DOI:10.12158/j.2096-3203.2019.03.001

输配电价监管下供电公司投资规模仿真模型研究

曾鸣，怀文明，叶嘉雯，陈云斐，刘英新，刘伟
（华北电力大学能源与电力经济研究咨询中心，北京 102206）

摘　要：输配电价改革是新一轮电力体制改革的重要环节，在输配电价监管下，供电公司投资规模优化将是其未来工作重心。首先参考输配电价政策文件，构建了输配电价核定中资产、费用、收益和税金的量化模型；其次基于系统动力学理论，分析输配电价与各影响因素之间的驱动与制约关系，建立了输配电价和电网投资双向影响模型，该模型包含输配电价-供电公司投资仿真模型和供电公司投资-输配电价仿真模型 2 个子模型；最后，以某供电公司为案例进行仿真，计算其在恒定输配电价约束下的准许投资规模和在计划投资规模下的输配电价变动情况，针对仿真结果提出了对应的投资优化策略，算例结果验证了仿真模型的可行性。

关键词：输配电价监管；系统动力学；供电公司；投资规模；仿真模型
中图分类号：F062.4　　**文献标志码**：A　　**文章编号**：2096-3203(2019)03-0001-07

0　引言

根据中共中央国务院《关于进一步深化电力体制改革的若干意见》[1]精神，输配电价改革是第二轮电力体制改革“管住中间”最重要的环节，提出了以有效资产为基础、按照“准许成本加合理收益”原则核定输配电价。随后，国家发改委、能源局出台了《省级电网输配电价定价办法(试行)》、《输配电定价成本监审办法(试行)》[2—3]等一系列文件规定了省级电网输配电价的核定方法。输配电价改革使得电网有效资产成为影响输配电价的核心因素，因此在输配电价监管机制下，加强供电公司投资规模规划是重中之重[4]。

目前，在电网投资决策方面已有较多研究。文献[5—6]研究了供电公司的成本核算和控制方法，文献[7—8]研究了供电公司配电网投资方案，文献[9—10]基于实物期权理论分别建立了供电企业安全投资决策模型和增量配电网投资决策模型。文献[11]综合考虑环境效益、经济效益、社会效益以及资金约束，提出了电网项目投资最优组合方案。文献[12]基于公司历年资产负债率目标、利润水平目标、售电量增长等，测算电网公司投资能力。实施输配电价改革后，已有一些专家学者对于输配电价与电网投资的关系进行研究，文献[13]研究了输配电价的成本核算方法及定价机制。文献[14—16]考虑了电网投资评估、电网规划模式和政府监管政策三类因素，建立了输配电价与电网投资容量随时间演变的模型。文献[17]构建了适应输配电价改革的投资分配模型和投资能力测算模型。文献[18]运用全周期动态管理理念，提出了适应投资变动和负荷预测风险的投资机制。文献[19]提出了输配电价改革条件下的电网精准投资策略。然而上述文献主要集中于研究输配电价改革对电网投资的影响，对于输配电价与投资规模之间的双向反馈关系研究较少。

为此，建立了输配电价和电网投资双向影响模型，在分析输配电价对投资规模影响的同时，能够实现对输配电价变动的反向仿真。首先，构建了输配电价核定中资产、运行维护费用、准许收益和税金等因素的量化模型；其次，基于系统动力学(system dynamics，SD)分别搭建了各类因素与投资规模及与输配电价之间的逻辑关系，从而建立了输配电价-供电公司投资仿真模型和供电公司投资-输配电价仿真模型；最后，通过案例仿真，分别讨论了输配电价对电网投资规模的约束和计划投资规模对输配电价变动的影响。

1　SD 理论及其适用性分析

SD 是系统科学理论与计算机仿真紧密结合、研究系统反馈结构与行为的一门科学，是系统科学与管理科学的一个重要分支。从技术上说，SD 是依据对系统的实际观测信息建立动态的仿真模型，并通过计算机试验来获得对系统未来行为的描述。即 SD 是研究社会系统动态行为的计算机仿真方法，通过建立计算机仿真模型-流图和构造方程式，实行计算机仿真试验，验证模型的有效性，为战略与决策的制定提供依据。

收稿日期：2019-01-25；修回日期：2019-02-22
基金项目：国家电网有限公司总部科技项目“电力弹性负荷快速响应及柔性调节关键技术研究及应用”

