能源互联网下电力零售主体价值发现与实现策略

刘敦楠[1]，李鹏飞[1]，李永波[2]，刘明光[1]，钱寒晗[2]，李根柱[1]
（1．华北电力大学经济与管理学院，北京 102206；
2．安徽电力交易中心有限公司，合肥 安徽 230009）

The Value Discovery and Realization Strategy of Power Retail Subject Under the Background of Energy Internet

LIU Dunnan[1], LI Pengfei[1], LI Yongbo[2], LIU Mingguang[1], QIAN Hanhan[2], LI Genzhu[1]
(1. School of Economics and Management, North China Electric Power University, Beijing 102206, China;
2. Anhui Electric Power Trading Center Co., Ltd.，Anhui 230009，China)

Abstract: Under the energy Internet, the power retail market will have multiple new subjects, and the market environment will be more complex. It is urgent to integrate and share the business model and flexible and independent trading system, so as to realize the value promotion and innovative development of the power retail subject under the background of energy Internet. This paper first analyzes the transformation of power market and the types of power retail subject under the energy Internet, then analyzes the value of power retail subject, then designs and constructs the realization system of power retail subject value under the energy Internet from the aspects of transaction and service, and finally analyzes the operation economy of the aggregate subject under the value system of power retail market. The example shows that the value realization system of power retail subject constructed in this paper can guide the reasonable operation of aggregators and power retail subjects, and promote the construction of power retail market.

Keywords: energy Internet; electricity retail market; value system; economic analysis; source-net-load-storage interaction

摘　要：能源互联网下电力零售市场将出现多元新型主体，市场环境更加复杂，亟需交融共享的商业模式和灵活自主的交易体系，实现能源互联网背景下电力零售主体的价值提升和创新发展。本文首先分析了能源互联网下电力市场的转变与电力零售主体类型，随后分析了电力零售主体蕴含的价值，接着从交易和服务两方面设计并构建能源互联网下电力零售主体价值实现体系，最后进行电力零售市场价值体系下聚合主体的运营经济性分析。算例表明，本文构建的电力零售主体价值实现体系可以指导聚合商及电力零售主体合理运营，推动电力零售市场建设。

关键词：能源互联网；零售市场；价值体系；经济性分析；源网荷储互动

0　引言

随着我国能源互联网的发展[1,2]，分布式能源、电动汽车、储能、微网、虚拟电厂等新兴主体不断涌现，并逐步参与电网运营，将形成开放共享的能源互联网生态体系[3]。未来的电力零售市场将包含多元新型主体，市场环境更加复杂，为促进电力零售市场建设与发展，亟需交融共享的商业模式和灵活自主的交易体系，实现能源互联网背景下电力零售主体的价值提升和创新发展，从而带动社会资源广泛参与并构建开放共享的零售市场。

关于能源互联网对电力市场影响的研究中，文献[4,5]分析了能源互联网带来的新业态及其未来的发展趋势，文献[6-9]提出了能源互联网下我国电力市场的发展战略及构想。

国内外关于电力零售市场已有一些研究。针对国外电力零售市场经验的分析及借鉴，已有文献分析了英国[10,11]、新加坡[12]、澳大利亚[13,14]、美国[15]等国电力零售市场改革、电价套餐、运行监管及保底服务[16]等方面的经验启示。我国新一轮电改后，国内针对电力零售市场的研究中，文献[17]运用系统动力学分析了电力批发市场和零售市场的交互关系，文献[18]总结

基金项目：教育部哲学社会科学重大课题攻关项目（18JZD032）。
The 2018 Key Projects of Philosophy and Social Sciences Research, Ministry of Education，China (grant number 18JZD032).

CSEE EIC

梳理了电力零售的核心业务及未来发展，文献[19,20]研究了电力零售市场的信息披露机制和准入规则，文献[21]分析了泛在电力物联网背景下电力零售市场管控的关键问题。综上，围绕能源互联网与电力市场及电力零售市场已有部分研究，但已有研究中尚未出现能源互联网下电力零售主体的价值提升及投资回报方面的研究，当前我国电力零售主体缺乏比较完善的价值实现与回报模式，不利于推动电力零售市场的发展。

基于以上分析，本文首先分析了能源互联网下电力市场与新兴主体，随后分析了能源互联网下电力零售主体具有的价值，继而提出了电力零售主体的价值实现策略与内涵，最后分析了价值实现载体--聚合商运营模式及运营经济性，以期为电力零售主体建设及电力零售市场发展提供建议。

1 能源互联网下电力市场及新兴主体

1.1 能源互联网下电力市场

能源互联网是以电力系统为核心，以互联网及其他前沿信息技术为基础，以分布式可再生能源为主要一次能源，与天然气网络、交通网络等其他系统紧密耦合而形成的复杂多网流系统[4]。与传统电力系统相比，能源互联网发展下的电力系统具有高比例的小型发电厂和分布式能源接入，集中式与分布式将协调发展。作为新一代电力系统的关键市场体系和核心价值体现，电力零售侧是价值挖掘和创新的重要载体，能够支撑并引导多元化新兴主体、社会资本参与市场，进一步推动零售市场的开发。目前我国电力市场建设已初具成效，随着电力体制改革不断深化，市场建设重心将由批发侧转向零售侧。

