

# 基于磁敏技术的位移传感器的设计\*

卢印举, 单国全

(中州大学 信息工程学院, 河南 郑州 450044)

**摘要:** 介绍了 MLX90316 的内部结构和应用特性, 设计了以 LPC2136 为 CPU、MLX90316 为位置反馈、具备 1 路光电隔离 RS485 通信输出的位移传感器, 给出了位移计算策略和计算方法, 详细分析了接口电路原理图和接口时序。

**关键词:** MLX90316; 磁敏技术; 位移传感器

中图分类号: TN913

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2010)14-0020-03

## The design of displacement sensor based on magnetic technology

LU Yin Ju, SHAN Guo Quan

(School of Information Engineering, Zhongzhou University, Zhengzhou 450044, China)

**Abstract:** This paper introduces the structure and characteristics of MLX90316, designs displacement sensor which takes LPC2136 as CPU and MLX90316 as position feedback and has photo-electric isolated RS485 communication output, provides the calculation strategy and methods of the displacement and analyses the schematic diagram of interface circuit and interface timing graph in detail.

**Key words:** MLX90316; magnetic technology; displacement sensor

对物体位移进行非接触测量是目前位移测量技术的重要发展方向之一,这是由于非接触测量方法具有高速、不接触被测物体等优点。传统的接触式位移传感器采用电位器式位移传感器,它通过电位器元件将机械位移转换成与之成线性或任意函数关系的电阻或电压输出<sup>[1]</sup>。为实现测量位移目的而设计的电位器,要求在位移变化和电阻变化之间有一个确定关系。非接触式位移传感器种类繁多,如时栅位移传感器<sup>[2]</sup>、线位移差分传感器<sup>[3]</sup>、容栅位移传感器<sup>[4]</sup>、电感式位移传感器<sup>[5]</sup>等,这些传感器的精度高,但结构复杂、成本高,对被测物体运动速度还附加了限制,如必须运行平稳、无突变和相对低速等。

本文从工程应用的角度,设计了一种基于磁敏技术的位移传感器,该传感器在精度、抗震、耐用度等方面有了成功的改善。

### 1 磁敏传感器工作原理

在基于磁敏技术的位移传感器上,选择 MLX90316 作为磁敏角度的采集。

MLX90316 是一种线性霍尔芯片,在霍尔效应传感

器上增加集成磁场集中器(IMC)的单片集成传感芯片<sup>[6]</sup>。能够在单点感应到磁通量的所有 3 个分量,因此,可以得到 360°的旋转位置值,通过多种模式输出准确度很高的线性绝对位置信号,并且成本低廉,安装简便。而普通的水平(或者平面)霍尔传感器只能感应垂直于 IC 表面的磁通量。

MLX90316 芯片前端是采用 Triaxis 霍尔技术的传感器。由霍尔传感器得到的二路正交的模拟信号经过放大处理后,经过 14 bit 微分型 A/D 转换器进入芯片微处理器(DSP),再经过 16 bit DSP 处理之后的数字信号分 3 路输出。MLX90316 输出具有 12 bit 角度分辨率,10 bit 角度精度,并且在一定程度上可以避免外围温度变化对输出精度的影响。MLX90316 具有 3 种输出:由 12 bit D/A 转换为模拟量输出;频率为 100 Hz~1 000 Hz 的 PWM 输出;数字模式下利用串行通信协议输出(SPI)。

在本设计中,选择 SPI 接口输出。

### 2 硬件接口电路设计

基于磁敏技术的位移传感器主要由 3 个部分组成,前端角度信号采集、数据处理单元、数据通讯单元,具体的功能框图如图 1 所示。

\* 基金项目:河南郑州科技局科技攻关项目(074SCCG38111)

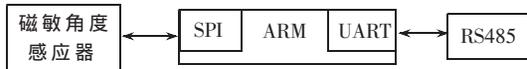


图1 功能框图

磁敏角度感应器选用 MLX90316, 它将位移所导致的磁铁磁场转动的角度转换为磁敏角度。

微处理器单元通过 SPI 接口与 MLX90316 进行数据通信, 用于完成磁敏角度数据的接收, 由于接收到的是磁场转换的角度, 所以通过建立数学模型, 结合轮毂直径等因素, 将磁敏角度换算为拉线的位移。传感器的所有任务最终都挂在实时操作系统  $\mu\text{C}/\text{OS-II}$  上运行, 因此不仅要考虑微控制器的内部资源, 还要看其可移植性和可扩展性。LPC2136 是 Philips 公司生产的 32 bit ARM7TDMI-S 微处理器<sup>[7]</sup>, 嵌入 256 KB 高速 Flash 存储器。采用 3 级流水线技术, 取指、译码和执行同时进行, 能够并行处理指令, 提高 CPU 运行速度。由于具有非常小的尺寸和极低的功耗, 抗干扰能力强, 适用于各种工业控制。

