

汽车维修职业技能培训系列丛书



怎样维修

汽车车载网络系统

北京联创高科汽车电子研究所 组编
杨维俊 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



汽车维修职业技能培训系列丛书

怎样维修汽车车载 网络系统

北京联创高科汽车电子研究所 组编
杨维俊 主编



机械工业出版社

本书主要讲解了汽车车载网络系统的组成、原理和常见的故障维修方法,及一汽宝来、上海波罗、一汽马自达 6、三菱新款帕杰罗、毕加索、威达轿车多路传输系统功能。为便于读者理解,列举了典型车型的故障实例。本书还对目前市场上广泛使用的 VAS5051CAN 故障诊断仪进行了全面的介绍。

本书适合汽车维修人员及汽车行业相关人士阅读使用,也可供汽修专业师生使用。

图书在版编目(CIP)数据

怎样维修汽车车载网络系统/北京联创高科汽车电子研究所
组编,杨维俊主编. —北京:机械工业出版社,2006. 7

(汽车维修职业技能培训系列丛书)

ISBN 7-111-19328-8

I. 怎... II. ①北...②杨... III. 汽车-计算机网络-车
辆修理 IV. U463.67

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 062362 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:徐 巍 版式设计:张世琴 责任校对:王 欣

封面设计:饶 薇 责任印制:李 妍

北京地质印刷厂印刷

2006 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm · 5.75 印张·221 千字

0001—4000 册

定价:18.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68326294

编辑热线电话(010)88379771

封面防伪标均为盗版

汽车维修职业技能培训系列丛书编委会

主 任：曹振峰

副主任：王海波

委 员：蔡海红 康宏卓 杨维俊 马 超
王彬彬 刘福军 肖 锋 杨海何
周玉蓉 倪子安 李学勤

序

随着新世纪的到来，中国的汽车工业正以前所未有的速度迅速发展。汽车技术在环保、节能、安全三大前沿领域的科研成果，极大地提高了汽车产品的科技含量。各国汽车厂商为了在世界汽车市场上保持优势地位，都不惜以巨大的投入进行汽车的研发工作，同时又竞相将最新的科研技术应用在汽车上，以保持其技术上的领先性。正是这种竞争推动了汽车技术的发展与进步，也促使汽车维修技术从传统向现代跨越。引发这个变革的诱因是微型计算机在汽车控制技术上的应用。随着电子技术在汽车上的不断普及，汽车维修技术从传统的机械修理向现代电子诊断技术与机械修理相结合的修理方式发展，机与电相结合的汽车诊断维修是当代汽车维修技术的核心。对于我国现有的约 260 万汽车维修技术工人队伍来说，要想尽快掌握当代汽车维修技术，最重要也是最紧迫的工作就是要了解这一技术。

原有的汽车维修技术工人队伍将机械修理与电气修理分离，这种方式导致大部分汽车维修工只能从事单纯的机械修理或电气修理工作，这样的分工同时又导致了传统汽车维修工的思维方式无法适应现代汽车维修技术发展的需要。现代汽车维修技术要求维修技术人员必须站在机电一体化的角度上分析问题，不仅要熟悉机械修理和电气修理各自的特征，更重要的是要将机和电统一到一起来认识，既要掌握“机”在“电”中的反映，也要把握“电”在“机”中的影响，更要理解“机”和“电”的内在联系。这正是现代汽车维修技术的关键所在。如何使多年来一直以机修为中心的汽车维修技术工人队伍尽快掌握机电一体化综合维修技术是我国汽车维修培训工作中的一大课题。面对文化水平不高，电气知识又很薄弱的维修工人，如何进行汽车电子控制技术的培训和教学工作，应该说是一个值得研究的问题，这样的教学既要浅显易懂，又要有一定深度，既要面面俱到，又要系统性强，这对现代汽车维修教学工作提出了极高的要求。

近十多年来，有关汽车电子控制方面的教材出版甚多，但其中适合广大汽车维修工人的读物并不多见。由北京联创高科汽车电子研究所组织编写的这套丛书，在这方面做了大胆的尝试。全书以卡通人物——北方小子为串讲主线，每章首先列出重点提示，每节又用底色来标识要点，全书图文并茂，条理清晰，各章

