

# 无人机地面站系统

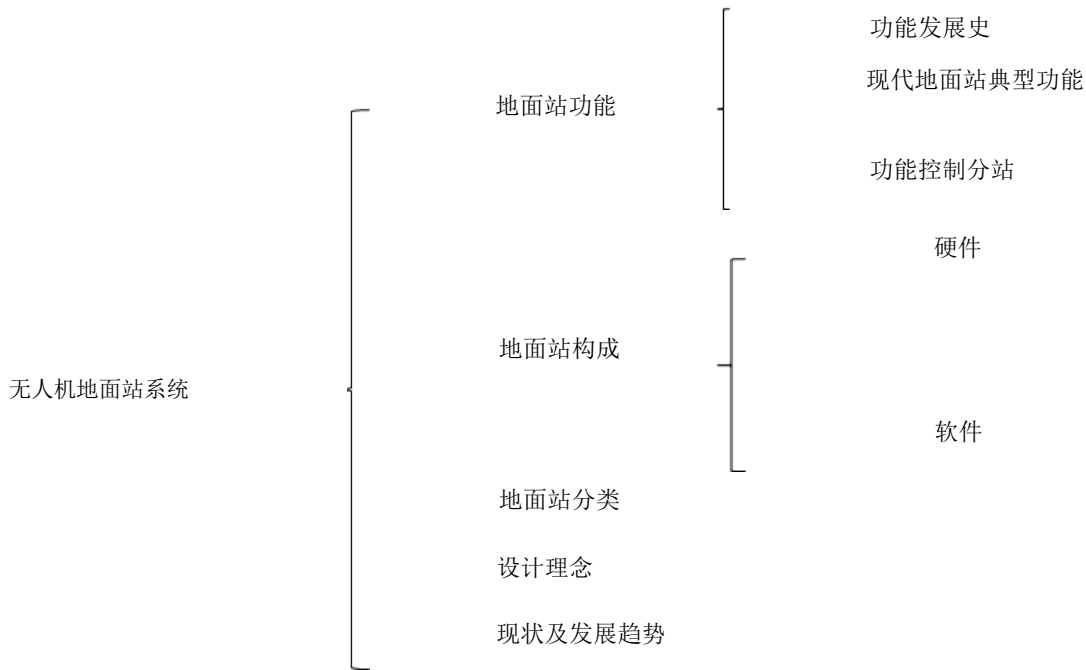
## 【学习目标】

掌握无人机地面站的构成

掌握无人机地面站的功能

了解无人机地面站的发展现状及未来发展趋势

# 7.0 内容框架图



## 7.1 无人机地面站的功能

1. 地面站功能发展史
2. 当代无人机地面站典型功能
3. 操作控制分站

## 7.1.1 地面站功能发展史

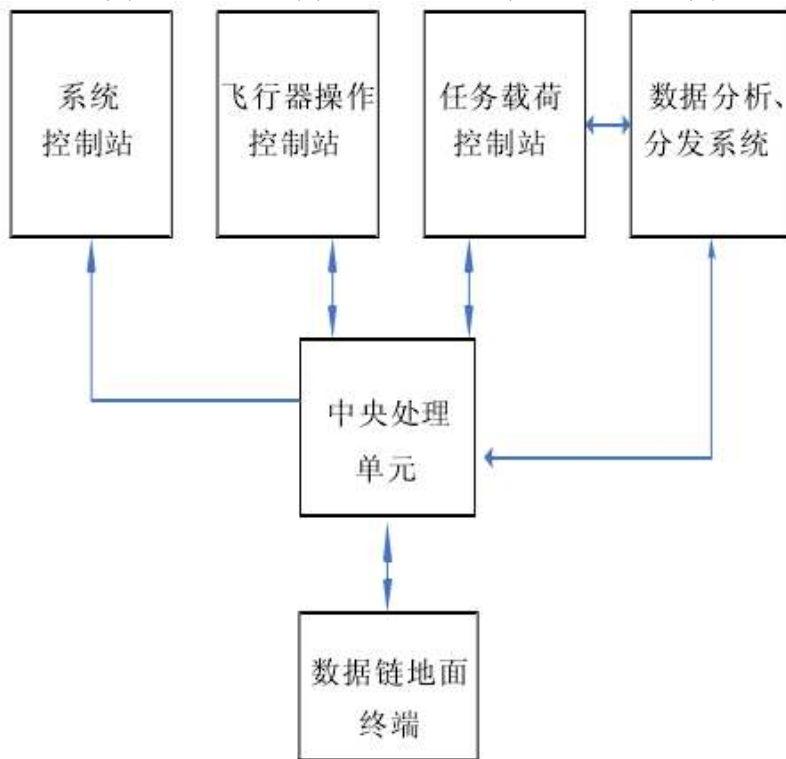
- 无人机的快速发展使得无人机地面站的研究设计极为重要。无人机地面站的功能也经历了由简单到复杂、由单一到多样的发展史。
- 20世纪20、30年代，无人机尚无完善的地面系统，对无人机都是使用简单设备的操控。1918年，美军研制第一架升空的“柯蒂斯”是人机通过陀螺仪指示方向、无液气压表指示高度来操控飞机。1933年，英国空军由水上侦察改装成的“费尔雷昆士”无人机采用地面站无线遥控技术实现控制。20世纪50~70年代，已经初步形成了地面系统，并进入快速发展阶段。借助于地面站完成对无人机的操控，使其完成各种任务。例如越南战争期间，美军无人机地面站采用预编程技术，控制无人机执行电子窃听、电台干扰、超低拍摄等任务。20世纪70年代，美军地面站过地面站控制指令对无人机进行遥控，执行夜间侦查任务。但这个时候无人机地面站的功能还是比较单一的。直到20世纪90年代，英美等各国设计并采用了以“捕食者”无人机地面站为代表的复合控制多途无人机地面站，地面站趋于集群化，功能更加多样化，此时的无人机地面站技术已经日趋成熟。进入21世纪以后，无人机地面站的发展速度更加迅猛。例如以“影子200”地面站为代表的一体化系统，其地面控制站由两台工作站组成，可以体现一个地面站控制多架无人机。另外，以“全鹰”为代表的大型无人机地面站，利用标准化协议 STANAG4586 的兼容性，驱动了无人机地面的互操作性，具备了与有人机、卫星等互操作的能力。再如美国的先驱者(Outrider)是一种战术监视和目标捕获无人机。