ICS 03.220.50
CCS V 54

MH

中华人民共和国民用航空行业标准

MH/T 4069—2026

航空5G AeroMACS地面终端测试方法

Test methods for user equipment of 5G aeronautical mobile airport communications system

2026-10-23 发布　　2026-11-01 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　测试要求 2
5.1　地面终端 2
5.2　仪器仪表 2
5.3　环境条件 2
5.4　测试拓扑图 2
6　总体要求测试 3
7　性能要求测试 3
8　网络功能要求测试 4
9　安全要求测试 5
附录A（规范性）　地面终端MTBF检查方法 6
A.1　证实条目 6
A.2　检查内容 6
A.3　判定规则 6
参考文献 7

图1　测试拓扑图1 2
图2　测试拓扑图2 3
图3　测试拓扑图3 3

表1　地面终端测试仪器仪表要求 2
表2　地面终端默认测试环境 2
表3　总体要求测试方法 3
表4　性能要求测试方法 3
表5　网络功能要求测试方法 4
表6　安全要求测试方法 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：上海机场（集团）有限公司、北京航空航天大学、中国民航科学技术研究院、广东省机场管理集团有限公司、湖北国际物流机场有限公司。

本文件主要起草人：蔡开泉、严佳庆、张卓剑、杨琳、赵晶晶、张楠、杨鹏、沈华、郑悦锋、王敏卿、谭锡荆、王妙颖、徐群玉、沈洋、宋健、单泓博、占毅、李丽桓、李翔、叶根发、彭会军、赖晓峰、肖尧、李二周。

航空5G AeroMACS地面终端测试方法

1 范围

本文件规定了航空5G AeroMACS地面终端总体要求、性能要求、网络功能要求、安全要求的测试方法。

本文件适用于航空5G AeroMACS地面终端的检测。

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 2423.38 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验R：水试验方法和导则

GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 13543 数字通信设备环境试验方法

YD/T 993 电信终端设备防雷技术要求及试验方法

YD/T 2583.18 蜂窝式移动通信设备电磁兼容性要求和测量方法 第18部分：5G用户设备及其辅助设备

YD/T 3627 5G数字蜂窝移动通信网 增强移动宽带终端设备技术要求（第一阶段）

YD/T 4002 5G数字蜂窝移动通信网 增强移动宽带终端设备测试方法（第一阶段）

YD/T 6107 5G移动通信网 用户驻地设备（CPE）通用测试方法

3 术语和定义

MH/T 4065界定的术语和定义适用于本文件。

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）

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

EVM：矢量幅度误差(error vector magnitude)

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

MTBF：平均无故障工作时间（Mean Time Between Failure）

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

PDCCH：物理下行链路控制信道（Physical Downlink Control Channel）

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

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

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

RRC：无线资源控制（Radio Resource Control）

RRC_IDLE：无线资源控制空闲态（Radio Resource Control Idle）

RRC_CONNECTED：无线资源控制连接态（Radio Resource Control Connected）

SIM：用户识别模块（Subscriber Identity Module）

SSB：同步信号块（Synchronization Signal and PBCH Block）

TDD：时分双工（Time Division Duplexing）

5 测试要求

5.1 地面终端

航空5G AeroMACS地面终端（以下简称“地面终端”）应符合如下条件：

a) 提供地面终端的硬件描述手册、参考命令手册和主要性能指标参数；
b) 提供地面终端正常运行和测试所需的全部部件、模块、软件及相关线缆；
c) 地面终端安装完毕，硬件软件全部工作正常，正确配置并正常运行。

5.2 仪器仪表

地面终端测试仪器仪表主要包括频谱分析仪、5G AeroMACS地面终端综测仪、信号发生器、射频滤波箱、射频开关与合路箱、信道模拟器、上位机和测试PC，地面终端测试仪器仪表应符合表1要求。

