

一种改进的电动汽车网络管理方法与实现^①

刘源杨, 李 杨, 乔 昕, 李研强, 刘广敏, 侯恩广, 崔立志

(山东省汽车电子重点实验室, 济南 250014)

(山东省科学院自动化所, 济南 250014)

摘 要: 传统燃油汽车的车载通讯网络管理方法已不能完全满足电动汽车需要, 提出一种适用于电动汽车网络拓扑结构, 它是由主网关、分网关和它们的子网络构成, 子网络通过网关进行信息交互; 划分了电动汽车的四种工作模式, 网关根据当前工作模式分别控制各网络子模块的通讯状态, 从而实现了局部式网络管理. 这样既保证了电动汽车无间断安全监控, 又最大限度降低了能耗.

关键词: 电动汽车; OSEK; 网络管理; 网关; 子网关; 工作模式

Improved Network Management Method Applied for Electrical Vehicles Network

LIU Yuan-Yang, LI Yang, QIAO Xin, LI Yan-Qiang, LIU Guang-Min, HOU En-Guang, CUI Li-Zhi

(Shandong Provincial Key Laboratory of Automotive Electronic Technology, Jinan 250014, China)

(Institute of Automation, Shandong Academy of Sciences, Jinan 250014, China)

Abstract: The network management of traditional vehicles cannot meet the requirement of Electrical Vehicles(EVs). The paper proposes a network structure of EVs which compose of main gateway, sub-gateway and their sub network segments. Each network segments communicated with another by at least one gateway. 4 working mode of EVs are defined in this paper for the reason that gateway can separately control the state of its network segments, which reduce power consumption and increase the safety monitoring.

Key words: Electrical Vehicles(EVs); OSEK; network management; Gateway; sub-gateway; EV's working mode

1 前言

由于能源的日渐稀缺和传统的燃油汽车带来的大气污染问题, 电动汽车受到越来越多的关注, 具有广泛的市场前景. 虽然燃油汽车发展已经非常成熟, 但是其车载通讯管理方法已不能完全满足电动汽车的车载网络需求, 不同于传统燃油汽车, 电动汽车车载网络管理还需要从以下三个方面考虑: 1)从安全性能上考虑, 传统汽车在停车以后通讯网络状态处于关闭状态, 电动汽车由于其特性, 即使在停车的状态下依然需要对电池包进行状态监控, 以防出现遇到温度升高、电压升高或变形时容易引起电流泄露和燃烧爆炸问题; 2)从续航能力上考虑, 这是电动汽车一个重要的技术指标之一, 由于电动汽车的部分功能(如安全监控、能量管理)始终处于运行状态^[1], 需要提高能源管

理模块管理算法, 能够开/关部分功能情况下, 从而节约能量消耗; 3)从网络管理上考虑, 要实现部分功能的开/关, 需要局部网络管理, 使不需要工作的功能模块进入休眠状态, 在需要它们的时候重新激活.

通过综合考虑上述电动汽车的三个方面的要求, 本文提出了一种改进了的网络管理装置及方法, 这种管理方法一方面通过无间断的安全监控提高电动汽车的安全效能, 另一方面在关闭不需要模块的通讯最大限度的节约电池能耗. 文章首先提出了电动汽车的分层的 CAN 网络拓扑架构, 第一层 CAN 网络结构包括了主网关及其子网络模块, 第二层 CAN 网络结构包括了子网关及其子网络模块, 各子网络模块通过它们的网关(子网关)进行网络通信, 网关通过发送控制命令分别地控制其子网络的网络状态, 实现了局部式管理.

^① 基金项目:国家高技术研究发展计划(863)(2011AA11A218);国家科技重大专项项目(2011 ZX02504-007)

收稿时间:2012-10-30;收到修改稿时间:2012-12-25

文章划分了电动汽车的四种工作模式, 优化了每种模式的网络管理方法. 文章最后通过 CANoe 仿真工具验证了该方法能够有效实现局部式管理.

2 汽车车载网络管理现状

当前的网络管理规范大都是依据 OSEK/VDX NM 标准、AutoSAR NM 标准. 其中 OSEK/VDX 标准^[2,3]是由 OSEK(Open System and Corresponding interfaces for automotive electronics)和 VDX(Vehicle Distributed eXecutive)项目共同开发的. 标准包括了实时操作系统(OSEK OS), 通讯子系统(OSEK COM)和网络管理系统(OSEK NM)三个部分. 其中网络管理系统提供了两种网络管理机制: 1)直接网络管理, 利用标记的通信机制进行直接监控, 网络中的每一个节点被其他节点所监控, 通过一个逻辑环实现网络监控信息的同步. 直接监控通过环上的每个节点的地址, 可以监测到每个节点的状态. 这种监控方式的特点是: 可靠性高, 但需要时间长, 网络负荷大; 2)间接网络管理, 通过监测周期帧来判断网络上节点状态, 过程就是某个节点发出一周期性的帧, 一个接收节点或多个接收节点接收到后对其进行监督, 从而实现间接管理. 间接网络管理通常适用于主 ECU, 比如网关等. 这种管理方式是负载小, 执行限制少, 是直接网络管理的必要补充.

