

## 基于滑动载波方式的电梯轿厢信息传输装置

潘文诚<sup>1</sup>, 沈永福<sup>2</sup>

(1. 浙江科技学院 自动化与电气工程学院, 杭州 310023; 2. 苏州康开电气有限公司, 江苏 吴江 215200)

**摘 要:** 研制的基于滑动载波方式的电梯轿厢信息传输装置, 采用磁耦合原理实现了电梯控制信息的非接触式传输, 避免了传统方式中轿厢的随行电缆易疲劳破损的弊病。滑动载波装置的调制解调环节采用高集成度载波通信芯片 ST7540 完成载波信息的收发, 装置的总线接口采用集成模块实现 CAN-bus 网络和 UART 设备之间的数据通信, 磁耦合器的设计考虑了最佳功率传输。该装置具有零误码率的传输可靠性, 对外无电波干扰的电磁兼容性, 既能满足新装电梯的设计要求又方便对已安装的传统随行电缆通信方式进行升级改造等优点。

**关键词:** 轿厢信息传输; 滑动载波通信; ST7540; CAN-UART 转换; 磁耦合器

**中图分类号:** TP273; TU857

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1671-8798(2014)05-0345-04

## Elevator car information transmission device by utilizing sliding carrier wave

PAN Wencheng<sup>1</sup>, SHEN Yongfu<sup>2</sup>

(1. School of Automation and Electrical Engineering, Zhejiang University of Science and Technology,  
Hangzhou 310023, China; 2. Suzhou Kangkai Electric Co. Ltd., Wujiang 215200, China)

**Abstract:** Elevator car information transmission device is demonstrated by utilizing the sliding carrier wave. This device has realized non-contact elevator control information transmission by taking advantages of magnetic coupling technique, which can notably reduce the wear and tear of the accompanying electric cable of traditional elevator cars. The modem module of the device utilizes a highly integrated carrier communication chip ST7540 as a transceiver of the carrier wave and the bus interface uses an integrated module to realize the data communication between the CAN bus network and the UART devices. The optimal power transmission is considered in the design of the magnetic coupler. Also, the device has the transmission reliability of zero error rate, electromagnetic compatibility of ambient radio interference rejection, and the benefit of both meeting the design criteria of new elevator and the convenience for the modification or

---

**收稿日期:** 2014-05-25

**基金项目:** 浙江省公益性技术应用研究计划项目(2011C21044)

**作者简介:** 潘文诚(1952— ), 男, 江苏省宝应人, 教授, 主要从事测控技术与仪器、电力电子技术研究。

upgrading of the communication mode of existing traditional electric cable.

**Key words:** elevator car information transmission; sliding carrier wave communication; ST7540; CAN-UART conversion; magnetic coupler

电梯轿厢的电能和信息传输,传统的方式是通过悬挂式随行电缆进行的,其缺点十分明显:随轿厢运动的悬挂式随行电缆,天长日久会老化破损形成事故隐患;如果是景观电梯,暴露的悬挂式随行电缆在一定程度上也有损美观。针对这些弊病,国内外业界提出了对电梯轿厢电能和信息的非接触式传输方式。电能的非接触传输有导轨式<sup>[1]</sup>、按楼层电站式<sup>[2]</sup>等,有的已有效地运行多年,如德国汉诺威 2000 年世博会的标志性建筑 Hermes Tower 观光电梯<sup>[3]</sup>。信息的非接触传输方式有无线电波式<sup>[4-5]</sup>、无线网络式<sup>[6]</sup>等。轿厢信息的非接触传输要解决的关键问题是传输介质的选择和传输方式的安全可靠、简易有效。本研究探讨并研制了一种基于滑动载波方式的电梯轿厢非接触式信息传输装置,相对于无线传输方式,滑动载波方式在电磁兼容性方面能给人以更多的信心与放心。

