

基于非线性动力学特征的供电公司 风险度量指标设计

关 勇,王绵斌,张丽英,谭忠富

(华北电力大学 电力经济研究所,北京 102206)

摘 要:在分析既有风险管理方法的基础上,研究了我国电力市场上网电价波动风险的程度问题。基于上网电价的显著非线性特征,采用多维指标对上网电价波动风险的深度、宽度和持久度进行度量。首先,从定量的角度,采用 VaR 指标对风险波动的深度进行评估,采用标准离差率对风险波动的宽度进行评估,采用上网电价的波动频率对风险波动的持久度进行评估;其次,对上述 3 个评估指标的设计合理性进行了讨论,并构建了供电公司风险度量模型;最后,通过实证分析表明所建立的供电公司风险度量模型能更全面、更科学地描述我国上网电价波动,可为我国电力市场电价的风险控制提供一定的参考。

关键词:供电公司;风险价值;Hurst 指数;重标极差分析;风险度量指标

中图分类号:TM73;F123.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-980X(2009)04-0048-06

风险是指未来结果的不确定性或波动性,如未来收益、资产或债务价值的波动性或不确定性。风险的度量和控制一直是学术界研究的热点问题,其中方差风险度量方法在目前被运用得最为广泛^[1]。但是,随着研究的深入,人们发现采用方差来计量风险时把收益和损失均视为风险,这种正负离差的平等处理有违投资者对风险的真实感受。为了克服方差计量风险的不足,人们相继提出了其他风险计量理论与测度方法,如 β 值法、Hurst 指数方法、VaR 方法、CVaR 方法、平均绝对偏差法、最大负偏差方法、下偏矩方法等^[2]。这些方法在一定程度上都可用于风险度量,但它们都没有全面体现风险的多维本质属性^[3]。

随着电力市场化改革的进一步深入,以往垂直一体化的垄断管理模式被市场机制代替,而市场化的引入也给各市场主体带来一定的经营风险。供电公司所面临的经营风险主要来自上网电价的不确定性。自从 2001 年美国加州电力市场上网电价的极大波动影响了电力市场运营的安全和稳定之后,人们对上网电价给电力市场带来的风险有了新的认识。上网电价的波动也给电力市场风险管理提出了严格的要求^[4-5]。因此,众多学者开始采用经典的

风险度量方法对上网电价的不确定性进行度量,如方差法、 β 值法,半方差法、VaR 法、CVaR 法等。文献[6]采用 β 系数度量输配电资产的风险,并根据资本结构理论和资本资产定价模型确定我国输配电价的资产回报率。文献[7]采用 Hurst 指数对美国加州电力市场长期电价的波动风险进行度量,并得出“电价遵循有偏的随机游走、符合分形分布”的结论。文献[8]采用 VaR 方法对供电公司实行峰谷分时电价的风险进行了度量,并采用区间方法对其面临的风险进行了有效控制。文献[9]采用 CVaR 方法度量了发电商在多个市场的购电风险,并建立了新的发电商均值-CVaR,即投标组合优化模型。虽然这些方法都可以对上网价格波动所带来的风险进行度量,但是它们都没有考虑电价的“非线性、不连续性”等内部特征,仅将电价的波动归咎于外部随机扰动因素,并且假定购售电者是理性的,不可能出现对信息的误解、遗漏或滞后反应,因此,这些方法大多假设电价服从正态分布。但是,目前众多研究表明上网电价并不服从正态分布,而是具有“尖峰、厚尾”的特征^[7,10]，“电价服从正态分布”这样的假设偏离了上网电价的复杂性和非线性本质,因此传统的风险管理技术不能准确衡量电力市场的真实风险水

收稿日期:2009-01-04

基金项目:国家自然科学基金项目(70373017、70571023)、国家“新世纪优秀人才支持计划”项目(NCET-060208)、北京市哲学社会科学规划项目(06BaJG102)资助

作者简介:关勇(1969—),男,山东乐陵人,华北电力大学博士研究生,高级经济师,主要研究方向:电力经济、电力风险管理;王绵斌(1979—),男,广东澄海人,华北电力大学博士研究生,主要研究方向:电力经济、电力风险管理;张丽英(1960—),女,河北武邑人,华北电力大学博士研究生,高级工程师,主要研究方向:电力经济、电力风险管理;谭忠富(1964—),男,吉林长岭人,华北电力大学工商管理学院教授,博士后,北京电力大学电力经济研究所所长,博士生导师,主要研究方向:电力经济、风险管理理论、技术经济。

平。本文在以往风险管理研究的基础上,从上网电价复杂性和非线性性的角度,提出更合理、更全面度量供电公司收益波动的风险指标,并构建新的风险评价模型,旨在使供电公司更好地控制其经营风险。与以往的风险管理方法相比,本文所构建的风险评价指标体系不仅可以反映内部的自相关、马尔可夫效应等短期记忆效应和长期记忆效应,更能反映外部的反馈机制、市场的随机涨落力量、信息的不均、投资者的非理性行为等,因此它能更加全面地对风险进行度量。

1 供电公司风险度量指标的设计

影响供电公司收益的因素很多,如发电商的报价策略、发电成本、市场力的大小、供需情况、供电公司的购电策略等。这些因素构成了一个不断演化的复杂系统,使得供电公司收益的风险状况也必然不断动态变化。因此,本文从多维角度描述供电公司风险的复杂性,这样做不仅更全面、更科学,还比现有风险计量指标具有更大的优势。

