

MH

中华人民共和国民用航空行业标准

MH/T XXXX—XXXX

航空 5G AeroMACS 网络配置与建设规范

Specification of 5G AeroMACS network configuration and construction

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国民用航空局 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 缩略语.....	1
5 网络架构.....	2
6 网络配置要求.....	3
7 安全要求.....	3
8 站址要求.....	4
9 关键指标现场测试方法.....	4
9.1 测试要求.....	4
9.2 网络速率测试.....	4
9.3 网络覆盖测试.....	4
9.4 网络时延测试.....	5
9.5 网络丢包测试.....	5
附录 A（资料性） 附录 A 5G AeroMACS 网络规划参考.....	6
A.1 容量规划.....	6
A.2 覆盖规划.....	6
参考文献.....	7
图 1 5G AeroMACS 网络架构.....	2
表 1 机场 5G AeroMACS 网络建设级别要求.....	3

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。

本文件由中国民用航空局空管行业管理办公室提出。

本文件由中国民航科学技术研究院归口。

本文件起草单位：中国民用航空西南地区空中交通管理局、北京航空航天大学、中国民航科学技术研究院、中国民用航空华东地区空中交通管理局、中国民用航空中南地区空中交通管理局、上海机场（集团）有限公司、广东省机场管理集团有限公司。

本文件主要起草人：朱衍波、王一帆、任文力、洪刚、王妙颖、苏鸿伟、黄智灵、蔡开泉、沈洋、赵晶晶、谭锡荆、张楠、张荐、胡仁杰、王仕太、高彦杰、邓敏、许建颖、关茵、张卓剑、杨琳、冯兴学、宋健、单泓博、孙健、杨鹏、何琛。

航空 5G AeroMACS 网络配置与建设规范

1 范围

本文件规定了航空5G机场场面宽带移动通信系统（以下简称5G AeroMACS）的网络架构、网络配置、站址选择的相关要求，及网络关键指标的现场测试方法。

本文件适用于民用运输机场5G AeroMACS网络的规划、选址、建设、测试。

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。

- MH/T 0069 民用航空网络安全等级保护定级指南
- MH/T 0076 民用航空网络安全等级保护基本要求
- MH/T 4020 民用航空通信导航监视设施防雷技术规范的要求
- MH/T XXXX 航空5G AeroMACS地面站技术要求
- MH 5001 民用机场飞行区技术标准
- MH/T 5062 民用机场净空障碍物遮蔽原则应用指南
- IB-TM-2015-005 民航空管通信导航监视设施设备供配电配置指导材料

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

航空 5G 机场场面宽带移动通信系统 **5G aeronautical mobile airport communications system**

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5 091 MHz~5 150 MHz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。

3.2

基站 **base station**

由天线、射频模块、信号处理模块组成的移动通信系统，是无线电台站的一种形式。

3.3

核心网 **core network**

通信网络的管理中枢，负责将无线接入网与其他网络连接在一起，并管理、分发网络中的数据。

3.4

扇区 **sector**

基站天线发出的无线信号形成一个角度的扇面覆盖区域。

3.5

机动区 **maneuvering area**

飞行区内供航空器起飞、着陆和滑行的部分，不包括机坪。

[来源：MH 5001—2021，2.1.15]

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

5G AeroMACS：航空 5G 机场场面宽带移动通信系统 (5G Aeronautical Mobile Airport Communications System)

- RSRP: 参考信号接收功率 (Reference Signal Receiving Power)
- RSSI: 接收信号强度指示 (Received Signal Strength Indication)
- RTT: 往返时延 (Round-Trip Time)
- SINR: 信号与干扰加噪声比 (Signal to Interference plus Noise Ratio)

5 网络架构

5.1 5G AeroMACS 网络由 5G AeroMACS 地面站 (以下简称地面站) 以及承载网组成。5G AeroMACS 网络架构见图 1。

5.2 地面站主要由基站 (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。地面站应符合 MH/T XXXX 《航空 5G AeroMACS 地面站技术要求》的规定。

