

# 中国民用机场协会团体标准

T/CCAATB-0001-2019

---

## 民用机场无人驾驶航空器系统 监测系统通用技术要求

General technical requirements for unmanned aircraft

system (UAS) detection system of civil airports

2019-8-2 发布

2019-8-8 实施

---

中国民用机场协会发布

## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 缩略语 .....	4
5 技术要求 .....	4
5.1 组成 .....	3
5.2 一般要求 .....	4
5.2.1 设置 .....	4
5.2.2 硬件设备 .....	4
5.2.3 系统输出数据格式 .....	4
5.2.4 系统信息处理 .....	4
5.2.5 系统信息传输 .....	4
5.2.6 互换性和扩容性 .....	4
5.2.7 维护工具 .....	4
5.2.8 用户界面 .....	5
5.2.9 系统信息安全 .....	5
5.2.10 系统对电磁环境的影响 .....	5
5.2.11 车载设备 .....	6
5.2.12 微波泄漏辐射 .....	6
5.2.13 工作电压 .....	6
5.2.14 系统故障平均间隔和平均维修时间 .....	6
5.2.15 系统环境适应性 .....	6
5.2.16 坐标系 .....	6
5.2.17 系统时钟 .....	6
5.3 监测系统 .....	7
5.3.1 系统组成 .....	7
5.3.2 监测区域 .....	7
5.3.3 监测系统功能要求 .....	7
5.3.4 监测系统性能要求 .....	8
5.3.5 雷达 .....	8
5.3.6 无线电监测 .....	9
5.3.7 光电探测 .....	9
5.4 监控平台 .....	10
5.4.1 监控平台功能要求 .....	10
5.4.2 监控平台性能要求 .....	10

6 安装部署 ..... 11

## 前 言

本标准按照GB/T1.1-2009规则起草。

本标准版权归中国民用机场协会所有。

本标准起草单位：中国民航管理干部学院、中国航天科工集团第二研究院二〇七所、中国船舶重工集团公司第七〇九研究所、中国电子科技集团有限公司第三十六研究所、中国航天系统科学与工程研究院、北京瑞达恩科技股份有限公司、杭州欧软安防工程有限公司、无锡市雷华科技有限公司、广东机场白云信息科技有限公司、深圳智空未来信息技术有限公司、易瓦特科技股份公司。

本标准起草人：刘洋、吕人力、李伟、范小敏、杨文佳、陈爽、陈伟明、王瑞、陈耳东、邓稳、李松键、李涛、刘振华、赵国成。

# 民用机场无人驾驶航空器系统监测系统通用技术要求

## 1 范围

本标准规定了民用机场使用无人驾驶航空器系统监测系统（以下简称“无人机监测系统”）的通用技术要求。

本标准适用于民用机场建设无人机监测系统。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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。

GB 8702 电磁辐射防护规定

GB 10436 作业场所微波辐射卫生标准

GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）

MH/T 2009 无人机云系统数据接口规范

MH/T 4008 空管雷达及管制中心设施间协调移交数据规范

MH/T 5001 民用机场飞行区技术标准

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**无人驾驶航空器系统** unmanned aircraft system