为实现能源转型与满足新兴主体交易需求，需要建立更开放的电力体制与更灵活的市场机制。电力市场体系将由单一批发市场转变为批发-零售自律协同的竞争性售电市场，其特点如表1所示：

表 1 传统电力市场与新一代电力市场

Table 1 Traditional electricity market and new generation electricity market

特征	传统电力市场	竞争售电市场
主体	单一批发市场	批发-零售自律协同
品种	水电-火电联合	传统+广泛接入的聚合电能
价格	电量电价，固定标杆电价	电力电价，开发共享市场定价
技术	基于厂网通道的交易支持技术	“互联网+”交易支持技术

作为能源互联网下电力市场的关键市场体系和核心价值体现，电力零售市场是价值挖掘和创新的重要载体，能够支撑并引导多元化新兴主体、社会资本参与市场，进一步推动零售市场的开发。目前我国电力市场建设已初具成效，随着电力体制改革不断深化，市场建设重心将由批发侧转向零售侧。

1.2 能源互联网下电力零售主体

随着能源互联网建设推进，微电网、储能、电动汽车、虚拟电厂等各种新兴事物出现并快速发展。未来电力市场将呈现出更多的商业模式，类似于发电侧电力市场，售电侧电力市场的交易方式亦将由传统的集中垂直式向分散多元化发展，用户不再是传统市场中连接与电网公司的箭头下的接受点[22]，而是与大量分布式电源供应者、产销集体、售电公司以及自身相互连接形成动态网络，其连接关系不再固定，而是灵活、自由的。

按照资源的出力与用能特性，电力零售侧主体资源可分为三类：源性资源、荷性资源和源-荷性资源，如表2所示：

表 2 电力零售主体类型

Table 2 Types of power retail market players

类型	主体
源性资源	分布式电源、冷热电三联供等
荷性资源	工业用户、商业楼宇、居民用户等
源-荷性资源	用户侧储能设备、电动汽车、微网等

其中，源性资源是指具有出力能力的零售主体；荷性资源是具有用能能力的零售主体；源-荷性资源是具备出力和用能能力的零售主体。

2 能源互联网下电力零售主体价值发现

2.1 电力零售主体价值的技术支撑--源网荷储互动

随着源网荷储互动技术的发展，微小的电力零售主体可通过通信技术进行协调控制，实现聚合，发挥自身价值。其作用机理如图1所示：

CSEE EIC

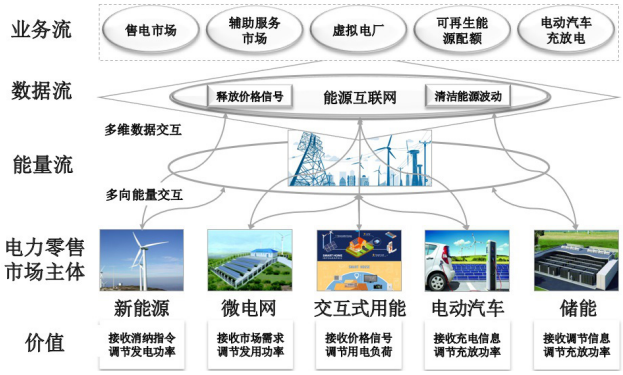

图 1　源网荷储互动

Fig. 1　Source-net-load-storage interaction

源网荷储互动是指通过先进的控制、通信等技术手段将分布式电源、储能系统、柔性负荷、电动汽车等资源进行聚合、优化、协调而形成的一个电力市场可交易单元和电力系统可调度单元。

推进能源互联网建设，充分发挥源网荷储互动在电力交易和辅助服务等方面的灵活性调节作用，通过市场机制和价格信号鼓励和引导源网荷储互动发展，可以缓解电网调峰压力、促进清洁能源消纳。

2.2　能源互联网下电力零售主体价值分析

能源互联网下成熟的电力零售市场将赋予小微市场主体自主选择权，能够支撑多元新型主体广泛接入，营造开放共享的市场环境。基于源网荷储互动技术聚合小微主体参与交易，可以为电力市场带来三个层面的价值：电力与电量价值、绿色价值、数据价值，如图2所示：

（1）数据信息价值：电力零售主体广泛接入下产生的电力数据为电力市场交易及服务所创造的价值。

（2）电力电量价值：电力零售主体聚合后参与电力市场交易、助力电力电量平衡体现的价值。

（3）绿色清洁价值：电力零售主体聚合后消纳清洁能源而实现的清洁与低碳价值。

其中，三个层面的价值是相互作用的。数据信息价值服务用户与市场，提供优质服务，驱动参与交易，推动电力电量价值实现；在电力电量价值实现中，通过消纳清洁能源，可实现绿色清洁价值；而交易所产生的新的数据可丰富数据信息价值。

