

潜艇舵机液压复合控制技术分析

李德远

(葫芦岛市驻431厂军事代表室,辽宁葫芦岛125004)

摘要: 从液压复合控制技术出发,对阀泵并联控制舵机、阀泵串联控制舵机以及电液复合控制舵机进行了分析。

关键词: 潜艇;舵机;复合控制;并联控制;串联控制;电液复合控制

中图分类号: U664;TJ83.31 **文献标识码:** A

Analysis of technique hydraulic complex control of submarine steering gear

LI De - yuan

(The Military Representative Office Stationed in 431 Factory, Huludao 125004, China)

Abstract: This paper analyses the steering gear of valve - pump parallel control, the steering gear of valve - pump series control, the steering gear of electronic - hydraulic complex control from angle of technique hydraulic complex control.

Key words: submarine; steering gear; complex control; valve - pump parallel control; valve - pump series control; electronic - hydraulic complex control

0 引言

舵机是潜艇操纵控制的核心系统,其性能好坏直接影响到艇的操纵性和艇的生命力。在我国潜艇中,舵机液压控制系统主要采用了两种控制方式,即泵控型舵机和阀控型舵机。在使用中,由于这两种系统固有的静、动态特性,在系统精度、响应速度、动态指标、系统效率、总体布置等方面,有着较大的局限性和差异性。随着近代液压控制技术的发展和泵控伺服系统、阀控伺服系统的研究与应用已经比较成熟,两种控制形式联合使用,来提高各项性能指标的复合控制技术也成为液压控制领域的一个重点研究方向。液压复合控制主要包括了阀泵串联控制、阀泵并联控制、电液复合控制等,本文正是从液压复合控制技术出发,对这几种控制形式的潜艇舵机进行了分析。

1 阀泵并联控制舵机

舵机系统主要由舵机液压缸、电液伺服阀、变量泵、定量泵、变量机构、电动机、舵角反馈机构、泵斜盘

角传感器、放大器、控制器等组成,系统框图见图1。

潜艇在进行操纵控制时,在舵机跟踪给定信号的起始阶段,即系统在流量上升的动态调节过程中,主要由舵机液压缸前的电液伺服阀来控制舵机液压缸所需的流量负载,基本控制原理与传统的阀控液压伺

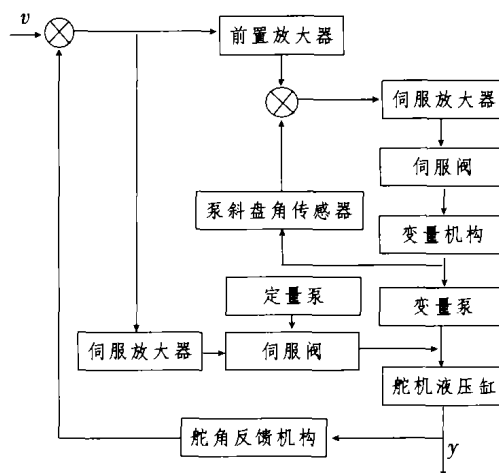


图1 阀泵并联控制舵机框图

服系统类似,主要利用阀控液压伺服系统动态响应指标较好的优点,来保证舵机系统的动态调节性能。

当系统由流量上升的动态调节过程向稳态过程完成过渡时,舵机液压缸前的电液伺服阀关闭,变量伺服泵根据系统的负载大小提供流量,完成阀控向泵控的切换,此时又利用了传统的泵控液压伺服系统传动效率高的优点。

此种液压控制形式的潜艇舵机,综合利用了阀控舵机和泵控舵机的优势,使得舵机系统在具有较高传动效率的同时,也有良好的动态特性。不足之处在于,舵机系统要根据误差来完成阀控向泵控的切换,且不一定能够达到最优状态,必须对舵机系统增加校正环节,实现阀控流量与泵控流量的最优分配。

