

基于 CAN 总线的船舶数据通信系统

张 珣, 叶海龙

(杭州电子科技大学 电子信息学院, 浙江 杭州 310018)

摘要:针对船舶传统通信系统存在的问题,提出了基于控制器局域网(CAN)总线的通信系统网络化方案,分析了磁罗经数据采集模块、无线数据 CAN 总线接入模块、PCI-CAN 总线接口卡模块、步进式方位仪舷角测量模块的设计理念,给出了最基本的 CAN 总线接口电路原理图,采用了 TTCAN 协议和双冗余设计理念,最后设计了防雷抗干扰和脉冲群测试实验以测试数据通信系统的可靠性。研究表明,系统的可靠性在很大程度上得到了提高,该设计在船用高精度数字磁罗经的项目中得到了成功的应用。

关键词:实时性;抗干扰;控制器局域网

中图分类号:TP212

文献标识码:A

文章编号:1001-4551(2010)03-0089-04

Ship data communication system based on CAN bus

ZHANG Xun, YE Hai-long

(College of Electronic Information, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: Aiming at the shortages existing in the traditional communication system of the marine ship, a network method based on controller area network(CAN) bus was presented. And the design ideas of the magnetic compass data acquisition module, wireless data CAN bus access module, PCI-CAN-bus interface card module, step-by-step direction side angle measurement instrument module were given. Then the most basic CAN bus interface circuit schematic was given, and the TTCAN agreement, dual redundant design concept were introduced. Finally, lightning-proof and anti-jamming test, pulse group test were used to test system's reliability. The results indicate that the reliability of the system has been enhanced. This design has been successfully applied in the marine high-precision digital magnetic compass.

Key words: real-time; anti-interference; controller area network(CAN)

0 引 言

随着计算机技术与现场总线技术的发展,船舶数据通信领域正在发生一场深刻的技术革命^[1]。以微计算机(含单片机)为核心的数据监控系统正在不断地成熟,应用范围不断扩大,集成度不断提高。它是计算机网络与嵌入式电子技术有效结合的过程。由现场总线微机控制单元完成数据采集、控制运算、控制输出等功能。

我国目前不少船舶都带有自动化系统,但大多数是基于 RS485 或 RS422 总线的单机监控系统,系统的可靠性低、线路复杂、控制功能薄弱。

CAN 总线以其成本低廉、通信实时性好、纠错能力强等优点,共享了所有的信息和资源,简化了布线,

减少了传感器数量,降低了成本,能更好地匹配和协调各个控制系统^[2]。

本研究基于 CAN 总线对船舶数据通信系统进行设计。

1 系统整体网络设计方案

1.1 HMR 罗经数据采集模块

CAN 数据采集系统结构示意图如图 1 所示。HMR 罗经数据采集模块的核心是采用 Microchip 公司生产的 dsPIC30F 系列单片机,dsPIC30F 兼容了单片机和 DSP 芯片这两类产品的优点。由于罗经数据的采集涉及到一系列比较复杂的算法,需要通过地磁场强度计算出地磁场方向,通过研究软硬磁抵消算法,消除

周围磁场干扰和消除自差,从而本研究需要选用高性能微处理器,来处理这些复杂的算法,并且编写合理的数据处理程序及多种数据通信接口和协议。

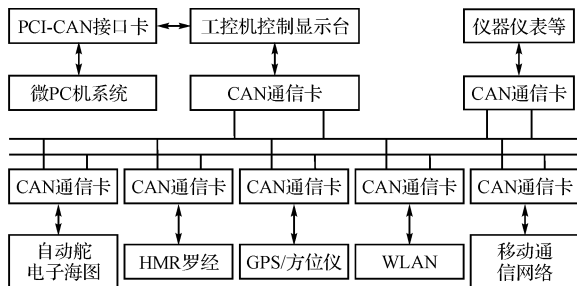


图1 CAN数据采集系统结构示意图

在本研究中,传感器^[3]选择 Honeywell 公司的 HMC1021(一轴磁阻传感器)与 HMC1022(两轴磁阻传感器),构成一个三维磁场强度检测电路,然后经过 CS5523(24 位 A/D 转换驱动芯片,自带模拟放大器)把输出的模拟信号转化成数字信号,并通过数据总线传送到单片机内部处理。