## 1 整机原理

图 1 是轿厢在电梯井道中运行时采用滑动载波方式进行信息传输的示意图<sup>[7]</sup>。该方式摒弃了作为通信传输介质的悬挂式随行电缆,采用磁耦合滑动载波进行信息传输。提出的具体方案是:该装置由 2 组磁耦合器(10a)和(10b)、2 个通信盒(7a)和(7b),以及 1 个滑动载波器(9)组成;在轿厢上固定安装一组磁耦合器(10b)和一个通信盒(7b),井道的一端固定安装另一组磁耦合器(10a)和另一个通信盒(7a);两处通信盒各自的载波耦合接口分别连接到各处的磁耦合器的次级绕组,两处通信盒各自的总线通信接口分别连接电梯主控系统和轿厢内操作器的总线通信接口(8a)和(8b);沿电梯井道垂直安装的滑动载波器(9)的金属导线穿过两处的磁耦合器作为它们的单匝初级绕组,在其闭合处串入电容器(11)。由此,该装置用非接触的方式连通了电梯主控系统和轿厢内操作器之间的现场总线,当轿厢(2)升降运动时,固定安装于轿厢上的那组磁耦合器在滑动载波器的金属导线上滑动,通过非接触而磁耦合的方式传输信息。

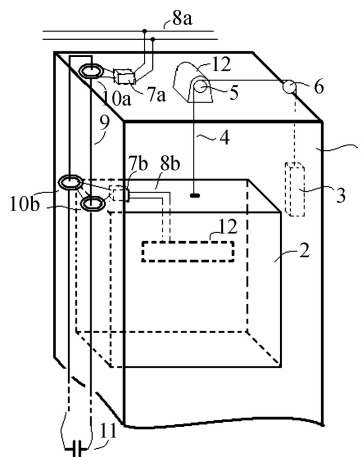


图 1 电梯轿厢滑动载波方式信息传输示意图

Fig. 1 Schematic diagram of elevator car information transmission by utilizing sliding carrier wave

## 2 通信盒设计

电梯控制系统是一个基于现场总线的分布式控制网络,轿厢内控制信息的无接触式传输,是通过磁耦合滑动载波方式无线透明传输的,相当于在轿厢与控制柜的现场总线间加入了透明传输中继。装置中的通信盒就是这个传输中继的通信节点,它具有载波耦合、总线通信 2 个对外的接口。图 2 是形成通信盒的各功能环节的结构框图。图中载波耦合接口对外连接装置的磁耦合器的次级绕组,传送和接收已被调制的信号。总线通信接口是对外连接现场总线、传送和接收相应的电梯操作信号的接口,这里所指的现场总线是电梯主控制器用于电梯系统内的通信接口标准(可以是 RS232, RS485, CAN 等)。调制解调环节用于非接触通信的信号调制工作。微处理器的作用是协调信号的接受和发送,以及控制调制解调环节对总线信号的调制和载波信号的解调。

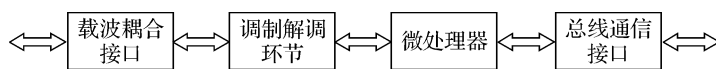


图 2 通信盒各功能环节

Fig. 2 Function nodes of communication case

## 2.1 调制解调环节设计

调制解调环节的电原理图如图3所示,其核心部件是采用FSK频移键控调制技术的高集成度载波通信芯片ST7540<sup>[8]</sup>,芯片内部集成了发送数据和接收数据的所有功能,只要通过耦合元件、滤波元件等少量外部器件即可连接到通信网中。载波频率、波特率等通信参数是微处理器通过串行口RXD, TXD对ST7540的控制寄存器进行写操作来设置的。

