

无人机航拍实战128例： 飞行+航拍+后期完全攻略（修订升级版）

赵高翔 龙飞 编著

清华大学出版社
北 京

内 容 提 要

本书从飞行线、航拍线、后期线这三条线展开讲解,力求帮助读者快速成为无人机飞行航拍与后期处理的高手!同时本书也适合作为 CAAC、AOPA、UTC、ASFC 等考证的教材,随书赠送了教学视频、PPT 教学课件和电子教案。

【飞行线】详细介绍了 DJI GO 4 App 的各项飞行参数设置、确保初次安全飞行的技巧、航拍飞行的风险规避技巧、无人机对飞行环境的要求、空中飞行的动作与方式、智能飞行模式的应用以及航拍的构图技巧等内容。

【航拍线】详细介绍了风景照片、湖泊照片、古建筑照片、海岛风景照片、璀璨夜景照片、桥梁车流照片、日落晚霞照片、高原雪山照片、海边风光视频、城市风光视频以及家乡风光视频的航拍技巧,帮助读者步步精通。

【后期线】详细介绍了手机醒图 App 处理照片与剪映手机版处理视频的技巧,还详细讲解了通过计算机精修照片与处理视频的方法,让读者能快速获取后期处理的实用知识。

本书适合由爱好玩无人机转向学摄影的人员和由爱好摄影转向玩无人机航拍的人员阅读,也适合因工作需要深入学习航拍照片和视频的记者、摄影师等人阅读,还可以用作无人机航空摄影类课程的教材或者学习辅导用书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。举报:010-62782989, beiqinquan@tup.tsinghua.edu.cn。

图书在版编目(CIP)数据

无人机航拍实战 128 例:飞行+航拍+后期完全攻略:修订升级版 / 赵高翔, 龙飞编著. —北京:清华大学出版社, 2024.3

ISBN 978-7-302-65662-3

I. ①无… II. ①赵… ②龙… III. ①无人驾驶飞机—航空摄影 IV. ①TB869

中国国家版本馆 CIP 数据核字(2024)第 048253 号

责任编辑:刘 洋
封面设计:徐 超
版式设计:张 姿
责任校对:王凤芝
责任印制:曹婉颖

出版发行:清华大学出版社

网 址: <https://www.tup.com.cn>, <https://www.wqxuetang.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-83470000

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:小森印刷霸州有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:17.5

字 数:414 千字

版 次:2024 年 5 月第 1 版

印 次:2024 年 5 月第 1 次印刷

定 价:99.00 元

产品编号:101303-01

序 言

PREFACE

我渴望飞翔，无论用什么样的方式，但是我没有翅膀。我希望用一种方式让自己的身体与灵魂长出一对翅膀。感谢这个时代，感谢基础物理学、机电、自动化控制等科学技术的不断进步，感谢先进技术不断向民用领域的延伸应用，还需要感谢的是一直拥有一颗热爱美、期望创造美的心灵的自己。

从早年学习绘画开始，我便对自己想象世界里的各种或真或假的样子，以一幅又一幅画的模样填充在脑海中。直到数码相机时代的到来，使我终于可以肆意发挥，用真正的画面去记录我走过的那些路途与见到的风景，并使用计算机把脑海中想象的那些色彩与元素在照片中进行装扮与渲染。

在这个过程刚开始的一天，我搭乘了从西安飞往拉萨的航班。当飞机进入藏区深处时，我用相机拍摄下了窗外西藏大地上层层涌动的雪山与冰川，也记录下了藏地上一道道深邃的山谷与河流，然后把这些图片发布在一个我曾经用过的摄影网站上，没想到这些作品得到了许多令我热血沸腾的评论与赞扬。这一次的经历一直让我印象深刻，推动着我用相机去记录美好世界，也正因如此，才有了后来鼓起最大的勇气努力去拍摄美景的自己，也是因为这一组获得反响良好的照片，我的心灵里才有了关于天空、关于飞翔、关于俯瞰世界的思绪萌芽。

在过去的年代里，航拍无疑是成本高昂的，但当那些画面在荧幕前、纸张上呈现出来的时候，我们的内心总是不断被震撼。再早之前，航拍无疑也是高风险的，甚至有摄影师为此献出了宝贵的生命，但依然无法阻挡摄影人对航拍这种拍摄形式的痴迷与追求。航拍的魔力吸引着摄影人不断地投入资金与精力去实现梦想，就算没有条件，也要创造条件去完成。甚至有人花巨资租用直升机来实现航拍；也有人把相机装在气球、航模上实现航拍；还有人用自制飞控把各种部件装配起来实现航拍。

我对新鲜玩物总是充满好奇，又因自己“理工男”的专业背景，我对飞机这类玩物一直颇为关注，在小型民用无人航拍器诞生伊始，我就密切关注了这一领域的动态。

小型民用无人航拍器发展初期，民用无人航拍器无论在价格，还是在操作便捷程度上，实际上都不亲民，在成像质量上也有一些缺憾，但我能预感到，用不了太多时日，这一切都会像从胶片相机时代步入数码相机时代那样发生排山倒海的变革，让更多摄影人、观众找到一种新的令人疯狂的影像记录手段，让影像创作者寻得新的自我价值实现之路。

事实确实如此，整个过程不是只有一次变革，也不是只有一次疯狂。每当民用无人航拍器更新迭代的时候，我就一次又一次地被撼动。从刚开始使用 1/2.3 英寸感光底片到后来进化至 1 英寸感光底片，这是一次质的飞跃；从需要占用一个背包空间的机身体积，到后来进步至折叠后不超过单反相机大小却依旧保留 1 英寸的感光底片，这又是一次质的飞跃。经历了数次飞跃式的迭代升级后，当下的无人航拍器已经完全可以满足民用摄影的需求，无人机已经真正成为摄影创作、旅行影像记录等影像拍摄和应用领域中不可或缺的工具。

当我拥有无人机这个拍摄工具后，无论是近在家门口还是远行万里的拍摄，我都已经彻底离不开它，甚至在很多次的拍摄中，它成为我的主力器材。我穿越过人山人海，也飞跃过山与大海，无人机帮助我实现了年少时关于天空、关于飞翔、关于俯瞰世界的那些梦想。尽管无人机有高度与飞行时间的限制，也有许多飞行制度的约束，但它已经为我那些原本浮现在脑海中的一幅又一幅画面插上了腾飞的翅膀，使其变得鲜活，变得触手可及，成了令人惊叹的具象，成了直击心灵的震撼。

在与无人机航拍器相处的多年时光里，我在器材官方参数资料里寻找信息，从各种论坛帖子里翻阅知识，于早年绘画经历和相机拍摄经验中提炼美术感，从不断尝试从计算机图像处理实践中寻求符合航拍摄影的后期处理技巧，从图片发布中取得的各种反馈，从与各种机构、公司的合作经验中提炼无人机航拍的实务策略，从艺术理论，尤其是摄影史书籍资料中琢磨出无人机航拍摄影的意义。涉及的渠道与内容非常之多，这也是我学习无人机航拍从入门到精通走过的路程。

而现在，感谢清华大学出版社的大力支持与协助，帮助我把无人机航拍摄影这种拍摄方式的来龙去脉整理成册，编写成本书。本书从器材进化史到飞行拍摄风险防范、从无人机基础参数含义到飞行拍摄操控技巧训练、从基础构图理论到大片拍摄实战、从手机快捷修图到计算机图片精修、从航拍影像创作到航拍作品传播，用 128 招式的实战指导，力求帮助读者实现从无人机航拍的基础入门到精通的进化，用无人机航拍全知识链条与全方位实践范例，帮助无人机航拍者少走一些弯路。这些内容同样可以帮助已经开始无人机航拍的摄影人产生一些新思路，起到抛砖引玉的作用。

本书内容分为四大篇，涵盖了 14 章专题精讲，具有以下六大特色。



(1) **实操案例体例独特。**市场上首本以实操的干货技巧+案例的无人机航拍学习教程，分别以序号为 001、002、003 的命名方式，让读者学一招赚一招！

(2) **128 个最常用技巧。**市场上同类书比较传统，理论偏多，而本书精选 128 个经典技巧+案例，都是针对航拍者的痛点、难点编写的，性价比高！

(3) **原创独家内容揭秘。**书中许多内容是作者深度研究无人机航拍后提炼出来的内容，在同类书中均未出现过，可谓人无我有！

(4) **实拍照片截图解说。**本书对 DJI GO 4 App 的操作界面进行了实操过程的截图，并进行了详细介绍，帮助初拍者克服心理恐慌。

(5) **大疆航拍师经验放送。**本书作者有 10 年的航拍经验，多次进行航拍和教学的经验总结，帮助无人机航拍者从小白到达人，从新手成为高手！

(6) **附赠教学视频。**本次升级，特意实拍附赠了无人机飞行+手机和计算机照片、视频后期处理的教学视频，扫码即可观看，让大家可以边看边学，会拍也会制作！

在编写本书时，是基于软件截图的实际操作图片，但本书从编辑到出版需要一段时间，在这段时间里，软件界面与功能可能会有调整与变化，如有内容删除或增加，这是软件开发商做的更新，均属正常现象，请在阅读时，根据书中的思路，举一反三，进行学习即可，不必拘泥于细微的变化。

