

孔德杰^{1,2}, 戴明¹, 程志峰¹, 沈宏海¹, 盖竹秋¹, 王国华¹, 毛大鹏^{1,2}

1. 中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所 中国科学院航空光学成像与测量重点实验室, 吉林 长春 130033;
2. 中国科学院 研究生院, 北京 100039

摘要：在动基座光电稳定平台伺服系统中引入了加速度反馈闭环以提高其动态性能。考虑准确建立动基座光电稳定平台控制对象模型难度很大, 该加速度反馈闭环没有基于控制对象模型, 而是通过直接测量角加速度信号来实现。仿真、分析结果表明, 加速度反馈闭环的引入有效提高了伺服系统动态力矩刚度, 并改善了伺服系统起动、制动性能。引入加速度反馈闭环后, 动基座光电稳定平台伺服系统对摩擦力矩抑制能力明显提高; 对周期性扰动抑制能力提高了9.3 dB; 对速度阶跃响应超调量降低了4.9%, 同时过渡过程也有极大的改善。该伺服系统不仅结构简单, 鲁棒性强, 且有较好的通用性。

关键词：动基座光电稳定平台 伺服系统 加速度反馈 扰动力矩

Realization of acceleration feedback for servo system of moving base optoelectronic platform

KONG De-jie^{1,2}, DAI Ming¹, CHENG Zhi-feng¹, SHEN Hong-hai¹, GAI Zhu-qiu¹, WANG Guo-hua¹, MAO Da-peng^{1,2}

1. Key Laboratory of Airborne Optical Imaging and Measurement, Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130033, China;
2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China

Abstract: An acceleration feedback (AFB) is introduced to the servo system to improve the dynamic performance of a moving base optoelectronic stability platform. As it is difficult to establish a model for the moving base optoelectronic platform according to a moving object, the proposed acceleration feedback is realized by measuring angle acceleration signals directly. Simulation and analysis indicate that the dynamic stiffness of servo system can be enhanced and the starting and braking performance is improved with the AFB. Experiments show that the capability of resisting friction moment is increased significantly. The capability of resisting periodic disturbance is increased by 9.3db and the overshoot of speed step response is decreased by 4.9%, while the transition process has been greatly improved. The servo system has simpler structure, higher robustness, and shows better universality.

Keywords: moving base optoelectronic platform servo system acceleration feedback disturbance moment

收稿日期 2012-01-03 修回日期 2012-03-05 网络版发布日期

基金项目:

国家863高技术研究发展计划资助项目(No.2008AA121803)

通讯作者: 戴明

作者简介: 孔德杰 (1978-), 男, 山东莱芜人, 博士研究生, 助理研究员, 2002年、2005年于山东大学分别获得学士、硕士学位, 主要从事动基座光电稳定平台伺服控制方面的研究。E-mail: kongdejie78@126.com
作者Email: daim@vip.sina.com

参考文献:

- [1] 甘至宏. 光电吊舱内框架减振系统设计[J]. 光学精密工程, 2010, 18(9): 2036-2043. GAN ZH H. Design of inner frame vibration absorbing system for optoelectronic pod[J]. *Opt. Precision Eng.*, 2010, 18(9): 2036-2043. (in Chinese)
- [2] YOUNKIN G W. Compensating structural dynamics for Servo driven industrial machines with acceleration feedback. *IEEE*, 2004, 28(3): 1881-1890.
- [3] SCHMIDT P B, LORENZ R D. Design principles and implementation of acceleration feedback to improve performance of dc drives[J]. *IEEE*, 1992, 28(3): 594-599.
- [4] 李洪文. 基于内模PID控制的大型望远镜伺服系统[J]. 光学精密工程, 2009, 17(2): 327-332. LI H W. Servo system of large telescope based on internal model PID control method[J]. *Opt. Precision Eng.*, 2009, 17(2): 327-332. (in Chinese)
- [5] 熊皓, 范永坤, 吴钦章. 变结构PI控制器的设计及其在光电跟踪系统中的应用[J]. 光学精密工程, 2010, 18(8): 1855-1861. XIONG A, FAN Y K, WU Q ZH. Design of a variable structure PI controller and its application in photoelectronic tracking systems[J]. *Opt. Precision Eng.*, 2010, 18(8): 1855-1861. (in Chinese)
- [6] 何玉庆, 韩建达. 一种新的角加速度估计方法及其在加速度反馈控制中的应用[J]. *Control Theory & Applications*, 2007, 24(1): 6-12. HE Y Q, HAN J D. A new angular acceleration estimation method and its application in acceleration feedback control[J]. *Control Theory & Applications*, 2007, 24(1): 6-12. (in Chinese)
- [7] GEORGE E. 控制系统设计指南(第3版)[M]. 北京: 电子工业出版社, 2006. GEORGE E. *Control System Design Guide (Third Edition)* [M]. Beijing: Electronic Industry Press, 2006. (in Chinese)
- [8] 陈伯时. 电力拖动自动控制系统(第3版)[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000. CHEN B SH. *Automatic Control System for Electric Drive (Third Edition)* [M]. Beijing: China Machine Press, 2000. (in Chinese)
- [9] 于艾, 杨耕, 徐文立. 具有扰动观测器调速系统的稳定性分析及转速环设计[J]. 清华大学学报(自然科学版), 2005, 45(4): 521-524. YU A, YANG G, XU W L. Stability analysis and speed loop design of speed control system with disturbance observer[J]. *Tsinghua Univ (Sci & Tech)*, 2005, 45(4): 521-524. (in Chinese)
- [10] 胡浩军, 马佳光. 线加速度计辅助高精度稳定跟踪[J]. *强激光与粒子束*, 2006, 18(5): 769-772. HU H J, MA J G. Linear accelerometer-assisted high accurate stabilizing and tracking[J]. *High Power Laser and Particle Beams*, 2006, 18(5): 769-

