

无人机专业课程体系

Course Preview · 课程预览

低空物流 · 飞控系统 · 无人机运营 · 校企合作

模块一：无人机基础知识

编号：11-20

课程数量：10 门

课程类型：理论课 + 实操课

主要内容：航空基础 / 飞控 / 导航 / 通信 / 动力 / 维护

模块二：产业实践项目运营

编号：25-27

课程数量：3 门

课程类型：实践课

主要内容：运营流程 / 航线勘察规划 / 应急处理

一级文件夹	二级文件夹	文件名
1-无人机基础知识	11-航空概论	0. 无人机概述及系统组成. pdf
		1. 飞行原理. pdf
		2. 升力的来源. pdf
		3. 系统组成. pdf
	12-无人机构造	丰舟90垂起固定翼无人机介绍. pdf
		丰舟90民用无人驾驶航空器飞行操作手册. pdf
		万舟40&150物流多旋翼无人机介绍. pdf
		万舟40民用无人驾驶航空器飞行操作手册. pdf
	13-飞控基本原理	丰翼大讲堂-无人机系统组成及飞行原理. pdf
		飞行力学与控制基础_V1.1. pdf
	14-导航及定位基础知识	丰翼无人机-无人机卫星导航系统概论. pdf
		全球导航卫星系统原理. pdf
	15-通信基础知识	基站安装指导. pdf
		无人机通信方案简介与研发讨论. pdf
	16-动力系统基本原理	无人机通信设备使用说明书. pdf
		ARK80 动力电池系统介绍. pdf
	17-电池充放基础知识	航空飞行器飞行动力学. pdf
		无人机电池拆解报告. pdf
	18-动力及结构件拆装	电池管理系统与万舟电池分析. pdf
		锂电池起火应急处理. pdf
	19-航电系统拆装	A级检修. xlsx
		万舟-40动力系统维护操作. pdf
2-无人机飞行技能	21-模拟飞行技能	维修手册-电机. xlsx
		航电安装. png
	22-真机飞行技能	万舟40无人机维护手册. pdf
3-飞行环境及法律法规	23-空域管理和飞行管制	维修相关概念. pdf
		电脑版软件-凤凰模拟器6（无人机-固定翼-直升机）. exe
	24-适航规章	gcs-multi-app-setup_V1.1.2.47_2025-09-22_11-28-50_pro. zip
		地面站下载安装和界面介绍. pdf
4-产业实践项目运营	25-物流无人机运营流程	机长地面站操作及要求. pdf
		民用航空空中交通管理规则. pdf
		空域申请模板. pdf
		航线空域化设方法及原则+避障原则. pdf
		丰翼特色课程-民用无人驾驶航空器运行安全管理规则92部解读. pdf
		民用无人驾驶航空器运行安全管理规则（中华人民共和国交通运输部令2024年第1号）. pdf
		ARK40-SOP-PFAF-01 万舟40航前-航后检查单. pdf
		ARK40-SOP-SVC-01 万舟40地勤工作检查单. pdf
		FZ90-航前检查单. pdf
		FZ90-起飞检查单. pdf
		地勤工作. pdf
		定期维护检查单-A级维护. png
	26-航线勘察规划	定期维护检查单-B级维护. png
		定期维护检查单-日常维护. png
		无人机飞行操作手册. pdf
		机长地面站操作及要求. pdf
	27-应急处理	磁力计校准指南. pdf
		航前航后检查单. png
		场地勘察指南. pdf
		场地勘察记录表. png
		奥维地图航线规划应用. pdf
		航线规划. pdf
		应急处置流程. pdf
		机长应急操作. pdf

本文件为课程内容预览，仅展示各课程核心知识点与学习目标，不包含完整课程内容，供业务人员向合作院校介绍使用。

Module 01

无人机基础知识

UAV Fundamental Knowledge

10 门课程 · 编号 11-20 · 理论+实操

11

航空概论

Introduction to Aviation

课程简介

本课程从无人机的定义与分类出发，系统讲解无人机系统组成和飞行原理，帮助学生建立航空基础认知体系。涵盖固定翼、多旋翼等主要机型的基本概念，以及升力公式、附面层理论等核心飞行力学知识点。

课程目标

- ◆ 理解无人机的定义、分类及各类机型特点（固定翼 / 多旋翼 / 垂直起降固定翼）
- ◆ 掌握无人机系统的基本组成：结构、动力、能源、航电、通信、地面系统
- ◆ 理解飞行原理：升力公式、升力影响因素、附面层理论、层流与紊流
- ◆ 了解飞机主要气动参数及其对飞行性能的影响

