



# 江苏省通信行业协会团体标准

T/JSTXHY 002—2025

---

## 无人驾驶航空器运行识别规范

Specification for Operational Identification of Unmanned Aerial Vehicle

（征求意见稿）

2025- 09 - 30 发布

2025 - 10 - 01 实施

---

江苏省通信行业协会 发布

目 次

前 言 ..... II

引 言 ..... III

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和缩略语 ..... 1

3.1 术语 ..... 1

3.2 缩略语 ..... 2

4 运行识别广播方式 ..... 3

4.1 基本要求 ..... 3

4.2 蓝牙 4.x 传输方式..... 3

4.3 蓝牙 5.x 传输方式..... 3

4.4 Wi-Fi NAN 传输方式..... 3

4.5 Wi-Fi 信标传输方式..... 4

5 消息格式与性能要求..... 4

5.1 更新周期、报文格式和功率性能要求..... 4

5.2 操作频段与信道 ..... 4

5.3 蓝牙 4.x 消息格式 ..... 4

5.4 蓝牙 5.x 消息格式 ..... 5

5.5 Wi-Fi NAN 消息格式 ..... 8

5.6 Wi-Fi 信标消息格式..... 10

附 录 A ..... 11

附 录 B ..... 12

参考文献 ..... 14

## 前 言

本文件按照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。

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。

本文件由江苏省通信行业协会提出并归口。

本文件主编单位：联通（江苏）产业互联网有限公司。

本文件参编单位：南京航空航天大学、中国联合网络通信有限公司南京市分公司、南京南华航空产业有限公司、南京邮电大学、西安电子科技大学、中通服咨询设计研究院有限公司、昌吉云圣智能科技有限责任公司、中国电子技术标准化研究院华东分院、中邮建技术有限公司。

本文件主要起草人：徐成杰、贾子晔、吴启晖、上官声标、李岚、夏智武、周政、冯洋、向海洲、经守强、刘涛、张磊、朱秋明、张春辉、夏文超、王琴、盛敏、刘俊宇、田原、富立志、李小曼、马辉、朱胜利、谷成龙、周斌、曹加南、秦翔、陆剑飞。

本文件主要审查人：陈国忠、何起盛、徐德徕、杨波、王刚、刘杰、张更新、梁中宜、潘锴、葛加山、刘天星

## 引 言

近年来，无人驾驶航空器（以下简称“无人机”）在民用领域的应用快速扩展，凭借其灵活机动、成本低廉等优势，在物流运输“最后一公里”、城市低空应急救援、精准农业植保、小范围地理测绘等场景中发挥重要作用。然而，随着这类无人机数量的激增和运行密度的提升，其体积小、速度快、机动性强的特点叠加匿名化运行模式，带来了更为突出的安全隐患、空域管理挑战及违规追责困难等问题。为构建与无人机运行特点相适应的安全、可控空域环境，亟需通过轻量化技术手段实现这类无人机运行状态的透明化，确保政府监管机构与空域管理方能够实时、可靠地识别其身份及运行信息。

本文件《无人驾驶航空器运行识别规范》旨在针对重量轻、体积小、功耗受限的无人机特点，通过定义适配的广播式运行识别技术要求，建立这类无人机主动播发身份标识与动态运行数据的标准化机制。基于“消除匿名性”的核心原则，规范充分考虑无人机的载荷和续航限制，通过强制其实时广播可被监管部门及周边空域用户接收的轻量化识别信息，显著增强运行飞手责任意识，并为低空安全管控、违规行为追溯、近距离冲突避让等场景提供关键数据支撑。相较于国家标准《民用无人驾驶航空器系统安全要求》以及民航局标准《民用微轻小型无人驾驶航空器运行识别最低性能要求》中针对无人机广播式识别技术的性能规范，本文件聚焦广播式运行识别的特性，对数据广播协议、信息传输性能等关键技术环节进行了专项定义，以填补该领域标准空白。

需特别说明的是，本文件仅适用于通过无线电广播方式实现无人机识别的技术路径，不涵盖基于移动通信网络或其他依赖第三方基础设施的识别方案。通过明确广播式识别的传输协议与性能要求，本文件可与现有标准体系形成互补，共同推动无人机监管能力的系统化提升，为低空空域数字化治理与产业健康发展奠定技术基础。

# 无人驾驶航空器运行识别规范

## 1 范围

本文件规定了无人驾驶航空器运行识别数据广播的基本要求、广播方式、消息格式、性能要求等内容。

## 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。

GB 42590-2023 民用无人驾驶航空器系统安全要求

IB-TM-2024-01 民用微轻小型无人驾驶航空器运行识别最低性能要求（试行）

## 3 术语和缩略语

下列术语和缩略语适用于本文件。

### 3.1 术语

#### 3.1.1 无人驾驶航空器 Unmanned Aerial Vehicle

没有机载驾驶员，自备动力系统的航空器。

[来源：GB 42590-2023]

#### 3.1.2 微型无人驾驶航空器 Micro Unmanned Aircraft

空机重量小于0.25千克，最大飞行真高不超过50米，最大平飞速度不超过40千米/小时，无线电发射设备符合微功率短距离技术要求，全程可以随时人工介入操控的无人驾驶航空器。

