



现货市场环境下的可再生能源消纳 责任权重市场机制设计

林华¹, 杨明辉², 盖超¹, 林晓凡³, 冯冬涵³

(1. 国家电力投资集团有限公司山东分公司, 山东 济南 250002; 2. 山东电力交易中心有限公司, 山东 济南 250001; 3. 上海交通大学电子信息与电气工程学院, 上海 200240)

摘 要: 可再生能源消纳责任权重制度与电力现货市场建设在同步推进。为协调常规电力交易品种与消纳责任权重交易品种之间的关系, 实现消纳权重制度顺利执行, 设计了现货市场环境下的可再生能源消纳权重市场机制。分析了现货市场背景下消纳权重制度实施的难点, 从市场主体、交易品种、交易方式与周期、交易流程 4 个方面设计相关市场机制, 创新性提出包含电网主体的超额消纳量市场设计, 并通过算例分析论证包含电网主体的超额消纳量市场对促进新能源发展的积极意义。

关键词: 可再生能源消纳责任权重; 现货市场; 机制设计; 新能源; 超额消纳量

DOI: 10.11930/j.issn.1004-9649.202006135

0 引言

随着新能源装机规模大幅提升, 补贴缺口越来越大。为解决补贴缺口, 2017 年, 国家发改委、财政部、国家能源局出台《关于试行可再生能源绿色电力证书核发及自愿认购交易制度的通知》, 允许纳入补贴目录的新能源企业通过销售绿证使风电光伏的环境属性货币化。但是, 因绿证交易仍处于自愿认购阶段, 平价新能源目前无法申请绿证, 绿证整体价格过高, 企业购买意愿低, 且不得二次转让, 绿证交易不活跃。截至 2020 年 3 月, 绿证销售平台共销售绿证 37 165 个, 合计电量 3716.5 万 kW·h。

另外, 风电、光伏等间歇性能源大规模并网给电网调峰带来沉重压力, 虽然三北地区通过跨区交易、建设辅助服务市场等方式增加电网灵活性资源, 降低了弃电率, 但是随着千万千瓦级平价新能源基地的兴起、海上风电大规模核准, 新能源发展势头不减, 电网面临沉重的消纳压力。为提高可再生能源消纳能力, 实现中国绿色能源转型, 2019 年 5 月 10 日, 国家发改委、国家能源

局联合印发《关于建立健全可再生能源电力消纳保障机制的通知》(以下简称消纳权重制度), 明确按省级行政区域对电力消费设定可再生能源电力消纳责任权重, 包括电网在内的售电公司、参与批发市场的电力用户和有自备电厂的企业作为承担消纳责任的市场主体接受考核。

2019 年 8 月 7 日, 国家发改委、国家能源局发布《关于深化电力现货市场建设试点工作的意见》, 提出“非水可再生能源相应优先发电量应覆盖保障利用小时数。各电力现货试点地区应设立明确时间表, 选择清洁能源以报量报价方式, 或报量不报价方式参与电力现货市场, 实现清洁能源优先消纳”。目前全国 8 个电力现货市场^[1-5]试点地区已于 2019 年 6 月底前启动模拟试运行, 其中内蒙古、甘肃、山西、山东、浙江明确新能源参与现货市场。现货市场、保障小时数、消纳权重制度、绿证等各项制度间如何配合衔接, 成为摆在市场设计者前的一个难题。

针对消纳权重制度和新能源参与现货市场, 国内外学者开展了大量研究。文献 [6] 结合中国国情, 设计了可再生能源配额制的电力市场体系; 文献 [7-11] 从促进新能源消纳的角度, 提出配额制与日前市场、绿证制度等其他市场的协调机制; 文献 [12] 着眼于市场过渡期的新能源电力

收稿日期: 2020-06-09; 修回日期: 2021-02-23。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (52077139)。



市场机制设计；文献 [13] 引入配额约束和风电调度因子，建立了可再生能源配额制下的短期发电计划模型；文献 [14] 选取德国电力现货市场开展数据实证，指出中国广东电力市场实时电价更易受新能源发电量而非预测误差的影响；文献 [15-17] 主要从调度角度分析新能源参与现货市场的调度优化算法；文献 [18-21] 从市场主体角度，分析现货市场竞价策略。

