

# 基于 MSP430 及 PROFIBUS 的监测子站设计

## The Design of PROFIBUS Detecting System Based On MSP430 Microcontroller Slave Station

(河南科技大学) 谢 飞 张河新 李建朝

XIE FEI ZHANG HEXIN LI JIANCHAO

摘要:应用 MSP430F149 及 SPC3 芯片实现了具有 PROFIBUS-DP 总线的减速机状态监测子站,能够监测振动、轴温、转速、电机的电压和电流,同时具有 LCD 显示、参数存储功能。实现了减速机的在线智能监测。

关键词:PROFIBUS; MSP430; SPC3

中图分类号:TP273 文献标识码:A

Abstract:Use MSP430F149 and SPC3 to build transmission detecting slave station with PROFIBUS. It can detect vibration, bearing temperature, speed, current and voltage for motor. Have function about LCD display and parameter store, etc. Realize transmission online detecting system.

Key word:PROFIBUS, MSP430, SPC3

### 引言

在电力、钢铁、石油、化工等行业中,有着大量的减速机、风机、泵站等机械设备,这些设备如果在带病状态下工作,会大大缩减其使用寿命,影响生产,给企业带来经济损失。传统上依靠工作人员耳听、手摸的方法发现存在的隐患,受现场环境和诊断者经验的制约,常常会出现漏诊、误诊的现象。同一台设备的两次检查时间间隔较长,也不利于异常情况的及时发现。因此,工厂的在线监测就显得十分重要。

减速机是常见的驱动设备之一,其工作是否异常的重要参数是:振动情况、轴承温度、输出轴转速、电机电流、电压等。通过振动信号,可以知道齿轮啮合、动平衡是否正常;通过轴承温度,可以知道轴承的间隙、润滑是否良好;通过输出轴的转速和电机电流,可以知道是否过载。子站的主要功能是监测、处理,数据上传,超限报警。

### 1 总体结构

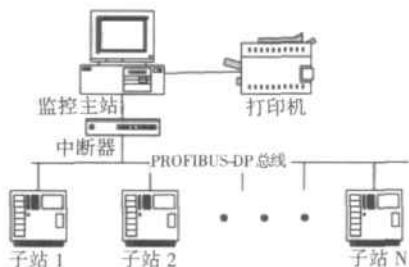


图1 网络结构

分布式监控系统一般是在监控中心布置主站,在各个监控点布置子站,通过总线结构将主站和子站连接起来(图1)。子站将各个传感器的信息采集处理后,将一部分重要数据显示在子

站的显示设备上,同时将所有数据通过总线上传给主站,主站将各个子站上传的信息分析处理后显示给运行监控人员,实现了对大范围运行设备的在线监测。

系统采用德州仪器的 MSP430F149 作为控制器,通过 SIEMENS 公司的 SPC3 芯片实现与 PROFIBUS-DP 总线连接。选用标准 4~20mA 电流信号输出的振动传感器,电机的电流、电压通过转换实现 0~3V 输出。在轴承位置安装 DS18B20 温度传感器,实现对轴温的监测(减速机工作的正常温度为 50~60,一般滚动轴承工作不能超过 95)。输出轴上安装脉冲输出的转速传感器。MSP430F149 将以上运行信号采集处理后,通过 LCD 显示,同时上传到总线,向主站报告该子站的运行状况。

### 2 相关介绍

#### 2.1 MSP430F149 微控制器

MSP430F149 是 TI 公司生产的一种超低功耗、混合信号 16 位控制器,工作电压 1.8~3.6V。该单片机具有丰富的外围功能,内部集成多通道 12 位 A/D 转换器、硬件乘法器、60KB 的 Flash 和 2KB 的 RAM,运行环境温度范围为 -40~+85,可以适应各种恶劣的环境,非常适合作为现场监测的终端控制器。

