

MH

中华人民共和国民用航空行业标准

MH/T XXXX—XXXX

航空 5G AeroMACS 地面站技术要求

Technical requirements of 5G aeronautical mobile airport communications system
ground station

(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	2
5 技术要求	3
5.1 系统组成	3
5.2 总体要求	3
5.3 性能要求	3
5.4 基站	4
5.5 核心处理设备	6
5.6 安全要求	8
6 工作环境	8
参考文献	9
图 1 航空 5G AeroMACS 地面站示意图	3
表 1 信道载波带宽配置	3
表 2 帧结构峰值速率	4
表 3 调制信号质量	4
表 4 杂散发射限值	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。

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：中国民用航空局空中交通管理局技术中心。

本文件主要起草人：李黎、张德、张煜凡、朱衍波、李欣、李航宇、余超洋、周锐锐、贾宇、谭锡荆、黄智灵、邱志豪、赵羽、庞晗。

航空 5G AeroMACS 地面站技术要求

1 范围

本文件规定了航空5G AeroMACS地面站的系统组成、总体要求、性能要求、各模块功能要求、安全要求、工作环境等。

本文件适用于航空5G AeroMACS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 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

MH/T 4020—2006 民用航空通信导航监视设施防雷技术规范

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

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

航空 5G AeroMACS 地面站 5G aeronautical mobile airport communications system ground station

用于实现民用机场区域内航空5G信号的通信覆盖和信号处理，包括航空5G机场场面宽带移动通信基站与核心处理设备，是建立与机载设备、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专用设备。

3.3

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。

3.4

终端设备 user equipment

在航空5G机场场面宽带移动通信系统网络中与基站进行通信，能够接入网络并满足相应传输能力、业务能力、基本协议功能、射频、功耗、接口和安全等方面要求的设备。

注：一般可分为车载式终端、固定式终端和便携式终端。

3.5

小区 cell

在航空5G机场场面宽带移动通信系统无线网络中的一个基本的地理覆盖单元。

注：一般由一个或多个基站（如gNodeB）组成，负责为该区域内的用户提供无线接入服务。

3.6

基带处理单元 baseband unit

在航空5G机场场面宽带移动通信系统网络中负责完成基带协议处理，提供与基站远端射频单元接口的设备单元。

注：一般硬件包含基带处理模块、主控传输模块、电源模块以及接口模块。

4 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)

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

ARQ: 自动重传请求 (Automatic Repeat-request)

AES: 高级加密标准 (Advanced Encryption Standard)

AMF: 接入和移动管理功能 (Access and Mobility Management Function)

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

CORESET: 控制资源集 (Control Resource Set)

CQI: 信道质量指示 (Channel Quality Indicator)

DMRS: 解调参考信号 (Demodulation Reference Signal)

DRB: 数据无线承载 (Data Radio Bearer)

DNN: 数据网络名称 (Data Network Name)

EIRP: 有效全向辐射功率 (Effective Isotropic Radiated Power)

EVM: 矢量幅度误差 (Error Vector Magnitude)

HARQ: 混合自动重传请求 (Hybrid Automatic Repeat-request)

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

IP Sec: 互联网安全协议 (Internet Protocol Security)

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)

NAS: 非接入层 (Non-Access Stratum)

NTP: 网络时间协议 (Network Time Protocol)

OFDM: 正交频分复用 (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)

PDSCH: 物理下行共享信道 (Physical Downlink Shared Channel)

PUSCH: 物理上行共享信道 (Physical Uplink Shared Channel)

PUCCH: 物理上行控制信道 (Physical Uplink Control Channel)

PBCH: 物理广播信道 (Physical Broadcast Channel)

PMI: 预编码矩阵指示 (Precoding Matrix Indicator)

PCF: 策略控制功能 (Policy Control Function)

PTP: 精确时间协议 (Precision Time Protocol)

QoS: 服务质量 (Quality of Service)

RI: 秩指示符 (Rank Indicator)

RADIUS: 远程用户拨入认证服务 (Remote Authentication Dial-In User Service)