通过对现有相关研究总结发现，对消纳权重制度的研究较少涉及现货市场，且在市场机制设计时多未考虑新能源补贴政策与消纳责任制度并存的情况，而现实中新能源补贴机制将与消纳责任制度长期并存；对新能源参与现货市场的研究多集中在调度优化算法与市场主体的竞价策略，未考虑消纳权重制度的全面实行。鉴于此，本文在补贴与消纳权重制度共存的背景下，梳理现货背景下消纳权重制度实施难点，以促进新能源发展为目标，设计相关市场机制，为消纳权重制度和现货市场的顺利运行提供建议。

1 现货市场下消纳权重制度实施难点

有别于传统化石能源，新能源具备电力与环境双重属性。当前的现货市场（包括现货环境下的中长期市场），主要考虑新能源的电力属性，因此需要新能源申报发电曲线、购买辅助服务。补贴政策和消纳权重制度侧重新能源的环境属性，前者从供给侧激励，后者从用电侧强制配比，二者都只关注新能源电量，而不是电力曲线。虽然在规则制定时，现货市场和消纳权重制度都尽量兼顾新能源的双重属性，但因二者侧重点不同，在相互衔接上容易导致新能源市场价格（即环境属性的货币价值）失真、新能源消纳量无法对应市场主体，以及消纳权重电量无法兑现等问题。为方便分析，暂不考虑跨区超额消纳量交易和省间现货市场。

1.1 现货市场双轨制将抬高新能源市场价格

鉴于中国当前电力系统计划与市场并行的现实，现货市场试点省份全部存在计划市场“双轨制”运行的现象。在发电侧，供热、新能源和核电保障利用小时数以内的电量、部分水电等作为优先电量，保量保价；煤电、新能源和核电保障

利用小时数以外的电量、部分水电参与市场。在用电侧，第一产业、居民生活、重要公用事业、公益性服务行业用电为优先用电，不参与市场，由电网保底供电；经营性用户用电全面放开，自主参与市场。即电网企业相当于一个售电公司，代理非市场化用户，并为非市场化用户提供新能源保障小时数电量、热电等优先电量，其他售电公司和批发用户自主参与市场，消纳新能源的市场化电量和其他市场电量。

根据消纳权重制度，电网企业和售电公司根据售电量承担消纳责任，批发用户、自备电厂等根据用电量承担消纳责任，由于电网购买的优先电量中的可再生能源占比较高，电网企业代理的非市场化用户的消纳权重将远远高于该省平均消纳水平。因此，可供其他市场主体交易的可再生能源电量将大幅减少，从而降低可再生能源市场电量供需比，造成可再生能源电量价格攀升，导致价格信号失真，错误引导可再生能源投资。

1.2 现货市场集中竞价模式无法对应可再生能源消纳主体

无论现货市场采用集中式还是分散式，日前市场和实时市场都采用集中竞价模式，新能源和火电同台竞争、报量报价，在一个“池子”中无法区分市场主体购买的到底是火电还是新能源，且无法体现新能源环境属性的货币价值。此外，由于新能源发电曲线与用户用电曲线差别较大，若不考虑曲线差异将电量整体按比例分配给市场主体，将会造成较大误差。

1.3 现货市场即时交割导致新能源无法刚性兑付

国内电力现货市场交易时段为 15 min 或 5 min，市场所有电量实时交割。消纳权重机制按年度考核，承担消纳权重的市场主体通过交易等形式消纳可再生能源电量。由于风电、光伏受天气影响，功率预测准确性常常不及预期，因此无论市场主体与新能源企业签订的电力交易合同是物理性的还是金融性的，在现货市场实时交割中都难以保证完全兑现，从而导致市场主体全年消纳权重无法完成。

2 市场设计

基于现货市场的可再生能源消纳权重机制需

要兼顾新能源的电力属性和环境属性，合理平衡现货市场购电成本与促进新能源消纳双重目标，通过机制设计充分释放市场对新能源电量的需求，通过价格信号促进新能源发展。

市场主体的可再生能源消纳权重责任由地方政府主管部门根据区域上一年度可再生能源实际消纳量计算市场主体的分摊值，再考虑其减煤目标后制定。若市场主体超额完成，超额消纳量可进行交易，则市场主体可获得额外收益；若市场主体未完成，可列入不良信用记录。

2.1 基本原则

因现货试点省份电网电源结构不同，现货市场规则各异，本文现货市场基本规则取其共性部分，即采用集中式市场，包括日前市场和实时市场，发电侧报量报价、用户侧报量不报价，通过 SCUC 和 SCED 出清市场，结算采用节点边际电价。可再生能源消纳部分因新能源问题较为突出，主要考虑非水可再生能源消纳责任权重。