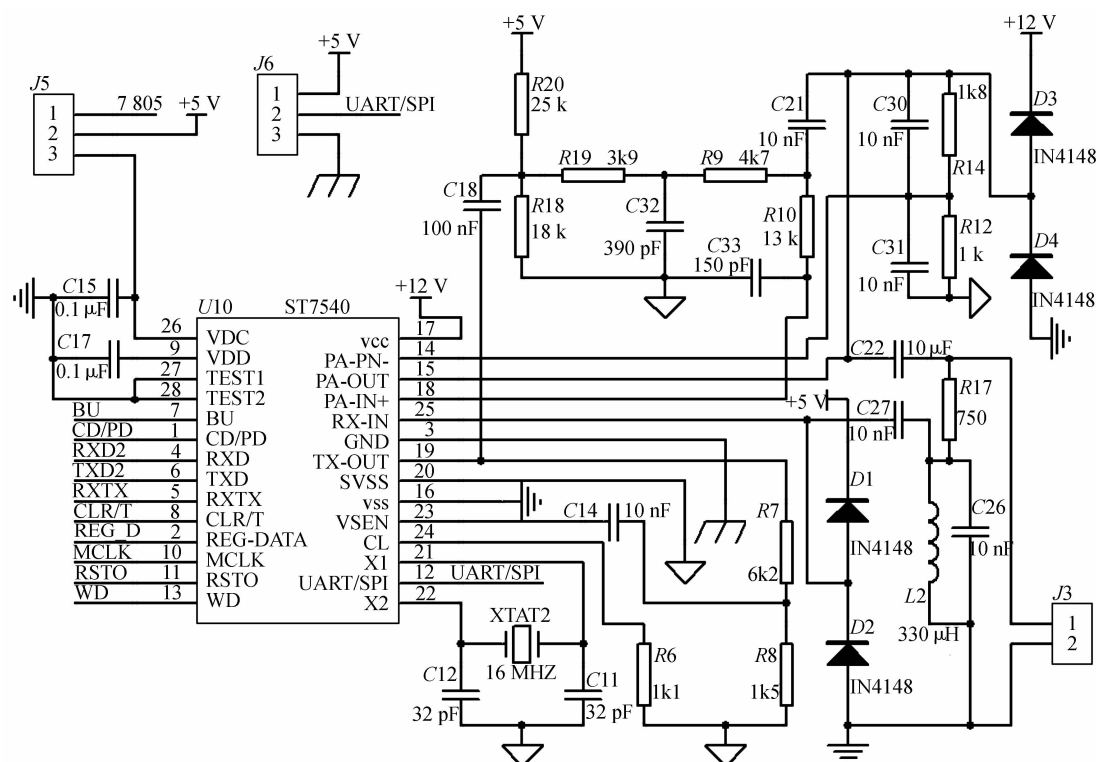


图3 调制解调环节原理图

Fig. 3 Schematic diagram of modem node

系统磁耦合器的次级绕组接收到的载波信号由J3输入,通过一个无源滤波电路再经电容C27连接到ST7540的RX\_IN引脚,该无源滤波电路由电阻R17串联一个由电感L2和电容C26并联组成的谐振电路构成,信号被ST7540解调后经RXD引脚送入微处理器的串行口。由此形成载波耦合环节的接收回路。

ST7540内部集成有功率放大器PA(引脚PA\_OUT是它的输出端,PA\_IN+和PA\_IN-分别为它的同向输入端和反向输入端),它与外部阻容器件一起构成了一个三阶有源滤波电路(电阻R19和电容C32组成一阶低通滤波器,电阻R9、R10和电容C21、C33与PA组成SallenKey二阶有源低通滤波器),FSK调制后的载波信号从器件的TX\_OUT脚输出,经由这个三阶有源滤波电路再通过J3接到磁耦合器的次级绕组。由此形成载波耦合环节的发送回路。

## 2.2 总线通信接口环节

电梯控制系统经过了继电-接触器阶段、PLC阶段,现今已普遍进入现场总线阶段。CAN总线近年来得到了广泛的应用,被公认为是最有前途的现场总线之一,其高效且简单的通信方式能满足电梯控制系统通信的需要。基于滑动载波方式的电梯轿厢信息传输装置设计是针对CAN总线平台进行研发的。

图4所示是用于CAN总线信号转换的通信接口的工作示意图。图中U6是集微处理器、DC-DC转换、CAN-bus收发器、CAN-bus控制器、高速光电隔离于一体的嵌入式UART转CAN模块。该模块可以很方便地嵌入到具有UART接口的设备中,在不需改变原有硬件结构的前提下使设备获得CAN-bus通信接口,实现CAN-bus网络和UART设备之间的数据通信。样机试验中,模块采用50 kb/s波特率、标准帧格式。U1是通信盒中的微处理器,具有双UART串口,串口1与CAN模块交换数据,串口2与ST7540交换数据,U1的作用是协调总线通信接口信号的接受和发送。

