

售电商持股发电商储能投资的运营策略研究

卢哲文

河南理工大学工商管理学院, 中国·河南 焦作 454003

摘要: 针对新能源储能投资成本高的问题, 引入售电商持股发电商储能投资的方案, 研究了电力供应链中股权合作的问题, 对发电商是否进行储能投资与否、售电商对发电商储能投资持股与否的电力供应链企业最优决策和利润进行对比分析。研究发现售电商在一个合理的持股范围内, 可以有效的提升电力质量, 对发电商和售电商的利润都有所提升, 并且发电商增加的利润是高于售电商的, 消除了售电商“搭便车”的现象。进一步研究发现, 在一定比例范围内, 当电力用户更注重电力质量, 对电价的敏感性降低时, 股权合作可以实现电力供应链的协调。最后, 进行数值分析对结论进行了验证, 探讨了持股比例对发电商和售电商利润的关系。

关键词: 电力供应链; 股权合作; 储能投资

Research on the Operational Strategy of Power Retailers Holding Shares and Power Generators Investing in Energy Storage

Lu Zhewen

School of Business Administration, Henan Polytechnic University, China Henan Jiaozuo 454003

Abstract: In view of the high cost of high-quality power production in the power supply chain, we introduce the scheme of energy storage investment of power generation companies held by sellers, study the problem of equity cooperation in the power supply chain, and compare and analyze the optimal decision-making and profit of power supply chain enterprises whether power producers invest in energy storage and whether sellers hold shares in energy storage investment in power generators. The study finds that the power quality can be effectively improved within a reasonable shareholding range, and the profits of both the power generator and the e-commerce are improved, and the profit increased by the generator is higher than that of the e-commerce seller, which eliminates the phenomenon of "free riding" of the e-commerce seller. Further research finds that within a certain proportion, when power users pay more attention to power quality and are less sensitive to electricity prices, equity cooperation can achieve the coordination of the power supply chain. Finally, the conclusion is verified by numerical analysis, and the relationship between the shareholding ratio and the profit of the power generator and the seller is discussed.

Keywords: Power supply chain; Equity cooperation; Energy storage investment

0 引言

在全球能源转型与“双碳”目标的双重驱动下, 电力系统正经历从“以煤电为主体”向“以新能源为核心”的深刻变革。随着数字经济、高端制造业及智能电网的快速发展, 电力用户对供电的稳定性、可靠性提出了更高要求, 高质量电力的市场需求呈现显著增长趋势。2021 年 7 月国家发改委、国家能源局发布了《关于加快新型储能发展的指导意见》, 明确提出了 2025 年新型储能装机规模达到 3000 万千瓦以上的目标^[1]。同年 12 月份, 国家能源局发布了《电力辅助服务管理办法》, 将储能纳入调频等服务范畴, 直接改善电力质量^[2]。然而, 电力供应链实现电力稳定是要投入储能投资技术、设备等, 高昂的储能投资必

然会降低供应链成员投资储能的积极性, 导致电力质量得不到提升, 限制了高质量电力市场推广, 从而组织了高质量电力的发展道路。解决电力供应链储能投资发展难题主要在于降低成本, 激励供应链成员储能投资。股权合作可以让有共同目标的成熟合作关系成为企业间的重要战略选择。例如, 国家电网与西班牙 Naturgy 公司, 国家电网收购 Naturgy 持有的智利 CGE 公司 96.04% 股权, 国家电网收购其股权后, 在技术、管理、建设和资本上发挥了综合的优势, 提升了 CGE 公司电网运行服务水平, 为智利居民提供了更加稳定的供电保障^[3]。南方电网与中广核进行股权合作, 南方电网以香港公司作为投资主体, 持有马来西亚爱德拉斯公司 37% 股权, 南方电网利用自身电网建设和

运维优势与中广核发电企业合作, 实现协同效应^[4]。将持股的策略引进到储能投资中, 供应链企业间可以通过股权合作的方法实现利益共同体, 从而提高整个供应链的利润。所以研究电力供应链企业间股权合作对储能投资运作有显著的现实意义。

