

编号		
所属学科	K	动力与电气工程

B. 自然科学类

陕西省教育厅专项科研计划项目 申 请 书

项目名称：基于新型社区现货市场的电力交易研究

项目负责人：李欣

所在单位：西安电力高等专科学校

申请日期：2025-09-01

陕西省教育厅

二零一六年制

研究项目	名称	基于新型社区现货市场的电力交易研究					
	所属学科	K	动力与电气工程				
	申请金额	2.0000	起止年月	2025-09-01 — 2027-09-01			
	依托科研平台名称						
项目负责人	姓名	李欣	性别	女	出生日期	1999-05-20	
	学位	硕士	最后学位获得时间		是否硕导、博导	否	
	专业技术职务	276	其它		定职时间		
	主要研究方向	大数据与人工智能在电力系统中的应用	联系电话	17836217368	所在学校	西安电力高等专科学校	

项目组成员						
姓名	年龄	专业技术职务	学位	所在单位	项目分工	本人签字
王俊秋	38	讲师	硕士	西安电力高等专科学校	辅助建模，算法测试与论文撰写	
王艳	50	副教授	硕士	西安电力高等专科学校	储能模型基础数据整理调试	
周建博	55	高级工程师	博士	西安电力高等专科学校	拍卖模型数据录入	

					与仿真记录	
仵梦晨	26	其它	硕士	西安电力高等专科学校	模型调参，论文撰写	
王鹏飞	26	其它	硕士	西安电力高等专科学校	模型实验，撰写软著	
赵凯航	27	其它	硕士	西安电力高等专科学校	模型调参与优化	
陈佳丽	28	其它	硕士	西安电力高等专科学校	模型优化，技术报告撰写	

主要内容	<p>在全球能源转型背景下，分布式能源规模化发展推动电力生产向本地化演进，改变了传统电力消费模式，但同时其波动性和不确定性带来的能源过剩和本地消纳难题也日益凸显。在此背景下，社区能源共享市场成为新的创新探索方向。本项目聚焦社区层面的电力现货交易机制，为分布式能源高效利用和电力现货市场运作开辟了新思路，具有实践价值。</p> <p>项目核心围绕市场机制优化展开，首先构建基于共享机制的社区市场交易系统模型，涵盖了用户、家庭储能系统以及竞价决策等多个方面。在用户建模中，细分产消者与纯消费者特性，刻画不同主体的用电负荷、光伏出力及净负荷曲线差异；家庭储能系统模型则基于优化算法，优化充放电策略，实现储能资源的动态调配。进而针对不同报价方式，引入统一边际价格出清和高低匹配分散出清两种机制，分别构建相应的拍卖模型，通过仿真实验分析不同报价方式及出清机制下的市场表现，探索社区能源共享市场内最优的市场模式和出清机制，寻找能有效提高共享市场的交易量、提高市场效率和用户收益、降低用户成本的市场拍卖机制。</p> <p>其创新性体现在三方面：1）设计适合于社区用户的家庭储能优化算法和共享市场拍卖模型。2）设计动态混合竞价策略，突破封闭市场信息壁垒。融合基于历史数据的经验竞价与面向未来的贪婪竞价，在保护用户隐私的前提下模拟能源共享中的动态变化，解决社区参与者因信息不全导致的决策难题。3）进行市场反演，探讨比较分析社区能源共享市场下不同市场模式、不同出清机制下的用户行为和市场表现。对比分析用户成本、成交量以及市场成交量等进而给出社区现货市场模式建设建议。</p> <p>综上，该研究为新能源消纳和电力现货市场运作开辟了新思路，社区能源共享市场的电力交易研究对推动电力市场智能化、促进新能源本地消纳具有重要意义，契合新型电力系统建设与可持续发展需求。</p>
------	---

研究内容摘要	<p>2025 年我国电力现货市场建设进入关键推进阶段。基于此，本项目聚焦于新型社区能源共享市场的电力现货交易，构建涵盖社区用户、家庭储能及竞价决策的交易系统模型，建立市场出清模型并开展仿真分析，通过探索不同市场模式、出清机制来实现社区内分布式能源的高效利用，提升市场成交量、降低用户成本，为新能源就地消纳和电力现货市场运作开辟了新思路，对推动分布式新能源就地消纳具有实际应用价值。</p>
先进性、创新点	<p>本项目聚焦新型社区现货市场电力交易，构建家庭储能优化模型与共享市场拍卖模型，结合统一边际价格和高低匹配分散出清机制，有效提升市场成交量、降低用户成本，促进新能源就地高效消纳。创新点：1）构建适合社区家庭储能设备的优化模型及社区现货市场拍卖模型，引入两种出清机制，验证其对促成交、降成本、促消纳的作用。2）设计动态混合竞价策略，融合历史记录与未来不确定性，解决封闭市场信息壁垒问题，模拟能源共享动态，为社区用户报价提供依据。3）探讨比较分析社区能源共享市场下不同市场模式、不同出清机制下的用户行为和市场表现。进一步讨论不同市场模式下的适用性，为日后社区现货市场实际落地提供建设建议和理论依据。</p>
技术指标	<p>本项目聚焦于新型社区共享市场的电力交易研究，通过构建家庭储能优化模型，结合统一边际价格与高低匹配分散出清机制，经算例验证市场模型有效性；采用动态混合竞价策略，融合历史数据与未来预测，解决封闭市场信息壁垒，提升用户报价决策准确性；探究社区现货市场模式对于降低用户总成本，增强对供需波动的适应性，促进分布式新能源本地消纳的市场影响。</p>
预期成果	<p>本项目围绕基于新型社区现货市场的电力交易研究展开研究，预期取得以下成果：（1）《基于新型社区现货市场的电力交易研究》技术报告 1 篇（2）发表或录用高水平论文 1 篇（3）登记软件著作权 1 项</p>

新技术:		新工艺:		新材料:	
新装备:		新产品:		新品种:	
软件著作权:	1	集成电路布图:		药证:	
标准:		规范:		其他:	
论文:	1	著作:		研究工作报告:	1
专利:		培养博士:		培养硕士:	
资政、调研报告:					

工作进度安排(每项不超过 60 字)	
2025-09-01 — 2025-10-31	完成项目前期资料收集与整理，明确研究内容。
2025-11-01 — 2026-03-31	构建社区能源共享市场数学模型，包括用户模型、家庭储能系统模型，基于模拟退火算法完成家庭储能优化模型搭建与参数调试。
2026-04-01 — 2026-08-31	设计动态混合竞价策略，建立用户竞价决策数学模型；搭建共享市场拍卖出清模型，引入统一边际价格出清和高低匹配分散出清机制，完成算法编码与功能测试。
2026-09-01 — 2026-12-31	预处理实验数据，设置仿真场景参数；开展单一报价方式下的市场出清仿真实验，记录初步结果。
2027-01-01 — 2027-05-31	探讨分析社区现货市场机制模型具体表现并进行市场反演。撰写项目技术报告，完成期刊论文撰写与投稿。
2027-06-01 — 2027-09-01	整理软件代码，准备并提交软件著作权登记材料，完成项目总结。

项目负责人承担教育厅项目情况				
项目编号	项目名称	批准时间	结束时间	完成情况

正式申报材料

承 诺 书

本人承诺严格遵守法律法规，服从有关文件要求和管理，确保所填报内容真实有效，数据准确客观，符合有关保密规定和学术道德规范要求，无知识产权等方面的争议。如存在违法违规违纪问题，自愿接受有关调查和处理。

承 诺 人：

年 月 日

单位审查与保证

1、系、所或依托平台审查意见（包括：审查项目的科学意义、实用价值、研究工作基础、经费预算合理性、申请者业务素质、研究能力和科学作风）

负责人（签字）：

单位（公章）

年 月 日

2、学校审查意见：

已对申请书进行了审核，同意上报。承诺在项目获得资助后做到以下几点：

- (1) 保证对研究计划所实施所需的人力、物力和工作时间等条件予以支持；
- (2) 严格遵守陕西省教育厅有关资助项目管理、财务管理等各项规定；
- (3) 督促项目负责人和本单位项目管理部门按教育厅的规定及时报送有关报表和材料；

需要说明的其他问题:

单位负责人 (签章)

单位（公章）

年 月 日

陕西省教育厅自然科学研究项目 可行性研究报告

项目负责人：李欣
所在单位：陕西电力高等专科学校
申请日期：2025 年 8 月 8 日

陕西省教育厅

基于新型社区现货市场的电力交易研究

1 国内外研究开发现状和发展趋势.

