

中小型舰艇综合导航系统研究

施闻明 章 阳 高建伟

(青岛海军潜艇学院, 山东 青岛 266071)

摘 要: 舰艇航向、位置和姿态等导航信息直接影响舰艇的航行安全以及武备的使用效能。采用信息融合技术研究中小型舰艇综合导航系统, 目的是以解决现役中小型舰艇导航设备信息获取分散, 没有导航信息综合处理装置的问题, 结合姿态传感器, 为武备使用提供精确的姿态信息。介绍了中小型舰艇综合导航系统的组成、关键技术、技术优点以及最终达到的战技指标。仿真结果表明, 使用该综合导航系统的舰艇在各个方面指标均优于未使用该系统的舰艇, 可见该系统可在一定程度上解决现役中小型舰艇装备独立测量、信息精度不高以及无姿态测量信息的问题, 该系统可以保证舰艇的航行安全和武备的使用效能, 因此具有较好的实用性和较高的军事价值。

关键词: 舰艇; 综合导航; 信息处理; 信息融合; 最优估计

中图分类号: U666.11

文献标识码: A

文章编号: 2673-3185(2006)04-56-02

Study on the Integrated Navigation System of Medium-Sized and Pint-Sized Warships

Shi Wen-ming Zhang Yang Gao Jian-wei

(Naval Submarine Academy, Qingdao 266071, China)

Abstract: The navigation information of naval vessels, such as course, position and pose, will influence on their sailing safety and efficient use of weapons. We study the integrated navigation system of medium-sized and pint-sized warships by using the information fusion technology, aim to solve the problems that existing medium-sized and pint-sized warship have no equipments for integrating navigation information and have to obtain those from various sources. Pose sensor is used to give accurate pose information for firing of weapons. The paper introduces the constitution of the integrated navigation system, key technologies for integrating different systems, as well as technical superiority and operational capability that they can be achieved. Simulation result shows that the tactical performance of warship with the integrated system is superior to that without this system in every respect. It is also found that the integrated navigation system could solve the problems of separate measuring, low precision information and no pose information. It also guarantees navigation safety to warships and efficiency to weapons.

Key words: ship; integrated navigation; data process; information fusion; optimum estimation

舰艇的航行安全和武备的使用效能依赖于舰艇航向、位置及其航行姿态的测量精度, 舰艇的航向和位置则主要由各种导航设备获取。现役的中小型舰艇上装备的导航设备主要有电罗经、计程仪、罗兰 C、GPS、北斗导航仪、组合导航仪和测深仪等。目前这些导航设备获得的导航信息彼此又是相对独立, 只有通过人工方式才能获得“最优”的导航信息^[1]。因此, 航海人员的工作强度较

大, 不能适应现代航海的保障要求。若能将各导航设备提供的信息组合使用, 取长补短, 即采用综合导航系统则可以有效地提高中小型舰艇导航信息的适用率, 提高导航信息的精度和可靠性^[2-3]。目前, 中小型舰艇面临无姿态信息的尴尬局面, 利用姿态传感器—微加速度计直接测量舰艇姿态, 为武备系统提供一定精度的姿态信息, 可有效地提高打击精度。

收稿日期: 2006-05-24

基金项目: 海装列报项目[2001]装技字第388号。

作者简介: 施闻明(1982-), 男, 硕士研究生, 研究方向: 载运工具运用工程。E-mail: Shiwenming_2005@126.com

1 系统组成

中小型舰艇综合导航系统(图1)主要针对由陀螺罗经、GPS、计程仪、罗兰C和姿态信息测量装置等获取的各种导航、姿态信息进行最优组合和估计,解算出最佳导航数据,并在简易电子海图上进行标识。硬件主要包括各导航设备、信息接口转换装置、导航计算机和电源;软件主要由导航数据融合、导航信息显示和反欺骗计算控制软件构成。