根据风险的定义可知,供电公司的风险大小与可能的损失、损失的概率、损失的不确定性、收益盈亏波动频率等4个方面有关。本文将采用收益波动的深度、波动的宽度和波动的持久度3个维度来度量供电公司的风险^[11-12]。波动的深度表示可能的损失和损失的概率,可以采用风险价值(VaR)指标来度量,它反映供电公司在一定时期内某一置信水平下的最大预期损失。波动的宽度表示损失的不确定性,可以采用分形分布特征函数的参数 γ 指标来衡量,它反映分形分布曲线的宽度。波动的持久度表示收益盈亏波动频率,可以采用Hurst指数指标来衡量,它反映一个时间序列参差不齐的程序,展示了序列的持久性。下面将对这3个指标的计算进行论述。

1.1 风险波动宽度指标的设计

设 P_t 为 t 时段的上网电价,为随机变量; P_s 为供电公司的平均售电电价,下标 s 只是一个符号,表示售电电价;在某一时间段内,有 t 个离散的上网电价数据,且 $t=1,2,\dots,n$,则 t 个样本点的值为 $P_1, P_2, \dots, P_n$;供电公司的单位收益序列为 $r_1, r_2, \dots, r_n$,其中 $r_t = P_t - P_s$; P_0 为供电公司的单位目标收益,那么供电公司的盈亏收益序列为 $S_t = r_t - P_0$ ($t=1,2,\dots,n$)。由此,以 S 的符号反映供电公司的盈亏,记 S_t 的负部(损失序列)为 S_t^- ,记 S_t 的正部(盈利序列)为 S_t^+ ,则有

$$\begin{cases} S_t^- = -\min\{S_t, 0\} \\ S_t^+ = \max\{S_t, 0\} \end{cases} \quad (1)$$

显然 S_t^- 、 S_t^+ 都为非负,式(1)可以转化为:

$$\begin{cases} S_t^- = \begin{cases} 0 & (S_t \geq 0) \\ -S_t & (S_t < 0) \end{cases} \\ S_t^+ = \begin{cases} S_t & (S_t \geq 0) \\ 0 & (S_t < 0) \end{cases} \end{cases} \quad (2)$$

风险的大小不仅与其损失的大小有关,也与其波动的宽度有关。对于正态分布的波动宽度,可以采用其损失序列的均方差来表示,但上网电价并不服从正态分布,因此其收益函数也不服从正态分布,需要采用更普遍的分形分布函数来表示。根据上网电价的分形特性,供电公司的收益风险宽度可以采用其损失序列的分形分布特征函数的参数 γ 来表示,根据收益序列的负部统计得到 γ 的值。

1.2 风险波动持久度指标的设计

1.2.1 风险波动频率

供电公司所面临的风险与其在规定时间内所出现的亏损频繁程度有关。供电公司收益波动风险的频率是指在规定时间内收益由盈至亏的波动次数。随着时间的变化,供电公司的收益波动频率也发生变化,并且变动范围较大,具有量纲。为准确反映供电公司的收益情况,引入反映波动频率的相对指标——频数系数,记为 f_r ^[13],其数学表达式如式(3)所示。

$$f_r = f_b / f_m \quad (3)$$

在式(3)中: f_r 为供电公司的风险波动频率; f_b 为 t 个时间点内的收益时间序列中由盈利向亏损过渡的次数; f_m 为 t 个时间点内由盈利向亏损过渡的最大次数,理论上最大的过渡次数 $f_m = t/2$ 。

虽然供电公司的风险波动频率可以采用式(3)直接计算,但其大小与初始的盈亏状态有关,并且各时间段内由盈至亏的波动次数可能变化很大,因此这种计算方法只能对已发生的收益风险进行度量。但是,供电公司更注重对未来风险的度量,因此, f_r 不能直接描述波动持久度,需对其进行修正。

分形分布是一种更普遍的分形分布,因此采用它来描述上网电价的分布将更加合理。Hurst指数是分形分布的核心概念,它展示了序列的持久性、长期记忆力特征,从统计学上讲它衡量了一个时间序列的统计相关性。文献[14]已证明:供电公司收益序列的H值越小,收益序列噪声越大,具有相同符号的相邻观测值越小,收益序列的过零频率就越大,风险越小,反之亦然,即H与频数是负相关关系。由于频数和H值均必须在0~1之间,因此可采用式(4)来表示 f_r 的值。

$$f_r = 1 - H \quad (4)$$

采用式(4),通过以往数据的统计量可得到 f_r ,

值,其能更好地描述供电公司收益时间序列波动的持久性。这种统计意义上的频数估计,不仅能够实现对已发生风险进行度量,而且可以对未来的风险进行度量。

1.2.2 H值的计算

可采用重标极差的方法(classical rescaled range analysis)计算H值,具体步骤如下:

1) 设 $X(t) = \{X(t_1), X(t_2), \dots, X(t_n)\}$ 为供电公司的收益时间序列,将收益时间序列分为 A 个长度为 m 的子序列,一般 $10 \leq m \leq n/2$ 。

$E_{n,k}(X) = \{x_{1,k}, x_{2,k}, \dots, x_{m,k}\} (k = 1, 2, \dots, A)$ 。

标记每个样本容量为 m 的子区间为 $I_a (a = 1, 2, \dots, A)$ 。

2) 对于每个子区间 I_a , 其均值、方差分别为 $\bar{X}_a, S_a$ 。

3) 对于每个子区间 I_a , 其均值的累积离差时间序列记为 $r_{(a,k)}$ 。

$$r_{(a,k)} = \sum_{i=1}^k [X_{(a,i)} - \bar{X}_a] (k = 1, 2, \dots, m)。 \quad (6)$$

4) 对于每个子区间 I_a , 极差为 R_a 。

$$R_a = \max[r_{(a,k)}] - \min[r_{(a,k)}]。 \quad (7)$$

5) 对于长度为 m 的 R/S 值, 记

$$(R/S)_m = \frac{1}{A} \sum_{a=1}^A (R_a/S_a)。 \quad (8)$$

6) 做回归分析。

$$\log(R/S)_m = H \log m + \log a。 \quad (9)$$

以 $\log m$ 为解释变量, 以 $\log(R/S)_m$ 为被解释变量, 采用普通最小二乘估计方法进行估计, 所得解释变量的系数即为所求的 H 指数。当 $H = 0.5$ 时, 上网电价为独立同分布的随机序列, 即上网电价服从正态分布。当 $H \neq 0.5$ 时, 则可判定上网电价为非随机序列, 即上网电价是分形布朗运动或有偏随机游走。

