

电子控制技术在车辆工程中的应用分析

张喆 王海潮 陈佳辉 姜金煜 徐勇

北京航天新立科技有限公司 100074

DOI: 10.12238/ems.v8i1.17687

[摘要] 随着科技进步与汽车产业变革,电子控制技术已成为现代车辆工程的核心驱动力。电子控制系统在提升车辆性能、保障行车安全、促进节能减排等方面发挥着不可替代的作用。然而当前电子控制在车辆工程应用中仍面临系统集成复杂、可靠性保障不足、技术标准不统一等挑战。本文系统分析电子控制在车辆工程中应用的重要意义,剖析当前面临的主要挑战,并从优化核心技术集成、强化安全系统建设、推进行业标准统一等方面提出了优化策略,以期为推动电子控制在车辆工程领域的深度应用提供参考。

[关键词] 电子控制技术; 车辆工程; 系统集成; 安全性能; 优化策略

引言:

电子控制技术是指运用电子技术、计算机技术、传感器技术等对车辆各系统进行智能化控制与管理的综合技术体系。进入21世纪以来,电子控制在车辆工程领域的应用日益广泛深入,从发动机管理系统、制动防抱死系统到智能驾驶辅助系统,电子控制技术已渗透到车辆设计、制造、运行的各个环节。随着新能源汽车、智能网联汽车的快速发展,电子控制技术更成为推动汽车产业转型升级的关键力量。基于此本文旨在深入探讨电子控制在车辆工程中的应用现状、面临挑战及优化路径,为相关研究与实践提供借鉴。

一、电子控制在车辆工程中应用的重要意义

(一) 提升车辆性能与安全性能

电子控制在车辆工程中得到了较为广泛的应用,使车辆整体性能及主动、被动安全均得到较大提升。以动力系统而言,ECU可以随时观察到发动机的状态,精准控制燃油喷射量、点火时刻等重要参数,让发动机一直处在最佳的工作区间中运转,既提高输出的动力又更加节能。电控变速箱系统采用智能换挡方式,根据驾驶员意图、路况信息选择最合适的挡位,既能保证动力的传递效率,又能提升驾驶舒适性^[1]。就底盘控制而言,电子稳定程序、制动防抱死系统这些主动安全技术的应用,在车辆驶入临界状态时可以快速介入,通过精确分配各车轮的制动力,帮助驾驶员保持车辆稳定,防止出现侧滑、甩尾之类的危险情况。除此之外,智能安全气囊系统可以依据碰撞程度、乘车人员的位置等因素来自动调节气囊的开启时间和气囊中的气体量,从而最大程度上保护乘坐人员的安全。电子控制技术建立起车辆多层次的安全防护屏障,从而使现代汽车的安全性能比传统的汽车有

了本质上的提升。

(二) 促进汽车产业转型升级

电子控制是汽车产业向电动化、智能化和网联化发展过程中重要的核心支撑技术。在新能源汽车上,电池管理系统对动力电池组的电压、电流、温度等参数实行在线监控,并根据监测到的信息做出合理的充放电管理决策,从而保证电池系统稳定可靠的工作状态,并且通过均衡充电等方式增加动力电池使用寿命。电机控制系统可以按照驾驶要求来精确地控制电机的转矩和转速输出,从而实现动力性和经济性的最优匹配。智能驾驶领域中利用雷达、摄像头、激光雷达等多元传感器信息组成的环境感知系统,配合上深度学习算法之后可以达成对道路环境准确的辨识和了解。决策规划系统以感知到的信息作为路径规划和行为决策的依据,而底层控制系统会将决策指令转化为对车辆转向、刹车、驱动系统的精准控制,从而形成完整的智能驾驶技术链^[2]。车联网技术应用可以实现车与交通设施、其他汽车以及云端平台间的信息互通,为协同式智能驾驶和智慧交通管理打下基础。电子控制技术正在重塑汽车的产品形态和产业生态,推动汽车产业迈入全新的发展阶段。

(三) 推动节能减排与可持续发展

随着全球能源问题、环境问题越来越严重,汽车电气控制系统成为汽车节能减排的主要途径之一。发动机电控系统经由改良燃烧过程,在维持动力输出不变的情况下大幅削减油耗和排放量,可变气门正时系统,缸内直喷技术以及涡轮增压技术等先进动力技术的应用,均需依靠精密的电子控制方能发挥其效能。混合动力系统利用能量管理方案智能控制发动机及电动机的工作状态,在起步和加速过程采用电机驱

动，在高速巡航时期让发动机制动，制动能量回收系统把汽车减速时产生的动能转变成电能储存，多种措施共同作用可以大大降低油耗。怠速启停技术在汽车临时停车时会自动关闭发动机，从而防止无用的燃料耗费和排放。后处理系统的电子控制可以准确调控尾气净化装置的工作状况，以保证符合排放标准，而且电子控制技术还可以依据驾驶员的操作习惯给出节能驾驶的建议，促使人们树立起绿色出行的概念。随着碳达峰、碳中和战略目标的提出，电子控制技术在交通领域节能减排、促进绿色低碳发展中的作用也将越发重要，为建设美丽中国、实现可持续发展做出贡献。

