

基于风险效益均衡的电煤差价合约研究

赵会茹, 闫茹

(华北电力大学 工商管理学院, 北京 102206)

摘要:在由煤炭供应价格所引发的煤炭供应企业和发电企业之间的矛盾仍未解决的情况下,引入电煤差价合约,采用概率分析法对发电企业和煤炭供应企业的风险进行衡量,并通过建立风险效益平衡模型来确定最优订货比例。通过算例分析,证明了所提出的模型具有一定的可操作性,有利于建立公平的市场模式,可有效解决由煤炭供应价格所引发的煤炭供应企业和发电企业间的矛盾。

关键词:电煤差价合约;煤电矛盾;边际风险效益;最优订货比例

中图分类号:F407.61 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-980X(2009)07-0038-04

近年来,国家对电煤价格逐渐取消了干预,但对上网电价继续实行严格的管制,受其以及煤价波动频繁等多重因素的影响,煤炭供应企业和发电企业间关于煤价的矛盾一直未能解决。尽管在这期间实行了三次煤电价格联动,但由于“市场煤”和“计划电”的本质矛盾并未解决,所以这一措施只能暂时缓解煤电矛盾,并不能从根本上改变现状。

针对这一问题,国内外许多专家学者提出实行煤电联营、煤电一体化、长期合同等措施。于立等人认为煤电紧张关系产生的根源在于煤电企业之间所形成的纵向价格双轨制,纵向一体化才是缓解煤电紧张关系的有效途径^[1]。Joskow采用理论和实证分析的方法研究了美国煤电企业供应链合作关系,重点结合坑口电站分析了长期合同方式和一体化方式的优点^[2]。杨海贤等人认为应该进行煤电联合,联合的方式可采用长期合同关系、战略伙伴关系、相互投资参股方式、纵向一体化等^[3]。本文认为煤电矛盾主要集中在煤炭的供应与发电的协调方面,而导致这一矛盾的实质因素是纵向价格双轨制,由于电价的调整极可能会引起生产者物价指数和消费者物价指数的波动,对国民经济影响重大,所以只能从电煤价格的协调方面来着手研究,因此在发电公司购煤环节引入差价合约,以保证双方的风险和利益均衡,从而缓解双方的矛盾。

差价合约(contract for difference, CFD)是指市场交易双方为了规避现货交易风险而签订的一种中长期合约,其本质是纯粹的财务合同,而与商品的实际交割无关。在差价合约中,交易双方在合约中商定一个交易价格,当现货市场价格低于合同价时,购买方应将少于合约价的费用支付给卖方;如果现货

市场价格高于合约价时,则卖方应将多于合约价的费用退还给购买方^[4]。

目前,差价合约被广泛应用于电力市场交易中^[5-8]。在电力差价合约中,合约电量分配率是关键,如果差价合约电量分配率不合理,则不能平衡电网公司和发电公司的利益和风险^[9]。本文在对差价合约研究的基础上,从理论方面引进电煤差价合约来规避煤炭企业的市场力并稳定电煤价格,从而促进煤炭供应与发电间的协调。在电煤差价合约中,确定发电公司的最优电煤订货比例是关键。本文在前人对差价合约研究成果的基础上,采用概率分析法对发电公司和煤炭公司实现差价合约后的风险进行衡量,运用经济学中的边际分析法构造发电公司和煤炭公司的边际风险效益模型及其风险效益平衡模型,为确定合理的差价合约订货比例提供理论依据。

1 煤炭公司的边际风险效益模型

在差价合约的交易模式下,发电公司与煤炭公司的电煤交易主要在差价合约市场和现货市场中进行。由于差价合约价格是发电公司与煤炭公司根据以往经验协商确定的,因此假设差价合约价格为一定值,用 P_x 表示。由于电煤价格已经基本放开管制,即由市场决定,因此假设某一地区某一定期限内电煤平均价格为 P_M ,且为波动变化的。虽然我国已经实行“竞价上网”,但实际上,上网电价是受管制的,因此上网电价波动很小,可假设为一定值,用 P_E 表示。由于煤炭公司每年的总供给量是可以预测的,所以也假设为一定值,用 Q_C 表示。用 Q 表示发电公司预测的电煤总需求量,用随机变量 Q_P 表示

