

分散水电厂电量不确定性风险的新型保险机制

李明¹, 白兴锋²

(1. 青海大学水电系, 青海 西宁 810016; 2. 西藏自治区水利电力勘测设计院, 西藏 拉萨 850000)

摘要: 水电厂参与电力市场竞争, 电量不确定性是对其影响较大的风险。因此为了稳定水电厂收入, 在电力市场中必须建立有效的风险规避机制。针对水电厂电量不确定性风险的特点, 制定了一个新型的独立险种—电量损失保险, 并且论述了引入电量损失保险规避风险的必要性和可行性。通过厘定合理的保费并结合具体的算例, 验证了水电厂购买电量损失保险, 可明显降低水电厂的来水不确定性风险, 并且还能保证水电厂的收入底线。

关键词: 电力市场; 电量不确定性风险; 保险

A new insurance mechanism for dispersing energy uncertainty risk of hydro-power plants

LI Ming¹, BAI Xing-feng²

(1. Hydroelectric Engineering Department, Qinghai University, Xining 810016, China;

2. Tibet Design Institute of Water and Electric Power, Lasa 850000, China)

Abstract: Energy-uncertainty risk is one of the most effect risk for hydro-power plants when they participate in electricity market competition. To obtain steady revenue, it is necessary to establish an effective mechanism to avoid the risk. According to the peculiarity of the energy-uncertainty risk, this paper puts forward an independent insurance category called electric quantity insurance, and the feasibility and necessity of leading the electric quantity insurance into electricity market to avoid the risks are researched. Through drafting proper insurance premium, with a concrete example, it can be proved that the hydro-power plants could reduce energy-uncertainty risk by buying this insurance, which can also guarantee minimum income of hydro-power plants.

Key words: electricity market; energy-uncertainty risk; insurance

中图分类号: TM73; F123.9

文献标识码: A

文章编号: 1673-3415(2008)15-0018-05

0 引言

水电的特殊性主要是由于其自身的特殊性所造成的。水电站的来水具有很大的随机性, 即具有很大的不确定性, 该情况所导致的出力受其影响较大的水电站在履行发电任务时可能存在风险。如果在丰水期, 水电同处于大发、满发阶段, 由于我国水电调节性较差, 因此相互之间难以配合运行, 相互竞争势必会产生大量弃水, 这不能体现充分利用水电资源、尽量不弃水或少弃水的原则。如梯级水电站参与市场竞价, 由于同一流域(河流)的梯级水电站之间存在着紧密的水利联系, 若上游水电站竞价成功, 而下游水电站竞价失败, 可能会导致下游水电站开闸弃水; 而如果下游水电站竞价成功而上游水电站竞价失败, 可能会导致下游水电站无水可发电。而如果在枯水期, 如果河流来水量不足, 可能造成电站长期处于低水压下工作或年利用小时很

低, 从而造成发电量少, 风险是很大的。即使水电厂竞价成功, 也有可能由于水电厂来水不足导致水电厂违约, 产生更大的风险。因此, 水电厂希望能找到一种风险管理工具, 来转移和分散其所面临的市场风险。保险作为一种经济补偿手段, 在分担风险和补偿损失方面具有专门的优势。

文献[1]中引入的是发电企业的收入保险, 保险金额巨大, 相应保费也很高, 发电企业还需另外考虑由于成本因素造成的利润损失。而文献[2]提出的利润损失保险又要考虑发电商的上网竞价问题, 如果电价波动过大, 市场出清电价预测不准, 会对保险双方造成更大的风险。本章将电量损失保险引入水电参与的电力市场中, 并针对水电厂的电量损失保险进行了详细的保费评估与算例分析。电量损失保险承保的是投保水电厂的发电量由于受到自然影响造成企业生产停顿或营业中断而引起的间接的经济损失。此险种既不会考虑发电商的成本, 又不受

电力市场电价的影响,具有更适合水电厂的优点。

1 水电厂引入电量保险的可行性

1.1 保险是水电厂理想的风险管理工具

水电是清洁的可再生资源,对已有的水电站,应当充分利用,尤其是在来水较多的时期,水电厂通常满发以避免弃水。在电力管制期,丰水期的水电常作为基荷连续满发,而在枯水期则主要用于系统调峰。然而在电力市场环境下,水电厂也需要与其它火电竞争售电,同样面临市场风险。而水电最大的特点是发电量受水文影响,其可发电量具有不确定性。电量不确定性风险可能导致水电厂无法出售部分电量而造成不必要的水资源浪费。而价格波动风险是客观存在的,枯水期电价的上涨和负荷需求的意外下降可能使水电厂难以独自承担由此引发的巨大收益损失,因而迫切需要有社会化的风险分散和控制机制。保险作为一种经济补偿手段,在分担风险和补偿损失方面具有专门的优势。

