

新能源汽车轻量化技术研究与应用

舒文俊

吉利汽车研究院(宁波)有限公司 浙江 宁波 315336

摘要: 随着新能源汽车市场的快速发展,轻量化技术成为了提升车辆性能、延长续航里程的关键。本文从轻量化技术的目标出发,详细探讨了材料轻量化、结构轻量化、设计轻量化和制造轻量化等方面的技术细节,以及轻量化技术在新能源汽车领域的应用前景和面临的技术挑战。

关键词: 新能源汽车;轻量化技术;高强度材料;结构优化;设计仿真

引言

新能源汽车,凭借其低能耗与低排放优势,成为应对能源危机与环保的关键。然而,续航里程、动力性能与整车性价比平衡仍存在挑战。轻量化技术通过降低整车质量,能够有效提升能源利用效率,延长续航里程,并提高车辆的操控性能和安全性。

1 轻量化技术的目标

新能源汽车的轻量化技术旨在通过减轻整车质量来实现车辆多重目标。首先,降低车辆质量有助于减少行驶过程中的阻力,进而大幅度降低能源消耗。其次,轻量化技术显著提升能源利用效率,使新能源汽车能够在有限的能源支持下覆盖更长的行驶距离。最后,通过运用高强度材料和进行结构设计的优化,轻量化技术在减少车重的同时确保甚至加强了汽车的安全性。

2 轻量化技术的主要手段及细节

2.1 材料轻量化

2.1.1 高强度钢

高强度钢,作为一种优质金属材料,其强度远超普通钢材,屈服与抗拉强度分别介于210-550MPa和270-700MPa之间。这种材料不仅具有出色的强度和刚性,还保留了钢材的可塑性和成形性能,使得它在制造过程中能够轻松适应各种复杂形状。在新能源汽车中,高强度钢被广泛应用于车身骨架、保险杠等关键部件。其高强度的特性使得在减少材料使用的同时,也能确保车辆结构的稳定性和安全性,从而大幅度减轻车身质量。此外,高强度钢在耐腐蚀性方面也表现出色,有效延长了新能源汽车的使用寿命。

2.1.2 铝合金

铝合金,凭借其轻质、高强度和优异的成形性能,成为汽车轻量化的优选材料,其密度仅为钢材的三分之一,能显著降低整车质量。此外,铝合金拥有出色的热处理性能,可通过相应处理进一步提升其机械强度。

在新能源汽车领域,铝合金广泛应用于车身覆盖件、车门、车架等关键部位,实现了显著的轻量化效果^[1]。这不仅增强了车辆的燃油经济性和操控性,还通过增强耐腐蚀性延长了车辆的使用寿命。

2.1.3 碳纤维复合材料

碳纤维复合材料,一种通过结合碳纤维与树脂、金属或陶瓷等基体而创造出的高性能材料,汇聚了高强度、高模量及卓越的耐腐蚀性等众多优点于一身。相较于传统金属材料,碳纤维复合材料凭借更高的比强度和比模量,可以在维持相同强度和刚度要求的同时,实现车身重量的显著降低。在新能源汽车领域,碳纤维复合材料因其轻质高强特性,被广泛应用于车身和车顶等关键部位。这种轻量化设计不仅大幅度提高了车辆的能效和操控性能,还通过增强的耐腐蚀性延长了车辆的使用寿命。尽管碳纤维复合材料的制造成本目前尚高,但随着科技的不断进步和成本的逐渐降低,它在新能源汽车领域的应用前景愈发明朗。

2.2 结构轻量化

结构轻量化,作为新能源汽车提升能效和降低车重的又一核心策略,主要通过巧妙的设计和尖端优化技术,减少冗余材料,打造紧凑高效的车身及部件结构。关键领域的策略包括但不限于:车身框架优化、部件集成设计、轻量化连接技术等,均是实现结构轻量化的重要途径。

2.2.1 车身结构优化设计

车身作为汽车的主要承载体,车身结构优化设计能大幅度降低整车质量。先进的设计方法如拓扑优化和尺寸优化在此方面发挥着重要作用。其中,拓扑优化借助算法精确定材料在特定空间内的最优分布,确保结构性能的同时,有效去除多余材料。而尺寸优化则更聚焦于调整如板厚、梁宽等结构参数,旨在满足性能需求的同时实现材料使用的最小化^[2]。这些优化方法不仅有利

