

# 无人机航空喷洒 职业技能等级标准

标准代码：460004

（2021年2.0版）

北京翔宇教育咨询有限公司 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） .....	4
6 职业技能要求.....	4
参考文献.....	12

# 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：北京翔宇教育咨询有限公司、中国航空运输协会、中国通用航空有限公司、南航通用航空有限公司、中信海洋直升机有限公司、中航工业集团飞行服务中心、中电科特种飞机工程有限公司、北大荒通用航空有限公司、黑龙江农垦科技职业学院、中国民航大学通用航空学院、中国公安大学低空安全研究中心、广州民航职业技术学院。

本标准主要起草人：刘丽娟、孙卫国、陈燕、毛锦、米艳军、吕宜宏、姚懿轩、刘宽、赵超阳。

声明：本标准的知识产权归属于北京翔宇教育咨询有限公司，未经北京翔宇教育咨询有限公司同意，不得印刷、销售。

## 1 范围

本标准规定了无人机航空喷洒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航空喷洒技能培训、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。

MD-TR-2018-01民用无人驾驶航空器经营性飞行活动管理办法

AC-61-FS-2018R2 民用无人机驾驶员管理规定

T/CATAGS 6-2020轻小型无人机技术标准（UTC）驾驶员培训考核体系基本要求

## 3 术语和定义

T/CATAGS 6-2020界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1 无人机 **unmanned aerial vehicle**

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。

[T/CATAGS 6-2020, 定义 2.1]

### 3.2 无人机系统 **unmanned aerial vehicle system**

也称远程驾驶航空器系统，是指由无人机、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。

[T/CATAGS 6-2020, 定义 2.2]

### 3.3 无人直升机 **unmanned helicopter**

是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，属于类别中的一种。

[T/CATAGS 6-2020, 定义 2.3]

### 3.4 多旋翼无人机 **multi rotor uav**

是指一种重于空气的无人机，其飞行升力主要由三个及以上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，属于类别中的一种。

[T/CATAGS 6-2020, 定义 2.4]

### 3.5 航空喷洒 aerial spray

以无人机作为搭载工具，使用专用设备将液体或固体干物料按特定技术要求从空中向地面目标喷雾或撒播的飞行活动。

[T/CATAGS 6-2020, 定义 2.5]

## 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、设施农业生产技术、现代农艺技术、观光农业经营、循环农业生产与管理、植物保护、果蔬花卉生产技术、茶叶生产与加工、现代林业技术、农业机械使用与维护、农村环境监测、工业机器人技术应用、园林技术、航空摄影测量、森林消防、飞机维修等专业等。

高等职业学校：无人机应用技术、飞机机载设备维修技术、飞机机载设备制造技术、航空电子电气技术、直升机驾驶技术、通用航空器维修、通用航空航务技术、作物生产技术、设施农业与装备、现代农业技术、机电一体化技术、农业装备应用技术、林业技术、草业技术等专业。

高等职业教育本科学校：机械设计制造及其自动化、智能制造工程、智能控制技术、工业机器人技术、自动化技术与应用、物联网工程、大数据技术与应用、信息安全与管理等专业。

应用型本科学校：无人驾驶航空器系统工程、植物保护、草业科学、森林工程、森林消防、植物科学与技术、设施农业科学与工程、农业机械化及其自动化、飞行器设计与工程、飞行器适航技术、飞行器制造工程等专业。

### 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、设施农业生产技术、作物生产技术、休闲农业生产与经营、循环农业与再生资源利用、植物保护、园艺技术、茶叶生产与加工、林业生产技术、农机设备应用与维修、环境监测技术、工业机器人技术应用、园林技术、航空摄影测量、森林消防、飞机设备维修等专业。

高等职业学校：无人机应用技术、飞机机载设备装配调试技术、直升机驾驶技术、通用航空器维修、通用航空航务技术、作物生产与经营管理、设施农业与装备、现代农业技术、机电一体化技术、现代农业装备应用技术、林业技术、草业技术等专业。

高等职业教育本科学校：无人机系统应用技术、航空智能制造技术、飞行器维修工程技术、航空动力装置维修技术、现代种业技术、智慧农业技术、智慧林业技术、工业设计、装备智能化技术、智能控制技术、机器人技术、自动化技术与应用、智能交通管理、通用航空航务技术、智慧机场运行与管理、人工智能工程技术等专业。

应用型本科学校：无人驾驶航空器系统工程、植物保护、草业科学、森林工程、森林消防、植物科学与技术、设施农业科学与工程、农业机械化及其自动化、飞行器设计与工程、飞行器适航技术、飞行器制造工程等专业。

