

中华人民共和国民用航空行业标准

MH/T 2008—2017

无人机围栏

Fence of unmanned aircraft system

2017 – 10 – 20 发布

2017 – 12 – 01 实施

中国民用航空局 发布

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由中国民用航空局飞行标准司提出。

本标准由中国民航科学技术研究院归口。

本标准负责起草单位：中国民航科学技术研究院。

本标准起草参与单位：中国科学院地理科学与资源研究所、中国航空器拥有者及驾驶员协会、北京优云智翔航空科技有限公司、北京国泰北斗科技有限公司、致导科技（北京）有限公司、青岛云世纪信息科技有限公司、易瓦特科技股份公司、江苏数字鹰科技发展有限公司、中交遥感载荷（北京）科技有限公司。

本标准主要起草人：柏艺琴、郑志刚、张正娟、廖小罕、柯玉宝、刘艳思、原军锋、王汉清、张宏智、王夏峥、吴文治、孙明权、万勇、陈凯建。

MH

无人机围栏

1 范围

本标准规定了无人机围栏的范围、构型、数据结构、性能要求和测试要求等。
本标准适用于无人机系统和无人机云系统中的无人机围栏。

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。

AC-91-FS-2015-31 轻小无人机运行规定（试行）

MH/T 2009 无人机云系统接口数据规范

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语与定义

AC-91-FS-2015-31 界定的以及下列术语适用于本文件。

3.1.1

无人机围栏 **fence of unmanned aircraft system**

为保障区域安全，在相应地理范围中以电子信息模型画出其区域边界，在无人机系统或无人机云系统中，使用电子信息模型防止无人机飞入或者飞出特定区域的软硬件系统。

3.1.2

在线授权 **online authorization**

在无人机起飞前，通过数据更新、网络鉴权等方式，完成对无人机飞行的授权。

3.1.3

位置服务 **Location-Based Service**

通过电信移动运营商的蜂窝无线电通讯网络获取移动终端用户的位置信息（地理坐标或大地坐标）。

4 无人机围栏模型说明

4.1 无人机围栏模型

无人机围栏模型采用 4 维空间结构。如图 1 所示，包括：

- 平面地理区域，包括：
 - 经度；
 - 纬度；
- 限制高度；
- 有效时间。

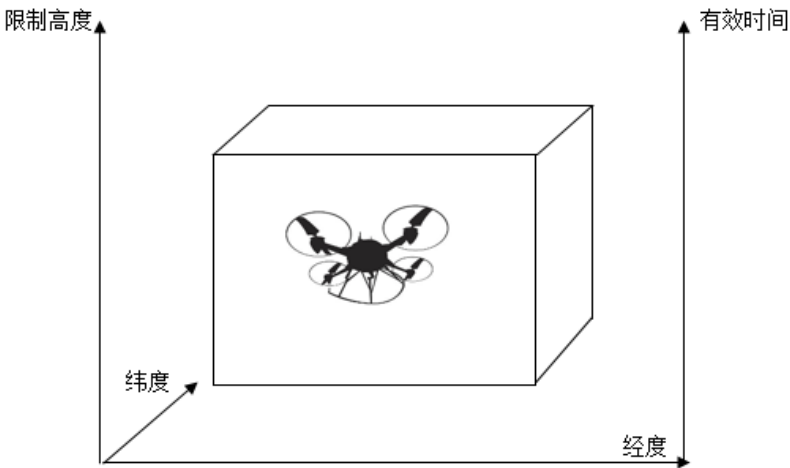


图1 无人机围栏模型示意图

4.2 无人机围栏分类和构型

4.2.1 无人机围栏分类

无人机围栏构型按照其在水平面投影几何形状可以分为以下三种：

- 民用机场障碍物限制面；
- 扇区形；
- 多边形。

无人机围栏所使用的经度和纬度坐标点，均为WGS-84坐标。

4.2.2 民用机场障碍物限制面保护区典型构型

民用机场障碍物限制面如图2实线所示，民用机场障碍物限制面保护区如图2虚线所示。民用机场障碍物限制面保护区为图2中A1-A2-C2-弧C2B2-B2-B3-弧B3C3-C3-A3-A4-C4-弧C4B4-B4-B1-弧B1C1-C1-A1各点坐标、圆弧连线范围内；圆弧半径均为7 070 m。图2中实线连线为民用机场障碍物限制面垂直投影，虚线连线与实线连线之间的空间为容差缓冲区，缓冲区技术参数应符合空中交通管制部门公布的要求。