于车身实现薄壁化和小型化，还能确保刚度和安全性的稳步提升。通过精确的有限元分析和多次迭代的精心设计，车身骨架可以在维持卓越强度的基础上，达成显著的轻量化成就。

2.2.2 悬挂系统轻量化

传统的悬挂系统往往较为笨重，但通过选用高强度材料和精细的设计，可以显著降低其重量。例如，使用锻造铝合金替代传统的铸铁材料，不仅可以减轻重量，还能提高悬挂系统的响应速度和效率。此外，对悬挂系统的几何形状和连接方式进行优化，也能在保持性能的同时减少材料使用。这种轻量化设计有助于提升车辆的操控稳定性，降低能耗，并提高行驶平顺性。

2.2.3 动力总成轻量化

通过减少发动机的重量、优化变速器的结构，以及轻量化电动驱动系统，可以从根本上降低整车的自重。例如，采用更轻的材料制造发动机部件，优化变速器的齿轮设计和轴承配置，以及使用更高效的电池和电机组合，都是实现动力总成轻量化的有效途径。这些改进措施不仅能够显著提升车辆的加速性能和燃油效率，更有助于延长电动汽车的续航里程，从而为用户带来更加优越的驾驶体验。

2.3 设计轻量化

设计轻量化是新能源汽车研发过程中的重要环节，它侧重于在设计阶段就充分考虑轻量化的需求，以达到在保持或提升车辆性能的同时，降低整车质量。这一目标的实现，离不开先进的设计软件和仿真工具的辅助。在现代汽车工程领域，有限元分析（Finite Element Analysis，简称FEA）已经成为一种标配的设计验证手段。FEA能够对零部件乃至整车系统在各种工况下的强度、刚度等性能进行详尽的分析。通过FEA，工程师可以精确地了解结构在受力时的应力分布、变形情况，从而找出可能存在的弱点或过剩材料区域。在设计轻量化过程中，FEA的应用尤为关键。它不仅可以帮助工程师评估现有设计的性能，还能指导设计师在哪些部位可以安全地减少材料，哪些部位需要加强以维持必要的结构性能。通过这种方式，设计师能够在保证安全性的前提下，实现材料使用的最优化，进而达到轻量化的目的。多目标优化算法也为设计轻量化提供了新的实现方案。在实际的设计工作中，我们往往需要平衡多个性能指标，如重量、强度、刚度以及成本等。多目标优化算法如同一位高明的调停者，能够巧妙地在这些指标之间寻求最佳的平衡点^[3]。例如，它可以在确保结构强度和刚度的前提下，实现材料使用量的最小化，从而达到轻量化

的目的。这一优化过程虽然复杂，但随着计算机技术的飞速发展，现代优化算法已经能够在可接受的时间内给出高质量的解决方案。通过这些算法，设计师可以更加科学地确定材料的分布、形状的设计以及连接方式的选择，从而实现整车性能的全面提升。

2.4 制造轻量化

制造轻量化是新能源汽车轻量化战略中的重要一环，它侧重于通过改进制造技术和工艺，减少生产过程中的材料浪费，优化产品结构，从而达到降低车重的目的。在这一过程中，改进材料加工技术和优化拼装、铆接工艺是关键。在材料加工技术方面，激光焊接和搅拌摩擦焊等先进焊接技术凭借其独特的优势，正在汽车制造领域大放异彩。激光焊接不仅能够显著减少焊缝的数量，还能保证焊缝的质量和强度，从而在实现轻量化的同时，确保车辆的结构安全性。搅拌摩擦焊则是一种固态焊接技术，它通过搅拌头的旋转和摩擦产生的热量使材料软化并连接在一起，无需添加焊料，因此能够进一步减少焊缝的重量。除了焊接技术，拼装和铆接工艺的优化也是制造轻量化的关键环节。传统方法往往会造成连接处的材料浪费和重量增多。然而，通过采用精确的拼装技术和高效的铆接方法，不仅可以减少这些浪费，还能提高连接的强度和稳定性^[4]。例如，采用先进的定位系统和夹具可以确保拼装精度，减少修正和返工的需要，从而节省材料和时间。同时，新型的铆接技术，如自冲铆接，能够在不使用预钻孔的情况下完成铆接，进一步减轻了结构的重量。此外，生产流程的整体优化也是关键影响因素。通过引入自动化和智能化的生产线，可以提高生产效率，减少人为因素导致的材料浪费和重量超标。例如，使用机器人进行精确的焊接和拼装操作，可以确保每个生产环节都符合轻量化设计的要求。

3 新能源汽车轻量化技术的应用前景

3.1 提高能源利用效率与续航里程

根据相关数据，纯电动汽车整车重量每降低100千克，续航里程可增加约25公里。这一数据清晰地表明，轻量化技术在提升新能源汽车续航里程方面具有巨大潜力。通过采用轻质材料如碳纤维复合材料、镁合金、铝合金等替代传统的钢铁材料，可以显著降低车身重量，进而提高电池的寿命和使用效率。