SD 认为，系统的行为模式与特性主要取决于其内部的结构。反馈是指 X 影响 Y，反过来 Y 通过一系列的因果链来影响 X，不能通过孤立分析 X 与 Y 或 Y 与 X 的联系来分析系统的行为，只有把整个系统作为一个反馈系统才能得出正确的结论。SD 研究处理复杂系统问题的方法是定性与定量结合、系统综合推理的方法[20]。由于非线性因素的作用，高阶次复杂时变系统往往表现出反直观的、千姿百态的动态特性。SD 模型可作为实际系统，特别是社会、经济、生态等复杂大系统的模拟工具，主要通过分析系统的结构和系统变量之间的相互驱动和反馈关系，进而建立直观的模型并进行模拟，从而解决问题。其在电力系统中早期应用于负荷预测和电价研究，近几年逐渐扩展到电网投资的研究中。

鉴于当前新一轮电力体制改革和输配电价改革的动态外部形势变化，以及电网企业内部投资优化的需要，供电公司的投资规模管理亟需由框架性的定性分析向系统性的定量分析转变以及由单向驱动向双向反馈转变。同时，输配电价核定的影响因素较为复杂且动态关联，基于 SD 能够实现简单因果和复杂因果的互补性以及静态指标与动态指标的互补性的特点，在仿真过程中引入系统动力学的思想，建立输配电价和供电公司投资规模的因果驱动关系，指导输配电价监管背景下供电公司投资决策。

2 基于 SD 的输配电价监管下的供电公司投资规模仿真模型

供电公司投资不足表现为准许的供电公司投资规模不能满足负荷增长和用户用电质量需求等问题，而投资过剩是准许供电公司投资规模大大超前于用户负荷增长和用电质量需求，进而造成下一监管周期用户承担的输配电价飙升，引发下一个监管周期供电公司投资紧缩或投资不足。因此，供电公司须基于对资产现状、运行状况和电力需求预测结果建立仿真模型确定合理投资规模。

文中模型构建思路如图 1 所示。一方面，建立输配电价-供电公司投资仿真模型，基于当前核定的输配电价计算供电公司准许投资规模，明确输配电价对投资规模的约束；另一方面，建立供电公司投资-输配电价仿真模型，基于供电公司的基本经济状况，仿真计划投资规模下的输配电价变动情况，用于制定投资规模优化策略。

输配电价-供电公司投资仿真模型计算逻辑具体流程如图 2 和图 3 所示。输配电价-供电公司投资仿真模型基本公式如下。

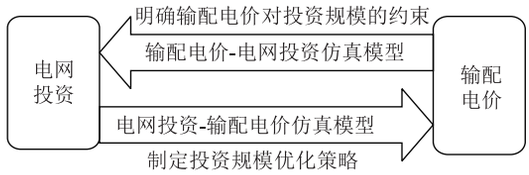


图 1 供电公司投资仿真模型构建思路

Fig.1 Construction of investment optimization model for power supply companies

（1）有效资产与折旧费计算。当期有效资产 A_i 由上期末有效资产 A_{i-1} 和当期运营资金 C_i 决定，即当期有效资产=期末有效资产+当期运营资金，如式（1）所示：

$$A_i = A_{i-1} + C_i \tag{1}$$

当期内新增有效资产 ΔA_i 可表示为当期供电公司新增投资 I_i 与新增有效资产转化率 η 的乘积，如式（2）所示：

$$\Delta A_i = \eta I_i \tag{2}$$

资产折旧额 D_i 为当期有效资产 A_i 、固定资产比率 ρ 与平均资产折旧率 ω 的乘积，如式（3）所示：

$$D_i = \rho\omega A_i \tag{3}$$

其中，当期有效资产 A_i 的计算方法如下：

$$A_i = INTEG(+\Delta A_i - D_i, A_{i-1}) \tag{4}$$

式中：$INTEG(x,y)$ 表示积分函数；A^{i-1} 表示有效资产初始值；i 表示第 i 个监管周期。

（2）运行维护费计算。运营维护费由职工薪酬、当期修理费、当期其他费用和当期材料费等费用组成。运行维护费减少额由期末有效资产、资产退役率和历史运行维护费三者共同决定，如式（5）所示：

$$\Delta C_{\mathrm{OM}}^{-} = A_i \lambda_{\mathrm{r}} \lambda_{\mathrm{c}} \tag{5}$$

式中：$\Delta C_{\mathrm{OM}}^{-}$ 为运行维护费减少额；λ_{r} 为资产退役率；λ_{c} 为历史运行维护费率。

资产退役对应于除人工费以外的运行维护费用的减少额度，参照单位该项资产对应历史资产规模的费率情况。模型中资产退役率的计算公式如下：

$$\lambda_{\mathrm{r}} = (N_{\mathrm{r}}/\lambda_{\mathrm{RV}})/A_{i-1} \tag{6}$$

