

基于系统动力学的售电业务放开对电网企业影响的综合评价研究

张翔¹, 黄国日¹, 宋艺航¹, 姜庆国², 洪笑峰², 王鹏²

(1. 南方电网能源发展研究院有限责任公司, 广州 511400;

2. 华北电力大学 电气与电子工程学院, 北京 102206)

Comprehensive evaluation research on the impact of power retail business liberalization to power grid enterprises based on system dynamics

ZHANG Xiang¹, HUANG Guori¹, SONG Yihang¹, JIANG Qingguo², HONG Xiaofeng², WANG Peng²

(1. Energy Development Research Institute Co., Ltd., Southern Power Grid, Guangzhou 511400, China;

2. School of Electric and Electronic Engineering, North China Electric Power University, Beijing 102206, China)

摘要:当前中国正在全面深化电力体制改革,售电业务将大规模放开,在给社会带来红利的同时,对电网企业生产经营产生巨大影响。引入系统动力学模型开展量化研究,按照业务流程,分别建立了售电业务成本-收入模型、输配电业务收入-成本模型、电力增值服务收入-成本模型、电网人员流失模型、现金流模型、需求响应模型、售电及相关业务利润模型等7个分模型。采用某省电力市场2018年年报的相关数据,分市场化电量增速变化、电网售电公司代理电量变化和售电购销价差变化3种情景,对电网相关指标的影响进行了仿真分析,为电网企业开展电力体制改革评估工作提供参考。

关键词:电力改革;售电放开;综合评价;系统动力学

Abstract: At present, the domestic reform of the electric power system is comprehensively deepening, and the power retail business will be liberalized on a large scale, which will have a huge impact on the production and operation of power grid enterprises while bringing dividends to the society. The system dynamics model is introduced to conduct quantitative research. According to the business process, seven sub-models of power retail business cost-revenue model, power transmission and distribution business revenue-cost model, power value-added service revenue-cost model, grid staff turnover model, cash flow model, demand-side response model, power retail and related business profit model are respectively established. Based on the relevant data of the 2018 annual report of the electric power market in a province, the influence of the relevant indicators of the electric power grid is analyzed through three scenarios, namely the change of the growth rate of marketized electric power, the change of the agent electric power of the electric power selling company and the change of the price difference between the purchase and sale of electric power. The study has certain reference value for power grid enterprises to actively respond to the reform and carry out the evaluation of power system reform.

Key words: electric power reform; opening up of power sales; comprehensive evaluation; system dynamics

0 引言

随着售电业务放开,售电市场用户购电方式由电网统购统销模式逐步演变成经营性用户市场化购电、非经营性用户计划购电的格局。依据《关于推进售电侧改革的实施意见》规定,电网企业售电公司属于第一类售电公司,售电业务分为非竞争性售电业务和竞争性售电业务,在制度上竞争性售电

业务成本费用属于与电网企业输配电业务无关的费用,需要与输配电业务、非竞争性售电业务等非竞争性业务分离。在此背景下,需要从战略的高度审视并恰当地评估售电业务放开对电网企业的影响,以期更好地促进电力工业的持续健康发展。

文献[1]通过对电网企业当前形势研究,提出了省级电网公司在售电市场、增量配电市场、投资与规划、组织体系和人才保障5个方面的改善策略和建议。文献[2]根据配电和售电市场发展情况,为电网企业开拓盈利渠道和提升服务质量,从短期发展和长期发展2个维度提出了创新经营模式。文献[3]建立了政府与电网企业之间的博弈模型,以江苏省

收稿日期:2019-09-09;修回日期:2019-11-27

基金项目:南方电网公司科技项目(ZBKJXM20170039)

This work is supported by Science and Technology Project of Southern Power Grid Company(No.ZBKJXM20170039)