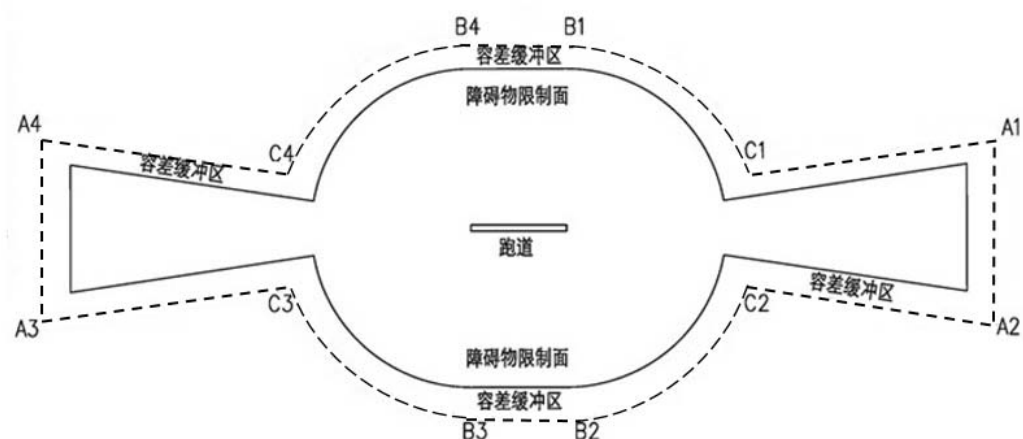


图2 民用机场障碍物限制面保护区及各边界点示意图

4.2.3 多边形无人机围栏空间几何构型

多边形无人机围栏空间几何构型由不同海拔高度的底面和顶面组成的立方体构成，示意图见图3所示。空间几何构型的一个面是由同一平面上的N个空间点构成的闭合的空间区域，空间点以真北为起点，在水平面上按顺时针依次命名。顶点顺序为顺时针方向。构成顶面和底面的顶点数量相等。

4.2.4 扇区形无人机围栏空间几何构型

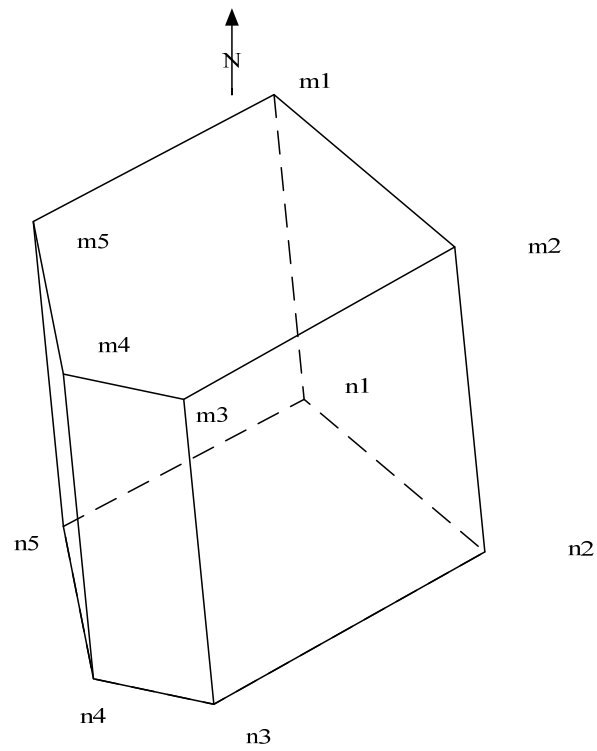
4.2.4.1 扇区形无人机围栏空间几何构型是由不同海拔高度的扇区形底面和顶面组成的立方体构成，示意图见图4所示。一个空间的扇区面由同一平面上的扇区原点，扇区半径，扇区起止方位角（扇区开始真方向和扇区结束真方向）构成的闭合空间区域。