式中：N_{r} 为退役资产净值；λ_{RV} 为退役资产残值率。

除职工薪酬外的运行维护费用计算公式如式（7）—式（9）所示：

$$C_{\mathrm{ma}} = INTEG(+\Delta C_{\mathrm{ma}}^{+} - \Delta C_{\mathrm{ma}}^{-}, \bar{C}_{\mathrm{ma}}) \tag{7}$$

$$C_{\mathrm{re}} = INTEG(+\Delta C_{\mathrm{re}}^{+} - \Delta C_{\mathrm{re}}^{-}, \bar{C}_{\mathrm{re}}) \tag{8}$$

$$C_{\mathrm{ot}} = INTEG(+\Delta C_{\mathrm{ot}}^{+} - \Delta C_{\mathrm{ot}}^{-}, \bar{C}_{\mathrm{ot}}) \tag{9}$$

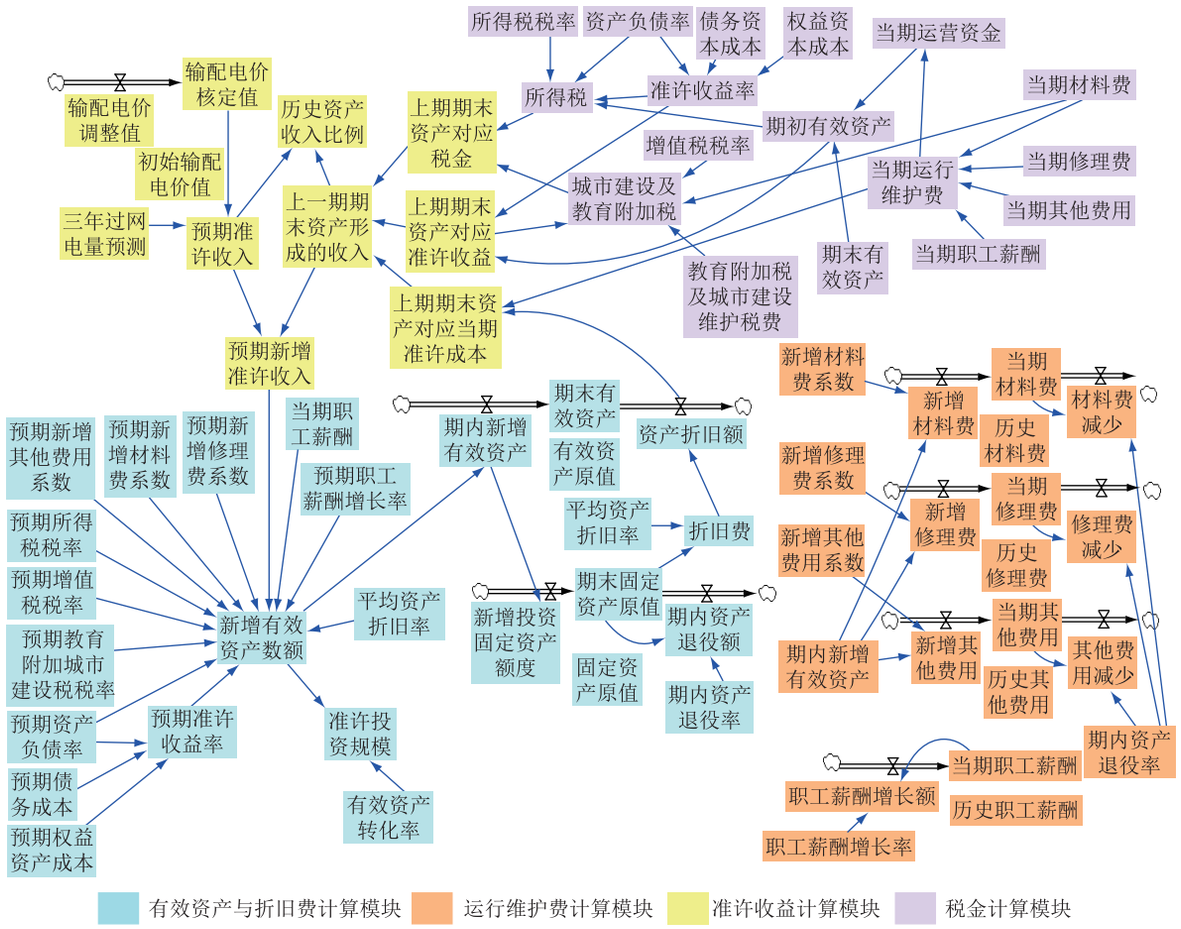


图 2　输配电价-供电公司投资规模仿真模型

Fig.2　Transmission and distribution price-power supply company investment scale optimization model

式中：C_{ma}，C_{re}，C_{ot} 分别为当期修理费、当期材料费和当期其他费用；ΔC_{ma}^{+}，ΔC_{re}^{+}，ΔC_{ot}^{+} 分别为新增修理费、新增材料费和新增其他费用；ΔC_{ma}^{-}，ΔC_{re}^{-}，ΔC_{ot}^{-} 分别为修理费减少、材料费减少和其他费用减少；$\bar{C}_{ma}$，$\bar{C}_{re}$，$\bar{C}_{ot}$ 分别为历史修理费、历史材料费和历史其他费用。

