

ICS 13.220.01

CCS C 84

CSF

团 体 标 准

T/CSF 0078-2023

森林草原消防无人机巡护作业技术规程

Technical regulations for forest and grassland fire prevention patrol by
unmanned aerial vehicle

2023-09-28 发布

2023-09-28 实施

中国林学会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 巡护任务	2
5 无人机机型配置及要求	2
6 无人机巡护站要求	4
7 地面指挥平台要求	6
8 巡护作业安全要求	8
9 日常训练要求	9
10 巡护成本核定方法	9
附录 A(资料性) 森林草原消防无人机巡护作业飞行前检查记录单	12
附录 B(资料性) 森林草原消防无人机巡护作业飞行后检查记录单	14
附录 C(资料性) 森林草原消防无人机巡护作业记录单	15

前 言

本文件按照 GB/T1.1—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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国林学会提出并归口。

本文件起草单位：北京天枢通达科技有限公司、中发国研信息技术研究院（北京）有限公司、海南经济特区中质猎鹰智能勘测科技有限公司、北京市航空护林中心、国发华夏国际科技开发（北京）有限公司、秦皇岛市傲森尔装具服装股份有限公司、江苏和为警用器材制造有限公司、山东什方数合数字科技有限公司、中国安全产业协会消防创新分会、霄图（天津）高新技术有限公司。

本文件主要起草人：夏传猛、张小旦、李雪涛、史卓琦、李杰、丁峰、华刚、高健、刘浩、胡伟、张向阳、费云健、李栋、刘鹏宇、黄绪俊、李晓波、邢怡、王军、韦国仁。

本文件为首次发布。

森林草原消防无人机巡护作业技术规程

1 范围

本文件规定了森林草原消防无人机巡护作业的巡护任务，机型配置及要求，无人机巡护站、地面指挥平台、巡护作业安全、日常训练等要求和巡护成本核定方法。

本文件适用于森林草原消防无人机巡护作业，也适用于森林草原病虫害防治巡查以及自然保护区或生态环境等领域的管理巡护。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

LY/T 2246 森林消防专业队伍建设和管理规范

DB11/T 1824 森林消防综合应急救援队伍装备使用和维护规范

DB11/T 1825 森林消防综合应急救援基础能力建设规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

无人机 **unmanned aerial vehicle**

一种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行器。

3.2

无人机巡护 **unmanned aerial vehicle patrolling**

通过无人机沿着一定的航线，对自然资源、生态系统、主要保护对象、重要区域、人为活动、突发事件等进行定期或不定期的观察和记录，并及时上传和上报巡护作业发现的情况，由相关管理人员根据巡护结果依法采取相关措施的过程。

3.3

森林草原火灾 **forest fire**

失去人为控制，在森林内和草原上自由蔓延和扩展，对森林草原、生态系统和人类带来一定危害和损失的林草火燃烧现象。森林草原火灾是一种突发性强、破坏性大、处置救助较为困难的自然灾害。

3.4

作业区 **operation area**

采用无人机实施森林草原消防巡护的工作区域。

3.5

防火设施 **fire prevention facilities**

针对森林草原火灾发生发展的因素和条件，采取的预防火情发生的方法和采用的控制可燃物、隔离火源、阻止蔓延和有效灭火的手段、措施及相关设施。

3.6

巡护站 patrol station

为保障无人机巡护作业而建设的固定站点，由无人机停机位、指挥中心、备勤室、机库、通讯指挥车库、无人机运输车库、装备器材库中的一个或多个部分构成。

4 巡护任务

4.1 日常巡护

实施森林草原区巡护监测，包括并不限于森林草原区域内的野外用火、盗伐盗猎盗采、人员进出情况、防火设施完损状况，并对人员聚集可能引发林区的不安全因素及时进行广播驱离。

4.2 火情监测

依靠无人机高清拍摄和通信功能及时回传林区发生的火情和发展态势信息，为地面实施高效安全的早期扑救提供准确消息。

4.3 辅助救援

辅助地面快速高效制定救援方案，为地面人员在复杂危险地形扑火规划安全救援路线，或在安全范围内向地面抛出救生物资和设备，为地面人员紧急避险提供安全保障。

4.4 辅助灭火

森林草原消防无人机巡护时发现火情，可以迅速利用机载灭火器材实时精准扑救，及时报告并传送现场视频图像，实现“打早、打小、打了”的目标，后期通过持续的火场监测防止复燃。

