

零延时 RS-485 接口电路的设计和应用

摘要：根据在研制节能灯寿命检测系统中，实际检测环境传输数据量大，实时性强的特点，对物理总线的拓扑结构和通信协议提出需要。采用零延时 RS — 485 接口电路，逻辑上采用主从式网络结构，物理结构上采用星型网络拓扑结构；设计出一种支持主从式网络结构的 485HUB，经过通信协议的帧校验和帧超时的设计，进一步提高软件抗干扰的能力。测试结果表明，系统稳定可靠，抗干扰能力强。

关键词：零延时 RS — 485 节能灯寿命检测

一、概述

RS — 485 接口是一种基于平衡发送和差分接收的串行总线，具备很强的抗共模干扰能力，在适当的波特率下传输距离远；同时易于进行网络扩展，被广泛的应用在很多工业现场。

节能灯寿命检测环境中，主要干扰来自开关和寿命检测的强电干扰、开关产生的电磁干扰、空气循环设备的干扰等等；同时由于寿命检测环境温度高，强电系统复杂，也给系统的运行提出更高的需要。寿命检测系统需要实时报告每一盏节能灯的运行状态、环境温度、电压等，并在寿终计算出节能灯寿命、光通等参数。可见系统的传输数据量大，实时性强，因此物理总线的拓扑结构和通信协议尤为关键。

二、接口设计

良好的接口设计，应该在硬件上确保系统有良好的抗干扰性、稳定性和易扩展性。本系统选用了性价比很高的半双工接口芯片 MX3082E。他具备以下特点：

- 满足或超出 TIA/EIA-485A 标准的需要
- 低静态电流消耗——有效模式为小于 0.3mA，关闭模式为 1nA
- 优化的驱动器输出信号，传输率达 115kbps 时保持低 EMI
- 1/8 单元负载——1 条总线上多达 256 个节点
- 总线引脚 ESD 保护超过 16kv
- DE 与 RE 采用热插拔输入结构
- 失效保护功能
- 低功耗关断模式

基于 MX3082E 的 RS-485 接口电路，通常有三种方案。

(1) 直接控制收发的 RS-485 接口电路

此方法使用控制器转换发送使能和接收使能端，控制接口电路数据的发送和接收。由于采用直接收发，因此需要发送和接收时的转换，只能加入额外的控制器来控制发送和接收的转换；同时，需要用控制器存储转发任何的传输数据，这样，每传输 1 帧数据，至少损失 1 个单位的接收时间(储存转发 1 帧数据的时间)。此方案不利于数据量大的实时通信，而且在发送和接收的转换过程中，在 VA 和 VB(VA 和 VB 分别是 Rs — 485 总线的 A、B 端的电压)有阶跃电压的产生。这个阶跃电压对接收器的接收有干扰产生。

(2) 自动收发转换的 RS-485 接口电路

图 1 所示的虚线框中为接口电路，通过对真值表进行分析，其发送和接收过程为：

当发送端 DI=0 时，DE/RE=1 发送 0 电平，接收端 RO=0；当发送端 DI=1 时，DE/RE=0，VA=VB=2.5V，接收端由于上拉电阻的作用 RO=1