其地面控制站采用视窗系统，交互显示实时视频图像和全任务地图,通过两个液晶彩色显示器分别进行系统控制和传感器数据的显示。与此同时，远距视频终端还能提供对传感器数据的远程监视。当无人机以半自主方式或与导航系统配合以全自主方式飞行时，地面站可以自动将飞行计划以指令方式传送给无人机执行，或者把飞行计划传送到无人机，由无人机按计划自主飞行。地面控制站可以随时调整无人机以执行不同任务,例如令无人机从飞行巡航模式切换至任务执行模式。

## 7.1.2 当代无人机地面站典型功能

- 1.飞行器的姿态控制：**在各机载传感器获得相应的飞行器飞行状态信息后，通过数据链路将这些数据以预定义的格式传输到地面站。在地面站由 **GCS** 计算机处理这些信息，根据控制律解算出控制要求，形成控制指令和控制参数，再通过数据链路将控制指令和控制参数传输到无人机上的飞控计算机，通过后者实现对飞行器的操控。
- 2.有效载荷数据的显示和有效载荷的控制：**有效载荷是无人机任务的执行单元。地面控制站根据任务要求实现对有效载荷的控制，并通过对有效载荷状态的显示来实现对任务执行情况的监管。
- 3.任务规划，包括飞行器位置监控、及航线的地图显示：**在飞行过程中无人机的飞行航迹受到任务规划的影响；控制是指在飞行过程中对整个无人机系统的各个系统进行控制，按照操作者的要求执行相应的动作，主要包括处理战术信息、研究任务区域地图、标定飞行路线及向操作员提供规划数据等。
- 4.导航和目标定位：**无人机在执行任务过程中通过无线数据链路与地面控制站之间保持着联系。在遇到特殊情况时，需要地面控制站对其实现导航控制，使飞机按照安全的路线飞行。随着空间技术的发展，传统的惯性导航结合先进的 **GPS** 导航技术成为了无人机系统导航的主流导航技术。
- 5. 与其他子系统的通信链路：**该通信链路用于指挥、控制和分发无人机收集的信息。

## 7.1.3 操作控制分站

当代无人机的操作更小的操作实现。对飞行器的系统控制、数据记录和告警信息；2.飞行器的操作、飞行参数；3.任务载荷的记录仪组成；4.数据链路接收机。发送有效载荷；6.中央处理数据；2.显示飞行前分析；