还有案例分析，实践性强，构思新颖，别具一格，是一本很有创意的汽车修理工职业技能培训教材。我衷心祝贺这套丛书的出版，并希望它能为我国汽车维修职业教学工作的发展和进步起到积极的推动作用。

朱军汽车实验室

朱 军

前 言

随着科学技术的快速发展，汽车上加装的电子设备越来越多。若采用传统通信的方式，必然会造成庞大和复杂的布线系统，而且会产生故障率增加、维修困难、成本加大等一系列问题。汽车车载网络技术在汽车上的应用能够很好地弥补传统通信方式的不足，并且相应地增加一些功能。目前，汽车车载网络技术已经在部分国产轿车上得以应用，如宝来、POLO 等轿车。相信在不久的将来，汽车车载网络技术在国产轿车上的应用将会更加普及和完善。掌握汽车车载网络技术对汽车修理人员来讲已经迫在眉睫，正如 20 世纪 90 年代大量修理人员开始研究电控原理那样，是大势所趋。

为了使汽车修理人员更好地学习汽车车载网络技术，我们编写了此书。本书第一章介绍了汽车车载网络技术的基础理论知识；第二章介绍了带有汽车车载网络技术的多路传输系统维修方法，并列举了大量的故障实例进行讲解和分析；第三章、第四章、第五章是以常见车型为例，向读者介绍了汽车车载网络技术在汽车上的应用和一些常用的维修方法；第六章详细介绍了 VAS5051CAN 故障诊断仪的使用方法和常用的功能。

本书主编为杨维俊，参加本书编写的人员还有：王海波、康宏卓、马超、王彬彬、刘福军、肖锋、杨海何、周玉蓉、倪子安、李学勤。在编写过程中，参考了许多的相关资料，在此向这些资料的编写人表示衷心的感谢。

编 者

目 录

序

前言

第一章 汽车车载网络系统的组成和基本工作原理	1
第一节 车载网络系统基础知识	1
第二节 CAN 总线技术简介	4
第三节 CAN 总线技术术语介绍	8
第四节 CAN 数据总线传输系统	11
第五节 车载局域网系统的应用	17
思考问题	21
第二章 CAN 总线的维修与检测	22
第一节 故障类型及检测诊断方法	22
第二节 CAN 数据总线的自诊断功能	25
第三节 故障实例分析及故障排除	27
思考问题	53
第三章 一汽宝来轿车 CAN 数据总线的原理与检修	54
第一节 动力传动系统	55
第二节 舒适系统	67
第三节 宝来轿车动力 CAN 数据总线系统的检修	69
第四节 舒适系统的自诊断	76
第五节 宝来轿车故障排除实例	85
思考问题	88
第四章 上海波罗轿车 CAN 数据总线与车载网络系统的检修	89
第一节 上海波罗轿车 CAN 数据总线与车载网络系统介绍	89
第二节 车载网络系统控制单元的功能	92
第三节 车载网络系统的主要装置	100
第四节 POLO 轿车故障排除实例	105

思考问题.....	109
第五章 其他车型多路传输系统功能.....	110
第一节 一汽马自达 6 多路通信系统.....	110
第二节 2002 款威达-C CAN-BUS 系统的功能	118
第三节 三菱新款 Pajero 多路传输系统.....	129
第四节 毕加索 2.0VAN 多路传输系统.....	136
思考问题.....	147
第六章 VAS5051CAN 大众车系专用检测仪	148
第一节 VAS5051CAN 检测仪简介.....	148
第二节 可测系统选择.....	150
第三节 VAS5051CAN 系统软件的安装步骤.....	152
第四节 VAS5051CAN 系统基本功能	156
第五节 系统连接.....	158
第六节 通信系统的建立	158
第七节 VAS5051CAN 故障诊断系统功能.....	161
第八节 测试功能举例.....	167

我是北方小子，想学 CAN 总线技术跟我来。



第一章 汽车车载网络系统的组成和基本工作原理

在这一章中，你将会学到：

- 车载网络系统的基础知识
- CAN 总线技术的基础理论
- 数据总线传输系统的组成和基本工作原理

第一节 车载网络系统基础知识

随着汽车行业的不断发展，尤其是汽车电子技术的快速发展，使得车用电气设备越来越多，从发动机控制到传动系统的控制，从行驶、制动、转向系统到安全保证系统及仪表报警，从电源管理到为提高舒适性而作的各种努力，使汽车电气系统形成了一个庞大的系统。传统的布线形式已经不能满足现代汽车高速智能化的发展，这使得车载网络系统在汽车上得到越来越多的应用。