2.2 市场主体

市场主体与当前现货市场主体基本一致，包括各类发电企业、独立售电公司、拥有配电网运营权的售电公司（简称“配售电公司”）、批发用户、自备电厂。

在超额消纳量市场中，电网企业也作为市场交易的主体。

2.3 交易品种

交易品种设计综合考虑现货市场和现货环境下的中长期市场。新能源交易品种包括政府授权合约、电力、超额消纳量，以及绿证。

新能源补贴机制与消纳权重制度将长期并存，对新能源保障利用小时数以内电量通过政府授权合约物理执行，实现保量保价。新能源保障利用小时数以外电量与常规火电一样，通过市场消纳，包括中长期市场和现货市场，其中中长期市场合约为金融性合约，约定交易曲线。绿证为可再生能源消纳权重考核期内生产的新能源电量凭证，根据《可再生能源绿色电力证书核发及自愿认购规则》，绿证的出售方为纳入补贴目录的集中式新能源场站。卖出绿证的新能源电量，可作为常规电源参与中长期市场和现货市场。

绿证制度是国家为解决补贴缺口引入的，绿证本质上无法避免“二次计量”的问题，即新能

源被电网消纳后已列入全网的可再生能源消纳权重，用电侧再购买其绿证，则二次计算了新能源的绿色属性。因此，引入超额消纳量的交易品种。超额消纳量指承担消纳权重权重的市场主体实际新能源消纳量超过消纳权重规定的部分，为指标量而非实际的电力电量。超额消纳量市场主体全部是用电侧，包括电网、售电公司、电力批发用户，是用电侧指标的余缺交易。相较绿证，超额消纳量不存在二次计量的问题，与用户实际用电量相关，交易灵活、追溯清晰。超额消纳量包含 2 种情况：一是拥有自发自用新能源的市场主体超额消纳的新能源电量；二是电网作为非市场化用户的售电商，消纳的非市场化可再生能源电量中超出其对应权重的部分。

根据现货市场运行机制，政府授权合约、新能源参与电力市场交易的电量必须带曲线，而超额消纳量与绿证无需带曲线。新能源交易品种如图 1 所示。

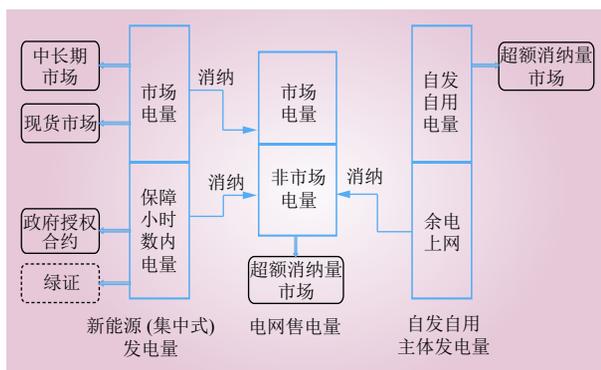


图 1 新能源交易品种
Fig. 1 New energy trading varieties

2.4 交易方式与交易周期

政府主管部门根据核定的保障利用小时数，与新能源企业签订政府授权合约。政府授权合约按年签订。市场主体为完成消纳责任权重，与新能源企业签订的购电合约，纳入原现货市场中长期市场体系，按照年、月、周的周期开展，交易方式可采用双边、挂牌等多种形式。绿证交易在消纳权重考核期内全年开展。交易方式与交易周期如图 2 所示。

