

41-45

水轮机微机调速器实时软件技术

沈宏飞 沈祖诒 尹延凯 严亚芳

(河海大学水力发电工程系 南京 210098)

TK730 41

摘要 微机调速器实时软件的基本要求是实时性、可靠性和可维护性,本文介绍了在研制开发系列水轮机微机调速器中所采用的实时软件设计技术,有实时多任务并行工作监控软件的设计和软件可靠性的策略等,效果很好。

关键词 水轮机 微机调速器 实时控制 监控软件 可靠性

河海大学水力机组微机控制装置研究室多年来致力于微机实时控制技术及其在水电厂的应用研究,在微机调速器方面,目前已成功地开发出以 8088+8087 为 CPU 的 STD 总线工业控制机型水轮机微机调速器系列,包括混流式水轮机、轴流式水轮机和贯流式水轮机微机调速器,系统可选单微机系统或双微机系统。其中 HC-1 型微机调速器已通过原能源部科技司组织的鉴定,并获华东电管局一等奖。以上各类微机调速器均已得到应用,由于技术先进、指标优异、运行可靠,颇受用户欢迎。本文着重介绍微机调速器的实时软件设计技术。

1 系统组成

微机实时软件与系统配置有关,而系统的配置又与微机控制装置的用途有关,水轮机微机调速器的基本功能为自动控制功能和自动调节功能。作为自动控制功能,调速器应根据运行人员的指示,方便及时地实现水力发电机组的自动开机、发电、调相和停机等操作;作为自动调节功能,调速器应根据外界负荷的变化,及时调节水轮机导叶开度,改

变水轮机出力,使机组出力与负荷平衡,维持机组转速在 50Hz 附近。

为实现上述功能,微机调速器需采入的主要信号有:

a. 开关量输入,包括开机、停机、调相、调相转发电、功率增减、频率增减、断路器状态等。

b. 开关量输出,包括手动/自动切换、故障信号等。

c. 模拟量输入,包括机频、网频、导叶接力器行程、桨叶接力器行程和主配行程等。

d. 模拟量输出,包括导叶、桨叶电液转换器功放输出信号等。

微机调速器的微机系统硬件配置见图 1,图中各模板功能简介如下。

a. CPU 模板。CPU 为 8088+8087,时钟 4.915 2MHz,有 2 个存储器插座,可配 8~64KROM 或 8~32KRAM,在本系统中,分别用于固化的程序代码和固化的数据。

b. 带电 RAM 模板。用于存放可修改参数及随机数据。本板设有“写禁止”开关,对可修改参数利用“写禁止”予以保护,以免受干扰。

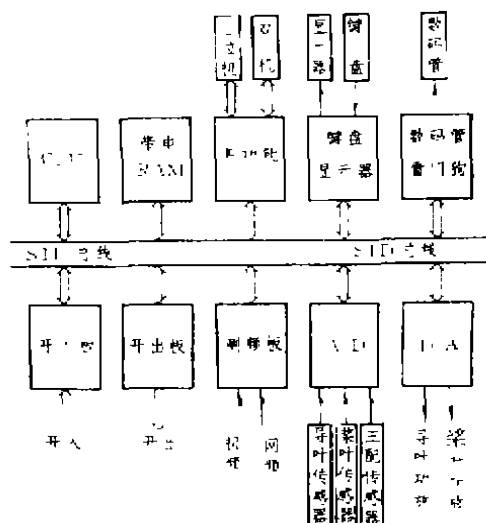


图 1 微机调速器硬件配置

c. 多功能模板。2 片 8253, 用于实时钟和波特率发生器; 2 片 8259, 级联可管理 15 个中断源; 2 片 8251, 2 个全双工 RS-232-C 串行通讯口, 分别用于上位机通讯及双机通讯。

d. 键盘显示器模板。以键盘、显示器作为人机对话手段,可实时显示大量信息,如实时运行参数、实时数据修改、提示信息等。数据按菜单模式管理。友善的人机对话极利于设备的运行、管理和维护。

