

航空 5G 机场场面宽带移动通信系统地面站 技术要求

(征求意见稿)

1 范围

本标准规定了航空 5G 机场场面宽带移动通信系统地面站技术要求。

本标准适用于航空 5G 机场场面宽带移动通信系统地面站的设计、研制、检验以及使用。

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（也包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 4208 外壳防护等级(IP 代码)

GB/T 22451 无线通信设备电磁兼容性通用要求

ICAO 《国际民用航空公约》附件 10 《航空电信》

ICAO Doc 9869 基于性能的通信和监视手册 (Manual on Required Communication Performance)

ICAO Doc 10044 航空机场场面宽带移动通信系统手册 (Manual on the Aeronautical Mobile Airport Communications System (AeroMACS))

3GPP 5G NR Series (Release15) 3GPP 5G 新空口系列技术规范

3GPP TS 38.201 (Release15) 物理层概述协议规范 (Physical layer general description)

3GPP TS 38.202 (Release15) 物理层提供的服务协议规范 (Services provided by the physical layer)

3GPP TS 38.211 (Release15) 物理信道和调制协议规范 (Physical channels and modulation)

3GPP TS 38.212 (Release15) 复用和信道编码协议规范 (Multiplexing and channel coding)

3GPP TS 38.213(Release15) 用于控制的物理层过程协议规范
(Physical layer procedures for control)

3GPP TS 38.214(Release15) 用于数据的物理层过程协议规范
(Physical layer procedures for data)

3GPP TS 38.215(Release15) 物理层测量协议规范 (Physical layer
measurements)

3GPP TS 38.321 (Release15) 媒体访问控制(MAC)协议规范 (Medium
Access Control (MAC) protocol specification)

3GPP TS 38.322 (Release15) 无线链路控制(RLC)协议规范 (Radio
Link Control (RLC) protocol specification)

3GPP TS 38.323 (Release15) 分组数据汇聚协议(PDCP)规范 (Packet
Data Convergence Protocol (PDCP) specification)

3GPP TS 37.324(Release15) 业务数据协议(SDAP)规范(Service Data
Adaption Protocol(SDAP) specification)

3GPP TS 38.331 (Release15) 无线资源控制(RRC)协议规范 (Radio
Resource Control (RRC);Protocol specification)

3GPP TS 29.502 (Release15) 会话管理功能协议规范 (Session
Management Services)

3GPP TS 29.503 (Release15) 数据管理功能协议规范 (Unified Data
Management Services)

3GPP TS 29.504 (Release15) 数据存储功能协议规范 (Unified Data
Repository Services)

3GPP TS 29.507 (Release15) 访问和移动控制策略功能协议规范
(Access and Mobility Policy Control Service)

3GPP TS 29.509 (Release15) 系统鉴权服务功能协议规范
(Authentication Server Services)

3GPP TS 29.518 (Release15) 接入和移动管理功能协议规范 (Access
and Mobility Management)

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

3.1.1 航空机场场面宽带移动通信系统 Aeronautical Mobile Airport Communications System

是以国际民航组织标准确定的一种数据链通信系统，使用 5091~5150MHz 航空专用频率，用于在机场场面环境下，支持保障飞行安全和航班运行的通信。

3.1.2 航空 5G 机场场面宽带移动通信系统 5GAeronautical Mobile Airport Communications System

航空 5G 机场场面宽带移动通信系统是将具有低时延、高可靠、大带宽特性的第五代移动通信技术，应用于航空机场场面宽带移动通信系统的民航专用网络，在民用机场范围内，使用 5091~5150MHz 航空专用频率，符合国际民航组织航空安全通信等级要求的新一代航空宽带通信系统。

3.1.3 航空 5G 机场场面宽带移动通信系统地面站 5G Aeronautical Mobile Airport Communications System Ground Station