一、车载网络在汽车中应用的必要性

据业内人士统计：在一辆采用传统布线方式（即电线一端与开关相连，一端与电器设备相连）的高档汽车中，其导线长度可达 2000m，电气节点达 1500 个。而且，根据目前汽车电子技术发展的速度推算，该数字大约每十年增长 1 倍。无论从材料成本还是从工作效率看，传统的布线方式都将无法适应现代汽车的发展。现代汽车的典型控制系统有：电控燃油喷射系统、电控传动系统、防抱死制动系统（ABS）、防滑控制系统（ASR）、废气再循环控制系统、巡航控制系统和音

响、防盗系统等等。各系统在工作过程中,很多信号需要同时采集。如发动机转速信号、节气门位置信号、冷却液温度信号等。如果汽车各控制模块之间,有几个信号就需要用几条信号线的话,汽车的线路将非常庞大和复杂。最终造成的后果将是:成本增加、故障率加大、维修困难。如果使用车载网络系统(如图 1-1、图 1-2 所示),加之相应网关服务器管理技术,就能实现全车数据共享(如图 1-3 所示)。将会为整车带来极大的可靠性、经济性、实用性。

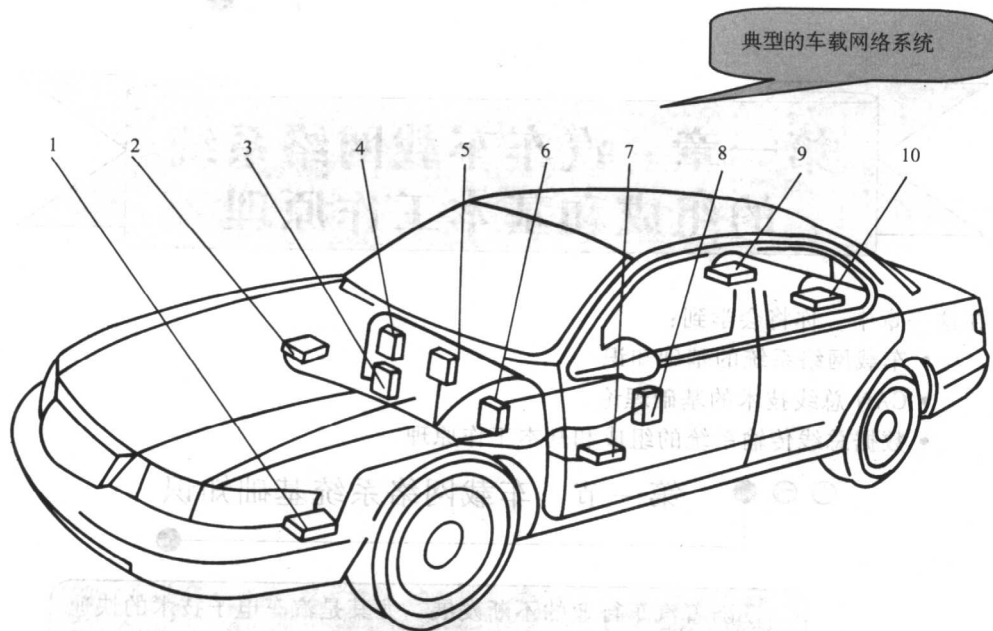


图 1-1 典型的车载网络系统

- 1—ABS 模块 2—动力系统控制模块(PCM) 3—电子自动温度控制(EATC) 4—集成控制板(ICP)
5—虚像组合仪表 6—照明控制模块(LCM) 7—驾驶员座椅模块(DSM)
8—驾驶员车门模块(DDM) 9—移动电话模块 10—汽车动态模块

