

基于网络DEA模型的生物质发电行业利润相对效率的研究

闫庆友，尹洁婷

(华北电力大学经济与管理学院，北京102206)

摘要：生物质发电行业的发展不仅受行业本身的影响，也受上、下游产业的影响，本文针对生物质发电行业和农业的特殊关系，建立Bio-AG系统，利用网络DEA模型和DDF测量方法分析生物质发电行业利润的相对效率。另外，文章引入产权解决污染所导致的负外部性。研究显示，当产权集中在Bio-AG系统中时，负外部性因素内部化处理，使生物质发电行业和农业的整体利润最大。另外，DDF分解结果表明，影响生物质发电行业利润无效的主要因素是资源的无效配置。

0引言

自1997年京都议定书提出以来，环境保护的课题受到越来越多学者的关注，而能源和电力的可持续发展一直是一个热门的话题。相对于传统的火力发电，可再生能源发电行业在近年来发展迅速，众多的水电站、风电站、核电站、生物质发电厂已经建成投产。而生物质能源作为我国新开发的可再生能源之一，其发电产业仍在起步阶段，应用范围还很有限。谢传胜等分析了四类可再生能源发电效率，认为目前生物质发电效率低于风电、水电、光伏发电，且处于规模效益不变状态。马隆龙从成本计算出发，认为只有当生物质比其他燃料便宜得多时，生物质发电才能体现出较好的经济性。

实际上就发电技术而言，国际上相关技术的发展已经比较成熟，而我国生物质发电的关键设备多是引进国外技术，国产率较低，且发电的技术经济指标与电厂的规模关系很大。当电厂规模较大时，效率较高，但是电厂需要的单位投资就相对较高，投资回收期较长；相反，电厂规模较小时，效率较低，总体经济效益较差。

随着《可再生能源法》的实施，生物质发电行业得到了较快发展。到2010年，我国生物质发电装机容量达到550万kw，其中农林生物质发电190万kw，垃圾发电170万kw，蔗渣发电170万kw。由图1可知，自2006年以来，生物质发电装机容量从140万kw增长至1708万kw，2015年并网容量达1171万kw。

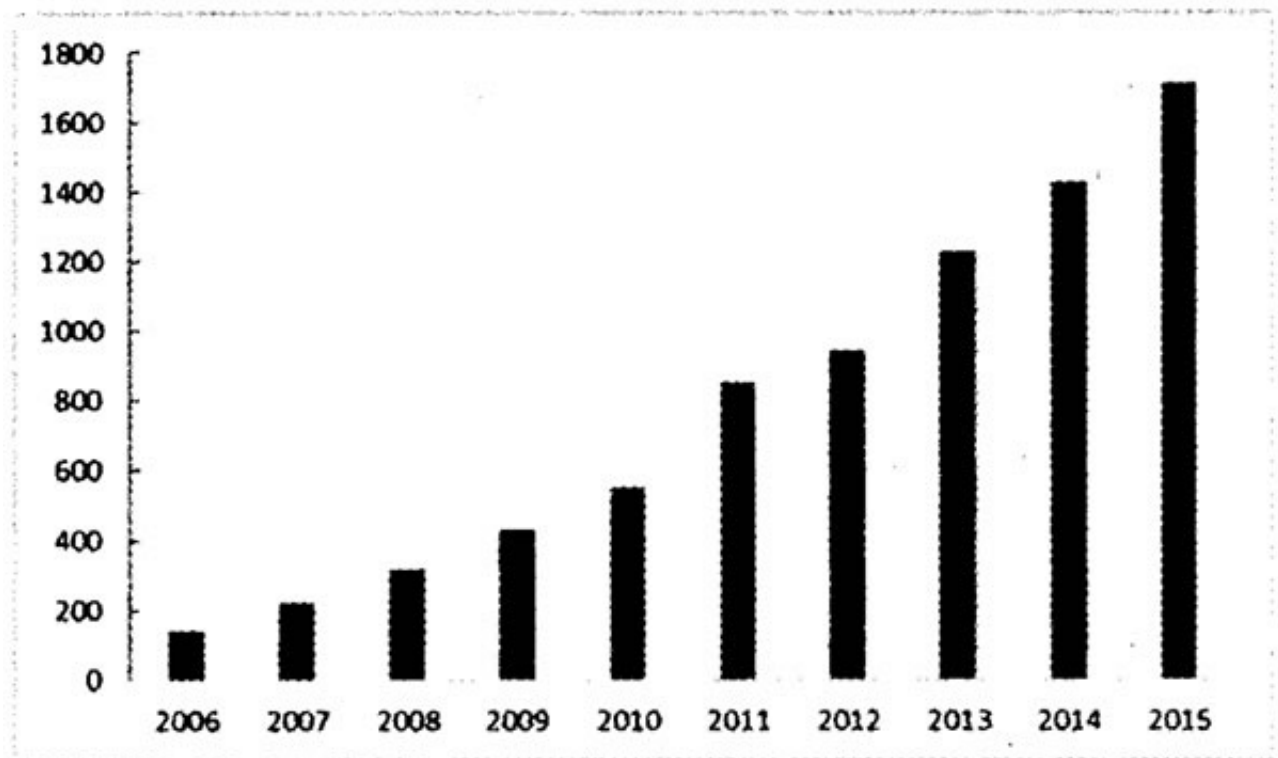


图 1 2006 ~ 2015 年中国生物质发电核准累计装机容量

我国生物质发电行业区域分布特征比较明显，江苏省、山东省生物质发电装机容量分别为139.5万kw、137.6万kw，占全国总装机容量的11.42%和11.27%，居前两位。湖北省、浙江省、黑龙江省、吉林省的装机容量分列三至六位，共占全国总装机容量的50.08%。由此可见，生物质发电装机主要集中在华东地区，并网容量达351.5万kw，占全国总装机容量的45.12%，居全国首位。华中地区、南方地区分别以143.8万kw和109.6万kw位列全国二三位。

