

美国加州面向电力产消者的输配电价体系与启示

史文博,陈爱康,江海燕,孟诗语,陈光,李晨阳,陆惠斌
(国网(苏州)城市能源研究院有限责任公司,江苏 苏州 215163)

摘要:针对我国电力用户越来越多地转化为“电力产消者”新形态,梳理分析了美国加州面向电力产消者的输配电价体系并总结启示。首先分析了面向电力产消者的输配电服务基本内容;然后介绍了加州针对电力产消者的并网流程处理费、并网建设费、电网使用费的收费标准;接着详细介绍了备用费的定义、计量规则、收费规则;最后对比分析了我国与加州产消者输配电价体系,并提出发展建议。

关键词:产消者;分布式发电;输配电价;备用费;国际经验

Transmission and distribution rates system for electricity prosumers in California USA and its inspiration

SHI Wenbo, CHEN Aikang, JIANG Haiyan, MENG Shiyu, CHEN Guang, LI Chenyang, LU Huibin
(State Grid (Suzhou) City and Energy Research Institute Co., Ltd., Suzhou 215163, China)

Abstract: Aiming at a new form that electricity users are increasingly transforming into “power prosumers”, transmission and distribution rates system of California USA is analyzed and summarized. Firstly, basic content of transmission and distribution services for power prosumers is analyzed. Then, charging standards of interconnection process fees, interconnection facilities cost fees, and grid usage fees for power prosumers are introduced. Next, definition, measurement rules, and charging rules for standby rates in detail are introduced in detail. Finally, the transmission and distribution rates between China and California are compared, and some suggestions are put forward.

Key words: prosumer; distributed generation; transmission and distribution rates; standby rates; international experience

0 引言

近年来,在国家政策支持以及技术成本大幅下降的驱动下,用户侧分布式光伏、储能呈现快速发展态势,大量用户由单纯的“用能者”转变为产用一体的“产消者”^[1]。输配电网作为电力资源优化配置网络,用户侧用能形态的变化也使得输配电服务的特性发生了较大改变,可再生能源出力的尖峰特性和用户用能波动,造成负荷率显著下降、产消者与普通用户负荷率差距拉大的趋势^[2-3]。同时,我国用户侧分布式发电的快速发展也将带来输配电建设成本的快速上涨。对此,公平合理的收费标准既是保障用户权益的迫切需要,也是促进资源配置效率提升的重要手段^[4]。

我国输配电价改革近年来扎实推进并取得显著成效^[5-6],但在适应电力产消者的用户侧输配电价体系方面还有待探索。与普通用户不同,产消者电力需求大多呈现出“大容量、小电量”特征,传统

电量计费占比较高的输配电价难以反映产消者对电力系统容量资源的占用成本。因此,制定科学合理的两部制电价成为产消者输配电价体系的核心问题。对此,电力市场改革起步较早的欧美发达国家和地区的输配电价体系值得分析借鉴^[7]。

文献[2]梳理了英国、美国、法国等国家典型的输电和配电电价机制,指出各国在输配电分时与分区定价上采用不同的做法。文献[7]分析欧美发达国家的输配电价结构体系、定价方法、成本分摊方法以及电价水平等。文献[8-9]总结了负荷特性电价在国外的实践。文献[10]调研了德州输配电运营商支撑电能量数据准确采集和科学管理的智能计量系统。现有研究多聚焦输配电价监管机制和输配电价基本构成,对用户侧输配电价的具体组成缺乏深入细致的梳理。

美国加州分布式能源发展起步早、规模大。加州自2001年起启动自发电激励计划(self-generation incentive program, SGIP),为分布式能源发展提供激励^[11]。同时,加州也是发输配售分离、电力市场化较早的地区,由公用事业公司负责投资运营电网输配电设施,并接受独立监管和定价,这些公司被要

求以公正合理的费率提供输配电服务^[12-13]。经过长期发展,加州针对电力产消者的输配电价形成了较为完善的体系。

本文以加州3大公用事业公司之一,南加州爱迪生公司(southern california edison, SCE)为研究对象,分析其面向电力产消者的输配电价体系,以期为我国完善输配电价体系提供参考借鉴。