[来源：GB 42590-2023]

#### 3.1.3 轻型无人驾驶航空器 Light Unmanned Aircraft

空机重量不超过4千克且最大起飞重量不超过7千克，最大平飞速度不超过100千米/小时，具备符合空域管理要求的空域保持能力和可靠被监视能力，全程可以随时人工介入操控的无人驾驶航空器，但不包括微型无人驾驶航空器。

[来源：GB 42590-2023]

#### 3.1.4 小型无人驾驶航空器 Small Unmanned Aircraft

空机重量不超过15千克且最大起飞重量不超过25千克，具备符合空域管理要求的空域保持能力和可靠被监视能力，全程可以随时人工介入操控的无人驾驶航空器，但不包括微型、轻型无人驾驶航空器。

[来源：GB 42590-2023]

#### 3.1.5 广播式运行识别 Broadcast Remote Identification

无人驾驶航空器运行过程中，以不指定对象的方式，通过特定无线电频率与传输协议，实时广播无人机驾驶航空器识别信息（包括但不限于身份信息、飞行向量、运行状态和导航数据等），以确保相关方能实时识别航空器运行状态。

[来源：IB-TM-2024-01]

### 3.1.6 蓝牙 Bluetooth

一种短距离无线通信技术，广泛用于个人设备间的通信，支持多种协议，如蓝牙 4.x 和蓝牙 5.x。

### 3.1.7 无线保真 Wi-Fi

一种无线局域网技术，通过无线信号在设备之间传输数据，支持不同的传输协议。

### 3.1.8 扩展广播 Extended Broadcast

蓝牙 5.x 引入的一种广播机制，允许在多个频道上广播大容量数据，并支持长距离通信。

### 3.1.9 邻域感知网络 Neighbor Awareness Networking

一种Wi-Fi技术，允许设备在没有连接到中央网络的情况下，通过直接交换信息来相互通信。

### 3.1.10 信标 Beacon

无线设备使用的一种广播信号，通常携带信息（如位置、状态或识别数据），以便其他设备检测并与之交互。

### 3.1.11 ISM 频段 Industrial, Scientific, and Medical Band

专用于工业、科学和医疗用途的无线频段，通常在 2.4 GHz 到 5 GHz 之间的范围内。

### 3.1.12 频道 Channel

在无线通信中，频率或频带的划分单位，用于确定设备之间的通信路径。

### 3.1.13 数据包 Packet

数据传输的最小单位，通常包括头部、有效载荷和尾部信息。

### 3.1.14 运行识别消息 Remote ID Message

通过蓝牙或Wi-Fi广播的消息，用于传输无人驾驶航空器的运行识别信息。

### 3.1.15 无连接广播 Non-Connectable Broadcast

一种广播类型，不需要设备之间建立连接即可传输信息。

### 3.1.16 扩展头 Extension Header

蓝牙 5 中扩展广播的数据包结构部分，用于提供额外的信息，如广播ID、辅助数据包的指针等。

### 3.1.17 数据负载 Payload

数据包中的有效数据部分，承载实际要传输的内容。

### 3.1.18 服务发现 Service Discovery

一种通过广播消息来查找和识别可用服务的过程，通常用于Wi-Fi NAN和蓝牙设备之间的相互发现。

### 3.1.19 固定广播 Fixed Broadcast

设备在特定频段和信道上进行的定时广播，不依赖于任何动态调整。

### 3.1.20 消息计数器 Message Counter

用于记录和标识广播消息的编号，以确保消息的唯一性和序列性。

### 3.1.21 服务描述符 Service Descriptor

描述无线网络中服务的元数据，通常包括服务ID、服务类型和其他附加信息。

### 3.1.22 供应商特定信息元素 Vendor Specific Information Element

在Wi-Fi信标或其他广播消息中，表示特定厂商定义的附加数据字段。

### 3.1.23 信道选择 Channel Selection

无线设备选择用于数据传输的特定信道的过程，通常包括频率跳跃和干扰管理。

### 3.1.24 误码校验 Error Correction

通过添加冗余信息来检测并纠正通信过程中可能出现的错误，确保数据传输的完整性。

## 3.2 缩略语

AD: 广播数据 (Advertising Data)

ADI: 广播数据标识符 (Advertising Data Identifier)

