

Research on New Energy Micro Grid Optimizing Strategy

Zhuli Wu¹, Yihua Chen¹, Jingfei Zhao¹, Naihua Feng¹, Jiakai Qin²

¹Sansha Power Supply Bureau, Hainan Power Grid, Sansha Hainan

²Beijing SIFANG Automation CO., LTD., Beijing

Email: hn_wuzl@163.com

Received: May 23rd, 2019; accepted: Jun. 7th, 2019; published: Jun. 14th, 2019

Abstract

This paper considers wind, solar and storage in micro grid system. Firstly, the framework of micro grid system is analyzed and the mathematical models of each module in the system are established. Then the flexible load characteristics of adjustable load and translatable load are studied and modeled respectively. Finally, the NSGA2 multi-objective optimization algorithm is adopted to study micro grid operation cost and the service life of energy storage system as the objective function. An example is given to verify the feasibility and validity of the algorithm. Compared with conventional operation schemes, the method proposed in this paper can effectively reduce the operation cost of micro grid by optimizing load dispatch, and improve the service life of energy storage system to ensure the safe and economic operation of micro grid.

Keywords

New Energy, Micro Grid, Flexible Load, Multi-Objective Optimization

计及新能源的微电网优化策略研究

吴祝李¹, 陈益华¹, 赵景飞¹, 冯乃华¹, 秦嘉凯²

¹海南电网有限责任公司三沙供电局, 海南 三沙

²北京四方继保自动化股份有限公司, 北京

Email: hn_wuzl@163.com

收稿日期: 2019年5月23日; 录用日期: 2019年6月7日; 发布日期: 2019年6月14日

摘要

文章针对计及风、光、储的微电网系统, 首先分析微电网系统的框架并对系统内各模块进行数学建模,

接着对可调整负荷、可平移负荷分别进行柔性负荷特性研究并建模,采用NSGA2多目标优化算法,以微电网运行费用与储能系统的使用寿命为目标函数,研究微电网的日前优化调度策略,最后通过实例验证了算法的可行性与有效性。文章提出的日前优化调度方法与常规运行方案相比,通过对负荷的优化调度有效降低微电网的运行费用,同时提高储能系统的使用寿命,保证微电网安全、经济运行。

关键词

新能源, 微电网, 柔性负荷, 多目标优化

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近年来,用电负荷也在基础设置的扩张化建设与新兴产业的发展中迅猛增加,因此电网在运行过程中的负担加重,仅依靠传统的化石燃料发电不足以满足用电需求[1]。因此在面临化石燃料存在环境污染、能源紧缺等问题的背景下,大力发展可再生新能源,特别是分布式光伏发电、分布式风力发电,已经成为电力发展的必要选择[2] [3]。

微电网作为整合可再生能源发电、储能装置、配电网供电、负荷的有机整体,成为政府倡导的新能源发展路径,逐渐在多个领域实现突围,特别是在海岛、偏远地区、人群密集的都市楼宇、社区、工厂等地区,具有灵活可靠,能源就地消纳等诸多优点,在推动可再生能源发展,解决偏远地区供电,缓解大电网运行负担等方面有着积极意义[4] [5]。2017年3月,国家发展改革委发布《国家重点节能低碳技术推广目录》[6],指出未来五年国内将建300座微电网工程,项目投资将达到5亿元,由此可以看出,微电网的发展如火如荼,对微电网的优化管理是值得研究的课题。

目前,国内外专家学者针对微电网已经开展了一定的研究。文献[7]考虑风力发电、光伏发电出力的间歇性以及用户负荷曲线的随机性,提出微电网保证负荷需求与经济性的双目标能量管理优化框架;文献[8]就发电成本和对污染物的影响度,搭建了一个微电网数学模型,通过帕累托寻优求解;文献[9]通过考虑需求侧的响应,使微电网费用最低和停电缺失最小,构建微电网日前优化的数学模型;文献[10]搭建了用电使用方案最佳调度模型,并且提出了考虑矩阵实数和0、1整数的混合编码方式利用遗传算法进行求解;文献[11]主要思想是实时调度策略出发和考虑需求侧响应,使电网发电量达到最大并且使电网的运行费用达到最低。

