

ICS 33.060.01

CCS M 51



团体标准

T/CEATEC XXX-2025

低空无人机通信安全技术规范

Technical specification for communication safety of low altitude UAV

(征求意见稿)

2025-X-XX 发布

2025-X-XX 实施

中国欧洲经济技术合作协会 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 系统架构 1

 4.1 总体架构 1

 4.2 硬件组成 1

 4.3 软件组成 1

5 技术要求 1

 5.1 物理层要求 2

 5.2 数据链路层要求 2

 5.3 网络层要求 2

 5.4 安全性要求 2

 5.5 环境要求 2

6 试验方法 2

 6.1 物理层试验 2

 6.2 数据链路层试验 3

 6.3 网络层试验 3

 6.4 安全性试验 3

 6.5 环境适应性试验 3

7 系统维护 3

 7.1 维护总则 3

 7.2 硬件系统维护 3

 7.3 软件系统维护 3

 7.4 数据完整性维护 4

 7.5 维护周期与流程 4

参 考 文 献 5

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。

本文件由中国欧洲经济技术合作协会提出并归口。

本文件主要起草单位：。

本文件主要起草人：。

本文件为首次编制。

低空无人机通信安全技术规范

1 范围

本文件规定了低空无人机通信安全的系统架构、技术要求、试验方法、系统维护等。
本文件适用于飞行高度在1000米以下（含1000米）的无人机通信系统的设计、生产、检验和应用。

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/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温
- GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温
- GB/T 9254.2 信息技术设备、多媒体设备和接收机 电磁兼容 第2部分：抗扰度要求
- GB/T 32918.4 信息安全技术 SM2椭圆曲线公钥密码算法 第4部分：公钥加密算法
- GB/T 36440 信息技术 系统间远程通信和信息交换局域网和城域网 特定要求 抗干扰低速无线个域网物理层规范
- GB/T 39350 空间数据与信息传输系统 遥控空间数据链路协议
- GB/T 41450 无人机低空遥感监测的多传感器一致性检测技术规范
- GB/T 42012 信息安全技术 即时通信服务数据安全要求

3 术语和定义

GB/T 32918.4、GB/T 36440、GB/T 39350、GB/T 41450、GB/T 42012界定的术语和定义适用于本文件。

4 系统架构

4.1 总体架构

低空无人机通信安全系统应采用分层架构设计，包括物理层、数据链路层、网络层以及安全性要求，各部分之间应具备良好的接口和协同工作能力。

4.2 硬件组成

4.2.1 无人机端通信设备

应包括通信模块、天线、电源模块和信号处理模块等。通信模块应支持至少2种不同的通信频段，以实现冗余通信。天线的增益应不低于5dBi，在工作频段内的驻波比应不大于1.5。

4.2.2 地面控制站通信设备

地面控制站通信设备应按照GB/T 41450规范执行。

4.3 软件组成

通信安全软件应包括通信协议栈、加密解密模块、抗干扰算法模块和故障诊断模块。加密解密模块应支持AES-256加密算法，加密和解密的处理速度应不低于100Mbps。

5 技术要求

5.1 物理层要求

5.1.1 通信频段

通信频段具体参数见表1。

表1 通信频段具体参数

频段	频率范围	带宽	最大发射功率
频段 1	2.400GHz~2.4835GHz	20MHz	20dBm
频段 2	5.725GHz~5.850GHz	40MHz	23dBm