磁罗经传感器易受周围磁场影响而导致输出不准确,需要消除周围磁场干扰。一般是让传感器缓慢旋转一圈,采集各个方向的磁场,利用算法的功能以初步消除干扰磁场。初步消除周围干扰磁场后在各个指向上还会存在一些偏差,本研究采用自差消除算法来进一步减小小偏差。同时建立地磁场模型,根据地球上任意点的经度、纬度和时间计算出该点地磁差。

HMR 罗经数据采集模块的工作原理是:磁传感器感应地球磁场强度,转换成电信号,输出两路小电压信号,输入到 A/D 转换器(带信号放大),将模拟信号转换成数字信号,然后在单片机上进行自差和地磁差的校准和消除等处理,最后的处理数据经 CAN 总线发送给系统使用。

1.2 无线数据 CAN 总线接入模块

选用 PLXTech 公司生产的 PCI9052(CAN 通信适配卡)作为集成通信装置的 CAN 通信接口,并采用周立功公司的 WLAN 无线网卡和 GSM 模块(RS232 串口)作为 CAN 的无线数据接入口。

CAN 无线数据输入原理框图如图 2 所示,无线局域网的数据可以通过 WLAN 模块传入到工控机中^[4],工控机经过数据协议的转换,把数据发送到 CAN 总线网络中。利用 CAN 总线适配卡实现工控机与 CAN 总线网络的连接。当系统进入无线数据接收的无效区时,系统可能不能通过蓝牙无线模块接收到有效数据,这个时候系统自动切换到 GSM 模块,使用 GSM 模块接收本地工作站的数据,并把 CAN 总线上的数据发送到本地

工作站上,使系统安全可靠,不至于丢失重要数据。

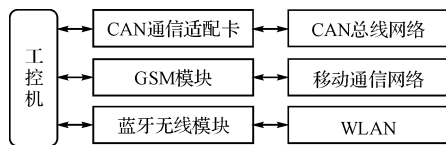


图2 CAN无线数据输入原理框图

1.3 PCI-CAN 总线接口卡的设计模块

笔者在 CAN 总线技术和 PCI 局部总线的基础上,研究 PCI-CAN 总线互连技术的原理,研制 PCI-CAN 总线适配器和 CAN 总线节点,并开发了其相应软件,包括上位机软件、适配器通信软件、适配器驱动软件和节点通信软件。

智能型 PCI 总线 CAN 适配卡的电路原理图如图 3 所示,由双口 RAM 来实现 PCI 总线与 CAN 总线之间数据的输入与输出。本研究采用 PLXTech 公司生产的 PCI9052,由单片机 AT89S52 控制 CAN 总线控制器的工作方式、状态和数据包的发送与接收。

总线接口卡的驱动程序采用在 VB 开发环境下访问 PCI 设备的方法^[5]。在 VB 环境下访问 PCI 设备有两种途径:①直接访问,即用 VB 直接编写访问 PCI 设备的接口函数(这种方法要有相关软件的支持);②间接访问,即 VB 调用其他编程语言(如汇编、C/C++ 等)编写的底层驱动模块(一般封装成动态链接库 - DLL 的形式)实现。本研究使用第 2 种方式实现接口卡的访问,这种方式具有较好的普遍性、灵活性,而且 DLL 本身也具有很强的适应性,如图 3 所示。

