

文章编号:1671-251X(2010)05-0119-03

# 增大 CAN 总线传输距离的设计方案

谢 兵<sup>1</sup>, 杨 帆<sup>1</sup>, 吴绍辉<sup>2</sup>

(1. 煤炭科学研究总院常州自动化研究院, 江苏 常州 213015;

2. 临沂矿业集团王楼煤矿调度室, 山东 济宁 272100)

**摘要:**针对 CAN 总线在实际运用过程中由于各种原因导致其传输距离达不到理论值的问题, 结合实际设计经验, 分析了影响传输距离的各种因素, 提出了一种延长 CAN 实际通信距离的设计方案。测试结果证明, 该设计方案能增长 CAN 总线传输距离 1~2 km。

**关键词:**煤矿; 安全监控系统; CAN 总线; 传输距离; 传输延迟; 总线幅值

**中图分类号:**TD655 **文献标识码:**B

## 0 引言

煤炭是我国的重要能源之一, 随着我国经济的不断高速发展, 对煤的需求与日俱增, 国家对煤矿的投入也不断增加, 现在煤矿的自动化程度已经有了较大的提高, 特别是各种具有现场总线接口的电子设备不断地应用于煤矿井下, 大大地提高了煤矿的自动化水平, 但同时也存在着诸如抗干扰能力和传输距离等问题。控制器局域网(CAN)是 ISO 定义的串行通信总线, 由于其高可靠性和优异的数据传输性能, 目前已在煤矿安全监控系统和生产过程自动化测控系统中得到了广泛的应用。CAN 总线对每帧数据的标识符进行非破坏性逐位仲裁, 这种仲裁规则可以使信息和时间均无损失。而逐位仲裁也导致了 CAN 总线对于信号的传输延迟极其敏感, 限制了 CAN 总线的传输距离。本文针对 CAN 总线在实际运用过程中由于各种原因导致其传输距离达不到理论值的问题, 结合实际设计经验, 分析了影响传输性能的各种因素, 提出了一种延长 CAN 实际通信距离的设计方案。

## 1 影响 CAN 总线传输距离的因素

根据 CAN 总线的仲裁机制, 每个 CAN 总线节点发送数据的同时也接收总线数据, 必须在接收数

据与发送数据完全相同时才认为发送成功, 这就导致了 CAN 总线对数据传输延时相当敏感, 而降低数据传输波特率时可增加判断数据是否相同的时间, 即降低传输速率可延长总线的传输距离。本文讨论在给定速率下延长 CAN 总线传输距离的设计方案。结合理论知识和现场实际应用经验, 笔者认为以下因素影响了 CAN 总线的传输距离:

(1) CAN 控制器与收发器间的循环延迟以及 CAN 节点间总线线路的延迟

由 CAN 协议可知, CAN 总线采用无破坏性的基于优先权的逐位仲裁机制, 每个 CAN 节点发送数据的同时也在逐位监视总线, 并将发送电平与接收的电平进行比较, 当发送电平与接收电平不一致时, 则节点检测到一个位错误。而 CAN 总线每个数据位周期由 3 个互不重叠的时间段组成: 同步段、相位缓冲段 1 和相位缓冲段 2, 而采样点在相位缓冲段 1、2 之间, 在波特率一定的情况下, 调整相位缓冲段 1 与相位缓冲段 2 的值, 可适当改善数据的传输性能。而 CAN 节点发送数据时, 为确保信号的可靠发送, 必须有其它任何一个 CAN 节点对该信号进行确认, 发送节点才认为该帧数据发送完成, 所以根据以上数据传输原理的分析, 节点信号延时主要由 2 个部分组成: 首先是线路上的信号延迟, 即 2 个 CAN 节点之间的连接电缆的长度和参数; 其次是 CAN 控制器与收发器之间的时间延迟, 即为了增加 CAN 节点的信号抗干扰能力, CAN 控制器与收发器之间隔离器件导致的信号传输延迟。

(2) CAN 总线信号的幅值变化对传输距离的影响

由于每个 CAN 收发器的输入阻抗一定, 随着

收稿日期: 2010-01-21

作者简介: 谢 兵 (1978-), 男, 四川宜宾人, 助理工程师, 2003 年毕业于西安科技大学电气与控制工程学院, 现主要从事煤矿胶带机电控系统的设计和产品研发工作。E-mail: xiebing4903@sina.com

系统连接的节点数量,增加导致输入阻抗的降低,而输入阻抗与传输电缆的阻抗比值的减小使 CAN 节点输入端的电平值降低;而电缆的线间电容会影响电平的上升速度,从而影响传输电平,当信号的幅值衰减或波形的畸变低于接收节点接收信号电平门限值时,将导致接收到的数据出现错误,从而导致信号的传输距离缩短。

