

# 无人系统设计

课 程：软件工程专业-专业实践类课程

学 分：3

总课时：48

课程参考教材：

《认识飞行（第二版）》 / 《Understanding Flight, 2<sup>nd</sup>》

作者：David F. Anderson, Scott Eberhardt

译者：周尧明（2019年） / 韩莲（2011年）

北京联合出版公司2019.07 / 航空工业出版社2011.01

授课教师：王赓

课程助教：李旭辉、蒋李康、方俊杰、张源娣、范文婷、曹恺洋、杨道

## 无人系统设计

课 程：软件工程专业-专业实践类课程（交叉课）

学 分：3

总课时：48

### 课程前序

参考课程教学大纲、及部分视频.....

推荐思考：

【1】 <https://mp.weixin.qq.com/s/na0XforgbqvQMDMo-rRpSQ>（狗斗）

【2】 [https://mp.weixin.qq.com/s/m4n26xt8xK\\_R3rTEnwKoqw](https://mp.weixin.qq.com/s/m4n26xt8xK_R3rTEnwKoqw)（双座）

## 课程主要内容

### (1) 认识飞行

- ▣ 牛顿力学（作用力与反作用力）
- ▣ 刚体转动（转矩、陀螺、进动） / 大学物理基础

### (2) 认识多种多样的无人飞行系统

- ▣ 飞行原理
- ▣ 动力技术（螺旋桨、喷气式）

### (3) 控制技术

- ▣ 飞行操纵原理（机翼、襟翼、旋翼、尾桨、自动倾斜器）
- ▣ 作动器（电动机、舵机（PWM调制））
- ▣ 传感器（电子指南针、加速度计、陀螺仪、GPS、高度计、高速相机、全景相机、……）
- ▣ 电子控制器（PID算法、飞行控制原理与算法）

### (4) 飞行性能（飞行性能指标体系、稳定性、可靠性、易操作性）

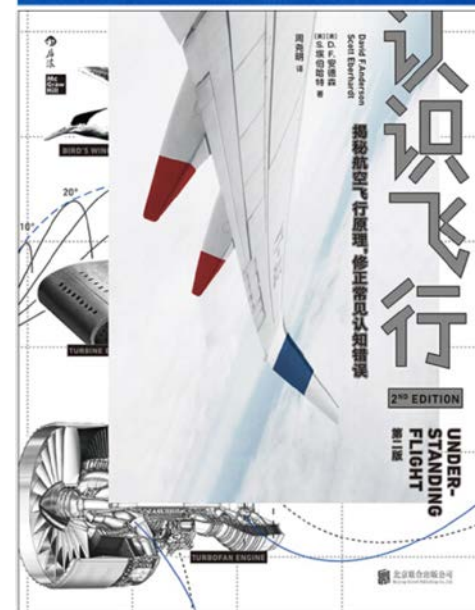
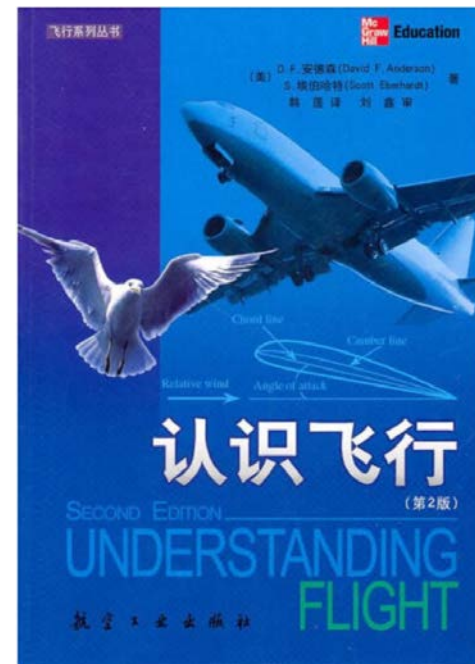
## 课程主要内容