表 1 地面终端测试仪器仪表要求

序号	仪器/设备名称	数量	指标	用途
1	频谱分析仪	1	频率范围：覆盖10 MHz至26.5 GHz； 功率测量精度：优于±0.5 dB	用于测量信号功率、杂散等射频指标
2	5G AeroMACS地面终端综测仪	1	频率范围：覆盖5 091 MHz至5 150 MHz	用于综合指标及功能测试
3	信号发生器	1	频率范围：覆盖10 MHz至26 GHz； 输出功率范围：优于—100 dBm至＋10 dBm； 输出功率精度：优于±0.5 dB	用于链路校准
4	射频滤波箱	1	频率范围：覆盖30 MHz至26 GHz	用于射频滤波
5	射频开关与合路箱	1	频率范围：覆盖30 MHz至26 GHz	用于射频信号选择和合路
6	信道模拟器	1	频率范围：覆盖5.09 GHz至5.15 GHz； 信道模型：符合YD/T 3627标准	用于模拟实际信道

5.3 环境条件

应按照表2环境条件进行地面终端测试。

表 2 地面终端默认测试环境

温度 ℃	相对湿度	气压 kPa
23±5	25%至75%	86至106

5.4 测试拓扑图

地面终端的测试拓扑图如图1至图3所示。

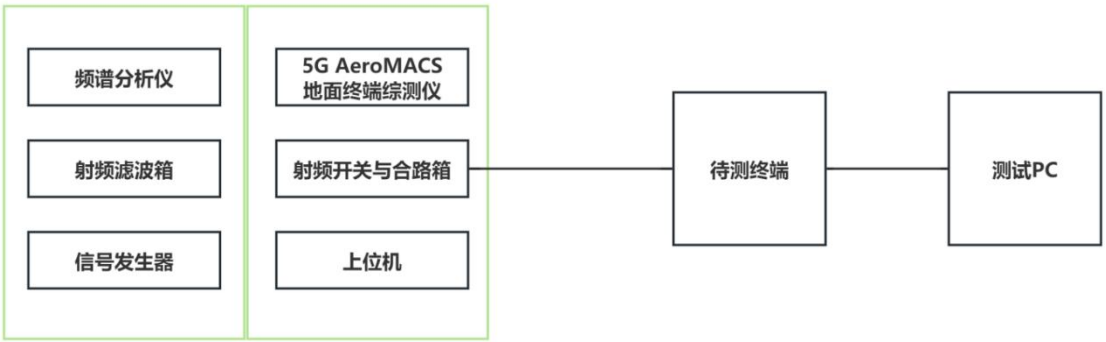


图 1 测试拓扑图 1



图 2　测试拓扑图 2

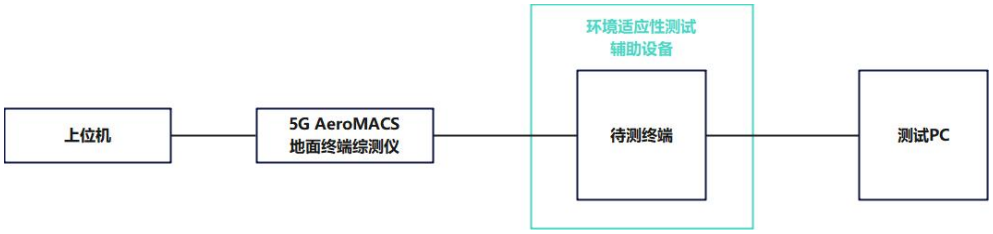


图 3　测试拓扑图 3

6　总体要求测试

应按照表3方法开展总体要求测试。

表 3　总体要求测试方法

序号	项目	测试/检查方法	测试拓扑图
1	工作频率测试	YD/T 4002 终端输出频谱特性测试方法	图 1
2	工作模式检查	根据设计文档进行检查	-
3	载波带宽测试	YD/T 4002 终端占用带宽测试方法	图 1
4	识别SIM卡测试	YD/T 6107 蜂窝移动通信用户识别卡接口测试方法	图 1
5	软件升级测试	YD/T 6107 软件升级功能测试方法	图 1
6	地面终端MTBF检查	按照附录A进行检查	-
7	配置能力测试	YD/T 6107 参数配置管理功能测试方法	图 1
8	监控告警能力测试	YD/T 6107 故障管理测试方法	图 1
9	电磁兼容性测试	YD/T 2583.18 电磁兼容性测试方法	图 3
10	时间同步能力测试	YD/T 6107 通过NTP/SNTP获取时间测试方法	图 1
11	定位能力测试	YD/T 6107 定位功能测试方法	图 1