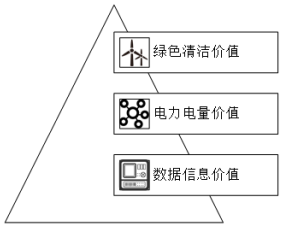

图 2　电力零售主体价值分析

Fig. 2　Value analysis of individual power retail

3　能源互联网下电力零售主体价值实现

3.1　电力零售主体价值实现载体--聚合商

电力零售市场中零散的小微主体须由聚合商聚集其价值，通过电力市场交易，实现资源的优化配置与自身价值的实现。在聚合商汇聚电力零售主体的过程中，多类主体用电曲线的合并将使得整体曲线更加平稳，如图3所示：

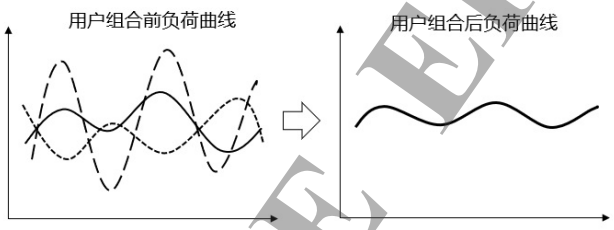

图 3　聚合曲线示意图

Fig. 3　Schematic diagram of the polymerization curve

聚合商在电力零售市场中聚合代理各类小微主体，参与电力批发市场交易，将收益与零售主体进行共享，其批发-零售的两级运营模式如图4所示：

图 4　聚合商两级运营体系

Fig. 4　Aggregator operating system on the wholesale and retail sides

CSEE EIC

3.2 电力零售主体价值实现体系--交易和服务市场

能源互联网下电力零售主体价值实现体系的目的：（1）更多的传统电力用户以外的用户参与市场；（2）更多的电费以外的业务与价值提升。

通过参与电力市场交易与提供增值服务获得收益来驱动小微主体与聚合商间接推动零售市场的发展。其价值实现途径为批发侧的交易市场和零售侧的服务市场。

在交易市场中，基于源网荷互动形式，聚合商可参与电力市场交易，实现更加灵活的电力交易，促进清洁能源的消纳。参与市场交易是电力零售主体价值实现的主要途径。在服务市场中，为支撑电力零售市场主体参与电力交易，需开展愈加丰富的多元主体增值服务，包括：信息服务、辅助决策、运营服务等。服务市场是零售主体代理商价值实现的途径之一。

因此，本文所构建的能源互联网下电力零售主体价值实现体系，如图5所示：

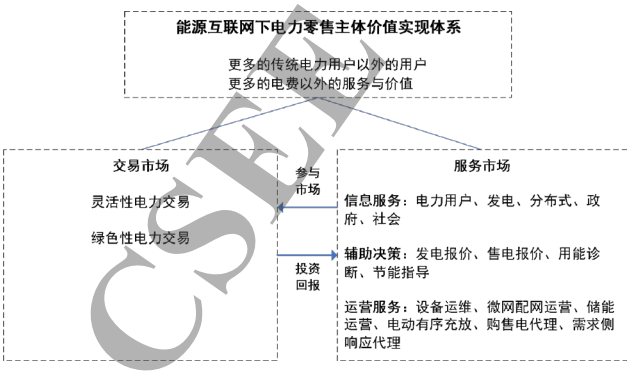

图 5 能源互联网下电力零售主体价值实现体系

Fig. 5 Value Realization System of Electricity Retail Main Body under Energy Internet

4 面向电力零售主体的交易和服务体系

能源互联网下电力零售主体价值实现体系具体可分为灵活性电力交易、绿色性电力交易和电力零售服务。具体设计内容如图6所示：

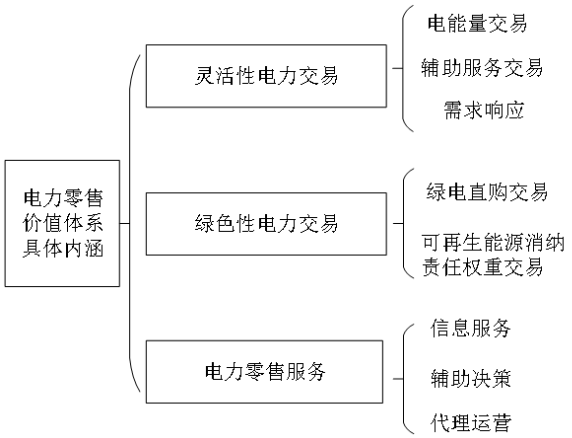

图 6 电力零售主体价值实现体系具体内涵

Fig. 6 The specific connotation of the value realization system of electric retailer