电力供应链企业进行储能投资时, 往往会带动整个供应链的发展, 使供应链成员利润都得到增长, 此时电力供应链中其他成员就形成了“搭便车”的现象, 他们的收入增长了却不需要付出任何成本, 这样必然会使投资储能企业的积极性下降。张森林^[5]指出我国储能行业仍处于商业化和规模化发展初期, 相关市场机制和电价政策不够完善, 存在“搭便车现象”、社会主动投资意愿不大等问题。郝俊博等^[6]提出了基于贡献度的台区分布式新能源共享储能合作联盟收益分配策略, 通过算例分析, 提出合作的联盟有效降低新能源偏差考核成本, 提高整体收益。Zhang 等^[7]提出了两层博弈电热能共享策略, 运用合作博弈, 实现了协同运行以及公平能源交易和利益分配。

供应链各企业是一个利益共同体, 是一个战略合作联盟的关系, 其中的股权合作在供应链中就很常见, 杜勇等^[8]通过供应链股权合作的方法提升了企业价值以及增强了整个供应链的稳定性。刘吉成^[9]通过研究 BIC 环境下电力供应链联盟在发电、供电和输电环节有关协同决策问题, 讨论了电力供应链协同共进达到联盟管理效率和利益最大化的方法。

在此背景下, 如何通过供应链成员间的协同机制优化储能投资决策, 成为学术界和产业界共同关注的焦点。股权合作作为一种深度利益绑定方式, 能够通过收益共享和成本共担重构供应链成员的决策激励, 被广泛应用于制造业、零售业等领域的供应链协调。然而, 在电力供应链中, 由于行业特殊性(如自然垄断属性、政府管制、技术密集型特征), 股权合作在储能投资中的应用研究仍处于起步阶段。现有研究表明, 发电商独立投资储能设备虽能提升市场需求, 但售电商的利润增幅(约 19%-28%)显著高于发电商(约 7%-12%), 导致“搭便车”现象严重^[10]。若售电商通过股权投资分担部分储能成本(如持股比例 $\lambda \in [0,1]$), 能否有效改善双方的利润分配, 提升发电商的投资意愿? 持股比例如何影响电力质量、市场价格和供应链协调? 当用户对电力质量的敏感性变化时, 股权合作的协调效应是否存在差异? 这些问题亟待深入研究。

1 模型描述及参数定义

本文的研究对象为单一发电商和售电商组成的电力供应链, 旨在解决以下关键问题, 考虑由一个生产高质量电

力的发电商和一个售电商组成的电力供应链系统, 发电商单位发电成本为 c , 发电商以 w 的价格出售给售电商, 售电商以 p 的价格出售给电力用户。 c 为决策变量。未投资储能设备时, 初始单位电力质量为 e_0 , 投资储能设备后, 单位电力质量增量为 Δe (若 $\Delta e > 0$, 说明电力质量得到了提升, 若 $\Delta e < 0$, 说明电力质量没有得到提升甚至降低了)。储能设备运行存在维护成本 $G(\Delta e) = \frac{k(\Delta e)^2}{2}$, k 表示成本系数, 我们假设电力需求量 $q = a - bp + a\Delta e$, 其中 a 表示高质量电力潜在需求量, b 表示电力用户对市场价格的敏感系数, α 表示电力用户对电力质量增量的敏感系数 ($b > 0, \alpha > 0$)。储能设备的初始投资额为 E , 发电商投资储能设备, 售电商以 λ 的比例持股该投资, 此时股权投资成本为 $\pi(\lambda) = \frac{\lambda E}{(1-\lambda)}$ 。后期, 售电商按照储能投资后导致的利润变动部分进行分红。为了防止售电商对储能设备投资进行控股, 导致发电商失去决策权, 这里规定持股比例 $\lambda < 0.5$ 。

文中符号 Π 表示利润, 右下角标 M 、 N 分别表示决策主体发电商和售电商。右上角标 O 、 I 分别表示发电商不投资和投资储能设备, 右上角第 T 、 Y 分别表示售电商对储能设备投资不持股和持股。