由无人驾驶航空器、相关控制站、所需的指令与控制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。

### 3.2

**无人驾驶航空器** unmanned aircraft

由控制站管理（包括远程操纵或自主飞行）的航空器，简称无人机。

### 3.3

**雷达** radar

以基准信号与从被测物体反射的无线电信号进行比较为基础的无线电测定系统。

### 3.4

**主动雷达** active radar

通过自主发射定向基准信号并检测被测物体对该电磁波反射进而对目标进行空中定位和跟踪的雷达设备。

## 3.5

**被动雷达 passive radar**

依靠第三方辐射源发射基准信号，通过接收并分析目标散射的该信号，进而对目标进行空中定位和跟踪的雷达设备。

## 3.6

**光电探测 elector-optic detect**

采用光电传感器对目标实施探测跟踪的设备，实现对无人机目标探测、识别、定位和跟踪。

## 3.7

**无线电监测 radio monitor**

通过无线电接收设备搜索、截获无线电信号，并对该无线电信号进行分析、识别并获取其技术参数、工作特征和辐射方位、位置等技术信息。

## 3.8

**雷达截面积 radar cross section; RCS**

用一等效的反射面积来表征目标相对雷达方向的散射特性。

## 3.9

**核心区 critical area**

机场飞行区及周边的一个区域，起飞和着陆飞机在该区域的飞行高度低、应急响应难度大，非合作目标出现造成的运行风险高。

## 3.10

**预警区 early warning area**

核心区外的延申区域，起飞和着陆飞机在该区域有一定的飞行高度和应急时间，非合作目标出现造成的运行风险较高。

## 3.11

**扩展区 extension area**

预警区外的延申区域，该区域的非合作目标可能造成运行风险。

## 3.12

**盲区 blind area**

在无人机监测设备作用范围内，不能有效监测无人机的区域。

## 3.13

**定位精度 position accuracy**

对目标定位估值的均方根误差。

## 3.14

**测距精度 ranging accuracy**

对目标测距估值的均方根误差。

## 3. 15

**方位精度 azimuth accuracy**

对目标探测方位估值的均方根误差。

## 3. 16

**俯仰精度 pitch accuracy**

对目标探测俯仰角估值的均方根误差。

## 3. 17

**探测概率 detection probability**

工作环境下，探测范围内探测系统输出检测中一个无人机目标被检测到的可能性。

## 3. 18

**虚警概率 probability of false alarm**

工作环境下，探测系统输出检测中将无人机目标以外的任何事物错误检测为无人机目标的可能性。

## 3. 19

**目标数据更新速率 target reporting update rate**

系统输出目标数据频率的平均值。

## 3. 20

**信息显示时延 information display latency**

从系统接收到信息至其在人机界面上显示出来所需要的时间。

## 3. 21

**地面控制站（也称遥控站、地面站） ground control station**

无人机系统的组成部分，用于实现任务规划、数据链路、飞行控制、载荷控制、轨迹显示、参数显示和载荷显示，以及记录和分发等功能的设备。

## 3. 22

**无人机云系统 unmanned aircraft cloud system**

轻小型民用无人机运行数据库系统,用于向无人机用户提供航行服务、气象服务等,对民用无人机运行数据（包括运营信息、位置、高度和速度等）进行实时探测。简称无人机云。

[MH/T 2009, 定义3.1.4]

## 3. 23

**无人机反制系统 UAS countermeasure system**

通过阻止无人机飞行、摧毁无人机、干扰或控制无人机通信控制链路或干扰无人机导航系统的方式，将侵入的无人机拦截或摧毁的系统。

注：无人机反制方式包括无线电阻断、无线电控制、武器（包括火炮、激光、微波打击）摧毁、网捕或鸟捕等。

## 4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

MTBF: 故障平均间隔时间 (Mean Time Between Failure)

MTTR: 故障平均维修时间 (Mean Time To Repair)

GNSS: 全球导航卫星系统 (Global Navigation Satellite System)

WGS-84: 世界大地测量系统—1984 (World Geodetic System (1984))

TDOA: 到达时间差 (Time Difference of Arrival)

GPS: 全球定位系统 (Global Positioning System)

BDS: 中国北斗卫星导航系统 (BeiDou Navigation Satellite System)

## 5 技术要求

### 5.1 组成

无人机监测系统有固定式和移动式。

无人机监测系统应包括监测设备和监控平台,监测设备可采用一种或多种无人机探测技术,监控平台应能对多探测传感器信息进行融合处理,系统应具备对无人机的探测、识别、跟踪、显示、告警和记录功能。

### 5.2 一般要求

#### 5.2.1 设置

民用机场设置无人机监测系统,应根据机场飞行等级、所在地区环境、空域条件和无人机侵入对安全运行影响程度等因素,确定无人机监测系统设置范围及性能要求。

#### 5.2.2 硬件设备

系统计算机、交换机和路由器等硬件设备应采用商业货架产品。

#### 5.2.3 系统输出数据格式

应符合MH/T 2009要求,对于使用MH/T 2009要求之外的自定义数据内容,应给出自定义的数据协议文件,并预留满足公安和地方无线电管理机构无人机监测业务需求的接口。

