

附件 4

河南省职业教育教学成果奖 附件材料

(请以此页为封面, 将附件单独装订成册)

成果名称 服务产业绿色低碳发展的高职汽车类专业
分层级多维度动态调整机制研究与实践

第一完成单位 郑州电力职业技术学院

主要完成人 潘爱民、邱一城、冯培源、韩丹亚、李学新、
王朋真、闫倩倩、王晓亚、魏 岩、校振华

推荐序号 0505

附件目录:

- 一、《教学成果总结报告》(附查新查重证明)。
- 二、国家级、省市级和校级教学项目。
- 三、国家级、省市级和校级科研项目。
- 四、教学成果校外推广应用及效果证明材料(附件6)。
- 五、教育教学类论文、论著。
- 六、省级及以上新闻媒体报道。
- 七、成果及主要成员获得奖励及荣誉。
- 八、教材成果。

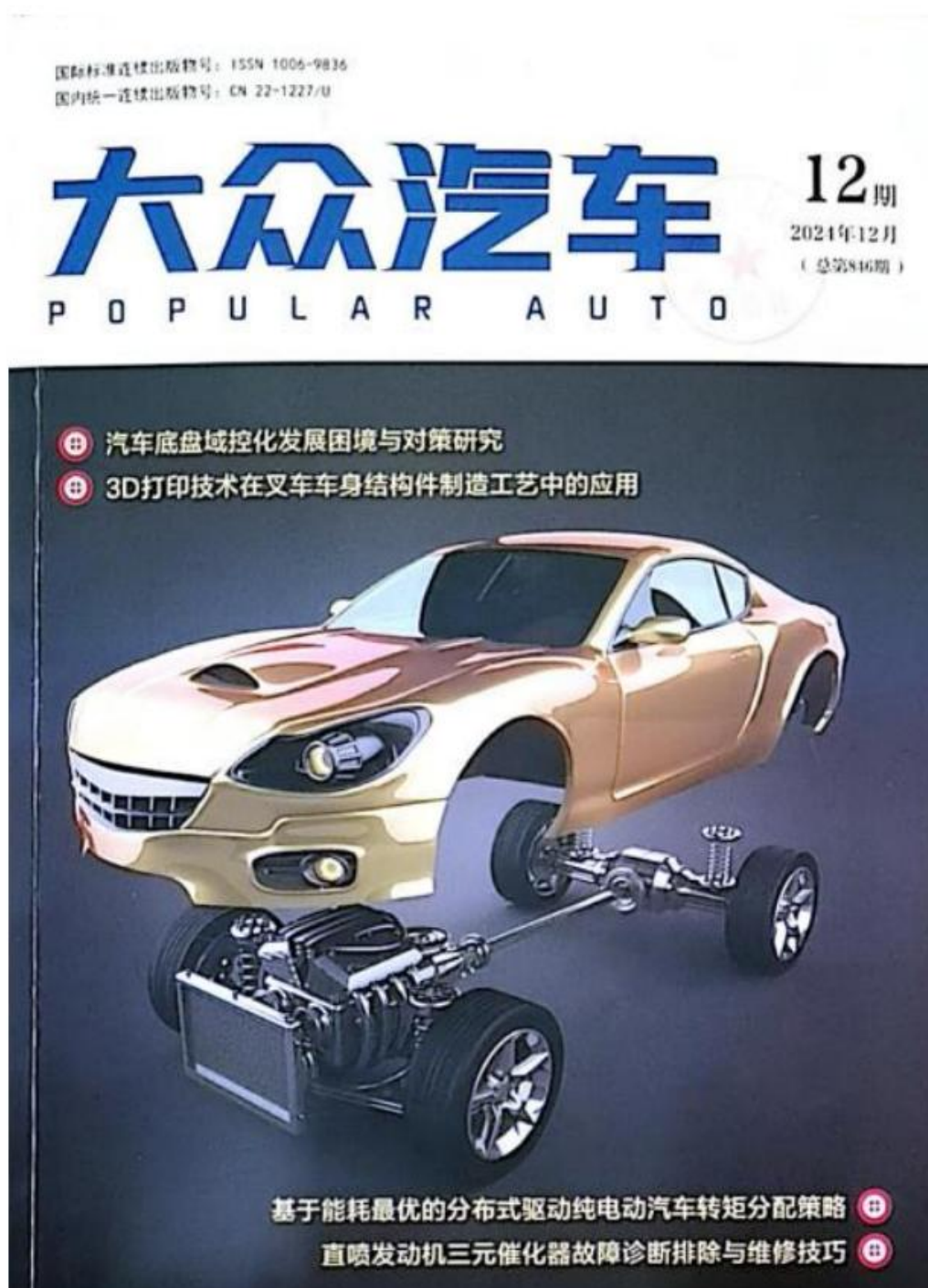
五、教育教学类论文、论著

目 录

5 教育教学类论文、论著	1
5.1 论文 1: 高职汽车专业动态调整研究与实践	1
5.2 论文 2: 基于绿色低碳发展的高职汽车类专业动态调整机制设计研究	6
5.3 论文 3: 高职汽车类专业学生绿色低碳职业素养培育路径研究	11
5.4 论文 4: 混合动力汽车发动机系统的故障诊断与维护技术	16
5.5 论文 5: 自动驾驶中的多传感器融合算法优化	21
5.6 论文 6: 基于激光雷达的自动电子制动系统应用研究	27

5 教育教学类论文、论著

5.1 论文 1：高职汽车专业动态调整研究与实践



AI识图

新能源汽车

- 浅谈新能源汽车动力电池的维护与保养 王仕鹏 刘志荣 (82)
- 新能源汽车动力电池技术进展与性能优化研究 许仕勤 (85)

检测与维修

- 新能源汽车故障检修现状及发展路径探讨 周梦怡 肖全清 (88)
- 新能源汽车的故障与维修技术研究 胡兵 卜 鹏 (91)
- 新能源汽车故障中电子诊断技术的运用研究探讨 肖全清 王 拓 (94)
- 新能源汽车电池管理系统的维修与养护 靳鹏辉 白 亮 (97)
- 直喷发动机三元催化器故障诊断排除与维修技巧 林 聪 (100)
- 信息技术在汽车维修行业中的应用探讨 王 拓 周梦怡 (103)
- 汽车发动机故障维修技术的有效运用研究 廖苏洋 (106)
- 新能源汽车维修与故障诊断技术探究 连 伟 (109)

汽车服务

- 汽车企业竞争信息资源管理体系的构建分析 连增瑞 (112)
- 汽车机械管理中的风险识别与应对策略 杨秋霞 (115)
- “互联网+”时代汽车营销模式的问题分析 王昭昭 (118)
- 汽车流体管路的市场需求与经济趋势预测 袁根松 (121)
- 汽车电器零部件可靠性评估方法 李武兰 汪步青 徐碧霞 (124)
- 现代汽车维修技术提升的有效策略研究 谢常伟 (127)
- 新能源汽车产业趋势与技能人才需求思考 冯学强 (130)
- 汽车模具企业供需匹配度与市场绩效研究 史丹丹 (133)
- 基于智能制造的汽车零部件科技企业运营效率提升研究 王德忠 (136)

汽车教学

- 新工科背景下汽车类专业人才实践培养模式探究 李丽云 (139)
- 职业院校汽修钣金课程教学改革策略探究 洪小娟 刘 倩 (142)
- 基于目标达成的汽车 CAD 课程教学改革研究 郑晓剑 (145)
- “互联网+”背景下新能源汽车专业教学策略探讨 王全刚 (148)
- 汽修专业新能源汽车课程教学中的问题及优化措施探讨 冯 瑞 (151)
- 理实一体化教学在职业院校汽车维修专业教学改革中的运用 廉 瑞 (154)
- 汽车门板修复实训台架升级改造设计 董文全 陈 轶 张译英 (157)
- 高职汽车专业动态调整研究与实践 王晓亚 贾赛赛 (160)
- 现代汽车电子控制系统维修技能培训研究 胡 诚 (163)

高职汽车专业动态调整研究与实践

王晓亚¹ 贾赛赛²

(1. 郑州电力职业技术学院; 2. 郑州电子信息职业技术学院)

摘要: 随着汽车产业的快速发展和技术革新,特别是新能源汽车和智能网联汽车的崛起,高职汽车专业面临着人才培养模式的深刻变革。本文首先深入探讨了高职汽车专业动态调整的必要性,其次分析了当前汽车产业发展对人才需求的变化以及高职汽车专业的现状与挑战。再次,阐述了高职汽车专业动态调整的现状,包括课程体系与教学内容、教学方法与手段以及师资队伍与实训条件等方面的探索与不足。最后,提出了优化课程体系与教学内容更新、创新教学方法与手段以及加强师资队伍建设与改善实训条件等策略,旨在为高职汽车专业培养适应汽车产业发展的高素质技术技能人才提供有力支持。

关键词: 高职教育; 汽车专业; 专业调整; 课程体系; 教学创新

项目: 2024年度河南省高等教育教学改革研究与实践项目(2024SJGLX0877)

1 高职汽车专业动态调整的必要性

1.1 汽车产业发展对人才需求的变化

当前,以新能源汽车、智能网联汽车为代表的汽车新技术方兴未艾,推动汽车产业加速向电动化、智能化、网联化、共享化转型,新能源汽车产业的崛起,对动力电池、电机、电控等专业人才需求骤增,汽车智能化、网联化趋势带动汽车电子、软件工程、大数据等专业人才需求激增,汽车产业发展趋势对汽车专业人才提出了新能源技术应用、智能驾驶算法设计、车载软件开发、车联网大数据运营等新的能力要求,亟须高职汽车专业紧跟产业发展步伐,动态更新人才培养方案,为汽车产业发展储备多样化、复合型技术技能人才^[1]。

1.2 高职汽车专业的现状与挑战

传统的高职汽车专业大多围绕汽车机械设计制造、发动机原理、汽车电工电子、汽车检测与维修等方面开设课程,侧重理论教学,实践环节以传统汽车维修实训为主,整体还是以燃油汽车

技术为主线贯穿专业人才培养全过程。在新形势下,传统的专业课程体系已难以适应新能源汽车、智能网联汽车的发展需要,部分高职院校的汽车实训基地仪器设备陈旧,缺少新能源汽车、智能网联汽车教学资源,实训项目针对性不强,教师队伍知识结构老化,实践经验不足,“双师型”师资缺乏,传统的人才培养模式已无法满足汽车产业发展对复合型技术技能人才的需求,制约了高职汽车专业的内涵式发展^[2]。

2 高职汽车专业动态调整的现状

2.1 课程体系与教学内容

目前,高职汽车专业在课程体系优化和教学内容更新方面已有所探索,不少高职院校在专业人才培养方案中增加了新能源汽车技术、智能网联汽车技术等新兴技术领域的相关课程,如开设电池管理系统、电机电控技术、自动驾驶技术、车联网通信技术等,但从总体上看,新开设课程占比偏低,新技术与传统汽车技术课程的融合不够,新能源汽车、智能网联汽车的核心技术在专

业课程体系中还未完全突显出来,部分院校虽对接新技术对教学内容进行了微调,但由于缺乏系统规划,教学内容更新的系统性、前瞻性不足,课程内容难以紧跟汽车产业发展前沿^[4]。

2.2 教学方法与手段

高职汽车专业教学模式改革初见成效,项目式教学、情境教学、合作学习等多种教学方法融入课堂,调动了学生参与教学的主动性和积极性。仿真教学软件、虚拟实验室、在线开放课程等现代信息技术手段应用于教学过程,拓展了教学时空,提高了教学感染力,但受制于实践教学资源不足,高职汽车专业实践教学方式仍以传统的汽车拆装、故障诊断等实训项目为主,缺少动力电池拆装与测试、自动泊车系统安装与调试等新能源汽车与智能网联汽车实训项目,实践教学方法创新的广度和深度有待进一步提高,现代学徒制、任务驱动教学等校企合作育人机制有待进一步推广。

