



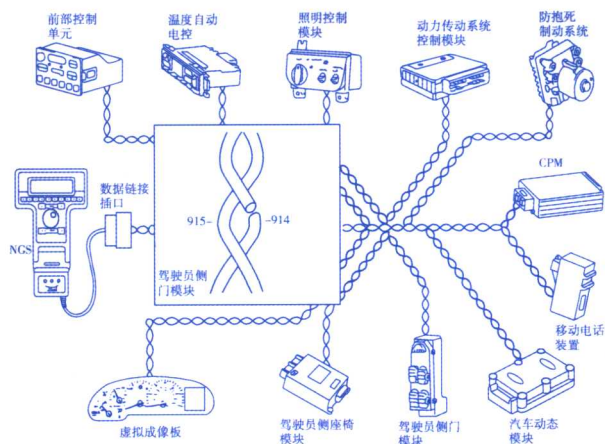
交通职业教育教学指导委员会推荐教材
全国交通高级技工学校、技师学院汽车维修专业教学用书

汽车维修专业技师教材

汽车单片机及车载网络系统

QICHE DANPIANJI JI CHEZAI WANGLUO XITONG

● 林为群 主编 ● 裘玉平 主审



人民交通出版社

China Communications Press



汽车单片机及车载网络系统

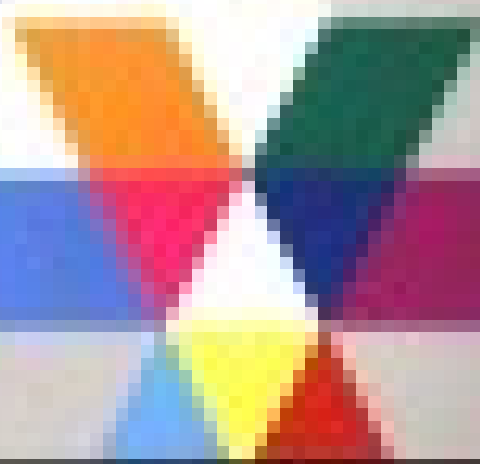
汽车单片机及车载网络系统

汽车单片机及车载网络系统

作者：张三 李四 编著



清华大学出版社





交通职业教育教学指导委员会推荐教材
全国交通高级技工学校、技师学院汽车维修专业教学用书



汽车维修专业技师教材

汽车单片机及车载网络系统

● 林为群 主编 ● 裘玉平 主审

人民交通出版社

内 容 提 要

本书是交通职业教育教学指导委员会推荐教材,也是汽车维修专业技师教材。由交通职业教育教学指导委员会汽车(技工)专业委员会根据全国交通技师学院汽车维修专业教学计划与教学大纲,以及交通行业职业技能规范和技术工人等级标准组织编写而成。

本书内容主要包括:汽车电子控制与车载网络综述、汽车单片机基础、接口基础、汽车网络概念、汽车网络的 CAN-BUS 协议格式、汽车车载网络 CAN-BUS 系统和汽车车载网络 CAN-BUS 系统的检修,共七个单元。

本书供全国交通高级技工学校、技师学院汽车维修专业教学使用,也可作为相关行业岗位培训或自学用书,同时可供汽车维修技术人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车单片机及车载网络系统 / 林为群主编. —北京: 人民交通出版社, 2007. 5

ISBN 978-7-114-06474-6

I. 汽… II. 林… III. ①汽车-单片微型计算机②汽车-计算机网络 IV. U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 041591 号

书 名: 汽车单片机及车载网络系统

著 作 者: 林为群

责任编辑: 贾秀珍

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpress.com.cn>

销售电话: (010)85285838, 85285995

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 廊坊市长虹印刷有限公司

开 本: 787×960 1/16

印 张: 16.5

字 数: 285 千

版 次: 2007 年 5 月第 1 版

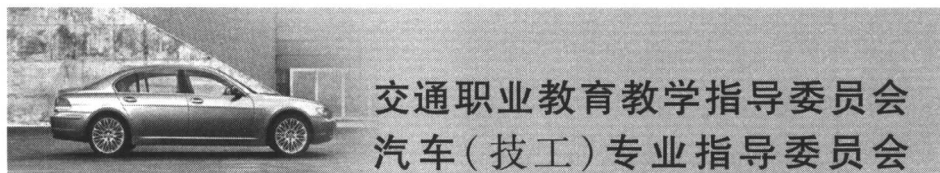
印 次: 2007 年 5 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-06474-6