#### 5.2.4 系统信息处理

应能接收处理无人机雷达航迹、光电图像和无线电监测等信息,应能处理来自无人机云、空中交通管制系统、公安和地方无线电管理机构等无人机监测系统的目标信息。

应能兼容开放式协议的相关设备,实现不同设备和系统间的信息交换。

#### 5.2.5 系统信息传输

应具备有线网络、移动通信网、无线局域网和专用网络等多种网络连接方式,支持多种异构硬件设备和多部相同类型设备的组网接入,适应不同应用场景。

#### 5.2.6 互换性和扩容性

系统应以规范化、结构化、模块化和集成化的方式实现,具备互换性和扩容性。

#### 5.2.7 维护工具



系统应能提供有效的监控、调试和诊断工具，维护简单、方便和有效。

### 5.2.8 用户界面

系统的用户界面应友好、清晰、操作简便，应能通过不同图层叠加显示机场跑道、监测设备位置、反制设备位置、探测区域、反制区域和反制设备限制区域等地图信息，应能用不同的标识符区别各类目标，应能提供界面实现地图编辑功能。

### 5.2.9 系统信息安全

系统的网络应具有足够的保护措施，以应对信息攻击行为。通信网络的设计方案应包含以下内容：

- 数据和（或）软件的完整性和机密性；
- 系统、服务器和（或）数据的访问安全；
- 系统、网络和相关设备的运行安全。

### 5.2.10 系统对电磁环境的影响

系统中无线电发射设备不应对依法设置、使用的无线电台（站）产生有害干扰，其工作频段应避开该机场地面航空无线电台（站）和航空器无线电台的工作频段，各种设备使用时不应对机场及航空器运行造成不可接受的无线电干扰。民用机场典型无线电台（站）工作频段见表1。

表1 民用机场典型无线电台（站）工作频段

台（站）类别		工作频段 <sup>a</sup>	台（站）工作方式
通信	高频	2.8 MHz~22 MHz	连续波
	甚高频	117.975 MHz~137 MHz	连续波
	海事卫星通信系统	1626.5~1660 MHz, 1525~1559 MHz	
	民用航空机场场面移动通信系统	5091 MHz~5150 MHz	
导航	无方向信标	190 kHz~1750 kHz	连续波
	指点信标	74.8 MHz~75.2 MHz	连续波
导航	航向信标	108 MHz~111.975 MHz	连续波
	下滑信标	328.6 MHz~335.4 MHz	连续波
	全向信标	108 MHz~117.975 MHz	连续波
	测距仪	960 MHz~1 215 MHz	脉冲
	GPS	L1:1575.42 +/-10 MHz L2:1227.60 +/-10 MHz L5:1176.45 +/-1.023MHz	
	BDS	B1I:1561.098+/-2.046MHz B3I:1268.52+/-10.23MHz B1C:1575.42+/-15.368MHz B2a:1176.45+/-10.23MHz	
监视	二次监视雷达	1027 MHz~1033MHz 1087 MHz~1093 MHz	脉冲
	广播式自动相关监视系统	1087 MHz~1093 MHz	脉冲

	场面监视雷达		9000 MHz~9500 MHz	
	一次监视雷达		1250 MHz~1350 MHz 2700 MHz~2900 MHz	
气象	边界层风(温)廓线雷达		1270 MHz~1295 MHz 1300 MHz~1375 MHz	
	天气雷达	S 波段	2700 MHz~2900 MHz	
		C 波段	5300 MHz~5600 MHz	
		X 波段	9300 MHz~9700 MHz	
<sup>a</sup> 在民用机场范围内使用的无线电台(站)包括但不限于上述工作频段,具体应根据机场实际情况确定。				

### 5.2.11 车载设备

车载方式设备除符合无线电相关标准外,还应符合特种无线电管制车辆设施相关标准。

### 5.2.12 微波泄漏辐射

系统的微波泄漏辐射应符合 GB 8702和 GB 10436的要求。

### 5.2.13 工作电压

系统在单相电压(220±22) V或三相电压(380±38) V和频率(50±2.5) Hz的情况下应正常工作。

### 5.2.14 系统故障平均间隔和平均维修时间

系统应支持(7×24) h连续工作,设备故障平均间隔时间(MTBF)应大于4000 h,故障平均维修时间(MTTR)应小于1 h。

### 5.2.15 系统环境适应性

#### 5.2.15.1 室内设备运行的环境要求包括:

- 工作温度: 0 °C~+40 °C;
- 相对湿度: 10%~90%;
- 可在海拔 4000 m 以下的环境正常工作。

#### 5.2.15.2 室外设备环境要求包括:

- 环境温度: -35 °C~+60 °C;
- 除光电探测设备外,应具备雨、雪、雾全天候工作能力;
- 抗风: 八级;
- 具备防雷击功能;
- 具备防盐雾能力,可在海岸地区工作;
- 设备防护等级 IP65 以上;
- 可在海拔 4000 m 以下的环境正常工作。