用于实现机场区域内航空 5G 信号的通信覆盖和信号处理，建立与机载设备、车载设备、固定式安装设备和移动设备间的双向数据通信的一种地面固定设备。

3.1.4 多入多出 Multiple Input Multiple Output

是为提高信道容量，在发送端和接收端均使用多根天线，在收发之间构成多个信道的天线系统。

3.1.5 混合自动重传请求 Hybrid Automatic Repeat-request

是一种将前向纠错编码和自动重传请求相结合而形成的技术。

3.1.6 上行链路 Up-Link

指信号从用户设备到地面站的物理通道。

3.1.7 下行链路 Down-Link

指信号从地面站到用户设备的物理通道。

3.1.8 扇区 Sector

地面站天线发出的无线信号所覆盖区域。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

5G 第五代移动通信网络(Fifth Generation Network)

AeroMACS 机场航空宽带移动通信系统(Aeronautical Mobile Airport Communications System)

5G AeroMACS 航空 5G 机场航空宽带移动通信系统(5G Aeronautical Mobile Airport Communications System)

ARQ 自动重传请求 (Automatic Repeat-reQuest)

CPRI 通用公共无线电接口 (Common Public Radio Interface)

HARQ 混合自动重传 (Hybrid Automatic Repeat-reQuest)

IMSI 国际移动用户识别码(International Mobile Subscriber Identity)

MAC 媒体访问控制(Media Access Control)

MIMO 多入多出 (Multiple Input Multiple Output)

MTBCF 严重故障平均间隔时间(Mean Time Between Critical Failures)

MTTR 故障平均维修时间(Mean Time To Repair)

NG-RAN 新空口无线接入网(NR Radio Access Network)

NAS 非接入层 (None Access Layer)

RRC 无线资源控制 (Radio Resource Control)

SDAP 业务数据协议 (Service Data Adaption Protocol)

TDD 时分双工 (Time Division Duplexing)

