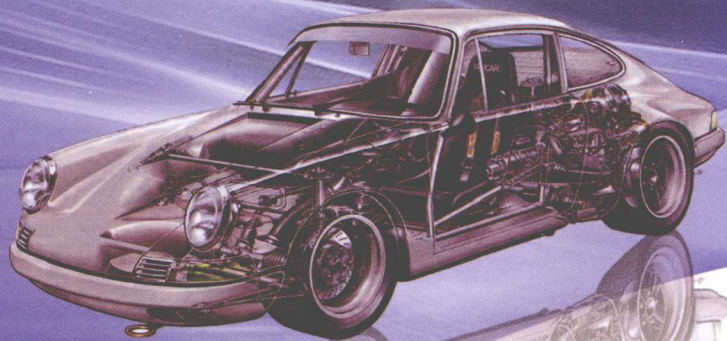
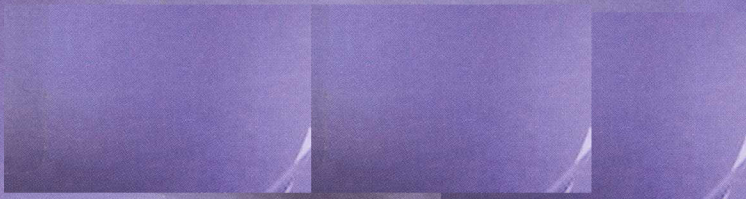


汽车CAN总线系统 原理、设计与应用

罗峰 孙泽昌 著



- 全面介绍了车载网络技术的现状，详细介绍了CAN总线及SAE J1939
- 针对车载CAN总线系统的应用设计进行了专门的论述
- 可作为汽车电子专业工程师及汽车电子方向学生的专业参考书



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

汽车CAN总线系统 原理、设计与应用

张永强 王洪波 著



- 本书可作为高等院校汽车专业及相关专业教材，也可供从事汽车CAN总线系统工作的工程技术人员参考。
- 本书可作为从事汽车CAN总线系统工作的工程技术人员培训教材。
- 本书可作为从事汽车CAN总线系统工作的工程技术人员参考。

机械工业出版社

嵌入式技术与应用丛书·飞思卡尔系列

汽车 CAN 总线系统原理、设计与应用

罗 峰 孙泽昌 著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

控制器局域网（CAN）是现代汽车网络通信与控制系统中的重要组成部分，本书全面、系统地介绍了汽车 CAN 总线的基本原理、应用层协议制定、系统软件和硬件设计，并且通过实例介绍了汽车 CAN 总线系统的设计方法。全书共 10 章，首先介绍了汽车网络通信系统的特点，全面阐述了当今汽车网络系统的结构、类型、应用及其发展趋势，然后着重对 CAN 总线通信系统的原理和特点、带 CAN 接口的飞思卡尔微控制器、MSCAN 的特点和编程、基于 XGATE 的 CAN 通信方法、CAN 总线的收发器、CAN 总线应用中的 Bootloader、CAN 的标定协议、CAN 总线系统设计流程等几个方面进行了详细的论述，最后给出了 CAN 总线系统设计、仿真和测试方法。

本书可作为大学相关专业高年级本科生、研究生的教材，同时也是从事汽车电子系统特别是车载网络系统研究与开发人员的参考资料。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

汽车 CAN 总线系统原理、设计与应用 / 罗峰，孙泽昌著. 北京：电子工业出版社，2010.1
（嵌入式技术与应用丛书·飞思卡尔系列）

ISBN 978-7-121-09777-5

I. 汽… II. ①罗…②孙… III. 汽车—计算机控制系统—总线 IV. U463.62

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2009）第 196752 号

策划编辑：田宏峰

责任编辑：高买花 特约编辑：牛雪峰

印 刷：北京天宇星印刷厂

装 订：三河市鹏成印业有限公司

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本：787×1092 1/16 印张：23 字数：590 千字

印 次：2010 年 1 月第 1 次印刷

印 数：3000 册 定价：59.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888。

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：（010）88258888。

前 言

随着汽车电子技术的发展，汽车上的电子控制单元（ECU）也越来越多，采用能够满足多路复用的总线通信系统，可以将各个 ECU 连接成为一个网络，以共享的方式传送数据和信息，实现网络化的数字通信与控制功能。因此，基于简化汽车线束、增强控制功能、提高安全保证、降低燃油消耗、节约制造成本等多方面的考虑，采用数字化车载网络技术将会为汽车电子产业带来一个巨大的飞跃，而 CAN（Controller Area Network）总线是车载网络系统中重要的组成部分，目前，它已在汽车动力系统和车身系统的网络通信与控制中得到广泛的应用。

