

智能网联汽车机械底盘智能化设计与控制策略研究

■ 李涛 丁文文

随着科学技术的快速发展,全球的汽车产业正在不断转型升级,各种智能化技术也逐渐应用于汽车产业。其中,智能网联汽车通过安装智能传感器,实现对车辆状况的智能感知和控制,为驾驶员提供更加安全、舒适的服务。而在智能网联汽车当中,机械底盘作为决定汽车安全高效运行的关键部件,其综合性能对于汽车整体的性能和质量都有着较大的影响。因此,为了能够设计出符合当前实际需要的汽车机械底盘,就需要做好智能网联汽车机械底盘智能化设计和控制的研究工作。本文针对智能网联汽车机械底盘智能化设计工作的难点进行分析,探究智能网联汽车机械底盘智能化设计与控制策略。

智能网联汽车机械底盘智能化设计工作的难点

复杂工况适应性。在智能网联汽车底盘智能化设计中,不同工况对底盘性能要求差异较大,这增加了设计工作的复杂性。智能网联汽车可能在城市道路、高速公路及山区等多种区

域行驶,且需应对直线行驶、曲线行驶、转弯等复杂工况,对机械底盘设计提出了较高要求。传统底盘设计模式中,设计师往往针对特殊工况开展针对性设计,使底盘在特定场景下表现出较好性能,但难以兼顾多种工况的实际需求。因此,智能网联汽车机械底盘智能化设计需探索更智能化、多元化的方案,以满足用户的驾驶需求。此外,机械底盘智能化设计还面临多子系统集成难题。要设计出符合需求的机械底盘,需对关键子系统进行集成设计。底盘各子系统间存在交互耦合关系,简单拼凑无法实现整体协调。因此,如何做好底盘子系统的装配优化是当前设计工作的难点。

多系统协同优化难度大。在进行智能网联汽车机械底盘设计的过程中,要想保证设计出来的底盘能够满足多元化的实际需要,就必须做好有关系统的集成工作。汽车的底盘涉及许多个子系统,如悬架系统、制动系统等,这些子系统的存在共同对汽车的操控和舒适以及安全等多方面的因素都产生了较大的影响。然而,若在设计中仅简单拼凑各子系统,不仅无法发挥其应用价值,还可能影响底盘整体性能。因此,设计人员需考虑不同系统间的协同整合与优化,最大限度地发挥各子系统性能,提升机械底盘整体机械性能。此外,不同子系统涉及的专业领域知识不同,这要求设计人员学

习多领域专业知识并实现融合,对其专业能力提出了更高要求。

智能网联汽车机械底盘智能化设计与控制策略

应用主动安全技术。为了保证设计出来的智能网联汽车机械底盘可以保证驾驶者的生命财产安全,智能网联汽车机械底盘设计必须充分应用主动安全技术。通过强化机械底盘的智能化水平,借助各类主动安全技术,能够在遇到特殊情况时提前采取应对措施,有效提升车辆整体的安全性能。在传统汽车机械底盘设计中,所采用的诸如安全带、安全气囊等被动安全技术,往往只能在车辆发生车祸或遭遇突发事故时进行被动防护,以此缓解驾驶员和乘客所受的伤害。主动安全技术的应用,则能够提前做好规避工作,避免各类事故的发生,最大限度地保障安全。设计人员在进行智能网联汽车机械底盘智能化设计、应用主动安全技术时,应当重点做好智能悬架、智能制动以及主动转向功能的设计工作。在智能悬架系统中,需随时根据车辆情况对悬架的阻尼参数进行相应调整,进而有效提升车辆的稳定性和乘坐的舒适性。同时,借助智能制动系统,依据不同的实际情况对车辆制动力分配进行相应调整,最大限度地缩短紧急情况下车辆的制动距离,保障乘客的安全。此外,在设计过程中还应当完善主

动转向功能的设计,通过这样的方式确保车辆在面对特殊情况时能够做出相应的主动转向动作,减少安全事故的发生。

强化整车运动控制。智能网联汽车的运动性能不仅与车辆的底盘设计有着直接关联,还与车辆的动力系统等多个子系统密切相关。因此,在进行智能网联汽车机械底盘智能化设计的过程中,不能仅仅局限于底盘本身开展设计工作,还需要充分把握不同子系统的实际情况,做好整体的协同设计工作。设计人员在开展设计活动时,应当根据设计活动的实际需要,构建出完整的整车运动控制模型。充分考虑多元化路况的需求以及车辆各个子系统的实际情况,借助设计模型对车辆的底盘进行设计。同时,设计人员在完成初步设计后,还可借助信息技术工具对不同方案进行模拟应用,进而通过这种方式选择最符合实际需要的智能化底盘设计策略,提高设计工作的质量。

