

嵌入式工业控制计算机在内燃机车上的设计与应用

黄艳芳 谭南林 北方交通大学机械与电子控制工程学院(100044)

Abstract

This paper illustrates the design and application of embedded industrial control computer. According to the pin definition and function of M6117D, the hardware design has been carried out through selecting peripheral chip. At the same time, the development foreground of embedded industrial control computer, which will be applied to locomotive control system, has been described. And one typical locomotive control system has been designed, that is AC-DC constant power adjustment system.

Keywords: Embedded, Industrial Control Computer, AC-DC constant power adjustment system

摘要

本文所研究的是嵌入式工业控制计算机的设计与应用。根据 M6117D 芯片的引脚定义和功能描述,通过选择外围芯片,进行系统的硬件设计。同时描述了嵌入式工业控制计算机应用于机车控制系统的发展前景,并设计了一种典型的机车微机控制系统,即交-直流恒功率调整系统。

关键词: 嵌入式,工业控制计算机,交-直流恒功率调整系统

嵌入式工业控制机^[1]是在传统工控机面临严重挑战的情况下逐步发展起来的新一代工控机。工业 PC 机的体积和功耗大,在许多嵌入式应用场合(例如航空航天产品、智能仪器仪表、医疗设备、通信设备、机电一体化产品等)无法胜任,因而出现了采用基于模块化设计方法的嵌入式工业 PC 机系统。嵌入式工业控制计算机是将 STD 工控机的抗干扰技术和模块化、标准化设计思想引入到 IBM-PC 主板形成的新一代工业控制计算机,它采用的总线是 PC 总线,IBM-PC 的软件和硬件资源基本上可直接使用;具有系列化 I/O 模板支持,可以在苛刻的工业环境中可靠地运行。

1 M6117D 芯片介绍^[2]

本文所设计的工控机系统主要是以嵌入式芯片 M6117D 为核心。M6117D 是一种高度集成的、低电压的、集成有 ALi M1217B 芯片组的单片执行工具,同时与 Intel 386SX 微处理器相兼容。它具有以下功能:1) Intel 386SX 内核;2) 支持扩充数据总线形式的动态随机存取存储器控制包括快速页面存取模式;3) 协处理器接口;4) 工业标准体系结构接口;5) 外围设备接口(包括两个串联的 8237 直接存储器存取控制器,一个 74612 存储器转换器,两个串联的 8259 中断控制器和一个 8254 程序计数器);6) 内部实时时钟;7) 可编程的两通道芯片选择;8) 内部 PS2 键盘控制器和鼠标;9) 内部看门狗时钟;10) 基于 SD 总线的 16 位通用输入/输出和 16 位独立的通用输入输出;11) 集成式驱动电路接口。

2 系统组成

工业控制计算机的最小系统主要有以下几部分:

(1) 中央处理器(CPU)

本系统选用 M6117D 作为核心,它相当于一个嵌入式 386SX 微控制器,具有高度集成的特点,并带有许多不同的功能的模块。

M6117D 采用 PQFP (Plastic Quad Flat Package) 即塑料方型扁平封装,引脚均匀分布在芯片的四周,可以直接焊在线路板上。

(2) BIOS 芯片

BIOS 芯片用于存放系统的开机自检程序、基本输入/输出系统、CMOS 设置程序等。

本系统选用 AMI BIOS。AMI BIOS 是美国 American Megatrends Inc. 公司开发的 BIOS 系统软件。AMI BIOS 在 20 世纪 90 年代初期曾经被众多的 286 和 386 主机板采用,其使用方便、性能稳定的特点受到广大用户的欢迎,特别是进行 BIOS 设置时的简便和容错能力强的特点,现在许多原装主板多采用 AMI BIOS。

(3) 内存

本系统采用 DRAM(动态随机读写存储器)芯片作为工业控制计算机的主存储器,也称为内存储器或“内存”。DRAM 是计算机系统中使用最多的一种存储器,其优点是集成度高、功耗小、单位容量的价格低,因此特别适合于做计算机系统的主存储器。本系统选用两片 1MB*16 位的 4C161024C 作为 DRAM 存储器芯片。