### 5.2.16 坐标系

系统应适用于WGS-84坐标系。

### 5.2.17 系统时钟

系统应能支持外接GNSS授时系统或接收其他系统的时钟信息,实现全系统对时。

### 5.3 监测系统

#### 5.3.1 系统组成

民用机场无人机监测系统宜采用雷达、光电探测和无线电监测的多种组合。

#### 5.3.2 监测区域

机场无人机监测区域应根据需求确定，监测区域如图1所示宜设为核心区、预警区和扩展区：

- a) 核心区包括：内水平面水平投影范围内跑道基准点真高 0 m~1500 m 空域和锥形面水平投影范围内跑道基准点真高 45 m~1500 m 空域；
- b) 预警区包括：核心区以外，进近面水平投影范围内跑道基准点真高 75 m~1500 m 空域；
- c) 扩展区包括：核心区和预警区以外，距机场跑道中心线两侧各 10 km、跑道端外 20 km 以内 100 m~1500 m 空域；
- d) 多跑道机场核心区、预警区和扩展区，应分别确定每条跑道的核心区、预警区和扩展区范围，按照分类叠加形成的最大区域边界确定。

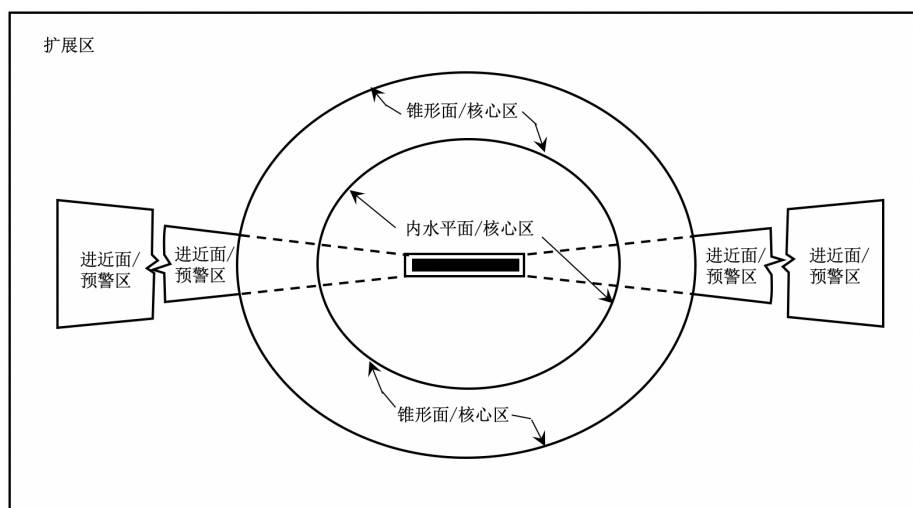


图1 监测区域示意图

#### 5.3.3 监测系统功能要求

监测系统应满足以下功能要求：

- 系统应在核心区无覆盖盲区；
- 系统应能监测到以单飞、群飞、不同高度飞行和不同方向飞行等方式的无人机，应能同时对多个目标进行轨迹跟踪定位；
- 系统在核心区应具备对无线电静默无人机的探测能力；
- 系统在核心区和预警区应具备对无人机的方位、距离、速度和高度等飞行特征进行采集的功能；宜具备对无人机地面控制站的定位功能；宜具备对无人机型号和序列号的识别能力；
- 系统应能自动向监控平台或值班人员提供监测区域内无人机飞入或起飞报警信息；
- 系统应能提供无人机信息给监控平台或其他系统；
- 不同区域的虚警概率和探测概率可设置调整。

### 5.3.4 监测系统性能要求

无人机监测系统在核心区、预警区和扩展区性能应满足表2要求。

表2 监测区域性能要求

性能	核心区	预警区	扩展区
覆盖要求	应覆盖	宜覆盖	可覆盖
定位精度	不大于 100 m	不大于 200 m	不大于 300 m
俯仰精度	不大于 1.5 °	不大于 2 °	不大于 2 °
虚警概率	不大于 5%	不大于 5%	不大于 10%
探测概率	应不小于 90%，宜不小于 95%	不小于 90%	不小于 85%
系统响应时间	不大于 10 s	不大于 15 s	不大于 20 s