智能传感器融合应用。智能网联汽车机械底盘的智能化设计离不开智能传感器的广泛应用。设计人员需要综合运用多种智能传感器,获取车辆及其所处环境的实时动态信息,为智能决策与控制提供可靠的依据。首先,应在底盘的关键部位布置力传感器、位移传感器、加速度传感器等,实时采集车轮垂向载荷、减震器位移、车身振动加速度等数据,全面感知底盘的动态响应,为智能悬架控制提供精准的反馈。其次,通过

视觉、雷达、超声等传感器融合环境感知技术,构建车辆周围环境的三维数字模型,识别障碍物位置、道路状况,预判潜在风险,引导智能转向和制动系统提前做出响应。最后,综合利用底盘动态信息和环境感知数据,建立“车辆-路面”耦合模型,在线识别路面附着系数,自适应调节底盘控制策略,充分发挥底盘的潜能,提升车辆在复杂路况下的通过性、稳定性和安全性。

开展多目标智能优化。在进行智能网联汽车机械底盘智能化设计工作的过程中,设计人员还需要建立起完整的多目标智能优化设计模型,以此提升智能化设计工作的质量和效果。机械底盘的设计工作涉及多个不同的性能指标(如车辆的平顺性、稳定性以及燃油经济性等),而这些不同的性能指标之间往往存在一定的矛盾关系,单纯依靠人工经验很难在众多性能指标中找到最佳的平衡点。因此,设计人员在开展智能化底盘设计工作时,应积极将智能优化算法引入到设计过程当中。

首先,设计人员需要对智能网联汽车机械底盘的设计需求进行系统且全面的分析,在对设计需求有了清晰认识的基础上,提炼出各项设计目标和约束条件,并据此建立起完整的多目标优化数学模型。其次,针对所建立的数学模型,设计人员要选择适合的智能优化算法,如遗传算法、粒子群算法等,将算法与设计模型进行耦合,通过不断迭代优化

寻找设计变量的最优解,在多个设计目标之间找到合理的权衡,得到综合性能最优的设计方案。在智能优化的过程中,设计人员还应当充分利用高性能计算平台,加快优化进程,提高设计效率。此外,针对智能优化所得到的设计方案,有必要开展多方案的仿真分析与对比评估工作,综合考虑设计方案的可行性和经济性等因素,择优采用,以进一步完善智能化底盘设计方案。

加强汽车机械底盘的智能化设计与控制研究,对提升驾驶体验、提高安全性适应自动驾驶需求、降低能耗与成本方面等具有重要意义,是汽车技术发展的重要方向。然而,在进行智能网联汽车机械底盘的智能化设计工作过程中,必须深度融合主动安全技术,提升极限工况下的安全裕度;面向整车性能,强化整车运动控制;强化智能传感器融合应用,提升车辆的通过性、稳定性和安全性;开展多目标智能优化,完善设计模型;未来,还需要加强基础理论研究,突破核心技术瓶颈,完善产品开发流程,建立行业标准规范,推动智能底盘在智能网联汽车中的应用普及,助力汽车产业实现高质量发展。

(作者单位:湖北文理学院理工学院机械与汽车工程学院)

【基金项目】本文系2024年度湖北省教育厅科学计划指导性项目“智能汽车驾驶人状态辨识与监测系统研究”(编号:B2024436)。

填充式液冷散热器的传热强化及流阻性能分析

■ 白瑞晨 林子杰 王梦骋

在现代电子技术领域中,芯片的集成程度持续提升,电子设备的功率密度迅速增大,由此产生的大量热量若无法及时散发,将会对设备的性能、可靠性以及使用寿命造成严重影响。液冷散热技术凭借其高效的散热能力,成为解决高功率电子设备散热问题的关键技术之一。填充式液冷散热器通过在冷却液流道中填充特定材料强化传热过程,近年来受到广泛关注与研究。然而,填充材料的引入在提升传热性能的同时,会对冷却液的流动产生影响,增加流阻,进而影响整个散热系统的能耗和稳定性。因此,深入剖析填充式液冷散热器的传热强化及流阻性能,对优化散热系统设计、提高散热效率具有关键价值。