RRC: 无线资源控制 (Radio Resource Control)

RLC: 无线链路控制 (Radio Link Control)

SCS: 子载波间隔 (Sub carrier Spacing)

SDAP: 业务数据协议 (Service Data Adaptation Protocol)

SMF: 会话管理功能 (Session Management Function)

SSB RSRP: 同步信号块参考信号接收功率 (Synchronization Signal Block Reference Signal Received Power)

SSB: 同步信号块 (Synchronization Signal Block)

UPF: 用户面功能 (User Plane Function)

TA: 定时提前量 (Timing Advance)

TDD: 时分双工 (Time Division Duplexing)

5 技术要求

5.1 系统组成

5.1.1 航空 5G AeroMACS 地面站（以下简称为“地面站”）主要由基站和核心处理设备组成，见图 1。

5.1.2 基站主要包括天线、射频模块和信号处理模块。

5.1.3 核心处理设备主要包括数据管理模块、时间同步模块和监控维护模块。

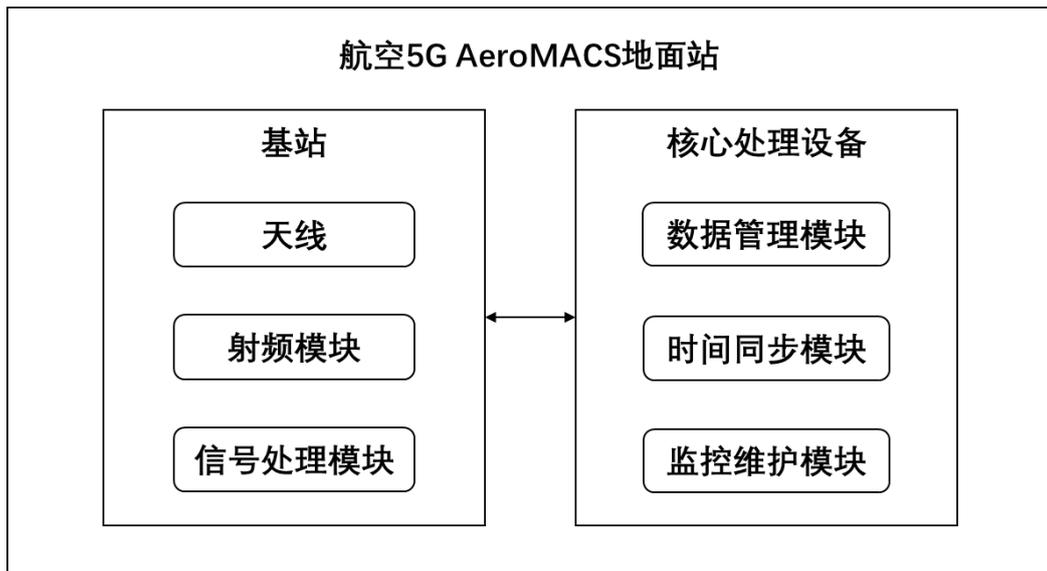


图1 航空 5G AeroMACS 地面站示意图

5.2 总体要求

5.2.1 地面站应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。

5.2.2 地面站工作模式应为 TDD。

5.2.3 地面站的设计寿命应不小于 10 年，地面站应能 24 h 连续工作。

5.2.4 地面站 MTBCF 应不小于 10 000 h，地面站 MTTR 应不大于 1 h。

5.2.5 地面站电源模块应具备过流、过压和防雷/防浪涌保护功能。射频模块、天线应采用防雷/防浪涌措施，符合 MH/T 4020—2006 要求设置避雷保护装置。

