

文章编号: 1005-8451 (2009) 12-0034-03

# 有源应答器 C1 接口硬件电路设计

赵亮, 陈永刚

(兰州交通大学 自动化与电气工程学院, 兰州 730070)

**摘要:** 针对RS-485链路和有源应答器C1接口采用不同的电平, 提供一种标准转换方案, 采用MAX485与FPGA芯片搭配的方式, 在硬件上实现电平标准转换。在对MAX485芯片分析的基础上, 设计出相应的外围硬件电路, 采用TLP521芯片实现光耦隔离, 避免电磁干扰或雷击损坏设备。

**关键词:** 应答器; MAX485芯片; 电平转换; TLP521芯片; 设计

**中图分类号:** TP39      **文献标识码:** A

## Design on hardware electric circuit in C1 interface of balise

ZHAO Liang, CHEN Yong-gang

(School of Automation &amp; Electrical Engineering, Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou 730070, China)

**Abstract:** For RS-485 link and the interface C1 of active balise using different level, it was provided a program of standard conversion. System used a MAX485 chip and the FPGA with the manner, at the hardware level, it was implemented the standard conversion. On the basis analysis of the MAX485 chip, it was designed the corresponding peripherals hardware. It was implemented isolation used TLP521 optocoupler chip, avoided electromagnetic interference and that thunder damaged equipment.

**Key words:** balise; MAX485 chip; level conversion; TLP521 chip; design

随着列车运行速度的不断提高, 绝大多数铁路发达国家在160 km/h以上线路的ATP系统均在不同程度上采用了点式应答器设备, 以解决连续信息不足的问题。有源应答器需要通过C1接口, 与相连的地面电子单元LEU实时更新其中存储的报文。LEU将传输报文进行DBPL码型变换, 通过RS-485串行链路不间断地向有源应答器发送。

有源应答器的UART多采用TTL电平的单片机, 直接接收RS-485标准电平将会损坏应答器。在室外, RS-485通信链路易混入雷电击穿设备。本文利用MAX485和FPGA芯片对有源应答器接口部分进行设计, 完成电平标准转换。在二者之间添加了光隔电路, 可避免电磁干扰或雷击损坏设备。

## 1 有源应答器 C1 接口定义及特点

有源应答器接口C为轨旁电子单元(LEU)与地面有源应答器间的通信接口, 传输基带信号。

它包含由轨旁电子单元向地面有源应答器传输数据报文的接口C1和为地面有源应答器提供偏

置电压的接口C6, 这2种接口信号同在一对电缆芯线中传输。

C1接口传输基带信号。LEU将1023 bit的数据传输报文进行码型变换, 将其转换为DBPL码, 通过电缆不间断地向有源应答器发送。如图1, 在LEU输出端接120 Ω阻性负载, 信号幅值14 V~18 V。平均数据传输速率为564.48 kbit/s。

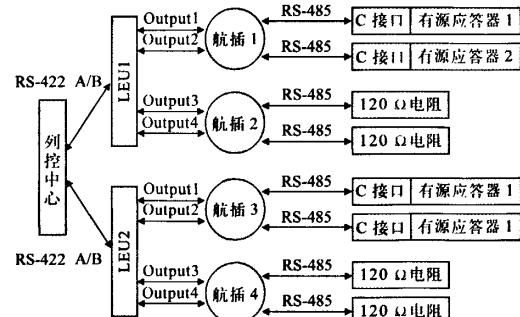


图1 列控地面系统总体框图

## 2 RS485串行通信标准及MAX485简介

RS485标准是美国电气工业联合会(EIA)制定的以双绞线作传输线的通信标准, 采用平衡发

收稿日期: 2009-04-29

作者简介: 赵亮, 在读硕士研究生; 陈永刚, 副教授。

送和差分接收，具有较强的抗共模干扰能力，允许双绞线上一个发送器驱动 32 个负载设备。解决了 RS232 标准传输距离近、信号易受干扰的问题，是工业上广泛采用的串行通信标准。

MAX485 是一种差分平衡型收发器芯片，是用于 TTL 协议与 485 协议的转换的小功率收发器，它含有一个驱动器和一个接收器。单 +5V 电源供电；工作电流  $120 \mu A \sim 500 \mu A$ ；低电流关机模式。消耗  $0.1 \mu A$  电流；驱动器有过载保护功能。