填充式液冷散热器的工作原理。填充式液冷散热器主要由外壳、冷却液流道、填充材料及进出口管路等部分构成,其工作原理是借助冷却液作为热传递介质,将电子设备产生的热量带走。在冷却液流动过程中,填充材料可增大冷却液与流道壁面的接触面积,扰乱流动边界层,促进流体混合,从而强化传热。当冷却液流过填充式流道时,填充材料表面会形成大量微小对流漩涡,使冷却液在微观层面产生强烈扰动,加快热量从流道壁面到冷却液的传递速率。这种传热强化机制既依赖填充材料的物理性质,也与填充结构的几何参数密切相关。

传热强化性能的影响因素分析

填充材料的影响。不同填充材料的热导率、比热容及表面特性,会直接影响散热器的传热性能。例如,铜珠、铝珠等金属基填充材料热导率较高,可快

速将热量从流道壁面传导至冷却液,提高传热效率。研究显示,在相同工况下,填充铜珠的液冷散热器对流换热系数相较于未填充时可提高1.5至3倍。而氧化铝陶瓷颗粒等陶瓷基填充材料,虽热导率较低,但化学稳定性和耐高温性能优良,在对材料稳定性要求较高的场景中更具优势。填充材料的粒径同样对传热性能有关键影响,较小粒径的填充材料能提供更大比表面积,强化传热效果更显著,但也会增加流阻。因此,选择填充材料粒径时,要综合考量传热强化需求以及流阻限制。

填充孔隙率的影响。填充孔隙率指填充材料在流道中所占体积的比例,其大小决定了冷却液的流动空间及与填充材料的接触面积。若孔隙率较低,填充材料分布较密集,冷却液与填充材料的接触面积增大,传热强化效果提升,但流阻也会随之增加。反之,孔隙率过高时,填充材料的强化传热作用减弱,散热性能下降。研究发现,存在一个最佳孔隙率范围,可使散热器在保证良好传热性能的同时,流阻不会过大。对于常见的填充式液冷散热器,最佳孔隙率一般在0.3至0.6之间,具体数值由填充材料的种类、粒径及冷却液的流动特性等因素决定。

冷却液流速的影响。冷却液流速是影响传热性能的另一关键因素。随着流速提升,冷却液的对流换热能力增强,可更快地带走热量,降低散热器温度。同时,较高的流速能强化填充材料对冷却液的扰动作用,进一步提升传热效果。但流速增加会导致流阻急剧增大,增加泵功消耗。因此,实际应用中需依据散热需求及系统能耗限制,合理选择冷却液流速,通常通过实验或数值模拟确定不同工况下既能满足散热需求、又能使系统能耗

处于合理区间的最佳流速。

流阻性能的影响因素分析

填充材料对流阻的影响。填充材料的形状、粒径分布以及表面粗糙度等因素,均会对冷却液在流道中的流动阻力产生影响。不规则形状的填充材料相较于球形填充材料,更易于引发流体的湍流与漩涡,致使流阻增加,较小粒径的填充材料,因其比表面积较大,与冷却液的摩擦面积有所增加,同样会使流阻增大,填充材料表面粗糙度越高,流体在其表面流动时所产生的摩擦阻力也就越大。如表面经过粗糙处理的玻璃珠填充流道,其流阻相比光滑玻璃珠填充流道更高。在挑选填充材料时,除了要考虑传热性能之外,还得兼顾流阻因素,尽可能选择形状规则、表面光滑且粒径适中的填充材料,以此来降低流阻。

填充孔隙率对流阻的影响。填充孔隙率对流阻有着十分突出的影响,孔隙率越低,流道内填充材料就越发密集,冷却液流动的通道变得越发狭窄且曲折,使得流阻大幅度增加。当孔隙率低于某一临界值时,流阻会急剧上升,甚至有可能出现冷却液流动不顺畅的状况。相反,孔隙率较高时,流道相对比较宽敞,流阻减小,不过传热强化效果也会有所减弱。在设计填充式液冷散热器时,要在孔隙率与传热、流阻性能之间做好权衡,找到最佳的平衡点。借助优化填充结构,如采用分级填充或者变孔隙率填充方式,可在一定程度上改进流阻性能,同时维持较好的传热效果。

冷却液流速对流阻的影响。根据流体力学的基本原理可知,在填充式液冷散热器当中,冷却液的流速和流阻呈现

出一种明确的正相关关系。当流速不断增大的时候,冷却液与流道壁面以及填充材料之间的摩擦作用会变得更加剧烈,高速流动的冷却液会对壁面和填充材料表面形成更强的冲刷力,使得摩擦阻力上升。流速的增加会让流体内部的湍流程度加剧,原本相对平稳的层流状态被打破,流体内部产生大量漩涡和不规则运动,这既增加了流体内部的能量损耗,又增大了流阻。从量化关系的角度分析,流阻和流速的平方呈现近似成正比的关系,也就是说当流速变为原来的两倍时,流阻大约会变成原来的四倍。在尝试凭借提升冷却液流速来提高传热性能时,要充分考虑流阻增加所带来的影响,因为这会加大系统能耗,增加运行成本。为了在高速流情况下有效降低流阻,可以选用低黏度的冷却液,这种冷却液流动性良好,可减少流动过程中的摩擦阻力。

