

济宁海螺水泥有限责任公司

零外购电智慧微网

一、案例简介

济宁海螺水泥有限责任公司是一家大型专业化水泥生产企业，可年产熟料 180 万吨，水泥 220 万吨，骨料 480 万吨，2022 年企业总生产用电约 14198 万 kWh。济宁海螺水泥有限责任公司水泥零外购电智慧微网（简称济宁海螺水泥智慧微网）通过自主研发负荷平衡控制系统，建设 11.5MW 分布式光伏、1.5MW 分布式风电、9MW 余热发电、9MW 垃圾发电、9MW 生物质补充热能项目，以及 2MW/8MWh 用户侧储能系统，系统融合管控余热、生物质气化补充热能、风电、光伏等多种能源，采用源网荷储协同的多元互动模式，实现最优运行策略的输出，工厂全部电能消耗由低碳环保的各类新能源提供，最终实现整体发、供、用系统平衡，节能减碳及度电成本最低。

济宁海螺水泥智慧微网可再生能源年发电量约 19197 万 kWh，其中余热发电 5960 万 kWh，风力发电 130 万 kWh，光伏发电 1407 万 kWh，生物质补充热能发电 6480 万 kWh，垃圾发电 5220 万 kWh，通过绿电智慧能源平台，实现工厂内用电自给自足，清洁能源电量使用比例达到 100%。济宁海螺水泥智慧微网实施后，每年可减少化石能源消费 23593 吨标煤，减少二氧化碳排放 109500 吨。



图1 济宁海螺零外购电智慧工厂

二、主要做法及亮点

实现工厂多能高效互补利用。济宁海螺水泥智慧微网从顶层需求出发，通过参数分析设计合理的负荷平衡控制调度系统。源侧接入风力发电、光伏发电、余热发电、生物质发电多个分布式电源；网侧以大电网作为支撑，以工厂配电网作为主干网架；荷侧接入熟料生产、水泥窑、原料生产及园区办公照明等其他负荷；储侧建设与新能源电网集成的一整套储能电站。管控系统充分获取工厂源、网、荷、储运行信息，并根据用户需要确定相应的协调控制策略，调节电源出力、负荷用电行为，在满足工厂生产用电要求的同时，尽量消纳清洁能源，降低工厂的总用电成本，实现园区综合能源系统的经济可靠运行，实现了工厂可再生能源就地消纳比例达到 97.6%，可再生能源消费量占本企业消费总量的比例达到 47.3%。

搭建负荷平衡控制调度系统。在保证工厂正常生产负荷功率的情况下，分析工厂能源消耗结构，统筹规划新能源项目规模，研究适应水泥生产要求的风力发电建设应用方案，提升绿色清洁

电力使用比例。针对水泥工业大功率电气设备的经济运行问题，研发智能储能微网分层控制、能量管理、储能逆变器并联运行和功率优化分配方法，实现了电能的供需平衡。开发本地检测系统及储能软硬件一体化管理平台，实现了大容量分布式储能系统的即时检测与智能化调度管理。针对依靠人工进行能源调控无法实现供用平衡和经济最优的问题，作为一种更先进、更可靠的能源调控手段及工具，帮助能源运营者实现最优的能源运营结果。

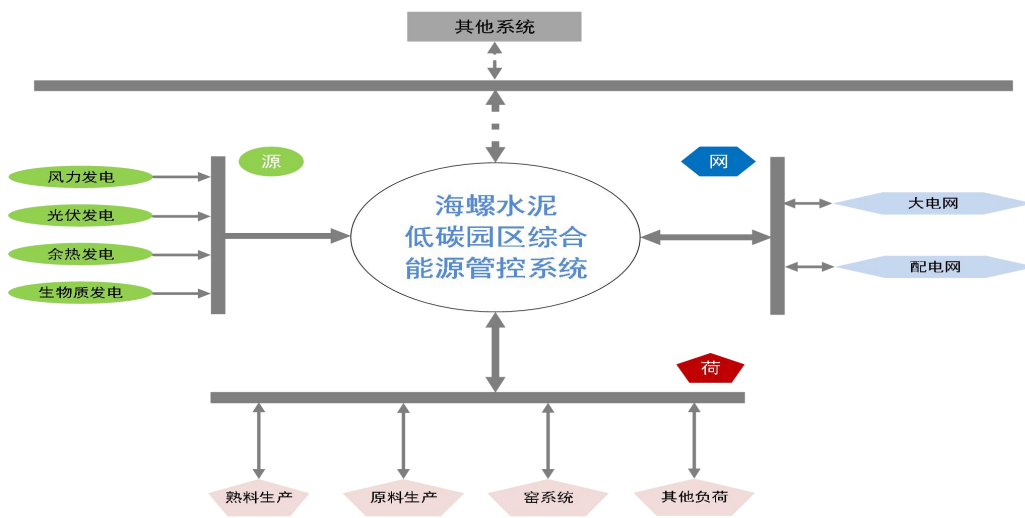


图2 负荷平衡控制调度系统构造图



图3 济宁海螺水泥绿电智慧能源平台

虚拟电厂技术实现源网荷储多向互动。多能虚拟电厂调控模

块，提升负荷侧多能灵活调节能力，均衡区域负载、优化区域主变峰谷差。在资源灵活互动方面，首次实现机器人，克服目前人工分析、策略计算、指令下达不灵活的主要矛盾。发展虚拟电厂，将需求侧分散资源聚沙成塔，与电网进行灵活、精准、智能化互动响应，有助于平抑电网峰谷差，提升电网安全稳定运行水平；降低用户用能成本，提升用户用能效率，获取需求响应收益；有效提升系统调节能力，促进各类新能源消纳。

三、运营模式

济宁海螺水泥智慧微网总投资 12.5 亿元，济宁海螺水泥有限责任公司投资建设余热发电项目、生物质补充热能项目、风电储能一体化项目，泗水海螺新能源有限公司投资建设光伏发电项目，以上项目均由济宁海螺水泥进行运维；泗水海螺创业环境工程有限责任公司投资建设 9MW 垃圾发电项目，并进行运维；以上公司均为海螺集团下属子公司。电量消纳方式采用自发自用，余电上网的运营模式。储能、垃圾发电、生物质补充热能项目及生产系统主机设备均参与电网需求响应，通过合理调整自身的生产方式，积极响应电网调峰需求，在满足电网调峰要求的时段享受电网的补贴收益。