读者可以用微信扫一扫下面的二维码，关注官方微信公众号，输入本书的资源下载码，根据提示获取随书附赠的超值资料包的下载地址及密码。



扫码获取航拍素材



扫码获取航拍效果

本书由赵高翔、龙飞主编，参与编写的人员有胡杨、邓陆英等人，由于作者知识水平有限，书中难免存在错误和疏漏之处，恳请广大读者批评指正。

感谢打开了这本书的你，期待着你也可以用无人机航拍的方式记录并分享这个美好的世界。

赵高翔

清华大学出版社

大疆 Mavic 2 与 Mavic 3 的对比说明



鉴于部分读者使用的是大疆 Mavic 2 系列的无人机，有的则是使用大疆 Mavic 3 系列的无人机，为了方便大家学习，在这里，笔者将两者的共性与区别做一个说明，为用户提供更多的选择。

根据笔者的实际使用经验，大疆 Mavic 2 与 Mavic 3 的共性有如下五个。

一是飞行中的注意事项是一样的：无论是飞行哪一款无人机，在飞行前和飞行时，以及飞行后所要注意的事项都是大同小异的。顺利起飞、安全飞行、平稳降落是每个飞手都要做到的基本操作。

二是取景构图的技巧是一致的：对比摄影人而言，把无人机飞到高空中的主要目的还是拍摄，无论是拍照片还是拍视频，学会取景构图可以让我们的图像画面更有高级感，航拍出极具艺术感的大片。

三是飞行动作和智能模式是相通的：在飞行无人机的时候，书中列举教学的飞行动作和智能飞行模式，在 Mavic 2 和 Mavic 3 中都是相通的。用户只要掌握了这些飞行要领，就可以驾驭任何一款无人机。

四是后期处理的方法是相同的：无论是用 Mavic 2 还是 Mavic 3，在拍摄完照片和视频之后，都需要对素材进行一定的后期处理；无论是用电脑还是用手机处理素材，书中都有详细的介绍和教学，让你便捷又快速地制作出大片。

五是 Mavic 2 与 Mavic 3 的用户有部分重合：基于 Mavic 2 的用户多于 Mavic 3，本书写作以 Mavic 2 为主做介绍。本篇对比说明更是为了照顾到两种机型的用户，让大家既可以了解和学习 Mavic 2 的飞行，又能升级与学习 Mavic 3 的新功能，这样同时掌握两种无人机的共性与区别。

大疆 Mavic 2 与 Mavic 3 的主要区别有三个。

一是界面功能的变化：大疆 Mavic 2 所使用的 DJI GO 4 App，功能和模式主要集中在界面的左侧；大疆 Mavic 3 所使用的 DJI Fly App，功能和模式主要集中在界面的右侧，但是大部分的功能没有很大的差别。

二是电池续航的差别：大疆 Mavic 2 的电池容量为 3850 毫安，最大飞行时间为 31 分钟；大疆 Mavic 3 的电池容量为 5000 毫安，最大飞行时间为 46 分钟。

三是镜头变焦差别：大疆 Mavic 3 增加了 7 倍变焦，但在 3 倍至 4 倍焦距下的图像

画质会相对较好一些。

其他功能与界面的区别如下。

1. 功能参数对比

目前，大疆御系列的无人机已更新到御3版本，也就是Mavic 3。下面介绍大疆Mavic 2与Mavic 3的对比说明，如表0-1所示。

表0-1 大疆Mavic 2与Mavic 3的对比说明

规格参数	Mavic 2	Mavic 3
外观		
重量	907克	899克（大师版Cine） 895克（标准版）
尺寸（折叠/展开）	折叠（不含螺旋桨）212.86×99.83×93.04毫米（长×宽×高） 展开（不含螺旋桨）319.55×256.46×90.5毫米（长×宽×高）	折叠（不含螺旋桨）212×96.3×90.3毫米（长×宽×高） 展开（不含螺旋桨）347.5×283×107.7毫米（长×宽×高）
轴距	对角线：353.66毫米	对角线：380.1毫米
最大上升速度	5米/秒（S模式） 4米/秒（P模式）	6米/秒（P模式） 8米/秒（S模式）
最大下降速度	3米/秒（S模式） 3米/秒（P模式）	6米/秒（P模式） 6米/秒（S模式）
最大飞行速度（接近海平面，无风）	20米/秒（S模式）	21米/秒（S模式）
最大飞行海拔高度	5000米	6000米
最大飞行时间（无风）	31分钟	46分钟
最大悬停时间（无风）	29分钟	40分钟
最大风速阻力	8~10.7米/秒	10.8~13.8米/秒
最大倾斜角度	35°（S模式） 15°（P模式）	35°（S模式） 30°（P模式）
悬停精度范围	垂直：±0.1米（带视觉定位）； ±0.5米（带GPS定位） 水平：±0.3米（带视觉定位）； ±1.5米（带GPS定位）	垂直：±0.1米（带视觉定位）； ±0.5米（带GPS定位） 水平：±0.3米（带视觉定位）； ±0.5米（带GPS定位）
工作温度	-10~40℃（14°~104°F）	-10~40℃（14°~104°F）
全球导航卫星系统	GPS + GLONASS	GPS + 伽利略 + 北斗
传感器	1英寸CMOS，有效像素：20MP	4/3CMOS，有效像素：20MP
镜片	FOV：77° 等效格式：28毫米 光圈：f/2.8~f/11 对焦：1米至∞（带自动对焦）	FOV：84° 等效格式：24毫米 光圈：f/2.8~f/11 对焦：1米至∞（带自动对焦）



续表

规格参数	Mavic 2	Mavic 3
最大图像尺寸	5472 × 3648	哈苏相机：5280 × 3956 长焦相机：4000 × 3000
静态摄影模式	单拍：20MP 连拍：3/5包围帧 定时：2/3/5/7/10/15/20/30/60秒 RAW：5/7/10/15/20/30/60秒	单次拍摄：20MP 自动包围曝光(AEB)：20MP， 0.7EV下的3/5包围帧 定时：20MP 2/3/5/7/10/15/20/30/60秒
视频分辨率	100Mbps	H.264/H.265 比特率：H.264 Max 200Mbps，H.265 Max 140Mbps
视频格式	MP4/MOV (MPEG-4 AVC/H.264、 HEVC/H.265)	Mavic 3：MP4/MOV (MPEG-4 AVC/ H.264, HEVC/H.265) Mavic 3 Cine：MP4/MOV (MPEG-4 AVC/ H.264, HEVC/H.265)；MOV (Apple ProRes 422 HQ)
机械范围	倾斜：-135° ~ 45° 平移：-100° ~ 100°	倾斜：-135° ~ 100° 滚动：-45° ~ 45° 平移：-27° ~ 27°
可控范围	倾斜：-90° ~ 30° 平移：-75° ~ 75°	倾斜：-90° ~ 35° 平移：-5° ~ 5°
最大控制速度 (倾斜)	120° /秒	100° /秒
传感系统	全方位障碍物感应（前、后、下双 目视觉、左右单眼视觉、上、下红 外感应系统）	全方位障碍物感应（前、后、左、 右、上、下双目视觉，单目视觉和 向下红外感应系统）
最大传输距离（无障 碍、无干扰、与控制 器对齐）	2.400 ~ 2.483GHz；5.725 ~ 5.850GHz FCC：10公里 CE：6公里 SRRC：6公里 MIC：5公里	2.400 ~ 2.483GHz；5.725 ~ 5.850GHz FCC：15公里 CE：12公里 SRRC：8公里 MIC：8公里
视频传输系统	OcuSync 2.0	O3+
远摄镜头传感器	不适用	1/2英寸CMOS
内部存储器	8GB	8GB
最大下载比特率	40Mbps	SDR：5.5MB/s（带RC-N1遥 控器）； 15MB/s（使用DJI RC Pro） Wi-Fi 6：80MB/s
操作频率	2.400 ~ 2.483GHz 5.725 ~ 5.850GHz	2.400 ~ 2.4835GHz 5.725 ~ 5.850GHz
天线	2根天线，1T2R	4根天线，2T4R
电池容量	3850毫安	5000毫安
电池重量	297克	335.5克
充电温度	5 ~ 40℃（41° ~ 104°F）	5 ~ 40℃（41° ~ 104°F）
充电器输入	100 ~ 240V，50/60Hz，1.8A	100 ~ 240V交流电，47 ~ 63Hz，2.0A

续表

规格参数	Mavic 2	Mavic 3
USB-A端口	USB端口：5V=2A	USB-A：5V=2A
充电管家额定功率	60瓦	65瓦
充电管家充电类型	4节电池依次充电	3节电池依次充电
车充输入	汽车电源输入：12.7V至16V=10Amax	车载电源输入：12.7V至16V=6.5A，额定电压14VDC
车充额定功率	80瓦	65瓦
支持的SD卡	支持容量高达128GB的microSD卡，传输速度为UHS-I Speed Grade 3	SDXC或UHS-I microSD卡，容量高达2TB
遥控器传输系统	Ocu Sync 2.0	Ocu Sync 2.0
电池寿命	充满电可续航约2.5小时	未给移动设备充电情况下：6小时 给移动设备充电情况下：4小时
支持的USB端口类型	Lightning、Micro-USB、USB Type-C	Lightning、Micro-USB、USB Type-C

2. 飞行界面对比

大疆 Mavic 2 所适用的飞行 App 与大疆 Mavic 3 也有所区别。大疆 Mavic 2 可连接 DJI GO 4 App，大疆 Mavic 3 连接的是 DJI Fly App，下面介绍两款软件的飞行界面区别。

