



中国工程建设标准化协会标准

Standard of China Association for Engineering Construction
Standardization

公路无人机系统飞行平台适用性标准

Flight Platform Applicability Standards for
Highway Unmanned Aircraft System

中国工程建设标准化协会 发布

Issued by China Association for Engineering Construction
Standardization

中国工程建设标准化协会标准
Standard of China Association for Engineering Construction
Standardization

公路无人机系统飞行平台适用性标准
Flight Platform Applicability Standards for
Highway Unmanned Aircraft System

主编单位：交通运输部路网监测与应急处置中心

批准部门：中国工程建设标准化协会

实施日期：XX 年 XX 月 XX 日

人民交通出版社股份有限公司

XX 北 京

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2019 年第一批工程建设协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字〔2019〕12 号）的要求，由交通运输部路网监测与应急处置中心承担《公路无人机系统飞行平台适用性标准》（以下简称“本标准”）的制订工作。

本标准分为 6 章节。主要内容包括：1 总则、2 术语、3 系统组成、4 无人飞行器、5 飞控操控设备及系统、6 飞行安全设备保障及系统。

本标准是基于通用的工程建设理论及原则编制，适用于本标准提出的应用条件。对于某些特定专项应用条件，使用本标准相关条文时，应对适用性及有效性进行验证。

本标准由中国工程建设标准化协会公路分会负责归口管理，由交通运输部路网监测与应急处置中心负责具体技术内容的解释，在执行过程中如有意见或建议，请函告本标准日常管理组，中国工程建设标准化协会公路分会（地址：北京市海淀区西土城路 8 号；邮编：100088；电话：010-62079839；传真：010-62079983；电子邮箱：shc@rioh.cn），或交通运输部路网监测与应急处置中心（地址：北京市朝阳区安定路 5 号院 8 号楼外运大厦 A 座；邮编：100029；电子邮箱：lwgl@vip.163.com），以便修订时参考。

主 编 单 位：交通运输部路网监测与应急处置中心

参 编 单 位：南京中设航空科技发展有限公司 广西计算中心有限责任公司

主 编：董雷宏

主要参编人员：周 敏 廉向东 高国庆 朱志超 廖 宏 夏 颖 杜奕霖

邓 雯 陈宇飞 覃敏兴 李国瑞 顾传焱 骆 磊

主 审：陈楚江

参与审查人员：

目 次

1	总则.....	1
2	术语.....	2
3	系统组成.....	4
4	无人飞行器.....	5
4.1	基本性能要求.....	5
4.2	无人飞行器场景适用性要求.....	6
5	飞控操控设备及系统.....	9
5.1	飞行操控设备的组成.....	9
5.2	地面控制站设备.....	9
5.3	机载飞控设备.....	9
5.4	飞行控制系统.....	10
6	飞行安全保障设备及系统.....	11
6.1	飞行安全保障设备及系统的组成.....	11
6.2	伞降设备.....	11
6.3	充电设备.....	11
6.4	避障模块.....	11
6.5	无人机围栏.....	12
6.6	无线电.....	12
6.7	电磁兼容性.....	12
6.8	安全保障系统功能适用性要求.....	12

1 总则

1.0.1 为规范公路无人机飞行平台的建设与应用，满足公路无人机在勘察设计、建设养护、路政执法、路网监测和应急处置等不同作业场景的适用性需要，提升公路无人机飞行作业效率、安全性能与运维管理水平，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于指导不同作业场景的公路无人机或无人机群的机型选择、设备配置以及飞行平台的建设与应用，规范公路无人机系统的组成、无人飞行器的基本性能和场景适用性要求、飞控操控设备及系统性能指标、飞行安全保障设备及系统性指标等。

1.0.3 公路无人机飞行平台适用性标准除应符合本标准的规定外，尚应符合国家和行业现行的有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 无人机 Unmanned Air Vehicle

一种由动力驱动、机上无人驾驶、可重复使用的航空器（飞行器），具有遥控、半自主、自主三种飞行控制方式。

2.0.2 公路无人机系统 Highway Unmanned Aircraft System

公路行业装备的，适用于公路勘察设计、建设养护、路政执法、路网监测和应急处置等作业场景，由飞行平台、作业支撑平台和数据应用平台三部分组成的系统。包括无人机、相关控制站、所需指令与控制数据链路以及批准型号设计规定的任何其他部件等。