- (5) 基于4旋翼、固定翼模型机的认知验证实验  
(含早期自由组合发现学习过程)
- (6) 仿真技术
  - ▣ 飞行器建模 (动力学、运动学) / 大学物理基础、高等数学
  - ▣ 软件技术 (Unity3D、Matlab/Simulink)
- (7) 仿真技术实践 (半实物)
  - ▣ **Dog Fight** (狗斗) 战机模拟格斗对抗系统
  - ▣ 软件技术 (Unity3D、Matlab/Simulink、图像处理技术、人工智能AI技术、计算加速技术 .....
- (8) 发挥想象力和所学的自由拓展设计 (理论设计/尽量据情实验验证)
- (9) 课程综合设计与答辩

## 无人系统设计

参考教材（以下两版内容一致）：

- 《认识飞行（第二版）》  
《Understanding Flight, 2nd》  
作者：David F. Anderson,  
Scott Eberhardt  
译者：韩莲（2011年）  
出版：航空工业出版社，2011.01
- 《认识飞行（第二版）》  
《Understanding Flight, 2nd》  
作者：David F. Anderson,  
Scott Eberhardt  
译者：周尧明（2019年）  
出版：北京联合出版公司，2019.07



参考教材《认识飞行（第二版）》 / 《Understanding Flight, 2nd》

作者简介：

## 作者简介

D.F.安德森 (David F.Anderson)，私人飞行员，一生热爱飞行；拥有西雅图华盛顿大学的学位和哥伦比亚大学物理学博士学位。曾在洛斯阿拉莫斯国家实验室、瑞士日内瓦的欧洲核研究组织和费米国家加速器实验室从事高能物理工作30年。

S.埃伯哈特 (Scott Eberhardt)，私人飞行员，在波音商用飞机产品开发部从事高升力空气动力学工作；拥有麻省理工学院的学位和斯坦福大学航空航天博士学位。在西雅图华盛顿大学航空航天系工作20年后，于2006年加入波音公司。