AUTOSAR^[4,5](AUTomotive Open System Architecture)是一家致力于制定汽车电子软件标准的联盟, 致力于为汽车工业开发一个开放的、标准的软件架构. AUTOSAR 目标在于设计通用性、互换性更强的标准化程序, 为了达到这一目标它提供了汽车电子系统的软件通用架构. 在它最近发布的版本 V3.0.0 中, AUTOSAR 增加了局部网络管理, 为了节约能量消耗.

由汽车制造商和半导体供应商构成的联合小组 SWITCH^[1,6]针对高速 CAN 物理层制定了局部网络标准, 并计划作为 ISO11898 的扩展标准, 在具有局部网络特性的网络中, 电子控制单元会在检测到特定唤醒消息时从睡眠模式下激活. 但是需要增加收发器的功能以检测唤醒指令, 同时相应的软件架构也需要修改. 本文提出了一种间接实现局部网络管理的方法, 不需要修改软硬件结构, 节约了成本.

3 电动汽车网络管理改进方法

与传统内燃机汽车不同, 电动汽车的车载网络发

展趋势将会更加复杂(结构的变化带来新的网络需求), 对使用寿命和安全性要求更高, 对电子设备的稳定性要求也更高, 网络通讯更加可靠、节能, 能够做到快速响应, 人机隔离. 针对这种趋势, 文章提出了一种适用于电动汽车的网络方法, 首先提出了电动汽车网络拓扑结构, 接着提出了电动汽车的四种工作模式, 然后介绍了不同工作模式下电动汽车网络管理的优化方法.

3.1 电动汽车的网络拓扑结构

本文提出了一种适用于电动汽车的局部式管理的网络拓扑结构, 这种结构包括主网关及其子网络模块和子网关及其子网络模块双层结构组成, 各子网络模块通过它们的网关进行信息交换. 网关根据功能需求通过发送控制命令开启或关闭其整个或部分子网络的通讯, 根据上述规则, 文章建立了如图 1 所示的电动汽车网络拓扑框架.

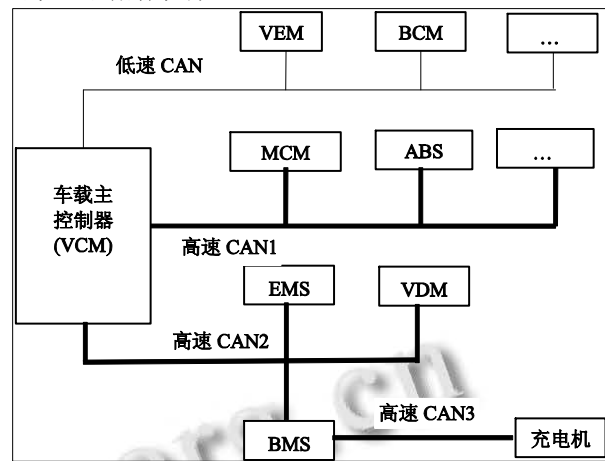


图 1 电动汽车网络拓扑框架

图 1 为电动汽车网络通信拓扑结构框架图, 包括两层网络架构, 第一层网络架构由网关整车控制模块 (Vehicle Control Module, VCM) 及其子网络高速 CAN1、高速 CAN2、低速 CAN 及其 CAN 网络上的节点构成. 高速 CAN1 用来连接与车辆动力控制相关的模块, 包括电机控制模块 (Motor Control Module, MCM)、刹车控制模块 (ABS)、转向控制模块 (BPS) 等; 高速 CAN2 连接与电动汽车安全监控相关的控制模块, 包括电池控制系统 (Battery Management System, BMS)、能量管理系统 (Power Management System, PMS) 和车载监控系统 (Vehicle Displayer Module, VDM); 低速 CAN 网络连接车身舒适方面的控制模块, 包括车身控制模块 (Body Control Modular, BCM)、车载娱乐模块

(Vehicle Entertainment Modular, VEM)等. 各 CAN 网络分支都是通过 VCM 进行通讯, 因而成为主网关. 第二层网络通讯由子网关 BMS 及其子网络高速 CAN3 构成, 高速 CAN3 用来连接充电机, 只有在电动汽车充电时才进入工作状态. BMS 相当于充电机与车载主控模块的信息交互模块, 因而成为子网关.

