海岛多能互动综合能源客户侧电力物联网应用研究

文/上海电力大学　林正阳

分析了湄洲岛多能互动综合能源客户侧电力物联网发展建设的经验，具体为分阶段实施项目计划、强化组织保障机制、优化项目实施方案、示范项目投资保障及拓展市场创新举措。对湄洲岛多能互动综合能源客户侧电力物联网发展建设成效进行阐释和总结。

湄洲岛作为典型的海岛，对其多能互动综合能源客户侧电力物联网应用发展展开研究，有助于以小见大，由小及大，从个体到一般地去探析海岛多能互动综合能源客户侧电力物联网发展建设的共同点，找到具有普适性，能够符合类似海岛的多能互动综合能源客户侧电力物联网发展要求的建设策略。

建设过程

着力开展办电“一趟不用跑”、报装全流程可视、抄核收全环节自动、用电故障主动抢修、智能家居精准推广、综合能源增值服务、电动汽车智能出行及新能源微电网运营等八项应用，高质量推进传统供电服务向综合能源服务转型发展，为湄洲岛地区创新能源消费新模式、产业新业态提供了良好基础。为了有序推动湄洲岛“泛在电力物联网”示范区建设，公司项目团队把“三级联创”“青创赛”融入项目中，在推动项目建设中发挥重要作用。

1. 分阶段实施项目计划

公司项目团队充分认识发展综合能源服务工作的重要性，根据《国网莆田供电公司湄洲岛“三型两网”泛在物联网海岛综合能源示范区建设工作实施方案》落实项目资金，坚持“综合能源+生态发展”相融合理念，以交通、居民生活和建筑用能管理等领域为重点，分三个阶段实施计划。

第一阶段，项目宣传推广及基础建设。完成国网福建电力“全国生态能源示范区”建设新闻发布会暨“社会责任月”活动；启动三个无人岛夜景工程建设；启用码头光伏小屋国网爱心驿站点。对岛上酒店、民宿和餐厅等推广进行厨房电气化改造，并推广分布式光伏建设，为平台建设收集基础数据；对现有的集中式储能系统进行改造，并应用综合能源系统运行管理和调度控制。

第二阶段，项目实施及过程管控。完成续建智慧能源平台上线试运行，接入已完成项目的能源管控，使平台初具管控功能；完成储能站多能互补项目，推进智能建筑、智能家居等电网侧综合能源运用项目；完成祖庙核心区古建筑综合能源改造项目；启动全岛多表合一项目建设；完成电力无线专网、多表合一等项目落地投运。完成港口岸电、轮渡船油改电等项目落地投运；完成综合能源智慧城

市体验馆建设。

第三阶段，市场应用与推广。通过新闻网络媒体的沟通和宣传，以湄洲岛综合能源示范点为载体，打造宜居港城、建设美丽莆田综合能源示范区，通过集中宣传、示范点建设等形式，积极开展“试点”工作法，实现经验与效益共享，形成示范意义项目上报管理创新在省公司层面进行推广。

2. 强化组织保障机制

成立综合能源服务机构，2019 年 7 月，公司成立了综合能源服务中心，建立常态化开展工作机制，为营销部综合能源服务工作提供支撑。湄洲岛项目团队对接湄洲岛管委会及相关部门，衔接地方和行业规划，及时协调解决“三型两网”泛在物联网海岛综合能源示范区的政策推动、机制创新等方面的重大问题。组织实施全岛各领域的泛在物联网建设工作。为提升服务品质，针对“泛在物联网”的应用，公司营销部开展业务培训，通过 PDCA 闭环管控措施，解决综合能源服务推动重点矛盾和问题，团队解决问题的方法和思路在循环积累中不断提高。专业人员在推广综合能源服务时能更加精准地服务客户，指导湄洲岛地区多种能源的高效利用，为用户提供能源决策服务。

3. 优化项目实施方案

1）“多表合一”实现水、电数据远程采集。综合能源设施数据是以服务能源诊断、能源运维和购售电业务为重点，“集中+分散”分层构架。建设“多表合一”，实现水、电等多能源计量数据远程采集及能源网络、信息资源共享，为综合能源运营提供数据基础支撑，便于客户建模。通过数据采集分析，实现“全局管理、分布自治”，横向电、水、热、冷多能互补集成优化，纵向源、网、荷、储协调控制，提升区域综合能源服务效率，详细如图 1 所示。