参考教材《认识飞行（第二版）》 / 《Understanding Flight, 2nd》  
作者简介：

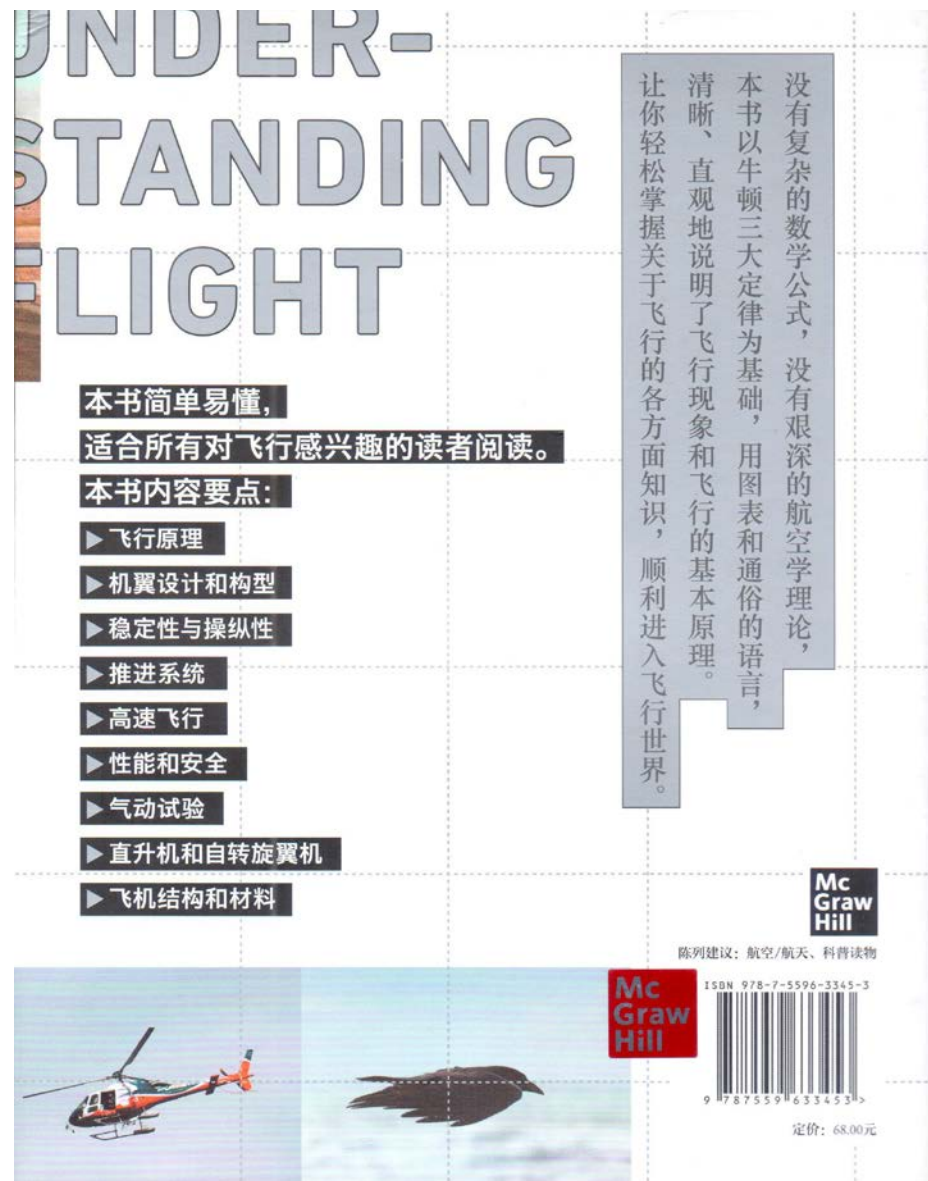
## About the Authors

**David F. Anderson** is a private pilot and a lifelong flight enthusiast. He has degrees from the University of Washington, Seattle, and a Ph.D. in physics from Columbia University. He has had a 30-year career in high-energy physics at Los Alamos National Laboratory, CERN in Geneva, Switzerland, and the Fermi National Accelerator Laboratory.

**Scott Eberhardt** is a private pilot who works in high-lift aerodynamics at Boeing Commercial Airplanes Product Development. He has degrees from MIT and a Ph.D. in aeronautics and astronautics from Stanford University. He joined Boeing in 2006 after 20 years on the faculty of the Department of Aeronautics and Astronautics at the University of Washington, Seattle.