### (3) 合理选择网络的拓扑结构以提高通信质量

在系统的设计过程中,总线的不同区段采用在不同电缆或某一段总线上有过多的收发器紧靠在一起以及过长的分支引出的形式都会增强信号反射,从而影响 CAN 总线的传输距离。

## 2 CAN 节点设计方案

### 2.1 硬件元器件的选择

根据以上影响 CAN 总线传输距离的原因分析,对于单个 CAN 节点的设计来说,主要应从减小 CAN 控制器和收发器等的循环延迟和提高 CAN 传输幅值两方面进行设计。下面根据以上分析,对 CAN 节点进行设计。

为了减小 CAN 控制器与收发器间的循环延迟,CAN 节点的设计最好是采取 CAN 控制器与接收器引脚直接连接的方法,最大限度地降低循环延迟,但考虑到节点的可靠性和抗干扰能力,应该在 CAN 控制器与接收器之间增加隔离器件。而对于幅值方面,由于 CAN 收发器的输入阻抗对于某一 CAN 收发器来说是一定的,而传输电缆不可能无限加粗,所以最好的办法在于选择输入阻抗较高、输出电平较高的 CAN 收发器,以此增大 CAN 的传输距离。根据以上分析,对本设计方案进行元件的选取。

#### 2.1.1 隔离器件的选择

隔离器件选用 ADUM1201。ADUM1201 是 ADI 公司推出的新产品,它是采用 iCoupler 技术的基于芯片尺寸的变压器,其有以下特点:(1) 该芯片不是采用光电耦合方式,而是采用电磁耦合方式,取消了光电耦合的光电转换过程,不仅大大降低了光电转换时间,提高了数据传输速率、时序精度和瞬态共模抑制能力,其数据传输速率和时序精度是普通光耦的 10 倍以上,大大缩短了隔离延时;(2) 由于隔离完全采用电磁方式,对电气的安全间距要求较小,从而大大提高了器件的隔离耐压强度,其额定隔离电压是高隔离度光电耦合器的 2 倍;(3) 由于芯片采用电磁耦合方式,内部集成了变压器驱动和接收电路,无需驱动 LED 的外部电路,功耗大大降低,

约为光电耦合器的  $1/10 \sim 1/50$ ;(4) 基于电磁的隔离方法,受温度的影响很小,在 125 °C 高温环境下性能和可扩性不下降;(5) 该芯片与光电耦合器不同,具有正向和反向 2 个通信通道,这样不仅方便 CAN 信号的隔离,简化了芯片间的硬件连接线路,并且该隔离器件的封装为 SO-8,体积很小,更适合对体积要求较高的使用场合。

#### 2.1.2 收发器的选择

CAN 协议要求帧内响应,对于长距离来说,一般通过降低传输速率来增大传输距离。但是,在低速率情况下(低于 60 kbit/s),芯片内部超时门限限制了 CAN 的使用,因而限制了线路的长度。为了支持长距离 CAN 通信,收发器选用 AMIS42675 CAN 总线收发器,其不仅改进了超时管理功能,而且提高了 CAN 总线的输出电平,增强了 CAN 总线的驱动能力。

### 2.2 电路的设计

根据以上选择器件并参考元器件的使用手册,设计了 CAN 节点的接口电路,CAN 控制器与收发器之间直接通过磁耦 ADUM1201 隔离,以增强节点的抗干扰能力,而 CAN 接口部分通过 TVS 管和共模扼流圈吸收总线干扰,具体电路如图 1 所示。图 1 中的 D4 为 ADUM1201 隔离器,D5 为 AMIS42675 CAN 总线收发器。

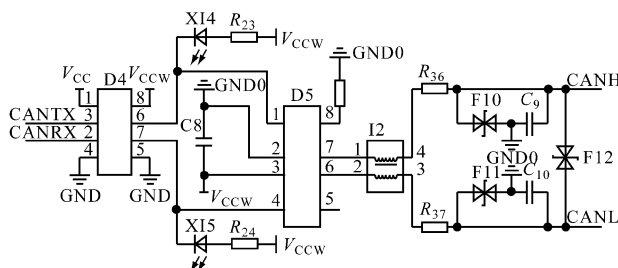


图 1 CAN 节点接口电路

## 3 测试及验证

由于本设计是为了减小 CAN 控制器与收发器间的循环延迟和提高 CAN 传输幅值,所以测试也主要测试 CAN 控制器与收发器间的循环延时和 CAN 总线输出幅值,而其它传输延时由于与传输电缆等因素有关,此处不予考虑。本文选择波特率为 5 kbit/s 时进行测试,并将测试结果与采用 PC410 高速光耦隔离 CAN 控制器与进行比较。