当前针对微电网优化仿真调度问题的研究主要侧重于微电网的经济性、污染度考虑,在优化过程中简化了对负荷的讨论与分析,忽略了对柔性负荷的优化调度研究。

本文针对含有风、光、储的微电网系统进行优化研究,首先分析风、光、储微电网系统的框架,并对系统内各模块进行数学建模;接着对可调整负荷、可平移柔性负荷进行负荷建模;采用NSGA2多目标优化算法,以微电网运行费用与储能系统的使用寿命为目标函数,研究微电网的优化调度策略,最后通过实例验证了算法的可行性与有效性。

2. 风、光、储微电网系统的框架与模型

风、光、储微电网系统由风力/光伏发电系统、储能电池系统、电能转换模块构成,采用并网运行的

方式对负荷进行供电，风力发电系统通过 AC/AC 变压器、光伏发电系统通过 DC/AC 转换器接入交流母线，为负荷提供直接的电能来源；储能电池系统通过 DC/AC 转换器与交流母线双向互动，起到存储与调节电能的作用。具体框架如图 1。

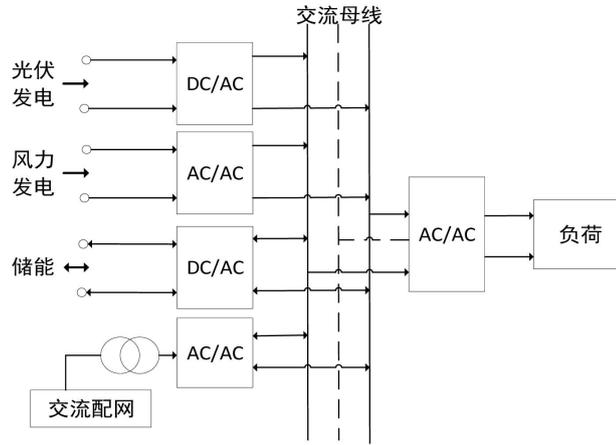


Figure 1. Framework diagram of micro grid
图 1. 微电网框架图

2.1. 光伏发电出力模型

光伏 PV (photovoltaic)阵列的出力取决于光强、电池表面的温度和太阳辐射的最大功率点 MPP (maximum power point)等因素的情况[12]。光伏阵列的输出功率为：

$$P_{PV} = Y_{pv} \times f_{pv} \times \frac{\overline{G_T} [1 + \alpha_p (T_c - T_{c,STC})]}{G_{T,STC}} \quad (1)$$

式中： P_{PV} 为光伏出力； Y_{pv} 为额定容量； f_{pv} 为常数； $\overline{G_T}$ 为光强； $\overline{G_{T,STC}}$ 为辐射强度； α_p 取-0.005； T_c 为电池温度； $T_{c,STC}$ 为标况下电池温度。

2.2. 风力发电出力模型

为了计算简单，假设空气密度恒定，风电出力 p^w 的线性分段的函数表达式[13]：

$$p^w = \begin{cases} 0 & v < v_{in} \text{ 或 } v > v_{out} \\ p_r^w \frac{v - v_{in}}{v_r - v_{in}} & v_{in} \leq v < v_r \\ p_r^w & v_r \leq v \leq v_{out} \end{cases} \quad (2)$$

式中： v_{in} 、 v_{out} 和 v_r 分别对应风电机组的切入风速、切出风速和额定风速； p_r^w 为风电机组的额定有功出力。当风速大于 v_{in} 时，风电机组启动并正常运行；当风速大于 v_r 且小于 v_{out} 时，风电机组有功出力保持额定值；当风速小于 v_{in} 或大于 v_{out} 时，风电机组停止运行。

若风速服从双参数威布尔分布，则风电机组有功出力 p^w 等于0的概率及 p^w 等于额定功率 p_r^w 时的概率分别如式：

$$P_w \{p^w = 0\} = 1 - \exp \left[- \left(\frac{v_{in}}{c} \right)^k \right] + \exp \left[- \left(\frac{v_{out}}{c} \right)^k \right] \quad (3)$$

$$P_w \{p^w = p_r^w\} = \exp\left[-\left(\frac{v_r}{c}\right)^k\right] - \exp\left[-\left(\frac{v_{out}}{c}\right)^k\right] \quad (4)$$