来源：<https://ishare.iask.sina.com.cn/f/13579517.html>

## 参考教材（以下两版内容基本一样）：





## 无人系统设计

参考教材：《认识飞行（第二版）》  
《Understanding Flight, 2nd》

飞机必须产生足够的升力才能克服重力，升空飞行，这是飞机飞行的基本原理。然而，要对这一基本原理进行符合逻辑的解释，并不是一件简单的事。

为了使更广大的读者能够轻松理解有关飞行和飞机的各种知识，本书以牛顿三大定律为基础，解释了有关飞行的几乎所有方面的问题。

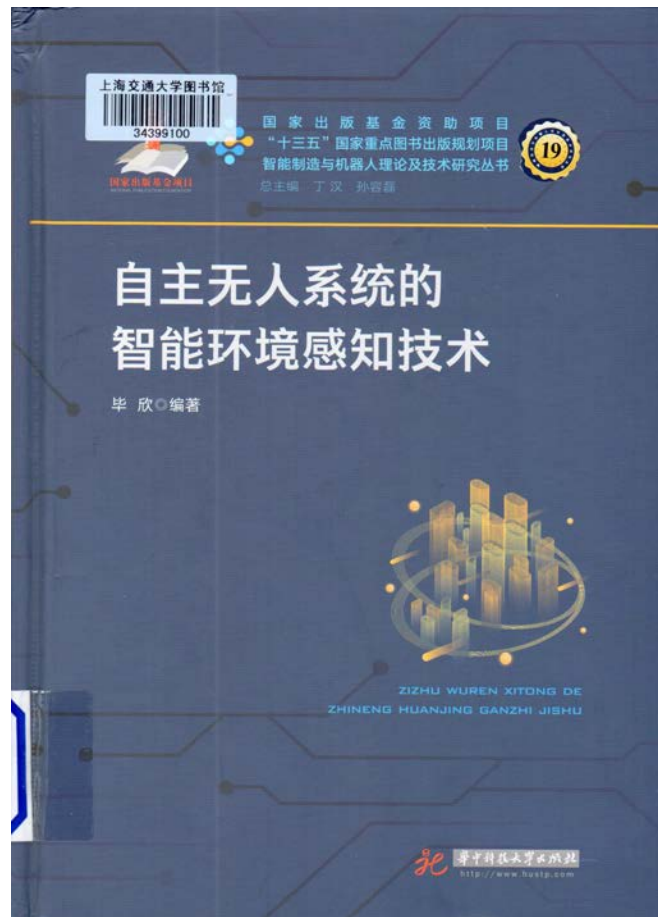
本书是初学者认识、理解飞行的一部简单的教程，适合所有对飞行感兴趣的人群阅读。

没有复杂的数学公式，没有艰深的航空学理论，本书以牛顿三大定律为基础，用图表和通俗的语言，清晰、直观地说明了飞行现象和飞行的基本原理，让你轻松掌握关于飞行的各方面知识，顺利进入飞行世界。

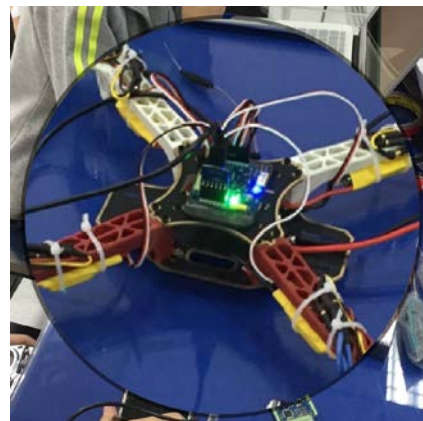
## 无人系统设计

其他参考教材（原始知识索引）：

- 《**自主无人系统的智能环境感知技术**》  
作者：毕欣  
华中科技大学出版社，2020.05
- 《**无人机空气动力学与飞行原理**》  
作者：符长青  
西北工业大学出版社，2018.06
- 相关**MATLAB-Simulink**应用技术参考书
- 相关**Unity3D**应用技术类参考书
- 《**无人机fab-lab实习手册2.0**》  
上海交通大学学生创新中心编写