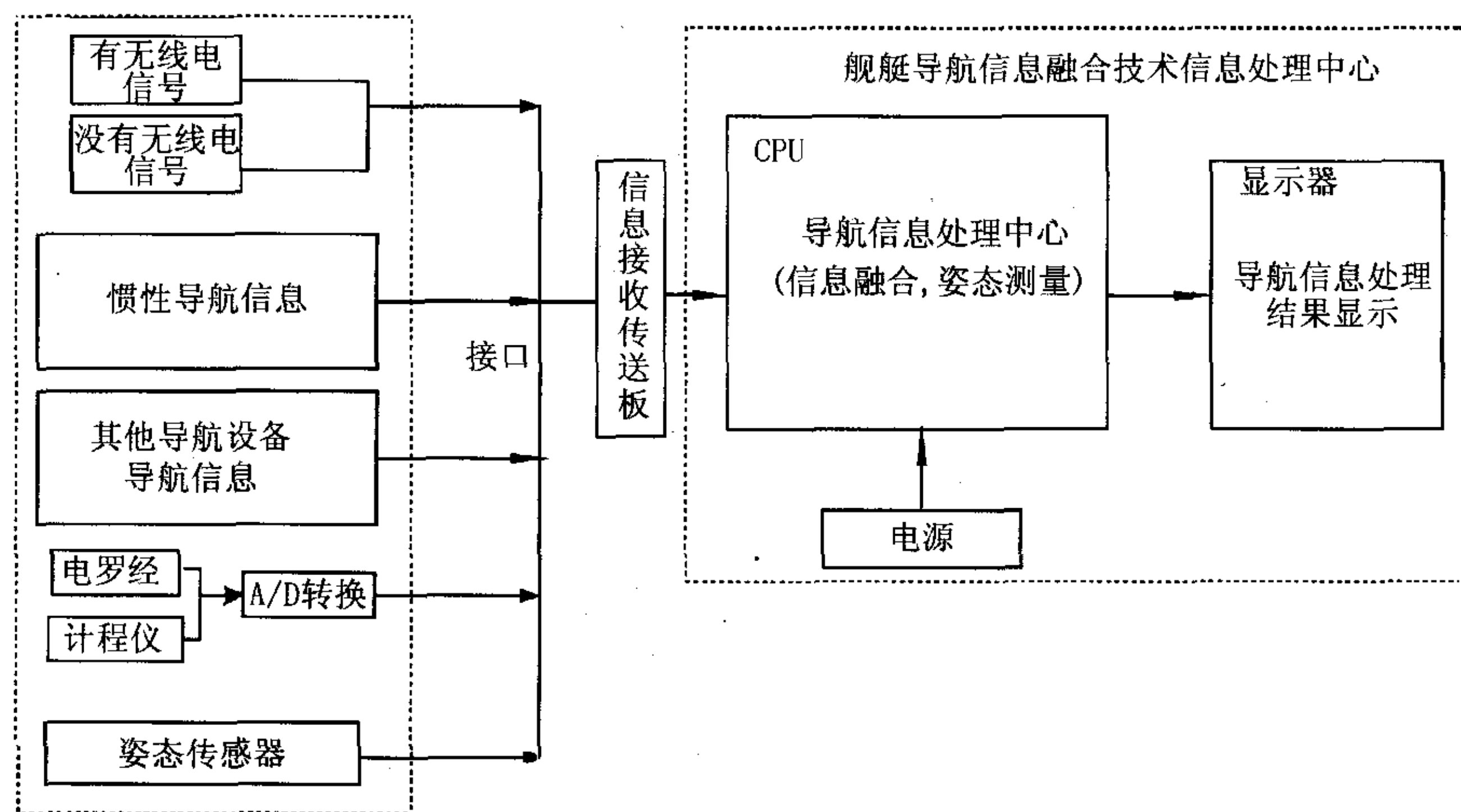


图1 中小型舰艇综合导航系统结构图

2 关键技术

2.1 导航数据处理

首先,采用鲁棒卡尔曼滤波对各导航数据进行滤波和状态估计^[4],然后,结合不确定度、联邦滤波理论^[5],根据不同的需求进行数据融合计算,最终获得最优导航数据。

2.2 导航信息中的软欺骗识别

1) 利用转发式干扰机理,确定无线电导航接收机在遭受不同干扰时的干扰阈值。通过故障检测理论,对无线电导航信息中可能存在的转发式欺骗性干扰进行检测,从而解决无线电导航接收机对转发式欺骗性干扰的识别;

2) 采用时间序列分析法,对无线电导航输出信息进行监测,解决无线电导航接收机导航信息完备性检测问题;