职工薪酬及当期运营维护费计算公式如式(10)和式(11)所示：

$$P_{wi} = INTEG(\Delta P_{w}^{+}, \bar{P}_{w}) \tag{10}$$

$$C_{OMi} = C_{rei} + C_{oti} + C_{mai} + P_{wi} \tag{11}$$

式中：P_{wi}，C_{OMi} 分别为当期职工薪酬和当期运营维护费用；ΔP_{w}^{+} 为职工薪酬增长额；$\bar{P}_{w}$ 为历史职工薪酬；C_{rei}，C_{oti}，C_{mai} 分别为当期修理费、当期其他费用和当期材料费。

当期运营资金取当期运行维护费用的 1/4，即：

$$C_{i} = 0.25C_{OMi} \tag{12}$$

(3) 准许收益计算。当期准许收益通过当期有效资产与准许收益率计算求得，而准许收益率则与权益资本收益率、债务资本收益率和资产负债率相关，计算公式如式(13)和式(14)所示：

$$R_{i} = A_{i}\beta_{R} \tag{13}$$

$$\beta_{R} = R_{EC}(1 - R_{AL}) + R_{DC}R_{AL} \tag{14}$$

式中：R 为当期准许收益；β_{R} 为准许收益率；R_{EC} 为权益资本收益率；R_{DC} 为债务资本收益率；R_{AL} 为资产负债率。

(4) 税金计算。税金主要包含城市维护建设税、教育费附加和所得税三项，即：

$$T_{i} = T_{1} + T_{2} + T_{3} \tag{15}$$

$$T_{1} + T_{2} = (R_{i}\gamma_{ad} - C_{mai}\gamma_{ad})(\gamma_{t1} + \gamma_{t2}) \tag{16}$$

$$T_{3} = [A_{i}(1 - R_{AL})R_{EC}]/[(1 - \gamma_{t3})\gamma_{t3}] \tag{17}$$

式中：T_{i} 为当期税金；T_{1} 为城市维护建设税；T_{2} 为教育费附加；T_{3} 为所得税；γ_{ad} 为增值税税率；γ_{t1} 为城市维护建设税税率；γ_{t2} 为教育费附加计征比率；γ_{t3} 为所得税税率。

(5) 输配电价-电网投资模型准许投资规模计算。该模型主要是基于当前核定的输配电价计算供电公司准许投资规模，其中供电公司预期投资通过预期有效资产增加额度和新增有效资产转化率计算得到，预期有效资产增加额度则与预期新增准许收入等多个因素相关，计算公式如下：