4 技术要求

4.1 系统组成

4.1.1 航空 5G 机场场面宽带移动通信系统地面站主要由天线、射频模块、信号处理模块、数据管理模块、时间同步模块、监控维护模块组成。

4.1.2 系统应采用 UNIX、LINUX、WINDOWS 等成熟度较高的操作系统。

4.2 总体要求

4.2.1 系统应符合 ICAO《国际民航航空公约》附件 10《航空电信》第三卷以及 ICAODoc10044 中关于 AeroMACS 的总体要求。

4.2.2 应具备良好的扩展性，能通过调整站点数量、位置和覆盖方位，满足系统通信范围、接入用户数量变化的需求。

4.2.3 系统工作模式应为 TDD。

4.2.4 天线、射频模块应采用防雷设计。

4.2.5 如果存在资源争用，系统应按照 ICAO《国际民航航空公约》附件 10《航空电信》第二卷中关于航空移动服务优先级的要求进行服务保障。

4.2.6 系统电源模块应具备过流、过压和防雷保护功能。

4.2.7 系统应能支持混合自动重传请求技术。

4.2.8 通信地面站应符合 GB/T 22451 中规定的无线通信设备电磁兼容性通用要求。

4.2.9 系统开机、人工重启和自动重启时间应不大于 180s。系统应具备供电中断恢复后自动启动能力。

4.2.10 系统应能 24h 连续工作，系统的设计寿命应大于 15 年。

4.2.11 不包括计划内维护时间，系统年度可用性应不小于 99.99%。

4.2.12 系统 MTBCF 应大于 10000h，系统 MTTR 应小于 1h。

4.3 性能要求

4.3.1 系统工作频率为 5091MHz~5150MHz。

4.3.2 系统应具备信道载波带宽配置功能，配置范围为 5MHz、20MHz、30MHz、40MHz、50MHz、60MHz。

4.3.3 系统载波带宽在 60MHz 时，峰值通信上下行总速率应不小于 300Mbps。

4.3.4 在覆盖范围内，系统平均通信时延应不大于 20ms。

- 4.3.5 系统单个基带处理单元支持并发最大用户数应不小于 400 个。
- 4.3.6 系统应满足 ICAO Doc9869《基于性能的通信和监视手册》中关于通信性能的要求。
- 4.3.7 系统单个扇区作用距离应不小于 1.5km。
- 4.3.8 系统对移动目标最高速度支持能力应不小于 400km/h。
- 4.3.9 射频拉远单元与扩展单元间光纤传输最远距离应不小于 4km。
- 4.3.10 用户设备登录到系统所需时间应小于 15ms，概率不小于 95%。
- 4.3.11 用户设备从当前小区到下一小区网络切换时，数据通信应保持连续，切换所需时间应小于 45ms，概率不小于 95%。

4.4 安全要求

- 4.4.1 系统传输时的加密策略应遵循 AES 标准，密钥长度为 128 位，密钥管理协议遵循 PKMv2。
- 4.4.2 系统应具备向用户设备发送指示激活用户加密信令的能力，支持 RRC 信令和 NAS 信令的加密。
- 4.4.3 系统应对接入用户设备进行认证，认证信息应包括但不限于 ICAO 24bit 地址、车牌号、IMSI、机场设备识别码等。

4.5 通信协议

- 4.5.1 系统通信协议应遵循 3GPP 5G NR Series (Release 15) 的空口技术规范。
- 4.5.2 系统应满足 3GPP TS37.324 (Release 15) 中对于无线空口 SDAP 层协议的要求。
- 4.5.3 系统应满足 3GPP TS38.300 (Release 15) 中对于 NG-RAN 无线接口框架的要求。
- 4.5.4 系统应满足 3GPP TS38.321 (Release 15) 中对于无线空口 MAC 层协议的要求，支持 MAC 层 HARQ 机制。
- 4.5.5 系统应满足 3GPP TS38.323 (Release 15) 中对于无线空口 RLC 层协议的要求，支持 RLC 层的 ARQ 机制。
- 4.5.6 系统应满足 3GPP TS38.331 (Release 15) 中对于无线空口 RRC 层协议的要求。

