

RS-232 至 RS-485/RS-422 智能转换器

A Smart Interface Converter For RS-232-to-RS-485/RS-422

MAXIM 北京办事处(100083 北京 8328 信箱) 刘武光

摘要: 本文详细地介绍了如何从 RS-232 信号线上高效率地产生电源, 如何实现 RS-232 接口与 RS-485/RS-422 接口的智能转换, 同时, 也给出了具体的硬件设计及软件设计方法。

Abstract: This paper detailed introduces how to high-efficiently generate a supply from RS-232's signal lines and how to intelligently convert a standard RS-232 interface to a RS-485/RS-422 interface, and also presents the method of hardware and software design.

关键词: RS-232 RS-485/RS-422 接口 智能转换器

1. 概述

随着计算机在工业的广泛应用, 控制局域网也深入应用到各行各业之中。现行的诸多控制系统, 若采用单机控制方式已越来越难以满足设备控制的要求, 因为往往我们所控制的设备只是整个系统的一个基本单元, 它既需要外部输入一些必要的信息, 同时, 也需要向外部输出自身的运行参数和状态。所有这些, 都要求我们采用控制网络技术, 将众多设备有机地连成一体, 以保证整个系统安全可靠地运行。

目前, 在我国应用的现场总线中, RS-485/RS-422 使用最为普遍。当用户要将基于标准的 RS-232 接口设备, 如 PC 机, 连接至由 RS-485/RS-422 构成的通讯网络时, 则必须作 RS-232 和 RS-485/RS-422 之间的电平转换。传统的做法是在设备内扩展一个通讯适配卡, 由通讯适配卡实现电平转换, 内部主机再通过并行总线读出或写入数据。显然, 这种设计方法存在下列缺点:

- ☑ 由于适配卡是基于某一种总线标准扩展的, 而不是基于 RS-232 电平标准, 所以其应用范围受到限制, 只能一种适配卡适用一种总线 (如 ISA 适配卡不可能插入 STD 总线或用户自定义的总线), 其通用性较差;
- ☑ 虽然实现的仅仅是电平转换, 但是由于需要考虑与扩展总线的接口和增加一个标准的 UART, 并且需要占用系统的其它宝贵资源, 使硬件和软件变得过于复杂;
- ☑ 复杂的硬件设计大大增加了元器件的数目和电路板面, 使适配卡的成本过高;
- ☑ 由于采用内置插卡方式, 使变更通信方式比较麻烦, 如将半双工通信方式设置为全双工方式等。另外, 维修和测试也比较麻烦。
- ☑ 对于现有的基于 RS-232 的设备, 在无法变动系统软件和硬件的情况下, 显然适配卡无法将这些设备连成基于 RS-485 或 RS-422 通信网络的分布式系统。

为了克服上述缺点, 同时考虑到 RS-232 接口的自身特点, 我们设计了一种小巧的、无须外部供电的智能收发转换器, 实现 RS-232 和 RS-485/RS-422 之间的电平转换。

2. 功能描述及结构框图

本智能转换器作为一个独立的电平转换控制器, 涉及线上取电、发送和接收状态的智能切换、通信方式设置、RS-232 电平与 RS-485/RS-422 电平之间的转换等方面。具体描述如下:

- ☑ 从 RS-232 接口上取电

由于不采用外部供电方式, 则必须从 RS-232 接口线取电, 为内部元器件供电。我们知道, 标准的 RS-232 接口定义中, TXD、RTS 和 DTR 是 RS-232 电平输出。设计一个 DC-DC 转换器, 从这些信号上, 能够为系统提供一定的电源功率。

☑ 低功耗微处理器

微处理器通过监测 TXD 信号的变化，决定是否允许数据发送和数据接收。另外，有关通信方式、波特率和半/双工工作方式选择也是通过 TXD 信号，或 I/O 口来设定的。

☑ RS-232 电平与 TTL 电平之间的转换

☑ RS-485/RS-422 电平与 TTL 电平之间的转换

其内部电路结构示意图如下：

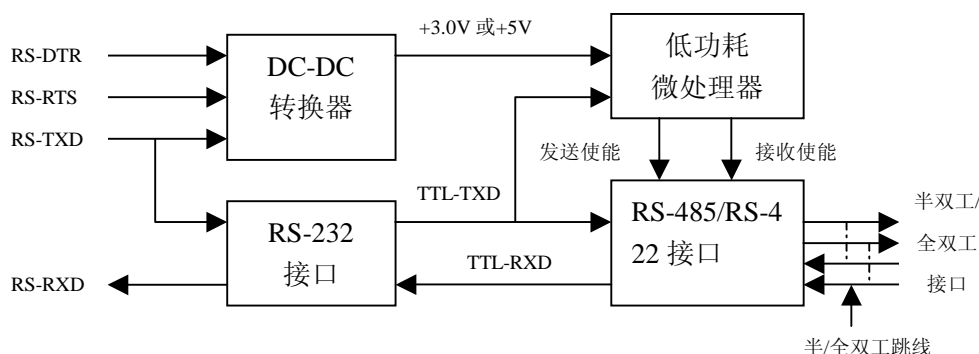


图 1、智能转换器的内部电路结构示意图

3. 工作原理

该智能转换器必须解决两个关键问题，即如何从 RS-232 线上获得电路和 RS-485/RS-422 接口驱动所需的功率，和如何智能控制 RS-485/RS-422 的收发使能。

