

基于 AVR 微控制器的电力机车智能辅保系统的实现

甘肃兰州铁道学院信息与电气工程学院(730070) 李 军 董海鹰

摘 要: 给出了以 AVR 微控制器为核心的电力机车智能辅保系统的设计方案,并介绍了系统硬件及软件的具体实现方法。

关键词: 智能辅保系统 AVR 微控制器 硬件 软件

电气机车辅助系统中有劈相机、空气压缩机、通风机及制动风机等各种类型的电机。运行中为了防止出现短路、过流等异常情况而烧毁电机,通常配置辅助保护系统,起到及时监测电机故障并加以处理的作用。目前电力机车上安装的辅保系统都是模拟电路装置,系统硬件复杂,又不方便司机使用和维修。因此,设计一种实时性高、性能可靠的智能辅保系统替代原有的模拟电路装置势在必行。本文将介绍笔者开发的用于韶山型电力机车的智能辅助保护系统的设计及实现。

1 系统的主要功能与设计思想

1.1 系统的主要功能

(1) 辅机保护功能,即在机车运行过程中,对辅助系统内的各电机出现的短路故障能及时给出故障状态显示,在规定的持续时间内,故障若不消失,对该电机能够实现二次保护控制。

(2) 机车辅助系统内的各电机若出现了过流或单相故障,能及时给出相应故障状态显示。在规定的过流或单相故障持续时间内,检测其故障是否消失,如果故障一直未消失,对该电机进行一次保护控制。

(3) 在对电机一次保护后的规定时间内,若电机故障仍然未消除,则立即控制主接触器断开,实现对该电机的二次保护控制。

(4) 辅助系统的劈相电机出现启动电阻甩不开的故障时,能够控制主接触器断开,以实现对该电机的二次保护。

(5) 在启动辅助系统各电机之前,能够进行检查系统状态显示、输出控制等功能的实验,确保系统硬件电路的安全性及可靠性。

(6) 对辅助系统各电机进行实时故障检测的各故障持续的延时时间可以根据实际情况进行相应调整,但不影响系统功能。

1.2 系统的设计思想

以高档微控制器为核心构成智能化辅保系统,符合电力机车发展的方向,既可充分发挥软件的功能,又能简化硬件构成,无论在功能上还是在可靠性及

安全性上,都可完全替代目前广泛使用的模拟电路辅保装置。

1.2.1 系统的微控制器芯片 AT90S8535

美国 ATMEL 公司推出的 90 系列单片机是增强 RISC 内载 Flash 的高性能八位单片机,通称为 AVR 单片机^[1-2],设计上采用低功耗 CMOS 技术,而且在软件上有效支持 C 高级语言(用 IAR 系统的 ICC90C 编译器编译)及汇编语言(用 AVR 汇编器编译)。

其中,AT90S8535 是功能较强的一种型号,它有 40 引脚 PDIP 和 44 引脚 PLCC、TQFP 等多种封装形式,具有以下主要特征:

(1) 其片内带有一个 8 通道的 A/D 转换器及一个模拟比较器。

(2) 两个带预分频及比较模式的 8 位定时器/计数器 T/C0、T/C1; 一个 16 位的带预分频及比较模式、捕获模式及双工 8 位、9 位或 10 位的 PWM 输出的定时器/计数器 T/C1; 而且定时器/计数器 T/C2 可作为带单独晶振的 RTC 使用。

(3) 32 条通用 I/O 线及 32 个通用 8 位寄存器 R0~R31, 64 个 I/O 专用寄存器。

(4) 片内有 8K 字节可下载的 Flash 存储器,程序下载采用其 SPI 串行接口,使用寿命为 1000 次。

(5) 有 512 字节的 EEPROM(使用寿命为 10 万次)及 512 字节的内部 SRAM。

(6) 带片内晶振器的可编程看门狗定时器; 并有三种可通过软件选择的电源节电模式: 闲置模式、掉电模式及省电模式。

(7) 供电电压 V_{CC} 为 4.0~6.0V, 可以全静态工作, 范围为 0~8MHz; 具有 118 条功能强大的指令, 大多数执行时间为单时钟周期, 指令周期最短仅为 125ns。

