

## 无人机应用技术专业核心课程标准

专业名称：	无人机应用技术
专业代码：	460609
学    制：	三年制高职
适用年级：	2024 级
制订时间：	2024 年 8 月

岳阳现代服务职业学院

## 《无人机飞行控制技术》

# 课 程 标 准

制定人：胡骏

航空工程学院

二〇二四年八月

## 目 录

### 一、课程基本信息

### 二、课程性质与任务

#### （一）课程性质

#### （二）课程任务

#### （三）学情分析

### 三、课程目标与要求

#### （一）课程目标

#### （二）课程要求

### 四、课程结构与内容

#### （一）课程结构

#### （二）课程内容

### 五、课程实施与保障

#### （一）课程实施

#### （二）课程保障

### 六、课程考核与评价

### 七、课程进程与安排

## 一、课程基本信息

课程名称	无人机飞行控制技术	课程代码	624311
课程学时/学分	48/3	课程类型	专业核心课（必修课）
适应专业	无人机应用技术专业	开设学期	第四学期
执笔人	胡骏	制定日期	2024 年 8 月
课程团队成员	胡骏、吴德华、杨静、余学颖		
课程审核	教研室主任：杨静		
	专业带头人：吴德华		
	二级学院（部）负责人：吴德华		
	教务处负责人：李景福		

## 二、课程性质与任务

### （一）课程性质

《无人机飞行控制技术》是无人机应用技术专业的专业核心课程。在课程设置上，有《高等数学》《机械制图》《无人机导论与飞行法规》《C 语言程序设计》《电工电子技术》《空气动力学与飞行原理》《单片机与嵌入式系统》《传感器与检测技术》《无人机操控技术》《无人机组装与调试》等先修课程，使学生具备了学习本课程所必须的基础知识和技能；同期还开设了《无人机结构与系统》《无人机电机与电调技术》《无人机任务载荷》《无人机维护技术》《无人机行业应用技术》《无人机模拟仿真实训》等课程，为《无人机航拍技术》《无人机测量技术》《无人机任务规划》《航拍摄影后期制作》《岗位实习》《毕业设计与答辩》等后续课程的学习提供了专业知识和技能基础，更为职业生涯发展奠定基础。

本课程以职业岗位群需要确定培养目标，根据高等职业教育特点，重点考虑理论知识教学和职业技能训练的有机统一，既保证高等教育所必需的知识理论要求，又突出无人机应用技术专业职业教育的特点，强化职业技能训练和能力培养，做到理论教学、实验教学和教学研究相结合。通过实验教学，使学生巩固课堂理论知识，加深对航空业的基本管理原理的理解，掌握从事无人机装配调试、飞行操控等工作的基本技能，并运用相关理论处理一些实际问题。

### （二）课程任务

通过本课程的学习，学生掌握多旋翼无人机基础知识、飞行控制原理、STM32 相

关技术、电机控制原理、无线通信、姿态解算、PID 控制、定高定点飞行以及导航和测控系统等方面的知识。具备运用所学知识进行无人机设计、调试和飞行控制的能力，培养严谨的科学态度、创新思维和团队合作素养，为无人机行业的发展输送专业技术人才。

### （三）学情分析

对于《无人机飞行控制技术》这门课程，大二学生经过一年专业学习，有一定基础和实践经验，对无人机应用技术有认知和兴趣。但在飞行控制技术方面仍处学习阶段，动手能力需提升，对抽象飞行原理理解有难度。学生有好奇心和探索欲，可激发积极性。团队合作有经验，但在无人机任务中沟通协作能力需进一步培养。

## 三、课程目标与要求

### （一）总体目标

本课程旨在培养学生成为具备扎实的无人机飞行控制技术专业知识和实践技能的应用型人才，使学生能够适应无人机技术不断发展的需求，为无人机在各个领域的广泛应用提供有力的技术支持。

### （二）具体目标

#### 1. 素质目标

- （1）培养学生严谨认真的科学态度，确保无人机设计和操作的准确性和安全性。
- （2）增强学生的创新意识，鼓励在无人机飞行控制技术领域进行技术创新和应用拓展。
- （3）提升学生的团队合作精神，共同完成复杂的无人机项目任务。

#### 2. 知识目标

- （1）系统掌握多旋翼无人机的基础知识，包括概况、应用领域、组成和开源飞控等。
- （2）熟悉无人机飞行控制原理，包括控制器、PID 控制、力学原理和四旋翼结构与原理等。
- （3）了解 STM32 相关技术，包括概述、软硬件环境搭建和编程方法。
- （4）掌握电机控制原理，包括步进电机、直流电机、卡尔曼滤波和互补滤波等。
- （5）熟悉无人机无线通信技术和遥控器设计。
- （6）了解无人机的姿态解算、定高定点飞行、导航系统和测控系统等知识。