生物质发电行业技术类型如表1所示，2013年我国直燃式发电的装机容量达419.5万kw，约占全部生物质发电装机容量的53.85%，垃圾焚烧发电的装机容量为340.0万kw，其他生物质发电的装机容量为19.4万kw。

表 1 中国生物质发电行业的技术类型

发电技术类型	装机容量(万 kw)	占比
直燃式发电	419.5	53.85%
垃圾焚烧发电	340.0	43.65%
其他	19.4	3%

生物质发电行业的发展不仅受行业本身的影响，也受上、下游产业的影响，如农业、林业、轻工业等。一方面，农林废弃物属于一种生物质资源，而生物质发电的废弃物(秸秆残留)可作为农作物的肥料，因此农业和生物质发电行业可以形成一个循环系统(记做Bio-AG系统)。而中国是一个农业大国，农业的播种面积为1.8亿亩(约120万公顷)，年产量近7亿吨(相当于3.5亿吨标准煤)，而农业废弃物(包括稻壳、玉米芯、花生壳、甘蔗渣、棉籽壳等)是重要的生物质资源。另外，我国的森林覆盖面积约1.95亿公顷，每年可以生产出约8-10亿吨的生物质资源。刘志强，林永明等认为原材料的有效供应是生物质发电企业生存和发展的基础。因此，我国丰富的生物质资源储备为生物质发电行业的进一步发展提供了有利条件。

但是，根据(20

13中国可再生能源产业发展报告

》, 生物质能源在发电过程中产生的污染物, 如 SO_2 , NO_x , CO , CO_2 , 废水等, 导致空气污染, 水污染和土壤污染, 在可再生能源发电行业中, 生物质发电对环境造成的污染最为严重。但由于生物质发电所产生的污染物远小于火力发电, 生物质发电行业长期以来被公认为是一种清洁能源, 污染物被长期忽略。近年来政府一直在积极推动生物质发电行业的发展, 并考虑将生物质发电作为一种可再生能源替代火力发电, 因此研究带有负外部性因素(污染物)的生物质发电行业的相对效率是很有意义的。

1文献综述

关于生物质发电行业, 早期的研究主要集中在提高转化技术、推动产业发展、降低成本价格等方面。随着发电技术的不断进步, 以及计量经济学的发展, 近年来, 国内外的学者对生物质发电行业的研究主要集中在产业效率的度量, 而度量方法主要有随机前沿函数法(SFA)和数据包络分析方法(DEA)两大类。

本文采用数据包络分析方法(DEA)分析生物质发电行业利润的相对效率。DEA是由Charnes, Cooper和Rhodes在1978年提出的评价决策单元(DMU)相对有效性的一种工具。DEA自提出以来, 就广泛的应用于能源环境效率的评价。Zhou等人对DEA在能源经济中的应用的100篇文献进行了综述, 发现从应用领域上分析, 38%的文献是集中在电力行业, 而25%的文献集中在环境问题的建模上。闫庆友等利用广义加法DEA模型分析了生物质发电行业的效率问题。朱静芸等基于可变规模效益的DEA模型, 分析了生物质发电企业的经营效率。周鹏利用改进的DEA模型对27个国家的生物质发电行业进行了全效率评价。

但传统的DEA模型忽略了DMU内部子过程间的相互作用, 将整个系统视作一个“黑箱”来计算它的投入产出效率。近年来, DEA模型的主要研究方向在于充分利用各子过程中的投入和产出信息, “打开黑箱”进行效率评价。

Fare和Grosskopf针对具有网络结构的DMU的相对有效性评价问题, 提出了网络DEA模型, 它可以在计算系统效率的同时还能够得到系统内各子过程的效率。随后, 国内外的许多学者分别针对所研究的问题给出了各自的网络DEA结构, 例如Tone和Tsutsui, Kao, 魏权龄等人, 黄神等人。Kao在总结了目前各类网络DEA模型后将网络DEA分成了五大类, 分别是基本的两阶段结构, 广义的两阶段结构, 链形结构, 并行结构和动态结构。

但目前, 很少有学者利用网络DEA分析生物质发电行业的相对效率, 本文根据农业和生物质发电行业的特殊关系, 建立Bio-AG循环系统, 并且引入产权解决污染带来的负外部性因素, 利用网络DEA分析生物质发电行业利润的相对效率; 并且根据DDF方法将利润进行分解, 找出影响利润无效的因素。