3) 采用“最优滤波估计”技术,对所接收到的各种导航信息进行多模式自适应估计、检测,以区别慢周期缓变化或短周期快变化的欺骗性干扰,实现干扰的有效检测和报警。

2.3 信息接口转换

为了在技术上实现对综合导航系统信息进行处理,还需要对各导航设备输出进行转换接口设计,以适应导航计算机输入的需要,即依据不同的导航设备原有的输出接口形式,通过A/D转换器或串行通信电平转换器等硬件将各导航信息进行相应的转换,并输入计算机进行信息处理。其中,对电罗经和计程仪,采用通过A/D转换器件进行数据采集后,串行通信电平转换成RS422口的输出与导航计算机相连。

3 技术优点

1) 导航数据由于经过滤波以及不确定度理论的分析,数据精度较高,完全满足高精度导航以及武器系统使用的需求;

2) 在保证数据精度的基础上,采取软欺骗识别技术,进一步提高了数据的可靠性;

3) 信息接口技术的使用,提高了导航计算机对信息的处理效率。

4 战技指标

经过为期4个月的陆上试验以及为期3个月的海上试验,得出以下性能指标数据:

位置精度	≤ 120 m
适用范围	$90^{\circ}\text{N} \sim 90^{\circ}\text{S}$ $180^{\circ}\text{E} \sim 180^{\circ}\text{W}$
首次定位时间	≤ 2 s
测量误差	0.1° (航向) 0.1° (姿态)
MTBF	$\geq 8\ 000$ h
冲击	6 g/s
振动	0.1 g/(20 ~ 100) Hz
相对湿度	$\leq 98\%$ (45°C)
工作温度	$-30^{\circ}\text{C} \sim +65^{\circ}\text{C}$
存储温度	$-40^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$
数据刷新频率	1次/s
功耗	≤ 100 W

目前,未使用综合导航系统的中小型舰艇能够达到的位置精度在400~500 m左右,测量误差也远大于使用该系统的舰艇。以上关键技术的采用在各个方面提高了导航信息使用的有效性及可靠性,从而提高了中小型舰艇的整体性能。因此,采用该系统有效提高了中小舰艇(下转第66页)

