非线性多项式系统的复合分层抗扰控制在主动悬架控制系统中的应用

一.成果完成人及所在单位：赵创举，电气工程与自动化学院　　指导教师：付荣

二.成果简介：

为了解决实际非线性多项式系统中的多重扰动问题，提出了一种基于扰动观测器的控制（DOBC）和混合稳定控制相结合的复合层次抗扰动控制（CHADC）方案。在非线性变参数（NPV）框架内的混合稳定控制器与非线性扰动观察器分别构造。混合稳定控制抑制了系统的外部干扰，保证了瞬态和稳态性能，而 DOBC 则衰减了参数干扰和建模误差。然后，基于平方和优化方法，分析了闭环系统的混合稳定性。最后，将本文提出的新方法应用于主动悬架系统，实验结果表明，该方法的性能优于其他方法。

三. 主要研究内容及创新点：

1）复合分层抗扰控制

基于扰动的控制（DOBC）和混合稳定控制的复合层次抗干扰控制控制方案

2）非线性变参数变化（NPV）框架

将主动悬挂系统模型转为 NPV 形式，非线性扰动观测器不仅能处理抗扰扰力，而且能提高非线性系统的鲁棒性。这是一种非常有效的提高系统性能的方案。

3）多重干扰的非线性多项式系统的抗干扰控制

一类具有多重干扰的非线性多项式系统的抗干扰控制问题。多重扰动由外部扰动、参数扰动和模型误差，在此基础上，提出了一种基于 DOBC 和混合稳定控制的分层控制策略来实现多重扰动抗干扰性能。此外，还保证了系统的瞬态和稳态性能。对混合系统进行的稳定性分析表明，保证了系统的稳定性。最后，将该方法应用于主动悬架系统，并与以往的 PNC 方法和 NPV 方法进行了比较。仿真结果表明，所提出的 CHADC 方法不仅可以缓解外部扰动的影响，而且还可以处理系统参数扰动和建模误差。在汽车主动悬架位置机动过程中，可以提高鲁棒性和获得令人满意的性能。

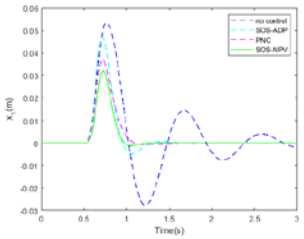
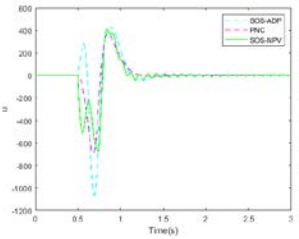



图 1 车身位置轨迹和控制输入（外部干扰）

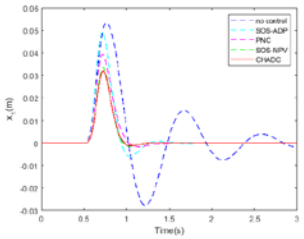
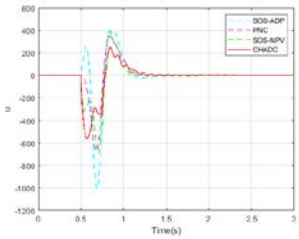



图 2 （在外部扰动和参数扰动的影响下）

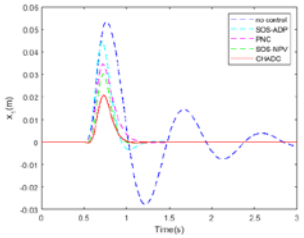
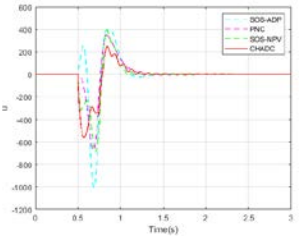



图 3（在外部干扰和建模误差的影响下）

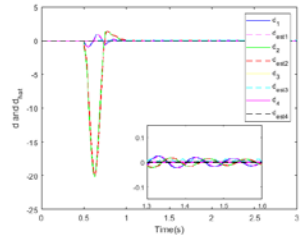
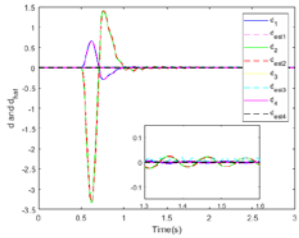



图 4　d 的轨迹与 d 的估计（参数摄动和建模误差下）

四. 主要研究成果及应用情况

[1]ChuangjuZhao,Rong Fu,Whenrong Li.Composite Hierarchical Anti-Disturbance Control forNonlinear Polynomial Systems withApplications to Active Suspension Control Systems[C]. China automation congress.

[2] Wenrong Li.Composite,Rong Fu,ChuangjuZhao. Fixed-time fault-tolerant control of spacecraft based on adaptive non-singular terminal sliding mode.[C]
联系人：赵创举，　　电　话：19835671076　　Email:zhaochuangju123@163.com

图 3 机器人上

图 1 现场测试图