(8) 提供 16 种不同的内、外中断源(其中有两个外部中断源)。

(9) 可编程的全双工串行通信接口 UART 及同步串行接口 SPI。

以 AT90S8535 嵌入式高效微控制器构成智能化

辅保系统的主控制电路, 无需外扩多通道 A/D 转换器及程序存储器、数据存储器, 大大简化了系统的硬件。尤其是其内部又有硬件看门狗电路及相应的看门狗指令控制, 提高了系统的可靠性及安全性, 选型相对以往的 AT89 系列单片机, 在性能上要强得多, 而且开发手段更方便。

1.2.2 AT90S8535 的 ADC 的主要特性和工作原理

AT90S8535 的优越性在于其片内有一个 8 通道的 10 位 ADC, ADC 与一个模拟多路转换器相连, 还包含一个采样保持器。该器件的 A 口的每一引脚 (PA0~PA7) 均可作为 ADC 的模拟输入端, A 口不用作模拟输入的个别引脚又可作为数字输入使用。

ADC 有两个单独的模拟供电引脚 AVCC 和 AGND。使用时, AGND 和 GND 必须相连, AVCC 与 V_{CC} 的电压必须保持 $\pm 0.3V$ 的不同, 并通过 RC 网络相连。外部参考基准电压通过 AREF 引脚加入。

ADC 通过内部预分频器 ADCPS 保证将系统时钟频率转化为 50~200kHz 之间的 ADC 可接受的时钟频率。ADC 一般至少需要 13 个时钟周期完成一次转换, 因此转换时间范围为 65~260 μs 。ADC 为用户提供了内部中断方式的处理, 可以满足实时性的要求。每次转换完成时, ADC 转换器完成中断就可以被激活。

ADC 还有一个噪音清除器, 通过正确使用, 确保在闲置模式转换过程中减少包括从 CPU 核中出来的噪音。

ADC 被使能后, 可以选择单一转换和自由运行两种模式之一工作。在单一转换模式下, 每次转换由用户触发; 在自由运行模式下, ADC 连续取样, 并更新 ADC 的数据寄存器。建议用户使用单一转换模式。ADC 产生的 10 位结果保存在数据寄存器 ADCL 和 ADCH 中, 其内部特殊数据保护逻辑要求读取数据时, 先读 ADCL, 后读 ADCH。

1.3 系统监测对象

本系统完成的监测对象主要有: (1) 劈相机三相信号; (2) 通风机三相信号; (3) 制动风机三相信号; (4) 各种电机接触器信号。系统通过输入电路完成对这些信号的调理, 向系统主控制电路提供 6 路模拟量输入及 5 路数字开关量输入, 还提供 5 路条件标志。

经实验可知, 当检测到各路电机对应的模拟量输入电压在 0.69V~4.5V 之间时, 可认为电机发生了过流故障, 而且规定的过流故障持续的时间随输入电压范围不同又分为多个不同区段, 软件应保证按不同的时间区段对电机进行一次保护; 输入电压若在 4.5V 以上, 可认为电机发生了短路故障, 在 0.5 秒的持续时间内, 故障一直未消除, 则对电机立即实施二次保护控制, 防止电机被烧毁; 5 路数字开关量通道的某

路输入出现高电平时, 则认为该路电机发生了单相故障, 在 3 秒故障持续时间内故障一直不消失, 对电机实施一次保护控制。无论单相还是过流故障, 在对电机一次保护后的 0.5 秒持续时间内故障仍未消除, 则实施二次保护控制。通过上述手段, 能起到监测电力机车辅助系统中的各电机是否正常工作、当出现故障时及时发现并对电机加以保护的作用。

2 系统的硬件和软件设计

2.1 系统的硬件设计

系统主要由输入调理电路、控制输出部分及显示电路、系统主控制电路组成。输入信号的调理电路为系统主电路提供多路模拟量及数字开关量输入通道, 设计中主要考虑了信号与现场的隔离和抗干扰。输出电路完成对各电机接触器及主接触器的控制, 即能对出现故障的电机实现一次保护或二次保护, 并提供各通道电机故障的显示, 确保电机的安全。