很好的抑制作用。

图7为鳍角曲线,可以看到,鳍角的变化比较平稳,而且没有超调,曲线形式与图1(b)完全吻合。

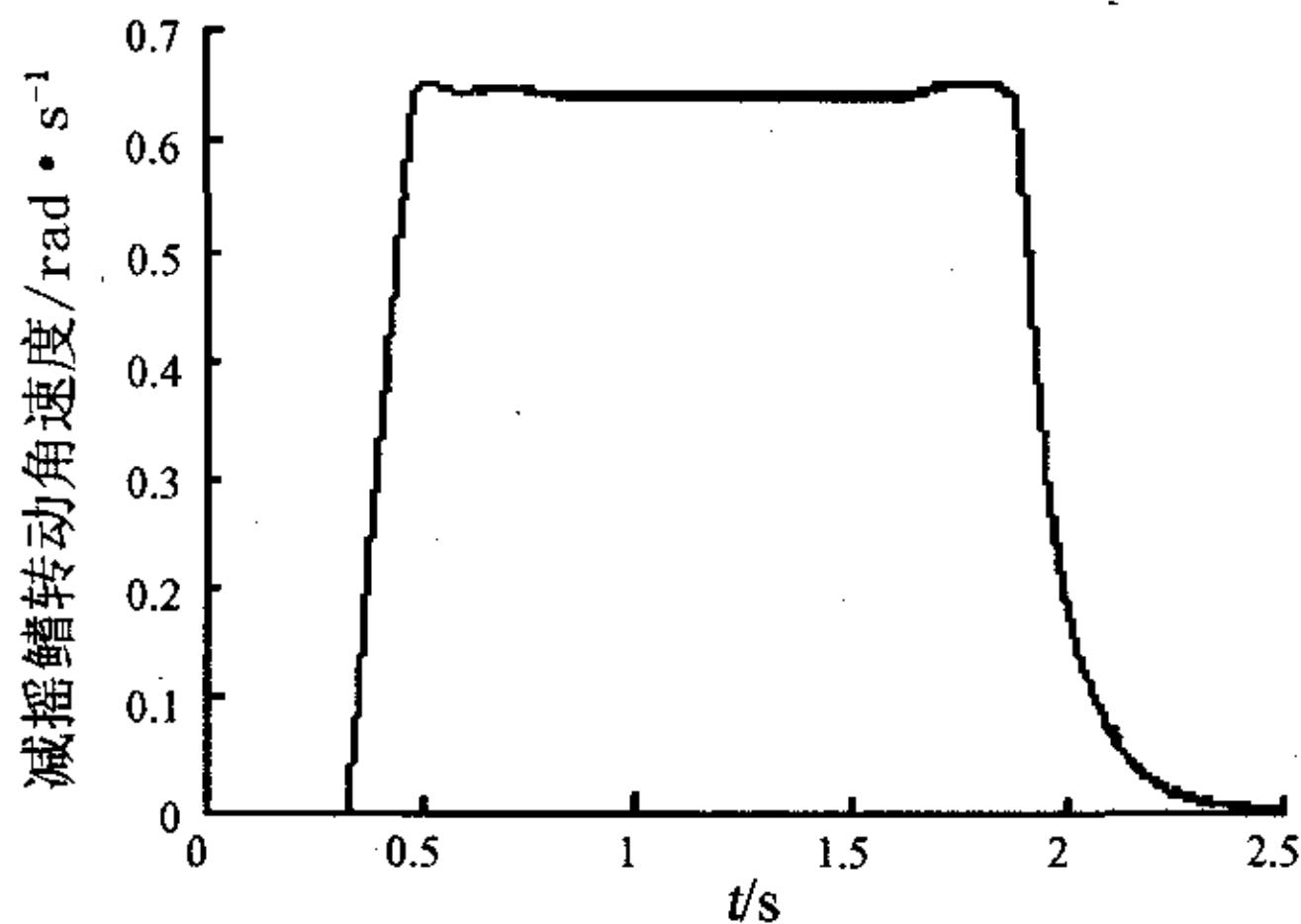


图6 采用非线性PID时的减摇鳍转动角速度

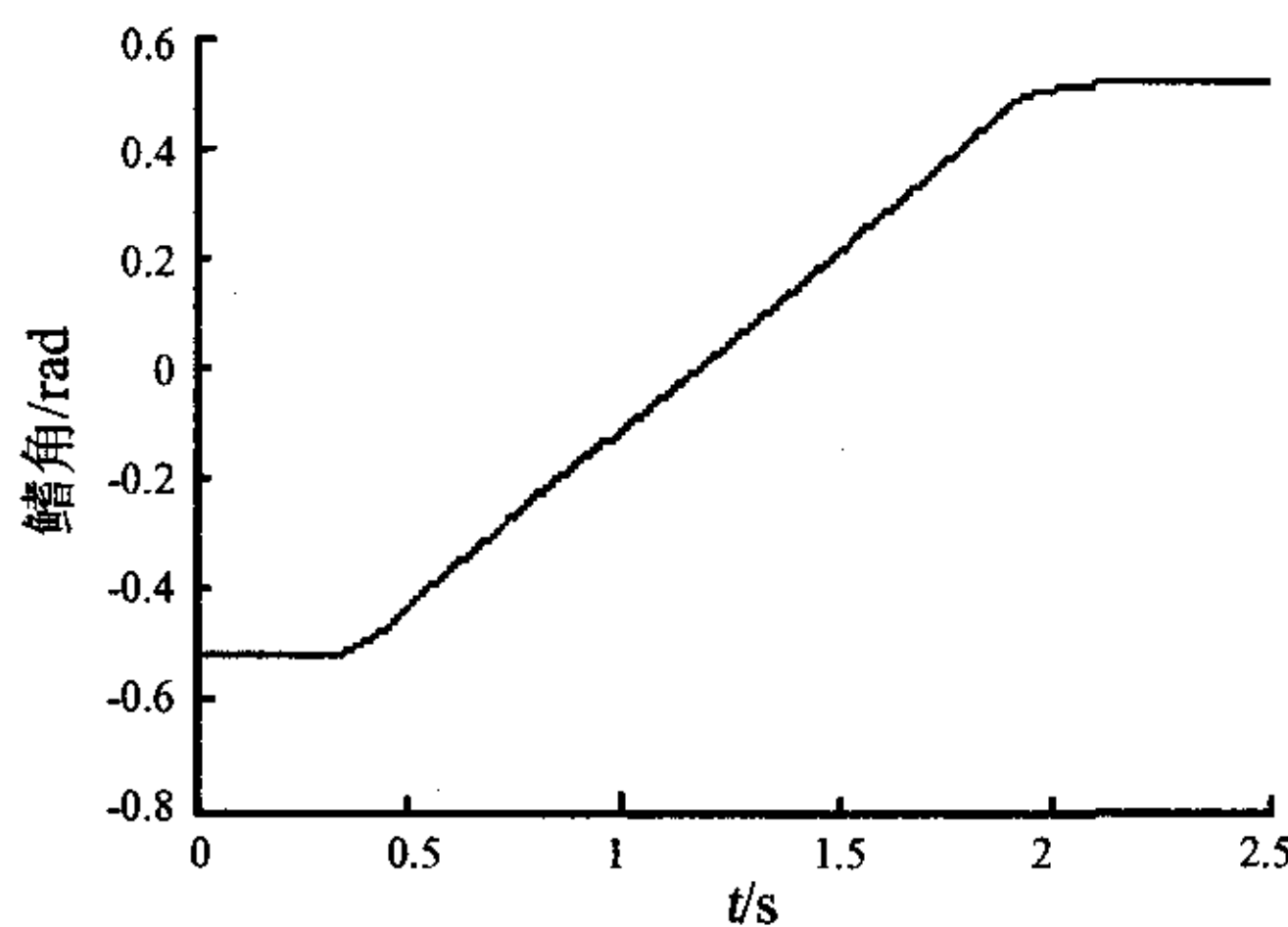


图7 鳍角仿真曲线

5 结 论

针对零航速减摇鳍的特殊要求,选择了电伺服系统的驱动电机和主电路,对电伺服系统进行了整体设计,仿真结果表明,基于永磁同步电机的伺服系统具有良好的动态性能,完全可以满足零航速减摇鳍的特殊要求。

参考文献

- [1] OOMS J. The use of roll stabilizer fins at zero speed; Project 2002 [EB/OL]. Amsterdam: 2002 [2006-07-17]. <http://www.quantumhydraulic.com/pdf/zerospeed.pdf>.
- [2] DALLINGA R P. Roll stabilization of motor yacht; use of fin stabilizers in anchored conditions, Project, 99 [EB/OL]. Amsterdam: 1999 [2006-07-17]. <http://www.theyachtreport.com/PROJECT/papers1999/paper121999.pdf>.
- [3] 周希章,周全. 如何正确选用电动机[M]. 北京:机械工业出版社,2004.