CAN 即控制器局域网，是由德国 BOSCH 公司提出并在国际上应用最广的现场总线之一。1993 年 11 月国际标准化组织正式颁布了道路交通运输工具-数据信息交换-高速通信控制器局域网（CAN）国际标准 ISO11898，它为 CAN 总线在汽车上的标准化、规范化应用铺平了道路。本书全面、系统地介绍了汽车 CAN 总线的基本原理、应用层协议制定、系统软件和硬件设计、基于 CAN 的标定协议等内容，并且通过实例介绍了汽车 CAN 总线系统的设计方法。

美国飞思卡尔半导体有限公司是全球最大的汽车半导体供应商，其产品在汽车网络技术应用领域具有领先地位。飞思卡尔半导体有限公司能够提供广泛的 CAN 系列产品，包括带 CAN 接口的 8 位/16 位/32 位微控制器，以及用于高速和低速 CAN 总线通信的收发器等。本书在应用飞思卡尔公司微控制器的基础上，对基于 MSCAN 的 CAN 通信编程方法、基于 XGATE 的 CAN 通信编程方法以及 CAN Bootloader 的设计和应用等进行了详细的介绍，这些内容将会为汽车 CAN 总线系统的设计带来极大的便利。

全书共 10 章，其中第 1 章介绍了汽车网络通信系统的特点，全面阐述了当今汽车网络系统的结构、类型、应用及其发展趋势；第 2 章介绍了 CAN 总线通信系统的基本原理以及时间触发 CAN 总线的特点；第 3 章介绍了专门用于卡车、大客车等的 CAN 总线通信协议 SAE J1939 的物理层、数据链路层、应用层内容，同时概述了故障诊断及网络管理的方法；第 4~5 章介绍了带 CAN 接口的飞思卡尔微控制器以及 MSCAN 的特点、结构和功能，详细介绍了基于 MSCAN 的 CAN 通信编程方法；第 6 章针对飞思卡尔新一代的 16 位微处理器系列 S12X(E)的协处理器 XGATE 的特点，介绍了基于 XGATE 的 CAN 通信编程方法；第 7 章介绍了用于 CAN 总线通信的收发器原理及应用；第 8 章介绍 CAN 总线应用中的 Bootloader，并基于飞思卡尔 16 位微控制器和 MSCAN 模块给出一个 S12 系列通用的 CAN Bootloader 制作和应用的实例；第 9 章对基于 CAN 总线的标定协议进行了详细的介绍并给出了应用实例；第 10 章介绍了汽车 CAN 总线系统设计的流程，并以车身控制系统为例介绍了汽车 CAN 总线系统设计、仿真和测试方法。

同济大学汽车学院是我国最早从事汽车网络技术研发的科研机构之一，经过十余年的努力，目前已具备了国际一流的汽车网络系统开发手段，在汽车 CAN、LIN、FlexRay 等网络技术研发方面取得了很大的成绩，研发工作包括汽车网络系统设计、仿真、测试和标

定等内容。同时，我们与国际同行保持着密切的交流及合作，作者曾在德国 Wolfhard Lawrenz 教授（CAN 命名者）所主持的 C&S Group 进行了为期一年的访问研究，对于国际上的研发水平有着全面的了解。我们已与美国飞思卡尔半导体有限公司（Freescale Semiconductor）合作成立了“同济大学-飞思卡尔汽车电子联合实验室”、与美国明导公司（Mentor Graphics）合作成立了“同济大学-明导汽车电子系统设计联合实验室暨培训中心”、与德国宜尔公司（IHR GmbH）成立了“同济大学汽车学院-德国宜尔公司车载网络技术联合实验室”。这些交流与合作对于我们在汽车网络技术领域保持领先地位具有重要意义。本书是作者多年来从事汽车 CAN 总线系统研发工作的积累，希望能够对我国汽车网络系统设计人员提供支持和帮助。