5.1.2 接收灵敏度

在2.4GHz频段，当误码率不超过 1×10^{-6} 时，接收灵敏度应不高于-95dBm；在5.8GHz频段，接收灵敏度应不高于-90dBm。

5.1.3 发射功率稳定性

发射功率在整个工作频段内的波动范围应不超过±2dB。

5.2 数据链路层要求

5.2.1 数据传输速率

在2.4GHz频段，数据传输速率应不低于10Mbps；在5.8GHz频段，数据传输速率应不低于20Mbps。

5.2.2 误码率。

在正常工作环境下，数据链路层的误码率应不超过 1×10^{-6} 。在受到轻度干扰时，误码率应不超过 1×10^{-4} 。

5.2.3 帧结构

数据帧应包含帧头、数据载荷、校验码和帧尾。帧头长度为8字节，应包含同步码和帧类型标识；校验码采用CRC-32算法，校验码长度为4字节。

5.3 网络层要求

5.3.1 通信协议要求

通信协议应符合GB/T 42012的要求。

5.3.2 寻址能力要求

寻址能力要求应符合GB/T 42012的要求。

5.4 安全性要求

5.4.1 加密要求

加密要求应符合GB/T 32918、GB/T 42012的要求。

5.4.2 身份认证要求

无人机与地面控制站之间应进行双向身份认证，认证机制应采用基于数字证书的方式，数字证书的有效期应不超过1年。

5.4.3 数据完整性要求

数据完整性要求应符合GB/T 42012的要求。

5.4.4 抗干扰要求

抗干扰度要求应符合GB/T 9254.2、GB/T 36440的要求。

5.5 环境要求

环境要求应符合GB/T 2423.1、GB/T 2423.2、GB/T 9254.2的要求。

6 试验方法

6.1 物理层试验

6.1.1 通信频段测试

使用频谱分析仪对无人机通信设备的发射频段进行测试，测试步骤如下：

a) 将频谱分析仪的频率范围设置为2.0GHz~6.0GHz；

- b) 让无人机通信设备在正常工作状态下发射信号；
- c) 在频谱分析仪上观察发射信号的频率范围，应符合表1的要求。

6.1.2 接收灵敏度测试

采用信号发生器和误码率测试仪进行测试，步骤如下：

- a) 将信号发生器的输出频率设置为2.4GHz，输出功率设置为-100dBm；
- b) 连接信号发生器、衰减器和无人机通信设备的接收端；
- c) 逐渐增加衰减器的衰减值，直到误码率测试仪显示的误码率达到 1×10^{-6} ；
- d) 记录此时信号发生器的输出功率，该功率值应不高于-95dBm；
- e) 重复上述步骤，测试5.8GHz频段的接收灵敏度，应不高于-90dBm。

6.2 数据链路层试验

6.2.1 数据传输速率测试

数据传输速率测试应按照GB/T 39350执行。

6.2.2 误码率测试

误码率测试应按照GB/T 42012执行。

6.3 网络层试验

该项目试验方法见参考文献。

6.4 安全性试验

6.3.1 加密性能测试

加密性能测试应按照GB/T 32918、GB/T 42012执行。

6.3.2 抗干扰测试

抗干扰度测试应按照GB/T 9254.2、GB/T 36440执行。

6.5 环境适应性试验

环境要求应按照GB/T 2423.1、GB/T 2423.2、GB/T 9254.2执行。

7 系统维护

7.1 维护总则

7.1.1 维护要求

系统维护应遵循以下总体原则：

- a) 维护操作不应降低通信系统的安全等级，维护后系统性能指标应符合本文件第5章的技术要求；
- b) 维护人员应经过专业培训，具备通信安全系统维护资质，熟悉无人机通信协议及安全机制；
- c) 维护过程应记录完整，包括维护时间、内容、人员及设备状态，记录保存期限不少于3年。

7.1.2 维护分类

系统维护分为：

- a) 定期维护：按预设周期执行的常规维护，周期分为日常维护（每日）、周维护、月维护和年度维护；
- b) 应急维护：系统出现故障或异常时进行的针对性维护；
- c) 升级维护：因技术升级或安全漏洞修复进行的维护。

7.2 硬件系统维护

7.2.1 通信模块维护内容如下：

- a) 每日检查通信模块工作状态指示灯，应显示正常工作状态（绿灯常亮，无告警灯闪烁）；
- b) 每月使用频谱分析仪检测模块发射功率，波动范围应 $\leq \pm 2\text{dB}$ （符合5.1.3要求）；
- c) 每年进行模块性能全面测试，接收灵敏度应满足5.1.2要求，数据传输速率不低于额定值的90%。

7.3 软件系统维护

7.3.1 通信协议栈维护

通信协议栈维护内容如下：

- a) 每月检查协议栈运行日志，记录异常连接尝试及处理情况；
- b) 每季度进行协议栈兼容性测试，确保与无人机端、地面站各模块通信正常；
- c) 当发现协议漏洞时，应在48小时内完成补丁升级，并进行全系统测试。

7.3.2 密钥管理

密钥管理内容如下：

- a) 密钥更新周期应≤15分钟（符合5.4.1要求），且更新过程应加密传输；
- b) 主密钥更换应在离线环境下进行，更换后应测试AES-256加密速度≥100Mbps；
- c) 密钥存储设备应符合GB/T 32918.4要求，采用硬件加密存储，访问权限仅限授权人员。

7.4 数据完整性维护

- a) 每日检查HMAC-SHA256校验日志，记录异常数据帧；
- b) 每季度进行完整性算法性能测试，处理速度应≥100Mbps；
- c) 发现数据完整性校验错误率≥1×10⁻¹⁰时，应立即排查系统异常。

7.5 维护周期与流程

7.5.1维护周期表见表2。

表2 维护周期表

维护类型	周期	关键维护项目
日常维护	每日	设备状态巡检、日志检查
周维护	每周	天线系统检查、信号处理单元散热测试
月维护	每月	发射功率测试、协议栈兼容性测试
年度维护	每年	全系统性能测试、算法升级验证

7.5.2 维护流程

维护流程内容如下：

- a) 维护前准备：确认维护类型，准备工具及记录表格，备份系统配置；
- b) 安全验证：维护人员身份认证，获取维护授权码（有效期≤2小时）；
- c) 维护执行：按维护项目清单操作，记录原始数据及维护过程；
- d) 测试验证：维护后进行功能测试，确保性能指标达标；
- e) 记录归档：整理维护记录，存入加密数据库，生成维护报告。

参 考 文 献

TCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol) 即传输控制协议/网间协议, 是一种面向连接(连接导向)的、可靠的、基于字节流的运输层(Transport layer)通信协议, 由IETF的RFC 793说明(specified)。在简化的计算机网络OSI模型中, 它完成第四层传输层所指定的功能, UDP是同一层内另一个重要的传输协议。