- [4] 李永东. 交流电机数字控制系统[M]. 北京:机械工业出版社,2002.
- [5] 陈荣. 永磁同步电机伺服系统研究[D]. 南京:南京航空航天大学,2004.
- [6] 尔桂花,窦日轩. 运动控制系统[M]. 北京:清华大学出版社,2002.
- [7] 杨俊莲. 一种非线性PID调节器的设计方法[J]. 基础自动化,2001,8(2):54-56.

(上接第57页)
的战技指标。

5 结 论

由以上的数据可见,本文提出的综合导航系统能够提高中小型舰艇现有导航设备的信息精确度,实时获取舰艇的姿态信息,为武器系统的使用提供基准数据,具有较高的使用价值;在中小型舰艇综合导航系统的信息融合技术上、作战使用上具有先进性。若将该系统装备部队,对中小型舰艇的航行安全、武器系统效能的有效发挥和提升中小型舰艇综合导航系统的使用生命力和导航信

息使用安全的可行性,具有很好的实用性和较高的军事价值。

参考文献

- [1] 朱海,莫军. 水下导航信息融合技术[M]. 北京:国防工业出版社.
- [2] 张卫东,刘恒春. 捷联惯性组合标定的仿真研究[J]. 中国惯性技术学报,2000,8(2):10-15.
- [3] 孙枫,袁赣南,张晓红. 组合导航系统[M]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,1996.
- [4] 付梦印,邓志红,张继伟. Kalman滤波理论及其在导航系统中的应用[M]. 北京:科学出版社,2003.
- [5] 袁泽剑,郑南宁,张元林,郭霞. 一种非线性扩散滤波器的设计方法及其应用[J]. 计算机学报,2002,25(10):1072-1076.