2.0.3 飞行平台 Flight Platform

由无人飞行器、飞控操控和飞行安全保障设备及相关系统组成的飞行基础平台。在本标准中，术语飞行平台与术语无人机定义内涵一致，概念通用。

2.0.4 无人飞行器 Unmanned Aircraft

由远程操纵或自主飞行的无人驾驶飞行器。

2.0.5 飞行操控设备 Flight Control Equipment

简称“飞控设备”，用于实现对无人飞行器进行飞行控制的部件和装置。

2.0.6 飞行控制系统 Flight Control System

简称“飞控系统”，通过自动控制系统进行一项或多项与飞行相关的控制的系统，一般包括对预飞航线、姿态、空速、气动外形、结构模态等的控制。

2.0.7 飞行安全保障设备 Flight Safety Equipment

用于保障无人飞行器飞行及起降安全的设备，包括起降设备、自动避障设备和抗电磁干扰设备等。

2.0.8 飞行安全保障系统 Flight Safety System

用于实现对无人飞行器提供危险识别、安全告警、障碍规避等安全保障功能的自动控制系统。

2.0.9 地面控制站 Ground Control Station

用于实现不同作业场景的任务规划、链路控制、飞行控制、载荷控制、参数显示，图像显示和载荷信息显示、记录等功能的设备。

2.0.10 伞降设备 Parachute Equipment

用于无人机安全回收降落的装置。

2.0.11 避障模块 Obstacle Avoidance Module

用于无人机自主躲避障碍物的设备。

2.0.12 充电设备 Charge Equipment

用于无人机补充电量的设备装置。

2.0.13 无人机围栏 Fence of Unmanned Aircraft System

为阻挡即将侵入特定区域的航空器，在相应电子地理范围中画出特定区域，并配合飞行控制系统、保障区域安全的软硬件系统。

3 系统组成

3.0.1 公路无人机系统由飞行平台（无人机）、作业支撑平台和数据应用平台等三部分组成。具体系统组成架构如图 3.0.1 所示。

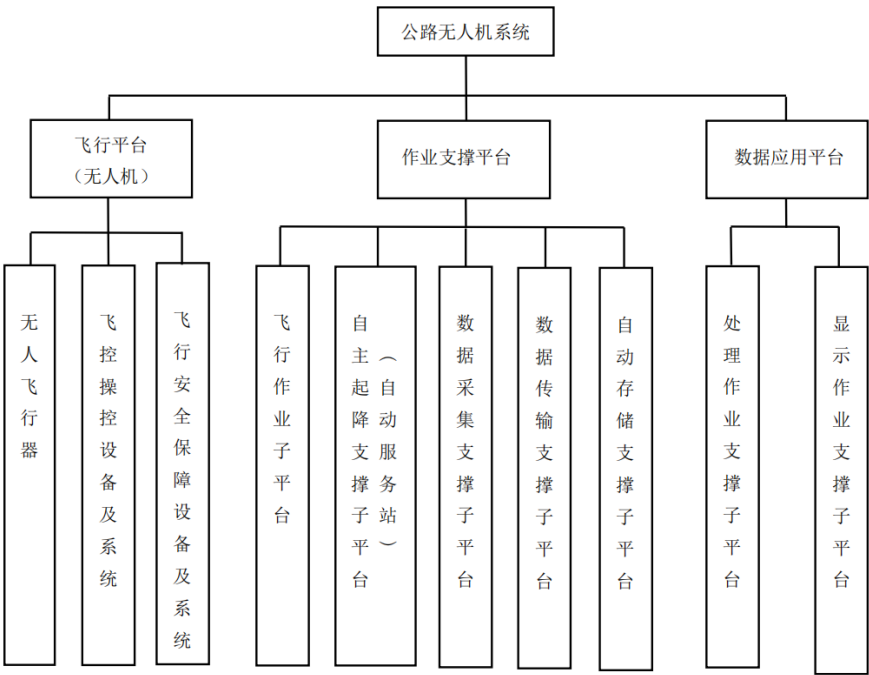


图 3.0.1 公路无人机系统架构图

3.0.2 飞行平台（无人机）由无人飞行器、飞控操控设备及系统和飞行安全保障设备及系统组成，应具备飞行控制与飞行安全保障等基础功能。

3.0.3 作业支撑平台由辅助无人机日常作业运行的相关软硬件系统组成，包括作业支撑设备，以及飞行作业、自主起降、数据采集、网络传输和自动存储等子平台，应具备辅助无人机管控、飞行与通用作业等功能。

