

基于 PROFIBUS -DP 接口的智能变频器开发

Development of Intelligent Frequency Converter Based on Profibus-DP Interface

云利军 孙鹤旭 梁涛 林涛

Yun,Lijun Sun,Hexu Liang,Tao Lin,Tao

摘要:采用模块化设计,设计并实现了一个带 PROFIBUS-DP 通信接口的智能变频器。该变频器以 TI 公司的 DSP 芯片 TMS320F240 作为变频部分的控制核心,同时还作为 PROFIBUS-DP 接口的微处理器,主开关器件采用三菱电子的智能功率模块 PM15RSH120 作为逆变器,给出了主体部分电路原理图和软件流程图。

关键词:智能变频器; PROFIBUS-DP 接口; DSP

中图分类号: TP302.1 **文献标识码:** A

Abstract : An intelligent frequency convertor with PROFIBUS-DP interface is designed and implemented by adopting modularization design pattern. DSP chip TMS320F240 is the control kernel of the frequency converting part and the microprocessor of PROFIBUS-DP interface. The intelligent power module PM15RSH120 acts as inverter. The schematic of main circuit and flowchart of software are given.

Keywords : Intelligent frequency convertor , PROFIBUS-DP interface, DSP

1 引言

随着现代控制理论和电力电子技术、计算机控制技术、传感器技术的发展,交流传动取代直传动已成为不可逆转的趋势,变频器在交流传动领域的应用将越来越广泛。现场总线适应了工业控制系统向分散化、网络化和智能化发展的方向,它一经产生便成为全球工业自动化技术的热点。随着现场总线的诞生,出现了一批集检测、运算、控制功能于一体的变送控制器;出现了带控制模块和具有故障信息显示的执行器,并由此大大改变了现有的设备管理维护方法。

PROFIBUS 现场总线是世界上应用最广泛的现场总线技术,其产品的年增长率达 25%,是增长最快的现场总线技术。然而,在国内市场上多年来一直被国外公司的产品所主导,由于其高昂的价格和技术的垄断,使国内企业的生产成本大大增加,从而降低了企业的竞争力。因此,开发具有自主知识产权的带有 PROFIBUS-DP 通信接口的智能变频器,具有较大的现实意义。

2 变频器总体结构

为使变频器结构简单、工作可靠,采用了模块化结构,带 PROFIBUS-DP 通信接口的变频器原理框图如图 1 所示。变频器由主电路、控制电路和 PROFIBUS-DP 接口电路组成。主电路由三相整流器、滤波器和逆变器组成;控制电路由 TMS320F240、键盘显示器和模拟量输入组成;PROFIBUS-DP 接口电路由专用通信协议接口芯片 SPC3、高速光耦和总线收发器组成。其中 DSP 芯片 TMS320F240 既是常规变频器的控制单元,又是 PROFIBUS-DP 接口的一部分。