将无人机地面站分为制分站组成，主要实现

飞行状况、显示飞行数

且成包括命令控制台

个视频监视仪和视频

行链路信号的天线和  
给飞行器发送命令

处理从 UAV 来的实时  
；5.数据分发；6.飞

## 7.2 无人机地面站的构成

1. 地面站硬件
2. 地面站软件
3. 地面站操控员

## 7.2.1 地面站硬件

无人机地面站硬件可以分为三大类：

- 用于显示的硬件
- 用于操纵的硬件
- 用于通讯的硬件



## 7.2.1 地面站硬件

用于显示的硬件

- 无人机地面站一般显示两部分信息。一、飞行信息（包括航线航点、各类飞行参数、还有特别显示的警报信息）。二、任务图像信息（如航拍摄像机拍摄的画面）。
- 对大型无人机，这两部分一般用两个屏幕来显示。飞行信息显示用的就是地面站上电脑安装的地面飞控软件界面。图像信息一般单独用一个与图传接收模块连接的显示屏显示，一般还会连上一个DVR硬件，用来同步录制与事后回放视频。
- 对小型无人机，这两部分一般用一个显示屏来显示。例如消费类多旋翼使用的平板与手机，穿越类多旋翼使用的具备OSD功能的图传接收屏幕。这类微型的多旋翼甚至可以没有专门的地面站软件，飞行信息可以叠加在航拍图像上。



## 7.2.1 地面站硬件



需要操纵的也是两部分：（1）多旋翼本身的飞行；（2）任务载荷。

●对大型无人机，这两部分一般分开操纵。多旋翼的起降飞行用RC遥控器操纵；多旋翼的航线飞行一般用鼠标、键盘通过地面站软件操纵；任务载荷通过另一台RC遥控器操纵。这两个遥控器分别操纵飞机与任务载荷，也称为“双控”。

●对小型无人机，一般用一个遥控器加上手机或屏幕。起降飞行用RC遥控器的杆，无PC端地面站软件；任务载荷通过起降RC遥控器的旋钮或者开关控制。也称为“单控”。

●RC遥控设备的款式和种类很多，通常按其通道数分类。我们把通行指令信号的通路叫做“通道”，如果一台遥控设备只能允许一种指令信号通行，既能发射、接收一种指令信号，那么，这台设备就只有一个通道。模型用遥控设备有两通道、四通道……甚至十通道等多种。按调制方式，遥控设备还可分为调幅（AM）式和调频（FM）式。调幅比较简单实用，价格也便宜；调频式则性能可靠、稳定，不易受其它信号的干扰。另外还有一种比调频式更高级的脉冲编码式（PCM），具有更强的抗干扰性。

## 7.2.1 地面站硬件

- 用于通信的硬件包括RC遥控发射机、数据链路地面模块。
- 由于地面站与飞行器是通过数据链路实现通信的，这部分硬件也可以被划分到数据链系统中。

## 7.2.2 地面站软件

简介：地面站软件是地面站的重要组成部分。驾驶员通过地面站系统提供的电脑屏幕、鼠标、键盘、按钮等硬件来与地面站软件进行交互。可以在任务开始前预先规划航线；飞行过程中对飞行器进行实时监控和干预；任务完成后对飞行信息进行回放分析。

以MissionPlanner为例介绍无人机地面站软件的功能，以及软件的基本设置与调试。

# 1. MissionPlanner简介



MissionPlanner 地面站程序由Michael Osborne开发，应用于采用APM开源飞控的无人飞行器。MissionPlanner 的主要功能有：

- 1使用Google Maps 进行即点即得的航点输入：直接在GoogleMap上电机任意某处，即可实现飞机向所点坐标的自主飞行，同时自主调整飞行高度和飞行速度。
- 2下载任务日志然后分析：对于某些任务比如航拍，摄影师可以通过下载任务日志来改进下次航拍的路线。
- 3 配置APM飞控的各项参数。
- 4可以作为二次开发的平台，有很强的可扩展性：随着MissionPlanner 的开发者 越来越多，这款软件可以支持很多非APM的飞控，并且以MissionPlanner为平台可以扩展出很多应用类型。
- 5从APM的串口终端监控飞行器的飞行状态：这个功能对驾驶员实时掌控飞机有非常重要的作用，通过APM的串口终端可以监控飞行器的电机转速、电量、速度等一系列重要指标。

