

ReWorks 嵌入式操作系统在船舶 PMS 上的应用

管洋^{1,2}, 戚正伟¹

(1. 上海交通大学 软件学院, 上海 200030; 2. 中国船舶重工集团公司 第704研究所, 上海 200031)

摘 要: 随着计算机技术的迅猛发展和船舶自动化水平的不断提高, 对船舶 PMS 的实时性、可靠性要求也越来越高. 论文介绍了船舶 PMS 研究现状和嵌入式操作系统的特点, 构建了一种基于 ReWorks 嵌入式操作系统的船舶 PMS, 这样的系统更为安全、可靠, 对于船舶自动化发展有着更为深远的意义.

关键词: 计算机技术; 船舶自动化; PMS; 嵌入式操作系统; ReWorks

中图分类号: TP316, TP277 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-6982 (2010) 01-0037-04

Application of the ReWorks Embedded Operating System on the Ship PMS

GUAN Yang^{1,2}, QI Zheng-wei¹

(1. School of Software, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200030, China; 2. No.704 Research Institute, CSIC, Shanghai 200031, China)

Abstract: With the rapid and drastic changes of computer technology and incessant improvement of the ship automation level, the demand of the real time and reliable to ship PMS is higher than before. The paper introduces the research status of ship PMS and the characteristics of the embedded operating system, and establishes a type of the ship PMS based on the embedded operating system. This type of the ship PMS is more safety and more reliable, which is more meaningful to the development of the ship automation.

Key word: computer technology; ship automation; PMS; embedded operation system; ReWorks

0 前言

嵌入式操作系统是根据应用的要求, 将操作系统和功能软件集成于计算机硬件系统之中, 从而实现软件与硬件一体化的计算机系统. 嵌入式操作系统具有高可靠性、强实时性、可裁剪性以及灵活的引导方式等特点^[1], 因此广泛应用于工业制造、通讯、船舶、航空航天、消费类产品等众多领域.

ReWorks嵌入式操作系统是中国电子科技集团公司第三十二研究所自主研发的、第一个提供VxWorks容接口的嵌入式实时操作系统, 采用面向对象和微内核技术开发, 特别提供了VxWorks兼容层. 为了说明嵌入式操作系统在船舶PMS中广泛的应用前景, 本文将通过具体实例说明其在船舶PMS中发挥的重要作用.

1 船舶 PMS 研究现状

随着船舶向现代化、自动化的方向发展, 电力推

进系统和大型高能设备已经在船舶中广泛应用, 具有一般意义的船舶电站监控系统已不能适应这一发展的需求, 而一个拥有PMS能量管理系统的经济型、安全稳定的大型电力系统是这一变化发展的趋势. PMS能够综合考虑并实现发电自动化、系统监测报警、输配电监控保护及用电设备监控管理, 能综合优化船舶电力系统的经济性、可靠性及安全稳定性, 是船舶电力自动化的技术核心, 它为现代大型船舶提供了稳定、可靠、经济的电力能源. 目前, 国外PMS能量管理系统技术发展成熟, 已有各类计算机网络型分布式PMS系统产品推出, 且性能稳定可靠, 并大量用于各类舰船, 尤其是电力推进船. 然而在国内, 由于技术研究起步晚, 尚无类似产品推出, 因此, 进行PMS能量管理系统技术研究, 并开发研制技术先进、性能稳定可靠的产品, 最后装备我国现代化船舶已刻不容缓.

1.1 PMS 概述

收稿日期: 2009-10-21; 修回日期: 2010-01-08

基金项目: 上海市科学技术委员会2007年度科研计划项目 (项目编号: 06DZ15002)

作者简介: 管洋 (1980-), 男, 工程师, 主要从事船舶电站的设计研究工作.

早期PMS (Power management system) 能监测负载实际的功率需求, 与可用的功率相比, 并根据负荷的变化, 按预先设定好的启动停止表, 自动启动、停车发电机组. PMS的目标是针对实际运行工况, 确保有足够的功率供应, 防止电力供应中断. 对电力系统优化运行和控制的最基本要求是安全运行并且能量消耗最少, 目前, PMS功能已经扩大, 一些先进控制功能加到能量管理中, 通过监测和控制功率的流动, 调节电能的产生和消耗, 使能量消耗最少, 并且为了优化瞬态功率的流动, 必须考虑历史功率使用情况和未来功率的需求. 这是一种监测和控制能量流动的新方法. 因此, PMS也是一个能量控制系统, 即将功率流动的监测和全部的控制功能称之为能量管理系统-EMS (The Energy Management System), 它包括: 能量管理、失电保护、推进装置和其它调速负载的功率控制、燃油优化 (如提高原动机的利用率, 降低燃油消耗), 它是整个船舶控制系统的有机组成部分. 能量管理系统功能设计和性能与船舶的运行模式、电力系统的配置、电力系统的保护功能、故障容忍紧密相连^[23].