5.2.6 如果存在资源争用，地面站应具备保障高优先级用户的能力，包括配置优先级保障带宽和保障内容。

5.2.7 基站应符合 GB/T 22451 规定的无线通信设备电磁兼容性通用要求。

5.2.8 基站开机、人工重启和自动重启时间应不大于 360 s。地面站应具备供电中断恢复后自动启动能力。

5.3 性能要求

5.3.1 地面站工作频率为 5 091 MHz~5 150 MHz。

5.3.2 地面站应满足 ICAO Doc 9869《基于性能的通信和监视手册》中关于通信性能的要求。

5.3.3 地面站应具备信道载波带宽配置功能，配置范围应符合表 1 要求。

表1 信道载波带宽配置

带宽	5 MHz (可选)	20 MHz	30 MHz	40 MHz	50 MHz	60 MHz (可选)
30 KHz 子载波等效 RB 数	11	51	78	106	133	159 (可用)

注：可选表示带宽5 MHz和60 MHz属于可选项，可用表示实际上使用59MHz，有159个可用RB数。

5.3.4 地面站上下行链路速率比例应可配置。

5.3.5 在 5.3.3 所配置的系统载波带宽范围内,不同帧结构下最大带宽的峰值速率应符合表 2 的要求。

表2 帧结构峰值速率

场景	帧结构	上行峰值速率	下行峰值速率
上下行两流	DDDDDDSUU	80 Mbps	320 Mbps
	DSUUU	250 Mbps	120 Mbps
	DDDSUDDSUU	120 Mbps	280 Mbps
上行两流下行四流	DDDDDDSUU	80 Mbps	630 Mbps
	DSUUU	235 Mbps	235 Mbps
	DDDSUDDSUU	120 Mbps	580 Mbps

5.3.6 在覆盖范围内,系统从终端设备到数据管理模块的用户面平均时延应不大于 40 ms。

5.3.7 地面站对移动目标最高速度支持能力应不小于 300 km/h,在 300 km/h 时上行速率应不低于 500 Kbps,下行速率应不低于 1 Mbps。

5.3.8 某一扇区内最大有效全向辐射功率 (EIRP) 应不大于 39.4 dBm。

5.3.9 地面站在终端设备已启动情况下,从无网络到接入网络的时间应不高于 100 ms。

5.3.10 地面站在终端设备从当前小区到下一小区网络切换时,源小区 SSB RSRP > -100 dBm 的条件下,信令面时延应不高于 120 ms,用户面时延应不高于 160 ms。