4.5 其他任务

包括无人机组建局域网、无人机测绘、就近支援灭火（集群灭火）等任务。

5 无人机机型配置及要求

5.1 选型原则

根据森林草原消防无人机巡护作业区的地形地貌、巡护面积和任务性质，选择匹配的无人机机型和辅助设施器材，满足作业区森林草原消防巡护的要求。

5.2 机型配置

森林草原消防巡护作业主要选用旋翼无人机和垂直起降无人机，部分任务根据作业需要可要求配置固定翼无人机、无人直升机等机型。

5.3 旋翼无人机的配置要求及适用范围

5.3.1 低载荷工业级旋翼无人机

5.3.1.1 搭载设备要求

应至少能够搭载双光(不低于可见光 30 倍变焦、热成像)吊舱、高空照明、喊话设备等。

5.3.1.2 巡护作业要求

低载荷工业级旋翼无人机实施巡护作业应至少满足如下要求：

- a) 航时要求：不低于 45 min；
- b) 飞行高度：最大飞行高度可达到海拔 5000 m；

- c) 载荷要求：最大起飞重量不超过 9 kg；
- d) 充电换电要求：配置发电机等充电设备或备用电源；
- e) 其他要求：巡航抗风等级不低于 7 级。

5.3.2 大载荷旋翼无人机

5.3.2.1 搭载设备要求

应至少能够搭载双光（不低于可见光 16 倍变焦、热成像）吊舱、单发灭火弹（不超过 25 kg）、抛投设备等。

5.3.2.2 巡护作业要求

大载荷旋翼无人机实施巡护作业应至少满足如下要求：

- a) 航时要求：不低于 35 min；
- b) 飞行高度：最大飞行高度可达到海拔 4000 m；
- c) 载荷要求：最大起飞重量不超过 65 kg；
- d) 充电换电要求：配置发电机等充电设备或备用电源；
- e) 其他要求：巡航抗风等级不低于 7 级。

5.3.3 超大载荷旋翼无人机

5.3.3.1 搭载设备要求

应至少能够搭载双光（不低于可见光 16 倍变焦、热成像）吊舱、双发灭火弹（单发重量不超过 25 kg）、抛投设备等。

5.3.3.2 巡护作业要求

超大载荷旋翼无人机实施巡护作业应至少满足如下要求：

- a) 航时要求：不低于 35 min；
- b) 飞行高度：最大飞行高度可达到海拔 4000 m；
- c) 载荷要求：最大起飞重量不超过 110 kg；
- d) 充电换电要求：配置发电机等充电设备或备用电源；
- e) 其他要求：巡航抗风等级不低于 7 级。

5.3.4 超大载荷油电混动旋翼无人机

5.3.4.1 搭载设备要求

应至少能够搭载双光（不低于可见光 16 倍变焦、热成像）吊舱、双发灭火弹（单发重量不超过 25 kg）、抛投设备等。

5.3.4.2 巡护作业要求

超大载荷油电混动旋翼无人机实施巡护作业应至少满足如下要求：

- a) 航时要求：不低于 65 min；
- b) 飞行高度：最大飞行高度可达到海拔 4000 m；
- c) 载荷要求：最大起飞重量不超过 130 kg；
- d) 充电换电要求：配置发电机等充电设备或备用电源；
- e) 其他要求：巡航抗风等级不低于 7 级。

5.3.5 适用范围

适用于平原、高原、山地、盆地、丘陵地形的森林草原消防无人机巡护作业。

5.3.6 数量配置要求

根据巡护区域的地形地貌进行无人机的数量配置，森林区域每 10 km~20 km 半径配置 1 个巡护站，草原区域每 15 km~30 km 半径配置 1 个巡护站，每个巡护站配置至少 1 台旋翼无人机。