（1）灵活性电力交易

灵活性电力交易机制即聚合商聚合电力零售市场主体参与电能量交易、辅助服务交易及需求响应[23]。其主要实现电力与电量价值。

（2）绿色性电力交易

绿色性电力交易机制以绿电交易和可再生能源消纳权重交易构建绿色电力交易机制，所形成与可再生能源特性相适应的市场化交易机制。其主要实现绿色价值。

（3）电力零售服务

能源互联网下，信息和数据的广泛接入，将会丰富与电力消费密切相关的各种增值服务，更好地挖掘用户需求，构建开放共享的能源生态圈。其主要实现数据价值。

4.1 灵活性电力交易

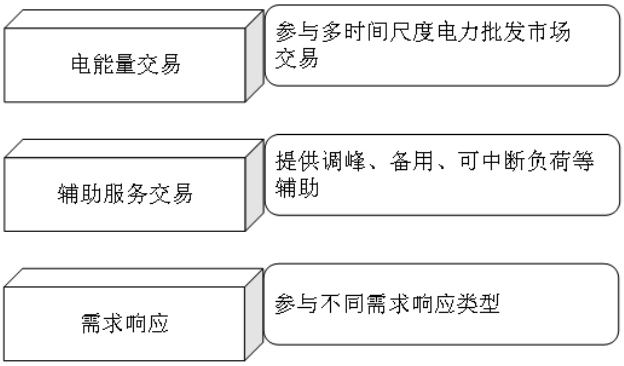

图 7 灵活性电力交易

Fig. 7 Flexible power trading

如图7所示，聚合商可参与的灵活性电力交易可

CSEE EIC

分为三方面：

（1）电能量交易：聚合商代理电力零售主体参与不同时间尺度的电能量交易。基于时间维度，聚合主体参与的电能量市场交易可分为中长期交易、短期交易和现货交易。其中，短期交易开展的时间为提前三天（D-3）和提前两天（D-2）；

（2）辅助服务交易：聚合商可提供调峰、备用、可中断负荷等辅助服务,可通过与调度机构签订双边合约或参与集中竞价的方式参与辅助服务交易，达成交易后按照交易结果聚合内部资源，并依据辅助服务市场规则结算；

（3）需求响应聚合商聚集并管理具备需求响应能力的电力用户，建立自身柔性资源管控能力，协助用户实现控制、计量改造及响应策略，参与需求响应。

4.2　绿色性电力交易

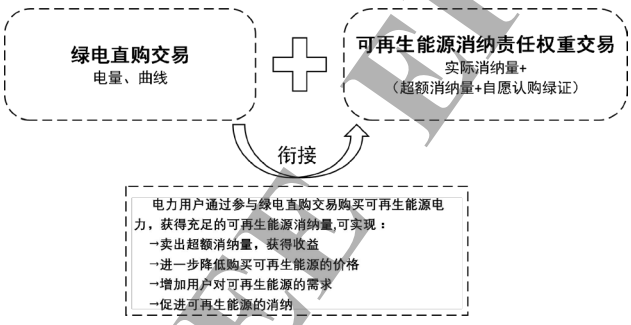

图 8　绿色性电力交易

Fig. 8　Green power trading

绿色电力交易包含绿电直购交易和可再生能源消纳责任权重相关交易。

（1）绿电直购交易：绿电直购交易是指电力用户与可再生能源发电企业直接进行交易，交易电量和电价由购售双方协商确定，可采取双边、竞价与挂牌方式。初期通过电量交易，后期依托于能源互联网下的信息感知技术建立带曲线交易进行可再生能源直接交易。

（2）可再生能源消纳责任权重相关交易：聚合商作为承担消纳责任的市场主体，可参与可再生能源消纳责任权重交易，其包含超额消纳量交易和绿证交易。优先采用实际消纳量交易，未完成消纳量指标再采用补充手段，一方面可以通过超额消纳量交易，另一方面可以自愿认购绿色证书。

衔接机制：在绿电直购交易中，聚合商购入大量可再生能源，获取充分的可再生能源消纳量，在可在能源消纳责任权重市场中通过卖出超额消纳量，获得收益，从而进一步补贴聚合商购买可再生能源的价格，促进其对可再生能源的需求，实现良性循环。

4.3　服务体系

能源互联网下，信息和数据的广泛接入所产生的海量数据将会丰富与电力消费密切相关的增值服务[24]，带动社会资源广泛参与并构建开放共享的能源生态圈，推动电力从传统的高耗能、高排放、低效率的粗放式发展，转向新型的低能耗、低排放、高效率的可持续发展。

