



第1章 无人机漫谈

无人机是新一代电子信息技术与航空工业技术深度融合的产物，也是全球战略性新兴科技的热门发展方向之一。作为航空产业中冉冉升起的新星，无人机产业不仅在社会生产、生活中发挥着越来越重要的作用，更是逐渐成为当今社会中新的经济增长点。





无人机的定义

无人机是利用无线电遥控设备和自备的程序控制装置操纵的不载人飞机，也可由车载计算机完全地或间歇地自主进行操纵。由于对无人机的操纵技术、属性、应用领域等方面的认识不同，不同国家将其称为 **Drone**、**Remotely Piloted Aircraft (RPA)**、**Remotely Piloted Vehicle (RPV)**、**Unmanned Aerial Vehicle (UAV)**、**Unmanned Aircraft (UA)** 等，在国内则称其为无人驾驶航空器、无人机、无人航空器、无人驾驶飞行器等。

国际民用航空组织 (ICAO) 在 2011 年发布的 Cir 328 号通告《无人驾驶航空器系统 (UAS)》中有下述定义。

(1) 无人驾驶航空器 (**Unmanned Aircraft, UA**)：机上没有驾驶员操纵的航空器。

(2) 无人驾驶航空器系统 (**Unmanned Aircraft System, UAS**)：机上没有驾驶员操纵的航空器及其相关部件。

(3) 遥控驾驶航空器 (**Remotely Piloted Aircraft, RPA**)：由遥控站操纵的无人驾驶航空器（注意：遥控驾驶航空器是无人驾驶航空器的一个子类）。

(4) 遥控驾驶航空器系统 (**Remotely Piloted Aircraft System, RPAS**)：更强调空中系统，不仅包括飞行器本身，还包括诸如地面控制站、数据链和天线等组成元素。**RPAS** 还可以代表多架遥控飞行器的系统，这些飞行器可作为一个整体由单个操作人员远程操纵。

《无人驾驶航空器系统 (UAS)》也对模型航空器的管理进行了说明，ICAO 认为 **UAS** 的引入并不能有效区分模型航空器和有人航空器，一般认为仅用于娱乐目的的模型航空器不在《国际民用航空公约》的框架范围内，即使有也是各个国家自行制定法规进行管理。

美国联邦航空局 (FAA) 和澳大利亚民航局官方网站的无人机网页都使用了 “**drone**” 这个单词，但这主要用于日常用语，在其法律法规文件中使用的是 “**RPAS**” “**RPA**” “**UAS**” “**UA**”。“**drone**” 一词源于法语，其本意是嗡嗡声，因为无人机使用时会发出噪声，飞行时会发出如嗡嗡的声音，与无人机的 “形” “声” 接近，故而成为在描述无人机时最为形

象的词汇。同时，由于早期无人机在应用方面多用于靶机，“drone”也就成了靶机的代名词（如今已被“Target Drone”取代），这也是国外应用较多且认可度较高的名称。

我国早期以发展军用无人机为主，近年来民用无人机技术发展迅速，生产制造产业链完善，对其概念的描述也在不断变化。中国民用航空局2013年颁布的《民用无人机系统驾驶员管理暂行规定》、2015年颁布的《轻型和小型无人机操作规程（试行）》中，无人机的定义如下。

（1）无人机（UA）：是由控制站管理（包括远程操纵或自主飞行）的航空器，也称远程驾驶航空器（RPA）。

（2）无人机系统（UAS）：也称远程驾驶航空器系统（RPAS），是指由无人机、相关控制站、所需的指令与控制数据链路以及批准的型号设计规定的任何其他部件组成的系统。

小知识：

《国际民用航空公约》于1944年12月7日在美国芝加哥订立，1947年4月4日正式生效。该公约是国际民用航空领域最重要的现行国际公约，被称为国际民用航空活动的宪章性文件。



纵横大鹏 CW-15 行业无人机



无人机的历史

无人机的历史可以追溯到 20 世纪初。1914 年，一战的战火正酣。战争中，飞行员的平均死亡率高达 16%。在这种情况下，英国的卡德尔和皮切尔两位将军，向英国军事航空学会提出了一项建议：研制一种不用人驾驶、使用无线电操纵的小型飞机——让它飞到某个目标区域上空，投下事先装备的炸弹，来代替飞行员执行任务。这种大胆的设想得到了英国军事航空学会理事长戴·亨德森爵士的赏识，他指定由阿奇博尔德·蒙哥马利·洛教授率领一批科研人员进行研制。

