

设计与制造Ⅱ（2025年度）课程项目展

项目名称：仿生蝴蝶

小组成员：张宸翰、张俊雄、沈雯婧

指导老师：李祥

组号:D11

I、项目介绍

1. 项目背景

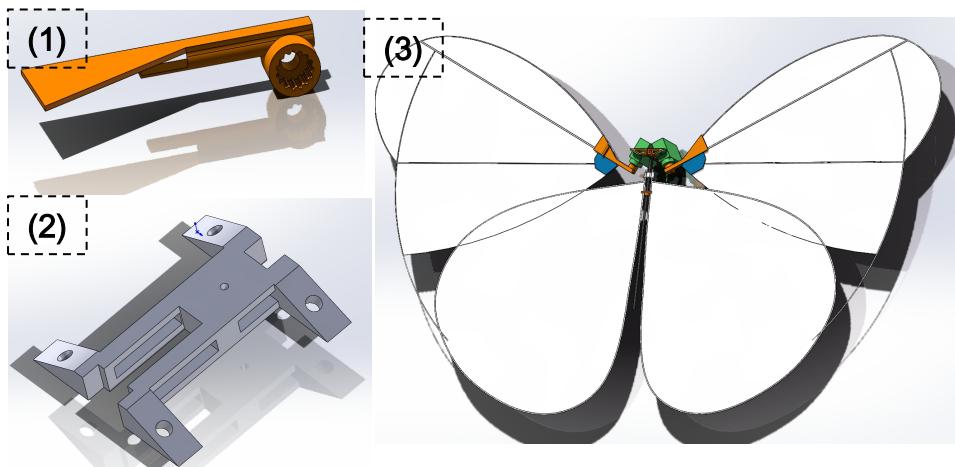
传统微型无人机在高能耗与高噪音方面的局限性制约了其在复杂环境下的作业能力，本项目以自然界蝴蝶为原型，研发出一款具备高机动性、高集成度且支持无线遥控的低能耗仿生扑翼飞行器。

2. 项目方案与产品定位



采用碳纤维骨架与 OPP 膜，首创类三角桁架加固工艺，解决翼面纵向失稳。集成双舵机直驱机构，可以实现1-4Hz变频扑动及转向等多姿态控制。定位于室内巡检、环境监测及仿生教育领域。

3. 建模设计

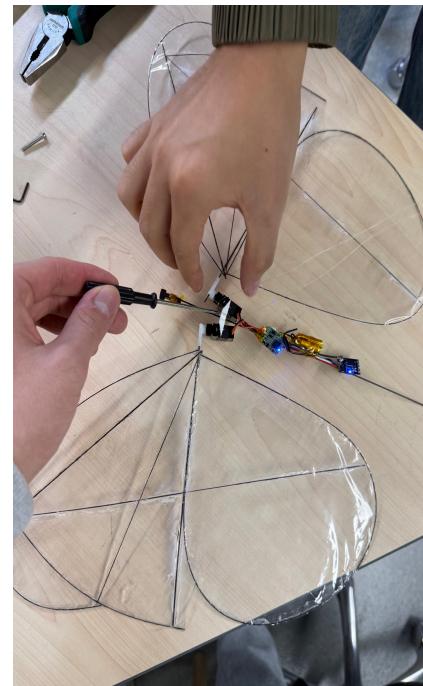


(1) 翅膀连接件—动力传输：核心处设计有精密微孔结构，用于穿插并锚定0.8mm碳纤维主脉。并且延伸出的片状件可以夹持住前翅核心受力点，避免周向位移。

(2) 舵机连接件：设计了具备预设补偿倾角的驱动臂，通过偏心连接将舵机的往复旋转转化为扑翼运动，确保翅膀在扑动过程中自动形成最佳迎风角，提升升力效率。

(3) 完整装配体：含翅膀、翅膀、主轴、舵机各部分。

II、样机制作



- **类三角桁架补强：**在放射状主脉间增设竖向支撑碳棒，抑制拍击损耗，且前翅带动后翅可提供前进力。
- **运动模拟与分析：**确保翅膀扇动过程中左右翅膀升力一致，不出现垂直面的倾斜和反转。
- **升力理论计算：**基于流体力学准定常模型，理论解算单侧升力 $L \approx 0.258N$ ，整机起飞临界阈值为51g，实际测试整机约31g，满足要求。

III、创新点

本仿生蝴蝶创新点为：

- **高可靠复合粘接工艺：**502 与 B7000 分步粘接，达到预紧与循环应力的吸收，有效解决了较高频振动下节点易疲劳断裂的问题。
- **轻量化能源系统：**自主设计并封装了高能效比微型电池组，大幅减重。
- **智能滤波处理：**对遥控信号进行一阶低通滤波，对控制信号实时平滑与去噪，提高飞行稳定性。
- **相位差扑翼设计：**后翅通过 B7000 柔性胶层锚定于前翅末端，结合纵向碳纤翅膀脉的微刚性约束，前后翅产生非对称相位差扑动，增强涡流升力。

致谢

感谢课程教师的指导与支持！

感谢实验中心与指导老师的答疑与帮助！

感谢所有为本项目提供帮助的组员与同学！