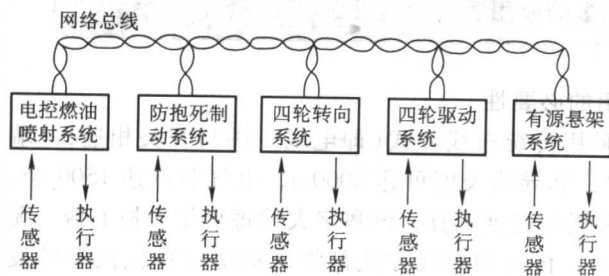


图 1-2 车载网络控制系统示意图

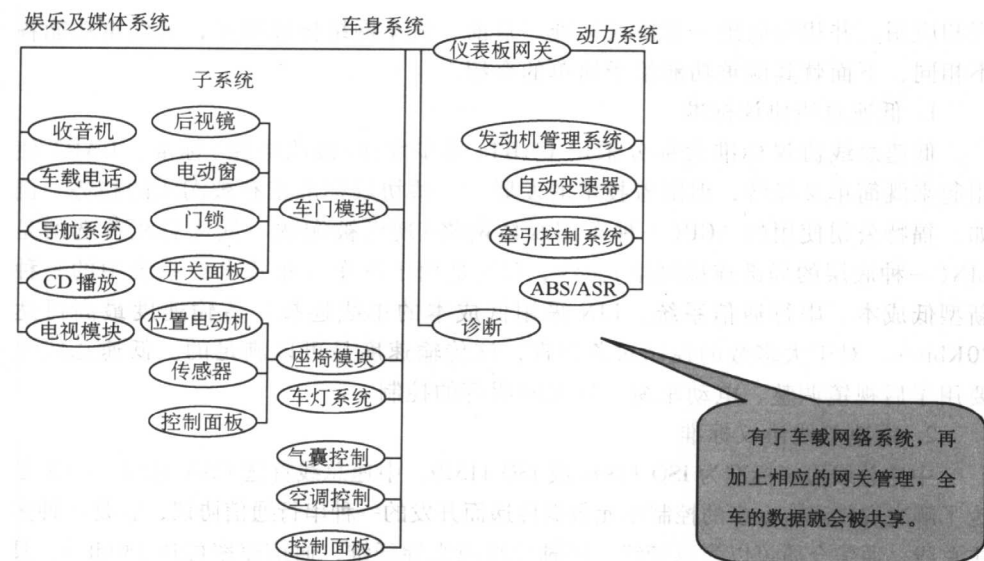


图 1-3 车载网络系统全车数据共享示意图

二、汽车对通信网络的要求

现代汽车的电子控制单元很多，达到几十块甚至上百块，它们在工作过程中，不断的接收外界传感器的信号，然后发出指令去控制执行器的动作。在汽车工作过程中，控制单元采集的许多动态信号必须与车速同步（如发动机转速信号、车轮速度信号、节气门位置信号、冷却液温度信号、档位信号等）。为了满足各系统对数据的实时性的要求，减少数据线，实现数据共享已显得很有必要。但每个控制单元对实时性的要求，因数据的更新速率和控制周期不同而不同，这就要求数据交换网是建立在优先权竞争的基础上，且具备极高的通信速率。例如：一个 8 缸柴油机运行在 2400r/min，则电控单元控制两次喷射时间间隔为 6.25ms。其中喷油持续时间为 30° 的曲轴转角占据 2ms 时间，在剩余的 4ms 内需完成转速测量、油量测量、A/D 转换、工况计算、执行器的控制等一系列过程。这就意味着数据的发送与接收必须在 1ms 内完成，才能满足电控发动机的实时性要求。几种典型数据所允许的响应时间见表 1-1，CAN 总线技术正是为满足这些要求而设计的。

表 1-1 几种典型数据所允许的响应时间

参 数	允许响应时间	参 数	允许响应时间
发动机喷油量	10ms(毫秒)	进气温度	20s(秒)
发动机转速	300ms(毫秒)	冷却液温度	1min(分钟)
车轮转速	1~100s(秒)	燃油温度	10min(分钟)

三、车载网络协议标准

自 20 世纪 80 年代开始，国际上的众多汽车公司就一直致力于车载网络的研

究和应用,并相应做出一套协议标准。目前,汽车网络标准很多,其侧重功能各不相同,下面就其侧重功能给予简单的介绍。

1. 低速总线协议标准

低速总线协议标准大部分采用 UART(异步发送/接收电路)标准。UART 使用起来既简单又经济,但随着技术的发展,一些协议标准正有被淘汰的趋势。例如,福特公司使用的 ACP(一种车用媒体网络)现已被淘汰。低速总线首选的是 LIN(一种底层的局部连接网络)总线, LIN 是用于汽车分布式电控系统中的一种新型低成本、串行通信系统。LIN 采用低成本的单线连接,传输速度最高可达 20Kbit/s,对于大多数的控制对象而言,该传输速度是可以满足的。低速总线主要用于后视镜调整、电动车窗、灯光照明等的控制。