5.4 垂直起降无人机的配置要求及适用范围

5.4.1 搭载设备要求

应至少能够搭载单光（可变焦）双光（可见光、热成像）吊舱、通信设备等。

5.4.2 巡护作业要求

垂直起降无人机实施巡护作业应至少满足如下要求：

- a) 航时要求：不低于 90 min；
- b) 飞行高度：最大飞行高度可达到海拔 4000 m；
- c) 载荷要求：最大起飞重量不超过 20 kg；
- d) 充电换电要求：配置发电机等充电设备或备用电源；
- e) 其他要求：外壳防护等级应符合 IP54 规定，外壳应有足够的机械强度和刚度；巡航抗风等级不低于 7 级。

5.4.3 适用范围

适用于平原、高原、山地、盆地、丘陵地形的森林草原消防无人机巡护作业。

5.4.4 数量配置要求

森林、草原区域每 40 km 半径配置 1 个巡护站，每个巡护站配置至少 1 台垂直起降无人机。

6 无人机巡护站要求

6.1 巡护站设置

实施森林草原消防无人机巡护作业应设立无人机巡护站，无人机巡护站分为一级巡护站、二级巡护站和小型普通巡护站（以下简称一级站、二级站和小型站），巡护站的设置应符合下列规定：

- a) 10000 hm² 以上的作业区须设立一级站，若对应区域设置一级站有困难的，经论证可设置二级站；
- b) 1000 hm²~10000 hm² 范围的作业区须设立二级站，若对应区域设置二级站有困难的，经论证可设置小型站；
- c) 1000 hm² 以下的作业区应设立小型站。

6.2 巡护站建筑面积

无人机巡护站的建筑面积应符合表 1 的规定。

表 1 无人机巡护站的建筑面积要求

无人机巡护站类别	建筑面积/m ²
一级站	700~800
二级站	400~500
小型站	200~300

注：在条件许可的情况下，巡护站的建筑面积优先取上限值。

6.3 巡护站构成和建设要求

6.3.1 巡护站构成

无人机巡护站用房应由指挥中心、备勤室、机库、通讯指挥车库、无人机运输车库、装备器材库等构成：

- a) 指挥中心用房主要用于无人机地面巡护站及巡护作业相关的指挥作业；
- b) 备勤室的建筑面积应与其配备的巡护作业人员和保障人员数量相匹配，其中一个班次的同时执勤人数，一级站可按 10 人估算，二级站可按 8 人估算，小型站可按 6 人估算；
- c) 机库是无人机停放用房；
- d) 车库包括通讯指挥车和无人机运输车用房；
- e) 装备器材库主要用于存放森林草原消防巡护用灭火器材、灭火药剂、防火防护器材、通信器材、基础训练器材、常规保障器材等装备和器材。

6.3.2 巡护站机位数

无人机巡护站机库的机位数应符合表 2 的规定。

表 2 无人机巡护站机库的机位数

无人机巡护站类别	机位数/个
一级站	5-6
二级站	3-4
小型站	1-2

注：每个机库的机位数含一个备用机位，在条件许可的情况下，机位数优先取上限值。

6.3.3 巡护站建设要求

不同级别巡护站各类用房的建设要求见表 3。

表 3 无人机巡护站各类用房和建设要求

无人机巡护站组成	无人机巡护站的类别		
	一级站	二级站	小型站
指挥中心	√	√	√
备勤室	√	√	—
机库	√	√	√
通讯指挥车库	√	—	—
无人机运输车库	√	—	—
装备器材库	√	√	√

注：表中“√”为必建，“—”为选建。

6.4 巡护站装备器材配备

无人机巡护站的装备配备应适应作业区内日常巡护、火情监测、辅助救援和辅助灭火等巡护任务的需要，对应的装备配备应满足表 4 的规定。

表 4 无人机巡护站装备器材配备

装备类别和名称		无人机巡护站类别		
类别	装备名称	一级站	二级站	小型站
无人机	旋翼无人机	3	2	1
	垂直起降无人机	3	2	1
	察打一体大载重多旋翼无人机	3	2	1
	固定翼无人机	—	—	—
	其他类型无人机	—	—	—
车辆	通讯指挥车	1	1	—
	无人机运输车	3	2	1
	越野车	2	1	—
	摩托车	—	—	—
其他装备	包括灭火装备、通信指挥装备、个人防护装备、救援装备、侦检装备、训练和生活装备、保障装备等	各级巡护站参考 LY/T 2246 和 DB11/T 1825 文件要求并按实际情况储备。		
注：表中数字代表必备装备的配置数量，“—”为选备装备。				