课程章节

章节	标题
第 1 课	无人机概述及系统组成
第 2 课	主要机型与技术规格
第 3 课	飞行原理
第 4 课	升力公式与附面层理论

章节预览（前 3 章）

章节	标题	内容预览
第 1 课	无人机概述及系统组成	介绍 UAV（无人驾驶飞机）的定义，对比固定翼与多旋翼主要机型差异；讲解无人机系统六大组成：结构、动力、能源、航电、通信、地面系统的功能定位。

第 2 课	主要机型与技术规格	结合真实机型（方舟 40/150 多旋翼、丰舟 90 垂起固定翼）介绍各类无人机在物流、测绘、植保等场景的应用特点，分析不同构型的优缺点对比。
第 3 课 (飞行原理)	升力公式与附面层理论	讲解升力公式 $Y=C_y\cdot\rho v^2S/2$ ，分析翼型、迎角、空气密度、来流速度对升力的影响；介绍附面层概念：层流附面层（摩擦阻力小）→紊流附面层→转捩点→分离点的变化规律。

核心知识点

无人机定义与分类	系统组成六要素	升力公式
附面层理论	层流与紊流	迎角与升力系数

12

无人机构造

UAV Structure & Configuration

课程简介

以方舟 40/150 多旋翼物流无人机和丰舟 90 垂起固定翼无人机为典型案例，详细介绍商用物流无人机的整机结构、系统组成与核心性能参数，使学生了解真实商业运营机型的设计理念与技术规格。

课程目标

- ◆ 了解方舟 40 多旋翼无人机：#型八旋翼、60L 货仓、自研航电、最大载重 10kg/航程 20km
- ◆ 了解方舟 150 无人机：乡镇及特殊作业场景、最大载重 50kg
- ◆ 了解丰舟 90 垂起固定翼：双冗余安全设计、动力/导航/电源多重冗余架构
- ◆ 理解商业无人机的安全等级要求（1E-5）及大规模运营部署能力

课程章节

章节	标题
第 1 章	方舟 40/150 多旋翼无人机介绍
第 2 章	遥控器飞行功能
第 3 章	航线自动飞行功能
第 4 章	安全飞行保障
第 5 章	大规模运营飞行
第 6 章	特殊场景飞行
第 7 章	丰舟 90 垂起固定翼无人机介绍

章节预览（前 3 章）

章节	标题	内容预览
第 1 章	方舟 40/150 多旋翼无人机介绍	对比方舟 40（城市物流、载重 10kg、航程 20km、运营超百万架次、安全等级 1E-5）与方舟 150（乡镇/特殊场景、载重 50kg）的定位差异，介绍#型八旋翼结构、60L 大货仓、自研飞控系统、12S 并联锂电池等核心配置。
第 2 章	遥控器飞行功能	讲解手动飞行模式下的遥控器操作方法，包括方向控制、高度控制、模式切换，以及手动/自动模式的切换条件与安全注意事项。
第 3 章	丰舟 90 垂起固定翼无人机介绍	介绍丰舟 90 的总体设计特点：空速测量双冗余、电池供电多冗余、推进动力双冗余、垂起动力冗余、卫星定位双冗余、舵面双冗余；讲解垂直起降与固定翼巡航两种飞行状态的切换逻辑。

核心知识点

多旋翼构型原理	垂起固定翼构型	货仓与冷链设计
自研飞控系统	冗余安全架构	飞行操作手册

13

飞控基本原理

Flight Control System Fundamentals

课程简介

系统讲解无人机飞行控制系统的工作原理，从飞行力学基础到控制算法设计，涵盖非线性运动方程、配平与线性化、纵向与横航向控制等核心内容，为学生建立飞控研发与调试的理论基础。

课程目标

- ◆ 掌握无人机系统组成：结构/动力/能源/航电/通信/地面系统六大模块
- ◆ 理解飞行力学基本定义、坐标系及飞机运动非线性方程
- ◆ 掌握配平与线性化方法，理解纵向运动本体特性
- ◆ 了解固定翼纵向与横航向控制基础原理及 PID 调参思路