当风电机组有功出力 p^w 大于 0 且小于 p_r^w 时, 其概率密度函数 $f_w(p^w)$ 可表示为:

$$f_w(p^w) = \frac{klv_{in}}{c} \left(\frac{(1+\eta l)v_{in}}{c}\right)^{k-1} \exp\left[-\left(\frac{(1+\eta l)v_{in}}{c}\right)^k\right] \quad (5)$$

风电有功出力模型的概率密度函数 $f_w(p^w)$ 由三个部分组成, 因而能够全面地描述风电机组有功出力的概率特性。

2.3. 风力发电出力模型

储能电池在微电网中发挥着调节能量流动的重要作用, 当风光输出的电能不足以供给负荷运行时, 储能电池放电; 当风光输出的电能能够满足负荷需求, 储能电池充电。在微电网系统内, 储能电池随着负荷的变化状态时刻变化, 过度的充放电会使电池寿命降低, 通过对用电负荷的优化调度可以延缓储能电池衰老, 提高电池使用寿命, 保证微电网安全稳定运行。

1) 蓄电池充电过程:

$$E(t) - (1-\alpha)E(t-1) = P_c(t)f_cT_c \quad (6)$$

式中: $E(t)$ 为 t 时刻蓄电池的电量; $E(t-1)$ 为前一时刻蓄电池电量; α 为自放电率; $P_c(t)$ 为充电功率; f_c 为充电效率; T_c 为充电时间。

2) 蓄电池放电过程

$$E(t) + P_f(t)f_fT_f = (1-\alpha)E(t-1) \quad (7)$$

式中: $E(t)$ 为 t 时刻蓄电池的电量; $E(t-1)$ 为前一时刻蓄电池电量; α 为自放电率; $P_f(t)$ 为放电功率; f_f 为放电效率; T_f 为放电时间。

3) 储能电池的荷电状态(State Of Charge, SOC):

$$SOC = \frac{E(t)}{E_{max}} \quad (8)$$

4) 蓄电池组放电电量:

蓄电池组放电电量为每时段放电电量之和:

$$E_c = \sum_{i=1}^T P_{bi} \cdot \Delta t_i \quad (9)$$

$$P'_{bi} = \begin{cases} |P_{bi}| & P_{bi} < 0 \\ 0 & P_{bi} \geq 0 \end{cases} \quad (10)$$

式中: P'_{bi} 为蓄电池组第 i 时段放电功率; P_{bi} 为不同时段蓄电池组充放电功率。

3. 柔性负荷建模研究

3.1. 可调整负荷模型

在柔性负荷中, 一部分负荷的工作功率可以随着调度的需求随时调整, 同时在特定状况下甚至可以关断, 即可调整负荷, 本文针对家庭使用的分散式空调进行研究。采用一阶指数状态模型描述单个空调

设备开启和关断的过程:

$$T_{in}(t+1) = T_{out}(t+1) - (T_{out}(t+1) - T_{in}(t))e^{\frac{-\Delta t}{RC}} \quad (11)$$

$$T_{in}(t+1) = T_{out}(t+1) - 1000\eta PR - (T_{out}(t+1) - 1000\eta PR - T_{in}(t))e^{\frac{-\Delta t}{RC}} \quad (12)$$

式中: $T_{in}(t)$ 和 $T_{in}(t+1)$ 分别表示 t 和 $t+1$ 时刻的室内温度; $T_{out}(t+1)$ 表示 $t+1$ 时刻的室外温度, C 为空调系统等效比热容; P 为空调工作功率; η 为能效比。

对于空调负荷的调度, 主要采取如下控制策略: 当室温达到温度上限时关断空调, 使室内温度下降, 直到室温降低至温度下限再开启空调, 保证室内温度在一定的范围内波动, 对外的表现则是空调功率的降低。

根据空调的工作模型, 进一步可得到在室外温度保持恒定的情况下, 可开启时间与可关断时间与室内温度的关系:

$$t_s = RC \ln \frac{T_{\min} - T_{out}}{T_{\max} - T_{out}} \quad (13)$$

$$t_f = RC \ln \frac{1000\eta R + T_{\max} - T_{out}}{1000\eta R + T_{\min} - T_{out}} \quad (14)$$