1.1 项目背景及意义

1.1.1 项目背景

在全球能源转型的大背景下，分布式能源呈现出高速发展的态势。屋顶光伏系统、家庭储能系统、小型水电设施及生物质能发电装置等各类分布式能源形式在广泛兴起。这些分布式能源的规模化应用，不仅改变了传统电力生产格局，推动电力生产向本地化方向演进，也促使电力消费模式逐渐发生变化。在部分时段，分布式电源的发电量超过当地即时消费需求，能源过剩问题较为突出。例如，在光伏大发时段、区域，若本地消纳能力不足，多余电能将无法得到有效利用，造成能源浪费。

进入 2025 年，我国电力现货市场建设进入关键推进阶段。国家发改委于 2025 年 4 月 29 日印发的《关于全面加快电力现货市场建设工作的通知(发改办体改〔2025〕394 号)》明确提出，2025 年底前要基本实现电力现货市场全覆盖，并全面开展连续结算运行，充分发挥现货市场在价格发现、供需调节中的关键作用。该项举措旨在进一步优化电力资源配置效率，推动电力系统向高效化、智能化方向发展。本项目所研究的新型社区现货市场正是在这一政策大背景下开展的创新探索，聚焦新能源本地消纳难题，通过构建社区层面的能源交易机制，为新能源消纳和电力现货市场运作开辟了新思路。通过探索报价方式和出清机制实现社区内能源的高效交易，对提升新能源消纳水平具有实际应用价值。

社区能源共享市场的交易对象是社区内的分布式能源，参与主体由一群生产者——既生产又消费能源的个人或实体形成，他们愿意分享自己多余的资源

参与市场。社区能源共享市场中的现货市场允许社区内的用户根据实际产生的电力进行即时或短时的交易，也可以根据实际需求在市场上购买电力，即买家和卖家的名单可能会在一天中发生变化。这种参与者对能源供需实时变化的反应能力赋予了市场前所未有的活力。例如，一个拥有太阳能电池板的家庭在光伏发电高峰期可能会产生比所需更多的电力。这些多余的能源可以卖给社区其他用户，有助于当地的能源平衡。相反，在太阳能电池板无法产生足够电力的时段，可以从社区中的其他人那里购买能源。而储能（ES）作为电力系统中可再生能源的后备，其灵活性为能源规划和负荷管理提供了新的机会，减少了不确定性，提高了能源共享效率。ES 已广泛安装在社区系统中，以分散的家用电池或集中存储的形式，与其他能源系统紧密耦合，如光伏电池板、风力涡轮机、热电联产系统等。越来越多的柔性负载和 ES 的安装使得生产者和消费者都能积极参与，也为社区共享市场创造了更坚实的实体基础。

该共享市场中的现货市场通常采用集中竞价模式，即各市场主体独立提交报价，市场运营商则以实现最低购电成本为目标，完成市场的出清工作。然而，在社区能源市场中，电力需求和供给可能在不同时段发生显著变化，能源的价值也会因季节、天气等因素而波动。相比之下，设计一种高效、绿色的社区现货交易模式具有重要意义，参与者可以在不同时间段设定不同的报量和报价，为参与者提供更多选择空间，鼓励参与者更主动地协商和合作，从而更好地适应社区能源的时变性和多样性，使市场更具响应能力。因此，如何设计一种更适用于社区能源共享市场并使其资源合理配置和高效利用的市场机制是一个亟需解决的问题。

因此，本文将基于社区能源共享市场这个特殊的电力现货市场背景，设计一种创新高效的本地现货市场模式，包括出清机制、价格机制以及参与主体特性对社区能源共享市场的影响。通过对这些关键因素的综合考察，旨在设计一种创新、高效、清洁的本地现货市场模式，并分析在实际应用中对用户交易行为的激励和

影响。本研究还将探讨社区现货市场用户的参与程度、市场价格的形成，以及不同电价机制对用户成本的影响，为社区现货市场的运营和建设提供有益的参考，推动分布式能源的高效利用，促进新能源在本地的高效利用。

1.1.2 研究意义

随着分布式能源资源如光伏发电的快速发展，社区能源共享市场的市场机制成为了电力系统领域的一个重要研究课题。这一研究不仅关乎能源的有效利用和可持续发展，对于新能源本地消纳也具有重要意义。

社区能源共享市场的研究具有重要的理论和实践意义。首先，社区能源共享市场为居民和企业提供了一个共享和交易清洁能源的平台，有助于推动可再生能源的更广泛应用。其次，社区能源共享市场涉及到多方参与和多样化的能源资源，其研究有助于优化电力市场的设计。在社区能源共享市场中，居民和企业可以更加自主地管理和共享能源资源。研究社区能源自治的机制和实践有助于理解在分布式能源系统中，社区自我组织和自我管理的可行性和效果，为未来新型电力系统的建设提供经验教训。此外，社区能源共享市场是可持续城市发展的一部分。通过促进清洁能源的共享和使用，有助于降低碳排放，改善城市环境。研究社区能源共享市场的机制和效果，有助于指导城市在能源方面的可持续发展策略并促进分布式新能源的本地消纳。

另一方面，研究社区能源共享市场中的市场机制也具有指导价值和现实意义。首先，对社区市场机制的优化研究将评估不同市场机制在社区能源共享市场中的效果，深入了解它们对用户参与度、交易活跃度以及市场价格形成的影响，有助于优化市场机制的设计，提高市场的运行效率和吸引力。其次，对不同出清机制效能的分析也有助于评估不同出清机制在社区能源共享市场中的效能，为出清机制的选择提供理论支持，以满足不同市场参与者的需求。

最重要的是，本研究将为推动可再生能源的更广泛应用提供支持，通过分析不同市场模式对可再生能源的消纳度和用户成本的影响，为新能源的可持续发展提供支持。通过深入研究不同报价方式在社区能源共享市场中的市场表现，本研究将为促进新型电力系统建设、推动新能源的本地消纳提供经验。

1.2 国内外研究现状

1.2.1 社区能源共享市场研究现状

从产消者的角度分析，针对社区能源交易，目前国内外研究较热的能源管理模式有以下几种模式：点对点（Point to Point, P2P）模式，虚拟电厂模式（Virtual Power Plant, VPP），产消者/纯消费者-能源服务商模式。

1) 点对点交易模式

在 P2P 能源交易模式下，生产者和消费者可以直接与其社区内的其他用户进行能源交易，无需任何第三方中介的参与。该模式的市场交易结构如图 1-1 所示。图中的黑色实心圆代表产消者用户，白色空心圆代表纯消费者用户。各用户之间通过能量管理系统、通信设备和输电线路连接。这种点对点的能源交易模式使得用户之间能够有效互动，从而使得各用户能够确定满足一定目标的交易策略。在优化个体经济效益的同时，该模式也鼓励各生产者和消费者积极参与能源管理，以提高能源利用效率，并推动可再生能源在本地的消纳。国际上已经有一些基于区块链技术的 P2P 能源共享项目，例如布鲁克林的总统街项目和澳大利亚珀斯的国家生活社区项目。此外，英国的 Piclo 和荷兰的 Vandebron 已成功研发并测试了基于 P2P 能量共享的在线匹配平台，消费者可以直接从下订单的卖家处购买电能。

