

基于 PLC 的船舶主机变频调速器的实现

于 洋

(青岛远洋船员学院机电系, 青岛 266071)

摘 要: 船舶主机性能的优劣及寿命很大程度上取决于其调速系统的性能. 为了抑制负荷扰动, 提高主机调速器的可靠性和控制精度, 设计了基于 S7-200PLC 和 MM420 变频调速器, 将系统的性能要求转化为变频控制问题. 针对外部干扰和主机调速过程的特点, 增加了滤波功能和步进式算法, 改善了主机调速的稳定性.

关键词: 船舶; 主机; 数字调速器; PLC; PD

中图分类号: U664.82⁺1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-8354(2008)03-0026-03

Realization of frequency conversion governor of a marine main engine based on PLC

YU Yang

(Mechanical and electrical department, Qingdao Ocean Shipping Mariner College, Qingdao 266071, China)

Abstract: The performances and lifespan of a marine main engine depend on the performances of its speed adjusting system to wide extent. To restrain load disturbance and enhance the reliability and control accuracy for the speed governor of the main engine, this paper designed a frequency conversion governor base on S7-200PLC and MM420 and converted the requirements for the performances of the whole system into the frequency transducing control. According to the characteristics of outer disturbances and speed adjusting process of the main engine, this paper added wave filtering function and step arithmetic to improve speed adjusting stability of the main engine.

Key words: ship; main engine; digital governor; PLC; PID

0 引言

调速系统是船舶主机遥控系统的核心组成部分, 目前先进的船舶主机调速系统大多采用了数字 PD 调速器. 能源短缺、环保问题、微电子技术和控制理论的发展及对自动化水平要求的提高, 推动了船舶主机以微机为核心的数控技术的发展^[1]. 船舶主机性能的优劣及寿命很大程度上取决于其调速系统的性能, 已引起了船舶机务管理人员的重视. 在船舶主机调速器的研究中, 文献 [2] 对数字式电子调速器的设计方案进行了分析, 提出了以微机为核心的方案; 文献 [3] 剖析 DGS8800e 数字调速器各主要环节的作用功能, 并深入分析了系统的转速调节原理; 文献 [4] 对

NABCO MG-800 型数字调速器的自检系统作了较为详细的介绍; 文献 [5] 介绍了提高电子调速器可靠性的措施, 重点阐述了基于 CAN 总线的双机热备份系统的可靠性设计.

本文针对远洋船舶主机普遍使用的 DGS 8800e^[6] 和 MG-800^[7] 数字调速器的功能特点, 设计了基于 S7-200PLC 的变频调速器, 应用于船舶主机转速控制. 我国修造船工业已具规模, 针对每年生产艘数甚多的小型船舶, 若开发出性能可靠、价格合理的主机调速器, 则将具有较大的推广和应用价值.

1 远洋船舶主机调速系统的分析

收稿日期: 2008-02-22

作者简介: 于洋 (1973-), 男, 讲师, 研究方向: 轮机自动化.

根据中远提供的实船参考资料^[6,7],数字调速器的功能框图如图 1 所示,它们主要由转速调节单元、油门位置执行单元和保护单元组成。转速调节单元的主要功能有转速设定值计算、转速测量和滤波、输出和限制车令信号到油门位置执行单元,其辅助功能有参数显示、修改、在线/离线自检、运行模式的选择。油

门位置执行单元控制三相交流伺服电机的转角,其主要功能有从调速单元接受执行机构位置指令,根据位置指令进行油门刻度定位,其辅助功能有燃油齿条限制、燃油齿条输出指示、参数显示、系统故障检验。它的主要作用是控制燃油伺服机构的位置,保持主机转速等于转速设定值。