（一）下面详细介绍 DJI GO 4 App 图传飞行界面中的各按钮含义及功能（见图 0-1）。



图0-1 DJI GO 4无人机图传飞行界面

- ① 主界面 **DJI**：点击该图标，将返回 DJI GO 4 的主界面。



② 飞行器状态提示栏 **飞行中 (GPS)**: 在该状态栏中, 显示了飞行器的飞行状态, 如果无人机处于飞行中, 则显示“飞行中”; 如果处于准备起飞状态, 则显示“起飞准备完毕”。

③ 飞行模式  **Position**: 显示了当前的飞行模式, 点击该图标, 将进入“飞控参数设置”界面, 在其中可以设置飞行器的返航点、返航高度以及新手模式等, 用户还可以切换3种飞行模式, 如S模式、P模式以及T模式, 上下滑动屏幕, 可以进行相关设置。

④ GPS 状态 : 该图标用于显示GPS信号的强弱, 如果只有一格信号, 则说明当前GPS信号非常弱, 如果强制起飞, 会有炸机和丢机的风险; 如果显示五格信号, 对说明当前GPS信号非常强, 用户可以放心在室外起飞无人机设备。

⑤ 障碍物感知功能状态 : 该图标用于显示当前飞行器的障碍物感知功能是否能正常工作, 点击该图标, 将进入“感知设置”界面, 在其中可以设置无人机的感知系统、雷达图以及辅助照明等。

⑥ 遥控链路信号质量 : 该图标显示遥控器与飞行器之间遥控信号的质量, 如果只有一格信号, 则说明当前信号非常弱; 如果显示五格信号, 对说明当前信号非常强。点击该图标, 可以进入“遥控器功能设置”界面。

⑦ 高清图传链路信号质量 : 该图标显示飞行器与遥控器之间高清图传链路信号的质量, 如果信号质量高, 则飞行界面中的图传画面稳定、清晰; 如果信号质量差, 则可能会出现画面卡顿, 或者手机屏幕上的图传画面出现中断。

⑧ 电池设置  **70%**: 可以实时显示当前无人机设备电池的剩余电量, 如果飞行器出现放电短路、温度过高、温度过低或者电芯异常, 界面中都会给出相应的提示。点击该图标, 可以进入“智能电池信息”界面。

⑨ 通用设置 : 点击该按钮, 可以进入“通用设置”界面, 在其中可以设置相关的飞行参数、直播平台以及航线操作等。

⑩ 自动曝光锁定按钮  **AE**: 点击该按钮, 可以锁定当前的曝光值。

⑪ 拍照 / 录像切换按钮 : 点击该按钮, 可以在拍照与拍视频之间进行切换, 当用户点击该按钮后, 将切换至拍视频界面, 按钮也会发生相应变化, 变成录像机的按钮 。

⑫ 拍照 / 录像按钮 : 点击该按钮, 可以开始拍摄照片; 或者开始录制视频画面, 再次点击该按钮, 将停止视频的录制操作。

⑬ 拍摄参数调整按钮 : 点击该按钮, 在弹出的面板中, 可以设置拍照与录像的各项参数。

⑭ 素材回放按钮 : 点击该按钮, 可以回看自己拍摄过的照片和视频文件, 查看拍摄效果。

⑮ 相机参数 : 显示当前相机的拍照 / 录像参数, 以及剩余的可拍摄容量。

⑯ 对焦 / 测光切换按钮 : 点击该按钮, 可以切换对焦和测光的模式, 对画面对焦。

⑰ 飞行地图与状态 : 该图标是以高德地图为基础, 显示了当前飞行器的姿态、

飞行方向以及雷达功能，点击地图图标，即可放大查看地图，可以查看飞行器目前的具体位置。

18 自动起飞 / 降落 ：点击该按钮，可以使用无人机的自动起飞与自动降落功能。

19 智能返航 ：点击该按钮，可以使用无人机的智能返航功能，可以帮助用户一键返航无人机。用户需要注意的是，在使用一键返航功能时，一定要先更新返航点，以免无人机飞到了其他地方，而不是用户当前所站的位置。

20 智能飞行 ：点击该按钮，可以使用无人机的智能飞行功能，如兴趣点环绕、一键短片、延时摄影、智能跟随以及指点飞行等模式。

21 避障功能 ：点击该按钮，将弹出“安全警告”提示信息，提示用户在使用遥控器控制飞行器向前或向后飞行时，将自动绕开障碍物，点击“确定”按钮，即可开启该功能。

（二）下面详细介绍 DJI Fly 图传飞行界面中的各按钮含义及功能（见图 0-2）。



图0-2 DJI Fly无人机图传飞行界面

1 飞行档位 **普通挡**：点击该图标，可以切换 3 种飞行模式，有普通挡、平稳挡和运动挡。

2 飞行器状态提示栏 **飞行中**：在该状态栏中，显示飞行器的飞行状态以及各种警示信息。如果无人机处于飞行中，则显示“飞行中”；异常状态时，点击可查看详细信息。

3 电池电量和时间  16:31：显示当前智能飞行电池电量百分比及剩余可飞行时间。

4 图传信号 ：该图标显示遥控器与飞行器之间遥控信号的质量，如果只有一格信号，则说明当前信号非常弱；如果显示五格信号，对说明当前信号非常强。

5 视觉系统状态 ：图标白色表示视觉系统工作正常；红色表示工作异常，此时



无法躲避障碍物。

- ⑥ 显示 GNSS 信号强弱  28: 点击可查看 GNSS 具体信号强度, 当图标显示为白色时, 表示 GNSS 信号良好, 可刷新返航点。
- ⑦ 系统设置 : 包括安全、操控、拍摄、图传和关于界面。
- ⑧ 拍摄模式 : 点击该按钮, 可以进入大师镜头、一键短片等模式。
- ⑨ 拍摄按钮 : 点击该按钮, 可以拍照 / 录像。
- ⑩ 回放按钮 : 点击该按钮, 可以查看拍摄的素材。
- ⑪ 相机挡位切换 : 在拍照模式下, 支持切换手动挡或自动挡, 不同挡位下可设置的参数会不同。
- ⑫ 拍摄参数  存储 格式 EV 972 RAW -1.3: 可以查看存储内存、拍摄格式和曝光补偿参数。
- ⑬ 切换对焦 : 点击该按钮, 可切换对焦方式, 也可长按展开对焦刻度条。
- ⑭ 焦距参数 : 可以设置焦距倍数, 最高为 7 倍。
- ⑮ 航点飞行 : 点击该按钮, 可以开启航点飞行。
- ⑯ 智能返航 : 点击该按钮, 可以使用无人机的智能返航功能, 可以帮助用户一键返航无人机。
- ⑰ 地图 : 点击可切换至姿态球, 显示飞行器机头朝向、倾斜角度, 遥控器、返航点位置等信息。
- ⑱ 飞行高度和速度  0.0m/s H 11m: H 显示飞行器与返航点垂直方向的距离, 0.0m/s 显示飞行器在垂直方向的飞行速度。
- ⑲ 飞行距离和速度  0.0m/s D 5.7m: D 显示飞行器与返航点水平方向的距离, 0.0m/s 显示飞行器在水平方向的飞行速度。
- ⑳ 返回按钮 : 点击该按钮, 返回上一级界面, 也就是回到 DJI Fly 的主界面。

清华大学出版社

目 录

CONTENTS

新手入门篇

002 第 1 章 快速入门：9 招成为无人机内 行人士

- 003 001 了解无人机的发展和种类
- 006 002 如何选择适合自己的无人机
- 008 003 购买无人机时的物品清单
- 010 004 掌握无人机的规格参数
- 012 005 认识遥控器与操作杆
- 017 006 认识云台
- 018 007 认识电池
- 019 008 检查电量并正确充电
- 020 009 固件升级事项

023 第 2 章 安全第一：11 个风险要提前规 避好

- 024 010 无人机电池与手机是否充
满电
- 024 011 SD 卡是否有足够的存储
空间
- 025 012 无人机的飞行地点是否安全
- 028 013 飞行前检查好机身是否正常
- 029 014 校准 IMU 和指南针，确保
安全
- 032 015 飞行高度保持在 125m 以内

- 034 016 保持无人机在你的可视范
围内
- 035 017 空中飞行遇海鸥突袭怎
么办
- 035 018 尽量不要在深夜飞行，视线
受阻
- 035 019 无人机失联了，应该如何
找回
- 037 020 无人机的存放、飞行和法律
规范

038 第 3 章 小心炸机：10 种炸机危险因素 要注意

- 039 021 放风筝的环境很危险
- 039 022 室外无 GPS 信号的地方
- 040 023 侧飞时撞到侧面障碍物
- 040 024 在人多的地方飞行有风险
- 041 025 室内起飞无人机容易炸机
- 042 026 大风雨雪天气起飞无人机
- 043 027 起飞时提示视觉定位模式
- 043 028 返航时电量不足原地炸机
- 044 029 地面不平就起飞或降落无
人机
- 045 030 在不熟悉的夜间环境飞行无
人机

飞行训练篇

048 第4章

熟悉 App: 11 项参数精通才能飞得更好

- 049 031 下载并安装 DJI GO 4 App
- 051 032 注册并登录 App 账号
- 053 033 连接无人机设备
- 055 034 认识 DJI GO 4 App 飞行界面
- 061 035 设置 ISO 快门光圈参数
- 065 036 设置照片尺寸与格式
- 067 037 设置照片拍摄模式
- 070 038 设置无人机相机参数
- 072 039 设置无人机视频参数
- 074 040 使用自带编辑器创作视频
- 077 041 查看飞行记录及隐私设置

