

PLC 控制在智能汽车机电系统中的应用

张娜, 何斌

西安明德理工学院, 陕西 西安 710100

DOI:10.61369/ERA.2025100009

摘 要 : 本文深入探讨 PLC 控制在智能汽车机电系统中的应用。首先阐述 PLC 控制技术原理与特点, 分析智能汽车机电系统对控制技术需求。接着详细介绍 PLC 在智能汽车动力、底盘、车身等机电系统中的具体应用, 包括发动机与电机控制、制动与转向系统控制、车窗与座椅调节等。同时分析应用中面临的挑战, 如通信实时性、网络安全性等。最后对未来发展进行展望, 强调 PLC 控制在推动智能汽车发展中的重要作用。

关 键 词 : PLC 控制技术; 智能汽车; 机电系统; 应用

Application of PLC Control Technology in Intelligent Vehicle Electromechanical Systems

Zhang Na, He Bin

Xi'an Mingde Institute of Technology, Xi'an, Shaanxi 710100

Abstract : This paper thoroughly explores the application of PLC control technology in intelligent vehicle mechatronic systems. It first explains the principles and characteristics of PLC control technology and analyses the control technology requirements of intelligent vehicle mechatronic systems. It then provides a detailed introduction to the specific applications of PLC in the power, chassis, and body mechatronic systems of intelligent vehicles, including engine and motor control, braking and steering system control, and window and seat adjustment. It also analyses the challenges faced in these applications, such as communication real-time performance and network security. Finally, it looks ahead to future trends and emphasises the important role of PLC control technology in driving the development of intelligent vehicles.

Keywords : PLC control technology; intelligent vehicles; mechatronic systems; applications

引言

在科学技术迅猛发展的今天, 智能汽车已经成为了汽车行业的一个重要发展方向。智能汽车集先进传感器技术, 通信技术和自动控制技术于一体, 使汽车智能化, 自动化行驶。在智能汽车的诸多关键技术当中, 机电系统能否高效、稳定地工作是非常关键的, 其中 PLC 控制技术以其特有的优点被广泛地应用于智能汽车机电系统当中。深入研究智能汽车机电系统 PLC 控制技术的运用, 对于提高智能汽车性能和促进汽车行业发展都有着十分重要的作用。

一、PLC 控制技术原理

PLC (可编程逻辑控制器) 是一个专门为工业应用场景打造的数字计算操作电子系统。该系统的关键组件涵盖了中央处理器 (CPU)、存储设备、输入输出 (I/O) 接口以及电源模块等多个部分。工作流程分为输入采样, 程序执行, 输出刷新 3 个环节。输入采样阶段 PLC 从输入接口获取现场各传感器, 开关和其他输入设备信号状态并保存到输入映像寄存器中; 在程序执行阶段, CPU 根据用户事先准备好并保存于存储器内的程序执行对输入映像寄存器及其他内部寄存器的数据读取, 逻辑运算, 算术运算及其他处理; 在程序的输出刷新过程中, CPU 会把程序的执行结果保存到

输出映像寄存器中, 并利用输出接口来驱动如继电器、接触器和电机等外部执行部件, 从而达到对目标对象的精确控制。^[1]

二、智能汽车机电系统对控制技术的需求

(一) 智能化需求

智能汽车要求具有自动驾驶, 智能巡航, 自动泊车等智能功能, 而这一切都要靠机电系统精确控制与协同工作。比如自动驾驶功能要求基于传感器采集到的道路信息, 汽车周边环境信息来对汽车行驶速度, 行驶方向和制动进行实时准确地控制, 它要求控制技术能对海量复杂的信息进行迅速的处理和精确的控制指令

输出。^[2]

（二）可靠性需求

车辆在运行时机电系统是否可靠直接影响行车安全。智能汽车机电系统处于高温,低温,潮湿,电磁干扰等复杂多样的环境中工作,需要有很高的可靠性与稳定性才能保证系统能够在多种工况中正常运行。控制技术需要具有较强的抗干扰能力和故障自诊断及容错处理的能力,以确保系统的可靠工作。

（三）实时性需求

智能汽车机电系统对控制响应速度的要求是非常高。在汽车运行期间,当发生紧急情况时,例如前面突然遇到障碍物和汽车失控时,控制系统都要在极短的时间内作出响应,实施相应的控制动作如紧急制动和调整行驶方向以避免意外。所以控制技术要求数据处理速度快、实时控制能力强,以适应智能汽车实时性要求苛刻的特点。

