

并联混合动力汽车中 CAN 网络的研究与实现*

夏 阳 王耀南 陈 华 张 健 曹松波 湖南大学电气与信息工程学院(410082)

Abstract

In this paper,CAN (Controller Area Network) in parallel hybrid electric vehicle is researched and implemented. CAN is used to reduce size and length of wires and acquire more information.Operation flats in vehicle are connected and more safety and less cost are obtained.

Keywords:CAN network,parallel hybrid electric vehicle,data frame,CAN specification 2.0

摘 要

本文研究并实现了并联混合动力汽车上的 CAN(Controller Area Network)网络。为了减少车上日益增加的线束且能从现场设备获得更丰富的信息,应用了一种车上控制器局域网 CAN,实现了车辆各控制平台的互联,大幅度减少了用线数量,提高了可靠性和安全性、降低了成本。

关键词:CAN 网络,并联混合动力车,数据帧,CAN 技术规范 2.0

1 CAN 在汽车控制的应用

国际电子技术委员会(International Electro-technical Commission,IEC)对混合动力电动汽车的定义为:“在特定工作条件下,可以从两种或两种以上的能量存储器、能量源或能量转化器中获取驱动能量的汽车。其中至少有一种存储器或转化器要安装在汽车上。混合动力电动汽车(HEV)至少一种存储器、能量源或能量转化器可以传递电能”。本文所说的混合动力电动汽车(HEV)指混合燃油发动机和电机两种动力来驱动的汽车。在混合动力汽车的不同类型中,并联型混合动力电动汽车的驱动系统主要由发动机、电机和变速箱等组成。发动机和电机都可以独立驱动汽车,是两套相互独立又相互关联的驱动系统。因此,并联型混合动力电动汽车的驱动模式更加灵活,可以适用于更广的范围,特别适用于一些比较复杂的工况。

20 世纪 90 年代以来,汽车上由电子控制单元(ECU)控制的部件数量越来越多,因此,一种新的概念——车上控制器局域网 CAN(Controller Area Network)的概念也就应运而生了。CAN 最早是由德国 BOSCH 公司为解决现代汽车中的控制与测试仪器之间的数据交换而开发的一种数据通信协议,按照 ISO 有关标准,CAN 的拓扑结构为总线式,因此也称为 CAN 总线。为了满足各子系统的实时性要求,有必要对汽车公共数据实行共享,如发动机转速、车轮转速、油门踏板位置等。但每个控制单元对实时性的要求是因数据的更新速率和控制周期不同而不同的。这就要求其数据交换网是基于优先权竞争的模式,且本身具有较高的通信速率,CAN 总线正是为满足这些要求而设计的。

在现代轿车的设计中,CAN 已经成为必须采用的装置,奔驰、宝马、大众、沃尔沃及雷诺汽车都将 CAN 作为控制器联网的手段。由于我国中高级轿车主要以欧洲车型为主,因此欧洲车应用最广泛的 CAN 技术,也将是国产轿车引进的技术项目。目前汽车上的网络连接方式主要采用 2 条 CAN,一条用于驱动系统的高速 CAN,速率达到 500kb/s,另一条用于车身系统的低速 CAN,速率是 100kb/s,如图 1 所示。

2 混合动力汽车的 CAN 网络设计

2.1 整体设计

混合动力车 CAN 网络的设计在混合动力电动汽车中相当关键,负责整车各个部件之间的通信,只有位于基础位置的

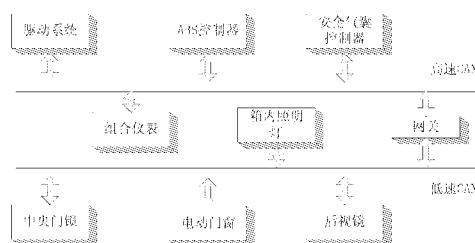


图 1 车上通用的总线结构

CAN 网络设计完成后才能顺利实现整车控制系统的功能。本文文中的混合动力电动车的 CAN 网络主要由能量总成控制器、ISG 控制器、电机控制器、电池管理系统、CAN 检测模块等组成,CAN 节点的确定是基于混和动力汽车的总体设计的,取决于在整体设计中决定的功能部件。基于 CAN 网络的整车框图如图 2 所示。