超额消纳量交易每月末进行，对电网代理非市场用户的超额消纳量，采用集中竞价或挂牌的交易方式，对自发自用市场主体超额消纳量采用

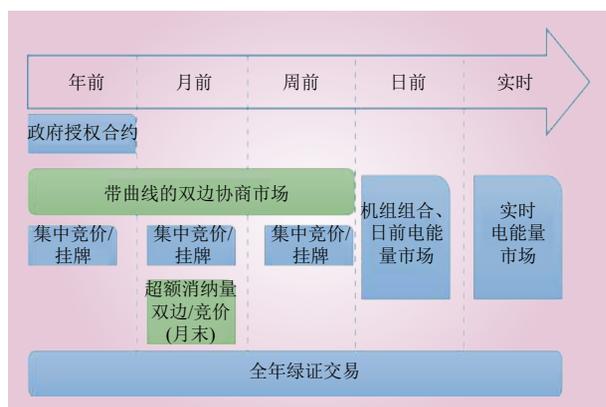


图 2 交易方式与交易周期

Fig. 2 Transaction mode and cycle

双边协商、集中竞价的交易方式。

2.5 交易流程

2.5.1 现货市场流程

与当前现货市场流程基本一致，新能源中长期合同为金融合约，新能源全电量参与现货市场。在日前市场，新能源申报次日预测曲线和阶段式报价，调度根据历史新能源发电曲线分解其保障小时数电量，并将其作为日前市场出清的边际条件。新能源预测曲线与保障小时数电量曲线的差值参与现货市场出清，并参与价格制定。

现货市场按小时结算，根据新能源场站实际发电量核算其政府授权合同、中长期合同的完成率，若合同完成率低于 100%，则按完成比例计算消纳主体的消纳量；若合同完成率高于 100%，则 100% 完成的部分根据合同结算，并对应至消纳主体，余下部分逐时段累计，按天结清，优先满足合同消纳主体，若有剩余根据全网用电曲线按每个交易时段用电量分摊，从而实现新能源发电量与消纳用户的对应。

2.5.2 超额消纳量市场流程

超额消纳量市场每月末组织，根据电网和自发自用主体实际超额消纳的新能源电量进行交易。每月末，售电公司、批发用户等根据实际用电量和现货市场分摊的新能源电量，计算实际消纳权重，不足部分通过交易中心组织的超额消纳量双边或集中交易方式购买。超额消纳量市场全部基于已经实际消纳的新能源，因此可弥补新能源发电不稳定导致消纳责任主体无法完成消纳权重的问题。中长期合同无法物理交割的赔偿由双

方在合约中约定，这也将促使新能源企业改进功率预测系统，提高预测准确率。

3 算例分析

3.1 算例数据

根据山东省 2019 年数据，山东电网 2019 年售电量 3 993 亿 kW·h，其中市场化电量 2 371 亿 kW·h，非市场化电量 1 622 亿 kW·h；2019 年山东省内新能源全额消纳，共 392 亿 kW·h，其中风电和集中式光伏约 312 亿 kW·h，分布式光伏约 80 亿 kW·h，2019 年分布式光伏基本采用全额上网模式，自发自用占比很低，可忽略不计。山东省水电比重很小，可再生能源消纳责任权重只考虑新能源，为简便计，本算例暂不考虑省外来电。

根据上述数据，山东电网 2019 年可再生能源消纳权重为 7.8%。若 80% 的新能源为保障性消纳，20% 为市场化电量，则电网代理的非市场化电量消纳权重约 15.4%，市场化电量消纳权重仅 2.6%。因自发自用光伏占比很低，超额消纳量市场容量约为 0。

假设电网中有一个市场用户 A，年用电量 1000 万 kW·h，需要使用 100% 绿电。用户 A 与风电场 B 签订年用电量 1000 万 kW·h 的年购电合同。风电场 B 装机容量 50 MW，年利用小时数 2 000 h，保障利用小时数 1 600 h，即 8 000 万 kW·h 为计划电量，2 000 万 kW·h 为市场电量，风电场 B 充分考虑预测准确性，在市场电量中仅签订 1 000 万 kW·h 中长期合同。

3.2 两种机制结果分析

在实际运行中，用户 A 与风电场 B 对各自的电量预测完全准确。用户 A 全年使用 1000 万 kW·h 电量，风电场 B 市场化电量 2 000 万 kW·h。但是现货市场是基于曲线的交易，对应到现货市场 15 min 交易时段，发电量总有偏差。当某个时段风电场 B 现货市场电量大于用户 A 用电量时，用户 A 用电量为 100% 绿电；当某个时段风电场 B 现货市场电量小于用户 A 用电量时，用户 A 绿电比例小于 100%。如图 3 所示，用户 A 在 D 日用电 26 400 kW·h，其中绿电 6 444 kW·h，占比 24%。全年汇总，仅通过中长期市场和现货市场，用户 A 无法完成 100% 绿电目标。

