

基于 CAN 总线技术的汽车全车电器实验台改造

学校编码: 10384
学号: X2009182002

分类号_____密级_____
UDC_____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

基于 CAN 总线技术的汽车全车电器实验台改造

The transformation of the vehicle electrical test sets based on
CAN bus technology

陈毅龙

指导教师姓名: 陈文芎教授

专 业 名 称: 机械工程

论文提交日期: 2013 年 05 月

论文答辩时间: 2013 年 06 月

学位授予日期:

答辩委员会主席: _____

评阅人: _____

2013 年 05 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

摘要

Can-Bus 总线技术是“控制器局域网总线技术 (Controller Area Network-BUS)”的简称,它具有极强的抗干扰和纠错能力,该技术运用于汽车上,可以减少汽车车体内线束和控制器的接口数量,避免了过多线束存在的互相干涉、磨损等隐患,降低了汽车电气系统的故障发生率,使汽车的防盗性、安全性都得到了较大幅度提升。就目前而言,Can-Bus 总线技术在中、高档轿车以及客车上应用广泛。

目前国内的全车电器教学实验台,各电器之间采用点对点连接方式进行数据传输,该种实验台可以演示各电器工作原理并通过故障设置系统来进行排故练习。

本文针对某款全车电器教学实验台做改造,将电器之间的点对点连接方式改为 CAN 总线控制方式,作为一个对比,直观的展示了 CAN 总线技术减少车体内线束和控制器接口数量的作用,同时也为扩展实验项目提供可能。总的来说,本文主要进行以下几个方面的工作:

- (1) 分析该教学设备的国内外现状并阐述课题的研究意义;
- (2) 记录 PASSAT B5 全车电器实验台上各电器的额定工作电流;
- (3) 在 CAN 通信基础上,提出控制系统的设计方案,选择嵌入式微处理器,进行控制器主控单元和外围电路的设计;
- (4) 网络控制系统的应用层通信协议的设计,分主从节点分别设计 CAN 通信;
- (5) 基于 CAN 总线的全车电器教学实验台的总结与展望。

关键词: CAN 控制器; CAN 网络; 通信

Abstract

Can-Bus bus technology is " controller area network bus technology (Controller Area Network-BUS) " for short, has the strong anti-interference and error correction capability, the technology used in the car, can reduce the number of automobile wiring harness and controller interface, and avoid the mutual interference, wear much hidden trouble of wiring harness existing, reduce failure of automobile electrical system, the security, the safety car would have been substantially improved. At present, the Can-Bus bus technology is widely used in high-end cars and buses.

The present domestic auto electrical appliance of teaching experiment platform, the data transmission to point connection mode between the various electrical appliances, the platform can work principle demonstrating various electric appliances and through fault setting system for troubleshooting exercises.

This paper do transformation in a whole vehicle electrical teaching experiment platform, electric appliance between the point-to-point connections to CAN bus control mode. Through the transformation, experimental project can be opened to increase experiment platform; at the same time, as a contrast, intuitive display of the CAN bus technology to reduce the number of car body harness and controller interface. In general, this paper mainly for the following aspects of work:

- (1) analysis of the status of the teaching equipment and describes the research significance;
- (2) recorded PASSAT B5 auto electrical appliance test bench all appliances with rated current;

(3) based on Can communication, puts forward the design scheme of control system, select the embedded microprocessor, design of main controller and peripheral circuit;

(4) the design of the application layer communication protocol of network control system, realizing the intelligent controller node communication function and the design of PC-CAN communication adapter;

(5) the summary and Prospect of the whole car electrical teaching experiment platform based on CAN bus

