

RS232- GPIB 控制器的设计

黄君凯, 吴延军

(暨南大学 电子工程系, 广东 广州 510632)

摘要: 描述了基于 RS232 接口的 GPIB 控制器的设计, 利用单片机控制 GPIB 接口芯片 NAT9914, 并通过 SCPI 语句在 Windows 操作系统自带的串口通信工具超级终端中, 实现了计算机与 GPIB 仪器的通信与程控。

关键词: 单片机 GPIB SCPI 超级终端

越来越多的测量仪器提供 GPIB(General Purpose Interface Bus)总线接口, 通过该总线可以方便快捷地连接带有 GPIB 接口的仪器及计算机, 组成一个 GPIB 网络。GPIB 设备与计算机连接时, 需要借助 GPIB 接口板卡, 但这些 GPIB 接口板卡价格昂贵, 给仪器与计算机连接带来不便。在大多数情况下计算机只连接一台 GPIB 接口仪器, 并不需要这些功能复杂价格昂贵的 GPIB 板卡。面对单台仪器与计算机连接的功能需求, 本文设计了一种性价比突出的 RS232- GPIB 控制器, 该控制器利用计算机最常用的 RS232 接口, 控制带有 GPIB 接口的仪器, 在计算机与仪器之间建立数据传输的通道。同时, 支持 SCPI (Standard Commands for Programmable Instrumentation) 指令集, 只需在 Windows 操作系统自带的工具软件超级终端中输入 SCPI 指令, 便可方便地对仪器进行参数设置和读取测试结果。

RS232- GPIB 控制器的设计, 旨在连接计算机和带有 GPIB 接口的测量仪器, 并利用计算机的键盘和显示器来操控仪器进行程控测量。本设计中计算机端接口为 RS232 接口, 使用这个串口作为通信工具, 编程方便、连接简单可靠, 软件则采用 Windows 操作系统自带的超级终端。因此, 可以很方便地完成计算机串口数据的接收和发送, 无需自行开发计算机端软件, 节省了控制器的开发时间。所设计控制器的核心是单片机, 它一端连接计算机 RS232 串口, 一端连接仪器 GPIB 接口, 单片机接收来自计算机超级终端的 SCPI 指令, 并转发给带有 GPIB 接口的仪器执行。仪器执行完成指令后将执行结果发送给控制器, 控制器再将所收到的数据通过 RS232 串口传递给计算机, 在超级终端中显示。

1 硬件设计

单片机是 RS232- GPIB 控制器的核心, 本设计选用 ATEML 公司的 AT89C51 单片机。由于 89C51

应用领域广泛, 拥有丰富的片上资源和总线式 I/O 口, 支持高级语言编程, 内部集成了符合 RS232 数据规范的异步串行控制单元。因此, 使用 Tx 和 Rx 串行接口线与外部串行传输数据, 只需在单片机外部使用 MAX232 芯片进行电平转换, 便可直接连接计算机的串行端口 (COM)。控制器的硬件结构如图 1 所示, 其中, GPIB 接口控制电路是控制器硬件设计的重点。

需要指出的是: 使用智能化的 GPIB 接口芯片, 可以大大简化 GPIB 接口电路的设计。目前最常用的芯片有两种, 一种以美国国家仪器公司生产的 TNT4882 芯片为代表, 将所有接口功能集成在芯片上, 完全由硬件完成接口功能, 不需要其他辅助芯片, 并且直接连接 GPIB 总线; 另一种是以美国德州仪器公司生产的 TMS9914 芯片为代表, 依靠软件编程来完成 GPIB 接口功能, 由接口芯片 SN75160 和 SN75161 进行电平转换后连接 GPIB 总线。这二种芯片的比较如表 1 所示。考虑到成本等因素, 本设计选用与 TMS9914 芯片完全兼容的 NAT9914 芯片作为 GPIB 总线接口芯片。NAT9914 是一款标准的 GPIB 控制芯片, 可以执行所有 GPIB 接口功能, 具有直接存储器存取 (DMA) 功能, 可编程时钟和波特率, 采用 CMOS 驱动, 并兼容 TTL 电平, 因此使用极为方便。同时, 选用