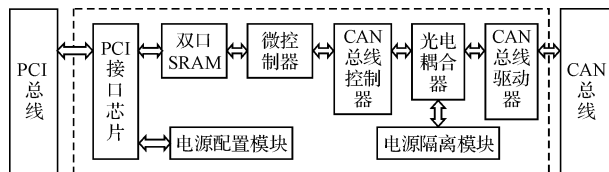


图3 PCI总线CAN适配卡硬件电路示意图

1.4 步进式方位仪舷角测量模块

该方位仪由两个电机与一个具有瞄准具的高倍望远镜组成。两电机可以在一块单片机芯片的带动下,调准望远镜进行寻标。单片机芯片内部有自带 E²PROM,可以记录方位仪每次走过的角度和方向,还可以由液晶屏幕实时显示,精度可以达到 0.01。

电机驱动方面,采用的是 SH2024B5 步进电机驱动器,该驱动器采用的是 PWM 驱动,具有电压范围宽、效率高、相电流、细分数可调等特点。相电流设定为 0.5 A ~ 2 A,细分数设定有 2、5、10、20、40(共 5 档),可满足微步距驱动、方位仪转动平稳、精确度高

等要求。

该方位仪在磁罗经矫正过程中起到了很大的作用,可以观察陆地目标和提供天体目标的方位。还可以测量舷角(船首向线与目标方位线的水平夹角),配合 HMR 罗经得到船舶的真航向和真方位,从而对行进方向和路线作出正确判断。

2 CAN 总线接口电路

CAN 总线接口电路原理简图如图 4 所示,在 dsPIC 与 PCA25C250 之间采用了光电隔离接口,以降低不同系统之间的共模电压串扰,并减少过高的共模电压对器件的损坏,提高系统的可靠性。在总线的两端分别接一个 120 Ω 的电阻,对总线阻抗的匹配具有很大的作用。之所以采用 PCA25C250 作为总线驱动器,是因为它的传输速率可达 1 Mbps,且有很强的抗瞬间干扰和保护总线的能力,可以实现降低射频干扰的斜率控制、热保护、防止电池与地之间短路等功能。为提高接口电路的抗干扰能力,还可考虑以下措施^[6]:①在 82C250 的 CANH、CANL 端与地之间并联 2 个 30 pF 的小电容,以滤除总线上的高频干扰,防止电磁辐射。②在 82C250 的 CANH、CANL 端与 CAN 总线之间各串联 1 个 5 Ω 的电阻,以限制电流,保护 82C250 免受过流冲击。③在 82C250、6N137 等集成电路的电源端与地之间加入 1 个 100 nF 的去耦合电容,以降低干扰。

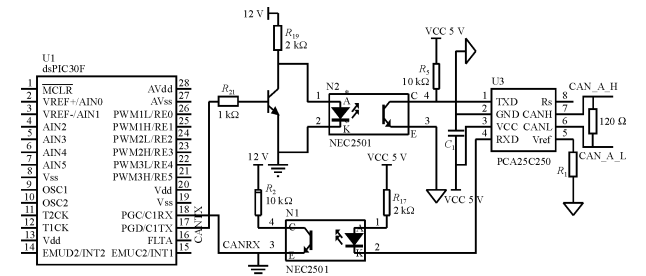


图 4 CAN 总线接口电路原理简图

3 CAN 总线数据实时性与可靠性的研究

在 CAN 网络中,通信是时间触发的,当同一时间有多个报文同时发送时,数据就会出现高峰负荷。这个时候就会出现信息传输不确定、优先级反转等问题,而且实时性受到很大程度的削弱,同时微控制器和应用程序还会出现无意识的副作用。因此为了改善 CAN 总线的实时性能,本研究提出了利用 TTCAN 协议作为解决方案。TTCAN 兼容 CAN 节点^[7],较 CAN 有了很

大的改进:总线上不同的消息定义了不同的时间片段。在同一时间片段内,总线上只能有一条报文传输,这样避免了总线仲裁,也保证了信息的实时性。在遵从 TTCAN 协议的网络中,可以对时间主控节点进行冗余,这样在一定的程度上保证了网络不丢失报文。由于 TTCAN 采用了分时传送,不会出现因网络拥塞而导致的传输延时,保证了实时性,从而不会出现误操作,保证了可靠性。