## 5 面向职业岗位（群）

【无人机航空喷洒】（初级）：主要面向新型职业农民等职业岗位，主要完成药剂等工作，从事植保等工作。

【无人机航空喷洒】（中级）：主要面向护林、消防等职业岗位，主要完成药剂喷洒、灭火等工作，从事无人机型号测试、以及保障运行所需的装配调整、维护及飞行前检查工作。

【无人机航空喷洒】（高级）：主要面向工程师等职业岗位，主要完成设计、试飞等工作，从事从事无人机特殊环境（如火情现场等）等多种运行场景下的无人机喷洒操控工作等工作。

## 6 职业技能要求

### 6.1 职业技能等级划分

无人机航空喷洒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。

【无人机航空喷洒】（初级）：根据作业流程的规定，针对最大起飞重量在25公斤以下的多旋翼无人机系统，能在超视距场景下操控起降飞行，完成喷洒任务。装配载荷并完成系统整体调试，依据无人机系统手册，进行飞行前安全检查。

【无人机航空喷洒】（中级）：根据业务管理的要求，针对最大起飞重量在150公斤以下的多旋翼无人机，能在超视距场景下操控起降飞行，完成喷洒任务。能精准配置药剂，依据无人机系统手册，能进行日常的检查与维护工作。

【无人机航空喷洒】（高级）：根据业务的需求，针对最大起飞重量在150公斤以下的多旋翼无人机、无人直升机，能在多场景下操控起降飞行，完成喷洒任务。能设计作

业方案及应急处置预案，能完成所需燃料加注。能完成无人机型号测试等试飞工作。

## 6.2 职业技能等级要求描述

初级、中级、高级各级均需具备的统一要求，即包括：

### 1. 职业道德学习

- (1) 遵纪守法，诚实守信
- (2) 爱岗敬业，忠于职守
- (3) 保证安全，优质服务
- (4) 钻研业务，提高技能
- (5) 团结友爱，协作配合

### 2. 无人机法律法规知识学习

- (1) 《民用无人机驾驶员管理规定》
- (2) 《轻小无人机运行规定（试行）》
- (3) 《轻小型民用无人机飞行动态数据管理规定》
- (4) 《特定类无人机试运行管理规程（暂行）》
- (5) 《民用无人驾驶航空器经营性飞行活动管理办法（暂行）》
- (6) 《民用无人驾驶航空器实名制登记管理规定》
- (7) 《民用无人驾驶航空器系统空中交通管理办法》

各级职业技能差异化能力要求，分别见表1、表2和表3所示。

表1 无人机航空喷洒职业技能等级要求（初级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1.任务准备	1.1任务规划	1.1.1能掌握我国常见农作物、林草基本知识。 1.1.2能根据作业地区的风力、风向、湿度、降雨、雪等气候条件对作业方式和安全性进行基本规划。 1.1.3能根据作业环境评估出作业区域可能出现的危险情况，制定防范措施。 1.1.4能根据所评估结果正确选择25公斤以下多旋翼无人机型号。

	1.2 无人机装调	<p>1.2.1能掌握25公斤以下多旋翼无人机在不同地点的地磁传感器、定位系统、自动返航系统的调校。</p> <p>1.2.2能正确安装喷洒无人机药剂箱、喷洒系统、检查喷洒管路并保证所有模块畅通正常。</p> <p>1.2.3能正确向药剂箱中添加配置好的药剂。</p> <p>1.2.4能正确安装无人机机体、电池、桨叶等模块并将无人机与遥控器正确连接。</p>
	1.3 无人机检查	<p>1.3.1能完成25公斤以下多旋翼无人机桨叶、电池、挂载的连接检查。</p> <p>1.3.2能确认无人机与地面站链接，确保显示正常。</p> <p>1.3.3能根据地面站显示内容，确认系统定位正常工作。</p> <p>1.3.4能根据任务内容，完成无人机电量、地面站电量与任务适配检查。</p>
2.任务操作	2.1 视距内喷洒	<p>2.1.1能根据所喷撒地块面积及周围情况正确进行自动航线规划。</p> <p>2.1.2能根据常见作物正确设置喷洒高度、喷洒密度、飞行速度等参数。</p> <p>2.1.3能测量出所作业农田的喷洒密度。</p> <p>2.1.4能检测出作业过程是否影响其他地块作物。</p>
	2.2 超视距喷洒	<p>2.2.1能根据周围情况确定超视距作业范围及设置一键返航。</p> <p>2.2.2能根据地面站显示图像和参数，实时确认飞行器超视距任务状态。</p> <p>2.3.3能操纵25公斤以下多旋翼无人机对于限制型地块进行特殊喷洒。</p> <p>2.2.4能检测所作业地块喷洒效果。</p>
	2.3 应急处置	<p>2.3.1能在无人机喷洒系统失效情况下迅速记录下故障区域，并迅速制定重喷洒方案。</p> <p>2.3.2能够使用地面站或遥控器对紧急出现的情况进行临时手动悬停应急。</p> <p>2.3.3能在出现临时干扰导致无人机与地面站信号传输不稳或断开时及时采取应急措施。</p> <p>2.3.4能在人员出现喷洒药剂中毒情况时正确处理。</p>
3.无人机系统维修	3.1 无人机检修	<p>3.1.1能完成遥控器、地面站的检修。</p> <p>3.1.2能完成飞行器各紧固件进行检修。</p>



