

国家级农业科技园核心区土地利用效率分析

徐晨清 杨学军* 祝华军

(同济大学 新农村发展研究院,上海 201800)

摘要 采用数据包络分析方法,搜集整理数据较完整的 28 个国家级农业科技园,测算其总效率、技术效率和规模效率。结果表明,综合技术有效和综合技术无效的农业科技园均约各占一半,技术无效的农业科技园的核心区土地面积基本大于 1 000 hm²,而技术有效的农业科技园的核心区土地面积较多分布在 400~700 hm²。建议将 500~1 000 hm² 作为我国农业科技园的核心区适宜规模,并增加农业科技园的科研投入。

关键词 农业科技园;数据包络分析(DEA);土地利用效率

中图分类号 F 301.2

文章编号 1007-4333(2016)12-0108-06

文献标志码 A

Efficiency analysis of land use in national agricultural science and technology park

XU Chen-qing, YANG Xue-jun^{1*}, ZHU Hua-jun

(New Rural Development Research Institute, Tongji University, Shanghai 201800, China)

Abstract National agricultural science and technology parks play an important role in the construction of agricultural modernization. However, the efficiency of each park's land utilization is different. To obtain the overall efficiency, technical efficiency and scale efficiency of the national agricultural science and technology park, the integrated data of 28 national agricultural science and technology parks were collected and evaluated by using DEA method. The result shows that the proportions of the effective and ineffective comprehensive technique are the same. The core land area of the ineffective of agricultural science and technology park is substantially larger than 1 000 hm², and the area of effective technology is about 400 - 700 hm². In conclusion, the proper core area of national agricultural science and technology park is 500 - 1 000 hm² and the agricultural science and technology park's science research investment should be enhanced.

Keywords agricultural science and technology park; data envelopment analysis (DEA); land use

农业科技园实现了现代科学技术和农业产业的高效结合,它具有新设施、新品种、新技术和新机制 4 个方面的特点^[1]。在近 20 年的发展历程中,理论界和政府管理部门在农业科技园的性质、类型、功能定位、组织形式、运行机制等领域取得了重大进展^[2-4]。但是,在当前发展建设的过程中,尤其是在土地利用方面,尚存在一些亟待解决的问题,如土地利用布局不合理,结构比例失调,规模无序扩张等^[5],部分农业科技园土地资源浪费严重。土地是农业科技园进行生产的最基本的生产资料,本

研究通过 DEA 方法分析农业科技园的土地利用效率,旨在为评价农业科技园土地集约利用程度提供一定的科学依据。

1 研究方法与模型概述

1.1 研究方法

数据包络分析(简称 DEA),是使用数学规划模型评价具有多个输入、多个输出的“部门”或“单元”(称为决策单元,简记 DMU)间的相对有效性(DEA 有效)的一种分析方法^[6]。DEA 方法的基本思想

收稿日期:2016-01-28

第一作者:徐晨清,硕士研究生,E-mail:chriseipaul@163.com

通讯作者:杨学军,副教授,主要从事城市生态、城市园林绿化研究,E-mail:espi@tongji.edu.cn

是：通过对投入和产出数据的综合分析，确定有效生产前沿面，并根据决策单元(DMU)与有效生产前沿面的距离状况确定各决策单元(DMU)是否为 DEA 有效。DEA 是相对效率评价的方法，针对所选择的若干决策单元，能确定出至少一个决策单元是 DEA 有效的，赋予其效率值为 1，而前沿面就是这些 DEA 有效单元所构成的曲面。

1.2 CCR 模型

假定有 n 个农业科技园，每个农业科技园都有 m 个输入变量和 s 个输出变量。 X_{ik} 表示第 k 个农业科技园的第 i 个输入变量， Y_{jk} 表示第 k 个农业科技园的第 j 个输出变量， V_{jk} ， U_{ik} 分别是第 k 个农业科技园的第 j 个输出变量和第 i 个输入变量所占权重。则第 k 个农业科技园的相对效率 E_k 的计算公式为：

$$E_k = \frac{\sum_{j=1}^s V_{jk} Y_{jk}}{\sum_{i=1}^m U_{ik} X_{ik}}$$

最终可转化为下述模型：

$$\begin{aligned} & \min \theta \\ \text{s. t. } & \begin{cases} \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j + s^- = \theta X_0 \\ \sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j - s^+ = Y_0 \\ \lambda_j \geq 0, k = 1, 2, \dots, n; s^+ \geq 0, s^- \geq 0. \end{cases} \end{aligned}$$