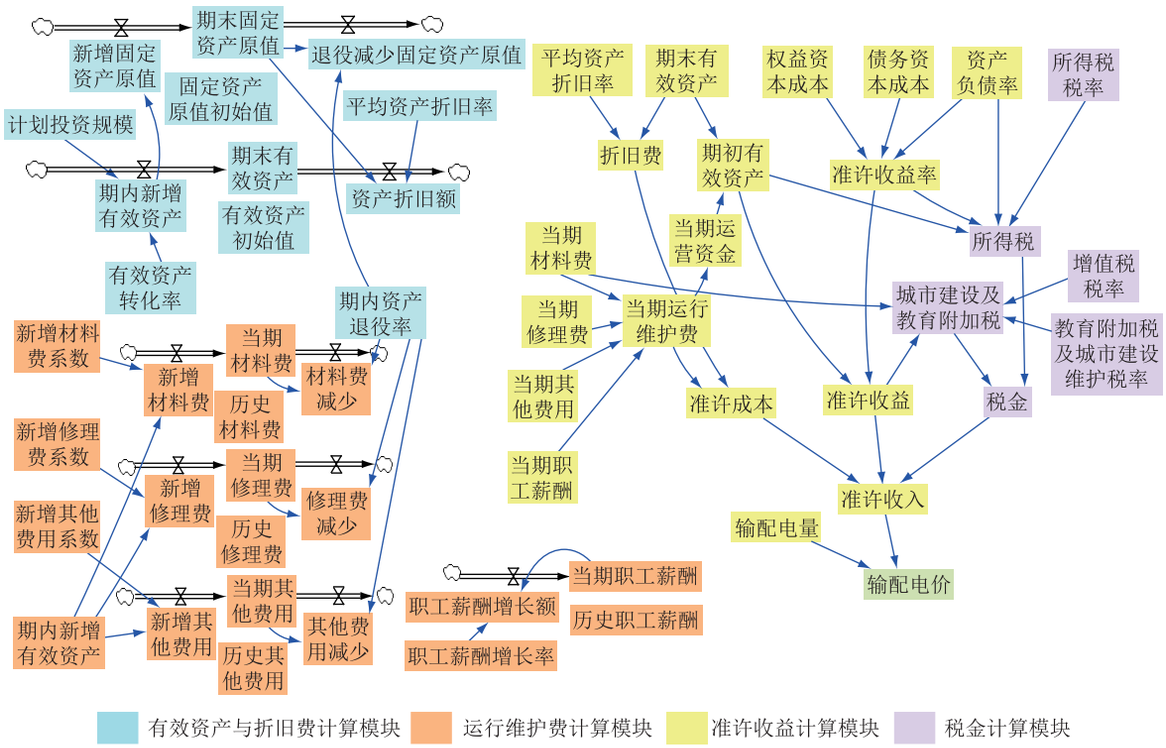


图 3　供电公司投资-输配电价仿真模型

Fig.3　Power supply company investment-transmission and distribution price optimizing model

$$I_e = \Delta A_e^+ / \eta \tag{18}$$

$$\Delta A_e^+ = (\Delta R_e^+ - P_w^i \alpha_{eP}) / [1.25(\alpha_{eC_{ma}} + \alpha_{eC_{re}} + \alpha_{eC_{ot}}) + \beta_{eR} + \omega + (1 + R_{eAL})\beta_{eR}\gamma_{et2} + (\beta_{eR} - \alpha_{eC_{ma}})\gamma_{et1}\gamma_{ead})] \tag{19}$$

式中：I_e 为供电公司预期投资；ΔA_e^+ 为预期有效资产增加额度；ΔR_e^+ 为预期新增准许收入；α_{eP} 为预期职工薪酬增长率；$\alpha_{eC_{ma}}$，$\alpha_{eC_{re}}$，$\alpha_{eC_{ot}}$ 分别为预期新增材料费系数、预期新增修理费系数和预期新增其他费用系数；β_{eR} 为预期准许收益率；R_{eAL} 为预期资产负债率；γ_{et2} 为预期所得税税率；γ_{ead} 为预期增值税税率；γ_{et1} 为预期教育附加城市建设税税率。

预期供电公司投资增加收入计算如下：

$$\Delta R_e^+ = R_e - C_i - R_i - T_i \tag{20}$$

式中：ΔR_e^+ 为预期供电公司投资增加收入；R_e 为预期准许收入；C_i 为当期准许成本。

（6）电网投资-输配电价变动计算。该模型主要是为了判断在当前电网投资规模下未来输配电价的变动情况，主要包括当期供电公司投资和目标输配电价的计算，计算公式如下：

$$I_i = I_p / \eta \tag{21}$$

$$p = I_e / E \tag{22}$$

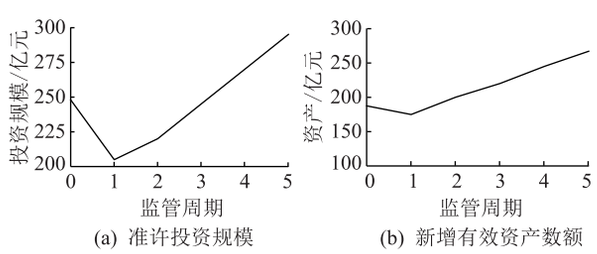
式中：I_i 表示供电公司当期投资；I_p 表示供电公司计划投资；p 为目标输配电价；I_e 为预期供电公司投资收入；E 为预测电量。

3　仿真分析

本节以某地级市供电公司实际情况为基础数据，仿真未来 5 个周期（15 a）的准许投资规模和输配电价变动。文中利用 VENSIM version 6.1 软件对所建立的输配电价和电网投资双向影响模型进行仿真，VENSIM 是一款能够对系统动力学模型进行概念化、模拟、分析和优化的可视化仿真软件。

3.1　恒定输配电价约束下准许投资规模仿真分析

仿真中，2017 年输配电量为 700 亿 kW·h，年增长率为 3.4%；输配电价初始值为 115 元/（MW·h），且保持恒定；参照该供电公司 2016 年资产规模与 2014—2016 历史运行维护费费率水平，按照准许投资规模进行投资，仿真输出结果如图 4 所示。



(a) 准许投资规模　(b) 新增有效资产数额

图 4　准许投资规模与新增有效资产数额

Fig.4　Permitted investment scale and the amount of new effective assets

从图 4 可以看出准许投资规模计算结果与新增

有效资产规模走势一致,在稳定的输配电量增长和固定输配电价下,准许投资规模第一周期约为 248 亿元,第二个周期降至 205 亿元,后期稳定增长,在第 5 个周期达到了 295 亿元。按照 2017 年实际投资规模 83.47 亿元,可知当前输配电价和预期输配电量增长趋势下,现有投资规模满足当前输配电价监管。