2网络DEA模型

2.1 Bio-AG系统

设Bio-

AG系统中只有两个生产可能集(生物质发电行业和农业), 系统的外生输入输出和两个行业之间的关系, 如图2所示。

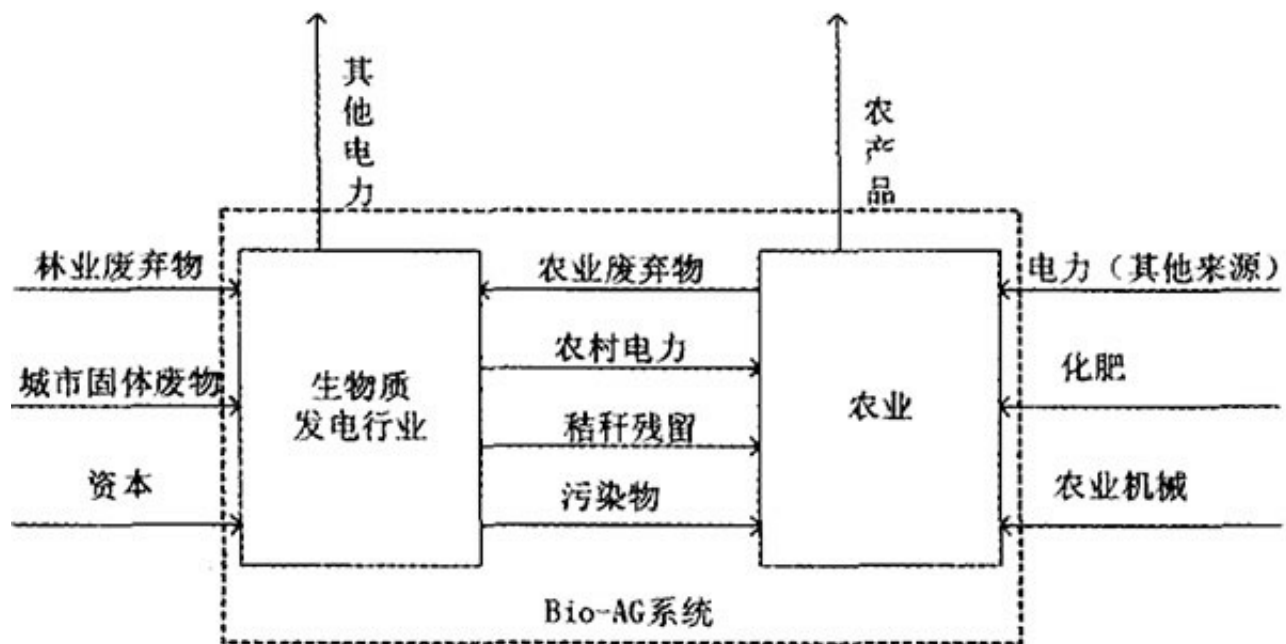


图2 Bio-AG系统中农业和生物质发电行业的关系

对于生物质发电行业，外生输入变量为资本、林业废弃物、城市固体废物(垃圾)，外生输出是提供给农业以外的工商业和居民的电力。对于农业，外生输入是其他来源的农村电力、化肥、农业机械，外生输出是农产品。在Bio-AG系统中，连接生物质发电行业和农业的变量为连接变量(link)，农业提供给生物质发电行业的中间投入为农业废弃物，生物质发电行业提供给农业的中间投入为农村电力、秸秆残留和污染物。

2.2生产可能集

设有 N 个决策单元(DMU), 农业和生物质发电行业的外生输入输出变量分别表示为, $\vec{x}_A \in R^3, y_A \in R, \vec{x}_B \in R^3, y_B \in R$, 生物质发电行业到农业的期望及非期望的连接变量分别表示为 $\vec{d}_{BA} \in R^2, u_{BA} \in R$, 农业到生物质发电行业的连接变量表示为 $d_{AB} \in R$ 。

Bio-AG 系统中农业和生物质发电行业的生产可能集、输入输出集分别记做 T_A, T_B, L_A, L_B 和 P_A, P_B 。为了构造本文的生产可能集, 现对生产可能集做如下公理性假设: A1. $\vec{o} \in P_A(\vec{x}_A, \vec{d}_{BA}, u_{BA})$ 且 $\vec{o} \in P_B(\vec{x}_B, d_{AB}), \forall (\vec{x}_A, \vec{d}_{BA}, u_{BA}), (\vec{x}_B, d_{AB})$ 。

A2. $(y_A, d_{AB}) \notin P_A(0), (y_A, d_{AB}) \geq \vec{o}$, 且 $(y_B, \vec{d}_{BA}, u_{BA}) \notin P_B(0), (y_B, \vec{d}_{BA}, u_{BA}) \geq \vec{o}$ 。

A3. 强处置性。

A4. 弱处置性。

A5. $P_A(\vec{x}_A, \vec{d}_{BA}, u_{BA})$ 和 $P_B(\vec{x}_B, d_{AB})$ 都是有界的。

A6. T_A 和 T_B 都是凸的闭集。

在上述关于生产可能集的定义和公理性假设的基础上, 建立本文生物质发电行业的生产可能集 T_B 。

$$T_B = \left\{ \begin{array}{l} (\vec{x}_B, d_{AB}, y_B, \vec{d}_{BA}, u_{BA}) \\ \delta_1 y_B \leq \sum_{j=1}^N \lambda_j^B y_{Bj} \\ \delta_1 d_{BA}^i = \sum_{j=1}^N \lambda_j^B d_{BAj}^i, i = 1, 2 \\ \delta_1 u_{BA} = \sum_{j=1}^N \lambda_j^B u_{BAj} \\ \delta_2 \vec{x}_B^r \geq \sum_{j=1}^N \lambda_j^B x_{Bj}^r, r = 1, 2, 3 \\ \delta_2 d_{AB} = \sum_{j=1}^N \lambda_j^B d_{ABj} \\ \lambda_j^B \geq 0, j = 1, \dots, N \\ \sum_{j=1}^N \lambda_j^B \leq 1 \\ \delta_1 \geq 1 \\ 0 \leq \delta_2 \leq 1 \end{array} \right. \quad (1)$$

同理, 农业的生产可能集 T_A 可以表示为:

$$T_A = \begin{cases} (\vec{x}_A', d_{BA}, u_{BA}, y_A, d_{AB}) \\ r_1 y_A \leq \sum_{j=1}^N \lambda_j^A y_{Aj} \\ r_1 d_{AB} = \sum_{j=1}^N \lambda_j^A d_{ABj} \\ r_2 x_A^i \geq \sum_{j=1}^N \lambda_j^A x_{Aj}^i, i = 1, 2, 3 \\ r_2 d_{AB}^r = \sum_{j=1}^N \lambda_j^A d_{BAj}^r, r = 1, 2 \\ r_2 u_{BA} = \sum_{j=1}^N \lambda_j^A u_{BAj} \\ \lambda_j^A \geq 0, j = 1, \dots, N \\ \sum_{j=1}^N \lambda_j^A \leq 1 \\ r_1 \geq 1 \\ 0 \leq r_2 \leq 1 \end{cases} \quad (2)$$

