

仿真技术在汽车机械设计制造中的应用

王进¹ 汪飞鹤² 朱家力³

1 台州临奥汽车有限公司, 浙江省台州市临海市, 317031;

2 浙江奥通汽车有限公司, 浙江省杭州市, 310000;

3 杭州元通元佳汽车有限公司, 浙江省杭州市, 310000;

摘要: 仿真技术是一种利用计算机模拟现实世界或虚构世界的方法, 探索或预测其行为、性质或效果。在汽车机械设计制造中, 仿真技术可以帮助企业在研发设计过程中验证整车性能, 通过优化改进提升产品安全性、经济性、实用性和美观性, 有效缩短研发周期, 降低研发成本。本文探讨仿真技术在汽车机械设计制造中的应用及其重要性, 采用基于现实领域的虚拟实验技术进行研究。

关键词: 仿真技术; 汽车机械设计; 制造; 汽车工程

DOI: 10.69979/3041-0673.24.12.003

引言

随着科技的进步, 仿真技术不仅在航空航天、军事等领域取得明显成就, 更逐渐渗透到汽车机械设计制造等民用工业领域, 成为推动工业创新和发展的力量。面对汽车机械设计制造领域日益增长的复杂性和精细化要求, 仿真技术可提供高效、精确的解决方案, 有助于企业应对市场挑战, 把握发展机遇。仿真技术在汽车领域的研究进展迅速, 国内外学者和企业均在积极探索其在汽车设计、性能评估、安全测试等方面的应用。

1 仿真技术基础

仿真技术是利用计算机模型来模仿和预测现实世界或假设情境中的行为、性能和结果的一种技术。主要分为系统仿真、计算机辅助设计仿真、虚拟现实仿真、人工智能仿真等多种类型, 广泛应用于工程设计的各个领域。在工程设计中, 仿真技术基于物理、数学等原理, 通过构建精确的数学模型, 利用计算机强大的计算能力, 模拟实际系统的运行过程, 从而实现对系统性能的分析 and 优化。常用的仿真软件包括 CATIA、SolidWorks Simulation 和 ANSYS 等。CATIA 主要用于三维设计和仿真, SolidWorks Simulation 专注于结构分析和优化设计, ANSYS 是一款功能强大的有限元分析软件, 能够模拟各种复杂物理场, 如结构、流体、热、电磁等。这些软件各具特色, 广泛应用于航空航天、汽车、机械制造、电子等领域。仿真项目通常包括规划与准备、数据收集与模型建立、仿真运行与结果分析等流程。通过科学的仿真流程和方法, 可以确保仿真结果的准确性和可靠性, 为工程设计提供有力的支持。

2 汽车机械设计制造中的仿真应用

2.1 设计与开发阶段

在汽车机械设计制造中, 仿真技术的应用从设计与开发到生产制造的整个过程, 极大地提升产品的质量和性能。在设计阶段, 首先, 通过仿真技术, 可以对汽车的动力性、经济性、排放性能等进行全面预测, 不仅基于精确的数学模型, 还结合实际道路条件、驾驶习惯等多种因素, 从而确保预测结果的准确性和实用性。利用这些预测数据, 企业可以在早期阶段就发现并解决潜在的性能问题, 避免后期昂贵的修改成本。其次, 仿真技术为设计方案的可行性验证提供有力支持。通过构建虚拟样机, 工程师可以在计算机环境中对设计方案进行各种测试和验证, 无需制造实体样机。这大大缩短了产品开发的周期, 降低研发成本。同时, 仿真技术还可以对设计方案进行多次迭代和优化, 确保产品达到最佳性能。最后, 在安全性与可靠性分析方面, 碰撞仿真可以模拟汽车在不同条件下的碰撞过程, 帮助工程师评估车辆的结构安全性和乘员保护性能。疲劳寿命仿真可以预测汽车零部件在长期使用过程中的疲劳寿命, 为产品的可靠性设计提供依据。此外, 可靠性仿真分析方法还可以用于评估产品在极端条件下的性能和耐久性, 为产品的优化和改进提供有力支持。

2.2 生产过程优化

在汽车机械设计制造中, 生产流程仿真是一项关键技术, 通过对生产线布局与物流路径进行模拟, 帮助企业优化生产流程, 提高生产效率。通过仿真, 可以直观地看到生产线上的物料流动、设备运作以及人员配置