课程章节

章节	标题
第 1 章	无人机系统组成及飞行原理简介
第 2 章	飞行力学基本定义
第 3 章	基础相关知识回顾
第 4 章	飞机运动的非线性方程
第 5 章	飞机运动方程的配平与线性化
第 6 章	固定翼纵向运动的本体特性
第 7 章	固定翼横航向运动的本体特性
第 8 章	纵向控制基础
第 9 章	横航向控制基础

章节预览（前 3 章）

章节	标题	内容预览
第 1 章	无人机系统组成及飞行原理简介	回顾多旋翼、垂直起降固定翼、固定翼、直升机等主要机型分类；对比内部机型特点；讲解无人机六大系统（结构/动力/能源/航电/通信/地面）的功能定位与相互关系。
第 2 章	飞行力学基本定义	建立飞机运动分析的基础框架：定义机体坐标系、速度坐标系、地面坐标系的关系，介绍欧拉角（滚转角/俯仰角/偏航角）、气流角（攻角/侧滑角）等基本概念，为运动方程推导奠定基础。
第 3 章	基础相关知识回顾	梳理飞行力学分析所需的力学与数学基础：牛顿运动定律在飞行中的应用、矩阵运算、拉普拉斯变换、传递函数等工具，为后续控制系统分析提供数学基础。

核心知识点

飞行力学基础	运动坐标系	非线性运动方程
配平与线性化	纵向控制	横航向控制

14

导航及定位基础知识

Navigation & Positioning Fundamentals

课程简介

以生动的灯塔比喻引入卫星定位原理，系统讲解 GNSS（全球导航卫星系统）的工作原理、定位精度分析，以及高精度 RTK 技术的应用原理，并介绍无人机运营中常见的 GNSS 干扰类型及应对措施。

课程目标

- ◆ 理解 GNSS 基本原理：三角测量定位法、伪距测量、星历数据
- ◆ 了解 GNSS 单点定位精度的主要误差来源与影响因素
- ◆ 掌握 RTK（实时动态差分）高精度定位原理及其在无人机中的应用
- ◆ 了解常见 GNSS 干扰类型：欺骗干扰、压制干扰，及无人机的应对策略

课程章节

章节	标题
第 1 章	GNSS 原理简介
第 2 章	GNSS 单点定位的精度
第 3 章	高精度 GNSS——RTK
第 4 章	常见的 GNSS 干扰

章节预览（前 3 章）

章节	标题	内容预览
第 1 章	GNSS 原理简介	以海上灯塔定位为比喻引入：通过测量到多个已知位置卫星的距离（根据光速和时间差计算）进行三角测量定位，需要至少 4 颗卫星（3 颗定位+1 颗校时）。介绍 GPS/北斗/GLONASS/Galileo 四大全球导航系统的覆盖范围与信号频率。

第 2 章	GNSS 单点定位的精度	分析影响 GNSS 定位精度的主要误差来源：卫星星历误差、卫星钟差、电离层延迟、对流层延迟、多路径效应、接收机噪声。介绍 DOP（精度因子）的概念，以及标准单点定位的典型精度范围（水平 3-5m，垂直 5-10m）。
第 3 章	高精度 GNSS——RTK	讲解 RTK（Real-Time Kinematic，实时动态差分）原理：通过基准站与移动站之间的差分计算消除大部分系统误差，实现厘米级定位精度（水平 1-2cm，垂直 3-5cm）。介绍 RTK 在无人机精准起降、航线修正中的实际应用场景。

核心知识点

GNSS 定位原理	三角测量法	伪距与载波测量
RTK 高精度定位	误差来源分析	GNSS 干扰与应对

15

通信基础知识

UAV Communication Fundamentals

课程简介

对比民航通信体系，系统介绍无人机行业的通信频段选择策略，分析数传（低频远距离）与图传（高频大带宽）的技术特点，并结合大疆、丰翼、极飞等代表企业的实际频段选择案例，帮助学生理解物流无人机通信方案的设计逻辑。

课程目标

- ◆ 了解民航通信频段体系：HF/VHF/VOR/TCAS 等系统及其用途
- ◆ 理解无人机通信的两大类别：数传（433/845/915MHz）与图传（1.4/2.4/5.8GHz）
- ◆ 分析不同应用场景（航拍/植保/物流/测绘）的频段选择逻辑
- ◆ 了解物流无人机（如丰翼 433MHz）选用低频的技术原因：远距离、低带宽需求