Aux: 辅助(Auxiliary)  
 CA: 时钟精度(Clock Accuracy)  
 ChSel: 信道选择标识(Channel Selection)  
 CI: 编码指示(Coding Indication)  
 CRC: 循环冗余校验 (Cyclic Redundancy Check)  
 FEC: 前向纠错 (Forward Error Correction)  
 GHz: 吉赫兹 (Gigahertz)  
 IE: 信息元素 (Information Element)  
 ISM: 工业、科学与医学频段 (Industrial, Scientific, and Medical band)  
 LE: 低功耗 (Low Energy)  
 MAC: 媒体访问控制 (Media Access Control)  
 MHz: 兆赫兹 (Megahertz)  
 NAN: 邻域感知网络 (Neighbor Awareness Networking)  
 OUI: 组织唯一标识符 (Organizationally Unique Identifier)  
 PDU: 协议数据单元 (Protocol Data Unit)  
 PHY: 物理层 (Physical Layer)  
 Ptr: 指针 (Pointer)  
 RFU: 保留字段 (Reserved for Future Use)  
 RxAdd: 接收端地址 (Receiver Address)  
 SDEA: 服务描述扩展属性 (Service Descriptor Extension Attribute)  
 SHA: 安全散列算法 (Secure Hash Algorithm)  
 SSID: 服务集标识符 (Service Set Identifier)  
 TERM: 终止符 (Terminator)  
 TxAdd: 发送端地址 (Transmitter Address)  
 UUID: 通用唯一标识符 (Universally Unique Identifier)

## 4 运行识别广播方式

### 4.1 基本要求

无人驾驶航空器发出的运行识别消息的射频广播协议。支持四种广播传输机制：蓝牙 4.x、蓝牙 5.x、Wi-Fi 邻域感知 (NAN) 和 Wi-Fi 信标 (Beacon)。

### 4.2 蓝牙 4.x 传输方式

4.2.1 蓝牙 4.x (及更新版本) 已广泛应用于各种常见的便携设备, 并提供低带宽的信标机制。该实现方法利用现有的“广播信标消息”, 这些消息通常用于宣布设备 (如耳机或鼠标) 可供配对。随着蓝牙 5 引入了“扩展广播”机制, 蓝牙 4.x 的方法被称为“传统广播”。

### 4.3 蓝牙 5.x 传输方式

4.3.1 蓝牙 5 在蓝牙 4.x 的基础上引入了几个新功能。对于本应用而言, 最重要的新功能是运行模式 (LE 编码) 和扩展广播 (支持更大的无连接广播)。

### 4.4 Wi-Fi NAN 传输方式

4.4.1 可以通过 Wi-Fi 管理帧封装运行识别报文来实现无连接广播机制。该解决方案无需连接到任何特定的无线网络，而是通过接收端简单监听 Wi-Fi 广播，使得数据可以供显示使用。这些广播通常在 2.4 GHz 频段上实施，并可选择性地在 5 GHz Wi-Fi 频段上实施。

#### 4.5 Wi-Fi 信标传输方式

4.5.1 运行识别 Wi-Fi 信标传输方法使用标准的 SSID 信标帧，并通过所谓的供应商特定标签或供应商特定信息元素（IE）向这些帧添加额外的负载。在实现此方法时，应使用单一信标频道。

### 5 消息格式与性能要求

#### 5.1 更新周期、报文格式和功率性能要求

运行识别报文内容、报文格式、以及功率性能要求按照无人驾驶航空器运行识别最低性能要求的相关文件执行。

#### 5.2 操作频段与信道

##### 5.2.1 蓝牙

蓝牙工作在 2.4 GHz 的 ISM 频段，共有 40 个信道，每个信道带宽为 2 MHz。这些信道分为 3 个信标信道（37、38 和 39）和 37 个数据信道（信道 0 到 36）。蓝牙 4.x 采用“传统广播”模式，通过信标信道 37、38 和 39 进行广播。这些信标信道分布在 Wi-Fi 常用频段之外，能够有效减少干扰。

而在蓝牙 5 中，新增了扩展广播功能，允许在“非信标”信道上发送最长 255 字节的广播数据。其实现方式是，在主信标中设置一个指针，引导接收器从次要数据信道读取数据。

##### 5.2.2 Wi-Fi

Wi-Fi NAN 以及 Wi-Fi 信标的频段及信道要求按照民用无人驾驶航空器系统安全要求的相关文件执行。

#### 5.3 蓝牙 4.x 消息格式

##### 5.3.1 信标消息

蓝牙支持通过信标信道发送“广播帧”消息，该帧允许自定义消息长度上限为31字节。在去除必要的头部信息后，运行识别报文消息实际可用的有效载荷为25字节。

##### 5.3.2 帧格式

使用蓝牙4.x广播的运行识别报文应采用“未编码”格式，并符合《蓝牙核心规范5.0》，第6卷B部分，第2.1节和第2.3.1节的要求，蓝牙4.x广播帧字段值应符合表1规定。

表1 蓝牙 4.x广播帧字段细节

| 字段             | 长度 | 取值         | 内容描述                                                                                                                          |
|----------------|----|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Preamble       | 1  | 0xAA       | LE 1M 数据包                                                                                                                     |
| Access Address | 6  | 0x8E89BED6 | 广播数据包                                                                                                                         |
| PDU Header     | 2  | 0x2025     | PDU 类型：0x2（ADV_NONCONN_IND - 无连接广播）<br>RFU：0<br>ChSel：0<br>TxAdd：0 或 1（指示 AD 地址是否为硬件地址或随机地址）<br>RxAdd：0（保留）<br>长度：0x25（37 字节） |

