

The Application and Design Strategy of Composite Materials in Mechanical Structure are Briefly Discussed

Pengyu Cong

Jiangsu Xinyang New Material Co., Ltd., Yangzhou, Jiangsu, 225100, China

Abstract

Composite material is composed on the basis of two or more materials, its mechanical properties are good, it has obvious lightweight characteristics, in the design of mechanical structure should be optimized, can further strengthen the use of mechanical structure. Therefore, it is necessary to analyze the application points of composite materials in mechanical structure, and put forward scientific and reasonable design strategies to effectively improve the quality of machinery manufacturing products and promote the sustainable development of machinery manufacturing industry. This paper mainly analyzes the application points and design strategies of composite materials in the mechanical structure, so as to further improve the design level of the mechanical structure design, and then strengthen the strength, stiffness and durability of the mechanical structure, and realize the lightweight design of the mechanical structure, to ensure the continuous optimization of the performance of the mechanical structure.

Keywords

composite material; mechanical structure; application; design strategy

略谈复合材料在机械结构中的应用与设计策略

丛朋雨

江苏新扬新材料股份有限公司, 中国·江苏 扬州 225100

摘要

复合材料是在两种或者多种材料基础上构成的, 其力学性能较好, 其具有明显的轻质化特征, 在机械结构设计中, 对复合材料进行优化应用, 可以进一步强化机械结构的使用性能。因此, 要对复合材料在机械结构中的应用要点进行分析, 并提出科学合理的设计策略, 有效提高机械制造产品质量, 推动机械制造行业的可持续发展。论文主要对复合材料在机械结构中的应用要点以及设计策略进行分析, 从而进一步提高机械结构设计水平, 进而强化机械结构的强度、刚度和耐久性, 并实现机械结构的轻量化设计, 保障机械结构的性能的持续性优化。

关键词

复合材料; 机械结构; 应用; 设计策略

1 引言

在机械设计制造中, 对复合材料进行优化应用, 可以进一步提高机械设备使用性能, 提高机械产品质量。主要是因为复合材料刚度较大, 且质量较轻, 可以满足新时期机械结构设计制造要求。当前, 复合材料在航空航天、汽车工业、建筑领域获得了良好的应用, 可以有效改善机械结构的抗拉强度、弯曲刚度、疲劳寿命等, 为机械制造行业的可持续发展奠定良好的基础。

2 复合材料分析

复合材料主要是在物理、化学方式基础上, 对两种以上、性质不同的材料进行组合, 其中包含基体相、增强相, 前

者是连续分布, 后者为离散分布。复合材料的应用, 可以对多种材料优势进行优化融合, 进一步提升复合材料的强度、刚度和耐久性。当前, 复合材料在航空航天、汽车工业、建筑等领域发挥了重要作用。结合复合材料不同组分性质、组织方式的不同, 即增强相形式的差异性, 可以将其划分为颗粒增强复合材料, 该类材料的颗粒状增强相均匀分散在基体中, 其中颗粒包含金属、陶瓷、聚合物等, 能够强化基体硬度、强度等特性; 纤维增强复合材料, 该类材料需要把纤维状增强相嵌入到基体相中, 其中较常使用的纤维有玻璃纤维、碳纤维、有机纤维等, 能够进一步强化复合材料强度、刚度等力学性能; 层叠复合材料, 对多层纤维增强复合材料进行交替叠放而成, 该材料在航空航天、汽车领域获得了良好的应用^[1]。

【作者简介】丛朋雨(1997-), 男, 中国辽宁盖州人, 本科, 助理工程师, 从事复合材料结构设计研究。

3 复合材料在机械结构中的应用要点

3.1 航空航天领域

①复合材料在飞机结构中的应用，可以有效控制飞机整体结构的质量，且优化燃油率，进一步提高飞机结构的抗腐蚀性能，并优化结构刚度。当前，新型复合材料在飞机机身、机翼等关键部位得到了有效性应用，可以进一步实现飞机结构设计的现代化和科学化。复合材料的刚度和强度较强，质量较轻，能够进一步提升飞机结构的载荷能力，并优化机动性能，提升燃油率，有效控制飞机运营成本^[1]。其中，在飞机机翼中应用复合材料，能够提高机翼展弦比，并实现翼型设计的轻薄化，减少飞机在飞行过程中的气动阻力，优化升力效率，强化飞机运行。此外，复合材料耐久性较强，且抗侵扰能力较好，能够提升飞机在高湿度、盐雾等环境因素的抵抗能力，减少飞机病害问题的出现，减少维护成本，延长飞机使用寿命。