（四）集成化需求

智能汽车机电系统由动力系统,底盘系统和车身系统几个子系统组成,各个子系统需要密切的协同工作。为了改善系统的整体性能与可靠性、降低成本与体积,机电系统对控制技术有集成化的要求。控制技术应对各个子系统进行有效整合与统一管理,并通过通信网络对各个子系统进行数据共享与协同控制。^[3]

三、PLC 控制在智能汽车机电系统中的具体应用

（一）在动力系统中的应用

1. 发动机控制

传统燃油汽车发动机控制系统,可以采用 PLC 对发动机点火系统,燃油喷射系统和进气控制系统进行控制。通过实时监控和分析发动机的运行参数,例如转速、温度和压力等,PLC 能够根据预定的控制策略精确地控制点火的时刻、燃油喷射量与进气量共同作用,使得发动机能够在多种运行条件下保持较好的动力性能,燃油经济性与排放性能。比如当发动机处于怠速工况时,PLC 会依据发动机转速的反馈信号自动调整节气门开度及燃油喷射量以维持发动机怠速时的稳定性;加速工况时,PLC 依据驾驶员加速踏板的位置信号迅速增大燃油喷射量以提高发动机的输出功率,从而实现汽车的快速顺畅加速。^[4]

2. 电机控制

新能源汽车的动力源以电机为主。利用 PLC 可以对电机进行转速,转矩,转向控制。PLC 在与电机控制器协同工作时,会根据车辆的行驶状况和驾驶员的操作意向,例如加速、减速或倒车等,向电机控制器发出相应的控制命令,对电机输入电压,电流及频率进行调整,以达到电机高效平稳运行。以电动汽车为例,当电动汽车运行时,PLC 基于车速传感器及加速踏板位置传感器的信号对电机输出转矩进行准确控制,使得汽车在各种道路条件及

行驶需求下均能维持适当的速度及动力性能;当汽车制动时,PLC 也可以控制电机回收能量,把汽车的动能转换成电能储存于电池内,从而提高了能源的利用效率。

（二）在底盘系统中的应用

1. 制动系统控制

PLC 是智能汽车制动系统的核心。在防抱死制动系统 (ABS) 的运行中,PLC 利用轮速传感器来实时监控车轮的转速。一旦检测到车轮即将被抱死,PLC 会立即向制动压力调节器发送紧急指令,本实用新型对制动管路的压力进行了调整,使得车轮始终处于滚动的状态,从而避免了因车轮抱死而造成的汽车失控的情况发生,增加了制动的安全性与稳定性。在电子稳定程序 (ESP) 里,PLC 整合了车辆的各种传感器信号,如横向加速度、转向角和车速,以此来评估车辆的行驶状况是否处于稳定状态,在发现汽车有侧滑和甩尾的不稳定趋势的情况下,PLC 会自动作用在对应的车轮上进行制动以调整发动机的输出转矩来修正汽车的行驶姿态以维持汽车行驶的稳定性的。^[5]

2. 转向系统控制

在电动助力转向系统 (EPS) 的运行中,PLC 依据车速传感器、转向角传感器以及转矩传感器的信号,准确地计算出所需的助力转矩,并且控制助力电机进行相应助力输出,使得驾驶员转向过程中更方便和灵活。速度更高时,由 PLC 控制的助力电机给予更大的帮助,降低司机的转向操作力;在速度比较高的情况下,PLC 降低了助力电机的输出助力,使得司机的转向手感更加冷静,增加了汽车高速行驶时的安全性。另外,PLC 能够实现主动转向的功能,并根据汽车的行驶状态及道路情况自动调节转向角度以改善汽车的操控性能及行驶的稳定性的。

（三）在车身系统中的应用

1. 车窗控制

PLC 能够对智能汽车车窗进行自动控制。通过在车门处设置车窗控制按钮及车辆中央控制系统,使 PLC 收到车窗升降指令后控制车窗电机正转或反转以达到车窗升降及停车的目的。同时 PLC 可以集成防夹功能并通过车窗玻璃表面的红外传感器或者压力传感器对车窗升起时是否有障碍物进行监控,在发现障碍物后,PLC 马上控制车窗电机反转以降低车窗的高度,以免夹着乘客。^[6]