当时，有人机的发展尚处于起步阶段，研制无人机无疑是异想天开。不出所料，操作人员通过无线电控制小型飞机起飞升空，还来不及高兴，无人机就突然改变方向，失控坠落。在众人惋惜的目光中，无人机的第一次试验以失败告终。

一战结束后，许多国家主张把无人机做成靶机，用来训练炮兵、防空部队或飞行员。1927 年，由阿奇博尔德·蒙哥马利·洛教授参与研制的“喉”式单翼无人机在英国海军“堡垒”号军舰上成功进行试飞。该无人机载有 113 千克炸弹，以 322 千米/时的速度飞行了 480 千米，这在当时曾引起极大轰动。随后，英国军方又先后研制出无线电遥控的“拉瑞克斯”无人机、用于校验战列舰火炮攻击效果的“费雷尔·昆士”无人机，以及名为“蜂王”的双翼无人靶机等多种用途的无人机。

真正将无人机投入到战场的是美国。二战中，美国陆军航空队曾在太平洋战场上使用过携带重型炸弹的活塞发动式无人机，用以轰炸日军目标。20 世纪 40 年代末，美国为训练战斗机飞行员和防空导弹操作手，研制出一款高亚音速、喷气推进的靶机，代号为 Q-2 “火蜂”，该无人机可视为现代无人飞行器的鼻祖。

无人机首次被正式派往战场执行任务是在 1964 年。越南战争中，美军无人机主要是用来配合载人侦察机执行侦察和目标指引任务。据不完全统计，这些无人机在十几年内共执行了 3435 架次任务，拍摄了 1.4 亿张照片，任务区域大部分是载人侦察机不宜前往的区域。但在越南战争结束后，美国空军因经费缩减而进行组织重整，无人机部队就此解散。

美国是最早让人们看到无人机在战场上的真正威力，以色列则是无人机创新使用方向的领导者，该国制造的无人飞行器种类极多。20世纪60年代末，埃及和叙利亚引进、部署苏制防空导弹，对以色列的侦察机构成巨大威胁，以色列开始把目光投到无人机身上。1973年中东赎罪日战争爆发，以色列军队购买大量无人机，并自行研制了“巡逻兵”和“獒犬”无人机，后来成为现代侦察无人机的标准机型。

在发展侦察无人机的同时，以色列大力发展空射型诱饵，研制出“参孙”和“妖妇”两款诱饵无人机，在20世纪80年代初的贝卡谷地战役中开创了在实战中大量使用无人机的先河。1982年，以色列大举出动“参孙”和“妖妇”无人机，叙利亚防空雷达立即开机瞄准目标，此时以色列战机借机用反辐射导弹成功摧毁了这些雷达。战场实况由“巡逻兵”和“獒犬三号”无人机传回指挥中心，随后以色列便顺利地引导火炮攻击叙利亚防空导弹阵地。

20世纪90年代以来，西方各国认识到军用无人机的巨大应用前景，开始竞相研发无人机，由此促成了无人机技术的迅猛发展。无人机可完成情报侦察、中继通信、电子对抗、防空、制空、精确打击等多种任务，已成为影响作战进程的重要力量。

时至今日，伴随着现代科技的迅猛发展，无人机的运用也已经从最初单纯的军事领域，逐渐向民用领域拓展。从战场到城市，从旷野到钢筋水泥的丛林，随着技术升级，无人机的功能不断增加，它所带来的改变也超出了多数人的想象。



道通智能 EVO Lite+ 航拍无人机



无人机的分类

国内外无人机相关技术飞速发展,无人机系统种类繁多、用途广泛、特点鲜明,致使其在尺寸、质量、航程、航时、飞行高度、飞行速度、任务等多方面都有较大差异。由于无人机的多样性,出于不同方向的考量会有不同的分类方法。

按飞行平台构型分类,无人机可分为固定翼无人机、旋翼无人机、无人飞艇、伞翼无人机、扑翼无人机等。

按用途分类,无人机可分为军用无人机和民用无人机。军用无人机可分为侦察无人机、诱饵无人机、电子对抗无人机、通信中继无人机、无人战斗机以及靶机等;民用无人机可分为航拍无人机、测绘无人机、消防无人机、巡检无人机、农业无人机、竞速无人机、钓鱼无人机等。

按尺寸和重量分类(民航法规),无人机可分为微型无人机、轻型无人机、小型无人机及大型无人机。

按活动半径分类,无人机可分为超近程无人机、近程无人机、短程无人机、中程无人机和远程无人机。超近程无人机活动半径在15千米以内,近程无人机活动半径在15~50千米之间,短程无人机活动半径在50~200千米之间,中程无人机活动半径在200~800千米之间,远程无人机活动半径大于800千米。