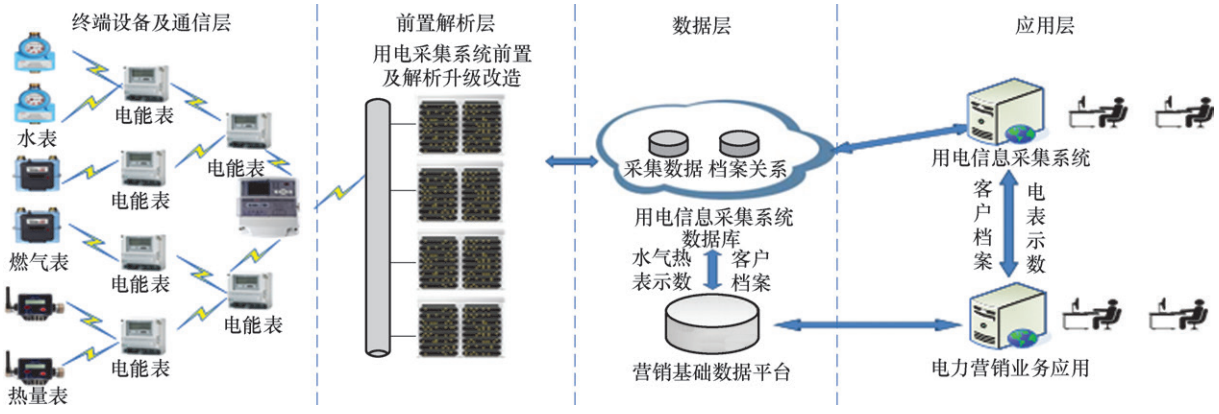

图 1　多表合一智能采集项目图

2）“智慧车联网”实现绿色智慧交通。降低岛内充电服务费，合理布点充电桩，打造全岛“三公里充电圈”，推广电动汽车智能化有序充电。基于“车联网”APP，应用智慧能源服务系统，电动汽车智能充电路径规划服务系统，能够通过互联网地图获取到达目的地的最短路线。结合续航、运行状态等信息计算剩余行驶里程，根据出发时间，预测客户个性偏好需求，进而计算推荐行驶里程。再根据剩余行驶里程和推荐行驶里程，确定充电站搜索范围并预测搜索范围内充电站的排队时间，最终计算出当前阶段为车辆充电的最优充电站地址，并推送给客户，详细如图 2 所示。

3）“多能互动平台”探索智慧新能源服务。湄洲岛电网综合实验基地 1 MW/2 MW·h 储能系统进行升级改造，更新控制系统，数据接入“多能互动”平台。对妈祖庙、海景大酒店等重要客户与风、光、储、充等能源端设置一二级测点，开展光伏、风电、储能和充电站等设备的集中控制，搭建可满足全岛能源供给且灵活、可控能源互联网系统，实现清洁能源的有效利用。

4）“用能管家”构建互利共赢新模式。以服务能源诊断、能源运维和购售电等业务为重点，“集中+分散”的分层逻辑信息体系为架构，通过“全局管理、分布自治”，实现横向电、水、气、热、

图 2　湄洲岛多能互动平台总览图

冷多能互补集成优化及纵向源、网、荷、储协调控制。把湄洲岛能源所有供给侧、消费侧的能量流和信息流接入平台管理，使全岛上能源形成一张网，在这张网内落实智能需求侧管理，推进终端用户消费再电气化。平台作为综合能源管理的大脑，建设覆盖综合能源调度、能效管理服务、设备运维服务、购售电服务、碳资产管理服务、平台咨询服务和技术支持服务等功能，最终形成综合服务及新业务、新业态和新模式发展平台，构建互利共赢共享经济模式。

5）“物联网+客户服务”提升能源服务品质。建设互联网+智慧能源的湄洲示范区，要通过综合能源服务来具体实施。我国的综合能源服务处于起步阶段，相关技术、模式与业态均处于积极探索发展阶段，利用“泛在物联网”能源大数据，建立用户与电网的能量、信息双向互动机制，提供能效在线监测、诊断分析、能源优化规划设计和能源产品等平台服务。

6）“掌上电力”实现办电一趟不用跑。国网莆田公司围绕全面建设“三型两网”世界一流能源互联网企业的战略目标，大力推进客户侧泛在电力物联网建设，从增值服务、精准营销、风险防控、精准投资、数据社会化共享和精益管理六个供电服务领域深入推动营销数据价值挖掘，以数据驱动营销全业务、全渠道和全过程业务创新，持续助力营销传统业务转型升级，不断提升客户服务水平，增强客户参与度、满意度和获得感，让人们过上更加绿色、智慧的用能新生活。

4. 示范项目投资保障

按照国网精准投资的要求，泛在电力物联网应取得最大的经济效益。国网莆田供电公司前期对项目进行精准评估，细化可研报告，保障投资与计划无误差，做好项目前期收益进行详细预测，并严格履行审批手续。通过与综合能源公司合作，利用能源托管、效益分成等形式多样的投资方式，解决了用户的资金问题，减少投资成本，该项目对今后泛在物联网建设投资方式提供参考模式，为国家电网取得经济效益和管理经验。