收稿日期:2009-05-25

作者简介:赵会茹(1963—),女,华北电力大学研究生院副院长、教授,博士,主要研究方向:电力经济与管理、技术经济评价理论与应用;闫茹(1986—),女,华北电力大学硕士研究生,主要研究方向:电力经济学。

实际电煤需求量, x 为发电公司在合约中的订货比例, 则差价合约中的电煤签订量 $Q_x = xQ$, 发电公司从现货市场上购煤量为 $Q_p - xQ$ 。

在合约期内, 煤炭公司的总收益函数如式(1)所示。

$$R_C = P_X \times xQ + P_M \times (Q_C - xQ) - C(Q_C)。(1)$$

在式(1)中, R_C 为煤炭公司的总收益, $C(Q_C)$ 为煤炭企业的产煤成本。由于 Q_C 已知, 故 $C(Q_C)$ 为常数。

煤炭公司收益的期望值和方差分别如式(2)、式(3)所示:

$$E(R_C) = P_X \times xQ + (Q_C - xQ) E(P_M) - C(Q_C); \quad (2)$$

$$D(R_C) = E\{[R_C - E(R_C)]^2\} = E\{[P_M \cdot (Q_C - xQ) - (Q_C - xQ) E(P_M)]^2\}。 \quad (3)$$

若用方差 $D(R_C)$ 衡量煤炭公司的风险, 则其目标不仅是效益最大化, 同时也追求风险最小化。在微观经济学中, 边际分析法常用于分析自变量的单位变化所引起的因变量的变化量, 本文用该方法来研究煤炭公司与发电公司的边际风险效益, 对式(2)中的 x 求导得到式(4):

$$\frac{\partial E(R_C)}{\partial x} = P_X \times Q - QE(P_M)。 \quad (4)$$

式(4)表示差价合约订货比例 x 单位变化所引起的煤炭公司收益的变化。

对式(3)中的 x 求导, 得到式(5):

$$\frac{\partial D(R_C)}{\partial x} = -2Q(Q_C - xQ)[E(P_M^2) - E^2(P_M)]。 \quad (5)$$

式(5)表示差价合约订货比例 x 发生单位变化所引起煤炭公司风险的变化, 将式(4)除以式(5), 可以得到煤炭企业的边际风险收益, 如式(6)所示:

$$\begin{aligned} & \frac{\frac{\partial E(R_C)}{\partial x}}{\frac{\partial D(R_C)}{\partial x}} = \frac{P_X - E(P_M)}{-2(Q_C - xQ)[E(P_M^2) - E^2(P_M)]}。 \quad (6) \end{aligned}$$

式(6)表示煤炭公司的风险发生单位变化所引起的收益变化。

2 发电公司的边际风险效益模型

发电公司在合约期内的收益函数如式(7)所示。

$$R_E = P_E \cdot Q_E - P_X \cdot xQ - P_M \cdot (Q_p - xQ) - F。 \quad (7)$$

在式(7)中, R_E 表示发电公司的总收益, Q_E 为实际发电量。对于燃煤电厂来说, 其燃料成本占总成本的 70% 左右^[10], 占变动成本的比例将更大, 因而, 变动成本可只考虑燃料成本。 F 是发电公司的

固定成本, 为一常数。假设火电厂的平均煤耗率用 λ 表示, 则 $Q_E = 1/\lambda \times Q_p$, 因此, 发电公司的收益函数又可以表示为式(8)。

$$R_E = \frac{1}{\lambda} P_E \cdot Q_p - P_X \cdot xQ - P_M \cdot (Q_p - xQ) - F。 \quad (8)$$

发电公司收益的期望和方差分别如式(9)、式(10)所示。

$$E(R_E) = \frac{1}{\lambda} P_E E(Q_p) - P_X \cdot xQ - E(P_M Q_p) + xQE(P_M) - F。 \quad (9)$$

$$D(R_E) = E\{[R_E - E(R_E)]^2\} = E\left\{\left[\frac{1}{\lambda} P_E [Q_p - E(Q_p)] - P_M (Q_p - xQ) + xQE(P_M) - E(P_M Q_p) - xQE(P_M)\right]^2\right\}。 \quad (10)$$