1.2 船舶 PMS 的组成

船舶PMS是一个集控制、监测、保护和管理于一体的综合性系统, 该系统包含了多项先进技术, 如: 传感与变送技术、计算机与网络通信技术、控制与调节技术、信息处理与显示技术、系统决策与管理技术等^[4]. PMS主要有对发电系统的自动控制、对系统的监测报警、对配电系统的监控保护以及对负载系统的监控管理4个部分组成, 如图1所示.

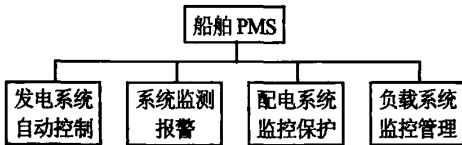


图1 船舶PMS组成

1) 发电系统自动控制

发电系统主要有柴油机 (汽轮机、燃汽轮机)、发电机和机组控制屏 (包含主开关) 等组成, PMS可以完成机组的自动启动、机组的自动投入及调频调载、机组的解列和停机、机组自起停顺序设定等功能^[5].

2) 电力系统监测报警

各种参数经传感器转换成电信号送入机旁控制箱, 经A/D转换成数字信号送入PMS. PMS通过友好的用户界面, 以图形、曲线及字符表格方式动态直观地显示系统的工作状态及各测点参数值. 对机组运行参数、故障报警、故障恢复可以进行打印记录. 当参数达到危险值报警时, PMS具有声光报警功能, 并设有消

声、应答按钮. 对系统设备正常起、停过程中引起的报警应自动屏蔽, 防止误报警.

3) 配电系统监控保护

PMS可以保护电网不断电连续运行而设定不同级别的卸载功能. 对船舶电站各跨接开关实行指定自动合、分闸控制功能, 并实现各区双跨接线下跨接开关之间的连锁保护功能. PMS能对配电系统的主要配电开关进行自动合、分控制及状态监测. PMS还能对短路、过载及绝缘监测等进行保护.

4) 负载系统监控管理

PMS可以对大负荷负载的起动实行起动询问, 当功率条件满足时立即起动, 若功率条件不满足, 则起动备用机组投入待条件满足后再起动. 对大负荷负载 (如推进装置) 在其运行过程中, 负荷增加达到供电系统设定要求时, 实现功率限制. 当供电系统发生严重故障时, PMS对大负荷负载 (如推进装置) 应采取快速降负荷措施, 实行功率保护.

2 嵌入式操作系统的优势

目前, 嵌入式操作系统的应用几乎涵盖了所有电器设备, 如手机、移动计算机设备、多媒体、汽车等家庭自动化系统、电梯、安全系统、自动取款机等等, 而且在功能复杂、系统庞大的工业控制中显得越来越重要.

2.1 嵌入式操作系统与一般操作系统的比较

一般操作系统有单一操作系统和层次结构操作系统两种基本结构. 单一操作系统由许多模块组成, 模块间相互调用, 具备系统模式和用户模式, 在系统模式下可以执行任何操作, 在用户模式下的操作受到一定的限制; 层次结构操作系统包含用户程序层、I/O 管理层、进程通信层与存储管理层, 程序可以在各层执行. 而嵌入式系统只有很小的内核, 以实现进程间通信的基本功能, 其他功能是服务进程, 运行于用户模式, 用户程序作为客户进程. 其工作方式为客户进程提出请求, 服务进程响应请求, 而操作系统只负责它们之间的通信.

嵌入式操作系统在系统实时高效性、硬件的相关依赖性、软件固化以及应用的专用性等方面具有较为突出的特点. 相对于一般操作系统而言, 嵌入式操作系统具备了一般操作系统最基本的功能, 如任务调度、同步机制、中断处理、文件功能等; 除此之外, 嵌入式操作系统还有以下特点^[6]:

1) 移植性. 嵌入式操作系统支持广泛的运行平台和多种开发平台, 对每种微处理器都提供相应的编译器、连接器、调试器和加载工具以及性能测试工具等

一系列工具链,从而形成从开发、调试到运行的一体化支持。

2) 占用更少资源. 嵌入式操作系统与一般操作系统相比,所需的模块和功能更为小巧. 嵌入式操作系统中很少有硬盘,所以不需要文件系统. 嵌入式操作系统是单用户系统,因此一般操作系统的安全特性也可以忽略。