1.3 风险波动深度指标的设计

波动深度描述了风险的最大暴露程度, 它与最大损失相联系, 同时也更符合投资者的风险理论感受, 因此, 采用风险价值(VaR)是比较合适的。根据本文 1.1 节的论述, 供电公司的盈亏收益序列为 $S_t = r_t - P_0 (t = 1, 2, \dots, n)$, 那么供电公司的损失时间序列 $W = P_0 - r_t (t = 1, 2, \dots, n)$ 。如果采用 VaR 对风险进行度量, 且 $f(W)$ 为损失 W 的概率密度函数, 那么不管随机变量 W 服从什么分布, 在置信度 c 下, $1 - c = \int_{VaR}^{+\infty} f(W) dW$ 成立。如果 $W \sim N(\mu, \sigma^2)$, 那么式(10)成立^[15]。

$$\frac{VaR - \mu}{\sigma} \sim N(0, 1) \Rightarrow \frac{VaR - \mu}{\sigma} = \lambda_c。 \quad (10)$$

由此可得出基于正态分布的 VaR 计算公式:

$$VaR = \lambda_c \sigma + \mu。 \quad (11)$$

在式(11)中: λ_c 表示在置信水平 c 下正态分布的分位数; μ 为损失函数的期望; σ 为损失函数的标准差。由于正态分布只是分形分布的一种特殊情况, 因此可以推导出适用范围更普遍的 VaR 计算公式。设供电公司所面临的损失函数 $W \sim W_{\alpha, \beta}(\gamma, \delta)$, 则 $\frac{VaR - \delta}{\gamma} \sim S_{\alpha, \beta}(1, 0)$ 。那么在置信水平 c 下, 可得到式(12):

$$\frac{VaR - \delta}{\gamma} = \lambda_c^*。 \quad (12)$$

则适用范围更普遍的 VaR 的计算公式可表示为:

$$VaR = \lambda_c^* \gamma + \delta。 \quad (13)$$

式(13)中: λ_c^* 表示在置信水平 c 下分形分布的分位数; $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ 分别为分形分布特征函数的 4 个参数: α 是特征指数, 取值范围为 $(0, 2]$; β 为偏斜指数, 取值范围为 $[-1, 1]$; γ 是位置指数, 取值范围为 $(-\infty, +\infty)$; δ 为规模变化指数, 取值范围为 $(0, +\infty)$ 。这些参数和分位数的估计可采用极大似然估计法进行。

2 供电公司的收益风险评估模型

通过上述设计的 3 个风险度量指标, 可得出如式(14)所示的风险度量向量。

$$\tilde{\omega} = (VaR, \gamma, f_r)。 \quad (14)$$

风险度量向量是供电公司在电力市场中所具有的风险水平, 它具体体现在收益的波动深度、波动宽度和波动持久性 3 个维度。在 (γ, f_r) 不变的情况下, VaR 值越大, 表示供电公司的预期损失越大, 其风险也就越大; γ 值越大, 表示供电公司收益离目标收益的波动幅度越大, 系统越不稳定, 风险越大; f_r 值越大, 表示供电公司收益序列的 H 值越小, 收益频繁地过零, 即不会持续亏损也不会持续盈利, 因此所面临的风险就越小。

供电公司的收益风险取决于 VaR, γ, f_r 3 个指标。其中, VaR 对风险的影响位居首位, γ, f_r 则是次要的。如果 VaR 较小, 那么波动的宽度再大、持久度再长, 风险也不太大; 反之, 如果 VaR 较大, 那么即使波动的宽度再小、持久度再短, 其风险也可能是较大的。因此, 可以构造如式(15)所示的风险评估模型。

$$R_t = VaR[1 + k_1 R + k_2(1 - H)]。 \quad (15)$$

式(15)中: $k_1 \geq 0$ 为调整系数, 反映持久性对风险的影响; $k_2 (k_2 \geq 0)$ 与 k_1 相同, 也为调整系数,

反映供电公司收益的波动频率对风险的影响。

由于不同电力市场的上网电价所采用的单位不同,如果采用 VaR 和 γ 指标直接计算,那么计算所得到的不同市场风险将不具有可比性,因此需要对其进行标准化。VaR 指标可参照基准为正态分布下的值: $VaR_0 = \lambda \sigma_0 + \mu_0$ 。 γ 指标可采用标准离差率来表示,即采用分形分布特征函数的参数 γ 与 δ 比值来表示。标准离差率越大,意味着供电公司的未来收益偏离期望值的幅度就越大,即未来收益不确定,风险也就大;反之,则表示未来收益确定,风险程度较低,这与采用 γ 指标的性质是一致的。而 H 本来就是一个标准化指标,因此可直接采用。这样变化后的风险度量模型就可使用式(16)表示。

$$R_i = \frac{VaR}{VaR_0} [1 + k_1 \frac{\gamma}{\delta} + k_2 (1 - H)]. \quad (16)$$

3 供电公司风险度量的实证分析

由于目前我国未实行电力竞价上网,因此本文以美国加州电力市场 2000 年 1 月 1 日至 2000 年 12 月 31 日的 8784 个小时上网电价数据、美国 PJM (Pennsylvania—New Jersey—Maryland) 电力市场 2005 年 1 月 1 日至 2005 年 12 月 31 日的 8729 个小时上网电价数据(剔除非正数的不合理点)和北欧电力市场 2007 年 1 月 1 日至 2008 年 2 月 28 日的 424 天上网电价数据为样本进行分析。之所以采用以上市场数据,一是因为这些数据都是公开的^①,二是通过对多个市场进行研究,可以比较它们风险的大小,为我国电力竞价上网提供一定参考。