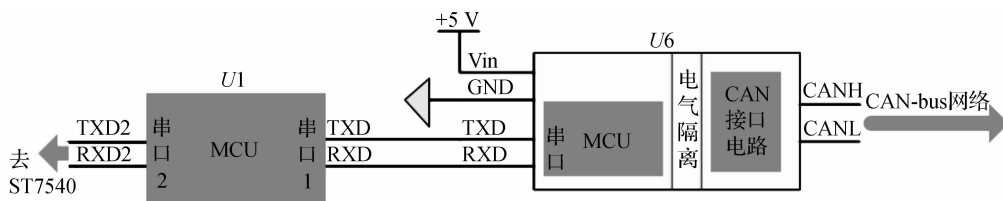


图 4 CAN 总线通信接口

Fig. 4 CAN bus communication interface

### 3 磁耦合器设计

图 5 是磁耦合器在井道中安装的照片。磁耦合器是一个具有初级绕组和次级绕组的高导磁率磁环<sup>[9]</sup>。初级绕组由滑动载波器构成:一根垂直安装在电梯井道中的钢丝绳,在通信两端的磁耦合器的磁环中穿心而过,两头用紧固器拉紧后再用导线短接形成闭合回路,为平衡阻抗,可在闭合处串接一个合适的电容器。次级绕组是用多股铜导线缠绕在磁环上构成,多股导线的选用,减小了由高频电流带来的集肤效应。

为实现最大功率传输,必须考虑磁耦合器初级与滑动载波器之间的阻抗匹配。如选择载波频率在 60~132.5 kHz 的频带范围,也就是说以此作为通信接口电路的中心频率,一方面,要满足载波发射高阻抗的要求,提高载波的加载效率;另一方面,在满足信号耦合性能的同时,也要兼顾对频率选择性的要求,从而提高系统的抗干扰能力。经实测和分析,10~100 m 的电梯井道如安装滑动载波器,其阻抗一般在 2~15  $\Omega$  之间,在电路的具体安装和调试过程中,通过调节磁耦合器次级绕组的匝数来调节电感量,通过选择串接在滑动载波器中的电容值来调节线路阻抗,使输入输出的阻抗达到最佳匹配。为实时调试时对磁耦合器初级绕组的匝数方便选择,可以看到图 5 照片中安装支架上并排安装了 4 个初级匝数不同的磁耦合器。



图 5 磁耦合器的安装照片

Fig. 5 Photo of magnetic couplers installed

### 4 结 语

研制的电梯轿厢信息传输装置摒弃了传统的作为通信传输介质的悬挂式随行电缆,采用磁耦合滑动载波的方式进行信息传输,轿厢升降运动时,固定安装于轿厢上的那组磁耦合器在被称为滑动载波器的金属导线上滑动,通过非接触方式传输了电梯主机与轿厢之间的控制信息。经样机试验证明,这个插入的非接触传输环节,在微处理器的控制下,具有准双工、移动、低功耗、透明传输的特点。并且,装置还具有保证传输可靠性的零误码率、令人放心的电磁兼容性、既能满足新装电梯的设计要求又方便对已安装的传统悬挂式电缆的通信方式进行升级改造等优点。

### 参考文献:

- [1] 东芝电梯株式会社. 对电梯轿厢的非接触式供电装置: 中国, CN 101145702A[P]. 2008-03-19.
- [2] 潘文诚, 沈永福. 电梯轿厢按楼层非接触式供电装置: 中国, CN201010125650[P]. 2010-03-16.
- [3] 朱军峰. 非接触电能传输系统拾取技术研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2008.
- [4] 伊新. 基于 GPRS 的电梯在线监控系统的设计[J]. 物联网技术, 2013, 3(3): 40-41, 44.
- [5] 刘镇. 一种基于无线通信电梯监控系统软件研究与开发[D]. 重庆: 重庆大学, 2011.
- [6] 张俊, 赵国军, 魏君燕, 等. ZigBee 无线通信在电梯轿厢控制系统中的应用[J]. 机电工程, 2013, 30(11): 1373-1378.
- [7] 潘文诚. 一种电梯轿厢非接触式信息传输装置: 中国, CN201110244538. 3[P]. 2011-08-23.
- [8] ST Inc. ST7540 Datasheet[DB/OL]. [http://www.icpdf.com/STMICROELECTRONICS\\_datasheet/ST7540\\_pdf\\_5535751/](http://www.icpdf.com/STMICROELECTRONICS_datasheet/ST7540_pdf_5535751/).
- [9] 李建岐, 李祥珍. 配电网载波通信耦合方式的探讨[J]. 电力系统通信, 2007, 28(4): 34-38, 50.