电力公司为例,研究了兼顾改革目标和各方利益下推进电网企业转型的具体方式。文献[4]、文献[5]分别从人资和营销的专业角度,分析了电力体制改革对电网企业人力资源管理的影响和营销模式的影响。文献[6]认为电网企业需要充分考虑投资能力与电价约束之间的平衡,调整投资思路,以扩大准许收入为核心,增加电网有效资产。文献[7]分析了售电放开后电厂、工业园区、自备电厂、煤炭产业集团、地方电力公司等主体抢夺电网已有客户的问题,提出售电侧改革下电网企业市场开拓路径。总体而言,售电侧放开背景下电网企业的利益,以往文献分析电力改革和售电业务放开对电网企业的影响,大都停留在定性层面,缺乏基于量化模型的分析。

1 售电业务放开对电网企业的定性影响分析

(1) 电力体制改革后,电网企业的盈利模式由“购售价差”转变为“准许成本加合理收益”,其结果使得新模式下电网企业的收益更为透明,加快“管道化”的形成。

(2) 随着微电网、分布式电源、储能装置的接入,以及电力直接交易市场的成熟,整个电力系统的体系将被重构。售电侧改革不仅是向社会开放传统的售电业务,还将促进售电商与其他相关产业融合。

(3) 售电公司与电厂、售电公司与用户间的结算方式将发生较大的变化,电网公司现行代结算体系既要强化省级营销、交易、财务等相关专业的横向流程贯通,又要实现批发市场、零售交易市场纵向流程贯通。

(4) 售电公司对电网企业人才的急需与电网企业自身人力资源供给不足的矛盾,可能导致电网企业成为售电公司天然的人才储备库,电网人才面临严重流失风险。

2 售电业务放开对电网企业影响的模型建立

2.1 模型逻辑关系

随着售电业务的放开,如前文定性分析所述,在特定市场内,市场化电量规模逐步增大,计划电量逐步减少,进而形成如下几个逻辑关系。

(1) 市场电量与计划电量的关系:市场电量越大,计划电量越小。

(2) 全社会用电量与输配电收入的关系:全社会用电量越多,输配电收入越多。

(3) 售电客户规模与售电量的关系:售电客户规模越大,售电量越大。

(4) 售电客户规模越大,可转化电力增值服务

的客户规模就越大,电力增值服务业务量将越多。

售电业务的放开会引起5个方面量化指标发生明显变化:一是非市场化售电收入的减少;二是输配电费收入的变化(电网统购统销购销价差与市场核定的输配电价水平往往不等);三是客户端增值服务业务收入减少;四是现金流减少;五是人员流失量增加。为此,本文系统性评估售电业务放开对电网企业售电收入、输配电收入、现金流、增值服务、需求响应等方面的影响,建立了售电业务成本-收入模型、输配电业务收入-成本模型2个因售电业务放开在短时间内将产生明显影响的模型,电力增值服务收入-成本模型、电网人员流失模型、现金流模型、需求响应模型共4个在售电业务放开、电力市场建设到一定程度以后产生影响的模型。售电及相关业务利润模型是对前述3个与成本-收入相关模型的汇总模型。

本研究以系统动力学(system dynamics,SD)方法建模^[8-9],仿真分析使用Vensim软件。SD方法在电网公司业务预测、需求响应、输配电固定资产投资优化配置等方面具有应用^[10-12]。本文采用子模型建模的方法,以多个指标分别建模并将主要指标进行汇总,既便于直观、系统地描述售电业务放开给电网多个方面带来的影响,也便于模型进一步研究完善,增强了模型的可拓展性。

2.2 售电业务成本-收入模型

该模型主要由售电业务收入和售电业务成本构成。售电业务收入包括电网售电业务零售电量收入和非市场电量收入。电网公司参与售电业务,收入取决于用户数和用户的电量,零售电价按照某省电力交易现价,并增加了随机函数,模拟市场价格的波动。非市场电量收入由非市场电量销售电价和非市场电量确定。一个基本逻辑是电力市场现行交易市场电量(含电网售电公司代理的电量、其他售电公司代理的电量以及直接交易电量),剩余部分电量划入非市场电量。