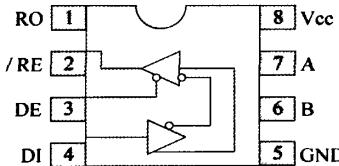


图 2 MAX485 芯片引脚和内部结构

如图 2，MAX485 芯片由 8 个管脚组成，其功能如下：

- (1) RO 脚(接收器输出端): 若 A 比 B 大 200 mV, RO 为高; 若 A 比 B 小 200 mV, RO 为低。
- (2) / RE 脚 (接收器输出使能端): / RE 为低时, RO 有效; / RE 为高时, RO 成高阻状态。
- (3) DE 脚 (驱动器输出使能端): 若 DE 为高, 驱动输出 A 和 B 有效; 若 DE 为低, 成高阻状态, 若驱动器输出有效, 器件作为线驱动器用; 若为高阻状态时, / RE 为低, 作为线接收器用。
- (4) DI 脚 (驱动器输入): DI 为低, 将迫使输出 Y 为低, Z 为高; 若 DI 为高, 将迫使输出 Y 为高, Z 为低。
- (5) GND 脚: 接地。
- (6) B 脚: 反相接收器输入和反相驱动器输出。
- (7) A 脚: 同相接收器输入和同相驱动器输出。
- (8) VCC: 电源正极  $4.75 V \sim 5.25 V$ 。

### 3 MAX485 在应答器 C1 接口中的应用

#### 3.1 总体设计方案

由于有源应答器需要接收 RS485 标准电平信号，而其内部的异步串行接收模块 (UART) 是由 FPGA 芯片设计的。

FPGA 芯片采用 TTL 标准工作电平，这需要

用 MAX485 芯片完成标准转换。由于 FPGA 和 MAX485 芯片的工作电压不同，设计时在两者之间添加了光隔电路，光隔电路既实现了电平转换，又防止了系统模块与通信模块在电气上相互之间的影响。地面电子单元与有源应答器的串行通信硬件接口电路方案如图 3。

图中 MAX485 的接收使能和发送使能引脚共同由 FPGA 芯片的一个引脚控制，以选择某一时刻是接收使能还是发送使能。为保证与传输线阻抗匹配，在差分端口 A 与 B 之间跨接了  $120 \Omega$  匹配电阻，以消除通信线路中的信号反射。

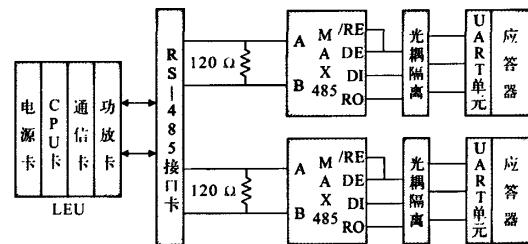


图 3 电平转换电路总体方案

#### 3.2 MAX485 外围电路设计方案

MAX485 与 FPGA 芯片的接口：

FPGA 具有引脚自定义功能，定义 RXD、TXD、FRE 和 ZDE。

FPGA 的串行接收单元 UART 的 RXD、TXD 分别连接 MAX485 芯片的 RO、DI 引脚，起发送接收数据作用，FRE、ZDE 分别连接 MAX485 芯片的 / RE、DE 引脚，其工作方式如下：

FRE, ZDE 信号均为低，则 MAX485 芯片的发送器禁止，接收器有效；

FRE, ZDE 信号均为高，则 MAX485 芯片的发送器有效，接收器禁止。

MAX485 与总线的连接，如图 4。

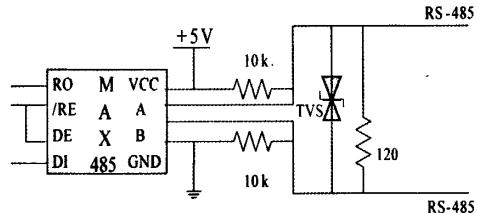


图 4 MAX485 芯片外围电路

MAX485 的 A、B 引脚分别接 RS485 链路的 A、B 上，A 上接  $10\text{ k}\Omega$  下拉电阻，B 上接  $10\text{ k}\Omega$  上拉电阻是为了防止 MAX485 芯片处于空闲状态时网络失效；A 和 B 之间接 TVS 是用来防止 RS485 总线在受外界干扰时（雷击、浪涌）产生的高压损坏 RS485 收发器。