2.3 师资队伍与实训条件

高职院校通过引进和培养,汽车专业“双师型”教师队伍建设初具规模,为开展理实一体化教学奠定了师资基础,但随着新能源汽车、智能网联汽车产业的快速发展,不少汽车专业教师知识老化,实践能力弱化,在电池电控、自动驾驶、车联网等领域缺乏系统研究,教学能力亟待提升。在实训基地建设方面,高职院校不断加大经费投入,通过校企合作建立了一批汽车技能大师工作室、汽车维修实训中心等校内实训基地,在提升学生动手能力方面发挥了积极作用。但由于资金投入不足,实训设备更新较慢,专业实训软件匮乏,难以满足汽车专业的实践教学需要,总体上看,高职汽车专业在“双师型”教师培养和实训条件改善方面还有较大提升空间。

3 高职汽车专业动态调整策略

3.1 优化课程体系与更新教学内容

面对汽车产业的快速发展,高职汽车专业要以市场需求为导向,紧跟产业发展前沿,加快课程体系优化和教学内容更新,高职院校要广泛开

展行业企业调研,准确把握汽车产业发展趋势对人才在知识、能力、素质上的要求,在人才培养方案制定过程中充分听取行业企业意见,及时将新能源汽车、智能网联汽车等新兴领域技术纳入课程体系,结合复合型技术技能人才培养目标,构建模块化的课程体系,设置新能源汽车概论、自动驾驶原理、车联网通信技术等新兴技术领域的专业基础课,开发动力电池技术、自动泊车控制系统等专业课程,在课程内容设计方面,教师要主动将新技术、新工艺融入教学内容,在教学项目开发方面,教师要紧密对接行业企业实际需求,开发新能源汽车故障诊断与维修、自动驾驶算法仿真、智能网联汽车软件测试等实践性教学项目,引导学生将所学知识应用于真实工作环境,培养学生的实践动手能力和创新意识。

例如,针对新能源汽车行业对电池管理系统设计人才的需求,某高职汽车专业及时调整人才培养方案,增设了动力电池技术及应用、电池管理系统等专业课程,并与企业合作,共同开发了动力电池材料应用、单体电池装配等6个教学项目,引进了电池管理系统设计仿真软件,为学生搭建了模拟电池管理系统的设计开发环境,学生4人为一组,从电芯选型、电池包结构设计到电池管理系统开发,共同完成电池系统的设计与集成,并在校企合作项目中得以应用,通过项目驱动,学生的电池系统设计开发能力得到显著提升。

3.2 创新教学方法与手段

高职汽车专业要树立“以学生为中心、以能力为本位”的教育理念,改革传统的教学模式,创新教学方法和手段,增强教学的吸引力和感染力,高职汽车专业要充分利用信息化技术手段,积极开发和引进与专业核心课程配套的数字化教学资源,如微课、虚拟仿真系统、在线开放课程等,为学生提供随时随地的学习资源,同时,教师要合理运用项目式教学、案例教学、小组合作学习等教学方法,调动学生学习的主动性和积极性,在课堂教学中设置小组讨论、角色扮演等互动教学环节,引导学生积极思考、踊跃发言,将被动

接受知识转变为主动建构知识。在实践教学环节,教师要紧密结合汽车产业发展需要,以真实生产项目为载体,开展项目导向、任务驱动的教学,引导学生在具体项目情境中学习掌握相关理论知识和实践技能,提高教学的针对性和实效性。通过学做结合、教学做一体,培养学生发现问题、分析问题、解决问题的能力。

以智能汽车检测与运维课程为例,为创新教学模式,教师引入虚拟现实技术,针对智能汽车常见的故障类型,开发了智能汽车故障诊断与排除的虚拟仿真实训系统,学生佩戴VR头盔,在虚拟车间场景中,按照故障诊断思路和排放流程,运用虚拟工具对智能汽车进行检测与维修。虚拟现实技术的引入,突破了实践教学受场地、设备的限制,学生可反复训练,实现了“教、学、做”的一体化。同时,教师还与汽车4S店合作,引入一批智能汽车故障案例,组织学生开展案例分析讨论,学生分角色扮演技术员、客户经理等,还原案例现场,分析故障原因,制定维修方案。通过案例教学,学生的故障诊断思路更加清晰,团队协作意识得到增强。

3.3 加强师资队伍建设与改善实训条件

高职汽车专业要加强“双师型”师资队伍建设,以教师教学能力提升为重点,创新教师专业发展机制,制定教师企业实践制度,建立健全教师到企业锻炼、参与实际项目研发的长效机制,提高教师的实践教学能力和应用研发能力,鼓励教师参加国家级、省级教学能力大赛,引导教师钻研教学方法、内容、手段,提高信息化教学能力,建立灵活的人才引进机制,面向汽车行业广纳人

才,培养兼职教师队伍,聘请汽车产业的能工巧匠、专业技术人员担任实践教学指导教师,合理配置专兼职教师比例结构,形成专兼结合的高水平“双师型”教学团队。在教师培养方面,要制定汽车专业技术培训计划,每年选送骨干教师参加智能网联汽车控制、新能源汽车电池管理系统开发等专项培训,着力打造一支具有国际视野、通晓产业前沿技术的高水平师资队伍。

4 结束语

总而言之,高职汽车专业动态调整是应对汽车产业发展需求、提升人才培养质量的关键举措。通过优化课程体系、创新教学方法与手段以及加强师资队伍建设与改善实训条件,高职汽车专业能够更好地适应汽车产业发展趋势,培养出具备创新精神和实践能力的高素质技术技能人才。未来,高职汽车专业应继续深化教育教学改革,加强与企业的合作与交流,不断完善人才培养体系,为我国汽车产业的转型升级和持续发展贡献更大力量。

参考文献:

- [1] 张国豪,沈先飞,王群.高职汽车专业群“产教联动、链群对接、岗课融通、专创结合”人才培养体系研究[J].襄阳职业技术学院学报,2024,23(5):57-61.
- [2] 陈勇.高职汽车专业群课程思政建设的探索与实践[J].汽车维护与修理,2024(20):22-25.
- [3] 周小红,陈国英.高职汽车专业群与当地企业产教融合的路径研究[J].汽车维护与修理,2024(20):77-80.

5.2 论文 2：基于绿色低碳发展的高职汽车类专业动态调整机制设计研究



新能源汽车电池系统故障诊断技术及优化策略研究.....	李海洋 (82)
机动车电子控制单元诊断方法和维修工艺标准化研究.....	张波 (85)
汽车电控空调系统常见故障的检测与维修.....	胡叶敏 沈浩楠 (88)
汽车悬挂系统故障诊断与维修策略.....	曹勇 (91)
电子诊断技术在新能源汽车维修中的应用探析.....	李慧 (94)
基于汽车电控技术的现代汽车维修策略研究.....	严鑫 (97)
新能源汽车冷却系统水温异常的故障诊断与排除.....	罗啸风 (100)
发动机加速无力故障诊断技术研究.....	刘元柱 (103)
故障检测与诊断技术在汽车维修中的应用.....	李建国 (106)
汽车零部件质量检验的常见问题与对策.....	陈帅龙 (109)

汽车服务

汽车保养周期动态调整与车辆使用寿命关联性研究.....	周建新 (112)
新能源汽车动力电池回收管理机制研究.....	何欣敏 (115)
浅析新能源汽车在技术驱动与市场变革下的发展.....	杜朋创 车琪 全莉莉 (118)
汽车企业市场营销策略创新与管理整合研究.....	晏晓芒 (121)
电动客车售后服务质量提升策略研究.....	苏雷 (124)

汽车教学

基于绿色低碳发展的高职汽车类专业动态调整机制设计研究.....	魏岩 闫倩倩 (127)
“双元育人”模式创新与质量保障体系构建 ——以“新能源汽车技术专业”为例.....	杨勇辉 (130)
汽车专业大类中高职应用本科贯通培养研究.....	梁银凤 王文斌 (133)
新能源汽修专业工学一体化教学改革路径研究.....	傅必升 (136)
产教融合背景下汽车类专业校企合作共建产业学院的路径研究.....	胡俊颖 王奕 (139)
校企合作模式下的高校新能源汽车教学模式创新研究.....	章超 (142)
数字化教学背景下高职汽车专业教师素养提升路径研究.....	闵璐 (145)
基于工作过程的汽车涂装技术课程项目化教学措施探微.....	陈家宪 黄静 (148)
工学一体化模式下技工院校新能源汽车技术专业微课程的应用探究.....	刘剑 (151)
产教融合背景下汽车发动机构造与维修课程教学改革研究.....	尧海祥 欧阳志杰 (154)
知识图谱与大语言模型驱动下 BOPPPS 混合教学实践研究 ——以智能网联汽车技术专业为例.....	潘美玲 赵文博 (157)
基于岗位胜任力导向的汽车智能制造现场工程师人才培养模式研究.....	徐振 (160)
高职汽车专业《UG 机械三维设计》课程项目教学质量提升路径研究.....	谭小芳 冉倩 陈启良 蔡敏 (163)

基于绿色低碳发展的高职汽车类专业 动态调整机制设计研究

魏岩 闫倩倩

(郑州电力职业技术学院)

摘要: 如今, 汽车产业正以较快速度朝着电动化、智能化以及低碳化的方向转型升级。作为培养产业一线技术人才的重要载体, 高职汽车类专业的专业设置以及课程体系面临适配性挑战。本文围绕绿色低碳发展的需求展开研究, 探索了高职汽车类专业动态调整机制的设计途径, 剖析了机制设计的意义, 从产业对接、课程优化、评价反馈等方面构建了专业调整分析框架, 以期解决专业人才培养与低碳汽车产业需求脱节的问题。

关键词: 绿色低碳; 高职汽车类专业; 动态调整机制; 人才培养; 产业对接

项目: 本文系 2024 年度河南省高等教育教学改革研究与实践项目“服务产业绿色低碳发展的高职汽车类专业分层级多维度动态调整机制研究与实践”(项目编号: 20245JGLX0877)研究成果

1 基于绿色低碳发展的高职汽车类专业动态调整机制设计意义

1.1 适配绿色汽车产业转型升级, 缓解人才供需结构矛盾

当前, 汽车产业正经历从“燃油时代”向“新能源时代”的跨越。在此进程中, 动力电池检测、电机电控维修、智能网联技术以及碳足迹管理等一系列与低碳相关的岗位需求急剧增长, 而传统的汽车维修、保养等岗位需求却逐渐减少。构建动态调整机制, 能够促使专业依据产业岗位需求变化, 及时优化专业方向、调整课程设置, 将低碳相关技能模块融入人才培养方案, 使人才输出与产业低碳化进程保持同步, 从而缓解人才供需结构矛盾, 为绿色汽车产业提供稳定的人才支撑。

1.2 提升高职汽车类专业竞争力, 实现专业可持续发展

在职业教育改革与产业转型的共同驱动下, 专业竞争力是高职院校吸引生源与获取资源的核心要素。若高职汽车类专业始终坚守传统培养模式, 将会因“与产业脱节”而丧失吸引力, 面临生源流失与专业停办的风险。动态调整机制以绿

