

利用 3.3V 供电 RS485 接口实现远距离数据通信

上海英联电子科技有限公司

一、前言

在工业控制、电力通讯、智能仪表等领域中，通常使用串行通讯方式进行数据交换。最初的RS232接口，由于外界应用环境等因素，经常因电气干扰而导致信号传输错误。除此之外，RS232接口只能实现点对点的通信方式，不具备联网功能，而且其最大传输距离仅有15米，不能满足远距离通讯要求。RS485则解决了这些问题，数据信号采用差分传输方式，最大传输距离约为1219米，允许多个发送器连接到同一条总线上。

考虑到节能、低功耗等原因，系统电压由传统的5V转为3.3V，因此3.3V供电的RS485接口应运而生。

二、RS-485 标准概述

RS-485数据信号采用差分传输方式，收、发端通过平衡双绞线将A-A与B-B对应相连。当线路A高于线路B电平 ($V_A - V_B > +200\text{mV}$) 时，接收端输出为逻辑高电平 ($R0=1$)；当线路A低于线路B电平 ($V_A - V_B < -200\text{mV}$) 时，接收端输出为逻辑低电平 ($R0=0$)。当驱动器的输入端逻辑电平为高 ($DI=1$) 时，线路A电平高于线路B电平；当驱动器的输入端逻辑电平为低 ($DI=0$) 时，线路A电平低于线路B电平。见图1。



图1 总线差模电压

三、低压RS-485网络电路的设计要点

1、共模干扰

RS-485 接口采用差分方式传输信号，一般收发器能够承受的共模电压范围为-7V至+12V，一旦共模电压超出此范围，将会影响通信的可靠性，甚至损坏接口。由于每个系统都会有独立的地回路，在远距离通信条件下，系统间的地电位差 V_{GPD} 将会很大。发送器的输出共模电压为 V_{OC} ，那么接收器输入端的共模电压 $V_{CM} = V_{OC} + V_{GPD}$ ，RS-485标准规定 V_{OC} 小于等于3V，但 V_{GPD} 的幅度可达十几伏甚至数十伏，并可能伴有强干扰信号，导致接收器的共模输入 V_{CM} 超出正常范围，并在信号线上产生干扰电流。解决此类问题的方法是：

a、通过带隔离的DC-DC将系统电源和RS-485收发器的电源隔离，如图2所示；

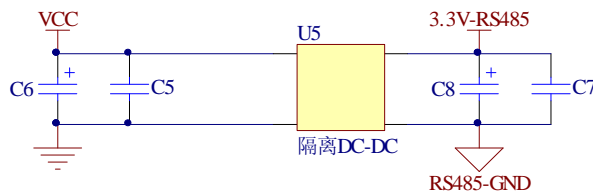


图2 低压3.3V隔离电源方案图

b、通过光耦将信号隔离，减小共模电压的影响。

采用该方法时，总线收发器的信号线和电源线与本地信号的电源是相互隔离的。

2、光耦隔离电路

光耦往往是限制通信数据波特率的主要因素，对于低速传输，可采用PS250、TIL117等。在高速电路设计中，可以考虑采用6N137、6N136等高速光耦，优化电路参数设计。光耦隔离示意图如图3所示。图3中，电阻R3、R4如果选取得较大，将会使光耦的发光管由截止进入饱和状态的速度变慢；如果选取得过小，退出饱和将会变慢。不同型号的光耦及驱动电路，使得这两个电阻的数值略有差异，阻值的选取通常由实验来确定。