电力零售代理商和市场运营者可依托能源互联网下的数据共享支撑技术，开展一系列电力增值服务。服务可分为三个层次，由低到高分别是：信息服务、辅助决策和一体化运营服务。

表 3　面向电力零售主体的服务类型

Table 3　Service types for power retail entities

类型	内容
信息服务	用电数据统计及分析
辅助决策	能效服务、负荷预测、报价决策
一体化运营服务	交易代理、资产运维、金融服务

5　能源互联网下聚合商运营经济性分析

基于能源互联网下电力零售主体价值实现策略，分析聚合商运营的经济性。聚合商可通过获得价值收益，驱动促进电力零售主体价值实现。

5.1　聚合商运营成本及收益分析

聚合主体的运营成本包括初始投资成本、运维成本和借贷利息，其运营收益包含辅助服务收益、需求响应收益、电能量交易收益及绿色收益。

5.1.1　成本

（1）初始投资成本。其包含分布式能源、储能、数据采集或控制设施等的投资成本。

$$C_1 = C_g + C_s + C_i + C_w \tag{1}$$

其中：C_1为初始投资成本；C_g为分布式能源投资建设成本，C_s为储能投资建设成本；C_i为数据采集和控制设施的投资建设成本，C_w为其他投资建设成本。

（2）运维成本。维护分布式能源、储能、数据采集和控制设施等付出的成本。

CSEE EIC

$$C_2 = C_g \times \lambda_1 + C_s \times \lambda_2 + C_i \times \lambda_3 + C_w \times \lambda_4 \quad (2)$$

其中：C_2为运维成本；C_g、C_s、C_i、C_w和式（1）含义相同，λ_1为分布式能源的运维费率，λ_2为储能的运维费率，λ_3为数据采集和控制设施的运维费率，λ_4为其他投资的运维费率。

（3）借贷利息。建设和运营过程中借款产生的利息。

$$C_3 = C_1 \times \eta \times \gamma \times n \quad (3)$$

其中：C_3为借贷利息；C_1为初始投资成本，η为贷款比例，γ为年贷款利率，n为贷款年限。

5.1.2 收益

（1）辅助服务收益。聚合商可提供调峰辅助服务，并获得相应收益。其由参与调峰的容量、时长以及补偿价格计算得到，收益如下：

$$S_1 = U_{AS} \times A_{AS} \times T_{AS} \quad (4)$$

其中：S_1为调峰辅助服务收益；T_{AS}为聚合主体参与辅助服务的时长，U_{AS}为参与辅助服务的容量，A_{AS}为参与需求响应的补偿。

（2）需求响应收益。参考各地已经实施的需求响应规则，聚合商可通过需求响应获取收益。参与需求响应的聚合商服务单次费用计算公式如下：

$$S_2 = P_{DR} \times A_{DR} \times K_{DR} \quad (5)$$

其中：S_2为需求响应收益；P_{DR}为聚合主体实际响应负荷，A_{DR}为参与需求响应的补偿标准，K_{DR}为服务费系数。

或依据需求响应电量进行计算：

$$S_2 = U_{DR} \times A_{DR} \times T_{DR} \quad (6)$$

其中：S_2为需求响应收益；T_{DR}为聚合主体参与需求响应的时长，U_{DR}为参与需求响应的容量，A_{DR}为参与需求响应的补偿。

（3）电能量交易收益。聚合主体可通过外售自身富余电量获得收益：

$$S_3 = Q_{os} \times P_{t,os} \quad (7)$$

其中：S_3为电能量交易收益；Q_{os}为聚合主体售电电量，$P_{t,os}$为售电时刻的市场电价。

可利用自身储能能力实现低谷充电、高峰放电获得峰谷价差收益：

$$S_4 = Q_{os} \times P_{t,os} - Q_{ch} \times P_{t,ch} \quad (8)$$

其中：S_4为电能量交易收益；Q_{os}为聚合主体售电电量，$P_{t,os}$为售电时刻的市场电价，Q_{ch}为充电（购买）电量，$P_{t,ch}$为充电时刻的市场电价。

（4）绿电收益。若聚合主体与新能源企业直接交易，大规模消纳绿电，可获取低价绿电的价格收益；亦可通过可再生能源消纳补贴方式获得收益。同时满足聚合主体可再生能源消纳责任权重，随着可再生能源配额制的推行，后续可通过出售超额消纳量获得收益。

$$S_5 = Q_{gr} \times (P_{t,os} - P_{t,gr}) \quad (9)$$

其中：S_5为绿电价格收益；Q_{gr}为绿电消纳量，$P_{t,os}$为本地燃煤电价，$P_{t,gr}$为本地绿电落地电价。

$$S_6 = Q_{ex} \times P_{ex} \quad (10)$$

其中，S_6为超额消纳量收益；Q_{ex}为聚合主体可再生能源消纳责任权重超额消纳量，P_{ex}为超额消纳量出售的价格，其由买卖双方协商确定。

5.2 运营经济性评价指标

综合动态投资回收期、净现值、内部收益率3个经济评价指标进行经济性分析。

（1）动态投资回收期（N）。动态投资回收期越短，投资方案经济性越好

$$\sum_{t=0}^{N} (CI - CO)_t \quad (1 + i_0)^{-t} = 0 \quad (11)$$

其中：CI为现金流入量，CO为现金流出量，i_0为基准收益率，N为动态投资回收期。

（2）净现值（net present value，NPV）。净现值大于零，说明该方案可行，且净现值越大，经济性越好

$$NPV = \sum_{t=0}^{n} (\mathrm{CI} - \mathrm{CO})_t (1 + \mathrm{i}_0)^{-t} \quad (12)$$