按任务高度分类,无人机可以分为超低空无人机、低空无人机、中空无人机、高空无人机和超高空无人机。超低空无人机任务高度一般在0~100米之间,低空无人机任务高度一般在100~1000米之间,中空无人机任务高度一般在1000~7000米之间,高空无人机任务高度一般在7000~18000米之间,超高空无人机任务高度一般大于18000米。



可以单手握持的大疆 Mini 3 Pro 微型无人机



无人机系统的组成

随着无人机性能的不断发展和完善，能够执行复杂任务的无人机系统包括以下各个分系统。

(1) 无人飞行器分系统：包括机体、动力装置、飞行控制与管理设备等。该分系统是执行任务的载体，它能够携带遥控、遥测设备和任务设备，到达目标区域完成要求的任务。

(2) 任务设备分系统：包括战场侦察校射设备、电子对抗设备、通信中继设备、攻击任务设备、电子技术侦察设备、核生化探测设备、战场测量设备、靶标设备。该分系统完成要求的侦察、校射、电子对抗、通信中继、对目标的攻击和靶机等任务。

(3) 测控与信息传输分系统：包括无线电遥控 / 遥测设备、信息传输设备、中继转发设备等。该分系统通过上行信道，实现对无人机的遥控；通过下行信道，完成对无人机状态参数的遥测，并传回侦察获取的情报信息。



(4) 指挥控制分系统：包括飞行操纵与管理设备、综合显示设备、地图与飞行航迹显示设备、任务规划设备、记录与回放设备、情报处理与通信设备、其他情报和通信信息接口等。该分系统完成指挥、作战方案制定、任务数据加载、无人机地面和空中工作状态监视和操纵控制，以及飞行参数和情报数据记录等任务。

(5) 发射与回收分系统：包括与发射（起飞）和回收（着陆）有关的设备或装置，如发射车、发射箱、助推器、起落架、回收伞、拦阻网等。该分系统主要完成无人机的发射（起飞）和回收（着陆）任务。

(6) 保障与维修分系统：包括基层级保障维修设备、基地级保障维修设备等。该分系统主要完成系统的日常维护，以及无人机的状态测试和维修等任务。



大疆御 3T 无人机系统



无人机的商业应用

无人机的全球市场在近年来大幅增长，现已成为商业、政府和消费应用的重要工具。其被广泛应用于建筑、石油、天然气、能源、农业等领域。以下是常见的无人机商业应用领域实例。

(1) 物流运输。与传统物流相比，无人机物流优势明显。不同于传统中常见的公路、铁路等运输，无人机的空运能有效避免交通堵塞，规避危险地形，使运输更为快捷、高效、安全。尤其是在山区，无人机物流运输比传统物流能节省更多时间和成本。此外，无人机物流运输能减少对人力资源的依赖。

(2) 农业植保。与传统的农业植保（一般是有人驾驶飞机）相比，无人机农业植保单位面积施药液量小，无须专用起降机场，机动性好，植保作业效率更高，植保成本更低（节省约 50% 的农药使用量、约 90% 的水量），植保过程更加安全精准，植保的效果更好。无人机在农业植保方面的应用包括播种、喷洒农药、巡逻监视、病虫害监察等。

(3) 安防救援。无人机在安防救援方面的应用包括建筑外墙巡检、电力巡检、基站巡检、石油管线巡检、河道巡检等具体应用。在日常巡检中，无人机相较传统人力巡检，具有成本低、灵活性强、安全性高、受自然环境及地形影响较小、视角更优等特点。无人机救援包括边防监控、消防监控、环境保护、刑侦反恐、治安巡逻等具体应用。其在突发救援任务中能有效规避地面障碍，快速准确地到达指定现场，利用热成像仪等高新技术产品把信息实时回传至指挥中心，为指挥人员决策提供依据。

(4) 地理测绘。无人机在抢险、科研、教育、智慧农业、智慧城市、勘察、场景巡检等具体应用中，测绘是关键的一环。对比传统人力测绘制作地图通常需要数天甚至几周的时间，无人机甚至能通过抓取镜头数据实现毫秒级生成实时实景地图，具有效率高、成本低、数据精确、操作灵活、多视角信息可用等特点，能满足不同测绘行业人员的需求。

(5) 网络直播。无人机的加入，给依托于高速网络而诞生的网络直播带来了全新的拍摄视角（上帝视角、全景视角等）。伴随着 5G 网络技术的日趋成熟，5G 无人机 VR 直播将会广泛应用于体育赛事、演艺活动等大型活动极致体验直播，以及广告、新闻、电影等商业活动的拍摄中。



