

无人机检测与维护

职业技能等级标准

(2021 年 1.0 版)

北京优云智翔航空科技有限公司 制定

2021 年 3 月 发布

目 次

前言.....	1
1 范围.....	2
2 规范性引用文件.....	2
3 术语和定义.....	2
4 适用院校专业.....	4
5 面向职业岗位(群).....	6
6 职业技能要求.....	6
参考文献.....	11

前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2020 《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本标准起草单位：北京优云智翔航空科技有限公司、中国航空器拥有者及驾驶员协会、北京航空航天大学、南京理工大学、中国民用航空飞行学院、长沙航空职业技术学院、滨州学院。

本标准主要起草人：王英勋、兰玉彬、段志勇、孙毅、陈铭、张会军、柯玉宝、王夏崢、郝琦、王汉清、何宁、孟雅妮、张力、陈海霞、孙芳芳、梁文广、郭知疑。

声明：本标准的知识产权归属于北京优云智翔航空科技有限公司，未经北京优云智翔航空科技有限公司同意，不得印刷、销售。

1 范围

本标准规定了无人机检测与维护职业技能等级对应的工作领域、工作任务及职业技能要求。

本标准适用于无人机检测与维护职业技能培训、考核与评价，相关用人单位的人员聘用、培训与考核可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

CCAR-66R2 《民用航空器维修人员执照管理规则》

CCAR-147 《民用航空器维修培训机构合格审定规定》

AC-66-01-FS-2017-001R3 《民用航空器维修人员执照申请指南》

AC-147-FS-2017-004R2 《民用航空器机型、部件修理项目培训大纲》

AC-66-07 《民用航空器维修人员维修经历记录》

AC-135/121-56R1 《维修系统培训大纲》

AC-145-13R1 《维修单位培训大纲编写指南》

AC-61-FS-2018-20R2 《民用无人机驾驶员管理规定》

T/AOPA 0011—2019 《民用无人机系统专业工程师资质管理规则》

3 术语和定义

AC-61-FS-2018-20R2、T/AOPA 0011—2019、国家、行业标准界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1 无人机 (UA: Unmanned Aircraft)

由控制站管理（包括远程操纵或自主飞行）的航空器。

[AC-61-FS-2018-20R2, 定义 3 (1)]

3.2 无人机系统 (UAS: Unmanned Aircraft System)

指由无人机、相关的控制站、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。

[T/AOPA 0011—2019, 定义 3.2]

3.3 无人机检测与维护 (UAS Test & Maintenance)

指依据无人机系统产品手册与任务需求,对无人机飞行器平台、地面站、任务载荷等硬件以及飞行控制系统、地面站软件进行检测、调试、维护、维修,以保障无人机全系统设备运行安全以及任务执行。

[T/AOPA 0011—2019, 定义 3.3]

3.4 维修技术档案 (Maintenance Files)

指符合维修维护技能或工作经历要求,在无人机系统或在模拟设备上所进行的培训或工作技术档案。

[T/AOPA 0011—2019, 定义 3.6]

3.5 固定翼无人机 (以下简称固定翼) (Fixed-Wing UAV)

指动力驱动的重于空气的一种无人机,其飞行升力主要由给定飞行条件下保持不变的翼面产生。

[AC-61-FS-2018-20R2, 定义 3 (6)]

3.6 无人直升机 (以下简称直升机) (Helicopter UAV)

指一种重于空气的无人机,其飞行升力主要由在垂直轴上一个或多个动力驱动的旋翼产生,其运动状态改变的操纵一般通过改变旋翼桨叶角来实现。

[AC-61-FS-2018-20R2, 定义 3 (7)]

3.7 多旋翼无人机（以下简称多旋翼）(Multi-Rotor UAV)

指一种重于空气的无人机，其飞行升力主要由多个动力驱动的旋翼产生，其运动状态改变的操纵一般通过改变旋翼转速来实现。

[AC-61-FS-2018-20R2, 定义 3 (8)]

4 适用院校专业

中等职业学校：设施农业生产技术、现代农艺技术、森林资源保护与管理、农业机械使用与维护、国土资源调查、地质调查与找矿、水文地质与工程地质勘察、地球物理勘探、地质与测量、环境监测技术、应急管理与减灾技术、工程测量、机械制造技术、机械加工技术、机电技术应用、数控技术应用、模具制造技术、焊接技术应用、机电产品检测技术应用、电气运行与控制、电气技术应用、电子电器应用与维修、电子材料与元器件制造、无人机操控与维护、生态环境保护、输配电线路施工与运行、影像与影视技术、航空摄影测量、森林消防、应急管理与减灾技术、现代林业技术、农业机械使用与维护、地图制图与地理信息系统、电子技术应用、电子与信息技术、数字媒体应用、广播影视、观光农业经营等专业。