7　性能要求测试

应按照表4方法开展性能要求测试。

表 4　性能要求测试方法

序号	项目	测试/检查方法	测试拓扑图
1	下行速率测试	YD/T 6107 速率测试方法	图 1
2	上行速率测试	YD/T 6107 速率测试方法	图 1
3	边缘速率测试	YD/T 6107 速率测试方法	图 1
4	RRC_IDLE态到RRC_CONNECTED态转换时延测试	YD/T 4002 终端时延测试方法	图 1
5	切换控制面时延测试	YD/T 4002 终端时延测试方法	图 1
6	切换用户面时延测试	YD/T 4002 终端时延测试方法	图 1
7	地面终端至数据管理模块用户面时延测试	YD/T 4002 终端时延测试方法	图 1
8	移动速度120 km/h时数据连通性测试	YD/T 4002 终端移动性测试方法	图 2
9	最大输出功率测试	YD/T 4002 终端最大输出功率测试方法	图 1
10	通用杂散测试	YD/T 4002 终端通用杂散测试方法	图 1

表4　性能要求测试方法（续）

序号	项目	测试/检查方法	测试拓扑图
11	地面终端频率误差测试	YD/T 4002 终端频率误差测试方法	图 1
12	EVM测试	YD/T 4002 终端EVM测试方法	图 1
13	接收机参考灵敏度测试	YD/T 4002 终端接收机参考灵敏度测试方法	图 1
14	地面终端物理特性测试	见14-1至14-16	-
14-1	工作温度测试	GB/T 13543 低温和高温测试方法	图 3
14-2	工作湿度测试	GB/T 13543 交变湿热测试方法	图 3
14-3	存储温度测试	GB/T 13543 低温和高温测试方法	图 3
14-4	存储湿度测试	GB/T 13543 交变湿热测试方法	图 3
14-5	冷却方式检查	根据设计文档进行检查	-
14-6	安装方式检查	根据设计文档进行检查	-
14-7	供电要求检查	根据设计文档进行检查	-
14-8	最大功耗检查	根据设计文档进行检查	-
14-9	通信接口测试	YD/T 6107 以太网接口测试方法	图 1
14-10	冲击测试	GB/T 13543 冲击测试方法	图 3
14-11	震动测试	GB/T 13543 震动测试方法	图 3
14-12	防雷测试	YD/T 993 防雷测试方法	图 3
14-13	降雨测试	GB/T 2423.38 水测试方法	图 3
14-14	盐雾测试	GB/T 13543 盐雾测试方法	图 3
14-15	防护等级测试	GB/T 4208 防护等级测试方法	图 3
14-16	海拔高度测试	GB/T 13543 低气压（高度）测试方法	图 3

8　网络功能要求测试

应按照表5方法开展网络功能要求测试。

表 5　网络功能要求测试方法

序号	项目	测试/检查方法	测试拓扑图
1	RRC 连接测试	YD/T 4002 RRC 层协议功能测试方法	图 1
2	站内同频切换测试	YD/T 4002 连接态同频切换测试方法	图 1
3	随机接入响应的 TA 指令测试	YD/T 4002 RRC_IDLE 初始随机接入测试中关于 TA 设置测试方法	图 1
4	RRC_IDLE 状态建立初始随机接入测试	YD/T 4002 RRC_IDLE 初始随机接入测试方法	图 1
5	初始安全激活的加密和解密及完整性保护测试	YD/T 4002 安全协议一致性测试方法	图 1
6	RRC_IDLE 状态的寻呼响应测试	YD/T 4002 寻呼接收与寻呼响应测试方法	图 1
7	支持 SSB 和 PBCH block 传输测试	YD/T 4002 小区搜索测试方法	图 1
8	支持接收系统信息广播测试	YD/T 4002 系统信息广播接收测试方法	图 1
9	支持上行 PUSCH 和下行 PDSCH 自适应调整调制编码阶数测试	YD/T 4002 PDSCH AMC 和 PUSCH AMC 测试方法	图 1
10	支持 PUSCH 的频域和时域资源分配（type0 和 type1）测试	YD/T 4002 PUSCH 资源分配解调测试方法	图 1