经测试,采用 ADUM1201 磁耦隔离 CAN 控制器与 CAN 收发器的收发延时为 4  $\mu$ s,远远低于采用高速光耦 PC410 隔离的收发延时的 9  $\mu$ s,而采用

文章编号:1671-251X(2010)05-0121-04

## ML X90251 在智能电动机保护中的应用

李润春, 杨新华

(兰州理工大学电气工程与信息工程学院, 甘肃 兰州 730050)

**摘要:**介绍了新型可编程霍尔传感器 ML X90251 的工作原理及其在智能电动机保护中的应用方法。实验表明,该传感器具有线性度好、灵敏度高、准确性高等优点,特别适合于对体积要求苛刻的场合。

**关键词:**电动机;智能保护;霍尔效应;ML X90251

**中图分类号:**TD614.5 **文献标识码:**B

### 0 引言

在工业生产中,对电动机实施智能的、实时的保护非常重要。而在电动机运行中,除机械故障外,过载、轻载、堵转、断相、短路、三相不平衡等是经常出

现的电气故障,而这与电流密切相关,因而必须对电流进行准确和实时的检测。但在电流测量中存在2个困难<sup>[1]</sup>:一是测量仪表不方便直接串入电路中;二是电流检测电路与被测电路不能直接耦合,否则就会影响被测电路的直流工作点。通常采用霍尔元件检测电动机电流。由于传统的霍尔元件灵敏度比较低,输出信号有偏置电压和噪声,对于处理电路要求高,系统成本高。传统的霍尔传感器如果使用不当,它的霍尔电压  $U_H$  与磁感应强度  $B$  为非线性关系,且存在不平衡电压  $U_{H_0}$ ,严重影响检测系统的精

收稿日期:2010-02-01

**作者简介:**李润春(1984-),男,山东台儿庄人,兰州理工大学电气工程与信息工程学院在读硕士研究生,主要研究方向为嵌入式系统应用。E-mail:xiaoaorunchun@163.com

AMIS42675 收发器的总线峰值达到了 3.9 V (如图 2 所示),远远高于采用 PCA82C250 的 2.6 V (如图 3 所示),经过仿真测试,在 5 kbit/s 和相同仿真参数的情况下,该方案能增长约 1~2 km 的传输距离。

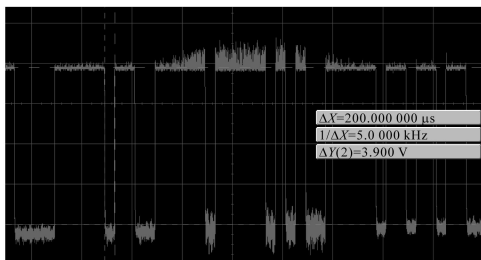


图2 采用 AMIS42675CAN 总线收发器的总线峰值

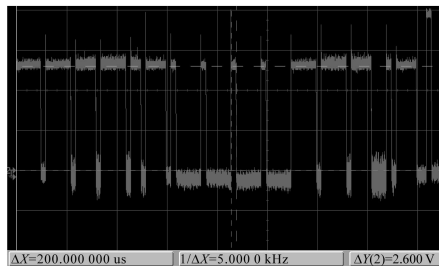


图3 采用 PCA82C250 的总线峰值

### 4 结语

本文通过理论分析,得出了影响 CAN 总线传输距离的 2 个主要因素:传输延迟和信号衰减。针对该 2 个因素,提出了提高 CAN 总线距离的具体解决方法,并进行了测试验证。测试结果证明,设计方案能大大提高 CAN 总线的传输距离,这对于 CAN 总线在实际应用中有重要的参考意义。

### 参考文献:

- [1] 杨 芬,徐 钊,曹茂虹.增大 CAN 总线传输距离的分析与测试[J].工矿自动化,2007(5):30-32.
- [2] 杜洪亮,张培仁.CAN 总线远程传输可靠性的设计方法和实现[J].电子技术,2009(3):.
- [3] 张兴旺,孙君光,程传玲,等.CAN 总线在励磁系统应用中的抗干扰分析[J].大电机技术,2007(2):.
- [4] 巩林玉,周治邦,员春欣.基于现场总线的故障安全通信协议研究[J].工业控制计算机,2000,13(3):.
- [5] 饶运涛,邹继军,郑勇芸.现场总线 CAN 原理与应用技术[M].2 版.北京:北京航空航天大学出版社,2003.
- [6] 唐红卫.CAN 总线实时性通信研究及改进[D].西安:西安电子科技大学,2006.