电力系统

基于模糊自适应PID控制的压水堆负荷跟踪

吴萍1，**刘涤尘**1，**赵洁**1，**曾正**2，**杜治**3，**雷庆生**3

1．武汉大学 电气工程学院，湖北省 武汉市 430072；2．浙江大学 电气工程学院，浙江省 杭州市 310027；3．湖北省电力试验研究院，湖北省 武汉市 430077

摘要： 随着电网中核电装机比例的增加，核电机组必须要进行负荷跟踪。用压水堆堆芯的非线性模型，取代常用的局部线性化模型，并考虑了堆芯功率变化引起的物理和热工参数的变化，基于该模型设计了模糊自适应比例积分微分(proportion integration differentiation，PID)控制器、模糊控制器、PID控制器3种方法跟踪堆芯功率，仿真及比较分析表明，模糊自适应PID控制器，不但具有良好的动态性能，还具有更高的稳态精度。以模糊自适应PID控制为例，对负荷跟踪过程中反应堆芯内的物理过程进行了分析，结果表明，温度效应和中毒效应的负反馈，会阻碍功率跟踪的进行。

关键词： 压水堆 堆芯 非线性模型 模糊自适应PID控制器 模糊控制器 PID控制器

Fuzzy Adaptive PID Control-Based Load Following of Pressurized Water Reactor

WU Ping1, LIU Dichen1, ZHAO Jie1, ZENG Zheng2, DU Zhi3, LEI Qingsheng3

1. School of Electrical Engineering, Wuhan University, Wuhan 430072, Hubei Province, China;
2. College of Electrical Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, Zhejiang Province, China;
3. Electric Power Research Institute of Hubei Province, Wuhan 430077, Hubei Province, China

Abstract: With the being increased proportion of installed capacity of nuclear power units in power grid, it is inevitable to perform load following of nuclear power units. Replacing common used local linear model of the core of pressurized water reactor (PWR) by its nonlinear model and considering the variation of physical and thermal parameters caused by power variation of reactor core, three manners to trace the power of reactor core, i.e., fuzzy adaptive proportion integration differentiation (PID) controller, fuzzy controller and PID controller, are designed. Results of simulation and comparative analysis show that fuzzy adaptive PID controller not only possesses satisfied dynamic performance, but also higher steady state accuracy. Taking fuzzy adaptive PID controller as research object, the physical process inside reactor core during load following is analyzed. Analysis results show that the load following would be impeded by negative feedback of temperature effect and poisoning effect.

Keywords: pressurized water reactor reactor core nonlinear model fuzzy adaptive PID controller fuzzy controller PID controller

通讯作者: 吴萍

作者简介:

作者Email: applewuping@yahoo.cn1;ping19871218@163.com

扩展功能

本文信息
- Supporting info
- PDF(499KB)
- [HTML全文]
- 参考文献[PDF]
- 参考文献

服务与反馈
- 把本文推荐给朋友
- 加入我的书架
- 加入引用管理器
- 引用本文
- Email Alert
- 文章反馈
- 浏览反馈信息

本文关键词相关文章
- 压水堆
- 堆芯
- 非线性模型
- 模糊自适应PID控制器
- 模糊控制器
- PID控制器

本文作者相关文章
- PubMed

参考文献：

[1] 朱继洲. 压水堆核电厂的运行[M]. 北京：原子能出版社，2002：15-30. [2] 中国国家发展与改革委员会. 核电中长期发展规划(2005—2020年)[R]. 北京：中国国家发展与改革委员会，2007. [3] 何永秀，杨薇薇，卢玉，等. 周调节抽水蓄能电站在京津唐电网中的调峰与事故响应作用[J]. 电网技术，2006，30(19)：71-75. He Yongxiu，Yang Weiwei，Lu Yu，et al. Peak-load regulation and emergency response function of weekly adjusted pumped storage station in Beijing-Tianjin-Tangshan power grid[J]. Power System Technology，2006，30(19)：71-75(in Chinese). [4] Mehrdad N K，Mohammad B M，Amir A S. A neural network controller for load following operation of nuclear reactors[J]. Annals of Nuclear Energy，2002，29(6)：751-760. [5] 段新会. 压水堆堆芯系统建模及其控制系统仿真研究[D]. 北京：华北电力大学，2001. [6] Dong Zhe，Feng Junting，Huang Xiaojin. Nonlinear observer-based feedback dissipation load-following control for nuclear reactors[J]. IEEE Transactions on Nuclear Science，2009，56(1)：272-285. [7] 赵福宇，周大为. 压水反应堆负荷跟踪的最优控制[J]. 核科学与工程. 2000，