印 数: 0001-5000 册

定 价: 28.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)



主任委员：李福来

副主任委员：金伟强 戴 威

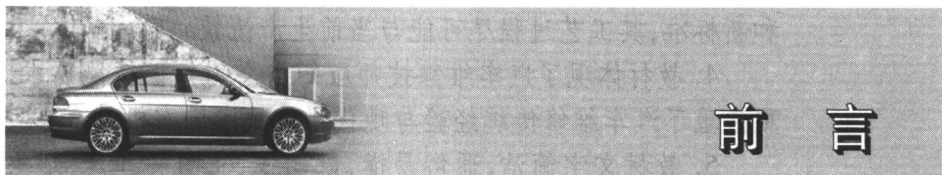
委 员：王少鹏 王作发 关菲明 孙文平

张吉国 李桂花 束龙友 杨 敏

杨建良 杨桂玲 邵登明 胡大伟

雷志仁

秘 书：张则雷



前言

为贯彻落实《国务院关于大力发展职业教育的决定》以及教育部等六部门《关于实施职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》精神,适应汽车工业飞速发展和汽车运用与维修专业技能型紧缺人才培养的需求,交通职业教育教学指导委员会汽车(技工)专业指导委员会组织全国交通高级技工学校和技师学院专业教师,按照《全国交通技师学院汽车维修专业教学计划与教学大纲》以及汽车维修技师职业标准的要求,编写了汽车维修专业技师教材,供全国交通高级技工学校和技师学院汽车维修专业教学使用。

本系列教材总结了全国交通高级技工学校、技师学院多年来的专业教学经验,注重以学生就业为导向,以培养能力为本位,教材内容符合汽车维修专业教学改革精神,适应汽车维修行业对技能型紧缺人才的要求,具有以下特点:

1. 采用计划叠加方式构建技师教材体系。全国交通高级技工学校通用教材中的《汽车发动机电控系统检修》等7门专项高级技能训练教材由本次编写出版,也可与汽车维修专业技师教材配套使用。在此基础上增加了《汽车维修案例分析》等7门维修管理及维修经验类教材,形成了一套完善的汽车维修专业技师教材体系。

2. 教材内容与技师等级考核相吻合,便于学生毕业后适应岗位技能要求。

3. 教材注重实用性,体现先进性,保证科学性,突出实践性,贯穿可操作性,反映了汽车工业的新知识、新技术、新工艺和新标准,其工艺过程尽可能与当前生产情景一致。

4. 教材体现了汽车维修技师应知应会的知识技能要求,更注重了汽车维修传统经验与现代维修技术的有机结合。

5. 教材文字简洁,通俗易懂,以图代文,图文并茂,形象直观,形式生动,容易培养学生的学习兴趣,提高学习效果。

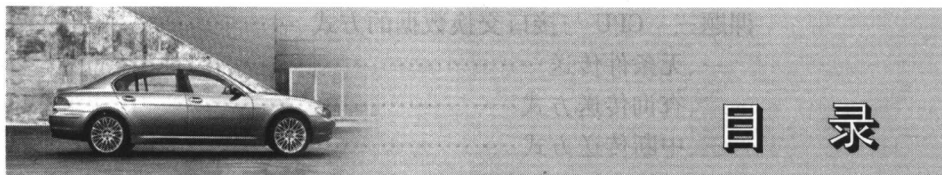
《汽车单片机及车载网络系统》教材是按照劳动和社会保障部关于汽车维修技师的职业标准和“高等职业教育汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养指导方案”的要求编写的。其教学目标是结合汽车单片机及车载网络系统的基本组成、概念、CAN-BUS 的协议格式,掌握汽车车载网络 CAN-BUS 系统和检修方法,学习汽车单片机及车载网络系统应用技术。