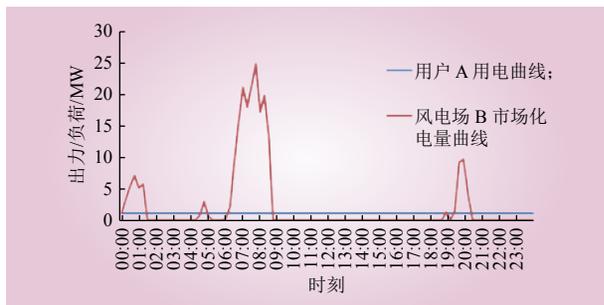


图 3 现货市场交割图
Fig. 3 Spot market delivery chart

分别采用当前的消纳权重机制和本文提出的现货市场下的消纳权重机制进行分析。当前的消纳权重制度，电网消纳的可再生能源不进入市场，用户消纳责任落实取决于签约新能源场站的实际发电曲线，难以获得其他补充；本文所提出的消纳权重制度，除了签约新能源场站所发电量外，还可获得现货市场新能源补充和电网的超额消纳量交易所得，保证消纳权重制度的顺利落地。

3.2.1 现货市场和消纳权重制度相对独立

采用现行规则，现货市场和消纳权重制度各自为政，超额消纳量市场不考虑电网。

用户 A 在 D 日的绿电缺口是 19956 kW·h，由于超额消纳量市场未纳入电网，超额消纳量市场容量约为 0，用户 A 无法通过该市场补充绿电指标。绿证市场虽然全年运行，但是价格过高，超过用户购买意愿。

由于现货市场的即时交割特性，以及双轨制导致的超额消纳量市场容量过小，现货市场下用户的消纳责任权重无法完成。

3.2.2 消纳权重制度充分考虑现货市场

采用本文设计的市场流程，充分考虑现货市场特性，电网作为主体参与超额消纳量市场。

当日新能源实际发电量扣减政府授权合同 80%、中长期合同 10% 外，还余 10%，该部分电量在市场用户中按电量比例分摊。以山东电网实际可再生能源消纳权重 7.8% 计算，超过 7.8% 的新能源消纳量计为电网的超额消纳量，即超额消纳量市场容量约为 123.5 亿 kW·h。

用户 A 在 D 日获得风场 B 的中长期合约分解电量 6444 kW·h，在现货市场获得新能源分摊约 13159 kW·h。每月末，用户 A 计算其中长期市场和现货市场的新能源消纳量，缺口为 6797

kW·h，缺口部分通过超额消纳量市场购买，充分满足其 100% 的绿电需求。

本文所述市场机制不但能切实满足用户的可再生能源消纳权重需求，而且提供了真实的新能源价格信号。当超额消纳量价格趋近于零时，说明全系统新能源消纳量大于市场需求量，该市场短期不再需要新能源；当超额消纳量价格上涨，并且全网已完成消纳责任，说明市场主体有超额的绿电需求，该信号将激励新能源投资；当超额消纳量价格上涨，并且全网未完成消纳责任，说明该地区新能源建设滞后，需要政府加强规划、进行干预。

4 结语

本文分析了当前现货市场和消纳权重制度衔接的难点：双轨制易导致新能源市场价格失真、新能源消纳量无法对应市场主体、消纳权重电量无法兑现，基于当前的现货市场规则，从市场主体、交易品种、交易方式与交易周期、交易流程设计可再生能源消纳权重机制。将新能源的电力属性和环境属性基本解耦，电力属性通过中长期合约、现货市场实现，环境属性通过政府授权合约、超额消纳量交易实现，尤其是将电网作为超额消纳量主体设计超额消纳量市场，超额消纳量价格将及时、准确地反映新能源需求，从而正确引导新能源投资。

参考文献：

- [1] 孟仕雨, 孙伟卿, 韩冬, 等. 支持现货市场的分布式电力交易机制设计与实现 [J]. 电力系统保护与控制, 2020, 48(7): 151-158.
MENG Shiyu, SUN Weiqing, HAN Dong, *et al.* Design and implementation of decentralized power transaction mechanism to spot market[J]. Power System Protection and Control, 2020, 48(7): 151-158.
- [2] 张昆, 刘映尚, 彭超逸, 等. 南方区域电力现货市场技术支持系统: 出清功能部分 [J]. 南方电网技术, 2019, 13(9): 59-66.
ZHANG Kun, LIU Yingshang, PENG Chaoyi, *et al.* Technical support system for southern regional electricity spot market: market clearing module[J]. Southern Power System Technology, 2019, 13(9): 59-66.