在式(9)、式(10)中, $E(R_E)$ 为发电公司收益的期望值, $D(R_E)$ 为发电公司收益的方差。若把 $D(R_E)$ 作为衡量发电公司的风险, 则发电公司的目标不仅是效益最大化, 同时也追求风险最小化。对式(10)中的 x 求导, 可得到式(11)。

$$\frac{\partial E(R_E)}{\partial x} = -P_X Q + QE(P_M)。 \quad (11)$$

式(11)表示差价合约的订货比例发生单位变化所引起的发电公司效益的变化。对式(10)中的 x 求导, 可得到式(12)。

$$\frac{\partial D(R_E)}{\partial x} = \frac{2}{\lambda} P_E Q [E(Q_p P_M) - E(P_M) E(Q_p)] + 2QE(P_M) [E(P_M Q_p) - xQE(P_M)] - 2Q[E(P_M^2 Q_p) - xQE(P_M^2)]。 \quad (12)$$

式(12)表示差价合约的订货比例发生单位变化所引起的发电公司风险的变化。将式(11)除以式(12), 可以得到发电公司的边际风险收益模型, 如式(13)所示。

$$\frac{\frac{\partial E(R_E)}{\partial x}}{\frac{\partial D(R_E)}{\partial x}} = \frac{-P_X + E(P_M)}{F}。 \quad (13)$$

其中,

$$F = \left\{ \frac{2}{\lambda} P_E [E(Q_p P_M) - E(P_M) E(Q_p)] + 2E(P_M) [E(P_M Q_p) - xQE(P_M)] - 2[E(P_M^2 Q_p) - xQE(P_M^2)] \right\}。$$

式(13)表示发电公司的风险发生单位变化所引起的效益变化。

3 发电公司和煤炭公司的风险效益平衡模型

一般而言, 期望收益随着风险的增加而增加, 风

险越大,要求得到的收益就越高;风险越小,要求得到的收益就越低,这符合收益 - 风险正相关性的客观规律。但是两者的增长速度并不同步,随着差价合约订货比例的增大,发电公司所面临的风险越来越小,煤炭公司却因为其不能行使市场力而面临越来越大的风险。因此,发电公司的边际效益风险是递减的,而煤炭公司的边际效益风险是递增的,它们之间必然存在一个均衡点。为了更全面地体现市场主体的平等地位,根据微观经济学中的边际效用原理可知,若使发电公司和煤炭公司的效益与风险平衡,其标准是使发电公司的单位效益所带来的风险与煤炭公司的单位效益所带来的风险相等。因此,本文将构建式(14)所示的风险效益平衡模型:

$$\frac{\partial E(R_C)}{\partial D(R_C)} = \frac{\partial E(R_E)}{\partial D(R_E)}, \quad (14)$$

即

$$\frac{P_X - E(P_M)}{-2(Q_C - xQ)[E(P_M) - E^2(P_M)]} = \frac{-P_X + E(P_M)}{F} \quad (0 \leq x \leq 1). \quad (15)$$

根据式(15),可以计算出最优订货比例,如式(16)所示。

$$x^* = \left\{ -\frac{1}{\lambda} P_E [E(Q_P P_M) - E(P_M) E(Q_P)] + E(P_M^2 Q_P) - E(P_M) E(P_M Q_P) + Q_C [E(P_M^2) + E^2(P_M)] \right\} / 2 Q D(P_M) \quad (0 \leq x^* \leq 1). \quad (16)$$

根据微观经济学中的价格需求理论,假设发电企业的实际电煤需求量与电煤平均价格之间呈线性关系,如式(17)所示。

$$Q_P = a P_M + b. \quad (17)$$

在式(17)中, a 反映实际电煤需求量与电煤价格之间的相关程度, b 是截距项。

电煤市场基本放开后,根据经济学中的价值原理,市场上的电煤价格一般会围绕电煤价值上下波动,在没有监管的情况下,其波动范围可能较大。但是,为了保护发电商的利益,监管部门一般会设定一个价格上限。因此,电煤价格在这个小范围内的波动有可能接近均匀分布。为了便于计算,本文假设每周的电煤平均价格 P_M 在区间 (c, d) 近似服从均匀分布,其密度函数如式(18)所示。

