

绪 论



知识目标

- (1) 了解汽车电子的网络化发展趋势。
- (2) 熟悉车载网络体系结构。
- (3) 熟悉常见的车载网络。



技能目标

- (1) 能说出几种常见车载网络的特点及应用。
- (2) 了解新能源汽车 CAN 总线的应用特点。

一、汽车电子的网络化发展趋势

自 20 世纪 50 年代以来，汽车发动机点火系统中的晶体管点火装置开始取代机械式点火系统，汽车电子装置深刻地影响了汽车的发展。电子装置正逐步取代机械部件，以微控制器为主体的汽车电子设备在整车中所占比重不断升高，汽车正在由机械产品逐步转向机电一体化产品，转向以分布式网络技术为基础的智能化系统，汽车电子化是现代汽车发展的重要标志。目前，电子设备在汽车中占的比重逐年增加，电子技术在汽车中的应用水平也逐年提高。电子技术的应用大大提高了汽车的动力性、安全性、舒适性和可靠性。现代汽车的高端性能大多来自汽车中使用的电子部件。有资料表明，一辆豪华汽车总制造成本的 33% 来自汽车电子的费用；汽车创新的 80% 源自汽车电子的使用。随着电子器件和芯片技术的日益成熟，汽车电子化趋势将持续发展下去，使用汽车电子的优势也会越来越明显。



汽车的电子化在几十年的时间里大概经历了三个阶段。第一阶段,是为提高个别机械部件的性能而在汽车中引入电子装置的初始阶段,如采用电子点火装置取代机械式点火系统,引入车载收音机等。第二阶段,是微型计算机开始在汽车中使用的阶段。此时,电子器件的应用范围还是比较局限,但随着燃油资源和排气问题的出现,电子技术显示出在解决这些问题中的优势。在这一阶段,汽车电子与机械技术、材料技术一起获得了快速发展,机电一体化成为汽车领域里的新概念。第三阶段,是汽车电子跨入智能化、网络化方向的阶段。在汽车的网络化结构中,所有部分协同工作满足汽车驾驶员的行驶和操作意图。先进控制、人工智能和模糊控制等控制策略与先进的半导体技术结合在一起,使驾驶变得越来越人性化。汽车电子的网络化是汽车电子走向成熟的一个标志。汽车网络的引入可追溯到 20 世纪,汽车网络是汽车电子发展到一定阶段的产物。

汽车网络的概念大部分来自计算机网络,但又同时被赋予控制的概念。起初,汽车的开关和执行器等部件是通过点对点的接线方式实现的。这种方式臃肿、昂贵、复杂,造成造车和装配中的诸多不便。随着车身电子设备的增加,点对点连线方式会造成占用空间多、可靠性差、增加汽车重量等一系列问题。汽车网络的引入成为解决这一问题的最佳方案。现代汽车可以说是各种网络的集合体,汽车内部已经基本形成了从低速到高速,从电缆到光纤,从有线到无线,从离散的数据通信到中央智能控制,从传感、显示到操作控制,从车载娱乐到通信、导航的复杂网络系统。据不完全统计,现在比较成熟的汽车电子网络标准多达几十种,在汽车领域应用普遍的也有十几种。有了网络,各种电子器件之间不再是孤立的单个传感器或执行器,它们共同构成了以汽车网络为媒介的功能化系统。

二、车载网络体系结构

汽车网络体系结构是由不同功能的多种网络构成的混合网络结构。高带宽网络用于汽车多媒体和信息交换,主要考虑信息的畅通。可靠性网络应用于实时性控制中,如牵引控制和底盘控制等。对于控制方面的应用,性能要求高于成本要求,网络一般设计有冗余从而保证安全性。而像电动车窗、自动座椅这样的舒适性电子设备,只需要一般的响应时间,对实时性的要求不高,相对而言对成本的要求却很高,在选择网络和实现功能时会充分考虑成本因素。通常,传输速率较小的单线网络比较适合这类应用。

汽车网络的标准化和规范化是汽车网络发展的标志,代表着汽车网络的发展趋势。在汽车网络发展初期,汽车厂家们只是“闭门造车”,潜心研究自己的网络系统,而极少关心网络的标准化问题。随着汽车网络的发展,这种“专网”极大地限制了各厂商电子设备的互操作性,严重阻碍了网络在汽车行业的推广,汽车网络的标准化成了当务之急。而一些标准化网络在汽车上的成功应用迎来了汽车网络的标准化浪潮,越来越多的汽车厂商先后参与到制定国际性或地区性开放标准网络协议的行列中,这进一步促进了汽车网络的发展和推广。汽车网络体系结构如图 0.1 所示。