本书由天津交通职业学院林为群担任主编(编写单元一),并负责全书的修编;参加编写的人员有:山东省交通技术学院李秉玉、刘海峰(编写单元二至单元五),天津交通职业学院林为群、辛勤(编写单元六、单元七);全书由浙江交通技师学院裘玉平担任主审。本书编写过程中,天津市优耐特汽车电控技术服务有限公司在资料与技术上给予了大力支持。

由于编者的经历和水平有限,加之汽车维修技师教材是首次编写,教材内容难以覆盖全国各地的实际情况,希望各教学单位在积极选用和推广本套教材的同时,注重总结经验,及时提出修改意见和建议,以便再版修订时改正。

交通职业教育教学指导委员会
汽车(技工)专业指导委员会

2007年2月



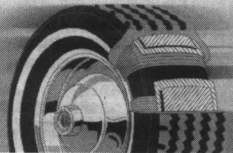
目 录

单元一 汽车电子控制与车载网络综述	1
一、网络技术在汽车上的应用	2
二、信息技术在汽车上的应用	5
三、网络与信息技术在汽车上应用的发展趋势	8
四、汽车电子控制技术概况	8
单元二 汽车单片机基础	15
课题一 单片机概述	15
一、单片机的基本知识	15
二、微型计算机的工作原理	16
三、汽车微型计算机的硬件系统	16
四、汽车微型计算机的软件系统	17
五、汽车局域网的基本概念	18
课题二 处理器、存储器的基本概念	18
一、汽车单片机的中央处理器(CPU)	18
二、汽车单片机的存储器组织	21
课题三 常用汽车单片机的结构框架	25
一、MCS-51 单片机	25
二、P87-C591 单片机	27
单元三 接口基础	31
课题一 接口及接口技术、功能与组成	31
一、微型计算机的 I/O 接口技术概述	31
二、接口与端口	33
三、数据总线的隔离	34
四、I/O 端口的编址方式	36
课题二 接口电路的结构形式	37
一、串行接口	37

二、并行接口	41
三、并行通信与串行通信的比较	41
课题三 CPU 与接口交换数据的方式	42
一、无条件传送	42
二、查询传送方式	43
三、中断传送方式	44
四、DMA(直接存储器存取)传送方式	46
单元四 汽车网络概念	50
课题一 现场总线基础与汽车电气数据总线	50
一、现场总线简介	50
二、CAN 的发展历程及前景展望	51
三、CAN 总线的特点及组成	52
四、CAN 总线的位数值表示与通信距离	54
课题二 多路总线传输系统	55
一、多路总线传输系统概述	55
二、多路总线传输系统的应用	58
课题三 CAN 物理层模型	60
一、CAN 物理层模型	60
二、位编码/解码	60
三、同步	61
课题四 CAN 技术规范介绍	63
一、简介	63
二、基本概念	64
三、报文传输	68
四、报文滤波	76
五、报文校验	76
六、编码	77
七、错误处理	77
八、故障界定	78
单元五 汽车网络的 CAN - BUS 协议格式及应用	80
课题一 独立控制器 SJA1000	80
一、SJA1000 概述	80
二、SJA1000 的内部结构及引脚定义	81
三、SJA1000 在系统中的位置	83

四、SJA1000 的典型应用电路	83
课题二 Basic CAN 与 Peli CAN 的区别	85
一、与 PCA82C200 的兼容性	85
二、Basic CAN 和 Peli CAN 模式的区别	86
课题三 Basic CAN 与 Peli CAN 的寄存器及功能	87
一、Basic CAN 的寄存器及其功能描述	87
二、Peli CAN 的寄存器及功能	98
课题四 CAN 总线的驱动器	116
一、CAN 总线驱动器 82C250	116
二、CAN 总线驱动器 TJA1050	119
三、PCA82C250/251 与 TJA1040、TJA1050 的 比较和升级	122
四、工作模式	124
五、互操作性	125
六、总线长度及节点数的确定	127
单元六 汽车车载网络 CAN - BUS 系统	131
课题一 车载网络系统的控制单元	131
一、CAN 总线各控制单元的功能及位置	132
二、CAN 总线各控制单元的拆装及注意事项	146
课题二 CAN 数据总线的驱动装置	153
一、CAN 驱动装置数据总线系统	153
二、CAN 舒适模式数据总线系统	153
三、数据总线诊断插接器的连接与 CAN 数据的读取	160
课题三 车载网络系统的附属装置	187
一、网关功能概述	187
二、车载网络系统控制单元功能及其电路	187
三、车载网络系统控制单元主要附属装置	195
单元七 汽车车载网络 CAN - BUS 系统的检修	200
课题一 车载网络系统典型结构	200
课题二 车载网络故障的诊断	209
一、诊断策略	209
二、网络诊断流程	210
三、按故障码(DTC)进行诊断	217
四、数据链接诊断过程	220