1 面向电力产消者的输配电服务

相比单一用能者,产消者需要的输配电服务更具多样性和复杂性。新型产消者所需的输配电服务主要包括以下3点^[14]。

(1) 电网商业服务。指电网企业对于独立于电网运行的部分,如仪表安装、计量、读数及电费收费服务投入的材料和人力成本。新型产消者建设的分布式发电如需上网,可能需要加装单向计量表或更换双向计量表等,产生新费用。

(2) 接网服务。指电网企业为发电设备接入电网所提供的新建线路或线路改造服务。产消者建设的分布式发电接入电网,如原有变压器容量不足,则需对线路扩容改造,从而产生费用。但是,实际仅有一部分是针对特定产消者的专用联网服务,大部分情况下新增电网资产由不同用户和产消者共用,因此接网服务产生的成本是一次性向单一产消者收取、还是纳入输配电价由全体用户(含产消者)分摊,在不同国家有深收费、浅收费等不同做法。

(3) 共用网络能量传输服务。是指电网企业为接入共用网络的产消者提供的能量传输服务,带来用于电网运行和投资所产生的经常性运营和资本支出费用,成本多由用户(含产消者)分摊。

2 加州微电网输配电价体系分析

2.1 一般用户输配电价机制

一般用户的输配电价主要包含以下4部分^[15-16]。

(1) 基本电费:按天或者月计费,与用电量、用电容量无关。

(2) 能量电费:按用电量(kWh)计费,是对用户使用的输配电服务按每度电收费,相当于我国输配电费中的“电量电价”。

(3) 需量电费:按最大需量(kW)收取,是对用户使用的输配电服务按容量收费,相当于我国输配电费中的“需量电价”。需量电费还区分为与设施相关的需量电费(facilities related demand charges, FRD)和与时间相关的需量电费(time related de-

mand charges, TRD)。

(4) 功率因数调整费用:按最大无功功率(kvar)收取,适用于产生无功需求的用户。

2.2 产消者输配电价体系

在一般用户输配电价体系的基础上, SCE公司针对转变为产消者的用户进一步制定了更为细致的输配电价收费体系。产消者输配电价体系新增了并网流程处理费、并网建设费,在电网使用费中还设置了备用费。其中,并网流程处理费主要用于回收电网商业服务的成本,并网建设费主要用于回收接网服务的成本,电网使用费则主要用于回收共用网络能量传输服务的成本。

2.2.1 并网流程处理费

加州公用事业委员会(California public utilities commission, CPUC)与SCE公司共同制定的发电设施并网细则Rule21^[17]规定了并网流程处理费的详细规则,如表1所示。其中,NEM为美国针对分布式可再生能源发电制定的鼓励政策“净能源计量(net energy metering, NEM)计划”^[18],允许拥有符合条件的分布式可再生能源发电系统的用户在电费账单上的用电量中扣除掉向电网输送的电量,即只计算“净电力消费”,同时还提供一些其他的优惠减免政策。NEM计划目前开展了2期,即NEM-1和NEM-2。由于光伏规模快速扩大,该计划使得其他非产消者承担了过高成本比例,NEM-2已于2023年4月终止,取之以“太阳能计费计划”^[19],该计划的上网电量和用户用电量分别计算,整体上网电价相比NEM-2降低了75%。

表1 并网流程处理费收费标准
Table 1 Charge for grid connection process

发电设施类型	非NEM-1和>1 MW的NEM-2	≤1MW的NEM-2	≤1 MW也非NEM-1和NEM-2	
并网需求费/美元	800	94	0	
补充评估费/美元	2 500	0	0	免除第一笔5 000美元的研究费
细节研究费/美元	≤5 MW为10 000-15 000; >5 MW为50 000	0	0	
附加调试测试验证/(美元·人 ⁻¹ ·h ⁻¹)	150	0	0	150
成本范围选项保证金/美元	2 500	2 500	2 500	2 500

由表1可以看出,并网流程处理费包含了并网需求费、补充评估费、细节研究费、附加调试测试验证、成本范围选项保证金等。根据这些发电设施的

规模和位置来决定是否开展相应工作,进而决定是否收取费用。同时,对是否参与NEM计划以及规模不同的各种发电设施类型,制定了不同收费标准。

2.2.2 并网建设费

联邦能源管理委员会(federal energy regulatory commission,FERC)要求,对于配电网升级,费用直接由联络的需求方承担,因为配电网通常不会让所有人受益。Rule 21进一步细化了不同类型产消者并网建设费用的承担责任,如表2所示。