色低碳发展为导向, 通过定期跟踪产业技术变革、更新实训设备、优化课程体系等方式, 使专业始终“贴近产业、紧跟技术”, 进而实现专业的可持续发展。

1.3 落实职业教育育人定位, 培养绿色低碳技术技能人才

职业教育的定位在于培养服务产业发展的高素质技术技能人才。作为国家战略与产业共识, 绿色低碳发展须融入职业教育人才培养全过程。目前, 多数高职院校虽开设了新能源汽车相关课程, 但大多是“零散添加”, 尚未构建系统的绿色低碳人才培养体系, 致使学生仅掌握基础操作技能, 缺乏低碳思维与系统解决问题的能力。动态调整机制将绿色低碳理念贯穿于专业设置、课程开发、实训实践、评价考核等各个流程, 能够为绿色汽车产业输送既懂技术又具备低碳素养的复合型人才。

2 基于绿色低碳发展的高职汽车类专业动态调整机制设计分析

2.1 绿色汽车产业人才需求动态分析

专业实现动态调整的前提是准确把握产业人

才需求变化情况,这需要从“岗位类型、能力要求、知识结构”三个方面进行深入剖析。就岗位类型而言,绿色汽车产业的岗位已构建起“研发辅助—生产制造—检测维修—运营服务—回收利用”的体系,高职层次人才主要集中在生产制造、检测维修、运营服务及回收利用这四大领域。从能力要求来看,除传统的机械维修能力外,还新增了“电气系统故障诊断”“动力电池性能检测”“车载智能系统调试”等技术能力,以及“低碳合规意识”“跨岗位协作”等综合能力。从知识结构来讲,从业者须掌握“新能源汽车构造与原理”“动力电池技术”“电机电控系统”“碳足迹核算基础”等与低碳相关的知识。只有定期调研人才需求,并建立需求数据库,才能为专业调整明确方向,避免出现盲目调整的情况。

2.2 专业设置与方向动态优化

随着绿色汽车产业细分领域的不断拓展,高职汽车类专业须打破传统“汽车检测与维修技术”“汽车制造与装配技术”这种单一的设置模式,依据产业细分领域的实际情况动态优化专业方向。例如,在纯电动汽车领域,可在“汽车检测与维修技术”专业下增设“新能源汽车维修方向”;针对动力电池回收领域,可联合材料专业开设“动力电池回收与利用”这一交叉专业方向;在氢燃料电池汽车领域,可在“汽车制造与装配技术”专业下增设“燃料电池汽车装配方向”。而且,专业设置优化应遵循“市场导向、资源适配”的原则,既要契合产业需求,又要兼顾师资、设备等资源状况。

2.3 课程体系动态重构

作为人才培养的重要载体,课程体系应依据绿色低碳发展需求进行动态重构,构建“基础模块+专业核心模块+低碳特色模块”的课程体系。

基础模块保留“汽车机械基础”“电工电子技术”等核心基础课程,同时融入“低碳机械设计”“节能电气技术”等相关内容。专业核心模块根据专业方向调整。例如,新能源汽车维修方向以“新能源汽车构造与原理”“新能源汽车故障诊断与维修”为核心课程。低碳特色模块聚焦

产业低碳化需求,开设“动力电池技术与回收利用”“新能源汽车能效优化”“汽车碳足迹核算”“智能网联汽车低碳技术”等课程。

此外,课程内容更新应紧跟技术变革步伐。例如,当“800V 高压平台”成为新能源汽车主流技术时,应及时在“新能源汽车电气系统”课程中增添相关内容;当“电池热管理技术”升级后,应更新“动力电池检测与维护”课程的实训项目。同时,优化课程学分占比,将低碳特色模块的学分占比提升至25%—30%,确保学生切实掌握低碳技能。

2.4 实训教学资源动态更新

高职汽车类专业秉持“实践育人”理念,实训教学资源涵盖设备、场地及教材等方面,其更新速度对人才培养质量至关重要。

学校应依据绿色低碳技术的发展动态作出调整。在实训设备方面,淘汰老旧燃油车实训台,引入新能源汽车整车实训台,以及动力电池检测设备,如电池单体检测柜、电池组均衡仪,还有电机电控实训台、氢燃料电池演示设备等。同时,搭建“虚拟仿真实训平台”,以解决氢燃料电池汽车实训设备价格高昂且安全风险较大的问题。

在实训场地方面,可与新能源汽车企业共建“校外实训基地”,或在校内打造“绿色汽车技术实训中心”,设置“动力电池拆解与回收”“新能源汽车维修”“碳检测”等功能区域。

在实训教材方面,须联合企业技术人员编写“活页式、工作手册式”教材,将企业最新技术标准、维修案例,如新能源汽车高压系统故障案例等纳入其中,确保实训内容与产业实践紧密对接。

2.5 评价反馈动态机制:保障调整科学性与有效性

专业动态调整要构建“评价—反馈—改进”的机制,借助多维度评价判定调整效果,及时纠正偏差,以此保障机制的科学性和有效性。其中,评价主体包括学校、企业、学生三方,学校主要对专业招生状况、课程实施质量以及实训资源利用率展开评价,企业主要针对毕业生岗位适配度、低碳技能掌握水平以及工作绩效进行评价,学生主要就课程满意度、实训效果以及就业质量进行

评价。评价指标围绕绿色低碳发展进行设置。(见表1)。

评价数据收集后,要通过数据整理、问题分析、改进方案制定、方案实施以及效果验证等流程形成闭环。例如,若评价发现毕业生低碳技能考核借助率较低,就要分析原因,如课程内容太难、实训时间不够等,然后制定改进方案,包括简化课程难点、增加实训课时。在实施后再次进行评价以验证效果,确保专业调整一直朝着适配绿色低碳发展方向推进。

3 结束语

综上所述,本文提出的针对性优化策略,形成了较为完整的专业动态调整方案。未来,高职汽车类专业还应结合区域产业特色与自身资源优势,持续深化“政校企行”协同合作,推动动态调整机制从“框架落地”向“精细化运营”升级,不断优化人才培养与产业需求的适配精度,在服务绿色汽车产业高质量发展中实现自身育人价值,

为我国“双碳”目标达成与汽车产业转型升级提供坚实的人才支撑。

参考文献:

- [1] 段蕾,左春平,刘兴恕.高职院校汽车类专业教学资源库建设的实践研究[J].时代汽车,2025(17):38-40.
- [2] 丁伟.产教融合视域下高职汽车类专业劳动教育“课堂迁移”路径研究[J].汽车维护与修理,2025(16):56-58.
- [3] 马徐林.校企合作视域下提升汽车类专业学生就业效果的信息化平台应用研究[J].汽车维护与修理,2025(16):38-40.
- [4] 魏家静,赵宝平,岳嫻.汽车类专业课程构建在线红色案例库的探讨与实践:以《汽车电气系统检测与维修》课程为例[J].汽车维修与保养,2025(8):103-105.
- [5] 曹风萍,王艳杰,郭荣春,等.“新四化”背景下汽车类专业应用型人才培养模式创新与实践[J].汽车实用技术,2025,50(14):126-131.

表1 评价指标设计

评价维度	评价主体	核心评价指标	指标权重	评价周期	数据来源
专业设置适配性	行业协会、企业	专业方向与产业细分领域匹配度;毕业生对口就业率(绿色汽车领域);企业对专业设置满意度	20%	每学年	行业报告、企业调研问卷、就业数据
课程体系合理性	学校、学生、企业	低碳特色课程学分占比;课程内容与产业技术匹配度;学生课程满意度;企业对毕业生知识结构满意度	25%	每学期	课程标准、学生问卷、企业访谈
实训资源有效性	学校、学生	新能源实训设备台套数(生均);实训设备与产业技术同步率;实训项目完成率;学生实训满意度	20%	每学期	设备台账、实训记录、学生问卷
师资能力适配性	学校、企业	“双师型”教师中新能源背景占比;教师企业顶岗实践时长;企业对教师教学能力满意度;教师低碳技术培训次数	15%	每学年	师资档案、企业评价表、培训记录
人才培养质量	企业、学生	毕业生低碳技能考核通过率;毕业生起薪(绿色汽车领域);毕业生就业稳定性(1年内离职率);企业对毕业生综合评价得分	20%	每学年	企业考核数据、就业跟踪数据、薪资报告

5.3 论文 3：高职汽车类专业学生绿色低碳职业素养培育路径研究

国际标准连续出版物号：ISSN 1006-9836

国内统一连续出版物号：CN 22-1227/U

大众汽车

P O P U L A R A U T O

10期

2025年10月

(总第856期)

人工智能在汽车配件机械设计与制造中的应用研究

新能源汽车电驱动系统能效控制策略研究



浅谈汽车零部件过程清洁度控制

高温环境下汽车空调制冷性能下降的原因与改进措施研究

电动化驱动下卡车整车轻量化设计与能耗影响分析	张家亮 宋香薇 孙鹏博 (83)
浅谈汽车零部件过程清洁度控制	李惠龙 (86)
不同连接形式下车体框架横梁变形模式对比研究	张明龙 张帅武 (89)
车载冰箱与车辆热管理系统的集成设计与性能优化研究	高璐玲 (92)
新能源汽车动力电池包涉水预警装置设计研究	董文卓 (95)
车载电源管理系统中高精度电压电流检测与控制技术研究	谢 聪 李 颖 赵健伟 (98)

检测与维修

智能化汽车维修技术在提升维修效率中的应用研究	赵 冲 (101)
新能源汽车机械系统故障诊断策略研究	叶晓民 (104)
汽车制动系统的维修技术与安全检测	陈瑞清 (107)
高温环境下汽车空调制冷性能下降的原因与改进措施研究	闫新胜 (110)
新能源汽车充电系统常见故障探讨	陈业星 (113)
汽车钣金维修中塑料件维修研究	梁国伟 (116)
新能源汽车绝缘故障检测与维修方法分析	孙迎春 (119)
新能源汽车电机控制器常见故障分析与检修	谭妮克 (122)
新能源汽车动力电池热管理系统故障诊断与维修技术探讨	王 猷 (125)
新能源汽车动力电池故障诊断与维护技术研究	姜秋平 (128)

汽车教学

混合式教学在高校课程教学中的应用探究	
——以《汽车使用与维护》课程为例	程心妍 (131)
产教融合背景下汽车维修教育改革路径研究	邓萍华 (134)
高职汽车专业诊断技能训练对学生实践能力的影响研究	黄英超 (137)
新工科背景下车辆工程专业创新创业教育的“四维融合”模式探索	
.....	李锐伟 谢锐波 刘豪程 张德城 (140)
产教融合新范式下的汽车技能人才培养路径探索	王智海 (143)
AI大模型驱动下的汽车电子技术专业中高职一体化协同发展研究	高明亮 张少海 (146)
高职汽车类专业学生绿色低碳职业素养培育路径研究	闫倩倩 李 欢 (149)
新质生产力背景下高职新能源汽车专业群人才培养研究	付慧敏 (152)
汽车车身修复一体化课程教学资源建设研究	靳伟星 (155)
基于“四新”理念的车辆工程专业培养模式改革与实践研究	李采晟 宋 勇 (158)
基于新质生产力的新能源汽车教育“理实一体化”教学改革	刘 迪 (161)
新能源汽车常见故障排查的项目式教学实践策略	周 洋 (164)

高职汽车类专业学生绿色低碳职业素养培育路径研究

闫倩倩 李欢

(郑州电力职业技术学院)



摘要:在全球可持续发展战略纵深推进与我国“双碳目标”加速落地的双重背景下,绿色低碳转型已成为汽车产业发展的必然趋势,而高职汽车类专业学生作为支撑产业转型的核心技术技能人才,其绿色低碳职业素养的培育质量直接决定产业转型成效。本文综合运用文献研究法与实地调研法,系统剖析了当前高职汽车类专业在绿色低碳职业素养培育中的现实困境,并构建了“四位一体”的培育路径。同时,从政策制度、资金资源、质量监控三个维度提出了保障措施,形成完整培育体系,旨在为汽车产业绿色转型提供更精准的人才支撑。