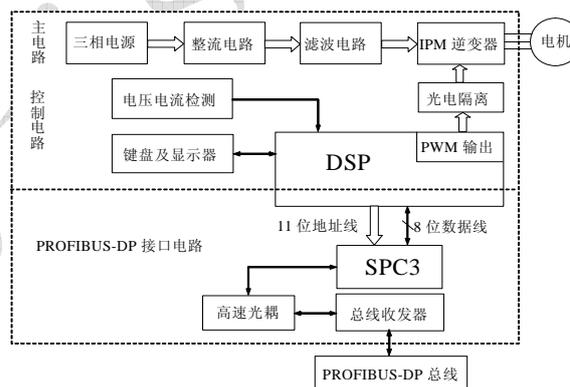


图 1 带 PROFIBUS-DP 通信接口的变频器原理框图

3 PROFIBUS-DP 接口

目前国内文献介绍的 PROFIBUS-DP 从站开发都是用 Intel 51 系列单片机与 SPC3 芯片进行,然后再与其它微处理器相连达到把相应设备连到 PROFIBUS 总线的目的。这样使用两个微处理器不但增加了成本,而且体积也相应的增加了。我们这里直接用 DSP 和西门子公司的 ASIC 芯片 SPC3 来开发带 PROFIBUS-DP 接口的变频器,实现简单、方便,既节约了成本,又缩小了体积。SPC3 集成了 PROFIBUS-DP 物理层和数据链路层的完整协议,能自动检测波特率(9.6K~12M),集成了 1.5K 的双口 RAM,它本身具有地址锁存功能和片选功能,上电后自动执行 PROFIBUS-DP 的从站状态机。

PROFIBUS-DP 接口主要由 DSP 接口和串行总线接口两部分组成,其中 DSP 接口电路如图 2

所示。由于 DSP 芯片 TMS320F240 在片内集成了 16K 的 Flash EEPROM 和 544 字节的 DARAM,

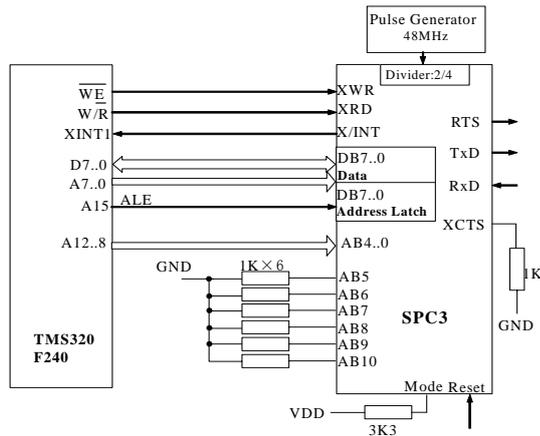


图 2 PROFIBUS-DP 微处理器接口硬件原理图

完全能满足变频器控制及 PROFIBUS-DP 接口的需要, 因此无需外扩存储器, 从而大大简化了硬件电路的设计。应用时 TMS320F240 将 SPC3 内部的双口 RAM 作为自己的外部 RAM, 通过对双口 RAM 的读写来完成对 SPC3 的初始化和有关数据的交换。SPC3 芯片的请求发送信号(RTS), 发送数据信号(TXD), 接收数据信号(RXD), 通过高速光耦 6N137 和总线收发器 SN75ALS176B 相连, 构成串行总线接口。

4 变频调速控制系统

变频调速系统采用正弦波电源驱动的永磁同步电机作为执行部件, 其中驱动系统主要包括控制电路、主电路、电机等, 具体结构框图如图 3 所示。其中主回路由三相全波整流器, 储能滤波电容 C1、C2 和 IPM 三相逆变器电路构成。TMS320F240 包含有双 10 位模拟转换器和基于 PWM 控制的管理器 (6 个比较单元、9 路 PWM 输出、2 路光电编码器接口的编码单元)。图中的 IPM 为智能功率模块, 这里采用的是三菱电子的智能功率模块 PM15RSH120, 它不仅把功率开关器件和驱动电路集成在一起, 而且内部藏有过电压、过电流和过热等故障检测电路, 并可将检测信号送入 CPU。即使发生负载事故或使用不当, 也可保证 IPM 自身不受损坏。

PM15RSH120 器件是先进的混合集成功率器件, 它将三相逆变器的 6 个 IGBT 单元功率器件全部集成在一个器件内, 同时它对分离的驱动电路进行优化, 将驱动电路和保护电路也集成到一个器件内, 极大的方便了驱动电路的设计。PM15RSH120 的控制输入可以和光耦合晶体管