4.5.7 系统应满足 3GPP TS38.201 (Release 15) 中对于无线空口物理层综述的要求。

4.5.8 系统应满足 3GPP TS38.202 (Release 15) 中对于无线空口物理层的功能与服务定义的要求。

4.5.9 系统应满足 3GPP TS38.211 (Release 15) 中对于无线空口物理层信道定义的要求。

4.5.10 系统应满足 3GPP TS38.212 (Release 15) 中对于无线空口的传输信道和控制信道的数据处理的要求。

4.5.11 系统应满足 3GPP TS38.213 (Release 15) 中对于无线空口物理层控制过程的定义的要求。

4.5.12 系统应满足 3GPP TS38.214 (Release 15) 中对于无线空口物理层数据过程的定义要求。

4.5.13 系统应满足 3GPP TS38.215 (Release 15) 中对于无线空口物理层测量的要求。

4.6 天线

4.6.1 天线工作频段为 5091~5150MHz。

4.6.2 天线增益应不小于 13dBi。

4.6.3 天线阻抗应为 50 Ω。

4.6.4 天线最大正向增益与最大反向增益比应小于 20dB。

4.6.5 天线水平波瓣宽度应大于 60°，驻波比应不大于 1.5。

4.6.6 天线应支持 2x2 或 4x4 MIMO 技术。

4.7 射频模块

4.7.1 射频模块应对射频信号收发进行处理，对基带数字信号与射频模拟信号进行转换。

4.7.2 射频模块工作频段应为 5091MHz~5150MHz。

4.7.3 射频模块应支持 2x2 或 4x4 MIMO 配置。

4.7.4 射频模块总发射功率应不大于 1W，射频拉远单元满载功耗应小于 30W。

4.7.5 射频模块接收灵敏度应不大于 -87dBm。

4.7.6 系统杂散发射限值应满足表 1 中的要求。

表 1 杂散发射限值

杂散频率范围	测量带宽	最大限制
$30\text{MHz} < f < 1\text{GHz}$	100 kHz	-36 dBm
$1\text{GHz} < f < 12.75\text{GHz}$	30kHz if $2.5\text{xBW} \leq f_c - f < 10\text{xBW}$	-30 dBm
	300kHz if $10\text{xBW} \leq f_c - f < 12\text{xBW}$	-30 dBm
	1MHz if $12\text{xBW} \leq f_c - f $	-30 dBm

4.8 信号处理模块

4.8.1 信号处理模块包含基带处理单元和信号汇聚单元。

4.8.2 基带处理单元

4.8.2.1 基带处理单元应能通过多个扩展单元连接不少于 12 个射频拉远单元。

4.8.2.2 基带处理单元至少支持 2 通道、60MHz 带宽小区的处理能力。

4.8.2.3 基带处理单元的空口相位误差应在 $\pm 1.5\mu\text{s}$ 之内。

4.8.2.4 在任何 1 个子帧时间内，基带处理单元输出信号的载频频率误差应在 $\pm 0.05 \text{ ppm}$ 范围内。

4.8.2.5 基带处理单元应至少具有 2 个用于连接扩展单元的 CPRI 传输接口，接口速率不小于 10Gbps。

4.8.2.6 基带处理单元应支持的下行调制方式为：QPSK、16QAM、64QAM、256QAM，支持的上行调制方式为：QPSK、16QAM、64QAM。

4.8.3 信号汇聚单元

4.8.3.1 信号汇聚单元应能将主机下行信号广播发送至射频拉远模块，并将多个射频拉远单元上行信号合并发送至基带处理单元。

4.8.3.2 信号汇聚单元至少具有 2 个 CPRI 接口，接口速率不小于 10Gbps。

4.8.3.3 信号汇聚单元应支持对其所属射频拉远单元进行远程管理功能。

4.8.3.4 信号汇聚单元静态功耗应小于 100W，最大功耗应小于 500W。

4.9 数据管理模块

4.9.1 数据管理模块应具备终端设备的合法注册、机场场面用户移动性管理、提供用户业务 QoS 管理、为数据和音视频服务提供连接等功能。

4.9.2 数据管理模块主要由接入移动管理单元、会话管理单元、身份认证服务单元、统一数据管理单元、统一数据存储单元、用户平面单元、策略控制单元、IP 多媒体单元业务处理单元组成。

4.9.3 接入移动管理单元应满足 3GPP TS 29.518 (Release 15) 中对于接入和移动管理功能的要求。

4.9.4 接入移动管理单元包括以下功能：

- a) 无线接入网络控制面接口 (N2) 终结点；
- b) 非接入层接口 (N1) 端节点，非接入层加密和完整性保护；

- c) 注册管理;
- d) 连接性管理;
- e) 可达性管理;
- f) 移动性管理;
- g) 传输用户设备和会话管理单元之间的会话管理消息;
- h) 用于路由会话管理消息的透明代理;
- i) 接入认证;
- j) 接入鉴权;
- k) 安全锚点功能;
- l) 安全上下文管理;
- m) 用户设备移动性事件通知。

4.9.5 会话管理单元应满足 3GPPTS 29.502 (Release 15) 中对会话管理功能的要求。

4.9.6 会话管理单元包括以下功能:

- a) 会话管理, 例如会话建立、修改和释放;
- b) 用户设备 IP 地址分配和管理;
- c) 在用户平面单元配置业务流定向, 将业务流路由到合适的目的地;
- d) 对策略执行和 QoS 的控制功能;
- e) 非接入层消息的会话管理部分端节点;
- f) 下行链路数据通知;
- g) 面向接入网络侧的会话管理消息发起端, 经由接入移动管理单元通过 N2 发送给接入网络。