课程章节

章节	标题
第 1 章	民航通信频段体系
第 2 章	无人机通信频段分类
第 3 章	行业应用频段对比分析

章节预览（前 3 章）

章节	标题	内容预览
第 1 章	民航通信频段体系	介绍民用航空通信系统的频段分配：高频 HF（2-30MHz，语音通话、上千公里）、甚高频 VHF（118-135MHz，百公里级）、全向信标 VOR（108-117MHz，无线电导航）、TCAS（1030/1090MHz，空中防撞）等系统的用途与覆盖能力。

第 2 章	无人机通信频段分类	对比数传与图传两类通信的技术特点：数传（433/845/915MHz，带宽小但传输距离远，适合传输控制指令，可达数十上百公里）；图传（1.4/2.4/5.8GHz，带宽大适合视频传输，但距离受限通常几公里）。
第 3 章	行业应用频段对比分析	通过多家企业对比：大疆（2.4/5.8GHz，航拍高带宽）、纵横（845/915MHz，测绘远距离）、极飞（2.4/5.8GHz，植保近距离）、丰翼（433MHz，物流远距离低带宽）——理解不同场景对通信频段选择的差异化需求。

核心知识点

无线电频段划分	数传与图传	433MHz 低频通信
通信距离与带宽	多企业对比分析	物流场景通信方案

16

动力系统基本原理

Propulsion System Fundamentals

课程简介

以 ARK80 动力电池系统为核心案例，深入讲解无人机动力系统的组成与工作原理。涵盖无刷电机的参数规格（KV 值、功率、力效）、ESC 电调的 FOC 控制方式，以及动力系统的冗余设计（单动力失效可继续安全飞行）和防护等级（IP55）等工程实践内容。

课程目标

- ◆ 了解动力系统三要素：电机、电调（ESC）、螺旋桨的协同工作原理
- ◆ 掌握无刷电机关键参数：KV 值、额定/最大功率、推力、力效 (g/W)
- ◆ 理解 FOC（磁场定向控制）电调技术及其优势
- ◆ 了解工程级设计要求：冗余架构、防护等级（IP55）、寿命管理（500h）

课程章节

章节	标题
第 1 章	动力系统总体介绍
第 2 章	电机参数与规格详解
第 3 章	电调硬件与安全保护功能
第 4 章	电池系统设计
第 5 章	性能参数指标
第 6 章	安全参数指标
第 7 章	BMS 电池管理系统

章节预览（前 3 章）

章节	标题	内容预览
第 1 章	动力系统总体介绍	以 ARK80 整机动力系统为例：8 套旋翼动力系统（4 轴 8 桨共轴双桨结构）+1 套推进动力系统，旋翼采用电机电调分体化设计，桨叶为 34 寸碳纤维桨，单套最大拉力 15kg，旋翼系统综合力效 8.36g/W，单动力失效后仍可安全飞行和降落。
第 2 章	电机参数与规格详解	重点讲解旋翼电机 10030-95kv 的技术参数：电机尺寸 58mm×109.8mm，额定功率 1795W，最大功率 5322W（测试电压 50V），额定电压 42-63V，额定推拉力 15kg，轴承寿命 500h，防护等级 IP55，工作温度-20 到+60 摄氏度，分析 KV 值与力效对系统设计的意义。
第 3 章	电调硬件与安全保护功能	介绍无感 FOC（磁场定向控制）电调的工作原理及优势（低噪声、高效率、平稳启动）；讲解电调硬件框图与主要保护功能：过流保护、过温保护、欠压保护；分析共轴双桨设计对整机效率和冗余能力的影响。

核心知识点

无刷直流电机	KV 值与力效	电调 FOC 控制
共轴双桨设计	冗余动力架构	IP55 防护等级

17

电池充放基础知识

Battery Charging & Management

课程简介

围绕锂电池安全使用这一核心主题，系统讲解电池管理系统（BMS）的工作原理与主要功能，结合方舟无人机电池的实际故障案例，分析过充、过温、压差异常等常见问题，并介绍锂电池起火应急处理规范。

课程目标

- ◆ 理解 BMS（电池管理系统）的五大核心功能：状态监测/分析/安全保护/能量管理/信息管理
- ◆ 了解锂电池安全隐患：过压（过充）、过流、过温的危害与预防
- ◆ 掌握方舟电池常见故障类型及诊断分析方法
- ◆ 了解锂电池起火应急处理流程与安全操作规范

课程章节

章节	标题
第 1 章	为什么需要 BMS
第 2 章	BMS 系统概述
第 3 章	BMS 拓扑结构
第 4 章	BMS 软件框架
第 5 章	方舟电池概述
第 6 章	方舟电池故障与待优化项梳理
第 7 章	方舟电池故障诊断分析
第 8 章	方舟电池优化总结