在生产可能集 T_A 和 T_B 中引入强度变量 λ_j^A , $\lambda_j^B, j = 1, \dots, N$ 是为了使生产可能集满足规模报酬非增的假设, 而引入指标 δ_1, δ_2 和 r_1, r_2 是为了保证生物质发电行业和农业的输入输出向量在规模报酬非增的假设下满足弱处置性。

2.3 负外部性处理

根据科斯定理, 本文引入产权来处理负外部性, 并将产权分成以下三种情况讨论:

(1) 生物质发电行业具有产权；

(2) 农业具有产权；

(3) 产权在Bio-AG系统内部。

在第一种情况下，农业对生物质发电行业生产出的非期望连接变量(污染物)没有任何约束，这也是目前我国生物质发电行业所处的现状。

$$\Pi_1^R(p_B, \bar{\omega}_B) = \max(p_B y_B - \sum_{i=1}^3 \omega_{Bi} x_{Bi}) \quad (3)$$

$$\text{s. t. } \begin{cases} \delta_1 y_B \leq \sum_{j=1}^N \lambda_j^B y_{Bj} \\ \delta_1 d_{BA}^i = \sum_{j=1}^N \lambda_j^B d_{BAj}^i, i = 1, 2 \\ \delta_1 u_{BA} = \sum_{j=1}^N \lambda_j^B u_{BAj} \\ \delta_2 x_B^r \geq \sum_{j=1}^N \lambda_j^B y_{Bj}^r, r = 1, 2, 3 \\ \delta_2 d_{AB} = \sum_{j=1}^N \lambda_j^B d_{ABj} \\ \lambda_j^B \geq 0, j = 1, \dots, N \\ \sum_{j=1}^N \lambda_j^B \leq 1 \\ \delta_1 \geq 1, 0 \leq \delta_2 \leq 1 \end{cases}$$

假设农业和生物质发电行业的输入输出价格分别表示为 $\vec{\omega}_A \in R_+^3$, $p_A \in R_+$ 和 $\vec{\omega}_B \in R_+^3$, $p_B \in R_+$, 则生物质发电行业的利润最大化问题就可以表示为方程组(3)。

将方程组(3)的最优解 $(\vec{d}_{BA}^*, u_{BA}^*)$ 代入农业的利润最大化问题(4)中, 即可求出农业的最大利润。

$$\begin{aligned} \Pi_2^R(p_A, \vec{\omega}_A) = \max(p_A y_A - \sum_{i=1}^3 \omega_{Ai} x_{Ai}) \quad (4) \\ \text{s. t. } \begin{cases} r_1 y_A \leq \sum_{j=1}^N \lambda_j^A y_{Aj} \\ r_1 d_{AB} = \sum_{j=1}^N \lambda_j^A d_{ABj} \\ r_2 x_A^i \geq \sum_{j=1}^N \lambda_j^A x_{Aj}^i, i = 1, 2, 3 \\ r_2 d_{BA}^* = \sum_{j=1}^N \lambda_j^A d_{BAj}^*, r = 1, 2 \\ r_2 u_{BA}^* = \sum_{j=1}^N \lambda_j^A u_{BAj}^* \\ \lambda_j^A \geq 0, j = 1, \dots, N \\ \sum_{j=1}^N \lambda_j^A \leq 1 \\ r_1 \geq 1, 0 \leq r_2 \leq 1 \end{cases} \end{aligned}$$

若生物质发电行业和农业的当前利润分别是 Π_1 和 Π_2 , 则第一种情况下 Bio-AG 系统中两个行业的利润增幅(PI)分别为 $\Pi_1^R(p_B, \vec{\omega}_B) - \Pi_1$ 和 $\Pi_2^R(p_A, \vec{\omega}_A) - \Pi_2$ 。利润增幅主要由两部分组成, 一部分是由于技术或者管理的提高(TMI), 另一部分是由于生物质发电行业具有产权(PRI), 因此, 利润增幅可以分解为

$$\begin{cases} PI = TMI + PRI \\ PI = [\Pi_1^R(p_B, \vec{\omega}_B) - \Pi_1] + [\Pi_2^R(p_A, \vec{\omega}_A) - \Pi_2] \\ TMI = [\Pi_1^R(p_B, \vec{\omega}_B) - \Pi_1^U(p_B, \vec{\omega}_B)] + [\Pi_2^R(p_A, \vec{\omega}_A) - \Pi_2^U(p_A, \vec{\omega}_A)] \\ PRI = [\Pi_1^U(p_B, \vec{\omega}_B) - \Pi_1] + [\Pi_2^U(p_A, \vec{\omega}_A) - \Pi_2] \end{cases} \quad (5)$$

其中, $\Pi_i^U, i = 1, 2$ 表示最优技术或管理下生物质发电行业和农业的利润。

$$\Pi^R(p_A, \vec{\omega}_A, p_B, \vec{\omega}_B) = \max \quad (6)$$

$$[(p_A y_A + p_B y_B) (\sum_{i=1}^3 \omega_{Ai} x_{Ai} + \sum_{i=1}^3 \omega_{Bi} x_{Bi})]$$