其中：NPV为净现值，n为运营期限，CI、CO、i_0含义同式（13）。

（3）内部收益率（internal rate of return，IRR）。内部收益率大于预期收益率，则方案可行。

$$\sum_{t=0}^{n} (CI - CO)_t \quad (1 + IRR)^{-t} = 0 \quad (13)$$

其中：IRR为内部收益率，CI、CO、i_0、n含义同式（13）。

6 算例分析

6.1 基础数据

本文以负荷聚合商作为聚合主体进行研究，分析其在电力零售主体价值实现体系下升级改造后参与市场的运营经济性，以1年为建设期，24年为运营期进

CSEE EIC

行经济性分析。该负荷聚合商共有多个客户包含5.2万千瓦负荷资源，其可调控容量为20MW。固定资产投资估算表如表4所示：

表 4　负荷聚合商固定资产投资估算表

Table 4　Load aggregator's initial investment

序号	工程和费用名称	金额（万元）
1	数据采集和运控设施	400
1.1	用户终端改造	100
1.2	用户改造硬件设备	100
1.3	通信信道年租用费用	50
1.4	用户侧系统软件开发	150
2	管理平台系统软件开发	200
3	建设期利息	7.2
4	流动资金	50
	合计（1+2+3+4）	657.2

其中，数据采集和运控设施投资为400万元；管理平台投资为200万元；贷款比例为50%，贷款年利率为4.80%，建设期为一年，故建设期利息为7.2万元；流动资金为50万元。投资总计为657.2万元。

（1）收益：

由于负荷聚合商不具备发电与存储能力，故不涉及电能量收益。该负荷聚合商的收益包含需求响应收益、调峰辅助服务收益和绿电收益三部分。如表5所示：

表 5　年度负荷聚合商收益估算表

Table 5　Annual load aggregator revenue estimates

序号	收益项目	补偿价格（元/KWh）	年度时长（h）	容量（MW）	年收益（万元）
1	调峰辅助服务	0.2	360	20	144
2	需求侧响应	3	12	20	72
3	绿电收益	0.1	240	20	48

其中，调峰辅助服务的年度补偿价格均值约为0.2元/kWh，年度可参与时长约为360h，参与调峰容量为20MW，计算调峰辅助服务年收益为144万元；需求响应的补偿价格为3元/kWh，年度可参与时长为12h，响应容量为20MW，计算可得年收益为72万元；绿电收益中本地绿电落地电价为0.255元/kWh，本地燃煤上网电价为0.355元/kWh，故补偿价格为0.1元/kWh，年度可参与消纳时长为240h，参与容量为20MW，计算可得年度绿电收益为48万元（暂不考虑超额消纳量出售效益）。

（2）成本

负荷聚合商的成本包括运维成本、工资及福利、利息支出及其他费用。运维费用按照总投资的1%计算，工资及福利年支出100万元，利息支出按照年利率4.80%进行计算，其他费用按照总投资的2%计算。

6.2　经济性分析

其经济性分析指标情况如表6所示：

表 6　负荷聚合商经济性指标分析

Table 6　Analysis of economic indicators of load aggregator

动态投资回收期	全部投资内部收益率（%）	全部投资财务净现值（万元）
6.90	17.16%	790.66

分析可知，在本算例场景下，负荷聚合商进行升级改造后参与交易具有较高收益。方案可行。

针对本算例中项目初始投资及参与各类交易时长两个不确定性因素，分析其对投资项目经济效益指标的影响程度，判断项目承受风险的能力，本算例进行敏感性分析。如表7所示：

表 7　财务敏感性分析成果表

Table 7　Financial sensitivity analysis results table

方案类型	变化幅度	动态投资回收期（年）	全部投资内部收益率（%）	全部投资财务净现值（万元）
投资变化分析	-10%	6.15	19.22	863.90
	-5%	6.52	18.14	827.28
	0	6.90	17.16	790.66
	5%	7.31	16.27	754.04
	10%	7.73	15.44	717.41
时长变化分析	-10%	8.70	13.87	537.30
	-5%	7.68	15.53	663.98
	0	6.90	17.16	790.66
	5%	6.29	18.78	917.33
	10%	5.80	20.37	1044.01

由表7可知，本算例中参与各类交易的时长是更敏感性因素，项目初始投资次之。综合分析项目初始投资及参与各类交易时长变化后的经济性指标，可

CSEE EIC

以看出，当变化幅度在-10%~10%时，方案的动态投资回收期在5.80~8.70年，全部投资内部收益率在13.87%~20.37%。投资方案承受风险能力较好。说明在本算例场景下，聚合商及其代理的电力零售主体可实现合理的价值实现。