保险是最能够适应风险的不确定性与不平衡性发生规律的合理机制^[3]。一方面,保险是通过平时的积累应付损失发生时的补偿之需;另一方面,保险能将在时间与空间上不平衡发生的各种损失进行有效分散。结合水电企业的特点,本文提出适合水电厂的独立险种—电量损失保险。所谓电量损失保险就是由保险公司作为中间商在电力市场交易双方之间作电量担保。投保方与保险公司在电量损失保险合同商定一个电量,当所发电量小于这个电量时,保险公司给予投保方相应的补偿。

1.2 电量损失保险属于可保风险

可保风险是指符合保险人承保条件的特定风险。一般,理想的可保风险应具备以下条件^[3]:

(1) 风险必须是纯粹的风险。即风险一旦发生,便成为现实的风险事故,只有损失的机会,没有获利的可能。

电量损失风险不是严格意义上的纯粹风险,它有一定的投机性质。一般来说,保险公司对有可能获利的投机风险是不承保的,但如果保险人能有效的控制道德风险,防止投保人通过保险赚取收益,也是可以投保的。事实上,保险公司和其他金融机构都有过对投机风险进行保险的经验,例如,保证投资的最小回报率。

(2) 风险必须具有不确定性。风险的不确定性有3层含义:风险是否发生是不确定的;风险发生的时间是不确定的;风险发生的原因和结果等是不确定的。

在实际竞价过程中,由于水电厂要提前一个工

作日申报各个段价、段容量,进行竞价上网,但是水电厂很难准确估计第二天的来水量情况。同时由于水情预报精度的限制,水电站的发电量预测难以准确,因而导致水电厂发电量存在不确定性。

(3) 风险必须使大量标的均有遭受损失的可能。

参与市场竞争的各个水电厂都有遭受电量损失的可能性。现有的水电厂大都处于同一河流、同一省份,当由于受到天气等外在环境的自然影响时,同一流域的水电厂必然受到来水不定的影响,都面临着丰水期弃水和枯水期无水可发电的风险。因此,发电市场来水量不确定性引起的电量损失风险符合大数法则的要求。参与市场竞争的各个水电厂都有遭受损失的可能性。

(4) 风险必须有导致重大损失的可能。

电力行业本身资金密集,在市场上交易量大。在电力市场环境下,水量骤升或负荷的突然变化都可能使电价剧烈波动,必然有导致水电厂发电量重大损失的可能。

(5) 风险不能使大多数的保险对象同时遭受损失。

不同的水电厂由于所处的地理位置不同,所以由于来水不确定所受的影响也不相同。例如,出于河流上游的水电厂即使在枯水期,它的发电量也不一定比同处于同一流域的下流低。再加上不同的水电厂有各自的风险规避方法,所以,在水电厂发电的过程中,并不是所有的水电厂都会遭受巨大的电量损失。因此,水电厂不会因同一风险事件而同时遭受损失,每年只有少数几个水电厂遭受电量损失。

(6) 风险必须具有现实的可测性。

水电厂的发电量具有可计算性,因为如果来水量不确定性风险担保的是水电厂的预期发电量。我们可以通过掌握足够河流水文的历史数据,用统计方法来确定风险发生的概率,计算出损失率,从而厘定出保险费率。

从以上分析可以看出,电量损失保险属于可保风险。通过保险这一保障机制,不仅能补偿投保人的损失,保障生产的正常进行,而且通过转移被保险人的风险,解除投保人的后顾之忧,并在保险期间,向投保人提供风险管理服务。

1.3 电量损失保险的基本要素

电量损失保险作为一个独立的保险险种,应具备以下的基本要素:

(1) 保险标的

这是水电厂的电量损失。电量损失即指电量保险,在电量保险中当水电厂的单位机组平均发电量

低于担保电量时,其遭受的损失为:(单位机组的担保电量-单位机组的年发电量)×总装机容量×电价;当单位机组平均发电量高于担保电量时,发电商获得的超额利润为:(单位机组的年发电量-单位机组担保电量)×总装机容量×电价。

(2) 保险金额

保险金额是以企业上年度的销售额或营业额加上本年度业务发展趋势和通货膨胀因素为基础,计算本年度预期收入来确定的。如果赔偿期不超过12个月,保险金额为本年度的利润金额;如果赔偿期超过12个月,保险金额按比例增加。例如,规定赔偿期为18个月,保险金额就应该是年利润金额的150%。该险种采用定值保险形式,保险金额为双方约定的水电厂机组容量的预期发电量。将单位机组容量的一年的预期发电量作为一个标准单位。