启飞智能 A22 农业植保无人机



大疆经纬 M210 RTK V2 无人机



无人机的管理法规

目前，还没有一个完整的、国际通用的无人机管理框架，但不同国家和地区都在制定并不断完善无人机的相关法规和标准，努力在确保安全和推动发展间寻找到一个平衡点。

中国

在法律层面，我国于2018年修订的《中华人民共和国民用航空法》中增加了第214条，作了原则性授权规定，即国务院、中央军事委员会对无人驾驶航空器的管理另有规定的，从其规定。

在行政法规层面，国务院、中央军事委员会空中交通管制委员会于2018年组织起草了《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例（征求意见稿）》。2021年4月，成立中央空中交通管理委员会。

在规章层面，我国于2018年修订实施了《民用航空空中交通管理规则》。

在规范性文件层面，2015年以来，我国民用航空局针对无人机运行、空中交通管理、登记、驾驶员、经营性飞行活动以及适航管理等，先后出台了《轻小无人机运行规定（试行）》《民用无人驾驶航空器系统空中交通管理办法》《民用无人驾驶航空器实名制登记管理规定》《民用无人机驾驶员管理规定》《民用无人驾驶航空器经营性飞行活动管理办法（暂行）》《特定类无人机试运行管理规程（暂行）》《民用无人机产品适航审定管理程序（试行）》《民用无人机系统适航审定项目风险评估指南（试行）》等一系列规范性文件。2023年5月31日，国务院、中央军委公布《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》，自2024年1月1日起施行。

美国

在国会立法层面，美国关于无人机的规则主要包含于民航相关法律中，通常无人机作为其中一个单独章节存在。美国已通过的涉及无人机的法律包括《2012年联邦航空管理局现代化与改革法》和《2016年联邦航空管理局扩张、安全和安保法》。

在法规层面,美国政府各部门(主要是联邦航空局)所颁布的关于无人机的法规主要集中于《美国联邦法规》(Code of Federal Regulations)第14编(Title 14)“航空与航天”中。

欧盟

2018年8月,欧盟修订发布了《欧洲议会和理事会第2018/1139号法规——关于民用航空领域的共同规则和建立欧洲航空安全局》。

2019年6月,欧洲航空安全局(EASA)发布了两部欧盟无人机通用条例,即《欧盟委员会第2019/945号授权条例——关于无人驾驶航空器系统和无人驾驶航空器系统第三国运营人》和《欧盟委员会第2019/947号实施条例——关于无人驾驶航空器运行规则和程序》。



美国警察使用的大疆经纬 M300 RTK 无人机



飞行中的大疆御 3 Classic 无人机



第2章 消费级无人机

消费级无人机是指民用无人机产品中面向个人消费者、主要用于娱乐和航拍活动的一类。近年来，消费级无人机销量高速增长，我国生产的消费级无人机已处于国际前列。未来，消费级无人机将朝小型化、智能化、安全化的方向发展。





大疆精灵无人机



大疆精灵 (Phantom) 是深圳市大疆创新科技有限公司于 2013 年发布的航拍无人机。它是大疆推出的首款航拍一体无人机,也是大疆首款应用了内置 GPS 系统的消费级无人机。

大疆精灵的问世具有革命性意义,因为在此之前,用户无法确定飞机在空中的位置,这让他们难以自如地操控无人机。内置 GPS 系统的应用意味着用户可以更精确地操控无人机,即使用户放开遥控器,无人机也可以自主固定位置或悬停在原处。内置 GPS 技术的集成最终使大疆无人机比当时任何其他品牌的产品都更加安全可靠,也让用户对无人机的操控前所未有得心应手。

大疆精灵机身小巧,携带方便,外出旅行时,用户可以轻松把它装入背包。该无人机外置可拆卸简易相机安装座,以便装载轻巧型的相机,或者其他视频拍摄电子设备。大疆精灵具有智能方向控制、失控返航、低电压保护等功能,并可根据不同的飞行需要以及不同的飞行环境智能切换飞行模式。

基本参数	
轴距	350 毫米
整机重量	1.2 千克
最大上升速度	6 米 / 秒
最大平飞速度	36 千米 / 时
最大飞行时间	15 分钟
最远遥控距离	1 千米
相机有效像素	无内置相机
电池容量	2200 毫安时