### 3. 能力目标

- (1) 能够熟练使用 STM32 进行无人机的编程和控制。
- (2) 具备无人机电机控制和无线通信的设计与实现能力。
- (3) 掌握无人机姿态解算、定高定点飞行的实现方法。
- (4) 能够进行无人机导航系统和测控系统的应用与调试。

### (三) 课程要求

#### 1. 坚持立德树人

《无人机飞行控制技术》课程教学要落实立德树人根本任务，充分挖掘本课程思政元素，将社会主义核心价值观融入教学全过程，使学生在思考、辨析、解决问题的过程中，能站稳立场、明辨是非、行为自律、知晓责任。

#### 2. 提升专业技能

在教学设计时，基于无人机应用技术岗位工作流程和典型工作任务，引入企业真实案例和项目，并融入岗赛证内容与要求；在课堂教学中，采用理论与实践相结合的教学方式，让学生在学中做、做中学，提升学生专业技能和综合应用能力。

#### 3. 培养创新意识

在教学过程中，根据学生的学习基础，创设适合学生的教学环境与活动，引导学生开展自主学习、协作学习、探究学习，并进行分享和合作。同时，引导学生学会根据自身需要，自主选择学习平台，创设学习环境，形成自主学习的能力和习惯。

## 四、课程结构与内容

### (一) 课程结构

《无人机飞行控制技术》是一门实践性较强的专业核心课程，根据无人机应用技术岗位工作内容、高职教育人才培养目标和本专业人才培养方案，融入 CAAC 无人机执照考试要求及 AOPA 无人机驾驶员合格证理论考试内容与要求，遵循“理论以‘必须、够用’为度，实践以‘强能、致用’为本”的原则，按照从简单到复杂、从单项到综合的思路，序化课程内容，精心设计“多旋翼无人机基础知识”“飞行控制原理”“STM32 认识及软硬件环境”“外设应用”“电机控制原理”“无人机无线通信”“遥控器设计”“无人机的姿态解算”“无人机 PID 控制”“定高飞行”“定点飞行”“无人机导航系统基础知识”“无人机测控系统”等十三个模块，针对每个模块，按

实际操作步骤和内容设置了相关任务。在教学实施过程中，突出实践教学、重视学生动手操作能力的培养，实现教学与工作岗位、工作内容的有效对接。

表 1 课程结构一览表

序号	项目	任务	课时
1	模块一 多旋翼无人机基础知识	任务 1：无人机概况	0.5
		任务 2：无人机应用领域及发展史	0.5
		任务 3：多旋翼无人机的组成	0.5
		任务 4：开源飞控	0.5
2	模块二 飞行控制原理	任务 1：无人机控制器概述	1
		任务 2：无人机的 PID 控制器	1
		任务 3：旋翼无人机的力学原理	1
		任务 4：四旋翼无人机的结构和飞行原理	1
3	模块三 STM32 认识及软硬件环境	任务 1：STM32 概述	1
		任务 2：STM32 软硬件环境搭建（初始化）	1
		任务 3：STM32 C 语言编程简介	2
4	模块四 外设应用	任务 1：GPIO 功能介绍	1
		任务 2：STM32 复用引脚功能介绍	1
		任务 3：STM32 总线介绍	2
5	模块五 电机控制原理	任务 1：步进电机控制	1
		任务 2：直流电机控制	1
		任务 3：卡尔曼滤波	1
		任务 4：互补滤波	1
6	模块六 无人机无线通信	任务 1：无人机无线通信简介	1
		任务 2：无人机无线通信原理	1
		任务 3：STM32 单片机实现 NRF24 通信编	2
7	模块七 遥控器设计	任务 1：遥控器硬件和软件	1