高等职业学校：设施农业与装备、现代农业技术、园艺技术、农业装备应用技术、林业技术、园林技术、森林资源保护、国土资源调查与管理、地质调查与矿产普查、矿产地质与勘查、煤田地质与勘查技术、工程地质勘查、水文与工程地质、地质灾害调查与防治、工程测量技术、摄影测量与遥感技术、测绘工程技术、测绘地理信息技术、矿山测量、测绘与地质工程技术、导航与位置服务、国土测绘与规划、大气探测技术、环境监测与控制技术、救援技术、农业电气化技术、机械设计与制造、机械制造与自动化、数控技术、精密机械技术、特种加工技术、材料成型与控制技术、机械产品检测检验技术、模具设计与制造、电机与电器技术、机械装备制造技术、工业设计、自动化生产设

备应用、机电设备安装技术、机电设备维修与管理、数控设备应用与维护、机电一体化技术、电气自动化技术、工业过程自动化技术、智能控制技术、飞行器制造技术、飞行器维修技术、航空发动机维修技术、飞机机载设备制造技术、航空电子电气技术、航空材料精密成型技术、无人机应用技术、飞机机电设备维修、飞机电子设备维修、通用航空器维修、电子信息工程技术、应用电子技术、微电子技术、智能产品开发、智能终端技术与应用、智能监控技术应用、电子产品质量检测、电子电路设计与工艺、电子制造技术与设备、集成电路技术应用、通用航空器维修、林业信息技术与管理、高压输电线路施工运行与维护、水文测报技术、交通运营管理、定翼机驾驶技术、直升机驾驶技术、摄影摄像技术、交通管理、抢险救援、新闻采编与制作、矿山地质、广播影视节目制作、智能交通技术运用，物流管理等专业。

应用型本科学校：新闻学、广播电视学、信息与计算科学、自然地理与资源环境、机械工程、机械设计制造及其自动化、材料成型及控制工程、机械电子工程、工业设计、过程装备与控制工程、机械工艺技术、机电技术教育、智能制造工程、测控技术与仪器、材料科学与工程、材料物理、复合材料与工程、焊接技术与工程、电气工程及其自动化、电气工程与智能控制、电子信息工程、电子科学与技术、集成电路设计与集成系统、应用电子技术教育、自动化、电子与计算机工程、测绘工程、遥感科学与技术、勘查技术与工程、资源勘查工程、飞行器设计与工程、飞行器制造工程、无人驾驶航空器系统工程、农业工程、农业机械化及其自动化、农业电气化、环境科学与工程、设施农业科学与工程、森林保护、工业工程、产品设计、机械设计制造及其自动化、材料成型及控制工程、智能制造工程、机械电子工程、电气工程及其自动化、智能控制技术、自动化技术与应用、集成电路技术与应用、计算机应用工程、地理信息科学、摄影、林学、植物保护、影视摄影与制作、电子信息科学与技术、广播电视编导，土地资源管理，物流管

理等专业。

5 面向职业岗位（群）

主要面向影视传媒单位、农业相关单位、交通部门、建筑部门、应急救援部门、电力等能源部门、国土资源勘查部门、环保部门、无人机研发与制造单位、公安部门等，从事无人机航拍、农业喷洒、病虫害监控与防止、土壤与作物检测监控、物流运输、交通线路巡检、电力巡检、管道与基站巡检、国土资源勘察与测绘、保险勘察、环保检测、建筑或固定设施（如桥梁、电塔等）检查、特殊环境（如地质灾害现场、火情现场等）等多种运行场景下的无人机系统检测、调试、维护、维修工作，也可从事保障运行与任务执行所需的装配调整及航前航后检查工作。

6 职业技能要求

6.1 职业技能等级划分

无人机检测与维护职业技能等级分为三个等级：初级、中级、高级，三个级别依次递进，高级别涵盖低级别职业技能要求。

【无人机检测与维护】（初级）：能对无人机系统进行起飞前、后安全监控与检测工作，并使用专业的机械工具根据标准施工方案对无人机的关键部件、设备以及零件进行拆装和维护维修。

【无人机检测与维护】（中级）：能使用专业电子电气工具对无人机机载电子设备进行拆装和维护维修以及飞行/载荷控制线路施工，并完成静电防护和无人机各部件的介电性能检查，对各类插头的拆装、清洁、保护和防松的作业以及对动力系统的维护维修。

【无人机检测与维护】（高级）：能对无人机的非金属材料完整性进行检查，对复合材料进行修理，同时能对无人机装载、运输以及任务设备进行保养，完成相关的密封与防腐操作，并能完成链路装置的更换与测试，飞控调试及地面站软件调试，以及设备电