2 模型构建

2.1 发电商不投资储能设备模型

发电商不进行储能设备投资时, 电力需求量仅与电价有关, 此时电力需求量 $q = a - bp$, 发电商先决策批发电价 w , 然后售电商再决策电价 p 和需求量 q , 此时发电商和售电商的最优决策函数为:

$$\underset{w}{\text{Max}} \Pi_M^{OTD} = (w - c)(a - bp) \quad (1)$$

$$s.t. \underset{p}{\text{Max}} \Pi_N^{OTD} = (p - w)(a - bp) \quad (2)$$

定理 1 发电商不投资储能设备时, 发电商的最优利润和最优批发价格分别为 $w^{om} = \frac{a+bc}{2b}$, $\Pi_M^{om} = \frac{(a-bc)^2}{8b}$, 售电商的最优市场价格、需求量和总利润分别为 $p^{om} = \frac{bc+3a}{4b}$, $q^{om} = \frac{a-bc}{4}$, $\Pi_N^{om} = \frac{(a-bc)^2}{16b}$ 。

证明: 先采用逆向归纳法对式子 2 求关于 p 的一阶偏导, $\frac{\partial \Pi_N^{OTD}}{\partial p} = 0$ 得到最优电价的反应函数 $p^* = \frac{wb+a}{2b}$, 将其代入式子 1, 并且求关于 w 的一阶偏导, 得到最优的批发价格 $w^{om} = \frac{a+bc}{2b}$, 将 $w^{om} = \frac{a+bc}{2b}$ 代入到 p^* 可以得到最优的电价 $p^{om} = \frac{bc+3a}{4b}$, 相应的电力需求量、发电商和售电商利润分别为 $q^{om} = \frac{a-bc}{4}$, $\Pi_M^{om} = \frac{(a-bc)^2}{8b}$, $\Pi_N^{om} = \frac{(a-bc)^2}{16b}$ 。证毕。

2.2 发电商单独投资储能设备博弈模型

在发电商单独投资储能设备模式中，发电商为满足电力用户对高质量电力的需求投资储能设备，此时发电商和售电商的最优决策函数分别为：

$$\text{Max}_{(w, \Delta e)} \Pi_M^{ITD} = (w - c)(a - bp + \alpha \Delta e) - \frac{k(\Delta e)^2}{2} - E \quad (3)$$

$$s.t. \text{Max}_p \Pi_N^{ITD} = (p - w)(a - bp + \alpha \Delta e) \quad (4)$$

定理 2 发电商单独投资储能设备时，发电商的最优批发价格、电力质量增量和总利润分别为 $w^{ITD} = \frac{2bck + 2ak - \alpha^2 c}{4bk - \alpha^2}$ ， $\Delta e^{ITD} = \frac{\alpha(a - bc)}{4bk - \alpha^2}$ ， $\Pi_M^{ITD} = \frac{k(a - bc)^2}{2(4bk - \alpha^2)} - E$ ，售电商的最优电价、电力需求量和总利润分别为 $p^{ITD} = \frac{k(3a + bc) - \alpha^2 c}{4bk - \alpha^2}$ ， $q^{ITD} = \frac{bk(a - bc)}{4bk - \alpha^2}$ ， $\Pi_N^{ITD} = \frac{k^2 b(a - bc)^2}{(4bk - \alpha^2)^2}$ 。

证明：先采用逆向归纳法对式子 4 求关于的一阶偏导，得到最优电价的反应函数 $p' = \frac{\alpha e + bw + a}{2b}$ ，将其代入式子 3，对式子 3 分别求 w 、 Δe 的一阶偏导，联立求出最优的批发价格和电力质量增量 $w^{ITD} = \frac{2ak + 2bck - \alpha^2 c}{4bk - \alpha^2}$ ， $\Delta e^{ITD} = \frac{\alpha(a - bc)}{4bk - \alpha^2}$ ，再将最优的批发价格和电力质量增量代入价格的反应函数中可以得到 $p^{ITD} = \frac{(3a + bc)k - \alpha^2 c}{4bk - \alpha^2}$ ，相应的最优电力需求量、发电商利润、售电商利润分别为 $q^{ITD} = \frac{(a - bc)bk}{4bk - \alpha^2}$ ， $\Pi_M^{ITD} = \frac{(a - bc)^2 k}{2(4bk - \alpha^2)} - E$ ， $\Pi_N^{ITD} = \frac{k^2 b(a - bc)^2}{(4bk - \alpha^2)^2}$ 。证毕。