3) 可装卸性. 由于嵌入式系统需要根据应用的要求进行装卸,所有嵌入式操作系统也必须能够适应应用的需求进行装卸,对各个部分进行优化或删除。

4) 强实时性. 多数嵌入式系统工作在实时性要求很高的环境中,因此实时性一般较强,可用于各种设备控制当中。

5) 固化代码. 在嵌入系统中,嵌入式操作系统和应用软件被固化在嵌入式系统计算机的ROM中. 辅助存储器在嵌入式系统中很少使用,因此,嵌入式操作系统的文件管理功能应该能够很容易地拆卸,而用各种内存文件系统^[7]。

2.2 ReWorks 嵌入式操作系统的特点

ReWorks是中国电子科技集团公司第三十二研究所自主研发的、第一个提供VxWorks兼容接口的嵌入式实时操作系统,采用面向对象和微内核技术开发,具有强实时性、可裁剪性和可伸缩性,并特别提供了VxWorks兼容层,具体特点有:

1) 微内核、可裁剪、可扩充性. ReWorks的设计中不采用完全的微内核结构,而是采用一组环绕基核的类似于微内核的独立功能模块来建立可伸缩的操作系统. 内核提供任务调度、对象管理等功能,而时钟、区域、分区、信号、事件、信号量、消息等作为可裁剪的、环绕内核的独立功能模块. 可根据实时应用的需要进行裁剪. 在ReWorks下,最小配置可小于100K。

2) 强实时性和多任务. ReWorks支持微秒级高精度时钟,最快响应时间可达15 μ s. 为正在等待消息、信号、事件或段的任务进入超时管理,为轮转调度提供时间片,在指定时间间隔以后或指定时间唤醒任务或发送一个时间报警给任务;提供高效的实时任务管理,支持多任务,任务数没有限制,上下文切换快速确定,有256个任务优先级;任务的调度算法灵活,除了支持抢占式调度和时间片轮转调度两种常用的调度算法,还提供速率单调算法(RMA)保证任务调度性可预测. 对任务间通信实现四种通信机制(消息队列、事件、信号量和异步信号),满足了任务间通信、同步和互斥的需要。

3) 支持多种网络协议. ReWorks支持包括TCP、UDP、IP、ICMP和ARP等多种网络协议,可通过工业

标准socket编程接口进行访问;提供基于TCP/IP的Internet标准实现网络管理的管理信息库,并能和交叉开发工具一起,建立单机或多机目标系统的网络下载和调试工具;支持多种常见的Internet应用协议如FTP、TFTP、Telnet等。

4) 设备管理. I/O设备通过设备驱动程序表进行管理,对设备的操作可抽象为初始化、打开、关闭、读、写、控制,当应用程序进行I/O操作时,系统根据设备驱动程序表决定调用哪一个设备驱动程序进入点。

5) 中断管理. 允许应用将中断服务例程(ISR),连接到硬件中断向量,通过提供允许从ISR退出时任务被抢占来改变任务执行的临界能力,许可快速中断响应时间,支持256中断优先级。

6) 支持用户扩展. 为了不修改内核而能够向系统增加额外的任务相关的功能,ReWorks提供了任务创建、切换和删除的钩子函数. 允许在任务被创建、上下文切换和任务被删除的时候额外的例程可被调用执行. 在关键的系统事件里提供的扩展例程中,用户能够针对自己的实际情况,设计适应系统需要的前置处理,增强系统的功能. 为满足开放性要求,ReWorks提供符合POSIX 1003.1b实时扩展标准规范的基本系统调用. 包括:进程原语,消息队列,信号,内存管理(页面锁定),调度控制,文件目录,I/O原语,语言服务以及目录管理等。

3 ReWorks 嵌入式操作系统在 PMS 上的典型应用

随着船舶电站自动化程度要求日趋提高,对船舶PMS的要求也越来越高,目前国外建造的船舶自动化设备和系统,许多采用了嵌入式技术,使得PMS在自动化、网络化和智能化方面取得了大幅度的进展. 而目前在国内传统的船舶电站电能管理系统中,广泛使用的仍然是工控机或单片机。

为适应这种舰船现代化的需求,实现船舶PMS技术新的提高,将具有自主知识产权的ReWorks嵌入式操作系统应用在黄浦江“世纪之光”电力推进清扫船上,这是国内第一艘具有自主知识产权的内河电力推进船舶. 通过该项目的研究,形成具有自主知识产权并实现产业化发展的产品和系统,其核心技术可作为通用的标准技术推广应用于船舶电站自动化系统。

“世纪之光”电力推进清扫船采用全电力推进的动力形式,电力推进系统是全船最重要的用电负载,占整个电站容量的50%以上,因此,PMS对该船电力推进系统的电能进行合理有效的管理是非常重要的. 在设计时,将PMS集控制、监测、保护和管理于一体,提供连续、稳定、安全的电能,主要完成对发电机组