## 课程实践可选实物平台/套件



- 交大学生创新中心：多种型号飞行器（多旋翼）实验套件（n多套）
- 交大图书馆：大疆Tello Talent 教育版（4旋翼）（40套）

Tello Talent教育版：

内含一块电池、两套桨叶、一套桨叶保护罩、一根USB线及一套任务卡

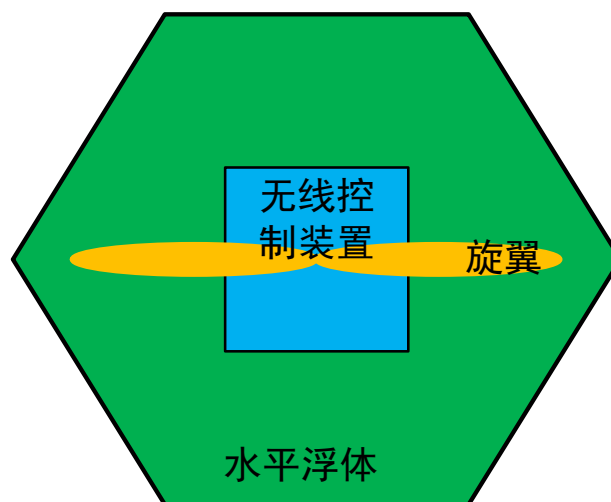
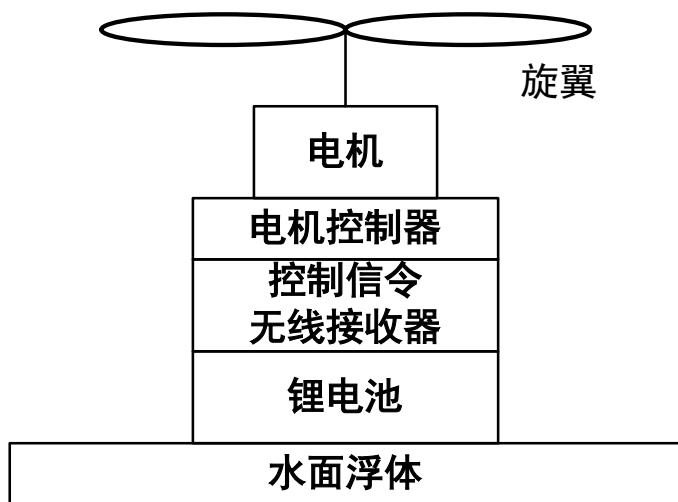
- 1、飞行器总重量不超过87克，尺寸不超过98×92.5×41 mm。
- 2、飞行器配备红外传感器、气压计、前视及下视摄像头，支持录像拍照功能。摄像头最大分辨率不小于2592\*1936，支持720P高清录像。
- 3、飞行器具有高清720p图传，图传距离不小于100m。
- 4、飞行器具有WIFI AP模块，支持与PC端、手机移动端及路由器等多种设备连接。
- 5、飞行器支持SDK开发，支持Arduino，Micro Python编程控制，实现编程控制坐标飞行、弧线飞行、实时获取多种传感器数据等功能。
- 6、飞行器支持视觉识别配套任务卡，针对任务卡下达精准编程飞行指令。
- 7、飞行器支持多台飞行器同时连接指定路由器，通过PC编程同时控制多台飞行器进行多机编队任务。
- 8、14pin 扩展口（I2C，UART，SPI，GPIO，PWM，电源）；可编程点阵LED（IIC数据接口、自动矩阵扫描、全局亮度256级可调、单像素红蓝LED亮度256级独立可调、自动呼吸灯功能）；红外深度传感器（TOF），最大测量距离2m



## 学生创新中心试制实验类教具

- 可浮于水面之上的单旋翼模组
- 包含：单电机+旋翼、电机控制器、无线控制信令接收器、锂电池、四边形/六边形浮板。

### 独立的模块化单旋翼水面单元



- 用于同学们组合学习验证和发现多旋翼模组的飞行原理与控制原理。

## 无人系统设计 — 软院课程重点

### ■ 课程目的：

引导同学们能够基于无人系统应用研制目标，在实践中系统提升自己发现问题能力和能够活学活用以往所学解决实际问题的综合系统能力。

### ■ 课程内容主体：

课程以无人自主飞行器和地面服务机器人设计为骨干，内容包括固定翼飞机和直升机飞行操纵原理、地面移动服务机器人控制原理、通信数据链技术、任务的表达与行为规划等知识表示技术、路径规划技术、传感器技术和自动控制技术等。其中，**基于视觉图像处理的环境感知技术和对象认知技术、基于三维游戏引擎的无人系统软件仿真技术等，是软件工程专业同学在该课程上重点发挥和实践运用的专业技术。**

### ■ 课程要求：

要求同学们在掌握无人系统设计原理的基础上，能够系统理解无人系统设计中最核心的感知与决策问题，并能结合自己所学及已有专业基础，包括牛顿力学/大学物理、高等数学等专业基础，基于Unity3D、MATLAB/Simulink、图像处理技术、人工智能AI技术、计算加速技术等工具和软件技术，设计实现一款自己的、满足实际现实物理条件约束的无人系统仿真运行系统。