售电业务成本主要包括2个方面,一方面是电网售电公司总成本,包括购电成本和运营成本;另一方面是非市场化电量购电成本。售电业务成本-收入模型如图1。

2.3 输配电业务收入-成本模型

该模型由输配电业务收入和成本2部分构成。输配电业务收入包括市场化售电输配电业务收入和非市场化电量输配电业务收入。市场化输配电业务收入收取标准按照核定的输配电价执行,非市场化电量输配电业务收入收取标准按照目前的购销价差除去基金及附加执行。输配电成本主要由费用性投资(含人员工资、大修费等)、资本性投资(配网建设投

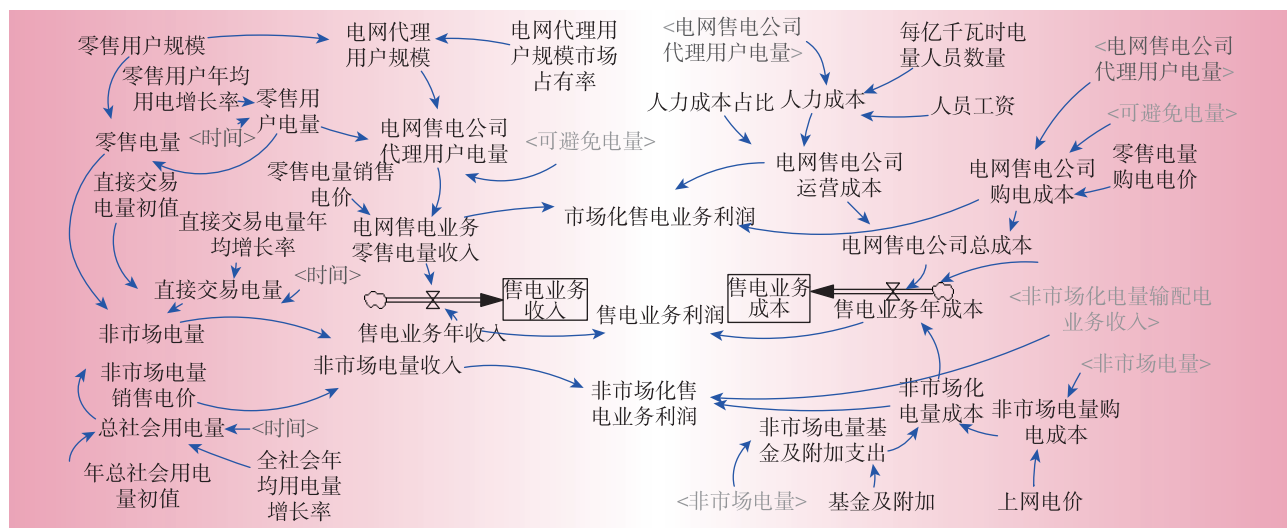


图1 售电业务成本-收入模型

Fig. 1 Cost-revenue model of electricity retail business

资)、财务费用、其他费用(主要是线损)构成。输配电业务收入-成本模型如图2。

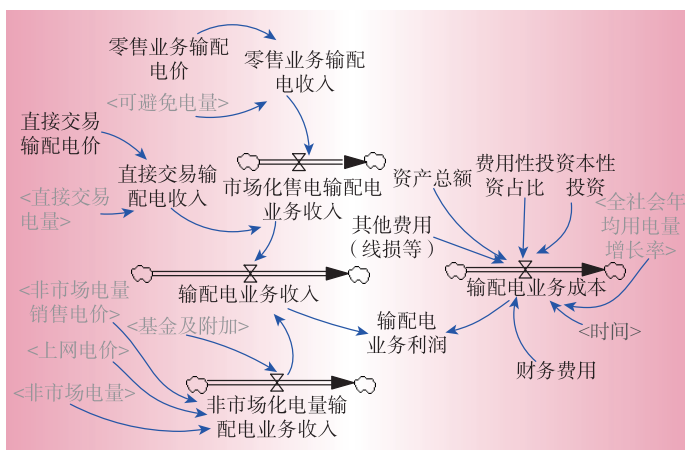


图2 输配电业务收入-成本模型

Fig. 2 Revenue-cost model of transmission and distribution business

2.4 电力增值服务收入-成本模型

该模型包括电力增值服务的成本和收入2部分。基本的逻辑是:随着售电业务放开,售电公司纷纷切入电力增值服务业务。此时,代理电力用户售电对于优先开发用户的增值服务具有更高的转化率。售电公司从事增值服务,需要设备、人员等,故成本包括固定成本和变动成本。电力增值服务收入-成本模型如图3。

2.5 电网人员流失模型