#### 2.2 PROFIBUS-DP 现场总线

PROFIBUS 是一种不依赖生产厂家的、开放式的现场总线,是目前国际上通用的现场总线标准之一,以其独特的技术特点、严格的认证规范、开放的标准、众多厂商的支持和不断发展的应用行规,已被纳入现场总线的国际标准 IEC61158 和欧洲标准 EN50170,并于 2001 年被定为我国的国标 JB/T10308.3-2001。PROFIBUS-DP(Decentralized Periphery, 分布式外围设备)主要用于自动化系统中单元级控制系统与分散式通信,使用第 1 层、第 2 层和用户接口层,其余 3~7 层未使用,这种精简的结构确保了高速数据传输。

#### 2.3 SPC3 协议专用芯片

PROFIBUS-DP 物理层是 RS-485,但通信协议比较复杂。SPC3 是 SIEMENS 公司的专用协议芯片,使用该芯片后可以将复杂的协议撇开。SPC3 集成了 DP 协议中的 FDL 层,因为 SPC3

谢 飞:硕士生

基金项目:河南省教委攻关项目资助(2003460235)

技  
术  
创  
新

集成了完整的 DP 总线协议,所以在与主站通信时,单片机使用 SPC3 芯片就像操作内部 RAM,使从站控制器的编程工作量大为减轻。SPC3 保障报文的有效性,可满足整个报文的一致性数据交换。总线接口是个可参数化的同步/异步 8 位接口,内部集成了 1.5K 的双口 RAM,整个 RAM 采用 8 字节的段结构方式,所有需要分配地址的 BUF 指针,必须指向段的开头。DP 通信的服务存取点由 SPC3 自动建立,各种报文信息呈现在用户面前的是不同 BUF 的内部数据。

### 3 系统硬件设计

系统的硬件主要由键盘、显示模块、通信模块、系统测量模块组成(图2)。采用 3×8 行列扫描键盘可以大大节省 I/O 口的占用。128×64 点阵图形 LCD 可以显示大量信息。为了保存一些设定的参数和运行数据,选用 Microchip 公司生产的串行存储器芯片 24LC02B,它采用 I<sup>2</sup>C 总线接口,以 256 个字节为单位组成一块,页写缓冲区高达 8 个字节,1 百万次擦写。通信模块由 SPC3 芯片及外围电路组成,由于 SPC3 采用的是 5V 供电,而 MSP430F149 采用 3.3V 供电,在硬件设计中要考虑 3.3V 逻辑系统和 5V 逻辑系统共存,器件对加到输入脚或输出脚的电压通常是有限的,这些引脚由二极管或分离元件接到 Vcc,为了避免元器件的损坏和数据的丢失,采用专用的电平转换器 SN74LVCC4245A 芯片,它是一个 8bit 宽度的双向 I/O 电平转换器,BUS B 为 3.3V 数据,BUS A 为 5V 数据连接 SPC3 芯片,其中 DIR 决定数据方向。SPC3 中断信号 XINT 通过电平转换后送入 P1.6,为单片机提供通信中断信号。为了提高通信的抗干扰性,SPC3 的内部电路必须与物理接口在电器上隔离,采用高速光耦 HCPL7101 和 SN75ASL176D 收发器保障了 PROFIBUS 总线通信的高可靠性。

轴温测量采用美国 DALLAS 公司生产的单总线数字式温度测量芯片的 DS18B20,工作电压 3.0V~5.5V,测温范围为-55 ~+125,具有总线结构,通过 P2.0 就可以实现对 8 个温度传感器信号的采集。

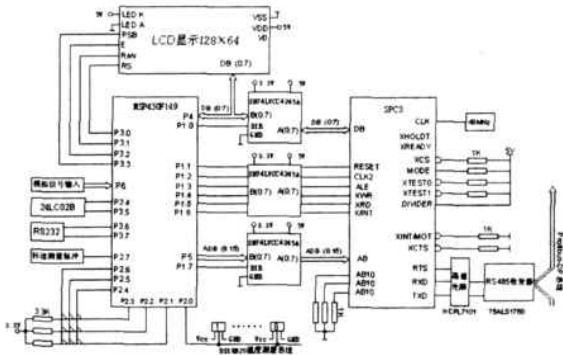


图 2 系统接口电路图

### 4 系统软件设计

系统上电后,首先要对 SPC3 和 LCD 进行初始化,配置寄存器。主程序中根据中断请求分别调用信号采集、键盘显示和通信程序。

#### 4.1 状态信号采集

信号采集程序的调用是由定时器中断产生的,由于监测系统不参与实时控制,同时为了避免总线上大量数据的传输,每 2 秒产生一次中断,执行信号采集。状态信号经过外部电路转换后,进入 MSP430 单片机时都为模拟电压信号,在程序上主要是 A/D 转换和滤波。对于温度传感器,由于是采用总线连接,对应

