

新能源汽车电器架构技术发展趋势

管士斌 张新国

吉利汽车研究院（宁波）有限公司 浙江 宁波 315336

摘要：新能源汽车电器架构作为整车智能化、电动化的核心支撑，正经历深刻变革。高压电气系统、智能网联通信等关键技术持续突破，推动电器架构向更高效、智能、安全方向演进。中央计算式架构普及加速整车集成化，软硬件协同开发构建创新生态，超融合能量与热管理一体化提升能源效率，网络与功能安全强化保障系统稳定运行。这些技术发展趋势重塑行业格局，为新能源汽车可持续发展提供关键动力。

关键词：新能源汽车；电器架构技术；发展趋势

引言

在全球汽车产业电动化、智能化转型浪潮下，新能源汽车电器架构技术成为行业竞争焦点。高压电气系统承载动力传输与能量分配，智能网联通信实现车内外部数据交互，电子控制单元集成优化整车控制逻辑，能量管理系统保障能源高效利用。这些关键技术相互协同，推动新能源汽车性能提升。本文将深入探讨新能源汽车电器架构技术的发展现状与未来趋势，为行业发展提供参考。

1 新能源汽车电器架构概述

新能源汽车电器架构作为整车电气系统的核心框架，整合动力电池、驱动电机、电控单元及各类车载电子设备，构建起高度集成化的能量传输与信号交互网络。它以高压直流母线为能量传输主干，通过双向DC/DC转换器实现动力电池与低压系统电压匹配，满足不同用电设备

功率需求。动力电池组经高压配电盒精准分配电能至各高压负载，确保高效协同运行。架构采用域集中式布局，划分动力、底盘、车身和信息娱乐域，各域通过高速车载网络连接，以CAN、车载以太网等通信协议实现数据实时交互。域控制器整合分散的ECU，减少线束与整车重量，提升系统可扩展性与维护便利性。功能集成化特征明显，驱动电机与减速器一体化、多合一电驱动系统，提升动力系统空间利用率与传动效率。能量回收系统将制动能量回充电池，优化能源利用。智能化BMS实时监测电池状态，保障电池安全与寿命。这种高度集成且智能的电器架构，不仅为新能源汽车实现高效动力输出与长续航提供技术支撑，更为未来自动驾驶、车联网等功能的拓展奠定基础。“如图1(所示)”。

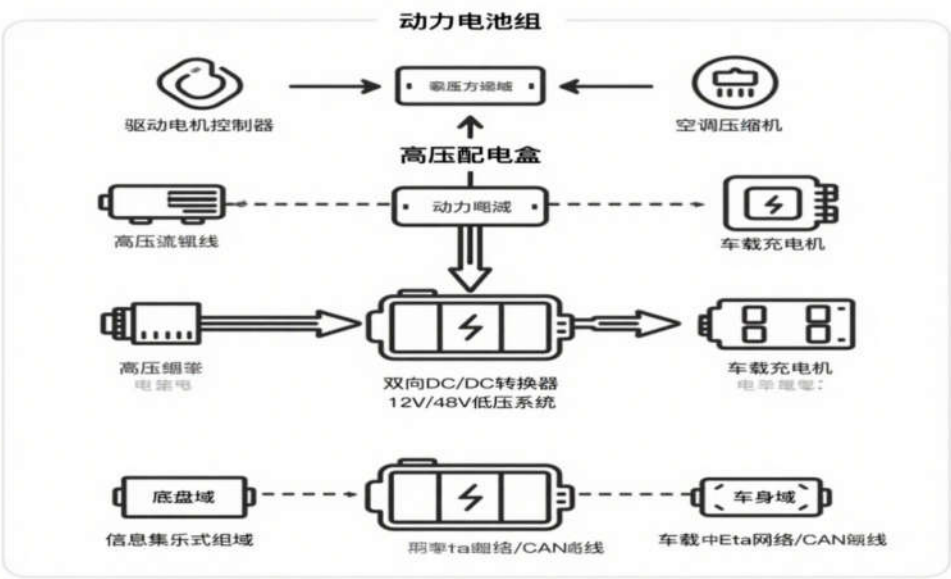


图1 新能源汽车电器架构拓扑结构图

2 新能源汽车电器架构的关键技术

2.1 高压电气系统技术

高压电气系统在新能源汽车中扮演着核心角色,其通过提升电压等级来优化车辆性能。目前,常见高压平台有400V和800V,部分前沿研发指向1000V及以上。以800V高压系统为例,它显著提升充电效率,在相同电流下能传输更多功率,像小鹏G9的800V平台,充电5分钟可续航200公里。该系统核心组件包括电池、电机、电控、充电机(OBC)、高低压转换器(DC/DC)、高压控制盒(PDU)、连接器及线束等。电池作为供电单元,要有高能量密度和高安全性以适配高电压;电机需开发为高效、高功率密度的高速电机,永磁同步电机因优势成为主流;电控系统像神经中枢,运用先进算法协调各组件运作。电压升高后,对组件耐压、绝缘等性能要求提升,需研发新型材料和工艺。高电压带来触电、电气火灾等潜在安全风险,要构建完善的安全防护体系与故障诊断机制。以特斯拉为例,其高压系统采用双重绝缘设计和主动放电技术,车辆碰撞时能迅速切断高压回路,保障乘客安全^[1]。

