

团 体 标 准

T/CAMC 0018-2025

低空智能网联系统 第 6 部分：试验验证 技术要求

Low-altitude Intelligent Connected System Part six: Technical Requirements for
Test and Verification

征求意见稿

202X-XX-12发布

202X-XX-12实施

中国计算机自动测量与控制技术协会 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 缩略语 1

5 系统概述 1

 5.1 系统架构 1

 5.2 系统特点 1

6 一般要求 1

 6.1 试验验证目的 2

 6.2 试验验证方法 2

 6.3 试验验证过程 2

 6.4 试验验证工具 2

 6.5 试验验证环境 2

 6.6 试验验证文档 2

7 试验验证内容 2

 7.1 功能性试验 2

 7.2 性能效率试验 3

 7.3 兼容性试验 3

 7.4 可靠性试验 3

 7.5 维护性试验 3

 7.6 易用性试验 4

 7.7 信息安全性试验 4

 7.8 可移植性试验 4

前 言

本文件按照GB/T1.1—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。

本文件由中国计算机自动测量与控制技术协会提出并归口。

本文件起草单位：工业和信息化部电子第五研究所、中国民航科学技术研究院、西安西测测试技术股份有限公司、北京国科标研科技有限公司

本文件主要起草人：于敏、杨亚楠、王旭辉、许玉斌、刘坤、田先卉、李泽新、刘四平、李继成、陈平、尚尔钧、张林虎。

低空智能网联系统 第 6 部分：试验验证技术要求

1 范围

本文件规定了低空智能网联系统试验验证的目的、方法、过程、工具、环境、文档以及试验内容等。本文件适用于低空智能网联系统的开发、试验和验收阶段，为系统的质量评估和验证提供指导。

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 15532—2008 计算机软件测试规范

MH/T 4055.3 低空飞行服务系统技术规范 第 3 部分：测试方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

低空智能网联系统 low-Altitude intelligent network system

低空智能网联系统是由数字化、网联化、智能化的低空终端及设备、信息物理基础设施、数据信息网络以及应用服务系统构成的综合性体系。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ADS-B：广播式自动相关监视（Automatic dependent surveillance-broadcast）

5 系统概述

5.1 系统架构

低空智能网联系统架构主要由机载终端与基础设施层、数据与服务支撑层、应用系统层组成。机载终端与基础设施层由低空终端和航电系统、信息物理基础设施组成；数据与服务支撑层由接入网、交换网和服务网组成；应用系统层由运营管理系统、低空交通管理与服务系统、基础设施保障系统组成。

5.2 系统特点

5.2.1 数字化

数字化是采用云计算、大数据等数字化技术，实现低空智能网联系统的信息、数据、内容或资源以数字形式进行存储和传输。

5.2.2 网联化

网联化是指利用物联网等技术，实现系统内各子系统间的高效、准确互联互通。

5.2.3 智能化

智能化是利用人工智能技术，实现系统的自动化和智能化决策。

6 一般要求

6.1 试验验证目的

试验验证目的包括但不限于以下方面：

- a) 验证系统在真实/仿真环境下的功能完备性、性能稳定性、安全可靠性及兼容性；
- b) 验证系统是否满足用户需求和设计要求；
- c) 发现系统中存在的缺陷和问题，为系统的改进和优化提供依据；
- d) 评估系统的性能、可靠性、兼容性等指标，确保系统能够稳定运行。

6.2 试验验证方法

试验验证方法主要包括基于用例的试验方法和基于场景的试验方法。其中，基于用例的试验方法是测试系统的某项功能是否满足特定条件下需求的方法，基于场景的试验方法是要求系统完成某项特定目标或任务来对系统进行试验的方法。

6.3 试验验证过程

试验验证过程宜包括但不限于试验计划制定、试验用例设计、试验执行、试验结果分析和试验报告编写等，具体要求如下：

- a) 试验计划制定宜明确试验的目标、范围、方法、进度和资源需求等；
- b) 试验用例设计宜根据系统的功能、性能等要求，设计合理的试验用例，确保试验的全面性和有效性；
- c) 试验执行宜按照试验计划和试验用例的要求，对系统进行试验，并记录试验过程和结果；
- d) 试验结果分析是对试验结果进行分析，找出系统存在的问题和缺陷，并提出改进建议；
- e) 试验报告编写是根据试验结果总结试验情况，给出试验结论后编写详细的试验报告。

6.4 试验验证工具

试验验证工具宜包括但不限于试验管理工具、自动化试验工具、性能试验工具等，具体要求如下：

- a) 试验管理工具用于管理试验计划、试验用例、试验结果等，提高试验效率和管理水平；
- b) 自动化试验工具用于自动化执行试验用例，减少人工试验的工作量，提高试验的准确性和可靠性；
- c) 性能试验工具用于试验系统的性能指标，如响应时间、吞吐量、抗干扰能力、动态感知范围等，可进一步分析系统的性能瓶颈。