表2 不同类型产消者并网建设费用承担责任

Table 2 Responsibility for grid connection construction costs of different prosumers

并网系统类型	非NEM-1和>1 MW的NEM-2	NEM-1	≤1 MW的NEM-2
并网设施费	是	是	是
配电网升级费	是	否	否
输电网升级费	是	否	否

2.2.3 电网使用费

产消者中分布式发电的存在使得用户对配电网的容量需求特性发生变化,对此,SCE将产消者由于自发电不足而需要配电网提供的容量支撑服务称为“备用服务”,转变为产消者后,电网使用费不仅包含与一般用户相同的基本电费、能量电费,同时将“需量电费”改为“备用容量预留费”(standby capacity reservation charge,SCRC),简称为“备用费”^[20]。

备用服务包括补充性服务和备用性服务,区别如下。

(1) 定义方面:补充性服务指的是电力公司为产消者在自发电正常运行状态下、自发电相对负荷不足的部分提供的容量支撑服务,是一种频率较高的服务需求;备用性服务则是指电力公司为用户在计划或非计划性发电检修或切除状态提供的容量支撑服务,是一种频率较低的服务需求。

(2) 计量方面:补充性服务的容量数值根据过去36个月最频繁的每日最大需求确定;备用性服务的容量数值则等于有记录的最大容量需求与补充性服务容量需求值的差额。

(3) 计费标准方面,收取两种需量电费:① FRD费用。对用户既定备用需求和超额需求进行分别收费,即包含既定备用需求FRD费用、超额需求FRD费用;② TRD费用。高峰和中高峰的最大需求将被识别为补充服务或备用服务,最终产生4个独特的需求计费决定值,即高峰期补充性服务TRD费、高峰期备用性服务TRD费、中峰期补充性服务TRD费和中峰期备用性服务TRD费。对于500 kW及以下的客户,不区分补充服务和备用服务。

在上述规则下,SCE公司制定了面向产消者的电网使用费套餐。以TOU-8-S^[21]套餐中适用于2 kV以下客户的电网使用费为例,如表3所示。可以看出,该套餐对基本电费、能量电费、需量电费、功率因数调整费用都做了细致的规定。其中以下3点值得关注:① 制定了分时电价,精准体现了不同时段电网基础设施容量的不同价值,也能够引导产消者避免在高峰期检修自发电设备而加剧电网供应压力;② “备用性服务”的价格略低于“补充性服务”,这是考虑到备用性服务主要是自发电设备检修带来的容量需求,同时检修的概率较低,因而容量价值也相对低些;③ 补充性服务是自发电正常运行下对外部电网的备用需求,是由于天气等因素造成的用户自发电功率下降或用户用电负荷上升所造成的,不同用户补充性服务同时发生的概率较高,而其对应的容量价值也更高。

表3 TOU-8-S电网使用费收费标准

Table 3 Delivery charges of TOU-8-S

种类	适用情况	输电费用	配电费用
基本电费/ (美元·月 ⁻¹)	所有		429.59
能量电费/ (美元·kWh ⁻¹)	夏季	高峰	0.002 37 0.014 90
		中峰	0.002 37 0.013 54
		低谷	0.002 37 0.013 26
	冬季	高峰	0.002 37 0.014 90
		中峰	0.002 37 0.013 54
		低谷	0.002 37 0.012 76
需量电费/ (美元·kW ⁻¹)	FRD费用	既定需求以内	3.78 16.54
		超额需求部分	4.40 19.31
	TRD费用	高峰期补充性服务	19.53
		中峰期补充性服务	3.35
		高峰期备用性服务	15.76
		中峰期备用性服务	2.80
功率因数调整费 用/(美元·kvar ⁻¹)	所有		0.52

分时电价的时段划分如图1所示,针对冬季和夏季、工作日和周末及节假日的时段进行了细致区分。由于加州分布式光伏装机规模大,同时夏季天气炎热,傍晚时段光伏出力快速下降时电力供应紧张,因此夏季16:00—21:00是高峰时段,其他时段为中峰时段。而冬季则将光伏大发的08:00—16:00设为深谷时段,将16:00—21:00设为中峰时段。