6.3 不同情景对比分析

负荷聚合商传统收益模式为提供辅助服务与参与需求响应，而本文构建了电力零售侧兼顾灵活性和绿色性的价值实现体系，因此，针对传统收益模式下和价值体系下负荷聚合商的经济性进行对比分析，如表8所示：

表 8 不同场景对比分析

Table 8 Financial sensitivity analysis results table

场景	动态投资回收期	全部投资内部收益率（%）
参与绿电交易	6.90	17.16%
不参与绿电交易	11.30	11.07%

由对比可知，基于本文所构建的价值实现体系，负荷聚合商可实现更好的收益，电力零售主体可进一步获得价值回报，促进电力零售市场发展。

7 结语

我国电力零售市场建设尚处于探索阶段，随着能源互联网的发展，零售市场将涵盖泛在接入的多元新兴主体，亟需价值实现策略推动电力零售市场的建设。本文研究提出了电力零售主体对于电力市场的多重价值，设计了能源互联网下电力零售主体的价值实现体系，并基于价值实现体系对聚合商的运营经济性进行分析。本文构建电力零售侧价值实现体系，以期为电力零售主体实现价值提升及推动电力零售市场发展提供思路。

参考文献

[1] 国家电网有限公司关于新时代改革“再出发”加快建设世界一流能源互联网企业的意见[N]；国家电网报；2019年.

[2] 王永真，张宁，关永刚，等．当前能源互联网与智能电网研究选题的继承与拓展[J]．电力系统自动化，2020，44(04)：1-8.
WANG Yongzhen, ZHANG Ning, GUAN Yonggang, et al. Inheritance and expansion of current research topics on energy Internet and smart grid[J]. Power system automation, 2020, 44(04): 1-8(in Chinese).

[3] 曾鸣．泛在电力物联网与互惠共赢能源互联网生态圈[J]．中国电业，2019(08)：22-27.
ZENG Ming. Ubiquitous power Internet of things and mutually beneficial energy Internet Ecosystem[J]. China power industry, 2019(08): 22-27(in Chinese).

[4] 陈启鑫，刘敦楠，林今，等．能源互联网的商业模式与市场机制(一)[J]．电网技术，2015，39(11)：3050-3056.
CHEN Qixin, LIU Dunnan, LIN Jin, et al. Business model and market mechanism of energy Internet(1)[J]. Power grid technology, 2015, 39(11): 3050-3056(in Chinese).

[5] 刘敦楠，曾鸣，黄仁乐，等．能源互联网的商业模式与市场机制(二)[J]．电网技术，2015，39(11)：3057-3063.
LIU Dunnan, ZENG Ming, HUANG renle, et al. Business model and market mechanism of energy Internet(2)[J]. Power grid technology, 2015, 39(11): 3057-3063(in Chinese).

[6] 李君妍．能源互联网下我国电力市场发展战略研究[J]．电工电气，2018(10)：64-69.
LI Junyan. Research on the development strategy of China's power market under the energy Internet[J]. Electrical engineering, 2018(10): 64-69(in Chinese).

[7] 谢开．适应能源互联网发展的全国统一电力市场构想[N]．国家电网报，2018-08-28(007).

[8] 孙宏斌，郭庆来，潘昭光，等．能源互联网:驱动力、评述与展望[J]．电网技术，2015，39(11)：3005-3013.
SUN Hongbin, GUO Qinglai, PAN Zhaoguang, et al. Energy Internet: Driving Force, Review and Prospect[J]. Power System Technology, 2015, 39(11): 3005-3013(in Chinese).

[9] 刘凡，别朝红，刘诗雨，等．能源互联网市场体系设计、交易机制和关键问题[J]．电力系统自动化，2018，42(13)：108-117.
LIU Fan, BIE Chaohong, LIU Shiyu, et al. Design, trading mechanism and key issues of energy internet market system[J]. Automation of Electric Power Systems, 2018, 42(13): 108-117(in Chinese).

[10] 曾鸣，周健，于滢，等．国外电力改革对我国电力零售市场建设的启示[J]．改革与战略，2009，25(04)：179-182.
ZENG Ming, ZHOU Jian, YU Yi, et al. Enlightenment of Foreign Electric Power Reform on China's Electricity Retail Market Construction[J]. Reform and Strategy, 2009, 25(04): 179-182(in Chinese).

[11] 张小平，李佳宁，付灏．英国电力零售市场的改革与挑战[J]．电力系统自动化，2016，40(11)：10-16.
ZHANG Xiaoping, LI Jianing, FU Yi. Reforms and Challenges of the British Electricity Retail Market[J]. Automation of Electric Power Systems, 2016, 40(11): 10-16(in Chinese).

[12] 袁黎．新加坡电力零售市场改革的经验启示[J]．中国电力企业管理，2017(04)：51-53.
YUAN Li. Empirical Enlightenment from Singapore Electric Power Retail Market Reform[J]. China Electric Power

CSEE EIC

Enterprise Management, 2017(04): 51-53(in Chinese).