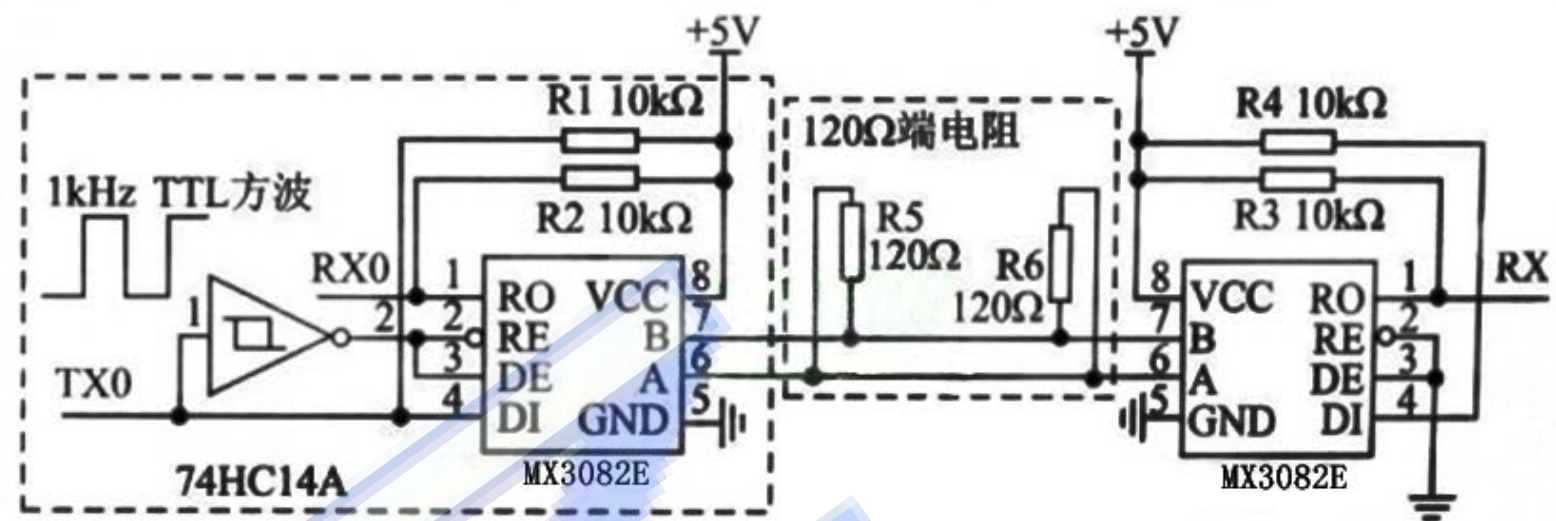


图1 自动收发转换的RS-485接口电路及其测试电路

在此接口电路的TXo端加入1kHz的TTL方波对电路进行测试。未加入120Ω端电阻时，接口芯片的485-A和485-B脚都有约50μs的电压变化过程，如图2所示。接收端Ro波形的上升沿有明显的延迟约30~40μs（和数据发送端DI比较），造成很大的传输误差；加入120Ω端电阻时，延迟明显缩小，约3μs。

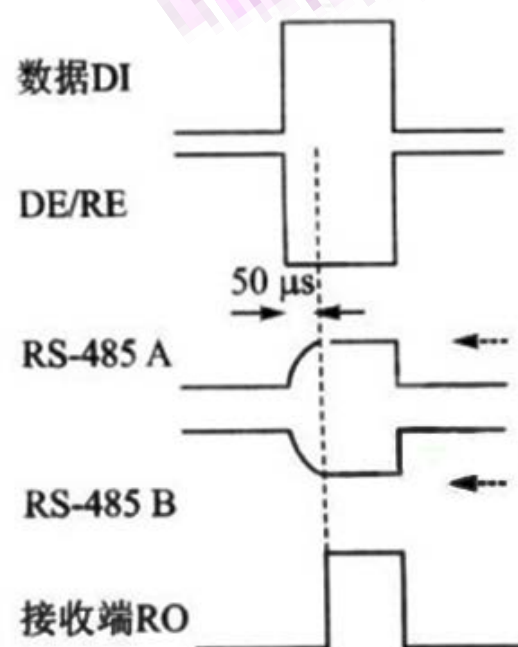


图2 自动收发转换的RS-485接口电路的测试波形（未加120Ω端电阻）

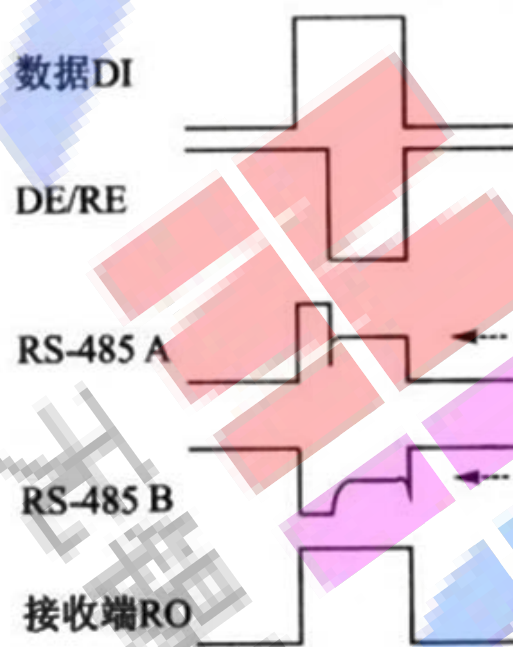


图3 零延时的RS-485接口电路的测试波形（加短延时电路）

此电路在发送高电平时，发送器处于高阻状态，总线上任何接口处于接收状态，总线是空闲的，允许其他接口发送数据，因此容易引入总线冲突。特别是连续发送高电平比特时，发送器处于高阻状态的时间越长，引入总线冲突的几率就越大。