3.2 促进动力系统效率提升

由于车辆质量的减少，动力系统的负荷也会相应降低，从而改善了动力系统的传输效率。这种效率的提升不仅有助于进一步提高车辆的燃料利用效率，还能使新能源汽车在加速和行驶过程中需要更少的能源，降低了

汽车在使用过程中的环境影响。

3.3 推动产业链协同发展

新能源汽车轻量化技术的应用不仅能够推动整个汽车产业链的协同发展,还将为相关产业链上的企业带来新的发展机遇。轻量化技术的实施需要材料供应商、零部件制造商和整车厂商之间密切合作,这种协作将促进新型轻量化材料的研发和生产成为一个重要的增长点。随着轻量化技术的广泛应用,先进制造工艺和设备的需求也将大幅增加,为相关企业带来更多市场机会。因此,只有通过合作与创新,不断推动轻量化技术的发展,才能实现汽车产业的可持续发展和升级。

3.4 助力可持续发展与环保目标

轻量化技术在汽车产业中扮演着关键角色,不仅有助于降低车辆重量,减少碳排放,更推动了可持续发展和环保目标的实现。通过采用轻量化技术,新能源汽车减少了对环境的负面影响,为环境保护作出贡献。除此之外,轻量化技术还推动了可回收材料和绿色制造方法的应用,进一步促进了汽车产业的可持续发展。因此,我们应不断推动轻量化技术的应用,以实现环保目标和可持续发展的目标。

4 新能源汽车轻量化技术的挑战

4.1 安全性挑战

轻量化设计在汽车制造过程中的应用是不可避免的趋势。采用更轻薄的材料可以有效减少汽车的整体重量,提高燃油效率。然而,这种设计方式也带来了一个明显的问题,那就是汽车在碰撞事故中的抗冲击能力会下降。相较于传统燃油汽车坚固的车身结构,轻量化材料在保护乘员免受撞击伤害方面可能存在不足。为了弥补轻量化材料在抗冲击方面的不足,需要采用高强度钢、碳纤维复合材料等先进材料,并结合智能安全系统来提高汽车的安全性。

4.2 成本挑战

轻量化设计为了达到减轻汽车重量、提高燃油效率和尽可能降低碳排放的目的,通常采用成本较高的材料,如碳纤维和铝合金等。与传统钢材相比,这些材料价格更高。例如,某些先进的碳纤维材料成本可能是普通钢材的几倍甚至更高。除了材料成本外,轻量化设计还需要更精密的加工工艺和先进的生产技术,这进一步增加了汽车的制造成本。高成本可能会降低新能源汽车

的市场竞争力,限制轻量化技术的广泛应用。

4.3 技术难度挑战

为了在减轻车辆重量的同时不影响整车性能和安全性,设计师们需要进行精细优化车身结构。这需要他们具备丰富的实践经验和高度的专业知识。同时,新型轻量化材料的加工和成型技术也相对复杂,需要高精度的设备和技术支持。此外,如何有效地实现多种材料的集成也是一个重要的技术难题。因此,只有不断地探索创新,不断提升设计水平,我们才能更好地实现汽车轻量化设计的目标。

4.4 电池技术挑战

新能源汽车的发展离不开电池作为动力源,然而电池所占整车重量过大的问题亟待解决。为了实现轻量化设计,必须在保证电池性能和安全性基础上降低电池重量。目前,研发更高能量密度和更轻薄的电池材料仍处于不断探索的阶段。锂空气电池、固态电池等新型电池技术虽然具有潜力,但其技术成熟度、成本效益以及大规模生产的可能性仍需进一步验证。

结语

新能源汽车轻量化技术应用在提升车辆性能、延长续航里程和降低能耗方面具有明显优势。通过深入研究材料轻量化、结构轻量化、设计轻量化和制造轻量化等方面的技术细节,可以促进轻量化技术在新能源汽车领域的广泛应用。然而,随着材料成本、制造工艺难度、安全性和耐久性等问题的存在,轻量化技术还需不断完善。随着技术的持续进步和成本的降低,轻量化技术将成为新能源汽车发展不可或缺的重要方向。因此,我们需要加大力度推动轻量化技术研究,解决其中存在的问题,从而更好地推动新能源汽车行业的发展,推动环保和可持续发展。

参考文献

- [1]钟培荣.智能网联新能源汽车整车结构轻量化关键技术工艺应用[J].汽车与新动力,2024,7(01):4-7.
- [2]新能源汽车轻量化加工的技术探索[J].现代制造,2023,(01):62.
- [3]田萌.新能源汽车轻量化技术路线和应用策略[J].汽车与新动力,2022,5(04):17-19.
- [4]马进.新能源汽车轻量化的关键技术研究[J].产业创新研究,2022,(02):45-47.