e. 数码显示及监控模板。提供少量数码管显示,以防无交流电源时的黑箱运行,并提供硬件看门狗功能。

f. 开关量输入模板。提供 32 路光隔离开关量输入信号。

g. 开关量输出模板。提供 32 路光隔开关量输出信号。

h. 模拟量输入模板。提供 32 路光隔 12 位模拟量输入通道。

i. 模拟量输出模板。提供 4 路光隔 12 位模拟量输出通道。

j、数字测频模板。用于测量机组频率和系统频率。

如为双机系统,数字系统为 2 套独立的工控机,液压操作部分公用,用串行通讯实现

双机通讯,用切换逻辑实现双机自动切换。

2 软件组成

硬件是基础,软件是灵魂。对同样的硬件,配以简单的软件能完成简单的任务,而配以复杂的软件就能完成复杂的任务。本系统软件是从裸机基础上建立起来的,整个软件分两个层次,监控层及应用层,核心是监控软件。监控软件按实时多任务并行工作模式工作,所有应用软件都处在监控软件管理之下,监控软件实现对硬件的统一管理,并提供七个命令调用用于管理调度应用软件,应用软件完全按任务模式编制,由监控软件自动地按并行工作方式,按任务的优先程度,实时地执行各项任务。由于应用软件按照任务模式组织,因此各程序模块逻辑性强,相对独立,具有良好的可读性和可维护性,又由于避开了软件管理,从而大大地提高了软件的可靠性,同时也便于软件的扩充。图2为微机调速器软件整体结构。

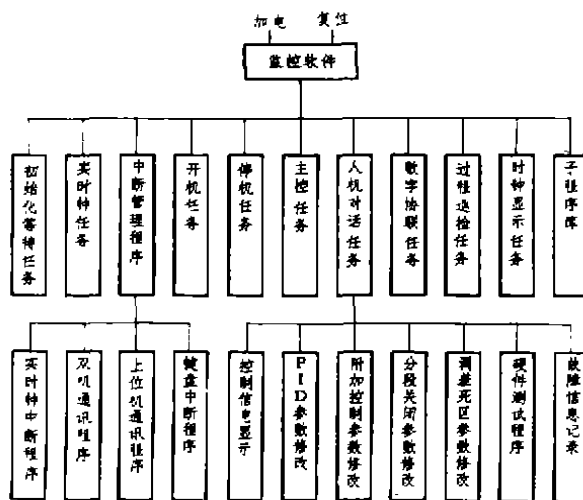


图2 微机调速器软件整体结构

3 监控软件

就微机控制装置而言,监控软件永远处于核心地位。应用软件对不同的应用场合,有

较强的针对性,而监控软件只要硬件有一个基本配置,对大多数的工业控制系统而言是可以通用的,尤其是监控软件的管理思想具有普遍意义。监控软件的好坏将直接影响控制系统的效率、系统的实时性能、用户软件编制的难易及系统的扩展性能。

传统的监控软件设计一般为串行工作模式,依据对系统要完成任务的分析,将整个系统分成几个模块,每个模块完成一个相对独立的任务。主程序采用一种自上而下的顺序循环结构,在完成初始化以后,依次检查各任务的定时到标志,若标志成立,则执行该功能模块,否则继续向下检查,以至循环。定时到标志由实时钟管理程序依硬件定时中断进行定时计数,定时到置标志。

串行管理模式的优点是简单,但其弊端主要有:①主程序较长,尤其在任务数增加时;②当各模块联系密切时,各程序模块既不易编制,也不易扩展;③实时性能差,主程序始终只能按顺序依次执行,不能对紧急的任务优先予以执行。综合而言,串行模式实时性差,通用性差。

本微机调速器的监控软件采用实时多任务并行工作模式,这是一种先进的管理模式,其思想源于计算机的操作系统,应用于本系统时,经综合简化后,具有管理简单、实时性好、可靠性高、软件易扩展等优点。

