

无人机组装与调试 职业技能等级标准

标准代码：460051

（2021年2.0版）

中国航空工业集团有限公司 制定

2021年12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..... | 3 |
| 5 面向职业岗位（群）..... | 3 |
| 6 职业技能要求..... | 4 |
| 参考文献..... | 8 |

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：中国航空工业集团有限公司、中航（成都）无人机系统股份有限公司、航空工业江西洪都航空工业集团有限责任公司、中国航空综合技术研究所、北京航空航天大学、西北工业大学、南京航空航天大学、深圳市无人机行业协会、中航西安飞机工业集团股份有限公司、航空工业成都飞机工业（集团）有限责任公司、中航沈飞股份有限公司、山东理工职业学院、北京市昌平职业学校、成都航空职业技术学院、西安航空职业技术学院、天津现代职业技术学院、长沙航空职业技术学院、张家界航空工业职业技术学院、陕西航空职业技术学院、江西航空职业技术学院、江苏航空职业技术学院、三亚航空旅游职业技术学院、株洲南方航空高级技工学校、山东步云航空科技有限公司。

本标准主要起草人：司着鹏、刘洪、黄莉玲、舒振杰、王英勋、邓子辰、黄大庆、杨金才、王海宇、李健、孙先夺、冯建雨、侯圣勇、方荣卫、何先定、龚小涛、孙勇民、熊纯、郭紫贵、冉文、曾谊晖、师平、李思海、贾恒旦、颜忠杰。

声明：本标准的知识产权归属于中国航空工业集团有限公司，未经中国航空工业集团有限公司同意，不得印刷、销售。

1 范围

本标准规定了无人机组装与调试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组装与调试职业技能培训、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。

ICAO-Doc 10019 Manual on Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS)

AC-61-FS-2018-20R2 民用无人机驾驶员管理规定

AC-91-FS-2015-31 轻小型民用无人机系统运行规定

T/AOPA 0008-2019 民用无人机驾驶员合格审定规则

ALD2009022 关于民用无人机管理有关问题的暂行规定

GB/T 38152-2019 无人驾驶航空器系统术语

GJB-2347-1995 无人机通用规范

GJB-3060-1997 无人机电气系统通用规范

GJB-5434-2005 无人机系统通用要求

GJB-5435-2005 无人机系统飞行试验通用要求

GB/T 5171-2014 小功率电动机

GB/T 8366-2004 阻焊 电阻焊机 机械和电器要求 (ISO 669:2000, MOD)

GB/T 15706.1-2007 机械安全基本概念与设计通则

GB/T 16855.1-2008 机械安全控制系统有关安全部件

GB/T 17799.2-2003 电磁兼容通用标准工业环境中的抗扰度试验

3 术语和定义

GB/T 38152-2019、AC-61-FS-2018-20R2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

由遥控设备或自备程序控制装置操纵，机上无人驾驶的航空器。也称无人驾驶航空器。

[GB/T 38152-2019, 定义2.1.1]

3.2

无人机系统 UAS: Unmanned Aircraft System

以无人机为主体，配有相关的遥控站、所需的指挥和控制链路以及设计规定的任何其他部件，能完成特定任务的一组设备。也称无人驾驶航空器系统。

[GB/T 38152-2019, 定义2.1.2]

3.3

无人机组装与调试 UAV Assembly and Debugging

指使用设备、工装、工具和调试软件，对无人机进行配件选型、机械装配、电路调试、机电联调。

[无人机装调检修工国家职业技能标准, 定义1.3]

3.4

固定翼无人机 Fixed-wing Unmanned Aircraft

由动力装置产生前进的推力或拉力，由机翼产生升力，在大气层内飞行的重于空气的无人驾驶航空器。

[GB/T 38152-2019, 定义2.1.9]

3.5

无人直升机 Unmanned Helicopter

由遥控设备或自备程序控制装置操纵，飞行时主要凭借一个或多个在基本垂直轴上由动力驱动的旋翼为主要升力和推进力来源，能垂直起降的重于空气的带任务载荷的无人驾驶航空器。

[GB/T 38152-2019, 定义2.1.12]

3.6

多旋翼无人机 Multi-axis Unmanned Aircraft

一种由动力驱动，飞行时凭借三个及以上旋翼依靠空气的反作用力获得支撑，能够垂直起降、自由悬停的无人驾驶航空器。

[GB/T 38152-2019, 定义2.1.16]