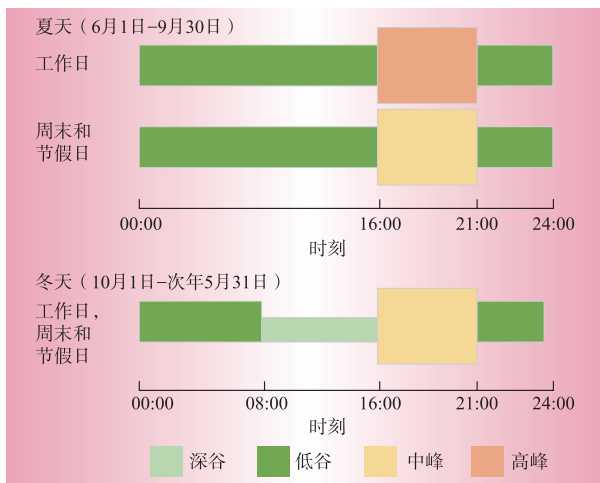


图1 不同电价时段划分情况

Fig. 1 Division of different electricity price periods

参与NEM计划的产消者、居民住宅用户以及符合条件的微电网可以免除备用费。对符合免除条件的微电网,也免除其备用费^[21]。

总结上述价格机制,加州面向产消者的输配电电价体系如图2所示。

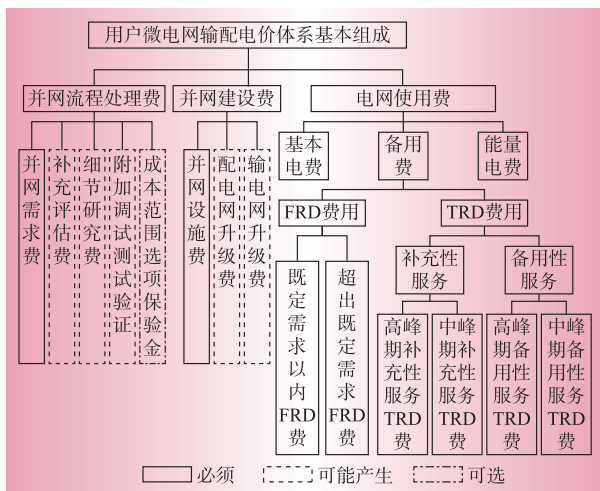


图2 产消者输配电价体系

Fig. 2 System of transmission and distribution charge for prosumers

3 对我国产消者输配电价体系的启示

3.1 我国产消者输配电价体系与加州对比

加州面向产消者完备的输配电价体系卓有成效。截止2023年底,加州分布式光伏装机达到4 687.4 万 kW,光伏发电量占全加州总发电量的28%。同时户用储能的装机容量超过70.3 万 kW,有效提高了产消者的自平衡能力和削峰填谷水平。与加州相比,我国目前尚未针对产消者出台专门的输配电价体系,产消者输配电价与所属用户的输配

电价并无差别,也缺少分时输配电价、备用费等机制,不利于公平合理地分摊输配电成本和引导产消者提升电网效率。以我国江苏省的输配电价为例,与加州进行对比,通过对比可以看出:

(1) 在并网接入方面,加州向产消者单独收取并网流程处理费和并网建设费,符合“谁产生谁负责”的分摊原则,我国则对产消者安装分布式发电不单独收取并网流程处理费和并网建设费。《分布式发电管理暂行办法》(发改能源[2013]1381号)规定,由电网企业负责分布式发电外部接网设施以及由接入引起公共电网改造部分的投资建设,即将并网流程处理费和并网建设费纳入准许成本,由全体用户分摊。

(2) 在备用费方面,加州向全体产消者(参加NEM计划的除外)收取备用费,我国则不对产消者单独收取备用费,而是仅根据其所属用户类别选择性收取容量费,也没有给出容量费详细的计算方法。

同时,相比加州,我国输配电价中需量电价占比较低,对于“大容量、小电量”的产消者,输配电费用没有充分体现出为其提供的容量支持服务价值。本文用1个算例来展示这种区别:产消者建有最大出力为100 kW的分布式光伏,同时最大负荷也为100 kW,其光伏最大出力曲线与负荷曲线如图3所示,单月总用电量、总自发电量分别为52 027、20 670 万 kWh,具有一定的“大容量、小电量”特征。以加州冬季的分时段划分为基准,将各时段从电网购买的净用电量、补充性服务、备用性服务、既定需求、超额需求等进行对比,该产消者在美国输配电费中需量电费占比为87.9%,在我国则为52.0%,可以看出我国对产消者的输配电价中需量电价占比明显低于美国。而且随着产消者自发电比例的上升,这一差距还将继续拉大。