不同的地址,调用 8 次读温度子程序,刷新温度缓存器中的数值,等待显示程序和通信程序的调用。转速测量采用定时器及中断计数的方法。

#### 4.2 键盘显示

键盘采用行列扫描方式,当有按键动作时,产生中断信号,执行参数设定、显示、翻页等程序。LCD 显示模块内部含有字库,因此不需要进行字模的编写。初始化完成后,定时向显示缓存区送出要刷新的数据。

#### 4.3 通信接口

通信接口软件在系统中较为重要,包括三部分:SPC3 初始化、输入处理和输出处理。SPC3 上电后首先要进行一次初始化,设定 SPC3 寄存器变量名称、硬件模式、地址及标识号、各个 BUF 地址及长度、取得 BUF 指针。当 SPC3 产生信号给 P1.6 时,CPU 产生中断,执行输入处理程序,获得总线上的指令和数据。子站在执行状态信号采集后,执行一次数据输出处理,向总线发送该子站的状态参数。

#### 4.4 GSD 文件

编写标准的 GSD 文件后,该子站就可以作为标准 PROFIBUS 设备使用,为各种不同的厂家所识别(系统主站为 SIEMENS PLC-300)。GSD 文件包括厂商和设备名称、软硬件版本号、波特率、监控时间间隔和从站设备通道数量、类型等等。

### 5 结束语

基于 MSP430F149 及 PROFIBUS-DP 总线的减速机在线监测系统,具有测量参数多、精度高,显示灵活,传输距离远,抗干扰能力强等优点。在同等监测标准下,成本远低于其它监测系统。本文以减速机为实例,阐述了具有总线结构的分布式状态监测子站的构建,在电力、石油、化工等领域中具有推广价值。

本文作者创新观点:提出了一种新的工厂在线监测手段,将 MSP430 和 PROFIBUS-DP 总线技术结合在了一起,具有标准的总线接口,通用性很强,适用于远距离高速传输。系统使用时方便、简单,可以直接在 LCD 上显示数据和信息,在远程监测中有着广阔的应用空间。

#### 参考文献

- [1] SPC3 Siemens PROFIBUS Controller User Description. Siemens, 1996
- [2] SIEMENS. SPC3 User Description [R]. 1996
- [3] 苏天诺,方彦军. PROFIBUS-DP 与 HART 协议转换研究及其网关设计[J].微计算机信息,2005,10-1:12~14.
- [4] 胡大可. MSP430 系列单片机接口技术及系统设计实例[M].北京:北京航空航天大学出版社,2002
- [5] 秦龙. MSP430 单片机 C 语言应用程序设计 [M].北京:电子工业出版社,2006

作者简介:谢飞(1982-),男(汉族),河南科技大学机电工程学院,硕士生,从事机械电子及测量技术研究;张河新(1953-),女(汉族),河南科技大学机电工程学院,副教授,从事机电一体化研究。Biography: Xie Fei (1982-), Male, Henan, Institute of Electromechanical Engineering, Henan University of Science & Technology, Master, Electromechanical Engineering; Zhang, Hexin (1953-), Female, Institute of Electromechanical Engineering, Henan University of Science & Technology, associate professor, Electromechanical Engineering. (471003 河南省 河南科技大学)谢飞 张河新 李建朝  
通讯地址:(471003 河南省 洛阳市河南科技大学 校本部 471 信箱)谢飞

(收稿日期:2007.10.13)(修稿日期:2007.12.15)