5.3.11 地面站数据管理模块支持同时在线用户数应不小于 10 000 个。

5.3.12 地面站数据管理模块支持协议数据单元会话数应不小于 20 000 个。

5.3.13 地面站数据管理模块应支持不小于 100 个基带处理单元同时运行。

5.3.14 地面站数据管理模块支持配置数据网络数量 (DNN) 应不小于 50 个。

5.3.15 地面站数据管理模块支持数据峰值并发流量应不小于 40 Gbps。

5.4 基站

5.4.1 基站应支持与终端建立和释放 RRC 连接及数据无线承载。

5.4.2 基站应支持基于 Xn 或 NG 接口及站内的同频切换。

5.4.3 基站应支持发送用于随机接入响应的上行 TA 指令。

5.4.4 基站应支持处于 RRC_IDLE 状态的终端建立初始随机接入。

5.4.5 基站应支持初始安全激活的加密和解密及完整性保护。

5.4.6 基站应支持可寻呼处于 RRC_IDLE 状态的终端。

5.4.7 基站应支持 SSB 和 PBCH block 传输。

5.4.8 基站应支持发送系统信息广播。

5.4.9 基站应支持上行 PUSCH 和下行 PDSCH 的两种调制编码阶数 (type0 和 1)。

5.4.10 基站应符合表 3 调制信号质量的 EVM 要求。

表3 调制信号质量

PDSCH 的调制方式	EVM 的要求
QPSK	18.5%
16QAM	13.5%
64QAM	9%
256QAM	4.5%

5.4.11 基站应支持上行 PUSCH 的时域资源分配。

5.4.12 基站应支持基于 OFDM 的 PUSCH 的频域资源分配。

5.4.13 基站应支持下行 PDSCH 的频域和时域资源分配。

5.4.14 基站应支持 PDCCH 的分配资源 (CORESET 配置)。

5.4.15 基站应支持 PUCCH 信道周期或非周期的 RI、CQI 和 PMI 上报。

5.4.16 基站应支持载波带宽 20 MHz、30 MHz、40 MHz、50 MHz,宜支持 5MHz、60 MHz,子载波间隔应为 30 KHz。

- 5.4.17 基站应支持下行单用户闭环 MIMO 传输。
- 5.4.18 基站应支持 PDSCH 和 PUSCH 解调参考信号附加 DMRS。
- 5.4.19 基站应支持追踪参考信号。
- 5.4.20 基站发射功率精度应支持 ± 3 dB 误差。
- 5.4.21 基站应支持混合自动重传请求 HARQ。
- 5.4.22 基站应支持 DDDDDDSUU、DSUUU 的帧结构，可支持 DDDSUDDSUU 的帧结构。
- 5.4.23 基站应支持基于码本的单用户 2 流上行传输。
- 5.4.24 天线应符合以下要求：
- 室外天线增益不大于 15 dBi，室内天线增益不大于 5 dBi；
 - 天线阻抗为 50Ω ；
 - 室外天线最大正向增益与最大反向增益比大于 20 dB，室内天线最大正向增益与最大反向增益比大于 15 dB；
 - 驻波比不大于 1.5；
 - 天线支持 2×2 MIMO 或 4×4 MIMO 技术。
- 5.4.25 射频模块应符合以下要求：
- 射频模块对射频信号进行收发处理，对基带数字信号与射频模拟信号进行转换；
 - 射频模块单个扇区信号覆盖有效距离应不小于 1.7 km，在信号覆盖边缘区域的上下行总速率应不小于 30 Mbps；
 - 射频模块单个射频单元信号有效覆盖半径应不小于 20 m，在信号覆盖边缘区域的上下行总速率应不小于 30 Mbps；上行速率应不小于 10 Mbps，下行速率应不小于 20 Mbps；
 - 射频模块与信号处理模块之间支持的光纤传输距离应不小于 4 km；
 - 射频模块支持 2×2 MIMO 或 4×4 MIMO 配置；
 - 射频模块发射总功率不大于 1 W；
 - 基站射频模块接收灵敏度不大于 -87 dBm；
 - 杂散发射限值满足表 4 中的要求。

表4 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
$1 \text{ GHz} < f < 12.75 \text{ GHz}$	若 $2.5 \text{ 倍 BW} \leq f_c - f < 10 \text{ 倍 BW}$ ，则 30 kHz	-30 dBm
	若 $10 \text{ 倍 BW} \leq f_c - f < 12 \text{ 倍 BW}$ ，则 300 KHz	-30 dBm
	若 $12 \text{ 倍 BW} \leq f_c - f $ ，则 1 MHz	-30 dBm

注：f指频率， f_c 指中心频率。

- 5.4.26 信号处理模块应符合以下要求：
- 信号处理模块包含基带处理单元和信号汇聚单元；
 - 基带处理单元应支持激活态的最大用户数应不小于 400 个；
 - 基带处理单元应能通过多个信号汇聚单元具有连接不少于 3 个射频模块的能力；
 - 基带处理单元应至少支持 2 通道、50 MHz 带宽小区的处理能力；
 - 基带处理单元的空口相位误差应在 $\pm 1.5 \text{ us}$ 之内；
 - 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 $\pm 0.1 \text{ ppm}$ 范围内；
 - 基带处理单元应至少具有 2 个用于连接信号汇聚单元的 CPRI 传输接口，接口双工速率不小于 9.8 Gbps；
 - 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、256QAM；
 - 基带处理单元设备静态功耗宜小于 120 W，最大功耗宜小于 200 W；
 - 信号汇聚单元应能将主机下行信号广播发送至射频模块，并将多个射频模块上行信号合并发送至基带处理单元；
 - 信号汇聚单元应至少具有 2 个 CPRI 接口，单个接口速率不小于 9.8 Gbps；

- 1) 信号汇聚单元应支持对其所属射频模块进行远程管理功能。

5.5 核心处理设备

5.5.1 一般要求

核心处理设备应包括数据管理模块、时间同步模块和监控维护模块。

5.5.2 数据管理模块

5.5.2.1 数据管理模块应至少包括接入移动管理单元、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。