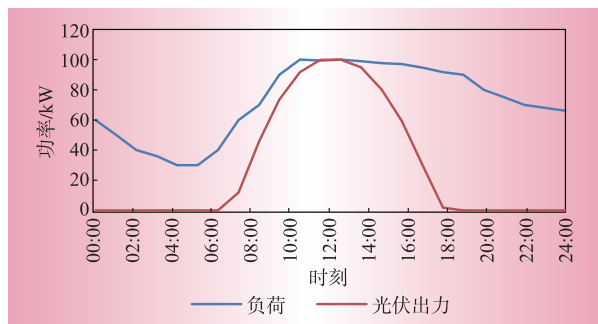


图3 算例中产消者负荷和光伏出力

Fig. 3 Load and photovoltaic output curves of prosumer in the example

此外,加州明确将容量服务区分为“备用性服务”和“补充性服务”,且考虑到前者的同时率低,所以收费标准也更低。而我国目前仅对自备电厂收

取备用费,相关文件要求各地区参照当地大工业输配电价中的基本电价水平,并根据省级电网输配电价,合理制定对自备电厂系统备用费,未来产消者较可能执行与自备电厂相同的收费标准。实际上,若对产消者的容量需求都按一个容量电价来收费,则相当于对“备用性服务”和“补充性服务”收取了相同的费用,而没有考虑到二者对应容量价值的区别。

(3) 在输配电价的分时电价方面,加州对输配电价中的能量电费和需量电费都制定了分时电价和季节性电价,用以引导用户主动优化负荷特性,提高系统运行效率。我国需量电费的价格标准则全年统一,没有日间和季节性的分时电价。

3.2 我国产消者输配电价体系存在的问题

尽管我国现有输配电价体系存在易理解易执行的优点,在我国输配电价改革初期发挥了重要作用,但却越来越难以适应新形势的发展。现有政策体系带来的问题主要包括:

(1) 输配电成本分摊缺乏公平性。用户侧分布式光伏快速发展势必带来大量的电网升级改造投资,需要疏导由此造成的新增成本。目前这部分成本并未由产消者主要承担,而是纳入准许成本通过输配电价向全体用户回收。我国的输配电价体系本就存在不够合理的交叉补贴情况,现行输配电价体系在产消者出现后将进一步加剧交叉补贴,加重其他用户的负担。

(2) 系统备用成本疏导困难。以配置分布式光伏的产消者为例,其电网购电量将有所降低,但由于分布式光伏存在“靠天吃饭”的特性,产消者仍然需要大电网提供容量支撑。随着分布式发电的增加,电网的调节和备用成本也将显著上升,这部分成本的公平分担不可忽视。现阶段我国没有针对产消者的备用费或容量电价,使得这部分成本缺乏疏导渠道。

(3) 缺少精细化的分时电价和需量电价。我国输配电价缺少细化科学的分时电价和容量支持服务定价,难以引导产消者在尖峰时段尽量降低容量需求。随着产消者规模不断增大,以精细准确的价格信号引导其优化自身行为,将对系统削峰填谷的起到有益作用。

3.3 对我国产消者输配电价体系的建议

随着我国分布式光伏的快速发展,对产消者制定更加完善的输配电价体系的需求越来越迫切。特别是在分布式光伏进入市场化交易、用户侧储能可以反向送电为电网提供支撑等新业态下,精准体现电网设施价值的输配电价显得更为重要。加州针对产消者精细化的输配电价体系体现了提高公

平和效率的导向,借鉴加州经验,对我国用户侧输配电价体系主要有如下建议。

(1) 对产消者单独收取接网费用。按照“谁产生谁负责”的原则,定量评估产消者建设分布式发电带来的电网升级改造成本,对于可明确是由分布式发电导致的成本,向产消者一次性收取一定比例的接网费用,同时这部分成本不再纳入准许成本通过输配电价向其他用户收取。

(2) 制定精细化的需量电费收费标准。在现有输配电价的基础上,制定需量电费的分时电价收费标准,体现输配电容量在不同时段的价值。针对转变为产消者的用户统一收取备用费,明确区分“补充性服务”和“备用性服务”,并分类制定两者的收费标准。