为了计算供电公司的收益风险,可假设美国加州电力市场的平均售电电价为 42 美元/MWh,预期收益为 5 美元/MWh;美国 PJM 电力市场的平均售电电价为 52 美元/MWh,预期收益为 5 美元/MWh;北欧电力市场的平均售电电价为 33 欧元/MWh,预期收益为 5 欧元/MWh。根据 $W = P_0 - r_i$,可以得出这 3 个市场供电公司的损失时间序列。

首先研究这些样本数据的特征,以揭示这 3 个电力市场的风险基本情况。采用 John 教授提供的 Stable 软件,对这 3 个市场的损失时间序列数据进行分析,得到分形分布特征函数的 4 个参数 α 、 β 、 γ 、 δ 的值,如表 1 所示。

表 1 分形分布特征函数的参数

市场名称	α	β	γ	δ
美国加州市场	1.48	1	49.04	23.52
美国 PJM 市场	1.74	1	16.62	6.6
北欧市场	2.00	0	9.85	-1.77

从表 1 可看出:美国加州电力市场供电公司 and PJM 电力市场供电公司的损失时间序列 α 分别为 1.48 和 1.74,不服从正态分布;而北欧电力市场供电公司的损失时间序列 α 为 2,服从正态分布,其 H 值为 0.5。根据式(5)至式(9),采用 Matlab 编写程序对美国加州电力市场供电公司 and 美国 PJM 电力市场供电公司的损失时间序列的 H 指数进行求解,分别为 0.8561 和 0.8262,其 R/S 分析如图 1 和图 2 所示。

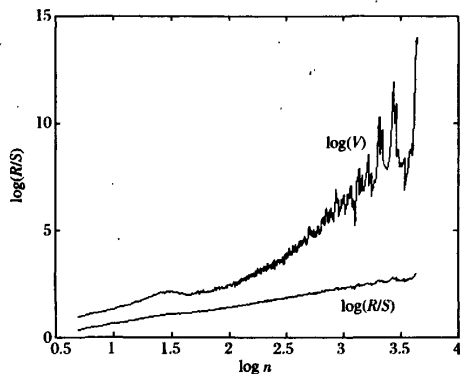


图 1 美国加州电力市场每小时收益 R/S 分析

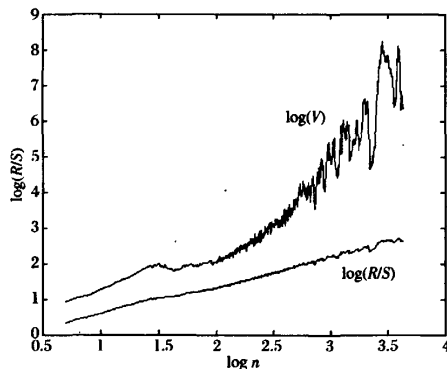


图 2 美国 PJM 电力市场每小时收益 R/S 分析

根据式(4),可计算风险波动频率 f_r 的值(见表 2)。根据表 1 所示的分形特征函数的参数,可计算它们在置信水平为 0.05 情况下的分位数分别为 3.96、2.47、1.645。根据式(13),可计算出 3 个电力市场供电公司的风险价值,其标准化的参照基准是均值为 20、均方差为 20 的正态分布(见表 2)。根据式(2)并利用 Stable 软件,可以求出损失序列的 γ 、 δ 值,结果见表 2。如果 k_1 取 0.5、 k_2 取 0.5,则可以得到这 3 个市场的风险度(见表 2)。

① 见 <http://www.ucei.berkeley.edu/datamine/datamine.htm>。

表 2 3 个电力市场的综合风险评价结果

电力市场	风险度量向量($\hat{\omega}$)			标准化风险度量向量($\hat{\omega}_0$)			R_4
	VaR	f_r	γ	VaR_0	f_r	γ/δ	
美国加州市场	217.57	0.1439	155.79	4.11	0.1439	1.06	6.58
美国 PJM 市场	47.66	0.1738	30.46	0.90	0.1738	0.75	1.32
北欧市场	14.43	0.5	6.91	0.42	0.5	0.46	0.62

从表 2 可看出,在上述 3 个电力市场中,加州电力市场供电公司的风险最大,PJM 电力市场供电公司的风险次之,北欧电力市场供电公司的风险最小。这主要是由于对于美国加州电力市场采用了 2000 年发生电力危机前的数据,这些数据波动性较大,导致其风险较大。此外,针对加州电力市场和 PJM 电力市场所采用的是小时上网电价数据,而对于北欧电力市场则采用的是每天平均上网电价数据,其波动性明显要小于小时的数据,因此,北欧电力市场的风险比加州电力市场和 PJM 电力市场的风险小得多,这与实际情况是一致的。另外,这 3 个电力市场的风险大小与期望收益和调整系数有关。其期望收益与风险值的关系如图 3 所示。

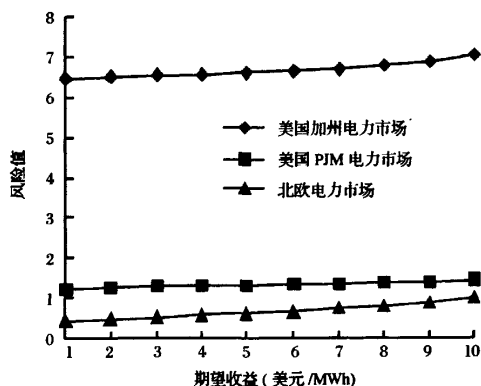
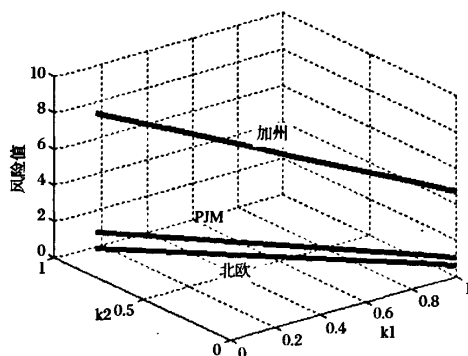