式中： θ 为农业科技园的效率，即投入相对于产出的有效利用程度。 θ 反映了农业科技园资源配置的合理程度， θ 越大表明资源配置越合理。

S^- 和 S^+ 分别为输入输出松弛向量， $S^- = (S_1^-, S_2^-, \dots, S_m^-)^T$ ， $S^+ = (S_1^+, S_2^+, \dots, S_p^+)^T$ 。若 $\theta=1$ ，但至少有个别 $S_i^- > 0 (i \in \{1, 2, \dots, m\})$ 或者 $S_j^+ > 0 (j \in \{1, 2, \dots, p\})$ ，其经济意义是：决策单元 DMU_i 不是同时技术有效和规模有效。某个 $S_i^- > 0$ ，表示第 i 种投入有 S_i^- 没有充分利用；某个 $S_j^+ > 0$ ，表示第 j 种产出与最大值还有 S_j^+ 的不足。

1.3 DEA 模型变量的经济学含义

1) 若 $\theta=1$ ，且 $S^- = 0, S^+ = 0$ ，则 DMU_k (第 k 个农业科技园) 为 DEA 有效，即在这 n 个农业科技园组成的系统中，第 k 个农业科技园在原投入 X 基础上所获得的产出 Y 已达到最优，其生产活动同时为技术有效和规模有效。

2) 若 $\theta=1$ ，但 S^- 或 S^+ 至少有一个大于零，则

DMU_k 为弱 DEA 有效， DMU_k 不是同时技术有效和规模有效。即在这 n 个农业科技园组成的系统中，第 k 个农业科技园对于投入 X 可减少 S^- 而保持原产出 Y 不变，或在投入 X 不变的情况下可将产出提高 S^+ 。

3) 若 $\theta < 1$ ，则称 DMU_k 为 DEA 无效，即在这 n 个决策单元组成的系统中，第 k 个农业科技园可通过组合将投入降至原投入 X 的 θ 比例而保持原产出 Y 不减^[7]。

2 决策单元(DMU)的选取及投入、产出指标选择

2.1 决策单元(DMU)的选取

截止 2015 年 3 月份，科技部批准设立了六批共 158 家国家级农业科技园，遍布我国 31 个省级行政区。由于现阶段农业科技园尚未纳入国家统计局系统，相对权威的数据资料来自于科技部中国农村技术开发中心，这些数据是由科技园区填报的，部分科技园区尚在筹建阶段，缺项较多。本研究从 2013 年国家级农业科技园的基础数据中，基于数据的合理性与完整性，筛选出 28 个园区进行分析。

需要强调的是，经计算 DEA 有效的决策单元，只是在这若干个决策单元中的一个资源利用相对有效率的单元。因此，所选择的决策单元样本(即 28 个农业科技园)，决定了效率的空间，DEA 只是将其中相对有效的决策单元找出来，并不能排除某些未纳入计算的农业科技园更有效。

2.2 投入、产出指标选择

根据 DEA 模型原理，土地利用效率的输入指标应越小越好，而输出指标则应越大越好，以最小的投入获得最大的产出^[8]。在 28 个国家级农业科技园的指标选取过程中，考虑到指标的量化及指标数据的可收集性，从土地、资金、科研投入三方面来选择投入指标，即以核心区面积代表土地投入，以年末固定资产总额代表资金投入，以研发人员数和年度研发 R&D 投入总额代表科研投入。而产出指标的选择，本研究以年度总产值代表经济效益、以技术性收入代表技术效益、以园区带动农户人数代表社会效益，由于掌握的数据资料限制，并未对农业科技园土地利用的生态效益进行梳理。表 1 为农业科技园土地利用效率评价指标和样本数据统计表。

表1 农业科技园区土地利用效率评价指标与样本数据统计表

Table 1 Evaluation index of the land use efficiency and sample data statistics of agricultural science and technology park