3.0.4 数据应用平台由数据处理和数据显示等软硬件系统组成，应具备作业成果应用和数据综合应用等功能。

4 无人飞行器

4.1 基本性能要求

4.1.1 不同作业场景下，无人飞行器最大续航时间应符合以下要求：

表 4.1.1 最大续航时间

机型	最大续航时间(min)
固定翼无人机	≥ 100
复合翼无人机	≥ 90
无人直升机	≥ 45
多旋翼无人机	≥ 30

4.1.2 不同作业场景下，无人飞行器最大飞行半径应符合以下要求：

表 4.1.2 最大飞行半径

机型	最大飞行半径(km)
固定翼无人机	≥ 25
复合翼无人机	≥ 20
无人直升机	≥ 3
多旋翼无人机	≥ 2

4.1.3 不同作业场景下，无人飞行器最大平飞速度应符合以下要求：

表 4.1.3 最大平飞速度

机型	最大平飞速度(km/h)
固定翼无人机	≥ 120
复合翼无人机	≥ 100
无人直升机	≥ 50
多旋翼无人机	≥ 40

4.1.4 不同作业场景下，无人飞行器实用升限应符合以下要求：

表 4.1.4 实用升限

机型	实用升限(m)
固定翼无人机	≥ 2000
复合翼无人机	≥ 2000
无人直升机	≥ 1000

多旋翼无人机	≥ 1000
--------	-------------

4.1.5 不同作业场景下，无人飞行器有效测控距离应符合以下要求：

表 4.1.5 有效测控距离

机型	有效测控距离 (km)
固定翼无人机	≥ 10
复合翼无人机	≥ 10
无人直升机	≥ 5
多旋翼无人机	≥ 2

4.1.6 不同作业场景下，无人飞行器飞行姿态平稳度应符合表 4.1.6 下要求：

表 4.1.6 飞行姿态平稳度

机型	俯仰角平稳度(°)	滚转角平稳度(°)	偏航角平稳度(°)
固定翼无人机	± 5	± 5	± 5
复合翼无人机	± 5	± 5	± 5
无人直升机	± 5	± 5	± 3
多旋翼无人机	± 5	± 5	± 3

4.1.7 无人飞行器抗风能力应符合表 4.1.7 的要求：

表 4.1.7 抗风能力

机型	起降环境风速 (m/s)	飞行环境风速 (m/s)
固定翼无人机	≥ 6 (侧风)	≥ 10.8
复合翼无人机	≥ 6 (侧风)	≥ 10.8
无人直升机	≥ 8	≥ 10.8
多旋翼无人机	≥ 8	≥ 10.8

4.2 无人飞行器场景适用性要求

4.2.1 不同作业场景下，无人飞行器应符合以下要求：

- 1) 无人飞行器应采用电池为动力的方式。
- 2) 无人飞行器应具备抗 5 级风速的能力。
- 3) 无人飞行器应具备在小雨条件下防护的能力。
- 4) 无人飞行器应具备在海拔 4500m 地区正常起飞的能力。

4.2.2 勘查设计作业场景下，无人飞行器应符合表 4.2.2 的要求：

表 4.2.2 勘查设计场景适用性要求

优选顺序	优选机型	任务载荷(kg) (无载荷除外)	推荐起飞方式	实际使用高度(m)
1	复合翼无人机	≥ 1.0	垂直起降	≤ 1000
2	固定翼无人机	≥ 1.0	手抛或者弹射	≤ 1000
3	多旋翼无人机	≥ 1.4	垂直起降	≤ 200

4.2.3 公路建设作业场景下, 无人飞行器应符合表 4.2.3 的要求:

表 4.2.3 公路建设场景适用性要求

优选顺序	优选机型	任务载荷(kg) (无载荷除外)	悬停精度(m)	实际使用高度(m)
1	复合翼无人机	≥ 1.0	—	≤ 1000
2	多旋翼无人机	≥ 1.4	垂直: ± 0.5 水平: ± 1.5	≤ 200

4.2.4 公路养护作业场景下, 无人飞行器应符合表 4.2.4 的要求:

表 4.2.4 公路养护场景适用性要求

优选顺序	优选机型	任务载荷(kg) (无载荷除外)	悬停精度(m)	悬停时间 (min) (无载荷状态)
1	复合翼无人机	≥ 1.0	—	—
2	多旋翼无人机	≥ 1.4	垂直: ± 0.5 水平: ± 1.5	≥ 30

4.2.5 路政执法作业场景下, 无人飞行器应符合表 4.2.5 的要求:

表 4.2.5 路政执法场景适用性要求

优选顺序	优选机型	实际使用高度(m)	悬停精度(m)	巡航速度(km/h)
1	复合翼无人机	≤ 500	—	≥ 65
2	多旋翼无人机	≤ 200	垂直: ± 0.5 水平: ± 1.5	≥ 20

4.2.6 路网监测作业场景下, 无人飞行器应符合表 4.2.6 的要求:

表 4.2.6 路网监测场景适用性要求

优选顺序	优选机型	任务载荷(kg) (无载荷除外)	悬停时间 (min) (无载荷状态)	巡航速度(km/h)
1	复合翼无人机	≥ 1.0	—	≥ 65
2	多旋翼无人机	≥ 1.4	≥ 30	≥ 20
3	无人直升机	≥ 3.0	≥ 40	≥ 60

4.2.7 应急处置作业场景下, 无人飞行器应符合表 4.2.7 的要求:

表 4.2.7 应急处置场景适用性要求

优选 顺序	优选机型	任务载荷 (kg) (载荷除外)	上升速度 (m/s)	巡航速度 (km/h)
1	多旋翼无人机	≥ 1.4	≥ 3	≥ 20
2	复合翼无人机	≥ 1.0	—	≥ 65
3	无人直升机	≥ 3.0	≥ 4	≥ 60

征求意见稿

5 飞控操控设备及系统

5.1 飞行操控设备的组成

5.1.1 飞行操控设备包括地面控制站设备和机载飞控设备。

5.2 地面控制站设备

5.2.1 地面控制站设备包括电源供电系统、地面监控设备、无线电遥控器等。

5.2.2 不同作业场景下，地面控制站设备性能指标应符合以下规定：

- 1) 电源供电系统应保障地面监控设备连续工作时间大于 2.5h。
- 2) 地面监控设备的监控计算机主机应选用经加固的笔记本电脑，或同等性能的计算机和电子设备。
- 3) 地面监控设备的监控计算机应符合《无人机航摄系统技术要求》（CH/Z 3002-2010）中 7.3 的规定，满足一定的防水、防尘性能要求，能在户外较恶劣环境中正常工作。
- 4) 地面监控设备的监控计算机的主频、内存应满足地面站软件对计算机系统的要求。
- 5) 地面监控设备应集成化设计、拆装方便、便于携带与搬运。
- 6) 无线电遥控器通信距离应不小于 3km。

5.3 机载飞控设备

5.3.1 机载飞控设备包括传感器、机载计算机和伺服作动设备等。

5.3.2 不同作业场景下，机载飞控设备性能指标应符合以下规定：

- 1) 航迹控制精度：偏航距应小于 $\pm 10\text{m}$ 、航高差应小于 $\pm 10\text{m}$ 、直线段航迹弯曲度应小于 $\pm 5^\circ$ 。
- 2) 卫星定位精度应不大于 1.5m。
- 3) 数据记录时间应不小于 2.5h。
- 4) 内置数据记录不小于 8GB。
- 5) 数据链作用距离应不小于 4km。
- 6) 传感器在 $-10^\circ\text{C}\sim+40^\circ\text{C}$ 范围可正常工作。

5.4 飞行控制系统

5.4.1 飞行控制系统包括地面监控系统和机载飞控系统。

5.4.2 不同作业场景下，地面监控系统功能应符合以下规定：

- 1) 具备进行飞行任务规划与设计的功能。
- 2) 具备通过数据传输，地面监控站可以向机载飞控系统发送数据和控制指令等的功能。
- 3) 具备接收、存储、显示、回放无人飞行器的高度、空速、地速、方位、航向、航迹、飞行姿态等飞行数据的功能。
- 4) 具备显示任务设备工作状态、机载电池电压等数值的功能。
- 5) 具备在机载电池电压不足、卫星失锁、无人飞行器失速、飞行数据误差等超限时报警提示的功能。