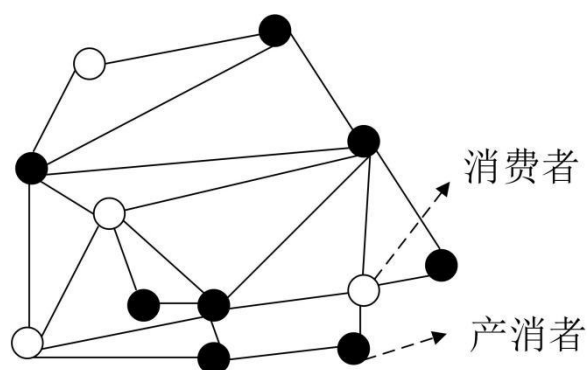


图 2-1 社区 P2P 能源市场架构

2) 虚拟电厂模式

虚拟电厂模式是一种创新的能源管理方式，其核心在于将分布式发电机组、控制负荷和储能系统有效地融合，并通过先进的调控技术和通信技术，实现对各类分布式能源的有机整合。这种整合方式使得虚拟电厂能够和传统发电厂一样参与能源市场交易，从而实现能源的优化配置和高效利用。虚拟电厂的概念旨在建立一个针对特定目标的产消者社区集群。这些集群分布在同一地理区域内，并且展现出相对一致的能源使用模式，从而促进本地成员之间的高效能源共享。具体而言，当产消者的用电需求低于其可再生能源产出时，智能调控系统便发挥作用，将多余的能源输送至其他地区，以满足电力需求较高的地方，从而实现能源的跨区调配。反之，当产消者用户的分布式能源不足以满足其自身负荷需求时，虚拟电厂则能够发挥其强大的资源整合能力，为产消者提供所需的电能，确保能源供应的稳定性。通过这种方式，虚拟电厂不仅能够促进可再生能源的充分利用，降低能源浪费，还能够优化能源市场的交易结构，提升能源系统的整体运行效率。因此，虚拟电厂模式对于推动能源领域的可持续发展具有重要意义。例如国内的唐山电动重卡型虚拟电厂，作为我国首个电动重卡型虚拟电厂，该项目依托于数量庞大的电动重卡，聚合了重卡充换电站电池储能资源，通过数字化手段进行电力的灵活调度，促进电力供需平衡和新能源消纳，建成了我国首个电动重卡型虚

拟电厂运营模式。国外的丹麦 Fredericia CHP 项目是一个冷热电联供（Combined Heat and Power, CHP）虚拟电厂项目。通过整合多个分布式冷热电联供系统，实现了能源的统一调配和优化。

3) 产消者/纯消费者-能源服务商模式

产消者/纯消费者-能源服务商模式指的是在社区内，能源服务商与产消者（或纯消费者）之间进行各种形式能量交易的模式。该类服务商往往还与主电网相连保证基本的电能平衡并参与电能交易，该市场类型的交易架构如图 1-2 所示。图中的黑色实心圆代表产消者用户，白色空心圆代表纯消费者用户。各用户之间通过能量管理系统、通信设备和输电线路由社区运营商统一管理，各运营商接入公网配电线路。能源服务商在实际的市场参与过程中，负责进行社区能源系统的管理与调度，将各种形式能量网络进行高度集成并为社区用户提供能源服务。此外，服务商还具备代理社区用户与公网进行购售电交易的职能。

在这种模式下，能源服务商通常扮演着社区运营商的角色，其运营模式可分为盈利性和非盈利性两类。盈利性运营模式下，服务商通过代理社区购售电与公网交易获取差价作为收入来源；而非盈利性模式则依赖于政府或第三方机构提供的社区服务费用以维持运营。值得一提的是，有些能源服务商不仅承担社区市场拍卖的监管职责，还配备有小型分布式发电设备，进一步提升了能源供应的灵活性与可持续性。和虚拟电厂相比较，产消者-能源服务商模式规模通常较小，涉及的元素也更为精简。目前，这一模式在欧美发达国家已得到较为成熟的发展，并涌现出了一批具有示范意义的项目。德国的“Energiewende”项目通过实施一系列可再生能源项目，如风能和太阳能，推动了部分社区实现能源自给自足；荷兰的“PowerMatching City”示范项目中，家庭成员通过可再生能源系统发电，并通过能源服务商将多余的电力共享给其他社区成员，实现了能源的高效利用。这些项目的成功实践为社区能源服务商模式的发展提供了宝贵的经验与借鉴。

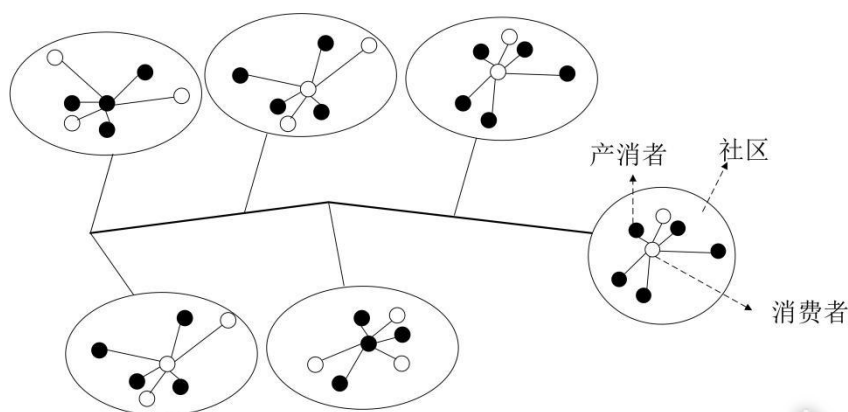


图 2-2 产消者-能源服务商模式

1.2.2 社区能源共享市场出清机制研究现状

近年来，社区能源共享市场的迅猛发展引起了全球范围内的广泛关注，成为推动可再生能源蓬勃发展的前沿领域。在这个背景下，市场报价机制作为社区能源共享的关键组成部分备受瞩目。市场报价机制的健全性直接影响着能源供需平衡、价格形成以及社区内能源流动的有效性。

在电力市场交易中，市场参与者通常提交卖出价和买出价，然后市场运营商根据供需平衡出清市场。在持续交易的过程中，根据不同的交易时段可分为日前市场和现货市场，日前市场是在实际用电发生之前一段时间进行的市场交易，允许电力市场参与者提前计划和购买电力，以满足未来的电力需求。社区能源共享市场通常属于现货市场。此外，电力竞价交易拍卖过程可分为开放式拍卖和封闭式拍卖或密封拍卖。开放式拍卖允许其市场参与者根据竞争对手的投标行为改变其报价和投标，而封闭式拍卖则以密封形式提交报价和投标，不向其他市场参与者披露。在大多数情况下市场设计采用封闭式拍卖方式，此方式有助于防止恶性竞争、协同作弊和价格操纵，从而降低了操纵风险，从而维护了社区共享市场的公正和透明。

电力市场交易过程中的一个重要步骤是出清机制的设计与选择，而出清这一过程又与用户的报价方式相紧密联系。国内电力市场广泛采用统一边际价格出清

以及高低匹配出清等方式。其中，统一边际价格出清是依据发电企业提交的供给侧曲线与电力用户提交的需求侧曲线的交点价格，来确定市场的统一出清价格。高低匹配分散出清是一种确立交易主体并完成交易排序的准则。该方法首先会将发电企业的报价按照从低到高的顺序排列，形成卖方价格梯队。随后，将用户和售电公司的报价由高到低进行排序，构建买方价格梯队。接着由高到低进行匹配交易。在社区能源共享市场中，能源分配和电价确定应该同时激励产消者和消费者参与市场。出清过程中市场运营商根据市场参与者的报价和系统约束条件，确定电力的成交价格和资源分配。以拍卖为前提的市场出清机制可以应用于任何有不同数量的卖方和买方的市场。Tushar, W 等提出了一种基于拍卖的出清机制，用于在住宅社区和共享设施控制器之间共享储能容量，通过文章改进的拍卖机制，拍卖商能更好地捕捉控制器之间的相互作用并实现对用户的报价激励。Khorasany, M 等使用了背包近似算法（Knapsack Approximation Algorithm）设计了作为单一卖方和多个买方的市场报价和出清机制，并针对卖方剩余能量设计了改进的出清计算规则使得卖方经济效用最大化。Samadi, P 等提出了一种 VCG（Vickrey Clarke Groves）机制，在建立模型过程中引入了能耗控制器，通过效用函数的形式对每个用户的能源消耗、偏好进行了建模，在此基础上运营商进行拍卖出清以实现需求侧管理中的社会福利最大化。Kang, J 等在社区本地 P2P 电力交易中提出了一种迭代拍卖和报价的出清机制，在引入区块链联盟基础上使得迭代报价成为可能，并使插电式混合动力汽车的社会福利最大化。Bhattacharya, S 等在社区分散式能源市场中提出了两种 VCG 机制，用于拍卖和资源分配，以第一个 VCG 机制计算得到的报价作为第一报价，在第二个 VCG 计算机制下弹性供应多级第二价格，每个弹性价格下提供一个报量并在这一价格形成机制下，实现社会福利最优解。C. Long, J 等评估了微电网下不同能源交易机制中的各种投标报价策略，例如基于供应拍卖机制、中间利率方法和账单共享机制，基于现有