|                   |    |                     |                                                       |
|-------------------|----|---------------------|-------------------------------------------------------|
| AD Addr           | 6  | 0xxxxxxx            | 蓝牙 MAC 的唯一硬件地址                                        |
| AD Info           | 4  | 1Eh, 16h,<br>0xxxxx | 长度: 0x1E (不包括此字段的 30 字节)<br>类型: 0x16<br>制造商代码: 0xxxxx |
| AD App            | 1  | 0x0D                | 应用代码: 0x0D = open drone ID                            |
| Message Counter   | 1  | 0xXX                | 消息计数器                                                 |
| Remote ID message | 25 | <25 字节>             | 运行识别消息具体内容                                            |
| CRC               | 3  | <计算值>               | CRC 错误检测数据, 定义在《蓝牙核心规范 5.0》, 第 6 卷, 第 B 部分, 第 3.1.1 节 |

5.4 蓝牙 5.x 消息格式

5.4.1 兼容性要求

为了确保蓝牙 5.x 广播在接收器兼容性方面的向后兼容性, 必须同时使用 传统的蓝牙 4.x 广播方式 (例如 ADV\_NONCONN\_IND)。这是为了确保设备可以与支持蓝牙 4.x 及更低版本的接收器互操作。

5.4.2 主数据包帧格式

在蓝牙 5.x 的扩展广播中, 主数据包包含一个指向 次级数据包 (AUX 包) 的指针。主数据包负责在主要信道上广播, 而次级数据包则承载实际的信息负载, 蓝牙 5 主数据包帧格式应符合表 2 规定。

表2 蓝牙 5主数据包帧字段细节

| 字段             | 大小（字节） | 值          | 内容描述                                                                |          |              |                   |                        |
|----------------|--------|------------|---------------------------------------------------------------------|----------|--------------|-------------------|------------------------|
| Preamble       | 1      | 0x3C       | 使用 LE Coded PHY，最长传输距离模式                                            |          |              |                   |                        |
| Acc Address    | 6      | 0x8E89BED6 | 广播数据包的接收地址                                                          |          |              |                   |                        |
| CI             | 2bits  | 00b        | FEC Block 2，使用 S=8（最远传输距离）                                          |          |              |                   |                        |
| Term1          | 3bits  | xxxb       | FEC Block 1 终止符，按照蓝牙核心规范 5.0，第 6 卷，第 B 部分，第 3.3.1 节定义               |          |              |                   |                        |
| PDU Header     | 2      | 0x7X06     | 字段                                                                  | 位        | 十六进制         | 描述                |                        |
|                |        |            | PDU Type                                                            | 0111     | 0x7          | ADV_EXT_IND（主数据包） |                        |
|                |        |            | RFU                                                                 | 0        | 0x0          | 保留字段              |                        |
|                |        |            | Chsel                                                               | 0        |              | 保留字段              |                        |
|                |        |            | TxAdd                                                               | 0 或 1    |              | 硬件地址或随机地址         |                        |
|                |        |            | RxAdd                                                               | 0        |              | 保留字段              |                        |
|                |        |            | Len                                                                 | 00000101 | 0x07         | 7 字节              |                        |
| Ext Header Len | 1      | 0x18       | Bits [7..0]: [000110] [00]                                          |          |              |                   |                        |
| Adv Mode       | 1      |            | Bits [7..2]: 扩展头长度：6 字节<br>Bits [1..0]: 广播模式 0x0，不可连接，不可扫描，并带有辅助数据包 |          |              |                   |                        |
| Ext Header     | 6      |            | 字段                                                                  | 大小（字节）   | 位            | 十六进制              | 描述                     |
|                |        |            | Flags                                                               | 1        | 0001<br>1000 | 0x19              | 字段选择（包含 ADI 和 Aux Ptr） |

|          |        |       |                                                              |   |                                              |                       |                                                                                        |
|----------|--------|-------|--------------------------------------------------------------|---|----------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
|          |        |       | ADI                                                          | 2 | XXXX<br>XXXX<br>XXXX<br>XXXX                 | 0x0000<br>-<br>0x000F | 广播数据 ID (12 位) = 0,<br>广播集 ID (4 位): 每次数据<br>更改时递增                                     |
|          |        |       | Aux Ptr                                                      | 3 | cccc<br>cca0<br>dddd<br>dddd<br>dddd<br>d010 | 0xXXXXXX              | cccccc = 频道, a = 时钟精<br>度, 0 = 30 微秒偏移单位,<br>dddddd = 偏移/延迟, 010 =<br>LE 编码 PHY (见表 3) |
| Adv Data | N/A    | 0     |                                                              |   |                                              |                       |                                                                                        |
| CRC      | 3      | <计算值> | CRC 错误检测数据, 按蓝牙核心规范 5.0, 第 6 卷, 第 B 部分, 第<br>3.1.1 节定义       |   |                                              |                       |                                                                                        |
| Term2    | 3 bits |       | FEC Block 2 终止符, 按照蓝牙核心规范 5.0, 第 6 卷, 第 B 部分, 第<br>3.3.1 节定义 |   |                                              |                       |                                                                                        |