二、电子控制技术在车辆工程应用中的挑战

(一) 系统集成复杂度高

现代车辆上安装了众多的电子控制系统，而这些系统之间的功能互交叉导致车辆的电子架构设计中集成协调成为首要挑战。一辆中高档汽车一般都会装有几十乃至上百个电子控制单元，包括动力系统、底盘控制系统、车身电子以及信息娱乐等领域。这些系统不是独立运行的，而是需要通过车载网络进行大量的信息交流和协同控制。比如电子稳定系统只有获得发动机转矩输出、车轮转速、转向角度等信息后才能做出正确的判断；自适应巡航系统必须与发动机管理系统、制动系统紧密配合才能实现平稳的车速控制。目前车载电子系统大多采取分散的结构，各个子系统的生产商不一样，用到的通讯协议以及接口标准也不一样，为整体集成带来极大的难度^[3]。不同系统之间要进行数据格式的转化，时序的匹配以及故障的诊断等需要复杂的协调工作，系统的功能不断增加导致软件代码量呈指数级的增长，软件结构越来越复杂，软件开发、测试、维护变得困难重重。更为严重的是，高度集成的系统容易出现不可预料的耦合问题，一个子系统的故障会引发一系列连锁反应，从而对整个汽车的功能造成影响，进而带来安全隐患。

(二) 可靠性与安全性保障不足

电子控制系统可靠性、安全性好坏直接影响车辆运行安全以及乘客生命财产的安全，目前还存在着很多不足之处。车辆电子系统的工作环境很恶劣，要经受住高低温、振动冲击以及电磁干扰等严苛考验，发动机舱内的温度可以达到上百摄氏度，在高寒地区的环境温度可能低到零下几十度，如此极端的温度条件给电子元器件的可靠性能带来了很大考验。车辆行驶过程中出现的机械振动以及电磁环境的变化都会使电子系统出现异常的现象，另外软件缺陷也是影响系统

可靠性的关键原因。随着车载软件的规模快速扩大，车载软件不可避免地会出现问题，并且其中一部分软件问题在一定工况下会被触发导致系统失效或者更危险的情况发生。更加令人担忧的是，随着车辆变得越来越智能、网络化，信息安全的危险也逐渐浮现出来，黑客或许会借由网络攻击闯进车载电子系统，篡改控制指令，窃取用户私密数据，还可能远程操控汽车，存在很大的安全隐患。

(三) 技术标准不统一及人才短缺问题研究

车辆电子控制技术的健康发展需要统一的标准体系，但是目前标准碎片化严重。不同国家、不同的企业所使用的通信协议、接口规范以及测试标准各有不同，这为跨平台的研发、售后服务维修等造成了很多困难。以车载网络为例，目前 CAN、LIN、以太网等并存，各有优缺点和应用场景，缺少统一规划，系统架构设计复杂化。智能驾驶领域缺少传感器数据格式、V2X 通信协议等行业共识，对相关技术普及推广造成了阻碍^[4]。标准的缺乏为监管部门的安全认证，准入管理带来了麻烦，车辆电子控制技术发展得很快，但复合型人才缺少的矛盾也变得很明显。电子控制技术横跨电子、计算机、机械等许多学科领域，都需要从业人员有扎实的理论基础和丰富的工程实践经验。

三、电子控制技术在车辆工程应用的优化策略

(一) 优化核心技术集成，全面提升性能

面对系统集成难度持续上升的局面，要从架构层面入手展开系统性改良工作，形成高效且灵活的电子电气架构。积极促进域控制器架构转型，将功能相关联的很多分散电控单元融合成少量几个域控制器，例如动力域控制器，底盘域控制器，智能驾驶域控制器等，缩减电控单元数量，精简系统拓扑。域控制器使用高性能多核处理器，运行统一操作系统和中间件平台，不同功能模块以软件形式存在，方便扩展新功能、更新软件。要提升车载网络技术创新力度，推动车载以太网应用普及开来，凭借其高带宽，低延迟的特点去适应智能驾驶，高清视频传输等大数据量应用需求，而传统的控制任务仍然需要 CAN、LIN 等总线处理那些实时性要求较高的问题，所以构建起混合式车载网络架构。重视软件工程方法应用，用模型化开发，自动代码生成技术加快软件开发速度，提升软件品质创建起完备的软件配置管理，版本控制以及持续集成机制，强化软件测试验证工作，保证软件可靠性^[5]。要搭建起系统级的仿真验证平台，在仿真的环境中把整车的电子系统集成起来做测试，尽早找到并解决这些问题，从而