079 第5章

首飞准备: 9 个技巧确保初次安全飞行

- 080 042 器材的准备清单
- 081 043 无人机的飞行清单
- 081 044 素材的拍摄清单
- 082 045 准备好遥控器
- 084 046 准备好飞行器
- 086 047 正确安全地起飞
- 088 048 安全降落无人机
- 089 049 平稳与慢速飞行
- 090 050 细微地飞行移动

092 第6章

飞拍实训: 11 种飞手考证必备实训动作

- 093 051 上升、悬停和降落拍摄
- 094 052 直线飞行拍摄

095 053 360° 旋转拍摄

097 054 方形飞行拍摄

098 055 飞进飞出拍摄

099 056 画圆圈飞行拍摄

101 057 画 8 字飞行拍摄

102 058 垂直 90° 拍摄

104 059 展现镜头拍摄

106 060 飞行穿越拍摄

108 061 跟随移动目标拍摄

110 第7章

智能飞行: 8 种模式让你飞成航拍高手

111 062 自动起飞降落模式

113 063 自动返航模式

114 064 一键短片模式

116 065 智能跟随模式

118 066 兴趣点环绕模式

120 067 指点飞行模式

121 068 影像模式

123 069 延时摄影模式

127 第8章

航拍有术: 10 种构图让你张张出来是大片

128 070 主体构图

130 071 前景构图

131 072 曲线构图

133 073 斜线构图

134 074 水平线构图

136 075 三分线构图

138 076 九宫格构图

138 077 多点构图

140 078 逆光构图

141 079 横幅全景构图

航拍照片篇

144 第9章 大气恢宏：10类照片引爆你的朋友

- 145 080 航拍风景照片
- 146 081 航拍湖泊照片
- 148 082 航拍古建筑照片
- 151 083 航拍城市风光照片
- 152 084 航拍海岛风景照片
- 155 085 航拍璀璨夜景照片
- 157 086 航拍桥梁车流照片
- 160 087 航拍日落晚霞照片
- 161 088 航拍高原雪山照片
- 162 089 航拍秀美山川照片

164 第10章 醒图 App 手机修图：8招助你分分钟修出大片

- 165 090 裁剪照片二次构图
- 166 091 局部调整画面细节
- 168 092 智能优化美化照片
- 170 093 结构处理让照片更清晰
- 172 094 为照片添加滤镜进行调色
- 174 095 制作照片的海报文字效果
- 176 096 批量修图并进行多图拼接
- 179 097 醒图中的其他有趣玩法功能

185 第11章 Photoshop 计算机精修：5招修出精彩绝伦高质画感

- 186 098 展现灿烂美丽的山花
- 188 099 制作梦幻的山峦夕阳
- 191 100 浩瀚无边的沙漠风光
- 193 101 打造巍峨的雪山美景

195 102 制作漂亮大气的海景

航拍视频篇

200 第12章 航拍视频：8种方式拍出电影级画面

- 201 103 如何拍出吸引人的视频
- 201 104 掌握常见的视频航拍角度
- 203 105 静态镜头的拍摄方法
- 203 106 动态镜头的拍摄方法
- 203 107 移动拍摄视频画面
- 204 108 拍摄海边风光视频
- 205 109 拍摄城市风光视频
- 206 110 拍摄家乡风光视频

208 第13章 剪映手机版剪辑：9个功能一键输出电影画面

- 209 111 剪辑功能裁剪时长
- 211 112 音频功能添加音乐
- 216 113 添加文字和贴纸
- 219 114 添加视频特效
- 221 115 为素材添加转场
- 224 116 运用抠像功能
- 227 117 让照片变成动态视频
- 229 118 为视频添加滤镜调色
- 233 119 设置参数导出大片

235 第14章 剪映电脑版剪辑：9招助你成为导演级高手

- 236 120 导入和编辑视频
- 241 121 倒放和进行防抖操作
- 243 122 智能补帧让变速更自然
- 245 123 为视频添加会动的水印

248 124 借用 LUT 预设调色

253 125 制作定格卡点视频

257 126 添加解说字幕

259 127 制作电影感片头

260 128 制作求关注片尾

清华大学出版社

An aerial photograph of a coastal town, likely in Italy, showing a dense cluster of colorful buildings built on a hillside. The town is surrounded by green terraced fields and a large stadium. The sea is visible in the background, with mountains in the distance.

新手入门篇



第1章

快速入门： 9招成为无人机内行人士

学 | 习 | 提 | 示

无人机是指无人驾驶飞机，是一种利用无线电遥控设备来操纵飞机的技术。按用途分类，无人机可分为军用与民用两种类型。在民用方面，无人机涉及农业、植物保护、观察野生动物、影视拍摄等领域，已经逐渐成为刚需，在航空摄影领域更是应用广泛。本章主要介绍无人机的相关入门知识，帮助读者初步了解无人机，以及如何选择适合自己的无人机。



001 了解无人机的发展和种类

大家听到“无人机”这个词，可能会把它与军事战争联系在一起。无人机技术在第二次世界大战后期，得到了飞速的发展和进步，以前的无人机专门用于进行空中监测，侦探敌方军情。而当代的无人机，其应用领域已经非常广泛了，无人机不只限于军事领域，在其他的领域也有很多用途，它现在也是航拍爱好者最喜欢的设备。

在很早以前，没有无人机的时候，航模爱好者们都是自己亲手制作无人机，用于摄影和航拍。现在大疆公司开发了很多小巧、轻便、易携带的无人机，这也是无人机迅速火热起来的原因。图 1-1 所示为大疆御系列无人机。



图1-1 大疆御系列无人机

下面简单介绍一下无人机的发展史，如图 1-2 所示。

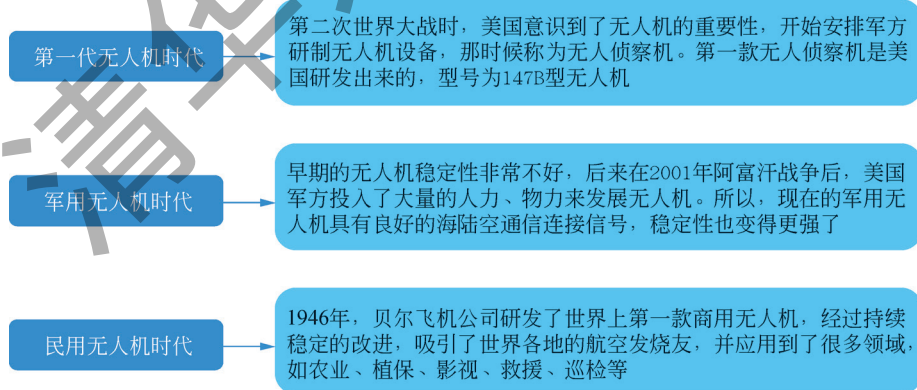


图1-2 无人机的发展史

大疆是目前世界范围内航拍平台的领先者，先后研发出不同的无人机系列，如大疆精灵系列（Phantom）、御系列（Mavic）以及悟系列（Inspire）等，都受到了航拍爱好者的青睐。下面对这三种无人机系列进行介绍。

1. 大疆精灵（Phantom）系列

大疆的精灵系列（Phantom）是一款便携式的四旋翼飞行器，它引发了航拍领域的重大变革，这是一款入门级的无人机，专门针对航拍初级爱好者，机型在设计上非常简单，结构不复杂，用户购买后只需要简单进行组合安装，就可以带着无人机出去航拍了，不需要用户调试设备。图 1-3 所示为大疆精灵 4 无人机。



图1-3 大疆精灵4无人机

根据大疆精灵系列（Phantom）的发展史，该系列无人机包括大疆精灵 1、大疆精灵 2、大疆精灵 3、大疆精灵 4 等不同型号，下面以图解的形式对各种型号进行简单介绍，如图 1-4 所示。

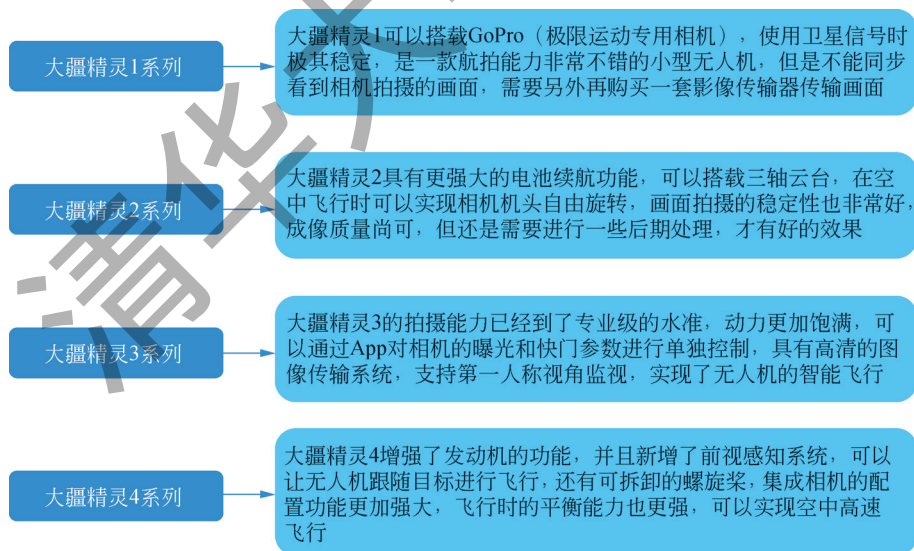


图1-4 大疆精灵系列的发展史

2. 大疆御（Mavic）系列

大疆御（Mavic）系列无人机与精灵系列完全不一样，御系列主打轻便、易携带的特



点，起飞前和降落后，用户一只手就可以轻轻松松拿起无人机，摄影爱好者出去旅游时，携带也特别方便，不耗费体力。Mavic Pro 还能够拍摄 4K 分辨率的视频，并配备地标领航系统，具有更强大的续航能力，最长飞行时间可达 30min 左右，飞行距离可达 7km。