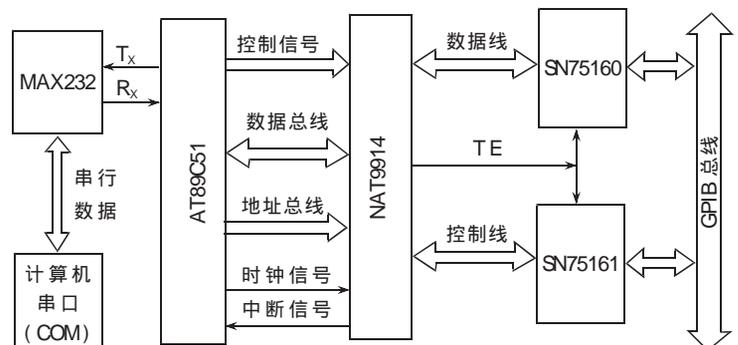


图 1 控制器硬件结构框图

表 1 GPIB 常用接口芯片

芯片型号	工作电压(V)	功能	特点
TNT4882	5	讲者/听者/控制器	接口控制由硬件完成, 不需要辅助芯片
TMS9914	5	讲者/听者/控制器	接口控制由软件编程完成, 需要辅助芯片

SN75160 作为数据转换器, SN75162 作为握手线和控制线转换器, 与 NAT9914 配套使用, 连接 GPIB 接口。

在图 1 中, 采用 89C51 的 P0 口连接 NAT9914 的数据接口, 作为数据总线和 GPIB 进行双向数据交换; P1 的 I/O 口作为地址总线, 对 NAT9914 内部寄存器寻址。NAT9914 的中断输出连接在 89C51 的外部中断接口上, 采用中断触发的方式管理 GPIB 接口通信; NAT9914 的时钟信号一般采用独立时钟源。本设计中, 考虑到控制器的功能仅完成与单台 GPIB 接口仪器之间的通信, 时钟频率的高低对 GPIB 接口数据传输速度影响基本可以忽略, 因此直接使用 89C51 的 ALE 信号作为 NAT9914 时钟信号, 这样可以充分利用 89C51 的片上资源, 简化电路, 降低硬件成本。

2 软件设计

计算机端软件采用超级终端, 用户在超级终端中键入指令语句控制带有 GPIB 接口的仪器。因 SCPI 指令集提供一个无缝的控制界面, 使其在更换不同公司的同类 GPIB 设备时, 不需要重新设定控制程序, 可方便地和不同厂商同类 GPIB 设备的操作编程。因此, 本设计选取对业界通用的 SCPI 指令集作为控制指令, 以便 RS232-GPIB 控制器可以和绝大多数 GPIB 接口仪器配合使用。

本设计中控制器软件采用 C51 语言编写, 编译后烧录在 89C51 单片机中运行。软件框架采用主程序加中断调用方式, 以提高功能模块的内聚性。软件功能分为 RS232 串口通信程序和 GPIB 接口通信程序两部分, 分别和两个中断相关: (1) 串行通信中断。该中断负责 RS232 串口数据传输。(2) 接收 NAT9914 中断信号的外部中断。该中断处理来自 GPIB 接口数据通信的各种事件。主程序在完成全部初始化后进入死循环状态, 等待这两个中断的发生。其中, RS232 串口数据发送在主程序中执行, 而串口数据接收由串口中断处理程序完成。串口通信程序较为简单, 这里主要给出 GPIB 通信程序结构。

NAT9914 芯片开始工作之前需要对其进行初始化, 这部分代码作为主程序中初始化程序的一部分运行, 包括设置 ICR 寄存器、选择时钟信号频率、设置 GPIB 延迟时间 T1、定义通信结束字符 EOS、设置 GPIB 设备地址 (规定地址必须在 0~30 之间, 如果写入更大的地址, 则设备仍看作 30)。初始化完成后将 NAT9914 接通 GPIB 总线。初始化流程如图 2 所示。