为了匹配网络的通讯阻抗，减少由于不匹配而引起的反射、吸收噪声，有效抑制噪声干扰，提高 RS485 通讯的可靠性，需要在 RS485 网络的始末 2 个端点各安装 1 个终端匹配电阻。该 RS485 网络以屏蔽双绞线作为传输介质，其特性阻抗为  $120\ \Omega$ ，因此始末两个端点的匹配电阻为  $120\ \Omega$ 。

### 3.3 光隔电路设计方案

电路使用一片光电隔离耦合器 TLP521-4 进行隔离，这使微处理器与 MAX485 之间完全没有了电的联系，从而提高了工作的可靠性。

在隔离电源中，光耦隔离<sup>[6]</sup>反馈是一种简单、低成本的方式，常用于反馈的光耦型号有 TLP521、PC817 等。TLP521 的原边相当于一个发光二极管，原边电流越大，光强越强，副边三极管的电流  $I_c$  越大。

副边三极管电流  $I_c$  与原边二极管电流  $I_f$  的比值称为光耦的电流放大系数，该系数随温度变化而变化，且受温度影响较大。作反馈用的光放大系数的温漂比较大，应尽量不通过光耦实现反馈。此外，使用这类光耦必须注意设计外围参数，使其工作在比较宽的线性带内，否则电路对运行参数的敏感度太强，不利于电路的稳定工作。

通常选择 TL431 结合 TLP521 进行反馈。这时，TL431 的工作原理相当于一个内部基准为  $2.5\text{ V}$  的电压误差放大器，所以在其 1 脚与 3 脚之间，要接补偿网络。

图 5 中， $V_o$  为输出电压， $V_{cc}$  为芯片的供电电压。 $\text{com}$  信号接芯片的误差放大器输出脚。注意左边的地为输出电压地，右边的地为芯片供电电压地，两者之间用光耦隔离。

图 5 中的接法工作原理如下：当输出电压升高时，TL431 的 1 脚（相当于电压误差放大器的反向输入端）电压上升，3 脚（相当于电压误差放大器的输出脚）电压下降，光耦 TLP521 的原边电流增大，光耦的另一端输出电流  $I_c$  增大，电阻  $R_4$  上的电压降增大， $\text{com}$  引脚电压下降，占空比减小，输

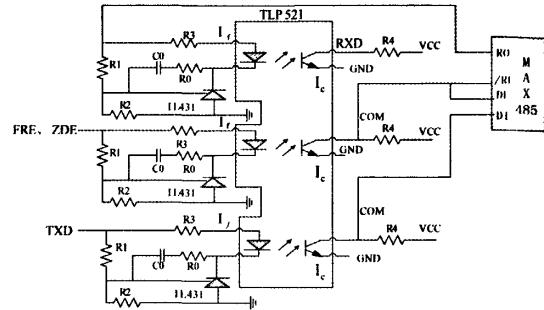


图 5 TLP521 芯片外围电路

出电压减小；反之，当输出电压降低时，调节过程类似。

## 4 结束语

本文提供了一种标准转换实现方法，包括从 MAX485 外围和光耦隔离的电路设计，将之应用到有源应答器 C1 接口硬件电路开发中。利用 MAX485 芯片将 RS485 标准电平，转换成 FPGA 芯片可以使用的 TTL 标准电平。利用 TLP521 芯片完成光耦隔离，达到避免电磁干扰或者雷击损坏设备。

文中的设计方案对列控系统中应答器的应用具有一定的实用性。

## 参考文献：

- [1] 张曙光. 铁路高速列车应用基础理论与工程技术[M]. 北京：科学出版社，2007.
- [2] 阮新波，严仰光. 直流开关电源的软开关技术[M]. 北京：科学出版社，2000.
- [3] 戴梅萼，史嘉权. 微型计算机技术与应用[M]. 北京：清华大学出版社，1996.
- [4] 沃 磊，孟国营. 基于 MODBUS 通信协议的减速器监测系统的开发[J]. 仪表技术与传感器，2008 (1).
- [5] 徐惠钢，郭文华. RS-485 通信的无极性连接[J]. 低压电器，2005 (7).
- [6] 杨仲望，金天均，吕征宇. 开关电源中光耦隔离的几种典型接法对比研究[J]. 机电工程，2007 (5).
- [7] 桂晓林. 内部全隔离的数据通信接口芯片 MAX1480A 极其应用[J]. 计算机电路应用，1997 (3).
- [8] 尹征琦. 具有隔离性能的 RS485 中继器及其设计[J]. 电气自动化，2001 (5).