2. 中速总线协议标准

中速总线协议标准为 ISO 11898 或 ISO 11519。中速总线首选 CAN 总线。CAN 是为了解决现代汽车众多的控制单元数据传递而开发的一种串行通信协议,它是一种多主总线,通信介质可以为双绞线、同轴光缆或光导纤维,通信速率可达 1Mbit/s,具有良好的实用性和可靠性。中速总线主要应用于车身舒适性模块、仪表显示等系统。

3. 高速总线协议标准

在高速总线标准协议中,一般采用的是 CAN 总线 ISO 11898 的标准。主要面向高速实时闭环控制的多路传输网络,位速率在 125Kbit/s~1Mbit/s 之间,主要用于牵引力控制、发动机控制、ABS 控制、安全气囊控制等系统中。

4. 自诊断系统总线协议标准

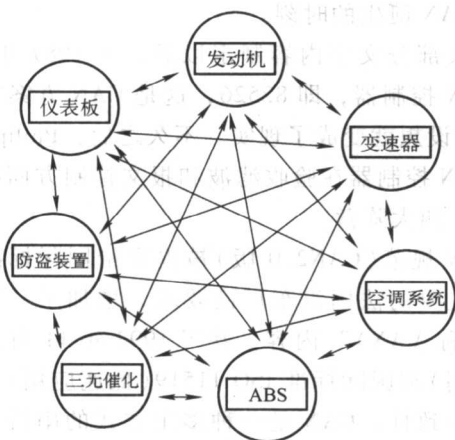
故障自诊断是现代汽车一个不可缺少的功能,许多汽车生产厂商都采用 ISO 14230 作为自诊断系统的通信标准,它能够满足 OBD-II 和 OBD-III 的要求。在欧洲,以往诊断系统中使用的是 ISO 9141,它是一种基于 UART 的诊断标准,能够满足 OBD-II 的要求,从 2000 年开始,欧洲汽车厂商已经开始使用一种基于 CAN 总线的诊断标准 ISO 315765,它能够满足 E-OBD 系统的要求。美国通用、Fode、DC 公司广泛使用 J1850,作为满足 OBD-II 的诊断系统通信标准。美国从 2004 年开始,采用基于 CAN 总线的 J2480 诊断系统的标准。

第二节 CAN 总线技术简介

CAN 总线又称作汽车总线,其全称为“控制器局域网(CAN-Controller Area Network)”,是德国 Bosch 公司为解决现代汽车中众多的电控单元(ECU)之间的数据交换而开发的一种串行通信协议。CAN 总线在诸多汽车总线中有着很重要的地位,现已成为汽车总线的代名词,已成为汽车是否数字化的一个重要标志。

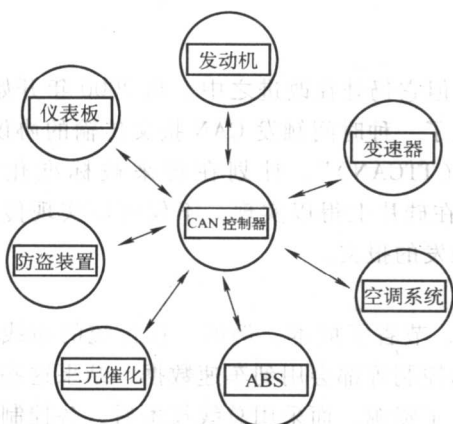


对于汽车上的众多电控单元而言，如果按照传统的汽车数据传输方式建立数据传递将是一个庞大的数据网络(如图 1-4 所示)，这样的网络不仅效率低，故障率高，而且功能局限性大，无法实现功能的升级和多个系统的同步协调。增加了 CAN 串行总线系统(如图 1-5 所示)，把车辆上相关控制器都联系起来，实现了各种控制器的相互通信，做到了全车信息及时共享。CAN 不仅减少了直接线束的连接，使整车线束布置紧凑，车辆更加安全。同时，也确保了整车在行驶过程中各个部件之间的匹配达到最佳状态，使故障率大大降低，安全性能大大提高。