式中: T_{\min} 、 T_{\max} 分别为室内温度的上下限。

通过线性化处理, 可以得到空调在运行过程中的等效功率:

$$P_e = \frac{t_s}{t_s + t_f} P \quad (15)$$

由此可以看出, 通过对空调可开启时间与可关断时间的控制, 可以改变空调负荷的等效出力。而开启关断时间直接受设定的室内温度上下限决定, 因此将室内温度上下限作为微电网优化调度的决策变量之一。

3.2. 可平移负荷模型

可平移负荷具有可平移特性, 可以从微电网供能负担重的时段平移至新能源出力富余的时段, 以提高新能源的消纳利用, 另一方面可以从电价高的时段平移至其他时段。这类负荷在工作时间段内保持恒定的输出功率, 且受到平移时间范围的约束。

本文以电瓶车蓄电池组充电装置和洗衣机为研究对象, 第 i 时刻第 k 个可平移负荷 $P_{lk,i}$ 可以表示为:

$$P_{lk,i} = \begin{cases} P_{ek} & t_{ak} \leq i \leq t_{ak} + t_c \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad (16)$$

式中: t_{ak} 为可平移负荷的工作起始时间; t_c 为可平移负荷的工作时间; P_{ek} 为可平移负荷的额定功率。

第 i 时间点的总平移负荷可以表示为:

$$P_{l,i} = \sum_{k_1=1}^{N_1} P_{lk_1,i} + \sum_{k_2=1}^{N_2} P_{lk_2,i} \quad (17)$$

式中: $P_{l,i}$ 表示第 i 时间点的总平移负荷功率, N_1 、 N_2 表示电瓶车蓄电池组充电装置、洗衣机数量, $P_{lk_1,i}$ 、 $P_{lk_2,i}$ 表示每辆电瓶车蓄电池组充电装置、洗衣机的负荷功率。

4. 微电网多目标优化调度模型

4.1. 数据变量的采集

本文以 24 小时为调度周期，1 小时为时间间隔，根据风力发电出力、光伏发电出力的预测值以及柔性负荷的预测值对未来一天的柔性负荷进行优化调度，以实现目标函数的最优化。考虑到历史柔性负荷样本的数量较少，研究的柔性负荷数量较少，通过预测算法或者模拟算法无法准确预测负荷分布情况，因此本文简化对柔性负荷的预测，采用预测日前一天的柔性负荷历史数据作为预测日的柔性负荷分布。

4.2. 微电网调度策略与假设

1) 对柔性负荷的调度策略与假设如下：假设本文研究的负荷(空调、电瓶充电装置、洗衣机)全部可调，根据预估的模拟数据，将空调设备设定的室内温度上下限，电瓶充电装置的工作起止时间、洗衣机的工作起止时间作为决策变量在满足约束条件的情况下进行调节，以满足目标函数的要求。

2) 微电网与交流配网的购电/售电关系如下：在风光出力不能够满足可平移负荷需求时，储能放电/微电网向交流配网购电，当风光出力过剩时，储能充电/微电网向交流配网售电。微电网与电网的购电/售电关系是通过多目标算法寻找最优化解集后自动形成的。

3) 本文认为微电网的运营商是风力发电系统、光伏发电系统、储能系统的投资主体，即风光模块发出的电能与储能模块存储的电能无需缴纳费用，但需要考虑设备运行成本，由于是日调度策略，因此本文不考虑投资成本。

4.3. 目标函数

4.3.1. 运行费用

微电网的运行费用 f_1 包括各组件运维成本、购电成本以及售电利润，可表示为：

$$\begin{aligned} \min f_1 = & \sum_{i=1}^T \left[K_{w(w)} P_{wi} + K_{w(pv)} P_{pvi} + K_{w(ba)} P_{bai} \right] \Delta t_i \\ & + \sum_{i=1}^T \left[C_{in,i} \cdot (P_{in,i} \cdot \Delta t_i) - C_{out,i} \cdot (P_{out,i} \cdot \Delta t_i) \right] \end{aligned} \quad (18)$$