章节预览（前 3 章）

章节	标题	内容预览
第 1 章	为什么需要 BMS	从锂离子电池的使用限制出发：(1)工作电压范围受限，超出范围会导致性能急剧下降；(2)过压（过充）、过流、过温会引发爆炸、鼓胀、变形等安全事故；(3)单体电池一致性差异导致的组间不平衡问题——阐明 BMS 对无人机安全运营的必要性。
第 2 章	BMS 系统概述	BMS（电池管理系统）定义：保护动力电池使用安全的控制系统，实时监控电池状态，通过均衡管理缓解电池组不一致性。五大核心功能：电池状态监测（SOC/SOH 估算）、状态分析、安全保护（过流/过温/欠压保护）、能量控制管理、电池信息管理（数据记录与上报）。
第 3 章	BMS 拓扑结构	介绍常见 BMS 电路拓扑：集中式 BMS（适合规模小、结构紧凑的电池包）与分布式 BMS（适合大规模电池组，可扩展性强）的对比；讲解采样电路、均衡电路、保护电路、通信接口（CAN/UART）各模块的功能与连接关系。

核心知识点

BMS 系统架构	电池状态监测	过充/过温保护
均衡管理策略	故障诊断方法	锂电池应急处理

18

动力及结构件拆装

Propulsion & Structure Maintenance

课程简介

以方舟 40 无人机动力系统为对象，讲解电机、电调、螺旋桨的日常检查规范和分级维护操作（日常/100h/200h/500h），使学生掌握无人机动力系统的现场维护技能与检查判断标准。

课程目标

- ◆ 掌握日常检查方法：螺旋桨破损、电机虚位（轻微/严重）判断标准、线束检查
- ◆ 了解 100h 检查内容：电机轴螺丝扭矩验证（0.55N·m）、三相线检查、铜垫片磨损测量
- ◆ 理解分级维护体系：日常 → 100h → 200h → 500h 的检查项目差异
- ◆ 掌握异常处理流程：停飞判断、扫码登记、返厂检修的作业规范

课程章节

章节	标题
第 1 章	日常检查维护操作
第 2 章	100h 检查维护操作（目视检查部分）
第 3 章	100h 拆卸检查细项
第 4 章	200h 检查维护操作
第 5 章	500h 检查维护操作

章节预览（前 3 章）

章节	标题	内容预览
第 1 章	日常检查维护操作	逐项检查标准：螺旋桨（磕碰/破损/树脂脱胶/螺丝断裂→更换）；电机（磕碰变形/定转子摩擦→停飞；轻微虚位：轴向径向活动量<0.03mm、无异响

		→可飞；严重虚位：间隙变化>0.05mm 或有'哒哒哒'响声→停飞）；线束破皮→停飞。实操重点：做到心到、眼到、手到、耳到、鼻到五到。
第 2 章	100h 检查维护操作 (目视检查部分)	100h 检查升级要求：螺旋桨磕碰破损→报废更换；电机所有异常（虚位/异响/变形/摩擦/线束）→扫描二维码登记，转不良仓，返电机厂检修（不再允许继续使用，直接处理，不做停飞记录）；外壳开裂→同样登记返厂。与日常检查的关键差异：处置要求更严格，所有不良品走正式返厂流程。
第 3 章	100h 拆卸检查细项	需要拆开操作的检查项目：(1)电机轴尾部螺丝松动检查——拆开电调 4 颗螺丝，用扭力扳手验证，不足时打 263 胶水锁紧至 0.55N·m；(2)三相线破皮/线头断裂——拆下电调、焊下三相线，更换新电机；(3)铜垫片磨损测量——拆下铜垫片和轴用挡圈，测量厚度是否在规定范围；(4)胶水失效检查——手感检测转子是否可上移，如失效则清理重打 263 胶水。

核心知识点

日常巡检标准	电机虚位判断	100h 检查规范
扭力工具使用	零件更换流程	维护记录管理

19

航电系统拆装

Avionics System Assembly & Disassembly

课程简介

本课程以无人机航电系统为核心，讲解飞控计算机、IMU、GPS/RTK、视觉模块、雷达、电台等核心航电组件的安装位置、接口规范与拆装操作方法，结合实物图示帮助学生建立对航电系统的直观认识。