## 2. MissionPlanner基本设置与调试

- 1 熟悉界面
- 2 固件安装
- 3 遥控器校准
- 4 加速度校准
- 5 罗盘校准
- 6 飞行模式设置

## 2. MissionPlanner基本设置与调试

### (1) 熟悉界面

新版Mission Planner已将大部分菜单汉化，非常贴合中国用户。主界面左上方为八个主菜单按钮，飞行数据实时显示飞行姿态与数据；飞行计划是任务规划菜单；初始设置用于固件的安装与升级以及一些基本设置；配置调试包含了详尽的PID调节，参数调整等菜单；模拟是给APM刷入特定的模拟器固件后，将APM作为一个模拟器在电脑上模拟飞行使用；终端是一个类似DOS环境的命令行调试窗口，功能非常强大。主界面右上方是端口选择、波特率以及连接/断开按钮（connect/disconnect）。



## 2. MissionPlanner基本设置与调试

### (2) 固件安装

APM拿到手后首先要做的就是安装用户自己需要的固件，虽然卖家在销售前可能会安装固件，但是未必符合用户要求，所以用户需要学会刷新APM的固件。

<1>: 固件安装前请先连接APM的USB线到电脑(其它的可不用连接)，确保电脑已经识别到APM的COM口号后，打开Mission Planner（以下简称MP），在MP主界面的右上方端口选择下拉框那里选择对应的COM口，一般正确识别的COM口都有Arduino Mega 2560标识，直接选择带这个标识的COM口，然后波特率选择115200，注意：请不要点击connect连接按钮，固件安装过程中程序会自行连接。如果你之前已经连接了APM，那么请点击Disconnect断开连接，否则固件安装过程中弹出错误提示。

另外请注意：请不要用无线数传安装固件，虽然无线数传跟USB有着同样的通信功能，但它缺少reset信号，无法在安装固件的过程中给2560复位，会导致安装失败。



## 2. MissionPlanner基本设置与调试

### (2) 固件安装

<2>: 点式升级外一种的以参数，安装过能的差提示不概率比装。

2. 选择固件  
安装方式  
建议你使  
用Install  
Firmware  
模式



两种方式，另步一步模式等式会在电脑性烧入会话出错模式安

## 2. MissionPlanner基本设置与调试

### (2) 固件安装

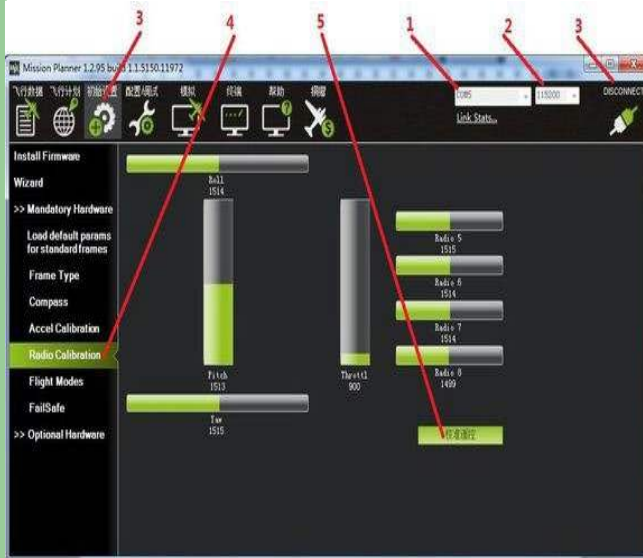
●<3>: 点击Install Firmware，窗口右侧会自动从网络下载最新的固件并以图形化显示固件名称以及固件对应的飞机模式，用户只需要在对应的飞机模式的图片上点击，MP就会自动从网络上下载该固件，然后自动完成连接APM——写入程序——校验程序——断开连接等一系列动作，完全无需人工干预。如果用户想使用一个历史版本的固件，那么请点击右下角Beta firmware pick previous Firmware处，点击后会出现一个下拉框，用户只要在下拉框里选择需要的固件就行了。

3.1版本以后的固件在安装完后都会先弹出一个警告提示框。这是在提醒用户：这个版本的固件在解锁后，电机就会以怠速运行，如果关闭或者配置这个功能，请使用MOT\_SPIN\_ARMED参数进行配置，具体使用请看后文的参数配置。