式中： Δt_i 为第 i 时段的时长； $K_{w(w)}$ 、 $K_{w(pv)}$ 、 $K_{w(ba)}$ 分别表示风力发电机、光伏电池、储能电池的运维系数； T 为时间间隔； P_{wi} 、 P_{pvi} 、 P_{bai} 分别为第 i 时段内风力发电机、光伏电池、储能电池功率； $C_{in,i}$ 和 $C_{out,i}$ 分别为第 i 时刻购电和售电电价， $P_{in,i}$ 和 $P_{out,i}$ 分别为第 i 时刻购电和售电功率。

4.3.2. 蓄电池组使用寿命

在满足充电需求的前提下，对蓄电池组的充放电功率进行合理调控，减小放电电量，有利于延长蓄电池组使用寿命。优化调度的第二个目标是使放电电量 E_c 最低。

$$\min E_c = \sum_{i=1}^T P'_{bi} \cdot \Delta t_i \quad (19)$$

4.4. 约束条件

1) 各组件功率平衡约束

当储能电池处于充电状态时，微电网向电网售电，功率平衡有：

$$P_{pvi} \eta_{DC/AC} + P_{wi} \eta_{AC/AC} = \frac{P_{e,i}}{\eta_{AC/AC}} + \frac{P_{l,i}}{\eta_{AC/AC}} + \frac{P_{ba,i}}{\eta_{DC/AC}} + \frac{P_{out,i}}{\eta_{AC/AC}} \quad (20)$$

当储能电池处于放电状态时，功率平衡有：

$$P_{pvi}\eta_{DC/AC} + P_{wi}\eta_{AC/AC} + P_{ba,i}\eta_{DC/AC} + P_{in,i}\eta_{AC/AC} = \frac{P_{e,i}}{\eta_{AC/AC}} + \frac{P_{t,i}}{\eta_{AC/AC}} \quad (21)$$

2) 空调温度范围约束

对室内温度的调控可以有效调整空调负荷，为了保证生活质量，设定室内温度调控上下限额，应满足：

$$T_{in,min} \leq T_{in}(t) \leq T_{in,max} \quad (22)$$

式中： $T_{in,min}$ 和 $T_{in,max}$ 分别表示室温上下限。本文设置 $T_{in,min} = 20^\circ\text{C}$ ， $T_{in,max} = 26^\circ\text{C}$ 。

3) 可平移负荷约束

可平移负荷的工作起始时间满足：

$$\begin{aligned} t_m &\leq t_{ak} \\ t_{ak} + t_c &\leq t_n \end{aligned} \quad (23)$$

式中： t_m 为用户对于可平移负荷的最早开启时间； t_n 为用户的最晚结束时间。

对于电瓶车蓄电池组充电装置，规定：

$$19:00 \leq t_{ak} \leq t_{ak} + t_c \leq \text{次日}10:00 \quad (24)$$

对于洗衣机，规定：

$$t_{ak} - 4:00 \leq t_{ak} \leq t_{ak} + t_c \leq t_{ak} + 4:00 \quad (25)$$

4) 储能约束

蓄电池组充放电功率满足：

$$|P_{bi}| \leq P_{bn}\eta_{dd} \quad (26)$$

式中： P_{bn} 为 AC-DC 变换器的额定功率。 η_{dd} 为 AC-DC 变换器的转化效率。

如果放电深度过大，会影响蓄电池使用寿命，对蓄电池组的 SOC 范围约束如下：

$$10\% \leq \text{SOC}_i \leq 100\% \quad (27)$$

式中： SOC_i 为第 i 时段蓄电池组荷电状态。

5) 并网约束

$$\begin{aligned} P_{in,i} &\leq P_{an}\eta_{ad} \\ P_{out,i} &\leq P_{an}/\eta_{ad} \end{aligned} \quad (28)$$

式中： P_{an} 为 AC-AC 变换器的额定功率。 η_{ad} 为 AC-AC 变换器的转化效率。

5. 模型求解与算例分析

5.1. 系统流程

对于柔性负荷的风、光、储微电网优化调度问题，具有多目标、多约束的特点，传统优化方法难以获取全局最优解。NSGA-II 算法是一种改进的 NSGA 算法，具有以下主要优点：采用基于分级的快速非支配排序法；提出拥挤距离的概念，用以表示快速非支配排序后同级中不同元素的适应度值，使当前 Pareto 前沿中的个体能够尽可能均匀地扩展到整个 Pareto 前沿面；引入精英保留机制，通过子代个体与其父代个体的共同竞争来产生下一代种群，有利于提高种群的整体进化水平。因此，本文采用 NSGA-II 算法来求解上述问题，算法的实现步骤如图 2 所示。计算目标函数的具体流程如下。