五、间歇性故障	222
课题三 CAN - BUS 网络故障维修	225
课题四 车载网络系统典型故障案例分析	231
一、故障实例	231
二、更换控制单元后的操作步骤(匹配)	234
参考文献	253



单元一 汽车电子控制与车载网络综述

知识目标

1. 简单叙述网络技术在汽车上的应用及其发展趋势;
2. 正确描述汽油车电子控制技术的主要项目及作用;
3. 简单叙述柴油车电子控制技术的主要项目及作用。

技能目标

会正确识别汽车网络组件。

汽车问世 120 多年以来,一直在更新换代。现代汽车已集机械、电子、液压、光缆、计算机、自动控制和信息技术等综合学科与技术于一身。

汽车电子控制技术是以汽车微电子、汽车电器技术、汽车新材料与新工艺为基础,应用电子技术、计算机与通信技术快速发展的成果,使汽车电子控制的范围、精度、智能化及人性化水平不断提高的多项技术综合应用的统称。

汽车电子控制属于过程控制,而过程控制是自动控制技术的一个重要分支,它强调控制的连续性、实时性和控制性能的整体性。进入 20 世纪 90 年代以来,过程控制不断融合微机处理机、数据库、信号处理、计算机网络及通信等先进技术,正在形成高新技术的密集型产业的格局,即以计算机集成控制系统 CIMS 为目标,集合控制、优化、调整及管理于一体的新模式,从而使过程自动化控制拓展为整个过程的控制、调度和决策。当然,要在汽车中实现自动控制,其前提是采用汽车单片机。众所周知,电子计算机的发展大致已经历了四代。

第一代——电子管时代(1946~1958 年)。第一台电子计算机是 1946 年由宾夕法尼亚大学研制出的,使用了 18 000 个电子管、1 500 个继电器;占地面积为 150m²,质量为 30t;耗电达 140kW,花费资金 100 多万美元,运算速度却只有 5 000 次/s。但它奠定了以后计算机发展的基础。当时的计算机软件主要用机器语言编制程序,其主要用途是科学计算。

第二代——晶体管时代(1958~1964 年)。计算机的逻辑元件为晶体管。软件开始使用各种高级语言编制程序。计算机的应用已发展至各种事物的数据处理,并开始用于工业控制。

第三代——集成电路时代(1964 ~ 1971 年)。计算机的逻辑元件为小规模集成电路(SSI)和中规模集成电路(MSI)。软件方面出现了分时操作系统,会话式的高级语言也有了相当发展。计算机的应用已开始用于企事业管理与工业控制。

第四代——大规模集成电路时代(1971 年至今)。计算机的逻辑元件为大规模集成电路(LSI)。软件性能也有极大的提高,计算机应用也进入了网络时代。电子计算机在数字逻辑运算、推理、自动控制等方面显露出非凡的功能后,在各种控制领域开始对计算机技术发展提出了与传统大量高速计算完全不同的要求,即面对控制对象、各种传感器信号、人机交互操作控制,能方便地嵌入工控应用系统中等。因此,单片微型计算机(简称单片机)应运而生。