(4) 只读存储器 ROM

本系统选用 27010 作为只读存储器 ROM 的芯片。27010 是一种 128K*8 位 32 引脚的可用紫外光擦除的可编程只读存储器,采用 NMOS 工艺制成,采用单一电源+5V,三态输出,与 TTL 电平兼容,在具有高

密度和高性能同时还有低功耗和极好的可靠性，特别是用于要求快速转换、图形试验和低功耗等场合应用。

(5)高速的多重 I/O 接口核心元件

Ali M5113 芯片组与之相连接的端口或接口有：

- ①一个高速的串行端口 RS-232，一个可以利用跳线选择的高速串行端口 RS-232/485。同时，采用具有 0.1 外接电容、+5V 的 MAX211 作为 RS-232 接受发送器，采用 500 的 MAX485 作为 RS-485 的接收发送器。
- ②软盘驱动器接口 (FDD)，包括：从软盘读出数据、向软盘写入数据、向驱动器写入的数据定时信号、对 FDD 的动作操作信号 (写入选通、磁头加载、磁头选择、步进、方向等) 以及 FDD 的状态信息 (准备就绪、写保护、出错信号、00 磁道、索引脉冲等)。

(6)人机接口

本系统的人机接口包括键盘和鼠标的接口。随着使用的普遍性提高，接口已经实现了标准化，只需采用 5 芯电缆分别将鼠标、键盘的数据线和时钟信号与主芯片 M6117D 对应管脚连接起来即可。

(7)时钟电路

本系统采用内含干电池的 DS12887 芯片作为实时时钟电路，用于提供系统日期、时间和保存系统硬件配置参数，如协处理器的有无、存储器容量的大小、软硬盘参数等。在关机后，实时时钟电路由 3V 的电池供电，计时电路仍在工作。

(8)晶体震荡电路

系统中有一个晶体震荡电路，为 CPU 和其它的芯片提供一个时钟信号。

(9)标准的 PC/104 总线和 MSTD 总线插槽

关于 PC/104 总线和 MSTD 总线的一些操作规范我们可以从一些标准中得到，这里使用标准的总线插槽可以实现该系统与外界进行数据传输、信号通信，可以扩展系统的作用，完善系统的功能，使系统得到更广泛的应用。

3 应用

在内燃机车上，柴油机所发出的有效功率，除小部分供给机车辅助设备外，绝大部分都用来供给同步牵引发发电机作为牵引之用，从某种意义上说，控制柴油机功率恒定，可以通过对发电机系统的控制来实现。

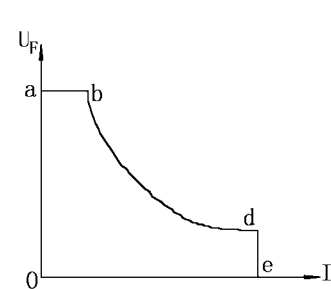


图 1 理想外特性

图 1 为牵引发发电机的理想外特性，曲线 ab 为恒压区，bd 为恒功率区，de 为恒流区，机车运行时，要求牵引发发电机工作在 bd 段。

可以利用工业控制系统通过调整励磁发电机实现恒功率的要求，系统中采用了一些近几年发展起来的新型器件，

如隔离放大器、磁脉冲霍尔传感器、功率 MOSFET。新型器件的使用使得系统的检测环节和执行环节结构简单，提供了系统可靠性和检测、控制精度，为系统整体性能的提高创造了条件。

3.1 系统的结构和工作环节^[3]

系统以柴油机供油量恒定为控制目标。系统设置了两个工作闭环，内环用于调节牵引发发电机功率，保证系统对牵引发发电机功率的变化具有快速的调节响应；外环用于调节柴油机的供油量，以满足柴油机恒功率的要求。两个闭环中的调节器均采用 PID 调节，由微机软件实现。为改善系统的动态稳定性，系统设置了牵引发发电机励磁电流微分负反馈。