		<p>3.1.3能完成无人机自动避障系统检修。</p> <p>3.1.4能完成无人机定位系统校准操作。</p>
	3.2无人机维护	<p>3.2.1能根据系统说明书正确填写系统维护履历。</p> <p>3.2.2能在任务开始结束前，正确对无人机各可拆装模块进行装取。</p> <p>3.2.3能掌握无人机软件升级步骤以及软件系统维护。</p> <p>3.2.4能按照机体特性完成清洁。</p>
	3.3配件维护	<p>3.3.1能按照电池使用说明对电池进行充放电操作。</p> <p>3.3.2能按照桨叶、喷头及配件特性完成清洁。</p> <p>3.3.3能按照电池特性安全的完成存放。</p> <p>3.3.4能按照桨叶、喷头及配件特性安全的完成存放。</p>

表2 无人机航空喷洒职业技能等级要求（中级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1.任务准备	1.1任务规划	<p>1.1.1能掌握我国农作物、林草专业知识。</p> <p>1.1.2能根据作业环境评估出作业区域可能出现的危险情况，并制定两种以上的防范措施。</p> <p>1.1.3能根据作业地区的风力和降雨等气候条件、地形特点、地面布局对作业方式、安全性、飞行区域进行精准高效作业规划。</p> <p>1.1.4能根据所评估结果正确选择150公斤以下多旋翼无人机型号。</p>
	1.2无人机装调	<p>1.2.1能熟练组装150公斤以下多旋翼无人机动力系统、喷洒系统、供电系统、药剂箱系统等。</p> <p>1.2.2能准确配制出作业用药剂（包括浓度、重量）并进行安全添加。</p> <p>1.2.3能根据药剂浓度选装不同型号的喷头。</p> <p>1.2.4能掌握喷洒系统全部构成，且可以对常见喷洒系统进行各类作业调试。</p>
	1.3无人机检查	<p>1.3.1能完成检查150公斤以下多旋翼无人机各系统正常、传输无误。</p> <p>1.3.2能保证系统模块正常工作。</p> <p>1.3.3能根据任务内容，完成无人机电量、地面站电量与任务适配。</p>

		1.3.4能确认喷洒作业人员防护用具正常穿戴，防护措施得当。
2.任务操作	2.1药剂配置	2.1.1能掌握中国常见农作物及林草的常见病虫害种类，发病原理，发病周期，以及对应防治方案。 2.1.2能识别常见药剂，明确其药理药性，并熟悉常见药剂混合的化学反应。 2.1.3能根据作业区域情况，正确选择药剂、正确稀释比例、正确用量。 2.1.4能掌握各类药剂的降解周期，对土地影响。
	2.2视距内喷洒	2.2.1能根据作业区域情况，绘制最佳喷洒航线。 2.2.2能根据作业区域情况，正确设定喷洒高度、喷洒范围，并有效提升喷洒效果。 2.2.3能使用手动模式对零散不规整地块进行全手动喷洒作业。 2.2.4能保证喷洒过程中不重复、不漏喷、液滴密度、渗透效果合适。
	2.3超视距喷洒	2.3.1能根据地面站显示数据及画面内容精准确定无人机超视距作业时所在位置。 2.3.2能在超视距作业过程中出现信号丢失、信号干扰、信号阻断时及时正确做出操作。 2.3.3能在超视距作业情况下，根据情况及时修改任务参数。 2.3.4能根据作业区域在不同喷洒系统及风场影响下的无人机喷洒作业高度。
3.无人机维修	3.1无人机检修	3.1.1能掌握150公斤以下多旋翼无人机动力系统维护方法，飞行控制系统维护方法，喷洒系统维护方法，电脑程序端升级步骤。 3.1.2能掌握针对撒药后无人机电子元件、管路、机架进行腐蚀、破损、老化检测。 3.1.3能够独立更换易损模块。 3.1.4能在现场对无人机的动力系统、飞控系统、供电系统、喷洒系统等进行应急维修。