3.2 工作模式划分

本文将电动汽车通信分为四种工作模式, 分别为行驶、停车、充电和诊断模式, 划分工作模式的目的是为了优化每种模式下的网络通信管理, 每种工作模式允许发送的信息帧分别如下: 在“行驶”模式下, 功能帧、诊断帧、安全监控帧和网关命令帧允许发送, 在“停车”模式下, 传统汽车的所有功能都被关闭, 但是电动汽车的电池监控管理模块(BMS)、能量管理模块(PMS)等安全监控模块处于活动状态, 始终连接处于开启状态的电池堆, 其他功能处于关闭状态, 此状态下安全监控帧、唤醒帧允许发送, 在“充电”模式下, 安全监控帧、网关命令帧允许发送, 在“诊断”模式下, 诊断帧、安全监控帧、网关命令帧允许发送. 表 1 定义了在每种工作模式下, 对应网络传输信息帧.

表 1 工作模式及其传输的信息帧

序号	工作模式\信息帧	功能帧	诊断帧	安全监控帧	唤醒帧	网关命令帧
1	行驶模式	是	是	是	否	是
2	停车模式	否	否	是	是	否
3	充电模式	否	否	是	否	是
4	诊断模式	否	是	是	否	是

其中功能帧指的是由高速 CAN1、低速 CAN 上的子节点发送出来的信息帧、数据帧或状态帧等由 VCM 接收; 诊断帧是由诊断仪向 VCM 发出诊断请求, 可以通过高速 CAN 连接; 安全监控帧在这里是由高速 CAN2 上的 BMS、PMS 和车载监视模块发出的监控电池、能量等方面的信息帧; 唤醒帧是由 VCM 向它的各路子节点发出的唤醒命令; 网络命令帧指的是网络状态转换命令、监督命令, 由 VCM 发出, 其各 CAN 线路分支上的子节点接收. 另外, 子网关 BMS 通过发送网络控制命令, 使充电机进入工作状态或者是休眠状态.

3.3 网络管理状态图

图 2 为网关、子网关控制它们子网络节点的状态变换图. 状态 1 为休眠模式, 此时网络上没有消息传输, 子模块处于非激活状态, 此时等待外部唤醒消息; 如果网络上有唤醒命令, 则网络被激活进入状态 2 模式;

状态 2 为唤醒模式, 网络上接收到唤醒消息后, 网络开始启动传输管理状态, 但此时网络没有网络监控, 唤醒命令一直持续发送直到网络进入正常模式, 唤醒帧将停止发送, 在这一时段中间只有唤醒帧和网络控制帧允许发送;

状态 3 为正常模式, 网络处于正常传输状态, 网络上所有帧除了唤醒帧都允许传输, 包括监督帧、控制命令帧、功能帧、诊断帧等等, 此时网络如果接收到休眠命令时, VCM 会通知高速 CAN1、低速 CAN 上的节点进入预备休眠状态, 高速 CAN2 处于正常通讯状态;

状态 4 为预备休眠模式, 此状态为网络正常模式和休眠模式之间的中间状态, 高速 CAN1 和低速 CAN 网络此时不传输信息, 经过 T_{off} 时间间隔后节点转入 1 休眠状态.

状态 5 为选择性休眠, 车载主控制器(VCM)根据车辆当前所处的模式(如停车模式), 选择性关闭高速 CAN1、低速 CAN 网络, 等需要它们的时候再重新唤醒. 在充电模式下, 高速 CAN3 处于正常工作下, 待充满电以后 BMS 发送休眠命令让充电机停止充电进入休眠状态.

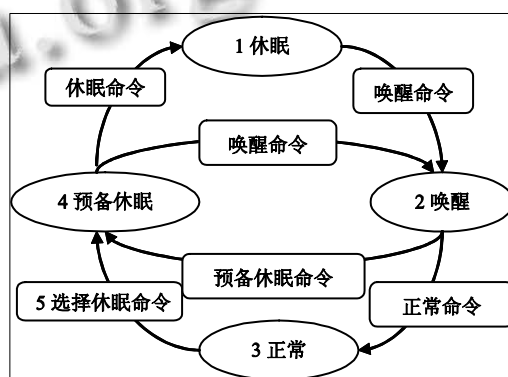


图 2 网络管理状态迁移图

3.4 局部式管理工作流程

图 3 为电动汽车在四种不同工作模式下的车载网络管理流程如图 3 所示. 在停车模式下, 车载主控模块(VCM)发送选择性的局部休眠命令, 对高速 CAN1、低

速 CAN 发送休眠命令,使网络上的子节点进入休眠模式;高速 CAN2 仍然正常工作;在正常模式下,VCM 所有的网络分支高速 CAN1、高速 CAN2、低速 CAN 都处于正常工作状态;在充电模式,VCM 发送选择性局部休眠命令,使高速 CAN1、低速 CAN 上的子节点进入休眠,而高速 CAN2 以及电池管理系统的子网络高速 CAN3 处于正常工作状态;在诊断模式下,VCM 发送局部休眠命令使高速 CAN1、低速 CAN 上的子节点进入休眠,高速 CAN2 和诊断仪处于正常工作状态。