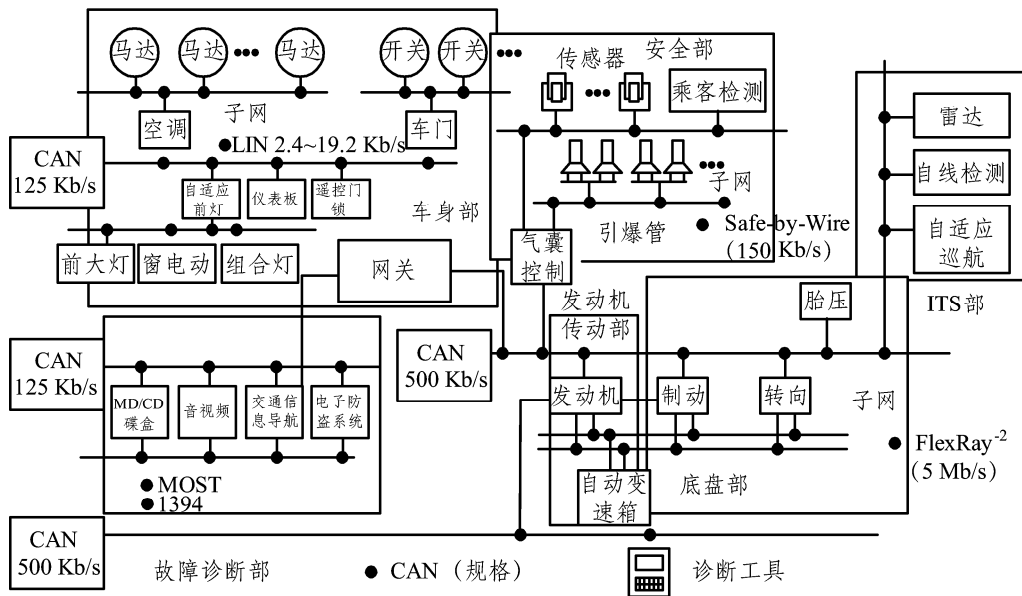


图 0.1 汽车网络体系结构

三、现代汽车上常见的车载网络

未来汽车电子的整个网络将是 CAN、LIN、MOST 三网合一的整体。MOST 负责音视频，CAN 负责重要的电子控制单元（如发动机、ABS、安全气囊等），LIN 负责次要的电子控制单元（如门窗、车灯等），有少数车辆还用到了高级通信技术 FlexRay 总线。

（一）CAN 总线简介

CAN 总线，全称 Controller Area Network，中文为控制器局域网，是现今汽车行业里被广泛应用的一种现场总线技术。CAN 总线技术是由德国 Bosch 公司开发的，最终发布了正式的 CAN 总线国际标准 ISO11898。CAN 总线是一种串行通信，它将各控制节点以某种结构连接在一起，实现通信和数据共享，是一种分布式多主结构的总线。CAN 总线主要由四部分组成：导线、CAN 控制器、CAN 收发器和终端电阻。其中导线可以是双绞线、同轴电缆或光纤。

CAN 控制器主要对收发的信号进行解析翻译。CAN 收发器用于接收和发送信息到总线网络上。终端电阻的作用是防止 CAN 信号发生反射导致通信故障。CAN 用于汽车里控制单元之间的数据交换和信息共享，所有节点都有一个自己的地址 ID，均可以发送和接收总线上的任何数据，成为一个多主结构的汽车网络。无论一辆汽车有多少控制器节点，无论有多少信息需要交互，每个控制单元都只需要连接到总线上即可，因此节省了大量的导线线束。现代汽车，特别是混合动力汽车整车功能更全面、更复杂，CAN 总线拓扑设计也更为分散，一般为多个网络，有独立网关，平台扩展性大。



国内 CAN 总线设计起步较晚，但现在已在各类车型迅速应用。不过目前混合动力汽车功能较简单，且具备批产能力、带有售后诊断的车型较少。

图 0.2 为丰田 Pruis 混合动力的拓扑结构，其特点是子网络较多，分为 BEAN 网络、CAN 网络、AVC-LAN 网络和本地通信网络，且具有独立网关。奔驰 S400 Blue HYBRID 混合动力车型的总线拓扑结构与丰田 Pruis 类似，如图 0.3 所示。两者均有较多功能，因此也有较多的控制器节点，子网络较多；不同点是奔驰 S400 Blue HYBRID 混合动力车型的总线基本所有子网络均采用 500 Kb/s 的 CAN 总线通信，既有独立网关，也有整车控制器作为集成网关。国内的混合动力汽车网络拓扑较简单。一汽某混合动力车型采用一条 500 Kb/s 的 CAN 总线网络，各通信节点均在一条网络中共享数据，结构较简单，如图 0.4 所示。