目前大疆的御系列无人机已更新到御 Mavic 3 版本。御 Mavic 3 系列包括御 Mavic 3 Classic 普通版、御 Mavic 3 中等版和御 Mavic 3 CINE 大师高配版，用户可以根据自己的需求和经济预算进行购买。御 Mavic 3 的机型如图 1-5 所示。



图1-5 御Mavic 3

下面以图解的形式介绍大疆御（Mavic）系列的特点，如图 1-6 所示。

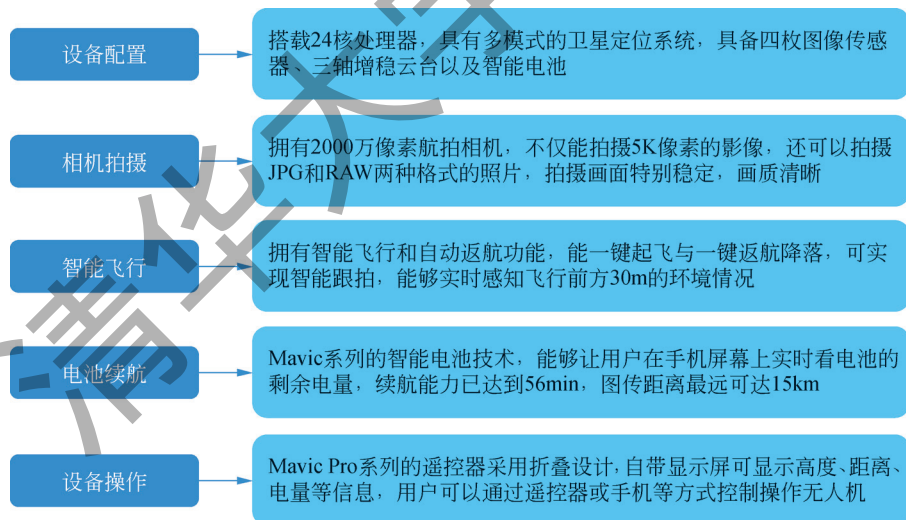


图1-6 大疆御（Mavic）系列的特点

3. 大疆悟（Inspire）系列

大疆悟 Inspire 1 无人机是全球首款可变形的航拍无人机飞行器，支持 4K 拍摄。大疆悟 Inspire 2 系列是最新升级的系列，在影视拍摄上应用得比较多，非常适合从事高端电影、视频拍摄的创作者使用。

相较于悟 Inspire 1 无人机，悟 Inspire 2 无人机的机体采用镁铝合金可变形机身，碳纤维机臂，机身更为坚固，重量上更加轻便。悟 Inspire 2 最快飞行速度高达 30m/s，0 ~ 80km/h 的加速时间仅为 5s，最长飞行时间为 30min。

图 1-7 所示为大疆悟 Inspire 1 无人机；图 1-8 所示为大疆悟 Inspire 2 无人机。



图1-7 悟Inspire 1无人机



图1-8 悟Inspire 2无人机

悟 Inspire 2 无人机具有全新的前置立体视觉传感器，它可以感知前方最远 30m 的障碍物，具有自动避障功能，这个功能在大疆的御（Mavic）系列也有。悟 Inspire 2 机体装有 FPV（First Person View，第一人称主视角）摄像头，内置全新图像处理系统 Cine Core（电影核心）2.0，支持各种视频压缩格式，其动力系统也进行了全面升级，上升最大速度为 6m/s，下降最大速度为 9m/s，悟 Inspire 2 无人机主、从遥控器的连接距离最远可达 100m。

002 如何选择适合自己的无人机

现在无人机的类型如此之多，我们应该如何选择一款适合自己的无人机呢？首先，这要根据自己的用途来做出选择。问问自己：你购买无人机主要是用来做什么？是只想



简单玩玩，还是用于专业的航空拍照？还是用于拍电影、电视剧？或者是用于农业领域？不同的用途，适合的无人机设备也不同，下面进行相关介绍。

1. 适合新手的无人机

如果是你一个拍摄新手，完全不懂无人机，只想学一些简单的无人机拍摄技术，给自己的职业添上一项新技能，那么建议你先买一款入门级的无人机，价格上要便宜，挑选性价比比较高的，主要用于日常训练。待日后飞行技术进步了，再购买功能强大的无人机。

为什么要先买便宜的呢？这是为了防止炸机，将自己的损失降到最低。在无人机的圈子里，经常有新手由于不熟悉无人机的操作，不了解无人机的注意事项，从而导致炸机、丢机。就算购买大疆最便宜的无人机，至少也要几千元，如果炸机或者飞丢了，也会损失几千元，那么就太可惜了。

所以，最好买一个便宜的无人机开始入手学习。虽然无人机分了诸多品牌和种类，但其功能大同小异，就算最后自己不慎将其摔坏了，也没那么心疼。市面上有很多便宜的无人机，大多在100 ~ 300元之间，而且还带有相机功能，我们也可以称其为“遥控玩具飞机”，很适合新手使用，如图1-9所示。



图1-9 适合新手的无人机

2. 适合影视拍摄的无人机

我们在电视剧或者电影中，经常看到很多大场面的航拍画面。这些画面大部分都是用无人机拍摄出来的。如果你的用途是拍摄影视作品，那么建议你选择大疆的悟 Inspire 系列。悟 Inspire 2 无人机作为全新的专业影视航拍平台，非常适合用于拍摄影视剧画面，它能拍摄4K的视频，就算是在强光下拍摄，也能看到清晰的图传画面。

3. 适合摄影爱好者的无人机

如果你是一位专业的摄影师，或者是一名摄影爱好者，有一定的航拍经验，想通过

航拍来提升自己的拍摄能力和摄影水平，此时你可以选择大疆的御（Mavic）系列无人机，它拥有 1200 万像素的航拍相机，而且携带轻便，方便你带着它到全国各地去旅行、航拍，留下世间最美的风景。图 1-10 所示为使用大疆御系列无人机航拍的风景照片。



图1-10 使用大疆御系列无人机航拍的风景照片

003 购买无人机时的物品清单

在购买无人机时，尤其是在购买之前，用户一定要熟知无人机有哪些物品清单，而且验货的时候要一一核对、验证，否则可能会出现配件缺少的情况，一个小配件可能不值多少钱，但专门购买或者再用几天去等待收货，也是非常不划算的，所以验货的时候一定要仔细，理清物品清单。

下面以大疆御 Mavic 3 无人机为例，官方标配的物品清单列表如下。

- ① 飞行器：1 个。
- ② 遥控器：1 个。
- ③ 降噪螺旋桨：3 对。
- ④ 智能飞行电池：1 块。
- ⑤ 收纳保护罩：1 个。
- ⑥ 遥控器转接线：3 根，包含标准 Micro-USB 接头 1 根、USB 转 Type-C 接头 1 根、Lightning 接头 1 根。
- ⑦ 便携充电器：1 个。
- ⑧ 数据线：USB 3.0 Type-C 数据线 1 根。
- ⑨ 遥控器摇杆：1 对。

物品清单如图 1-11 所示。

这里说明一下，御 Mavic 3 自带 8GB 机载内存，后续用户可以自行购买内存卡扩展容量。建议用户自行购买内存卡来扩展容量，而且 Mavic 3 无人机只有一块电池，



每次只能飞 46min 左右，因此建议用户再购买 1 ~ 2 块电池备用。

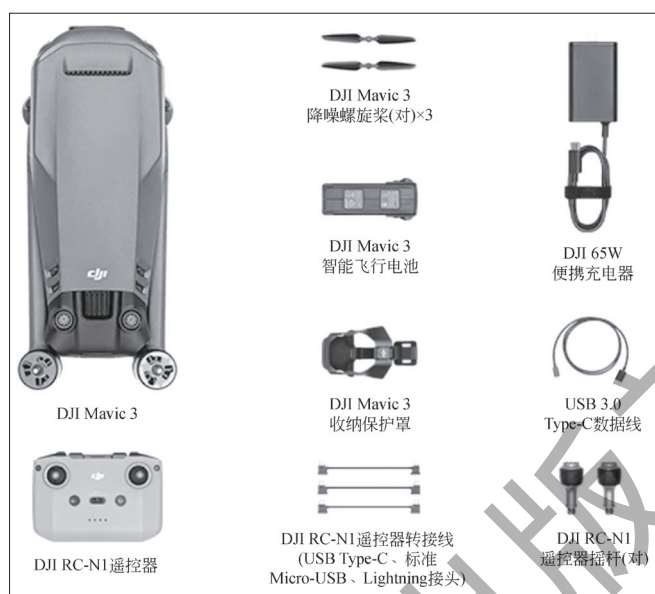


图1-11 大疆御Mavic 3官方标配的物品清单

用户在购买无人机的时候也可以直接升级套餐，如选择购买官网的“畅飞套装”套餐，就可以拥有 1 个带屏遥控器、1 套 ND 镜（Neutral Density Filter，中性灰密度镜）套装、3 块电池、6 对桨叶、1 个充电管家、1 个多功能收纳包和标配配件。用户可以多准备一些装备，以备不时之需，让使用过程更加顺心。