## 课程绪论

### (1) 认识飞行

- ▣ 飞行的核心

### (2) 人类的飞行梦想和想象力

- ▣ 仿生

- ▣ 探索试验

- ▣ 技术抽象（理论）

### (3) 同学们的想象力



## 课程绪论

### (1) 认识飞行

#### ▣ 飞行的核心

怎么能飞起来？

## 认识飞行（广义的飞行）



**站在风口上，猪都能飞起来**

雷军（小米科技CEO）

## 飞行的核心 —— 足够强的力量



**有把足够强的力量！**

**足够强的力量，是必需基础！**

## 飞行的核心 —— 足够强的力量



**有把足够强的力量！**

**足够强的力量，是必需基础！**



## 认识飞行（广义的飞行）

### 风口上的猪都是练过功的

雷军再谈“飞猪理论”（2015年）



## 认识飞行（广义的飞行）



一个小问题：

螺旋桨飞机的拉进式和推进式，哪种形式更容易操控？

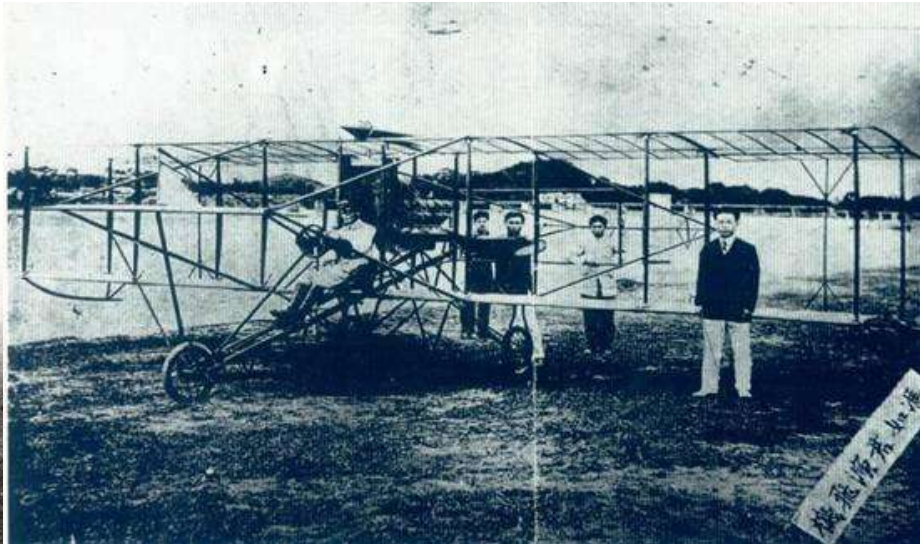
火箭呢？

（一个钱学森的小故事）

## 人类的飞行梦想和想象力 —— 仿生



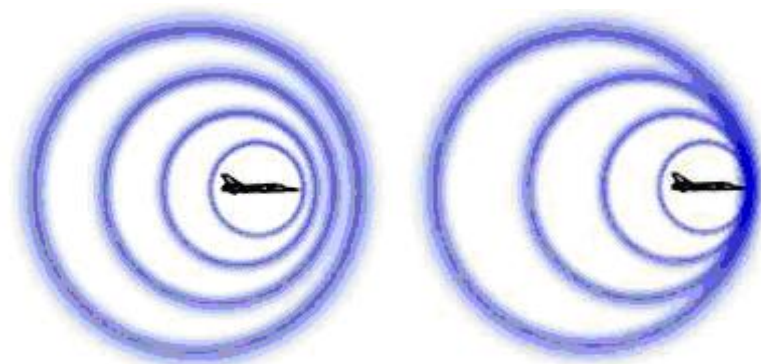
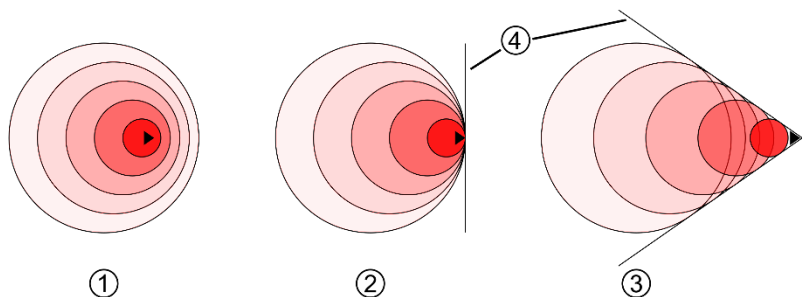
## 人类的飞行梦想和想象力 —— 探索试验