$$\begin{aligned}
 & \delta_1 y_B \leq \sum_{j=1}^N \lambda_j^B y_{Bj} \\
 & \delta_1 d_{BA}^i = \sum_{j=1}^N \lambda_j^B d_{BAj}^i, i = 1, 2 \\
 & \delta_1 u_{BA} = \sum_{j=1}^N \lambda_j^B u_{BAj} \\
 & \delta_2 x_B^r \geq \sum_{j=1}^N \lambda_j^B y_{Bj}^r, r = 1, 2, 3 \\
 & \delta_2 d_{AB} = \sum_{j=1}^N \lambda_j^B d_{ABj} \\
 & r_1 y_A \leq \sum_{j=1}^N \lambda_j^A y_{Aj} \\
 & r_1 d_{AB} = \sum_{j=1}^N \lambda_j^A d_{ABj} \\
 & r_2 x_A^i \geq \sum_{j=1}^N \lambda_j^A x_{Aj}^i, i = 1, 2, 3 \\
 & r_2 d_{BA}^r = \sum_{j=1}^N \lambda_j^A d_{BAj}^r, r = 1, 2 \\
 & r_2 u_{BA} = \sum_{j=1}^N \lambda_j^A u_{BAj} \\
 & \lambda_j^A \geq 0, \lambda_j^B \geq 0, j = 1, \dots, N \\
 & \sum_{j=1}^N \lambda_j^A \leq 1, \sum_{j=1}^N \lambda_j^B \leq 1 \\
 & r_1 \geq 1, 0 \leq r_2 \leq 1 \\
 & \delta_1 \geq 1, 0 \leq \delta_2 \leq 1
 \end{aligned}
 \quad \text{s. t.}$$

同理,可以求出第二种情况下生物质发电行业和农业的最大利润,具体的计算过程不再详细给出。

对于最后一种情况,产权在 Bio-AG 系统内部时,生物质发电行业和农业作为一个整体,负外部性因素内部化处理,方程组(6)给出了其最大利润的计算方法。

2.4效率分解

技术效率的概念最早是由Koopmans提出的，Farrell首次将效率分解成技术效率和配置效率。本文利用Chambers提出的方向距离函数(以下简称DDF)的方法来分解利润无效，将其表示为技术无效(以DDF表示)和配置无效(以残余项表示)。其中，利润无效是指在当前的技术条件和要素投入下，当前利润与最大利润的差额；而技术无效和配置无效则分别是指由技术条件和要素投入所导致的当前利润与最大利润的差额。

对于决策单元DMU₀，生物质发电行业的技术无效值可以通过方程组(7)求得，

$$\vec{D}_r^1 = \max \beta \quad (7)$$

$$\text{s. t. } \begin{cases} y'_{B_0} + \beta g_1^y \leq \sum_{j=1}^N \lambda_j^B x'_{B_j} \\ d'_{BA_0} + \beta g_1^{d_A} = \sum_{j=1}^N \lambda_j^B d'_{BA_j}, i = 1, 2 \\ u'_{BA_0} + \beta g_1^u = \sum_{j=1}^N \lambda_j^B u'_{BA_j} \\ x'_{B_0} - \beta g_1^x \geq \sum_{j=1}^N \lambda_j^B x'_{B_j}, r = 1, 2, 3 \\ d_{AB} - \beta g_1^{d_B} = \sum_{j=1}^N \lambda_j^B d_{AB_j} \\ \lambda_j^B \geq 0, j = 1, \dots, N \\ \sum_{j=1}^N \lambda_j^B \leq 1 \end{cases}$$

类似的, 求出农业的技术无效值,

$$\vec{D}_r^2 = \max \alpha \quad (8)$$

$$\text{s. t. } \begin{cases} y'_{A_0} + \alpha g_2^y \leq \sum_{j=1}^N \lambda_j^A y'_{A_j} \\ d'_{AB_0} + g_2^{d_B} = \sum_{j=1}^N \lambda_j^A d'_{AB_j} \\ x'_{A_0} - \alpha g_2^x \geq \sum_{j=1}^N \lambda_j^A x'_{A_j}, i = 1, 2, 3 \\ d'_{BA_0} - \alpha g_2^{d_A} = \sum_{j=1}^N \lambda_j^A d'_{BA_j}, r = 1, 2, 3 \\ u'_{BA} - \alpha g_2^{u_B} = \sum_{j=1}^N \lambda_j^A u'_{BA_j} \\ \lambda_j^A \geq 0, j = 1, \dots, N \\ \sum_{j=1}^N \lambda_j^A \leq 1 \end{cases}$$

而模型中两个行业的利润无效 (PE), 技术无效 (TE) 和配置无效 (AE) 可以通过方程组 (9) 求得

$$\begin{cases} PE = \frac{\Pi_i^U(p_i, \vec{\omega}) - \Pi_i}{p_i g_i^y + \sum_{r=1}^3 \omega_r g_r^x} \\ TE = \vec{D}_i \\ AE = PE - TE \end{cases} \quad (9)$$

其中, $i = 1$ 表示生物质发电行业, $i = 2$ 表示农业。根据 Mahler 不等式, 可以得出 $0 \leq TE \leq PE$, 因此, $AE \geq 0$ 。

3实证分析

3.1数据来源

本文使用2012年中国31个省市生物质发电行业和农业的相关数据,分析负外部性因素存在的情况下,Bio-AG系统中生物质发电行业利润的相对效率,并通过效率分解,找出影响利润的主要因素。

表2 Bio-AG 系统中外生输入、外生输出和连接变量

变量的种类	行业	变量	解释
输入 (外生)	生物质发电	资本成本(CC)	建造生物质发电厂的资本、工资以及管理成本等
		森林残余(FR)	木头在加工生产中所产生的残余
		有机废物(OW)	在生产生活中被抛弃的失去原来价值的有机物
	农业	其他来源的农村用电(RPO)	来自火电、风电等发电行业的电(不包括生物质发电)
		化肥(F)	农业中使用的化肥
		农业机械(AM)	拖拉机、柴油机等
输出 (外生)	生物质发电	提供给工商业和居民的电量(CRP)	生物质发电中提供给工商业和居民的电量
	农业	农产品(AP)	小麦、玉米等
		提供给农村的电量(RPB)	生物质发电中提供给农村的电量
连接 (link)	从生物质发电到农业	稻秸残余(SR)	生物质发电中所产生的残余
		污染物(P)	生物质发电过程中所产生的污染如SO ₂ , NO _x , CO, CO ₂ , 废水等
	从农业到生物质发电	农业残余(AR)	稻秸等