推论 1 发电商投资储能设备后，电力质量明显得到了提升，市场需求也得到了提升，发电商的利润得到了增加，但是电价却上涨了。

证明：我们比较发电商投资储能设备前后电力质量增量、市场需求量、售电商利润以及电价可以得到， $\Delta e^{ITD} = \frac{\alpha(a - bc)}{4bk - \alpha^2} > 0$ ， $q^{ITD} - q^{OTD} = \frac{(a - bc)\alpha^2}{4(4bk - \alpha^2)} > 0$ ， $\Pi_M^{ITD} - \Pi_M^{OTD} = \frac{\alpha^2(a - bc)(8bk - \alpha^2)}{16b(4bk - \alpha^2)^2} > 0$ ， $p^{ITD} - p^{OTD} = \frac{3\alpha^2(a - bc)}{4b(4bk - \alpha^2)} > 0$ 。证毕。

我们通过推论 1 可以发现，发电商投资储能设备后，电力质量明显得到了提升，但是电价也随之上升了，这并不影响电力用户对高质量电力的购买，市场需求也是上涨的。这就说明了，电力用户对电力的需求不仅仅与电价有关了，还与电力质量的高低有关，电力用户追求更稳定，更高质量的电力。

推论 2 当电力用户对电力质量的偏好系数较高时，即 $\alpha > 4a\sqrt{\frac{2kE}{(a - bc)^2 + 8bE}}$ 时，发电商才会去投资储能设备。

证明：比较储能投资前后的发电商利润可以得到

$\Pi_M^{ITD} - \Pi_M^{OTD} = \frac{\alpha^2(a - bc)^2}{8b(4bk - \alpha^2)} - E$ ，只有投资后利润高于投资前，发电商才会投资储能设备，所以令 $\frac{\alpha^2(a - bc)^2}{8b(4bk - \alpha^2)} - E > 0$ ，可以得到 $\alpha > 4a\sqrt{\frac{2kE}{(a - bc)^2 + 8bE}}$ 。证毕。

发电商投资储能设备的前提是，投资后的利润要高于投资前，而投资储能设备后，可以提供更加稳定，高质量的电力，这是需要电力用户对高质量电力的偏好系数较高时，才会获得更多的收益。

推论 3 发电商单独投资储能设备时，会使得售电商形成“搭便车”现象。

证明：我们可以从推论 1 得到售电商利润增加为 $\Pi_N^{ITD} - \Pi_N^{OTD} = \frac{\alpha^2(a - bc)^2(8bk - \alpha^2)}{16b(4bk - \alpha^2)^2} > 0$ ，推论 2 可以得到发电商利润变化量为 $\Pi_M^{ITD} - \Pi_M^{OTD} = \frac{\alpha^2(a - bc)^2}{8b(4bk - \alpha^2)} - E$ ，我们比较发电商和售电商利润变化量，可以得到 $\Pi_N^{ITD} - \Pi_N^{OTD} - (\Pi_M^{ITD} - \Pi_M^{OTD}) = \frac{\alpha^4(a - bc)^2}{16b(4bk - \alpha^2)^2} + E > 0$ ，这说明了，发电商单独投资储能设备后，售电商增加的利润是要高于发电商增加的利润的，这样就形成了售电商“搭便车”现象。证毕。

我们通过推论 2 可以发现，只有电力用户对电力质量偏好系数较高时，发电商才会去投资储能设备，由推论 3 可以发现，发电商单独投资储能设备后，发电商增加的利润低于售电商增加的利润，售电商“搭便车”现象，会导致发电商投资储能设备的积极性下降，不利于储能的发展。

为了提高发电商投资储能设备的积极性，应当售电商去持股发电商储能设备的投资，这样的策略可以提升供应链的鲁棒性。下面将构建发电商投资储能设备，售电商持股的博弈模型。

2.3 售电商持股发电商储能投资博弈模型

售电商对发电商储能投资进行持股，持股比例为 λ ，发电商和售电商的最优决策函数分别为：

$$\text{Max}_{(w, \Delta e)} \Pi_M^{ITD} = \Pi_M^{OTD} + (1 - \lambda)[(w - c)q - (w^{OTD} - c)q^{OTD}] - \frac{k\Delta e^2}{2} - E \quad (5)$$

$$s.t. \text{Max}_p \Pi_N^{ITD} = (p - w)q + \lambda[(w - c)q - (w^{OTD} - c)q^{OTD}] - \frac{k\Delta e^2}{2} - \frac{\lambda E}{1 - \lambda} \quad (6)$$