序号	项目	任务	课时
		任务 2: 遥控器数据解析及逻辑控制	1
8	模块八 无人机的姿态解算	任务 1: MPU6050 姿态解析	1
		任务 2: 姿态解算	1
9	模块九 无人机 PID 控制	任务 1: PID 控制基础	1
		任务 2: 四旋翼无人机 PID 控制器的实现	1
10	模块十 定高飞行	任务 1: 高度传感器	1
		任务 2: 互补滤波器	1
		任务 3: 气压传感器的配置方法及数据的读	1
		任务 4: 高度控制器以及程序设计	1
11	模块十一 定点飞行	任务 1: 光流传感器与导航	1
		任务 2: 光流数据与 IMU 数据融合	1
		任务 3: 水平位置 PID 控制器设计	1
		任务 4: 水平位置 PID 控制程序设计	1
		任务 5: 光流传感器与激光测距传感器程序	2
		任务 6: PID 参数调试	1
		任务 7: 使用事项及常见问题处理	1
12	模块十二 无人机导航系统基础知识	任务 1: 惯性导航系统认识	1
		任务 2: 卫星导航系统认识	1
		任务 3: 其他导航系统认识	2
13	模块十三 无人机测控系统	任务 1: 测控系统认识	1
		任务 2: 任务规划与航迹规划	1
		任务 3: 地面站认知	2

## （二）课程内容

本课程总课时 48 节，课程具体教学内容和实训项目见表 2。



表 2 课程教学内容一览表

序号	项目	任务	教学目标	教学内容	实训项目	课时
1	模块一 多旋翼无人机基础知识	任务 1: 无人机概况	了解无人机的基本概念、类型和特点。	介绍无人机的定义、分类、发展历程及应用领域。	分析不同类型无人机的特点和应用场景。	0.5
		任务 2: 无人机应用领域及发展史	掌握无人机在不同领域的应用及发展趋势。	讲解无人机在军事、民用等领域的具体应用, 以及其发展历史和未来趋势。	调研无人机在特定领域的应用情况。	0.5
		任务 3: 多旋翼无人机的组成	熟悉多旋翼无人机的各个组成部分。	阐述多旋翼无人机的机身、动力系统、控制系统等组成部分的功能和特点。	拆解和组装多旋翼无人机模型。	0.5
		任务 4: 开源飞控	了解开源飞控的概念和特点。	介绍开源飞控的优势、常见类型及应用。	安装和调试开源飞控。	0.5
2	模块二 飞行控制原理	任务 1: 无人机控制器概述	理解无人机控制器的作用和分类。	讲解无人机控制器的功能、类型及工作原理。	分析不同类型无人机控制器的性能。	1
		任务 2: 无人机的 PID 控制器	掌握无人机 PID 控制器的原理和调整方法。	分析 PID 控制器的参数对无人机飞行性能的影响, 以及调整方法。	调整无人机 PID 参数并进行飞行测试。	1
		任务 3: 旋翼无人机的力学原理	了解旋翼无人机的力学原理。	介绍旋翼无人机的升力、推力、力矩等力学原理。	分析旋翼无人机的力学模型。	1
		任务 4: 四旋翼无人机的结构和飞行原理	掌握四旋翼无人机的结构和飞行原理。	阐述四旋翼无人机的结构特点和飞行控制原理。	模拟四旋翼无人机的飞行过程。	1
3	模块三 STM32 认识及软硬件环境	任务 1: STM32 概述	了解 STM32 微控制器的特点和应用。	介绍 STM32 的性能、功能和应用领域。	分析 STM32 在无人机中的应用案例。	1
		任务 2: STM32 软硬件环境搭建(初始化)	掌握 STM32 软硬件环境的搭建方法。	讲解 STM32 开发环境的安装、配置和初始化方法。	搭建 STM32 开发环境并进行简单编程。	1
		任务 3: STM32 C 语言编程简介	了解 STM32 的 C 语言编程方法。	介绍 STM32 的 C 语言编程基础和常用库函数。	编写简单的 STM32 C 语言程序。	2
4	模块四 外设应用	任务 1: GPIO 功能介绍	掌握 STM32 的 GPIO 功能和应用。	讲解 GPIO 的输入输出模式、配置方法 and 应用场景。	使用 GPIO 控制外部设备。	1