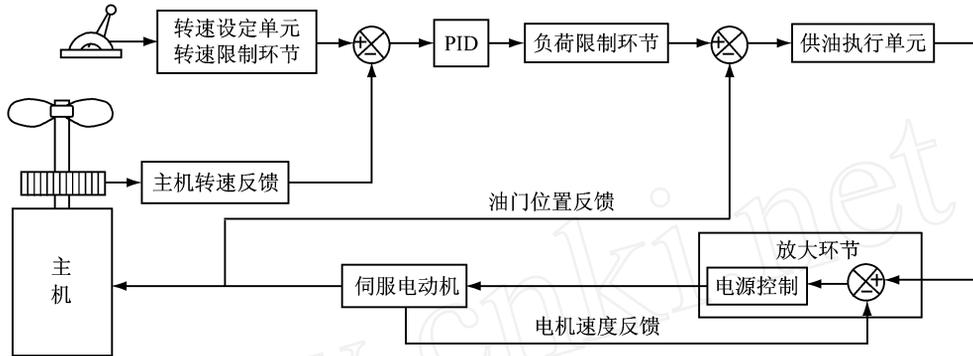


图 1 船舶主机数字调速系统

DGS8800e和 MG-800 可输出两种对应于主机燃油刻度指示和执行机构位置的信号: 4-20mA 或 0-10VDC。它们最大的优点是不仅仅完成调速的功能,还具备许多其它的功能,如工况限制、安全保护、状态监测、故障报警和诊断、增压控制、配气定时控制、负荷分配控制、喷油正时控制等等,参考文献 [8] 给出了船舶主机速度控制的程序框图。DGS8800e和 MG-800 都采用特殊的 PD 算法,微分环节在速度反馈回路上,实现微分先行的功能,它只在“恶劣海况”时起作用;积分环节串在比例环节之后,让它后期起作用以消除静态偏差,可防止系统振荡;与比例环节并联的是前向增益环节,具有速度前馈功能,可以大大提高指令信号的响应速度,而不产生稳定性问题。

2 船舶主机变频调速器设计

许多关于数字调速器的研究着重于速度控制环节,忽略了燃油齿条需要精确的定位。供油单元作为执行机构,被看作比例环节和惯性环节,以简化调速器模型,其功能是将油门位置信号转换成油泵齿条的实际位置,或者把执行机构采用直流伺服电动机的数学模型来代替。

本文直接在青岛远洋船员学院自动化机舱的主机上试验,主机调速系统由 SIEMENS S7-200 PLC、MM420变频器、带齿轮箱(涡轮蜗杆)的三相交流电动机(其稳态精度为 0.1mm)和上位监控微机实现。

基于 PLC 的船舶主机变频调速系统如图 2 所示。

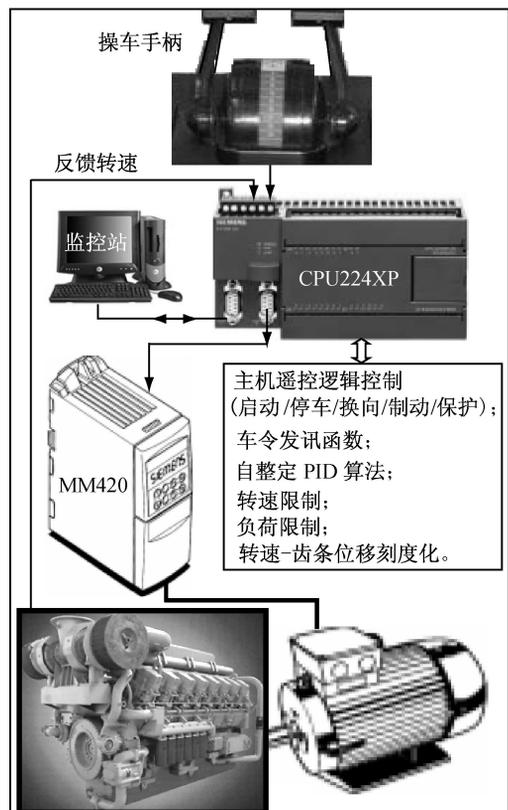


图 2 基于 PLC 的船舶主机变频调速系统

S7-200 PLC 具有 PD 参数自整定功能,自整定过

程包括过程扰动的产生、扰动响应的评估、控制器参数的计算。STEP7 Micro/win V4.0 SP5 PD Wizard既可以生成模拟量输出,也支持开关量输出;既支持连续自动调节,也支持手动参与控制。使用此向导对PD编程时避免了不必要的错误。采用在线监测的手段可以获得极限环的周期T和幅值K,再由T和K可以求得对应的PD整定参数。

MM420变频器采用模块化设计^[10],具有多种调试方法。可对加速和减速时间进行设置,复合制动功能可实现可控的快速制动,使调速电动机所受的冲击力最小。S7-200PLC驱动MM420的LAD程序如图3所示。