这样的网络真的让人好烦，效率低，故障率高，而且功能局限性大，有没有新的技术去代替它呢？

图 1-4 传统方式数据传递示意图



使用了 CAN 总线技术把车上相关的控制器都联系在一起了，可以轻松的实现数据共享，消除了传统的数据传递方式所产生的弊端。

图 1-5 CAN 数据总线传递方式示意图

一、CAN 的发展史

在 1980 年的早些时候, Bosch 公司的工程师就开始论证当时的串行总线用于客车系统的可行性。没有一种现成的网络方案能够完全满足汽车工程师们的要求。于是, 在 1983 年初, Uwekiencke 开始研究一种新的串行总线, 新总线的主要方向是增加新功能, 减少电气连接线, 使其能够用于产品, 而非用于驱动技术。1986 年 2 月, Robert Bosch 公司在 SAE(美国汽车工程师学会)大会上介绍了一种新型的串行总线——CAN 总线, 几位专家分别介绍了这种多主网络方案。此方案基于非破坏性的仲裁机制, 能够确保高优先级报文的无延迟传输, 并且不需要在总线上设置主控制器, 那是 CAN 诞生的时刻。

当关于这种革新的通信方案的大部分文字内容制定以后, 于 1987 年中期, Intel 提前计划 2 个月交付了首枚 CAN 控制器, 即 82526, 这是 CAN 方案首次通过硬件实现。仅仅用了四年的时间, 设想就变成了现实。不久之后, Philips 半导体推出了 82C200。这两枚最先的 CAN 控制器在验收滤波和报文控制方面有许多不同, 制造出 Basic CAN 和 Full CAN 两大阵营。

在 1990 年早些时候, Bosch CAN 规范(CAN2.0 版)被提交给国际标准化组织。在数次行政讨论之后, 应一些主要的法国汽车厂商要求, 增加了“Vehicle Area Network(一种车辆局域网络, 简称 VAN)”内容, 并于 1993 年 11 月出版了 CAN 的国际标准 ISO 11898(高速应用)和国际标准 ISO 11519(低速应用), 使得 CAN 在应用和设计上有了标准化与一致性。CAN 是一种多主方式的串行通信总线, 基本设计规范要求为具备高的传输速率、高抗电磁干扰能力, 而且能够检测出传输过程中产生的任何错误。当信号传输距离达到 10km 时, CAN 仍可保证 50Kbit/s 的数据传输速率。

二、CAN 前景展望

尽管 CAN 协议已经有 15 年的历史, 但它仍处在改进之中。从 2000 年开始, 一个由数家公司组成的 ISO 任务组织定义了一种时间触发 CAN 报文传输的协议, 此协议定义为“时间触发通信的 CAN(TTCAN)”。计划在将来被标准化为 ISO 11898-4。目前这个 CAN 的扩展已经在硅片上得以实现。不仅可以实现传输时间触发的报文, 也可以实现传输事件触发的报文。

三、CAN 总线技术的优点

1) 数据共享减少了数据的重复处理, 节省了成本。例如, 在传统的布线形式中, 自动变速器、空气悬架、巡航定速控制等都会用到车速数据, 结果这些电控单元内部都有一套车速处理电路, 浪费了资源。而采用总线技术后, 各控制单元都可从总线上获得车速数据, 减少车身布线, 进一步节省了成本。由于采用总线技术, 模块之间的信号传递仅需要两条信号线, 使布线局部化。车上除掉总线外, 其他所有横贯车身的线都不再需要了, 节省了布线成本。

2) 具有诊断错误的能力和自动恢复能力, 节省了生产维护成本。比如通过适当的 CAN 分析模块可以对总线系统进行诊断, 如传感器的故障诊断、车灯的故障诊断、各个模块的诊断以及线路连接间的诊断等。对于总线内部错误, 总线系统可以通过自身软件进行自动恢复。而非总线车辆, 一旦出现故障, 要依赖人工对复杂线束逐个测量, 而且需要对相关电器依次测定, 整个过程非常费时费力。

