

形态仿生飞行器设计策略研究

Research on the Design Strategy of Morphological Bionic Aircraft

伏永洁

Yongjie Fu

江苏新扬新材料股份有限公司 中国·江苏扬州 225000

Jiangsu Xinyang New Material Co., Ltd., Yangzhou, Jiangsu, 225000, China

摘要: 随着科学技术的发展, 社会对于飞行设备的重视程度不断提升, 由此就推动飞行器的设计与研究。飞行器作为模仿鸟类飞行姿态出现的飞行装置, 具有很强的技术性以及先进性, 对于社会发展以及交通出行都具有很大帮助, 需要相关人员加强对其的研究, 深入推进其发展。而作为研究生物飞行姿态发展而来的飞行器, 其研究方向就需要从各类生物的形态入手, 深入分析某些生物的飞行姿态, 并且从中了解到相关飞行原理与知识, 将其合理地融入飞行器设计中, 以推动飞行行业的发展。

Abstract: With the development of science and technology, the society's attention to flight equipment is increasing, thus promoting the design and research of aircraft. As a flight device imitating the flight attitude of birds, the aircraft has a strong technical and advanced nature, which is of great help to the social development and transportation. Relevant personnel need to strengthen its research and further promote its development. As the development of biological flight attitude, its research direction needs to start from the forms of various organisms, in-depth analysis of the flight attitude of some organisms, and understand the relevant flight principles and knowledge, and reasonably integrate them into the aircraft design, so as to promote the development of the flight industry.

关键词: 形态仿生; 生物研究; 飞行器; 飞行原理; 设计策略

Keywords: morphological biomimetic; biological research; aircraft; flight principle; design strategy

DOI: 10.12346/etr.v5i7.8305

1 引言

从大自然中生物的形态汲取灵感, 对优秀的气动外形加以模仿和借鉴, 从而获得更好的飞行性能, 是形态仿生飞行器设计的基本思路。论文就从形态仿生飞行器的优势与落实入手, 分析形态仿生自上而下和自下而上两种研究过程; 并且按照仿鸟飞行器和其他仿生飞行器的类别分别介绍形态仿生飞行器当前发展现状; 探究了外形特征的提取方法, 参照生物优良特性解决飞行器设计过程中的问题, 对形态仿生飞行器的未来发展趋势进行归纳总结。实际来看, 形态仿生一直是飞行器发展的关键, 所以要想推进飞行器功能的提升, 就需要结合不同生物形态对现有的飞行器进行升级。

2 形态仿生以及飞行器概述

2.1 形态仿生概述

形态仿生是一种设计和工程方法, 旨在借鉴生物体的结

构和功能, 将其应用于工程学和技术创新中。它将生物学原理与工程学原理相结合, 通过模仿生物体的形态、运动和特征, 提取出其优秀的性能和功能, 然后应用于设计和生产各种技术产品和解决方案。形态仿生的研究范围广泛, 涵盖了机器人技术、材料科学、建筑设计、交通工程等领域。通过学习和模仿生物体的形态结构, 可以设计出更轻巧、灵活和高效的机器人。例如, 研究人员可以通过仿生设计制作鱼雷, 使其在水中的运动更稳定和高效。此外, 形态仿生还可以在材料科学领域发挥作用。通过模仿植物或昆虫的结构, 研究人员可以开发出具有优异性能的材料, 例如超级疏水表面材料、自修复材料等, 这些材料可以应用于防污、防水、防腐等领域。总而言之, 形态仿生是一种跨学科的研究领域, 通过借鉴生物体的形态、结构和功能, 将其应用于工程设计和技术创新, 以提高产品的性能和功能。

【作者简介】 伏永洁 (1995-), 女, 中国河南商丘人, 本科, 助理工程师, 从事飞行器设计及制造研究。

2.2 飞行器

飞行器是在大气层内或大气层外空间(太空)飞行的器械。飞行器分为3类:航空器、航天器、火箭和导弹。在大气层内飞行的称为航空器,如气球(部分)、飞艇、飞机等。它们靠空气的静浮力或空气相对运动产生的空气动力升空飞行。在太空飞行的称为航天器,如人造地球卫星、载人飞船、空间探测器、航天飞机等。实际作业环节,飞行器在军事以及民生行业发挥重要作用,要想充分发挥其功能,就需要相关人员加强对其的研究。

2.3 形态仿生飞行器

形态仿生飞行器是指基于生物体形态和特征设计的飞行器。通过模仿鸟类、昆虫或其他生物体的飞行原理和结构,形态仿生飞行器可以具有更好的灵活性、机动性和飞行效率,以适应不同的飞行环境和任务需求。在形态仿生飞行器中,研究人员通常从生物体的形态结构和飞行机制中获取灵感,并将其应用于飞行器的设计和制造中。例如,研究人员可以借鉴鸟类的翅膀结构和振动模式,设计出更具气动性能的飞行器翅膀。他们还可以模仿昆虫的飞行方式,设计出具有强大机动性和稳定性的微型飞行器。形态仿生飞行器还可以应用于飞行器制造环节。通过采用生物体的形态结构和工作原理,可以帮助提高飞行器的操纵性、稳定性和能效^[1]。此外,形态仿生飞行器还可以应用于航空领域的研究,如改善飞机翼设计、改进飞行器的空气动力学性能等。总的来说,形态仿生飞行器利用生物体的形态特征和机制来改进飞行器的设计和性能。通过将生物学原理与工程学原理相结合,形态仿生飞行器就能够在现阶段飞行器的发展过程中实现新突破。