表2给出了Bio-AG系统中外生输入、外生输出和连接变量的详细介绍。对于生物质发电行业,外生输入为CC,FR和OW,外生输出为CRP。对于农业外生输入为RPO、F和AM,外生输出为AP。从生物质发电行业到农业的连接变量可分成两部分,一部分是期望产出包括RPB和SR,另外一部分是非期望产出P。从农业到生物质发电行业的连接变量是AR。

表3 外生输入输出变量的价格

序号	变量	价格	单位
1	FR	350	元/吨
2	OW	500	元/吨
3	CRP & RPB	0.75	元/千瓦时
4	RPO	0.38	元/千瓦时
5	F	2000	元/吨

表3中给出了外生输入输出变量的平均价格。表2,表3中的相关数据主要来自于《中国电力年鉴》,《中国统计年鉴》,《中国可再生能源产业发展报告》,《中国农业统计年鉴》等。由于FR,OW,P和AR等数据不能直接获得,我们可以根据Zhou提供的方法计算得出。

3.2模拟结果分析

根据模型(3)~(6),可以计算出三种情况下全国生物质发电行业和农业的最大利润(见表4)。

表 4 三种情况下全国生物质发电行业和农业的最大利润(单位:亿)

	情况 1	情况 2	情况 3
生物质发电行业	1115	651	1240
农业	67642	76846	78114

表 5 全国各区域利润平均值(单位:亿)

地区	各地区平均利润		包含范围
	生物质发电	农业	
华东地区	15.03	1029.20	上海市、山东省、江苏省、安徽省、江西省、浙江省、福建省
华北地区	-0.18	512.71	北京、天津、河北、山西、内蒙古
东北地区	8.95	1129.91	辽宁、吉林、黑龙江
华中地区	10.36	1911.01	湖北、湖南、河南、江西
华南地区	2.73	900.17	广东、广西、海南
西南地区	-3.51	835.69	四川、云南、贵州、西藏、重庆
西北地区	-0.42	641.19	宁夏、新疆、青海、陕西、甘肃

由表4可以看出，对于生物质发电行业，情况3中利润最大，情况2中利润最小，对于农业，情况1中利润最小，情况3中利润最大，而两个行业的整体利润在情况3中取得最大值。



图3给出了当前情况下，目前我国生物质发电行业的利润分布。由图3可知，全国各省市间生物质发电行业的利润差异比较明显，山东、江苏两个省份的利润额最高，超过20亿元，而新疆、青海、贵州、山西、甘肃、广西、四川、西藏、内蒙古、云南等10个省市的利润额却为负值。

为了更好的分析中国生物质发电行业的利润特点，本文将31个省市按照地理位置分成7大区域，表5给出了各区域当前利润的平均值。按照区域分布来看，华东地区各省的生物质发电平均利润为15.03亿元，位居全国首位，华中和东北地区位列二，三。这主要是由于，这些地区的生物质发电行业的装机容量大，产业化程度高，聚集了非常多的生物质发电厂商，且还有一批在建的项目，另外，这三个区域农业也相对比较发达，秸秆等生物质资源储备丰富。这都为生物质发电行业的发展提供了有利因素。

而西部地区的生物质发电项目发展相对比较缓慢，装机容量相对较小，农业利润虽然比其他区域低，但是相对于生物质发电行业的发展规模，生物质资源储备还是相对比较丰富，所以西部地区的生物质发电行业将有很大的发展空间。对于华北地区，由于山西和内蒙古的生物质发电利润偏低，拉低了整个地区平均值。

对于情况2，农业具有产权的情况下，农业的最大利润比第一种情况下有所提高，而生物质发电行业则大大减少。因为在这种情况下，农业处在主导地位，生物质发电行业与农业的非期望连接变量(污染物)受到约束，且排放量越少越好。在生物质发电行业中，由于污染物和外生输出都满足弱处置性假设，所以污染物的减少，导致生物质发电行业中提供给工商业和居民的电量减少。因此，生物质发电行业的利润大幅下降。从目前中国生物质发电行业的发展现状来看，若农业具有产权，会给生物质发电行业造成巨大的损失。