数据通信单元设计了 1 路 RS485 通信接口, 负责接收来自应用系统的命令、向应用系统返回采集的位移结果。

### 2.1 SPI 接口电路设计

MLX90316 具备 1 路 SPI 接口, 用于角度信号的数据, 由于串行通信的输出信号直接来自于内部 DSP 输出, SPI 输出模式更稳定, 误差更小, 并且具有更高的抗干扰能力, 在本设计中, 选用 SPI 接口, 具体的硬件接口连接电路如图 2 所示。在图 2 中, MLX90316 的 SPI 3 根线与 LPC2136 的 SPI0 口连接。SPI (Serial Protocol Interface) 总线接口是一种同步串行外设接口。这是一个 4 根信号线的串行接口协议, 包括主、从两种模式。这 4 根信号线分别是: 时钟线(SCK)、数据输入线(MISO)、数据输出线(MOSI)和从设备使能线(/SS)。

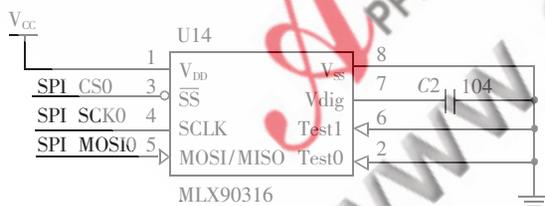


图2 SPI接口原理图

SPI 接口中, LPC2136 作为主控端, MLX90316 作为从属端。SPI 通信模块主要让 LPC2136 读取 MLX90316 的磁敏角度, SPI 的通信过程为: 主控端先输出一个 0xAA 以及一个 0xFF 作为通信起始信号, 接着输出 8 个 0xFF, 而从端会同时输出 2 个 0xFF、4 B 的角度信号以及 4 个 0xFF, 从而完成一次数据通信。具体的通信时序如图 3 所示。

### 2.2 RS485 通信接口电路设计

RS485 总线以其结构简单、通信速率高、传输距离远等诸多优点, 在工业控制系统中得到了广泛应用。它

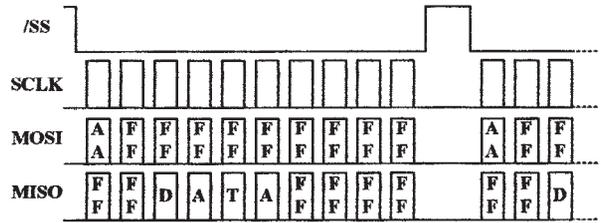


图3 SPI时序图

采用平衡发送和差分接收方式实现通信, 发送端将串行口的 TTL 电平信号转换成差分信号 A、B 两路输出, 经过线缆传输之后在接收端将差分信号还原成 TTL 电平信号<sup>[8]</sup>。由于传输线通常使用双绞线, 又是差分传输, 所以有极强的抗共模干扰的能力, 总线收发器灵敏度很高。

在基于磁敏技术的位移传感器中设计了一路 RS485 信号输出, RS485 接口芯片采用 MAX3485, 用于与应用系统进行位移数据交换。如图 4 所示, 为了确保数据通信的可靠性, 通信接口采用了光电隔离芯片 6N137。

### 3 位移计算算法实现

MLX90316 采集旋转的角度数据, ARM 根据获取的角度数据, 通过建立数学模型计算为直线位移数据。ARM 通过 RS485 通信接口与应用系统的设备进行通信, 将接收来自应用系统设备的命令, 并将采集到的位移信号反馈给应用系统。

位移计算公式为:

$$L = \frac{2\pi R}{360} \times \varphi$$

其中,  $R$  为引起 MLX90316 角度变换的线性位移距离角度变换的中心半径,  $\varphi$  为直线位移所导致的 MLX90316 的旋转的角度,  $L$  为直线位移。

### 4 工程应用与结论

#### (1) 磁铁选择

水平磁通量均匀的磁铁都可以使用, 磁铁的大小和材料并不重要。在机械、磁场和热容限之内, 水平磁通量必须在 20-70 mT (例如, 45 mT  $\pm$  25 mT) 范围以内。