4 适用院校专业

4.1 参照原版专业目录

中等职业学校：无人机操控与维护、飞机维修、机电技术应用、电子技术应用、电子与信息技术、航空摄影测量等专业。

高等职业学校：无人机应用技术、飞行器制造技术、飞行器维修技术、航空电子电气技术、飞机机电设备维修、飞机电子设备维修、飞机部件修理、通用航空器维修、飞机结构修理、机电一体化技术、电气自动化技术、机械设计与制造、摄影测量与遥感技术等专业。

应用型本科学校：无人驾驶航空器系统工程、飞行器设计与工程、飞行器制造工程、航空航天工程、自动化、电子信息工程、机械电子工程等专业。

4.2 参照新版职业教育专业目录

中等职业学校：无人机操控与维护、飞机设备维修、机电技术应用、电子技术应用、电子与信息技术、航空摄影测量等专业。

高等职业学校：无人机应用技术、无人机测绘技术、飞行器数字化制造技术、飞行器数字化装配技术、飞行器维修技术、飞机机载设备装配调试技术、飞机机电设备维修、飞机电子设备维修、飞机部件修理、通用航空器维修、飞机结构修理、机电一体化技术、电气自动化技术、机械设计与制造、摄影测量与遥感技术。

高等职业教育本科学校：无人机系统应用技术、飞行器维修工程技术、航空智能制造技术、航空动力装置维修技术、航空机电设备维修技术。

应用型本科学校：无人驾驶航空器系统工程、飞行器设计与工程、飞行器制造工程、航空航天工程、自动化、电子信息工程、机械电子工程等专业。

5 面向职业岗位（群）

【无人机组装与调试】（初级）：主要面向无人机生产制造、维修维护、销售、培训或无人机作业等部门中的无人机零部件组装岗位，主要完成无人机机电调试工作，从事无人机装调检修等工作。

【无人机组装与调试】（中级）：主要面向民用无人机研发制造、售后维修以及民用无人机应用集中型行业单位的无人机及地面站设备的装调与维修部门中无人机及地面站设备的组装和调试岗位，主要完成无人机及地面站设备组装、调试和故障检测等工作，从事无人机装调检修和无人机驾驶等工作。

【无人机组装与调试】（高级）：主要面向无人机系统研发制造、无人机系

统应用、无人机系统检测维修集中型行业单位的研发制造、应用功能开发、系统检测部门中无人机系统各部件及专用任务载荷设备的组装调试岗位，主要完成等无人机系统各部件及专用任务载荷设备的选型、组装调试、和系统组装方案的设计等工作，从事无人机装调检修、无人机驾驶、无人机行业应用等工作。

6 职业技能要求

6.1 职业技能等级划分

无人机组装与调试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。

【无人机组装与调试】（初级）：主要面向民用无人机制造、售后维修以及应用型单位的生产制造、维修维护、销售、培训或无人机作业等部门，能够完成多旋翼无人机零部件组装并进行机电调试，能够检测无人机动力系统、飞控系统线路连接以及机体结构的故障。

【无人机组装与调试】（中级）：主要面向民用无人机研发制造、售后维修以及民用无人机应用集中型行业单位的无人机及地面站设备的装调与维修部门，能够独立完成无人机及地面站设备的组装与调试工作，能够检测动力系统、供电系统、飞控系统线路连接及地面站设备的故障。

【无人机组装与调试】（高级）：主要面向无人机系统研发制造、无人机系统应用、无人机系统检测维修集中型行业单位的研发制造、应用功能开发、系统检测部门，能够独立进行无人机系统各部件及专用任务载荷设备的组装调试工作。