农业科技 园区 Agricultural science and technology park	投入指标 Input variable			产出指标 Output index variable			
	核心区 面积/hm ² Core land area	年末固定 资产总额/ 万元 Sub-total of fixed assets	研发人员 数量 R&D personnel	年度研发 投入总额/ 万元 R&D investment	技术性 收入/万元 Technical input	年度 总产值/ 万元 Gross annual value	园区带动 农户人数 Number of park drived farmers
北京通州	1 014	3 000	103	29 694	4 122	42 790	2 200
北京延庆	1 000	38 339	68	2 308	4 000	38 303	12 000
河北邯郸	940	44 456	502	27 845	46 861	321 021	2 500
内蒙古赤峰	435	167 470	78	21 566	4 182	118 012	4 820
辽宁海城	2 000	120 000	36	22 576	4 370	104 734	2 900
辽宁铁岭	800	20 658	100	25 000	41 000	775 060	16 000
吉林延边	2 000	307 100	244	2 246	465	81 100	17 542
黑龙江大庆	700	523 660	68	21 160	41 860	567 700	2 130
上海浦东	100	120 000	144	26 000	4 160	138 927	7 225
江苏淮安	1 500	26 711	50	2 494	419	11 392	12 000
江苏盐城	400	167 190	137	21 562	41 213	74 787	1 060
浙江嘉兴	1 000	21 395	35	2 550	4 680	111 478	4 930
浙江金华	667	25 000	1 200	24 500	4 310	95 000	12 400
福建漳州	1 500	120 000	668	28 445	43 498	265 884	4 325
江西新余	667	23 450	24	2 257	4 338	39 870	1 560
江西上饶	833	113 562	164	21 773	4 597	119 069	1 542
山东寿光	2 000	780 000	207	21 764	41 305	188 820	2 000
河南鹤壁	200	130 000	872	29 624	41 967	487 659	3 572
湖南永州	600	456 205	144	38 960	53 354	175 158	1 632
海南儋州	900	3 400	220	2 150	4 710	115 000	4 000
海南三亚	553	4 589	178	2 466	4172	5 805	2 368
四川乐山	580	234 915	20	6 185	7 300	792 239	8 790
四川广安	1 000	15 130	133	372	849	22 660	10 000
西藏日喀则	230	9 480	15	2 500	4 570	5 400	4 000
甘肃武威	2 200	25 100	120	27 800	4 300	724 800	2 100
宁夏固原	347	4 550	60	2 440	4 150	30 580	1 490
宁夏石嘴山	1 000	26 280	21	2 130	485	20 860	13 500
新疆伊犁	710	3 846	146	21 325	4 250	155 632	5 000
宁波慈溪	463	35 524	148	22 201	440	57 985	5 000

3 模型求解及分析

3.1 模型求解

采用的 DEA 模型可获取综合技术效率值

(CRSTE)、纯技术效率值(VRSTE)和规模效率值(SE)三方面的信息。

综合技术效率(CRSTE)是 DMU 在一定(最优规模时)投入要素的生产效率。综合技术效率=纯

技术效率×规模效率。综合技术效率是对决策单元的资源配置能力、资源使用效率等多方面能力的综合衡量与评价。如果园区处于生产前沿的条件下,即园区是技术有效的(综合技术效率等于 1)。

生产效率可谓生产率的全称,是园区的产出投入比,同时产生、投入可以通过实物型、价值型度量。而全要素生产率是生产率的一种表述方法,在生产函数内,一般用索洛残差表示。对于这个残差有 2 种原因造成(其实是 4 种,一般只认为是 2 种):一是随着时间递进带来的技术进步,另一种是实际生产向生产前沿面移动。技术效率表示的是后者,是指实际产量与最大可能产量的比值。

纯技术效率(VRSTE)是制度和管理水平带来的效率;是园区由于管理和技术等因素影响的生产效率。纯技术效率=1,表示在目前的技术水平上,其投入资源的使用是有效率的。

规模效率(SE)是指在制度和管理水平一定的前提下,现有规模与最优规模之间的差异。规模效率是由于园区规模因素影响的生产效率,反映的是实际规模与最优生产规模的差距。

28 个国家级农业科技园的投入和产出数据经过 DEA 模型求解软件 Deap2.1 运行计算,得出各园区的综合技术效率值、纯技术效率值、规模效率值,如表 2 所示。

表 2 28 个国家级农业科技园效率测算表

Table 2 Efficiency evaluation of 28 national agricultural science and technology parks