关键词:高职汽车类专业;绿色低碳职业素养;培育路径

基金项目:省教育厅2024年度河南省高等教育教学改革研究与实践项目,名称:服务产业绿色低碳发展的高职汽车类专业分层级多维度动态调整机制研究与实践(立项编号:2024SJGLX0877)研究成果。

1 高职汽车类专业学生绿色低碳职业素养相关理论概述

1.1 绿色低碳职业素养

随着全球对可持续发展及应对气候变化的需求持续增强,绿色低碳职业素养重要性日益凸显。它涵盖从业者的理念认知、专业知识、操作技能与日常行为,这些要素共同构成适应绿色低碳经济发展的综合能力框架。从业人员应深刻领会绿色低碳的核心要义,内化可持续发展的价值取向,并深入理解人类生产生活与自然生态系统的互动关系。

在专业理论知识层面,从业人员须掌握新能源汽车核心技术、节能减排实用策略、环境保护基础理论、碳排放量化核算方法及相关政策法规。对于高职院校汽车专业学生而言,应着力精通新能源汽车的检测维修技术,熟练运用各类节能减排技术手段,并将绿色制造理念自觉融入实践操作。在职业生涯发展进程中,践行绿色低碳的职业操守尤为关键,这体现在选用环保材料、倡导绿色交通方式、引导客户接受环保型产品及将低碳生活理念融入日常生活的方方面面。

1.2 理论基础

可持续发展理论是培育绿色低碳职业素养的核心,该理论强调经济、社会与环境的协调发展。在汽车产业中,这一理论体现在生产环节采用绿色技术、优化工艺流程、有效处理废弃物,同时在使用环节推广新能源汽车与智能交通系统,鼓励消费者选择节能环保型汽车,以减少尾气排放。

现代职业教育体系注重专业能力与职业伦理的双重塑造,实践性教学环节与产业协同是能力培养的核心路径。专业课程开发需要适配产业升级需求,并设置包含新能源动力系统、能效管理技术的前沿模块,将环保标准融入传统专业教学大纲。通过模拟真实工作场景并开展项目化训练,实现知识迁移,进而提升学生的环保能力。

作为职业教育的核心机制,校企协同体现在人才培养方案的联合设计、硬件资源的开放共享及智力资本的互补增效。产业界提供实训基地、技术平台以及专家智库支持,深度参与课程标准的制定与教学效果的评估;教育机构则为其输出技术攻关力量与定制化人才储备。这种双向赋能模式不仅缩短

了人才能力与岗位要求的适配周期，还为企业的绿色转型注入源源不断的创新动力。

2 高职汽车类专业学生绿色低碳职业素养培育现状分析

2.1 高职院校绿色低碳职业素养培育现状

调研数据表明，当前汽车类专业环保理念与职业素养培养体系存在结构性缺陷。本文采用问卷与深度访谈相结合的方式，样本覆盖三省六所高职院校。学生问卷有效回收率达92%，共计500份；教师问卷回收率为85%，企业问卷回收率为80%。受访群体包括专业建设负责人、学科带头人及企业技术主管，通过深度交流发现，培养方案与产业需求存在脱节。

课程体系可持续发展理念的融入程度有限。仅有三成院校开设专题课程，且多为选修性质；七成院校尚未建立系统的整合机制。在教学实践层面，普遍存在教材开发滞后与师资储备不足问题。实训基地建设存在明显区域差异。四成院校配备了新能源汽车实训设备，但数量存在缺口；传统燃油车实训模块仍占据75%的实践课时；在企业实习环节中，涉及节能减排技术的岗位仅占35%，这导致学生难以形成完整的新能源技术认知框架。

教师队伍的专业结构差异显著。具备环保技术背景的教师仅占两成，主体为传统汽车专业转型教师。年度参与专项培训的教师比例不足30%，现有培训体系存在内容碎片化、实践指导薄弱等问题。企业反馈显示，60%的实训指导教师缺乏系统的新能源汽车维护经验，这直接影响到学生对技术规范的养成。

2.2 学生素养水平现状

调查显示，学生对绿色低碳知识的了解程度有限。仅有28%的学生具备一定认知，72%的学生仅停留于表面。其中，15%的学生能准确阐述新能源汽车电池的类型与原理，其余学生仅有初步认知。行为习惯方面，35%的学生常选择低碳出行，65%的学生倾向于选择私家车或打车出行。40%的学生存在节能行为，60%的学生存在浪费现象。此外，学生对绿色低碳职业的认同感较低，仅20%的学生愿意从事相关职业，80%的学生更倾向于传统职业，

他们并不看好绿色低碳职业的前景与就业机会。

2.3 存在问题及原因剖析

高职汽车类专业学生在绿色低碳职业素养培育方面面临诸多挑战。课程体系尚不完善，缺乏系统规划与前瞻性，难以适配产业绿色转型需求。教学内容多以选修形式呈现，未深度融入专业核心课程，部分院校对其重视程度不足。实践教学环节较为薄弱，校内实训条件欠佳，设备陈旧，缺乏绿色技术相关内容，实训项目与行业需求脱节，校外实习岗位也较难落实。校内实训基地投入不足、教学内容更新滞后及校企合作层次较低，是引发这些问题的主要原因。师资力量建设同样存在问题，具备绿色低碳专业背景的教师数量少，教师获得培训机会稀缺且培训内容浅显，这对教学质量及学生职业素养培育产生了不利影响。

3 绿色低碳职业素养培育的具体路径

3.1 优化课程体系，融入绿色低碳元素

高职汽车专业课程体系的优化升级，须从已有课程革新与全新课程增设两方面入手。具体而言，针对《汽车制造工艺学》《汽车维修技术》这类传统核心课程，应融入绿色制造理念及新能源汽车维护与保养知识。同时，在教学计划制订过程中规划引入“汽车行业绿色低碳技术与应用”“新能源汽车技术与发展”等专题课程。

3.2 提升学生实操能力

为强化高职汽车专业学生的实践教学，提升其实操能力，重点在于校内实训与校外实习两个维度。在校内，实训场地需大力向新能源方向深度拓展，通过财政支持、配置精良设备、设计专项课题，助力绿色技能的培育。同时，紧跟产业前沿动态，与新能源车企建立稳定合作关系，推动学生深入生产、维保、检测一线，甚至参与技术攻关、节能实践等项目。这对于培养学生的职业归属感与时代担当意识，具有重要意义。

3.3 提升教师素养，强化师资队伍

加强汽车类专业教师队伍建设，提高教师整体素养，是专业发展的核心支撑。学校应重视教师的持续学习与能力进阶，组织专项研修活动，如安排新能源汽车核心技术、节能减排知识要点以及现代

教育方法等内容的学习研讨。此外,完善的考核评价体系必不可少,它能有效激励教师积极吸收前沿知识并将其应用于教学过程,以提升自身技能水平。优化师资结构,还须积极引进绿色低碳领域的专业人才,在评估其理论水平、实践经验与教学潜力后,将其引入教师队伍。这不仅丰富教学团队的构成,还能带来宝贵的行业经验与新颖理念,实现实践智慧与课堂教学的有机结合,最终帮助学生树立起绿色低碳认知与素养。

3.4 培养学生绿色低碳意识

精心营造校园文化氛围,对培养高职汽车专业学生的绿色低碳理念至关重要。学校可通过举办主题活动与加强宣传引导来实现这一目标。例如,举办绿色低碳知识竞赛,竞赛内容涵盖环保政策、节能技术及产业发展等方面,通过多样化考核方式挖掘优秀学生,激发他们的学习热情。同时,举办主题演讲比赛,鼓励学生表达自己的见解,由评委进行全面评估,这有助于增强学生的职业认同感与责任感。

此外,校园宣传平台的建设也至关重要。可利用广播站、报刊、学校官网及微信公众号等渠道发布行业资讯与科学知识,配合主题海报与环保标语,营造全方位的绿色低碳文化环境,进而提升学生的认知水平与行动自觉性。

4 培育路径实施的保障措施

4.1 政策支持与制度保障

高职汽车领域学生绿色低碳职业素养的培育,依赖于宏观政策扶持与微观制度建设的相互配合。教育主管部门应制定引导性政策,例如设立专项财政扶持资金,重点向院校课程体系的绿色化革新、实训基地升级以及专业师资的专题培训倾斜。

高等职业院校层面,需完善内部治理结构,精心修订人才培养方案,明确绿色低碳相关课程内容在学分构成中的占比,细化并规范实践教学各阶段的操作规程,建立教师激励制度,对在绿色素养教育中表现突出的教师给予奖励。借助这种内外结合的支撑体系,为培养工作的有效开展与深化提供坚实保障。

4.2 资金与资源保障

强化资金投入与资源供给,对有效培育高职汽车专业学生的相关素养至关重要。院校应设立专项基金,集中用于实训设备购置更新、特色化教学课

程体系开发、师资队伍建设和绿色校园环境营造等关键领域。

优化资源整合同样重要。院校应积极联合产业界力量,共建实习实训基地,邀请企业技术专家参与教学,合作开展技术攻关项目;联动科研院所与行业学(协)会,共同探索技术发展前沿,实现信息资源共享,组织专业技能竞赛活动。这些举措为学生绿色低碳职业素养的培养搭建了坚实平台,开辟了广阔的发展空间。

4.3 质量监控与评价体系

为保障高职汽车类专业学生绿色低碳职业素养的培育成效,需构建科学的质量监控与评价体系。该体系应涵盖知识掌握程度、技能运用水平、实操操作能力、职业精神、职业道德及日常行为习惯等多个维度。

对于学生在新能源汽车知识体系与节能减排理念方面的掌握程度,及实际动手能力,可通过理论测试、课程作业评估与技能实操鉴定等方式进行判断。在评定学生的实践能力时,校内实训环节的操作规范性、团队协作表现,及校外顶岗实习期间的工作投入程度与综合职业能力展现,都是重要的衡量指标。对学生职业精神与伦理素养的评价,应聚焦工作态度、道德认知与身份认同;对于日常行为的评价,则着重于学生对绿色低碳理念的自觉实践。

5 结束语

汽车产业绿色低碳转型离不开高职汽车类专业人才的支撑,培育学生绿色低碳职业素养是职业教育适配产业需求的关键。本文梳理相关理论,结合调研指出培育工作的多维度问题,构建课程—实践—师资—文化协同路径与保障机制,有望打破技术传授与绿色理念割裂的局面,为专业教学改革提供方向。

参考文献:

- [1] 段姣雯. 绿色低碳视域下新能源汽车产教联合体的运行模式研究[J]. 天津职业院校联合学报, 2025, 27(02): 40-46.
- [2] 吴治将, 徐言生, 何钦波, 等. “双碳”背景下制冷与空调技术专业绿色低碳人才培养的探索与实践: 以顺德职业技术学院为例[J]. 顺德职业技术学院学报, 2023, 21(02): 18-21.
- [3] 王继鹏. 双碳目标下阳泉市推进能源绿色低碳转型路径探究[D]. 太原: 山西财经大学, 2025. 10月 | 151

5.4 论文 4：混合动力汽车发动机系统的故障诊断与维护技术

国际标准连续出版物号：ISSN 1006-9836

国内统一连续出版物号：CN 22-1227/U

大众汽车

P O P U L A R A U T O

04期

2025年4月

(总第850期)

⊕ 工程机械车辆液压系统驱动调试控制方法及应用研究

⊕ 新能源汽车主动四轮转向稳定性控制技术探讨



智能网联汽车产业技术创新影响因素与优化路径研究 ⊕

基于大数据与人工智能的智能网联汽车故障预测与健康管理的 ⊕

CAN 总线在自动驾驶汽车系统中的应用研究	田慧明 胡泉升 刘映涛 贺芳 (85)
汽车变压器的设计与性能优化	万谦 吴武略 冉毅 (88)
智能车载组合天线的研究与设计	叶华 (91)
汽车车身焊接质量控制与检测要点分析	孟宝东 (94)
新能源汽车高压系统安全控制技术研究与应用	杜健健 曾彤 苏俭 (97)
电动汽车参与紧急调控的功率分配策略	杜洋洋 王龙龙 (100)