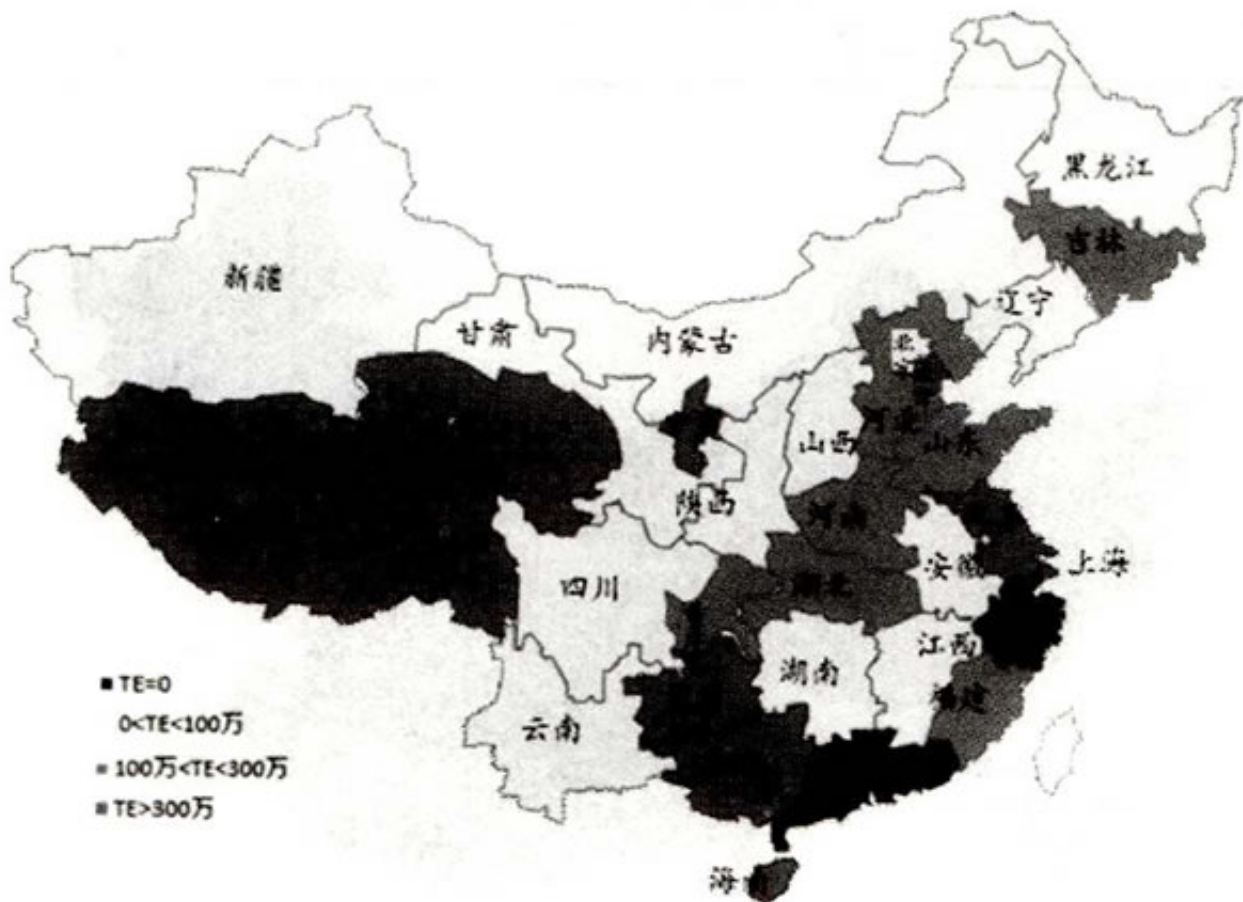


图4 技术无效分布图(文章中使用的数据不含港澳台等地区)

对于情况3，产权在Bio-AG系统中时，两个行业的利润以及整体利润都是这三种情况中最高的。这说明两个行业形成一个系统，互相制约又相互协同，既可以提高生物质发电行业和农业的产量，提高经济效益，又可以很好的控制污染物，有利于环境的保护。

由于大部分省份的生物质发电行业和农业的当前利润和最大利润之间都有一定的差距我们针对目前中国所处的现状(情况1)，利用2.4部分介绍的方法，将利润无效分解为技术无效和配置无效，分解结果见表6。

