

可再生能源发电

多变量 H^∞ 次优控制在质子交换膜燃料电池压力控制系统中的应用

李奇¹, 陈维荣¹, 刘述奎², 程站立¹, 刘小强¹

1. 西南交通大学电气工程学院, 2. 成都电业局

摘要:

为克服非线性特征对系统控制品质的影响和求解Riccati代数方程的不便性, 提出一种基于线性矩阵不等式(linear matrix inequality, LMI)的多变量 H^∞ 次优控制方法, 对质子交换膜燃料电池(proton exchange membrane fuel cell, PEMFC)压力系统动态模型进行直接非线性控制。该方法通过非线性坐标变换和动态扩展求得Brunovsky标准型, 并结合 H^∞ 次优控制方法求解一个凸约束问题得到非线性控制律。将仿真结果与实验结果进行对比分析, 验证了所提出非线性动态模型的正确性, 并通过模拟电动车的行驶过程, 证明所设计的非线性次优控制器在大扰动情况下能够保持氢气和氧气分压稳定、减小两极压力差、防止质子膜损坏, 保证了系统的稳定运行, 同时与其他控制方法比较, 进一步证明了该方法的有效性和优越性。此外结合结构奇异值 μ 分析方法验证了系统的鲁棒稳定性。该方法的提出对PEMFC系统的非线性控制研究具有重要指导意义。

关键词: 质子交换膜燃料电池压力控制系统 线性矩阵不等式 H^∞ 次优控制 Brunovsky标准型 结构奇异值

Application of Multivariable H^∞ Suboptimal Control for Proton Exchange Membrane Fuel Cell Pressure Control System

LI Qi¹, CHEN Wei-rong¹, LIU Shu-kui², CHENG Zhan-li¹, LIU Xiao-qiang¹

1. School of Electrical Engineering, Southwest Jiaotong University

2. Chengdu Electric Power Bureau

Abstract:

To overcome the influence of nonlinearities and the inconvenience of solving Riccati algebraic equation, a multivariable H^∞ suboptimal control method based on linear matrix inequality(LMI) was proposed to directly control a dynamic model of proton exchange membrane fuel cell (PEMFC) pressure system. According to the nonlinear coordinate transformation and the dynamic extended approach, a Brunovsky canonical form was obtained and then the nonlinear control law combined with H^∞ suboptimal control strategy to solve a convex restricted problem might be obtained. The comparison between simulation results and experimental results demonstrated the validity of the proposed dynamic nonlinear model. By simulating the vehicle running process, it was verified that the proposed nonlinear suboptimal controller could maintain the hydrogen partial pressure steady and oxygen partial pressure steady, decrease the pressure deviation between anode and cathode, prevent the membrane damage, and guarantee stable operation of the system under the large disturbances. Simultaneously, the comprehensive comparison with other control methods proved the superiority and validity of the proposed method. Furthermore, the structure singular value μ analysis method was utilized to testify the robust stability. Therefore, the proposed control method will make important effect for investigating the nonlinear control of PEMFC system.

Keywords: proton exchange membrane fuel cell pressure control system linear matrix inequality H^∞ suboptimal control Brunovsky canonical form structure singular value

收稿日期 2009-11-24 修回日期 2010-05-23 网络版发布日期 2010-07-22

DOI:

基金项目:

中央高校基本科研业务费专项资金(SWJTU09ZT13)。

通讯作者: 李奇

作者简介:

作者Email: liqi0800@gmail.com

参考文献:

本刊中的类似文章

1. 孙宜标 金石 王成元. 基于线性矩阵不等式的环形永磁力矩电机的 H_2/H^∞ 静态输出反馈控制[J]. 中国电机工程学报, 2007,27(15): 8-14
2. 殷培强 俞立 南余荣 郑科. 基于分段李雅普诺夫函数的永磁同步电机混沌系统非脆弱模糊控制[J]. 中国电机工程学报, 2006,26(24): 143-147
3. 段献忠 何飞跃. 考虑通信延迟的网络化AGC鲁棒控制器设计[J]. 中国电机工程学报, 2006,26(22): 35-40
4. 辛焕海 吴荻 甘德强 邱家驹. 基于饱和系统理论的电力系统稳定器性能分析方法[J]. 中国电机工程学报, 2007,27(31): 14-19

扩展功能

本文信息

- Supporting info
- PDF(362KB)
- [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

- 质子交换膜燃料电池压力控制
- 线性矩阵不等式
- H^∞ 次优控制
- Brunovsky标准型
- 结构奇异值

本文作者相关文章

- 李奇
- 刘述奎
- 陈维荣
- 刘小强
- 程站立

PubMed

- Article by Li,a
- Article by Liu,S.K
- Article by Chen,W.R
- Article by Liu,X.J
- Article by Cheng,Z.L

5. 吴忠强 吴云双 陈金钉 王志君.网络控制系统的有界输入保性能控制及仿真[J]. 中国电机工程学报, 2007,27(9): 104-109
 6. 郝娟 丁懿 肖定国 徐春广 周世圆.基于线性矩阵不等式的磁悬浮轴承多目标控制系统设计[J]. 中国电机工程学报, 2007,27(9): 110-114
 7. 辛焕海 甘德强 钟德成 邱家驹.一种饱和和电力系统稳定器控制效果的判断方法[J]. 中国电机工程学报, 2007,27(13): 18-23
 8. 栾秀春 李士勇 吴建军 赵宝江 袁丽英.基于模糊状态观测器的单元机组T-S模糊协调控制系统[J]. 中国电机工程学报, 2006,26(4): 76-81
 9. 王耀南 张细政 杨民生.永磁同步电机的T-S模型模糊变结构鲁棒控制[J]. 中国电机工程学报, 2009,29(27): 75-82
 10. 孙宜标 闫峰 刘春芳.基于 μ 理论的永磁直线同步电机鲁棒重复控制[J]. 中国电机工程学报, 2009,29(30): 52-57
 11. 李江 李国庆 李筱婧.计及饱和环节的励磁系统吸引域研究[J]. 中国电机工程学报, 2010,30(9): 111-115
 12. 胡志坚 赵义术.计及广域测量系统时滞的互联电力系统鲁棒稳定控制[J]. 中国电机工程学报, 2010,30(19): 37-43
 13. 王康 辛焕海 雷金勇 甘德强.考虑控制器饱和与扰动的电力系统稳定域估计[J]. 中国电机工程学报, 2010,30(31): 70-76
-