6.2 职业技能等级要求描述

表 1 无人机组装与调试职业技能等级要求（初级）

| 工作领域 | 工作任务 | 职业技能要求 |
|---------|-----------------|---|
| 1.工作前准备 | 1.1 工具、仪器及仪表的选用 | 1.1.1 能根据工作内容，采用正确的防护措施，保证操作安全。 1.1.2 能根据工作内容合理选用工具、仪器、仪表等。 |
| | 1.2 零部件选用 | 1.2.1 能根据工作内容合理选择无人机装配和调试的零部件等材料。 |
| | 1.3 材料识读 | 1.3.1 能读懂多旋翼无人机零部件、整机的装配图。 1.3.2 能读懂飞控、云台、图传、数传、动力等各子系统的电气连接图。 |
| 2.组装与调试 | 2.1 无人机组装 | 2.1.1 能根据装配图，完成多旋翼无人机机身、机臂、起落架等结构部件的安装。 2.1.2 能根据作业规范，完成动力电池插头、电调和电机接线插头的焊接。 2.1.3 能根据组装作业流程，完成飞控、图传和数传等模块、电调、电机及螺旋桨的安装。 2.1.4 能对无人机内部线材进行整理和连接。 2.1.5 能进行云台的安装及校准。 |
| | 2.2 无人机调试 | 2.2.1 能根据作业要求，完成遥控器的设置和飞控磁力计、加速计、陀螺仪的校准。 2.2.2 能根据浆叶拉力与电机转速扭矩关系，合理 |

| 工作领域 | 工作任务 | 职业技能要求 |
|------|----------|--|
| | | 选择电机型号和参数。 2.2.3 能根据作业要求，使用飞控调参软件完成PID参数调试、飞控相关功能的配置。 2.2.4 能根据作业要求，完成视觉传感器识别功能的调试。 2.2.5 能正确设置云台、相机的参数及功能。 |
| 3.测试 | 3.1 地面测试 | 3.1.1 能按照操作规范，完成地面开机测试，保证试飞前无人机设备功能正常。 3.1.2 能依据操作流程，完成飞行测试前的航线申报备案和安全规划预案。 |
| | 3.2 飞行测试 | 3.2.1 能按照操作规范，完成视距内飞行性能、云台及相机工况的测试和飞行日志的记录。 3.2.2 能按照操作规范，完成超视距自主飞行性能、云台及相机工况的测试和飞行日志的记录。 3.2.3 能依据飞行测试操作规范，借助飞行器云端管理系统完成飞行质量评价。 |

表2 无人机组装与调试职业技能等级要求（中级）

| 工作领域 | 工作任务 | 职业技能要求 |
|---------|-----------------|--|
| 1.工作前准备 | 1.1 工具、仪器及仪表的选用 | 1.1.1 能够根据工作内容正确选用工具、仪器、仪表等。 |
| | 1.2 材料识读 | 1.2.1 能正确读懂无人机厂商提供的飞行器技术手册和配件BOM表。 1.2.2 能读懂多旋翼无人机、固定翼无人机（或无人直升机）零部件、整机的装配图。 1.2.3 能读懂飞控系统、任务载荷系统、动力系统、供电系统等子系统的工作原理图和组装连接图。 1.2.4 能读懂与飞行控制和导航相关的基础软件代码。 1.2.5 能读懂飞行器电传系统、液压传动和动力控制系统的有关图纸或数字模型。 |
| 2.组装与调试 | 2.1 无人机组装 | 2.1.1 能按照操作规范，完成云台滑环、电机磁编码器、传感器的安装和配重调整。 2.1.2 能根据装配图纸，完成多旋翼无人机、固定翼无人机（或无人直升机）机身、机臂、起落架等结构部件的安装。 2.1.3 能依据作业需求，完成飞控电路板扩展功能元器件的焊接和安装。 2.1.4 能依据作业规范，完成机械传动或液压传动系统的组装。 2.1.5 能依据作业规范，完成地面站组装和内部走 |

| 工作领域 | 工作任务 | 职业技能要求 |
|--------|-----------|--|
| | | 线整理。 |
| | 2.2 无人机调试 | <p>2.2.1 能正确烧写飞控和云台的固件。</p> <p>2.2.2 能调试地面站软件的各项功能。</p> <p>2.2.3 能根据作业需求，完成飞控的PID速度环、位置环和滤波器参数的调试。</p> <p>2.2.4 能依据作业规范，完成传输模块天线角度的调试，无人机拉力曲线的测试。</p> <p>2.2.5 能依据作业规范，完成飞行数据和固件的更新，完成指定功能代码的检查。</p> |
| 3.飞行测试 | 3.1 地面测试 | <p>3.1.1 能依据操作流程，配合无人机驾驶员和机长完成地面开机测试，保证试飞前无人机及机载设备功能正常。</p> <p>3.1.2 能依据操作流程，配合无人机机长完成飞行测试航线申报备案和安全规划预案。</p> |
| | 3.2 飞行测试 | 3.2.1 能依据飞行测试操作流程，能配合无人机驾驶员，完成飞行性能评估。 |