池的维护保养，可以定位与排除无人机系统机械故障与电子电气故障。

6.2 职业技能等级要求描述

表1 无人机检测与维护职业技能等级要求（初级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1. 维护维修工作准备	1.1 维护维修工作单使用	1.1.1 能按照工作单了解无人机机械与电子连接方式。
		1.1.2 能正确填写无人机维护维修工作单。
		1.1.3 能按照维护维修工作单准备相关工具。
	1.2 维护维修安全防护	1.2.1 能按照作业要求穿戴劳动防护用品。
		1.2.2 能按照规范要求安全用电。
		1.2.3 能安全使用维护维修工具。
	1.3 维护维修档案使用	1.3.1 能按照维护维修程序记录维护维修档案。
		1.3.2 能按规范要求保存档案。
	2. 航前准备与检测	2.1 系统拆装与连接
2.1.2 能安装与紧固电池。		
2.1.3 能依据操作规范，完成遥控器对频。		
2.1.4 能连接无人机与超视距控制站。		
2.2 任务载荷装配		2.2.1 能按照作业需要，正确选配、安装任务载荷组件。
		2.2.2 能进入任务设置界面测试任务载荷。
		2.2.3 能对机体进行重心配平。
2.3 系统航前检测		2.3.1 能进行电池充放电。
		2.3.2 能按照飞行手册完成多旋翼机身完整性检查。
		2.3.3 能按照安全操作程序完成电池电量检测。
		2.3.4 能完成多旋翼无人机系统中辅助定位系统校准操作。
3. 机械维修维护操作		3.1 机械专业工具使用
	3.1.2 能使用手电钻安装不同尺寸的钻头打孔。	
	3.1.3 能使用量具测量零件尺寸。	
	3.2 紧固件施工	3.2.1 能完成抽铆、卡簧的拆卸及抽铆钉的（破坏性）拆除等操作。
		3.2.2 能正确识别工具并进行防松连接。
		3.2.3 能针对不同材料使用正确的粘结剂进行粘结。
	3.3 部件、零件的识别与拆装	3.3.1 能判断图纸规格并判断零件配合类型。
		3.3.2 能对多旋翼无人机的关键部件进行拆装更换。
		3.3.3 能观察识别机翼、旋翼或桨及测量其翼型参数。

表2 无人机检测与维护职业技能等级要求（中级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
------	------	--------

工作领域	工作任务	职业技能要求
1. 无人机机体拆装	1.1 固定翼无人机拆装	1.1.1 能完成机翼与翼面舵机的拆装。
		1.1.2 能拆装起落装置。
		1.1.3 能完成飞控、接收机与数传电台的拆装。
		1.1.4 能完成动力装置的拆装。
	1.2 无人直升机拆装	1.2.1 能拆装主旋翼与自动倾斜器。
		1.2.2 能拆装尾桨与传动舵机。
		1.2.3 能拆装飞控、接收机与数传电台。
		1.2.4 能完成动力装置的拆装。
	1.3 任务设备拆装	1.3.1 能使用零部件组装云台减震支架。
		1.3.2 能进行植保无人机喷洒系统管路连接。
		1.3.3 能拆装、清理植保无人机的喷洒滤网。
		1.3.4 能检查与处理喷洒管路阻塞情况。
2. 动力装置维护维修	2.1 活塞发动机维护	2.1.1 能更换火花塞时寿件。
		2.1.2 能拆装与清洗化油器。
		2.1.3 能调校油针开度。
		2.1.4 能进行润滑维护处理。
	2.2 外转子电动机维护	2.2.1 能改变电机旋转方向。
		2.2.2 能完成转轴润滑操作。
		2.2.3 能更换外转子电动机。
		2.2.4 能更换电子调速器。
	2.3 动力能源组件相关维护	2.3.1 能按气候条件调配汽油与滑油。
		2.3.2 能按程序加注燃油。
		2.3.3 能测量电池组单体电压。
		2.3.4 能改造动力电池电芯串并联。
2.3.5 能按照电池特性安全合理的完成电池存放。		
3. 电子维护维修操作	3.1 电子电气相关仪表或工具的使用	3.1.1 能使用万用表测量电压、电流与电阻。
		3.1.2 能使用信号发生器设置预定脉宽的PWM信号，并做实时增减操作。
		3.1.3 能使用单通道数字电源，调整输出电压，并做电流保护。
		3.1.4 能使用示波器判断遥控接收机信号类型。
		3.1.5 能使用示波器测量串口定义以及对信号调整。
		3.1.6 能使用示波器读取接收机信号的频率与占空比。
	3.2 电路防护	3.2.1 能使用飞线进行接收机/数传电台的共地焊接。
		3.2.2 能进行动力电池与电调连接头的防打火焊线操作。
		3.2.3 能使用屏蔽套进行火花塞电缆的屏蔽处理。
		3.2.4 能使用万用表找出电路板焊点中相互短路或断路的点。
	3.3 电子设备识别与拆装	3.3.1 能识别机体电子电气布线图。
		3.3.2 能进行飞控、遥控接收机、数传电台、电调信号线