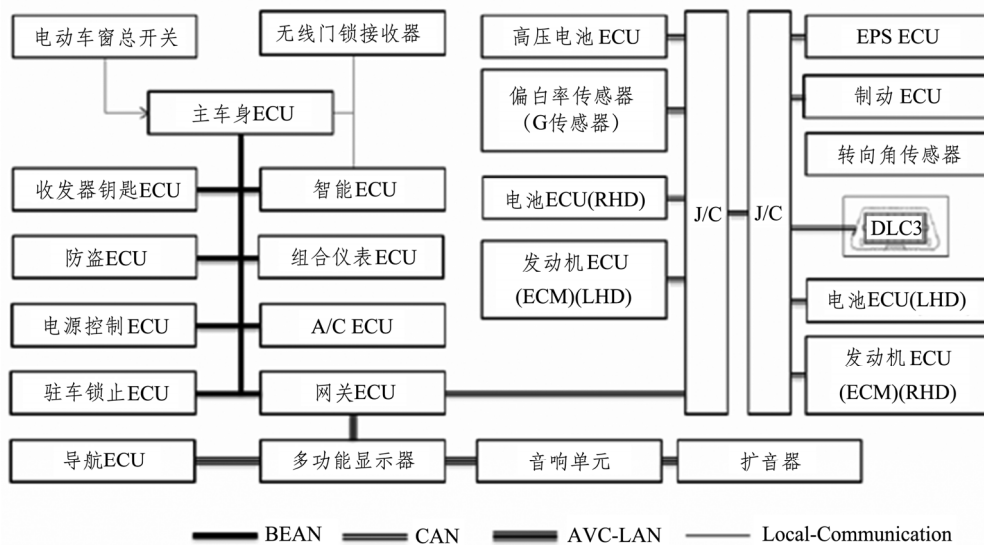


图 0.2 丰田 Pruis 混合动力的拓扑结构

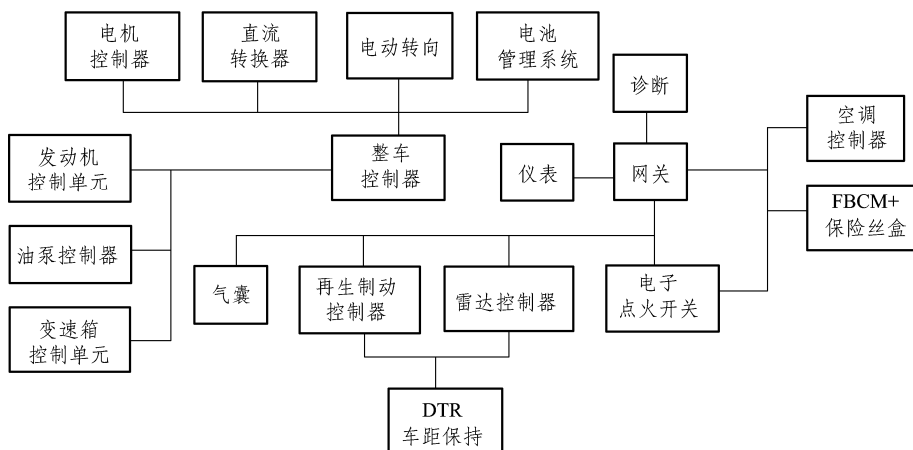


图 0.3 奔驰 S400 Blue HYBRID 混合动力车型的总线拓扑结构

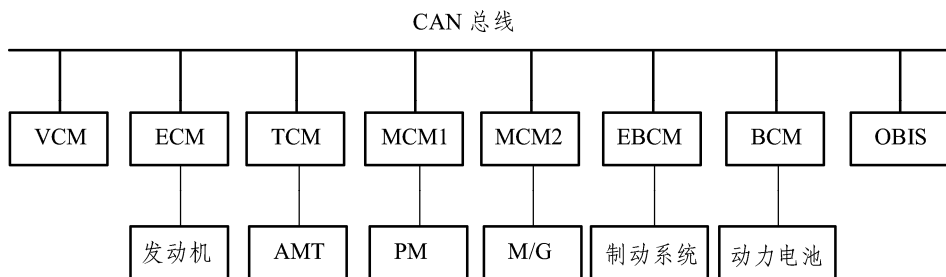


图 0.4 一汽某混合动力车型总线结构图

数据共享减少了数据的重复处理，节省了成本。比如，对于具有 CAN 总线接口的电喷发动机，其他电器可共享其提供的转速、水温、机油压力、机油温度、油量瞬时流速等数据，一方面可省去额外的水温、油压、油温传感器；另一方面可以将这些数据显示在仪表上，便于驾驶员检查发动机运行工况，从而便于发动机的保养维护。再比如，电涡流缓速器、空气悬架、门控制及巡航定速控制都用到车速数据，结果这些电器都有一套车速处理电路，会造成资源浪费。而采用总线技术后，大家都从总线上获得车速数据，减少了车身布线，进一步节省了成本。由于采用了总线技术，模块之间的信号传递仅需要两条信号线。