7 地面指挥平台要求

7.1 地面巡护站硬件设备及要求

地面巡护站应具有无人机飞行过程、任务规划、任务回放、实时监测、有效载荷任务功能、飞行器的发射和回收、数字地图、通信数据链在内的集控制、通信、数据处理于一体的综合能力，其构成主要包括硬件设备、软件平台、辅助设施器材和相关技术人员等。

无人机地面巡护站的硬件设备应至少包括遥控器、计算机、视频显示器、电源系统、无线电台等设备。

7.1.1 遥控器技术要求

遥控器应至少满足如下技术要求：

- 遥控距离应不小于 5 km；
- 数据接口应支持 HDMI、RJ45、sensor、SUBUS、双路串口透传、Type-C 高速 USB 接口、OTG 接口、拓展 TF 卡槽等；
- 工作频段为 2.4 GHz~2.483 GHz，也可以是其他稳定频段，并支持 FHSS 跳频；
- 支持高清数据图传。

7.1.2 计算机技术要求

计算机应至少满足如下要求：

- 应采用高品质的便携式商用计算机；
- 处理器应至少满足 1.3 GHz，双核要求；
- 存储设备应不小于 256 GB，宜采用固态硬盘模式；
- 内存应不小于 4 GB；
- 网络具备 802.11ac WiFi 无线网络连接和 Bluetooth 4.0 无线技术。

7.1.3 视频显示器技术要求

视频显示器应至少满足如下要求：

- a) 显示屏采用 12.5 英寸~13.5 英寸 LED 背光光面宽显示屏，支持数百万色彩；
- b) 分辨率应不低于 1440*900。

7.1.4 电源系统技术要求

电源系统应至少满足如下要求：

- a) 电池充放电次数不小于 500 次；
- b) 电池充电温度范围为-10℃~+55℃；
- c) 电池接头触点间导通性良好，连接牢固、可靠，具有良好的外绝缘强度；
- d) 电池应具备防振动、防淋雨措施。

7.1.5 无线电台技术要求

无线电台应至少满足如下要求：

- a) 环境特性（高温、低温、防潮、防尘等）和电磁兼容性应达到工业级标准；
- b) 发射机启动应小于 30 ms；
- c) 作业功耗低，适合野外作业；
- d) 使用频率、频率容限及带宽等参数达到数传要求。

7.2 地面巡护站软件平台及功能要求

无人机地面巡护站的软件平台功能应包括飞行监控、航线规划、任务回放、地图导航等功能，能够支持多架无人机的控制与管理。无人机与地面巡护站通过无线数传电台通信，按照通信协议将收到的数据解析并显示，同时将数据实时存储到数据库中，在任务结束后读取数据库进行任务回放。

7.2.1 飞行监控功能要求

无人机飞行监控功能应至少满足如下要求：

- a) 通过无线数据传输链路，下传各状态信息；
- b) 保存飞行数据，并将主要信息用虚拟仪表或其他控件显示，供地面操纵人员参考；
- c) 根据无人机的状态，实时发送控制命令，操纵无人机飞行。

7.2.2 导航数据库

导航数据库是无人机地面巡护站软件平台中极其重要的部分，应能够保存航点及航线信息、任务记录信息、系统配置信息、历次飞行数据等，用户在界面上操作时支持频繁读写数据库。

7.2.3 用户界面

用户界面模块是地面控制人员与无人机交互的窗口，需满足界面友好，操作方便。

7.2.4 地图导航

地图导航功能应至少满足如下要求：

- a) 根据无人机下传的经纬度和高程信息，将无人机的位置标注在地图上；
- b) 能够标注无人机的飞行轨迹；
- c) 支持无人机居中，在地图上摄取航点，地图的放大、缩小、漫游等功能。

