

# 微机 USB 和 RS485 通讯接口的软硬件设计

莫登耀, 廖昕, 张阿卜

(厦门大学自动化系, 福建 厦门 361005)

**摘要:** 文章使用最新的器件 CP2101 桥接器作为核心, 加上 UART 和 RS485 的转换芯片 MAX1483 和一些附加电路 IC 实现了 USB 和 RS485 转换器的硬件电路, 介绍了作为 USB 和 UART 桥接器的新器件 CP2101 的功能和用法, 设计了在微机平台上与转换器进行通讯的软件。

**关键词:** USB; RS485; 通讯接口; 现场总线; SCADA

**中图分类号:** TN 919.4

**文献标识码:** A

**文章编号:** 0438-0479(2005) Sup-0273-04

## 1 串行数据通讯

在微机领域中, USB 是最流行的串行数据总线, 而在工业控制领域中, RS485 无疑是目前最流行不过的串行通讯总线了。在工业应用系统中, 常需要解决 USB 和 RS485 相互通讯的问题。如果没有 CYGNAL 公司最近推出的桥接器芯片 CP2101, 设计 USB 和 RS485 的桥接器十分复杂<sup>[1]</sup>。本文以 CYGNAL 公司的桥接器芯片 CP2101 为核心设计和实现了 USB 和 RS485 的转换器, 详细地描述了 USB 和 RS485 转换器的电路原理, 并且介绍了如何设计在微机上与转换器进行通讯的软件。

### 1.1 USB 总线标准简介

USB<sup>[2]</sup>是英文 Universal Serial Bus 的缩写, 中文含义是“通用串行总线”。它是一种应用在 PC 领域的新型接口技术, 在微机领域广泛应用, 主要具有以下优点<sup>[3]</sup>: 可以热插拔; 携带方便; 标准统一; 可以连接多个设备。USB 在 PC 上往往具有多个接口, 可以同时连接几个设备, 如果接上一个有 4 个端口的 USB HUB 时, 就可以再连上 4 个 USB 设备, 以此类推连下去。

### 1.2 RS485 总线标准简介

在工业控制数据通讯中, RS485<sup>[4]</sup>通讯数据总线应用最为广泛。RS-485 采用平衡发送和差分接收, 因此具有抑制共模干扰的能力。加上总线收发器具有高灵敏度, 能检测低至 200 mV 的电压, 故传输信号能在 1 000 m 以外得到恢复。RS-485 在 19k pbs 下能传输 1 200 m, 用于多点互连时非常方便, 可以省掉许多信号线。应用 RS-485 可以联网构成分布式系统, 其允许

最多并联 32 台驱动器和 32 台接收器。RS-485 只能半双工工作, 收发不能同时进行, 但它只需一对双绞线。

### 1.3 USB 和 RS485 的通讯

在工业控制中, 需要在 PC 机上监控远程现场的运行情况。这样, 可以通过 USB 接口转换成 RS485 总线与远程现场的智能仪表进行数据通讯。以下对 USB 和 RS485 通讯接口进行设计。

## 2 USB 和 RS485 通讯接口的结构

USB 和 RS485 通讯接口的结构如图 1 所示。我们使用芯片 CP2101 作为 USB 与 UART 的数据转换器, 然后再使用 MAX1483 作为 UART 与 RS485 总线的数据转换器。

由 CP2101 输出的 UART 信号能够驱动集成器件 MAX1483, 因此在 CP2101 与 MAX1483 之间再加上一个驱动芯片 1G07, 详细的电路原理参考图 2。

## 3 USB 和 RS485 通讯接口的电路原理

图 2 中详细描绘了 USB 和 RS485 通讯接口的电路原理。图中左边的 CON4 是 USB 总线的端子, USB 采用的是 4 线结构, 其中 1 号线是电源线 VBUS, 4 号线是地线 GND, 2、3 号线分别是差模信号数据线 D- 和 D+。