本书除封面署名作者外，还有同济大学汽车学院研究生刘鑫、莫莽、李仁俊、陈杰、庄桂宝、张琼琰、丁圣彦等协助书稿整理和程序调试工作，对于他们卓有成效的工作在此表示感谢。

飞思卡尔半导体有限公司的马莉女士、康晓敦先生长期以来一直支持同济大学-飞思卡尔汽车电子联合实验室的工作，本书的撰写也得到了他们及飞思卡尔半导体有限公司许多技术人员的大力支持。明导公司的姚振新先生、董因平博士也为本书提供了许多技术资料。电子工业出版社的编辑高买花女士、田宏峰先生为本书的出版做了大量细致的工作。在此一并表示诚挚的谢意。

由于时间关系，本书暂未对基于 CAN 的故障诊断协议以及一致性测试等关键技术进行介绍，如有可能将在再版时添加。书中若有疏漏和错误之处，恳请读者批评指正，并提出宝贵的意见和建议。

作者
于上海同济大学

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 汽车电子技术	(1)
1.1.1 现代汽车电子技术的发展阶段	(1)
1.1.2 汽车电子系统的基本构成	(2)
1.1.3 汽车电子系统网络化	(2)
1.2 计算机网络	(3)
1.2.1 计算机网络概述	(3)
1.2.2 计算机网络体系结构	(4)
1.2.3 局域网	(9)
1.3 车载网络通信及现场总线	(10)
1.3.1 车载网络信号的编码方式	(10)
1.3.2 车载网络的介质访问控制方式	(11)
1.3.3 现场总线	(13)
1.4 现代汽车电子网络系统	(14)
1.4.1 汽车网络系统结构	(14)
1.4.2 汽车总线系统	(15)
第 2 章 CAN 总线基本原理	(27)
2.1 CAN 总线在汽车网络上的应用	(27)
2.2 CAN 总线的基本特点	(29)
2.3 CAN 的分层结构及功能	(31)
2.4 CAN 的消息帧	(33)
2.5 非破坏性按位仲裁	(35)
2.6 位填充	(36)
2.7 CRC 校验	(37)
2.8 远程帧	(37)
2.9 出错帧	(37)
2.10 超载帧的规格	(38)
2.11 帧间空间	(39)
2.12 CAN 物理层	(39)
2.12.1 物理层的功能模型	(40)
2.12.2 物理信令 (PLS) 子层规范	(40)

2.12.3	物理介质附件子层规范	(42)
2.13	故障界定与总线管理	(45)
2.13.1	故障界定	(45)
2.13.2	故障界定规则	(46)
2.13.3	总线故障管理	(47)
2.14	基于时间触发的 TTCAN	(49)
2.14.1	基于 CAN 的时间触发通信	(50)
2.14.2	参考时间与参考消息	(51)
2.14.3	基本循环	(52)
2.14.4	基本循环及其时间窗	(53)
2.14.5	系统矩阵	(54)
2.14.6	利用时间标志进行消息的发送和接收	(55)
2.14.7	全局系统时间	(56)
2.14.8	TTCAN 的容错功能	(57)
2.14.9	TTCAN 的应用	(58)
第 3 章	SAE J1939 协议	(59)
3.1	网络拓扑结构	(60)
3.2	物理层简介	(61)
3.3	数据链路层	(64)
3.3.1	消息/帧格式	(64)
3.3.2	协议数据单元	(68)
3.3.3	协议数据单元格式	(71)
3.3.4	消息类型	(72)
3.3.5	源地址和参数群编号的分配过程	(76)
3.3.6	传输协议功能	(78)
3.3.7	应注意的问题	(79)
3.4	应用层	(80)
3.4.1	通信参数定义	(80)
3.4.2	发动机通信与控制参数	(84)
3.5	故障诊断	(93)
3.5.1	诊断故障代码定义	(94)
3.5.2	故障诊断状态灯	(95)
3.5.3	故障模式标志 FMI	(96)
3.5.4	诊断故障代码简介	(97)
3.6	网络管理	(102)
3.6.1	SAE J1939 通信方式	(102)
3.6.2	电控单元 (ECU) 的名称和地址	(104)