3.1. 电源方案

标准的 RS-232 定义中，有三个发送信号：TXD，RTS 和 DTR。每根线上的典型输出电流为 $\pm 8\text{mA} / \pm 12\text{V}$ ，考虑到 TXD 为负电平（处于停止发送，或发送数字“1”时）的时间较多，因而电源转换决定采用负电源输入，以最大限度地增加电源输入功率，升压至所需的工作电源。从 RTS 和 DTR 上输入功率 $= 2 \times 8 \times 12\text{mW} = 192\text{mW}$ ，另外，由于通讯为间歇工作方式，所以输入电源端的储能电容和 TXD（为负电平时）能够补充一定的功率。假设，我们设计一个效率为 85%、输出电压为 3V 的 DC-DC 转换器，则输出电流可达 54.4mA。

3.2. 智能控制收发使能

RS-232 通讯接口采用电平方式传输，适用于点-点通讯，无须专门的收发使能控制；而对于 RS-485/RS-422 通讯接口则不同，由于采用差分电平方式传输，且允许在一条通讯总线上挂接多个节点，必然要求各个节点能够独立地控制总线驱动器关断或打开，保证不会影响到其它节点的正常通讯。为了简化与转换器 RS-232 接口端相连的软件工作，更重要的是为了提高本转换器的通用性和灵活性（即插即用，无须要求用户更改任何相关软件和硬件），本转换器内置微处理器，实现收发使能的智能控制。具体方法：微处理器在检测到 UART 的通信起始位后，打开发送使能，允许串行数据发送至 RS-485/RS-422 通讯网络。微处理器根据所设定的波特率延时至 UART 停止位发送一半时（例如 11 位格式时，延时 $10.5T$, $T=1/f_{\text{BAUD}}$ ），开始检测是否有下一个起始位到来。在时间 T 内，若有下一个起始位到来，则保持发送状态，否则将关闭发送使能，结束数据发送。

4. 硬件设计

由于本转换器供电来自 RS-232 信号线，其输入功率受到限制，因而在本设计中将尽可能地采用 +3V 供电的低功耗器件，保证总电流小于 54.4mA。主要包括 4 个部分：DC-DC

转换器、RS-232 接口、RS-485/RS-422 接口和微处理器。分别介绍如下：

4.1. DC-DC 转换器

显然，还没有一个 DC-DC 转换器能够直接实现-12V 输入，+3V 输出的 IC，但是，如果我们利用现有的 IC，稍作改动，即可实现该功能。图 2 所示的 DC-DC 转换电路，就是利用 MAX761 实现的-12V 输入，+3V 输出、效率高于 85% 的升压 DC-DC 转换器。该转换器实际输入电压范围为-2.5V 至-13.5V，静态工作电流仅 $I_1=120\mu\text{A}$ ，具有输出电流大于 54.4mA 的能力(如果前端输入功率未受到限制，则输出电流可达 300mA 以上)。由于 MAX761 采用高效率的 PFM 控制方式，而且在本电路中，开关损耗较小(因为开关电流小于负载电流)，所以能够达到比 MAX761 典型应用更高的效率(MAX761 典型应用效率为 86%)。输出电压由下列方程确定：

$$V_{\text{OUT}}=V_{\text{REF}}*R1/R2+0.7(\text{V}), \text{ 其}$$

中 $V_{\text{REF}}=1.5\text{V}$

选取 $R2=100\text{K}\Omega$ ，根据所需要的输出电压，计算 R1。

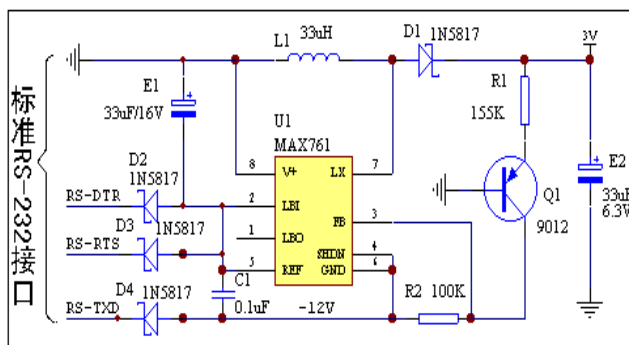


图 2、-12V 至 3V、效率高于 85% 的 DC-DC 转换器

4.2. RS-232 接口

本转换器只需要一片单发/单收 RS-232 接口就可以满足要求，但必须要求+3V 单电源工作、工作电流尽可能地小的接口电路。MAX3221/MAX3221E (带 $\pm 15\text{kVESD}$ 保护) 刚好能够满足上述要求，具有 1TX/1RX，其工作电压+2V 至+5.5V，仅 $1\mu\text{A}$ 的静态电流，负载电流小于 $I_2=2\text{mA}$ 。