监控软件的设计应以实时为原则,以安全可靠、便于管理为宗旨;精心设计中断程序,对重要的外部事件及时处理,不重要的事件进行记录,待CPU空闲时再行处理;对系统资料统一管理,既便于共享,又避免互斥。应用软件的管理通过以下的七个命令调用来实现。

a. 任务启动。当某一任务希望得到执行时,通过调用得到启动,能否执行则要视其优先级。

b. 任务结束。当某一任务执行完毕后通

过调用退出对CPU的控制。

c. 任务挂起。当某一任务需要等待某一事件发生后才能继续执行时,通过调用,放弃对CPU的控制。

d. 任务解挂。当某一事件发生时,通过调用使正在等待着任务脱离等待,使其继续往下执行。能否立即执行,视其优先级。

e. 任务延时。当某一任务需延时一段时间后再执行时,通过调用来放弃对CPU的控制。

f. 任务创建。通过调用使任务得到激活,即进入活性状态。

g. 任务删除。通过调用使任务进入死亡状态。

为实现上述调用,监控软件为其管理下的每一任务设置一个任务控制块,用以记录该任务的全面信息,并分配一片存贮区供该任务使用。监控软件用五个状态来区分各任务所处的状态,它们分别是运行状态、就绪状态、等待状态、休眠状态和死亡状态。任务各状态之间的转换见图3。

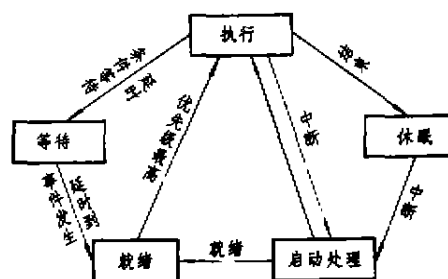


图3 实时各任务状态间的转换

为了提高软件可靠性,避免误动作,特设任务创建调用及任务删除调用,使任务区分为活性态任务和死亡态任务。任务只有通过创建才能进入上图的调度进程,处于死亡态任务是不能执行的。另在调度过程中只要发现任务状态不符合逻辑变化的,都认为出错,此时根据当前的实际状态进行软件重置。即使得该监控软件具有软件看门狗的功能,因此具有很高的可靠性。

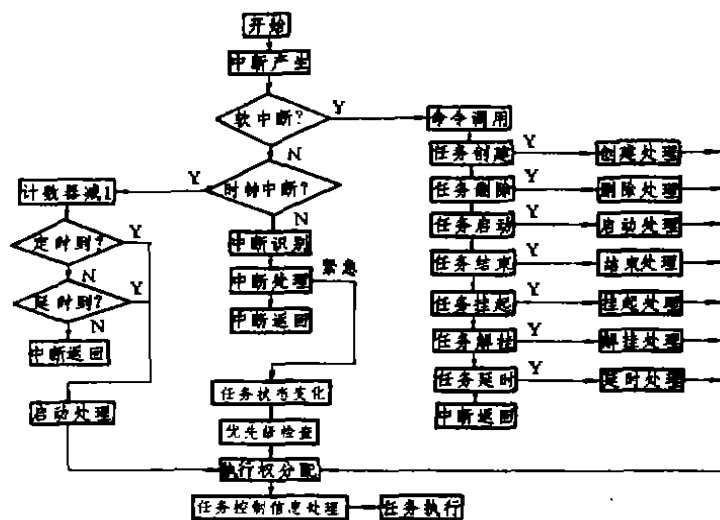


图4 中断管理程序框图

为使监控软件运行,监控软件自身附设2个任务,即实时钟任务和初始化、等待任务。加电或复位后,CPU首先执行初始化任务,完成任务控制块的设置、硬件初始化、软件初始化等,然后进入空转等待,它是所有任务中优先级最低的。

实时钟任务定时由中断启动,该任务完成各延时等待任务、周期任务的计数减1工作,并对那些延时到任务,定时到任务进行启动处理。由此可见,应用软件系统实际上是以实时钟为工作节律的。由于实时钟的重要性,另设一辅助实时钟作为备用,同时将实时钟任务定为最高优先级。

中断在控制系统中起着很重要的作用,可以说软件实时性主要体现在中断处理上,整个中断管理见图4。

综上所述,作为监控软件主要有以下几部分组成:①实时钟任务;②初始化及等待任务;③命令调用处理程序;④中断处理程序;⑤设备驱动程序。

4 应用软件

有了一个方便、简单的实时多任务并行

工作监控软件,应用软件的编制就容易多了。由于撇开了软件管理,应用软件的编制完全按任务模式组织,即依据逻辑上相联的一串事件作为一个任务,适时调用上述监控软件命令调用,即可完成一个任务的编制。因此,应用软件的模块性好,逻辑性强,易于阅读、维护和扩充。