2 阀泵串联控制舵机

舵机系统主要由舵机液压缸、电液伺服阀、变量泵、变量机构、电动机、舵角反馈机构、泵斜盘角传感器、放大器、压差传感器、控制器等组成,如图2所示。

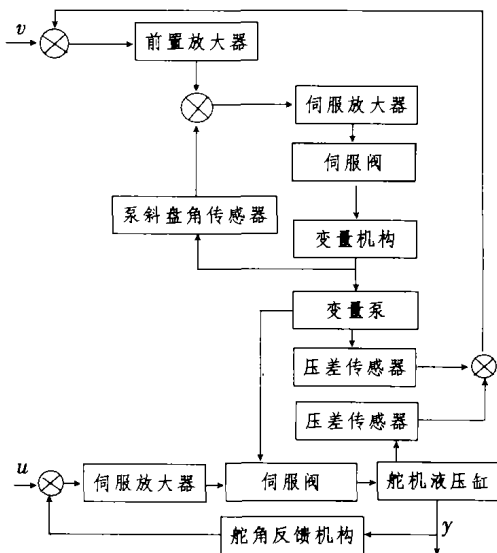


图2 阀泵串联控制舵机框图

潜艇在进行操纵控制时,由控制器发出操舵指令,舵机液压缸前的电液伺服阀根据负载要求控制输出流量,该电液伺服阀的流量来自伺服变量泵,阀控变量机构同时也进行流量的控制。变量泵阀控变量机构的控制信号取自液压能源的压力和负载压力的比较值,使得能源压力跟踪负载压力的变化,这样可以减少油源的高压溢流损失,而且,还可以减少舵机液压缸前电液伺服阀处的节流损失和变量泵的泄漏损失,以减少系统因高压溢流和节流所带来的热量,达到提高系统的容积效率。

此种控制形式的舵机,输出流量可以调节变量伺服泵的流量和调节舵机液压缸前的电液伺服阀的流量而得到,保证了动态性能与阀控舵机基本一致,但系统效率却比阀控舵机要高。不足之处在于,变量泵的流量必须超过流量负载峰值,以避免系统因流量不足而出现气穴现象。另外,变量泵进出口必须设置双向溢流阀进行溢流保压。

3 电液复合控制舵机

系统主要由舵机液压缸、电液伺服阀、变量泵、变量机构、调速电动机、PWM调制器、测速发电机、舵角反馈机构、泵斜盘角传感器、放大器、压力传感器、控制器等组成,系统框图见图3。

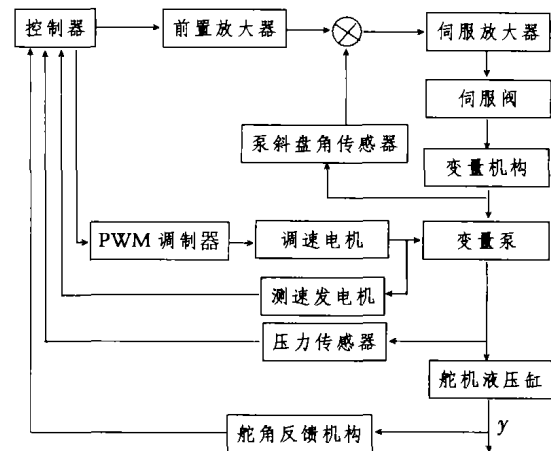


图3 电液复合控制舵机框图

潜艇在进行操纵控制时,系统的负载流量由变量泵的流量输出决定,改变变量泵的流量有两种方式:(1)由伺服放大器、伺服阀、变量机构、泵斜盘角传感器构成的闭环进行流量控制;(2)由PWM调制器、调速电机、测速发电机构成的闭环来进行流量控制。如果由两种方式同时来改变变量泵的流量大小和方向,那么,舵机则有很好的调节自由度和控制冗余度,同时,由于该种复合调节方式固有的调节补偿作用,如果采用合适的控制算法和选择适当的控制参数,系统的响应速度也可以得到提高。

此种控制形式的舵机,输出流量可以调节变量伺服泵的斜盘倾角进行流量控制,也可以调节拖动电机的转速来进行流量控制,在舵机流量上升和下降阶段,可以实现流量的双回路控制,达到提高系统快速跟踪给定信号的目的,在系统流量饱和后,可以用任一控制回路进行控制或双重控制,系统的调节度和控制冗余度较好。