序号	项目	任务	教学目标	教学内容	实训项目	课时
		任务 2: STM32 复用引脚功能介绍	了解 STM32 的复用引脚功能。	介绍复用引脚的概念、配置方法 and 应用。	使用复用引脚实现特定功能。	1
		任务 3: STM32 总线介绍	了解 STM32 的总线结构和功能。	介绍 STM32 的总线类型、特点和应用。	分析 STM32 的总线通信过程。	2
5	模块五 电机控制原理	任务 1: 步进电机控制	掌握步进电机的控制方法。	讲解步进电机的工作原理、控制方式和应用。	使用 STM32 控制步进电机。	1
		任务 2: 直流电机控制	掌握直流电机的控制方法。	介绍直流电机的工作原理、调速方法和应用。	使用 STM32 控制直流电机。	1
		任务 3: 卡尔曼滤波	了解卡尔曼滤波的原理和应用。	讲解卡尔曼滤波的算法原理和在电机控制中的应用。	使用卡尔曼滤波算法对电机数据进行处理。	1
		任务 4: 互补滤波	了解互补滤波的原理和应用。	介绍互补滤波的算法原理和在电机控制中的应用。	使用互补滤波算法对电机数据进行处理。	1
6	模块六 无人机无线通信	任务 1: 无人机无线通信简介	了解无人机无线通信的方式和特点。	介绍无人机常用的无线通信技术和协议。	分析无人机无线通信的性能。	1
		任务 2: 无人机无线通信原理	掌握无人机无线通信的原理。	讲解无线通信的信号传输、调制解调等原理。	模拟无人机无线通信过程。	1
		任务 3: STM32 单片机实现 NRF24 通信编程要点	掌握使用 STM32 实现 NRF24 通信的编程方法。	介绍 NRF24 通信模块的特点和编程要点。	使用 STM32 和 NRF24 进行无线通信编程。	2
7	模块七 遥控器设计	任务 1: 遥控器硬件和软件	了解无人机遥控器的硬件和软件组成。	介绍遥控器的硬件电路设计和软件功能实现。	设计简单的无人机遥控器。	1
		任务 2: 遥控器数据解析及逻辑控制	掌握遥控器数据解析和逻辑控制方法。	讲解遥控器数据的格式、解析方法和逻辑控制流程。	实现遥控器数据的解析和逻辑控制。	1
8	模块八 无人机的姿态解算	任务 1: MPU6050 姿态解析	掌握 MPU6050 传感器的姿态解析方法。	介绍 MPU6050 的工作原理和姿态解算算法。	使用 MPU6050 进行姿态解算。	1
		任务 2: 姿态解算	深入理解无人机的姿态解算原理和方法。	分析不同姿态解算算法的优缺点和应用场景。	选择合适的姿态解算算法进行应用。	1
9	模块九 无人机 PID 控制	任务 1: PID 控制基础	掌握 PID 控制的基本原理和参数调整方法。	讲解 PID 控制的概念、原理和参数对系统性能的影响。	调整 PID 参数并观察系统响应。	1

序号	项目	任务	教学目标	教学内容	实训项目	课时
		任务 2: 四旋翼无人机 PID 控制器的实现	掌握四旋翼无人机 PID 控制器的实现方法。	分析四旋翼无人机 PID 控制的具体实现过程和算法。	编写四旋翼无人机 PID 控制程序。	1
10	模块十 定高飞行	任务 1: 高度传感器	了解高度传感器的类型和工作原理。	介绍常用的高度传感器及其特点和应用。	使用高度传感器进行高度测量。	1
		任务 2: 互补滤波器	掌握互补滤波器在定高飞行中的应用。	讲解互补滤波器的原理和在高度控制中的作用。	使用互补滤波器实现定高飞行。	1
		任务 3: 气压传感器的配置方法及数据的读取	掌握气压传感器的配置和数据读取方法。	介绍气压传感器的配置步骤和数据读取流程。	使用气压传感器进行高度测量和控制。	1
		任务 4: 高度控制器以及程序设计	掌握高度控制器的设计和程序实现方法。	分析高度控制器的算法和程序结构。	编写高度控制器程序并进行测试。	1
11	模块十一 定点飞行	任务 1: 光流传感器与导航	了解光流传感器在定点飞行中的作用。	介绍光流传感器的原理和在导航中的应用。	使用光流传感器进行导航。	1
		任务 2: 光流数据与 IMU 数据融合	掌握光流数据与 IMU 数据融合的方法。	讲解数据融合的算法和在定点飞行中的应用。	实现光流数据与 IMU 数据的融合。	1
		任务 3: 水平位置 PID 控制器设计	掌握水平位置 PID 控制器的设计方法。	分析水平位置控制的需求和 PID 控制器的设计过程。	设计水平位置 PID 控制器。	1
		任务 4: 水平位置 PID 控制程序设计	掌握水平位置 PID 控制程序的实现方法。	编写水平位置 PID 控制程序并进行测试。	实现水平位置 PID 控制。	1
		任务 5: 光流传感器与激光测距传感器程序设计	掌握光流传感器与激光测距传感器的程序设计方法。	介绍两种传感器的联合应用和程序设计要点。	编写光流传感器与激光测距传感器的程序。	2
		任务 6: PID 参数调试	掌握 PID 参数调试的方法和技巧。	讲解 PID 参数调试的过程和注意事项。	调试 PID 参数以实现定点飞行。	1
		任务 7: 使用事项及常见问题处理	了解定点飞行的使用注意事项和常见问题处理方法。	介绍定点飞行中的安全问题和故障排除方法。	处理定点飞行中的常见问题。	1
12	模块十二 无人机导航系统基础知识	任务 1: 惯性导航系统认识	了解惯性导航系统的原理和应用。	介绍惯性导航系统的组成、工作原理和应用场景。	分析惯性导航系统的性能。	1
		任务 2: 卫星导航系统认识	了解卫星导航系统的原理和应用。	介绍卫星导航系统的组成、工作原理和应用场景。	分析卫星导航系统的性能。	1