[11] 向红标,裘祖荣,李醒飞,等.精密试验平台的非线性摩擦建模与补偿[J].光学精密工程,2010,18(5):1119-1127. XIANG H B, QIU Z R, LI X F, et al. Nonlinear friction modeling and compensation of high-precision experimental platforms[J]. *Opt. Precision Eng.*, 2010, 18(5): 1119-1127. (in Chinese)

本刊中的类似文章

1. 肖前进 贾宏光 章家保 韩雪峰 席睿. 电动舵机伺服系统非线性辨识及补偿[J]. 光学精密工程, 2013, 21(8): 2038-2047
2. 董岩, 张涛, 李文明, 李清军, 贾继强, 陈浠惠. 机载立体测绘相机滚转轴伺服系统的辨识与设计[J]. 光学精密工程, 2011, 19(7): 1580-1587
3. 向红标, 裘祖荣, 李醒飞, 谭文斌, 朱嘉, 陈诚, 张晨阳. 精密实验平台的非线性摩擦建模与补偿[J]. 光学精密工程, 2010, 18(5): 1119-1127
4. 郑耿峰, 张柯, 韩双丽, 金龙旭. 空间TDICCD相机动态成像地面检测系统的设计[J]. 光学精密工程, 2010, 18(3): 623-629
5. 宋彦, 高慧斌, 张淑梅, 杜璧秀, 郭同健. 直流力矩电机力矩波动的自适应补偿控制[J]. 光学精密工程, 2010, 18(10): 2212-2220
6. 邱晓波, 窦丽华, 单东升, 周伟科. 光电跟踪系统自抗扰伺服控制器的设计[J]. 光学精密工程, 2010, 18(1): 220-226
7. 刘晶红, 朱志强, 沈宏海, 韩松伟. 加速度的扰动补偿在控制系统中的应用[J]. 光学精密工程, 2009, 17(9): 2191-2198
8. 张文博. 基于采样控制理论的光电跟踪伺服系统内模控制研究[J]. 光学精密工程, 2008, 16(2): 221-228
9. 王国富; 余法山; 汪旭东; 马彩文; 陈良益. 机载光电转台的谐振分析及自适应滤波器设计[J]. 光学精密工程, 2007, 15(11): 1802-1808
10. 张智永, 范大鹏, 范世珣. 光电稳定跟踪装置的控制系统设计[J]. 光学精密工程, 2006, 14(4): 681-688
11. 吉桐伯, 陈娟, 杨秀华, 陈涛. 地平式光电望远镜天顶盲区影响因素[J]. 光学精密工程, 2003, 11(3): 296-300
12. 陈涛, 陈娟, 蒋风华. 伺服系统两种低速非线性补偿方法的对比实验[J]. 光学精密工程, 2003, 11(1): 94-97
13. 高慧斌. 一种新颖的大功率精密交流伺服系统[J]. 光学精密工程, 1996, 4(4): 121-124
14. 杨兴轩. 高速同步摄影控制系统[J]. 光学精密工程, 1995, 3(5): 88-92
15. 杜宇. 脉冲调宽型圆顶随动系统[J]. 光学精密工程, 1995, 3(5): 116-120