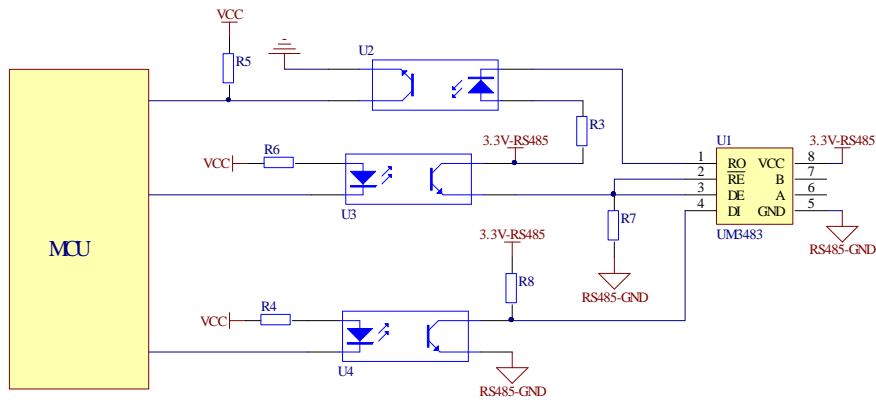


图 3 光耦隔离示意图

3、端接电阻

RS-485 数据信号采用差分传输方式，信号在转换期间和转换之后会发生反射。数据的传输速率较低或者通讯距离较近时，反射持续时间较短，对接收的逻辑电平没有影响，可以不用终端匹配。相反，如果数据的传输速率高或者通讯距离较远时，反射持续时间较长，则需要对总线进行终端匹配。

那么究竟在怎样的数据速率和电缆长度时需要进行总线匹配呢？一条经验性的原则是：当信号的转换时间（上升或下降时间）超过电信号沿总线单向传输所需时间的 3 倍以上时无需进行终端匹配。

终端匹配有以下两种方案：

a、电阻匹配，在 RS-485 总线电缆的始端和末端都并接终端电阻。端接电阻取 120Ω，与双绞线电缆特性阻抗匹配。该方案比较简单，目前最为普遍。如图 4 所示。该方案的弊端在于，匹配电阻对功率消耗较大，不太适合对功耗限制比较严格的系统。

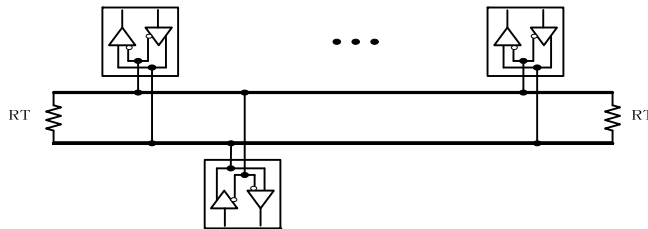


图 4 端接电阻示意图

b、RC 匹配，在总线直接串联一个电阻和电容。容值的选取与信号的传输速率有关，电路连接方式如图 5。由于电容的存在，减少了大部分的功率损耗，同时也影响了信号的传输速率。因此，容值的选取就显得比较关键。

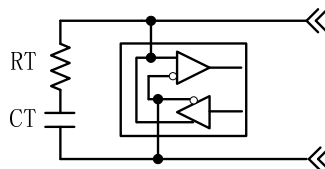


图 5 RC 匹配示意图

5、故障保护

RS-485 网络中，当所有的收发器都工作在接收模式时，总线处于空闲状态。此时总线上的差分电压 $V_A - V_B = 0$ ，接收器输出处于未定义状态，从而导致 UART 接收错误信息。除此之外，总线的断路、短路故障，都会造成 UART 上接收到错误信息。为了避免出现以上错误，在总线上放置上、下拉电阻。图 6 为总线偏置电路。电阻 R1、R2 的选择可根据下列计算方法得出， $R1 = R2 = R$ ， $R_T = 120\Omega$ （由于总线上终端和起始端各有 1 个 120Ω 终端电阻，所以 R_{T0} 取值 60Ω）， $V_A - V_B = V_{CC} * R_T / (2R + R_{T0})$ ，应满足 $V_A - V_B > 200mV$ ，低压传输时，取 $V_{CC} = 3.3V$ ，那么 $R = 465\Omega$ 。

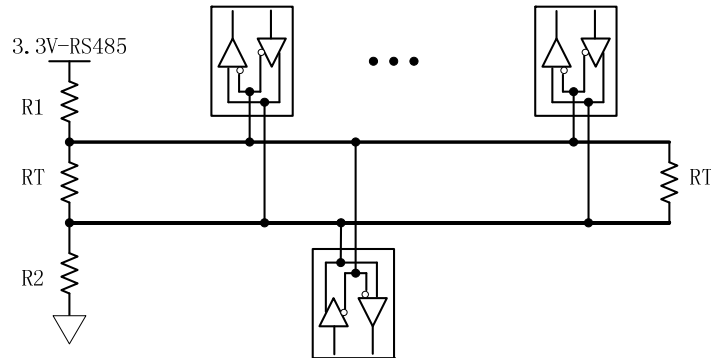


图6 总线偏置电路

6、瞬态保护

实际应用中，RS-485总线上经常会遇到雷击、静电、电源波动等情况，由于传输线对高频信号相当于电感，因此对于高频瞬态干扰，接地线等同于开路。瞬态干扰虽然持续时间短暂，但可能会有成百上千伏的电压。一般在切换大功率感性负载如电机、变压器、继电器等或闪电过程中都会产生幅度很高的瞬态干扰，如果不加以适当防护可能会引起通信接口器件的损坏。通常情况下，会采取旁路保护方法，如图7所示。