- [3] 胡朝阳, 冯冬涵, 滕晓毕, 等. 关于浙江电力现货市场若干关键问题的思考 [J]. 中国电力, 2020, 53(9): 55–59,70.
HU Zhaoyang, FENG Donghan, TENG Xiaobi, *et al.* Key issues of Zhejiang electricity spot market[J]. *Electric Power*, 2020, 53(9): 55–59,70.
- [4] 王勇, 游大宁, 房光华, 等. 山东电力现货市场机制设计与试运行分析 [J]. 中国电力, 2020, 53(9): 38–46.
WANG Yong, YOU Daning, FANG Guanghua, *et al.* Mechanism design and trial operation analysis of Shandong power spot market[J]. *Electric Power*, 2020, 53(9): 38–46.
- [5] 国家能源局综合司. 关于健全完善电力现货市场建设试点工作机制的通知 (国能综通法改〔2018〕164号)[Z].
- [6] 张翔, 陈政, 马子明, 等. 适应可再生能源配额制的电力市场交易体系研究 [J]. 电网技术, 2019, 43(8): 2682–2690.
ZHANG Xiang, CHEN Zheng, MA Ziming, *et al.* Study on electricity market trading system adapting to renewable portfolio standard[J]. *Power System Technology*, 2019, 43(8): 2682–2690.
- [7] 马子明, 钟海旺, 谭振飞, 等. 以配额制激励可再生能源的需求与供给国家可再生能源市场机制设计 [J]. *电力系统自动化*, 2017, 41(24): 90–96,119.
MA Ziming, ZHONG Haiwang, TAN Zhenfei, *et al.* Incenting demand and supply of renewable energy with renewable portfolio standard: mechanism design of national renewable energy market[J]. *Automation of Electric Power Systems*, 2017, 41(24): 90–96,119.
- [8] 刘敦楠, 李竹, 李根柱, 等. 搭售行为下可再生能源消纳责任权重市场交易模式研究 [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. 成都, 2019: 183–187.
- [9] 董福贵, 时磊. 可再生能源配额制及绿色证书交易机制设计及仿真 [J]. *电力系统自动化*, 2019, 43(12): 113–121.
DONG Fugui, SHI Lei. Design and simulation of renewable portfolio standard and tradable green certificate mechanism[J]. *Automation of Electric Power Systems*, 2019, 43(12): 113–121.
- [10] 赵新刚, 梁吉, 任领志, 等. 能源低碳转型的顶层制度设计: 可再生能源配额制 [J]. 电网技术, 2018, 42(4): 1164–1169.
ZHAO Xingang, LIANG Ji, REN Lingzhi, *et al.* Top-level institutional design for energy low-carbon transition: renewable portfolio standards[J]. *Power System Technology*, 2018, 42(4): 1164–1169.
- [11] 高逸. 考虑可再生能源配额制的售电商购售电策略研究 [D]. 武汉: 华中科技大学, 2019.
GAO Yi. Power procurement and sale strategies for electricity retailers under renewable portfolio standards[D]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology, 2019.
- [12] 王彩霞, 雷雪姣, 刘力华, 等. 市场过渡期促进中国新能源消纳的短期交易机制设计 [J]. 全球能源互联网, 2018, 1(5): 565–573.
WANG Caixia, LEI Xuejiao, LIU Lihua, *et al.* Design of short-term renewable energy integration mechanism in the electricity market transition period[J]. *Journal of Global Energy Interconnection*, 2018, 1(5): 565–573.
- [13] 张娜娜, 严正, 宋依群, 等. 可再生能源配额制下的短期发电计划模型研究 [J]. 华东电力, 2014, 42(2): 293–297.
ZHANG Nana, YAN Zheng, SONG Yiqun, *et al.* Short-term generation scheduling model considering renewable portfolio standard[J]. *East China Electric Power*, 2014, 42(2): 293–297.
- [14] 刘定, 赵德福, 白木仁, 等. 可再生能源发电对实时电价的影响分析: 德国电力现货市场的数据实证 [J]. *电力系统自动化*, 2020, 44(4): 126–133.
LIU Ding, ZHAO Defu, BAI Muren, *et al.* Analysis on impact of renewable energy generation on real-time electricity price: data empirical research on electricity spot market of Germany[J]. *Automation of Electric Power Systems*, 2020, 44(4): 126–133.
- [15] 樊国旗, 樊国伟, 蔺红, 等. 基于现货交易下含柔性负荷的风-光-火联合调度 [J]. 安徽电力, 2019, 36(3): 43–48.
FAN Guoqi, FAN Guowei, LIN Hong, *et al.* Joint dispatching on wind-PV-thermal with flexible load based on spot market[J]. *Anhui Electric Power*, 2019, 36(3): 43–48.
- [16] 胡超凡, 王扬, 赵天阳, 等. 省间日内现货市场设计的挑战与思考 [J]. 电网技术, 2020, 44(2): 573–579.
HU Chaofan, WANG Yang, ZHAO Tianyang, *et al.* Challenges and strategies of cross-provincial intraday market design[J]. *Power System Technology*, 2020, 44(2): 573–579.
- [17] 郑依心. 考虑不确定性的多情景风水联合短期优化调度研究 [D]. 大连: 大连理工大学, 2019.
ZHENG Yixin. Study on short-term optimal dispatch of wind power and hydropower joint operation considering uncertainty in multiple situations[D]. Dalian: Dalian University of Technology, 2019.
- [18] 郭祚刚, 喻磊, 胡洋, 等. 基于合作博弈的综合能源服务商现货市场风险规避策略 [J]. 中国电力, 2019, 52(11): 28–34.
GUO Zuogang, YU Lei, HU Yang, *et al.* Research on competition strategy of integrated energy service provider under the pool-based market mechanism[J]. *Electric Power*, 2019, 52(11): 28–34.
- [19] 德格吉日夫, 谭忠富, 李梦露, 等. 考虑不确定性的风储电站参与电力现货市场竞价策略 [J]. 电网技术, 2019, 43(8): 2799–2807.