5.4.3 主数据包辅助指针字段信息

蓝牙 5 主数据包辅助指针帧字段填充应符合表 3 规定。

表3 辅助指针字段细节

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Channel Index    | 频道索引应根据以下公式计算：<br>频道 = (当前频道 + 9) % 36<br>该公式将确保通过跳频遍历频道，分散信标，从而最小化外部干扰的影响。                                                                                                                                                                                                                   |
| CA               | 0: 51 - 500 ppm<br>1: 0 - 50 ppm                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Offset Units     | 0: 30 微秒                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Aux Offset/Delay | 表示发送主数据包和辅助数据包之间的时间偏移。由于所有主数据包在辅助数据包之前发送，因此每个主数据包的偏移不同。该偏移应根据蓝牙核心规范 5.0 中的指导进行计算。<br>以下偏移可作为参考：<br>信标 1: 166 微秒<br>信标 2: 114 微秒<br>信标 3: 62 微秒<br>这些计算基于主数据包时间 1552 微秒 + 最小辅助帧空间 T_MAFS 300 微秒，除以偏移乘数单位 30 微秒。发送当前信标和剩余信标的时间必须被包括在内。因此，信标 1 包括了它自身的时间 + 另外两个信标的时间 + T_MAFS。<br>偏移量对每个信标都是不同的。 |
| Aux PHY          | 010: LE Coded PHY                                                                                                                                                                                                                                                                             |

5.4.4 蓝牙 5 广播扩展辅助数据包

辅助数据包是包含实际信息负载的数据包。辅助数据包必须依据蓝牙核心规范 5.0, 第 6 卷, 第 B 部分, 第 2.3.4 节进行编码，取值应符合表 4 规定。

表4 蓝牙 5扩展广播辅助数据包字段细节

| 名称              | 大小（字节） | 值                | 值描述                                                              |           |                              |                       |                                                    |
|-----------------|--------|------------------|------------------------------------------------------------------|-----------|------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------|
| Preamble        | 1      | 0x3C             | 低功耗编码 PHY                                                        |           |                              |                       |                                                    |
| Acc Addr        | 6      | 0x08E898BED6     | 广播数据包                                                            |           |                              |                       |                                                    |
| CI              | 2 位    | 00b              | 编码指示：FEC 块 2 使用 S = 8（最长范围）进行编码                                  |           |                              |                       |                                                    |
| TERM1           | 3 位    | xxxb             | 蓝牙核心规范 5.0 版，第 6 卷，B 部分，第 3.3.1 节中定义的<br>FEC Block 1 Termination |           |                              |                       |                                                    |
| PDU Header      | 2      | 0x7XXX           | 字段                                                               | 位         | 十六进制                         | 描述                    |                                                    |
|                 |        |                  | PDU Tpye                                                         | 0111      | 0x7                          | AUX_ADV_IND（辅助）       |                                                    |
|                 |        |                  | RFU                                                              | 0         | 0x0                          | 保留                    |                                                    |
|                 |        |                  | ChSel                                                            | 0         |                              | 保留                    |                                                    |
|                 |        |                  | TxAdd                                                            | 0 或 1     |                              | 硬件或随机地址               |                                                    |
|                 |        |                  | RxAdd                                                            | 0         |                              | 保留                    |                                                    |
|                 |        |                  | Length                                                           | xxxx xxxx | 0xXX                         | 18+N*25 N 为打包<br>报文数量 |                                                    |
| Ext             | 1      | 0x24             | 位 [7:0]：[001001] [00]                                            |           |                              |                       |                                                    |
| Header Len      | 6 位    |                  | 位 [7:2]：扩展头长度：9                                                  |           |                              |                       |                                                    |
| Adv Mode        | 2 位    |                  | 位 [1:0]：Adv 模式 0x0，不可连接，不可扫描                                     |           |                              |                       |                                                    |
| Ext Header      | 9      |                  | 字段                                                               | 大小（字节）    | 位（二进制）                       | 十六进制                  | 描述                                                 |
|                 |        |                  | Flags                                                            | 1         | 0000<br>1001                 | 0x09                  | 字段选择（AdvA，ADI）                                     |
|                 |        |                  | AdvA                                                             | 6         | <硬件地址>                       | 0xXXXXXX              | 广播地址（硬件地址或随机地址）                                    |
|                 |        |                  | ADI                                                              | 2         | xxxx<br>xxxx<br>xxxx<br>yyyy | 0x0000<br>-<br>0xFFFF | 广播数据 ID（12 位）= 0；每次数据变化时递增<br>广播集 ID（4 位）：未定义（未使用） |
| AD Info         | 4      | XXh, 16h, 0xFFFF | 字段                                                               |           | 取值                           |                       | 描述                                                 |
|                 |        |                  | Length                                                           |           | XX                           |                       | 表示该字段后的数据长度（不包括此字段）                                |
|                 |        |                  | Type                                                             |           | 0x16                         |                       | 表示数据类型为服务数据                                        |
|                 |        |                  | 16-bit UUID                                                      |           | 0xFFFF                       |                       | 16 位 UUID，标识特定的服务                                  |
| App Code        | 1      | 0x0D             | 应用代码字段，0x0D 表示远程识别消息。                                            |           |                              |                       |                                                    |
| Message Counter | 1      | 0xXX             | 消息计数器                                                            |           |                              |                       |                                                    |