目标函数 6 表示在售电商持股发电商储能投资中发电商获得的利润，该利润包含了，发电商出售给售电商电力的利润还有持股后的分红。式子 7 表示售电商的利润函数，该函数包含了销售电力的利润，持股的分红和股权投资成本三部分。

定理 4 分散决策下，发电商最优批发价格，电力质量增量和利润分别为 $w^{ITD} = \frac{2k(a + bc(1 - 2\lambda) - \alpha^2 c)}{4bk(1 - \lambda) - \alpha^2}$ ， $\Delta e^{ITD} = \frac{\alpha(a - bc)}{4bk(1 - \lambda) - \alpha^2}$

$$\Pi_M^{nd} = \frac{(a-bc)^2(16k^2b^2(1+\lambda)(1-\lambda)^2 - 4bk\alpha^2(1-\lambda)(1+2\lambda) + \alpha^4\lambda)}{8b(4bk(1-\lambda) - \alpha^2)^2} - E$$

售电商最优售价、电力需求量和利润分别为

$$p^{nd} = \frac{k(3a+bc)(1-\lambda) - \alpha^2c}{4kb(1-\lambda) - \alpha^2}$$

$$q^{nd} = \frac{bk(1-\lambda)(a-bc)}{4bk(1-\lambda) - \alpha^2}$$

$$\Pi_N^{nd} = \frac{(a-bc)^2(8b^2k^2(1-2\lambda)(1-\lambda)^2 + 4\alpha^2bk\lambda(1-2\lambda) - \alpha^4\lambda)}{8b(4bk(1-\lambda) - \alpha^2)^2} - \frac{\lambda E}{1-\lambda}$$

推论 4 发电商投资储能设备并且售电商对该投资进行持股时, 当持股比例 λ 小于阈值 $\bar{\lambda}$ 时, 发电商的投资行为以及供应链上下游企业间的贸易才会开展。

证明: 首先保证发电商的 *Hess* 矩阵呈现负稳定性, 然后保证各决策值为正, 并且持股后售电商的利润不减少等条件成立, 结合本文其他的条件, 得到了持股比例的约束函数:

$$\begin{cases} 4bk(1-\lambda) - \alpha^2 > 0 \\ 2k(a+bc)(1-2\lambda) - \alpha^2c > 0 \\ k(3a+bc)(1-\lambda) - \alpha^2c > 0 \\ \frac{(a-bc)^2(8b^2k^2(1-2\lambda)(1-\lambda)^2 + 4\alpha^2bk\lambda(1-2\lambda) - \alpha^4\lambda)}{8b(4bk(1-\lambda) - \alpha^2)^2} - \frac{\lambda E}{1-\lambda} - \frac{k^2b(a-bc)^2}{(4kb - \alpha^2)^2} > 0 \\ 0 < \lambda < \frac{1}{2} \end{cases} \quad (7)$$

这里持股比例 λ 满足 $\max(0, \lambda_1) < \lambda < \min(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \frac{1}{2})$, 记作, 其中 $\lambda_1 = 1 - \frac{\alpha^2}{4bk}$, $\lambda_2 = \frac{2k(a+bc) - \alpha^2c}{4bk}$, $\lambda_3 = 1 - \frac{\alpha^2c}{k(3a+bc)}$, 表达式 λ_1 和 λ_4 难以用具体表示, 通过数值分析进行解释说明。证毕。

售电商对发电商的储能投资持股比例在一个合理范围内, 这样可以增强供应链的稳定性, 也可以提升自身的利润。

推论 5 售电商持股发电商储能投资与发电商单独投资储能设备相比, 售电商对发电商的投资在一定的持股比例范围内, 持股会使电力质量增量得到提升、市场需求量增多、售电商和发电商的利润增加, 证明: 我们比较售电商持股前后的电力质量增量、市场需求量和发电商利润, 可以得到

$$\Delta e^{nd} - \Delta e^{nd} = \frac{4\alpha bk\lambda(a-bc)}{(4bk(1-\lambda) - \alpha^2)(4bk - \alpha^2)} > 0$$

$$q^{nd} - q^{nd} = \frac{\alpha^2\lambda bk(a-bc)}{(4bk(1-\lambda) - \alpha^2)(4bk - \alpha^2)} > 0$$

$$\Pi_M^{nd} - \Pi_M^{nd} = \frac{(a-bc)^2\{16k^2b^2\lambda(1-\lambda)[4bk(1-\lambda) - (2-\lambda)\alpha^2] + \alpha^4\lambda[4bk(1-\lambda)(1-2\lambda) - \alpha^2]\}}{8b(4bk - \alpha^2)(4bk(1-\lambda) - \alpha^2)^2} > 0$$