情况,从而发现潜在的瓶颈和问题。在此基础上,企业可以对生产线布局进行调整,优化物流路径,减少物料搬运和等待时间,提高生产线的整体效率。此外,生产节拍与产能的仿真分析,通过仿真技术,可以模拟不同生产节拍下的产能情况,从而找到最佳的生产节拍,确保生产线的高效运行。同时,仿真分析还可以帮助企业预测未来市场需求变化对产能的影响,为企业的生产计划提供科学依据。在质量控制与缺陷预测方面,通过构建虚拟生产环境,可以模拟生产过程中的各种条件,预测潜在的质量问题和缺陷,不仅基于历史数据和经验,还能结合先进的算法和模型,从而提高预测的准确性和可靠性。基于仿真结果,企业可以制定针对性的质量控制策略,提前采取措施预防质量问题的发生,降低不良品率,提高产品质量和客户满意度。

2.3 维修与保养策略优化

在汽车机械设计制造领域,仿真技术的应用进一步拓展到维修与保养策略的优化上,为提升车辆运行效率、降低维护成本提供科学依据。在故障诊断与预测方面,通过构建基于仿真技术的故障诊断模型,可以模拟车辆运行过程中的各种故障场景,分析故障产生的机理和特征,从而实现对故障的精准诊断和预测。这种预测性维护策略的制定,使得企业能够在故障发生前提前采取措施,避免故障对车辆运行造成严重影响,同时也降低因故障停机带来的经济损失。此外,仿真技术在维修流程优化方面,通过维修任务分配与调度仿真,企业可以模拟不同维修任务在不同时间段内的分配情况,找到最优的维修任务分配方案,确保维修工作的有序进行。同时,仿真技术还可以对维修成本和效率进行平衡分析,帮助企业找到在保证维修质量的前提下,降低维修成本、提高维修效率的最佳路径。仿真技术在维修与保养策略优化中的应用,不仅能提高车辆的运行效率和可靠性,还为企业带来明显的经济效益。通过精准预测故障、优化维修流程,企业可以降低因故障停机带来的损失,提高维修资源的利用效率,从而降低整体维护成本。同时,仿真技术的应用还提升企业的维修能力和服务水平,增强客户满意度和忠诚度。

3 仿真技术在新能源汽车设计中的应用

3.1 电池系统仿真

在新能源汽车设计中,仿真技术扮演着至关重要的角色,特别是在电池系统仿真方面,其应用能极大地提升电池系统的性能、安全性和可靠性。电池组热管理仿真是新能源汽车设计中的关键环节。通过仿真技术,可

以精确模拟电池组在不同工况下的温度分布和散热情况,从而设计出高效的散热通道,确保电池组在充放电过程中始终保持适宜的工作温度。不仅有助于延长电池的使用寿命,还能有效避免电池过热引发的安全隐患。同时,基于仿真结果,可以制定和优化热管理策略,如智能温控系统的控制逻辑和参数设置,实现电池组温度的精准调控。

在电池机械性能与电性能仿真方面,仿真技术通过构建虚拟的电池模型,工程师可以模拟电池在碰撞、针刺等极端工况下的受力情况和变形程度,从而评估电池的安全性能,不仅有助于发现电池结构设计的潜在缺陷,还能对电池的安全防护设计提供科学依据。此外,仿真技术还可以用于评估电池在过充、过放等条件下的性能表现,如电压、电流、内阻等参数的变化情况,以及电池的热效应和化学反应等。这些仿真结果可以为电池管理系统的设计和优化提供重要参考,确保电池在各种工况下都能保持稳定的性能输出。仿真技术在新能源汽车电池系统设计中的应用,不仅能提升电池系统的性能和安全性,还能对新能源汽车的整体性能优化和成本控制提供有力支持。通过仿真技术的不断发展和完善,新能源汽车的设计将更加智能化、高效化和安全化,为人们的出行带来更加便捷、环保和舒适的体验。

3.2 电动机仿真

在新能源汽车设计中,电动机是核心驱动部件,其性能直接决定整车的动力性、经济性和舒适性。仿真技术在电动机仿真中的应用,为电动机的电磁设计、热管理、振动与噪声控制以及结构耐久性等方面的优化提供强有力的支持。在电磁设计与优化方面,仿真技术能够精确计算电动机的转矩曲线,并根据实际需求对电磁参数进行优化,实现电动机的高效、稳定运行。通过仿真分析,可以深入了解电动机内部的电磁场分布、电流密度和磁通密度等关键参数,从而优化电动机的绕组结构、永磁体布局和铁芯设计等,进一步提升电动机的输出功率和效率。

热分析与散热系统设计是电动机仿真中的重要环节。由于电动机在运行过程中会产生大量的热量,若不能及时散热,将会导致电动机温度升高,影响性能和寿命。因此,通过仿真技术,可以对电动机的散热通道、冷却介质和散热风扇等进行优化设计,确保电动机在长时间高负荷运行下仍能保持良好的散热性能。此外,仿真技术在电动机的振动与噪声控制方面也发挥着重要作用。通过电机振动仿真,可以分析电动机在不同工况下的振动特性,并采取相应的降噪策略,如优化电动机