## 人类的飞行梦想和想象力 —— 探索试验

### 关于突破音障的一个小故事



亚音速飞行的波形图

音速飞行的波形图



## 人类的飞行梦想和想象力 —— 技术抽象（理论）

■ 从狭义上讲，航空航天类专业包括飞行器设计与工程、飞行器动力工程、飞行器制造工程、飞行器环境与生命保障工程、探测制导与控制技术等主体学科专业。

■ 无论是飞机还是航天飞行器，都是综合科学技术的结晶，涉及材料、电子通讯设备、仪器仪表、遥控遥测、导航、遥感等诸方面。

■ 因此从广义上讲，材料科学与工程、电子信息工程、自动化、计算机、交通运输、质量与可靠性工程等都是航空航天技术不可或缺的学科专业。

推荐阅读：【1】<https://ishare.iask.sina.com.cn/f/13579517.html>（未来汽车=计算机装上轮子）【2】<https://baike.baidu.com/item/%E5%9F%83%E9%9A%86%C2%B7%E9%A9%AC%E6%96%AF%E5%85%8B/3776526?fromtitle=%E9%A9%AC%E6%96%AF%E5%85%8B&fromid=17200149&fr=aladdin>（马斯克）

## 同学们的想象力和联想能力



牛顿与苹果的故事（虽然不知真假）



放飞同学们的想象力和联想力

有一个现象：不知对同学们有什么启示？



打水漂漂（同学们都可以说说 🤔 ）

## 课程主要内容

### (1) 认识飞行

- ▣ 牛顿力学（作用力与反作用力）
- ▣ 刚体转动（转矩、陀螺、进动） / 大学物理基础

### (2) 认识多种多样的无人飞行系统

- ▣ 飞行原理
- ▣ 动力技术（螺旋桨、喷气式）

### (3) 控制技术

- ▣ 飞行操纵原理（机翼、襟翼、旋翼、尾桨、自动倾斜器）
- ▣ 作动器（电动机、舵机（PWM调制））
- ▣ 传感器（电子指南针、加速度计、陀螺仪、GPS、高度计、高速相机、全景相机、……）
- ▣ 电子控制器（PID算法、飞行控制原理与算法）

### (4) 飞行性能（飞行性能指标体系、稳定性、可靠性、易操作性）

## 课程主要内容

- (5) 基于4旋翼、固定翼模型机的认知验证实验  
(含早期自由组合发现学习过程)
- (6) 仿真技术
  - ▣ 飞行器建模 (动力学、运动学) / 大学物理基础、高等数学
  - ▣ 软件技术 (Unity3D、Matlab/Simulink)
- (7) 仿真技术实践 (半实物)
  - ▣ **Dog Fight** (狗斗) 战机模拟格斗对抗系统
  - ▣ 软件技术 (Unity3D、Matlab/Simulink、图像处理技术、人工智能AI技术、计算加速技术 .....
- (8) 发挥想象力和所学的自由拓展设计 (理论设计/尽量据情实验验证)
- (9) 课程综合设计与答辩



# Question & Answer

任何疑问和建议，请不要犹豫！

王 赓: [wgeng@sjtu.edu.cn](mailto:wgeng@sjtu.edu.cn)



谢 谢！