大疆精灵 FC40 无人机



大疆精灵 FC40 是深圳市大疆创新科技有限公司于 2013 年发布的航拍无人机。

大疆精灵 FC40 是在大疆精灵的基础上衍生而来的升级产品，其配备了 FC40 智能相机，支持 720P/30fps 高清视频录制，并支持拍摄实时预览、空中拍照和相册同步等功能。此外，用户还可以通过安装 iOS 和安卓应用程序来控制相机，较好的第一人称视角（FPV）体验使得大疆精灵 FC40 成为入门航拍爱好者的理想选择。

基本参数

轴距	350 毫米
整机重量	1.2 千克
最大上升速度	6 米 / 秒
最大平飞速度	36 千米 / 时
最大飞行时间	15 分钟
最远遥控距离	1 千米
相机有效像素	1000 万
电池容量	2200 毫安时

大疆精灵 FC40 使用 2.4G Wi-Fi 无线连接，与大疆精灵不同的是，它配备了全新的 5.8 GHz 遥控器，避免了飞行中与 2.4G Wi-Fi 的相互干扰。该无人机具有稳定、敏捷、控制方便的特点，用户通过遥控器可控制其飞行路径。大疆精灵 FC40 内置 Naza-M 飞行控制系统和 GPS 模块，可以提供自动飞行和基于 GPS 飞行两种飞行模式。机身自带 LED 安全灯，可警示其他设备。



大疆精灵 2 无人机



大疆精灵 2 是深圳市大疆创新科技有限公司于 2013 年 12 月发布的航拍无人机。

大疆精灵 2 是一款“到手即飞”的多功能四轴飞行器，支持 H3-2D 和 H3-3D 云台，并支持外接图传。该无人机具有简便的电池插拔设计、创新的自紧桨设计，机身设有 CAN-Bus 扩展接口。

大疆精灵 2 配备的 2312 电机采用了开创性的绕组结构，整齐美观并有效提升了槽满率和散热性能，为大疆精灵 2 量身打造的电磁设计在保持电机质量不变的情况下，能够有效提升输出功率，配合全新升级的 9450 桨和最新电调固件，新动力系统在 3S 电压下最大输出拉力得到了大幅提升，在保证飞行时间不变的前提下大大改善了飞行体验，并为大疆精灵 2 的配置提供了更多选项。升级版遥控器新增了云台俯仰控制拨轮，内置 2000 毫安时充电锂电池，具备电池电量指示灯、油门杆锁定以及模拟器训练接口功能。全新研发的防静电指南针，配备保护壳可在飞行过程中起到有效保护作用。

基本参数	
轴距	350 毫米
整机重量	1 千克
最大上升速度	6 米 / 秒
最大平飞速度	54 千米 / 时
最大飞行时间	25 分钟
最远遥控距离	1 千米
相机有效像素	无内置相机
电池容量	5200 毫安时



大疆精灵 2 Vision 无人机



大疆精灵 2 Vision 是深圳市大疆创新科技有限公司于 2013 年 11 月发布的航拍无人机。

大疆精灵 2 Vision 的主要特点包括：集成飞行器和相机，重量轻，功能多；使用 DJI VISION 应用程序远程控制相机；使用中继器，Wi-Fi 传输距离最远可达 300 米；内置减震云台，自动增稳；低电压保护；可使用移动设备辅助定位飞行器。

大疆精灵 2 Vision 配备的相机支持 RAW 和 JPEG 两种照片格式，支持单拍、连拍和定时拍摄模式，同时支持 1080P 全高清视频拍摄。用户通过 DJI VISION 应用程序，可远程控制相机及参数设置，并可进行实时图像传输、FPV 飞行、相册同步分享等操作。

基本参数	
轴距	350 毫米
整机重量	1.16 千克
最大上升速度	6 米 / 秒
最大平飞速度	54 千米 / 时
最大飞行时间	25 分钟
最远遥控距离	1 千米
相机有效像素	1400 万
电池容量	5200 毫安时



大疆精灵 2 Vision+ 无人机



大疆精灵 2 Vision+ 是深圳市大疆创新科技有限公司于 2014 年 4 月发布的航拍无人机。

从外观上看,大疆精灵 2 Vision+ 与大疆精灵 2 Vision 的差别不大,最直观的改变是摄像头外壳由原来的白色半磨砂设计变成了金属银色设计,看起来更具科技潮流感。大疆精灵 2 Vision+ 内置高精度的三轴陀螺仪稳定云台,可以主动抵消无人机的抖动,让飞行更加平稳、流畅。