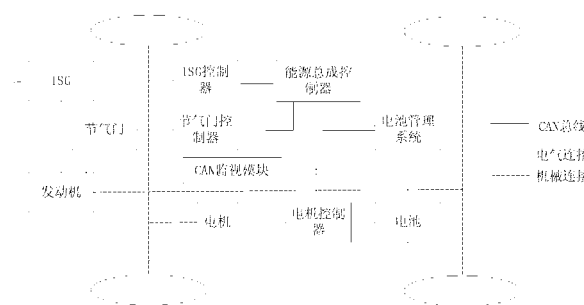


图 2 基于 CAN 总线的整车框图

在确定了 CAN 网络的节点后,首要任务是确定各节点所需的通信内容,要绘制出各节点的信息量图,即各节点要往总线上发送的信息、收到的信息以及所收信息的源节点。表 1 给出了基于图 2 的混和动力汽车的节点分析。当所有节点的收发信息都确定好之后,估计出大致所需的 CAN 信息帧的数目。只有 CAN 网络节点及通信内容确定了之后才能进行协议的选择、ID 的分配等步骤。

CAN 网络设计的第二步是根据 CAN 网络的节点数目及 CAN 信息帧数目确定要采用的网络协议。现在通常采用的标准主要有两种:CAN2.0A 和 CAN2.0B,其中 CAN2.0B 兼容 CAN2.0A。如果 CAN 网络的节点数目和信息帧数目较少,就可

* 国家 863 计划项目,湖南省“十五”科技重大专项攻关项目(02GKY1003)资助

以采用 CAN2.0A 标准,如果很多的话,则可以采用 CAN2.0B。后者扩展了信息帧的标志位,将 CAN2.0A 的 11 位 ID 扩展到了 29 位,很大程度上增加了网络的容量。从图 4 可知 CFA6470HEV 的 CAN 网络主要由五个节点构成并且通信内容也不是很多,因此采用 CAN2.0A 即可。

表 1 混合动力电动汽车节点分析

节点	发送信息	接收信息
电机控制器	电机转速、力矩、温度、变频器的直流端电压、变频器状态、错误代码等	电机设定转速、设定力矩、正反转、启动停止命令等(整车控制器)
ISG 控制器	ISG 转速、力矩、温度发动机控制器状态、错误代码等	ISG 设定转速、设定力矩、启动停止命令等(整车控制器)
电池管理系统	电池电压、电池温度充放电电流限制、报警信息等	无
整车控制器	电机设定转速、设定力矩、正反转;ISG 的启动停止命令、设定力矩;司机选择的工作模式和整车运行状况等	来自电机控制器、ISG 控制器、电池管理系统的所有信息
CAN 检测模块	无	接收总线上所有的信息

2.2 物理层布局

CAN 网络的拓扑结构如图 3 所示。为了避免总线反射,总线最好做成线性结构,即有一根主干线,然后再将每个节点用短线与主干线相连。而且每个节点之间的距离不应相等,每个节点连接到主干线上的短线也不宜相等。具体要求如表 2 所示[7]。

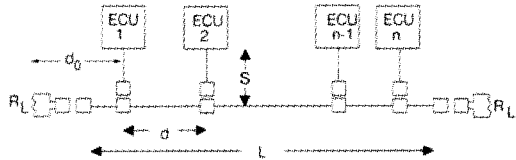


图 3 CAN 网络拓扑结构

表 2 CAN 网络拓扑参数

Parameter	Symbol	Min	Nom	Max	Unit	Conditions
Bus Length	L	0		40	m	not including cable stubs
Cable Stub Length	S	0		1	m	
Node Distance	d	0.1		40	m	
Minimum Distance from R _L	d ₀	0			m	R _L shall not be located within an ECU

总线的两端必须有两个终端电阻 RL 跨接到 CAN_H 和 CAN_L 上,这对于匹配总线阻抗起着相当重要的作用。忽略它们,会使数据通信的抗干扰性及可靠性大大降低,甚至无法通信。