3.6.3	节点地址分配	(105)
第 4 章	飞思卡尔微控制器与 MSCAN	(108)
4.1	飞思卡尔微控制器	(109)
4.1.1	飞思卡尔 8 位微控制器 MC9S08DZ60	(109)
4.1.2	飞思卡尔 16 位微控制器 MC9S12XEP100	(112)
4.2	飞思卡尔的 MSCAN 模块	(115)
4.2.1	MSCAN 模块的特性	(116)
4.2.2	MSCAN 模块的结构	(117)
4.2.3	MSCAN 模块相关的寄存器介绍	(117)
4.2.4	MSCAN 模块的报文存储模式	(133)
4.3	MSCAN 模块的功能描述	(140)
4.3.1	报文存储	(140)
4.3.2	报文发送基础	(140)
4.3.3	发送结构	(141)
4.3.4	接收结构	(142)
4.3.5	标识符接收滤波器	(142)
4.3.6	标识符接收滤波器示例	(145)
4.3.7	协议违反保护	(146)
4.3.8	时钟系统	(146)
4.3.9	MSCAN 的运行模式	(148)
4.3.10	MSCAN 的低功耗选项	(148)
4.3.11	MSCAN 的休眠模式	(149)
4.3.12	MSCAN 的初始化模式	(151)
4.3.13	MSCAN 的断电模式	(152)
4.3.14	MSCAN 的可编程唤醒功能	(152)
4.3.15	MSCAN 的中断	(152)
4.3.16	MSCAN 的初始化过程	(153)
4.3.17	总线脱离恢复	(154)
第 5 章	MSCAN 模块的编程	(155)
5.1	CodeWarrior 软件的下载和安装	(155)
5.2	CodeWarrior 软件的使用和调试方法	(156)
5.2.1	工程的建立	(156)
5.2.2	程序的编制和调试	(158)
5.3	MSCAN 初始化程序的编写	(162)
5.3.1	MSCAN 初始化流程	(162)
5.3.2	MSCAN 模块初始化例程	(163)

5.3.3	完整的 MSCAN 模块初始化代码	(165)
5.3.4	MSCAN 监听与环路模式的应用	(168)
5.4	MSCAN 发送程序编写	(168)
5.4.1	MSCAN 的发送流程	(168)
5.4.2	MSCAN 报文发送例程	(170)
5.5	MSCAN 接收程序的编写	(171)
5.5.1	MSCAN 接收流程	(171)
5.5.2	查询方式接收 CAN 帧例程	(172)
5.5.3	中断方式接收 CAN 帧例程	(174)
5.6	MSCAN 的低功耗应用	(176)
5.6.1	低功耗模式介绍	(176)
5.6.2	进入低功耗模式	(178)
5.6.3	MSCAN 唤醒	(179)
5.7	使用 Processor Expert 对 MSCAN 模块进行编程	(180)
5.7.1	带 Processor Expert 工程的建立	(181)
5.7.2	Processor Expert 中代码的编写	(186)
5.7.3	Processor Expert 帮助文档的使用	(189)
第 6 章	基于 XGATE 模块的 CAN 通信	(190)
6.1	XGATE 基本特性	(190)
6.1.1	精简指令集内核	(190)
6.1.2	XGATE 指令集	(190)
6.1.3	XGATE 访问空间	(191)
6.1.4	事件驱动 XGATE 线程	(191)
6.1.5	互斥信号量	(192)
6.2	XGATE 的中断	(193)
6.2.1	中断向量表	(193)
6.2.2	XGATE 与 CPU12X 的相互中断	(194)
6.2.3	中断嵌套	(194)
6.3	使用及初始化 XGATE	(194)
6.3.1	带 XGATE 的 CodeWarrior 工程建立	(194)
6.3.2	XGATE 的启动及初始化过程	(196)
6.3.3	XGATE 的使用例程	(199)
6.3.4	使用 XGATE 模块处理 CAN 接收中断	(202)
6.3.5	使用 XGATE 模块实现 CAN 帧的发送与接收	(204)
第 7 章	CAN 总线收发器	(226)
7.1	Freescale 低速 CAN 收发器 MC33388	(226)