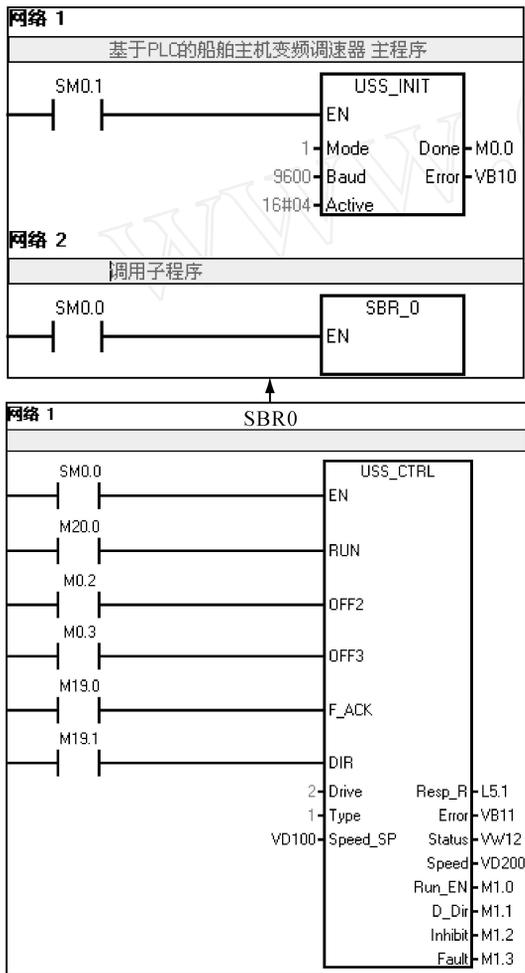


图3 S7-200PLC变频驱动程序

由于主机周期性工作的特点,喷油过程的压力波

动和做功的不连续性,其动力扭矩呈现周期性变化,转速也将产生波动。另一方面,微分对噪声很敏感,因此该调速器应具有滤波功能。在STEP7的系统块里选择输入滤波后,PLC使用的模拟量值是所有采样的平均值。如果实际模拟量值超出平均值一个死区以上,则平均值将被实际模拟量值取代。

轮机员操纵主机时对应的信号多为不连续的方波信号,因此采用滤波器对指令信号进行滤波,将滤波输出作为给定信号,可使方波响应及执行机构动作更加平稳,消除抖动现象。在较大阶跃响应时,常规PD调速器很容易产生超调,因此,该调速器不是直接对阶跃信号进行响应,而是使输入指令信号一步一步地逼近所要求的阶跃信号,可使主机运行平稳,适应于主机油门位移的跟踪,同时,也能满足主机加速速率和程序负荷的限制功能。

3 结论

本文设计了基于PLC的远洋船舶主机数字调速器,在分析船舶主机调速过程的基础上,实现了数字调速器的自整定PD算法和变频控制,该调速器具备主机遥控逻辑控制、滤波、步进式算法等功能,其可靠性和抗干扰能力强,满足船舶主机遥控和转速控制的需要,为轮机员培训提供参考和训练。

参考文献:

- [1] 李彦强,朱从乔,黄次浩. 柴油机数字式电子调速技术综述[J]. 海军工程大学学报, 2000, 93(4): 31-35.
- [2] 曲以明,屠宏伟,等. CY9606型船用数字式电子调速器[J]. 机电设备, 1999, (2): 18-20.
- [3] 褚建新,郑士君,等. DGS8800e数字调速器功能原理剖析[J]. 船舶工程, 1999, (5): 22-30.
- [4] 武继阳,郑士君. NABCO MG-800数字调速器故障分析[J]. 机电设备, 2001, (6): 25-28.
- [5] 刘志刚,宋恩哲,等. 电子调速器可靠性设计研究[J]. 船舶工程, 2005, 27(6): 56-58.
- [6] NORCONTROL. Digital Governor System (DGS8800e) [Z]. 2003.
- [7] NABCO. MG-800 GOVERNOR SYSTEM (MG-800) [Z]. 2004.
- [8] 张桂臣,任光. 基于PLC的船舶主机遥控系统设计与实现[J]. 船舶工程, 2007, 29(4): 65-68.
- [9] MICROMASTER 420 Manual[Z]. 2005.