检测与维修

新能源汽车对传统汽车维修技术的影响	陈聪 (103)
传统轿车常见故障分析与维修策略优化	魏纯武 (106)
基于营运客车内饰材料烟密度等级检测因素的研究	任俊侠 (109)
基于大数据与人工智能的智能网联汽车故障预测与健康管理	杜亚 (112)
汽车内饰件制造中的机电故障诊断与预防策略	陈小珍 吴金克 陈策和 (115)
混合动力汽车发动机系统的故障诊断与维护技术	王晓亚 魏岩 (118)
探讨电子诊断技术在新能源汽车维修中的应用	谢儒基 (121)
电动汽车电机控制器故障诊断与容错控制策略研究	李芳军 苏俭 杜健健 (124)

汽车服务

自动驾驶环境下乘用车座椅布局与安全性研究	张力伟 (127)
小型汽油机对汽车燃油经济性的影响分析	张水军 (129)

汽车教学

汽车类专业机械基础课程教学探索	张军 (133)
新能源产业背景下五年制高职电气专业可持续发展性和创新性研究	沈莹雅 周玲 (136)
基于 PDCA 循环理论优化高职汽车类专业一体化课程教学方法的实践研究 ——以《汽车发动机电控技术》为例	丛伟 佟骄阳 (139)
新能源汽车技术专业人才培养路径研究	王佳 徐娇艳 李中林 (142)
产教融合的汽车检测与维修技术专业课程体系构建	李美涛 (145)
基于校企合作的项目课程改革研究 ——以汽修专业机械基础课程为例	刁亮琦 (148)
人工智能在汽车电气设备构造与维修课程中的应用	郭姪红 王子君 (151)
汽车维修专业电工技术课程有效教学策略研究	黄一晨 (154)
基于产业链的智能网联汽车技术专业课程体系优化研究	朱群峰 (157)
智能时代汽车维修人才培养模式探索与实践	李慎卿 朱继东 吴为生 (160)
职业院校汽修专业“多维融合”考核评价标准的研究与实践	黄欲奴 (163)

混合动力汽车发动机系统的故障诊断与维护技术

王晓亚 魏岩

(郑州电力职业技术学院)

摘要: 随着公众对环境保护和能源可持续性议题的日益重视,混合动力汽车逐渐成为汽车市场的宠儿,其发动机系统的故障诊断与维护工作显得尤为关键。本文首先深入分析了混合动力汽车发动机系统的结构组成、工作原理及其技术特点,其次详细阐述了基于传感器数据、故障树分析以及人工智能的故障诊断方法,并对比分析了不同的诊断方法。最后,本文阐述了故障修复技术的现状与发展趋势,并通过具体案例验证了所提出方案的有效性。

关键词: 混合动力汽车; 发动机系统; 故障诊断; 维护技术

基金项目: 2024年度河南省高等教育教学改革研究与实践项目,名称:服务产业绿色低碳发展的高职汽车类专业分层级多维度动态调整机制研究与实践,项目编号:20245JGLX0877

1 混合动力汽车发动机系统概述

1.1 系统结构与工作原理

混合动力汽车动力系统由发动机、电动机、电池组、动力耦合装置以及一系列传感器与控制器组成^[1]。电池电量至关重要,驾驶员意图也影响系统运作,车辆控制系统依此实时调整发动机与电动机的协同模式。制动能量回收、启动及低速行驶由电动机承担,高速行驶或急加速时发动机发力,动力耦合通过机械、电气或液压等方式,将整合后的动力输送至车轮^[2]。

1.2 系统特性与优势

混合动力发动机系统在节能、环保及动力性能上拥有自己的优势,混合动力发动机系统的燃油经济性相较于传统燃油发动机系统有显著提升,具体提升幅度取决于混合动力发动机系统的设计和车辆使用条件,通常在20%—50%,城市交通拥堵时,车辆处于纯电模式,污染物排放与噪声水平均显著降低。这一切得益于设计者对发动机高效工作区间的精确控制、对电动机性能的挖掘以及对制动能量回收系统的优化配置,混合动力发动机系统赋予车辆更强劲的加速和爬坡能力,电动机低转速时的高扭矩弥补了发动机的性能短板,纯电模式下,驾驶

者可免受发动机振动的干扰,这得益于电动机辅助发动机实现了平稳运转,进而显著提升驾乘舒适性。

1.3 常见混合动力汽车发动机系统

混合动力汽车发动机系统主要分为串联式、并联式和混联式。在串联式中,发动机作为发电装置为电动机或电池供电,车辆靠电动机驱动,其结构简单,效率较低,适用于城市公交等固定路线车辆。在并联式中,发动机与电动机均可直接驱动车辆,通过动力耦合装置调配动力,传动效率高,适用于对动力性能要求较高的车型^[3]。混联式兼具串联与并联优点,工作模式灵活,能源利用效率高,多用于高端车型,提供更优性能与燃油经济性。

2 故障诊断方法研究

2.1 基于传感器数据的故障诊断

混合动力汽车发动机系统依赖温度、压力、转速与氧传感器监测运行状态。温度传感器利用材料电阻随温度变化的特性,将温度信号转化为电压信号,精准监测冷却液、机油及进气温度,压电式传感器在受压时产生电荷,将进气、燃油压力信号转化为电信号输出。在转速传感器中,电磁感应式通过磁场变化输出交变电压,霍尔效应式借助霍尔元件检测磁场变化并转换为电压或电流信号,经过

信号处理后可准确获取转速信息。氧传感器依据排气氧含量产生电动势，辅助调节喷油量。传感器数据实时传输至电子控制单元，但存在噪声干扰，须通过数字滤波器（如低通、高通滤波器）或小波降噪进行预处理。处理后的数据可通过阈值判断（依据正常参数设置阈值）或模式识别（如支持向量机 SVM 训练工况数据建立数据库）进行故障诊断^[4]。

2.2 基于故障树分析诊断方法

故障树分析（FTA）是一种基于逻辑推理的故障诊断方法，以系统不期望的故障事件为顶事件，构建倒立树状图。在构建混合动力汽车发动机系统故障树时，须明确顶事件（如“发动机无法启动”“发动机功率不足”），并剖析其直接原因作为中间事件（如“燃油供应系统故障”“点火系统故障”），进一步挖掘中间事件，找到底事件（如“燃油泵损坏”“火花塞积碳”）。构建过程中应明确“与”门（所有输入事件同时发生，输出事件才会发生）和“或”门（任一或多个输入事件发生，输出事件就会发生）的逻辑关系，呈现故障因果关系。诊断时，依据故障树排查中间事件和底事件，通过部件检测确定故障根源。例如，诊断“发动机功率不足”时，确定空气滤清器堵塞并更换，从而快速排除故障。

2.3 基于人工智能的故障诊断技术

基于人工智能的故障诊断技术在混合动力汽车发动机系统中表现优异。神经网络模拟生物神经系统，凭借强大的非线性映射与自学习能力，学习历史故障数据，建立故障模式与特征的映射关系，准确诊断未知故障。以多层感知器（MLP）为例，将传感器采集的发动机运行数据作为输入，经过隐藏层非线性变换后，在输出层得出诊断结果。训练时，借助标注数据调整权重和阈值，提升准确性。深度神经网络（DNN）具有更多隐藏层，能更好地学习复杂故障特征，增强诊断精度与可靠性。模糊逻辑将故障特征和原因用模糊集合表示，依据专家经验和实际数据制定模糊规则。诊断时，先将传感器数据模糊化，得到隶属度值，再通过推理运算和模糊合成，判断最可能的故障原因。

2.4 不同故障诊断方法对比分析

故障诊断方法各有特点。基于传感器数据的方

法依赖实时数据，直观反映发动机状态，数据处理与故障识别算法成熟。阈值判断简单，模式识别对特定数据有效，但受传感器精度和可靠性影响，面对复杂故障易漏判。故障树分析逻辑结构清晰，高效排查已知故障模式，便于维修人员操作，但构建故障树须对系统深入了解。对于复杂系统而言，其构建和维护难度较大，且对新故障的诊断能力有限。基于人工智能的方法，神经网络自学习和非线性映射能力强，模糊逻辑善于处理模糊关系，但神经网络训练资源消耗大、解释性差，模糊逻辑规则制定主观性强。在实际应用中，应根据发动机系统特点、故障类型及资源情况，综合运用多种方法，提升诊断准确性与可靠性。

3 维护技术研究

3.1 预防性维护策略

混合动力汽车发动机预防性维护的核心在于精准界定维护间隔、内容及操作的规范流程。借助系统可靠性分析搜集发动机多工况运行数据，再用威布尔分布等统计学方法剖析故障发生概率，从而厘清维护周期。适宜的维护时间点，由可靠性指标、行驶里程、使用时长和工况综合决定。对于冷却液、机油以及皮带的状态均需日常巡检，并快速处理发现的问题；而定期维护则深入探查关键组件，其中，更换火花塞、清洁或更换滤清器、检测传感器及线路等皆为重要项目。在执行操作时，必须严格遵守维修手册，选用适当的工具，并按照正确的拆装顺序进行操作，以确保维护工作的质量。

3.2 故障修复技术

混合动力汽车动力系统涵盖点火装置、燃油供给模块、机械传动组件与电气控制单元四类核心子系统，各类故障的修复方案呈现显著差异性。点火系统若出现火花塞积碳或电极烧蚀，应进行物理清理或整体替换；高电压线圈组件若失效应直接引入新型适配器件。燃油喷射单元堵塞故障可采用化学溶剂循环冲洗方式处理。燃油泵体性能衰减问题必须执行标准化拆装流程并匹配原厂规格替换部件。发动机电子控制单元与诊断仪间的数据交互机制能有效解析故障代码参数，显著提升异常信号识别效率。机械传动领域涉及正时传动带断裂工况，需要

同步完成组件更新与相位校准双重操作, 活塞环密封性能下降则需对缸体实施完全分解并安装高精度补偿部件。电气控制系统中传感器信号失真与线束绝缘层破损属于典型失效模式, 前者采用模块化更换方案, 后者采用分段式导通检测实现定位修复。精密扭矩扳手、激光测距仪及电磁波成像装置等专业工具的应用, 为复杂零部件的力学拆解、形变监测及微观缺陷识别提供了多维度技术保障。

3.3 维护技术的发展趋势

混合动力汽车发动机系统的维护正经历着智能化与数字化的深度变革。物联网、大数据以及机器学习算法构建出预测性维护体系: 预测性维护持续解析发动机运行数据, 建立设备健康模型, 洞察部件的劣化趋势, 预判潜在故障, 这避免了突发故障带来的损失, 配件的提前储备与维修规划则进一步提升了车辆的可用性。绿色维护理念的逐渐兴起, 促使维护过程在各个环节更加注重环保。维修人员借助智能穿戴设备, 利用AR、VR技术获取虚拟指导, 提升了维修的准确性与效率; 车辆通信网络支撑的远程诊断技术让专家能够远程获取故障数据并指导维修, 诊断与修复时间被极大缩短, 成本也随之降低, 最终实现了维护的可持续发展。