- DE Gejirifu, TAN Zhongfu, LI Menglu, *et al.* Bidding strategy of wind-storage power plant participation in electricity spot market considering uncertainty[J]. *Power System Technology*, 2019, 43(8): 2799–2807.
- [20] 夏叶, 康重庆, 陈天恩, 等. 电力用户参与风电消纳的日前市场模式 [J]. *电力系统自动化*, 2015, 39(17): 120–126.
- XIA Ye, KANG Chongqing, CHEN Tianen, *et al.* Day-ahead market mode with power consumers participation in wind power accommodation[J]. *Automation of Electric Power Systems*, 2015, 39(17): 120–126.
- [21] 李道强, 龚建荣, 李忠德, 等. 电力市场环境下的差价合约电量分解问题 [J]. *电力科学与技术学报*, 2020, 35(1): 40–49.
- LI Daoqiang, GONG Jianrong, LI Zhonghui, *et al.* Decomposition of

an electrical energy contract for difference in electricity market environment[J]. *Journal of Electric Power Science and Technology*, 2020, 35(1): 40–49.

作者简介:

林华 (1984—), 女, 工学硕士, 工程师、高级经济师, 从事电力市场研究, E-mail: linhua0531@126.com;

杨明辉 (1968—), 男, 工学硕士, 工程技术应用研究员, 从事电网运行、电力市场研究, E-mail: yangminghui@sd.sgcc.com.cn;

盖超 (1985—), 男, 通信作者, 工程硕士, 工程师、高级政工师, 从事电力市场研究, E-mail: gc-8392587@163.com。

(责任编辑 李博)

Market Mechanism Design of Renewable Energy Accommodation Responsibility Weight under Spot Market Environment

LIN Hua¹, YANG Minghui², GAI Chao¹, LIN Xiaofan³, FENG Donghan³

(1. SPIC Co., Ltd., Shandong Branch, Jinan 250002, China;

2. Shandong Power Exchange Center Co., Ltd., Jinan 250001, China;

3. School of Electronic Information and Electrical Engineering,

Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200240, China)

Abstract: The responsibility weight system for renewable energy accommodation and the construction of power spot market are being implemented simultaneously in China. In order to coordinate the relationship between the conventional power trading varieties and the accommodation responsibility weight trading varieties and to realize the smooth implementation of the accommodation weight system, we designed a market mechanism of renewable energy accommodation weight under the spot market environment. Based on an analysis of the difficulties in implementation of the accommodation weight system under the background of spot market, relevant market mechanisms are designed from four aspects, including main market players, transaction varieties, transaction mode and cycle, and transaction process. A market design of power grid player-included excessive accommodation is innovatively put forward. A case study demonstrates the positive significance of the power grid player-included excessive accommodation market in promoting the development of new energy.

This work is supported by National Natural Science Foundation of China (No.52077139).

Keywords: renewable energy accommodation responsibility weight; spot market; mechanism design; new energy; excessive accommodation