Keywords: CAN control; CAN neural network; communication

目录

第一章 绪论	1
1.1 课题研究背景	1
1.2 汽车 CAN 总线国内外发展现状	2
1.2.1 国外研究现状	2
1.2.2 国内研究现状	2
1.3 课题研究意义	3
第二章 总体设计方案	4
2.1 PASSAT B5 全车电器实验台简介	4
2.2 基于 CAN 总线系统的拓扑结构	6
2.2.1 常见的 CAN 总线系统的拓扑结构	6
2.2.2 系统的拓扑结构选择	6
2.3 节点分配	7
2.4 单个节点结构设计	10
2.5 各节点电器工作电流记录与驱动电路设计方案	11
2.6 本章小结	15
第三章 CAN 总线技术基础和通信协议设计	16
3.1 CAN 的性能特点	16
3.2 CAN 总线的协议规范	17
3.2.1 CAN 的分层结构	17
3.2.2 CAN 报文的帧格式	19
3.2.3 CAN 报文的帧类型	21
3.2.4 错误类型和故障界定	25
3.2.5 位定时与同步	27
3.3 SAEJ1939 协议	29
3.3.1 SAE J1939 协议分层结构	29
3.3.2 SAE J1939 协议物理层简介	30
3.3.3 SAE J1939 协议数据链路层	32
3.3.4 1939 协议应用层	38
3.3.5 1939 协议通信方式	38
3.4 系统通信协议定义	40
3.5 本章小结	42
第四章 全车电器实验台 CAN 总线硬件的设计	43
4.1 底层节点模块设计	43
4.1.1 控制器模块设计	43
4.1.2 CAN 收发器模块设计	47
4.1.3 电源模块设计	49
4.1.4 驱动开关模块设计	50
4.2 上位机节点的设计	54

4.2.1 USB 的功能和设计	54
4.2.2 USB 转 UART 传输模块的电路设计	54
4.2.3 CAN 总线传输模块设计	57
4.3 本章小结	58
第五章 通信功能的实现	60
5.1 通信协议设计思路	60
5.2 通信协议的定义	60
5.3 通信功能实现	64
5.3.1 主节点 CAN 通信	64
5.3.2 从节点 CAN 通信	67
5.4 本章小结	69
第六章 总结与展望	70
6.1 总结	70
6.2 展望	70
附录 系统程序片段	71
参考文献	74
致谢	77

厦门大学博硕士论文摘要库

Contents

The first chapter Introduction.....	错误！未定义书签。
1.1 Research background	错误！未定义书签。
1.2 Development of domestic and foreign automotive CAN bus	错误！未定义书签。
1.2.1 Foreign Research.....	错误！未定义书签。
1.2.2 Domestic Research.....	错误！未定义书签。
1.3 Significance research	错误！未定义书签。
The second chapter The overall design scheme	错误！未定义书签。
2.1 PASSART B5 Brief introduction of auto electrical appliance test bench	错误！未定义书签。
2.2 Topological structure based on CAN bus system	错误！未定义书签。
2.2.1 The topological structure of CAN bus system in common..	错误！未定义书签。
2.2.2 Select the topological structure of the system	错误！未定义书签。
2.3 Node distribution	错误！未定义书签。
2.4 A single node structure design	错误！未定义书签。
2.5 The electric current recording and driving circuit design .	错误！未定义书签。
2.6 The summary of this chapter	错误！未定义书签。
The third chapter Design based on CAN bus technology and communication protocol	错误！未定义书签。
3.1 The features of CAN	错误！未定义书签。
3.2 CAN bus protocol specification	错误！未定义书签。
3.2.1 The hierarchical structure of CAN.....	错误！未定义书签。
3.2.2 The frame format of CAN message.....	错误！未定义书签。
3.2.3 Frame type of CAN message.....	错误！未定义书签。
3.2.4 The definition of error types and fault	错误！未定义书签。
3.2.5 Bit timing and synchronization.....	错误！未定义书签。
3.3 SAEJ1939 Protocol	错误！未定义书签。
3.3.1 SAE J1939 Protocol hierarchical structure	错误！未定义书签。
3.3.2 SAE J1939 The physical layer protocol.	错误！未定义书签。
3.3.3 SAE J1939 The data link layer protocols	错误！未定义书签。
3.3.4 1939 The application layer protocol.....	错误！未定义书签。

3.3.5 1939 Communication protocol..... 错误! 未定义书签。
 3.4 The system communication protocol definition 错误! 未定义书签。
 3.5 The summary of this chapter 42

The fourth chapter Design of vehicle electrical experimental

CAN bus hardware..... 错误! 未定义书签。

4.1 Module design of node 错误! 未定义书签。
 4.1.1 The controller module design..... 错误! 未定义书签。
 4.1.2 The design of transceiver module CAN... 错误! 未定义书签。
 4.1.3 The power module design..... 错误! 未定义书签。
 4.1.4 Drive switch module design..... 错误! 未定义书签。
 4.2 Design of the host computer node 错误! 未定义书签。
 4.2.1 The function and design of USB..... 错误! 未定义书签。
 4.2.2 The circuit design of USB UART transmission module 错误!
 未定义书签。
 4.2.3 Design of CAN bus transmission module.. 错误! 未定义书签。
 4.3 The summary of this chapter..... 58