此外,针对各种新业态合理制定输配电价,应深刻理解加州输配电价定价中反映出的“需量电价的定价标准是输配电设施的容量价值”这一原则,对于建有用户侧储能、能够在外部电网供应紧张时提供反向送电支撑的产消者,考虑到外部电网供应紧张时段储能向电网反送电能降低输配电网压力,应适当降低储能反向送电时的输配电价定价;而对于分布式光伏进入市场化交易的产消者,考虑到分布式光伏往往在较为集中的时间段内向电网反送电,可能带来电网阻塞,应适当提高此时“过网费”的输配电价定价。

(3) 逐步取消对分布式可再生能源的减免。加州为支持分布式可再生能源发电的发展,曾针对参与“NEM计划”的产消者减免了大部分输配电费用,但这些减免的费用是由全体用户共摊的。而随着可再生能源发电特别是光伏成本的下降,以及分布式光伏的快速增长,这些减免政策逐步被取消,更为公平的输配电价定价标准被普遍执行。随着我国分布式光伏进入商业化建设阶段,也应逐步推动产消者与其他用户“同责同权”,促进其公平承担各项成本、引导其降低波动性可再生能源对大电网的冲击,以更完善的机制助力新型电力系统构建。

4 结束语

我国输配电价对于快速成长和发展的产消者的适应性不足,有必要借鉴国外经验,以科学合理的价格信号引导产消者规范自身发展路径,优化自身用能特性,减少不必要的资源浪费。本文梳理了加州面向产消者的输配电价体系,并定性对比分析了我国产消者输配电价体系存在的问题并提出发展思路建议。接下来有待通过对相关问题进一步的定量研究,提出适

用于我国的产消者输配电价定价方法和定价方案。D

参考文献:

- [1] 孔祥玉, 马玉莹, 艾芊, 等. 新型电力系统多元用户的用电特征建模与用电负荷预测综述[J]. 电力系统自动化, 2023, 47(13): 2-17.
KONG Xiangyu, MA Yuying, AI Qian, et al. Review on electricity consumption characteristic modeling and load forecasting for diverse users in new power system [J]. Proceedings of the CSEE, 2023, 47(13): 1-17.
- [2] 李俊杰, 杨侃, 孙秋洁, 等. 国外输配电定价体系分析及其对构建新型输配电价体系的启示思考[J]. 电力需求侧管理, 2023, 25(1): 110-116.
LI Junjie, YANG Kan, SUN Qiujie, et al. Analysis of foreign transmission and distribution pricing system and its enlightenment to the construction of new transmission and distribution pricing system [J]. Power Demand Side Management, 2023, 25(1): 110-116.
- [3] 黄东文, 许汉超, 刘琳, 等. 适应新型电力系统建设的输配电价定价监管机制探讨[J]. 中国电力企业管理, 2022, 11(31): 57-60.
HUANG Dongwen, XU Hanchao, LIU Lin, et al. Discussion on the pricing and regulatory mechanism of transmission and distribution tariff adapted to the construction of new power system [J]. China Electric Power Enterprise Management, 2022, 11(31): 57-60.
- [4] 周静涵, 何永秀, 李润崑, 等. 适应能源转型发展的输配电价动态激励机制研究[J/OL]. 电网技术, (2023-01-10)[2024-01-11]. <https://doi.org/10.13335/j.1000-3673.pst.2023.1196>.
ZHOU Jinghan, HE Yongxiu, LI Runkun, et al. Dynamic incentive mechanism for transmission and distribution tariff considering energy transition development [J/OL]. Power System Technology, (2023-01-10)[2024-03-05]. <https://doi.org/10.13335/j.1000-3673.pst.2023.1196>.
- [5] 李宁, 侯素颖, 袁婷, 等. 基于输配电价的用户定价策略选择模型的构建[J]. 电力需求侧管理, 2024, 26(2): 107-112.
LI Ning, HOU Suying, YUAN Ting, et al. Construction of user pricing strategies selection model based on transmission and distribution tariffs [J]. Power Demand Side Management, 2024, 26(2): 107-112.
- [6] 尹硕, 韩煦, 滕越, 等. 输配电价改革下电网投资需求与投资能力协调优化研究[J]. 电力需求侧管理, 2023, 25(2): 30-35.
YIN Shuo, HAN Xu, TENG Yue, et al. Coordination and optimization of power grid investment demand and investment capacity under transmission and distribution price reform [J]. Power Demand Side Management, 2023, 25(2): 30-35.
- [7] 余志勇, 叶泽, 何姣. 国外输配电价管制政策及其对我国的启示[J]. 中国物价, 2020, (1): 65-68.
YU Zhiyong, YE Ze, HE Jiao. Revelation of foreign transmission and distribution price regulation policies to China [J]. Price Theory and Practice, 2018(4): 65-68.
- [8] 叶泽. 我国电价体系建设与电力发展战略转型研究[M]. 北京: 科学出版社, 2021, 466-468.
YE Ze. China's electricity pricing mechanisms and power industry: system reform and strategic transformation [M]. Beijing: Science Press, 2021, 466-468.
- [9] 陆梦佳. 计及负荷特性的输配电价定价方法研究[D]. 北京: 华北电力大学, 2019.
LU Mengjia. Research on transmission and distribution pricing method considering load characteristics [D]. Beijing: North China Electric Power University, 2019.
- [10] 王木, 贾鑫, 马子明, 等. 美国德州电力市场智能计量系统概述[J]. 电力需求侧管理, 2022, 24(2): 111-116.
WANG Mu, JIA Xin, MA Ziming, et al. Overview for smart metering system of ERCOT [J]. Power Demand Side Management, 2022, 25(2): 111-116.
- [11] California Public Utilities Commission. Self-generation incentive program (SGIP) [EB/OL]. (2023-08-22)[2024-01-13]. <https://www.cpuc.ca.gov/sgip>.
- [12] 常冬玲, 涂进, 程晓磊. 美国加州电力市场的教训及对中国电力市场改革的启示[J]. 电力技术经济, 2006(4): 25-27.
CHANG Dongling, TU Jin, CHENG Xiaolei. Lessons from the California electricity market and enlightenment for China's electricity market reform [J]. Electric Power Technology Economics, 2006(4): 25-27.
- [13] California Public Utilities Commission. Rule 21 Interconnection [EB/OL]. (2022-02-19)[2024-01-11]. <https://www.cpuc.ca.gov/industries-and-topics/electrical-energy/infrastructure/rule-21-interconnection>.
- [14] Southern California Edison. Interconnection and Standby Rates [EB/OL]. <https://www.sce.com/business/generating-your-own-power/Interconnection-and-Standby-Rates>.
- [15] Southern California Edison. Understanding rates for your business [EB/OL]. (2024-01-01)[2024-01-11]. <https://www.sce.com/business/rates>.
- [16] Southern California EDISON Company. CPA Bill Sample 2019_WCAG [EB/OL]. (2019-08-29)[2024-01-11]. https://www.sce.com/sites/default/files/inline-files/CPA%20Bill%20Sample%202019_WCAG.pdf.
- [17] California Public Utilities Commission. Rule 21 Interconnection [EB/OL]. (2022-02-19)[2024-01-11]. <https://www.cpuc.ca.gov/industries-and-topics/electrical-energy/infrastructure/rule-21-interconnection>.
- [18] Southern California Edison. Net Energy Metering [EB/OL]. (2023-04-15)[2024-01-11]. <https://www.sce.com/business/generating-your-own-power/net-energy-metering/NEM-updates>.
- [19] Southern California Edison. Solar Billing Plan for Businesses [EB/OL]. (2024-01-01)[2024-01-11]. <https://www.sce.com/business/generating-your-own-power/solar-billing-plan>.
- [20] Southern California Edison. Interconnection and Standby Rates [EB/OL]. <https://www.sce.com/business/generating-your-own-power/Interconnection-and-Standby-Rates>.
- [21] Southern California Edison. Rates & Pricing Choices [EB/OL]. (2024-02-29)[2024-03-23]. <https://www.sce.com/regulatory/tariff-books/rates-pricing-choices?from=/rateoptions>.

作者简介:

史文博(1994), 女, 吉林吉林人, 硕士, 工程师, 研究方向为微电网、虚拟电厂、电价机制;

陈爱康(1994), 男, 江苏泰州人, 硕士, 工程师, 研究方向为虚拟电厂、新能源产业、电力大数据应用。

(责任编辑 水 鸽)