5.4.3 机载飞控系统功能应符合以下规定：

- 1) 系统应具备自检功能。
- 2) 具备采集电池电压、卫星导航定位、气压高度、空速等信息的功能。
- 3) 具备遥控、半自主、自主三种飞行控制模式的功能。
- 4) 具备卫星定位惯性导航功能。
- 5) 具备实现飞行姿态、飞行高度、飞行速度的稳定控制功能。
- 6) 宜具备预置航线，航点间具备沿线飞行和斜坡飞行模式，能实现对飞行航迹控制的功能。
- 7) 宜具备航路点数据可在飞行中修改，目标航点可实时修改的功能。
- 8) 宜具备每个航路点可设置多种制式飞行模式的功能。
- 9) 宜具备响应地面监控设备的遥控指令，接收和存储航路点，并实现航路点数据的自动回传的功能。
- 10) 宜具备一站多机的控制功能，可实时动态调整多架无人机飞行任务规划、飞行姿态和飞行速度等。

6 飞行安全保障设备及系统

6.1 飞行安全保障设备及系统的组成

6.1.1 飞行安全保障设备硬件装置包括伞降设备、充电设备、避障模块等。

6.1.2 飞行安全保障系统包括无人机围栏、无线电和电磁兼容性等。

6.2 伞降设备

6.2.1 不同作业场景下，无人机宜具备伞降的功能。

6.2.2 无人机伞降设备应具备遥控或者程控开伞的功能。

6.2.3 无人机伞降设备的伞径宜不小于 2m。

6.2.4 无人机伞降设备的负载重量宜不小于 7kg。

6.2.5 无人机伞降设备的最低开伞高度应大于 25 米

6.2.6 无人机伞降设备的落地速度应在 2m/s-4m/s 范围。

6.3 充电设备

6.3.1 无人机的充电设备泄漏电流应符合《安全防范报警设备安全要求和试验方法》（GB 16796-2009）中 5.4.6 的规定。

6.3.2 无人机的充电设备绝缘电阻应符合《安全防范报警设备安全要求和试验方法》（GB 16796-2009）中 5.4.4 的规定。

6.3.3 无人机的充电设备抗电强度应符合《安全防范报警设备安全要求和试验方法》（GB 16796-2009）中 5.4.3 的规定。

6.3.4 无人机的防过热性能应符合《安全防范报警设备安全要求和试验方法》（GB 16796-2009）中 5.6 的规定。

6.4 避障模块

6.4.1 不同作业场景下，无人机宜具备自动避让障碍物的功能。

6.4.2 无人机的避障探测范围应大于 0.5m。

6.4.3 无人机有效避障速度宜不低于 8m/s。

6.4.4 无人机避障模块宜采用激光雷达测距、单目+结构光、双目视觉+超声波、主动近红外照射等技术方式。

6.5 无人机围栏

6.5.1 不同作业场景下，应具备使用电子信息模型，具有防止无人机飞入或飞出无人机围栏的功能。

6.5.2 无人机围栏应具备触发提示或警示的功能。

6.5.3 无人机围栏应具备实时更新禁飞区数据的功能。

6.5.4 无人机围栏的时间系统应采用UTC时间。

6.5.5 无人机围栏的空间几何坐标系应采用WGS-84坐标系。

6.6 无线电

6.6.1 飞行平台的无线电频率应符合《中华人民共和国无线电频率划分规定》的要求，使用 840.5-845MHz、1438-1444MHz 或 2408-2440MHz 频段。

6.7 电磁兼容性

6.7.1 无人机的射频电磁场辐射抗扰度应符合《电磁兼容试验和测量技术射频电磁场辐射抗扰度试验》（GB/T17626.3-2016）中试验等级 3 的规定。

6.7.2 无人机的静电放电抗扰度应符合《电磁兼容试验和测量技术静电放电抗扰度试验》（GB/T17626.2-2006）中试验等级 3 的规定。

6.8 安全保障系统功能适用性要求

6.8.1 无人机应具备自动返航和自动降落功能。

6.8.2 无人机应具备紧急情况下失控保护功能。

6.8.3 无人机应具备启动和关机保护功能。

6.8.4 无人机应具告警提示和机体标识功能。

6.8.5 无人机应具备强电磁环境下抗干扰功能。