(下转第39页)

定出目标处于右舷,且两个目标的左右舷分辨增益均在 3dB 以上。

无论是采用什么样的左右舷分辨算法,都可以把左右舷分辨处理看成是在波束形成前的预处理。因此,预处理所需时间的长短,影响着工程实现的实时性。为此,在仿真实验的一次数据分析中(使用 512 个快拍),把噪声相关模型和新的移相方法所用的计算时间对比,采用在 PIV1.3G 的计算机上,通过 MATLAB5.3 中的 CPUTIME 函数进行测量。得出了以下结果:运用噪声相关模型时,所用的时间为 0.05s;而利用新的移相方法,所用的时间仅为 0.01s。可看出,新的移相方法比噪声相关模型大大减少了计算量。

5 结 语

针对小横截尺寸三元水听器组的左右舷分辨问题,文中提出新的移相方法,它具有算法简单、计算量小等优点,经过仿真实验验证,证明了它能够有效解决小横截尺寸三元水听器组的左右舷模糊问题,具有良好的实用前景。

参考文献:

- [1] 杜选民,朱代柱,赵荣荣,等.拖线阵左右舷分辨技术的理论分析与实验研究[J].声学学报,2000,25(5):395-402.
- [2] 杜选民,朱代柱,赵荣荣,姚蓝.拖线阵目标左/右舷分辨技术研究(II)——噪声相关性模型[J].舰船科学技术,1999,21(3):17-20.
- [3] JEAN BERTHEAS, GILLES MORESCO, PHILIPPE DUFOURCO. Linear hydrophonic antenna and electronic device to remove right/left ambiguity, associated with the antenna. United States Patent, Patent Number: 5058082, Oct. 15, 1991.
- [4] DOISY Y. Port - starboard discrimination performances on activated towed array systems. UDT95, France: 125 - 129.
- [5] VAN MIERIO G W M, BEERENS S P, BEEN R, ect. Port/starboard discrimination by hydrophone triplets in active and passive towed arrays. UDT97, Germany: 176 - 181.
- [6] IMAN W, SCHURMAN. Reverberation rejection with a dual - line towed array. IEEE Journal of Oceanic Engineering, 1996, 21(2): 193 - 204.
- [7] 李启虎.声呐信号处理引论[M].北京:海洋出版社,2000:186 - 187.

作者简介:何心怡(1976-),男,博士,工程师,感兴趣的研究方向为鱼雷自导、水声信号处理、声呐与反潜战仿真等。

(上接第 15 页) 不足之处在于,系统多个内环复杂关联,导致系统控制器设计较为复杂。

4 结 语

目前,我国的潜艇舵机主要应用了阀控技术和泵控技术。关于阀控和泵控舵机技术孰优孰劣,没有一个统一的观点。在潜艇大国俄罗斯,已经在进行阀泵串联控制和阀泵并联控制舵机的研究工作,据来华专家介绍,他们已经在某些型号的潜艇中得到了应用。

潜艇本身固有的大惯性决定了泵控型舵机或阀控型舵机自身的性能缺陷,因此在传统的阀控型舵机和泵控型舵机的研究基础上,如果能够应用液压复合控制技术,对于改善潜艇的操纵性具有较为深远的意义,潜艇舵机采用哪种形式的复合控制技术,取决于

对这些控制技术的熟悉、理解、掌握程度。

本文的写作目的,主要是为液压复合控制在潜艇舵机上的应用作一些铺垫和初步的探讨,很多具体的研究工作,随着液压复合控制技术的日益完善,最终会全面展开,为提高潜艇的总体综合性能和作战能力提供有力的保障。

参考文献:

- [1] 李洪人.液压控制系统[M].北京:国防工业出版社,1981.
- [2] 王占林.近代液压控制[M].北京:机械工业出版社,1997.

作者简介:李德远(1965-),男,1983年毕业于海军大连舰艇学院,获学士学位,现从事装备技术工作。