②航天器结构，航天器的运行环境较为复杂，需要高速运行，且需要经受重力加速度变化，同时还需要受到太空环境的严酷考验，同时在航天器中使用复合材料，能够发挥其质量较轻的优势，减少整体航天器结构质量，强化航天器使用性能，增强运载能力；在航天器发射、返回过程中，往往需要面临复杂的振动环境，且承受极大的力学负荷，因此，可以对复合材料的强度、刚度等优势性能进行优化应用，从而强化航天器对各种力学挑战的抵抗能力，确保航天器结构始终保持稳定的运行状态，避免结构完整性受到影响。此外，复合材料具有较强的抗裂纹扩展能力，且抗疲劳特性较强，可以在很大程度上增加航天器结构的耐久性，保障航天器在使用过程中的安全性与可靠性；复合材料的热稳定性较好，可以确保航天器结构在各种环境中进行良好适应，如极端温度变化、高能辐射、化学物质腐蚀等，从而确保航天器结构、性能的稳定性和可靠性，减少航天器的损坏几率，既可以降低维护成本，且还可以延长航天器使用寿命，为中国航天事业的可持续发展奠定良好的基础^[2]。

3.2 汽车工业领域

①汽车结构，复合材料在汽车结构中的应用，能够进一步优化汽车性能、安全性和环保性能。复合材料质量较轻，可以减轻汽车结构质量，从而提高燃油率，减少碳排放量，延长汽车续航里程；复合材料强度和刚度好，能够保障汽车结构的稳定性，强化乘客的舒适体验，确保汽车能够对各种力学负荷、振动环境进行良好性适应；此外复合材料吸能特性较强，一旦汽车受到碰撞，能够对冲击力能够有效吸收和分散，保障汽车安全；复合材料耐腐蚀性较强，可以提高汽车结构对潮湿、盐雾、化学物质等运行环境的抗腐蚀能力，延长使用寿命^[4]。

②汽车零部件，新时期，在汽车零部件设计制造中，主要在车身、底盘组建、悬挂系统、内饰件等零部件中对复

合材料进行优化应用。其中在车身结构中的应用，可以充分发挥其轻质化特性，优化车身结构设计，减少车身质量，提高燃油率，充分体现整体汽车运行的经济性和环保化。此外，还可以在悬挂系统、制动系统中进行优化应用，可以实现悬挂臂、悬挂弹簧、制动盘等零部件的轻质化设计和制造，强化整体悬挂系统的响应能力，避免出现制动系统热膨胀，强化整体悬挂系统的可操控性，促进汽车的安全运行。

3.3 建筑领域

①建筑结构，在建筑结构的外墙、屋顶、门窗中对复合材料进行优化应用，能够充分发挥其强度、刚度优势，确保建筑结构的轻巧化、坚固化，强化梁、柱等建筑结构的耐久性，实现建筑结构的轻量化设计，减少材料消耗，保障建筑物能够具有良好的抗震性能；在外墙装饰中对复合材料进行优化应用，能够发挥其耐候性、防水性能特征，减少气候、环境等因素对建筑物的侵蚀，且能够实现外墙装饰的多样化，提升外墙装饰效果，提升其美观性；在屋顶、门窗系统中进行优化应用，能够充分利用其轻质化、抗腐蚀性、隔热性能等优势，进一步减少建筑物的能源消耗，强化保温效果，且能够有效隔音，保障室内舒适度^[5]。

②建筑装饰，在建筑装饰中，需要在外墙装饰、内饰装饰、立面系统对复合材料进行优化应用，从而强化建筑物美感。在底板、墙板、天花板等室内装饰材料中应用复合材料，可以体现装饰材料风格的多样化，满足个性化的室内设计需求。尤其是复合材料地板耐磨性较强，方便清洁，具有较强的抗菌性能，可以在室内空间得到有效应用，且安装费用较低，具有良好的经济性优势；在建筑立面系统对复合材料进行优化应用，能够设计成多种形状、尺寸，强化建筑立面设计效果，具有良好的抗紫外线效果，能够提高抗腐蚀性、隔热保温性能，能够进一步提高建筑物的舒适性。

4 复合材料在机械结构中的优化设计

4.1 材料选择与结构优化

在机械结构设计中，需要结合实际情况，对复合材料进行合理选择，并优化组合结构设计，从而进一步提高机械结构的性能和效能。在实际的设计作业中，要对机械产品应用环境进行调查分析，并明确具体的应用标准要求，从而针对性选择复合材料类型。当前新型复合材料类型有很多，如碳纤维增强复合材料、蜂窝结构复合材料等，不同类型的性能、特征存在很大差异性，要对各类复合材料的强度、耐腐蚀性等因素进行综合性考量，从而实现复合材料选择方案的最优化，为机械结构负荷性能的提升创建良好条件^[6]。此外，为了对复合材料性能进行有效性发挥，需要优化结构设计，对机械结构的形状、布局、层压序列等进行科学性调整与优化。在具体设计中，尽量减小结构质量，强化整体机械结构的强度和刚度，避免出现集中应力现象，并进一步提升机械结构的抗疲劳性能。同时为了实现机械结构的准确性、高效