5.3 承载网是为 5G AeroMACS 各模块提供互联的基础网络。

5.4 5G AeroMACS 网络应支持与其他机场 5G AeroMACS 网络异地互联, 提供跨区域、跨机场的网络服务。

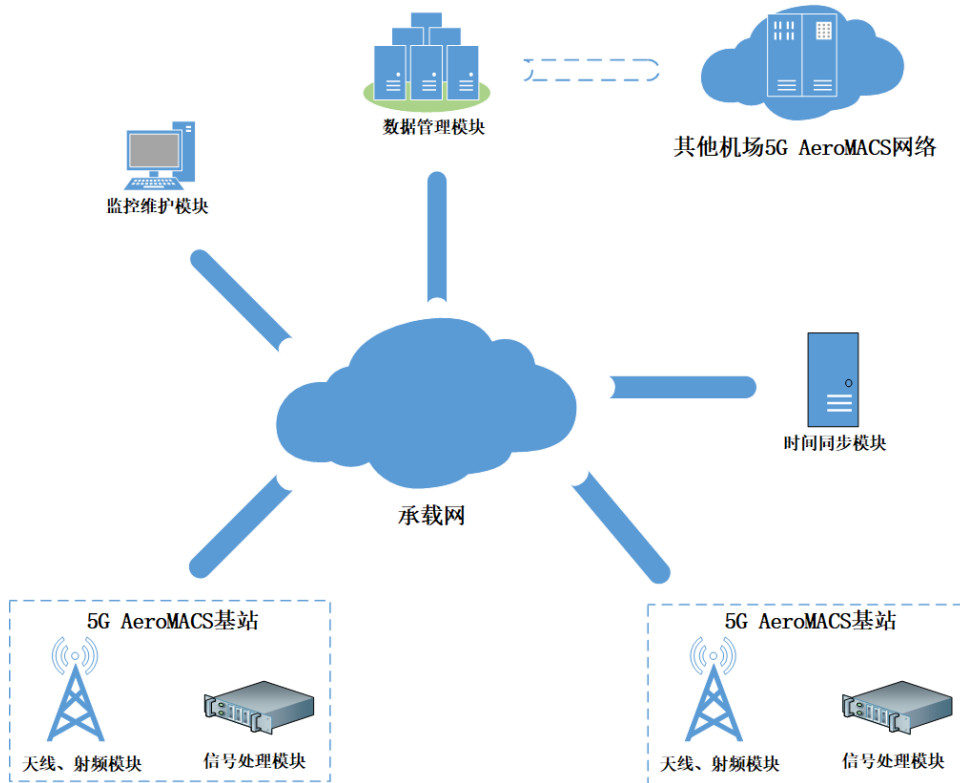


图1 5G AeroMACS 网络架构

5.5 5G AeroMACS 网络应使用航空专用频段 5 091 MHz~5 150 MHz。

5.6 5G AeroMACS 网络应支持空中交通管制与服务类业务、航空公司安全类业务、机场安全类业务接入, 支持的主要业务详见《中国民航新一代航空宽带通信技术路线图》附件 3。

5.7 5G AeroMACS 网络应根据承载的航空安全通信类业务 (I 级)、其他安全通信类业务 (II 级), 划分为航空安全通信子网、其他安全通信子网。

5.8 5G AeroMACS 网络规划应至少包括以下因素:

- a) 覆盖区域;
- b) 网络容量;
- c) 边缘速率和边缘覆盖电平;
- d) 扇区数量和位置。

网络规划参考附录A。

5.9 5G AeroMACS 网络应具备业务优先级保障能力，使航空安全通信类业务（I 级）优先级高于其他安全通信类业务（II 级），优先级指标应至少包括以下因素：

- a) 带宽；
- b) 时延；
- c) 丢包；
- d) 抖动。

6 网络配置要求

6.1 根据跑道构型及年起降架次将全国运输机场分为三类：

- a) 大型机场：设置 2 条（含）以上跑道的运输机场；
- b) 中型机场：设置单跑道，年起降架次大于 40 000（含）架次的运输机场；
- c) 小型机场：设置单跑道，年起降架次小于 40 000 架次的运输机场。

6.2 根据网络速率、网络质量、冗余方式，5G AeroMACS 网络可分为核心高可靠、高可靠、一般可靠三个网络建设级别。

6.3 根据运输机场规模分类，各机场建设 5G AeroMACS 网络建设级别应符合表 1 所规定的要求。

表 1 机场 5G AeroMACS 网络建设级别要求

机场规模	大型机场	中型机场	小型机场
网络建设级别	核心高可靠	高可靠	一般可靠

6.4 核心高可靠网络应满足以下要求：

- a) 网络速率：网络流量不超过网络容量的 50%。
- b) 网络质量：
 - 1) RSRP ≥ -85 dBm 且 SINR ≥ 5 dB 的区域覆盖率达到 98%；
 - 2) 网络平均时延 < 20 ms；
 - 3) 丢包率 $< 1\%$ 。
- c) 冗余方式：
 - 1) 数据管理模块实现双冗余；
 - 2) A/B 双网运行，双网间故障切换时间 < 3 s。

6.5 高可靠网络应满足以下要求：

- a) 网络速率：网络流量不超过网络容量的 60%。
- b) 网络质量：
 - 1) RSRP ≥ -88 dBm 且 SINR ≥ 3 dB 的区域覆盖率达到 98%；
 - 2) 网络平均时延 < 30 ms；
 - 3) 丢包率 $< 1\%$ 。
- c) 冗余方式：
 - 1) 数据管理模块实现双冗余；
 - 2) 单网络运行，机动区冗余覆盖。