研究工作的报价出清方式进行了比较。E. Mengelkamp, P.等分别比较了局部电力市场的拍卖市场中无策略用户和策略用户两种类型的报价行为,并得到结论:策略用户市场中相对于无策略用户总是有利的并且会导致市场的平均价格满足自身预期。J. Guerrero, A 等研究比较了 P2P 机制下光伏电力交易的拍卖机制和竞标报价策略,通过对市场价格形成机制进行改进,解决了能源交换的信息差距问题。Kong X 等通过整合能源社区以及大规模分布式发电系统代理报价,以动态电价策略应对供需失衡进行社区调度,并证明整合后的能源系统中自给率与自我消费率均得到提高。汪向阳提出了一种计及虚拟电厂的多主体分段报价方法,将分段报价理论应用在传统发电商、售电商以及虚拟电厂,实验证明该方法能够引导转移高峰负荷。

上述报价出清方式虽然一定程度上促进了市场的公平交易,但是本质上均基于传统电力市场进行设计而忽略了社区分布式能源的分散性和随机性,导致社区市场用户无法适应该类市场机制。此外,由于社区用户用电分散性较强,用户个体数量较多,报价专业性较差、随机性大,使得社区能源市场更适合采用集中竞价这一方式。因此,本文将基于集中竞价方式,探究更加适合于社区能源共享市场的市场模式和出清机制,以确保社区共享电力市场的高效性和稳定性。

2.项目研究内容、关键技术和研发目标

2.1 项目研究内容

1) 本项目将首先引出社区共享市场的市场结构和参与主体,分别构建社区能源共享市场、产消者、消费者和家庭储能装置的数学模型。在封闭的市场环境中,社区市场参与个体只能使用有限的信息预测市场,做出决策。因此,考虑利用历史中标价格的经验竞价算法和考虑未来市场预测的贪婪竞价算法建立混合竞价算法,建立传统边际价格出清和高低匹配出清的市场拍卖模型实现买方和卖

方的交易出清。

2) 对建立的社区共享市场拍卖模型进行求解分析是建立市场模型的第二个研究内容。如何优化用户家庭储能充放电策略是该研究的第二个难点。

3) 从用户群体差异性、市场报价环境随机性、用户申报策略以及市场对运营商行为的响应性进行讨论研究,进而对市场成交量、用户用电成本或盈利、用户用电成本在电网侧和市场侧分布进行分析探讨。

2.2 关键技术

(1) 集中式社区现货共享市场模型

该模型允许所有用户战略性地决定他们的出价和他们想要投入市场的量。在该市场中,通过建立用户、家庭储能系统、居民竞价决策、共享市场拍卖出清模型来模拟能源交易过程。

(2) 结合历史记录和未来不确定性的动态混合竞价策略

在封闭的市场中,参与者无法得知其他参与者的竞价行为、光伏出力或其他动机,只能使用有限的信息来预测市场。建立居民竞价决策模型从而模拟能源共享中居民报价的动态变化,并且在保证封闭市场隐私性的前提下保证每个参与者的利益。

(3) 市场反演及出清结果分析

本项目探讨比较分析社区能源共享市场下不同市场模式、不同出清机制下的用户行为和市场表现。进一步讨论不同市场模式下的适用性。详细对比分析用户成本、成交量以及市场成交量等。

2.3 研发目标

本项目围绕基于新型社区现货市场的电力交易研究展开研究,预期达到以下目标:

(1) 构建一种适应社区家庭申报电量的家庭储能优化模型，以及对应的社区共享市场模型。同时引入统一边际价格出清和高低匹配分散出清两种机制，进行相关验证，证明这些模型和机制能够有效提升市场成交量、降低用户成本，并促进分布式新能源的就地消纳。

(2) 设计一种动态混合竞价策略，该策略融合历史记录与未来不确定性因素，有效解决封闭市场中参与者因无法获取其他参与者行为信息而面临的决策难题，在保护市场隐私的同时，精准模拟能源共享过程中的动态变化。

(3) 探讨本地现货市场模型表现，凸显其在适应供需动态变化、满足能源需求多样性和供应不确定性等方面的优势。

3.技术方案及创新点

3.1 技术方案

3.1.1 基于共享机制的社区市场交易系统建模

(1) 社区能源共享市场模型

图 3-1 给出了一个典型的社区共享市场架构。该市场由多个用户组成，即产消者和消费者，通过一个由非营利性市场运营者执行的中心化共享平台，公平地交换能源。

假设社区始终与电网相连，公用事业电网可以不间断地持续供应能源。在每一轮拍卖中，最低价格和最高价格都受到电网的约束，即公用电网的买卖电价。市场经营者，作为监管的第三方负责收集社区的投标和询价，处理市场，平衡社区和电网之间的供需。假设每个家庭都配备有一个家庭能源管理系统（Energy Management System, EMS）和家用储能系统，以优化其能源消耗。在实际应用中，PV 可以与 ES 结合使用来提高能效，在图中称为 PVES。假设产消者首先消耗自己的光伏供应，如果其净负荷（即本文中负荷减去光伏发电量）为负，则该

代理有剩余供应可供分享。在公开的拍卖市场中，所有代理人的出价都是公开的。由于隐私问题，封闭市场带来的隐私问题更少，更适合社区。在封闭的社区市场中，用户将其投标价格和待交易电量上报给运营商，现货价格由当地数据中心计算，以平衡供需。数据中心只需要接收来自用户的需求/供应的电力和投标价格，这意味着成本函数参数对每个参与者来说都是私有而不透明的。因此，这种方法的计算负担很低，其成本可以忽略不计，这使得它适合具有大量参与者的市场。