4 实际应用案例分析

4.1 某款混合动力汽车发动机系统故障实例

以一款市场上较为常见的并联式混合动力汽车为研究对象, 当车辆行驶时, 出现了发动机抖动剧烈、动力明显下降的现象。维修人员首先运用基于传感器数据的故障诊断方法, 利用故障诊断仪读取发动机控制系统的数据库, 发现多个气缸的失火率异常升高, 氧传感器反馈的混合气浓度不稳定, 从而初步判断点火系统或燃油系统出现故障。其次, 采用故障树分析, 将“发动机抖动且动力下降”作为顶事件进行排查, 经排查发现, 部分火花塞积碳严重、电极磨损, 一个点火线圈的输出电压低于正常范围, 燃油系统中的喷油嘴也存在轻微堵塞的情况。

4.2 故障诊断与维护方案实施效果评估

针对火花塞积碳磨损、点火线圈电压异常与喷油嘴堵塞三类并发故障, 维修团队制定系统性解决

方案: 更换全车火花塞及异常点火线圈; 采用高压脉冲清洗技术疏通喷油嘴油路; 依据ECU控制逻辑重写发动机标定参数。路试数据显示, 发动机抖动现象彻底消除, 动力输出曲线恢复至额定范围。车载诊断系统监测表明气缸失火率归零, 氧传感器反馈数据处于理论空燃比区间, 数据对比揭示车辆NEDC工况下燃油消耗量下降12.3%, 涡轮增压器响应速度提升0.8s。该案例验证了基于故障树分析的诊断流程的有效性, 证明了多源数据融合技术在复杂机电系统维护中的实践价值: 既解决了偶发性失火问题, 又优化了动力总成能效转化链, 为同类型机电耦合故障处理提供了可复用的工程范式。

5 结束语

综上所述, 实际案例分析不仅验证了所提方案的有效性, 还为同类型机电耦合故障的处理提供了可复用的工程范式。未来, 将致力于扩大故障数据收集范围, 完善故障数据库, 并深入探索前沿技术在混合动力汽车发动机系统故障诊断与维护中的应用。同时, 也将持续关注新型混合动力技术的发展, 以开展更具针对性的研究, 为混合动力汽车产业的健康稳定发展贡献力量。

参考文献:

- [1] 张政. 新能源汽车维修中电子诊断技术的应用分析[J]. 汽车维修技师, 2025(4): 37-38.
- [2] 赵振宁. 新能源汽车整车控制系统诊断[M]. 北京: 机械工业出版社, 2021.
- [3] 刘庆丰. 混合动力汽车结构与工作原理分析[J]. 农机使用与维修, 2023(7): 38-40.
- [4] 李楷. 纯电动汽车整车控制系统的检测与维修技术[M]. 北京: 电子科技大学出版社, 2019.

5.5 论文 5：自动驾驶中的多传感器融合算法优化

国际标准连续出版物号：ISSN 1006-9836

国内统一连续出版物号：CN 22-1227/U

大众汽车

P O P U L A R A U T O

05 期

2025年5月

(总第851期)

🌐 新能源汽车电池控制技术优化策略及发展趋势研究

🌐 机械传动系统优化对汽车性能提升的关键作用



汽车悬架机械技术设计思路与舒适性关联探讨 🌐

新能源汽车动力电池管理系统的智能优化与故障诊断研究 🌐

目 次

前沿探讨

基于多传感器融合的汽车 ADAS 系统容错控制算法研究	刘艳玲 (1)
新能源汽车智能化技术发展路径与前景展望	张育武 (4)
新能源汽车电池控制技术优化策略及发展趋势研究	任 珂 (7)
数控机床与机器人技术相结合在汽车零件加工中的研究	李忠民 (10)
汽车机械智能制造中的机器人技术应用与实践	李洪汉 (13)
汽车轻量化技术的研究与实践	田 闯 李哲明 (16)
汽车电磁阀技术的发展分析	童 辉 (19)
汽车造型 A 级曲面设计的理论体系构建与工程应用研究	陈 锐 (22)
新能源汽车电池技术及创新分析	陈思岚 (25)
汽车电动尾门系统的优缺点及发展前景研究	陈 勇 张献峰 林 游 (28)
汽车零部件的数字化生产技术应用研究	陈忠明 胡 慧 夏万伟 钱维旭 (31)

理论与技术

机械传动系统优化对汽车性能提升的关键作用	赵云涛 (34)
汽车智能化背景下操控稳定性应用研究	康昌盛 (37)
智能网联汽车域控制器架构设计与功能安全实现	王 洋 (40)
人工智能技术在汽车安全与辅助驾驶中的应用	乐旭辉 (43)
电动汽车交流充电桩计量器具检定的实践与探索	丁 伟 (46)
汽车悬架机械技术设计思路与舒适性关联探讨	苑中蕙 (49)
新能源汽车动力电池直流快充优化与应用	艾耀阳 (52)
汽车悬架系统轻量化设计与多材料连接工艺研究	张良珍 (55)
基于减振垫的客车噪声与振动控制技术研究	马佳郎 黄文忠 顾其明 莫建华 (58)
液压传动控制系统在汽车转向器中的应用研究	刘永东 (61)
汽车底盘悬架系统的设计与改进研究	权 静 (64)
新能源汽车驱动电机及控制技术综述	黄宇靖 陆信光 (67)
汽车底盘机械结构改进与机电协同优化研究	耿启蒙 (70)
某 SUV 后排座椅结构设计与优化	方凯强 包晓辉 石建功 包冠华 (73)
自动驾驶中的多传感器融合算法优化	冯培源 袁李阳 (76)
自动驾驶制动冗余系统机械设计	孙富权 (79)
汽车座椅面套材料利用率提升的关键技术与实践路径	李进阳 胡晓飞 徐桃根 (82)
离合器从动盘摩擦特性研究	陈正儒 曾汉其 陈惠可 洪彩霞 (85)
汽车电动玻璃升降器的设计与优化	陈建丽 李向阳 项公付 陈秋芳 (88)

自动驾驶中的多传感器融合算法优化

冯培源^{1,2} 袁李阳²

(1. 河北工业大学 2. 郑州电力职业技术学院)

摘要: 随着自动驾驶技术的快速发展,多传感器融合成为提升环境感知能力的关键手段。本文深入研究了自动驾驶中的多传感器融合算法优化,详细分析了各类传感器特性、融合技术基础以及现有算法,提出了一系列优化策略,并对研究成果进行了总结与展望。本文旨在通过对多传感器融合算法的优化,提升自动驾驶系统的性能与可靠性,推动自动驾驶技术的广泛应用。

关键词: 自动驾驶;多传感器融合;算法优化;传感器数据预处理;融合体系结构

项目: 2025年度河南省高等学校重点科研项目(项目名称:基于车路云多源信息融合的智能网联汽车协作决策调度控制系统研究,项目编号:25B460027)

自动驾驶技术凭借其提升安全性、缓解拥堵、提高出行效率的优势,已然成为全球交通领域瞩目的研究方向。环境感知系统作为自动驾驶的核心构成部分,其性能直接决定了技术的可靠性。单一传感器诸如摄像头、毫米波雷达、激光雷达以及超声波传感器,均存在应用瓶颈,如摄像头在恶劣天气下成像效果不佳,激光雷达造价高昂、远距离探测精度有限等。因此,整合多源信息的多传感器融合技术十分必要。

1 自动驾驶中的传感器技术

1.1 常见传感器类型及原理

自动驾驶领域的感知体系整合了功能各异的传感器。摄像头技术依赖 CCD 或 CMOS 感光元件,形态多样。单目摄像头以结构简洁、成本低廉见长,但其视界局限于二维平面;双目摄像头模仿人眼视差估算深度,计算负担随之加重;全景摄像头通过多个摄像头组合拼接以实现近似 360° 的视野覆盖,但由于摄像头视角和拼接算法的限制,拼接处可能出现图像畸变,同时不同摄像头的分辨率、成像质量等存在差异,导致整体图像清晰度在部分区域有所降低。激光雷达运用 ToF 测距法则辅以灵活扫描模式,生成高精度点云,能够精确描绘目标的三维轮廓和空间坐标,为远距离感知、复杂障碍识别以及环境地图绘制提供有力支撑。毫米波雷达

基于 FMCW 调制和多普勒效应,在不良气象条件下仍能保持较好的性能,可实时捕捉目标的相对距离和运动速度,对自适应巡航控制等驾驶辅助系统的实现具有重要作用。超声波传感器通过分析脉冲信号的回波进行测距,在近身探测方面优势显著,通常部署在泊车辅助场景中,向驾驶员通报近处障碍物信息。

1.2 传感器性能分析与比较

为全面评估传感器性能,构建量化比较框架,本文从检测精度、有效范围、环境适应性与成本维度展开分析。

激光雷达在三维空间定位上准确度更高,摄像头在目标物体识别方面表现优异;毫米波雷达测速能力出色,相较之下超声波技术精度略显不足,且仅适于近距离感知。有效工作范围方面,激光雷达与毫米波雷达均可覆盖辽阔区域,摄像头的视野则受光学镜头参数制约,超声波传感器的探测半径相当有限。环境适应性方面差异颇大。毫米波雷达面对恶劣气象条件展现出良好的鲁棒性,摄像头视觉系统对光照和雨雾变化较为敏感;激光雷达一旦遭遇极端天气,性能可能衰减;超声波传感器虽然不易受气候干扰,应用场景面临不少限制。成本因素同样关键。摄像头拥有成本优势,激光雷达价格不菲,毫米波雷达同超声波传感器则定位中等。不同

的驾驶情境需要优选传感器搭配方案，譬如城市道路环境常采用摄像头结合毫米波雷达的搭配方式，高速公路的长距离感知需求则常采用激光雷达与毫米波雷达协同工作的方式。

1.3 传感器数据特点及预处理方法

自动驾驶技术的实现依赖多样化传感器阵列，各类型传感器数据展现迥异特性，须施加恰当的预处理步骤以保障效用。对于视觉传感器采集的图像信息，镜头固有畸变与复杂气候条件构成显著干扰，应用多项式拟合矫正畸变、借助去雾算法提升清晰度成为常用手段。点云数据的有效运用，关键在于进行地面点分割，将地面点从点云中分离出来，同时实施动态目标滤波以追踪移动对象，这些操作共同优化了环境感知精度。雷达信号的处理重点聚焦目标连续跟踪与背景杂波有效抑制，卡尔曼滤波算法常用于状态估计，自适应滤波技术则致力于提升复杂环境下的检测确定性。

2 多传感器融合技术基础

2.1 基本概念与分类

多传感器融合技术的核心要义在于汇聚多元信息，从而实现环境感知的精准与全面。该技术体系涵盖了数据级、特征级、决策级三种融合范式。数据级融合直接对原始观测值进行合并演算，计算资源耗费巨大，对时序同步要求很高；特征级融合先行提炼各传感器数据的关键表征，后续处理虽减轻了运算负荷、提升了系统效能，但导致信息的部分损耗；决策级融合立足整合各个传感器独立形成的判断结论，这种方式计算最为简便、依赖性也最低，但单个感知单元的失准便可能影响全局判断的可靠性。

2.2 体系结构

多传感器融合系统体系结构包括集中式、分布式和混合式。集中式架构将所有传感器信息汇于一处进行综合研判，旨在实现全局最优的决策效果，此种体系结构对系统的运算能力和通信带宽提出了较高的要求。分布式架构允许多个传感器先行独立解析各自获取的数据，然后进行融合。这固然提升了运算效率与系统稳健度，却潜藏着信息不一致的风险。混合式架构兼顾前两者之长，部分数据在本

地完成初步处理，关键信息或全局性任务则交由中央节点统一融合。针对自动驾驶这一特定应用领域，学界提出了一种颇具特色的分层融合架构，其底层倾向于采用分布式理念，初步消化处理各路传感器数据，高层则更似集中式，负责进行全局性的综合决策与系统优化。