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{d-c} & c < x < d \\ 0, & \text{其他} \end{cases}. \quad (18)$$

在式(18)中, c 为每周平均电煤价格的历史最小值, d 为每周平均电煤价格的历史最大值,由此,可以得到 $E(P_M)$ 、 $D(P_M)$ 、 $E(P_M^2)$ 和 $E(P_M^3)$, 分别如式(19)、式(20)、式(21)、式(22)所示。

$$E(P_M) = (c + d) / 2; \quad (19)$$

$$D(P_M) = (d - c)^2 / 12; \quad (20)$$

$$E(P_M^2) = (d^2 + c^2 + cd) / 3; \quad (21)$$

$$E(P_M^3) = (d^2 + c^2)(d + c) / 4. \quad (22)$$

把式(17)、式(19)至式(22)代入式(16)中,并对其化简,可得到式(23)。

$$x^* = \frac{-\frac{1}{\lambda} a P_E + b + a(c + d) + Q_C}{2 Q}. \quad (23)$$

由于 x^* 不一定在 $[0, 1]$ 之间,因此可以定义最优差价合约订货比例,如式(24)所示。

$$x^* = \begin{cases} 0, & x^* < 0 \\ x^*, & 0 \leq x^* \leq 1 \\ 1, & x^* > 1 \end{cases}. \quad (24)$$

根据式(23)可以看出,在其他变量不变的情况下,当上网电价 P_E 下降时,最优订货比例 x^* 将上升,这与现实情况一致,由于上网电价下降,发电公司的收益减少,抗风险能力就减弱,因此需要电煤成本相对稳定,由此就会在差价合约中签订较多比例的电煤订购量。反之,当上网电价上升时,发电公司的收益将增加,抗风险能力会上升,电煤成本就可以允许有一定的波动,因此,最优订货比例会下降。

同样,在其他变量不变的情况下,若煤耗率 λ 增大,发电公司发同样的电量,需要的电煤就会增多,面临的风险也会增大,因此,最优订货比例就会上升,以此来尽量避免煤价波动所造成的损失。反之, λ 若减小,则发电公司需要的电煤就会减少,面临的风险也将减小,因此,最优订货比例将会下降。

4 案例分析

假设某火力发电公司的装机容量是 2400MW, 年平均运行小时数是 5500h, 平均煤耗率为 360g/kWh, 一年所需要的发电用煤量约为 475.2 万吨, 上网电价 P_E 为 0.35 元/kWh。为了分散电煤价格的市场风险,在燃料采购过程中,该公司采用现货与差价合约相结合的模式,与某年产量约 600 万吨的煤炭公司 M 签订了一年的差价合约,合约价格是 455 元/吨,按周结算;现货电煤主要在其周边的某大型煤炭交易港口购买。根据 2005 年 6 月 1 日至 2007 年 10 月 1 日的 120 周的电煤价格波动模拟数据,得到了相应的散点图,如图 1 所示。从图 1 可以看出,平均电煤价格的点集中在某一区域,在这 120 周内,电煤价格在 $[350, 550]$ (元/吨) 之间波动,因此可以假设其在该区域间服从均匀分布。根据这 120 周的交易量和平均价格,得到如图 2 所示的散点图。