4.3. RS-485/RS-422 接口

为兼顾 RS-485/RS-422 接口中半双工和全双工的要求，本转换器采用 MAX3491 作为 RS-485/RS-422 接口电路，其主要指标为：+3V 至+3.6V 单电源工作、工作电流 1mA，驱动 60Ω 负载时(半双工时，两个 120Ω 终端匹配电阻的并联值)，峰值电流可达 $I_3=3\text{V}/60\Omega=50\text{mA}$ 。半双工和全双工工作方式是通过跳线器来设置的，见图 3。

4.4. 微处理器

在本转换器中，微处理器所要完成的任务很简单，仅需要几根 I/O 线即可实现参数的设置和发送使能的自动控制。实际选择中，采用 Microchip 公司的 PIC12C508A，其主要指标为：工作电流 $I_4<1.0\text{mA}$ (工作电压 3V，频率 4MHz)，6 条 I/O 线，512kByte 的 ROM。其中，GP0、GP1、GP4 和 GP5 四个引脚设定对应于 16 种常用波特率(300、600、1200 至 38.4Kbps 等 8 种，以及 900、1800 至 115.4Kbps 等 8 种)的延时时间；GP3 对应于 10 位或 11 位串行数据格式；GP2 为 TXD 输入，用来检测 UART 何时发送和停止数据；GP1 为复用输出引脚，用来控制 MAX3491 的发送使能控制端；GP0 也为复用输出引脚，用来控制 MAX3491 的接收使能。详见图 3

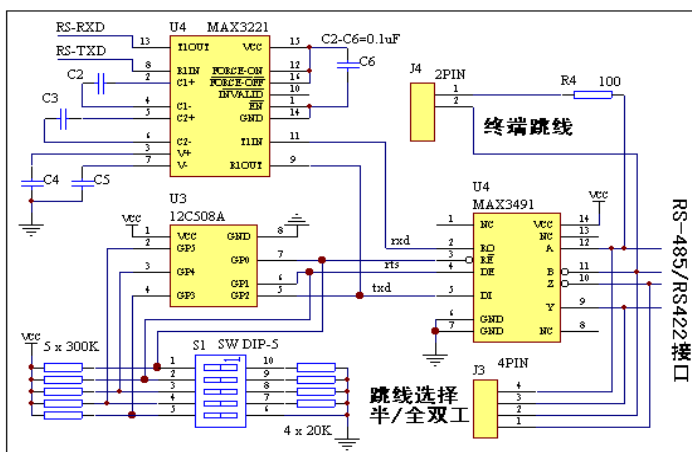


图 3、RS-232 到 RS-485/RS-422 接口的智能转换器

本转换器的最大电流总和 $I_1+I_2+I_3+I_4=0.12+2.0+50.0+1.0=53.12\text{mA}$ ，小于 DC-DC 转换器的最小输出电流 54.4mA ，因而通过 RS-232 信号线为本电路供电是完全可行的。实际上，由于输入电源端的储能电容 E1 和 TXD（为负电平时）能够为电路补充一定的功率，所以设计上留有较大的电源功率裕量。

5. 软件设计

本转换器的软件设计较为简单，微处理器复位后，将所有的 I/O 口设为输入，并读入所有的 I/O 状态，保存到寄存器；将 GP2 和 GP3 改设为输出状态，并输出低电平，使 RS-485/RS-422 接口处于禁止发送、允许接收的状态。CPU 根据 GPIO 的初始状态，确定出用户设定的通讯波特率和串行数据格式，从而预置内部的延时设定。CPU 检测到 UART 开始通讯后，打开发送使能，经内部预置延时后，开始在一个位宽时间内检测是否有下一个起始位到来，如检测到，则重新延时等待；否则，关闭发送使能，结束当前通讯，重新检测 UART 的起始位。对于半双工通讯方式，允许发送使能前应该关闭接收使能，而在发送使能关闭后才打开接收使能。对于全双工通讯方式，其接收使能可以不受此信号控制，而可以直接通过跳线接地，始终允许接收。

6. 结论

在本 RS-232 到 RS-485/RS-422 接口的智能转换器设计中，除了本身这个产品具有较高的应用价值外，文中所涉及的 RS-232 信号线供电方案，由于其高效率、大电流输出能力，在许多基于 RS-232 接口的应用中都能够很好地满足应用；另外，这种智能控制 RS-485/RS-422 接口的收发使能的思想，在扩展基于 RS-485/RS-422 接口的网络分支及延伸通讯距离都能够得到很好的应用。

7. 参考文献

1. MAX761 datasheet, Rev. 0 Maxim Integrated Products, INC.
2. MAX3221 datasheet, Rev1.0 Maxim Integrated Products, INC.
3. MAX3491 datasheet, Rev1.0 Maxim Integrated Products, INC.
4. PIC12C508A datasheet Microchip Technology INC. 1998

<http://www.BDTIC.com/Tech>