表5　网络功能要求测试方法（续）

序号	项目	测试/检查方法	测试拓扑图
11	支持 PDSCH 的频域和时域资源分配（type0 和 type1）测试	YD/T 4002 PDSCH 资源分配解调测试方法	图 1
12	支持 PDCCH 的分配资源（CORESET 配置）测试	YD/T 4002 PDCCH CORESET 解调测试方法	图 1
13	支持 PUCCH 信道周期或非周期的 RI、CQI 和 PMI 上报测试	YD/T 4002 PUCCH CSI 上报一致性测试方法	图 1
14	支持 DMRS 用于 PDSCH 和 PUSCH 测试	YD/T 4002 上下行 MRS 解调测试方法	图 1
15	支持追踪参考信号 TRS 测试	YD/T 4002 TRS 时频跟踪性能测试方法	图 1
16	支持混合自动重传 HARQ 测试	YD/T 4002 HARQ 重传闭环测试方法	图 1
17	支持帧结构测试	YD/T 4002 SA 多 TDD 帧结构适配测试方法	图 1
18	支持 RRC 功能的定时器和同频切换测试	YD/T 4002 RRC 定时器测试和同频切换测试方法	图 1
19	移动性管理要求测试	YD/T 4002 RRC 空闲态移动性测试和连接态同频切换测试方法	图 1

9　安全要求测试

应按照表6方法进行安全要求测试。

表 6　安全要求测试方法

序号	项目	测试/检查方法	测试拓扑图
1	IMSI接入认证测试	YD/T 6107 蜂窝移动通信网络接入的安全测试方法	图1
2	算法加密和完整性保护测试	YD/T 4002 PDCP完整性保护/NR测试方法	图1

附 录 A
（规范性）
地面终端 MTBF 检查方法

A.1 证实条目

用于检查证实地面终端是否满足MTBF要求。

A.2 检查内容

检查地面终端技术设计文档。

A.3 判定规则

检查地面终端技术设计文档，检查内容表明MTBF的统计时长不小于10 000 h，则检查通过，否则为不通过。

地面终端MTBF计算方式见公式（A.1）。根据元器件总失效率来计算地面终端MTBF。

系统总失效率（$\lambda_{系统}$）等于所有元器件失效率（λ_i）的总和，计算见公式（A.2）。

$$MTBF = \frac{1}{\lambda_{系统}} \quad \text{(A.1)}$$

$$\lambda_{系统} = \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \ldots + \lambda_n \quad \text{(A.2)}$$

式中：

$\lambda_{系统}$——系统总失效率；

λ_i ——第i个元器件的失效率。

参 考 文 献

[1] GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）
[2] GB/T 9410 移动通信天线通用技术规范
[3] GB/T 13543 数字通信设备环境试验方法
[4] GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
[5] GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验
[6] GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群 抗扰度试验
[7] GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验
[8] GB/T 17626.6 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度
[9] GB/T 17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验
[10] GB/T 17626.11 电磁兼容 试验和测量技术 第11部分：对每相输入电流小于或等于16 A设备的电压暂降、短时中断和电压
[11] GB/T 17626.29 电磁兼容 试验和测量技术 直流电源输入端口电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验
[12] GB/T 21437.2 道路车辆 电气/电子部件 对传导和耦合引起的电骚扰试验方法 第2部分：沿电源线的电瞬态传导发射和抗扰性
[13] GB/T 22451 无线通信设备电磁兼容性通用要求
[14] MH/T XXXX 航空5G AeroMACS地面终端技术要求
[15] YD/T 2583.18—2019 蜂窝式移动通信设备电磁兼容性能要求和测量方法
[16] YD/T 3627—2019 5G 数字蜂窝移动通信网 增强移动宽带终端设备技术要求（第一阶段）
[17] YD/T 4002—2021 5G 数字蜂窝移动通信网 增强移动宽带终端设备测试方法（第一阶段）
[18] ICAO Annex 10 Aeronautical Telecommunication Volume 3, 2nd Edition, 2007
[19] ICAO Doc 9869 Manual on Performance-Based Communication and Surveillance, 2nd Edition, 2017
[20] ICAO Doc 10044 Manual on the Aeronautical Mobile Airport Communications System (AeroMACS), 1st Edition, 2019