园区 Agricultural science and technology park	综合技术效率值 CRSTE	纯技术效率值 VRSTE	规模效率值 SE	规模报酬 Return to scale
北京延庆国家农业科技园	1.000	1.000	1.000	不变
辽宁铁岭国家农业科技园	1.000	1.000	1.000	不变
黑龙江大庆国家农业科技园	1.000	1.000	1.000	不变
上海浦东国家农业科技园	1.000	1.000	1.000	不变
江苏盐城国家农业科技园	1.000	1.000	1.000	不变
河南鹤壁国家农业科技园	1.000	1.000	1.000	不变
湖南永州国家农业科技园	1.000	1.000	1.000	不变
海南儋州国家农业科技园	1.000	1.000	1.000	不变
四川乐山国家农业科技园	1.000	1.000	1.000	不变
四川广安国家农业科技园	1.000	1.000	1.000	不变
西藏日喀则国家农业科技园	1.000	1.000	1.000	不变
宁夏石嘴山国家农业科技园	1.000	1.000	1.000	不变
新疆伊犁国家农业科技园	1.000	1.000	1.000	不变
浙江嘉兴国家农业科技园	0.998	1.000	0.998	递增
河北邯郸国家农业科技园	0.921	1.000	0.921	递减
浙江金华国家农业科技园	0.906	0.920	0.984	递增
江苏淮安国家农业科技园	0.837	0.845	0.990	递增
甘肃武威国家农业科技园	0.834	0.835	0.999	递增
北京通州国际种业科技园	0.786	1.000	0.786	递增
吉林延边国家农业科技园	0.786	1.000	0.786	递减
宁夏固原国家农业科技园	0.637	1.000	0.637	递增
海南三亚国家农业科技园	0.537	0.917	0.586	递增
福建漳州国家农业科技园	0.530	0.613	0.865	递减
内蒙古赤峰国家农业科技园	0.500	0.551	0.907	递增
浙江慈溪国家农业科技园	0.485	0.548	0.885	递增
山东寿光国家农业科技园	0.435	0.445	0.978	递减
江西新余现代农业科技园	0.322	0.998	0.323	递增
辽宁海城国家农业科技园	0.271	0.434	0.624	递增
平均值	0.814	0.897	0.902	

3.2 结果分析

3.2.1 技术有效性分析

2013年28个国家级农业科技园区的综合技术效率值的平均值为0.814,其中北京延庆、辽宁铁岭等13个农业科技园区的综合技术效率值为1,说明这些农业科技园区处于有效的运营状态;其余15个园区的土地利用综合技术效率值 >1 ,有待提高运营效率。

1)13个综合技术效率值为1的园区大多处于我国的中东部地区,受当地经济社会环境影响,对农业科技园区的发展投入较大,资源配置较合理。分析这些园区的基础数据发现以下特点:一是核心区规模较小,其中最小的上海浦东国家农业科技园区核心区仅100 hm²,最大的(北京延庆、四川广安和宁夏石嘴山)核心区规模仅为1 000 hm²,小于样本园区核心区平均规模。二是注重科研资金的投入,这13个园区的年度R&D资金投入与从业人员比值相对较大。根据索络(Solow)的经济增长模型,资本的产出弹性远远大于劳动力的产出弹性^[9-10]。本研究测算数据也表明,对于农业科技园区,资本增加对产出增长的贡献高于劳动增加对产出增长的贡献。

2)技术无效的15个园区,大多投入过剩或者某项产出上不足。如浙江慈溪国家级农业科技园区年度技术性收入仅为440万元,远远小于所有园区的平均水平,该园区需要通过增加研发投入来提高园区的土地利用效率。

3.2.2 适宜规模分析

从农业科技园区核心区已建成面积来看,DEA有效的农业园区核心区规模普遍低于1 000 hm²,分布在400~700 hm²的园区较多;而无效的园区一般都面积较大,例如辽宁海城、吉林延边园区的核心区的面积达到了2 000 hm²左右,却都没有达到技术和规模的有效,这表明,这些园区在现有经济和技术条件下,核心区土地利用存在浪费现象。综合分析DEA模型产生的技术效率和规模效率,笔者认为我国农业科技园区核心区的适宜规模可设定为500~1 000 hm²,小于现阶段我国农业科技园区核心区的平均面积1 338 hm²。

3.2.3 规模报酬分析

规模报酬(Return to Scale)分析的是在长期内企业的生产规模变化与所引起的产量变化之间的关系。若将28个样本园区视为同质性的,则可以进行

规模报酬分析。从规模报酬上看,28个园区中,处于规模报酬递增、规模报酬不变、规模报酬递减的分别为11、13和4个。尤其需要注意的是,山东寿光(2 000 hm²)、吉林延边(2 000 hm²)、福建漳州(1 500 hm²)等4个园区核心区规模较大,处于规模报酬递减阶段,即单位面积土地上产出增加的比例小于单位面积土地上资金和劳动投入增加的比例,其规模已经超出技术水平所决定的最适规模。当然,也有一些核心区面积较大的农业科技园区,如甘肃武威农业科技园区核心区2 200 hm²,核心区规模最大,却处于规模递增阶段。这是一对看似矛盾的结论。仔细研究这些园区的产值构成,发现一些可能的原因,在甘肃武威农业科技园区年度总产值72.48亿元中,第二产业达65.23亿元,是一个以第二产业为主的农业科技园区;而山东寿光18.88亿元产值中,第一产业高达16.06亿元,是一个以种植业为主的农业科技园区。因此,28个样本园区并不具有同质性,部分农业科技园区虽冠以“农业”名称,但产业发展重点不是农业,而是(为农业服务的产前或产后)非农产业开发。