本研究同时提出了利用 CAN 总线双冗余方法来解决总线故障问题,其思路是对整个 CAN 系统进行冗余。系统运行时,有两套系统同时运行,一套是主系统,另外一套是辅助系统,中间有切换控制器,一旦发现主系统有问题,马上切换到辅助系统。虽然系统复杂度增加了,但是却提高了系统的实时性。

本系统中的 TTCAN 兼容控制器即采用了 TTCAN 协议和双冗余措施,提高 CAN 的实时性和可靠性。

4 CAN 总线防雷抗干扰设计

船在茫茫大海中航行,难免会遇到打雷下雨的时候,以致对整船的电子设备及数据的实时、可靠通信产生很大的影响。因此笔者参考了浪拓电子科技有限公司生产的浪涌保护 BA401N、NUP2105 等产品以进一步完善本研究的数据通信系统。

CAN 总线保护器是一个双向瞬态电压抑制器,用以保护高速和容错 CAN 网中的收发器免受 EMI 和 ESD 的影响。CAN 总线保护方案如图 5 所示,该设计电路在关键的 CAN 网应用中(特别是如雷电等恶劣的环境中),将起到很好的保护作用。其中 BA401N、NUP2105 吸收瞬态电压事件的能量,以避免损坏 CAN 收发器。二极管采用双向配置,防止长电缆的系统因共模电压失调而对正常的数据线路信号造成钳位。

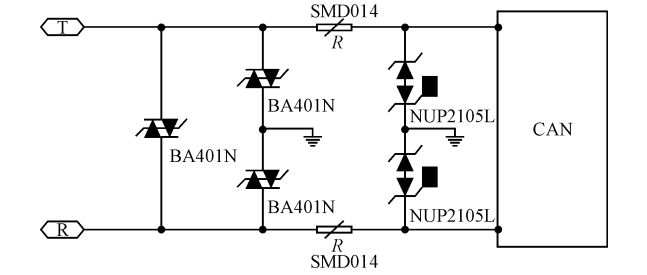


图 5 CAN 总线保护方案

NUP2105L 的小电容非常适合用于数据传输速率高达 1 Mbit/s 的系统。此器件符合 ISO 11898-2 物理层规范,达到了抑制 ESD 和 EMI 的行业标准,并通过可靠的接地大大提高了防护效果。最后,笔者还进行

了抗瞬态干扰能力的测试,发现系统的稳定性有很大提高。

5 抗瞬态干扰能力的测试

为了测试系统的抗干扰能力,本研究采用普锐马电子有限公司生产的群脉冲发生器,实验的工作原理^[8]为:首先用 15 m 左右的总线长度接入 5 个通信主从节点,用快速瞬变脉冲群发生器产生干扰脉冲群(持续大约 200 s,幅度不同的 2.5 kHz 的脉冲干扰串),通过电容耦合夹将脉冲群干扰耦合到 CAN 总线通讯电缆,然后同时发送干扰脉冲与数据信号,再观察主、从节点的数据收发情况,以及主机接收数据的正确性。

在试验中本研究使用 EFT610004B 脉冲群发生器,输出电压为 $0 \sim 4\,500\text{ V} \pm 10\%$,脉冲频率为 2.5 kHz、5 kHz、100 kHz、200 kHz $\pm 10\%$,脉冲串长度为 $5\text{ ns} \pm 30\%$ 。实验结果如表 1 所示。

表 1		
波特率	干扰脉冲幅值/kV	结果
1 Mbps	0.8	通信正常,无失帧,无错误状态
	1	通信不正常,有失帧,有错误状态
	1.2	通信不正常,有失帧,有错误状态
500 Kbps	0.8	通信正常,无失帧,无错误状态
	1	通信正常,无失帧,无错误状态
	1.2	通信不正常,有失帧,有错误状态
250 Kbps	0.8	通信正常,无失帧,无错误状态
	1	通信正常,无失帧,无错误状态
	1.2	通信不正常,有失帧,有错误状态