有效资产转化率是影响准许投资规模的重要变量,按照输配电价监管政策规定:首个监管周期,新增投资计入固定资产比率按不超过 75%计算,因此该值第一个周期设置为 75%,第二个周期设置为 85%,第三至第五周期设置为 90%。首个监管周期 75%的有效资产转化率造成第一个周期准许投资规模较高,该条政策事实上降低了首个周期供电公司投资收益率。而第二个监管周期准许投资规模下降的原因是有效资产转化率升高和首个监管周期高额新增计入有效资产共同作用的结果。运行维护费用情况如图 5 所示。

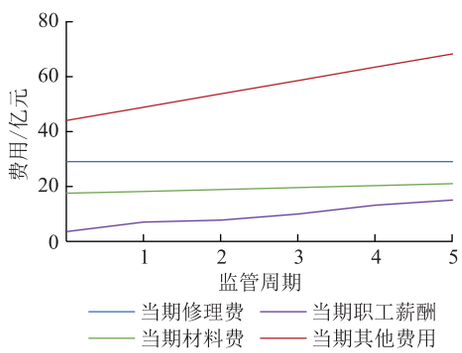


图 5 运行维护费用情况

Fig.5 Operation and maintenance costs

从图 5 中可以看出,在所有运行维护费用中,除职工薪酬外,该供电公司的修理费水平最高。鉴于供电公司职工基数大,且工资一般呈现上升趋势,使得职工薪酬明显高于其他费用,但是在实际情况中,由于职工薪酬无法控制,因此在其他可控制费用中,未来主要需要严格控制修理费,而材料费与其他费用的控制压力不大。

3.2 计划投资规模与输配电价变动仿真分析

在仿真中,2017 年输配电量为 700 亿 kW·h,年增长率为 3.4%;参照该供电公司“十三五”规划数据,首个周期供电公司投资规模设定为 144 亿元,此后每周期参照负荷增长率设置为 3%,参照该供电公司 2016 年资产规模与 2014—2016 年历史运行维护费费率水平,仿真输出结果如图 6 所示。

按照计划投资规模进行投资,该供电公司有效资产额度保持加速上升,主要是基于有效资产转化率的提升和指数增长的投资规模假设。

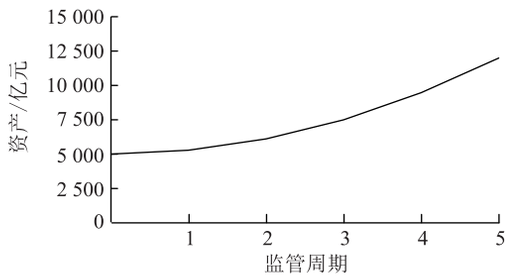


图 6 期末有效资产额度

Fig.6 Valid assets at the end of the period

图 7 为计划投资规模下输配电价变动情况,按照计划,首个周期该供电公司初始输配电价为 89.82 元/(MW·h),第一个周期输配电价降低至 85.92 元/(MW·h),后续几个周期输配电价温和上升,直到第五个周期输配电价才上升至 112.6 元/(MW·h)。

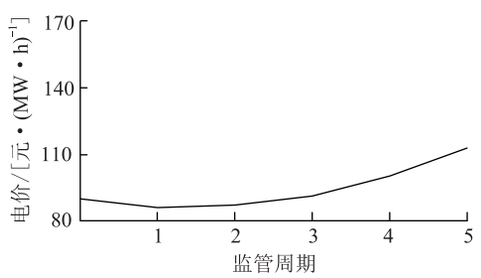


图 7 输配电价变动情况

Fig.7 Transmission and distribution price changes

根据仿真计算结果,主要结论有以下两点。

第一,该供电公司可以适当扩充资产。测算结果显示,该供电公司的在预期输配电价下的投资规模超出计划投资规模 50%,资产扩充空间较大;同时在计划投资规模下,输配电价温和上涨。因此当前阶段该供电公司可以积极开展升级改造行动。

第二,该供电公司当前比较突出的问题是修理费过高。由于修理费增长会造成准许成本增加,进而导致输配电价上涨;同时,在一定的输配电价水平下,修理费的增长会减少电网投资收益,压缩电网公司准许投资规模。因此,为了实现公司的良性发展,该供电公司需要严格控制修理费。

针对该仿真结果,提出了以下两点投资优化策略:(1) 当前计划投资规模远小于准许投资规模,供电公司在判断用户电价承受能力的条件下,若用户能够接受输配电价上涨,则可适当扩充投资规模,实现超前规划;若用户不能接受,则需配合监管部门将输配电价降低至合理水平。(2) 未来若出现计划投资规模大于准许投资规模的场景,则供电公司需在下一监管周期前准确预测企业投资需求,将输配电价考虑为计划投资规模的上限约束,将综合性