本书将在后续章节中重点介绍 CAN 总线的相关知识。

(二) 单式数据总线——LIN 总线

LIN 是 Local Interconnect Network 的缩写。Local Interconnect (局域互联) 表示所有的控制单元都装在一个有限的空间内 (如车顶)，所以它也被称为“局域子系统”。车上各个 LIN 总线系统之间的数据交换是由控制单元通过 CAN 数据总线实现的。

LIN 总线系统是单线式总线，在汽车上应用时常常将线束的底色做成紫色。该线的横截面面积一般为 0.35 mm^2 ，无须屏蔽。一般情况下一个系统可让一个 LIN 主控制单元与最多 16 个 LIN 从控制单元进行数据交换。LIN 提升了系统结构的灵活性，并且无论从硬件还是软件的角度，都为网络中的节点提供了联互操作性，并可获得更好的 EMC (电磁兼容) 特性。

LIN 补充了当前的车辆内部多重网络，并且为实现车内网络的分级提供了条件，有助于车辆获得更好的性能并降低成本。LIN 协议致力于满足分布式系统软件复杂性、可实现性、可维护性要求，提供了一系列高度自动化的工具链。

LIN 总线是一种串行通信总线，支持汽车应用中分布式机械电子节点的控制。它的使用范围为单主机节点和从机节点的多点总线，其系统结构如图 0.5 所示。LIN 网络由一个主节点以及一个或多个从节点组成，媒体访问由主节点控制到从节点，不需要仲裁或冲突管理。可以保证最差状态下的信号传输延迟时间。LIN 相对于 CAN 在采用单线传输、硅片中硬件或软件方面的成本更低，且无须在从节点中使用石英或陶瓷谐振器。

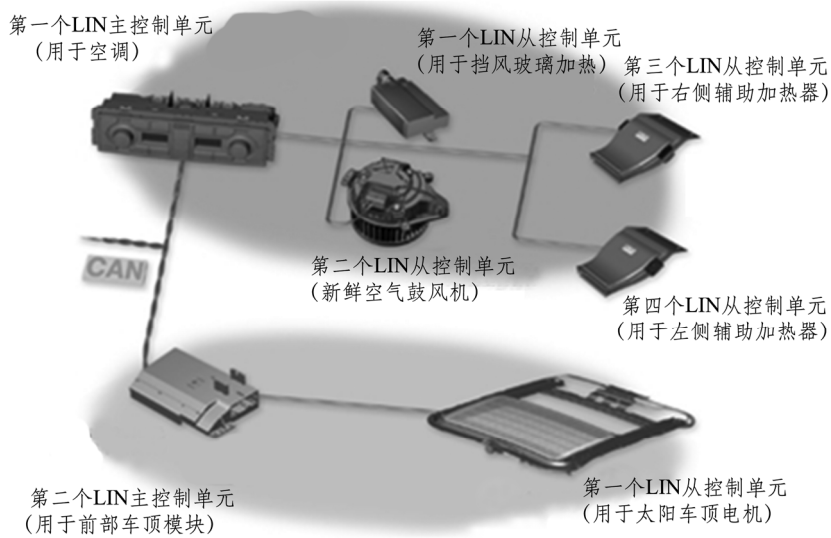


图 0.5 LIN 总线系统结构图

1. LIN 主控制单元

该控制单元连接在 CAN 数据总线上，它执行 LIN 的主功能。主要有以下几个方面的作用（见图 0.6）。

- (1) 监控数据传递和数据传递的速率，发送信息标题。
- (2) 该控制单元的软件内已经设定了一个周期，这个周期用于决定何时将哪些信息发送到 LIN 数据总线上。
- (3) 该控制单元在 LIN 数据总线系统的 LIN 控制单元与 CAN 总线之间起“翻译”作用，它是 LIN 总线系统中唯一与 CAN 数据总线相连的控制单元。
- (4) 通过 LIN 主控制单元进行与之相连的 LIN 从控制单元的自诊断。