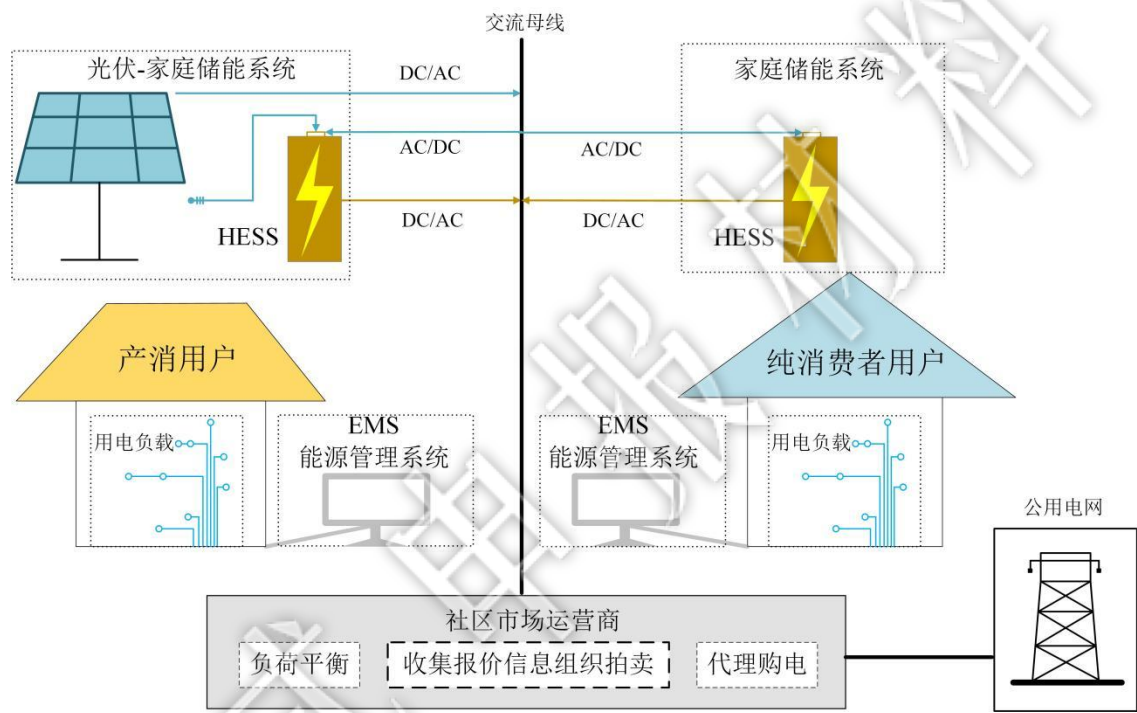


图 3-1 社区共享市场参与主体架构

在一个封闭的市场中，任何代理历史提交的询价/投标信息都不能提供给它市场参与者。在每次交易拍卖结束后，运营商会公布社区市场现货价格、总供求情况。即所有的出价和要价都是通过一个可信的市场运营商处理的。每个代理人的私人信息都可以从运营商获得，因此保护用户的身份和投标信息至关重要。当经营者以不符合监管规则的方式影响拍卖程序时参与者可能会选择阻止投标、插入虚假投标、窃取付款、过早打开密封投标、人为改变价格等。

(2) 用户数学模型

对于任意一个参与个体 i ，优化目标为最小化未来一段时间内该用户个体的用电成本。定义用户个体 i 在时间段 $h \sim H$ 内目标优化函数如式（2-1）、式（2-2）所示：

$$\text{Minimize: } C_i^{h \sim H} = \sum_{t=h}^H \left[p_s^t \cdot \max(nl_i^t + x_i^t, 0) + p_b^t \cdot \min(nl_i^t + x_i^t, 0) \right]$$

$$nl_i^t = l_i^t - pv_i^t$$

其中， H 为优化时间周期， h 为当前时间段。 $C_i^{h \sim H}$ 为从当前时间 h 到未来时间 H 用户 i 的预估电力成本。 nl_i^t 表示用户 i 在时间段 t 内的净负荷。 l_i^t 表示用户 i 在时间段 t 内的家庭电力负荷。 pv_i^t 表示用户 i 在时间段 t 内的家庭光伏出力。 x_i^t 代表用户 i 在时间段 t 内的充放电计划电量； p_s^t 和 p_b^t 分别代表某时段 t 内市场的买卖参考电价，在社区现货市场中取为 p_*^{t-24} ，即社区现货市场同期历史现货价格。每个用户电力成本由自身净负荷和充放电负荷决定。规定 l_i^t 和 nl_i^t 正值为用户消耗电能，负值为产生电能。 pv_i^t 正值为用户产生电能。

举例说明目标函数物理含义。当用户 i 在某时段 t 净负荷大于0，此时可以选择为了之后时间段用电成本最小而继续进行充电或者为了降低本时段高昂电价成本进行放电。继续选择充电后意味着该时段 $\max(nl_i^t + x_i^t, 0)$ 等于 $nl_i^t + x_i^t$ 并进一步从市场购电，最后进行电价支出估计。若选择放电则满足自身电力需要直至 $nl_i^t + x_i^t = 0$ 并优化决策是否继续放电参与市场拍卖，最后进行电价收入估计。用户通过在不同时间段进行优化充放电量而达到最小化优化周期内用电成本的目标。

（3）家庭储能系统数学模型

由于每天的不同时刻以及不同季节，太阳辐照强度存在差异，导致屋顶光伏系统的电力供应不稳定。此外，光伏系统的出力高峰通常出现在正午和下午，而居民用电需求的高峰则分布在早上、中午和晚上。因此，屋顶光伏的电力供应与

居民用电需求之间存在不完全匹配，这种不匹配导致了较低的光伏系统覆盖率。为了解决这一问题，家庭储能系统被认为是提升家庭清洁电力自给自足率以及实现社区清洁电力共享的关键基础设施，不可或缺。

储能电池的充电和放电过程必须在日常运行中满足最大和最小充电功率的约束条件，这些约束条件可以通过式（2-3）进行具体描述。储能电池在其工作状态中通常经历充电、放电和休眠三种模式。为了更准确地描述储能电池的运行状态，引入了状态变量（0-1 变量）来标示其工作状态。充电状态变量取值为 1 表示储能电池正在进行充电，放电状态变量为 1 表示储能电池正在执行放电操作，而当充、放电状态变量均为 0 时，则表明储能电池处于休眠状态。为确保充电和放电过程不会同时进行，引入了相应的约束条件，具体表述如下式所示。

$$\begin{aligned} -C_{ess_c}u_{ess_c}^t &\leq x_i^t \leq C_{ess_d}u_{ess_d}^t \\ 0 &\leq u_{ess_c}^t + u_{ess_d}^t \leq 1 \end{aligned}$$

式中， C_{ess_c} 、 C_{ess_d} 分别表示 HESS 一小时充放电功率最大值和最小值。 u_{ess}^t 表示在某一时刻 t 的 HESS 充放电状态变量。

电池的荷电状态如式（2-5）所示。任意时刻电池的荷电状态都不能超越其上限 SoC_{\max} 和下限 SoC_{\min} 。

$$SoC_{\min} \leq SoC^t \leq SoC_{\max}$$

储能电池中的电量通过其输入输出功率、转换效率乃至自放电率进行计算。储能电池输出/输入功率持续的时间段由研究问题所涉及的时间分辨率决定。模型定义储能电池中的实时电量表示如式（2-6）所示：

$$SoC^t = \begin{cases} SoC^{t-1} + P_t \eta_{ess_c}, & P_t > 0 \\ SoC^{t-1} + P_t \nu / \eta_{ess_d}, & P_t < 0 \end{cases}$$

式中： SoC^t 为 HESS 在某一时刻 t 的电量（kWh）； SoC^{t-1} 为 $t-1$ 时刻 HESS

的电量 (kWh)； P_i 为 t 时刻 HESS 输出/输入功率 (kW)； η_{ess_c} 、 η_{ess_d} 为 HESS 的充、放电转换效率； ν 为 HESS 输出/输入功率持续的时间。

本文模型时间分辨率为 1 小时，故将储能电池充放电模型转化为式 (2-7) 所示：

$$SoC^t = \begin{cases} SoC^{t-1} + x_i^t \cdot \eta, & x_i^t > 0 \\ SoC^{t-1} + x_i^t / \eta, & x_i^t < 0 \end{cases} \quad (2-7)$$

x_i^t 作为模型的储能充放电优化变量，即用户 i 在 t 时段储能装置充电放电的电量 (kWh)。

(4) 用户竞价决策数学模型

在进行市场仿真过程中，我们基于一个基本假设，即参与者在第一轮拍卖中的失败并不意味着他们在未来的拍卖中也会失败，因为他们可能会在未来采用不同的策略来获胜。为了更好地适应市场变化并符合市场实际，文章采用了混合竞价策略，该策略分为短期和长期估算机制。其目标是根据之前的交易价格提供更合理的出价和要价，以更好地适应市场变化和参与者的行为。通过在不同时间尺度上考虑市场信息和历史数据（历史成交现货价格、历史总供需量等），该竞价策略有助于参与者更智能地参与拍卖，并提高他们在未来拍卖中的竞争力。这种方法旨在减少不确定性，提高效率，以满足参与者的交易目标。