|                   |          |  |                                                                   |
|-------------------|----------|--|-------------------------------------------------------------------|
| Remote ID message | Variable |  | 运行识别消息具体内容。                                                       |
| CRC               | 3        |  | CRC 校验，按照蓝牙核心规范 5.0，第 6 卷，第 B 部分，第 3.1.1 节中定义的错误校正数据格式。           |
| Term2             | 3 位      |  | 终止符字段，按照蓝牙核心规范 5.0，第 6 卷，第 B 部分，第 3.3.1 节中定义的终止符格式，包含 FEC 块和结束标志。 |

5.4.5 传输打包报文

蓝牙 5 数据包的广播数据负载应使用报文打包格式（消息类型 0xF），该格式在民用微小型无人驾驶航空器运行识别最低性能要求相关文件中进行了定义。每个打包报文中不得包含超过 10 条报文。

5.4.6 辅助信道选择

主数据包通过所有三个信标信道（广播通道）发送。随后，剩余的辅助信道用于传输次级数据包。这一安排可以确保扩展广播的高效传输，减少碰撞和干扰，辅助频道索引应采用表 3 中的计算方式。

5.5 Wi-Fi NAN 消息格式

5.5.1 Wi-Fi NAN 集群 ID

在发送 NAN 同步信标帧时，集群 ID 应设置为静态值“50-6F-9A-01-00-FF”，以帮助接收端并行接收来自多个无人驾驶航空器操作系统的运行 ID 消息。

5.5.2 服务发现帧

NAN 服务发现帧是一个供应商特定的公共动作帧，定义于邻域感知网络规范中。它使用 Wi-Fi 联盟 OUI 和 Wi-Fi 联盟 OUI 类型来指示 NAN 协议。NAN 服务发现帧的字段值应符合表 5 的定义。

表5 NAN服务发现帧字段细节

| 字段              | 大小（字节） | 取值                   | 描述                                                                                                                                                                                |
|-----------------|--------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Category ID     | 1      | 0x4                  | IEEE 802.11 公共动作帧（Public Action Frame）                                                                                                                                            |
| Action Field    | 1      | 0x9                  | IEEE 802.11 公共动作帧 特定厂商定义的动作（Vendor Specific）                                                                                                                                      |
| OUI             | 3      | 50-6F-9A             | Wi-Fi 联盟特定的 OUI（组织唯一标识符）                                                                                                                                                          |
| OUI Type        | 1      | 0x13                 | 标识 NAN 的类型和版本                                                                                                                                                                     |
| Attributes ID   | 1      | 0x3                  | 标识 NAN 属性类型（此处为服务描述符属性）                                                                                                                                                           |
| Length          | 2      | Variable             | 此字段为可变长度，表示后续字段的长度                                                                                                                                                                |
| Service ID      | 6      | 88-69-19<br>9D-92-09 | 强制字段，包含服务名称的 SHA-256 哈希的前 48 位。服务名称使用小写字母表示（“org.opendroneid.remoteid”），计算得出哈希值                                                                                                   |
| Instance ID     | 1      | 1                    | 发布_ID 或 订阅_ID，值为零时表示保留                                                                                                                                                            |
| Requestor ID    | 1      | 0x00                 | 来自触发此传输的帧中的 Instance ID（如果有），否则设为 0x00                                                                                                                                            |
| Service Control | 1      | 0x10                 | Bit 0-1（服务控制类型）：这两个比特定义了当前服务的状态。<br>可以是以下四种类型：<br>00：发布（Publish） - 服务正处于发布状态，表示广播该服务的可用性。<br>01：订阅（Subscribe） - 服务正处于订阅状态，表示接收或查询关于该服务的信息。<br>10：跟进（Follow up） - 用于跟进发布或订阅操作，通常是响 |

|                          |           |           |                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                          |           |           | <p>应或继续进行某些动作。</p> <p>11: 保留 (Reserved) - 目前没有定义用途, 将来可能会用于扩展。</p> <p>Bit 2-3: 这些位的值固定为 00, 没有实际意义或用于保留。</p> <p>Bit 4 (服务信息字段存在): 如果服务描述符属性中包含服务信息字段, 该位设置为 1。这表明当前的广播或服务请求中包含了服务的详细信息, 供接收方使用。</p> |
| Service Info Len         | 1         | 4+ (N*25) | 强制字段, 表示服务信息的长度                                                                                                                                                                                     |
| Service Info             | 4+ (N*25) | Variable  | 强制字段, 携带运行识别消息具体内容, 最大容量 255 字节                                                                                                                                                                     |
| Attribute ID             | 1         | 0x0E      | 服务描述符扩展属性 (Service Descriptor Extension attribute)                                                                                                                                                  |
| Length                   | 2         | 0x0004    | 属性字段的长度                                                                                                                                                                                             |
| Instance ID              | 1         | 0x01      | 发布_ID 或 订阅_ID, 值为零时表示保留                                                                                                                                                                             |
| Control                  | 2         | 0x0200    | SDEA 信息控制字段                                                                                                                                                                                         |
| Service Update Indicator | 1         | 0x00~0xFF | 类似于消息计数器。递增值, 表示当前版本的服务特定信息, 适用于发布实例, 可以通过发布消息传递此信息                                                                                                                                                 |