(3) 保险费率

保险费率的厘定很重要。一般用不少于5年的历史数据来测算平均损失。在确定费率时应参考投保人历年来的损失记录,如果以前年份的损失较大,则应考虑上浮费率;反之,可以考虑给与一定的费率优惠。再根据保险金额的大小,可以确定几个等级的费率。

保险金额乘以费率即为保险费。为了防止道德风险的发生,还应设定一定的免赔率。

(4) 赔偿处理

本文涉及的是足额保险。对于不足额保险,即保险金额小于应保的保险标的的价值时,要采取比例分摊的赔偿方式。

(5) 保险公司的再保险

由于发电企业资金密集,保额较高,保险公司也面临一定的风险,必须通过再保险公司分散风险。按成数分保,将保险费和保险赔款按同一比例分摊。

(6) 其它

保险责任的规定很复杂,需要详细论证考虑,另外投保人可根据自己的实际情况,加保各种风险,即附加责任。除外责任、赔偿期等都是保险条款的内容,需深入研究。如由于被保险人计划不周、经营管理不善或违反政府法令造成的利润减少等属除外责任。

2 电量损失保险保费评估—保费的厘定

本文在结合财产损失保险的基础上^[4,5],探讨将电量损失保险引入水电参与的电力市场中,并针对水电厂的电量损失保险进行了详细的保费评估与算例分析。

设水电厂*i*在第*t*年相对于年担保电量的收入

损失为:

$$M_{Li} = (Q_0 - \bar{Q}_i) \cdot C_i \cdot \bar{P}_i \quad (1)$$

其中: Q_0 为单位机组的年担保电量, \bar{Q}_i 表示水电厂*i*实际的单位机组年发电量; \bar{P}_i 表示第*t*年水电厂的平均售电价格; C_i 为水电厂的总装机容量。

限制保险范围也是降低道德风险的主要方法之一,它主要通过免赔额条款和最高赔付额条款使被保险人承担一定的风险,为投保人投保后采取预防措施提供激励。

当免赔率为*d*、单位机组容量赔偿限额为*u*时,若不考虑通货膨胀的影响,则保险公司给水电厂*i*的实际赔款*M_i*为:

$$M_i = \begin{cases} uC_i & M_{Li} > uC_i \\ M_{Li}(1-d) & 0 < M_{Li} \leq uC_i \\ \lambda M_{Li} & M_{Li} \leq 0 \end{cases} \quad (2)$$

其中: λ 为保险公司制定一个超额利润分配系数,因为在保险周期内,当某水电厂的实际收入高于担保收入时,多余的收入便定义为水电厂获得的超额利润。超额利润分配系数可以防止水电厂过高的追求超额利润,降低道德风险,并使被保险人减少部分保费支出,分享水电厂获得的超额利润。

纯保费是保险公司为了支付保单在保险期间的期望赔付成本而收取的保险费,在电量损失保险中,可表示为:

$$P_n = \sum p(M_i) \cdot M \quad (3)$$

式中: $p(M_i)$ 表示水电厂损失*M_i*出现的概率,*M*表示对应于损失*M_i*保险公司需要赔付的实际金额,其中 $\sum p(M_i) = 1$ 。

在实际应用中,由于单个损失出现的概率很难确定,保险公司通常收集足够的历史数据,利用统计方法来确定历史年度的平均赔付成本,其大小为保险期间的赔付损失减去保险公司获得的超额利润分配。

由于担保年度的收入损失水平与各历史年度不一定在同一风险水平上,保险公司需要制定相应的风险修正系数 ω_t , $t=1, 2, \dots, T$,使不同历史年度的收入损失水平与*t*年后,即担保年度的收入损失水平等价。 ω_t 的大小主要取决于负荷需求的变化以及进入发电市场的机组装机容量的变化。因此对应于担保年份的收入损失水平,*t*年前水电厂*i*的相对收入损失*M_{Li}*为:

$$M_{Lti} = (Q_0 - \omega_t \cdot \overline{Q_{ii}}) \cdot C_{ii} \cdot \overline{P_{ii}} \quad (4)$$

式中: $\overline{Q_{ii}}$ 、 $\overline{P_{ii}}$ 分别为水电厂 i 在担保年份 t 年前的单位机组年平均发电量和售电价格; C_{ii} 为水电厂在该年的装机容量。