6.6 一般可靠网络应满足以下要求：

- a) 网络速率：网络流量不超过网络容量的 70%。
- b) 网络质量：
 - 1) RSRP ≥ -92 dBm 且 SINR ≥ 1 dB 的区域覆盖率达到 98%；
 - 2) 网络平均时延 < 40 ms；
 - 3) 丢包率 $< 1\%$ 。
- c) 冗余方式：
 - 1) 数据管理模块为单机运行；
 - 2) 单网络运行。

7 安全要求

- 7.1 5G AeroMACS 网络应设置配套安全防护设施，防止包括雷击、火灾等事故发生。
- 7.2 5G AeroMACS 网络宜设置配套环境监控系统，对温度、湿度等报警信息进行统一监测。
- 7.3 5G AeroMACS 网络防雷设施配置应符合 MH/T 4020《民用航空通信导航监视设施防雷技术规范的要求》的要求。
- 7.4 5G AeroMACS 网络应按照 MH/T 0069《民用航空网络安全等级保护定级指南》、MH/T 0076《民用航空网络安全等级保护基本要求》配备相应策略和网络安全设备。

8 站址要求

- 8.1 5G AeroMACS 网络基站站址应符合 MH 5001《民用机场飞行区技术标准》、MH/T 5062《民用机场净空障碍物遮蔽原则应用指南》的要求。
- 8.2 5G AeroMACS 网络基站站址宜在具备水、电、路等基础设施的便利、安全之处，在满足台（站）电磁环境要求条件下，宜选用民航现有站址资源。
- 8.3 5G AeroMACS 网络基站站址所在平台面积、空间应能满足设施设备安装和运行需要，并可为后续网络发展预留配套资源。
- 8.4 5G AeroMACS 网络核心网站址供电应符合 IB-TM-2015-005《民航空管通信导航监视设施设备供配电配置指导材料》中第 3 章要求。
- 8.5 5G AeroMACS 网络基站站址供电应符合 IB-TM-2015-005《民航空管通信导航监视设施设备供配电配置指导材料》中第 5 章要求。
- 8.6 5G AeroMACS 网络基站站址配套承载网应采用光通信系统，光通信系统宜具备路由保护功能。

9 关键指标现场测试方法

9.1 测试要求

5G AeroMACS 网络验收应包括网络带宽、网络覆盖、网络时延、网络丢包技术指标测试，测试技术指标应符合本文件 6.4 至 6.6 的要求。

测试环境应满足如下要求：

- a) 中心频点：按照机场分类频谱带宽配置确定中心频点。
- b) 测试带宽：按照机场分类频谱带宽配置测试频率带宽。
- c) 射频模块发射功率 ≤ 1 W。
- d) 信号强度：测试位置信号强度 ≥ -90 dBm。
- e) 设备准备：测试终端正常接入 5G AeroMACS 网络，业务服务器完成部署安装且工作正常。
- f) 测试环境：测试区域内无明显干扰源；测试终端与基站之间无明显障碍物；测试车辆运行路线应覆盖所有目标覆盖区域；车速按照机场隔离区规定最高时速行驶。
- g) 其他要求：测试设备应符合指标测试需求，并在检定或校准有效期内，其检测性能应满足被测性能指标的要求，测试设备应根据测试指标进行测量范围、分辨力、准确度和稳定度的选择。

9.2 网络速率测试

一般测试方法如下。

- a) 网络设备上电并且处于正常工作状态。
- b) 测试终端正常接入 5G AeroMACS 网络，业务服务器完成部署安装，测试终端完成数据传输工具安装。
- c) 在待测基站下定点进行测试。
- d) 测试终端打开数据传输工具，向业务服务器发起下载业务操作，待数据业务稳定后，连续测试 2 分钟，记录下行峰值速率，作为下行峰值速率。
- e) 测试终端打开数据传输工具，向业务服务器发起上传业务操作，待数据业务稳定后，连续测试 2 分钟，记录上行峰值速率，作为上行峰值速率。
- f) 验证网络速率技术指标符合本文件 6.4 至 6.6 的要求视为通过。

9.3 网络覆盖测试

一般测试方法如下。

- a) 网络设备上电并且处于正常工作状态。
- b) 测试终端正常接入 5G AeroMACS 网络。
- c) 使用测试终端及软件接收 RSRP 和 SINR，并记录 RSRP、SINR 以及测试车辆位置信息等相关数据。
- d) 测试范围应包括网络所有目标覆盖区域。
- e) 验证 RSRP、SINR 技术指标符合本文件 6.4 至 6.6 的要求视为通过。