通过这 120 个交易周的电煤交易量 - 价格散点图,可以看出大部分点在一条直线上,利用 SPSS 软

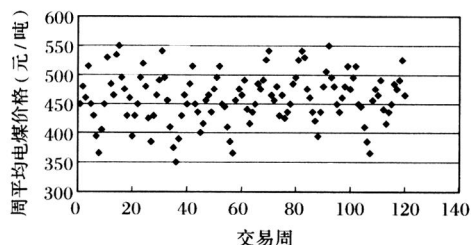


图1 周平均电煤价格的散点图

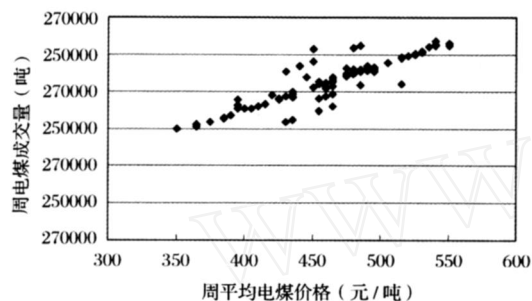


图2 周电煤交易量 - 价格的散点图

件,对电煤交易量 - 价格做线性回归,求出相关的系数: $a = 236.59$, $b = 126055.8$,则该大型煤炭交易港口每周的电煤实际交易量与周平均电煤价格的关系如式(25)所示。

$$Q'_P = 236.59 P_M + 126055.8. \quad (25)$$

由于电煤市场中的电煤供求是平衡的,因此,式(25)中电煤的供给关系相当于电煤需求关系,近似于该发电公司的需求函数,于是,年实际电煤需求量可看做是每周电煤需求量的累加,由此可得到年电煤需求量与平均电煤价格的关系,如式(26)所示。

$$Q_P = 52(236.59 P_M + 126055.8). \quad (26)$$

在式(26)中, $Q_P = 52 \times Q'_P$ 为年实际电煤需求量。该火力发电公司预测下一年的电煤需求量 $Q = 475.2$ 万吨,通过式(24)可以求出差价合约最优订货比例为 69.14%。这说明在当前的市场环境下,当该发电公司的电煤订货比例为 69.14%时,发电公司和煤炭公司的风险效益是平衡的。从风险收益的角度来看,这样的订货比例对双方来说都比较公平。当订货比例由 0 变化到 1 时,煤炭公司的边际风险效益随着差价合约订货比例 x 的增大而逐渐减小。这一现象是符合市场规律的,随着 x 的增大,煤炭公司的市场力逐渐减弱,因此边际风险效益也逐渐减小。对于发电公司来说,边际风险效益随着差价合约订货比例 x 的增大逐渐增大,这是因为 x 的增大使发电公司可以控制煤炭公司的市场力并稳定电煤价格,所以发电公司的边际效益也随之增大。

当预测的电煤需求量不同时,最优订货比例也会产生变化。如果发电公司预测的电煤需求量偏大,根据本文构建的模型,得出的订货比例就会偏

小;如果预测的电煤需求量偏小,订货比例就会偏大。因此发电公司预测下一年电煤需求量的准确与否将关系到最优订货比例对于两个市场主体的公平与否。

5 结语

在当前经济环境下,发电公司在电煤采购过程中采用差价合约的市场模式,可以控制煤炭公司的市场力,稳定电煤价格,因此这是规避煤价风险的一种比较好的方式。从政府监管部门的角度考虑,电煤价格的波动和需求量都是不可控制的,而差价合约订货比例是可控制的。本文通过研究合理的订货比例来平衡发电公司和煤炭公司的风险和利益,有利于建立公平的市场模式。本文的研究假设发电公司仅和一家煤炭公司签订差价合约,若发电公司为进一步控制电煤价格的市场风险,同时和多家煤炭公司签订合约,如何平衡多个主体的风险效益?这将是下一步研究的重点。