(5) 经验竞价模型

在短期机制中，市场个体的目标是跟随最新的现货价格来灵活地调整自己的价格。市场个体 i 可以使用下式对现货价格进行追踪：

$$\hat{p}_{s,i}^{t+1} = p_i^t + \beta \cdot (p_*^t - p_i^t)$$

其中， $\hat{p}_{s,i}^{t+1}$ 是短期估计价格， p_*^t 是市场用户 i 想要追踪的最近的现货价格， p_i^t 是市场用户 i 最后一次报价， β 为市场短期估计率。

a) 贪婪竞价模型

除了在短期内调整价格，市场个体还应该综合考虑未来的光伏供应和负荷需求情况，以更准确地预测未来市场的走势。价格与供需关系呈反比关系，这表示市场个体需要预测即将到来的需求过剩市场导致的价格上升，以及供过于求市场导致的价格下降。经验方法是从以往的成功策略中学习，其主要目标是通过采用先前的获胜策略来获得竞标成功的机会。与之不同的是，贪婪方法允许市场参与者通过预测未来的供给和需求情况，来更接近现货价格。在供需不平衡的市场中，贪婪的竞价策略会使价格更接近历史上的最低现货价格 P_{\min} ，从而在需求过剩时降低成本；同样，在供给不足时，它将使价格更接近历史上的最高现货价格 P_{\max} ，以获取更好的利润。贪婪竞价如式所示：

$$P_{greedy} = \begin{cases} P_* + (P_{\min} - P_*)e^{\frac{-1}{\lambda_i^{t+1}}}, \lambda_i^{t+1} > 1 \\ P_*, \lambda_i^{t+1} = 1 \\ P_{\max} + (P_* - P_{\max})e^{\frac{-1}{\lambda_i^{t+1}}}, \lambda_i^{t+1} < 1 \end{cases}$$

其中， P_{greedy} 是贪婪竞价价格， P_{\min} 和 P_{\max} 分别表示社区市场现货价格的下限和上限， λ_i^{t+1} 是共享市场预测的供需比，市场个体的市场力量反映了其影响拍卖整体结果的能力。例如，如果市场中只有一个卖家主导市场（即 $\lambda_i^{t+1} \rightarrow \infty$ ），那么该卖家可能会设定接近公网买入的价格，以最大化其利润。同样地，如果只有一个买家在市场上占主导地位（即 $\lambda_i^{t+1} \rightarrow 0$ ），那么该买家可能会设定接近公网回购的价格，以降低其成本。然而，在共享市场中，每个市场个体对其他个体的信息是有限的，因此市场供需比 λ_i^{t+1} 被定义为下式：

$$\lambda_i^{t+1} = \frac{\sum_{i=1}^{\hat{n}} b_i^t}{\sum_{i=1}^L \epsilon^t} \times \frac{l_i^{t+1} \times pv_i^t}{l_i^t \times pv_i^{t+1}}$$

其中， l_i 和 pv_i 分别代表用户的家庭负载和 PV 发电量。

b) 混合竞价模型

在实际操作中，采用经验方法通常会导致对中标价格的低估，因为中标价格与最终现货价格之间通常存在差距。另一方面，贪婪竞价策略往往提供了更高的价格估计，但这种侵略性策略可能会因为无法匹配市场价格而导致竞标成功率降低。为了弥补这一差距，本节提出了一种混合策略来帮助代理商提供投标价格，如下式所示：

$$P_{mix} = \sigma P_{greedy} + (1 - \sigma) P_{emp}$$

其中， σ 表示用户自行定义的市场判断系数。这种混合策略旨在平衡经验竞价和贪婪竞价的劣势，从而提高投标成功的概率，并更准确地反映市场实际情况。这有助于市场参与者更有效地应对市场波动，建模不同用户个体特性。

(6) 共享市场拍卖出清模型

传统的双边交易模式指的是电力市场中的大部分电量交易是由供电方和需电方之间的协商完成的，交易量和交易价格不再由一个中心化的市场决定。在这种模式下，系统运营商的职责主要集中在系统平衡、调度运营和输电网络管理等方面。双边拍卖方案使多个买家和卖家能够通过特定的出清规则，同时而独立地确定整个拍卖中交易的价格和数量。

在每个交易周期（例如 1 小时），买家宣布他们希望购买的电量及其出价，而卖家则公布他们希望出售的电量以及相应的询价。所提出方案的出清规则则通过以下步骤由市场运营商执行：

1) M 个买家提交他们的出价 bid_i 和报量 b_i 然后社区运营商按式降序对出价进行排序：

$$bid_1 > bid_2 > \dots > bid_M$$

2) N 个卖方提交他们的要价 ask_j 和报量 s_j ，然后社区运营商按式升序对要求排序：

$$ask_1 > ask_2 > \dots > ask_N$$

3) 当共享市场运营商接收到所有代理的全部信息后, 生成的总供给和总需求曲线。

4) 运营商根据总供给和总需求曲线出清市场。市场现货价格通过特定的价格出清算法(下式)确定:

$$p_* = F(bid, ask)$$

在每个交易周期结束时, 代理人提交下一轮 t 的期望出价/要价, 然后市场运营商将执行现货拍卖过程, 并通知所有竞标成功者可以购买或出售的电量 q'_i 以及出清价格 p'_* 。

整个市场模型如图 3-2 所示:

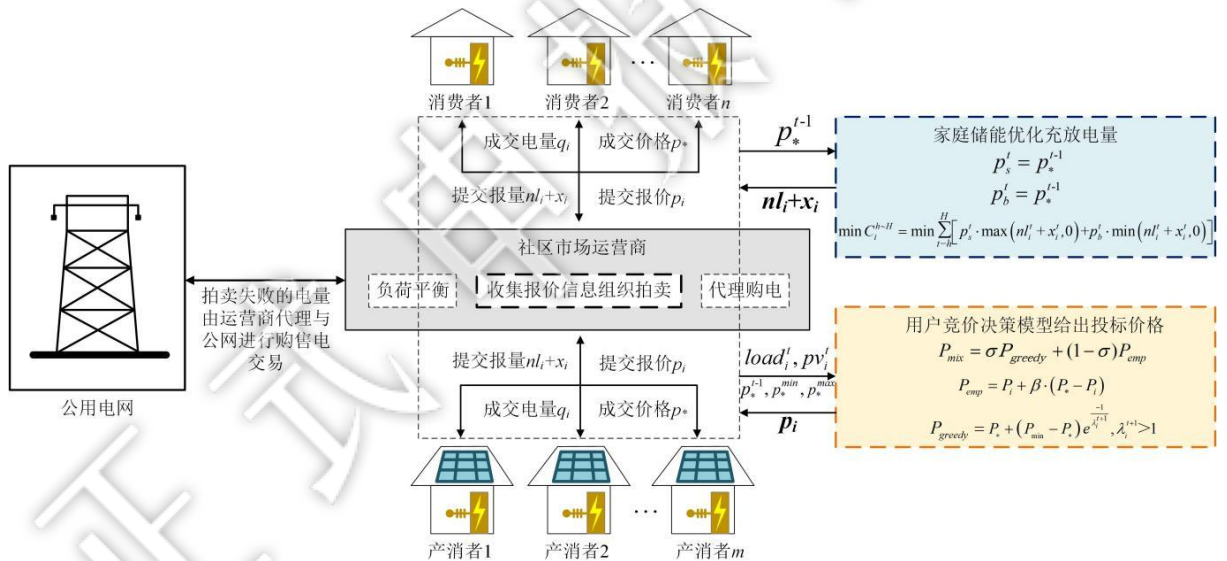


图 3-2 共享市场整体模型

3.1.2 基于新型社区现货市场的电力交易研究

(1) 共享市场拍卖机制研究

电力市场中常见的定价机制是传统一价一量模式, 它是一种定价和交易电力的方法, 也称为“均衡价格”或“边际成本定价”。这个模式基于供需平衡和市场竞争的原则, 其核心思想是电力的价格由市场上的最高成本电厂的边际成本决

定，而电力的数量由市场上的总需求和总供应量决定。其目标是实现供需的均衡，确保市场上供应的电力等于市场上的需求。在一价一量模式中，电力的价格是由生产电力的最昂贵的电厂的成本决定的。这通常是因为市场中的电厂具有不同的发电成本，包括燃料、设备维护和运营成本等。市场会选择边际成本最高的电厂来满足市场需求，并以该电厂的成本作为市场上所有电力的价格，以确保该电厂能够覆盖其成本并实现利润。图 3-3 为传统的一价一量模式，在这种情况下买卖双方都为单一报价和单一报量，按照统一边际价格法进行出清。

