

基于改进布谷鸟算法的电力系统运行优化调度

杜鹏 刘佳

(国网内蒙古东部电力有限公司通辽供电公司 内蒙古 通辽 028000)

[摘要] 本文介绍了布谷鸟算法的原理,对传统布谷鸟算法进行了改进,建立多目标优化调度的数学模型,基于改进算法对模型进行一定程度的优化,通过分析证明,改进后的算法的计算精度更高,同时能有效提高全局收敛性以及保证Pareto非劣解的多样性。

[关键词] 布谷鸟算法; 多目标优化; 电力系统

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.04.2329

随着我国用电量的不断增加,电力系统的安全稳定运行成了电力工业关注的热点问题。因此,对电力系统进行优化调度是关键问题。

截至目前,已有诸多学者对电力系统的优化调度进行了研究,但目前的算法均存在一定的明显缺陷,如计算速度慢、计算精度相对模糊等。

本研究对原有布谷鸟算法加以改进和优化,运用该改进算法对建立的调度模型进行优化,验证了该改进算法的优越性。

1 改进型布谷鸟算法

布谷鸟算法结合了常见的布谷鸟传播机制和征费搜索方法。该算法在一开始时的搜索能力比较好,但随着时间的推移,其搜索能力的缺陷逐渐暴露,同时存在的问题还包括搜索精度低、速度慢等,在解决多目标问题时有必要进行改进。针对一个d维的优化问题,就需要d个变量:

$$x = [x_1, x_2, \dots, x_d] \quad (1)$$

基于莱维飞的位置更新新公式为:

$$x_i^{(t+1)} = x_i^t + \alpha \otimes L(\lambda) \quad i = (1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

$$L(\lambda) = u / |v|^\lambda, \quad 1 < \lambda \leq 3 \quad (3)$$

式中: x_{it+1} 是更新之后鸟巢的位置, x_{it} 是鸟巢当前所在位置, α 是步长, $L(\lambda)$ 是数据搜索路径, u 是标准正态变量。

2 优化调度模型

电力系统的最优调度是建立在系统的供电量和需求负荷之间平衡的基础上,既要满足系统最小发电成本,又要使污染气体的排放量符合标准。

(1) 经济调度目标:

$$\min f_1 = \sum_{i=1}^N (a_i + b_i P_i + c_i P_i^2) \quad (4)$$

式中: N 表示火电机组数量; a_i 、 b_i 、 c_i 分别是机组的发电成本系数; P_i 是机组出力; f_1 表示经济调度的目标函数。

(2) 环境处理目标:

$$\min f_2 = \sum_{i=1}^N E(P_i) \quad (5)$$

$$E(P_i) = [10^7(a_i + \beta_i P_i + \gamma_i P_i^2) + \zeta_i \exp(P_i)] \quad (6)$$

式中: α_i 、 β_i 、 γ_i 、 ζ_i 分别是污染物的排放系数; f_2 表示环境调度目标函数。

将两个目标函数和约束条件联立得到以下多目标优化调度的模型:

$$\begin{cases} \min Y(x) = \min [f_1(P_i), f_2(P_i)] \\ h(P_i) = 0 \\ g(P_i) \geq 0 \end{cases} \quad (7)$$

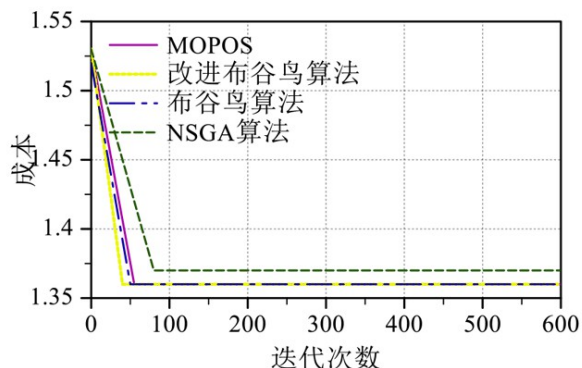


图2 发电成本变化

式中: $h(P_i)$ 、 $g(P_i)$ 分别为调度模型的等式和不等式约束条件; $Y(x)$ 为整合后的目标函数。

3 算例分析

选择IEEE6单元的30节点的系统。采用不同算法对模型进行分析和比较,以24 h为周期进行计算,单位运行的参数、发射系数和线路功率损耗见文献,单位G1-G6输出的上限和下限以及系统需求负载见文献。

保持参数条件一定,分别采用MOPOS算法、NSGA算法和多目标布谷鸟算法及其改进算法对以上算例进一步分析,设种群大小为 $N=200$,迭代次数的最大值为 $T=600$,执行交流的阈值为0.6,迭代过程如图2、3所示。

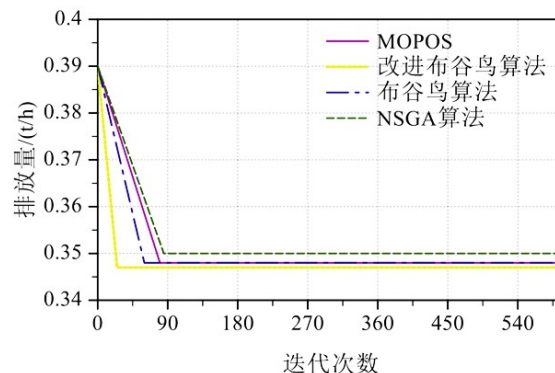


图3 污染排放变化

从图2和图3的迭代曲线可以看出,与其他算法相比,改进后的布谷鸟算法,其迭代次数呈现很大幅度的减少,关键是因为引入了AC算子、动态参数和非控制性排序,导致算法在搜索效率方面和收敛速度方面产生变化。其中,NSGA算法进入收敛状态需80次迭代,MOPOS算法、多目标布谷鸟算法及其改进算法分别以72、61和48次迭代进入收敛状态。改进的布谷鸟算法提高了收敛速度和优化能力。

迭代完成后,通过NSGA算法、MOPOS算法、多目标布谷鸟算法和改进的多目标布谷鸟算法获得的最优Pareto边界如图4~7所示。表1显示了通过不同算法优化调度模型后的单位输出和目标函数的结果,其中 PG_i ($i=1\sim 6$)是单位输出。

当区域电网的需求负荷确定时,发电成本与污染物排放呈反比,两者之间相互制衡。经比较可以看出,前三种算法没有搜索得到最优的帕累托峰,早期获得的最优帕累托峰的斜率过大。而后期的算法又太小,中段的斜率有一定程度的波动,后期的算法是间歇性的,而改进后的算法可以得到平滑、积分的最优Pareto前沿。该算法的发电成本和污染物排放分别为1.361万美元/h和0.3472 t/h。与其他三种传统算法的优化结果相比,降低了发电成本和污染物排放。由此可见,解决多目标优化问题上改进后的算法拥有较好的效果。

4 结论

改进算法的计算精度更高,同时能有效提高全局收敛性以及保证Pareto非劣解的多样性。

参考文献

- [1] 原亚宁,李琳,赵浩然.基于主从博弈模型的交直流混合微电网源网协调优化运行方法[J].智慧电力,2019,47(3):30-37.
- [2] 齐军,孙媛,李佳朋,等.风储交流微电网自动功率平衡控制策略[J].智慧电力,2020,48(1):9-14,34.