的转子平衡、改进轴承设计和采用隔振材料等,降低电动机的振动和噪声水平,提升整车的乘坐舒适性。在结构耐久性分析方面,仿真技术能够模拟电动机在长时间运行过程中的受力情况和变形程度,从而评估其结构设计的可靠性和耐久性。这种仿真分析有助于发现电动机结构中的潜在缺陷,并为结构的优化设计提供科学依据,确保电动机在复杂工况下仍能保持良好的运行状态。

3.3 电力电子器件仿真

在新能源汽车设计中,电力电子器件作为连接电池系统与电动机之间的关键桥梁,其性能和控制策略的优化对于提升整车的能源转换效率、动力响应速度和系统稳定性至关重要。仿真技术在电力电子器件仿真中的应用,为控制逻辑的优化、热应力的分析以及系统级性能评估提供强有力的支持。通过仿真技术,可以对电力电子器件的控制逻辑进行精细化的优化。在新能源汽车中,电力电子器件如逆变器、DC/DC 转换器等,需要精确控制电流、电压和开关时序等参数,实现高效、稳定的能源转换。仿真技术能够模拟不同的控制策略,分析其对电力电子器件性能的影响,从而找到最优的控制逻辑,提升能源转换效率和动力响应速度。

由于电力电子器件在高功率密度下运行,会产生大量的热量,若不能及时散热,将会导致器件温度升高,影响其性能和可靠性。通过仿真技术,可以精确计算电力电子器件在不同工况下的热应力分布,并优化散热设计,如采用更高效的散热材料、改进散热结构和优化散热风扇等,以确保器件在长时间高负荷运行下仍能保持良好的热稳定性。此外,系统级仿真与性能评估是新能源汽车电力电子系统设计的重要环节。通过构建包含电池系统、电动机和电力电子器件等关键部件在内的系统模型,仿真技术能够模拟新能源汽车在不同工况下的运行过程,评估系统的整体性能,如能源转换效率、动力响应速度、系统稳定性和可靠性等。系统级仿真有助于发现系统设计中的潜在问题,并为系统的优化设计提供科学依据,确保新能源汽车在实际运行中能够达到预期的性能指标。

4 仿真技术的核心算法与数学模型

仿真技术的核心算法与数学模型是支撑其在各个行业,尤其是汽车设计与制造领域广泛应用的关键。其中,粒子群优化算法、神经网络算法和随机森林算法是三种极具代表性的算法。粒子群优化算法是一种基于群

体智能的优化算法,原理是模仿鸟群觅食的行为。算法中,每个粒子代表一个潜在的解,通过不断调整位置和速度,向最优解逼近。实现步骤通常包括初始化粒子群、计算适应度值、更新速度和位置、检查终止条件等。在汽车制造过程中,粒子群优化算法被广泛应用于生产调度、工艺参数优化等场景,如优化生产线布局,减少物料搬运时间,提升生产效率。

神经网络算法是一种模仿人脑神经元结构的计算模型,具有强大的非线性映射和自学习能力。神经网络由输入层、隐藏层和输出层组成,通过反向传播算法训练,不断调整权重和偏置,最小化预测误差。在汽车设计与制造中,神经网络算法常用于汽车性能预测与优化,如基于历史数据预测燃油经济性、排放性能等,为设计优化提供数据支持。

随机森林算法是一种集成学习方法,通过构建多个决策树并综合其预测结果,提高模型的准确性和鲁棒性。随机森林算法的优势在于能够有效处理高维数据、防止过拟合,且对异常值不敏感。在汽车设计与制造中,随机森林算法适用于材料性能预测、故障诊断等领域,如通过分析材料成分、加工工艺等参数,预测材料的力学性能和耐腐蚀性,为材料选择提供科学依据。

5 结语

综上所述,仿真技术在汽车机械设计制造中的应用,不仅能极大地提高设计效率,缩短产品开发周期,还使得设计方案更加精准、可靠。通过高精度的模拟与预测,仿真技术为汽车的性能优化、安全性提升以及成本控制提供科学依据。

参考文献

- [1] 黄小华,郭芳芳. 仿真技术在汽车机械设计制造中运用分析[J]. 内燃机与配件, 2024(23): 99-101.
- [2] 王菲,刘娟. 仿真技术在汽车机械设计与制造中的应用[J]. 汽车测试报告, 2024(20): 14-16.
- [3] 刘克勤,吴彤,高军杰,等. 仿真技术在汽车机械设计与制造中的应用[J]. 汽车测试报告, 2024(11): 29-31.
- [4] 彭芸. 数字化仿真技术在机械设计与制造中的应用探究[J]. 农机使用与维修, 2023(07): 51-53.
- [5] 许丽. 仿真技术在机械设计制造中的有效利用探究[J]. 内燃机与配件, 2019(23): 209-210.