图 3 期望收益与风险值的关系图

从图 3 可以看出,随着期望收益的增大,每个电力市场的风险值也逐渐增加,但加州电力市场和北欧电力市场的变化较为明显,而 PJM 电力市场的变化较小。这主要与 PJM 电力市场损失序列的系数 γ 和 δ 的变化程度比其他两个市场小有关。

当调整系数 k_1 、 k_2 变化时,其风险值也随着变化。图 4 显示了它们与风险值之间的关系。

从图 4 可以看出,随着 k_1 增大和 k_2 减小,总体的风险值逐渐减小。其中,加州电力市场的风险值下降幅度最大,PJM 电力市场和北欧电力市场的风险值下降幅度较小。这说明了风险深度和风险持久度对加州电力市场供电公司的影响要大于其他两个电力市场。

图 4 调整系数(k_1 、 k_2)与风险值的关系

4 结论

在电力市场环境,供电公司面临着上网电价波动所带来的收益不确定性的风险。本文在对以往经典风险评价指标分析的基础上,根据电力市场的复杂性特点,提出采用三维方法即风险的波动深度、波动宽度和波动持久度对供电公司的风险进行度量,并针对风险波动深度、波动宽度和波动持久度的特点提出相应的计算指标,对其进行分析;在此基础上,构建了风险度量模型,该模型超越了正态分布情形的束缚,揭示了电价系统的非线性波动特性,为上网电价的风险管理开辟了新的思路,也为科学、全面的电力市场风险管理提供了一个实用的分析框架。

实证分析结果表明,本文所构建的模型能更合理、科学地度量供电公司所面临的风险。它不仅可以对不同电力市场的风险进行比较,而且可以对同一电力市场、不同市场模式的风险程度进行度量,这将为供电公司的决策提供更加真实、可靠的指标依据。

与以往的风险管理方法相比,本文所构建的风险评价指标体系不仅可以反映内部的自相关、马尔可夫效应等短期记忆效应和长期记忆效应,更能反映外部的反馈机制、市场的随机涨落力量、信息的不均、投资者的非理性行为等,因此它能更加全面地对风险进行度量。

参考文献

- [1] 谭忠富,王锦斌,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.
- [2] 王明涛. 基于一种新风险计量指标的资源配置优化模型[J]. 经济经纬, 2005(2): 136-139.
- [3] 王明涛, 张保全. 证券投资风险计量方法研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2002(4): 60-63.
- [4] BUSHNELL J. California's electricity crisis: a market apart[J]. Energy Policy, 2004, 32(9): 1045-1052.
- [5] LEE Won-Woo. US lessons for energy industry restructuring, based on natural gas and California electricity incidences[J]. Energy Policy, 2004, 32(2): 237-259.
- [6] 赵会茹, 刘祎, 李春杰. 输配电价格管制中投资回报率水平的确定[J]. 电网技术, 2005, 29(21): 61-66.
- [7] 孙可, 韩祯祥. 美国加州电力市场电价的分形特性[J]. 能源工程, 2006(5): 1-3.
- [8] 王绵斌, 谭忠富, 李雪, 等. 供电公司实行峰谷分时电价的风险价值计算模型[J]. 电网技术, 2007, 31(9): 43-47.
- [9] 王壬, 尚金成, 冯畅, 等. 基于 CVaR 风险计量指标的发电商投资组合策略及模型[J]. 电力系统自动化, 2005, 29(14): 5-9.
- [10] 张富强, 周浩. 电力市场中的电价分布问题[J]. 电力系统自动化, 2006, 30(4): 22-28.
- [11] 李红权, 马超群. 风险度理论及其实证研究[J]. 管理工程学报, 2005, 19(3): 158-161.
- [12] 李红权, 马超群. 风险的频度、累计性及与 Hurst 指数关系的研究[J]. 系统工程, 2005, 23(2): 82-85.
- [13] 王明涛. 证券投资频度风险的计量与控制研究[J]. 郑州大学学报(工学版), 2003, 24(2): 53-58.
- [14] 李红权, 马超群. 风险的频度、累积性及 Hurst 指数关系的研究[J]. 系统工程, 2005, 23(2): 82-85.
- [15] 王百胜, 唐邵玲. 基于分形分布的 VaR 与 CVaR 计算[J]. 湖南城市学院学报: 自然科学版, 2006, 15(2): 43-46.

Design on Risk Measurement Index of Power-supplying Company Based on Nonlinear Dynamic Characteristics

Guan Yong, Wang Mianbin, Zhang Liying, Tan Zhongfu

(Institute of Electricity Economics, North China Electric Power University, Beijing 102206, China)

Abstract: This paper studies the risk measurement of on-grid price in the electricity market of China through the analysis on the present risk management methods. Based on nonlinear characteristics of on-grid price, it uses multi-dimensional indexes to measure the depth, the width and the lasting degree of fluctuation risk of on-grid price. Firstly, from the quantitative aspect, it evaluates the depth of fluctuation risk by value-at-risk (VaR), and the width of fluctuation risk by standard deviation rate, and the lasting degree of fluctuation risk by the fluctuation frequency of on-grid price. Then, it discusses the design rationality of three presented indexes, and establishes the risk evaluation model of power-supplying company. Finally, the empirical result shows that this model can describe the fluctuation of on-grid price more comprehensively and scientifically, which provides references for the risk control of electricity price in the electricity market of China.