3 形态仿生飞行器的优势

形态仿生技术在飞行器研制中具有许多优势,使得它成为一个有吸引力的研究方向,所以实际作业环节,就需要相关人员结合实际发展的需要,对形态仿生飞行器的优势进行研究,然后结合需要合理地进行优势发挥。

3.1 气动性能有所提升

形态仿生飞行器可以通过模仿鸟类、昆虫等生物的形状和结构,改善飞行器气动性能。作业人员通过优化的外形设计和表面特征可以减小飞行器的阻力,提高速度和燃料效率。飞行器飞行过程中会受到空气阻力的影响,如何巧妙地利用阻力就成为现阶段飞行器发展的关键,鸟类作为飞行界的技术先驱,对于空气的利用就十分精妙,相关人员可以结合相关生物的飞行特点对现阶段的飞行器进行调整,保证其功能的发挥。

3.2 增强机动性和稳定性

飞行器一般承担重要任务,如载人或者是勘察等,所以飞行器的稳定性就会直接影响作业质量。生物体在飞行过程中展现出出色的机动性和稳定性,形态仿生技术可以将这些

特点应用于飞行器设计中。例如,模仿鸟的翅膀结构和振动方式可以提高飞行器的操纵性和飞行稳定性,使其适应多变的飞行环境。

3.3 实现轻量化设计

质量越重的飞行器飞行消耗越大,而且很容易出现质量方面的问题,还会影响飞行器的灵活性以及载重能力,所以轻量化的飞行器设计一直是行业发展的方向。生物体根据自身需求对结构进行优化,实现了轻量化设计。形态仿生飞行器可以借鉴这种优化思路,减少飞行器的自重,提高载重能力和续航时间。

3.4 增加适应性和可操作性

形态仿生技术可以使飞行器更适应复杂多变的环境。通过模仿具有特殊适应性特征的生物体,如蝙蝠的振翼和鹰的瞳孔,飞行器可以在不同任务和工作环境下更加灵活和高效地操作。此外,生物体在飞行过程中能够通过特定的结构和机制降低噪音和震动。形态仿生飞行器的设计可以借鉴这些机制,实现更安静、平稳的飞行。

综上所述,形态仿生技术在飞行器研制中可以提供一系列的优势,包括改善气动性能、提高机动性和稳定性、轻量化设计、增加适应性和可操作性,以及降低噪音和震动等。这些优势促使研究人员在飞行器设计中广泛运用形态仿生技术,以实现更高效、灵活和环保的飞行器制造。

4 形态仿生飞行器设计的难点与现状

形态仿生飞行器虽然具有诸多优势,但是实际作业环节,由于生物具有多样性,再加上飞行器本身技术性很强,相关人员在设计形态仿生飞行器之时就还存在一些难点,需要相关人员结合飞行器发展现状进行分析。

4.1 形态仿生飞行器设计难点

现阶段仿生飞行器的设计难点主要有以下几个层面,首先是多学科融合,形态仿生飞行器研究涉及多个学科,如生物学、机械工程、航空学等。将这些学科的知识和方法融合起来,形成一个综合的研究框架是一个挑战。跨学科合作和集成的研究方法需要解决不同学科之间的沟通和协调问题。其次是复杂性和纷繁多样性,生物体在形态和机制上的复杂性使得形态仿生飞行器的设计和研究过程变得更加困难。生物体形态的多样性和适应性使得很难选择合适的生物模型,并将其转化为实际的飞行器设计。之后是缺乏准确的生物学数据,在模仿生物体进行飞行器设计时,准确的生物学数据是至关重要的。然而,对于一些生物体,特别是小型昆虫和微生物,我们对其详细的生物学特征和飞行机制了解有限。缺乏准确的生物学数据可能导致形态仿生飞行器设计的局限性;然后是技术限制和制造难度,一些生物体的形态和机制无法完全复制到飞行器中,由于技术和制造的限制。例如,某些昆虫的翅膀振动频率和振幅非常高,难以在飞行器中实现。因此,如何克服这些技术限制和制造难度是一个挑战^[2]。

此外还有效率和可行性, 尽管形态仿生飞行器具有潜在的性能优势, 但其应用的效率和可行性仍需进一步研究。在实际应用中, 形态仿生飞行器的性能与传统设计相比是否会有更好的表现仍然需要详细的实证研究。所以实际作业环节, 形态仿生理论在飞行器研究中的应用仍面临一些挑战和难点, 需要进一步地研究和探索, 以克服技术和学科的限制, 提高应用的效率和可行性。