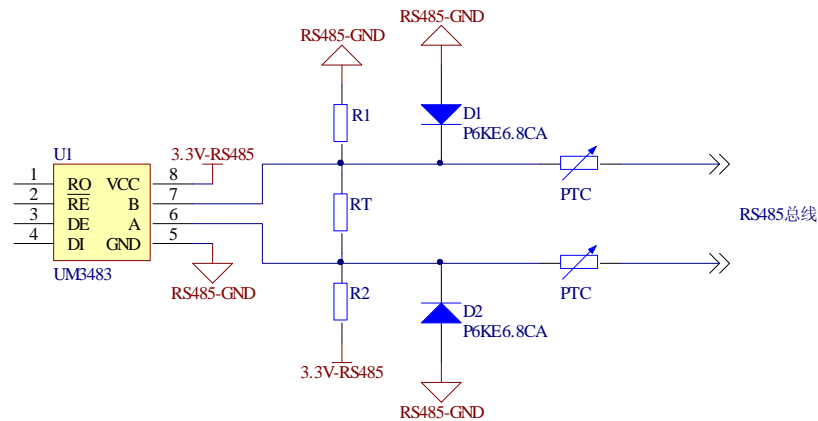


图7 偏置保护电路

由于旁路保护方法是将瞬变能量释放到地回路，因此必须要有良好的接地。对于高速信号的远距离传输，应考虑保护器件容值和线路间容值对信号延时的影响。

四、使用 RS485 接口时应注意的问题

1、UART 电平

随着MCU等平台电平的降低，接口电平低压化趋势明显。上海英联电子的UM3483/UM3486采用CMOS接口电平，兼容2.8V、3.3V接口电平。同时，为了增加抗干扰能力，对输入口的逻辑电平做了阈值滞环处理。

2、EMI 干扰

RS-485信号在转换期间和转换之后会发生反射，形成天线向外辐射。UM3483具有低摆率驱动器，能够减小EMI和由于不恰当的终端匹配所引起的反射，并能够在接收端提供良好的信号信噪比。

3、失效保护

传统的RS-485接收器门限为 $\pm 200\text{mV}$ ，当总线上的差分电压 $V_A - V_B$ 介于 $\pm 200\text{mV}$ 之间时，接收器的输出状态不确定。UM3483/UM3486内置真故障安全接收器输入，将接收门限移到 $-200\text{mV}/-50\text{mV}$ ，解决了总线短路、空闲等情况下的失效保护问题。可省去外部的偏置电阻，同时内部的接收阈值做了滞环处理，增加了接收器的抗干扰能力。

4、单位负载

RS-485接收器额定的输入阻抗为大于或等于 $12\text{k}\Omega$ ，该值为1个单位负载（UL）。如果一个

RS-485接收器额定具有1/8个UL，则总线可连接8倍数量的这种接收器。UM3483/UM3486的输入阻抗为96k Ω ，总线可连接多达256个节点。

5、ESD 保护

由于RS-485的应用环境比较复杂，经常受到静电和瞬态电压等干扰。目前半导体常用的ESD测试标准IEC61000-4-2（空气放电模式）、IEC61000-4-2（接触放电模式）和人体放电模式，用于评价器件的防静电能力。UM3483/UM3486芯片内部集成了ESD保护电路，人体放电模式、空气放电模式均达到 $\pm 15\text{kV}$ ，接触放电模式达到 $\pm 8\text{kV}$ 。

6、电压倒灌

如果RS485接口芯片电源掉电，但I/O口（A、B、/RE、DE、DI、RO）有输入电压时，一旦芯片没有该项功能，会在VCC管脚上建立起不稳定的电压，从而导致芯片处于无法预期的工作状态，吸收总线上的电流，向总线乱发数据，引起通信的异常和终端功能混乱。UM3483/UM3486具有防止电压倒灌功能，在此种情况下，保证VCC管脚电压为0，保证芯片处于关闭状态。

参考文献：

RS-485 标准及应用

RS485 使用手册与指南

提高 RS-485 总线可靠性的几种方法