课程目标

- ◆ 了解无人机航电系统的主要组成部件及各模块功能定义
- ◆ 掌握飞控计算机、IMU、GPS、RTK 等传感器的安装规范和注意事项
- ◆ 了解视觉模块（TOF）、雷达、通信天线的安装要求
- ◆ 熟悉航电系统拆装的基本工具使用与安全操作规程

课程章节

章节	标题
第 1 章	航电系统组成概述
第 2 章	飞控及传感器安装规范
第 3 章	航电系统拆装操作流程

章节预览（前 3 章）

章节	标题	内容预览
第 1 章	航电系统组成概述	介绍无人机航电舱的整体布局与各组件位置：飞控计算机（主控+协处理器）、IMU 惯性测量单元（加速度计+陀螺仪+气压计）、GPS/RTK 天线（方向安装要求）、TOF 视觉模块（定位线对准要求）、通信天线（433MHz 数传）、状态指示灯（POS/ERR/SYS 三灯含义）、FCC 接口与 RCD 接口说明。

第 2 章	飞控及传感器安装规范	重点讲解各传感器的安装注意事项：GPS 模块安装方向不能偏离安装标识、盖壳上表面污损面积不超过 1cm²；TOF 安装座定位线与碳管定位线必须对齐；视觉模块镜头保持清洁无污垢；IMU 安装需保证减震良好、避免刚性连接导致振动干扰；所有安装螺丝需防松处理。
第 3 章	航电系统拆装操作流程	标准拆装操作步骤：拆装前的安全断电确认→航电仓盖板拆卸方法（固定件检查）→各组件拆卸顺序与注意事项→安装时的接口连接确认→安装后的功能测试（状态灯自检、TOF 按钮操作测试、GPS 搜星验证）→航电仓盖板复装力矩要求。

核心知识点

飞控计算机	IMU 惯性测量单元	GPS/RTK 安装规范
TOF 视觉模块	通信天线安装	航电系统集成

20

无人机维护保养

UAV Maintenance & Servicing

课程简介

依据方舟 40 无人机官方维护手册，系统讲解商用无人机的全生命周期维护体系，涵盖时寿件管理、分级定检（日常/A 级/B 级）、紧急返厂流程，以及存储规范、标准工具使用、机械与电路作业标准等工程实践内容。同时介绍民航维修相关的专业概念体系。

课程目标

- ◆ 掌握维护周期体系：时寿件管理、日常维护 / A 级维护 / B 级维护分级要求
- ◆ 了解标准工具清单：基础工具、检测工具、外场测试工具的分类与使用
- ◆ 理解机械作业规范：紧固件扭矩标准、螺钉拆装要求、复材安装规范
- ◆ 了解电路作业规范：电线标准与编号、接线方法、走线要求
- ◆ 掌握民航维修专业术语：时寿件、改装、重要修理、翻修、航线维修等定义

课程章节

章节	标题
第 1 章	维护周期与时限
第 2 章	尺寸和区域
第 3 章	存储要求
第 4 章	标准规范
第 5 章	结构系统维护
第 6 章	动力系统维护
第 7 章	电气系统维护

第 8 章	航电系统维护
-------	--------

章节预览（前 3 章）

章节	标题	内容预览
第 1 章	维护周期与时限	时寿件管理：凡在持续适航文件中有装机时间/循环/库存时间限制的零部件，到期必须更换，不可延期使用。定期维护分三级：日常维护（每飞行日）→ A 级维护（每 100 飞行小时）→ B 级维护（每 500 飞行小时，含深度拆检）。紧急返厂条件：定期维护中发现安全隐患、意外事故损伤，须立即停飞返厂。
第 2 章	尺寸和区域	介绍方舟 40 各部分标准尺寸参数（机臂长度、机身宽度、旋翼间距等关键尺寸），以及机体维修区域划分：前机身区/后机身区/左机臂区/右机臂区/货仓区/电池区/航电区，每个区域对应不同的维修操作权限和检查重点。
第 3 章	存储要求	无人机存储分两类场景：运营期间存储（每日航后检查完成后的停放规范，电池应存储在规定电量，机体避免暴晒）；非运营期间存储（长期停放需拆下电池单独存储，机体防尘防潮要求）。电池存储要求：避免满电或空电长期存储，推荐存储电量 40-60%，存储温度 10-25 摄氏度为佳。