图 1 给出了系统的主电路组成图。图中所示的各路信号分别表示输出通道、故障显示通道、开关数字量输入通道及条件标志输入通道。

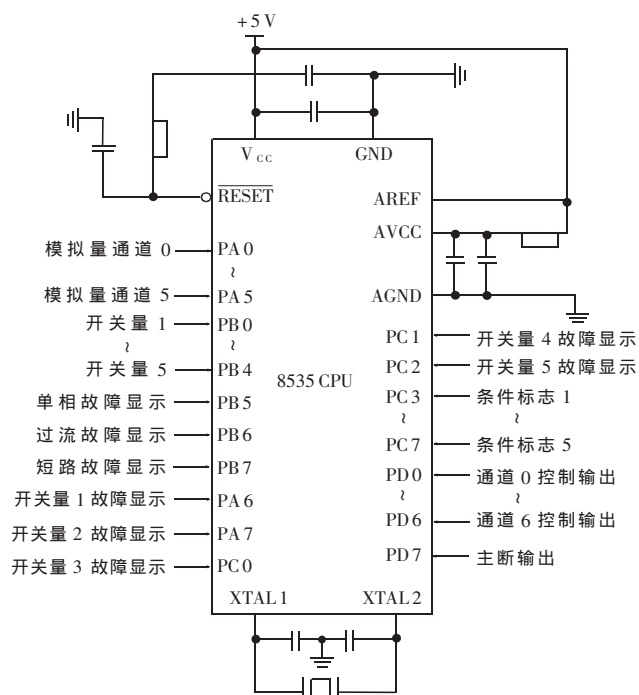


图 1 系统主电路图

2.2 系统的软件设计

系统软件采取模块化结构, 系统各任务模块在功能上应尽量保持独立。将各任务模块放在时钟中断服务程序中执行, 就可将系统各监测任务所需的各不相同的众多故障持续延长时间转化为执行频率。

2.2.1 数据采集程序的设计

以通道 0 为例, 系统利用其片内 10 位 ADC 进行模拟量采集的软件初始化程序段如下:

```

.include "8535 def.inc"
.def count=r14
.def flag=r15
.def result=r16
.def temp=r17
.def ac_temp=r18
INIT: ldi AL,low(RAMEND)
      out SPL,AL
      ldi AL,high(RAMEND)
      out SPH,AL ;初始化堆栈指针
      ldi count,3 ;设置采集点数
      clr flag ;清采集标志
      ldi ZL,$65
      clr ZH ;设置外部 SRAM 数据缓冲区
              首址为$0065 H
      ldi result,$8d
      out ADCSR,result ;设置 ADEN=1,ADSC=0,ADFR=0,
                      ADIF=0,ADIE=0
;设置 ADPS2=1,ADPS1=0,ADPS0=0
;使 ADC 预分频器选择分频系数为 16,设置 ADC 时
钟频率为 115 kHz
      sbi ADCSR,ADIE ;ADC 中断使能
      ldi temp,$00 ;选择 PA0(模拟通道 1)
    
```

```

      out ADMUX,temp
      sbi ADCSR,ADSC ;启动 ADC 转换
      中断采集程序段如下:
ACONVERT: in ac_temp,SREG ;临时保存状态寄存器
           in BL,ADCL
           in BH,ADCH
           andi BH,$03
           st Z+,BL ;保存到数据缓冲区
           st Z+,BH
           dec count ;采集点数到否?
           breq ADC_a
           sbi ADCSR,ADSC ;启动下一次 A/D 转换
           rjmp XX
ADC_a: ldi flag,$aa ;置采集结束标志
XX: out SREG,ac_temp ;恢复状态寄存器
     reti
    
```

对 A/D 通道采集的模拟量数据采用防脉冲干扰的中值滤波法。

2.2.2 系统软件的总体设计及实现

为了确保系统的实时性,系统的监测扫描时间片设为 100ms。在 SRAM 区设置标志及内部软件计时器单元,通过设定各路计时单元及计时启动/结束标志,来解决出现短路、过流及单相故障的电机所需的各不同故障持续延时时间,对电机在不同过流范围区段的不同故障持续延时时间也可正确区分并记录。这样系统就不会因某一任务的延时而影响对系统其它任务的检测,实现了对各路电机监测的实时多任务处理。