●<4>: 固件安装提示Done成功后，你就可以点击右上角的connect连接按钮连接APM，查看APM实时运行姿态与数据了。

●当一个全新的固件下载进APM板以后，你首先需要做的是三件事：一是遥控输入校准，二是加速度校准，三是罗盘校准，如果这三件事不做，后续的解锁是不能进行的，MP的姿态界面上也会不断弹出红色提示。

## 2. MissionPlanner基本设置与调试



当每个通道的红色指示条移动到上下限位置的时候点击Click when Done保存

## 2. MissionPlanner基本设置与调试

### 4 加速度校准

●加速度的校准建议准备一个六面平整，边角整齐的方形硬纸盒或者塑料盒，如下图所示，我们将以它作为APM校准时的水平垂直姿态参考，另外当然还需要一块水平的桌面或者地面。

### 5 罗盘校准

●罗盘校准的页面也跟上面的加速度校准一样在同一个菜单下，点击Install setup（初始设置）下的Mandatory Hardware菜单，选择Compass菜单，按下图勾选对应的设置以后点击Live Calibrad（现场校准）。



图 7.10 加速度校准

## 2. MissionPlanner基本设置与调试

### (6) 飞行模式设置

在实际飞行当中，APM的功能切换是通过切换飞行模式实现的，APM有多种飞行模式可供选择，但一般一次只能设置六种，加上CH7，CH8的辅助，最多也就八种。为此，需要用户的遥控器其中一个通道支持可切换六段PWM值输出，一般以第五通道作为模式切换控制通道（固定翼是第八通道）。

●配置界面中，六个飞行模式对应的PWM值，是否开启简单模式、super simle模式都一目了然，模式的选择只需要在下拉框中选择即可。

下面分别介绍各个模式：

1. 稳定模式Stabilize:稳定模式是使用得最多的飞行模式，也是最基本的飞行模式，起飞和降落都应该使用此模式。此模式下，飞控会让飞行器保持稳定，是初学者进行一般飞行的首选，也是FPV第一视角飞行的最佳模式。一定要确保遥控器上的开关能很方便无误地拨到该模式，应急时会非常重要。
2. 比率控制模式Acro:这个是非稳定模式，这时apm将完全依托遥控器遥控的控制，新手慎用。
3. 定高模式ALT\_HOLD:定高模式(Alt Hold)是使用自动油门，试图保持目前的高度的稳定模式。定高模式时高度仍然可以通过提高或降低油门控制，但中间会有一个油门死区，油门动作幅度超过这个死区时，飞行器才会响应你的升降动作。当进入任何带有自动高度控制的模式，你目前的油门将被用来作为调整油门保持高度的基准。在进入高度保持前确保你在悬停在一个稳定的高度。飞行器将随着时间补偿不良的数值。只要它不会下跌过快，就不会有什么问题。离开高度保持模式时请务必小心，油门位置将成为新的油门，如果不是在飞行器的中性悬停位置，将会导致飞行器迅速下降或上升。在这种模式下你不能降落及关闭马达，因为现在是油门摇杆控制高度，而非马达。请切换到

## 2. MissionPlanner基本设置与调试

### (6) 飞行模式设置

4. 悬停模式**Loiter**: 悬停模式是**GPS**定点+气压定高模式。应该在起飞前先让**GPS**定点，避免在空中突然定位发生问题。其他方面跟定高模式基本相同，只是在水平方向上由**GPS**进行定位。
5. 简单模式**Simple Mode**: 简单模式相当于一个无头模式，每个飞行模式的旁边都有一个**Simple Mode**复选框可以勾选。勾选简单模式后，飞机将解锁起飞前的机头指向恒定作为遥控器前行摇杆的指向，这种模式下无需担心飞行器的姿态，新手非常有用。
6. 自动模式**AUTO**: 自动模式下，飞行器将按照预先设置的任务规划控制它的飞行。由于任务规划依赖**GPS**的定位信息，所以在解锁起飞前，必须确保**GPS**已经完成定位（**APM**板上蓝色**LED**常亮）切换到自动模式有两种情况：如果使用自动模式从地面起飞，飞行器有一个安全机制防止你误拨到自动模式时误启动发生危险，所以需要先手动解锁并手动推油门起飞。起飞后飞行器会参考你最近一次**ALT Hold**定高的油门值作为油门基准，当爬升到任务规划的第一个目标高度后，开始执行任务规划飞向目标；如果是空中切换到自动模式，飞行器首先会爬升到第一目标的高度然后开始执行任务。
7. 返航模式**RTL**: 返航模式需要**GPS**定位。**GPS**在每次解锁前的定位点，就是当前的“家”的位置；**GPS**如果在起飞前没有定位，在空中首次定位的那个点，就会成为“家”。进入返航模式后，飞行器会升高到**15**米，或者如果已经高于**15**米，就保持当前高度，然后飞回“家”。还可以设置高级参数选择到“家”后是否自主降落，和悬停多少秒之后自动降落。