### 3.1 CP2101 功能说明

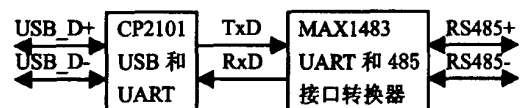


图 1 USB 与 RS485 通讯接口结构

Fig. 1 The structure of the interface between USB and RS485 bus

收稿日期: 2005-03-09

作者简介: 莫登耀(1979-), 男, 硕士研究生。

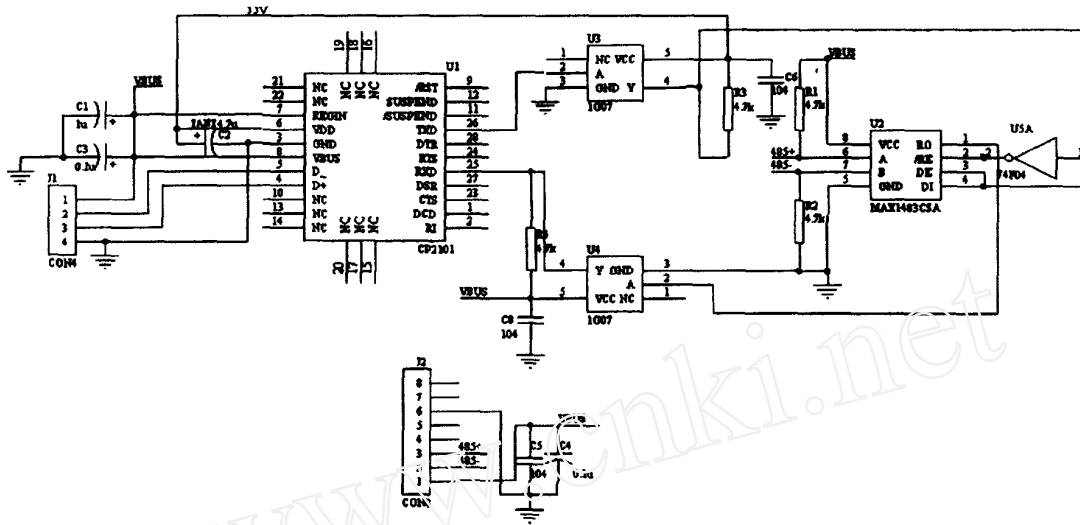


图 2 USB 和 RS485 通讯接口的电路原理图

Fig.2 The schematic circuit diagram of the interface between USB and RS485

此通讯接口电路中的核心部件是 CYGNAL 公司的 USB 转 UART 桥接器 CP2101。

CP2101 是一种高度集成的 USB 转 UART 桥接器,提供一个使用最小化的元件和 PCB 空间实现 UART 转 USB 的简便的解决方案.该芯片包含一个 USB 2.0 全速功能控制器、USB 收发器、振荡器、512 个字节的 E<sup>2</sup>PROM 和带有调制解调器控制信号的通用异步串行数据传输端口(UART),所有功能都集成在一个 5 mm ×5 mm MLP-28 封装的 IC 中。

CP2101 的内部结构和引脚定义分别如图 3 和表 2 所示. CP2101 包含一个 USB 2.0 全速功能控制器、USB 收发器、振荡器、512 个字节的 E<sup>2</sup>PROM、电压调节器和带有调制解调器控制信号的通用异步串行数据传输端口(UART)。

CP2101 中的 USB 功能控制器符合全速 (12M bps) USB2.0 规范,并且集成了 USB 收发器和片内相

应的上拉电阻. USB 功能控制器管理 USB 和 UART 间所有的数据传输以及由 USB 主控制器发出的命令请求和用于控制 UART 功能的命令。

CP2101 支持 USB 的终止和恢复信号功能,这样便于 CP2101 器件以及外部电路的电源管理. 当在总线上检测到终止信号时,CP2101 将进入终止模式. 在进入终止模式时,CP2101 会输出 SUSPEND 和/ SUSPEND 信号. SUSPEND 和/ SUSPEND 在一个 CP2101 复位后也会输出,直到在 USB 要求的器件配置完成。

CP2101 在下述任何一种情况时退出终止模式:

- (1) 在 USB 总线上检测到恢复信号;
  - (2) 在总线上检测到一个 USB 复位信号;
  - (3) CP2101 设备硬件复位.
- 有一点要注意的是: SUSPEND 和/ SUSPEND 引脚在 CP2101 复位期间均为高电平,如果此时对设计的电路有影响,可以在/ SUSPEND 引脚外接一个 10 k 的下拉电阻。

CP2101 的 UART 接口包括 TX(发送)和 RX(接收)数据信号以及 RTS,CTS,DSR,DTR,DCD 和 RI 控制信号. UART 支持 RTS/CTS,DSR/DTR 和 X-On/ X-Off 握手协议。

CP2101 的 UART 接口支持多种数据格式和波特率,由在微机上通过软件编程设置,所支持的数据格式和波特率如表 1 所示。

CP2101 包括一个内置的 E<sup>2</sup>PROM. 这个内置的 E<sup>2</sup>PROM 可以用于存储自定义的 USB 设备供应商身份识别(ID),产品代码,产品描述字符串,功率,设备版本号 and 序列号等数据. 注意对于连接到同一个 PC 机的多个 CP2101 的设备,需要惟一的序列号。