Key words: power-supplying company; value at risk; Hurst index; rescaled range analysis; risk measurement index

(上接第 43 页)

Influence Factors on Consumers' Attitude and Willingness to Buy Traceable Foods in China: A Test and Analysis on the Survey from Beijing

Han Yang, Qiao Juan

(College of Economics & Management, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract: According to the food demand function and the rule of consumer's purchasing decision, this paper empirically studies attitudes, influence factors and willingness to buy traceable foods (TF) of consumers in China by binary Logistic model. The research results indicate that, few consumers in China know TF, and their knowledge for TF are limited and the level of willingness to buy TF in China is not very high. Besides the price, confidence on food safety, main consumer purchasing food in family, income level, careness on information of food safety, age, awareness level for traceable food and person in response for food safety are factors affecting significantly consumer's attitude and willingness to buy TF.

Key words: food safety; traceable food; awareness level; willingness to buy; Logistic model

作者: [关勇](#), [王绵斌](#), [张丽英](#), [谭忠富](#), [Guan Yong](#), [Wang Mianbin](#), [Zhang Liying](#), [Tan Zhongfu](#)
作者单位: [华北电力大学, 电力经济研究所, 北京, 102206](#)
刊名: [技术经济](#)
英文刊名: [TECHNOLOGY ECONOMICS](#)
年, 卷(期): 2009, 28(4)
引用次数: 0次

参考文献(16条)

1. [查看详情](#)
2. [谭忠富](#), [王绵斌](#), [朱璋](#), [侯建朝](#), [赵杰](#), [乞建勋](#) [发电公司与电网公司的风险效益平衡模型](#)[期刊论文]-[电网技术](#) 2007(16)
3. [王明涛](#) [基于一种新风险计量指标的资源配置优化模型](#)[期刊论文]-[经济经纬](#) 2005(2)
4. [王明涛](#), [张保法](#) [证券投资风险计量方法研究](#)[期刊论文]-[数量经济技术经济研究](#) 2002(4)
5. BUSHNELL J [California's electricity crisis:a market apart](#) 2004(9)
6. LEE Won-Woo [US lessons for energy industry restructuring:based on natural gas and California electricity incidences](#) 2004(2)
7. [赵会茹](#), [刘伟](#), [李春杰](#) [输配电价格管制中投资回报率水平的确定](#)[期刊论文]-[电网技术](#) 2005(21)
8. [孙可](#), [韩祯祥](#) [美国加州电力市场电价的分形特征](#)[期刊论文]-[能源工程](#) 2006(5)
9. [王绵斌](#), [谭忠富](#), [李雪](#), [李亚青](#), [侯建朝](#), [关勇](#) [供电公司实行峰谷分时电价的风险价值计算模型](#)[期刊论文]-[电网技术](#) 2007(9)
10. [王壬](#), [尚金成](#), [冯旸](#), [周晓阳](#), [张勇传](#), [游义刚](#) [基于CVaR风险计量指标的发电商投标组合策略及模型](#)[期刊论文]-[电力系统自动化](#) 2005(14)
11. [张富强](#), [周浩](#) [电力市场中的电价分布问题](#)[期刊论文]-[电力系统自动化](#) 2006(4)
12. [李红权](#), [马超群](#) [风险度理论及其实证研究](#)[期刊论文]-[管理工程学报](#) 2005(3)
13. [李红权](#), [马超群](#) [风险的频度、累积性及与Hurst指数关系的研究](#)[期刊论文]-[系统工程](#) 2005(2)
14. [王明涛](#) [证券投资频度风险的计量与控制研究](#)[期刊论文]-[郑州大学学报\(工学版\)](#) 2003(2)
15. [李红权](#), [马超群](#) [风险的频度、累积性及与Hurst指数关系的研究](#)[期刊论文]-[系统工程](#) 2005(2)
16. [王百胜](#), [唐邵玲](#) [基于分形分布的VaR与CVaR计算](#)[期刊论文]-[湖南城市学院学报\(自然科学版\)](#) 2006(2)

相似文献(10条)

1. 期刊论文 [王绵斌](#), [谭忠富](#), [李雪](#), [李亚青](#), [侯建朝](#), [关勇](#), [WANG Mian-Bin](#), [TAN Zhong-Fu](#), [LI Xue](#), [LI Ya-Qing](#), [HOU Jian-Chao](#), [GUAN Yong](#) [供电公司实行峰谷分时电价的风险价值计算模型](#) -[电网技术](#)2007, 31(9)

首先采用风险价值(value at risk, VaR)方法根据历史数据计算出各月峰谷时段用电量的历史序列,并在一定的置信度下对谷段和峰段的用电量进行预测;然后采用区间数学方法构建了风险评估模型,以便对供电公司实行峰谷分时电价的风险进行衡量;最后采用该模型分析了某供电局的历史数据并衡量了其实施峰谷分时电价的风险,结果表明该模型不仅是有效的,而且还可以使需求侧管理更具可操作性。

2. 期刊论文 [谢俊](#), [陈星莺](#), [Xie Jun](#), [Chen Xingying](#) [构造供电公司最优电能分配策略的CVaR方法](#) -[现代电力](#) 2007, 24(2)

在输配分开电力市场中,供电公司将被从垄断的电力工业运营体制中解脱,从而作为独立的市场竞争主体参与竞价购电。为了满足终端用户电能需求和系统备用需要,供电公司需要综合考虑在长期合同市场、日前现货市场、备用容量市场以及自备电厂的电能分配。借鉴金融领域的风险管理理论,以条件风险价值(CVaR)作为风险度量指标,综合考虑风险和期望利润水平,建立了供电公司均值-CVaR电能分配策略模型。算例仿真结果表明,给出的模型能够比较真实地反映供电公司决策时所面临的市场风险的本质特征,可使供电公司在保证一定利润水平的前提下实现CVaR风险最小化。