4.2.4.2 扇区原点由该地理点的经纬度定义。

4.2.4.3 扇区半径以扇区原点为圆心，距离单位为米。

4.2.4.4 扇区起止方位是该扇区开始和结束的真方向。

4.2.4.5 扇区高度是禁止进入该区域的相对高度范围。



注：m1～m5为围栏顶面顶点编号；
n1～n5为围栏底面顶点编号。

图3 多边形无人机围栏示意图

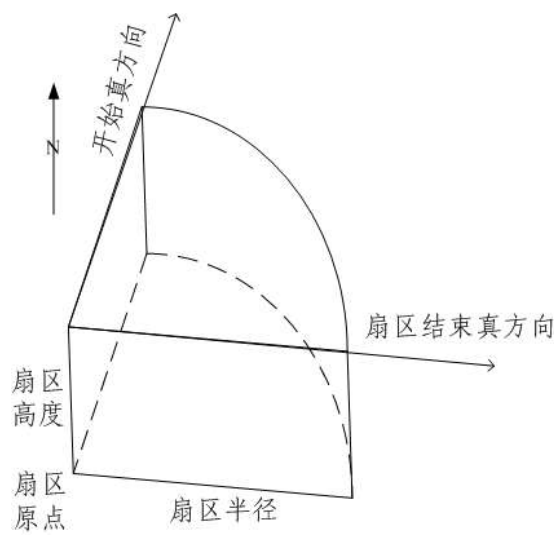


图4 扇区形无人机围栏示意图

4.3 无人机围栏有效时间

无人机围栏所采用的时间为UTC时间。无人机围栏的有效时间是指禁止无人机在该空间范围里飞行的时间段（包括起始时间和结束时间），有效时间可以是多组时间段。每个无人机围栏均有有效时间。其中：

- a) 无人机围栏起始时间使用 UTC 时间，格式为 UTC YYYYMMDD TTMM，永久有效的无人机围栏在起始时间 UTC 后标注 NONE；
示例 1：UTC 20170101 1200
示例 2：UTC NONE
- b) 无人机围栏终止时间使用 UTC 时间，格式为 UTC YYYYMMDD TTMM，永久有效的无人机围栏在终止时间 UTC 后标注 9999。
示例 3：UTC 20170111 2400
示例 4：UTC 9999

注：UTC(Coordinated Universal Time) 协调世界时

5 无人机围栏模型元数据数据结构

5.1 数据类型

5.1.1 基本数据类型

见表1。

表1 基本数据类型

类型	说明
Int8	1 字节
UInt8	无符号 1 字节
Int16	2 字节整数，高位在后
UInt16	无符号 2 字节整数，高位在后
Int32	4 字节整数，高位在后
UInt32	无符号 4 字节整数，高位在后
Int64	8 字节整数，高位在后
UInt64	无符号 8 字节整数，高位在后

5.1.2 民用机场障碍物限制面保护区数据类型

民用机场障碍物限制面保护区典型构型数据类型采用A表示，其数据结构如表2所示：

表2 民用机场障碍物限制面保护区数据类型说明

序号	字段名称	数据类型	描述
1	节点A1经度	Int32	1e7，精确到小数点后7位，单位为度
2	节点A1纬度	Int32	1e7，精确到小数点后7位，单位为度
3	节点A2经度	Int32	1e7，精确到小数点后7位，单位为度
4	节点A2纬度	Int32	1e7，精确到小数点后7位，单位为度
5	节点C2经度	Int32	1e7，精确到小数点后7位，单位为度

表 2 (续)