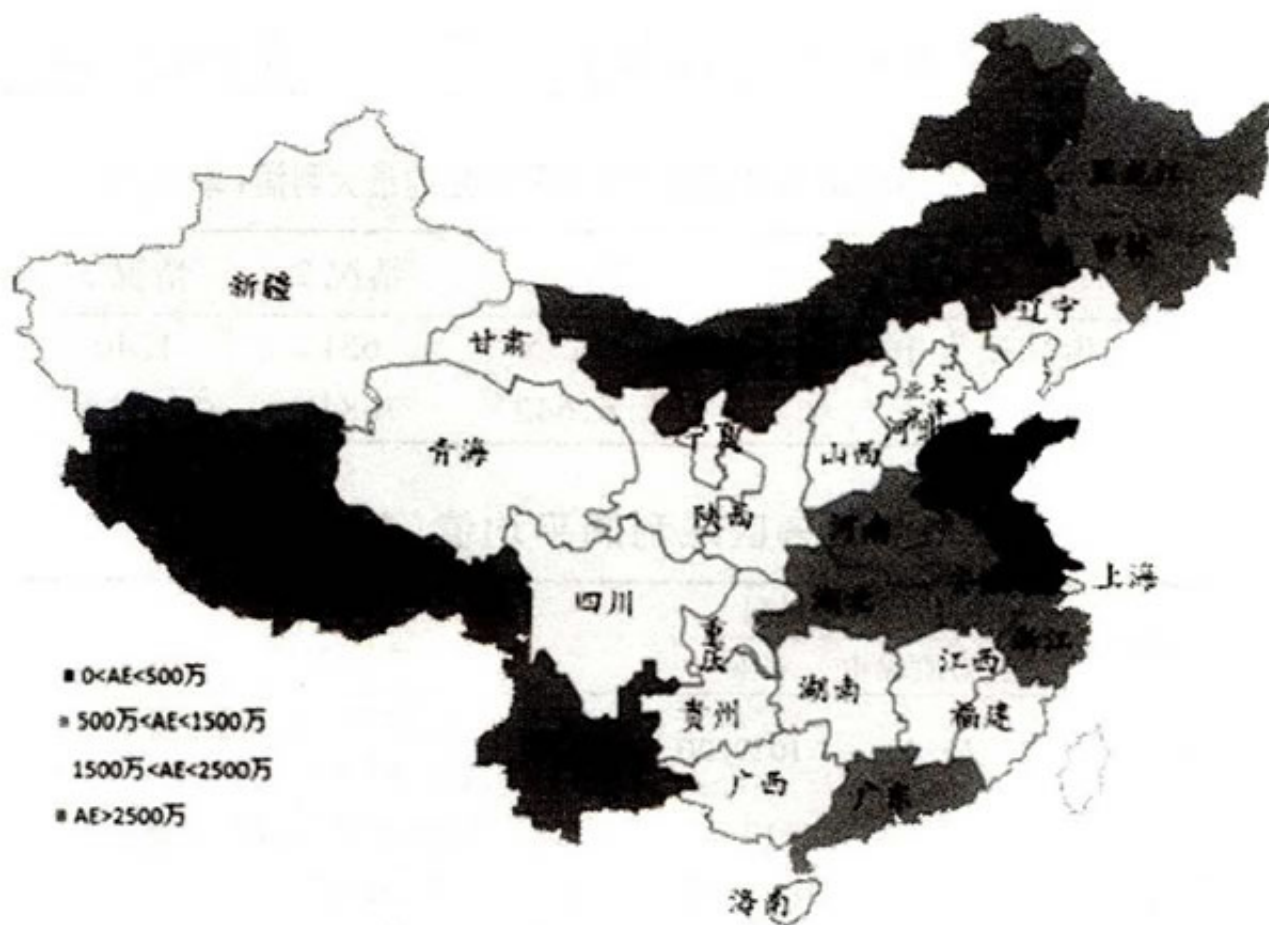


图5 配置无效分布图(文章中使用的数据不含港澳台等地区)

对于生物质发电行业，全国平均利润无效是1932.15万元，其中平均技术无效和配置无效分别为89.84万元和1842.32万元。这表明资源配置比技术水平更影响生物质发电行业的发展。

在全国各省市的技术无效排名中，广东和浙江的技术无效值超过500万，排名最高，这与其采取垃圾焚烧发电技术有一定关系。但是总体来看，技术水平的提高并不能大幅的提高生物质发电行业的利润水平。

另外，由表6可知资源的配置无效占比利润无效值的95.4%，是影响生物质发电行业利润无效的主要因素。随着生物质发电行业的不断发展，合理的布局规划显得尤为重要，人力、生物质原材料等要素的供应价格，供应范围，将会制约着生物质发电企业的利润。因此，政府应该关注资源配置，并防止过度或盲目投资。同样，影响农业利润的主要因素也是资源配置。

表 6 利润无效分解结果

省份	生物质发电行业(单位:万)			农业(单位:万)		
	PE	TE	AE	PE	TE	AE
北京	2159	95	2064	20572501	0	20572501
天津	2142	0	2142	20806132	19	20806113
河北	1933	144	1789	8123507	324	8123183
山西	2337	7	2330	18356615	113	18356501
内蒙古	2656	28	2629	15585771	184	15585587
辽宁	1971	56	1915	10775906	142	10775765
吉林	1506	115	1391	14545276	202	14545074
黑龙江	1559	54	1505	6229432	235	6229197
上海	2198	0	2198	20377320	0	20377320
江苏	0	0	0	0	0	0
浙江	1341	586	755	13899258	87	13899171
安徽	1233	95	1138	13014929	329	13014601
福建	1959	221	1738	11535980	116	11535864
江西	1968	9	1959	19235961	136	19235825
山东	408	286	122	2611026	471	2610555
河南	1051	105	946	576758	679	576079
湖北	1524	217	1307	3649657	350	3649307
湖南	2196	24	2172	3891397	244	3891153
广东	1507	552	955	4338239	240	4337998
广西	2478	0	2478	10057280	244	10057036
海南	2209	0	2209	18047447	41	18047407
重庆	2173	112	2061	15421026	91	15420935
四川	2515	27	2488	464283	248	464035
贵州	2330	0	2330	16653327	93	16653234
云南	2717	27	2690	12742913	205	12742708
西藏	2528	0	2528	22013977	0	22013977
陕西	2211	8	2203	10715597	235	10715362
甘肃	2346	17	2330	15712466	87	15712378
青海	2283	0	2283	21340400	0	21340400
宁夏	2184	0	2184	20716706	34	20716672
新疆	2277	1	2276	8535368	188	8535180

4结论及展望

4.1研究结论

本文通过研究生物质发电行业和农业之间的关系，构建Bio-AG系统，并在系统中引入产权解决污染物所导致的负外部性问题，最后利用网络DEA模型和DDF测量方法分析生物质发电行业利润无效问题。

现将研究结论总结如下：

(1)在当前情况下，中国的西部地区生物质发电行业的发展落后于其他地区，华东地区相对比较发达。

(2)当产权集中在Bio-AG系统中时，生物质发电行业和农业的整体利润会增加，而当农业有产权时，生物质发电行业的利润将大幅下跌。

(3)生物质发电技术对利润有一定影响。然而，资源的低效配置才是影响我国生物质发电行业利润的主要因素。

(4)农业废弃物作为生物质发电的主要原料，其最大的特点就是资源分散，搜集和运输困难，而且季节性强，原材料供应的稳定性差，所以在设计生物质发电企业时要使发电技术设备能适用于大部分农业废弃物，在不同的季节使用不同的生物质。

(5)根据各区域农业的不同特点来确定发电设备的规模，对于农业比较发达的平原地区可能适合于规模大的生物质

发电设备，但是在生物质较分散的地区必须使用效果较好的小规模发电技术。

4.2进一步的研究

中国生物质发电行业在其发展过程中正面临着有很多困难，如生物质发电的成本过高，生物质发电上网电价等，而且从长远来看，生物质发电行业造成的负面影响也是值得关注的。本文只分析了生物质发电行业和农业之间的关系，未来的研究可以从以下两个角度进行。首先，时间跨度更长，利用更多的信息和数据来分析负外部性。其次，可以考虑更多的行业(如林业、渔业、轻工业等)，建立更大的系统，更全面的分析生物质发电行业和各行业的关系。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/127045.html>