#### (2) 气隙距离

在气隙问题上, 如果距离 IC 表面的实际气隙大于 7.5 mm, 环形磁铁要优于盘形磁铁。磁铁可以放在轴的末端, 使用环形磁铁时可以绕在轴上。也可以使用特殊的磁铁设计, 获得旋转位置传感器正常的传输特性。

在“基于 FPGA 技术的堤坝位移智能检测系统”中, 本传感器用于堤坝根石位移采集。利用 RS485 总线将 35 个监测点组成星型网络, 从试验结果可以看出, 该传感器克服传统拉线式位移传感器的易磨损、分辨力差、阻值偏低、高频特性差等缺点, 提高了测量精度。

#### 参考文献

- [1] 张福学. 实用传感器手册[M]. 北京: 电子工业出版社, 1988.
- [2] 卢国纲. 位移测量技术及其传感器的最新发展[J]. WMEM, 《微型机与应用》2010 年第 29 卷第 14 期

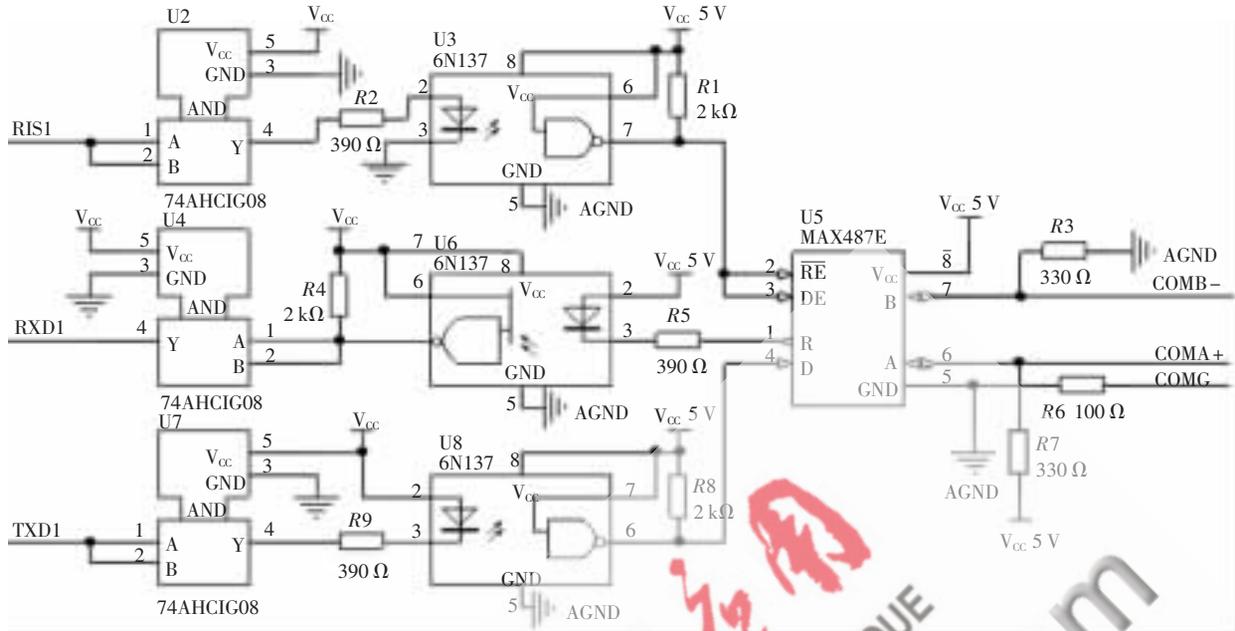


图4 数据处理单元

2005, 19(4):72-73.

- [3] 彭东林,刘小康,张兴红,等.精密时栅位移传感器研究[J].制造技术与机床,2005,55(11):98-10.
- [4] 张银芳.容栅位移传感器的工作原理及其特点.精密制造技术,2005,41(4):58-89.
- [5] 杨朝英,徐龙祥.磁轴承系统中差动变压器式位移传感器的研究[J].传感器技术,2005,24(9):8-9.
- [6] Melexis Microelectronic Integrated System. MLX90316 Rotary Position Sensor IC.2005.
- [7] PHILIPS 公司. PLC2316 User Manual, PHILIPS 公司.2004.

[8] 虞日跃,史洪源.RS485 总线理论与实践[J].电子技术应用,2001,27(11):55-57.

(收稿日期:2010-03-29)

作者简介:

卢印举,男,1976年生,硕士研究生,讲师,主要研究方向:电子测控技术及嵌入式系统集成。

单国全,男,1975年生,硕士研究生,讲师,主要研究方向:电子信息技术。