柴油机的各工况下功率给定值按照经济运行特性曲线的要求以数表的形式存储于工控机系统的 EPROM 中，牵引发发电机的限压、限流值和柴油机功率修正值表也一同存于 EPROM 中，微机控制系统通过 8279 芯片与司机控制器接口，通过译码给出工矿地址指针，从而选定功率给定值、限压值、限流值和柴油机功率修正值。

检测环节中，系统中设有供油齿条位置检测，牵引发发电机电压、电流检测，励磁机输出电流检测。

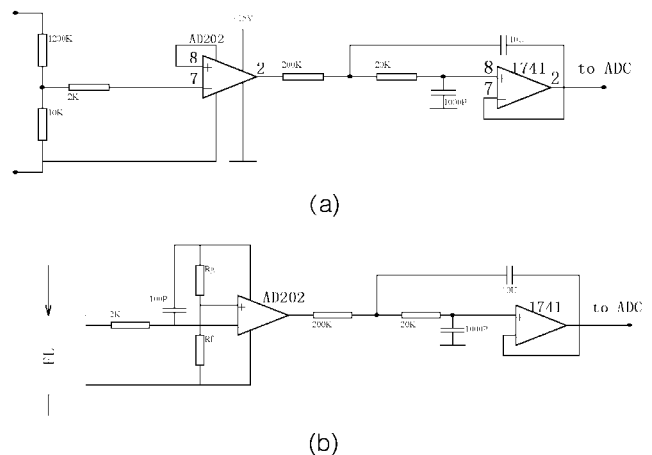


图 2 电压电流检测电路

图 2(a)(b) 分别为牵引发发电机电压检测电路和电流检测电路。电压和电流信号分别由分压器、分流器取出，经过隔离放大器、滤波器送 A/D 转换器输入工控机系统中。

传感器是一种新型霍尔传感器器件，输入量是由贴在与被测轴同轴旋转的圆盘上的一组磁片产生的磁脉冲。传感器内部具有整形、放大单元，输出信号是标准的 TTL 逻辑脉冲。传感器输出的脉冲信号再经过隔离、滤波和整形，通过计数芯片 8253 完成计数功能。这种测速方法结构简单，性能可靠，成本低廉，是一种比较理想的测速方法。