The fifth chapter Realization of communication function. 错

误! 未定义书签。

5.1 Design ideas of communication protocol 错误! 未定义书签。
 5.2 The definition of communication protocols . 错误! 未定义书签。
 5.3 Communication Function 错误! 未定义书签。
 5.3.1 The master node CAN communication..... 错误! 未定义书签。
 5.3.2 CAN communication from the node..... 错误! 未定义书签。
 5.4 The summary of this chapter 69

The sixth chapter Summary and Outlook..... 70

6.1 Summary 70
 6.2 Outlook 70

References..... 71

Reference documentation..... 74

Acknowledgements..... 错误! 未定义书签。

第一章 绪论

1.1 课题研究背景

控制器局域网 CAN(Controller Area Network)是由 Bosch 公司在 20 世纪 80 年代初开发的一种串行多主总线通讯协议。它具有高传输速率,高抗电磁干扰性,并且能够检测出发生的几乎任何错误。由于其卓越性能,CAN 已广泛应用于交通工具、工业自动化、航天、医疗仪器以及建筑、环境控制等众多领域。

现代汽车越来越多地采用电子装置控制,如发动机控制、加速/刹车控制、防抱死系统(ABS)、防滑控制系统(ASR)、废气再循环系统、巡航系统、空调系统、车身电子控制系统(包括照明指示和车窗,雨刮器等)等。汽车内部所具有的控制器、执行器以及传感器的数量很多,要实现汽车的控制就必需检测及交换大量数据。使用 CAN 通信技术组成汽车内部网络,可满足汽车各 ECU(Electronic Control Unit,电子控制单元)对控制和数据通信的需要^[1]。

CAN 总线技术具有极强的抗干扰和纠错能力,该技术运用于汽车上,可以减少汽车车体内线束和控制器的接口数量,避免了过多线束存在的互相干涉、磨损等隐患,降低了汽车电气系统的故障发生率,使汽车的防盗性、安全性都得到了较大幅度提升。事实上,在现代汽车中,采用总线的意义已远远超出节省电线的范围,它已成为车内各零部件实施信息交互的标准接口。整车的总线网络成为整车的电器平台,也就是说只要有总线存在,就可以在这个总线平台上不断增加汽车的智能化零部件。总线技术促进了汽车智能化的发展。

自上世纪 90 年代引进以来,CAN 技术在我国正迅速普及推广,越来越多的车上采用总线技术,其必然成为未来汽车的标准技术和配置。

1.2 汽车 CAN 总线国内外发展现状

1.2.1 国外研究现状

早在 20 世纪 70 年代末, 众多国际知名的汽车公司就积极致力于汽车总线技术的研究及应用, 如 BOSCH 公司的 CAN、马自达的 PALMNET、德国大众的 ABUS 等。其中 CAN 总线由于其技术背景和来源于工业现场总线和计算机局域网这样非常成熟的技术, 现已成为汽车总线的主流技术和标准。世界上很多著名的汽车制造厂商, 如 Volkswagen(大众)、Porsche(保时捷)、Rolls—Royce(劳斯莱斯)、等都已经采用 CAN 总线来实现汽车内部控制系统的数据通信^[2]。

CAN 总线在汽车电子系统中得到广泛应用, 已成为欧洲汽车制造业的主体行业标准, 代表着汽车电子控制网络的主流发展趋势。现代汽车越来越多地采用电子装置控制, 例如发动机的定时注油控制、加速、刹车控制及防抱死刹车系统(ABS)等。

1.2.2 国内研究现状

以前, 国内批量生产的轿车如上汽的桑塔纳、一汽的捷达和奥迪、神龙的富康以及天汽的夏利等多属于中低档轿车, 这些轿车都没有进行网络化设计, 可以说以前国内汽车在 CAN 总线技术的应用上是一个空白。直到最近几年, 国内各汽车公司从国外引进了一些电控技术含量较高的新车型。完全引进国外技术生产的奥迪 A6 车型已于 2000 年起采用总线替代原有线束, 帕萨特 B5、BORA、POLO、FIATPAL10 和 SIENA 等车型也都不同程度地使用了总线技术, 这些技术主要是以 CAN 总线技术为主, 绝大部分应用在动力总线系统中, 其核心技术仍掌握在国外的厂商手中, 而在绝大部分国产中低档汽车(包括卡车和货车)上, 由于技术上的因素和成本上的因素和成本上的限制, 仍采用传统的传输系统。