### 5.3.5 雷达

雷达设备包括主动雷达和被动雷达。

#### 5.3.5.1 工作频段

主动雷达工作频率应符合我国无线电频率划分和使用规定，应避免该机场在用无线电台（站）工作频段。

#### 5.3.5.2 雷达探测性能及参数要求

目标等效雷达截面积 = 0.01 m<sup>2</sup>，在满足探测概率不低于90%，检测虚警概率不大于10<sup>-6</sup>的条件下，应满足以下探测要求：

- 探测距离：不小于 5 km；
- 最小探测距离不大于 300 m（主动雷达）；
- 测距精度：不大于 30 m；
- 方位精度：不大于 1°；
- 俯仰精度：不大于 1°（主动雷达）；
- 可检测目标径向速度：±（1-100）m/s；
- 目标数据更新速率：不大于 4 s；
- 天线 360° 环扫、扇扫可控；俯仰波束覆盖不小于 45°，可在-10° ~10° 设置天线俯仰（主动雷达）；
- 应能够同时处理大于 200 批的目标，跟踪大于 50 批的目标。

#### 5.3.5.3 雷达数据接口

应支持RJ45或RS232等多种数据接口，格式和数据传输速率可配置。

输出目标报告的数据格式应符合MH/T 4008的规定，对于使用MH/T 4008要求之外的自定义数据内容，给出自定义的数据协议文件。

#### 5.3.5.4 目标录取

雷达应在全天候条件下实现目标自动录取。

#### 5.3.5.5 联动能力

雷达在电路设计和结构设计应具备与光电探测设备的联动能力。

### 5.3.6 无线电监测

5.3.6.1 可采用比幅、干涉仪等测向或到达时间差定位(TDOA)等多种技术体制。

5.3.6.2 无线电监测系统应满足以下功能要求：

- 应能发现无人机系统的无线电信号；
- 应能测量分析无人机无线电信号特征参数；
- 应能对无人机及地面控制站信号进行测向或定位；
- 无人机监测系统不配置雷达情况下，应能对无人机及地面控制站信号进行定位；
- 应有无人机无线电信号特征数据库，并具备识别数据库内无人机型号功能，数据库应包括大部分无人机型号，通常应定期更新；
- 应支持组网监测；
- 宜具备机场电磁环境监测数据库存储和分析能力；
- 宜具备无线电协议破解技术；
- 无人机监测系统不配置雷达情况下，可同时多个目标进行轨迹跟踪定位。

5.3.6.3 无线电监测系统应满足以下性能要求：

- 监测频段：应 300 MHz~6 GHz, 宜 27 MHz~6 GHz；
- 监测距离：通常宜不小于 5 km ；
- 监测范围：360° ；
- 目标数据更新速率：不大于每秒一次 ；
- 方位精度：不大于 3° (TDOA 技术) ；
- 方位精度：不大于 15° (与雷达配套使用) ；
- 定位精度：不大于 240 m (TDOA 技术) ；
- 探测概率：不小于 90% ；
- 虚警概率：不大于 10% 。

5.3.6.4 设备输出目标报告数据格式应符合 MH/T 2009 要求，对于使用 MH/T 2009 要求之外的自定义数据内容，应提供自定义的数据协议文件。

5.3.6.5 设备数据回传应支持有线网络或移动通信网。

### 5.3.7 光电探测

#### 5.3.7.1 概述

光电探测利用可见光摄像机和红外热像仪的组合，自主搜索或接收雷达等系统的目标引导信号，实现自动识别和锁定跟踪，并通过对目标形态特征或运动特征分析，对目标属性进行分类识别，并进行视频复核和引导反制设备。

#### 5.3.7.2 光电探测功能要求

光电探测系统应满足以下功能要求：

- 应具备自主发现或在监控平台的引导下，全天 24 h 和水平 360° 范围自动对无人机进行目标搜索、识别、定位和跟踪等功能；
- 应实时记录飞行器飞行的视频图像，并进行拍照取证；
- 应具有自动对焦、手动调焦和防抖动功能；
- 应具有动态目标检测和自动跟踪功能；
- 应具有具备对雾霾、水汽和灰尘等影响图像物质的过滤功能。