图 1-12 所示为御 Mavic 3 系列套装对比，大家可以进行选择。

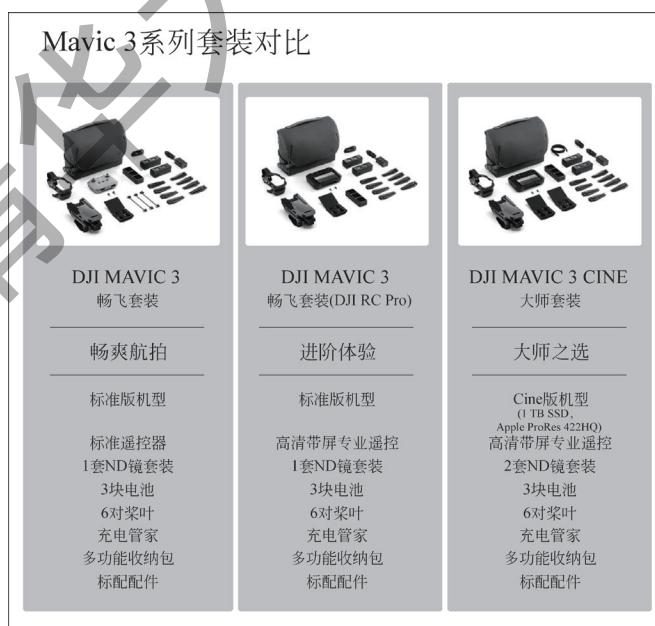


图1-12 御Mavic 3系列套装对比

 专家提醒

官方标配中是没有出行背包的，这样带着无人机出行很不方便，而且官方标配只有两块电池，一块电池只能飞行 30min，两块电池也才可以飞行 1h，对于在室外常拍的我们来说，两块电池是远远不够的，而升级套餐里的多功能配件包非常实用，解决了我们出行的刚需。

 004 掌握无人机的规格参数

我们需要根据自己的实际需求，选择适合自己的无人机。在购买无人机之前，要先了解无人机的规格参数，这些参数对于我们购买无人机。具有参考意义。

下面以大疆御 Mavic 3 专业版无人机为例，介绍无人机的具体规格参数，规格参数详见表 1-1。

表 1-1 御Mavic 3专业版无人机的具体规格参数

一、飞行器的规格参数		
序号	类别	参数
1	起飞重量	895g
2	最大水平飞行速度	21m/s（运动模式，海平面附近无风环境）
3	最大起飞海拔高度	6000m
4	工作环境温度	-10 ~ 40℃
5	卫星导航系统（GNSS）	GPS（全球定位系统）+Galileo（伽利略卫星导航系统）+BeiDou（中国北斗卫星导航系统）
6	工作频率	2.4GHz：穿透性较好； 5.8GHz：在无线电复杂环境下干扰会少一些
7	发射功率（EIRP）	① 2.4GHz FCC（美国联邦通讯认证）：<33dBm； CE（安全合格标准）/MIC（无线安全认证）/SRRC（国家无线电核准认证）：<20dBm； ② 5.8GHz FCC：<33dBm；CE：<14dBm；SRRC：<30dBm
二、云台的规格参数		
序号	类别	参数
1	可控转动范围：俯仰	-135° ~ +100°
2	可控转动范围：偏航	-27° ~ +27°



续表

三、相机的规格参数		
序号	类别	参数
1	影像传感器	哈苏相机：4/3 CMOS，有效像素2000 万
2	镜头	视角：约84°； 等效焦距：24mm； 光圈：f/2.8至f/11； 可对焦范围：1m至无穷远
3	ISO范围	视频：100 ~ 6400； 照片：100 ~ 6400； 夜景：800 ~ 12800
4	电子快门速度	8s至1/8000s
5	最大照片尺寸	哈苏相机：5280 × 3956； 长焦相机：4000 × 3000
6	照片拍摄模式	单张拍摄；多张连拍、自动包围曝光、定时拍摄
7	录视频分辨率	5.1K：5120 × 2700@24/25/30/48/50fps DCI 4K：4096 × 2160@24/25/30/48/50/60/120*fps 4K：3840 × 2160@24/25/30/48/50/60/120*fps
8	视频存储最大码流	哈苏相机H.264/H.265码率：200Mbit/s
9	图片格式	JPEG/DNG（RAW）
10	视频格式	MP4/MOV（MPEG-4 AVC/H.264，HEVC/H.265）
11	支持存储卡类型	Micro SD卡，最小支持64GB容量的SD卡，最大支持512GB容量的SD卡
四、遥控器的规格参数		
序号	类别	参数
1	工作频率	2.4GHz：穿透性较好； 5.8GHz：在无线电复杂环境下干扰会少一些
2	支持的最大移动设备尺寸	DJI RC-N1 遥控器 尺寸规格：长180mm，宽86mm，高10mm； 接口类型：Lightning，Micro USB（Type-B），USB-C
3	工作环境温度	-10 ~ 40℃
4	最长续航时间	DJI RC-N1 遥控器 未给移动设备充电情况下：6h； 给移动设备充电情况下：4h
5	发射功率	① 2.4GHz FCC：<26dBm； CE/MIC/SRRC：<20dBm ② 5.8GHz FCC：<26dBm； CE：<14dBm； SRRC：<23dBm

续表

五、充电器的规格参数		
序号	类别	参数
1	输入	100 ~ 240V（交流电） 47 ~ 63Hz，2Ah
2	输出	USB-C：5V，5Ah，USB-A：5V，2Ah
3	额定功率	65W
六、智能飞行电池的规格参数		
序号	类别	参数
1	容量	5000mAh
2	电压	17.6V（满充电压） 15.4V（典型电压）
3	电池类型	Li-ion 4S
4	电池整体重量	约335.5g
5	充电环境温度	5 ~ 40℃
6	充电耗时	约96min（搭配DJI 65W便携充电器自带数据线）



专家提醒

冬天的时候，如果外部环境温度过低，电池可能会出现无法充电的情况，这时不要慌张，只需把电池放到温暖的环境中充电，就没有问题了。



005

认识遥控器与操作杆

御 Mavic 2 专业版无人机的遥控器采用 OCUSYNC™(同步)2.0 高清图传技术，通信距离在8km以内，通过手机屏幕高清显示拍摄画面。在遥控器的显示屏上，实时显示了飞行器的相关参数，遥控器的电池最长工作时间为 1.25h 左右。在无人机未使用的情况下，遥控器是折叠起来的，如图 1-13 所示。

当我们需要使用无人机时，就需要展开遥控器。我们把遥控器的天线展开，确保两根天线的平行，否则天线会影响飞行器的 GPS 信号与指南针信号，如图 1-14 所示。



图1-13 御Mavic 2专业版的遥控器



图1-14 遥控器天线的正确方式

1. 认识遥控器各功能按钮

接下来，我们把遥控器的底端手柄打开，这个位置是用于放置手机的，然后我们来认识一下遥控器上的各功能按钮，如图 1-15 所示。

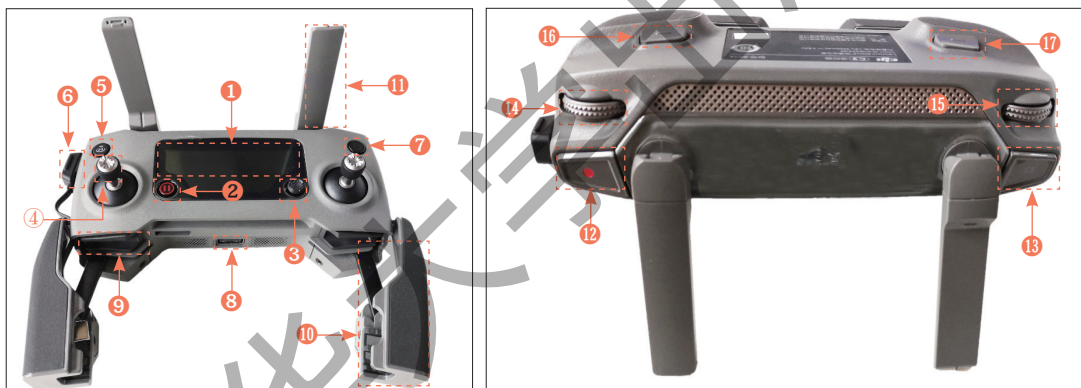
认识遥控器
各功能按钮

图1-15 遥控器上的各功能按钮

下面对照图 1-15 详细介绍遥控器中的各按钮含义及功能。

① 状态显示屏：可以实时显示飞行器的飞行数据，如飞行距离、飞行高度，以及剩余电池电量等信息。

② 急停按钮：用户在飞行过程中，如果中途出现特殊情况需要停止飞行，可以按下此按钮，飞行器将停止当前的一切飞行活动。

③ 三维按钮：这是一个自定义功能键，用户可以在飞行界面点击右上角的“通用设置”按钮，打开“通用设置”界面，在左侧点击“遥控器”按钮，进入“遥控器功能设置”界面，在其中可以对三维键功能进行自定义设置，如图 1-16 所示。

