

文章编号:1001-5132 (2007) 03-0285-04

# 基于串口的的光纤光栅解调仪多通道扩展电路设计

周勤峰, 徐铁峰

(宁波大学 信息科学与工程学院, 浙江 宁波 315211)

**摘要:** 光纤光栅解调仪(si720)只有 2 个通道, 为使其可连接更多的光纤传感器, 以满足需大量监测点的大型传感工程的要求, 需扩展其通道数. 介绍采用光开关来实现扩展通道数的方法, 并设计了 1 种基于 AT89C2051 单片机制作的光开关驱动电路. 在串口通信下, 可实现 4 个通道间相互切换, 切换时间小于 20 ms. 并分析了电路硬件和软件设计, 具有一定的实用价值.

**关键词:** 光纤光栅; 光开关; 串口通信

中图分类号: TN253

文献标识码: A

近年来, 光纤光栅单点传感技术日趋成熟, 且在工程上已有应用<sup>[1-3]</sup>. 单点光纤光栅传感器具有诸多优点, 在实际应用中正发挥着重要作用, 但因其感测点少以及对光源的独占性, 使其性价比降低, 而没有充分利用其潜在的功能<sup>[4]</sup>.

为了实现多点或准分布式的实时监测, 就需多个传感通道. 而 Micron Optics Inc 制作的 si720 光纤光栅解调仪只有 2 个通道, 为了扩展其通道数, 又设计了 1 个多通道扩展模块(sm040-208), 使得解调仪可实现 8 通道切换扫描. 但这个多通道扩展模块的价格相当昂贵, 经济效益较低.

因此为降低光纤传感系统的成本, 又不影响整体性能, 本文用由 1×2 微机械式光开关组合而成的 1×4 光开关来设计 1 个多通道扩展电路, 使解调仪原有的 2 个通道扩展为 8 个通道. 同时制作了 1 种基于 AT89C2051 单片机的光开关驱动电路, 并应用 Windows 操作系统中的串口通信程序(超级终端)实现了光纤光栅解调仪的通道间的互相切换.

## 1 硬件设计

光纤光栅解调仪多通道扩展电路由串口通信接口电路、电源供给电路、光开关驱动电路和光开关等模块组成, 其系统结构框图如图 1 所示.

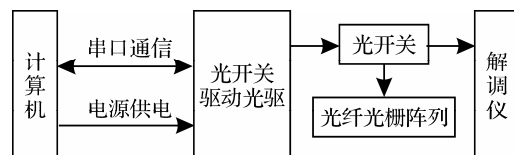


图 1 系统结构框图

### 1.1 电源供给模块

通用串行总线(USB)是将适用 USB 的外围设备连接到主机的外部总线结构, 主要用于中速和低速

表 1 USB 针脚定义

针脚	功能
1	+5 V 电压(VCC)
2	数据通道(- DATA)
3	数据通道(+DATA)
4	地线(GND)

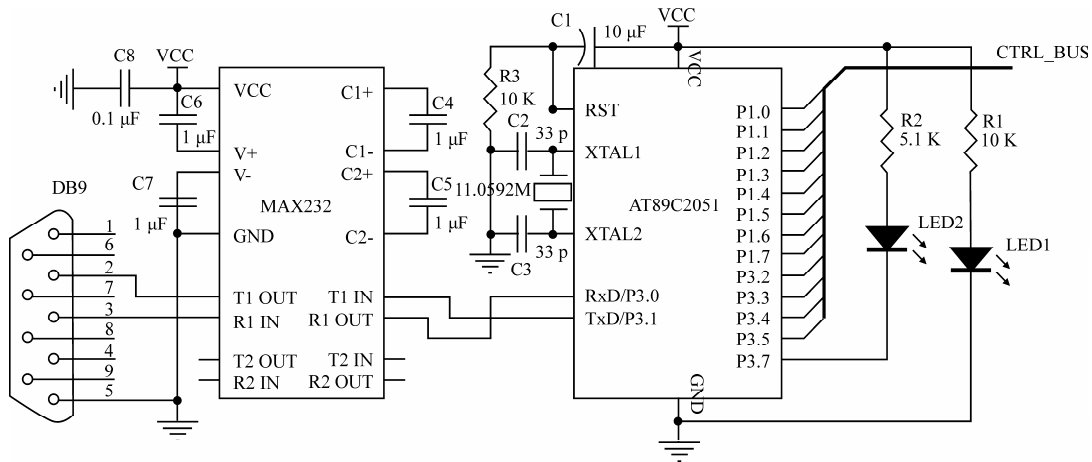


图2 串口通信电路图

速的外设. USB 的电缆有 4 根线, 其中 2 根可作为一些外设的电源, 具体引脚定义如表 1 所示.

本系统采用 USB 供电, 同时为降低电源噪声对其他器件的影响, 在 VCC 对地需加  $0.1 \mu\text{F}$  的去耦电容 C8. 当通电时, 系统的通电指示灯 LED1 发亮, 具体电路如图 2 所示.