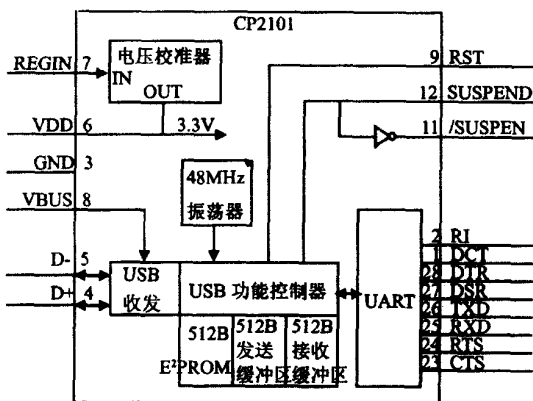


图 3 CP2101 内部结构图

Fig.3 The inner structure of CP2101

表 1 CP2101 数据格式和波特  
Tab. 1 Data formats and baud rates

通讯参数	参数值
数据位	8
停止位	1
校验位	无校验/偶校验/奇校验
波特率	300,600,1 200,1 800,2 400,4 800,7 200, 9 600,14 400,19 200,28 800,38 400, 56 000,57 600,115 200,128 000,230 400, 460 800,921 600

CP2101 从 USB 总线的 VBUS 信号线提取电源。CP2101 片内包括一个实现 5 V 转 3 V 电压调节器。电压调节器的 3 V 电压从 VDD 引脚输出,使得外部的设备可以从 CP2101 上提取电源。

### 3.2 MAX1483 功能说明

MAX1483 是 MAXIM 公司生产的低功耗 RS422/485 与 UART 转换器件。其中的 A、B 引脚接 RS422/485 总线;DI 为 UART 信号输入引脚;DE 为 UART 转换 RS422/485 信号允许引脚;RO 为 RS422/485 信号转换 UART 输出引脚;/RE 为 RS422/485 信号转换 UART 允许引脚,低电平有效;GND 接地;VCC 接 +5V 直流电源。

### 3.3 微机与设备通过 USB 和 RS485 的数据通讯

图 2 设计的 USB 到 RS485 的转换接口电路,只能进行主从式数据通讯,由微机作为主机,连接 RS485 的设备只能作为被动传输数据的从机。当主机没有发送数据时,CP2101 的 TxD 引脚处于空闲状态,为高电平,经反相后为低电平,此时接收允许信号/RE 有效,主机可以接收数据,数据从 RO 引脚输入到 CP2101 的 RxD 引脚。当主机发送信号 1 时,DE 和 DI 同时为高电平,RS485 总线上的数据为信号 1;当主机发送信号 0 时,DE 和 DI 同时为低电平,MAX1483 没有输出数据的信号,因而 RS485 总线上的数据为信号 0。

## 4 USB 和 RS485 通讯接口软件设计

要使微机通过设计的 USB 与 RS485 的转换电路与设备进行通讯,需要在微机上设计通讯软件。微机上的应用程序访问 CP2101 有两种方式:一是自行编写 USB 设备驱动程序,与 CP2101 通讯;二是通过 CYGNAL 公司提供的免费的驱动程序与 CP2101 通讯。CYGNAL 公司提供的免费的驱动程序把连接在 USB 总线上的 CP2101 作为一个虚拟的串口,因此对 CP2101 的操作就与操作一个串口一样简单。应用程序

表 2 CP2101 的引脚定义  
Tab. 2 The pin definition of CP2101

引脚名称	引脚号	类型	说明
VDD	6	电源输入	2.7 - 3.6V 电源电压输入。
		电源输出	3.3V 电压调节器输出。
GND	3	接地	接地。
/RST	9	数字 I/O	器件复位。内部端口或 VDD 监视器的漏极开路输出。一个外部源可以通过将该引脚驱动为低电平至少 15 s 来启动一次系统复位。
REGIN	7	电源输入	5V 调节器输入。此引脚为片内电压调节器的输入。
VBUS	8	数字输入	VBUS 感知输入。该引脚应连接至一个 USB 网络的 VBUS 信号。当连通到一个 USB 网络时,该引脚上的信号为 5 V。
D+	4	数字 I/O	USB D+。
D-	5	数字 I/O	USB D-。
TXD	26	数字输出	异步数据输出(UART 发送)。
RXD	25	数字输入	异步数据输入(UART 接收)。
CTS	23	数字输入	清除发送控制输入(低电平有效)。
RTS	24	数字输出	准备发送控制输出(低电平有效)。
DSR	27	数字输入	数据设置准备好控制输出(低电平有效)。
DTR	28	数字输出	数据终端准备好控制输出(低电平有效)。
DCD	1	数字输入	数据传输检测控制输入(低电平有效)。
RI	2	数字输入	振铃指示器控制输入(低电平有效)。
SUSPEND	12	数字输出	当 CP2101 进入 USB 终止状态时,该引脚被驱动为高电平。
/SUSPEND	11	数字输出	当 CP2101 进入 USB 终止状态时,该引脚被驱动为低电平。
NC	10、13 - 22		这些引脚应该为未连接或接到 VDD 的引脚。