2. 座椅调节控制

在智能汽车的座椅调节系统设计中,PLC 能够根据驾驶员或乘客的指令来控制座椅电机的运行,从而实现座椅的前后移动、上下升降和靠背角度的调整等多项功能。在多台座椅电机共同工作的情况下,利用 PLC 进行编程,实现了对每台电机的精准控制,保证了座椅调节动作流畅,精准,和谐。另外,部分高级座椅调节系统具有记忆功能,通过 PLC 可以将驾驶员或者乘客设置的座椅位置参数保存至存储器,下一次使用后可以一键回复至预设位置。

3. 照明系统控制

PLC 在智能汽车照明系统中可以实现智能控制。当汽车运行时,PLC 依据环境光线传感器所探测光线强度信号自动控制前照灯,尾灯及雾灯的启闭。比如在环境光线比较暗的情况下,PLC 会自动打开前照灯;车辆驶入隧道后,PLC 还可以及时的控制前照灯点亮。另外,PLC 可以实现灯光亮度调节,转向灯闪烁频率控制,提升照明系统智能化水平及行车安全性。^[7]

四、PLC 控制在智能汽车机电系统应用中面临的挑战

(一) 通信实时性问题

智能汽车机电系统中各子系统之间需要实时、准确地进行数据通信和信息交互,以实现协同控制。然而,PLC 在与其他设备进行通信时,可能会受到通信协议、网络带宽、传输延迟等因素影响,导致通信实时性难以满足智能汽车对快速响应的严格要求。例如,在自动驾驶过程中,传感器数据需及时传输给 PLC 进行处理和决策,若通信延迟过大,可能导致车辆无法及时对突发情况做出反应,引发安全事故。

(二) 网络安全性问题

随着智能汽车和外界网络的联系越来越密切,使得 PLC 控制系统受到越来越大的网络安全威胁。黑客会通过网络对 PLC 控制系统进行攻击,篡改控制程序,盗用车辆信息等,造成车辆机电系统的故障并危害行车安全。如何确保 PLC 控制系统的网络安全,避免黑客攻击及数据泄露是 PLC 控制技术运用于智能汽车机电系统中急需解决的一个重要课题。^[8]

(三) 系统集成复杂性问题

智能汽车的机电系统构成了一个高度复杂的综合体系,包括多个子模块和大量的硬件设备。PLC 控制技术融入智能汽车机电系统,需兼顾对不同种类传感器,执行器,控制器及其他设备兼容性及协同工作能力。由于每台设备都可能出自不同的厂商,所使用的通信协议与接口标准也不相同,这样就加大了系统整合的复杂程度与难度,易造成系统整合时通信故障,数据传输错误。

(四) 成本问题

尽管 PLC 自身价格比较低廉,但是在智能汽车机电系统的运用上,为了适应汽车行业对于可靠性,安全性以及性能等各方面的苛刻要求,要求使用高性能,高可靠性 PLC 产品和相关配套设备等,都会加大系统成本。另外,PLC 控制系统在研制,调试及维修过程中还需专业技术人员参与,人力成本比较高。如何在保证系统性能与可靠性的同时减少 PLC 控制技术应用于智能汽车机电系统的成本是汽车制造商必须思考的问题。

五、PLC 控制在智能汽车机电系统应用中面临挑战的对策

(一) 提升通信实时性的对策

考虑到 PLC 通信的实时性,可以在软硬件上加以改进。在硬

件方面,利用千兆以太网接口、光纤传输介质等高速通信接口以及高带宽网络设备降低信号传输延迟;对 PLC 内部数据处理电路进行了优化,促进了 CPU 的运算速度和数据处理效率的提高。在软件方面,我们选择了具有高实时性的通信协议,例如时间敏感网络(TSN)协议,这种协议能够对网络流量进行精准的调度,确保关键数据得到优先的传输;制定了高效数据处理算法对传感器所采集到的数据进行预处理与压缩以降低数据传输量和传输时间;设置合理通信调度机制并按照数据优先级及紧急程度合理安排数据传输顺序及时间以保证自动驾驶及其他关键数据能及时到达 PLC 处理。^[9]

(二) 保障网络安全性的对策

针对 PLC 控制系统网络安全威胁需要建设多层次安全防护体系。在网络的边缘部署了防火墙、入侵检测系统(IDS)以及入侵防御系统(IPS),这些系统能够对进出的网络流量进行实时的监控和筛选,从而避免非法的访问和恶意的攻击行为;利用加密手段,对 PLC 和其他设备间的数据传输进行了加密操作,例如采用 SSL/TLS 协议来加密通讯数据,确保数据在传输时不被窃取或篡改;实现了 PLC 控制程序及配置文件的数字签名及加密存储,避免了非法篡改程序;定期开展 PLC 控制系统安全漏洞扫描、风险评估等工作,及时发现、修补系统安全漏洞;在强化网络安全管理、建立严格的接入控制策略、约束仅有授权人员才能接入并运行 PLC 控制系统的前提下,对运行人员开展网络安全培训以增强他们的安全意识与防范能力。