我国总线技术处于试验和起步阶段, 绝大部分的汽车还没有采用汽车总线设计。但 CAN 总线技术已经开始引起国内一些汽车研发部门的关注, 比如上海同济同捷科技股份有限公司, 已经开始了对汽车车身电子信息网络控制系统研制并取得一定的成果。他们应用 CAN 总线系统来控制管理整车车身电器, 现阶段已经实现汽车照明、灯光信号、雨刷电机、喇叭、电

动车窗、中控锁等的管理与控制，同时具有实时检测故障及语音报警功能，兼有遥控、防盗和集控锁功能，形成了车身电器信息通信交互式网络控制系统。该网络控制系统将在中国汽车电子自主开发的舞台上扮演重要角色，这是国内汽车电子技术同国外竞争的最好平台，并且以此为起点，拓展其他汽车电子技术领域，提高中国汽车电子技术及整车的国际竞争力^[3]。

1.3 课题研究意义

目前全车电器实验台多采用某型号轿车的电器配件按车上相对位置安装在实验台上的方式设计制造，这类全车电器实验台各电器之间采用点对点方式连接，在实验台上可清晰的看到各电器的连接线束。

实验台可实现的实验项目有两种：一是可演示启动、充电、雨刮器、喷水电机、喇叭、电动门窗、电动后视镜、中控锁、收录机、电动天线、仪表、照明等工作情况，学生通过观察获得感性认识；二是在连接各执行器的线路上设置继电器开关，通过断开开关来设置断路故障，学生可通过万用表、汽车专用故障检测仪等设备做排故练习。

本文拟对 PASSAT B5 全车电器实验台做改造，将各电器之间点对点的连接方式改成 CAN 总线连接方式。通过改造，增加实验台可开设的实验项目，使学生了解汽车 CAN 总线系统的构成和工作原理，并掌握通过 CAN 总线的诊断功能检测电器故障的能力。同时，作为一个对比，改造后的全车电器实验台直观的展示了 CAN 总线技术减少车体内线束和控制器接口数量的作用。该改造的另一个意义在于，将市场上已有的全车电器实验台和汽车 CAN 系统实验台合二为一，减少学校在硬件资源上的重复投入，节约教学成本。

第二章 总体设计方案

2.1 PASSAT B5 全车电器实验台简介

PASSAT B5 全车电器实验台由南京康拜尔公司研发制造，实验台全景图如图 2-1 所示。



图 2-1 PASSAT B5 全车电器实验台全景图

实验台由以下系统组成：原车全车灯光组件、原车车外信号组件、原车车内信号及控制组件、原车门锁门窗组件、原车后视镜组件、原车雨刮组件、电动电源系统、故障设置排除系统。该实验台可展示全车电器工作