20(3)：282-288． Zhao Fuyu，Zhou Dawei. Optimal control of load-following operations in a pressurized water reactor[J]．Chinese Journal of Nuclear Science and Engineering，2000，20(3)：282-288(in Chinese)． [8] 邬国伟，陶谨．压水堆核电厂负荷跟踪的研究[J]．核动力工程，1998，19(5)：394-397． Wu Guowei，Tao Jin. Research of load follow for nuclear power plant with pressurized water reactors[J]．Nuclear Power Engineering，1998，19(5)：394-397(in Chinese)． [9] Gao Huimin，Wang Chao，Pan Wulue. A detailed nuclear power plant model for power system analysis based on PSS/E [C]//Proceedings of IEEE PES Power System Conference and Exposition. Atlanta, USA：IEEE，2006：1582-1586． [10] 张学成，胡学浩，周修铭，等．具有核电模型的中期动态模拟程序开发及大型核电厂与电力系统相互影响的研究[J]．电网技术，1995，19(2)：5-10． Zhang Xuecheng，Hu Xuehao，Zhou Xiuming，et al. Development of midterm dynamic simulation program including nuclear power plant model and study of interaction between large nuclear power plant and power system[J]．Power System Technology，1995，19(2)：5-10(in Chinese)． [11] 张学成．用于电力系统动态模拟的压水堆核电厂数学模型[J]．电网技术，1990，14(4)：71-77． Zhang Xuecheng. Pressurized water reactor nuclear power plant model for power system dynamics simulation[J]．Power System Technology，1990，14(4)：71-77(in Chinese)． [12] 朱雪耀，赵福宇，万百五．压水堆负荷跟踪的模糊控制系统[J]．核动力工程，1998，19(5)：456-460． Zhu Xueyao，Zhao Fuyu，Wan Baiwu. Fuzzy logic control for PWR load-follow[J]．Nuclear Power Engineering，1998，19(5)：456-460 (in Chinese)． [13] 刘金琨．先进PID控制MATLAB仿真[M]．2版．北京：电子工业出版社．2004：102-128． [14] 杜欣慧，张立伟，张强，等．高压直流输电系统模糊自适应控制器的设计[J]．电网技术，2007，31(增2)：158-161． Du Xinhui，Zhang Liwei，Zhang Qiang，et al. Design of fuzzy self-adaptive controller of HVDC system[J]．Power System Technology，2007，31(S2)：158-161(in Chinese)． [15] 韩忠旭，齐小红，孙颖．采用模拟柔性模糊预给煤控制提高AGC响应速率的方法及其应用[J]．电网技术，2006，30(增刊2)：1-6． Han Zhongxu，Qi Xiaohong，Sun Ying. The method heightening response rate to AGC by analog flexible fuzzy pre-feed coal control and its application[J]．Power System Technology，2006，30(S2)：1-6(in Chinese)． [16] 赵洁，刘涤尘，吴耀文．压水堆核电厂接入电力系统建模[J]．中国电机工程学报，2009，29(31)：8-13． Zhao Jie，Liu Dichen，Wu Yaowen. Modelling of pressurized water reactor nuclear power plant integrated into power system simulation [J]．Proceedings of the CSEE，2009，29(31)：8-13(in Chinese)．

本刊中的类似文章

1．程远楚|孙玉涵|叶鲁卿|徐德鸿 .利用水电机组水压反馈改善电力系统稳定性[J]. 电网技术, 2008,32(21): 52-57

2．刘 军|张建华|赵江河 .基于模糊微分演化算法的配电网综合规划[J]. 电网技术, 2008,32(11): 40-44

3．杨利水 杨旭 徐岩.电力变压器内部故障的非线性仿真模型[J]. 电网技术, 2009,33(20): 183-188

4．刘吉宏 徐大平 吕跃刚.双馈感应发电机转速的非线性模型预测控制[J]. 电网技术, 2011,35(4): 159-163