7.1.1	MC33388 结构说明	(226)
7.1.2	MC33388 功能描述	(228)
7.1.3	MC33388 典型应用	(230)
7.2	Freescle 高速 CAN 收发器 MC33989	(231)
7.2.1	MC33989 结构说明	(233)
7.2.2	MC33989 功能描述	(235)
7.2.3	MC33989 操作模式	(236)
7.3	Philips 的 CAN 收发器 PCA82C250	(238)
7.3.1	PCA82C250 特性	(238)
7.3.2	封装及引脚	(238)
7.3.3	工作模式	(239)
7.3.4	应用举例	(240)
第 8 章	CAN Bootloader 的实现与应用	(242)
8.1	CAN Bootloader 介绍	(242)
8.1.1	Bootloader	(242)
8.1.2	CAN Bootloader	(243)
8.2	S12 系列微控制器 Flash 介绍	(244)
8.2.1	存储介质	(244)
8.2.2	Flash 的操作方式	(246)
8.2.3	与 Flash 擦写相关的寄存器介绍	(247)
8.2.4	Flash 擦除与写入步骤	(252)
8.3	下载文件格式介绍	(252)
8.3.1	S 记录格式的结构与类型	(252)
8.3.2	S 记录格式在程序下载中的应用	(253)
8.4	S12 系列微控制器通用 CAN Bootloader 的编写	(258)
8.4.1	CAN Bootloader 功能描述	(258)
8.4.2	Flash Bootloader 注意事项	(260)
8.4.3	CAN Bootloader 流程	(261)
8.4.4	CAN Bootloader 程序分析	(262)
8.4.5	S12 CAN Bootloader 程序清单	(265)
8.5	CAN Bootloader 的使用	(280)
第 9 章	基于 CAN 总线的标定协议	(282)
9.1	ASAP 标准及 ASAM 标准组织介绍	(282)
9.1.1	ASAP 标准概述	(282)
9.1.2	ASAM 标准组织及其规范	(284)
9.2	CCP 协议介绍	(284)

9.2.1	CCP 通信方式	(284)
9.2.2	CCP 消息格式	(285)
9.2.3	DAQ 模式下的数据通信	(287)
9.2.4	CCP 命令代码简介	(289)
9.2.5	ERR 代码列表	(290)
9.2.6	预期运行性能	(291)
9.3	CCP 命令	(291)
9.3.1	连接命令 (CONNECT)	(291)
9.3.2	交换站标识符 (EXCHANGE_ID)	(292)
9.3.3	申请密钥 (GET_SEED)	(294)
9.3.4	解除保护 (UNLOCK)	(295)
9.3.5	设置 MTA 地址 (SET_MTA)	(295)
9.3.6	数据下载 (DNLOAD)	(296)
9.3.7	6 字节数据下载 (DNLOAD_6)	(297)
9.3.8	数据上传 (UPLOAD)	(298)
9.3.9	数据短上传 (SHORT_UP)	(298)
9.3.10	选择标定数据页 (SELECT_CAL_PAGE)	(299)
9.3.11	获取 DAQ 列表大小 (GET_DAQ_SIZE)	(300)
9.3.12	设置 DAQ 列表指针 (SET_DAQ_PTR)	(301)
9.3.13	写入 DAQ 列表 (WRITE_DAQ)	(301)
9.3.14	开始/终止数据传输 (START_STOP)	(302)
9.3.15	断开 (DISCONNECT)	(303)
9.3.16	设置当前通信状态 (SET_S_STATUS)	(304)
9.3.17	获取当前通信状态 (GET_S_STATUS)	(305)
9.3.18	建立 checksum 表 (BUILD_CHKSUM)	(306)
9.3.19	清空内存 (CLEAR_MEMORY)	(307)
9.3.20	编程 (PROGRAM)	(307)
9.3.21	6 字节数据编程 (PROGRAM_6)	(308)
9.3.22	内存转移 (MOVE)	(309)
9.3.23	诊断服务 (DIAG_SERVICE)	(309)
9.3.24	操作服务 (ACTION_SERVICE)	(310)
9.3.25	连接状态测试 (TEST)	(311)
9.3.26	开始/停止同步数据传输 (START_STOP_ALL)	(311)
9.3.27	获取处于激活状态下的标定页 (GET_ACTIVE_CAL_PAGE)	(312)
9.3.28	获取 CCP 协议版本 (GET_CCP_VERSION)	(312)
9.4	CCP 协议应用实例	(313)
9.5	CCP 协议在 ECU 端的实现	(315)
9.5.1	CCP 驱动代码介绍	(316)