相连, 特殊设计的门极驱动电路不再需要使 IGBT 关断的负电源, 这样就简化了驱动电路。

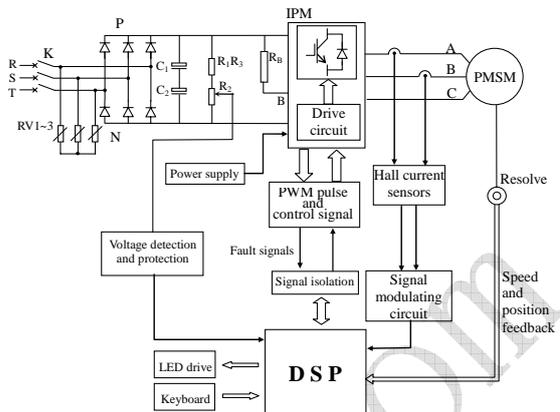


图 3 控制系统结构框图

TMS320F240 是 TI 公司专门为满足复杂电机高速数字控制要求而设计的一种新型、廉价、高效、低功耗的 DSP 芯片, 它将一个高性能的 16 位 DSP 核和许多功能外设集成在单一芯片上, 提供了较高的集成度和较强的运算能力, 同时, 使目标系统的成本得到极大降低。与传统的由 8 位或 16 位微控制器构成的系统相比, 这种强大的处理能力和专用外设电路的组合使所实现的目标控制系统效率更高、能量消耗更低、可靠性更高。TMS320F240 在片上还集成了多通道 AD 转换电路、CAN 控制器模块、串行通信接口电路、锁相环时钟产生电路等功能外设。特别值得一提的是它内部集成的事件管理器模块是专门用于电机控制的: 其中 3 个通用定时器除了用于产生周期信号外, 还作为正交脉冲编码单元 (QEP)、捕获单元、PWM 模块的时基信号; 比较单元和 PWM 控制部分提供了多达 9 路比较/PWM 输出端, 其中的 6 路 PWM 输出由一个空间矢量模块控制, 并具有死区逻辑, 不需程序过多的干预就能够方便地产生用于三相全桥逆变器 6 个功率开关元件的 PWM 触发信号, 从而实现三相交流电机的控制; 捕获单元 (CAP) 可用于及时地捕捉电动机磁极位置信号的上升/下降沿, 并通过查询相关计数器的值来确定电机的转速; 正交编码器 (QEP) 可以对与电机同轴的光电编码器、磁编码器所产生的正交编码信号进行计数, 继而判断电机的转速、位置和转动方向。

5 控制系统软件设计

控制系统软件采用功能模块的方法。系统软件主要由主程序, PROFIBUS-DP 接口程序, 中

断服务程序, 显示子程序, PI 控制子程序和有关子程序组成, 其中主程序框图如图 4 所示。

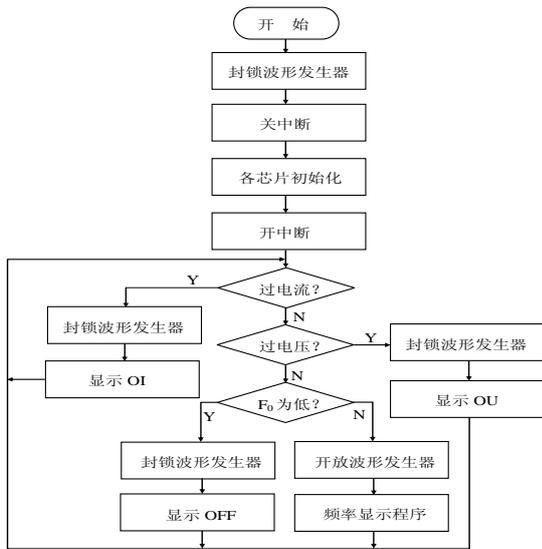


图 4 控制器主程序框图

PROFIBUS-DP 接口程序的流程图如图 5 所示。由于 SPC3 内部集成了完整的 PROFIBUS-DP 协议, 因此 TMS320F240 的主要任务是根据 SPC3 产生的中断, 对 SPC3 接收到的主站发出的数据转存, 组织要通过 SPC3 发给主站的数据, 并根