表3 无人机组装与调试职业技能等级要求（高级）

| 工作领域 | 工作任务 | 职业技能要求 |
|---------|-----------|---|
| 1.工作前准备 | 1.1 材料识读 | 1.1.1 能读懂无人机飞控、云台、图传、数传、动力等子系统的PCBA图。 |
| 2.装调与维修 | 2.1 无人机组装 | <p>2.1.1 能根据装配图，完成多旋翼无人机、固定翼无人机（或无人直升机）机身、机臂、起落架等结构部件的安装。</p> <p>2.1.2 能依据作业需求，完成飞控主板、GPS模块、数传、图传等主芯片的焊接。</p> <p>2.1.3 能依据作业需求，完成碳纤维板铺层，碳纤维管材的切割，模具件的脱模和开模。</p> <p>2.1.4 能依据作业操作规范，完成大型电机的更换或零部件修理。</p> <p>2.1.5 能依据作业操作规范，协助完成机械传动或液压传动系统总成的装配工作，浆叶变距变向、起落架收放等复杂机构的装配工作。</p> |
| | 2.2 无人机调试 | <p>2.2.1 能依据操作规范，完成数据链路通信质量和传输性能的测试。</p> <p>2.2.2 能根据作业需求，完成各类型无人机飞控的PID速度环、位置环以及滤波器参数的调试。</p> <p>2.2.3 能根据作业需求，完成除云台以外其他任务载荷的功能和性能调试。</p> <p>2.2.4 能依据作业流程，协助完成各类雷达和导航</p> |

| 工作领域 | 工作任务 | 职业技能要求 |
|------|----------|--|
| | | 系统的性能调试工作。 |
| 3.测试 | 3.1 地面测试 | <p>3.1.1 能依据操作流程，配合无人机驾驶员和机长完成地面开机测试，保证试飞前无人机及机载设备功能正常。</p> <p>3.1.2 能依据操作流程，配合无人机机长完成飞行测试航线申报备案和安全规划预案。</p> |
| | 3.2 飞行测试 | 3.2.1 能依据飞行测试操作流程，能配合无人机驾驶员，完成飞行性能评估。 |

参考文献

- [1] 教育部关于印发《职业教育专业目录(2021年)》的通知(教职成(2021)2号)
- [2] 《教育部关于公布2019年度普通高等学校本科专业备案和审批结果的通知》(教高函(2020)2号)
- [3] 《教育部关于公布2020年度普通高等学校本科专业备案和审批结果的通知》(教高函(2021)1号)
- [4] ICAO-Doc 10019 Manual on Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS)
- [5] AC-61-FS-2018-20R2 民用无人机驾驶员管理规定
- [6] AC-91-FS-2015-31 轻小民用无人机运行规定
- [7] T/AOPA 0008-2019 民用无人机驾驶员合格审定规则
- [8] GB/T 5171-2014 小功率电动机
- [9] GB/T 5465.2 电器设备用图形符号
- [10] GB/T 8366-2004 阻焊、电阻焊机、机械和电器要求(ISO 669:2000,MOD)
- [11] GB/T 16935-1997 低压系统内设备的绝缘配合
- [12] GB/T 15706.1-2007 机械安全 基本概念与设计通则
- [13] GB/T 16855.1-2008 机械安全 控制系统有关安全部件
- [14] GB/T 17799.2-2003 电磁兼容 通用标准 工业环境中的抗扰度试验
- [15] 民用无人机产品安全要求(征求意见稿)
- [16] 民用无人机地理围栏数据技术规范(征求意见稿)
- [17] 民用无人机通用技术标准
- [18] GJB-2347-1995 无人机通用规范

- [19] GJB-3060-1997 无人机电气系统通用规范
- [20] GJB-5434-2005 无人机系统通用要求
- [21] GJB-5435-2005 无人机系统飞行试验通用要求
- [22] GB/T 38152-2019 无人驾驶航空器系统术语