7.2.5 任务回放功能

根据保存在数据库中的飞行数据，在任务结束后能够使用回放功能详细观察飞行过程的每一个细节，检查任务执行效果。

7.3 地面巡护站辅助设施器材

地面巡护站的辅助设施器材根据森林草原消防无人机巡护作业的要求选定，一般应包括对讲机、定位仪、导航仪、望远镜、基础消防设施和器材等。

7.4 地面巡护站人员组成

通常使用的大多数无人机都是单点地面站，由一到多人值守，包括技术员、外勤人员、后勤人员、通信人员、指挥官等。

8 巡护作业安全保障

8.1 基本要求

巡护作业安全的基本要求如下：

- a) 无人机驾驶员应获得培训合格证书，身体状况良好，保障人员需经过专业培训和定期考核；
- b) 巡护区域及周边应有适合无人机起落的场地和飞行航线，距离民航机场、军用机场应不小于 10 km，不能是国家有规定的禁飞区域；
- c) 作业前应对拟巡护区域及周围环境进行考察，采集地形、地貌、植被及周边机场、重要设施、高大建筑物、铁塔、电线、电杆等信息，了解作业区域的林情、社情、气候等条件。

8.2 环境和气象条件要求

根据环境数据资料和设备性能指标判断环境和气象条件是否适合无人机的飞行，如不适合，应暂停或取消飞行巡护作业。环境和气象条件主要包括：

- a) 环境条件：包括环境温度和湿度，海拔高度及地形、地貌条件，地面和空中的风向、风速，空气含尘量及起降场地（若需要）的地面尘土情况和电磁环境等；
- b) 气象条件，包括天气状况，云高、云量、光照状况等，如雷雨、暴雪等极端天气时禁止巡护作业，风力大于对应无人机的抗风能力时禁止巡护作业等。

8.3 飞行前检查

无人机飞行前应至少进行如下检查：

- a) 无人机状态满足巡护作业要求的质量标准和规范，严禁带病作业；
- b) 依据附录 A 做好无人机及附属设备设施检查，并完整记录；
- c) 检查作业区域的通讯状况，确保沟通顺畅；
- d) 实施飞行模拟检查，模拟飞行正常后方可进行巡护作业；
- e) 按照组成、配置、技术指标检查相关的附设设备；
- f) 设备检查时，任何一项内容发现问题并调整正常后，应对与其相关内容进行追溯性检查。

8.4 飞行过程操控

8.4.1 飞行条件确认

判定现场气象和环境条件是否适合无人机飞行，检查作业区域及周边状况，测量电池电量或燃料状况，确保没有影响飞行的安全因素或者其他禁飞要求。

8.4.2 不同阶段的飞行操控

无人机巡护作业不同阶段的飞行操控如下：

- a) 起飞阶段：根据作业区域的地形、风向决定起飞方向。在确定满足起飞条件后方可操控起飞；
- b) 视距内飞行操控：按预设巡护航线飞行 2 min~5 min，观察无人机及机载设备的状态，判定传感器数据是否正常，在无人机及机载设备均无异常的情况下方能引导无人机飞往巡护作业区；

- c) 视距外飞行操控：地面巡护站监控操作员须密切监视无人机的飞行状态，一旦出现异常，应及时发送指令进行干预，其他岗位人员须密切监视地面设备工作状态，如发现异常，应及时通报监控操作员并采取措施；
- d) 降落阶段操控：无人机返航时，由监控操作员通知其他岗位人员做好准备工作，由保障人员协助判断风向、风速，并随时提醒无人机驾驶员，在遥控飞行模式下，由监控操作员每隔数秒向无人机驾驶员通报飞行高度，由监控操作员向无人机驾驶员下达自主飞行切换到遥控飞行的指令，最后由无人机驾驶员负责操控无人机的降落。

8.5 飞行后检查

巡护作业完成后，及时清理现场并检查设备物品的返回情况，做好无人机、辅助设备及备品备件的检查、整理与归类，填写附录 B。

8.6 巡护结果报告

巡护作业结束后，整理、储存、分析无人机回传的数据，完整填写飞行日志、无人机巡护记录等资料，并根据巡护作业数据和影像资料撰写巡护报告（详见附录 C）。

8.7 设备维护保养

任务结束后返回驻地，做好入库交接程序，清点设备器材的使用情况。如设备器材有损坏，应及时更换或修复，并定期做好保养。

9 日常训练目的与要求

9.1 日常训练目的

通过建立常态化训练，发挥森林草原消防无人机巡护作业的实战效能，有效提高森林草原巡护与预警能力，实现森林草原消防无人机防火巡、察、防一体化的规范操作，形成人机结合、天地一体的数字化巡护监测管护模式，全面提高森林草原防火预防与扑救综合能力。