单片机也被称做“微控制器”、“嵌入式微控制器”,就是把电脑的处理器 CPU、存储器以及外围接口电路(如 I/O 电路)都集成在一块芯片上,拥有计算机的基本功能,由于本身的集成度相当高,内存容量有限,接口电路也不多,所以适用于一般小系统中。也就是说单片机是在一块高精度、高密度、多层电路板上把 CPU、存储器以及 I/O 接口电路等大规模集成电路组装在一起而成的微机。单片机一词最初是源于“Single Chip Microcomputer”,简称 SCM。在单片机诞生时,SCM 是一个准确、流行的称谓,“单片机”一词准确地表达了这一概念。随着 SCM 在技术上、体系结构上不断扩展其控制功能,单片机已不能用“单片微型计算机”来准确表达其内涵。国际上逐渐采用 MCU(Micro Controller Unit)来代替,形成了单片机界公认的、最终统一的名词。在国内因为“单片机”一词已约定俗成,故而继续沿用。

汽车制造业在大量应用电子设备和电子控制单元实施过程控制中,针对传统线束车身布线长而复杂、运行可靠性低、故障维修难度大等缺陷,以及汽车综合控制系统中大量的数据信息共享于不同的电子单元中,且大批的控制信号也需要进行实时快速、准确交换的要求,已在运用现场控制和计算机网络技术的基础上,开发出各种适用于汽车的网络技术和信号处理技术。

一、网络技术在汽车上的应用

车载网络系统可以实现信息共享、减少布线、降低成本和提高总体可靠性。通常的车载网络系统采用多条不同速率的总线分别连接不同类型的节点,并通过网关服务器来实现整车的信息共享和网络管理。

1. 计算机集成控制系统(CIMS)在汽车内部的应用概况

汽车应用网络技术解决了汽车一直存在分散控制(用一个微控制器控制一个部件)和集中控制的矛盾。汽车集中控制系统又分为:完全集中式控制系统

(如:采用一个微机系统分别控制汽车优化点火、牵引力控制、超速报警、防滑制动、自动门锁和防盗等);分级式控制系统(如:采用1台中央控制计算器指挥4台微机,分别控制汽车数据传输、优化点火、燃油喷射、防滑制动等);分布式集中控制(如:日本五十铃生产的汽车 ITEC 系统,对发动机的点火、燃油喷射、怠速及废气再循环进行分块集中控制,根据汽车的各大组成部件——发动机、底盘、信息、显示和报警等部件进行分布式集中控制)。上述各类控制各有优缺点,例如完全集中式控制,一旦微机出现故障将导致全车瘫痪。但采用网络技术后,进行环形网控制,共用所有传感器和其他设备,即使个别微机出现问题,整车还可正常运行。

车载网络系统具有以下优点:

(1) 结构配置的灵活性。容易针对不同的汽车电子设备在无需重新设计整个系统的前提下,进行组成结构的配置就可使用或扩展其功能。

(2) 系统开发的方便性。系统所用软硬件均是通用器件,便于设计人员的开发和升级。

(3) 信息使用的一致性。子系统均使用同一信息(或数据),既能减少传感器的数量,又可提高子系统的控制精度。

(4) 降低成本的可行性。减少所需传感器、导线束及接插件的数量,减轻安装工作量、降低生产成本。

(5) 功能扩充的现实性。可在不增加硬件的情况下提高、扩充子系统功能,易于大量资料的流通交换。

(6) 自我诊断的完善性。使车载电子设备的自我诊断更加完善。

2. 车载网络标准

目前有多种汽车网络标准,所侧重的功能不同,SAE 车辆网络委员会将汽车数据传输网划分为 A、B、C 三类。A 类面向传感器、执行器控制的低速网络,主要应用于电动门窗、座椅调节、灯光照明等控制,数据传输速率通常只有 1 ~ 10kbit/s(千比特/秒)。B 类面向独立模块间资料共享的中速网络,传输速率一般为 10 ~ 100kbit/s,主要应用于车辆电子信息中心、故障诊断、仪表显示、安全气囊等系统,以减少冗余的传感器和其他电子部件。C 类面向高速、实时闭环控制的多路传输网,最高的传输速率可达 1Mbit/s,主要用于悬架控制、牵引控制、发动机控制、ABS 等系统,以简化分布式控制和进一步减少车身线束。

三类网络功能均向上涵盖。到目前为止,能够满足 C 类网要求的汽车控制局域网有 CAN(Controller Area Network,控制单元区域网络的缩写)协议。按汽车局域网发展趋势,CAN 的 C 类网将逐步普及且占据主导地位。