借助内置惯性导航传感器与 GPS,飞机可以在空中稳定悬停拍摄,灵活自如。

大疆精灵 2 Vision+ 最大的特点就是到手即飞。用户只需要认真阅读官网提供下载的飞行教学说明和配套的教学视频,就可以快速上手。专用的 Wi-Fi 中继器使得飞行器能够与手机通过 Wi-Fi 进行信号和图像传输,同时在遥控器上配置了手机专用支架,可以夹持包括 iOS 和安卓在内的多种操作系统的智能手机。用户通过下载专门的应用程序,就能实时观看无人机飞行时所拍摄的画面及视频。同时,界面上还会显示无人机的高度、速度、GPS 信号和电量信息等,从而增强了无人机的可操作性。

基本参数

轴距	350 毫米
整机重量	1.242 千克
最大上升速度	6 米 / 秒
最大平飞速度	54 千米 / 时
最大飞行时间	25 分钟
最远遥控距离	1 千米
相机有效像素	1400 万
电池容量	5200 毫安时



大疆精灵 3 Pro 无人机



大疆精灵 3 Pro 是深圳市大疆创新科技有限公司于 2015 年 4 月发布的航拍无人机。

大疆精灵 3 Pro 配备了 20 毫米（35 毫米格式等效）低畸变广角相机和高精度防抖云台，94 度广角 $f/2.8$ 定焦镜头，从而在一定程度上改善过去在航拍视频中常见的夸张鱼眼效果，让画面更自然。用户在应用程序中可以调整它的 ISO、曝光、快门、滤镜等功能，相机也可以向下 120 度或向左、向右 30 度转动。相机可拍摄 1200 万像素 JPEG 与无损 RAW 格式的照片，以及 30 帧 / 秒的 4K 超高清视频。

大疆精灵 3 Pro 强化了控制器，除了体积被缩小之外，还加入了多个热键，从而增强了操作便利性和安全性。用户只需将其与手机（或平板电脑）连接，就可以在上面直接看到影像，并放在网上平台作最高 720P 分辨率的串流直播。在新版本的应用程序中，用户还可以把途中的精彩片段标记出来，再直接在上面进行后期剪辑。

基本参数

轴距	350 毫米
整机重量	1.28 千克
最大上升速度	5 米 / 秒
最大平飞速度	57.6 千米 / 时
最大飞行时间	23 分钟
最远遥控距离	5 千米
相机有效像素	1240 万
电池容量	4480 毫安时



大疆精灵 3 Advanced 无人机



大疆精灵 3 Advanced 是深圳市大疆创新科技有限公司于 2015 年 4 月发布的航拍无人机。

大疆精灵 3 Advanced 配备了 20 毫米低畸变广角相机和防抖云台，可拍摄 1200 万像素 JPEG 以及无损 RAW 格式的照片，并可拍摄 60 帧 / 秒的 1080P 高清视频。最高可传输 30 帧的 720P 实时图像，接收器位于遥控器内部。该无人机配备了视觉定位系统，可在超低空或室内实现稳定飞行和悬停。

基本参数	
轴距	350 毫米
整机重量	1.28 千克
最大上升速度	5 米 / 秒
最大平飞速度	57.6 千米 / 时
最大飞行时间	23 分钟
最远遥控距离	5 千米
相机有效像素	1240 万
电池容量	4480 毫安时

大疆精灵 3 Advanced 采用 4480 毫安时 4S 电池，电压相对于大疆精灵 2 Vision+ 更高。该无人机具备自动返航功能，若起飞前记录了返航点，则当遥控器与飞行器之间失去通信信号时，无人机将自动返回返航点并降落，以防发生意外。大疆精灵 3 Advanced 为用户提供了三种不同的返航方式：智能返航、智能低电量返航和失控返航。



低飞的大疆精灵 3 Advanced 无人机



大疆精灵 3 Advanced 无人机及其遥控器



大疆精灵 3 Standard 无人机



大疆精灵 3 Standard 是深圳市大疆创新科技有限公司于 2015 年 8 月发布的航拍无人机。

大疆精灵 3 Standard 的外观设计与大疆精灵 2 Vision+ 相似，遥控器也基本一样，区别是将原本外置的可拆卸 Wi-Fi 模块集成在遥控器内部。大疆精灵 3 Standard 配备了 20 毫米（35 毫米格式等效）低畸变广角相机和高精度防抖云台，可拍摄 1200 万像素 JPEG 以及无损 RAW 格式的照片，还可以拍摄 UHD 2.7K/30fps 超高清视频。