参考文献

- [1] 于立,刘劲松. 中国煤电关系的产业组织学分析[J]. 中国工业经济,2004,9(9):50-56.
- [2] JOSKOW P L. Vertical integration and long-term contracts:the case of coal-burning electric generating plants [J]. Journal of Law Economics & Organization,1985,11(1):33-80.
- [3] 杨海贤,李新威. 改善电煤供应链[J]. 中国电力企业管理,2004,7(10):30-31.
- [4] 赵学顺,戴铁潮,黄民翔. 电力市场中风险规避问题的研究(二)——差价合约分析系统的实现[J]. 电力系统自动化,2001,25(4):16-19.
- [5] 马新顺,文福拴,倪以信,等. 有差价合约日前市场中计及风险约束的最优报价策略[J]. 电力系统自动化,2004,28(4):4-10.
- [6] 赵学顺,黄民翔,韩祯祥. 电力市场中风险规避问题的研究(一)——不同电力市场阶段风险规避模型[J]. 电力系统自动化,2001,25(4):14-20.
- [7] 黄永皓,尚金成,康重庆,等. 电力中长期合约交易市场的运作机制及模型[J]. 电力系统自动化,2003,27(4):24-28.
- [8] 吴军,涂光瑜,罗毅,等. 电力市场交易方式分析[J]. 电力系统自动化,2002,26(12):24-30.
- [9] 谭忠富,王绵斌,朱璋,等. 发电公司与电网公司的风险效益平衡模型[J]. 电网技术,2007,31(16):6-11.
- [10] 罗崇锡. 电煤市场化条件下的燃煤火电企业效益审视[J]. 电力技术经济,2006,18(4):38-42.
- [11] 杜立民,尤超英. 煤电关系与电力“软短缺”:一个产量约束模型[J]. 技术经济,2007,26(6):28-32.

(下转第 56 页)

[7] 廉桂萍.加大财政对农业支持力度,不断提高农业竞争力[J].农业经济问题,2003(11):51-53.

[8] 郭玮,赵益平.威胁粮食安全的主要因素及应对政策[J].管理世界,2003(11):98-102.

[9] 何振国,王强.财政支农支出优先次序研究[J].管理世界,2006(10):150-151.

[10] 沈坤荣,张王景.中国农村公共支出及其绩效分析——基于农民收入增长和城乡收入差距的经验研究[J].管理世界,2007(1):30-40.

[11] 王敏,潘勇辉.财政农业投入与农民纯收入关系研究[J].农业经济问题,2007(5)99-105

[12] 孙胜利.农业投入问题讨论综述[J].中国农村经济,1990(10):57-61.

[13] 安广实.我国财政对农业投入的问题及对策思考[J].中国农村经济,1999(9):43-47.

[14] 马晓河,蓝海涛,黄汉权.工业反哺农业的国际经验及我国的政策调整思路[J].管理世界,2005(7):55-63.

[15] “农业投入”总课题组.农业保护现状、依据和政策建议[J].中国社会科学,1996(1):56-71.

[16] 李炳坤.扎实稳步推进社会主义新农村建设[J].中国农村经济,2005(11):4-9.

[17] 林毅夫.加强农村基础设施建设,启动农村市场[J].农业经济问题,2000(7):2-3.

Empirical Study on Factors Influencing Agricultural Fiscal Expenditure in China

Peng Daiyan¹, Zhao Hai²

(1. School of Economics, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China;
2. Research Center for Rural Economy of Ministry of Agriculture, Beijing 100761, China)

Abstract : Through empirical study, this paper finds that :the scholars ' suggestions, the appeal of representatives of agriculture, rural area and peasant and the total fiscal expenditure have significant positive effects on the growth of agricultural fiscal expenditure, while the enhancement of per-capita grain yield and the reduction of urban-rural income gap have significant negative effects on it, and these factors can explain 83 % of the growth of agricultural fiscal expenditure during 1988-2006. However, compared with the situation in 1988, the scholars ' suggestions and the appeal of representatives of agriculture, rural area and peasant have decreased in 2006, which influences the growth of agricultural fiscal expenditure negatively.

Key words : agricultural fiscal expenditure; three agricultural problem; grain supply; urban-rural income gap

(上接第 41 页)

Study on Contract for Difference between Coal Producer and Electricity Generator under Equilibrium of Risk and Benefit

Zhao Huiru, Yan Ru

(School of Business Administration, North China Electric Power University, Beijing 102206, China)

Abstract : Owing to more and more server price confrontations between coal producers and generation enterprises in China, this paper introduces the Contract for Difference (CFD). Firstly, it evaluates the risks of coal producers and generation enterprises by the probability analysis method. Secondly, it establishes a marginal risk-benefit balance model for two parts to determine the optimal coal-ordering proportion. Finally, it verifies that the proposed model in this paper is suitable, and helps to construct fair market mode and solve the price contradiction between coal producers and generation enterprises.

Key words : contract for difference; confrontation between coal producer and generation enterprise; marginal risk-benefit model; optimal ordering proportion