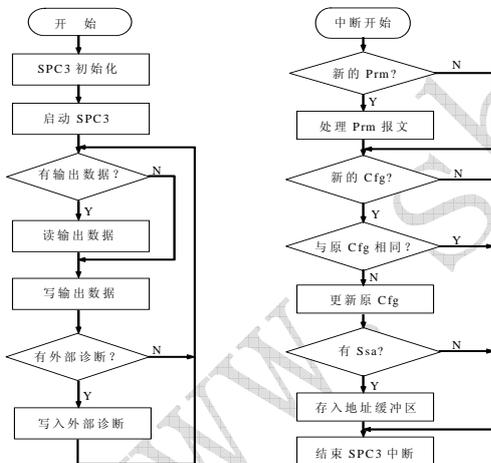


图 5 PROFIBUS-DP 接口程序流程图

据要求组织外部诊断。因此, PROFIBUS-DP 接口程序包括 SPC3 初始化程序和具体的 I/O 应用程序两部分。其中 SPC3 初始化程序包括设置 SPC3 允许的中断, 写入从站识别号和地址, 设置 SPC3 方式寄存器, 设置诊断缓冲区、参数缓冲区、配置缓冲区、地址缓冲区初始长度, 并根据以上初始值求出各个缓冲区的指针及辅助缓冲区的指针。根据传输的数据长度, 确定输出缓冲区、输入缓冲区及指针。中断程序主要用来处理 Pfm、Cfg 和 Ssa 等报文。

6 结束语

TMS320F240 DSP 的性价比较高, 它是 TI 公司专门针对电机控制而开发的一款高性能 16 位芯片, 其本身供变频控制的资源比较丰富, 因此利用它可以很容易构成高品质的变频调速系统。开发过程证明, 利用 DSP 微处理器和西门子公司的 ASIC 芯片 SPC3 进行 PROFIBUS-DP 产品开发, 能够加快开发进程, 尽快推出具有自主知识产权的产品。本产品经实践证明, 其设计结构合理, 安全可靠, 故障率小, 能轻松实现变频器的远程监控。

参考文献:

- [1]刘国林,王福来等.带 PROFIBUS-DP 接口的智能电动机控制器开发.电气传动,2001;31(1):44~47
- [2]满庆丰,韩锋,夏继强.开发 PROFIBUS-DP 智能从站.电测与仪表,2003;40(3):37~40
- [3]SPC3 and DPS2 User Description[S].Siemens,1996
- [4]张鹏,常易康,张志秀.Profibus-DP 在变频器控制系统的应用.中国仪器仪表, 2002,(5):26~27
- [5]李练兵.永磁同步电动机多模态预测控制研究[D].天津:河北工业大学电气与自动化学院,2003

作者简介:云利军(1973-),男,蒙古族,云南师范大学计信学院讲师,现为河北工业大学博士研究生(电机与电气),主要研究方向为电气传动、计算机控制和应用。电话:022-60204341, E-mail:lijun_yun@126.com; 孙鹤旭(1956-),男,汉族,工学博士(工业自动化),河北工业大学教授,博士生导师,主要研究方向为现代传动理论与应用、全开放网络控制系统及优化、信息系统建模与控制集成。

Author introduction:YUN Lijun(1973-),male, Mongolia,lectuer of Yunnan Normal University and Ph.D candidate(majored in Motors & electrics) of Hebei University of Technology.The researching area includes Electrical drive, Computer control and application. Tel.:022-26564341.e-mail: lijun_yun@126.com

SUN Hexu, (1956-),male, Ph.D degree(majored in Industrial automation),professor of Hebei University of Technology, tutor of Ph.D candidates. The research area includes Modern drive theory and application, Open networking control systems and optimization, Information systems modeling and control/integrating.

(300130 天津市河北工业大学东院 358 信箱)

(P.o.box 358,east campus, hebei university of technology,Tianjin,300130)