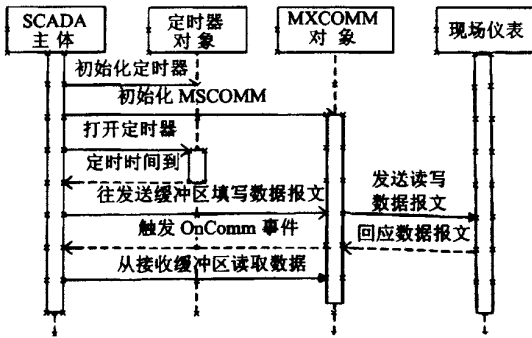


图 4 上位机软件序列图

Fig. 4 The sequence diagram of the communication software

访问串口也有很多种方法,可以通过 MSCOMM 控件或 SPCOMM 控件,也可以使用 Windows 操作系统的 API 来访问.下面使用微软提供的 MSCOMM 控件介绍微机与转换器通讯软件的设计.

要使用 MSCOMM 控件,则首先要安装控件.如果在微机上安装了 Microsoft Visual Basic,则 MSCOMM 控件已经自动安装,否则需要手动安装.在 Microsoft Visual Basic 的光盘上找到 MSComm32.ocx 文件,复制到系统的 System32 目录下,然后在 Windows 的“开始”菜单中的运行中键入 regsvr32 MSComm32.ocx,按“确定”按钮,即完成 MSCOMM 控件的安装.安装完成后, MSCOMM 控件可以在 Microsoft Visual C++、Microsoft Visual Basic、Borland C++ Builder 和 Borland Delphi 中使用.

MSComm 控件有很多重要的属性,但首先必须熟悉几个最常用最重要的属性.

CommPort 设置并返回通讯端口号.

Settings 以字符串的形式设置并返回波特率、奇偶校验、数据位、停止位.

PortOpen 设置并返回通讯端口的状态.也可以打开和关闭端口.

Input 从接收缓冲区返回和删除字符.

Output 向传输缓冲区写一个字符串.

RThreshold 触发串口 OnComm 事件接收缓冲区字符数的阈值.当接收缓冲区字符数大于这个阈值时,将触发 OnComm 事件.

SThreshold 触发串口 OnComm 事件发送缓冲区字符数的阈值.当发送缓冲区字符数小于这个阈值时,将触发 OnComm 事件.

在微机上安装了 CYGNAL 公司为 CP2101 提供的免费的驱动程序后,转换器接到微机上后将以一个虚拟的串口出现,如 COM3.这样与转换器通讯就和串口通讯的操作相同.微机与现场仪表的通讯要根据仪表的通讯协议,目前比较流行是 MODBUS 现场总线协议,笔者的 SCADA 系统就是通过这种协议与现场智能仪表通讯的.软件设计的流程大体如图 4 所示.

读者还可以使用 Windows API 结合多线程来访问串口,这种方法会比使用 MSCOMM 控件的方式复杂一点,但是也更灵活一些.

### 5 结束语

在工业控制中,所设计的智能现场监控设备为了实现集中的控制和管理,通常都支持 RS232/422/485 等远程数据通讯的功能.我们可以通过以上介绍的 USB 与 RS485 转换硬件电路实现对所设计的智能设备进行升级,这样就可以支持现在微机上十分流行的 USB 总线.

### 参考文献:

- [1] 谭树明,张波,王克家. RS485-USB 转换器的设计与应用[J]. 应用科技,2004,31(2):27-29.
- [2] 马伟. 计算机 USB 系统原理及其主从机设计[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2004.
- [3] 边海龙,贾少华. USB 2.0 设备的设计与开发[M]. 北京:人民邮电出版社,2004.

## Design and Implementation of Communication Between USB and RS485

MO Deng-yao, LIAO Xi-xin, ZHANG A-bu

(Department of Automation, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

**Abstract :** It has not been solved satisfactorily to communicate between USB and RS485 until the new bridge CP2101 comes out. The usage of the highly-integrated USB-to-UART Bridge Controller CP2101 was introduced. The hardware interface circuit with CP2101 and MAX1483 as main core components was implemented. At last the software to communicate with bridge was designed.

**Key words :** USB ; RS485 ; communication interface ; field bus ; SCADA