基于数据驱动的蒸汽发生器液位控制系统性能优化方法研究

成果完成人：耿鹏程，江绍波，章永鉴，郑东斌
所在单位：电气工程与自动化学院
指导教师：孔祥松

一. 成果简介

本创新项目以核电厂蒸汽发生器液位控制为研究对象，利用数据驱动优化方法，对蒸汽发生器液位控制系统控制性能优化问题进行系统性研究。为提高核电机组瞬态响应能力以及核电厂的稳定性、安全性和经济性，采用基于并行摄动随机逼近算法(Simultaneous Perturbation Stochastic Approximation, SPSA)的改进型算法来实现核电厂蒸汽发生器液位控制系统的控制性能优化，并设计了一种相匹配的优化进程智能终止控制机制。上述方法与机制能够利用历史迭代过程信息，实现优化步长的自适应调整、梯度修正和优化进程的智能终止，可降低核电厂蒸汽发生器液位控制系统性能优化成本。仿真实验结果表明，本方法可有助于提高蒸汽发生器液位控制系统性能优化效率。

二. 主要研究内容及创新点

研究内容：

(1) 建立与优化应用场景相适应的蒸汽发生器液位控制系统性能评价方法以构成控制性能优化闭环；
(2) 建立基于数据驱动蒸汽发生器液位控制性能优化方法的总体设计框架，在该框架下充分挖掘性能优化过程中历史迭代点信息，设计基于历史迭代信息的数据驱动优化融合机制以及知识指引型优化策略，构造基于数据驱动的优化方法迭代终止控制策略；
(3) 建立蒸汽发生器液位控制仿真验证平台，并利用该平台对优化策略进行测试与验证。

创新点：

(1) 提出并建立一套系统性、集成化、基于数据驱动的知识指引型性能优化方法及其研究体系；
(2) 提出三种基于迭代过程数据的知识指引型优化方法，实现优化步长的自适应调整、梯度修正和优化进程的智能终止。



图 1 优化系统主界面

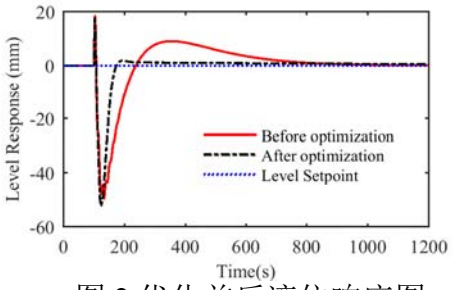


图 2 优化前后液位响应图

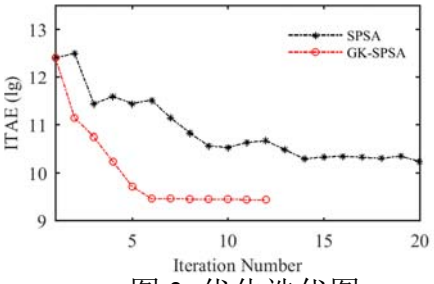


图 3 优化迭代图

三. 主要研究成果及应用情况

(1) 耿鹏程,史长青,刘航,孔祥松等.基于 SPSA 的蒸汽发生器液位 MPC 系统性能优化方法研究(核动力工程拟录用, EI 期刊).
(2) 耿鹏程,史长青,刘航,孔祥松等.基于 IK-SPSA 的蒸汽发生器液位控制系统性能优化策略(2021 年中国 PSE 会议录用).
(3) 耿鹏程,孔祥松,江绍波等.核电厂蒸汽发生器液位控制系统性能优化软件 V1.0.登记号：2021SR1134623. (软件著作权).

联系人：耿鹏程　　电　话：15651762626　　Email: gengpengcheng2020@163.con