3. CAN 的主要特性及其应用

(1) CAN 数据传输系统概述。

CAN 协议。电子计算机各电控单元必须使用和解码相同的电子语言,称之为“协议”。

数据总线。20 世纪 80 年代中期,随着微处理器与计算机功能的不断增强和价格的急剧降低,计算机与计算机网络系统得到迅速发展。处于生产过程底层采用自封闭式控制的测控自动化系统,难以实现设备之间以及系统与外界之间的信息交换,使自动化系统成为“信息孤岛”。现场总线作为过程自动化、制造自动化、数字、交通等领域现场智能设备之间的互联通信网络,沟通了生产过程现场控制设备之间及其与更高控制管理层网络之间的联系,为彻底打破自动化系统的信息孤岛创造了条件。经过发展的现场总线经 3C 技术(计算机、通信、控制)在信息传输方法的革新与系统开放和互操作要求的合力推动下,终于超越了传统的分散控制系统 DCS (Distributed Control System 的简称,国内一般习惯称为集散控制系统),将信息化、网络化结合于底层系统,为 CIMS 的发展打开了广阔的空间。现场总线技术特点有:

① 网络系统的开放性。开放是指对相关标准的一致性、公开性,强调对标准的共识与遵从。系统可以与世界上任何地方遵守相同标准的其他设备或系统连接,使各不同厂家的设备之间可实现信息交换。

② 互操作性与互用性。互操作性指实现互联设备间、系统间的信息传送与沟通,现场总线既可实行点对点的通信,也可实现一点对多点的通信;互用性指不同生产厂家的性能类似的设备可实现相互替换,大大减少设备备件库存量。

③ 设备智能化与自治。现场总线将传感测量、补偿计算、工程量处理与控制等功能分散到现场设备中完成,仅靠现场设备即可完成自动控制的基本功能,并可随时诊断设备的运行状态。

④ 系统结构高度分散。这种分散性结构简化了系统结构,提高了可靠性。而且在增加现场设备或现场仪表时,只需并行挂接到电缆上而无需架设新电缆。

⑤ 现场环境的适应性。工作在生产现场前端,作为工作网络底层的现场总线与现场设备的前端相连接,可支持双绞线、同轴电缆、光缆、射频、红外线、电力线等,有较强的抗干扰能力,采用两线制实现供电与通信,可满足本质安全防爆要求。

把现场总线运用在汽车上,无论车上有多少块电控单元,信息容量有多大,每块电控单元都只需引出两条线共同接在两个节点上,这两条导线就称作数据

总线(图 1-1),亦称为 BUS 线。

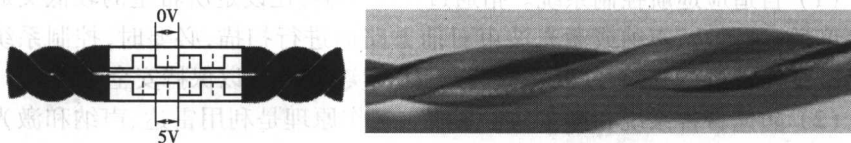


图 1-1 数据总线

(2) CAN 数据传输系统的优点。数据总线与其他部件组合在一起就成为数据传输系统,CAN 数据传输系统的优点是:用最少的传感器信号线,使传感器信号传递高速数据;最小化应用电控单元及其插脚,节省电控单元占有的空间;仅需软件升级即可增加系统新的功能;各电控单元对所连接的 CAN 总线进行实时监测,出现故障时会自动及时地存储故障码;CAN 数据总线符合国际标准,以利于同一辆汽车上能在不同厂家的电控单元间进行数据交换。用 CAN 组成汽车网络系统资料信息量非常大,有快速变化信号和渐变信号。为保证总线上交通畅通,要求合理地安排信息总线访问优先级,重要信息在发生总线访问冲突时优先发送。各电子控制单元正常工作所能容许的最大时间延迟是决定资料总线访问优先级的最主要因素。对转矩、车速及发动机转速等快速变化的信号必须进行高速采样,并以相应的速率在总线上传输,数据的总线访问优先级也高。对进气温度、冷却液温度、燃油温度等变化较慢的信号每隔 100ms 或 1min 采样一次就完全足够,数据的总线访问优先级相应地就低。同样,如果一个参数信号对控制系统的正常工作显得非常重要,也可获得较高的优先级。但数据的总线访问优先级的设定是随着各种外部参数和汽车的驾驶情况变化而不断变化的。如发动机控制,无论是点火时间控制,还是燃油喷射控制,都必须和发动机的转速同步,发动机转速较高时,控制信号的总线访问优先级提高,发动机转速较低时,控制信号的总线访问优先级相应降低。