3. 期刊论文 [谢品杰](#), [谭忠富](#), [王绵斌](#), [侯建朝](#), [Xie Pinjie](#), [Tan Zhongfu](#), [Wang Mianbin](#), [Hou Jianchao](#) [基于CVaR的供电公司现货市场购电优化决策模型](#) -[电工技术学报](#)2009, 24(4)

由于实时电价的剧烈波动和用电量的易变性,供电公司在电力市场交易中面临双侧交易风险,为合理规避市场交易风险,供电公司制定电力交易决策应以风险计量为基础.在假设用电需求为随机变量的基础上,本文利用条件风险价值(CVaR)为风险计量指标,以供电公司利润的CVaR值最大化为目标,构建了供电公司在此类市场的购电优化决策模型,并给出了模型的解析解;同时,分析了供电公司因为购电不足而导致给用户的赔偿额度以及供电公司风险厌恶程度对最优购电量的影响.算例验证了所提出模型的有效性和适用性,表明本模型对供电公司的购电策略具有一定的参考价值和指导作用.

4. 期刊论文 [王金凤, 李渝曾, 张少华, WANG Jinfeng, LI Yuzeng, ZHANG Shaohua](#) [期权交易对供电公司购电组合的影响](#)

[-电力系统自动化2008, 32\(3\)](#)

电力市场条件下的供电公司面临在多个市场间购电时收益与风险权衡问题.基于投资组合理论,引入条件风险价值作为风险测量因子,以最小化损失为目标,建立了供电公司在日前现货市场、远期合同市场和金融期权市场间购电的决策模型,重点考虑金融市场中期权交易对购电组合的影响.以3个市场组合购电为算例的计算结果表明:期权的参与可以有效降低供电公司的购电损失,期权价格、敲定价格对购电组合中的市场配额和损失也有较明显的影响;同时也证明了所提出的模型和方法的合理性和有效性.

5. 期刊论文 [吴薇, 刘俊勇](#) [考虑多时段CVaR的供电公司购电优化模型](#) [-四川电力技术2009, 32\(5\)](#)

电力市场环境下,由于市场价格的不确定性和负荷需求的随机性,供电公司面临在多个市场间购电时需要综合考虑风险和收益的权衡问题.单时段条件下风险价值(conditional value at risk, CVaR)可以衡量单一时段购电的风险和收益,但购电过程是一个动态的优化问题,因此将多时段CVaR风险收益模型应用于供电公司的购电组合中,建立以风险最小化为目标的多市场购电组合优化模型.应用该模型,对供电公司在多个时段多个市场的购电分配进行计算,并利用该模型分析不同置信水平和期望收益对购电分配决策的影响.考虑到风险对未来投资收益的长期影响,引入转移影响率,将上一时段的风险转移到下一时段,从而降低整体风险.算例结果表明了该方法的有效性,从而为供电公司的购电决策及其风险评估提供新的思路.

6. 期刊论文 [王壬, 尚金成, 周晓阳, 张勇传, 张士军, WANG Ren, SHANG Jin-cheng, ZHOU Xiao-yang, ZHANG Yong-chuan](#)

[. ZHANG Shi-jun](#) [基于条件风险价值的购电组合优化及风险管理](#) [-电网技术2006, 30\(20\)](#)

以条件风险价值为市场风险计量指标对供电公司收益-风险进行量化,建立了以收益最大化为目标的多市场购电组合优化模型.以在3个电力市场中购电为例,将上述模型转化为线性规划问题进行求解.计算结果表明,所提出的模型为供电公司的购电决策与风险评估提供了新方法,可使供电公司在满足一定风险约束的前提下具有最大购电收益.

7. 学位论文 [谢俊](#) [输配分开电力市场环境下供电公司竞价策略的研究](#) 2007

发电竞争是电力市场的初级阶段,输配分开是电力改革的必经道路.在输配分开电力市场环境下,供电公司将被从垄断的运营体制中解捆,从而作为独立的市场经济主体参与购电竞争.在此情形下,对于供电公司来说,最重要的就是如何在市场竞争中立于不败之地,这在很大程度上取决于供电公司采用何种竞价策略.本文致力于输配分开电力市场环境下供电公司竞价策略的研究,取得了一定的研究成果.具体工作如下: (1)研究采用分段报价规则的输配分开电力市场中供电公司的最优报价策略,建立供电公司最优报价策略的随机优化模型.研究单一卖方及多卖方电力市场供电公司最优报价策略,并考虑了其在竞价购电时面临的“不对称电价”问题. (2)研究采用线性报价规则的输配分开电力市场中供电公司的最优报价策略,采用机会约束规划方法构造供电公司最优报价策略.给出一种基于市场出清电价预测的供电公司最优报价策略以及一种基于估计竞争对手报价行为并计及风险约束的供电公司最优报价策略. (3)提出考虑负荷管理的供电公司最优报价策略模型,采用智能代理真实评估用户的互动策略.探讨考虑中断负荷与分时电价联动机制的供电公司最优报价策略,并进一步研究供电公司采用不同可中断负荷管理合同时的最优报价策略,且计及用户的互动策略.研究表明供电公司在构造报价策略时应该加强负荷管理,这会给供电公司带来更大的经济效益. (4)采用条件风险价值理论研究供电公司在多个电力交易市场中的最优购电分配策略.考虑供电公司在长期合同市场、日前市场、自备电厂以及备用市场的购电分配,给出基于CVAR的供电公司最优购电分配策略. (5)应用机设计理论探讨输配分开电力市场对供电公司等市场成员的新型定价机制.研究表明论文提出的新型定价机制实现了对所有市场成员的激励相容特性,并且满足了市场成员的个人理性约束.