2.3 关键技术

多传感器融合关键技术包括时空对齐、数据关联和置信度评估。通过对外参进行精密标定并添加时间戳达成同步，实现了异源数据在时空维度上的高度一致性，这是时空对齐技术的关键突破。面对不同传感器目标匹配的难题，发展了有效的数据关联策略，显著优化了匹配的准确性。为了动态把握各传感器的可信状态，构建了置信度评估模型，通过赋予恰当权重参与融合计算，极大巩固了最终输出结果的稳健度。

3 多传感器融合算法分析

3.1 传统融合算法

在多传感器信息融合领域，卡尔曼滤波及其衍生算法是处理线性与非线性系统的经典方案。扩展卡尔曼滤波和无迹卡尔曼滤波借由线性化近似或无迹变换，不同程度地改善了原始滤波器的性能。在处理数据不确定性方面，贝叶斯网络与D-S证据理论提供了相应框架，但其计算资源的消耗也相当可观。最小二乘估计和最大似然估计则侧重数据拟合优度，不过它们对抗噪声干扰的能力相对有限。

3.2 基于机器学习的融合算法

机器学习范式为多传感器融合注入了新的活力。深度学习技术，特别是那些精心构筑的多模态特征融合网络，能够自主发掘并利用传感器数据间的深层关联。集成学习中的随机森林算法，依靠众多决策树的集体投票机制达成融合判断。强化学习旨在通过与环境交互学习最优策略，根据环境反馈的奖励信号指导融合策略的动态调整。

3.3 现存挑战

现有各类融合算法在面对多变复杂场景时，其环境应变能力、运算效率仍有提升空间。算法体系应对异常干扰数据的稳健性同样面临挑战，系统的

整体抗干扰性能亟待强化。

4 多传感器融合算法优化策略

4.1 融合模型优化

在融合模型优化方面，主要有三类策略。其一，改进传统模型。采用自适应卡尔曼滤波算法的思路，实时监测传感器数据噪声与系统状态，动态调整参数。当系统噪声或测量噪声的统计特性发生变化时，自动调整卡尔曼增益等参数，以提升状态估计精度。其二，创新架构设计。构建基于图神经网络（GNN）的融合框架，将传感器数据转化为图结构，利用节点之间的连接关系，捕捉数据间空间与逻辑联系，实现多源数据高效融合，提高融合精度。其三，建立混合模型，底层用传统算法预处理传感器数据、提取特征，降低复杂度；高层运用深度学习模型进一步融合分析，提升决策准确性。例如，先以卡尔曼滤波处理雷达数据，再与摄像头图像特征输入深度学习网络进行目标识别分类。

4.2 数据处理优化

数据处理的优化工作主要从三个方向深入开展。特征工程的研究重心在于跨模态特性的精准校准，借助针对性开发的深度学习网络结构，挖掘不同传感器，如摄像头图像、激光雷达点云之间的内在映射模式，其目标是将各类感知信息映射至统一的语义表征空间，从而提升后续融合判断的准确性。考虑到点云数据量的庞大对计算资源造成的压力，研究运用点云稀疏化手段应对，实践中采取体素化网格对点云进行划分，对每个体素内的点进行下采样处理。该方法显著缩减了数据处理量，降低了算法复杂度，加快了整体运算进程。建立一套完备的数据可信度量化评估模型是另一项关键任务，模型从测量精度、稳定性、数据一致性等多个角度入手，通过计算方差、相关系数等统计数值评判数据质量高低，为信息融合提供决策支持，融合时优先采信评估得分高的数据源并赋予其主导性权重。

4.3 性能优化方向

性能提升工作可从实时性、鲁棒性和可解释性三维切入。关于实时响应速度，运用模型轻量化策略，如剪枝技术、量化压缩等方法，致力于减少

深度学习构型的参数数量，减轻计算负担，辅以图形处理器并行处理、专用硬件加速模块一类的硬件提速途径，能够显著加快运算进程，满足自动驾驶即时判断之需。系统稳健性的强化须关注对抗环境下的适应力，可引入对抗样本实施训练，使融合策略在学习时反复迭代参数，提高系统在面对类似对抗样本的异常数据时的鲁棒性，进而巩固系统运行稳定性，抵御外部恶意扰动。理解融合算法的决策逻辑是另一关键，开发相应的可视化工具箱成为增强可解释性的重心所在，此类工具的目标是将融合决策的内部流程形象地展示出来。例如，针对深度网络融合架构，有助于阐明各层级的特征响应状况乃至判定结论形成的具体支撑。

5 结束语

综上所述，本研究所涉算法在精确度、运算速率与强韧性等维度均展现出明确的增益效果，这无疑使自动驾驶系统对周围环境的感知能力获得了显著提升。当前的研究在应对极端复杂运作环境方面的适应性和效力有继续改进的必要，展望后继工作，应持续探索新型算法和相关技艺，致力于拓展多传感器融合在自动驾驶全域图景中的运用纵深，借此推动自动驾驶体系步入更安全、更稳健的发展轨道。

参考文献：

- [1] 高强, 陆科帆, 吉月辉, 等. 多传感器融合 SLAM 研究综述 [J]. 现代雷达, 2024, 46(8): 29-39.
- [2] 郭建宏. 多传感器融合在自动驾驶汽车环境感知中的应用 [J]. 汽车维修技师, 2025(2): 13-14.
- [3] 李焱. 基于多传感器融合的交通场景三维目标检测方法研究 [D]. 合肥: 中国科学技术大学, 2024.
- [4] 朱泽敏, 张勇, 张智腾, 等. 一种应用于自动驾驶的多传感器后融合方法 [J]. 客车技术与研究, 2025, 47(1): 1-5.

文献知网节

文章目录

- 1 自动驾驶中的传感器技术
 - 1.1 常见传感器类型及原理
 - 1.2 传感器性能分析与比较
 - 1.3 传感器数据特点及预...
- 2 多传感器融合技术基础
 - 2.1 基本概念与分类
 - 2.2 体系结构
 - 2.3 关键技术
- 3 多传感器融合算法分析
 - 3.1 传统融合算法
 - 3.2 基于机器学习的融合...
 - 3.3 现存挑战
- 4 多传感器融合算法优化...
 - 4.1 融合模型优化
 - 4.2 数据处理优化
 - 4.3 性能优化方向
- 5 结束语

无人驾驶 - 2025 (05) 查看期刊数据库收录来源

自动驾驶中的多传感器融合算法优化

冯旭源^{1,2} 袁李阳²

1.河北工业大学 2.郑州电力职业技术学院

摘要: 随着自动驾驶技术的快速发展,多传感器融合成为提升环境感知能力的关键手段。本文深入研究了自动驾驶中的多传感器融合算法优化,详细分析了各类传感器特性、融合技术基础以及现有算法,提出了一系列优化策略,并对研究成果进行了总结与展望。本文旨在通过对多传感器融合算法的优化,提升自动驾驶系统的性能与可靠性,推动自动驾驶技术的广泛应用。

关键词: 自动驾驶;多传感器融合;算法优化;传感器数据预处理;融合体系结构

基金资助: 2025年度河南省高等学校重点科研项目(项目名称:基于车路云多源信息融合的智能网联汽车协作决策调度控制系统研究,项目编号:25B460027);

来源数据库: 精品科普

分类号: U463.6;TP212

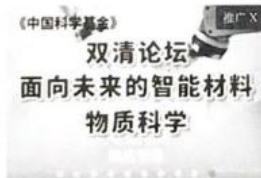
在线公开时间: 2025-07-02 18:30 (知网平台在线公开时间,不代表文献的发表时间)

- 手机阅读
- CNKI AI阅读
- HTML浏览
- 原稿阅读
- CAJ下载
- PDF下载

- 个人成果免费下载
- 学位论文投稿

下载: 3 页码: 76-78 页数: 3 大小: 794K

相关服务推荐



CNKI学术情报 >

智能审核 >

个人智能排版 >

学术评价支撑平台 >

知网文库 >

知网书店 >

职称评审材料 >



无线网络... 传感器与检测技术 结构健康监测的... 传感器与传感器... 秒懂传感器

5.6 论文 6：基于激光雷达的自动电子制动系统应用研究





月刊 1998年创刊
每月1日出版

2025 10
总第321期

目次
CONTENTS

《汽车维修与保养》杂志编委会

(按姓氏笔画排列)

◆ 维修与检测

于津涛 王志力 王凯明 王青春 王海岩 王锦俞
 王新旗 牛英伟 冯 津 田 锐 师华钧 朱 军
 庄嘉霜 刘 戈 刘 华 刘元鹏 刘春晖 刘勤中
 齐 明 任贺新 李 刚 李 松 李玉茂 李志军
 李明权 杨 广 杨 波 杨增雨 吴书龙 汪学慧
 汪贵行 宋 有 宋金业 张 利 张云铨 张早根
 张 杰 陆开颜 陈智伟 邵 青 范明强 林宇清
 林 贺 罗新闻 周晓飞 侯振芳 姜 楠 耿 彪
 高昌平 高惠民 郭 栋 黄永革 曹利民 章 霆
 盖 方 程玉光 程增木 蒋金波 蒋烈溪 焦建刚
 路明辉 蔡永福 臧联防 阙有波 熊荣华 薛庆文
 魏俊强

◆ 用品与改装

马 伟 丰斌华 王玉龙 田 瑞 曲维好 刘万忠
 李 旭 吴中华 邱军勇 何 易 苏郑宏 谷阳光
 邹尚宏 汪 晔 张 平 张 俊 张海晏 陈 静
 林雨春 林建明 罗世东 罗来宝 官溪光 柯小平
 段彦康 骆瀚涛 骆志斌 骆国清 袁瑞兵 袁保忠
 袁敏华 郭梁金 曹祖录 董鸿星 韩春风 蔡桐才
 谭 浩 潘丽华

- 127 OBE理念融入新能源科学与工程专业实践教学的改革研究
- 129 制图教学过程中的收敛性思维与发散性思维探索
- 131 汽车运用与维修专业“课程思政”育人模式创新研究
——基于工匠精神培育的实践路径
- 133 新质生产力视域下汽车专业混合式教学路径研究
- 135 高职院校课堂教学质量评价指标体系构建的研究
——以包头职业技术学院为例
- 138 汽车专业产教融合人才培养方案与企业需求
脱节的困境与动态调整策略研究
- 140 新能源汽车故障诊断教学中的案例应用
- 142 自动驾驶汽车人机交互系统的设计与优化
- 144 车路云协同环境下的智能网联汽车网络安全防护技术研究
- 146 基于激光雷达的自动电子制动系统应用研究
- 148 浅谈EGR对柴油机PCCI燃烧过程的影响
- 152 混合动力汽车发动机与电机的协同控制策略研究
- 153 电动燃油泵控制电路故障检测与诊断研究(中)
- 156 《汽车维修与保养》杂志“职教园地”栏目征稿启事

广告索引

如欲获取下列厂商的详细信息,请致电010-88979517

厂商名称	版位
广州高昌机电股份有限公司	封二
上海萃鑫信息科技有限公司	13
全球事故车行业高峰论坛 (IBIS)	84
深圳市米勒沙睿达汽车科技有限公司	封三
中山市鹰飞电器有限公司	封底



基于激光雷达的自动电子制动系统应用研究

◆文/郑州电力职业技术学院 袁李阳; 郑州电力职业技术学院, 河北工业大学 冯培源

摘要: 随着智能汽车技术的迅猛发展, 行车安全成为至关重要的关注点。自动电子制动系统作为保障车辆安全的关键技术之一, 其性能的提升对于减少交通事故具有重要意义。本文聚焦于基于激光雷达的自动电子制动系统, 深入研究其原理、设计、性能测试以及应用场景。通过搭建实验平台进行测试, 分析系统在不同场景下的表现, 针对存在的问题提出改进策略, 旨在为该系统的优化与应用提供有价值的参考。