3) 各电控单元对所连接的 CAN 总线进行实地监测, 当出现故障时电控单元会存储故障码。

4) 使用小型控制单元及小型控制单元插孔, 可节省空间。

5) 总线的利用率高。数据传输距离较长, 可长达 10km, 数据的传输率高, 可达到 1Mbit/s。

6) CAN 总线具有线间干扰小、抗干扰能力强的优点。

7) 价格占有绝对的优势。随着 CAN 的批量推广, 其成本会进一步降低。

8) CAN 总线符合国际标准, 因此可应用于不同型号控制单元间的数据传输。

四、汽车总线的研究重点及关键技术

汽车总线系统的研究与发展可以分为三个阶段: 第一阶段是研究汽车的基本控制系统(也称舒适总线系统), 如照明、电动车窗、中央集控锁等。第二阶段是研究汽车的主要控制系统(也称动力总线系统), 如电子燃油喷射系统、ABS 系统、电控自动变速器系统等。第三阶段是研究汽车各电子控制系统之间的综合、实时控制和信息反馈。

1. 汽车总线研究的重点

CAN 符合 ISO 的参考模型, 但只规定了物理层和数据链路层的协议, 其应用层的协议需要用户自己定义。支持 CAN 低层协议的芯片有许多, 用户自己开发的应用层协议也有很多, 如 AB 公司定义的 DEVICENET 协议就是 CAN 协议基础上的应用层协议, Honeywell 公司推出的 SDS 总线也是在 CAN 的基础上定义了自己的应用层。可见, 汽车 CAN 总线的研究重点是: 针对具体的车型开发 ECU 的硬件和应用层的软件, 并构成车内网络。

2. 关键技术

利用 CAN 总线构建一个车内网络, 需要解决的关键技术问题有:

- 1) 总线传输信息的速率、容量、优先等级、节点容量等技术问题。
- 2) 高电磁干扰环境下的可靠数据传输。
- 3) 确定最大传输时的延时大小。
- 4) 网络的容错技术。
- 5) 网络监控和故障诊断功能。



技术的先进性是总线在汽车上应用的最大动力，也是汽车生产商竞相应用总线的主要原因，汽车总线的普及和发展是大势所趋，是提高汽车性能的一条很好途径。



第三节 CAN 总线技术术语介绍



CAN 总线(英文称 CAN-BUS)技术在国外早就被广泛应用了，最近几年在国内开始兴起，对于一个汽车修理人员来讲，尽快掌握该技术是很有必要的，修理人员不仅要掌握良好的汽车专业知识，还要掌握相关的网络知识，下面就常用的技术术语进行介绍和解释。

一、CAN

CAN 是 Controller Area network 的英文缩写，中文含义为控制器局域网，是国际上广泛应用的汽车总线之一。该技术最初被用在飞机、坦克等武器电子系统的通信联络上，将这种技术用于民用汽车起源于欧洲。CAN 可以实现车载各电子控制装置单元之间的信息交换。发动机控制单元、自动变速器控制单元、仪表装备等均可嵌入 CAN 控制装置。在一个 CAN 总线构成的单一网络中，理论上允许挂接无数个节点，而实际应用中，节点数目受网络硬件的电气特性所限制。例如，当使用 Philips 公司的 P82C250 作为 CAN 收发器时，同一网络中允许挂接 110 个节点。CAN 可提供高达 1Mbit/s 数据传输速率，这使实时控制变得很容易。另外，硬件的错误判断能力也增强了 CAN 的抗电磁干扰能力。

二、局域网

局域网是在一个有限区域内连接的计算机网络，一般这个区域具有特定的职能，通过这个系统内的资源共享和信息通信，连接到网络上的节点可以是计算机、基于微处理器的应用系统或智能装置。局域网传输速度在 $10^2 \sim 10^5$ Kbit/s 范围，传输距离在 100~250m 范围，在传输过程中，误码率很低。汽车上的网络是局域网与现场总线之间的一种结构。数据传输速度一般在 10~1000Kbit/s 范围，传输距离在几十米范围。局域网的传输介质有双绞线、同轴电缆和光纤三种，其传输媒体的特点见表 1-2。

表 1-2 传输媒体的特点

媒 体	信 号 类 型	最大数据传输 速度/(Mbit/s)	最大传输距离 /km	网络节点数
双绞线	数字	1~2	0.1	几十
同轴电缆(50Ω)	数字	10		几百