该模型主要与售电市场开放程度有关,市场化交易规模越大,需要的专业人员越多,电网越可能成为人才流失的地方。电网人员流失模型如图4。

2.6 现金流模型

电网现金流主要来源是输配电业务利润,另外2部分是电力增值服务业务利润和售电业务收入。

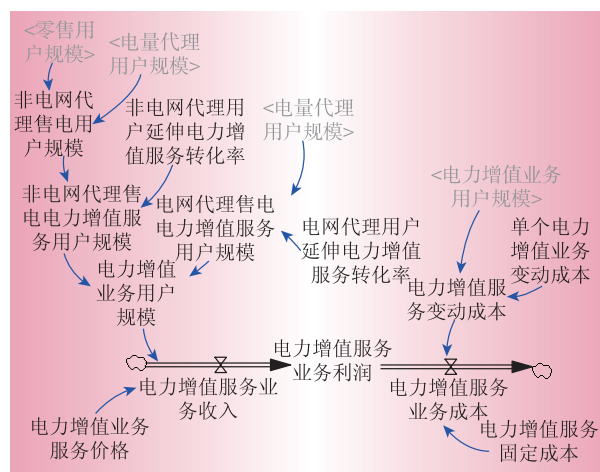


图3 电力增值服务收入-成本模型

Fig. 3 Revenue-cost model of electricity value-added services

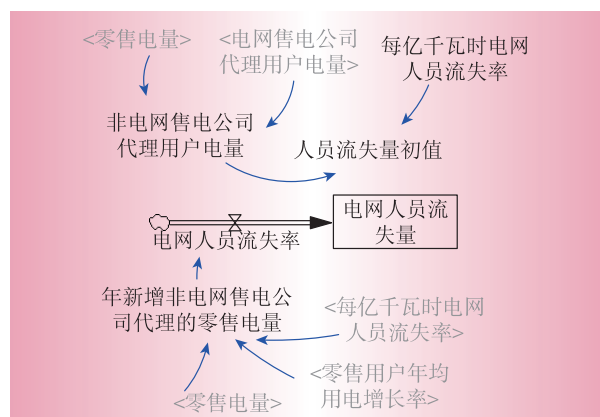


图4 电网人员流失模型

Fig. 4 Power grid staff turnover model

模型重点是测算了月度现金流,也就是净现金流。需要说明的是,售电业务年收入作为现金流指标,是考虑到用户缴费和电网售电公司给电厂付费之间有半个月的时间差,这之间有半个月售电业务收

入是公司的现金流,现金流模型如图5。

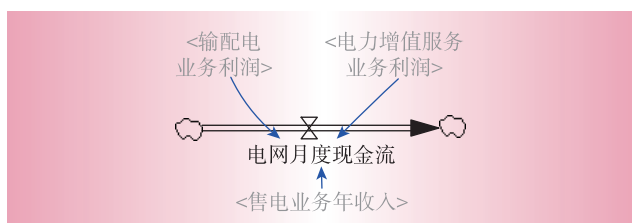


图5 现金流模型

Fig. 5 Cash flow model

2.7 需求响应模型

该模型是从售电对电网业务运营角度出发构建的。售电业务放开后,无论是增值服务角度还是控制用户偏差角度(现货市场就是价格响应或者风险规避),都有较强的动力进行需求响应管理。对电网而言,模型的基本逻辑是:一方面需求响应可以减少容量投资的成本,另一方面可以减少高峰购电的成本,还可以享受一定的补贴(市场化情况下可能取消),需求响应模型如图6。