填充式液冷散热器借助填充材料的引入,在传热强化以及流阻控制的平衡方面呈现出独特的优势和面临着挑战。研究显示,填充材料的物理属性、结构参数以及冷却液的流动特性,共同对散热系统的综合性能起着决定作用。在实际设计中要依靠多维度优化来达到“高效传热”和“低耗流动”的协同。当前,虽然在材料选型与结构设计上取得了一定成果,但面对电子设备功率密度不断攀升的态势,还是需要开发适合复杂工况的新型填充结构,探寻智能化流阻调控策略,并且结合先进制造技术推动精细化散热方案在工程上的落地。

【作者单位:兰洋(宁波)科技有限公司】

【基金项目】本文系2023年宁波市“科创甬江2035”科创生态育成项目:绿色新型算力中心融合液冷散热系统应用示范(编号:20242058)。

新人口形势下生产力变革的内在要求与制度响应

■ 齐兴岭

“人口高质量发展”与“新质生产力”,是党中央在我国进入新发展阶段、面对“新人口形势”提出的新概念和作出的新战略部署。作为生产力的基本要素,人口的数量、结构、素质、分布特征及变化趋势,不仅直接影响劳动者与其他生产要素的配置关系,更对生产力的发展产生深远影响。“新人口形势”以前所未有的方式重塑着经济发展底层逻辑,对传统生产力构成多重刚性约束。发展新质生产力是对“新人口形势”的战略回应,准确理解其面临的挑战和要求,并构建与之相适应的制度响应体系,是实现高质量发展的关键命脉。

“新人口形势”下生产力变革的全新挑战。人口是世界各国发展的基本变量,纵观世界各国发展历程,“新人口形势”总是伴随着现代化进程一同到来,这种“新人口形势”对于依赖传统要素投入、特别是人口规模扩张的发展模式构成严峻挑战。一是劳动力规模萎缩与年龄结构老化。适龄劳动力总量进入下降通道,劳动力平均年龄持续上升,传统的劳动密集型产业面临“招工难”、人力成本持续攀升的困境。二是人口红利衰减与抚养负担加重。“生之者寡,食之者众”的局面日益显现,社会需要将更多资源用于养老、医疗保健等服务,可用于扩大再生产和积累的投资占比受到挤压。三是人力资本结构性变化。新一代劳动者平均受教育程度更高,对工作环境、发展空间、生活品质的要求显著提升,简单重复、低技能岗位的吸引力下降,人岗匹配矛盾凸显。四是消费需求结构转变与区域分化。人口总量趋稳甚至萎缩,叠加老龄化、少子化加深,使得消费重心从增量扩张转向提质升级(如健康、养老、精神文化消费等);同时,人口流动也加剧了不同区域发展的不平衡性。

“新人口形势”下生产力变革的内在要求。“新质生产力”的“新质”,核心在于摆脱生产力对人口数量红利的路径依赖,转向以科技、人才、创新为内核的质量驱动发展。其内在要求体现在三个方面。一是摆脱“数量依赖”,转向“效率赋能”。要以技术驱动提升全要素生产率,以新一代信息技术、人工智能、生物制造、新材料等颠覆性、前沿性科技创新,实现自动化、智能化生产,以机器效能弥补人力短缺。二是激活人才红利,实现质量替代。要以高素质人才作为核心引擎,提高劳动者运用新知识、新技术驾驭新质生产资料的能力,大力开展面

向数字化转型和新兴产业的职业技能培训,提升存量劳动力素质,充分激发科学家、工程师、企业家、技术工人的创新活力,建设规模宏大、结构优化、效能突出的高素质人才队伍。三是适应需求升级,推进结构转换。要深入理解“新人口形势”下的细分市场逻辑,推动产业向技术密集、知识密集、高附加值方向攀升,推动产品服务向个性化、智能化、体验化方向迭代。大力发展数字经济、绿色经济、银发经济等战略性新兴产业和未来产业,满足结构升级和品质提升的新需求。