9.5.2	ccppar.h 头文件介绍	(316)
9.5.3	ccp.c 源代码介绍	(317)
9.5.4	ECU 侧 CCP 实现程序流程及源代码示例	(319)
第 10 章	汽车车身 CAN 总线系统设计	(323)
10.1	汽车网络 V 型开发流程	(323)
10.2	车身 CAN 总线系统拓扑结构	(324)
10.3	网络节点控制功能分析	(325)
10.3.1	中央控制器	(325)
10.3.2	左前门控制器	(326)
10.3.3	右前门控制器	(329)
10.3.4	左后门控制器	(330)
10.3.5	右后门控制器	(331)
10.4	车身网络系统通信协议	(331)
10.5	车身控制系统硬件设计	(337)
10.5.1	中央控制器硬件设计	(337)
10.5.2	左前门控制器硬件设计	(341)
10.6	Mentor Graphics 的汽车网络设计与测试工具	(344)
10.6.1	Volcano 车载网络设计与开发平台	(345)
10.6.2	VNA 在汽车 CAN 网络设计中的应用	(348)
10.6.3	Tellus 在汽车 CAN 网络测试中的应用	(350)
参考文献	(355)

第1章 绪论

汽车目前已不仅是一种交通工具，而且还承担着越来越多的功能。现代科技已经将网际网络、无线连接、个人通信电子装置、娱乐设备等整合到汽车内部，为乘客提供了前所未有的便利，而这一切的实现都有赖于汽车电子网络技术。

汽车电子网络技术是现代汽车电子技术的重要组成部分，是现代汽车通信与控制的基础。随着电子技术、计算机技术等的发展，汽车电子化也在不断深入和发展，一些汽车的电子装置已经占了整车造价的三分之一，而目前一些高档轿车上的电子控制单元已达几十个，传感器有上百个，它们通过汽车电子网络来实现信息交换和功能控制。



1.1 汽车电子技术



1.1.1 现代汽车电子技术的发展阶段

现代汽车电子技术的发展大致经历了以下几个阶段。

电子管时代：20世纪50年代，人们开始在汽车上安装电子管收音机，这是电子技术在汽车上应用的雏形。1959年晶体管收音机问世后，很快在汽车上得到了应用。

晶体管时代：20世纪60年代，汽车上应用了硅整流交流发电机和晶体管调节器，到60年代中期，利用晶体管的放大和开关原理，开始在汽车上采用晶体管电压调节器和晶体管点火装置。但电子技术更多地应用在汽车上是20世纪70年代以后，主要是为了解决汽车的安全、节能和环保三大问题。进入70年代后期，电子工业有了长足的发展，特别是集成电路、大规模集成电路和超大规模集成电路技术的飞速发展，使得微控制器在汽车上得到广泛的应用，给汽车工业带来了划时代的变革。

集成电路时代：20世纪90年代，汽车电子进入了其发展的第三个阶段，这是对汽车工业的发展最有价值、最有贡献的阶段。集成电路技术所取得的巨大成就使汽车电子前进了一步，更加先进的微控制器使汽车具有智能，能进行控制决策。这样不仅在节能、排放和安全等方面提高了汽车的性能，同时也提高了汽车的舒适性。

网络化综合技术时代：目前汽车技术已发展到第四代，即包括电子技术、计算机技术、综合控制技术、智能传感器技术等先进汽车电子技术。以微控制器为核心的汽车电子控制单元已不再是通过传统的线束连接起来的，而是通过汽车电子网络系统连接起来的，实现了通信与控制的网络化管理。

一些汽车专家认为，就像汽车电子技术在20世纪70年代引入集成电路、80年代引入微控制器一样，近十几年来，数据总线技术的引入也将是汽车电子技术发展的一个里程碑。



1.1.2 汽车电子系统的基本构成

现代汽车中电子设备比比皆是，涉及汽车的主要部件，基本上可以分为三类：动力电子系统、底盘电子系统、车身电子系统。而车用信息通信系统，即 Telematics 也将会成为汽车电子系统的重要组成部分。

动力电子系统主要包括发动机管理和传动装置，这是汽车的核心。汽车数量的激增引发了空气污染问题，对此世界各国政府对汽车尾气排放颁布了严格的规定，以解决主要大城市的空气污染问题。消除污染和使汽车尾气排放量达标的方法是采用电子系统。发动机控制系统越来越复杂，需要收集分布在汽车各处传感器发出的信息，按照嵌入式软件的指令进行实时计算，所以其计算的速度非常重要，这就是发动机控制系统需要快速高档微处理器的原因。