(3) 零延时的RS-485接口电路

零延时RS-485接口电路主要采用74HC14和电路中的电阻、电容等元件构成一个延时很短的电路，其主要作用是：

①发送器在发送高电平的时候，在短延期内不再是处于高阻状态，仍有驱动电流存在，这样在一定程度上能够增加接口的抗干扰能力。

②从真值表能够看出，对于接收器，当 $V_{ID}=V_A-V_R \geq -0.01V$ 时， $R_O=1$ ；在发送端，当 $DE/RE=0$ ，发送驱动器的 V_A 和 V_B 都是高阻态，此时 $V_A=V_B=2.5V$ ，因此，这时对于接收端 $R_O=1$ ；而在短延时的时间内，由于 $DI=1$ 且 $DE/RE=1$ ，所以 $R_O=1$ 。可见在短延时和 $DE/RE=0$ 的时间内接收端 $R_O=1$ ，这样就完成了对高电平的发送和接收，而且在接收端的上升沿不会有延迟，即零延时，如图3所示。把图1中自动收发转换的RS-485接口电路换成零延时的RS-485接口电路，如图4所示。同样在TX0端加入1kHz的方波对电路进行测试，结果是接收端RO的上升沿不会有延迟。这和是否接入120Ω的端电阻没有关系，证实了以上的分析。

②10 口的 485HUB(集线器)。如图 6 所示，485HUB 是由 1 个主机和 10 个从机的零延时的 RS-485 接口组成，这是在逻辑上实现主从式结构的基础。当主机端下行发送数据时，连

接在 10 个从机接口上的任何接口都能够接收到数据；而当某个从机接口上挂接的节点上行发送数据时，只有主机节点(PS 端)和挂接在同一个从机接口上的其他节点能够接收到数据。这是第二级 RS-485 总线。

③单片机节点。有 4 种节点，即节能灯状态采集节点、温度采集节点、供电电压采集节点和模式控制节点。每个单片机节点的通信接口都采用零延时的 RS-485 接口电路，每一个节点都有自己的地址，用于 PC 端寻址。

理论上，MX3082E 的一条总线能够连接多达 256 个节点，因此在每个从机接口上能够扩展更多的节点；同时在 RS-232 转 RS-485 转换器的总线上也能够连接更多的 485HUB。这样就能够实现硬件上的扩展。

四、通信协议

采用 9600bps 的波特率，固定长度帧结构，帧长度 10 字节。帧信息定义如下：帧头(0x55xAA)、命令(1 字节)、数据(4 字节)、从机地址(2 字节)、校验(1 字节)。

在通信协议中采用帧校验和帧超时，以达到软件抗干扰的目的。

①帧校验：采用累加和校验。在发送时，把帧头、命令、数据、从机地址几个域相加并取最低字节填充到校验域。假如节点不处于接收状态，则启动发送，否则等待；假如在未超时，并完整地接收到 10 字节时，把帧头、命令、数据、从机地址几个域相加，并和校验域

比较，相同表示成功接收到 1 帧数据。

②帧超时：帧超时定义是，在接收到第一个字节时，进入接收状态，并配置 8ms 定时，以后每接收到一个字节，重置 8ms 定时。正常情况下，接收一个字节约 1ms 时间。假如超过 8ms，则退出接收状态，丢弃当前接收帧，回到空闲状态，等待下一帧的接收。

在程式设计中，帧超时的定义和程式的架构和波特率有关，原则上只要大于 1 个字节的接收时间就能够了。这里选择 8ms 和程式的架构有关。

五、测试结论和应用前景

在配置了任何节点的地址后，即可在现场对系统进行测试。测试方案是，在 PC 机端运行测试软件，约每隔 50ms 发送一次测试命令轮询任何的节点。每一次发送都需要有数据返回，否则视为通信错误。软件连续运行 7 天，没有发现错误，说明系统稳定可靠。

现在设计的节能灯寿命检测系统已在现场成功投入使用，运行效果良好。此系统设计思想对于设计具备大量节点、大数据量的实时智能检测系统起到借鉴作用，在自动化检测领域中将有较为广泛的应用价值。