5.5.2.2 数据管理模块应支持以下接口：

- a) 用户终端设备和 AMF 的接口 (N1)；
- b) 无线接入网和 AMF 的接口 (N2)；
- c) 无线接入网和 UPF 的接口 (N3)；
- d) 数据网络接口 (N6)；
- e) 新应用和 PCF 的接口 (N5)；
- f) SMF 和 PCF 间的接口 (N7)。

5.5.2.3 接入移动管理单元应具备以下网络功能：

- a) 支持作为无线接入网络控制面接口 (N2) 终结点；
- b) 支持作为非接入层接口 (N1) 端节点，非接入层加密和完整性保护；
- c) 支持注册管理；
- d) 支持连接性管理；
- e) 支持可达性管理；
- f) 支持移动性管理；
- g) 支持传输用户设备和会话管理单元之间的会话管理消息；
- h) 支持用于路由会话管理消息的透明代理；
- i) 支持接入认证；
- j) 支持接入鉴权；
- k) 支持安全锚点功能；
- l) 支持安全上下文管理；
- m) 支持用户设备移动性事件通知；
- n) 支持信令的流控，避免异常终端设备冲击，系统出故障；
- o) 支持访问远端部署的统一数据管理功能，支持漫游场景；
- p) 支持非接入层信令的机密性保护；
- q) 支持使用用户隐藏标识符或 5G 全球唯一临时标识进行鉴权。

5.5.2.4 会话管理单元应具备以下网络功能：

- a) 支持会话管理，例如会话建立、修改和释放；
- b) 支持用户设备 IP 地址分配和管理；
- c) 支持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) 支持对策略执行和 QoS 的控制；
- e) 支持非接入层消息的会话管理部分端节点；
- f) 支持下行链路数据通知；
- g) 支持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；
- h) 支持接受 PCF 的控制；
- i) 可支持 radius 二次认证。

5.5.2.5 身份认证服务单元应具备以下网络功能：

- a) 支持认证服务器功能；
- b) 支持认证和密钥协商、可扩展认证协议等鉴权算法；
- c) 支持认证，并可以在认证后向接入管理单元提供用户永久标识。

5.5.2.6 统一数据管理单元应具备以下网络功能：

- a) 支持认证和密钥协商认证证书处理;
 - b) 支持用户标识处理;
 - c) 支持服务于用户设备的网络功能的注册管理;
 - d) 支持业务/会话连续性;
 - e) 支持签约管理;
 - f) 支持用户隐藏标识符恢复用户永久身份信息的能力;
 - g) 支持终端设备签约静态地址;
 - h) 支持基于签约数据的访问授权(漫游控制)。
- 5.5.2.7 统一数据存储单元功能应具备以下网络功能:
- a) 支持结构化用户数据存储;
 - b) 支持数据管理单元和策略控制单元的数据存储和检索。
- 5.5.2.8 用户平面单元应具备以下网络功能:
- a) 支持作为与外部数据网络(DN)互连的PDU会话节点;
 - b) 支持数据包检测;
 - c) 支持流量使用情况报告;
 - d) 支持用户平面的QoS处理;
 - e) 支持偶联建立,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;
 - f) 支持向源地面站节点发送和转发一个或多个“结束标记”;
 - g) 支持分组路由和转发;
 - h) 支持上行链路流量验证;
 - i) 支持上行链路和下行链路中的传输层数据包标记;
 - j) 支持下行链路分组缓存和下行链路数据通知触发;
 - k) 支持用户平面的策略规则执行。
- 5.5.2.9 策略控制单元应具备以下网络功能:
- a) 支持统一的策略框架来管理通信行为;
 - b) 支持为控制平面功能提供策略规则;
 - c) 支持访问统一数据存储库中的策略决策相关的用户信息。