二、信息技术在汽车上的应用

信息技术在汽车上的应用指运用全球定位系统(GPS)、地理信息系统(GIS)、移动通信网络以及国际网络传输控制协议(TCP/IP)等技术原理,在汽车上实现数据传递、话音通信、目标跟踪、自动报警及各种公众信息、实用信息服务的功能。其主要用于车辆安全系统,电子导航系统,智能交通系统,网络、通信、车身前后摄像系统和移动多媒体系统。

1. 车辆安全系统

车辆安全系统指应用电子信息技术改善车辆人机系统的安全性,实现车辆

高智能化,避免事故发生,在出现突发事件时减少伤害程度,主要有以下类型。

(1) 自适应巡航控制系统。指通过控制车辆,在设定所希望的较低交通行驶速度后,用雷达、声纳或激光波束对前方路面进行扫描,必要时,控制系统将自动减少发动机节气门开度,降低挡位,甚至实施制动,以保持安全车距。

(2) 防撞警告系统和撞车通告系统。工作原理是利用雷达、声纳和激光波束扫描潜在障碍,在将发生撞车事故的危险之前,发出警告信号并引入自动制动技术。如果与 GPS 接收机结合使用,在 GSM 公网覆盖区域,撞车通告系统还可以给救助机构(120)提供车辆精确位置信息,急救中心可快速派车现场救护。国外最近推出 Teletad 紧急求救系统,一旦汽车发生事故,车门即自动打开,危险信号灯也随之亮起,并借助网络通知有关的救助中心。

(3) 集成安全系统。凭借先进的电子技术和集成技术,着眼于驾驶的各个环节,如安全带预张紧和过张紧装置、帘式头部气囊、主动膝部护膝、自适应能量吸收转向柱等,调动车辆上所有安全因素,为车上人员提供全面、全程的防护。

(4) 被盗车辆寻回系统。利用 Internet 设定汽车警戒区域,进入汽车防盗状态。一些被盗车辆寻回系统需要车主授权才能启动发射机进行自动车辆跟踪,而另一些被盗车辆寻回系统则在车辆遭到入侵或未经允许被开走时,自动启动发射器进行跟踪,并使用 GSM 公网向 110 迅速报警。

2. 电子导航系统

完整的汽车导航系统,包括全球定位系统(GPS)和车辆自动导航系统,由 GPS 天线,集成了显示屏幕、功能按键的主机以及语音输出设备(利用汽车音响系统,输出语音提示信息)构成。全球定位系统,根据美国发射的 24 颗卫星提供的信号可随时确定车辆当前的准确位置。车辆自动导航系统,是根据 GPS 接收机提供的车辆当前位置和用户输入的车辆目的地,参照电子地图计算合适的行驶路线,并在行驶中以适当的方式给驾驶员提供必要的信息。

目前自动导航应用较多的是自主导航,其主要特征是每套车载导航设备都自带电子地图,定位和导航功能全部由车载设备完成。

3. 智能交通系统(ITS)技术

ITS 是利用高新技术特别是电子信息技术提高交通效率、保障交通安全和促进环境保护。目前主要功能可分为安全、畅通、环保三大部分,按子系统可分为以下类型。

(1) 交通信息服务系统(ATIS)。通过装备在道路、机动车、换乘站、停车场上以及气象中心的传感器和传输设备,向交通信息中心提供全面的交通信息,交通信息中心对各类信息加以处理后,向社会提供实时的道路交通、公共交通、