可见, 持股后电力质量再次提升, 电力用户对高质量电力的需求量也越多, 发电商的利润也有了明显的增加。

证毕。

由推论 5 可以发现, 将持股策略引入到电力供应链当中, 供应链各企业的决策和利润都得到了更大的改善, 实现了 *pareto* 改进。

推论 6 纵向持股策略可以消除“搭便车”现象, 同时还可以实现供应链企业决策和绩效的 *pareto* 改进。

证明: 根据推论 4 和推论 5 可以发现, 售电商持股后, 发电商的利润是得到了增加, 售电商的利润增加与否与持股比例相关。这就说明了, 售电商持股发电商储能投资消除了售电商“搭便车”的现象。

3 数值分析

接下来通过数值分析来进行验证, 对持股比例和电力质量增量成本系数同时变动对供应链企业决策和利润的影响进行分析。相关参数如下: $a=200, c=15, b=3, k=10, \alpha=7, e=1000$, 参数赋值符合模型描述与约束条件。

3.1 发电商储能投资、售电商持股前后企业决策及利润的对比分析

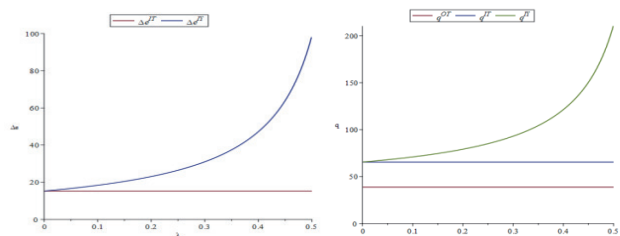


图1 持股比例对电力质量增

量的影响

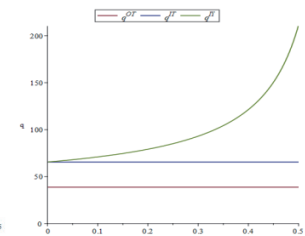


图2 持股比例对需求量的影响

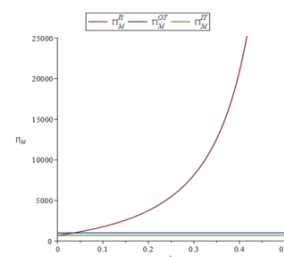


图3 持股比例对发电商利润

的影响

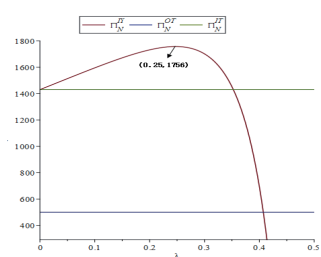


图4 持股比例对售电商利润的

影响

我们观察图 1—图 4 可以发现, 发电商投资储能设备后, 电力质量和电力需求量都要比投资之前高, 并且售电商的利润在发电商投资储能设备后时有所提升的, 但是发电商自己的利润因为投资储能设备的成本导致利润稍微下降。这些说明了, 储能投资可以提升电力质量, 电力更加稳定了后电力用户会更加愿意购买, 需求量就随之上升, 从而使得售电商的利润上升了。发电商因为储能投资的成本导致利润有所降低。当电力用户对电力质量的偏好系数

增加时,发电商的利润也会上涨,甚至超过发电商原先的利润。这验证了推论 1 和推论 2。

在实施售电商持股发电商储能投资策略后,电力质量、市场需求量以及发电商和售电商的利润都在一定持股比例范围内上升,这也说明了,持股的策略实现了帕累托改进。我们通过图 4 可以发现,售电商的利润随着持股比例的增加呈现先升后降的趋势,当这个持股比例达到 0.25 的时候售电商的利润达到最大。