底盘电子的出现得益于电子半导体技术的发展，使司乘人员的安全性得到提高，如 ABS 在各种档次的汽车中应用相当普遍，而不仅仅限于高档汽车。现在，这些应用系统要进行更复杂的运算，并使用了 16 位，甚至 32 位微控制器。随着传感器输出信号可靠性的增强，有可能进一步改进 ABS 的性能，例如，与 CMOS 技术兼容的加速度传感器，使得取样、保持和滤波器集成在一块芯片上，滤波器的作用是提高发送至微控制器的信号的精度。由于采用了 Smart-MOS 技术，可将诊断功能与功率器件集成在一起。

车身电子系统可大量地采用电子技术，其目标是提高驾驶舒适程度并为驾驶员提供车况信息，系统包括仪表盘管理、空调系统、座椅位置调节、可开式车顶、车门控制装置等，这些应用系统通常是以低速率进行数据传输的，但要求有大电流驱动模块来驱动电动机和执行机构。

Telematics 系统是为了满足在行车过程中的信息化、数字化需求应运而生的，它整合了卫星定位、无线通信、数字影音信息处理、显示器、内容服务等软硬件及技术。“Telematics”一词是由 Telecommunication（电信学）与 Information（信息学）组成的复合词，其含意是指利用车用通信与信息服务，让汽车驾乘者可以在车内利用无线通信技术随时随地与外在环境资源进行双向的信息传输与传递服务。现阶段的服务模式主要可分为全球卫星定位系统（Global Positioning System, GPS）与信息存取（Access）两部分，其中 GPS 就是利用卫星通信，通过 Telematics 设备内建的 GPS 接收器显示使用者所在的位置，最后再与地理信息系统结合，以 3D 地形图或 2D 平面地图的方式，方便使用者判别周围的地理位置，进而让服务提供者（Telematics Service Providers, TSP）提供位置化服务，而信息存取则是由使用者通过移动通信网络，从 TSP 端选择个性化信息（包括新闻、气象、旅游、影音娱乐等）的单向或双向接收与传送。

1.1.3 汽车电子系统网络化

过去，汽车通常采用常规的点对点通信方式将电子控制单元及电子装置连接起来，随着电子设备的不断增加，势必造成导线数量的不断增多，从而使得在有限的汽车空间内布线越来越困难，限制了功能的扩展。汽车上的电子控制单元并不是仅仅与负载设备简单地连接，更多的是与外围设备及其他电子控制单元进行信息交流，并经过复杂的控



制决策运算,发出控制指令,这些是不能通过简单的连接所能完成的。另外,在不同子系统 中的电控单元常常会同时需要一些相同的传感器信号,这样就要求同一传感器信号必须同时被送至不同的控制器,因此要求各模块与此传感器之间通过导线连接起来,从而会导致车内导线长度无限增加,电器节点数剧增,电器原理图烦琐复杂。而汽车线束重量每增加 50 kg,每百公里油耗会增加 0.2 L。单从线束本身来说,它也是汽车电子系统中成本较高、连接较复杂的部件。

现在,通过电控系统网络化控制能从根本上解决这些问题。采用总线技术,可以显著地降低电缆重量,能节省很多电线和接插件,减少电缆总长度。根据车内设备的配置水平,一部车上电线和插件重量能减少 9~17 kg,电缆长度能缩短 200~1 000 m。在汽车内部采用基于总线的网络结构,可以达到信息共享、减少布线、降低成本以及提高总体可靠性的目的。汽车控制系统在经历了由机械式向电控式的进步后,再一次向网络化控制迈进。

随着汽车电子控制单元以及汽车电子装置的不断增多,采用串行总线实现多路传输,组成汽车电子网络,是一种既可靠又经济的做法。同时现代汽车基于安全性和可靠性的要求,正越来越多地考虑使用电控系统代替原有的机械和液压系统,而这最终将使汽车上遍布网络。

网络的概念是在协议管理下,由若干终端、传输设备和通信控制处理器等组成的系统集合。汽车电子控制网络则指按照特定的车载网络协议,以共享资源为主要目的,将所有位置上分散且独立工作的车载控制模块相互连接在一起的集合。汽车电子网络化控制是指网络的控制功能在汽车这一特定对象上的应用,它体现在车内各控制模块间的自由通信与相互协调。