④ 可拆卸摇杆：摇杆主要负责遥控飞行器的飞行方向和飞行高度，如前、后、左、右、上、下以及旋转等。

⑤ 智能返航键：长按智能返航键，将发出“滴滴”的声音，此时飞行器将返航至最新记录的返航点，在返航过程中还可以使用摇杆控制飞行器的飞行方向和速度。



图1-16 自定义设置五维键的功能

⑥ 主图传 / 充电接口：接口为 Micro USB，该接口有两个作用：一是用于充电；二是用于连接遥控器和手机，通过手机屏幕查看飞行器的图传信息。

⑦ 电源按钮：首先短按一次电源按钮，状态显示屏上将显示出遥控器当前的电量信息；如图 1-17 所示，“88”为当前遥控器的剩余电量，然后再长按电源按钮 3s，即可开启遥控器。关闭遥控器的方法也是一样的，首先短按电源按钮一次，然后长按电源按钮 3s，即可关闭遥控器。



图1-17 “88”为当前遥控器的剩余电量

⑧ 备用图传接口：这是备用的 USB 图传接口，可用于连接 USB 数据线。

⑨ 摇杆收纳槽：当用户不再使用无人机时，需要将摇杆取下，然后把它们放进该收纳槽中。

⑩ 手柄：双手握住，将手机放在两个手柄的中间卡槽位置，用于稳定手机等移动设备。

⑪ 天线：用于接收信号信息，准确接收与传达飞行器的信号。

⑫ 录像按钮：按下该按钮，可以开始或停止视频画面的录制操作。

⑬ 对焦 / 拍照按钮：该按钮为半按状态时，可为画面对焦；按下该按钮时，可以进行拍照。

⑭ 云台俯仰控制拨轮：可以实时调节云台的俯仰角度和方向。

⑮ 光圈 / 快门调节拨轮：可以实时调节光圈和快门的具体参数。

⑯ 自定义功能按键 C1：该按钮在默认情况下，是中心对焦功能，用户可以在 DJI GO 4 App 的“通用设置”界面中，自定义设置功能按键。

⑰ 自定义功能按键 C2：该按钮在默认情况下，是回放功能，用户可以在 DJI GO 4 App 的“通用设置”界面中，自定义设置功能按键。



2. 认识遥控器状态显示屏

要想安全地飞行无人机，就需要掌握遥控器状态显示屏中的各功能信息，熟知它们所代表的具体含义，如图 1-18 所示。

下面介绍状态栏中各信息的含义，分别如下。

- ① 飞行速度：显示当前飞行器的飞行速度。
- ② 飞行模式：显示当前飞行器的飞行模式。其中 OPTI 表示视觉模式；如果显示的是 GPS，则表示当前是 GPS 模式。
- ③ 飞行器的电量：显示当前飞行器的剩余电量信息。
- ④ 遥控器信号质量：5 格信号代表信号质量非常好，如果只有 1 格信号，则表示信号很弱。

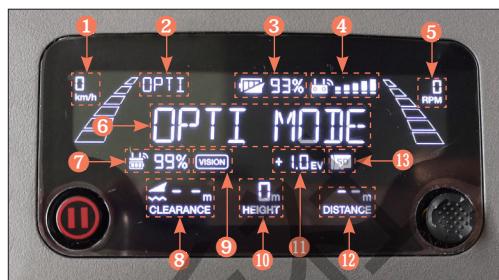


图 1-18 遥控器状态显示屏

- ⑤ 电动机转速：显示当前电动机转速数据。
- ⑥ 系统状态：显示当前无人机系统的状态信息。
- ⑦ 遥控器电量：显示当前遥控器的剩余电量信息。
- ⑧ 下视视觉系统显示高度：显示飞行器下视视觉系统的高度数据。
- ⑨ 视觉系统：此处显示的是视觉系统的名称。
- ⑩ 飞行高度：显示当前飞行器的起飞高度。
- ⑪ 相机曝光补偿：显示相机曝光补偿的参数值。
- ⑫ 飞行距离：显示当前飞行器起飞后与起始位置之间的距离值。
- ⑬ SD 卡 (Secure Digital Memory Card, 存储卡)：SD 卡的检测提示，表示 SD 卡正常。

3. 认识遥控器的操作杆

遥控器摇杆的操控方式有两种：一种是“美国手”，另一种是“日本手”。遥控器出厂的时候，默认的操作方式是“美国手”。

什么是“美国手”呢？初次接触无人机的用户，可能听不懂这个词，“美国手”就是左摇杆控制飞行器的上升、下降、左转和右转操作，右摇杆控制飞行器前进、后退、向左和向右的飞行方向，如图 1-19 所示。

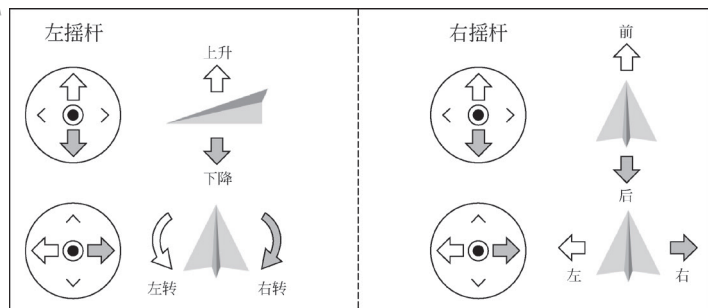


图 1-19 “美国手”的操控方式

“日本手”就是左摇杆控制飞行器的前进、后退、左转和右转，右摇杆控制飞行器的上升、下降、向左和向右飞行，如图 1-20 所示。

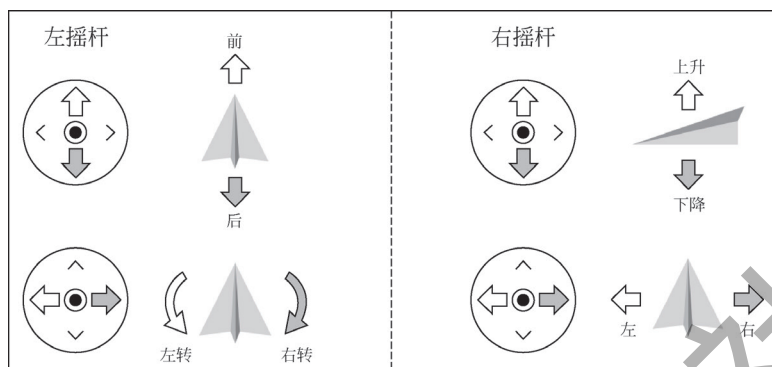


图1-20 “日本手”的操控方式

4. 遥控器摇杆的具体操控方式

本书以“美国手”为例，介绍遥控器摇杆的具体操控方式，这是学习无人机飞行的基础和重点，希望用户熟练掌握。

（1）介绍左摇杆的具体操控方式。

- ① 左摇杆向上推杆，表示飞行器上升。
- ② 左摇杆向下推杆，表示飞行器下降。
- ③ 左摇杆向左推杆，表示飞行器逆时针旋转。
- ④ 左摇杆向右推杆，表示飞行器顺时针旋转。
- ⑤ 左摇杆位于中间位置时，飞行器的高度、旋转角度均保持不变。

⑥ 飞行器起飞时，应该将左摇杆缓慢地向上推杆，让飞行器缓慢上升，慢慢离开地面，这样飞行才安全。如果用户猛地将左摇杆向上推，那么飞行器将会急速上冲，油门摇杆加油过量，不小心可能会引起炸机的风险。

（2）介绍右摇杆的具体操控方式。

- ① 右摇杆向上推杆，表示飞行器向前飞行。
- ② 右摇杆向下推杆，表示飞行器向后飞行。
- ③ 右摇杆向左推杆，表示飞行器向左飞行。
- ④ 右摇杆向右推杆，表示飞行器向右飞行。
- ⑤ 向上、向下、向左、向右推杆的过程中，推杆的幅度越大，飞行的速度越快。



专家提醒

我们在操作摇杆的过程中，都应该养成慢慢推杆的操控习惯，保持飞行器平稳飞行，可以把摇杆比喻成汽车上的油门，需要轻轻地踩，汽车行驶才安全。

摇杆还有一个特别实用的功能，就是当飞行器发生故障时，左右双摇杆同时向内或者向外掰，可以使飞行器迅速在空中停桨，如图 1-21 所示。



遥控器摇杆
的具体操控
方式

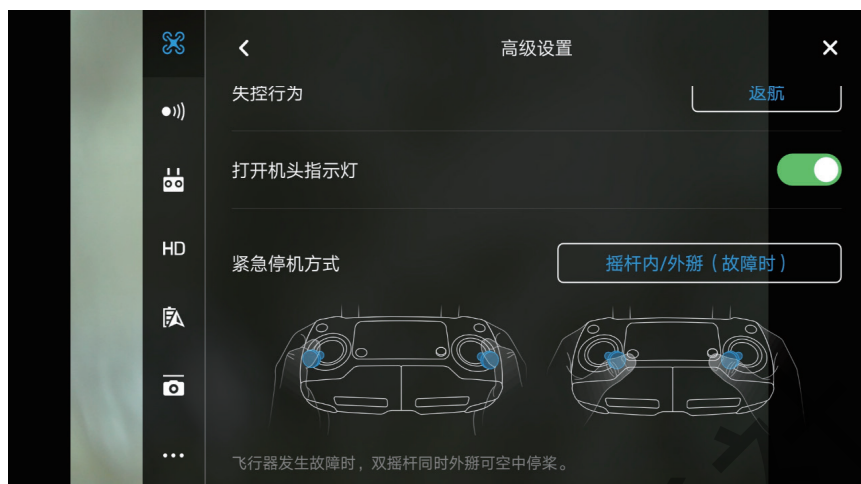


图1-21 左右双摇杆同时往内或往外掰

006 认识云台

近年来，随着无人机的不断更新和进步，无人机中的三轴稳定云台为无人机相机提供了稳定的平台，可以使无人机在空中高速飞行时，也能拍摄出清晰的照片和视频。

无人机在飞行的过程中，用户有两种方法可以调整云台的角度：一种是通过遥控器上的云台俯仰拨轮，调整云台的拍摄角度；另一种是在DJI GO 4 App的飞行界面中，长按图传屏幕，此时屏幕中将出现蓝色的光圈，通过拖动光圈也可以调整云台的角度。