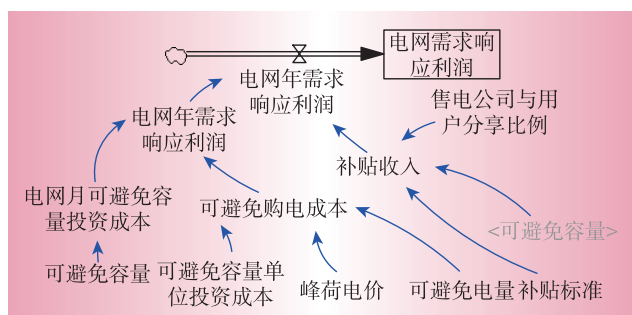


图6 需求响应模型

Fig. 6 Demand side response model

2.8 售电及相关业务利润模型

该模型是对前面多个收入、成本的归集,展现出总体利润情况,售电及相关业务利润模型如图7。

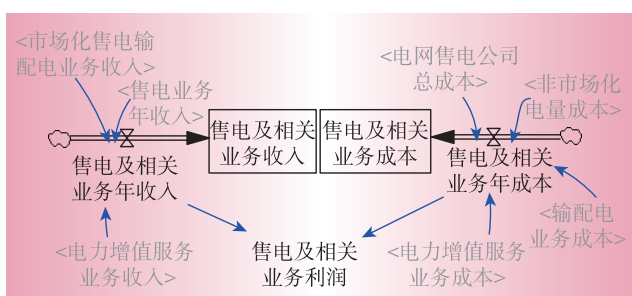


图7 售电及相关业务利润模型

Fig. 7 Profit model of electricity sales and related businesses

3 某电网案例分析

3.1 参数选取

应用上述模型,结合某电网2018年的实际情

况,输入初始参数。

3.2 基于多情景的影响评估

3.2.1 情景1:市场化电量增速变化对电网相关指标的影响

假设零售用户年均用电增长率为8.5%,直接交易电量年均增长率为7%,全社会年用电量增长率6.1%。图8是零售用户年均用电增长率提高到13.5%时(提高5%)的售电及相关业务指标变化情况,可以看出,如果按照目前市场价差体系,市场化交易电量越多,电网的利润将越少,而且随着电量增加越多,售电相关业务利润下降越多。

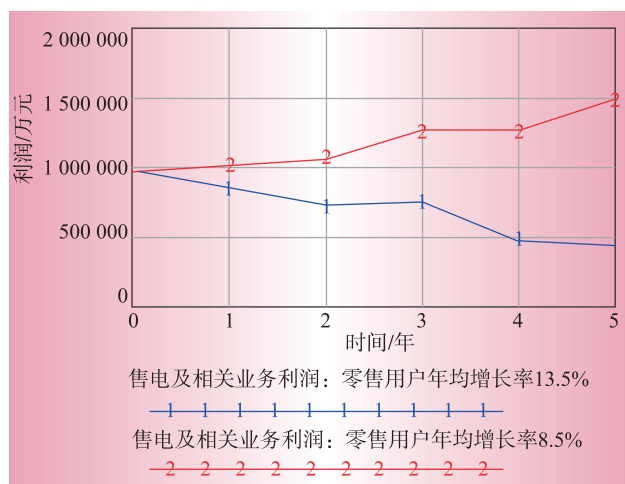


图8 零售用户年均用电增长率提高时售电及相关业务利润情况

Fig. 8 Profit from electricity sales and related business when the average annual growth rate of electricity consumption for retail users increases