序号	字段名称	数据类型	描述
6	节点C2纬度	Int32	1e7，精确到小数点后7位，单位为度
7	半径	Int32	半径×100，精确到小数点后2位，单位为米
8	节点B2经度	Int32	1e7，精确到小数点后7位，单位为度
9	节点B2纬度	Int32	1e7，精确到小数点后7位，单位为度
10	节点B3经度	Int32	1e7，精确到小数点后7位，单位为度
11	节点B3纬度	Int32	1e7，精确到小数点后7位，单位为度。
12	半径	Int32	半径×100，精确到小数点后2位，单位为米
13	节点C3经度	Int32	1e7，精确到小数点后7位，单位为度
14	节点C3纬度	Int32	1e7，精确到小数点后7位，单位为度
15	节点A3经度	Int32	1e7，精确到小数点后7位，单位为度
16	节点A3纬度	Int32	1e7，精确到小数点后7位，单位为度
17	节点A4经度	Int32	1e7，精确到小数点后7位，单位：度
18	节点A4纬度	Int32	1e7，精确到小数点后7位，单位为度
19	节点C4经度	Int32	1e7，精确到小数点后7位，单位为度
20	节点C4纬度	Int32	1e7，精度：小数点后7位，单位为度
21	半径	Int32	半径×100，精确到小数点后2位，单位为米
22	节点B4经度	Int32	1e7，精确到小数点后7位，单位为度
23	节点B4纬度	Int32	1e7，精确到小数点后7位，单位为度
24	节点B1经度	Int32	1e7，精确到小数点后7位，单位为度
25	节点B1纬度	Int32	1e7，精确到小数点后7位，单位为度
26	半径	Int32	半径×100，精确到小数点后2位，单位为米
27	节点C1经度	Int32	1e7，精确到小数点后7位，单位为度
28	节点C1纬度	Int32	1e7，精确到小数点后7位，单位为度
29	节点A1经度	Int32	1e7，精确到小数点后7位，单位为度
30	节点A1纬度	Int32	1e7，精确到小数点后7位，单位为度

5.1.3 多边形面数据类型说明

多边形面数据类型采用P表示，其数据结构如表3所示：

表3 无人机多边形围栏数据类型说明

序号	字段名称	数据类型	描述
1	顶点数	UInt32	多边形的顶点总数
2	节点1经度	Int32	1e7，精确到小数点后7位，单位为度
3	节点1纬度	Int32	1e7，精确到小数点后7位，单位为度
N+1	节点N经度 ^a	Int32	1e7，精确到小数点后7位，单位为度
N+2	节点N纬度 ^a	Int32	1e7，精确到小数点后7位，单位为度
N+3	节点1经度	Int32	1e7，精确到小数点后7位，单位为度
N+4	节点1纬度	Int32	1e7，精确到小数点后7位，单位为度
^a 第N点与第1点重合，经纬度值与第1点相同，以形成闭合区域。			

5.1.4 扇区形数据类型说明

扇区形数据类型采用S表示，其数据结构如表4所示：

表4 无人机扇区形数据类型

序号	字段名称	数据类型	描述
1	经度	Int32	1e7，精确到小数点后7位，单位为度
2	纬度	Int32	1e7，精确到小数点后7位，单位为度
3	半径	Int32	长度×100，精确到小数点后2位，单位为米
4	开始真方向	Int32	从磁北开始顺时针旋转开始的真方位角
5	结束真方向	Int32	从磁北开始顺时针旋转的结束真方位角

5.1.5 空间几何坐标系说明

无人机围栏的空间几何坐标系采用WGS-84坐标系，其中经度和纬度单位为度；北纬为正，南纬为负；东经为正，西经为负。

5.1.6 有效时间数据类型说明

无人机围栏的时间系统采用UTC时间。一个无人机围栏对象的有效时间表示无人机在该空间区域不允许飞行的时间域，数据类型采用T表示，一个时间域由开始时间和结束时间组成，一个无人机围栏对象有效时间由多个时间域组成。

无人机围栏对象有效时间（T）数据结构如表5所示：

表5 无人机围栏对象有效时间数据结构

序号	字段名称	数据类型	描述
1	时间域数目	UInt8	
2	第1个时间域的开始时间	UInt32	UTC时间（时：分：秒），换算为秒，单位为秒
3	第1个时间域的结束时间	UInt32	UTC时间（时：分：秒），换算为秒，单位为秒
...	...	UInt32	UTC时间（时：分：秒），换算为秒，单位为秒
N+2	第N个时间域的开始时间	UInt32	UTC时间（时：分：秒），换算为秒，单位为秒
N+3	第N个时间域的结束时间	UInt32	UTC时间（时：分：秒），换算为秒，单位为秒

5.2 无人机围栏元数据数据结构说明

无人机围栏数据库是由分布在全国各地的无人机围栏的元数据组成，无人机围栏对象的元数据数据结构见表6。

表6 无人机围栏元数据数据结构说明

序号	元数据名称	数据类型	描述
1	无人机围栏编号 ^a	UInt8（32）	发布数据机构（10位）、发布日期（8位）和当日流水号（4位）、模块编号（3位），剩余为保留位