## 2. MissionPlanner基本设置与调试

### (6) 飞行模式设置

8. 绕圈模式**Circle**: 当切入绕圈模式时，飞行器会以当前位置为圆心绕圈飞行。而且此时机头会不受遥控器方向舵的控制，始终指向圆心。如果遥控器给出横滚和俯仰方向上的指令，将会移动圆心。与定高模式相同，可以通过油门来调整飞行器高度，但是不能降落。圆的半径可以通过高级参数设置调整。

9. 指导模式**Guided**: 此模式需要地面站软件和飞行器之间通信。连接后，在任务规划器Mission Planner软件地图界面上，在地图上任意位置点鼠标右键，弹出菜单中的“Fly to here”（飞到这里），软件会让你输入一个高度，然后飞行器会飞到指定位置和高度并保持悬停。

10. 跟随模式**FollowMe**: 跟随模式基本原理是：操作者手中的笔记本电脑带有GPS，此GPS会将位置信息通过地面站和数传电台随时发给飞行器，飞行器实际执行的是“飞到这里”的指令。其结果就是飞行器跟随操作者移动。

## 7.2.3 地面站操控员

简介：近些年来,无人机失控和坠毁的事故时有发生。分析事故发生的原因，高达**75%**的无人机坠机是由“人为因素”导致的。当代无人机操控回路的主导者仍然是人，为此人一机完善交互是 **UAV**有效执行任务的重要环节，地面操控人员必须能在紧急时刻快速、正确地发出操控指令，失误则丧失战机或引发事故，因此，操控人员的素质与技能水平培训是一个关键问题。



## 7.2.3 地面站操控员

### 地面站操控员的关键职能：

- 1 驾驶飞机：生成控制面和推进系统所需的输入指令，使飞机起飞、沿指定航线飞行和着陆。
- 2 控制有效载荷：开启和关闭有效载荷，按照需求进行指向，对执行无人机系统所需的输出信息进行实时判读。
- 3 指挥飞机：执行任务规划，包括在执行任务的过程中，为应对事件所必须采取的任何变更。
- 4 任务规划：根据来自“客户”（无人机系统飞行任务指派方）的任务安排，确定任务规划。

## 7.2.3 地面站操控员

无人机操控员的培训大体上分为三个阶段：

1. 航空理论知识学习：通过对空气动力学、飞行原理与飞行性能、无人机系统构造、飞控原理、导航原理、发动机原理、任务规划、法律法规等知识的系统学习，使学员掌握操控无人机所必须具备的航空器理论知识，打下良好的理论基础。
2. 模拟器训练：模拟器训练风险小、效率高，是培养学员初期飞行控制技能最为经济有效的方法。模拟器训练通常有两种方式，一种是利用计算机实现模拟飞行训练，另一种是利用航模进行目视操控训练。

模拟飞行训练是依托计算机硬件和软件技术，进行近似于真实飞机的仿真飞行操控技能的训练，高仿真和互动性强是模拟飞行软件最为显著的特点，对无人机操控员初期的飞行感知、飞行基本技能的培训有较大帮助。模拟飞行训练十分经济，所需器材仅仅是普通的计算机，可以大大降低无人机操控员飞行技能培训成本。

当模拟飞行训练达到一定的架次和小时数后，即可转入航模目视操控训练。无人机虽然具备自主飞行能力，但常规起降过程通常都是通过目视操控完成，因此可以利用航模代替无人机实装进行目视操控训练的方法，培养无人机操控员的实际飞行能力，节约大量成本。

3. 实装飞行训练：结束模拟器训练阶段后，通过无人机操控技能认定的学员，即可转入实装飞行训练。实装飞行训练对于无人机操控员的培养不可或缺。任务规划与飞行计划的制定、空域的申请、飞行前的准备、飞行实施过程、飞行后的检查与维护等一系列完整流程都要通过实装飞行训练来实现，每一个环节对无人机操控员的培训都必不可少。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/116003044022010215>