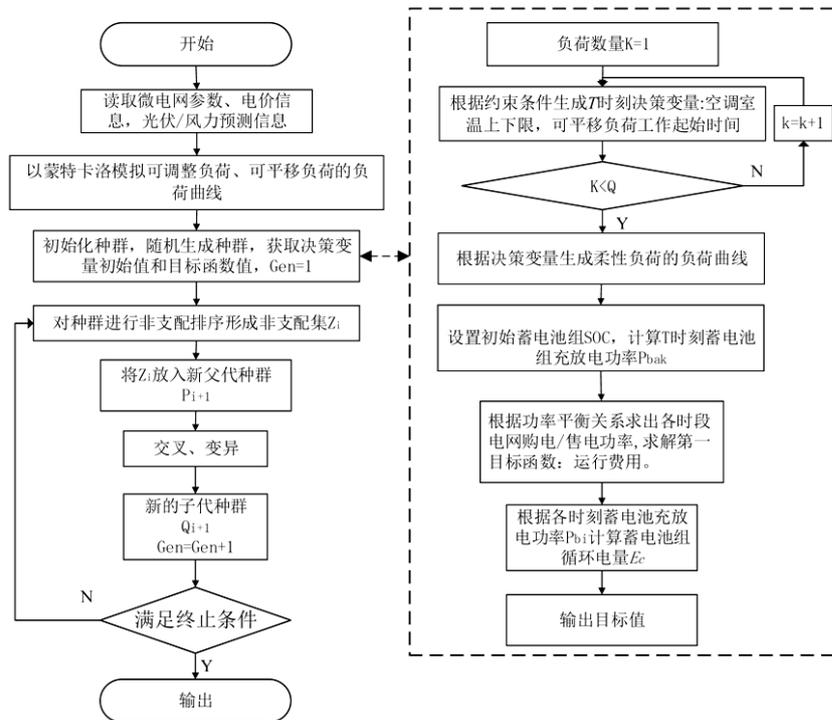


Figure 2. System flow chart
图 2. 系统流程图

5.2. 算例分析

5.2.1. 参数设定

设定微电网中的光伏发电机组容量 200 kW·h；风力发电机组容量 100 kW·h；蓄电池组额定容量为 335 kW·h，最大放电深度 90%，设定蓄电池组在 0:00 时刻的 SOC 为 0.6。AC-DC 变换器的额定功率为 100 kW，DC-AC 模块与 AC-AC 模块的转化效率为 95%。假设微电网覆盖一个居民区内的负荷，含有 100 台空调，200 组电瓶蓄电池，100 台洗衣机。空调系统额定功率设置为 2.5 kW；电瓶蓄电池组选用 48 V/20 AH 的电瓶充电器，工作时间为 6~8 小时，假定起始充电时刻的电瓶蓄电池 SOC 为 0.1，洗衣机额定功率为 0.5 kW，工作时间为 1 h。其中光伏发电系统、风力发电系统、储能系统的运维系数为 0.003 元/kW·h，0.001 元/kW·h，0.1 元/kW·h。

微电网的购电电价参照工业分时电价，购电售电电价如表 1 所示。

Table 1. Price of purchasing and selling electricity
表 1. 购电售电分时电价

时段	时段划分	购电 - 售电价格(元/kW·h)
谷时段	23:00~7:00	0.36~0.32
平时段	7:00~10:00, 15:00~18:00, 21:00~23:00	0.83~0.76
峰时段	10:00~15:00, 18:00~21:00	1.322~0.98

光伏电池板的温度设置为 50℃，标准状况下电池温度设为 45.5℃，光强、辐射强度数据以一小时为采样间隔，通过天气预报的信息获取；风机的切入风速设定为 4 m/s，额定风速 15 m/s，切出风速 20 m/s，风速信息通过天气预报获取。