工作领域	工作任务	职业技能要求
		的连接检查。
		3.3.3 能在机架上进行动力与控制线路的布线、捆扎与固定。
		3.3.4 能识别并安装各类型传感器（包括天线）。
		3.3.5 能使用风枪及烙铁进行焊接拆卸。
		3.4.1 能识别航空插头虚焊的插针，使用专用工具拆卸。
	3.4 插头拆装	3.4.2 能进行串口插头的焊接与绝缘操作。
		3.4.3 能不损坏插针进行杜邦插头的壳体更换。

表3 无人机检测与维护职业技能等级要求（高级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1. 机械部件与材料维护维修	1.1 材料相关检查修理	1.1.1 能正确识别与检查机体的复合材料部件。
		1.1.2 能根据需求完成复合材料部件的切割、粘结以及打磨操作。
		1.1.3 能熟练完成机体复合材料修补操作。
		1.1.4 能使用软件进行部分维修件的实体建模。
		1.1.5 能使用激光打印等工艺进行零部件的制作。
	1.2 密封与防腐操作	1.2.1 能完成飞行后发动机及油路的相关处理。
		1.2.2 能完成除锈润滑剂的操作。
		1.2.3 能完成电路板喷三防漆操作。
		1.2.4 能完成小型电路板导热硅胶胶封处理。
		1.2.5 能完成夹胶热缩管处理等操作。
	1.3 无人机系统机械故障隔离与排除	1.3.1 能进行电动动力系统故障定位与排除。
		1.3.2 能进行油动力系统故障定位与排除。
		1.3.3 能进行飞行控制伺服机构故障定位与排除。
1.3.4 能判断电池异常原因并处理。		
2. 电子电气维护维修	2.1 链路测试	2.1.1 能完成定位传感天线、机载数传天线、机载图传天线的布置。
		2.1.2 能进行分立式 OSD 系统、摄像头、机载图传模块、电源等之间的线路制作。
		2.1.3 能连接电脑进行数传电台的波特率设置。
		2.1.3 能将地面数传电台模块调整至不同串口。
	2.2 传感设备检测与维护	2.2.1 能完成惯性测量单位的检测与维护。
		2.2.2 能完成电调的检测与维护。
		2.2.3 能完成 GPS 天线的检测与维护。
		2.2.4 能完成电子罗盘的检测与维护。
		2.2.5 能完成压强传感器的检测与维护。
	2.3 电子电气故障隔离与排除	2.3.1 能按要求对电调进行预先设置操作。
		2.3.2 能对飞控相关错误引起的电机运转异常进行分析

工作领域	工作任务	职业技能要求
		及故障排除。
		2.3.3 能对飞行器与地面站连接不通的异常进行分析及故障排除。
		2.3.4 能对图传地面无图像的异常进行分析及故障排除。
		2.3.5 能对无人机飞控地面自检不通过的异常进行分析及故障排除。
3. 软件维护调试	3.1 飞控连接	3.1.1 能使用串口转 USB 调试线调试串口。
		3.1.2 能完成飞控固件升级。
		3.1.3 能退出飞控连接。
	3.2 飞控调试	3.2.1 能进入飞控参数调节界面。
		3.2.2 能对 PID 参数进行调节。
		3.2.3 能针对控制通道及行程进行调节。
		3.2.4 能设置飞行模式与功能。
		3.2.5 能针对试飞数据进行参数调整。
	3.3 地面站软件调试	3.3.1 能完成地面站软件中海拔高度与气压高度的修正。
		3.3.2 能对提供的飞行参数数据进行分析。
		3.3.3 能对提供的地面站日志数据进行分析。

参考文献

- [1] CCAR-66R2 《民用航空器维修人员执照管理规则》
- [2] CCAR-147 《民用航空器维修培训机构合格审定规定》
- [3] AC-66-01-FS-2017-001R3 《民用航空器维修人员执照申请指南》
- [4] AC-147-FS-2017-004R2 《民用航空器机型、部件修理项目培训大纲》
- [5] AC-66-07 《民用航空器维修人员维修经历记录》
- [6] AC-135/121-56R1 《维修系统培训大纲》
- [7] AC-145-13R1 《维修单位培训大纲编写指南》
- [8] AC-61-FS-2018-20R2 《民用无人机驾驶员管理规定》
- [9] T/AOPA 0011—2019 《民用无人机系统专业工程师资质管理规则》