核心知识点

时寿件管理	分级维护体系	扭矩标准规范
电路作业标准	民航维修术语	故障报废判断

Module 02

产业实践项目运营

Industry Practice & Operations

3 门课程 · 编号 25-27 · 实践操作

25

物流无人机运营流程

Logistics UAV Operation Procedures

课程简介

以方舟 40/丰舟 90 两款商用物流无人机为对象，完整讲解物流无人机日常运营的全流程作业规范，包括航前/航后检查、地勤操作、飞行任务管理与调度、岗位职责体系，帮助学生了解无人机商业运营的标准化管理要求。

课程章节

章节	标题
第 1 章	无人机简介与结构认知
第 2 章	航前检查规范
第 3 章	航后检查规范
第 4 章	地勤标准作业流程
第 5 章	飞行操作手册概要
第 6 章	磁力计校准指南

章节预览（前 3 章）

章节	标题	内容预览
第 1 章	无人机简介与结构认知	介绍方舟无人机的整体结构组成，识别各部件位置：GPS/RTK 天线、RCD 接口、BCB 和电池仓、降落伞、状态指示灯（POS/ERR/SYS 三灯颜色含义）、FCC 接口、检修口盖；了解状态灯的正常/故障状态判断，以及起降场视觉布对应航线关系（圆形 0、三角 1、方形 2）。
第 2 章	航前检查规范	依据 ARK40-SOP-PFAF-01 检查单，逐区域完成 37 项检查：螺旋桨区（无破损、裂纹、深度划痕；螺丝力矩标志漆完好）→ 电机电调区（无变形/烧

		蚀/异响/虚位) → 机臂结构区 (折叠机构固定) → 航电舱区 (盖板紧固、通信天线、TOF 定位线、GPS 方向) → 货仓区 (锁扣功能测试) → 电池区 (外观、接头、充满电) ; 检查要求做到心到、眼到、手到、耳到、鼻到。
第 3 章	地勤标准作业流程	依据 ARK40-SOP-SVC-01, 每个架次的地勤标准步骤: 确认前日航后检查 → 安装电池并确认电量 → 对快件扫码建包并称重 (不超过 10kg) → 货框安装锁扣确认 → 无人机外观检查 → 场地清洁 → 确认天气 (与机长沟通) → 通知机长准备完毕 → 目视观察起飞 → 末架次完成航后检查。FZ90 丰舟 90 的额外检查项: 蒙皮完整性、舵面活动、空速管保护套摘除。

运营岗位体系

飞行负责人	领导飞行部开展无人机飞行活动; 参与航线管理和飞行计划编排; 负责启动联防联控程序
机长 (兼调度员)	对无人机运行直接负责, 具有最终决定权; 负责飞行任务调度、实时监控、应急处置
空勤报备员	负责与军方及民航飞行管制部门沟通; 执行飞行计划申请报备、飞行信息记录
起降场操作员	负责起降前场地及无人机检查 (航前/航后检查表) ; 监控无人机飞行状态, 随时接管

核心知识点

航前/航后检查单	地勤标准作业	飞行任务调度
地面站操作	飞行限制条件	磁力计校准

26

航线勘察规划

Route Survey & Planning

课程简介

以【安全性优先于经济性】为核心原则，系统讲解商业物流无人机航线的勘察五步骤与规划标准流程。内容涵盖现场工具使用（Polestar/GPS/频谱仪）、坐标采集规范、航线划设要求（飞行高度 120-200m、批准空域等），以及备降点设定与航线复勘维护管理。

课程章节

章节	标题
第 1 章	勘察工具准备与使用
第 2 章	Polestar 设置
第 3 章	坐标采集规范
第 4 章	航线制定基本要求
第 5 章	航线勘察五步骤
第 6 章	航线标定与编码设定
第 7 章	航线备降设定
第 8 章	航线复勘及维护

章节预览（前 3 章）

章节	标题	内容预览
第 1 章	勘察工具准备与使用	所需工具清单：(1)GPS 模块（5.0 或 6.0 版本）—— 采集起降点坐标； (2)Polestar 模块—— 为 GPS 供电，设置方法：CAN 口连接 GPS 线缆，电源开关拨到左 ON，输出电压选择 5V；(3)频谱仪—— 检测航线沿途无线电