4 结论与建议

1)本研究采用DEA方法对28个农业科技园区进行的相对效率测算表明,综合技术有效和无效的各约占一半。DEA有效的农业科技园区核心区土地规模小且注重科研投入;DEA无效的农业科技园区则表现为科研投入不足而土地冗余。即科研投入水平和核心区土地面积大小是决定农业科技园区相对效率的重要因素。

2)农业科技园区综合技术效率的高低,除了受到园区管理水平的影响外,实际上是农业用地和工业用地效率差距的体现。分析28个农业科技园区的年度一产产值和年度二产产值发现,13个综合技术效率值为1的园区其中以第二产业为主的有9个,占比69%;其余15个综合技术效率值 >1 的园区以第一产业为主的有10个,占比67%。在这一意义上看,农业科技园区土地利用的非农产业化,有助于提升农业科技园区的技术效率,可通过政策和规划引导农业科技园区进行与农业相关的非农产业开发,但应限制与农业无关的非农产业开发。

3)农业科技园区在规划建设过程中有追求大规模的现象,土地资源利用粗放。根据本研究测算的结果,建议将我国农业科技园区的核心区适宜规模

设定为 500~1 000 hm², 将核心区面积作为申报审批的必备条件, 遏制地方政府的盲目圈地行为。

参 考 文 献

- [1] 蒋和平. 我国农业科技园区特点和类型分析[J]. 中国农村经济, 2000(10): 23-29
Jiang H P. Analysis on the characteristics and types of agricultural science and technology park in China[J]. *Chinese Rural Economy*, 2000(10): 23-29 (in Chinese)
- [2] 朱绪荣, 李靖, 付海英. 现代农业示范区总体规划理论与实践[J]. 农业工程学报, 2013, 29(6): 223-231
Zhu X R, Li J, Fu H Y. Integrative planning theory and practice of modern agricultural demonstration zone [J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2013, 29(6): 223-231 (in Chinese)
- [3] 崔军. 循环经济理论指导下的现代农业规划理论探讨与案例分析[J]. 农业工程学报, 2011, 27(11): 283-288
Cui J. Theoretical research and case study of modern agriculture planning based on circular economy theory [J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2011, 27(11): 283-288 (in Chinese)
- [4] 雷广海, 方斌, 刘友兆. 发展中的现代农业园区用地思路与对策探讨[J]. 地域研究与开发, 2008, 27(1): 94-97
Lei G H, Fang B, Liu Y Z. Study on the land utilization and its countermeasure in the developing agricultural parks[J]. *Areal Research and Development*, 2008, 27(1): 94-97 (in Chinese)
- [5] 侯湖平, 张富刚, 杜辉. 国家农业科技园区土地利用态势分析[J]. 资源调查与评价, 2007, 24(1): 29-33
Hou H P, Zhang F G, Du H. An analysis of land use in national agricultural science and technology park: A case study of thirty-six national agricultural science and technology park in China[J]. *Scientific and Technological Management of Land and Resources*, 2007, 24(1): 29-33 (in Chinese)
- [6] 魏权龄. 数据包络分析[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 62-66
Wei Q L. *Data Envelopment* [M]. Beijing: Science Press, 2004: 62-66 (in Chinese)
- [7] Charnes A, Cooper W W, Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units[J]. *European Journal of Operational Research*, 1978(2): 429-444
- [8] 宋丹, 钟世铭, 李淑杰, 等. 基于 DEA 的国家级开发区土地利用效率分析[J]. 国土资源科技管理, 2009, 26(6): 94-98
Song D, Zhong S M, Li S J. Efficiency analysis of land use in state-level development zones of China based on DEA model [J]. *Scientific and Technological Management of Land and Resources*, 2009, 26(6): 94-98 (in Chinese)
- [9] 齐二石, 孔海宁, 刘晓峰, 等. 基于 DEA 方法的我国国家级经济技术开发区效率评价[J]. 西安电子科技大学学报: 社会科学版, 2008, 18(5): 1-6
Qi E S, Kong H N, Liu X F. Evaluation of efficiency of economic development zones in China based on DEA [J]. *Journal of Xidian University: Social Science Edition*, 2008, 18(5): 1-6 (in Chinese)
- [10] 龙云安, 罗宏达, 程宇. 基于 Solow 模型指数的中国经济投入与产出效率分析[J]. 统计与决策, 2012(15): 147-150
Long Y A, Luo H D, Cheng Y. Analysis of China's economic input and output efficiency based on Solow model index [J]. *Statistics & Decision*, 2012(15): 147-150 (in Chinese)

责任编辑: 王燕华