[13] 何永秀，陈奋开，叶钰童，等．澳大利亚零售市场电价套餐的经验及启示[J]．智慧电力，2019，47(07)：19-23+28．
HE Yongxiu, CHEN Fenkai, YE Yutong, et al. Experience and Enlightenment of Electricity Price Packages in Australian Retail Market[J]. Smart Power, 2019, 47(07): 19-23 + 28(in Chinese).

[14] 王一，黄远明，陈青，等．澳大利亚电力零售市场运行及其监管模式借鉴——基于对广东电力改革的启示[J]．价格理论与实践，2019，/(03)：65-68．
WANG Yi, HUANG Yuanming, CHEN Qing, et al. The operation of Australian retail electricity market and its reference model for supervision and control——Based on the enlightenment of Guangdong's electricity reform[J]. Price Theory and Practice, 2019, /(03): 65-68(in Chinese).

[15] 葛炬，张粒子．美国得州ERCOT电力市场及其对我国电力改革的启示[J]．中国电力，2004(12)：17-21．
GE Ju, ZHANG Zi. The electric power market of Texas and Its Enlightenment to China's electric power reform[J]. China electric power, 2004(12): 17-21(in Chinese).

[16] 钱寒晗，李有亮，许洁．国外保底电力零售服务研究及对国内零售市场建议[J]．中国电力企业管理，2019(07)：70-73．
QIAN Hanzhang, LI Youliang, XU Jie. Research on Foreign Guaranteed Electricity Retail Services and Suggestions to Domestic Retail Market[J]. China Power Enterprise Management, 2019(07): 70-73(in Chinese).

[17] 姜庆国，王昀昀，林海涛．基于系统动力学的电力批发市场和零售市场相互关系分析[J]．电力系统自动化，2016，40(24)：77-84．
JIANG Qingguo, WANG Yan, LIN Haitao. Analysis of the Interrelationship between Wholesale Electricity Market and Retail Market Based on System Dynamics[J]. Automation of Electric Power Systems, 2016, 40(24): 77-84(in Chinese).

[18] 杨甲甲，赵俊华，文福拴，等．电力零售核心业务架构与购售电决策[J]．电力系统自动化，2017，41(14)：10-18+20-23．
YANG Jiajia, ZHAO Junhua, WEN Fushuan, et al. Core business structure of power retail and decision-making of power purchase and sale[J]. Automation of Electric Power Systems, 2017, 41(14): 10-18 + 20-23(in Chinese).

[19] 陈家庚，林哲敏，李永波，等．电力零售市场信息披露机制研究与探讨[J]．电力系统自动化，2018，42(17)：168-174．
CHEN Jiageng, LIN Zhemin, LI Yongbo, et al. Research and Discussion on Information Disclosure Mechanism of Electricity Retail Market[J]. Automation of Electric Power Systems, 2018, 42(17): 168-174(in Chinese).

[20] 钱寒晗，李永波，张浩，等．对电力零售市场准入规则的调研分析[J]．科技创新与应用，2019(17)：38-39+42．
QIAN Hanzhang, LI Yongbo, ZHANG Hao, et al. Investigation and Analysis of Access Rules for Electricity Retail Market[J]. Science and Technology Innovation and Application, 2019(17): 38-39+42(in Chinese).

[21] 彭丽霖，钟茜，李晨，等．适应泛在互联的电力零售市场运营管控关键问题研究[C]// 中国电机工程学会电力市场专业委员会2019年学术年会暨全国电力交易机构联盟论坛论文集．2019．

[22] 赖飞屹．基于纳什均衡的能源互联网下的电力市场研究[D]．南昌大学，2017．
LAI Feiyi. Research on Electricity Market under Energy Internet Based on Nash Equilibrium[D]. Nanchang University, 2017(in Chinese).

[23] 杨威，曾智健，陈皓勇，等．广东电力市场需求侧响应交易机制研究[J]．广东电力，2017，030(005)：25-34，68．
YANG Wei, ZENG Zhijian, CHEN Haoyong, et al. Research on demand side response trading mechanism in Guangdong electric power market[J]. Guangdong electric power, 2017, 030(005): 25-34, 68(in Chinese).

[24] 王占洋，赵文会，高鹏，等．考虑网络外部性的电力增值服务销售策略模型[J]．电网技术，018，42(07)：2213-2222．
WANG Zhanyang, ZHAO Wenhui, GAO Peng, et al. Sales strategy model of power value-added services considering network externalities[J]. Power System Technology, 2018, 42(07): 2213-2222(in Chinese).

刘敦楠

作者简介：

刘敦楠（1979），男，博士，副教授，从事电力市场与能源互联网商业模式研究。E-mail：liudunan@163.com。

李鹏飞（1995），男，通信作者，硕士研究生，从事电力市场交易与清洁能源消纳研究，E-mail：huadianlipengfei@163.com。

CSEE EIC