应用软件完成微机调速器的自动控制和自动调节任务、故障诊断和容错任务、通讯任务等,整个应用软件可分为三个部分。

a. 实时控制软件,包括开机任务、停机任务、主控任务、过程输入巡检任务、数字协联任务等。

b. 人机对话软件,包括人机对话任务。

c. 附属软件,主要是一些子程序库,所有子程序均设计成可多重调用,以符合平行工作需要。另附属软件还包括故障记录,上位机通讯和双机通讯软件等。

5 软件可靠性

作为微机控制装置,最基本的要求是可靠。由于工业现场环境复杂,干扰是不可避免的。工控机可有效地克服工业现场的高温、高

湿度、高振动以及多灰尘等恶劣环境的影响,但对强变电磁场等的干扰,仍需采取适当的抗干扰措施。抗干扰可采用硬件措施和软件措施。典型的硬件抗干扰有光隔、滤波和硬件看门狗等。由于大量干扰的偶发性因素,现多提倡软件抗干扰。

软件抗干扰的焦点是防程序乱。由于整个软件系统的工作是以实时钟为节律的,实时钟由硬件定时中断启动,因此,首先必须保证能正确进入中断处理程序,即必须将所有中断矢量予以固化。其次,由实时钟中断启动实时钟任务,实时钟任务的正确执行又取决于其自身的任务控制块,由于任务控制块既有固定信息,又有随机信息,因此不能固化,但可以备份,一份放在 ROM 区,一份放在 RAM 区,每次实时钟中断均将任务控制块中不变信息从 ROM 区复制到 RAM 区,如此便能保证实时钟任务的必定执行。实时钟任务对各周期任务、延时任务的计时器作减 1 工作,对回零到任务予以启动,因此实时钟任务必须定时对各任务的控制块予以刷新,如此便能保证监控软件对其所管理的任务始终得到管理。第三,监控软件在管理各任务时对各任务的状态予以逻辑识别,凡状态变化不符逻辑的即认为已受到干扰,立即予以重

置,即赋予监控软件看门狗功能。借助上述三种措施,只要硬件不损坏,监控软件一定能保证系统不乱。

有了以上的可靠性,再借助其它的一些抗干扰措施,例如:将整个系统数据区区分为固化的数据、RAM“写禁止”保护的数据、失电保护的随机数据、重要数据的备份等以避免数据受干扰;滤波,可滤去受干扰的采样数据;调速器的一些常规保护措施,微机调速器的软件可靠性可达到相当可靠的程度。

6 结 语

实时软件的要点是实时性、可靠性和可维护性,而实时软件的核心是监控软件。本文所介绍的实时多任务并行工作监控软件。软件的可靠性策略等均已应用在系列微机调速器及其它的微机控制的软件设计中,经多年运行,证明是很有效的,可供其它的微机实时控制借鉴。

参考文献

- 1 孟庆余,电子数字计算机实时操作系统,北京:国防工业出版社,1991
- 2 侯伯亨,微处理机应用系统工程设计及实例,西安:西安电子科技大学出版社,1988.115~131

(收稿日期:1995-06-27)

(上接第 38 页)

表 3 地下排水对小麦品质的影响

排水方式	粗蛋白 (%)	粗脂肪 (%)	赖氨酸 (%)	人体必需氨基酸 (%)
地下排水	14.02	5.35	0.426	3.823
浅明沟排水	9.3	5.70	0.360	3.116

必须大力发展农田地下排水。

参考文献

- 1 周立达,刘云飞主编,江苏三高农业概况,南京:南京大学出版社,1994
- 2 程序,中国、荷兰及海峡两岸实施高产、优质、高效农业的比较研究,农业工程学报,1994(3):

1~6

- 3 林世皋,我国农田灌溉科学技术的发展与成就,灌溉排水,1989(1):1~5
- 4 乔玉成主编,南方地区改造渍害田排水技术指南,武汉:湖北科学技术出版社,1994
- 5 刘子义,新疆内陆盐碱地暗管排水试区建设经验及效益分析,灌溉排水,1992(2):32~34
- 6 信迺途,赵聚宝主编,旱地农田水分状况与调控技术,北京:农业出版社,1992
- 7 彭世彰等,控制灌溉水稻高产优质的生理基础,河海大学学报,1993(1):55~61

(收稿日期:1994-11-17)