9.4 网络时延测试

一般测试方法如下。

- a) 网络设备上电并且处于正常工作状态。
- b) 测试终端正常接入 5G AeroMACS 网络，测试终端完成 Ping 工具安装。
- c) 测试车辆按照正常时速运行。
- d) 测试终端打开 Ping 工具，向数据管理模块发起 Ping 包业务测试，包长分别为 32 Byte 和 1500 Byte，Ping 包次数 1000 次。
- e) 记录测试结果 RTT 各测试样值及统计数据。
- f) 基于统计数据，按照公式(1)分别计算 32 Byte 平均 Ping 包时延和 1500 Byte 平均 Ping 包时延。

$$\text{平均 Ping 包时延} = \text{所有 RTT 样本的平均值} \dots\dots\dots (1)$$

- g) 验证网络时延技术指标符合本文件 6.4 至 6.6 的要求视为通过。

9.5 网络丢包测试

一般测试方法如下。

- a) 网络设备上电并且处于正常工作状态。
- b) 测试终端正常接入 5G AeroMACS 网络，测试终端完成 Ping 工具安装。
- c) 测试车辆按照正常时速运行。
- d) 测试终端打开 Ping 工具，向数据管理模块发起 Ping 包业务测试，包长分别为 32 Byte 和 1500 Byte，Ping 包次数 1000 次。
- e) 记录测试结果 RTT 各测试样值及统计数据。
- f) 基于统计数据，按照公式(2)分别计算 32 Byte Ping 包丢包率和 1500 Byte Ping 包丢包率。

$$\text{Ping 包丢包率} = (\text{丢包统计总次数} / \text{Ping 包总次数}) * 100\% \dots\dots\dots (2)$$

- g) 验证网络丢包率技术指标符合本文件 6.4 至 6.6 的要求视为通过。

附录 A
(资料性)

附录 A 5G AeroMACS 网络规划参考

A.1 容量规划

A.1.1 网络总体容量需求包括但不限于：空中交通管制与服务类、航空公司安全类、机场安全类业务量。

A.1.2 网络容量统计应考虑上下行传输速率需求、终端数量、业务并发需求和业务占空比等因素。

A.1.3 网络容量估算方法如下：

- a) 以机场设计或实际航班架次高峰小时为网络容量统计时段，分业务统计上下行传输速率需求；
- b) 根据业务实际特点，预估业务占空比、并发数、终端数量；
- c) 根据以上两项数据分别计算高峰小时内所有业务上、下行数据传输总量；
- d) 根据计算的上、下行数据传输总量，按照网络建设级别，确定网络容量。

A.2 覆盖规划

A.2.1 覆盖规划主要包括覆盖面积和站点规模两个要素。

A.2.2 覆盖规划方法如下：

- a) 覆盖面积：根据机场建设规划和业务覆盖区域确定最终覆盖面积；
- b) 明确边缘速率、边缘电平：根据分类统计的业务传输速率，以上行或下行速率需求最大的业务确定为边缘速率规划目标，该业务对应的边缘电平作为边缘覆盖电平；
- c) 根据边缘速率、边缘电平、基站频谱带宽、发射功率、天线收发数等参数，确定扇区覆盖半径和扇区容量；
- d) 根据扇区覆盖半径，计算扇区覆盖面积；
- e) 覆盖估算扇区数目=向上取整（覆盖面积/扇区覆盖面积）；
- f) 容量估算扇区数目=向上取整（网络容量/扇区容量）；
- g) 比较覆盖估算扇区数量和容量估算扇区数目，取最大值；
- h) 对于廊桥等存在阻挡可能导致的弱覆盖或无法覆盖区域，须结合网络仿真给予重点考虑。

参 考 文 献

- [1] GB 50016 建筑设计防火规范
 - [2] GB 50057 建筑物防雷设计规范
 - [3] GB 50116 火灾自动报警系统设计规范
 - [4] GB 50174 电子信息系统机房设计规范
 - [5] GB 50689 通信局（站）防雷与接地工程设计规范
 - [6] MH/T 4003.1 民用航空通信导航监视台（站）设置场地规范 第1部分：导航
 - [7] MH/T 4003.2 民用航空通信导航监视台（站）设置场地规范 第2部分：监视
 - [8] MH/T 5018 民用运输机场信息 集成系统工程设计规范
 - [9] IB-TM-2010-004 民用航空导航台建设指导材料
 - [10] MD-TM-2010-007 民航空管雷达站、导航台及甚高频遥控台配套设施配置要求
 - [11] 民航发（2021）18号 中国民航新一代航空宽带通信技术路线图
 - [12] 民航规（2024）48号 空管防跑道侵入技术应用指导意见
-