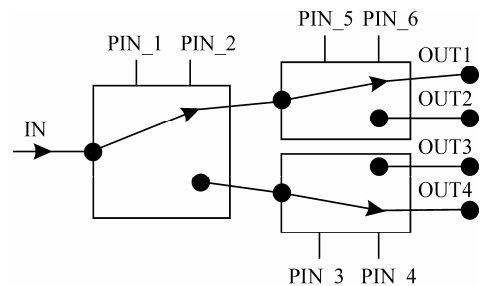
### 1.2 接口电路模块

由于 AT89C2051 单片机输入、输出电平为 TTL 电平, 而计算机串口是 RS-232C 标准串行接口, 二者的电气规范不一致. 因此, 要完成 PC 机与单片机的数据通信必须进行电平转换, 在此使用集成电平转换芯片 MAX232. 它只需单 +5 V 为其工作, 再配接 4 个  $1 \mu\text{F}$  电解电容即可完成电平转换<sup>[5]</sup>. 在实际应用中, MAX232 芯片对电源噪声很敏感, 因此在使用 USB 为其供电时, 加上 1 个去耦电容.

通信时只需从 MAX232 芯片中的 2 路反送接收器中任选 1 路作为接口, 但必须让发送和接收的引脚相对应. 具体硬件连接如图 2 所示. 通过“超级终端”向单片机发出指令, 切换待测光路. 每发 1 次指令, 系统工作指示灯 LED2 就会闪烁 2 s.

### 1.3 光开关及光开关驱动模块

为了扩展更多的通道, 本系统用 3 个  $1 \times 2$  带锁定的微机械式光开关组合成 1 个  $1 \times 4$  光开关, 如图 3 所示. 因此, 光纤光栅解调仪原有的 2 个通道被扩展为 8 个通道, 即可对更多光路进行监测.

图3  $1 \times 4$  光开关示意图

带锁定的微机械式光开关是通过改变光信号的方向来实现光信道的选通. 器件采用插损很小的棱镜来进行光的切换、耦合, 此举大大提高了光开关的可靠性和稳定性. 其控制继电器是单线闭锁型继电器 (G6HU-2), 线圈电阻为  $250 \Omega$ . 因此, 实现光开关切换就需在继电器的 2 个控制管脚间提供约 20 mA 的电流, 相应的工作电压为 5 V.

由于继电器需要双向的电流通路, 系统采用了推挽工作式电路, 如图 4 所示. 将这个驱动电路的输出 (电流反向时为输入) 脚 PIN 接光开关 1 个继电器控制脚, 例如图 4 中的 PIN\_1. 当驱动电路的 2 个控制脚, 例如图 4 中的 CTRL1 和 CTRL2, 同时为低电平时, 输出脚 PIN 可提供约 4.3 V 的电压, 该电压可使继电器正常工作. 当同时为高电平时, PIN 为输入脚, 约为 0 V. 因此, 用 2 个这样的推挽电路来控制 1 个光开关的继电器, 就能提供可双向导通的电流. 如果要切换光开关的通路时, 只要使 1 个驱动电路输出高电平, 另 1 个为低电平. 该继

电器带锁定功能, 完成通路切换工作只需上电 3 ms, 因此, 在不工作时继电器的 2 个控制脚(例如 PIN\_1, PIN\_2)同时设为低电平, 相应的 2 个驱动电路的控制端可全设置成高电平. 这些控制脚由单片机 AT89C2051 的 P1 口和部分 P3 口的管脚控制. 由于单片机的 P1.0 和 P1.1 没有上拉电阻, 在实际应用中接了 1 个 10 kΩ 的贴片式电阻. 同时需注意到单片机允许的输出电流值比较小, 因而本系统用了单片机 2 个管脚来控制 1 个推挽式电路的工作状态.

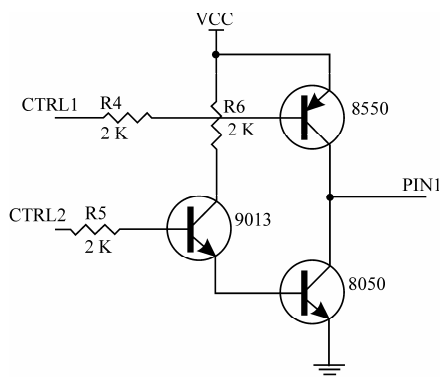


图 4 光开关驱动电路图

## 2 软件设计

为实现单片机与计算机串口间成功通信, 单片机(下位机)采用 C51 语言编程, 而计算机(上位机)直接应用 Windows 操作系统中的串口通信程序——超级终端. 并约定两者间的通信协议: 波特率为 9 600 bps; 没有奇偶校验; 8 个数据位; 1 个停止位.

下位机程序先在 WAVE2000 单片机仿真调试软件下调试成功, 再写入 AT89C2051 单片机中. 单片机通过中断方式接收计算机发送的通道选择控制指令, 并回送确认信号给计算机, 其程序流程图如图 5 所示.