的自动控制、电能分配的优化管理、电站运行参数的监测报警及保护、主要用电负荷的监控管理等。图2为“世纪之光”电力推进清扫船PMS设计示意图。

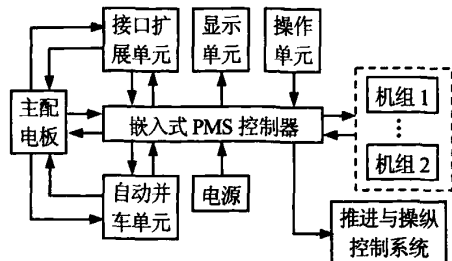


图2 “世纪之光”电力推进清扫船PMS设计示意图

电能管理嵌入式控制器包括控制主机、数字量和模拟量输入/输出模块，控制主机部分完成程序控制，输入/输出模块部分完成数字量和模拟量的输入和输出。自动并车单元辅助嵌入式PMS控制器完成机组的并车功能。接口扩展板提供系统外围驱动电路。电源由交流UPS和DC 24V开关电源组成，为PMS提供工作电源，当全船失电时，可以为PMS提供启动电源。操作单元的按钮和指示灯可以完成相关的操作和显示。显示单元用于显示系统运行的参数和状态。

“世纪之光”电力推进清扫船PMS对电站的运行状态进行集中控制和管理，根据电网的总负载决定发电机组的运行台数，合理地控制各台发电机组之间的负载分配情况。当在网运行的发电机组出现故障时可以进行自动换机，并使故障机组自动停机。电能管理系统具有数据采集和发电机组的控制功能，可以实时监测电网和机组的运行参数，自动的控制发电机组启动、停机、加速和减速，控制发电机主开关的合闸、分断。电能管理系统还可以对发电机组的故障进行报警和记录，并且进行相应的故障处理。

“世纪之光”新型清扫船PMS在电能管理的控制处理中，选择合适的发电机组自动增/减机功率管理的模式和方法，使电力推进电站运行最经济、最优化。发电机组自动增/减机功率管理通常采用恒平均功率增/减机管理模式或恒储备功率增/减机管理模式。任何

一种自动增/减机管理模式必须满足船舶电站安全性的基本要求。当电网功率条件不能满足电力推进装置负荷增长需要时，立即启动备用发电机组投入；当电力推进装置负荷继续增长而达到供电系统供电限额时，自动进行功率限制。在电力推进系统中，电能供给的快慢直接决定了推进操纵的机动性能，该PMS根据电力推进对电能的需求而进行超前预测并主动管理电能配置，从而满足电力推进系统对电能的快速需求。

4 结束语

“世纪之光”电力推进清扫船PMS实现了对系统的参数自动检测、实时监控、自动控制以及故障报警等功能，经实际应用证明，由于采用了嵌入式技术，PMS的可靠性、实时性大为改善和增强。应用嵌入式技术对于提高我国及船舶工业发展的水平有着重要意义，可以预见嵌入式技术将在二十一世纪的船舶PMS领域中发挥重要的作用。

参考文献:

- [1] 王苗苗. 嵌入式系统设计与实例开发[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002.
- [2] Radan D. Power Management of Marine Power Systems [R]. Dept. Marine Technology, NTNU, Trondheim, Norway, 2004.
- [3] Sorensen, A. J., Adanaes, A. K., Reconfigurable Marine Control Systems and Electrical Propulsion Systems for Ships[C]/ASNE Reconfiguration and Survivability Symposium, Florida, US, February 16-18, 2005.
- [4] 罗成汉, 陈辉. 船舶能量管理系统PMS对策[J]. 中国航海, 2007, 73(4): 87-91.
- [5] 徐永法, 韩旗, 杜军, 等. 船舶能量管理系统PMS研究[J]. 中国航海, 2005, 64(3): 78-80.
- [6] Wind River. VxWorks 程序员指南[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004.
- [7] 许海燕, 付炎. 嵌入式系统技术与应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.

黄海造船将新建国际豪华客滚船和国际豪华邮轮

2010年1月15日, 渤海轮渡股份有限公司、上海船舶研究设计院、国家船级社等单位在黄海造船有限公司共同举行4艘国际豪华客滚船技术研讨会, 并签订了开发设计建造1艘国际豪华邮轮的协议。这艘国际豪华客滚船, 船舶总长178.8m, 型宽28m, 总吨位为2.7万吨, 可载客2296人, 设3层车辆舱, 车辆舱高度达4.85m, 车道长度2500m, 可载大小车辆300余辆。这将是国内吨位最大, 载客数和载车量最多设施最先进的客滚船。船舶动力系统、通道系统、通讯导航系统、保安警报系统、应急疏散系统等都配备了先进设施, 设计稳性和船体强度很好, 在八级风的海况下仍能出航。目前国际豪华客滚船设计方案已送中国船级社审核。计划2011年下半年第1艘船交付使用, 2013年上半年全部投入运营。

(来源: 黄海造船)