#### 5.3.7.3 光电探测性能要求

能见度大于10 km情况下，对35 cm×35 cm的无人机应满足以下性能要求：

- 光电跟踪距离：不小于 3 km；
- 光电搜索距离：不小于 2 km；
- 光电识别距离：不小于 2 km；
- 红外夜间识别距离：不小于 2km（可选配）；
- 水平旋转范围：0° ~360° ；
- 俯仰旋转范围：-20° ~85° ；
- 跟踪精度：不大于 0.5 mrad；
- 搜索速度不小于 200（°）/ s(具备自主搜索能力的光电系统)；
- 可见光摄像机视频图像分辨率应不小于 1080 P；
- 红外热像仪探测器有效像素应不小于 640×512。

## 5.4 监控平台

### 5.4.1 监控平台功能要求

监控平台应满足以下功能要求：

- 应能组合雷达、光电探测设备、无线电监测设备和无人机反制设备，实现集成管理；
- 应自动完成无人机发现、识别、告警、定位和跟踪；
- 应具备监测和显示无人机位置、速度和型号等能力，应具有黑白名单识别能力，宜具备无人机地面控制站位置监测和显示能力；
- 应具备无人机目标实时引导功能，将目标信息发送到便携式引导终端，辅助地面人员搜索发现无人机，可根据机场需求配置反制引导和目标验证功能；
- 应具备对无人机从监测发现到最终处置的全过程语音、数据、景像记录和回放功能，信息存储天数应不低于 90 d（天）；
- 应具备模拟训练功能；
- 应支持移动终端；
- 应具备通过有线、无线的自组网方式，实现对区域内多套无人机监测和无人机反制设备远程指挥、远程控制以及资源分配与调度功能。具备对各设备工作状态实时监控和使用过程实时管理的功能；
- 应能与固定式和车载移动式无人机反制设备组网工作，自引导实施无人机反制；
- 应具备用户访问管理，按照不同访问权限实现分级访问和数据管理；
- 应遵循国家无线电管理相关协议标准和技术架构，具备良好的可兼容性和可扩展性，能方便用户进行升级扩展，对用户后续加入的设备（系统）可实现方便灵活接入。

### 5.4.2 监控平台性能要求

#### 5.4.2.1 信息融合和处理要求

监控平台应满足以下信息融合和处理的要求：

- 能融合处理包括雷达航迹、光电图像、无线电监测数据等多种信息；
- 能融合处理无人机云的目标信息；
- 能融合处理来自空中交通管理系统的航空器目标信息；
- 能融合处理来自公安、地方无委监测系统的目标信息；
- 航迹处理能力：不小于 500 批；
- 数据接收、处理、发送时延：不大于 0.3 s；

——支持地理位置信息同步调用和查询功能。

#### 5.4.2.2 综合信息显示要求

监控平台应满足以下综合信息显示要求：

- 地图类型：矢量图和影像图；
- 目标最大显示容量：500 批；
- 信息显示时延：不大于 0.5 s；
- 能将来自自身监测系统、其他监测平台、无人机云和空中交通管制系统的各类航空器位置（包括无人机控制站）信息融合显示；
- 能用不同的标识符区别无人机、无人机地面控制站和有人机目标，能明显区别无人机与有人机、本系统与其他系统的无人机目标；
- 能用不同颜色和标牌闪烁告警提示。

## 6 安装部署

民用机场部署无人机监测系统应先确定无人机造成的风险程度，确定无人机入侵监测区域，调查部署环境，研究分析需要的系统组成和站点部署，同时还应考虑：

- 无人机监测系统在民用机场区域安装使用前，应调查机场和民用航空器无线电设备使用的无线电设备及工作频段情况，进行电磁环境评估；
- 无人机监测系统场地附近不应有大功率无线电发射装置，无线电监测设备的设置应考虑电磁环境对设备性能产生的影响；
- 无人机监测系统在机场电磁环境保护区域安装时，应满足民用航空通信导航监视台站的电磁环境和场地保护要求；
- 应调查机场周边地形和障碍物的影响，无人机监测系统宜布置在平坦、开阔和地势较高的地带，周边无严重的地形地物遮蔽；
- 无人机监测系统在机场安装时，应满足 MH/T 5001 对障碍物高度的限制，不应穿透机场障碍物限制面。