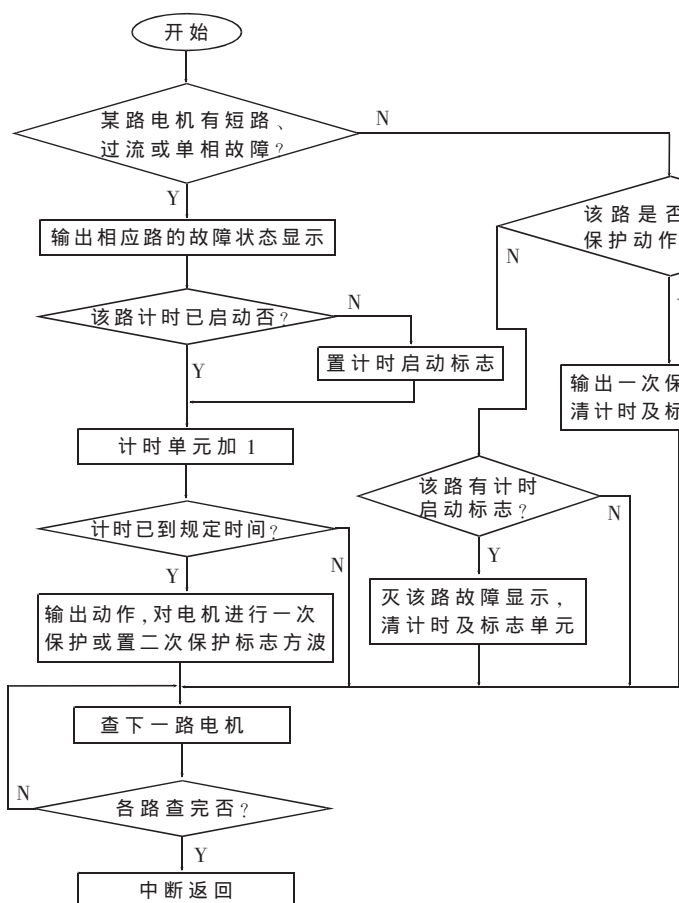


图 2 T1 中断服务程序模块流程框图

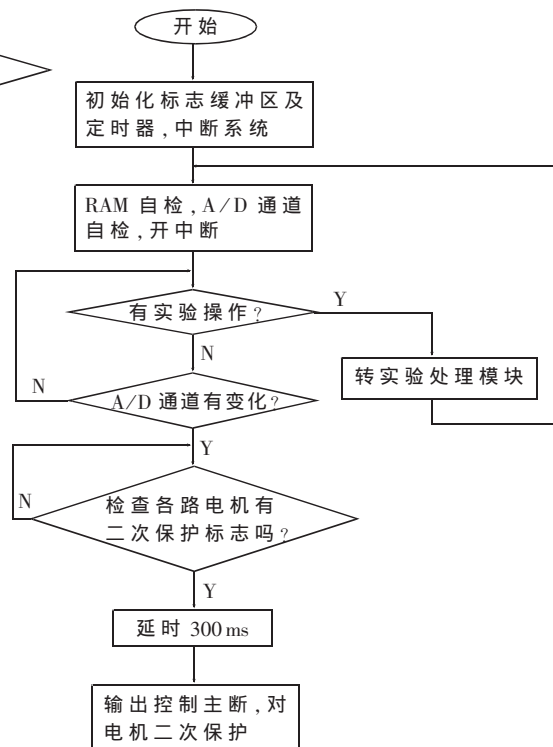


图 3 系统主程序流程框图

基于 HBS 的分布式智能照明及安防系统的研制

浙江大学控制系系统工程研究所(310027) 刘敢峰 谢 锋 吴明光

摘 要: 介绍了基于 HBS (Home Bus System) 协议的分布式智能照明及安防系统, 并详细描述了系统各部分的硬件结构和软件设计思想, 简单地介绍了 HBS 协议。

关键词: 智能 照明 载波 调光

自从 1983 年第一座带有智能化观念的建筑物在美国落成以来, 智能化已经成为当今建筑物发展的主流技术, 涵盖了从空调系统、消防报警系统到综合保安管理系统(包括闭路监控、保安巡更、防盗报警、门禁系统)以及完善的计算机网络和通信系统。目前, 绝大多数建筑物仍然沿用传统的照明控制方式。部分智能大厦采用楼宇自控(BA)系统来监控照明, 但也只能实现简单的区域照明和定时开关功能, 无法用调光、场景控制等功能来灵活自如地管理照明设备。