减小在实车上测试时所耗费的成本和风险。通过架构创新、技术升级，流程优化多管齐下，创建起高度集成，性能优越，容易拓展的车辆电子控制系统，给智能网联汽车的发展形成稳固的技术根基。

（二）强化安全系统建设，确保稳定运行

电子控制系统的安全可靠是车辆安全的生命线，要建立全方位、多层次的安全保障体系。在硬件方面要严格按照车规级电子元器件选型标准选用经过严格的质量检测、能适应汽车恶劣的工作环境的高品质元件。采用冗余设计，对重要系统进行备份，防止出现单点故障，加强电磁兼容设计，通过合理的电路布局、屏蔽措施和滤波设计来提高系统的抗干扰能力。软件层面上要创建安全开发生命周期管理，各个阶段的安全性需求要在需求分析、概要设计、测试检查等全过程加以考虑。要采用静态代码分析、模糊测试来开展软件安全测试工作，在此过程中尽早地找出并修复存在的各种问题，创建软件安全更新机制，及时修复已经出现的安全漏洞，在信息安全部分需要搭建起纵深防御体系，在网络边缘设置好防火墙、入侵检测系统等，使用安全的通讯协议，将重要数据用加密的方式进行保存并传输，并建立起身份认证和访问限制措施来阻止非法登录^[6]。加强安全监测及应急响应，在线设立一个车辆网络安全态势的监控机构，以便及时发现、处置网络安全隐患，重视功能安全设计按照 ISO26262 等功能安全标准，针对安全网关系系统展开危害分析及风险评估，明确安全目标与安全等级，利用系统的安全工程手段将剩余风险降到可接受的范围。

（三）推进行业标准统一，促进协同发展

技术标准是产业健康发展的关键基础，应加快推动汽车电子控制技术标准体系的建设工作。由政府部门承担起组织协调的任务，并调动各方面资源，在产学研用合作的基础上完成相关标准的研制，要加快车载网络通信、智能驾驶、信息安全等领域标准的制定工作，给出技术规范和测试方法的要求，并作为开发、检验与认证工作的参考。行业的组织需要起好桥梁纽带的作用，在企业、高校以及研究单位之间搭建沟通的平台，共同开展对标准的研究和验证实验等工作，促进标准的实施落实，企业需要积极采纳行业的标准，在产品的开发过程中遵照执行相应的标准规定，依靠标准提高产品品质和互换性能。在人才培养方面，深化产教融合、校企

合作，建立适应产业发展的人才培养体系，高校要优化专业设置和课程体系，加强车辆工程与电子信息、计算机等相关专业的交叉融合，培养具备复合知识结构的新型工程技术人员，要加强实践教学环节，同企业联合创建实习实训基地，在真实的工程项目里磨炼学生的技能。企业要健全人才培养体系，为员工提供持续的学习机遇，形成科学的人才评价与奖励机制，营造出尊重知识，尊重人才的环境。行业要大力开展国际交流合作，吸收国外的先进技术和管理经验，并且培养具备国际视野的高端人才。

结语

电子控制技术属于现代汽车工程技术的中心以及精髓，在提高汽车品质、保证行车安全、推进产业升级、帮助节能降耗减排等各个领域起着不可替代的作用。面对系统集成复杂，安全保障欠缺，标准人才短缺等实际问题，则要从技术创新，安全构建，标准完备等诸多层面综合施策。站在新的历史起点上，面对汽车产业电动化、智能化、网联化带来的新变化，广大汽车科技工作者要奋发有为、锐意进取，在电子控制技术创新应用的路上砥砺前行。不断推进技术攻坚，攻克发展难关，能促使我国汽车电子控制技术获得迅猛的进步，为中国成为汽车强国、交通强国注入智力和体力，在新时代的科技浪潮中写下中国汽车工业的新篇章。

[参考文献]

- [1]杨雪飞, 田吉亮. 数字信号处理技术在电子信息工程中的应用策略[J]. 微型计算机, 2025, (11): 19-21.
- [2]田红梅. 虚拟仿真技术在电子信息工程中的应用研究[J]. 微型计算机, 2025, (12): 13-15.
- [3]刘小满, 徐彦博, 山正斌. 高支模施工技术 in 建筑工程施工中的应用分析[J]. 工程技术与管理(香港), 2025, (11): 43-45.
- [4]王婷. 精密电子控制技术在现代农业机械中的集成与应用分析[J]. 中国农机装备, 2025, (06): 31-33.
- [5]赵徐亮, 黄伟, 孙晓凤. 电子技术在电气自动化控制中的应用分析[J]. 工程技术与管理(香港), 2025, (11): 19-21.
- [6]曹豪杰, 孙金涛. 智能控制技术在车辆工程的应用探讨[J]. 工程技术与管理(香港), 2025, (11): 85-87.