基本参数

轴距	350 毫米
整机重量	1.216 千克
最大上升速度	5 米 / 秒
最大平飞速度	57.6 千米 / 时
最大飞行时间	25 分钟
最远遥控距离	1 千米
相机有效像素	1200 万
电池容量	4480 毫安时

大疆精灵 3 Standard 可借助 GPS 实现自动悬停，即使用户飞行途中不慎释放摇杆，机身也可立即自动悬停。当无人机在空中失去遥控器信号或收到返航指令时，可自主回到返航点。飞控系统既可以对准一个静态的对象绕圈拍摄，也可以对设定好的目标跟踪拍摄。内置 GPS 系统有所升级，可以调用更多卫星进行导航，从而实现精准定位和定高定点悬停，即便无人机飞出了遥控范围，系统也会自动触发失控返航功能。在室内飞控方面，其配备了室内视觉定位系统，内置的视觉和超声波传感器通过感知地面纹理和相对高度，让无人机在室内也能实现精准定点悬停和平稳飞行。



大疆精灵 3 Standard 无人机及其遥控器



大疆精灵 3 Standard 无人机起飞



大疆精灵 3 4K 无人机



大疆精灵 3 4K 是深圳市大疆创新科技有限公司于 2016 年 1 月发布的航拍无人机。

大疆精灵 3 4K 与大疆精灵 3 系列其他型号的最大区别是它可通过 Wi-Fi 信号与 DJI GO 应用程序连接，还可录制 4K 视频。该无人机采用增强型 Wi-Fi 中继器，通过移动设备，配合定制遥控器，可实时查看相机角度、控制飞行方向，并拥有一键返航等功能，传输距离达 1.2 千米。

基本参数	
轴距	350 毫米
整机重量	1.28 千克
最大上升速度	5 米 / 秒
最大平飞速度	57.6 千米 / 时
最大飞行时间	25 分钟
最远遥控距离	1.2 千米
相机有效像素	1240 万
电池容量	4480 毫安时

大疆精灵 3 4K 的电池续航时间长达 25 分钟，智能电池内置传感器及 LED 指示灯，可实时掌握电池状态，还可根据飞行距离计算返航和降落时间，提示返航。大疆精灵 3 4K 的电机采用先进的制造工艺，动力强劲。无刷电机搭配先进的双向通信智能电调，让大疆精灵 3 4K 在空中的响应更加敏捷，可随时加速或急停、快速上升或下降。大疆独特的空气制动系统保证在放开摇杆时，无人机可自动定点悬停。高精度自紧桨性能卓越，能在恶劣的环境中稳定飞行。



大疆精灵 3 4K 无人机侧面视角



大疆精灵 3 4K 无人机及其遥控器、电池



大疆精灵 3 SE 无人机



大疆精灵 3 SE 是深圳市大疆创新科技有限公司于 2017 年 3 月发布的航拍无人机。

大疆精灵 3 SE 配备了 4K 相机，内置的三轴增稳云台能够有效抑制机身在飞行当中所遇到的抖动，同时还配备了 94 度广角镜头，支持 4 千米内的图片、视频传输以及操作控制。镜头采用全金属磨砂处理，搭载了一颗 94 度 FOV F/2.8 光圈的镜头，其 CMOS 传感器有效像素为 1200 万，最高支持 4096×2160 25fps 视频录制，还带有遮光罩，可以有效防止漫反射引起的光晕现象。

大疆精灵 3 SE 配备视觉定位系统，可在超低空或室内等无 GPS 信号的环境实现稳定飞行和悬停。返航功能可使飞行器在失去遥控信号或电量不足时自动返回返航点并自动降落。用户可通过 DJI GO 应用程序在移动设备上实时查看高清画面，稳定传输 720P 图像以及上、下行数据。

基本参数

轴距	350 毫米
整机重量	1.236 千克
最大上升速度	5 米 / 秒
最大平飞速度	57.6 千米 / 时
最大飞行时间	25 分钟
最远遥控距离	4 千米
相机有效像素	1200 万
电池容量	4480 毫安时

飞行中的大疆精灵 3 SE 无人机





大疆精灵 4 无人机



大疆精灵 4 是深圳市大疆创新科技有限公司于 2016 年 3 月发布的航拍无人机。

大疆精灵 4 采用了流线型机身设计，标准版机身采用白色配色。主机采用四旋翼设计，机身造型圆润简洁，旋翼支臂末端设有夜航灯。大疆精灵 4 中国新年特别版由西班牙艺术家马丁·萨蒂设计，采用中国红的配色，外壳上印的是一只色彩鲜艳的凤凰，同时基于风、火、水、土四种基础元素创造了许多图案。