9.2 日常训练要求

9.2.1 训练频次

日常规范训练的频次应不低于每月 3 次，每次训练时间应不低于 3 h，具体训练频次可以根据天气、环境状况适当调整。

9.2.2 训练内容

训练内容应至少包括无人机操控训练、巡护航拍训练、灭火投弹训练、森林草原消防巡护作业等，具体内容如下：

- a) 无人机操控训练：应至少包括无人机起飞与降落练习、升降练习、俯仰练习、偏航练习、航线规划等操作内容；
- b) 巡护航拍训练：应至少包括无人机静态航拍、航拍摄影、快速锁定目标点等操作内容；
- c) 无人机灭火投弹训练：应至少包括火源锁定、快速瞄准、定点投弹等操作内容；
- d) 森林草原消防巡护作业训练：应至少包括巡护作业前期准备、固定路线巡护、巡护信息回传及整理等内容；
- e) 结合突发山火的情形，定期开展山火突发快速响应模拟演练，重点演练能否快速锁定火源、根据回传信息制定灭火方案等内容，重点考察森林草原消防无人机巡护的应急响应能力、人员及物资快速配置能力。

10 巡护成本核定方法

10.1 核定原则

森林草原消防无人机巡护作业的成本应基于巡护频次、巡护物资和设备损耗、基础设施建设、人力成本等因素综合核定。

10.2 基础设施建设费用

森林草原消防无人机巡护作业需要建设地面巡护站等基础设施，对应建设及维护等费用应按年度或按实际巡护次数摊入无人机森林草原消防巡护作业成本。

10.3 巡护物资损耗费用核定

森林草原消防无人机巡护作业的物资损耗包括燃油燃料、电源电池、灭火弹、人员保障物资和防护物资及其他非预见性的合理突发性物资消耗等。森林草原消防无人机巡护作业结束后应根据实际消耗完整统计并计入单次巡护成本，按表 5 要求详细统计并提供证据材料。

表 5 森林草原消防无人机巡护作业的物资损耗统计表

序号	损耗物资名称	数量	支出额度/元	支出理由	支出证明	补充说明
1	燃油燃料					
2	电源电池					
3	灭火弹					
4	人员保障物资					
5	人员防护物资					
6	常规/突发物资消耗					
7	其他					

10.4 设备累计折旧费用计提要求

森林草原消防巡护作业涉及的无人机飞行平台、电池/系留电源、遥控器、高清吊舱等固定资产成本，根据其年度累计折旧费用按对应任务巡护时间在年度总任务中的占比情况计提对应任务的巡护作业成本，并按表 6 统计。

表 6 森林草原消防无人机巡护作业的固定资产成本分摊

序号	固定资产名称	年度累计折旧费/元	年度额度任务总时间/时	巡护作业时间/小时	巡护费用分摊额度/元	说明
1	无人机飞行平台					
2	电池/系留电源					
3	遥控器					
4	高清吊舱					
5	其他					

10.5 人力成本核定

10.5.1 作业单位人均工时费计算

森林草原消防无人机巡护作业的人力成本核算采用工时法，即依据作业单位上一年度的人均工资和本年度对应任务的累计投入总工时进行核算，对应数据采用作业单位经第三方会计师事务所出具的上一年度财务审计报告。计算方法如下：

$$\text{作业单位人均工时费} = \frac{\text{作业单位上一年度工资总额}}{\text{作业单位上一年度制度总工时}}$$

注：制度总工时=月工作日数×日工作小时数×月数×出勤率×作业率×职工总数，其中月工作日数记为21.5，出勤率记为95%，作业率记为80%。

10.5.2 巡护作业人力成本计算

森林草原消防无人机巡护作业的人力成本计算方法如下：

$$\text{巡护作业人力成本} = \text{作业单位人均工时费} \times \text{作业工时数} \times \text{作业人数}$$

附 录 A
(资料性)