根据以上参数的设置，预测风电出力与光伏出力值，如图 3。

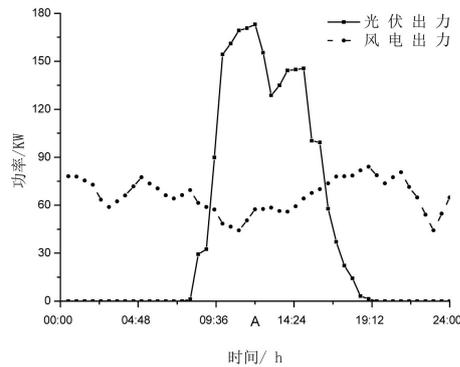


Figure 3. Wind power and photovoltaic output curve
图 3. 风电与光伏出力曲线

根据数据样本，获取优化调度前的负荷曲线，如图 4。

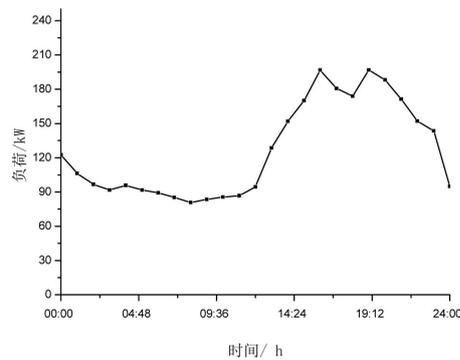


Figure 4. Flexible load curve
图 4. 优化前柔性负荷曲线

5.2.2. 优化结果分析

利用 Matlab 软件采用 NSGA-II 算法对优化模型进行编程求解，算法的执行参数设置为种群规模 Population = 1500，Generation = 500，Pc = 0.8，Pm = 0.8。得到运行费用和蓄电池组使用寿命(放电电量)的 Pareto 最优解如图 5 所示。

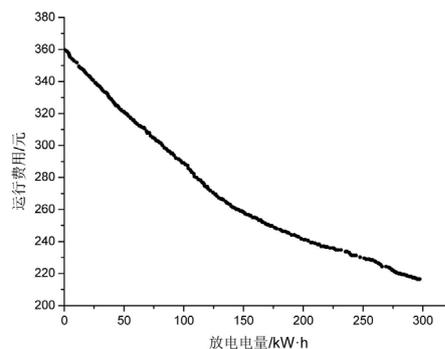


Figure 5. Pareto curve
图 5. Pareto 解集曲线

从图中可以看出,通过多目标优化算法获取的结果是一个可选性的解集,即在具体优化调度过程中,针对目标函数不同的取舍,可以选取不同的方案进行优化,本文在 Pareto 最优解中选取一组优化调度方案:放电电量 149.26 kW·h,购电费用为 258.43 元。在该调度方案下,柔性负荷的优化以及储能的工作充放电调度如图 6。

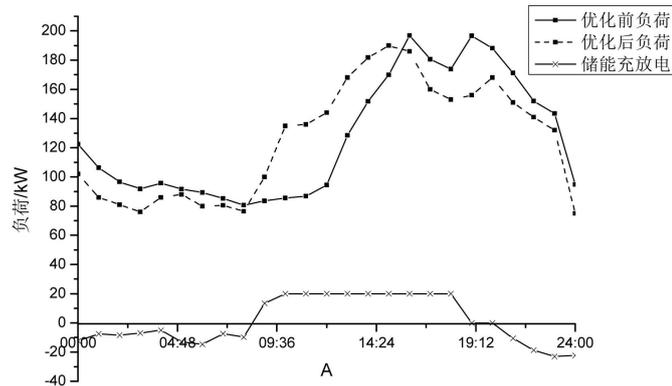


Figure 6. Flexible load optimization and energy storage charge and discharge scheduling
图 6. 柔性负荷的优化以及储能的工作充放电调度

优化前空调设备的室内设置温度为恒定 26℃,电瓶蓄电池组采用即插即充的方式,洗衣机随居民的使用规律使用。在优化后,根据室外温度、分时电价、储能状态、新能源出力实时动态的调节空调的工作功率,控制储能的充放电行为,并对可平移负荷合理的进行负荷平移,以降低运行费用和放电电量。从图中可以看出,优化前的负荷在 9:00~14:00 负荷较低,蓄电池在此阶段处于满充状态;在 16:00~21:00,负荷较高,此时可平移负荷集中使用。在调度中,通过将可平移负荷转移至凌晨或者早晨,以及改变空调设定温度的方式进行调度。