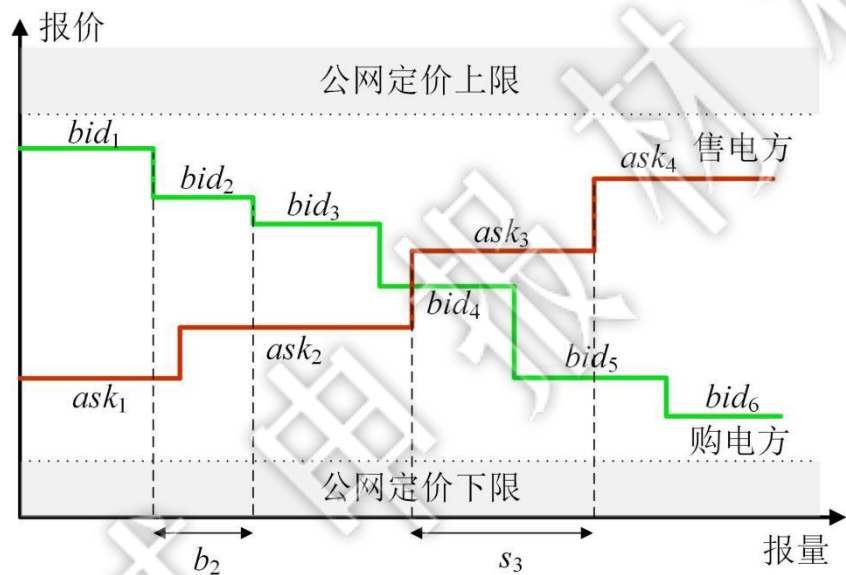


图 3-3 传统一价一量模式图

图 3-4 展示了基于单一报价方式的共享市场拍卖模型的整体框架图。本文首先利用基于模拟退火的家庭储能优化模型，得到每个用户的家庭储能系统的充放电电量。并将这一信息与用户自身的负荷需求以及光伏发电的出力两个关键参数结合，得到每个用户的最终报量。而后利用混合竞价模型得到各个用户的报价。在传统报价模式下，每位用户只需上报一个价格。之后这些用户报价由市场运营商进行统一收集并组织拍卖。在拍卖过程中，可以采用不同的出清机制，根据市场的实际需求和条件进行精确的出清。对于那些成功被出清的能源部分将在社区内

进行共享，提高了能源的利用效率。而对于未能成功出清的部分，将继续与公网以固定买入卖出价格进行交易，以确保用户侧能源得到有效利用和满足。

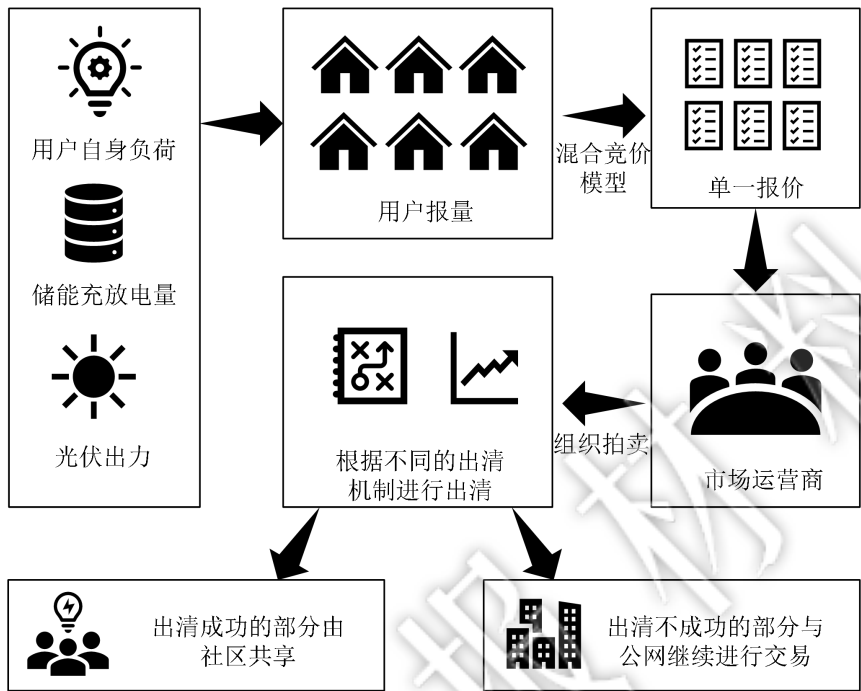


图 3-4 共享市场拍卖模型框架图

（2）基于统一边际价格出清的共享市场拍卖模型

统一边际价格出清的共享市场拍卖模型旨在通过确定统一的边际价格，使市场中的资源能够在供求的平衡点上得到有效配置。边际价格在这里扮演着关键角色，通过它可以在不同时间和条件下反映资源的价值，从而引导市场参与者进行合理的决策。出清价格的确定规则对市场发展和用户竞价策略起着引导作用。出清价格确定过程如图 3-5 所示：

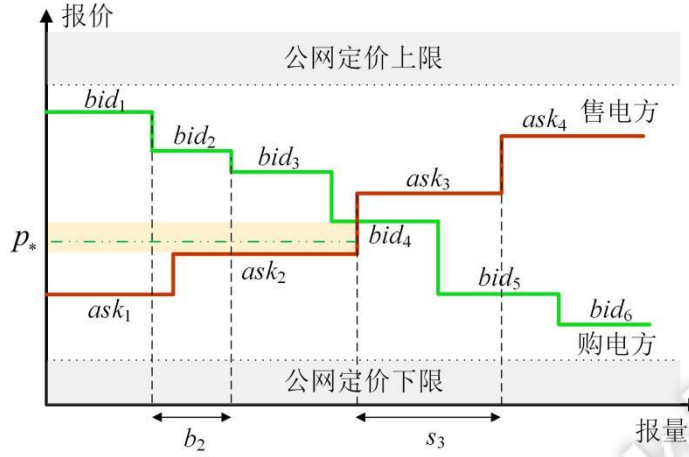


图 3-5 基于统一边际价格出清的共享市场出清示意图

假设供给曲线与需求曲线相交于买家 K 和卖家 L 的成交区段，对于 $i \leq K$ 的买家和 $j \leq L$ 的卖家在拍卖中获胜。市场统一出清价格可以是报价范围 $[ask_L, bid_K]$ 任意值（假设 $ask_L < bid_K$ ）。传统确定出清价格的方法为出价和要价的算术平均值，具体算法如式所示：

$$p_* = \frac{(bid_K + ask_L)}{2}$$

其中 p_* 为社区运营商最终公布的统一成交价格。然而这一简单的出清算法可能对某些参与者不利。为了使拍卖方案对所有参与者都具有吸引力并且符合各成员的利益，可以根据供需加权出清方法确定统一出清价格 p_* 。统一出清价格确定方法如式所示：

$$p_* = ask_L + \frac{\sum_{i=1}^K b_i}{\sum_{i=1}^K b_i + \sum_{j=1}^L s_j} (bid_K - ask_L)$$

式中 $\sum_{i=1}^K b_i$ 和 $\sum_{j=1}^L s_j$ 分别表示拍卖过程的所有获胜者希望投放在共享市场的总购买和出售能力。采用这一价格确定规则的原因在于：当供大于求时 $\sum_{i=1}^K b_i < \sum_{j=1}^L s_j$ ，分数比例降低，现货价格接近于 ask_L ，此时现货价格与买家的出价存在较大差距。随着价格差距的增加，买家愿意申报更多需求到市场以降低

其预期成本，因此整体市场需求将增大。另一方面，当现货价格与卖家的要价之间差距变小时，卖方增加售电的意愿将减弱。同理，在供小于求时，现货价格对卖家的利益更大。卖家将愿意在之后投放更多产能。

（3）基于高低匹配分散出清的共享市场拍卖模型

高低匹配出清是一种确定成交主体，且完成成交排序的规则与方法。该机制于 2020 年 6 月被四川省首次采用。高低匹配的核心在于根据价格，将买方和卖方分别从高到低排序，并根据价差进行匹配，以更好地反映市场供需状况。这一机制的作用在于提高市场的竞争性和效率，给予市场参与主体更灵活的交易选择。通过高低匹配分散出清，市场能够更加准确地反映供求关系，激发市场参与者更有针对性地进行交易，从而实现电力市场的平衡和有效运行。出清价格确定过程如图所示：