原理并通过故障设置排除系统进行电器的排故实验。PASSAT B5 实验台电器布置简图如图 2-2 所示。

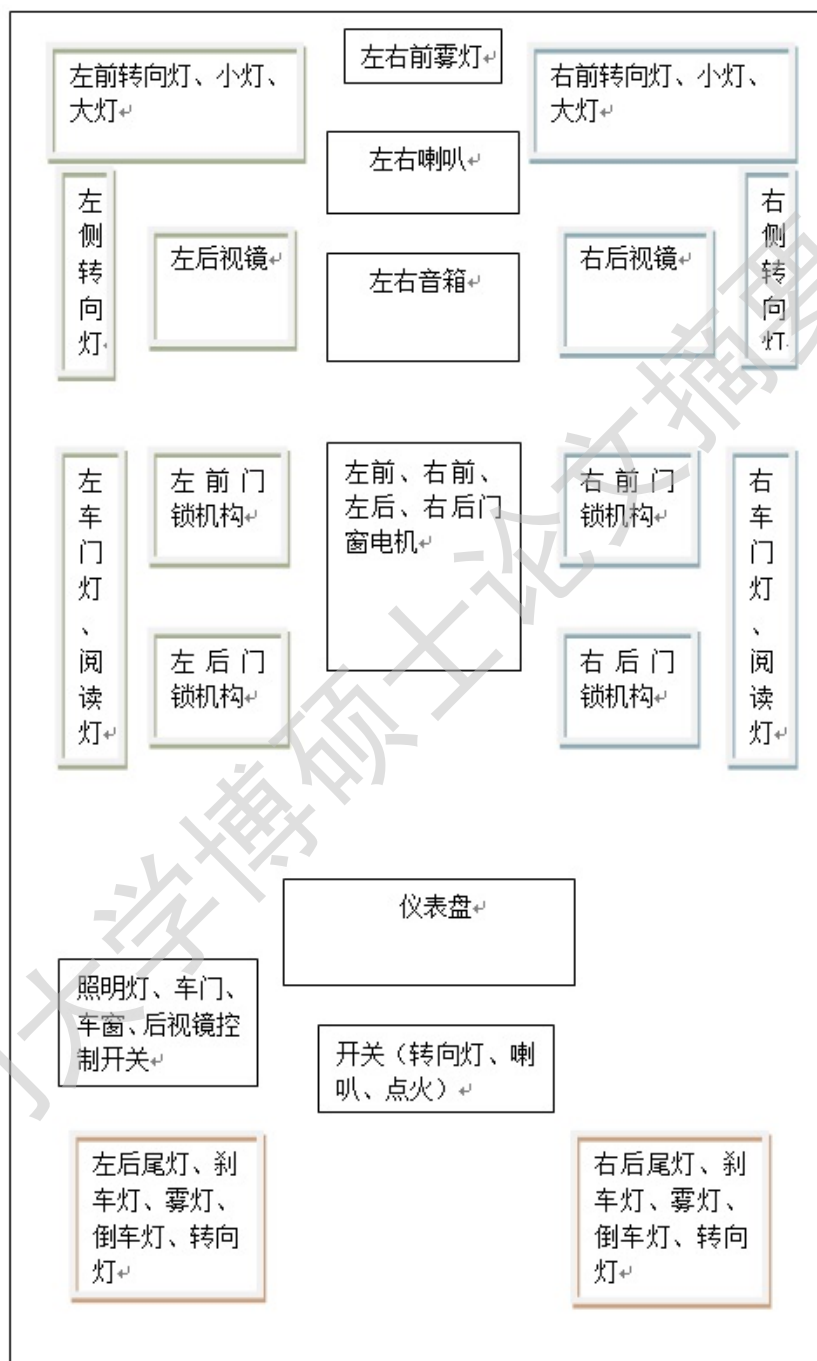


图 2-2 PASSAT B5 实验台电器布置简图

2.2 基于 CAN 总线系统的拓扑结构

2.2.1 常见的 CAN 总线系统的拓扑结构

按照 CAN 总线协议，CAN 总线可以使用任意拓扑结构，但一般来说，CAN 总线主要有以下 4 种常见的拓扑结构^[4]。

(1) 总线拓扑

总线形拓扑结构由单根电缆组成，该电缆连接网络中所有的节点。单根电缆称为总线，它支持一种信道，因此所有节点共享总线的全部带宽。在总线网络中，当一个节点向另一个节点发送数据时，所有节点都可以侦听该数据，当目标节点接收并处理发送给它的的数据后，其他节点才将忽略该数据。

(2) 环形结构

在环形拓扑结构中，每个节点与两个最近的节点相连接以使整个网络形成一环，数据延着环向一个方向发送。环中的每个节点如同一个能再生和发送信号的中继器，它们接收环中传输的数据，再将其发送到下一个节点。

(3) 星形拓扑

在星形拓扑结构中，网络中的每个节点通过一个中央设备，如集线器连接在一起。网络中的每个节点将数据发送到中央设备，再由中央设备将数据发送到目标节点。

(4) 网状拓扑

在网状拓扑结构中，每两个节点之间都直接互联的。网状拓扑常用于广域网，在这种情况下，节点是指地理场所。由于每个节点是互联的，数据能够从发送地直接传输到目的地。如果一个连接出了问题，将能够轻易并迅速地更改数据的传输路径。由于对两节点之间的数据传输提供多条链路，因此，网状拓扑是最具容错性的网络拓扑结构。

2.2.2 系统的拓扑结构选择

在环形拓扑结构中，当环中的节点不断增加时，响应时间也就变得越来越长，因此单纯的环形拓扑结构非常不灵活且不易于扩展。网状拓扑结构的一个缺点是成本问题，将 CAN 网络中的每个节点与其他节点相连接需

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库