6 结束语

本研究所提出的基于 CAN 现场总线的船舶数据通信系统较以前设计的 RS485 总线系统有了很大的改进。以前的系统没有实现模块化和通用化,无法实

现灵活组态^[9-11],而且局限于局部的、单一的、独立的监控和管理,而现在的系统采用了 CAN 技术、冗余技术、检验技术以及 TTCAN 协议之后,系统的稳定性、实时性、安全性得到了很大程度的提高,而且配置了大范围、多层次、集中式的管理系统,可以保证现有的硬件资源及未来网络的可扩充性,很好地解决了设备连接问题和数据可靠传输问题。该系统已经在高精度数字磁罗经的项目中得到了很好的应用。

参考文献(References):

[1] 姚建新. 航海数字指向集成系统[D]. 杭州:杭州电子科技大学电子信息学院,2008.

[2] 王 巍,侯利民. 基于混沌优化 PID 控制的渗碳炉温控制系统的研究[J]. 2008,37(3):22-23.

[3] MCFARLANE A. Fieldbus review[J]. **Sensor Review**, 1997,17(3):204-210.

[4] 林 海. CAN 无线接入与 GPS 定位集成装置的研究与实现[D]. 南京:东南大学自动化学院,2004.

[5] 李晋辉. PCI-CAN 总线互连技术及其实现方法的研究[D]. 北京:北京化工大学信息科学与技术学院,2003.

[6] [作者不详]. CAN 总线接口电路设计中的问题[EB/OL]. [2007-07-17]. <http://www.dz kf.cn/html/zonghe-jishu/2007/0717/2386.html>.

[7] 申 剑. 基于 CAN 总线气体监测系统的通讯可靠性分析[J]. 工业控制计算机,2007,20(6):3-5.

[8] 刘艳强. CAN 总线通讯的电磁兼容性能分析与设计[J]. 电子技术应用,2006,32(8):20-30.

[9] PIGGIN R, YOUNG K, MCLAUGHLIN R. The current fieldbus standards situation-a European view[J]. **Assembly Automation**, 1999,19(4):286-289.

[10] 王坚锋,张 任,严 海. 基于 CAN 总线的温室环境控制系统[J]. 轻工机械,2009,27(1):69-72.

[11] 高 俊. 基于 CAN 现场总线技术的智能测控系统的设计[J]. 轻工机械,2006,24(2):103-106.

[编辑:柴福莉]

2010 年 3 月起我国电梯行业开始实施新标准

在新的标准中,客用电梯如果是中分自动门,开关门时间应不超过 3.2 s;如果是旁开自动门,开关门时间应不超过 3.7 s。新标准还对电梯噪声进行了严格区分。规定额定速度小于等于每秒 2.5 米的客用电梯,运行中轿厢内最大噪声值不应超过 55 dB;额定速度在每秒 2.5 m 至 6 m 之间的客用电梯,运行中轿厢内最大噪声值不应超过 60 dB;所有客用电梯在开关门过程中,最大噪声值均不应超过 65 dB。对于客用电梯的安全条件,新标准还专门规定电梯轿厢的平层准确度应控制在正负 10 mm 范围内;电梯在正常运行时,层门必须紧闭不能打开;电梯的信号显示必须清晰、正确。新标准特别提出,电梯轿厢内应设置乘客易于识别和触及的报警装置,该装置应采用一个对讲系统,能与救援服务持续联系;如果电梯行程大于 30 m,在轿厢和机房之间也应设置紧急电源供电的对讲系统或类似装置。新标准还要求,电梯应设置产品标牌,标牌设置在轿厢内明显位置,应采用中文标明,内容包括电梯额定载重量(kg)及客用电梯的客用数、制造商名称或商标等。