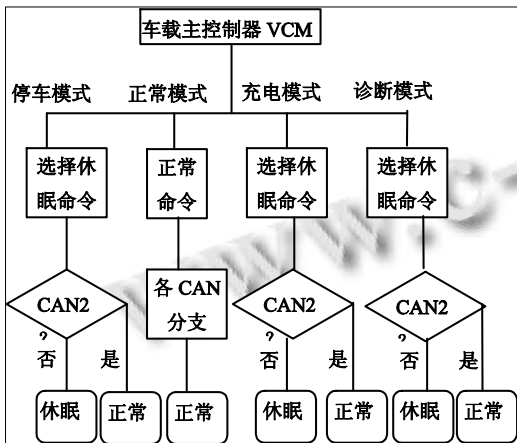


图 3 工作流程图

4 仿真实验

作者用 CANoe 仿真工具仿真了上述方法. 首先建立起了电动汽车的网络架构(如图 4 所示),在图 4 中,左上面是高速 CAN1 网络,是车载主控模块(VCM)连接汽车动力控制相关模块的,包括电机控制模块、转向控制模块、刹车控制模块;右面是高速 CAN2 网络,VCM 用来

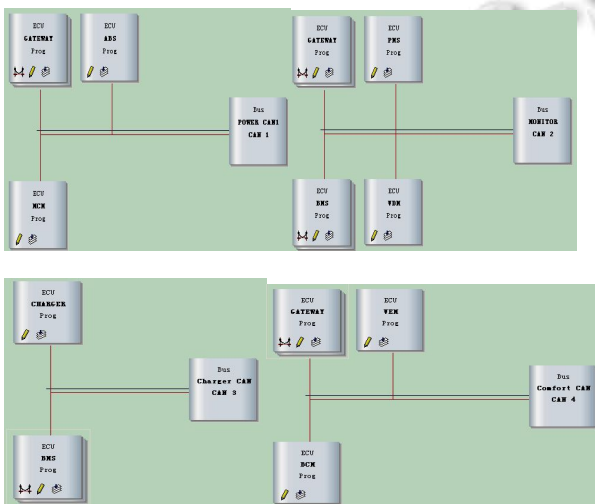


图 4 仿真建模

连接与安全监控相关的子模块,包括电池管理系统(BMS)、能量管理系统(PMS)、车载监控系统(DMS),左下面是高速 CAN3 网络,是 BMS 用来连接充电机的;右下面是低速 CAN 网络,是 VCM 用来连接舒适车身控制模块,包括车身控制模块(BCM)、车载娱乐系统(VEM)。

图 5 中,左面是工作模式的控制面板. 右面是仿真每种工作模式下信息发送的追踪数据. 图 5 显示的停车模式下,网络除了传输 BCM、PCM 和车载显示模块数据外,其他的网络节点均停止传输数据。



图 5 控制面板和跟踪数据面板

5 结论

文章提出了适用于电动汽车分布式网络管理的拓扑架构,网络由两层网关及其子网络模块构成,子网络模块通过网关进行信息交互. 本文将电动汽车划分了 4 种工作模式,具体每一中工作模式都分别作了优化,在节约能耗的基础上同时保证了电动汽车的无间断的安全监控. 局部式管理模式并没有改变软硬件的架构,节约了成本。

参考文献

- Müller S, Elend B. 电动汽车的局部网络. 电子设计技术, 2011, (10): 44-46.
- OSEK/VDX(EB). <http://www.osek-vdx.org/>
- OSEK/VDX Network Management V2.5.3(S). OSEK Group. 2004-7.
- AUTOSAR. <http://www.autosar.org>
- AUTOSAR Requirements on Network Management V3.0.0 (S). AUTOSAR Administration. 2011-4.
- ISO11898. ISO technical committees. Jun. 2007.
- LOHRMANN P, SEEFRIED V. Network management device for automobile communications network provides selective disconnection of un-required network segments(P). DE, 20021010664 20020312. 2003.3.