序号	项目	任务	教学目标	教学内容	实训项目	课时
		任务 3: 其他导航系统认识	了解其他导航系统的类型和特点。	介绍除惯性和卫星导航外的其他导航方式。	分析不同导航系统的优缺点。	2
13	模块十三 无人机测控系统	任务 1: 测控系统认识	了解无人机测控系统的组成和功能。	介绍测控系统的硬件和软件组成、功能和应用。	分析测控系统的性能。	1
		任务 2: 任务规划与航迹规划	掌握无人机任务规划和航迹规划的方法。	讲解任务规划和航迹规划的算法和实现过程。	进行无人机任务规划和航迹规划。	1
		任务 3: 地面站认知	了解无人机地面站的功能和操作方法。	介绍地面站的软件界面、功能模块和操作流程。	使用地面站进行无人机控制。	2

## 五、课程实施与保障

### （一）课程实施

#### 1. 课程理念

坚持以学习者为中心，按照“以学定教、以学施教、以学评教”的理念，教师根据岗位工作流程、课程内容特点和学生学情情况，融入岗赛证要求，挖掘课程思政元素和文化元素，制定教学策略；突出学生主体地位和教师的主导作用，精心设计教学流程和教学活动，通过情境体验、课堂互动、作品呈现等环节，让学生动起来，让课堂活起来；因材施教，鼓励和帮助学生个性化、差异化发展，使学生学有所思、学有所得、学有所用。

#### 2. 教学策略

教学模式：线上线下混合式。

教学方法：该课程采用混合式教学方法、任务驱动式教学方法以及项目教学方法等。

教学手段：依托智慧职教、爱课程、超星、钉钉、腾讯云等教学平台和微信学习群、QQ 学习群等，运用多媒体设备、动画、无人机应用技术专业实训设备、模型、挂图等教学资源和设备进行教学，动态记录学生的学习情况，教师可随时与学生互动，及时了解学生的整体和个体目标达成情况，为调整教学策略和个别辅导提供依据。

#### 3. 教学过程

课前导学：教师推送学习资源，发布学习任务；学生以小组为单位研讨，完成学

习任务；教师线上交流与答疑，了解学生自主学习情况，修改教学策略。

课中研学：围绕教学目标和教学重难点，针对课前自学环节的困惑和疑点，根据专业/学科课程特点和学生心理特征，精心设计教学流程，引导学生做中学、学中做，在问题导向、合作探究、师生互动、作品展示中习得知识、培养能力、提升素养。

课后践学：围绕教学目标，引导学生在课外活动中参与课程实践，拓展知识视野，践行文化价值，培育专业能力。课程实践活动原则上体现开放性（如企业调研、社会调查等）和合作性（小组或团队合作）。

#### 4. 课堂形态

适应“互联网+”信息化教学环境及学生学习特点，依托“智慧职教、爱课程、超星、钉钉、腾讯云”等智慧教育云平台和校内外实习实训基地，充分运用数字化课程资源、模拟仿真软件、教学仪器设备等教学资源 and 云计算、大数据、人工智能等现代教育技术，建设“云端课堂、实体课堂、仿真课堂、实境课堂”，使智慧教育覆盖教学的全过程，以学定教，打造高效课堂，促进学生个性化发展。

### （二）课程保障

1. 教学团队：课程教学团队由 1 名课程负责人、2-3 名专任教师、1-2 名企业兼职教师组成。

课程教学要求：

#### （1）课程负责人

课程带头人至少有 5 年以上无人机应用技术专业核心课程的教学或培训经验，具有讲师以上职称，同时具有 1 年以上航空类企业工作、实习、见习经历，能够较好的把握国内外无人机应用技术前沿动态，具有较强的教学能力，能广泛连接无人机应用企业，了解行业、企业对专业人才的需求实际，在课程教学设计、教学改革方面有较强的能力，在本专业领域有一定的影响力。