3.2 未投资方“搭便车”现象分析

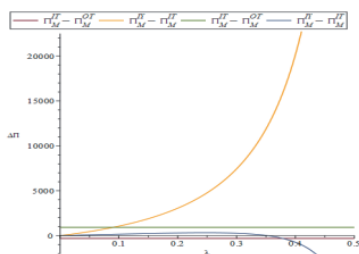


图5 持股前后供应链企业利润增量变化

我们观察图 5 可以发现发电商投资储能设备后,售电商获得的利润是要大于发电商获得的利润的,这说明了投资储能设备中出现了售电商“搭便车”的现象,我们还可以看到发电商在投资储能设备后,发电商自己的利润不增反而降低了。观察图 5 还可以看到,售电商在进行持股后,发电商增加的利润要高于售电商增加的利润,并且发电商和售电商的利润比原先得到了增加,由此持股的策略可以消除“搭便车”的现象,并且使供应链企业成员的利润都得到增长。上述结果也证明了推论 3、推论 5 和推论 6。

4 结语

本文在发电商和售电商组成的电力供应链当中引入了持股的策略,探讨了该策略对电力供应链企业决策和利润的影响。研究帮表明了:

(1) 当电力用户对电力质量偏好较高时,发电商才会去投资储能设备,投资了储能设备意味着电力质量的增高,电力用户对电力的需求量增加,此时带来的收益要远高于储能技术的投入。所以,对发电商来说,电力用户对电力质量的偏好程度决定了是否投资储能设备。

(2) 发电商单独投资储能设备时,发电商获得的利润是要低于售电商获得的利润,这是因为“搭便车”现象的存在。当发电商投资储能设备,售电商持股时,发电商获得的利润是要高于售电商获得的利润的,这也就消除了“搭便车”的现象,并且此时的电力质量、电力需求量都得到了增加,发电商储能投资的积极性也会有所提升。所以,

发电商投资售电商持股的模式是较优的选择。

本文的理论和实践价值主要体现在,将股权合作的模式引入到电力供应链当中,丰富了电力供应链研究理论,同时也为储能投资提供了一种新的合作模式。本文只考虑了储能投资这一种方式,但没有考虑储能租赁的模式,未来研究中可以对此问题进行研究。

参考文献:

- [1] 国家发展改革委、国家能源局组织发布《关于加快推进新型储能发展的指导意见》、[EB/OL].(2021-07-15).https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/ghxwj/202107/t20210723_1291321.html.
- [2] 国家能源局关于印发《电力辅助服务管理办法》的通知、[EB/OL].(2021-12-21).https://zfxgk.nea.gov.cn/2021-12/21/c_1310391161.htm.
- [3] 国家电网签署智利 CGE 公司股权购买协议、[EB/OL].(2020-11-13).<https://www.yidaiyilu.gov.cn/p/155306.html>.
- [4] 南方电网与中广核完成埃德拉项目股权交割—国务院国有资产监督管理委员会、[EB/OL].(2018-04-08).<http://www.sasac.gov.cn/n2588025/n2588124/c8836232/content.html>.
- [5] 张森林. 关于新型储能市场交易和投资回报机制的思考[J]. 中国电力企业管理, 2022,(13):24-27.
- [6] 郝俊博, 闫广颖, 裴红兰等. 基于贡献度的台区分布式新能源共享储能合作联盟收益分配策略[J/OL]. 储能科学与技术, 1-12[2025-04-23].<https://doi.org/10.19799/j.cnki.2095-4239.2024.1240>.
- [7] Zhang KS, Gao CC, Zhang G, Xie T, Li H et al. Electricity and heat sharing strategy of regional comprehensive energy multi-microgrid based on double-layer game[J]. ENERGY <https://webofscience.clarivate.cn/wos/alldb/full-record/WOS:001185582700001>.
- [8] 杜勇, 姜靖, 胡红燕. 供应链共同股权网络下企业数字化转型同群效应研究[J]. 中国工业经济, 2023,(04):136-155.DOI:10.19581/j.cnki.ciejournal.2023.04.009.
- [9] 刘吉成. 电力供应链联盟 BIC 构建与协同决策研究[D]. 华北电力大学(北京), 2010.
- [10] Li, H., Liu, Y., Zhao, M. (2022). Free-riding problem in power supply chain: The impact of energy storage investment by generators. Journal of Cleaner Production, 345, 130987. DOI:10.1016/j.jclepro.2022.130987.