表 6 (续)

序号	元数据名称	数据类型	描述
2	水平面投影几何形状	UInt8	0 为民用机场障碍物限制面 1 为多边形 2 为扇区形
3	空域属性	UInt8	0 为禁飞区 1 为开放区 2 为申请区 (如需要) 3 临时指定用户区
4	有效时间	T (1)	见 5.1 有效时间数据类型说明
5	无人机围栏构型几何数据	A (1) /P (1) /S (1)	详细描述见 5.1
6	顶面相对高度 ^b	Int32	高度×100, 精确小数点后 2 位, 单位为米
^a 按照围栏的数据发布来源进行区分。 ^b 值为 NONE, 则表明上限高度为无限高。			

6 无人机系统和无人机云系统性能要求

6.1 无人机系统要求

6.1.1 无人机系统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。

6.1.2 无人机系统应具备不同的安全能力等级来满足不同的无人机运行安全要求。无人机系统可以按照满足无人机围栏的功能和安全能力进行分级, 从 1 级到 6 级, 1 级级别最低, 6 级级别最高, 5 级和 6 级预留。

6.1.3 无人机系统的安全能力等级如表 7 所示。

表7 无人机系统安全能力等级

功能		1级	2级	3级	4级	5级	6级
信号提示与重复	无人机自动降落/悬停	√	√	√	√	—	—
	无人机自动返航		√	√	√		
	无人机不能启动		√	√	√		
	无人机与无人机围栏发生冲突前 60 s	√	√	√	√		
	无人机与无人机围栏发生冲突前 30 s		√	√	√		
	无人机处于无人机围栏内		√	√	√		

表 7（续）

功能	1级	2级	3级	4级	5级	6级
数据更新		√	√	√	—	—
在线授权			√	√		
位置服务(LBS)校验				√		

6.2 无人机云系统要求

无人机云系统应具备无人机围栏的功能，加入云系统的无人机在接近和侵入无人机围栏时，无人机云系统应具备触发各种提示或警示等功能。

6.3 无人机围栏触发条件

无人机与无人机围栏发生冲突时，无人机系统或无人机云系统应触发提示或警示，无人机围栏提示与重复触发条件如表8所示：

表8 无人机围栏提示与重复触发条件对照

触发条件	提示与重复
无人机与无人机围栏发生冲突前60 s	现有灯闪烁，每5 s循环一次，并伴有地面站或无人机云系统三声滴(即“滴、滴、滴”)提示音，每7 s重复一次，或地面站操作界面（如手机APP）显示报警或振动提示等。
无人机与无人机围栏发生冲突前30 s	现有灯闪烁，每5 s循环一次，并伴有地面站或无人机云系统急促滴(即“滴滴滴”)提示音，不间断重复，或地面站操作界面（如手机APP）显示报警或振动提示等。
无人机处于电子围栏内	现有灯闪烁，每5 s循环一次，并伴有地面站或无人机云系统长滴(即“滴”)提示音，常响不停，或地面站操作界面（如手机APP）显示报警或振动提示等。

7 无人机围栏测试

7.1 无人机系统测试

- 7.1.1 测试环境应满足 AC-91-FS-2015-31 中对无人机系统运行和通讯的要求。
- 7.1.2 在无人机系统中，检查无人机系统中获取的数据，确定满足 MH/T 2009 的要求，显示正确，数据的实时更新率满足 AC-91-FS-2015-31 中关于无人机运行管理中更新频率的要求。
- 7.1.3 使用高精度定位装置等设备进行无人机测试中的定位，操纵无人机在各种运行环境下接近或侵入无人机围栏，观察无人机系统有无触发提示、警示和警告。
- 7.1.4 无人机围栏检测系统中将飞行测试空域设置成禁止飞入的无人机围栏，按照时间和距离 2 个指标对无人机系统进行测试。

7.2 无人机云系统测试

7.2.1 测试环境应满足 AC-91-FS-2015-31 中对无人机云系统运行和通讯的要求。

7.2.2 测试已通过检测合格的无人机在指定或临时划设的含无人机围栏的空域内飞行，对无人机接近和侵入无人机围栏时，观察无人机云系统有无触发各种提示或警示等功能。