就照明系统而言, 它不仅要通过控制照明光源的发光时间、亮度来满足不同应用场合的需求, 而且还要考虑到管理智能化和操作简单化以适应未来照明布局和控制方式变更的要求。笔者研制的基于 HBS 协议的分布式智能照明系统可以满足以上要求。

1 HBS 协议简介

HBS 的全称是家庭总线系统(Home Bus System), 它是由日本一些知名企业, 包括日立(Hitachi)、松下(Mat-sushita)、三菱(Mitsubishi)、东芝(Toshiba)等联合提出的, 并得到了日本政府和商会的支持。HBS 的网络拓扑如图 1 所示。

HBS 协议规定了如何通过双绞线或同轴电缆实现家庭电器、电话、音频-视频装置的互连, 着眼于家用电器的综合自动化。同时, HBS 协议也考虑了如何在家庭内获得远程服务, 如在家购物、远程医疗和远程教学等。协议主要用于电器开关量以及简单模拟量的控制, 采用专用总线, 具有抗干扰强、响应速度快、开发成本及风险较低的特点。

(接上页)

另外注意, 对于与执行频率无关的模块则可放在主程序中执行。

图 2、图 3 给出了 T/C1 定时中断服务程序模块及主程序模块的流程框图。

该智能辅保系统样机经过现场调试, 目前已投入

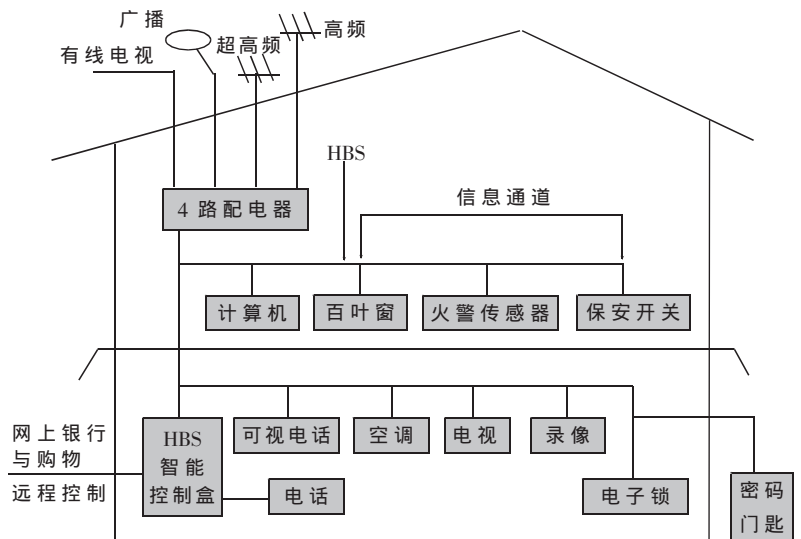


图 1 HBS 网络拓扑

2 智能照明及安防系统的工作原理和性能指标

智能照明及安防系统主要的目标是将原来分散独立的照明电器及安防装置通过直流载波总线技术集成为一个智能化系统, 进行集中或分布的、本地或异地的监视、控制和事务管理。

在这个系统中, 信息的传递最为重要。信息主要包括控制指令以及状态响应等。系统中的任何一个控制器都能接受来自本地或异地的控制指令, 从而改变本身的状态。控制器状态改变以后, 会发出状态响应, 从而改变本地或异地的状态显示。根据控制指令、目标的不同, 以及指令发出的方式和时间的不同, 完成集中或分布的、本地或异地的监视、控制和事务管理。

分布式智能照明及安防系统的总体结构如图 2 所示。从图 2 可以看出, 分布式智能照明系统由三大

运营。实践证明, 系统稳定可靠, 效果良好。

参考文献

- 1 AVR 8-Bit RISC—Data Sheets. ATMEL Corporation[M]. 1997
- 2 AVR Enhanced Risc Microcontroller Data Book[M], 1997

(收稿日期: 2001-07-22)