假设市场中共有 N 个水电厂投保, 我们将所有水电厂按照电量损失从大到小的顺序依次排列, 其中前 I_t 个水电厂的损失超过最高赔付额, 最后 J_t 个水电厂获得了超额利润, 其余水电厂的损失都在正常赔付范围内。因此 T 个历史年度的平均赔付成本即纯保费为:

$$\overline{A} = \frac{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \left(\sum_{i=1}^{I_t} u \cdot C_{ii} + \sum_{i=I_t+1}^{N-J_t} (1-d) \cdot M_{Lti} - \sum_{i=N-J_t+1}^N \lambda \cdot |M_{Lti}| \right)}{\sum_{i=1}^N C_{ii}} \quad (5)$$

由风险理论可知, 保费通常由纯保费和附加保费构成^[3]。因为未来的实际损失有可能大于期望赔付成本, 而且利用历史数据对期望赔付成本的估计值可能小于其真实值, 另外附加保费中还包括保险公司的营运费用、代理人佣金、税收以及附加利润。鉴于保险公司计算附加保费的经验已经非常成熟, 在此不予赘述。我们根据线性附加法原理^[6]求出保费 A_g 为:

$$A_g = \overline{A}(1+\gamma) + \beta \quad (6)$$

式中: $\gamma = \gamma_g + \gamma_c + \gamma_t + \gamma_p$, $\beta = \beta_g + \beta_c + \beta_t + \beta_p$ 。 $\gamma \overline{A} + \beta$ 表示所有的附加保费, 即由营运费用 g 、代理人佣金 c 、税收 t 以及附加利润 p 累计构成。其中 $\gamma \cdot \overline{A}$ 是由所有的投保人平均负担的一部分费用附加; β 是按照被保险人的风险大小, 根据其风险保费的一定比例收取的另一部分费用附加。

保费与担保电量收入的比值便为水电厂购买电量损失保险的平均费率 $\overline{\eta}$, 即

$$\overline{\eta} = \frac{\overline{A}(1+\gamma) + \beta}{Q_0 \times \overline{P_{ii}}} \times 100\% \quad (7)$$

3 算例分析

由于国内没有水电参与的电力市场实例, 本算

例模拟 2006 年 12 个水电厂的年平均售电价格和单位机组的年平均发电量以及总装机容量的数据来说明水电厂如何通过购买电量保险来降低经营风险。

此算例中模拟一个电力市场, 设该电力市场共有 12 家水电厂参与竞价上网, 总装机容量为 11875 MW。2005 年底, 各水电厂为了降低次年的经营风险, 均参与投保。保险公司通过对该市场历史数据的分析, 得出 2005 年的单位机组平均年发电量为 46 MWh, 经预测, 2006 年的水量将有所下降, 保险公司和水电厂经过协商, 决定将 2006 年 1 MW 机组的担保年发电量设为 40 MWh, 通过参照 2004 年与 2005 年的机组发电量和售电价格变化, 令 2005 年的风险修正系数为 1.02, 售电价格为 300 元/MWh。为了简化计算, 我们采用单一费率形式, 在借鉴其他风险保险定价的基础上, 我们令免赔率为 15%, 1 MW 容量机组最高赔付额为 10 万元, 超额利润的分配系数设为 0.25, 由于电力市场尚未运行, 模拟历史年份仅为 2005 年。

先将 2005 年水电厂的电量代入公式 (1) 中, 求出每个电厂的收入损失, 并将所求数值代入公式 (5) 中, 求出平均纯保费为 377.2 元/MWh。

对于式 (7), 我们令 $\gamma = 15\%$, $\beta = 0$ 。从而可以求出在 40 MW 的担保电量水平下, 相应的保险费率为 3.6‰。

表 1 2006 年各水电厂购买保险后的赔付情况

2006年	装机容量/MW	单位机组的年发电量/MWh	电量收入损失/元	所交保费/元	赔付金额/元
电厂1	1280	54.2	-5752800	555238.4	-1438200
电厂2	2000	30.4	5470000	867560	4649500
电厂3	1500	26.3	6615000	650670	5522750
电厂4	1225	55	-5812500	5313805	-1453125
电厂5	180	46.7	-351800	78080.4	-87950
电厂6	300	48.8	-772000	130134	-193000
电厂7	300	24	1640000	130134	1394000
电厂8	452	45.6	-769350	196068.6	-192337.5
电厂9	800	51	-2460000	347024	-615000
电厂10	1420	59.6	-8439600	615967.6	-2109900
电厂11	600	27.4	2286000	260268	194310
电厂12	1800	61.1	-10394000	780804	2598500