4.9.7 身份认证服务单元应满足 3GPP TS 29.509 (Release 15) 中对于系统鉴权服务功能的要求。

4.9.8 身份认证服务单元包括以下功能:

- a) 认证服务器功能;
- b) 支持认证和密钥协商、可扩展认证协议等鉴权算法。

4.9.9 统一数据管理单元应满足 3GPP TS 29.503 (Release 15) 中对于数据管理功能的要求。

4.9.10 统一数据管理单元包括以下功能：

- a) 认证和密钥协商认证证书处理；
- b) 用户标识处理；
- c) 基于签约数据的访问授权；
- d) 服务于用户设备的网络功能的注册管理；
- e) 支持业务/会话连续性；
- f) 签约管理。

4.9.11 统一数据存储单元应满足 3GPP TS 29.504 (Release 15) 中对于数据存储功能的要求。

4.9.12 统一数据存储单元功能应具备结构化用户数据存储功能。

4.9.13 策略控制单元应满足 3GPP TS 29.507 (Release 15) 中对于访问和移动控制策略功能的要求。

4.9.14 策略控制单元包括以下功能：

- a) 统一的策略框架来管理通信行为；
- b) 为控制平面功能提供策略规则；
- c) 访问与统一数据存储库中的策略决策相关的用户信息。

4.9.15 用户平面单元包括以下功能：

- a) 偶联建立，支持会话管理单元发起的 N4 偶联建立，后续基于偶联建立会话；
- b) 偶联更新，支持修改已经建立的 N4 偶联，更新会话管理单元和用户平面单元所支持的功能列表，或者要求会话管理单元删除 N4 偶联；
- c) 偶联释放，支持会话管理单元发起的会话管理单元与用户平面单元之间的 N4 偶联删除；
- d) 在会话管理单元与用户平面单元之间周期性地检测对端节点的存活状态；
- e) 通过 N4 接口进行错误指示上报；
- f) N4 会话的用户面路径故障和恢复的上报。

4.9.16 IP 多媒体单元包括功能：

- a) 完成呼叫的发起、保持、释放；
- b) 对多媒体进行转换控制以及对多媒体业务提供支持。

4.9.17 数据管理模块可支持的并发用户数应不小于 10000 个。

4.9.18 数据管理模块支持协议数据单元会话数应不小于 20000 个。

4.9.19 数据管理模块应能支持不小于 100 个基带处理单元同时运行。

4.9.20 数据管理模块可配置数据网络数量应不小于 50 个。

4.9.21 数据管理模块支持数据峰值流量应不小于 40Gbps。

4.9.22 系统应支持以下接口：

- a) 用户终端设备接口 (N1)；
- b) 无线接入网接口 (N2)；
- c) 无线接入网接口 (N3)；
- d) 数据网络接口 (N6)；
- e) 新无线语音承载接口 (N5)。

4.10 时间同步模块

4.10.1 系统应支持北斗、GPS 双模时间同步功能。

4.10.2 时间同步模块应符合 IEEE 1588v2 精密时钟同步协议要求，同步精度应优于 $1.5 \mu s$ 。

4.11 监控维护模块

4.11.1 系统应具备设备管理、性能管理、故障管理、版本管理和电源管理等功能。

4.11.2 系统应能对如下参数进行显示和配置：

- a) 地面站标识参数（包括：地面站 ID，地面站名称，地面站 ID 长度）；
- b) 日志；
- c) 网络协议安全；
- d) 时间同步单元；
- e) CA 服务器 URL。