		干扰情况；(4)卷尺—— 测量起降场尺寸。操作要点：GPS 白色模块朝上水平放置，通信正常后等待搜星数达 12 颗以上再采集数据。
第 2 章	坐标采集规范	标准采集流程：将 GPS 和 Polestar 摆放到待测点地面上（GPS 白色面朝上）→等待搜星数 numSv 达到 12 颗或以上（低于 12 颗的数据无效）→记录屏幕显示的：纬度（精确到 7 位小数，如 28.0041829）、经度（如 120.7596877）、海拔高度（如 10.840 米）、搜星数量→拍照保存并标注位置名称。注意：每个点位都要拍照存档，起降点/备降点需多次测量取均值。
第 3 章	航线制定基本要求	航线制定须满足四个限制条件：(1)批准空域——须经民航和空域管理部门审批；(2)运行高度——离地真高 120-200m；(3)航空管制——严格遵照空管部门法律法规；(4)航线回避区域——不得经过飞行密集区、人口稠密区、重点空域、繁忙机场周边、电子围栏区域。核心原则：安全性高于经济性，航线设计宁可绕远，不得穿越高风险区域。

核心知识点

场地勘察五步骤	GPS 坐标采集	频谱仪测量
航线划设原则	备降点规划	奥维地图应用

27

应急处理

Emergency Response & Handling

课程简介

以民航局相关法规为依据，系统讲解无人机运营中各类特情的识别、分级与处置流程。涵盖气象特情、通信失联、动力故障、GPS 失效等场景，建立从特情接收→现场控制→应急处置→上报→复盘的完整处理链路，并介绍地面站常见故障代码的快速判断方法。

课程章节

章节	标题
第 1 章	特情类型与分级概述
第 2 章	应急方案规划与准备
第 3 章	特情处置标准流程
第 4 章	常见地面站故障信息处理
第 5 章	应急事件处理话术

章节预览（前 3 章）

章节	标题	内容预览
第 1 章	特情类型与分级概述	应急特情按来源分三类：气象类（雷雨/冰雹/大风→姿态异常/动力饱和/低电量）；飞行过程类（失联/动力失效/GPS 失效/磁罗盘失效/飞控异常/被拦截）；地面类（突发管制/起降场异常）。事故等级：一类事故（人员伤亡/财产损失/无人机报废）、二类事故（异常坠机无不良影响/受损可修复）、一类故障（严重影响安全需人为介入）、二类故障（误报不影响飞行）。
第 2 章	应急方案规划与准备	前期勘察要求：沿规划航线仔细勘察每个航点和备降点对应的地面位置；标注敏感点位（学校、政府单位、人员密集区、加油站、医院、铁路、高速公路）；记录各路段行人和车辆流量以便特情发生时规划最快行进路线。制订

		多套应急方案：针对各航线差异制订差异化预案。时效要求：应急小组接到报告后 1 小时内到达事故现场。
第 3 章	特情处置标准流程	完整处置链路：接收特情→确认异常地点→启动应急预案→到达事故现场→控制保护现场（先拍照存档再操作）→完成特情处置→上报特情→输出报告→应急处置完结→持续跟踪→完善方案。现场处置原则：(1)先请示后处置，来不及请示则边处置边报告；(2)口径统一，只有负责人与外部沟通；(3)保持录音录像；(4)如有人员受伤，救人优先，事实不明前不做承诺。

特情分类体系

A 类 — 坠机	无人机失控坠地，可能造成人员伤亡或财产损失（一类事故）
B 类 — 失联	地面站与无人机通讯断联，无人机未按计划降落
C 类 — 失控偏航	GPS/磁罗盘失效导致偏航、迷航，飞行轨迹异常
D 类 — 迫降	动力异常、低电量等需要临时迫降处理
E 类 — 备降	突发管制或起降场异常，需转至备降点降落

核心知识点

特情分类体系	一/二类事故	应急处置流程
地面站故障码	现场话术规范	应急预案编制

课程体系说明

本课程体系面向高校航空工程、物流工程、无人机相关专业的校企合作教学，两大模块形成完整的无人机专业人才培养路径：

模块一 · 无人机基础知识

10 门课程，覆盖飞行原理、飞控、导航、通信、动力、维护全链条
以理论与实操结合为主，帮助学生建立系统的无人机技术基础
适合作为专业导论课或基础模块

模块二 · 产业实践项目运营

3 门课程，聚焦商业运营全流程：运营规范、航线勘察、应急处理
以真实商业场景为依托，强调工程实践与标准化作业能力
适合作为毕业前实践课程或产教融合模块

关于本文件

本预览文档仅展示各课程的主要知识点与学习目标，不包含完整课程讲义、实验指导书、操作视频等完整教学资源。