5.2.3. 优化前后的对比分析

为分析本文的优化效果,将优化后的调度方案与常规方案进行比较。通过两种方式对本文所述的优化调度方案与常规充能方案进行对比:选择与常规方案中放电电量相接近的最优解,比较运行费用的大小;选择与常规方案中运行费用相接近的最优解,比较放电电量的大小。具体如表 2 所示。

Table 2. Comparisons between optimal scheduling scheme and conventional scheduling scheme
表 2. 优化调度方案与常规方案的对比

调度方案	放电电量/kW·h	运行费用/元
常规充能方案	300	327.42
放电电量接近的最优解	298.76	217.84
运行费用接近的最优解	37.5	329.47

由此可以看出,选择与常规方案中放电电量相接近的最优解,优化调度之后的运行费用减少了 33.5%;选择与常规方案中运行费用相接近的最优解,优化调度之后的放电电量减少了 87.5%。

6. 结论

本文从含有风、光、储的微电网经济、安全运行的角度出发,提出了一种基于 NSGA2 算法的双目标优化调度策略,在满足用户需求的前提下,对负荷中的柔性负荷分为可调负荷和柔性负荷,同时给出

各类负荷的调度方案,与常规方案相比,本文提出的微电网优化方案通过多目标优化有效的降低了微电网的运行费用,提高了储能蓄电池组的使用寿命,具有实际应用价值。

致 谢

本论文工作得到了海南电网有限责任公司三沙供电局科技项目(HNKJXM20170158)的支持。

参考文献

- [1] 董庆远,潘曙光,刘香.带储能系统的用电负荷实时调控及其控制器研究[J].电器与能效管理技术,2018(2):60-63.
- [2] 玄京岩,张艳,金成日,等.分布式光伏电源接入容量对主动配电网的影响研究[J].电器与能效管理技术,2018(1):25-28.
- [3] 佚名.促进风电消纳的配电网分布式电源与电动汽车充电站联合鲁棒规划[J].可再生能源,2018,36(11):62-68.
- [4] 于芑,刘兴华,孙树敏,等.高可再生能源渗透率海岛微电网运行控制[J].电网技术,2018,42(3):779-788.
- [5] 彭寒梅,郭聪颖,昌玲,等.基于系统短时时序状态转移抽样法的孤岛运行微电网可靠性评估[J].电工电能新技术,2018,37(1):66-74.
- [6] 国家发展改革委.国家重点节能低碳技术推广目录(摘录)[J].有色冶金节能,2015,31(2):1-5.
- [7] Zare, M., Niknam, T., Azizipanah-Abarghooee, R., et al. (2016) Newstochastic Bi-Objective Optimal Cost and Chance of Operation Management Approach for Smart Microgrid. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 12, 2031-2040. <https://doi.org/10.1109/TII.2016.2585379>
- [8] 张忠,王建学,曹晓宇.基于负荷分类调度的孤岛型微网能量管理方法[J].电力系统自动化,2015(15):17-23,109.
- [9] Bracale, A., Caramia, P., Carpinelli, G., et al. (2015) Optimal Control Strategy of a DC Micro Grid. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 67, 25-38. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2014.11.003>
- [10] 王江波,费标青,王越,等.户用微电网能量调度日前计划研究[J].电测与仪表,2013,50(8):81-86.
- [11] Logenthiran, T., Srinivasan, D., Khambadkone, A.M., et al. (2012) Multiagent System for Real-Time Operation of a Microgrid in Real-Time Digital Simulator. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 3, 925-933. <https://doi.org/10.1109/TSG.2012.2189028>
- [12] 金鑫,袁越,傅质馨,等.天气类型聚类的支持向量机在光伏系统输出功率预测中的应用[J].现代电力,2013,30(4):42-49.
- [13] 林卫星,文劭宇,艾小猛,等.风电功率波动特性的概率分布研究[J].中国电机工程学报,2012,32(1):38-46.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2161-8763, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入,输入文章标题,即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: sg@hanspub.org