基于双环滑模变结构的扑翼姿态控制

刘　笑　　1,2　，张艳辉　　2　,冯　伟　　2　，范科峰　　1　,莫　玮　　1

（1 桂林电子科技大学 电子工程与自动化学院，广西 桂林 541004；

2 中国科学院 深圳先进技术研究院，广东 深圳 518055）

摘　要：概括针对扑翼飞行器这类模型不精确的非线性系统，提出了一种能实现扑翼飞行器的姿态控制方法.由于外部复杂环境带来的各种干扰和模型不确定性，基于滑模变结构控制实现了一种双环跟踪调节的姿态控制，其中还引入了李雅普诺夫函数.在扑翼状态下，顺利达成俯仰、偏航、滚转等目标姿态，并通过内外环设计克服了传统滑模控制的开关函数引起的抖振问题.MATLAB 仿真结果表明该控制方式能迅速减小欧拉角偏差，改善动态响应特性、具有良好的鲁棒性且提高了姿态调整的精确性.

关键词：　扑翼飞行器; 滑模变结构；姿态控制

Attitude control of flapping-wing aircraft based on double-loop sliding mode

LIU Xiao　　1,2　，ZHANG Yan-hui　　2　，FENG Wei　　2　，FAN Ke-feng　　1　，Mo Wei　　1

(1 School of Electronic Engineering and Automation,Guilin University of Electronic Technology, Guilin 541004, China;

2 Shenzhen Institutes of Advanced Technology,Chinese Academy of Sciences, Shenzhen 518055,China)

Abstract：Aiming at the imprecise nonlinear systems such as flapping-wing aircraft, a method of attitude control for flapping-wing aircraft is proposed. Due to the disturbance caused by the complex environment and the uncertainty of the system, a dual loop tracking and adjusting attitude control based on sliding mode variable structure control is implemented, in which Lyapunov function is also introduced. In the flapping wing state, the goal posture such as pitch, yaw, roll and so on is achieved smoothly. The buffeting problem caused by the switching function of the traditional sliding mode control is overcome by the inner and outer loop design. The MATLAB simulation results show that the control method can rapidly reduce the Euler angle deviation and improve the dynamic response characteristics. It has good robustness and improves the accuracy of attitude adjustment.

Key words：　flapping wing aircraft; sliding mode; attitude control

作者简介：

刘　笑　女，（1992-），硕士研究生.研究方向为扑翼飞行器控制、路径规划等.

张艳辉　男，（1984-），博士后，助理研究员.研究方向为能量变换与智能控制.

冯　伟（通讯作者）　男，（1980-），博士，研究员，博士生导师.研究方向为机器人机械与控制系统设计等.　E-mail:weifeng@siat.ac.cn

范科峰　男，（1978-），博士后，高级工程师.研究方向为工业制造、工业大数据.

莫　玮　男，（1956-），博士，教授，博士生导师.研究方向为智能信息处理、自动测试技术.