2.2 智能网联通信技术

智能网联通信技术,即Vehicle-to-Everything(V2X),致力于将汽车与周围环境紧密相连,涵盖车辆与车辆(V2V)、基础设施(V2I)、行人(V2P)、自行车(V2B)以及网络(V2N)之间的通信。在V2V通信中,车辆实时交换速度、加速度等信息,可预判其他车辆行为,避免碰撞,提升道路安全。如前方车辆紧急制动,V2V通信能毫秒级内向后方车辆警报,缩短制动距离。V2I通信让车辆与交通信号灯等基础设施交互,获取交通信息与路况数据,优化路线规划,缓解拥堵、降低能耗,宝马部分车型已实现与信号灯通信,可依状态调整车速。V2P和V2B通信聚焦保护弱势道路使用者,车辆能及时向行人、骑行者预警,减少事故。V2N通信使车辆接入互联网,获取天气、新闻等信息,增强驾驶体验。然而,实现这些通信面临诸多挑战。第一,通信的可靠性与稳定性至关重要,要抵御复杂电磁环境干扰,确保信息准确、及时传输;第二,不同设备与系统间的兼容性问题亟待解决,以促进车联网生态互联互通。第三,数据安全与隐私保护也不容忽视,要防止车辆信息被窃取或篡改,保障用户权益。

2.3 电子控制单元(ECU)集成技术

电子控制单元(ECU)集成技术旨在将众多分散的ECU整合,提升系统集成度与协同效率。传统汽车中,发动机、底盘、车身控制等功能模块各自由独立ECU负

责,导致ECU数量多、布线复杂且成本高昂。新能源汽车功能不断丰富,对ECU集成需求更为迫切。集成技术可将多个ECU功能整合到少数高性能计算平台。例如,部分车企将动力系统控制、电池管理、自动驾驶辅助等功能集成于域控制器,实现硬件资源共享,减少布线与硬件成本。集成后的ECU能基于全局信息高效决策控制,提升车辆性能,如车辆加速时,动力域控制器可协调电机控制器与电池管理系统,实现最佳动力输出与能量分配。ECU集成面临技术难题。不同功能对计算能力、实时性要求差异大,需开发适配的硬件架构与软件算法;系统复杂度提升,故障诊断与维修难度加大,需建立智能的故障诊断与容错机制;保障信息安全、防止黑客入侵也是重要课题。大众集团在其MEB平台上采用域控制器集成方案,将传统多个ECU整合为动力域、底盘域和车身域控制器,线束长度减少约30%,降低成本,提高了系统可靠性^[2]。

2.4 能量管理系统技术

能量管理系统(EMS)是新能源汽车的关键技术,负责优化能量分配与使用,以提升车辆能效与续航里程。其核心是监测和管理电池、电机等间的能量流。电池管理上,EMS实时监控电池电压、电流等参数,防止过充过放,用均衡技术平衡单体电池性能,延长寿命。行驶时,EMS依驾驶工况、电池状态等智能分配能量,加速保障电机功率,减速制动时回收能量。比亚迪刀片电池管理系统采用先进SOC估算算法,实现精准监测与优化管理。充电时,EMS控制充电功率与电流,实现快速安全充电并优化策略降低成本。能量管理系统面临诸多挑战。电池特性的复杂性与不确定性,增加精确估算SOC与优化能量分配的难度;驾驶工况与用户习惯多样,要求EMS高度自适应;与智能电网融合,还需解决双向功率流控制等技术问题。

3 新能源汽车电器架构技术的发展趋势

3.1 中央计算式架构普及化

(1) 新能源汽车智能化、网联化提升,传统分布式电子电气架构因控制器多、布线复杂、数据传输效率低,难满足车辆功能需求。中央计算式架构集成多域控制器功能至高性能中央计算单元,集中处理整车数据,简化架构,降低线束成本与整车重量。(2) 该架构运用高速以太网通信技术,构建低延迟、高带宽网络,实现传感器数据实时共享与跨域协同,支撑自动驾驶等复杂功能。其标准化软件接口与模块化设计,利于软件快速迭代,加速新功能开发部署。(3) 特斯拉Model3率先采用该架构,提升整车集成度与智能化水平,引领行业变

革。众多车企跟进研发,随着芯片性能提升与软件开发工具链完善,中央计算式架构将逐步在新能源汽车领域普及。上汽集团新一代智能电动车架构也采用此架构,为智能驾驶等功能提供技术支持。“如图2(所示)”。

