均水平在 0.624。同时, 5 年内所有地区规模效率值均未达到 1.0, 全部处于规模效率无效状态。从 DEA 效率分布表中能够看出, 处于 0.5~1.0 水平的地区基本上在 50% 以上, 中等水平与较低水平地区数量相当, 可见, 粮食主产区农业旱涝防灾规模效率总体较低。

(2) 粮食主产区农业旱涝防灾规模效率总体呈现“南高北低”的空间格局。5 年时间内, 规模效率总体态势从高到低依次是江淮产区(5 年均值为 0.777)、长江中下游产区(0.753)、华北产区(0.529)、东北产区(0.491)。规模效率值最高的省份逐年依次是四川、湖南、四川, 而 5 年最低省份则均为河南省, 最高地区比最低地区规模效率值高出近 2 倍左右。

4. 规模报酬变动分析

表 3 显示了 2009—2013 年各粮食主产区农业旱涝防灾的规模报酬变动情况, 其呈现出以下特点:

(1) 粮食主产区近 70% 以上的省份处于规模报酬递增阶段。2009 年除了黑龙江、河南和山东 3 省, 其余 10 个粮食主产区农业旱涝防灾的规模报酬变化均处于递增阶段, 占有粮食主产区的 76.9%, 2010—2012 年山东省农业旱涝防灾的规模报酬变化由递减转变为递增, 递增的粮食主产区占比增长到 84.6%, 2013 年山东省和江苏省农业旱涝防灾的规模报酬变化由递增转变为递减, 递增的粮食主产区占比有所下降, 变为 69.2%, 总之, 近几年大多数粮食主产区农业旱涝防灾处于规模报酬递增阶段, 表明现有的防灾投入规模和力度尚不能满足需求, 增加投入力度能够带来更好的防灾产出效益。因此, 增加投入规模将是这些粮食主产区农业旱涝防灾工作的基本方向。

(2) 处于规模递减阶段的省份主要有黑龙江、河南、山东、江苏。黑龙江和河南农业旱涝防灾的规模报酬变化连续 5 年均处于规模报酬递减阶段, 山东省在 2009 年处于递减阶段, 2010—2012 年变为递增, 2013 年又转变为递减。江苏省在 2009—2012 年皆处于递增阶段, 2013 年变为递减。对于处于递减阶段的粮食主产区来说, 增加农业旱涝防灾资源的投入规模并不会带来更好的产出收益, 反而会造成资源的浪费。因此, 对于这些省份, 实现技术创新、管理创新是未来农业旱涝防灾工作的重要方向。

表 3 2009—2013 年粮食主产区农业旱涝防灾的规模报酬变化

地区	DMU	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年
东北粮食产区	黑龙江	递减	递减	递减	递减	递减
	吉林	递增	递增	递增	递增	递增
	辽宁	递增	递增	递增	递增	递增
	内蒙古	递增	递增	递增	递增	递增
华北粮食产区	河北	递增	递增	递增	递增	递增
	河南	递减	递减	递减	递减	递减
长江中下游粮食产区	山东	递减	递增	递增	递增	递减
	四川	递增	递增	递增	递增	递增
	湖北	递增	递增	递增	递增	递增
	湖南	递增	递增	递增	递增	递增
江淮粮食产区	江西	递增	递增	递增	递增	递增
	安徽	递增	递增	递增	递增	递增
	江苏	递增	递增	递增	递增	递减

三、结论及建议

本文运用超效率 SBM 模型对 2009—2013 年粮食主产区农业旱涝防灾效率进行了实证分析, 得出以下结论: 一是粮食主产区农业旱涝防灾效率总体水平较低, 但呈现上升趋势。不同粮食主产区农业旱涝防灾效率差异明显, 但差异出现年际递减趋势; 二是粮食主产区农业旱涝防灾纯技术效率虽出现上下波动, 但总体保持较高水平, 且呈现增长趋势。粮食主产区四大分区纯技术效率波动变化特征各异; 三是粮食主产区农业旱涝防灾规模效率较低, 且增长幅度较小, 有很大的提升空间。粮食主产

区农业旱涝防灾规模效率总体呈现“南高北低”的空间格局。粮食主产区近 70% 以上的省份处于规模报酬递增阶段。处于规模递减阶段的省份主要有黑龙江、河南、山东、江苏。

基于以上结论,本文认为,粮食主产区农业旱涝防灾资源的利用效率较低,农业旱涝防灾资源利用方式呈现粗放式特点。适应农业现代化的需要及经济新常态的特点,今后粮食主产区需要转变农业旱涝防灾资源的利用方式,提高农业旱涝防灾效率。

(1)改变传统农业旱涝防灾观念,实现投入规模与投入质量的同步发展。逐步转变农业旱涝防灾中“重防灾资源的投入规模,轻防灾资源管理”的传统观念,明确认识到农业旱涝防灾体系的建设,不能仅仅依靠增加投入规模,更应该注重投入的质量及投入结构的合理化。今后农业旱涝防灾工作中,在实现防灾投入规模和力度提升的同时,注重优化投入结构,从而提升农业旱涝防灾效率,努力实现农业旱涝灾害的粗放式防灾向集约式防灾的转变。

(2)注重地区发展差异,实现区域间特色发展。农业旱涝防灾效率空间差异以及规模报酬变动特点均表明,不同地区间农业旱涝防灾发展水平和特点差异明显,这就要求我国在发展农业生产、推进农业旱涝防灾体系建设时,明确不同区域间的发展差异,差异化地开展农业旱涝防灾工作^[9]。农业旱涝防灾处于规模报酬递减的区域(黑龙江、河南、山东、江苏),要放缓防灾资源的投入力度,注重投入质量和投入结构的调整与优化。而对于处于规模报酬递增阶段的其他粮食主产区来说,现阶段加大投入规模和力度,可以明显提升农业旱涝防灾效率。

参 考 文 献

- [1] 刘玲,沙奕卓,白月明. 中国主要农业气象灾害区域分布与减灾对策[J]. 自然灾害学报,2003(2):92-97.
- [2] 刘亚彬,刘黎明,许迪,等. 基于信息扩散理论的中国粮食主产区水旱灾害风险评估[J]. 农业工程学报,2010(8):1-7.
- [3] 康蕾,张红旗. 我国五大粮食主产区农业干旱态势综合研究[J]. 中国生态农业学报,2014(8):928-937.
- [4] 唐文进,徐晓伟,许桂华. 大规模水利投资对中国经济的拉动效应——基于水利社会核算矩阵的分析[J]. 当代财经,2011(11):20-29.
- [5] 叶明华,胡庆康. 农业风险的区域相关性与农业保险的协调优化——以 1978-2009 年粮食主产区水旱灾害为例[J]. 江西财经大学学报,2012(5):50-57.
- [6] 侯翔,马占新,赵春英. 数据包络分析模型评述与分类[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版),2010(5):583-593.
- [7] TONE K. A slacks-based measure of super-efficiency in data envelopment analysis [J]. European Journal of Operational Research,2002,143(1):32-41.
- [8] TONE K. A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis[J]. European Journal of Operational Research,2001,130(3):498-509.
- [9] 刘涛. 农业防灾减灾投入产出效率及结构优化策略[J]. 华南农业大学学报(社会科学版),2015(3):13-21.

(责任编辑:金会平)