基本参数	
轴距	350 毫米
整机重量	1.38 千克
最大上升速度	6 米 / 秒
最大平飞速度	72 千米 / 时
最大飞行时间	28 分钟
最远遥控距离	5 千米
相机有效像素	1240 万
电池容量	5350 毫安时

大疆精灵 4 支持拍摄 4K/30fps 视频或 1080P/120fps 全高清慢动作视频，还能以 RAW 格式拍摄 1240 万像素照片，给用户提供更更大的后期处理空间。该无人机采用新设计的动力系统，运动模式下，最高水平速度为 72 千米 / 时，最高上升、下降速度分别为 6 米 / 秒、4 米 / 秒，倾斜角度最高可达 45 度。大疆精灵 4 支持自动避障功能，可以准确地探测出前方的障碍并作出合理的反应，例如减速、悬停等，从而有效提升了飞行安全性。用户可以更加专注于构图和拍摄，而不必过多考虑无人机飞行方向上的障碍对飞行造成的影响。该无人机还支持 GPS/GLONASS 双模定位，支持指点飞行功能，设定好点位后，无人机可以自动飞抵预设的区域。

大疆精灵 4 无人机准备起飞





大疆精灵 4 Pro 无人机



大疆精灵 4 Pro 是深圳市大疆创新科技有限公司于 2016 年 11 月发布的航拍无人机。

大疆精灵 4 Pro 配备 1 英寸 2000 万像素影像传感器相机，可实现 100Mbps 码率、4K/60fps 的视频拍摄，Flight Autonomy 系统新增了后视视觉传感器与机身两侧的红外感知器系统，前后视觉传感器最大有效感知距离达 30 米。遥控器新增 2.4GHz/5.8GHz 双频段切换，可靠性更高，并可选择屏幕一体化遥控器。

基本参数

轴距	350 毫米
整机重量	1.388 千克
最大上升速度	6 米 / 秒
最大平飞速度	72 千米 / 时
最大飞行时间	30 分钟
最远遥控距离	7 千米
相机有效像素	2000 万
电池容量	5870 毫安时

相比于大疆精灵 4，大疆精灵 4 Pro 的指点飞行功能中配备轨迹辅助功能，新增了向后指点和自由指点模式；智能跟随功能中新增了环绕跟随模式、平行跟随模式及锁定跟随模式；新增了轨迹飞行、手势自拍，拥有窄距感知功能，采用全新的返航逻辑。新一代智能返航可以根据环境实时构建地图，然后选择最优航线返航，并具备最远达 300 米的障碍感知与绕飞能力。当信号丢失后，无人机先沿原路径飞行尝试重新获取遥控信号，当遥控信号获取后，无人机将进入正常直线返航逻辑；如果一分钟后仍无法获取遥控器信号，无人机也将进入直线返航逻辑。



飞行中的大疆精灵 4 Pro 无人机



大疆精灵 4 Pro 无人机及其遥控器



大疆精灵 4 Advanced 无人机



大疆精灵 4 Advanced 是深圳市大疆创新科技有限公司于 2017 年 4 月发布的航拍无人机。

与大疆精灵 4 相比，大疆精灵 4 Advanced 能以 100Mbps 码率拍摄 4096×2160/60fps 高帧率视频，支持 H.265 的编码方式进行视频录制，也支持录制视频同时拍照的功能。同时大疆精灵 4 Advanced 的影像传感器面积更大，画质也更加清晰。大疆精灵 4 Advanced 配备了专为航拍设计的等效 24 毫米广角镜头，含有机快门、可变光圈，范围是 F2.8-F11，同时还能提供自动对焦功能。

基本参数	
轴距	350 毫米
整机重量	1.368 千克
最大上升速度	6 米 / 秒
最大平飞速度	72 千米 / 时
最大飞行时间	30 分钟
最远遥控距离	7 千米
相机有效像素	2000 万
电池容量	5870 毫安时

大疆精灵 4 Advanced 的智能飞行功能在大疆精灵 4 的基础上进行了大幅升级，其在 P 模式下的最大飞行速度较 大疆精灵 4 略有提升。飞行时间增加到了 30 分钟，最大控制距离增加至 7 千米，障碍物感知距离从 15 米增加到了 30 米。相对于大疆精灵 4 Pro 而言，大疆精灵 4 Advanced 保留了大部分控制功能。但大疆精灵 4 Advanced 的 Flight Autonomy 系统没有后视视觉传感器与机身两侧的红外感知器系统，遥控器没有了 5.8GHz 频段，指点飞行模式里没有后向指点功能。