2.3 CAN 网络应用层协议制订

上一小节确定了本论文中的 CAN 网络采用 CAN2.0A 标准,这个标准包括由 ISO 参考模型的物理层(第一层)和数据链路层(第二层)。其中,第一层负责譬如物理信号传输,译码,位时序和位同步等的功能,而第二层负责像总线仲裁、信息分段以及数据安全、数据确认、错误检测、信号传输和错误控制的功能。CAN 标准没有规定媒体的连接单元以及其驻留媒体,也没有规定应用层。

对大多数混合动力车设计者而言,应用层协议的制定主要是确定每个节点的数据帧个数、每个数据帧的标识符、数据帧具体的数据定义及定标。

根据表 1 中节点信息的分析可确定电机、ISG 和能量总成控制器信息量较大,各分配两个数据帧,电池管理系统的信息量相对较小,分配一个数据帧。

由于 CAN 协议没有规定信息标识符的分配,因此可以根

据不同应用使用不同的方法。由于 CAN 信息的标识符决定了信息相关的优先权和信息的等待时间,信息标识符分配的方法被认为是基于 CAN 的系统的主要结构元素,它同时也影响了信息滤波适用性、合理的通讯结构适用性和标识符使用的效率。所以,在设计一个基于 CAN 的通讯系统时,确定 CAN 标识符的分配非常重要,标识符的分配和定位也是较高层解决手段的其中一个主要的项目。

根据本文中的实际情况,我们制订 CAN 网络应用层协议时,主要考虑了 CAN 网络的节点数目,每节点的信息帧数目,将 11 位 ID 具体定义为节点 ID,信息类型和信息 ID 三部分。

CAN ID (11 bits) = [Message ID (7 bits)] [Type (1 bit)] [Node ID (3 bits)]

因为在 CAN 协议里规定,标志位 ID 越小的优先级越高,因此在确定 ID 报警的信息帧的优先级就应该高于其时,要先分析该信息帧需求的紧急性。另外还要考虑信息帧出现的频率,出现频率较高的信息帧的优先级可以略低一些,以免使得出现频率较低的信息帧抢占不到总线。

数据帧具体的数据定义,则根据信息流进行定义。数据的定标则可以根据实际情况来制订。

2.4 CAN 网络波特率和节点数据传输频率的确定

波特率的确定可根据通信内容的多少确定。通常采用 125kbps~1Mbps。如前所述,驱动系统通常采用高速 CAN。参考目前在大型汽车中应用最广泛的应用层协议 J1939 协议,可达到 250Kbps 的通讯速率。

节点各信息帧传输频率的确定主要取决于信息的紧要程度和更新频率。例如:驱动电机的信息帧实时性要求较高,而且转速、扭矩等信息更新时间短且波动范围大,所以它的通信频率应该高一些;而电池电量变化频率慢且波动范围小,所以含电池电量的信息帧的传输频率可相对低一些。

3 结束语

CAN 符合 ISO/OSI 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,既有在片的 MCU,也有片外的 CAN 控制器。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。

现代汽车是一个智能化网络计算平台。汽车网络贯穿整车的每个单元即控制系统、信息系统、驾驶系统和传感执行系统均由控制局域网 CAN-BUS 互连,掌握应用层网络标准并开发嵌入式软件是关键技术。将车内的控制网络与信息网络如故障信息检测系统,车况自动纪录系统,实时驾驶信息显示系统(智能化数字仪表)与嵌入式因特网互连(支持 IPv4 及 IPv6),使每个汽车有一个 Web 网页,将会是今后汽车计算平台的关键核心技术。

参考文献

1 孙逢春,张承宁,祝嘉光编著.电动汽车.北京理工大学出版社,1997
2 郭宽明.CAN 总线原理和应用系统设计.北京航空航天大学出版社,1996
3 阳宪惠主编.现场总线技术及其应用.清华大学出版社,1999(6)
4 ISO 11898 Road Vehicles – Interchange of Digital Information – Controller Area Network (CAN) for High Speed Communication. December 1992 [收稿日期:2004.3.29]