森林草原消防无人机巡护作业飞行前检查记录单

表A.1规定了森林草原消防无人机巡护作业飞行前需要检查记录的内容。

表 A.1 森林草原消防无人机巡护作业飞行前检查记录单

检查时间				
选用机型				
工作负责人			无人机驾驶员	
检查人员				
检查项目		检查内容	检查结果	处理措施
地面 监控 站项 目	线缆与接口	检查线缆有无破损，接插件有无水、霜、尘、锈，针、孔有无变形、短路等	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
	监控站主机	放置是否稳固，接插件连接是否牢固	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
	监控站天线	数据传输天线是否完好，架设是否稳固，接插件连接是否稳固	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
	监控站电源	正负极连接是否正确，检查电压并记录数值	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
无人 机飞 行平 台检 查项 目	机体外观	应逐一检查机身、机翼、副翼、尾翼等有无损伤，修复过的地方应重点检查	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
	连接机构	机翼、尾翼与机身连接件的强度、限位应正常，连接结构部分无损伤	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
	执行机构	应逐一检查舵机、连杆、舵角、固定螺丝等有无损伤、松动和变形	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
	螺旋桨	应无损伤，紧固螺栓须拧紧，整流罩安装牢固	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
	发动机	零件应齐全，与机身连接应牢固，注明最近一次维护的时间	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
	机内线路	线路应完好、无老化，各接插件连接牢固，线路布置整齐、无缠绕	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
	机载天线	接收机、天线等机载设备的天线安装应稳固，接插件连接牢固	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
	飞控及飞控仓	各接插件连接牢固，线路布置整齐无缠绕，减震机构完好，飞控与机身无硬性接触	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
	空速管	安装应牢固，胶管无破损、无老化，连接处应密闭	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
	起落架	外形应完好，与机身连接牢固，机轮旋转正常	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
飞行器总体	重心位置应正确，向上提伞使无人机离地，模拟伞降，无人机落地姿态应正确	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常		
燃油 和电 池检 查项 目	燃油	确认汽油、机油的标号及混合比符合要求，汽油应无杂质	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
	机载电源	机载电池（包括点火电池、接收机电池、飞控电池、舵机电池等）装入无人机之前，记录电池的编码、电量，确认电池已充满，电池与机身之间应固定连接，电源接插件连接应牢固	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
	遥控器电源	记录电池的编号、电量，确认电池已充满	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
弹射 架检 查项 目	稳固性	支架在地面的固定方式应因地制宜，有稳固措施，用手晃动测试其稳固性	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
	倾斜度	前后倾斜度应符合设计要求，左右应保持水平	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	

表A.1 森林草原消防无人机巡护作业飞行前检查记录单 (续)