5. 拓展市场创新举措

综合能源服务是泛在电力物联网的重要应用，开展综合能源服务业务，是国家电网有限公司由单一能源提供商向综合能源服务提供商转变的重大战略举措，也是为助力美丽乡村建设、打赢脱贫攻坚战贡献了一份力量。2019 年，公司签订综合能源服务社会化营收合同金额 1 050 万元，其中四大重点领域占比 52%，为加快推广泛在电力物联网打好坚实基础。

应用成效

1. 提升公司核心竞争优势

国家电网正处于向综合能源服务商转型的关键时期，“泛在电力物联网”示范区的成功运行，将为国网综合能源服务推广提供一块重要拼图。实现了产能高效集约化综合供能与管控；提升示范区产业用能体验，推进国网公司向综合能源服务转型发

展，打造以客户为中心、服务为根本、市场为导向的世界一流能源互联网企业市场营销，实现了公用事业服务、能源互联网服务“两个一流”，在新一轮能源和数字革命中树立“两个典范”。

（1）构建绿色高效能源体系

泛在电力物联网建设将有力促进我国能源互联网产业集群发展，构建起开放共建、合作共治和互利共赢的产业生态。智慧岛屿用能管家平台分析全岛综合能源供给特性，构建以太阳能、风能等可再生能源为主体的分布式能源网络的智慧岛屿，实现终端能源的综合、梯次和优化利用。构建客户智慧能源控制、企业能效服务和智慧车联网服务功能，构建绿色高效、开放共享能源服务及生态圈。

（2）实现智慧新能源服务

发挥电网能源转换枢纽平台作用，实现电动汽车、储能和港口岸电等设备合理用能，挖掘新型用能设施的可调节潜力。促进清洁低碳、安全高效能源体系建设，该示范项目向社会进行推广，引领国网公司创收综合能源服务社会收益。

（3）精准服务电力客户

大大减少市场人员对项目资源的数据收集，实现信息一键掌握，在推广综合能源服务时能更加精准服务电力客户，提供能源决策服务，指导地区多种能源的高效利用和节能，通过节能减少用户资金投入，引导用户低碳绿色用能，进一步提高综合能源服务项目洽谈成功率。

2. 拓展市场创新举措

通过“互联网+”数据采集和应用，湄洲岛对电力数据的大规模采集和系统性分析，不仅优化电力生产、传输和消费等各环节，实时监控电网运行，预判故障风险，优化运维抢修流程，也实现了以电网为中心的用户侧“源-网-荷-储”智能互动，推进有序充电、储能云网和绿电交易等业务应用。通过对用户用能行为、习惯的引导干预，实现多能互补，能量的梯次利用，有效提高能源综合利用效率，提升电网调度控制和电力市场交易能力，提升电网安全经济运行水平。湄洲岛整个岛屿将是一个风光储一体化、冷热电多能供应的智慧岛屿，集分布式清洁能源、储能等先进理念和技术，持续优化湄洲岛的能源供给系统，加快推动多元互补、广泛互联和供需互动的能源消费模式。

3. 优质的能源服务推动地方经济发展

项目的实施可以有效提高居民生活质量。项目实施后，湄洲岛电力占终端能源消费比重将上升至90%以上，形成去油少气、绿色清洁的能源系统。年户均用能成本能够降低约25%，电动汽车、储能租赁将提升经济效益约5%，有效保护海岛的生态环境，降低居民生产、生活成本，实现政府、企业和民众三方共赢，推动地方经济发展。2019年4月后，湄洲岛小微企业的办电成本由20万元直降至最多只需要2 830元。同时通过示范基地的引领带动作用，实现投入产出比最大化。未来，国家电网有限公司将坚持以客户为中心、市场为导向、服务为根本，加快客户侧泛在电力物联网建设落地生根、开花结果，强化产业协同，与社会共享发展成果；创新营销服务，让广大客户用上实惠电、绿色电和智慧电。

结束语

本项目通过建设风力发电，将风力微电网与储能电站、光伏发电和充电桩相结合，构建“风-光-储-充”一体化示范区，建立符合海岛特征的多能互动控制系统，构建以电能为核心的综合能源服务体系，形成湄洲岛多能互动平台，开展光伏、风电、储能和充电站等设备的集中控制，实现清洁能源的有效利用。通过对用户侧冷、热、电、热水负荷需求预测分析，根据天气情况对风、光、储能源供应预测分析，综合考虑峰谷平市电价格、风光储自行消纳及上网电价建立能源配比规则，形成岛内能源优势互补、互联共享的局面，实现湄洲岛最大限度接纳风、光等各种类型清洁能源。

技术上，项目通过建设能效监测分析模块、风光储充一体化监控模块、多能协同优化控制模块与社区公共综合管控模块四大模块构建平台业务功能架构。

经济上，本项目主要针对全岛能源互动进行综合能源示范项目建设，风机和光伏系统发电量结合储能系统的使用，缓解了风电、光伏随机性、波动性对用电带来的困扰，产生巨大经济效益。EA