#### （2）专任教师

本科及以上学历，具有扎实的无人机应用技术专业相关的专业知识，具有 1 年以上企业实践经验，具有工程师、讲师、初级双师或以上职业资格。

#### （3）兼职教师

具有 3 年以上无人机应用技术企业工作或管理经验，年龄不超过 50 岁，具有娴熟的无人机操控技术，或具有工程师以上技术职务任职资格。

## 2. 教学设施:

### (1) 专业教室基本条件

一般配备交互智能教育平板、黑（白）板、多媒体计算机、投影设备、音响设备，互联网接入或 WiFi 环境，并具有网络安全防护措施。安装应急照明装置并保持良好状态，符合紧急疏散要求、标志明显、保持逃生通道畅通无阻。

### (2) 校内实训基本要求

为保障人才培养方案的顺利运行，有支撑培养无人机组装、调试、操控、维护与维修能力必须的多媒体专用教室、计算机房、无人机模拟飞行实训室、无人机综合实训室等基础实验实训场所，建有按照“校企共建、资源共享”原则，以“生产车间”、“培训、实训一体化车间”等多种形式，配备集教学、培训、生产、技术服务于一体的共享型生产性校内实训基地，并以“真设备、真项目、真要求”的真实性集成，营造与生产工作现场相一致的职业教育环境，使校内实训基地成为学生职业技能和职业素质的训练中心，实现与企业生产现场无缝对接，人才培养方案规定的实训项目开出率达到 100%。

### (3) 校外实训基本要求

本专业与北京韦加智能科技股份有限公司合作，具有稳定的校外实训基地。能够提供开展无人机组装、调试、维护、保养、飞行训练等实训活动，实训设施齐备，实训岗位、实训指导教师确定，实训管理及实施规章制度齐全。

## 3. 教学资源

(1) 教材：从教育部和省教育厅指定的教材目录中选用近 3-4 年内出版的教材，优先使用国家规划教材、全国百强出版社教材、省级规划教材；鼓励校企合作开发活页式、工作手册式新型教材。

推荐教材：《无人机飞行控制技术》 作者：戴华兵

出版社：中国农业大学出版社 出版时间：2024 年 03 月

(2) 教学参考资料：根据课程教学的实际需要，配置与本课程相关的专业参考书，方便师生查询、借阅。主要参考书目如下：

《无人机飞行控制技术》

作者:于明清、司维钊

出版社:西北工业大学出版社

出版时间:2018 年 08 月

(3) 数字化教学资源:建设和配备与本课程有关的音视频素材、教学课件、数字化教学案例、虚拟仿真软件、数字教材等教学资源,形成种类丰富、形式多样、使用便捷、动态更新、满足教学的数字化教学资源库。主要学习网站如:

[https://www.icourse163.org/course/HEPSVE-1449931164?from=searchPage&outVendor=zw\\_mooc\\_pcassjg\\_](https://www.icourse163.org/course/HEPSVE-1449931164?from=searchPage&outVendor=zw_mooc_pcassjg_)

## 六、课程考核与评价

课程的考核评价采用过程性考核评价、终结性考核评价与增值性考核评价相结合的形式,过程性考核主要包括课前线上学习、课中出勤与课堂参与度以及课后作业任务完成度等;终结性考核包括期末理论考试、专业技能考核或作品考核;增值性考核指学生在学完规定的学习任务后,获得的荣誉,竞赛获得的奖项,开发的产品、项目、专利,发表的论文等成果,可以转化成学分,替换相关课程或环节部分学分。

表 3 课程考核评价形式一览表

考核评价形式		考核内容	比例%
过程性考核与评价	课前:线上讨论、课前测试、作品提交等	到课考勤、学习态度、安全意识、合作精神、敬业精神、团队意识、课堂参与、实训操作、知识掌握等	10
	课中:课堂提问、现场操作、小组考核、小测验等		20
	课后:课后作业、课后实践、学习、作品提交等		10
终结性考核与评价	理论考试	理论知识、职业规范等	30
	技能考核/作品考核	专业技能、创新能力等	30

表 4 课程考核内容一览表

序号	项目	任务	知识点	技能点	考核占比(%)
1	模块一 多旋翼无人机基础知识	任务 1: 无人机概况	无人机的概念、分类和特点。	分析无人机类型和应用的能力。	2
		任务 2: 无人机应用领域及发展史	无人机的应用领域和发展历程。	调研和分析无人机应用的能力。	2