投资需求考虑为计划投资规模的下限约束，提高有效资产转化率，逐步缩小两者之间的差距。

4 结语

文中建立了基于 SD 的输配电价监管背景下供电公司投资规模仿真模型，并进行了算例仿真分析。模型具有以下特点：

（1）输配电价-电网投资优化模型能够从当前供电公司企业经营的基本状况和制约因素出发，计算准许投资规模，以提升对输配电价监管约束情况的把握程度。

（2）电网投资-输配电价仿真模型能够仿真计划投资规模下的输配电价变动情况，进而制定投资规模优化策略。

（3）在实用性方面，该模型具有较强的实用功能，可操作性强，能够有效地运用于供电企业的经营实践中。基于该模型，供电企业能够根据企业的经营目标对其资源投入做出及时、有效调整。

参考文献：

[1] 中共中央，国务院. 关于进一步深化电力体制改革的若干意见（中发[2015]9 号）[Z]. 2015.
CPC Central Committee, State Council. Several opinions on further deepening the reform of the power system (Zhongfa [2015] No. 9) [Z]. 2015.

[2] 国家发展改革委. 输配电定价成本监审办法（试行）（发改价格[2015]1347 号）[Z]. 2015.
National Development and Reform Commission. Supervision and examination methods for transmission and distribution pricing costs (trial) (development and reform price [2015] No. 1347) [Z]. 2015.

[3] 国家发展改革委. 省级电网输配电价定价办法（试行）（发改价格[2016]2711 号）[Z]. 2016.
National Development and Reform Commission. Provincial power grid pricing method for transmission and distribution pricing (trial) (development and reform price [2016] No. 2711) [Z]. 2016.

[4] 曾鸣. 电力体制改革与新能源电力系统相互促进完善[N/OL]. 中国电力报，2015-07-07[2019-04-11]. http://www.cpnn.com.cn/zdyw/201507/t20150707_810467.html.
ZENG Ming. Power system reform and new energy power system can mke a mtual promotion and improvement [N/OL]. China Electric Power News, 2015-07-07[2019-04-11]. http://www.cpnn.com.cn/zdyw /201507/t20150707_810467.html.

[5] 李依蔓. 供电公司工程财务管理与成本控制研究[J]. 价值工程，2018，37(1)：55-56.
LI Yiman. Research on engineering financial management and cost control of power supply company[J]. Value Engineering, 2018, 37(1): 55-56.

[6] 刘晓燕. 基于全寿命周期管理的电力设备状态检修成本研究[J]. 江苏电机工程，2016，35(5)：74-76.
LIU Xiaoyan. Study on electrical equipment condition-based maintenance cost with life cycle cost theory[J]. Jiangsu Electrical Engineering, 2016, 35(5): 74-76.

[7] 朱蕾，蒋浩. 基于改进主成分分析的低压配电网供电所综合评价方法[J]. 电力工程技术，2018，37(4)：38-44.
ZHU Lei, JIANG Hao. Comprehensive evaluation method based on improved principal component analysis of low voltage distribution network power substations [J]. Electric Power Engineering Technology, 2018, 37(4): 38-44.

[8] 杨文丽. 计及可靠性评估的中压配电网规划方案比选[J]. 电力工程技术，2018，37(2)：13-19，43.
YANG Wenli. Reliability research and design optimization of modular multilevel converter [J]. Electric Power Engineering Technology, 2018, 37(2): 13-19, 43.

[9] 丁士，王致杰，薛松，等. 基于实物期权理论的供电企业安全投资决策模型[J]. 水电能源科学，2013(8)：224-226.
DING Shi, WANG Zhijie, XUE Song, et al. Safety investment decision-making model of power supply enterprises based on real options theory[J]. Water Resources and Power, 2013(8): 224-226.

[10] 叶彬，刘敦楠，杨娜，等. 基于实物期权的增量配电网投资决策[J]. 电力系统自动化，2018，42(21)：178-184.
YE Bin, LIU Dunnan, YANG Na, et al. Real options based investment decision-making for incremental distribution network[J]. Automation of Electric Power Systems, 2018, 42(21): 178-184.

[11] 蒋建勋，袁圆. 考虑环境效益的电网项目投资组合优化研究[J]. 工业技术经济，2018，37(9)：53-58.
JIANG Jianxun, YUAN Yuan. Research on portfolio optimization of power grid projects considering environmental benefits [J]. Journal of Industrial Technological Economics, 2018, 37(9): 53-58.