5.5.3 时间同步模块

- 5.5.3.1 地面站应支持仅北斗同步方式。
- 5.5.3.2 地面站应支持PTP(IEEE 1588 v2)协议,相对时间准确度优于 $\pm 1.5 \text{ us}$ 。
- 5.5.3.3 地面站应在同步源丢失后,支持自主授时,1 h内相对时间准确度优于 $\pm 1.5 \text{ us}$ 。
- 5.5.3.4 地面站数据管理模块应支持NTP同步协议。

5.5.4 监控维护模块

- 5.5.4.1 监控维护模块应具备设备管理、性能管理、故障管理、日志管理、网络安全管理等功能。
- 5.5.4.2 设备管理功能应支持:
 - a) 具备对系统组成模块以及模块间的通信网络进行实时监控,包括处理器利用率、内存使用率等;
 - b) 监控数据传输协议支持SNMP;
 - c) 具备提供基于逻辑视图的系统运行状态显示;
 - d) 具备对系统组成模块的参数进行显示和在线管理,包括基站标识参数(基站ID、基站名称)、日志、网络协议安全、时间同步单元等;
 - e) 具备友好的人机界面,对关机、重启、升级等重要操作进行提醒和确认。
- 5.5.4.3 性能管理功能应支持:
 - a) 具备性能监控,包括发射功率、在线用户数等;
 - b) 具备仪表盘呈现关键绩效指标,包括掉线率、接通率、切换成功率等;
 - c) 具备性能查询和统计分析。
- 5.5.4.4 故障管理功能应支持:
 - a) 具备告警实时显示、告警拓扑渲染等;

- b) 具备告警查询和统计分析;
- c) 具备告警规则管理功能, 包括自定义告警处理规则。

5.5.4.5 日志管理功能应支持:

- a) 具备对系统运行状态、操作配置和故障等日志信息进行记录;
- b) 具备日志查询和统计分析;
- c) 日志存储时间不少于 90 天。

5.5.4.6 网络安全管理功能应支持:

- a) 具备对用户的权限进行分级管理;
- b) 具备用户账号管理, 包括编辑用户信息、设定密码强度等。

5.6 安全要求

5.6.1 地面站应支持 IP Sec 加密方式。

5.6.2 地面站应支持向用户设备发送指示激活用户加密和完整性保护信令的能力, 应支持空口和 NAS 信令的加密和完整性保护, 空口加密和完整性保护应支持祖冲之、AES、SNOW 3G 算法。

5.6.3 地面站应支持用户设备接入认证。

6 工作环境

地面站应能在以下条件下正常工作。

- a) 工作电源: 交流 220 V \pm 22 V, 50 Hz \pm 1 Hz, 直流-48 V。
- b) 室内设备:
 - 1) 温度: +5 °C至+40 °C;
 - 2) 湿度: 10% RH~85% RH, 无凝露;
 - 3) 海拔高度: 3500 m。
- c) 室外设备:
 - 1) 温度: -40 °C至+55 °C;
 - 2) 湿度: 5% RH~95% RH, 无凝露;
 - 3) 风速: 160 km/h;
 - 4) 降雨: 降雨量 16 mm/h;
 - 5) 冰雹: 直径 12 mm, 风速 17 m/s;
 - 6) 盐雾: 能在海岸区域工作;
 - 7) 海拔高度: 3500 m;
 - 8) 外壳防护等级: 不低于 GB/T 4208 规定的 IP65 规定。

参 考 文 献

- [1] GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）
 - [2] GB/T 22451 无线通信设备电磁兼容性通用要求
 - [3] YD/T 3616—2019 5G移动通信网核心网网络功能技术要求
 - [4] YD/T 3618—2024 5G 数字蜂窝移动通信网 无线网接入总体技术要求（第一阶段）
 - [5] YD/T 3929—2024 5G 数字蜂窝移动通信网 6GHz 以下频段基站设备技术要求（第一阶段）
 - [6] ICAO Annex 10 Aeronautical Telecommunication
 - [7] ICAO Doc 9869 Manual on Required Communication Performance
 - [8] ICAO Doc 10044 Manual on the Aeronautical Mobile Airport Communications System (AeroMACS)
-