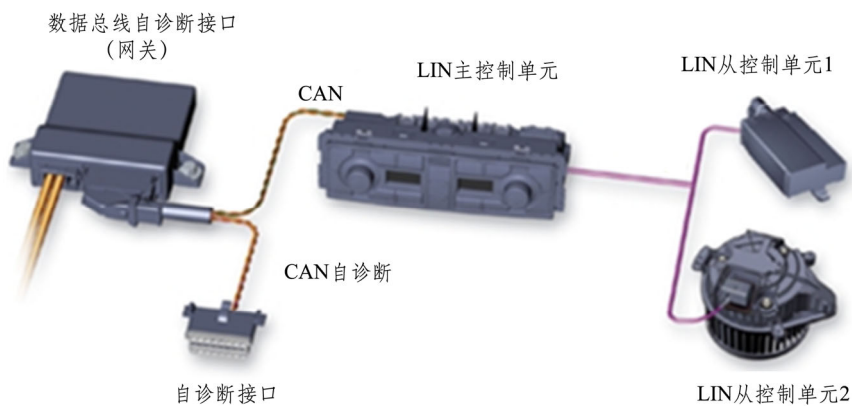


图 0.6 LIN 主控制单元连接结构示意图

2. LIN 从控制单元

在 LIN 数据总线系统内，单个的控制单元（如新鲜空气鼓风机）或传感器及执行元件（如水平传感器及防盗警报蜂鸣器）都可看作 LIN 从控制单元。

传感器内集成有一个电子装置，该装置对测量值进行分析，数值作为数字信号通过 LIN 总线传递。有些传感器和执行元件只使用 LIN 主控制单元插口上的一个针脚。LIN 总线只有当 LIN 主控制单元发送标题后，传感器和执行元件才会做出反应。

3. LIN 执行元件

LIN 执行元件都是智能型的电子或机电部件，这些部件通过 LIN 主控制单元的 LIN 数字信号接受任务。LIN 主控制单元通过集成的传感器来获知执行元件的实际状态，然后就可以进行规定状态和实际状态的对比。如图 0.7 所示。

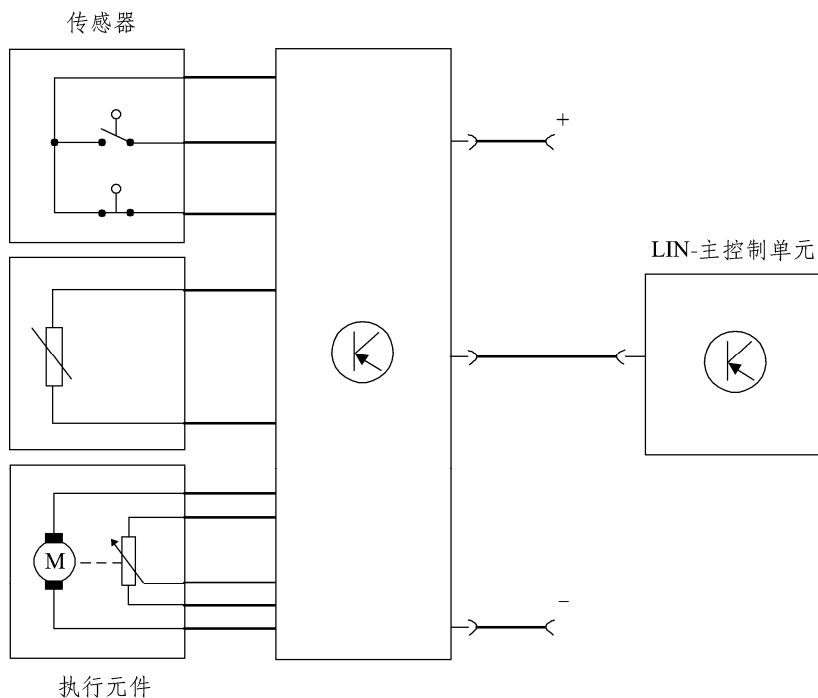


图 0.7 LIN 执行元件与主控单元的连接示意图

4. LIN 物理层

总线驱动/接收器的定义遵循 ISO 9141 单线标准，并带有一些增强性能。总线为单线传输，通过终端电阻由电池正极节点（VBAT）供电。总线收发器采用增强型的 ISO 9141 实现标准。总线可以取两个互补的逻辑值：主控值的电压接近于接地端，代表逻辑值“0”；退让值的电压与电池电压接近，代表逻辑值“1”。

总线采用上拉电阻作为终端，主节点的上拉电阻为 1 kΩ，从节点的上拉电阻为 30 kΩ。电阻需串联一个二极管以防止由于本地电源泄漏对总线产生的干扰。从节点