4.2 形态仿生飞行器发展现状

现阶段的仿生飞行器发展较为迅速, 专业的技术人员结合多种生物的飞行特点实现了飞行器的发展。主要有翅膀结构仿生设计、飞行稳定性和机动性仿生设计、飞行器结构仿生设计、智能控制和感知系统仿生设计以及超小型仿生飞行器等。总的来说, 形态仿生飞行器设计正积极发展, 不断取得突破。通过借鉴生物的形态、结构和功能, 形态仿生飞行器可以提高气动性能、机动性和稳定性, 实现轻量化设计和灵活操纵, 并具备更智能的感知和控制能力。随着进一步研究和技术的进展, 形态仿生飞行器有望在未来实现更多的创新和应用。

5 形态仿生飞行器设计策略

5.1 飞行器机翼设计

机翼作为飞行器的关键组成, 直接影响设备质量, 需要相关人员加强对其的重视。首先是轻量化材料的使用, 借鉴生物体的结构和材料特性, 研究人员可以使用轻量化材料, 如碳纤维复合材料和微纳米结构材料, 降低飞行器的重量和能耗, 提高续航时间和携带能力。其次是翼型设计, 设计人员可以通过仿生设计研究不同动物的翅膀形态和结构, 借鉴其翼型优化飞行器的气动特性。这包括研究翼型的弯曲、厚度、纹理等特征, 以减小飞行器的阻力, 提高升力和操纵性能。然后是柔性翼膜的使用, 受到鸟类和昆虫翅膀的柔性特性启发, 研究人员开发了柔性翼膜技术。柔性翼膜可以通过调整形状和变化翼面结构, 实现更灵活的飞行控制和适应不同飞行环境^[3]。此外则是振翼飞行, 仿生振翼飞行器通过模仿昆虫的振翅方式, 使用振动机制代替传统的旋翼或固定翼设计。这种飞行方式能够提供高机动性和机器人结构的简单性, 适用于小型飞行器和狭小空间。

5.2 智能技术以及自动化技术的运用

先进技术的运用一直是科技发展的关键, 形态仿生飞行器的设计也需要借助先进技术的帮助。首先, 智能感知, 需要借鉴昆虫的感知机制, 通过视觉、声音和触觉等感知技术, 使飞行器能够实时感知和识别周围环境, 并作出相应的

反应。例如, 利用昆虫眼复合结构设计高分辨率的图像传感器, 或利用声呐技术进行定位和跟踪。其次, 实现生物驱动, 利用仿生设计的驱动机制, 如基于肌肉或液压系统的手段, 实现飞行器运动的快速、精准和高效。这可以使飞行器具备更高级的机动性和自主性能。然后是自适应控制^[4]。仿生飞行器设计中, 研究人员使用自适应控制算法和机制, 使飞行器能够根据环境变化和任务需求, 自动调整和优化其运动和行为, 提高适应性和智能化水平。

5.3 形态与功能对应

在形态仿生设计中, 首先需要确定飞行器所需的功能, 并找到与之相对应的生物形态。例如, 如果需要通过高机动性, 可以参考昆虫的翅膀结构; 如果需要长时间飞行, 可以参考鸟类的翼型和羽毛结构。而要想落实这一目标, 就需要进行模型测试。形态仿生飞行器设计过程中, 需要将设计方案进行模型制作和实验测试。通过测试结果的观察和分析, 可以对设计进行优化和改进, 提高飞行器的性能和可控性。此外, 由于生物的形态通常具备多种功能, 如飞行、滑行、潜水等。所以设计人员还可以借鉴生物的多模态能力, 设计具备多种功能的形态仿生飞行器, 提高其适应性和应用范围。

5.4 材料选择和特性优化

借鉴生物的材料特性, 选择适当的材料, 如轻量化复合材料、柔性材料或有机材料等, 以实现更好的性能和适应性。此外, 也可以通过改良材料的物理和化学性质, 如增加材料的柔韧性、耐疲劳性和抗冲击性能, 以提高飞行器的耐用性和可靠性。

6 结语

总而言之, 仿生学原理在飞行器设计中的应用, 一方面提高了飞行器的技术含量提高了飞行器飞行、导航、服务等各项功能的发展; 另一方面为新型飞行器设计提供了新的发展思路, 就需要相关人员加强对其的重视。

参考文献

- [1] 叶锦涛, 刘凤丽, 郝永平等. 一种超低空飞行的仿生扑翼飞行器的设计及分析[J]. 工程设计学报, 2021, 28(4): 473-479.
- [2] 胡楠, 张卫平, 吴凡等. 仿昆虫扑翼飞行器三维整体设计及制造[J]. 机械设计与制造, 2016(10): 107-109.
- [3] 郝维东. 仿生视角下军用运输无人机造型优化设计[D]. 西安: 西安工业大学, 2021.
- [4] 沈海军, 余翼. 形态仿生飞行器研制进展及关键技术[J]. 航空工程进展, 2021, 12(3): 9-19.