GPIB 控制部分的代码以中断方式运行, 当 NAT9914

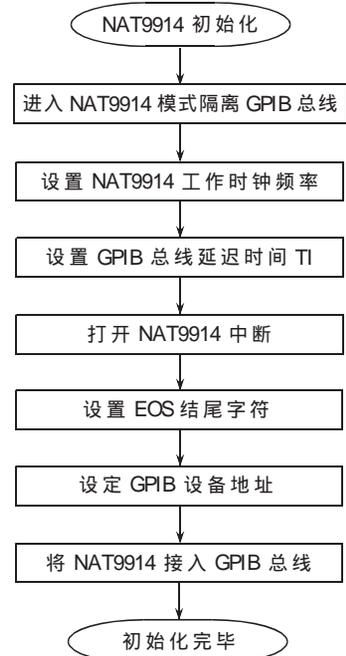


图 2 NAT9914 芯片初始化

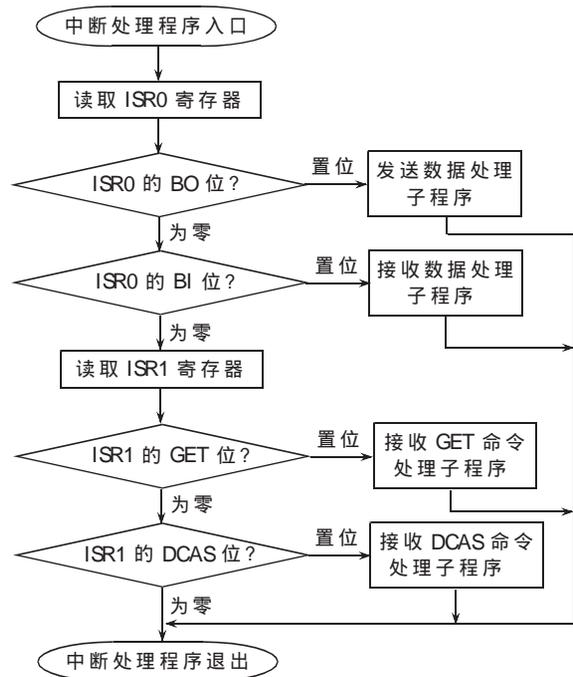


图 3 中断处理程序

触发 89C51 芯片的外部中断时, 单片机中止正常工作, 将现场数据压入堆栈保护, 并调用外部中断处理函数, 响应 NAT9914 芯片的中断申请, 其中断处理程序流程如图 3 所示。引起 NAT9914 向单片机发出中断信号的事件主要有四种: 发送数据事件、接收数据事件、接收 GET 命令事件和接收 DCAS 命令事件。中断频繁时会影响主程序运行效率, 但考虑到所设计的转换器功能单一, 主程序基本处于空转状态, 四种事件的处理都在中断程序中完成, 因此, 对主程序运行影响不大。GPIB 接收数据
本刊邮箱: eta@ncse.com.cn

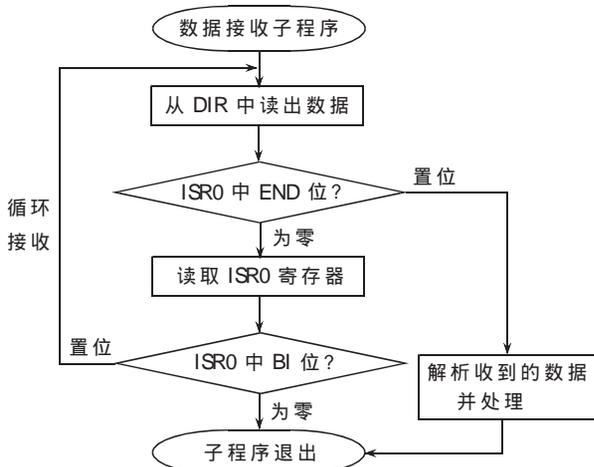


图 4 GPIB 接收数据流程

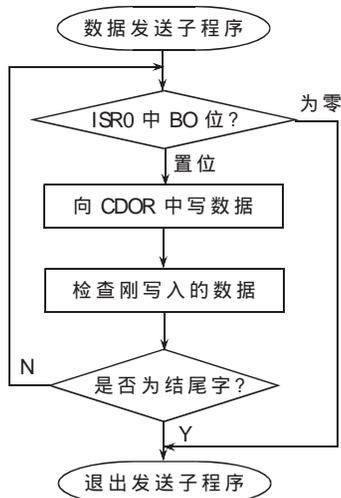


图 5 GPIB 发送数据流程

和发送数据流程如图 4 和图 5 所示。

每次 GPIB 接口数据接收中, NAT9914 接收到第一个字节数据后, 即置位寄存器 ISR0 中的 BI 位, 触发单片机外部中断, 单片机进入外部中断处理程序后, 读取 ISR0 寄存器, 判断 NAT9914 触发中断的原因是接收数据事件后, 调用接收数据子程序的执行, 开始接收来自 GPIB 仪器的数据。