### 5.5.3 同步信标帧

NAN 同步信标帧应按照 NAN 规范的要求进行编码。每个信标帧字段的值应按照表 6 中的说明进行填写。

表6 NAN同步信标帧字段细节

| 字段                        | 大小 (字节) | 取值       | 描述                                                           |
|---------------------------|---------|----------|--------------------------------------------------------------|
| Element ID                | 1       | 0xDD     | IEEE 802.11 Beacon 帧的供应商特定字段 (Vendor Specific)               |
| Length                    | 1       | 0x19     |                                                              |
| OUI                       | 3       | 50-6F-9A | Wi-Fi 联盟专用 OUI (组织唯一标识符)                                     |
| OUI Type                  | 1       | 0x13     | 标识 NAN 类型和版本                                                 |
| Attribute ID              | 1       | 0x0      | 主设备指示符属性 (Master Indication Attribute)                       |
| Length                    | 2       | 0x2      | 表示后续字段的长度 (2 字节)                                             |
| Master Performance        | 1       | 0xFE     | 用于表示设备作为主设备的偏好值, 较大的值表示更强的偏好。该值设为 0xFE, 表示每个无人驾驶航空器系统充当主设备集群 |
| Random Factor             | 1       | 0xEA     | 一个由发送设备选定的随机数字, 固定为 0xEA                                     |
| Attribute ID              | 1       | 0x1      | 集群属性 (Cluster Attribute)                                     |
| Length                    | 2       | 0x0D     | 表示后续字段的长度 (0x0D 字节)                                          |
| Anchor Master Information | 13      | Variable | 关于集群锚定主设备的信息, 参考 NAN 规范第 9.5.2 部分。                           |

#### 5.6 Wi-Fi 信标消息格式

Wi-Fi 信标的帧格式按照民用无人驾驶航空器系统安全要求的相关文件执行。

附录 A  
(资料性)

广播式运行识别技术说明

A.1 本附录提供了本文件中所定义的运行识别技术的总体概念性介绍。

A.1.1 具有运行识别功能的无人驾驶航空器使用蓝牙或Wi-Fi传输协议持续广播运行识别数据。随着现有技术的发展,未来可能会增加额外的传输协议。选择初始技术是为了与通常携带的、自身带有接收天线的手持设备兼容。

A.1.2 蓝牙和Wi-Fi会持续广播消息,以宣告相关设备的存在。这些广播消息通常能让其他设备发现相关设备并与其建立连接,而且这些广播消息本身可以携带有效载荷。这些广播消息包含广播式运行识别码数据。

A.1.3 运行识别的有效距离主要取决于传输协议、环境条件及设备性能。在理想条件下,蓝牙4.x的覆盖范围可达400米(+3dBm发射功率),蓝牙5.x的覆盖范围可超过1公里(+3dBm发射功率);Wi-Fi(2.4GHz/5GHz)在标准发射功率(+13dBm)下的覆盖范围同样可超过1公里。实际运行中,受建筑遮挡、电磁干扰和接收设备灵敏度等因素影响,有效识别距离通常会有所降低。为确保运行识别的可靠性,现行规范要求无人驾驶航空器必须保证在飞行全过程中,其地面投影点半径100米范围内的地面接收设备能够稳定获取广播信号。

A.1.4 图A.1描述了运行识别的典型应用场景。一架由操作者控制的无人机在近距离运行,并持续广播运行识别数据。感兴趣的观测者和相关执法人员通过接收蓝牙、Wi-Fi传输的运行识别数据确定该无人机的身份。