执行环节中，系统用斩波器作为控制励磁机励磁环节的执行环节。如图 3 所示。斩波器采用定频调宽工作方式，其工作频率为 200HZ。

要求，系统中采用了一些近几年发展起来的新型器件，

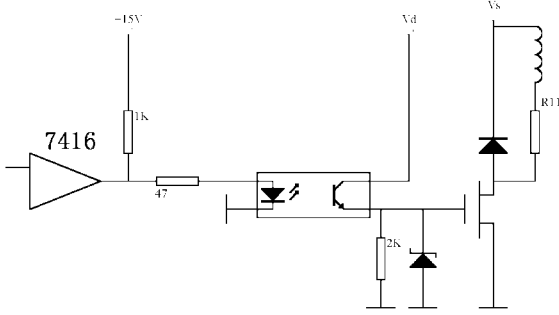


图3 斩波器电路原理图

3.2 微机控制系统的硬件接口原理与设计 微机控制系统的硬件接口如图4所示。

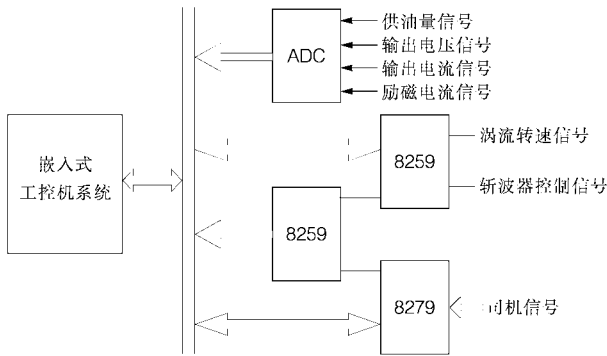


图4 硬件接口电路原理图

系统的中心结构采用本课题设计的嵌入式工业控制机,它具有高度集成的优点,有比较丰富的外围支持芯片,不仅能满足现有的控制要求,而且能适应今后进一步发展的需要。

系统采用了高度集成的外围接口芯片,简化了电路结构,主要芯片有模数转换器0809,定时/计数器8253,中断控制器8259和键盘/显示管理芯片8279。ADC转换器用来将电压、电流、供油量等模拟信号转换为数字量信号输入微机。8253具有3个独立通道,每个通道有6种工作方式可供选择,8253的A口初始化设置为方式4,即软件触发选通方式,用来对转速检测电路的输出脉冲计数;8253的B口初始化设置为方式1,即可重复硬件触发选通方式,用来输出控制斩波器工作的脉冲信号;8253的C口初始化设置为方式3,即方波发生器方式,用于产生定时采样中断脉冲信号。

8259A是中断管理器,可以管理8个中断源,具有多种工作方式,在本系统中8259A初始化为中断优先级完全嵌套方式,中断结束为不指定EOI命令方式。系统使用了两个中断输入端,一个用来管理定时采样中断,另一个用来输入司机控制信号,其余输入端留作将来开发防空转,电阻制动以及各种保护功能等。

8279作为司机控制器与微机的接口芯片,编程工作于扫描传感器矩阵工作方式。采用该芯片的另一考虑时为将来开发显示功能准备好了硬件条件。

3.3 恒功率调整系统中PID控制算法的实现

在本系统的设计与实现中,主要应用了PID控制算法。在恒功率调整系统中,当辅助功率增加时,在调整器的作用下,供油齿条S将向增加供油量的方向移动,通过检测环节得到实际供油量信号(与成正比),将其与给定信号比较,比较得结果写进牵引功率控制器,从而通过调节励磁使牵引发电机的输出功率减少,进而保证柴油机功率恒定。

在偏差比较与产生控制信号的过程中,都是通过软件利用PID控制算法来实现的。其控制算法程序框图如图5所示。

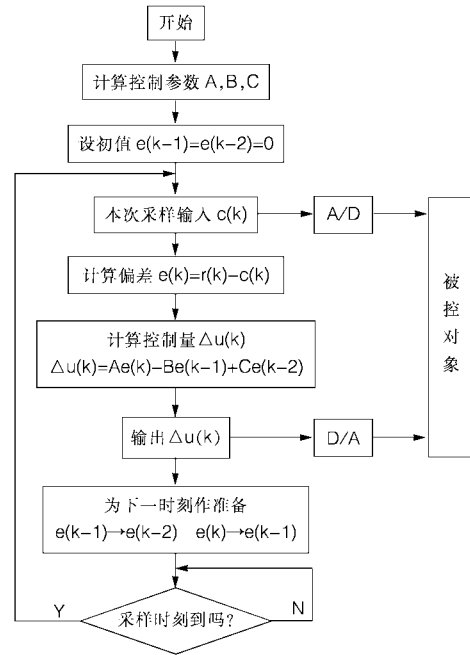


图5 增量式PID控制算法程序框图

3.4 嵌入式工业控制恒功率系统的优点

1) 系统方案设计合理,硬件接口简单,克服了现有恒功控制系统联合调节器动态响应差、柴油机不能按经济特性曲线运行和无高原功率修正功能的缺点。

2) 系统具有结构简单、可靠,控制灵活、精确度高、通用性强的特点。

3) 本系统采用了诸如隔离放大器、功率MOS-FET、霍尔传感器等新器件,有助于简化系统结构、提高系统性能。

4) 用工业控制机实现电传动机车恒功率控制是可行的,是机车控制系统的发展方向。系统的功能还有必要进一步开发和完善。

参考文献

- 1 严寒冰.嵌入式工业PC机.工业控制计算机,1993(3):18~20
- 2 DM&P M6117D SYSTEM ON CHIP DATA SHEET AND EXAMPLES. Jan Yin Chan Electronics Co.,LTD.1998
- 3 谭南林.微机在机车上的应用.北京:北方交通大学,1995(10)

[收稿日期:2002.10.8]