弹射架检查项目	完好性	每节滑轨应紧固连接, 托架和滑车应完好	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
	润滑性	前后推动滑车进行测试, 应顺滑; 必要时应涂抹润滑油	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
	牵引绳	与滑车连接应牢固, 应完好、无老化	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
	橡皮筋	应完好、无老化, 注明已使用时间	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
	弹射力	根据海拔高度、发动机动力, 确定弹射力是否满足要求, 必要时测试拉力	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
	锁定机构	晃动无人机机体, 测试锁定状态是否正常	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
	解锁机构	应完好, 向前推动滑车, 检查解锁机构工作是否正常	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
设备通电检查项目	监控站设备	地面监控站设备运行应正常	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
	设计数据	检查设计数据是否正确, 包括调取的底图、航路点数据是否符合计划巡护区域, 整个飞行航线是否闭合, 各航路点相对起飞点的飞行高度, 单架次航线总长度, 航路点(重点是起降点)的制式航线等	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
	数据传输系统	地面监控站至机载飞行控制系统的数据传输、指令发送正常	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
	信号干扰情况	舵机及其他机载设备工作状态是否正常, 有无被干扰现象	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
	遥控器	记录遥控器的频率; 所有发射通道设置正确; 遥控通道控制正常, 各舵面响应正确; 遥控开伞响应正常; 遥控器的控制距离正常; 遥控和自主飞行控制切换正常	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
	飞控系统	检查 PID 参数、定位、卫星失锁后的保护设置; 检查机体静态情况下的陀螺零点; 转动飞机(航向、横滚、俯仰), 观察陀螺、加速度计数据的变化; 检查高度、空速、转速传感器的工作状态; 启动应急开伞功能, 应急开伞高度应不小于 100m	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
	数据发送和回传	将设计数据从监控站上传到机载飞控系统, 并回传, 检查上传数据的完整性和正确性; 上传目标航路点, 回传显示正确; 上传航路点的制式航线, 回传显示正确	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
控制指令响应	发送开伞指令, 开伞机构响应正常; 发送相机拍摄指令, 相机响应正常; 发送高度置零指令, 高度数据显示正确	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常		
启动发动机后检查项目	飞控系统	在发动机整个转速范围内, 飞控各项传感器数据跳动在正常范围内	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
	发动机响应	大、小油门以及风门响应线性度正常; 发动机工作状态正常, 无异常抖动	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
	发动机风门	发动机风门最大值、最小值、停车位置设置正确	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
	转速	转速显示正确; 用测速表测最大转速并记录, 最大转速应与标称值相符	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
	舵面中立	各舵面中立位置正确, 否则用遥控器调整	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
	发动机拉力	发动机拉力随海拔高度、使用时间而变化, 根据需要进行拉力测试	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
	停车控制	监控站停车控制正常; 遥控器停车控制正常	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
附设设备检查	根据系统配置, 对相关附设设备进行检查。检查项目按照其组成、配置、技术指标进行设置	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常		
关联性检查	设备检查时, 任何一项内容发现问题并调整正常后, 要对与其相关内容进行追溯性检查	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常		
其他情况记录				
记录人: (签字)	负责人: (签字)			

附 录 B

(资料性)

森林草原消防无人机巡护作业飞行后检查记录单

表B.1规定了森林草原消防无人机巡护作业飞行后需要检查记录的内容。

表 B.1 森林草原消防无人机巡护作业飞行后检查记录单

检查时间				
选用机型				
工作负责人		无人机驾驶员		
检查人员				
检查项目		检查内容	检查结果	处理措施
飞行平台检查	动力装置	检查发动机有无损伤，排气管、化油器中是否有泥土等污物；检查螺旋桨有无损伤，与机体连接处有无松动	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
	机体	检查机身、机翼、副翼、尾翼等有无损伤，重点检查起落架与机身连接部位	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
	连接结构	检查机翼、副翼、尾翼与机身连接结构有无损伤	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
	执行机构	检查舵机、连杆、舵角等执行机构有无损伤	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
	降落伞	采用伞降时，检查降落伞有无损伤，伞带与机身连接处有无损伤	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
	供油系统	检查邮箱是否漏油；检查油路有无损伤和漏油	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
油量电量检查	油量	检查剩余油量，计算每小时的油耗	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常 数据记录：	
	电量	检查点火电池、飞控电池、舵机电池、任务设备电池剩余电量，计算每小时的电量消耗数据	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常 数据记录：	
机载设备检查	机载天线	检查接收机、定位设备、数传等机载设备的天线有无损伤，接插件有无松动	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
	飞行控制设备	检查飞控有无损伤，接插件有无松动；检查减震机构位置有无变化、有无变形	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
	任务设备	检查任务设备有无损伤，位置有无变化，接插件有无松动	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
影像数据检查	影像数据	检查影像质量是否合格、数据与技术设计是否相符	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
	位置和姿态数据	检查影像的位置和姿态数据与影像是否一一对应	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 不正常	
其他情况记录				
记录人： (签字)		负责人： (签字)		

附 录 C
(资料性)

森林草原消防无人机巡护作业记录单

表C.1规定了森林草原消防无人机巡护作业需要记录的内容。

表 C.1 森林草原消防无人机巡护作业记录单

巡护时间							
选用机型							
工作负责人				无人机驾驶员			
其他工作人员							
巡护作业线路							
气象状况	天气		风速		气温		其他
巡护模式	<input type="checkbox"/> 一般巡护		<input type="checkbox"/> 应急巡护		<input type="checkbox"/> 其他		
具体航线信息							
巡护作业记录	<input type="checkbox"/> 正常		<input type="checkbox"/> 不正常				
	巡护作业情况记录:						
记录人: (签字)				负责人: (签字)			