	3.2 无人机维护	<p>3.2.1能按照操作手册安全的将无人机回收。</p> <p>3.2.2能掌握无人机各模块工作原理、常见问题、常用维护手段。</p> <p>3.2.3对各部件药剂残留进行有效科学的清洗。</p> <p>3.2.4能正确使用电池充放电管理系统对电池进行保养，掌握电池寿命、使用周期。</p>
	3.3 配件维护	<p>3.3.1能完成化油器滤网的定期清洗。</p> <p>3.3.2能完成火花塞的定期更换。</p> <p>3.3.3能完成常用油料的配置操作。</p> <p>3.3.4能完成油箱及供油管路的维护。</p>

表3 无人机航空喷洒职业技能等级要求（高级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1.任务准备	1.1 任务规划	<p>1.1.1能掌握我国农作物、林草、消防、防疫专业知识。</p> <p>1.1.2能根据作业地区及作业主体判断可能出现的电磁干扰、地磁干扰等并实施有效的规避方案。</p> <p>1.1.3能在高海拔地区，迅速针对作业任务做出高效方案。</p> <p>1.1.4能同时根据作业方案分别选出两种（150公斤以下多旋翼和直升无人机）的无人机型号。</p> <p>1.1.5 能在夜间情况下，制定完整的喷洒作业方案。</p>
	1.2 无人机装调	<p>1.2.1 能完全独立安装150公斤以下类多旋翼、直升无人机全部零件。</p> <p>1.2.2 能对于同一模块，掌握至少两种不同厂家的模块替换方案。</p> <p>1.2.3 能根据作业任务，完成多挂载喷洒类无人机的设备调试。</p> <p>1.2.4能完成多机联合作业时无人机间联合调控设置。</p>
	1.3 药剂配置	<p>1.3.1能准确掌握常见农作物、林草等生长周期、生长地、长势特点等。</p> <p>1.3.2能准确掌握各类病虫害发病原理、发病症状、影响结果、防治周期、作用部位等。</p> <p>1.3.3能根据药剂主要成分，结合任务分析得出药剂副作用。</p>

		1.3.4能在复杂情况下，多种药剂配置使用时的顺序、间隔周期。
2.任务操作	2.1喷头操作	2.1.1根据各类喷头的喷洒形状、覆盖范围，进行合理有效操作。 2.1.2根据各类喷头在不同压力泵条件下，进行合理有效操作。 2.1.3根据各类喷头在不同风场下的穿透能力，进行合理有效操作。 2.1.4根据各类喷头系统说明要求，进行熟练操作。
	2.2视距内喷洒	2.2.1能使用地面站软件同时控制两台以上喷洒类无人机对作业区域进行航空喷洒。 2.2.2能根据地面站软件显示的信息完成对同时作业的全部无人机进行实时任务调整。 2.2.3能在夜间进行联合喷洒。 2.2.4能完成任务方案内其它无人机运行相关人员任务准备工作调配。
	2.3超视距喷洒	2.3.1能在超视距条件下将信息进行正确精准的传递和采集。 2.3.2能使用地面站参数、不同地图模式手动将无人机进行安全返航操作。 2.3.3能预见性发现无人机可能遭遇信号丢失情况并做出至少两种无人机安全返航或信号重新连接预案。 2.3.4能根据作业过程中可能出现的风向变化及时制定作业模式调整预案。
3. 数据处理	3.1数据采集	3.1.1能按照无人机试飞要求，完成运行数据采集 3.1.2能按照无人机试飞要求，完成异常状态数据采集。 3.1.3能按照无人机试飞要求，完成飞行状态数据采集。 3.1.4能按照无人机试飞要求，完成挂载设备数据采集。

	3.2数据分析	<p>3.2.1能通过地面站软件反馈，实时分析作业中发生的问题。</p> <p>3.2.2能实时对喷洒效果分析，及时调整喷头、药剂浓度、颗粒大小等。</p> <p>3.2.3能分析出作业喷洒是否均匀，是否达到预期作业点，有无重喷、漏喷现象，有无药剂偏移现象等。</p> <p>3.2.4能通过图像结果，分析作业范围内植物生长情况、健康情况。</p>
	3.3数据转化	<p>3.3.1能根据作业区域及周边环境转化数据生成作业方案。</p> <p>3.3.2能根据农作物、林草长期长势数据制定作业方案。</p> <p>3.3.3能根据任务数据采集结果，将数据转化为直观可视化信息。</p> <p>3.3.4能按照任务完成数据结果，编写作业任务报告。</p>

## 参考文献

- [1] 《民用无人机驾驶员管理规定》（AC-61-FS-2018R2）
- [2] 国务院关于印发《国家职业教育改革实施方案的通知》（国发〔2019〕4号）
- [3] 教育部等四部门印发《关于在院校实施“学历证书+若干职业技能等级证书”制度试点方案》的通知（教职成〔2019〕6号）
- [4] 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）
- [5] 《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）
- [6] 《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）
- [7] 《轻小型无人机技术标准（UTC）驾驶员培训考核体系基本要求》  
（T/CATAGS 6-2020）