4.11.3 系统应能对处理器利用率、内存使用率进行显示。

4.11.4 系统应具备告警上报、告警查询功能。

4.11.5 系统应能上报地面站的设备监控数据。

4.12 工作环境

系统应能在以下条件下正常工作：

a) 工作电源：交流 220V±22V，50 Hz±1 Hz，直流 48V。

b) 室内设备：

1) 温度：-5° C 至 +55° C；

2) 湿度：10%~85% RH, 无凝露。

c) 室外设备：

1) 温度：-45 °C~+55 °C；

2) 湿度：5%RH~95%RH，无凝露；

3) 风速：160km/h；

4) 降雨：降雨量 16mm/h；

5) 冰雹：直径 12mm, 风速 17m/s；

6) 防水等级：不低于 GB/T 4208 规定的 IP67 规定。

附录 A
规范性附录

基于 IEEE 802.16 的 AeroMACS 及 5G AeroMACS 技术性能对比见表 A.1。

项目	基于 IEEE 802.16 的 AeroMACS	5G AeroMACS
无线通讯协议	RTCA DO-345	3GPP 5G NR (Release15)
工作频率	5091~5150 MHz	5091~5150 MHz
载波带宽	5MHz	5MHz、20MHz、30MHz、40MHz、50MHz、60MHz 可配置
工作模式	TDD	TDD
峰值速率	上行峰值通信速率不小于 4Mbps， 下行峰值通信速率不小于 8Mbps	系统载波带宽在 60MHz 时，峰值通信 上下行总速率应不小于 300Mbps
射频模块接收灵敏度	-92dBm	-87dBm
平均通信时延	不大于 50ms	不大于 20ms
对移动目标最高速度支持能力	不小于 120km/h	不小于 400km/h
时间同步功能	支持北斗、GPS 双模	支持北斗、GPS 双模
入网认证	遵循 EAP-TLS 协议，使用 X.509 数字证书	遵循 EAP-TLS 协议
传输数据时的加密策略	遵循 AES 标准，密钥长度为 128 位， 密钥管理协议遵循 PKMv2	遵循 AES 标准，密钥长度为 128 位， 密钥管理协议遵循 PKMv2
单站并发最大用户数	400 个	400 个
单个扇区作用距离	不小于 1.5Km	不小于 1.5Km
用户设备登录到系统所需时间	应小于 15ms，概率不小于 95%	应小于 15ms，概率不小于 95%
天线增益	不小于 13dBi	不小于 13dBi
天线阻抗	50 Ω	50 Ω
天线 MIMO 配置	2x2 或 4x4 MIMO	2x2 或 4x4 MIMO
发射功率	不大于 1W	不大于 1W
帧持续时间	5ms	1ms

调制方式	上行/下行: a) QPSK; b) 16QAM; c) 64QAM。	下行: a) QPSK; b) 16QAM; c) 64QAM; d) 256QAM。 上行: a) QPSK; b) 16QAM; c) 64QAM。
载频频率误差	±0.05 ppm	±0.05 ppm
网络接口速率	不小于 200Mbps	不小于 10Gbps
工作电源	交流 220V±22V, 50 Hz±1 Hz, 直流 48V	交流 220V±22V, 50 Hz±1 Hz, 直流 48V
工作环境	室内设备: 1) 温度: -5° C 至 +55° C; 2) 湿度: 10%-85% RH @40° C, 无凝露。 室外设备: 1) 温度: -45 °C~+55 °C; 2) 湿度: 5%RH~95%RH, 无凝露; 3) 风速: 160km/h; 4) 降雨: 降雨量 16mm/h; 5) 冰雹: 直径 12mm, 风速 17m/s; 6) 外壳防护等级: 不低于 GB/T4208 规定的 IP67 等级。	室内设备: 1) 温度: -5° C 至 +55° C; 2) 湿度: 10%-85% RH, 无凝露。 室外设备: 1) 温度: -45 °C~+55 °C; 2) 湿度: 5%RH~95%RH, 无凝露; 3) 风速: 160km/h; 4) 降雨: 降雨量 16mm/h; 5) 冰雹: 直径 12mm, 风速 17m/s; 6) 外壳防护等级: 不低于 GB/T4208 规定的 IP67 等级。