在主程序中, NAT9914 发送完第一个字节数据后, 即置位寄存器 ISR0 中的 BO 位, 触发单片机外部中断。单片机进入外部中断处理程序后, 根据 BO 位判断事件类型为发送数据事件, 则调用 GPIB 数据发送程序, 将缓冲区中剩余的数据依次发送到 GPIB 总线上。

3 运行情况及结果

本文设计的 RS232-GPIB 控制器已成功用于计算机和泰克 TDS210 型示波器的 GPIB 总线连接中。图 6 是计算机超级终端显示界面的部分截图, 其中 COMMAND:> 为计算机键盘 SCPI 命令输入提示符, GPIB:> 为 GPIB 连

```
COMMAND:> ID?
GPIB:> ID TEK/TDS 210,CF:91.1CT,FV:v1.09 TDS2CM:CMV:v1.01
COMMAND:> CH1?
GPIB:> CH1:PRO 10; SCA 1.0E0;POS- 3.04E0;COUP DC;BAN OFF
COMMAND:> DATA?
GPIB:> :DAT:ENC RIB;DEST REFA;SOU CH1;STAR 1;STOP 2500;WID 1
COMMAND:> LANG ENGL
COMMAND:> LANG JAPA
COMMAND:> ID?
GPIB:> ID TEK/TDS 210,CF:91.1CT, FV:v1.09 TDS2CM:CMV:v1.01
```

图 6 超级终端运行界面

接设备的反馈信息输出提示符, 表示后面的信息来自 GPIB 设备(即泰克 TDS210 型示波器)。

首先输入的是查询命令, 该类命令以 '?' 结尾, 当示波器收到查询命令后, 会立即反馈相关查询信息。ID? 命令, 查询该示波器的品牌和型号信息, 示波器回复相关信息显示在超级终端上; CH1? 命令, 查询示波器 1 号通道的设置信息; DATA? 命令, 查询示波器当前使用通道信息以及采样点数等信息。

接着输入控制命令, 示波器收到该命令后, 执行相应的操作, 但并不将执行结果反馈回来。如: LANG ENGL 命令, 表示将示波器语言界面改为英文界面; LANG JAPA 命令, 表示将修改界面为日语界面。

参考文献

- 1 NAT9914 Reference Manual.America, National Instruments Corporation, 1995
- 2 Andrew Thomson Designing a GPIB Device Using the NAT9914. America, National Instruments Corporation, 1998
- 3 TNT4882TM Programmer Reference Manual.America, National Instruments Corporation, 1995
- 4 袁海英. 基于以太网的 GPIB 控制器的设计和实现. 测控技术,2004;(3)
- 5 王一鸣. GPIB 芯片 TNT4882 在多路程控电源中的应用. 单片机与嵌入式系统,2003;(6)
- 6 刘景,贾伯年. MCS-51 单片机与微机通用并行接口 GPIB 通讯的实现[J].微计算机信息,1996;(4)
- 7 王崇杰. 把打印口换成 GPIB-488 接口. 电子技术应用, 1996;(8)
- 8 王毅敏,高勇章. 用 GPIB 接口实现通用计数器的 PC 机程控.电测与仪器,1995;(3)
- 9 王向周,白志大. μPD7210 智能 GPIB 接口芯片及其接口驱动程序 C 语言编程[J].微型机与应用,1994;(6)
- 10 吴昊,固亚平. USB-GPIB 控制器设计.测控技术, 2004;(3)
- 11 陈章龙,韩光. Motorola 单片机接口技术手册.上海:复旦大学出版社, 1993
- 12 方彦军,孙健.智能仪器技术及其应用.北京:化学工业出版社, 2004

(收稿日期: 2005-06-22)