8. 期刊论文 [王金凤, 李渝曾, 张少华, WANG Jinfeng, LI Yuzeng, ZHANG Shaohua](#) [基于CVaR的供电公司电能购买决策](#)

[模型](#) [-电力自动化设备2008, 28\(2\)](#)

由于市场价格的不确定性和负荷需求的随机性,供电公司在不同市场间购电需要综合考虑风险和收益的均衡问题.借助金融领域的证券组合投资理论,引入一致性风险计量因子条件风险价值 CVaR(Conditional Value at Risk),将均值-CVaR 风险收益模型应用于供电公司的购电组合,以一定风险条件下最大化期望收益为目标,建立了供电公司在实时平衡市场、现货市场和远期合同市场间的购电决策模型,并将模型转化为线性规划求解,得到了不同风险条件下的购电分配结果和收益变化情况.算例结果表明,供电公司可利用长期合同规避市场风险, CVaR 也能真实地反映供电企业面临的风险大小.所提模型及方法合理、有效.

9. 学位论文 [王壬](#) [电力市场风险管理理论及应用](#) 2006

自从90年代以来,世界范围内开展的电力工业体制改革,打破了传统的发电、输电、配电一体化的垂直结构,导致了电力工业的市场化运营,使得发电商、供电公司、电力用户等市场参与者成为了电力市场的主体,而同时也使他们面临前所未有的巨大风险.在新的竞价环境下,电力市场中的交易更多地以市场价格为核心,但由于电力的不可储存性、电力用户较低的需求弹性和部分发电商利用其市场力操作电价,使得电价的变化相当剧烈而复杂,并且由于影响电价变化因素的复杂性与随机性,使得电价的准确预测成为了一个难题,因此电力市场中的交易充满了难以预料的风险.目前,越来越多的市场设计者与参与者认识到电力市场风险计量与管理的重要性.为了在电力市场中建设完善的风险管理制度与体系以保证市场健康有序地发展,急需开展这方面的理论研究. 本文的目的在于为发电商、电力公司等市场主体在分析交易中风险的基础上引入适合电力工业特点的风险计量工具,如VaR与CVaR等以量化交易风险.并从竞价策略、资产组合、电力金融衍生品三个方面提供具体的风险管理工具与方法.文章围绕上述三个方面内容展开研究,取得了一些有意义的成果. 论文第一章概述了选题的背景及论文的主要内容.综述了电力市场风险管理方面的研究现状,就国内外针对电力市场风险管理方面的各种技术、方法进行了总结分析和比较;第二章从复杂科学的角度探讨了发电厂商有限理性的多样性对电力市场稳定性的影响及防范电力市场行为风险的方法;在方法论上,不再局限于用还原论,而是从整体论上把握电力市场各组成单元相互的竞争关系.建立了用于描述有限理性多样性的概念性模型;行为自动机网络模型族;用扩展古诺调节博弈学习方法描述了发电商满意效用风险型竞价的有限理性;观察到价格序列具有长周期、长调整期、大幅波动和混沌极限态的特性;并认为防范电力市场风险的根本方法是建立反市场力体系.分析了最高限价策略的缺陷,引入人工长期弹性系数对报价过高发电商施行惩罚,案例实验表明的人工弹性定价机制改变了发电商的竞价行为,抵消了部分市场力;第三章介绍了资产组合、有效前沿概念以及VaR、CVaR基本概念,指出了VaR应用于投资组合优化的缺陷.讨论了CVaR应用于组合优化的三种形式.为后续章节打下了理论基础.第四章基于马克维茨投资组合理论,提出一个新的发电商均值-CVaR投资组合优化模型,以发电商最小化售电CVaR风险为目标,同时满足最小期望收益约束.然后以发电商在四个市场分配电量为算例,应用线性规划软件求解并给出了计算分析.算例结果表明,该模型能有效地应用在发电商年度总电量在不同市场的分配决策中;第五章以条件风险价值CVaR为市场风险计量指标对供电公司收益-风险进行量化,建立了以收益最大化为目标的多市场购电组合优化模型.最后,以在三个市场中购电为例,将模型转化为线性规划问题进行求解,并变换不同的利润空间,研究了其对供电公司收益有效前沿的影响.计算结果表明,所提出的模型可使供电公司在满足一定风险约束前提下获得最大购电收益,从而为供电公司的购电决策与风险评估提供了新方法;第六章中首次将信用风险模型引入电力市场远期合同的风险管理.借鉴金融领域较成熟的信用风险公司价值模型,在电力市场中引入脆弱期权的概念.为电力公司建立了考虑用户违约的可选择电力远期合同定价新模型.算例表明该文所提出的脆弱期权相比布莱克-舒尔茨标准期权定价公式在价格上进行了缩减,有效地为电力公司提供了损失保护.该信用风险模型为计量电力合同中的违约风险提供了探索性研究.

10. 期刊论文 [张钦, 王锡凡, 王秀丽, 王建学, ZHANG Qin, WANG Xifan, WANG Xiuli, WANG Jianxue](#) [需求侧实时电价下](#)

[用户购电风险决策](#) [-电力系统自动化2008, 32\(13\)](#)

需求侧实时电价(RTP)是电力市场下需求响应的重要手段之一.作为一种理想的需求侧电价机制,通过结合与RTP相关的各类套期保值合同,RTP的价格波动风险可以在市场参与者之间合理分摊.基于各国开展RTP的研究与实践,结合随机电价模型,利用Monte-Carlo模拟法对与RTP相关的各类套期保值合同

进行定价. 在确定了合同价格后, 基于条件风险价值(CVaR)法, 以用户购电效用最大化为目标, 建立了不同风险喜好的用户选择负荷最优套期保值比例的决策模型. 最后通过算例仿真验证了所述方法的有效性, 它有利于用户有选择性地规避RTP的价格风险, 实现了供电公司与用户之间的良好互动.

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_jsjj200904008.aspx

下载时间: 2010年1月14日