序号	项目	任务	知识点	技能点	考核占比 (%)
		任务 3: 多旋翼无人机的组成	多旋翼无人机的组成部分及功能。	拆解组装无人机模型的能力。	2
		任务 4: 开源飞控	开源飞控的概念和特点。	安装调试开源飞控的能力。	2
2	模块二 飞行控制原理	任务 1: 无人机控制器概述	无人机控制器的分类和原理。	分析控制器性能的能力。	2
		任务 2: 无人机的 PID 控制器	PID 控制器的原理和参数调整。	调整 PID 参数的能力。	2
		任务 3: 旋翼无人机的力学原理	旋翼无人机的力学原理。	分析力学模型的能力。	2
		任务 4: 四旋翼无人机的结构和飞行原理	四旋翼无人机的结构和飞行原理。	模拟飞行过程的能力。	4
3	模块三 STM32 认识及软硬件环境	任务 1: STM32 概述	STM32 的特点和应用。	分析应用案例的能力。	2
		任务 2: STM32 软硬件环境搭建(初始化)	STM32 软硬件环境搭建方法。	搭建开发环境的能力。	2
		任务 3: STM32 C 语言编程简介	STM32 C 语言编程基础。	编写简单程序的能力。	4
4	模块四 外设应用	任务 1: GPIO 功能介绍	GPIO 的功能和配置方法。	使用 GPIO 的能力。	2
		任务 2: STM32 复用引脚功能介绍	复用引脚的概念和配置方法。	使用复用引脚的能力。	2
		任务 3: STM32 总线介绍	STM32 的总线结构和特点。	分析总线通信的能力。	2
5	模块五 电机控制原理	任务 1: 步进电机控制	步进电机的控制方法。	控制步进电机的能力。	2
		任务 2: 直流电机控制	直流电机的控制方法。	控制直流电机的能力。	4



序号	项目	任务	知识点	技能点	考核占比(%)
		任务 3: 卡尔曼滤波	卡尔曼滤波的原理和应用。	应用卡尔曼滤波的能力。	2
		任务 4: 互补滤波	互补滤波的原理和应用。	应用互补滤波的能力。	2
6	模块六 无人机无线通信	任务 1: 无人机无线通信简介	无人机无线通信的方式和特点。	分析通信性能的能力。	2
		任务 2: 无人机无线通信原理	无人机无线通信的原理。	模拟通信过程的能力。	2
		任务 3: STM32 单片机实现 NRF24 通信编程要点	NRF24 通信编程要点。	进行无线通信编程的能力。	4
7	模块七 遥控器设计	任务 1: 遥控器硬件和软件	遥控器的硬件和软件组成。	设计遥控器的能力。	2
		任务 2: 遥控器数据解析及逻辑控制	遥控器数据解析和逻辑控制方法。	实现数据解析和逻辑控制的能力。	2
8	模块八 无人机的姿态解算	任务 1: MPU6050 姿态解析	MPU6050 的姿态解算方法。	进行姿态解算的能力。	2
		任务 2: 姿态解算	姿态解算的原理和方法。	选择和应用算法的能力。	2
9	模块九 无人机 PID 控制	任务 1: PID 控制基础	PID 控制的原理和参数调整。	调整 PID 参数的能力。	2
		任务 2: 四旋翼无人机 PID 控制器的实现	四旋翼无人机 PID 控制的实现方法。	编写控制程序的能力。	2
10	模块十 定高飞行	任务 1: 高度传感器	高度传感器的类型和原理。	使用传感器测量高度的能力。	2
		任务 2: 互补滤波器	互补滤波器的应用。	实现定高飞行的能力。	2
		任务 3: 气压传感器的配置方法及数据的读取	气压传感器的配置和数据读取。	使用传感器进行控制的能力。	2

序号	项目	任务	知识点	技能点	考核占比(%)
		任务 4: 高度控制器以及程序设计	高度控制器的设计和实现。	编写控制程序的能力。	2
11	模块十一 定点飞行	任务 1: 光流传感器与导航	光流传感器的原理和应用。	使用传感器进行导航的能力。	2
		任务 2: 光流数据与 IMU 数据融合	数据融合的方法和应用。	实现数据融合的能力。	2
		任务 3: 水平位置 PID 控制器设计	水平位置 PID 控制器的设计。	设计控制算法的能力。	2
		任务 4: 水平位置 PID 控制程序设计	编写控制程序的能力。	6	2
		任务 5: 光流传感器与激光测距传感器程序设计	传感器联合应用的程序设计。	编写联合程序的能力。	4
		任务 6: PID 参数调试	PID 参数调试的方法。	调试参数的能力。	2
		任务 7: 使用事项及常见问题处理	使用注意事项和问题处理方法。	解决问题的能力。	2
12	模块十二 无人机导航系统基础知识	任务 1: 惯性导航系统认识	惯性导航系统的原理和应用。	分析导航系统性能的能力。	2
		任务 2: 卫星导航系统认识	卫星导航系统的原理和应用。	分析导航系统性能的能力。	2
		任务 3: 其他导航系统认识	其他导航系统的类型和特点。	分析导航系统的能力。	4
13	模块十三 无人机测控系统	任务 1: 测控系统认识	测控系统的组成和功能。	分析系统性能的能力。	2
		任务 2: 任务规划与航迹规划	任务规划和航迹规划的方法。	进行规划的能力。	2
		任务 3: 地面站认知	地面站的功能和操作方法。	使用地面站的能力。	2