化设计,要对有限元分析、优化算法等计算方式进行合理应用,并引进现代化的仿真技术,保障机械结构设计的最优化。

4.2 设计复合材料层合板

在机械结构设计中,常常需要应用到复合材料层合板这一结构元件。复合材料是结合特定的层压序列,对两层以上的材料进行组合形成,通过这种方式能够对各种材料的优势进行集中体现,保障机械结构、性能的最优化设计。在对复合板进行设计时,要结合复合材料的具体类型,对复合材料进行优化选择。此外,复合材料层厚、层序的差异性,能够对机械结构各个方向的力学性能进行针对性调控,其中主要涉及到强度、刚度、耐久性等特性。因此,可以结合实际情况,对复合材料层合板各种材料比例、层厚、层序等进行个性化调整,从而满足实际的机械结构设计需求,如增强抗冲击性能等^[7]。此外还需要注重对复合材料层合板结构进行优化设计,以便对层合板几何形状、层数、层序等要素进行针对性调整,实现复合材料性能的最大化呈现。通过层合板结构优化,能够实现层合板质量的最小化控制,并强化整体结构的刚度、强度等力学性能,并减少集中应力问题的出现,进一步强化结构抗疲劳寿命。在对层合板结构进行优化设计中,要对材料力学性能、制造工艺、环境适应性等要素进行全方位考量,并尽量控制经济成本。同时,还需要对层合板在各类工况下的温湿度变化、动态载荷等响应情况进行全面性考虑,确保层合板能够在机械结构中始终保持最佳的应用状态,为整体机械结构性能的提升奠定良好的基础。其中,复合材料层合板结构如图1所示。

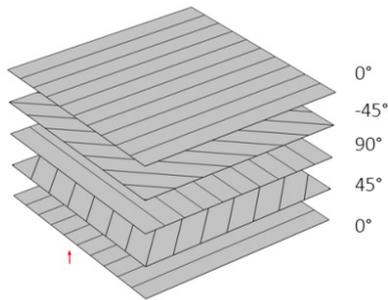


图1 复合材料层合板结构示意图

4.3 优化结构拓扑

结构拓扑的优化设计,能够进一步提升整体机械结构

的使用性能和效能。在具体的结构拓扑优化过程中,要结合实际情况,对结构拓扑形状、布局等进行针对性优化和改变,从而有效提升整体结构性能,此外,通过这种方式还能够减少机械结构质量,强化结构强度和刚度^[8]。此外,还需要对拓扑优化算法、演化算法进行合理应用,实现复合材料结构形状的科学性设计,优化整体结构布局。此外还需要对先进的自动化技术进行合理应用,实现设计算法的科学性与合理性,积极探索多元化的结构形状,实现结构拓扑、结构性能的最佳化。通过结构拓扑的优化,能够实现结构形态的优化创新,尽量减少材料使用量,减少材料浪费,并推动整体结构的轻量化。

5 结语

综上所述,复合材料的强度、刚度优势较强,且具有良好的抗腐蚀性、优异的疲劳寿命等,可以进一步提升机械结构的性能优势,因此在航空航天、汽车工业、建筑领域发挥了越来越重要的作用。随着材料科学、工程技术的持续性发展,复合材料在机械结构中得到了优化应用,进一步实现了结构设计创新,为机械设计制造行业的长远发展奠定良好基础。

参考文献

- [1] 黄慧伶,袁洪彩.新型材料在机械设计与制造中的应用研究[J].模具制造,2024,24(2):169-171+174.
- [2] 张伟.机械设计过程中机械材料的选择和应用[J].普洱学院学报,2023,39(6):45-47.
- [3] 刘小珍.复合材料在汽车机械制造中的应用[J].汽车测试报告,2023(16):86-88.
- [4] 陈春雨.复合材料孔成形过程中的机械加工问题[J].产品可靠性报告,2023(8):85-86.
- [5] 黄文君,郭葳.浅析机械设计中材料的选择与应用[J].石河子科技,2023(4):30-31.
- [6] 张晋寅,李西育,韦晓星,等.干式套管芯体复合材料的机械损伤性能研究[J].电瓷避雷器,2023(6):226-233.
- [7] 张博.Cf/Mg复合材料的力学与热物理性能和机械加工分析[J].冶金与材料,2023,43(7):112-114.
- [8] 刘小华.建筑起重机械新型材料的选择与应用分析[J].中国机械,2023(20):71-74.