注: 其中负值表示电厂实际的盈利或应向保险公司交付的超额利润。

表 2 保险公司的经营情况

Tab.2 The operation situation of insurance company

2006年	保费 收入/元	超额利润 分配/元	损失赔 偿/元	毛利润 /元
保险 公司	9925754	8495675	11740560	6680869

保险公司给电厂 i 的赔付金额为:

$$M_i = \begin{cases} 100000C_i & M_{Li} > 100000C_i \\ M_{Li}(1-15\%) & 0 < M_{Li} \leq 100000C_i \\ M_{Li} \times 25\% & M_{Li} \leq 0 \end{cases} \quad (8)$$

具体的实施情况如表 1 和表 2 所示。

从表 1 可以看出,在 12 家发电企业中,8 家发电企业正常盈利,4 家发电企业亏损,而亏损的 4 家发电企业如果没有购买利润损失保险,就会遭遇较大的经营风险。尤其电厂 3 损失巨大,购买保险后,用小额的保费得到几乎接近损失的赔偿金额。水电厂购买保险以后,经营收入比投保前更加稳定,而保险公司也因此获得了 668.1 万元的毛利润。

4 结语

水电的独有特点会产生有别于其他发电形式的来水不确定性风险。电量损失保险确实能够起到规避发电企业经营风险、减少收入损失、稳定投资回报率的作用,但来水的不确定性风险或意外损失也会导致保险公司发生严重的亏损,所以为了获得更加稳定的保险利润,进一步降低保险费率,保险公司必须让更多的水电厂投保。作为电力市场交易的另一方,区域供电公司(购电商)也可以通过投保来降低发电量波动引发的收益损失风险,而且双方的共同投保,将更加有利于分散风险,从而有效地

降低投保费率,保证电力市场的健康发展。

参考文献

- [1] 林海峰,周浩.引入保险机制降低电力市场金融风险的研究[J].电网技术,2004,28(15):11-15.
LIN Hai-feng, ZHOU Hao. Research on Decreasing Financial Risk in Electricity Market by Applying Insurance Mechanism[J]. Power System Technology, 2004,28(15):11-15.
- [2] 施应玲,平仙.引入实物期权及保险机制优化发电商利润[J].华北电力技术,2003,(3):23-26.
SHI Ying-ling, PING Xian. Introducing Real Option & Profits Loss Insurance to Optimize Profits of Generator[J]. North China Electric Power, 2003,(3):23-26.
- [3] 张洪涛,郑功成.保险学[M].北京:中国人民大学出版社,2000.
ZHANG Hong-tao, ZHENG Gong-cheng. Insurance[M]. Beijing: China Renmin University Press, 2000.
- [4] Mason C, Hayes D J, Lence S H. Systematic Risk in U.S. Crop and Revenue Insurance Programs[EB/OL]. [2001-03-01]. <http://repec.org/p/isu/genres>.
- [5] Hennessy D, Babcock B A, Hayes D. The Budgetary and Producer Welfare Effects of Revenue Assurance[J]. American Journal of Agricultural Economics, 1977, 79:1024-1034.
- [6] 孟生旺,袁卫.实用非寿险精算学[M].北京:经济科学出版社,2000.

收稿日期:2008-02-29; 修回日期:2008-04-11

作者简介:

李明(1977-),女,硕士,讲师,主要从事电力市场的研究。E-mail:kemao@163.com

许继集团成为呼辽直流工程直流场设备系统集成商

7月1日,许继集团公司正式收到国家电网公司招投标管理中心和中电技国际招标有限公司发来的中标通知书:根据评标委员会的评审结果,经国家电网公司招标领导小组批准,在呼伦贝尔至辽宁直流输电工程直流场设备(伊敏站和木家站)的投标中,许继集团被确认为中标人,顺利成为呼辽直流工程直流场设备系统集成商,合同总额为2.09亿元。这是国内电力装备企业首次进入直流场设备的系统集成领域,标志着许继集团的系统集成配套能力得到了业主的一致认可。

对于这次招标,集团上下高度重视,公司领导亲自主持召开专题会议,周密安排部署投标事宜,并配置足够的人力物力予以大力支持。许继开关公司、许继驻北京办事处等单位根据招标文件要求,认真开展技术咨询和商务谈判,精心制作和编制标书。在国家电网公司集中规模招标采购西北~华中(四川)直流联网工程和呼伦贝尔至辽宁直流输电工程直流场设备招标中,最终许继集团公司以完善的投标文件、精确的报价而一举中标。

据了解,直流场设备主要包括避雷器、开关、电容器、电抗器四大部分。