## 七、课程进程与安排

表 5 课程进程安排一览表

序号	教学内容	计划课时		授课地点	执行周次
		理论	实践		
1	无人机概况	0.5	0	无人机室内飞行测试实训室	1
2	无人机应用领域及发展史	0.5	0	无人机室内飞行测试实训室	1
3	多旋翼无人机的组成	0.5	0	无人机室内飞行测试实训室	1
4	开源飞控	0.5	0	无人机室内飞行测试实训室	1
5	无人机控制器概述	1	0	无人机室内飞行测试实训室	1
6	无人机的 PID 控制器	1	0	无人机室内飞行测试实训室	1
7	旋翼无人机的力学原理	0	1	无人机室内飞行测试实训室	2
8	四旋翼无人机的结构和飞行原理	1	0	无人机室内飞行测试实训室	2
9	STM32 概述	1	0	无人机室内飞行测试实训室	2
10	STM32 软硬件环境搭建（初始化）	0	1	无人机室内飞行测试实训室	2
11	STM32 C 语言编程简介	2	0	无人机室内飞行测试实训室	3
12	GPIO 功能介绍	1	0	无人机室内飞行测试实训室	3
13	STM32 复用引脚功能介绍	1	0	无人机室内飞行测试实训室	3
14	STM32 总线介绍	2	0	无人机室内飞行测试实训室	4
15	步进电机控制	0	1	无人机室内飞行测试实训室	4
16	直流电机控制	0	1	无人机室内飞行测试实训室	4
17	卡尔曼滤波	1	0	无人机室内飞行测试实训室	5
18	互补滤波	1	0	无人机室内飞行测试实训室	5
19	无人机无线通信简介	1	0	无人机室内飞行测试实训室	5
20	无人机无线通信原理	1	0	无人机室内飞行测试实训室	5
21	STM32 单片机实现 NRF24 通信编程要点	2	0	无人机室内飞行测试实训室	6
22	遥控器硬件和软件	1	0	无人机室内飞行测试实训室	6
23	遥控器数据解析及逻辑控制	1	0	无人机室内飞行测试实训室	6
24	MPU6050 姿态解析	1	0	无人机室内飞行测试实训室	7
25	姿态解算	1	0	无人机室内飞行测试实训室	7
26	PID 控制基础	1	0	无人机室内飞行测试实训室	7
27	四旋翼无人机 PID 控制器的实现	1	0	无人机室内飞行测试实训室	7
28	高度传感器	1	0	无人机室内飞行测试实训室	8
29	互补滤波器	1	0	无人机室内飞行测试实训室	8
30	气压传感器的配置方法及数据的读取	0	1	无人机室内飞行测试实训室	8

31	高度控制器以及程序设计	0	1	无人机室内飞行测试实训室	8
32	光流传感器与导航	0	1	无人机室内飞行测试实训室	9
33	光流数据与 IMU 数据融合	0	1	无人机室内飞行测试实训室	9
34	水平位置 PID 控制器设计	0	1	无人机室内飞行测试实训室	9
35	水平位置 PID 控制程序设计	0	1	无人机室内飞行测试实训室	9
36	光流传感器与激光测距传感器程序设计	0	2	无人机室内飞行测试实训室	10
37	PID 参数调试	0	1	无人机室内飞行测试实训室	10
38	使用事项及常见问题处理	1	0	无人机室内飞行测试实训室	10
39	惯性导航系统认识	1	0	无人机室内飞行测试实训室	11
40	卫星导航系统认识	1	0	无人机室内飞行测试实训室	11
41	其他导航系统认识	1	1	无人机室内飞行测试实训室	11
42	测控系统认识	1	0	无人机室内飞行测试实训室	12
43	任务规划与航迹规划	0	1	无人机室内飞行测试实训室	12
44	地面站认知	1	1	无人机室内飞行测试实训室	12
合计		32	16		