初如化程序如下:

//定时器 1 设置

TMOD = 0x20; //设置 T1 工作方式

TL1 = 0xfd; //将串口波特率设置为 9 600 b·s<sup>-1</sup>

TH1 = 0xfd;

TR1 = 1; //开定时器 1

//串口设置

SCON = 0x50; //8 位可变波特率, 无奇偶校验

位

TR1 = 1; //开定时器 1

ES = 1; // 开串口中断

EA = 1;

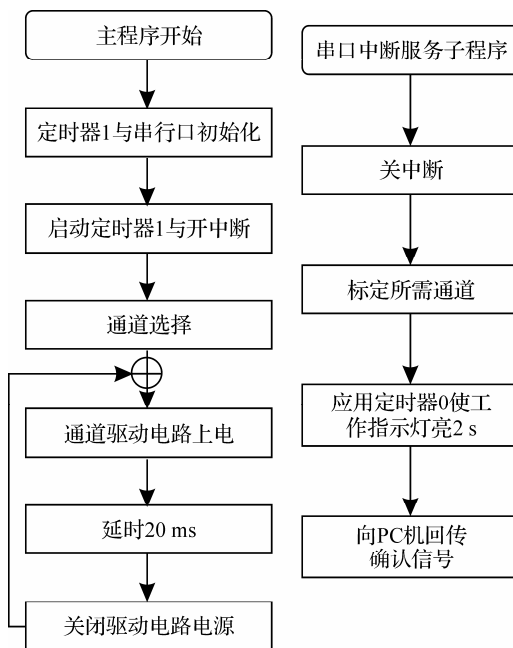


图 5 程序流程

## 3 功能结果

根据上述实施方案, 制作了电路板, 很好地实现了预先设计的功能. 经过测试, 电路比较稳定, 每次通道切换伴有 LED 发光指示. 4 通道的工作波长范围为: 1528 ~ 1610 nm, 很好地匹配了解调仪的工作范围(1520 ~ 1570 nm). 在实际使用中, 通道切换时间小于 20 ms, 这短暂的切换时间对现实的大型光纤光栅传感工程无太大影响, 同时光开关的使用使线路的损耗有所增加. 4 个通道的插入损耗(IL)和偏振损耗(PDL)如表 2 所示. 由于光纤光栅传感器对波长需绝对测量, 光强损耗不会影响监测结果.

表2 插入/偏振损耗表

通道口	IL/PDL / (dB)
1	0.79/0.01
2	0.86/0.02
3	0.83/0.02
4	0.87/0.01

通过光开关切换将解调仪的每个通道扩展 4 个通道,这 4 个通道是切换着测量的,非同步测量.因此扫描速度会降成原来的 1/4,但每个通道带宽与原单通道相同.所以同一波长的传感器可分布于新扩展的 4 个通道内,每个通道接的传感器数量与扩展前单通道相同.

## 参考文献:

[1] Zhang W G, Liu Y G, Kai G Y, et al. A novel independent

tuning technology of center wavelength and bandwidth of fiber Bragg grating[J]. Opt Commun, 2003, 216(4/6): 343-350.

[2] 张伟刚, 许兆文, 杨翔鹏, 等. 用单光纤光栅实现扭转与温度的双参数传感测量[J]. 光学学报, 2002, 22(9): 1 070-1 075.

[3] 张伟刚, 董新永, 赵春柳, 等. 利用光纤光栅在双侧悬臂梁中的啁啾实现对挠度和应力的传感研究[J]. 光学学报, 2001, 21(11): 1 309-1 312.

[4] Rao Y J, Jackson D A. Recent progress in multiplexing techniques for in-fiber Bragg gratings sensors[J]. Proc of SPIE, 1996, 2 895:514-518.

[5] 邹彩梅, 叶振华. 掌上电脑与微处理器 89C51 的串口通信的实现[C]. 2003 嵌入式世界研讨暨展示会论文集. 电子产品世界杂志社, 2003:482-488.

## Channel Multiplex Circuit Design for Optical Sensor Interrogator Based on Serial Interface

ZHOU Qin-feng, XU Tie-feng

( Faculty of Information Science and Engineering, Ningbo University, Ningbo 315211, China )

**Abstract:** Currently only two sensor channels are used in si720 optical sensor demodulator. In order to connect it to more fiber-optic sensors such that the technical requirements can be met for large-scale sensor engineering projects involving numerous monitors, increasing the number of channels becomes necessary. This paper introduces a method of adding additional channels to the demodulator using optical switches, and a corresponding drive-circuit design is presented based on the AT89C2051 monolithic integrated circuit. In serial port communication, it can switch to each other among 4 channels, and switching takes no more than 20 ms. Implementation of both hardware and software design is also investigated. It is expected that this work may render certain practical references for engineering applications.

**Key words:** fiber gratings; fiber-optical switches; serial port communication

**CLC number:** TN253

**Document code:** A

(责任编辑 章践立)