目前,世界上所有的汽车制造商无一例外地在汽车网络化控制上投入大量资源,同时,厂商及消费者也从汽车网络化控制技术的广泛应用中获得了实际利益,这直接体现在汽车性价比的不断提高上。汽车网络化技术是通信技术、计算机技术以及控制理论相结合的产物,它将成为现代汽车电子技术最重要的技术基础,也将使人们关于网络化汽车 的梦想变为现实。



1.2 计算机网络



1.2.1 计算机网络概述

20 世纪 90 年代以来,以 Internet 为代表的计算机网络获得了飞速的发展。可以毫不夸张地说,计算机网络正逐步渗透到我们工作和生活的每一个领域,并给我们的生活带来了翻天覆地的变化。

简单地说,计算机网络就是把多种形式的计算机用通信线路连接起来,并使其能够互相进行信息交换的系统。随着社会的发展和科技的进步,人们对信息应用的要求越来越高,单台计算机和独立的计算机群已经不能满足这种需求,计算机之间需要交换信息,



共享资源，这就要求把单台计算机、独立的计算机群和一些网络通信设备用传输媒体连接在一起，并附以网络运行所需要的各种软件，形成一个网络体系。实际上，计算机网络包括了计算机、各种硬件、各种软件、组成网络的体系结构、网络传输介质和网络通信技术。因此，计算机网络是计算机和通信技术结合的产物。

计算机数据通信网的关键技术是信息交换技术，它经历了电路交换、报文交换和分组交换的演变过程。电路交换原理与普通电话交换网的交换方式类似，信息交换时独占线路，线路利用率低，但在传输速度和传输质量上要比普通电话交换高得多。报文交换的原理是将整个信息包作为一个报文，并在到达某个站点后先存储起来，当有合适的线路时再转发出去，其优点是线路利用率高，缺点是数据传输延迟加长了，实时性较差。分组交换是报文交换的发展，其核心是将报文先进行分组再进行交换，发送方将信息或文本分组后在网上传送，接收方将收到的分组重新组装成原来的信息。同一条线路上能够传输来自多台计算机的不同分组，同一时刻许多分组在网上流动，因此传输线路的利用率非常高。这样，既保留了报文交换的优点，又具有差错少、信息流动大、交换率高、延时小及网络总体成本低等诸多优点，因此分组交换是较为理想的交换技术，它奠定了现代计算机网络存储-转发的基础。

在 20 世纪 80 年代，数据通信进入了局域网时代，这一时期的最大特点是微处理器的高速发展。个人计算机得到广泛应用，并有了相互间通信的要求，使局域网迅速发展起来。局域网解决了一定范围内对信息交换的要求，同时由于局域网信息交换规范和接口技术做到了标准化，局域网得到迅速的发展，并加速了局域网之间的互连，促进远程网的发展。

进入 20 世纪 90 年代，传统文字和数字已不能完全满足社会各方面的需要，声音、图形，甚至动态影像的传输都要求达到实时化，仅靠原有的网络通信技术已不能实现。为此单独建立新的通信网络不仅造成浪费而且也难以管理，于是产生了综合业务数字网 (Integrated Services Digital Network, ISDN)，它用一个网来适应所有业务发展的需要，将各种业务信号都数字化，然后通过一个网络进行交换处理。ISDN 不但经济，而且管理方便，它一出现就得到社会各界的极大重视，显示出强大的生命力并获得飞速地发展。

20 世纪 90 年代，计算机通信网络技术的另一突出成就是因特网 (Internet) 的迅速成长，因特网是全球范围内的广域计算机通信网络，它可以使在世界各地的人们通过网络获取所需要的各种信息资料，打破了国别和地域的界线。



1.2.2 计算机网络体系结构

要想让两台计算机进行通信，必须使它们采用相同的信息交换规则。在计算机网络中，我们把用于规定信息的格式以及如何发送和接收信息等为数据交换而建立的规则、标准和约定称为网络协议 (Network Protocol)。具体地说，一个网络协议主要由以下三个要素组成：

- 语法：是指数据与控制信息的结构或格式，语法确定通信双方“如何讲”，定义传输的信息格式，相当于说明语言中语句的格式；
- 语义：指需要发出何种控制信息，完成何种动作以及做出何种应答，语义确定通