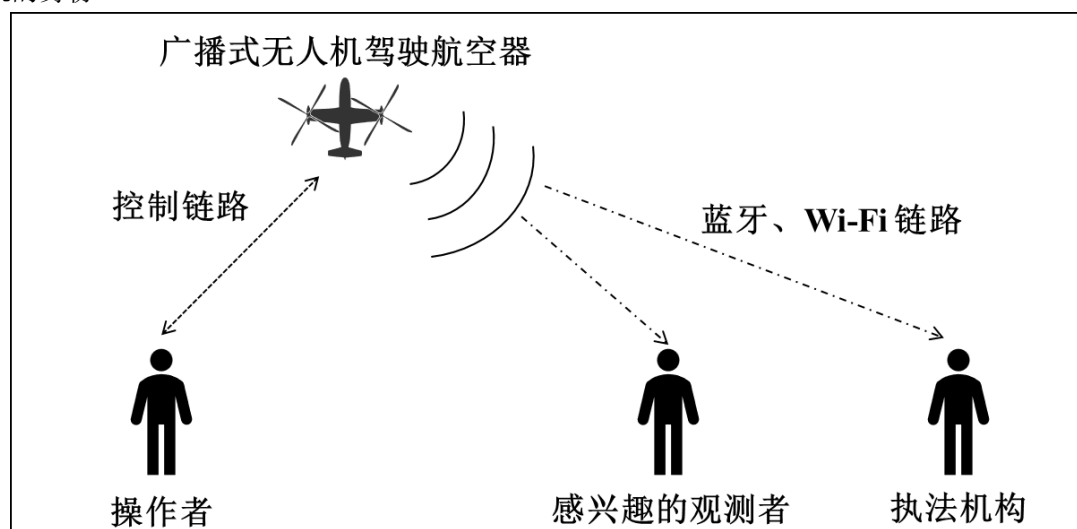


图 A.1 典型运行识别场景

## 附录 B (资料性)

### 运行识别意义与应用场景

B.1 本文件适用于无人驾驶航空器系统制造商、无人驾驶航空器系统运营者、运行识别运营平台及民用航空管理机构，用于对无人驾驶航空器系统或运行识别运营平台是否符合运行识别标准要求（或同时评估二者的合规性）进行检查和认证。通过统一技术要求和评价标准，本文件为保障无人驾驶航空器运行安全、提高空域管理效率提供了重要依据，并促进了无人驾驶航空器系统的标准化、互操作性及监管的有效实施。

B.2 运行识别作为无人驾驶航空器管理体系的重要组成部分，有助于以下几个方面：

#### B.2.1 提升空域安全性

通过广播无人驾驶航空器的身份和位置信息，使得其他空域使用者（包括有人驾驶航空器）能够感知无人驾驶航空器的存在，降低碰撞风险。

#### B.2.2 满足监管要求

许多国家和地区已颁布无人驾驶航空器运行识别相关法规，运行识别为无人驾驶航空器运营者提供符合监管要求的技术手段。

#### B.2.3 增强公众信任

运行识别使得公众可以了解在其所在区域上空飞行的无人驾驶航空器的合法性，有助于减少隐私和安全方面的担忧。

#### B.2.4 支持空域管理和无人驾驶航空器交通管理系统

运行识别提供的实时数据可被整合到有人驾驶航空器交通管理系统中，以便更有效地规划和协调无人驾驶航空器飞行。

B.3 运行识别作为无人驾驶航空器的监视手段，可适用于以下应用场景：

#### B.3.1 城市物流配送

在城市环境中，运行识别可用于无人驾驶航空器物流配送的监管。例如，电商平台或物流企业运营的大规模无人驾驶航空器配送网络，需要确保每架无人驾驶航空器的飞行符合空域管理规定。运行识别允许监管机构和物流运营方实时跟踪无人驾驶航空器的位置、飞行高度和航线，确保空域安全并避免对其他空中交通的干扰。

#### B.3.2 无人驾驶航空器执法与应急响应

执法部门和应急响应团队可以使用运行识别来监测低空空域中的无人驾驶航空器活动，确保公共安全。例如，在自然灾害、火灾、警务行动或大型公共活动期间，运行识别可用于识别合法无人驾驶航空器并排除未经授权的无人驾驶航空器，从而提高应急响应效率。

#### B.3.3 低空空域管理与城市空中交通

随着城市空中交通概念的推进，大量无人驾驶航空器（包括低空飞行器和eVTOL电动垂直起降飞行器）将共享城市空域。运行识别作为无人驾驶航空器交通管理系统的一部分，可实现对无人驾驶航空器的实时监测，防止空域拥堵和事故发生，为未来城市空中交通奠定基础。

#### B.3.4 关键基础设施保护

运行识别可用于防范无人驾驶航空器对机场、发电站、政府大楼等关键基础设施的潜在威胁。安全部门可通过运行识别识别未经授权进入敏感区域的无人驾驶航空器，并采取相应措施，如警告、拦截或引导离开。

#### B.3.5 无人驾驶航空器行业运营与商业应用

运行识别在农业、能源巡检、测绘等行业无人驾驶航空器应用中也具有重要作用。例如，在农田监测、电线路巡检、建筑测绘等场景下，运行识别使得运营商能够实时监测无人驾驶航空器运行状态，提高作业安全性和数据管理能力。

#### **B.3.6 公众查询与社区安全**

为促进无人机技术的社会化应用与公众信任，鼓励行业各方协同构建开放透明的空域信息共享生态。通过采用加密广播与防篡改技术，无人机运营商可主动向社区展示合法飞行资质与脱敏后的运行轨迹，使公众能够便捷核验空域活动的合规性。倡导监管机构、制造商与运营者共同探索隐私保护与信息公开的平衡机制，以技术创新推动社区安全感知提升，为低空经济发展营造包容、可信的公众基础。

参考文献

- [1] 《民用微轻小型无人驾驶航空器运行识别最低性能要求》，2024
  - [2] GB42590 《民用无人驾驶航空器系统安全要求》，2023
  - [3] ASTM F3411-22a运行识别与跟踪标准规范（Standard Specification for Remote ID and Tracking），2022
  - [4] 《民用无人驾驶航空器系统运行识别规范》，2025
-