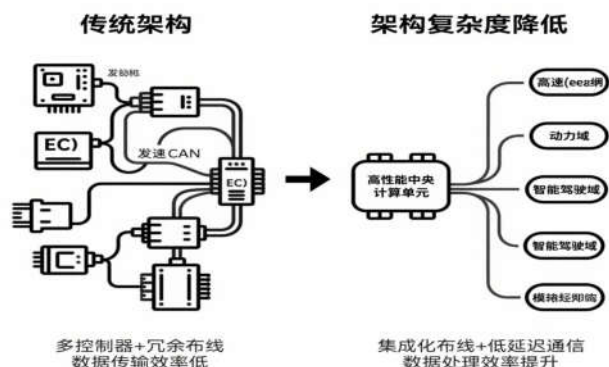


图2 传统分布式架构与中央计算式架构对比图

3.2 软硬件协同开发与生态构建

(1) 新能源汽车电器架构技术发展促使软硬件深度融合,传统硬件主导、软件适配模式难以满足产品快速迭代需求。软硬件协同开发要求在产品初期,同步开展硬件选型、系统架构与软件功能规划,精准利用硬件资源、优化软件算法,提升整车性能。(2) 构建开放软硬件生态系统是行业共识。车企与芯片厂商、软件开发商等多方合作,打造标准化开发平台与接口协议,打破技术壁垒,实现资源共享与协同创新。如建立统一操作系统与中间件平台,可降低软件开发成本、提高复用率,加速智能应用落地。(3) 智能驾驶领域,基于软硬件协同开发的感知、决策与控制算法很关键,结合高性能芯片与传感器,保障行车安全流畅。智能座舱方面,软硬件协同打造沉浸式交互体验,推动汽车转型。华为与车企合作开发的智能汽车解决方案,是软硬件协同开发的典型,实现功能快速迭代优化^[3]。

3.3 超融合能量管理与热管理一体化

(1) 新能源汽车的能量管理与热管理系统关乎车辆续航、安全及可靠性。超融合能量管理针对动力电池、驱动电机等多能源部件,开展协同优化控制,实现能量高效利用与回收。结合先进算法与预测模型,实时监控电池状态,动态调整充放电策略,提升电池寿命与整车能效。(2) 热管理一体化整合电池热管理、电机电控冷却等多个系统,采用集成式模块与智能温控阀门,实现热量合理分配与循环利用。低温时利用废热回收技术供

热,减少能耗;高温时优化散热路径,保障部件处于最佳温度区间。(3) 液冷电池热管理系统与热泵空调技术是典型实践。将电池冷却与座舱制冷系统集成,降低成本与复杂度,提升热管理效率。宁德时代开发的超融合能量管理系统,协同控制电池等系统使续航提升15%以上,整合热管理模块提高了车辆安全性与可靠性。

3.4 网络安全与功能安全强化

(1) 新能源汽车智能化、网联化发展,让网络攻击与功能失效隐患凸显,强化安全成电器架构技术关键。网络安全上,采用加密通信、入侵检测、安全认证等技术,构建多层次防护体系,保障车载网络、数据传输与软件升级安全。(2) 功能安全借助故障诊断、冗余设计、安全机制等措施,确保车辆系统故障或异常时维持安全。自动驾驶系统中,多传感器冗余配置可相互校验数据,异构计算平台提供不同架构计算支持。某传感器或计算单元故障时,系统能迅速识别并切换至备用方案,避免事故。(3) 汽车电子系统复杂度提升,网络安全与功能安全融合趋势明显。通过建立统一安全管理框架,实现对安全风险的综合评估与协同应对,保障安全运行。沃尔沃汽车在其新能源车型中采用先进方案,建立统一框架,实现风险综合评估与协同应对^[4]。

结语

综上所述,新能源汽车电器架构技术正沿着中央计算式架构普及、软硬件协同开发、超融合能量与热管理一体化、网络与功能安全强化的方向快速发展。这些趋势不仅显著提升新能源汽车的性能与安全性,也为汽车产业智能化转型奠定坚实基础。未来,随着技术不断创新,新能源汽车电器架构将持续优化,在提升用户体验的同时,助力实现汽车产业的可持续发展目标。

参考文献

- [1] 金星辰,王春晖.新能源汽车车身电器教学设备方案设计[J].汽车实用技术,2020,44(15):109-111.
- [2] 方建中,倪佑星.汽车(新能源)电子电器构架设计及优化措施[J].电脑爱好者(普及版)(电子刊),2020(2):2913-2914.
- [3] 张鹏.浅析新能源汽车数据架构及电池管理系统的通信方法[J].产品安全与召回,2023(4):80-83.
- [4] 倪晓鹤.新能源汽车电器自适应智能节能设计与用户体验优化[J].汽车知识,2025,25(6):27-29.