无人机的拍摄功能十分强大，云台可在跟随模式和FPV模式下工作，以拍摄出用户需要的照片或视频画面。图1-22所示为御Mavic 2专业版无人机的云台相机。



图1-22 御Mavic 2专业版无人机的云台相机

专家提醒

云台俯仰角度的可控范围为 $-90^{\circ} \sim +30^{\circ}$ 。云台是非常脆弱的设备，所以我们在操控云台的过程中需要注意，开启无人机的电源后，请勿再碰撞云台，以免云台受损，导致云台性能下降。另外，在沙漠地区使用无人机时，要注意不能让云台接触沙石，如果云台进沙，则会导致云台活动受阻，同样会影响云台的性能。

007 认识电池

电池是专门为飞行器供电的，飞行器中的电池是锂聚电池，电池容量为 3850mAh，额定电压为 15.4V，这款电池采用高能电芯，并使用先进的电池管理系统。

我们在购买无人机的时候，飞行器本身会自带一块电池，如果用户购买了一个全能配件包，那么又多了两块备用电池，用户在使用飞行器的时候可以交替使用电池。图 1-23 所示为御 Mavic 2 专业版无人机的电池。



图1-23 御Mavic 2专业版无人机的电池

一块电池在飞行时，只能用 30min 左右，那么如何正确使用电池，从而延长电池的寿命呢？这一点非常重要。下面讲解几条使用和保管电池的要点。

① 无人机在室外飞行的过程中，我们不能将电池长时间置于阳光下，特别是夏天室外温度比较高的时候，电池能承受的最高温度是 40℃。

② 无人机中的电池使用完后，我们不要急于给电池充电，因为刚使用完的电池还处于发热状态，要等电池完全冷却后，再给电池充电，这样可以延长电池的使用寿命。如果我们对一块发热的电池反复充电、反复使用，这样电池很快就会报废，这一点需要注意。

③ 飞行器在飞行的过程中，如果遥控器屏幕上显示飞行器的电量仅剩 30%，则准备把飞行器飞回来，以免飞行器电量用完后导致炸机的风险。用户还可以在 DJI GO 4 App 的“通用设置”界面中，设置低电量报警声音，当电池的电量只剩余 30% 或 25% 时，遥控器会发出报警的声音，如图 1-24 所示。



图1-24 手动设置低电量的报警提示

④ 当飞行器中的电池电量低于 20% 的时候，无人机会进入紧急状态，这个时候我



们再也无法操控无人机，无人机系统将自动进行安全降落，那么无人机会降落在哪里呢？无人机将自动按照先前设定的返航点进行安全降落。

⑤ 电池需要放在阴凉通风的地方保存，如果用户有很长一段时间不需要再使用无人机，此时电池中要留一些余电，不要把电全部耗尽，也不能将电池充满电进行保存，这两种方式都是不对的。

⑥ 在冬天温度较低的时候，电池也会慢慢放电。比如，无人机的电池刚充满电，但室外温度较低，近三天没有使用无人机飞行，待第4天你准备飞行的时候，却发现电量只有60%了。这是由于天气温度低导致的电池自动放电，用户需要重新充满电之后再飞行。

⑦ 如果我们要带着无人机出远门，也不要将电池充满，而且电池要装上保护套，以保护电池的安全。如果我们要上飞机，电池一定要记得放入随身携带的背包中，而不能放入托运的行李中，因为航空公司是禁止托运锂电池的。用户过安检的时候，要把电池单独放入一个篮子中接受检查，便于航空工作人员排除安全风险。

008 检查电量并正确充电



检查电量并
正确充电

在飞行器的电池上，有一个电量指示灯和一个电池开关，电量指示灯一共有4格，从低到高显示电量，如图1-25所示。

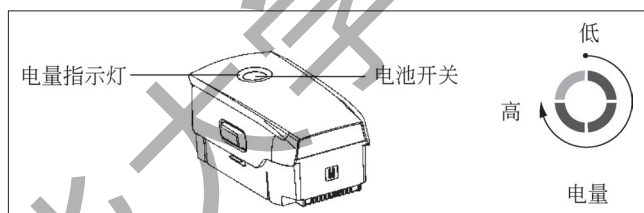


图1-25 电量指示灯和电池开关

我们短按电池上的电源开关键，可以查看电池的电量，电池一共有4格电量，亮几格灯表示剩余几格电量，如图1-26所示。



图1-26 4格电量与3格电量的亮灯显示

为电池充电的时候，一定要选择通风条件好的地方，但切记充电环境温度必须在5 ~ 40℃，如果室内温度低于5℃，就会出现电池充不进电的情况。另外，充电的过程

中，要防止小孩拿着电池玩耍，这样会影响电池的寿命，应尽可能将电池放在小孩触碰不到的地方。正确的充电方法：将电源适配器的插槽连接电池插槽，再将插头连接插座孔，如图 1-27 所示。电池充满电后，要及时拔下插头，以免引发爆炸事件，这种安全问题我们一定要重视。

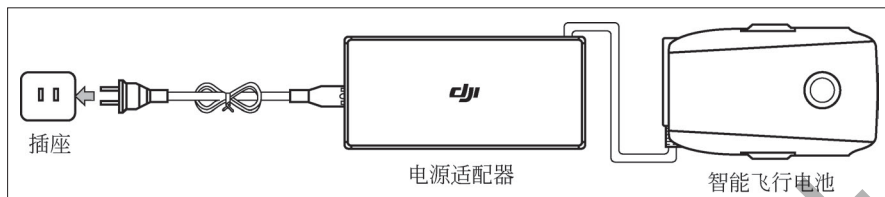


图1-27 正确的充电方法

009 固件升级事项

不管哪一款无人机，都会遇到固件升级问题，既然是系统设备，就会有系统更新，更新和升级系统可以帮助无人机修复系统漏洞，或者新增某些功能，从而提升飞行的安全性。我们在进行系统固件升级前，一定要保证有足够的电量，以免升级过程中断，导致无人机系统崩溃。

每一次开启无人机时，DJI GO 4 App 都会进行系统版本的检测，界面上会显示相应的检测提示信息，如图 1-28 所示。如果系统是最新版本的，就不需要升级，系统可以正常使用，如图 1-29 所示。



图1-28 显示检测提示信息



图1-29 设置已检测完毕



如果系统的版本不是最新的，则界面会弹出提示信息，提示用户固件版本不一致，用户需要刷新固件，如图 1-30 所示。从左向右滑动相应的按钮，此时该按钮呈绿色显示，如图 1-31 所示。

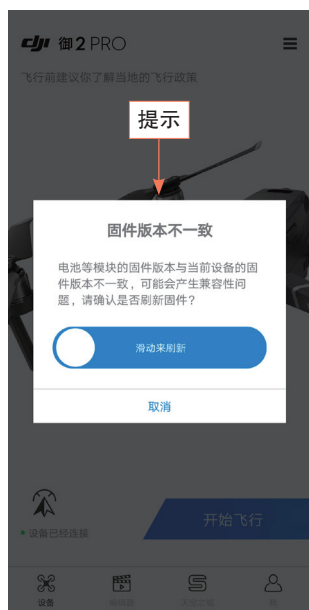


图1-30 提示用户固件版本不一致



图1-31 滑动按钮

稍后，界面上方会显示固件正在升级中，并显示升级进度，如图 1-32 所示。点击升级进度信息，进入“固件升级”界面，其中显示了系统更新的日志信息，如图 1-33 所示。



图1-32 显示升级进度



图1-33 显示系统信息

专家提醒

对于 DJI GO 4 App 中的部分固件升级，是可以暂时忽略的，但是为了万无一失，最好还是提前检查升级后再外出飞行。

系统更新完成后，会弹出提示信息框，提示用户升级已完成，请手动重启飞行器，点击“确定”按钮，如图 1-34 所示；然后重新启动飞行器，在手机屏幕中点击“完成”按钮，即可完成固件的升级操作，如图 1-35 所示。



图1-34 点击“确定”按钮



图1-35 点击“完成”按钮

专家提醒

这里有一个细节需要注意：无人机的电池电量非常珍贵，因为它只能飞行 30min 左右，而固件升级是一种常态，经常需要更新和升级系统，而升级过程非常消耗电量，因此建议用户每次外出拍摄前，先开启一次无人机，检查系统是否需要升级，如果需要升级，则在升级完成后，给电池充满电再外出拍摄。否则，到了室外准备开机飞行时，发现需要进行升级固件，是一件非常头痛的事情，升能过程至少需要消耗 20% ~ 30% 的电量，这样就会减少飞行的时间。