[12] 李湘华，谭玉东，谢车轮，等. 基于投资能力测算的电网发展策略研究[J]. 管理观察，2018(1)：48-49.
LI Xianghua, TAN Yudong, XIE Chelun, et al. Research on power grid development strategy based on investment ability measurement[J]. Management Observer, 2018(1): 48-49.

[13] 孙泉辉. 输配电价成本核算及定价机制研究[J]. 现代经济信息，2018(15)：369.
SUN Quanhui. Research on cost accounting and pricing mechanism of transmission and distribution price [J]. Modern Economic Information, 2018(15): 369.

[14] 王正，王佳伟，赵海波，等. 考虑分布式电源节能减排和市场博弈行为的配电网络节点电价定价方法研究[J]. 电力系统保护与控制，2018，46(20)：124-134.
WANG Zheng, WANG Jiawei, ZHAO Haibo, et al. Research on pricing method of distribution network nodes considering energy saving and emission reduction of distributed generation and market game behavior [J]. Power System Protection and Control, 2018, 46 (20): 124-134.

[15] 王先齐，吕智林，汤泽琦. 基于分时电价机制的并网型微网

多目标动态优化调度[J]. 电力系统保护与控制,2017,45(4):9-18.
WANG Xianqi, LYU Zhilin, TANG Zeqi. Multi-objective dynamic optimal dispatch of grid-connected microgrid based on time-sharing price mechanism [J]. Power System Protection and Control, 2017, 45 (4): 9-18.

[16] 黄晨洋,严正,杨火明,等. 输配电价改革对省级电网投资的影响及动态评估方法[J].电网技术,2018,42(10):3291-3298.
HUANG Chenyang, YAN Zheng, YANG Huoming, et al. Impacts of TDP reform on investment of provincial power grid and its dynamic evaluation method[J]. Power System Technology, 2018,42(10):3291-3298.

[17] 戚永为,杨春晖,张颖才,等. 适应输配电价改革的投资分配模型和投资能力测算模型研究[J].电力与能源,2017,38(4):424-427.
QI Yongwei, YANG Chunhui, ZHANG Yingcai, et al. Research on investment allocation model and investment capability measurement model adapting to reform of transmission and distribution price[J]. Power & Energy,2017,38(4):424-427.

[18] 龙禹,胡蔚,马倩,等. 输配电价下电网企业全周期动态投资发展机制[J/OL]. 电力系统及其自动化学报:1-8[2018-12-24].https://doi.org/10.19635/j.cnki.csu-epsa.000107.
LONG Yu, HU Wei, MA Qian, et al. Whole-cycle dynamic investment and development mechanism of power grid enterprises with transmission and distribution price [J/OL]. Proceedings of the CSU-EPSA:1-8[2018-12-24]. https://doi.org/10.19635/j.cnki.csu-epsa.000107.

[19] 田廓,王蔚. 输配电价改革条件下的电网精准投资策略[J].智慧电力,2018,46(10):103-108,113.
TIAN Kuo, WANG Wei. Precision investment strategy of power grid under transmission-distribution price reform[J]. Smart Power, 2018,46(10):103-108,113.

[20] 王其藩. 系统动力学[M]. 修订版.上海:上海财经大学出版社,2009.
WANG Qipan. System dynamics[M]. revised edition. Shanghai: Shanghai Finance and Economics University Press, 2009.

作者简介:


曾鸣

曾鸣(1957),男,硕士,教授,研究方向为电力市场和综合能源系统(E-mail:1786649913@qq.com);

怀文明(1970),男,博士,高级工程师,从事综合能源系统和电力技术经济相关工作(E-mail:838255136@qq.com);

叶嘉雯(1995),女,硕士在读,研究方向为电力市场和电力技术经济。

Investment scale simulation model of power supply company under transmission and distribution price regulation

ZENG Ming, HUAI Wenming, YE Jiawen, CHEN Yunfei, LIU Yingxin, LIU Wei

(Research Center of Energy and Electricity Economics, North China Electric Power University, Beijing 102206, China)

Abstract: The reform of transmission and distribution price is an important part of the new round of power system reform. Under the supervision of transmission and distribution price, the optimization of investment scale of power supply companies will be the focus of their future work. Based on transmission and distribution price policy, this paper firstly established the quantification model of assets, costs, allowable income and taxes in the calculation of transmission and distribution price. Secondly, a two-way impact model of transmission and distribution price and grid investment contains two sub models was constructed based on the system dynamics theory, which are the transmission and distribution price to grid investment optimization model and the grid investment to transmission and distribution price simulation model. Finally, a power supply company was taken for example, the allowable investment scale under the constraints of constant transmission and distribution price and the transmission and distribution price variations under planned investment scale are calculated, and the investment optimization strategy was put forward, the results verify the feasibility of the model.

Keywords: transmission and distribution price supervision; system dynamics; power supply company; investment scale; optimal model

(编辑 钱悦)