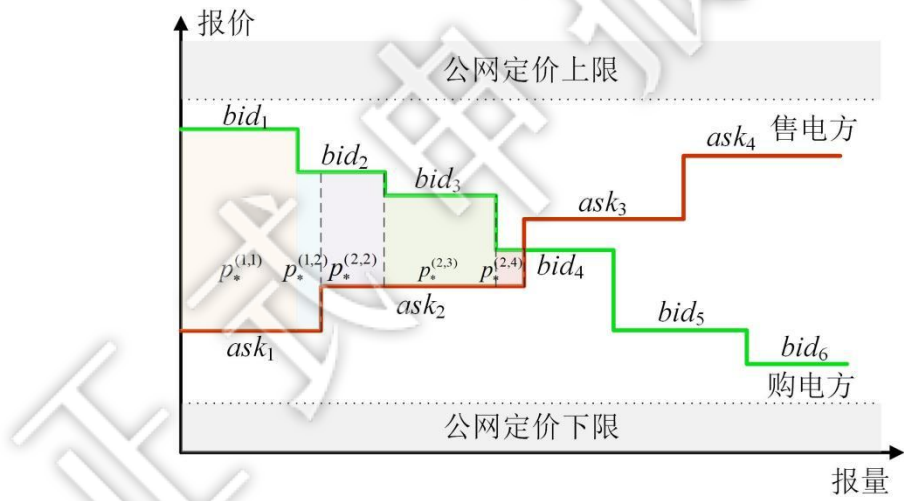


图 3-6 基于高低匹配分散出清的共享市场出清示意图

出清过程中，基于买方序列和卖方序列的价格排序，从卖方的最低价格和买方的最高价格依次匹配成交序列对，并且仅当买卖双方的价格差大于等于 0 时被判定有效，直到买方卖方出现最后一个有效交易对为止。对于竞价成功的成交对 (bid_i, ask_j) ，该成交对按照式确定出清价格 $p_*^{(i,j)}$ ：

$$p_*^{(i,j)} = \frac{(bid_i + ask_j)}{2}$$

其中 bid_i 和 ask_j 分别为买方 i 和卖方 j 的报价。

同理，为了刺激用户参与共享市场拍卖的意愿，对于各成交对的成交价格由供需加权平均值通过式确定：

$$p_*^{(i,j,Q_{(i,j)})} = ask_j + \frac{\sum b_i}{\sum b_i + \sum s_j} (bid_i - ask_j)$$

其中 $\sum b_i$ 和 $\sum s_j$ 分别表示拍卖过程当前成交对之前所有获胜者希望投放在共享市场的总购买和出售能力。

3.2 创新点

本项目围绕基于新型社区现货市场的电力交易研究展开研究，创新点如下：

（1）构建适合社区家庭的储能优化模型，以及对应的共享市场拍卖模型。同时引入统一边际价格出清和高低匹配分散出清两种机制，通过相关验证，证明这些模型和机制能够有效提升市场成交量、降低用户成本，并促进分布式新能源的就地消纳。

（2）提出一种动态混合竞价策略，该策略融合历史记录与未来不确定性因素，可有效解决封闭市场中参与者因无法获取其他参与者行为信息而面临的决策难题，在保护市场隐私的同时，精准模拟能源共享过程中的动态变化。

（3）探讨分析社区现货市场机制模型，凸显其在适应供需动态变化、满足能源需求多样性和供应不确定性等方面的优势。

4.工作进度安排

表 4-1 工作进度表

序号	开始日期	结束日期	安排内容
1	2025 年 9 月	2025 年 10 月	完成项目前期资料收集与整理，明确研究内容。

2	2025 年 11 月	2026 年 3 月	构建社区能源共享市场数学模型，包括用户模型、家庭储能系统模型，完成家庭储能优化模型搭建与参数调试。
3	2026 年 4 月	2026 年 8 月	设计动态混合竞价策略，建立用户竞价决策数学模型；搭建共享市场拍卖出清模型，引入统一边际价格出清和高低匹配分散出清机制，完成算法编码与功能测试。
4	2026 年 9 月	2026 年 12 月	预处理实验数据，设置仿真场景参数；开展单一报价方式下的市场出清仿真实验，记录初步结果。
5	2027 年 1 月	2027 年 5 月	探讨分析社区现货市场机制模型具体表现并进行市场反演。撰写项目技术报告，完成期刊论文撰写与投稿。
6	2027 年 6 月	2027 年 9 月	整理软件代码，准备并提交软件著作权登记材料，完成项目总结。

5.经费预算

科目名称	预算金额	备注
(一) 直接费		
1. 人工费		
(1)专职研究人员费		
(2)临时性研究人员费		
2. 设备费		
(1)仪器设备使用费		
(2)软件使用费		
3. 业务费		
(1)材料费		
(2)资料费	0.2	
(3)印刷出版费		
(4)专利与知识产权事务费	1.68	

(5)会议费		
(6)差旅费		
(7)培训费		
4. 场地使用费		
(1)场地物业费		
(2)场地使用租金		
5. 专家咨询费		
(二) 间接费		
(三) 外委支出		
1.外委研究支出		
2.仪器设备租赁费		
3.外协测试试验与加工费		
(四) 税金	0.12	
合计	2	

6.预期成果形式及先进程度

6.1 预期成果形式

本项目围绕基于新型社区现货市场的电力交易研究展开研究,预期取得以下成果:

- (1) 《基于新型社区现货市场的电力交易研究》技术报告 1 篇
- (2) 发表或录用高水平论文 1 篇
- (3) 登记软件著作权 1 项

6.2 先进程度

2025 年，国家发改委持续推进电力现货市场建设，强调要发挥现货市场在电力资源配置中的决定性作用，推动分布式能源参与市场交易，促进新能源就地消纳，构建多元主体协同参与的市场格局。在此背景下，本项目围绕基于新型社区现货市场的电力交易展开深入研究，其先进程度体现在多方面的创新与实践价值上。

本项目通过构建家庭储能优化模型与共享市场拍卖模型，结合统一边际价格出清和高低匹配分散出清机制，可实现对新型社区内电力现货交易的有效市场调控，有效提升市场成交量、降低用户成本，同时促进分布式新能源的高效就地消纳，符合现货市场建设中对资源优化配置的核心要求。

另外，本项目建立的动态混合竞价策略，可以融合历史记录与未来不确定性因素，能够解决封闭市场中参与者的信息壁垒问题，在保护隐私的同时模拟能源共享动态，增强了市场运行的稳定性与公平性。本项目整体研究成果与国家电力现货市场建设的方向契合，具有一定的实践指导意义和行业领先性。

7.推广应用前景分析

本项目聚焦于基于新型社区现货市场的电力交易研究，所形成的技术成果贴合电力市场的发展趋势，在多方面展现出推广应用潜力。

首先，本文构建的新型社区现货市场为分布式能源消纳提供了有效途径。社区共享市场以分布式能源（如光伏发电）为交易对象，允许产消者将多余电力出售给社区内其他用户，有效解决了分布式能源供应不稳定、供需错配问题，促进新能源在本地的高效消纳，减少能源浪费。同时能够增强市场灵活性与响应能力，通过引入创新性报价机制，参与者可在不同时段设定不同价格范围，突破传统单一报价模式的局限，更好地适应社区能源供需的时变性和多样性，提升市场对动

态变化的响应速度，减少交易失败情况。

另外，家庭储能系统与市场机制结合，用户可通过储能充放电优化和市场交易降低用电成本，产消者能通过出售余电获得收益。封闭式拍卖机制防范恶性竞争和价格操纵，保障交易公平透明，增强用户参与意愿。动态混合竞价策略融合历史数据与未来预测，在保护隐私的同时提升报价精准性，保障市场高效稳定运行。

此外，本项目能够助力绿色低碳发展。通过促进社区内清洁能源共享使用，减少清洁电力输电损耗，降低碳排放，为社区绿色可持续发展提供能源支撑。