当零售用户年均用电增长率提高之后,多项指标的变化如表1。从表1可以看出,市场化交易电量越多,电网输配电业务让利越多,售电业务的利润

表1 零售用户年均用电增长率提高时指标变化(第五年)

Table 1 Changes in indicators when the average annual growth rate of retail customers electricity consumption increases (fifth year)

指标	零售用户年均用电增长率8.5%时	零售用户年均用电增长率13.5%时	变化率
售电业务利润	111 576 万元	139 716 万元	25.220 5%
输配电业务利润	1 368 920 万元	281 744 万元	-79.419%
增值服务利润	3 980 万元	3 980 万元	0
月度现金流	2 301 250 万元	2 010 960 万元	-12.614%
人员流失率	10 人次	21 人次	110%
需求响应利润	441 109 万元	441 109 万元	0
售电及相关业务利润	1 484 470 万元	425 440 万元	-71.341%

会有所增长,但售电业务增长的利润远远少于输配电业务的让利水平。受输配电业务利润的影响,售电及相关业务利润也出现大幅下滑。此外,月度现金流的损失也比较严重。

3.2.2 情景2:电网售电公司代理电量变化对电网相关指标的影响

电网售电公司代理用户电量通过市场占有率来体现。假设电网企业大力开拓市场,当市场占有率从目前的12%提高到22%时,售电及相关业务的利润如图9。当售电业务量增加,电网售电及相关业务的利润也同步上升。

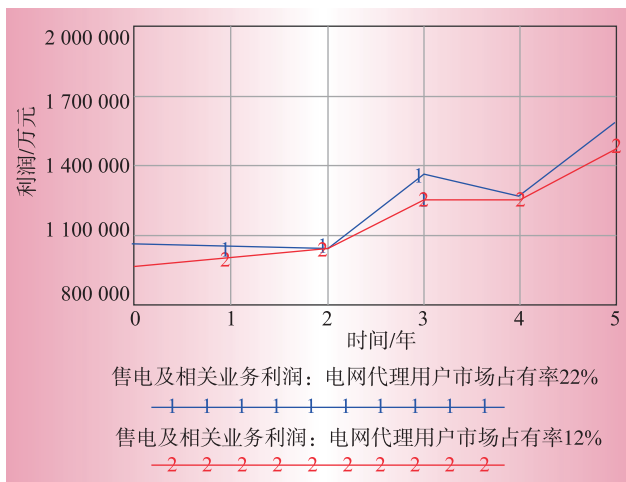


图9 电网售电公司代理用户市场占有率提高时售电及相关业务利润情况

Fig. 9 Profit from electricity sales and related business when the market share of power grid retail companies increases

因电网售电公司代理用户市场占有率提高10%引起的其他有关指标变化如表2。从表2中可以看出,电网代理用户的规模上升,售电业务利润提升明显,同时带动增值服务利润大幅提升,现金流也会有一定程度增加,最终提升了售电及相关业务的利润水平。

3.2.3 情景3:售电购销价差变化对电网相关指标的影响

电网售电公司开展售电业务,购销价差决定了售电业务的盈利水平,也是售电业务风险的最为重要来源。在设置初始模型时,购电价格和零售价格设置了随机函数,购销价差均价设定在2分/kWh。如果将随机函数去除,假设购销价差分别固定在1分钱/kWh和2分钱/kWh的水平,此时的模型模拟结果如图10。

目前,某省售电公司的价差90%以上都让利给了用户。按照2019年上半年某省电力交易中心半年报,售电公司度电净收益为5厘/kWh,此时售电公司的收益如图11。如果考虑到中间人的资金分流、偏差考核等问题,售电公司微利,电量不成规模还

有可能亏损。

表2 电网售电公司代理用户市场占有率提高时相关指标变化情况

Table 2 Changes of relevant indicators when the market share of customer of power grid retail company increases