(三) 降低系统集成复杂性的对策

解决系统集成的复杂性需要推进行业标准化进程,采用开放的系统架构。汽车行业要加快统一通信协议标准,接口标准及数据格式标准的建立,以保证不同厂商制造的 PLC、传感器,执行器及其他设备之间能互操作;该系统采用了开放式的架构设计,例如基于以太网的车载网络结构,这样可以实现不同设备间的即插即用功能,从而降低了系统集成的难度;编制了通用设备驱动程序及中间件以实现设备及 PLC 的快速集成及通讯;系统集成之前,对其进行了全面的兼容性测试与模拟调试以验证设备间通信与协同工作的能力,以便预先发现与解决其中可能出现的问题;建立系统集成技术规范和流程,指导开发人员进行规范操作,提高系统集成效率和质量。^[10]

(四) 控制成本的对策

为了减少 PLC 控制技术应用于智能汽车机电系统的成本,可以从产品选型,开发流程以及技术创新入手。在产品选型时,充分考虑性能与成本等因素,选用性价比较好的 PLC 产品及配套设备,以免过分追求高性能,增加无谓的费用;对 PLC 控制系统设计方案进行了优化,减少了不必要的功能模块以及复杂电路的设计,简化了系统结构;从开发流程上看,使用标准化开发工具与方法提高了开发效率、缩短了开发周期、减少了人力成本;将仿真技术应用于 PLC 控制系统的虚拟调试中,缩短了现场调试的时

间,降低了费用;鼓励技术创新,开发拥有自主知识产权的 PLC 产品及控制技术,在减少对进口产品依赖的前提下,通过大规模生产来降低产品成本;建立了成本管理体系,实现了 PLC 控制系统在设计,研发到投产,维修整个过程中的成本监控与管理,发现和控制了成本超支现象。

六、结论

总之,PLC 控制技术具有可靠性高,灵活性好,编程方便,通信能力高等优点,被广泛运用于智能汽车机电系统,为智能汽

车动力系统,底盘系统,车身系统等高效,稳定地工作提供强有力的支撑。但在其应用的过程中面临着通信的实时性,网络的安全性,系统集成的复杂性以及成本方面的挑战。面对挑战,通过引入时间敏感网络、构建多层次安全防护体系、推进标准化建设及优化成本管理策略等措施,可有效提升 PLC 控制技术的适用性与竞争力。所以深入研究并不断优化 PLC 控制技术对智能汽车机电系统的运用有着现实意义与广阔前景。

参考文献

[1] 王强 .PLC 控制在智能汽车动力机电系统中的优化应用 [J]. 汽车科技 ,2023,(03):87-90.

[2] 李华 ,张伟 .PLC 技术在智能汽车底盘机电系统稳定性控制中的实践 [J]. 现代制造技术与装备 ,2022,(08):189-191.

[3] 陈丽 .PLC 控制技术于智能汽车车身机电系统自动化的实现路径 [J]. 电子制作 ,2022,(15):66-68.

[4] 赵刚 .基于 PLC 控制的智能汽车车窗与座椅机电系统设计 [J]. 机械制造与自动化 ,2021,(06):192-194.

[5] 孙悦 .PLC 控制在智能汽车照明机电系统智能化调控中的应用研究 [J]. 照明工程学报 ,2021,(S1):123-126.

[6] 吴迪 .PLC 控制技术助力智能汽车制动机电系统性能提升 [J]. 汽车实用技术 ,2020,(24):156-158.

[7] 周宁 .PLC 在智能汽车转向机电系统精准控制中的应用分析 [J]. 机电工程技 ,2020,(11):145-147.

[8] 刘辉 .智能汽车发动机机电系统中 PLC 控制策略优化 [J]. 内燃机与配件 ,2020,(18):217-218.

[9] 郭明 .PLC 控制在智能汽车电机调速机电系统的应用实践 [J]. 电气传动自动化 ,2020,(04):34-36.

[10] 张萌 .PLC 控制在智能汽车综合机电系统集成中的应用探讨 [J]. 自动化应用 ,2020,(07):45-47.