“新人口形势”下生产力变革的制度响应。推动生产力迈向“新质”,绝非单纯的技术创新,更是一场深刻的制度变革。有效的制度响应是确保其内在要求得以实现的关键保障。一是科技体制创新。要强化科技导向,建立“耐心资本”引导机制,支持长周期、高风险的前沿技术研发,鼓励“十年磨一剑”的潜心探索,提高财政科技支出中基础研究的稳定比例。要深化职务科技成果转化改革,破除成果转化“中梗阻”,赋予科研人员更大自主权与收益权,建立以企业为主体、市场为导向、产学研深度融合的技术创新体系。二是人才制度优化。要构建全生命周期人才发展体系,大力发展适应新质生产力需求的交叉学科和新兴专业。要深化人才发展体制机制改革,破除唯论文、唯职称、唯学历、唯奖项倾向,建立以创新价值、能力、贡献为导向的多元评价体系;要健全创新激励和保障机制,建设有市场竞争力的薪酬、股权期权激励、生活科研环境的服务保障体系。三是产业政策调适。要完善数据要素市场建设,加快数据产权、流通交易、收益分配、安全治理等基础制度构建。要健全多层次资本市场体系,引导创投风投“投早、投小、投科技”,探索适应新产业、新业态的灵活用地政策,推动绿电交易、碳排放权交易等市场建设,为新质生产力发展提供低成本、清洁化的能源保障。

面对“新人口形势”,培育和发展新质生产力是时代必然。只有以制度创新破除障碍,激活科技、人才、数据等要素,才能推动生产力变革适配人口高质量发展需求,为中国式现代化注入持久动能。

【作者单位:中共黑龙江省委党校(黑龙江省行政学院)】

【课题名称】本文系2024年度黑龙江省哲学社会科学规划项目《黑龙江省农村互助养老本土困境与路径优化研究》(编号:24SHC005),2024年国家社科基金青年项目《智能传播时代低龄老年媒介沉迷研究》(编号:24CXW028)阶段性成果。

脑机接口技术探索期的伦理风险预判与监管框架前瞻构建

■ 谭力榕

脑机接口技术正处于快速发展的探索阶段,其通过建立大脑与外部设备的直接连接,在医疗康复、智能交互、军事科研等领域展现出巨大潜力。然而,伴随技术的不断突破,未来大规模应用可能衍生的社会伦理问题逐渐浮出水面。若不及早预判风险并构建监管框架,不仅会阻碍技术的健康发展,更可能对人类社会秩序与价值体系造成冲击。

技术探索期的伦理风险

从技术特性来看,脑机接口的隐私安全风险尤为突出。该技术通过采集大脑神经信号实现功能交互,而这

些信号包含个人深层次的思维、情感、记忆等敏感信息。在探索期,尽管应用场景相对有限,但一旦技术普及,数据泄露风险将呈指数级增长。例如,未来智能家居中的脑机接口设备持续收集用户思维数据,若安全防护存在漏洞,商业机构可能借此进行精准心理操控营销,诱导消费者作出非自主决策,不法分子甚至可能窃取神经信号实施精神控制、敲诈勒索等犯罪行为。

人类自主性的挑战也不容忽视。在认知增强、神经反馈训练等应用方向上,脑机接口通过外部设备刺激大脑调节思维和行为模式,可能使个体难以区分自身真实意愿与技术干预结果。例如,在提升记忆力的训练中,设备输入的神经刺激信号不断强化用

户记忆能力,久而久之,用户将难以分辨能力提升是源于自身努力还是技术辅助。

此外,技术研发的高成本与资源密集性在探索期已形成明显的使用门槛。当前,侵入式脑机接口设备的研发、植入及后续维护成本较高,普通民众难以承受。若未来技术成熟,经济优势群体可能凭借资源率先实现认知增强,形成“认知精英阶层”,而经济条件较差的群体则被排除在外,加剧社会不平等,严重破坏社会公平性原则,违背技术发展的普惠初衷。

技术探索期的监管框架构建

为应对上述伦理风险,需前瞻性构建多层次监管框架。在法律法规层

面,应制定专门法律条文,明确规范脑机接口数据采集、存储、使用和共享的全流程标准,对隐私泄露行为制定严格处罚措施。同时,划定技术应用边界,禁止未经伦理审查的人类认知改造实验。在监管机制方面,建立政府主导、科研机构专业评估、企业主体担责、公众广泛监督的协同模式,如设立专项监管机构、第三方技术安全检测中心,推行技术伦理审查前置制度。此外,强化伦理审查与教育工作,在技术研发、应用全周期开展严格评估,同时通过在中小学开设科技伦理课程、高校设置相关专业、企业组织定期培训等方式,提升全社会对脑机接口伦理问题的认知水平。

(作者单位:云南师范大学马克思主义学院)