指标	电网售电公司代理用户市场占12%时	电网售电公司代理用户市场占22%时	变化率
售电业务利润	111 576万元	204 476万元	83.26%
输配电业务利润	1 368 920万元	1 368 920万元	0
增值服务利润	3 980万元	6 130万元	54.02%
月度现金流	2 301 250万元	2 349 610万元	2.10%
人员流失率	10人次	10人次	0
需求响应利润	441 109万元	441 109万元	0
售电及相关业务利润	1 484 470万元	1 579 520万元	6.4%

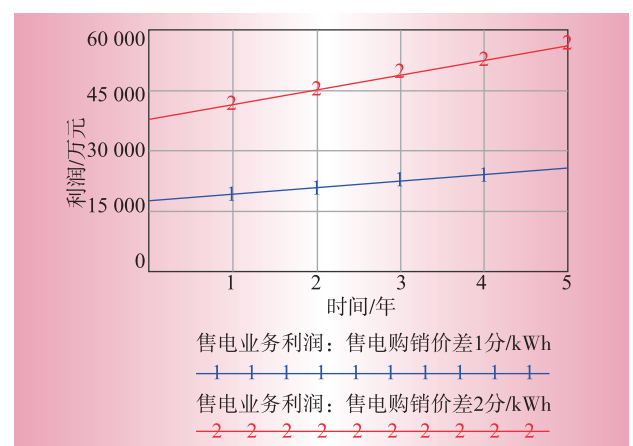


图10 售电价差1分/kWh和2分/kWh售电业务利润

Fig. 10 Electricity selling business profit when the difference between selling electricity price are 0.01 yuan /kWh and 0.02 yuan /kWh

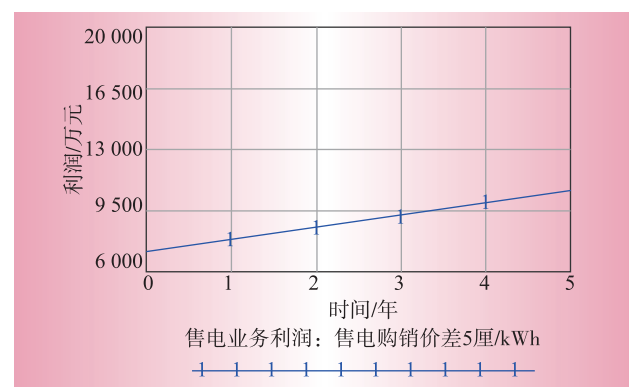


图11 售电价差5厘/kWh时售电业务利润

Fig. 11 Electricity selling business profit when the difference of selling price is 0.005 yuan/kWh

4 结论

(1) 从当前政策情况来看,电网企业允许开展竞争性售电业务,但竞争性售电业务需要与电网企业输配电业务、非竞争性售电业务等管制业务分离。

(2) 从定性分析的视角看,售电业务的放开会增加电网企业被“管道化”风险,使电网企业失去了解客户需求的渠道,进而可能影响电网企业建立能源生态系统的战略执行。

(3) 从上述模拟分析结果看,售电市场的放开对电网企业利润、现金流、增值服务收益等均有影响。随着市场准入用户的增加,在目前电价水平下,电网企业利润将出现下滑,其中传统输配电业务利润影响最为明显,电网企业现金流也将受到影响,对电网企业经营发展产生一定影响。D

参考文献:

- [1] 张林,胡宏伟,杨萌,等.新一轮电力体制改革背景下省级电网企业管理模式优化思路与探讨[J].经贸实践,2018(18):223-224.
ZHANG Lin, HU Hongwei, YANG Meng, et al. Optimization of management mode of provincial power grid enterprises under the background of new round of power system reform[J]. Economic & Trade, 2018(18):223-224.
- [2] 董红,刘敦楠,马冠雄,等.电网企业参与竞争性业务的适应性策略及业务模式[J].电力大数据,2018,21(4):82-87.
DONG Hong, LIU Dunnan, MA Guanxiong, et al. The adaptability strategy and business model of power grid enterprises participating in competitive business under the background of power system reform [J]. Power Systems and Big Data, 2018, 21(4):82-87.
- [3] 邵新苍.政企博弈下的电网企业转型研究[D].南京:南京大学,2018.
SHAO Xincang. A research on the transition of power grid company under the game of government and enterprise-taking Jiangsu as a example[D]. Nanjing: Nanjing University, 2018.
- [4] 许进超.电力体制改革对电网企业人力资源的影响及应对策略[J].云南电业,2016(9):39-40.
XU Jinchao. The influence of power system reform on human resource management in power grid enterprises and countermeasures [J]. Yunnan Power Industry, 2016(9):39-40.
- [5] 陈珍,崔峰,夏徐东,等.电力改革对现电网及其营销模式的影响研究[J].国网技术学院学报,2016,19(2):24-28.
CHEN Zhen, CUI Feng, XIA Xudong, et al. The study of

power reform's influence on power grid and its marketing mode[J]. Journal of State Grid Technology College, 2016, 19(2):24-28.

- [6] 吴巍,田晓霞,霍伟强,等.售电侧放开背景下电网企业的利益分析[J].企业改革与管理,2017(6):207-208.
WU Wei, TIAN Xiaoxia, HUO Weiqiang, et al. Benefit analysis of power grid enterprises under the background of power sale side liberalization [J]. Enterprise Reform and Management, 2017(6):207-208.
- [7] 姜云,刘朝章,李东.售电侧改革下电网企业市场开拓路径思考[J].经济研究导刊,2019(5):15-16.
JIANG Yun, Liu Chaozhang, Li Dong. Thinking on the market path of power grid enterprises under the reform of power sales side[J]. Economic Research Guide, 2019(5):15-16.
- [8] 许光清,邹骥.系统动力学方法:原理、特点与最新进展[J].哈尔滨工业大学学报(社会科学版),2006(4):72-77.
XU Guangqing, ZOU Ji. The method of system dynamics principle characteristics and new development [J]. Journal of HIT(Social Science Edition). 2006(4):72-77.
- [9] 余顺坤,毕平平,杨文茵,等.基于配额制的可再生能源动态发展系统动力学研究[J].中国电机工程学报,2018,38(9):2599-2608,2828.
YU Shunkun, BI Pingping, YANG Wenyin, et al. Dynamic development system dynamics of renewable energy considering renewable energy quota system [J]. Proceedings of the CSEE, 2018, 38(9):2599-2608, 2828.
- [10] 唐开宇,刘人境,刘继涛,等.基于SD的电网公司业务预测模型研究[J].电网技术,2018,46(5):84-90.
TANG Kaiyu, LIU Renjing, LIU Jitao, et al. Study on electric power company business forecast model based on system dynamics [J]. Power Grid Technology, 2018, 46(5):84-90.
- [11] 张潜,谭忠富,刘敦楠.售电公司参与需求侧响应的系统动力学研究[J].电力建设,2018,39(2):124-129.
ZHANG Qian, TAN Zhongfu, LIU Dunnan. The system dynamics research of electricity sale companies participating in demand response [J]. Electric Power Construction, 2018, 39(2):124-129.
- [12] 卢键明,梁耀林,梁俭,等.新形势下电网企业输配电固定资产投资优化配置的系统动力学仿真应用[J].水电能源科学,2017,35(7):198-205.
LU Jianming, LIANG Yaolin, LIANG Jian, et al. Transmission and distribution asset investment optimization of power grid company in new situation by system dynamics [J]. Water Resources and Power, 2017, 35(7):198-205.

作者简介:

张翔(1988),男,山东济南人,高级工程师,研究方向为电力市场、能源经济。

(责任编辑 徐文红)