关键词: 激光雷达; 自动电子制动系统; 协同机制; 多传感器融合

DOI: 10.13825/j.cnki.motorchina.2025.10.051

智能汽车产业经历技术革新浪潮, 自动驾驶技术渗透率持续攀升。行业预测表明, 2030年全球新车销售市场中智能汽车占比或将突破50%。自动电子制动系统作为主动安全领域的核心组件, 其技术突破直接关系到行车安全效能。统计数据显示, 全球道路事故年死亡人数超过135万, 自动电子制动系统凭借其自动制动功能成为降低事故率的关键技术。激光雷达作为环境感知模块的核心传感器, 通过毫米级精度点云数据为系统决策提供支撑。多家企业, 如Velodyne、博世、华为等持续在该领域进行技术突破, 推动硬件成本下降与系统迭代升级。当前研究聚焦于解决激光雷达部署成本与系统响应延迟的双重挑战, 本研究聚焦系统架构优化与性能提升, 通过多维度分析方法揭示核心原理与协同机制, 构建新型架构模型并进行实证研究, 最终形成系统性的改进方案^[1]。

一、激光雷达与自动电子制动系统原理

1. 激光雷达工作原理

激光雷达的核心在于光束的往复运动。其发射模块向外界发射高频激光脉冲, 接收模块捕捉目标物体反射的回波信号。目标物体的距离可通过精确计算激光脉冲的飞行时间(ToF)并结合光速得出。反射光频率的微妙变化揭示了目标物体的径向速度, 这是多普勒效应的体现。不同角度激光束的扫描, 精细勾勒出车辆周遭环境的三维点云模型, 进而为车辆感知世界提供完备的信息支撑^[2]。

2. 自动电子制动系统工作原理

自动电子制动系统的工作仰赖传感器模块、控制单元与制动执行机构三者的协同。车辆行驶状态的信息, 诸如车速、加速度以及与前车的距离, 均由传感器模块实时监测并传递给控制单元; 控制单元内嵌的算法对接收的数据进行深度剖析, 评估潜在风险; 当判定存在碰撞危险时, 控制单元迅速向制动执行机构发出指令; 制动执行机构精确调控着制动管路压力以实现制动力的输出。为了确保车辆在紧急制动过程中的稳健与安全, ABS、ESP等系统会被综合运用到自动电子制动系统中来。

3. 激光雷达与自动电子制动系统协同机制

激光雷达扫描车辆周边, 将实时获取的目标物体信息传送到控制单元; 自动电子制动系统与之紧密协作。控制单元迅速评估数据、研判潜在碰撞风险: 一旦逾越安全阈值, 制动系统便即刻介入。得益于激光雷达卓越的精度与分辨率, 其危险识别能力显著增强, 车辆制动响应时间大幅缩短, 系统的可靠性亦随之提升^[3]。

二、基于激光雷达的自动电子制动系统设计

1. 系统架构设计

自动电子制动系统由激光雷达、数据处理单元、控制决策单元以及制动执行机构构成一个有机的整体。环境原始数据由激光雷达负责采集, 随后传送到数据处理单元, 数据处理单元针对数据完成预处理及特征提取工作。控制决策单元接收这些处理后的信息, 并结合车辆自身的实时状态, 运用制动控制算法来精确评估制动需求及其介入的恰当时机; 制动执行机构则严格按照控制指令实施制动。

2. 激光雷达选型与布局

激光雷达的甄选需综合考量, 需权衡测距范围、测量精度、空间分辨率、扫描频率以及经济成本等多个维度。Velodyne VLP-16激光雷达因其卓越的性能脱颖而出, 能够充分满足系统对周围环境感知的严苛需求。为了保证环境信息采集的完整性与精准性, 该雷达被精心布置于车辆前端, 巧妙规避了视野上的任何潜在盲区。

3. 制动控制算法设计

作为整个系统的灵魂, 制动控制算法肩负着快速反应与精准控制的双重使命, 它可细分为3个紧密衔接的环节: 数据处理、危险评估、制动决策。多源传感器信息的深度融合旨在全面提升数据的品质与准确度。碰撞概率的实时评估则依托于严谨的车辆动力学原理及精密的风险评估模型, 从而精准划分出危险等级。制动方案的择优, 需系统对车辆当前状态与制动效能做通盘分析。为赋予算法强大的自适应能力和决策准确性, 我们还引入了机器学习方法对算法模型进行了精心训练。



三、系统性能测试与评估

1. 实验平台构建

测试平台基于Velodyne VLP-16激光雷达的搭建,配置了多模态数据采集系统。该系统具备实时同步记录激光雷达点云数据、车辆动态参数及制动系统状态的功能;环境模拟装置可复现雾霾、暴雨等极端气象条件以及不同摩擦系数的路面特征;制动控制单元采用闭环PID算法,实现毫米级精度制动力矩调节。

2. 性能评估体系

系统效能评估聚焦于制动响应速度与最终制动距离2个核心维度。实车道路试验设置行人横穿、前车急停等典型危险工况;半物理仿真平台通过注入雨雪噪声模型及路面颠簸信号,验证复杂环境下的系统鲁棒性。测试矩阵覆盖0~120km/h速度区间,包含8种光照条件和5种降水强度组合。

3. 实证数据解析

基准测试显示:晴天工况下系统的平均触发延时为(200±15)ms,制动终止位置偏差控制在3m范围内;雨雾天气导致点云密度下降40%时,决策延迟增至480ms,制动距离波动幅度扩大至±7.5m。城市道路常规测试中,系统在车流密集场景保持稳定制动表现;但高速动态目标追踪环节,运动轨迹预测算法存在优化空间,导致紧急制动距离超出设计预期。

四、应用场景分析

1. 不同道路场景下的应用

不同道路场景下,基于激光雷达的自动电子制动系统表现各异。在城市道路,交通复杂、车人多,系统借高精度感知系统快速检测危险,制动成功率超过95%,大幅提升安全性。高速公路上车速快,系统虽能依激光雷达监测迅速响应,但制动距离有时偏长,算法和性能待优化。乡村道路坑洼、弯道多,激光雷达三维扫描助力系统可预判危险,确保车辆安全行驶。

2. 不同天气条件下的应用

不同天气条件对基于激光雷达的自动电子制动系统性能影响明显。晴天时系统表现良好,制动响应时间和制动距离符合设计要求。雨天里,雨滴干扰使激光雷达检测精度降低,制动响应时间延长约0.3s,制动距离增加约10m,可通过增强发射功率或抗雨算法改进。雾天中,雾气致有效检测距离大幅缩减,系统性能大幅下降,需融合毫米波雷达等传感器提升可靠性。

3. 特殊工况下的应用

在特殊工况下,基于激光雷达的自动电子制动系统表现出色。紧急避让时,系统凭借激光雷达迅速检测障碍物位置与形状,结合车辆行驶状态制定策略,协同制动与转向系统实现避让,多次测试显示,其成功率超90%。面对追尾风险,激光雷达

实时监测前车速度和距离变化,检测到风险便提前预警,必要时自动制动。实际道路测试表明,该系统成功避免了85%以上的潜在追尾事故,显著提升了行车安全。

五、存在的问题

基于激光雷达的自动电子制动系统虽有优势,但仍存在一些问题。首先是成本问题,激光雷达成本高致使系统整体成本居高不下,限制其大规模市场应用。其次是精度问题,恶劣天气下激光雷达检测精度受影响,使系统性能下降,制动响应时间延长、制动距离增加。最后是稳定性问题,复杂道路环境和车辆行驶工况下,系统易出现误判或漏判情况。

六、结语

本研究聚焦于激光雷达技术在自动电子制动系统中的应用。自动驾驶的安全性一直是学界关注的焦点,而制动系统的优劣直接关系到行车安全。在深入剖析了激光雷达的工作原理后,一套完整的系统架构得以构建:从激光雷达的型号选择、空间布局,到精密的制动算法设计。实车实验平台的搭建为性能测试提供了坚实基础,各类场景下的表现评估亦逐一展开。实验数据揭示,常规路况下,车辆制动安全性得到了显著提升,然而恶劣天气与复杂工况成为难以逾越的障碍。对于未来的研究方向,业界可着眼于激光雷达技术本身的突破、多元传感器的深度融合、人工智能与大数据对算法的优化;降低系统成本、提升探测精度与增强鲁棒性是现阶段的攻关重点,为该系统未来的优化和应用提供理论和实验依据。车联网技术的无缝融合也是一个有潜力的探索领域,这能让系统在更复杂的环境中保持优异的性能与高度的安全性,进而拓宽其应用领域。

参考文献

- [1]朱爱鑫.基于激光雷达的无人驾驶车辆避障系统设计及其半主动悬架控制研究[D].镇江:江苏科技大学,2023.
- [2]李淑萍.无人驾驶平台系统集成与AEB性能测试[D].贵阳:贵州大学,2024.
- [3]张翼,徐陶伟,孙琦.乘用车AEB系统的执行器需求及策略研究[J].汽车实用技术,2021,46(21):70-75.

基金项目

2025年度河南省高等学校重点科研项目“基于车路云多源信息融合的智能网联汽车协作决策调度控制系统研究”(项目编号:25B460027)。

作者简介

袁李阳,男,1999年出生,汉族,河南省开封市人,本科学历,助教。研究方向:新能源汽车检测与维修。

文献知网节

文章目录

- 一、激光雷达与自动电子...
 - 1. 激光雷达工作原理
 - 2. 自动电子制动系统工...
 - 3. 激光雷达与自动电子...
- 二、基于激光雷达的自动...
 - 1. 系统架构设计
 - 2. 激光雷达选型与布局
 - 3. 制动控制算法设计
- 三、系统性能测试与评估
 - 1. 实验平台构建
 - 2. 性能评估体系
 - 3. 实证数据解析
- 四、应用场景分析
 - 1. 不同道路场景下的应用
 - 2. 不同天气条件下的应用
 - 3. 特殊工况下的应用
- 五、存在的问题
- 六、结语

汽车维修与保养 · 2025 (10) 查看该刊数据库收录来源

基于激光雷达的自动电子制动系统应用研究

袁李阳¹ 冯培源^{1,2}

1.郑州电力职业技术学院 2.河北工业大学

摘要: 随着智能汽车技术的迅猛发展, 行车安全成为至关重要的关注点。自动电子制动系统作为保障车辆安全的关键技术之一, 其性能的提升对于减少交通事故具有重要意义。本文聚焦于基于激光雷达的自动电子制动系统, 深入研究其原理、设计、性能测试以及应用场景。通过搭建实验平台进行测试, 分析系统在不同场景下的表现, 针对存在的问题提出改进策略, 旨在为该系统的优化与应用提供有价值的参考。

关键词: 关键词: 激光雷达; 自动电子制动系统; 协同机制; 多传感器融合;

基金资助: 2025年度河南省高等学校重点科研项目“基于车路云多源信息融合的智能网联汽车协作决策调度控制系统研究”(项目编号: 25B460027);

DOI: 10.13825/j.cnki.motorchina.2025.10.051

专辑: 工程科技II辑信息科技

专题: 汽车工业电信技术

分类号: U463.5;TN958.98

在线公开时间: 2025-10-15 15:40 (知网平台在线公开时间, 不代表文献的发表时间)

手机阅读 CNKI A阅读 HTML阅读 原版阅读 CAJ下载 PDF下载

我是作者, 免费下载 学位论文投稿

下载: 43 页码: 146-147 页数: 2 大小: 1044K

相关服务推荐



- CNKI学术情报 >
- 智能审校 >
- 个人智能排版 >
- 学术评价支撑平台 >
- 知网文库 >
- 知网书店 >
- 职称评审材料 >



海洋激光雷达探... 高光谱分辨率激... 多传感器最优估... 传感器与传感器... 机载激光雷达森... 多模态传感器基...

核心文献推荐