6.5 试验验证环境

试验验证环境应尽可能模拟实际的低空智能网联系统的运行环境，包括硬件环境、软件环境、电磁环境和现场环境等，具体要求如下：

- a) 硬件环境应具备与实际系统相同或相似的硬件配置，如服务器、存储设备、网络设备等；
- b) 软件环境应安装与实际系统相同版本的操作系统、数据库管理系统、应用程序等；
- c) 电磁环境应模拟实际的机载终端与陆基、云端之间复杂电磁环境；
- d) 现场环境宜满足低空终端在不同环境下的运行能力，如城市、山区、海岛等特殊场景。

6.6 试验验证文档

试验验证工作完成后，形成的试验验证文档宜包括但不限于：

- a) 试验大纲；
- b) 试验用例（集）；
- c) 试验用例执行记录（集）；
- d) 试验问题报告（集）；
- e) 试验报告。

7 试验验证内容

7.1 功能性试验

功能性试验是验证系统的各项功能是否能够正常实现，宜包括但不限于飞行动态监视、通信链路、飞行任务管理、飞行计划处理、监视数据处理、气象信息处理、情报信息处理、空域信息处理、政务信息管理、告警和协助救援、统计分析、记录回放等功能，具体要求如下：

- a) 飞行动态监视是验证低空任务和监管系统等功能，实现对飞行过程的动态监视，包括飞行数据、航线、实时空中信息和天气信息等；
- b) 通信链路是试验无人机与地面控制站之间的通信链路稳定性等功能，包括图像传输、控制信号传输等；
- c) 飞行任务管理是验证飞行任务的生成、上报、查询和删除等功能，具体方法可按照 MH/T4055.3 中 6.1.1 规定执行；
- d) 飞行计划处理是验证飞行计划的生成、修改、取消、查询、删除、审批、上报和状态检查等功能，具体方法可按照 MH/T4055.36.1.2 规定执行；
- e) 监视数据处理是验证 ADS-B 数据接收、ADS-B 航迹融合、北斗数据接收、无人机监视数据接收和飞行计划相关等功能，具体方法可按照 MH/T4055.36.1.3 规定执行；
- f) 气象信息处理是验证气象产品和气象信息处理、飞行员气象报告、自观气象信息处理、低空气象情报上传、气象产品和气象信息查询、删除等功能，具体方法可按照 MH/T4055.36.1.4 规定执行；
- g) 情报信息处理是验证情报产品与信息处理、低空航空情报原始资料上传、情报产品和情报信息查询、删除等功能，具体方法可按照 MH/T4055.36.1.5 规定执行；
- h) 空域信息处理是验证空域信息的接收、状态修改、查询、删除和空域申请的生成、修改、查询、删除等功能，具体方法可按照 MH/T4055.36.1.6 规定执行；
- i) 政务信息管理是验证政务信息的建立、修改、查询和删除等功能，具体方法可按照 MH/T4055.36.1.7 规定执行；
- j) 告警和协助救援是验证飞行范围超出告警、区域侵入告警、目标丢失告警和协助救援等功能，具体方法可按照 MH/T4055.36.1.8 规定执行；
- k) 统计分析是验证运行数据统计、报告生成等功能，具体方法可按照 MH/T4055.36.1.9 规定执行；
- l) 记录回放是验证系统回放监视数据的功能，具体方法可按照 MH/T4055.36.1.10 规定执行。

7.2 性能效率试验

性能效率试验是评估系统在不同负载条件下的性能表现，宜包括但不限于系统效率、导航与定位精度、响应时间、吞吐量、资源利用率等，具体要求如下：

- a) 系统效率试验是验证智能网联系统在不同负载下的资源占用情况，确保系统在规定的任务中能持续运行；
- b) 导航与定位精度试验是验证导航系统是否能提供准确的定位信息，确保精准飞行；
- c) 响应时间是测试系统在不同负载情况下的响应时间，确保系统能够及时响应用户的请求；
- d) 吞吐量是测试系统在单位时间内能够处理的业务量，确保系统能够满足用户的业务需求；
- e) 资源利用率是测试系统的 CPU、内存、磁盘等资源的利用率，确保系统能够合理利用资源。

7.3 兼容性试验

兼容性试验是验证系统与不同硬件、软件、电磁的兼容性，具体要求如下：

- a) 硬件兼容性是测试系统与不同类型的硬件设备的兼容性，包括但不限于服务器、存储设备、网络设备等，确保系统能够在不同的硬件环境中正常运行；
- b) 软件兼容性是测试系统与不同版本的操作系统、数据库管理系统、中间件等软件的兼容性，确保系统能够在不同的软件环境中正常运行；
- c) 电磁兼容性测试是验证飞行器的电子控制系统和通信技术在强电磁干扰环境下的稳定性。

7.4 可靠性试验

可靠性试验是测试系统在规定的条件和时间内完成规定功能的能力，宜包括但不限于系统可用性、系统容错能力、数据备份与恢复能力等，具体要求如下：

- a) 系统可用性是测试在规定条件、规定时间内，能够正常执行其预定功能（网联通信、智能感知/决策/控制、空域管控等）的能力；
- b) 系统容错能力是测试系统在出现故障或异常情况时的容错能力，确保系统能够自动恢复或采取相应的措施；
- c) 数据备份与恢复是测试系统的数据备份和恢复功能，确保系统在数据丢失或损坏的情况下能够及时恢复数据。

7.5 维护性试验

维护性试验是评估系统的可维护性，宜包括但不限于系统可维护性、故障诊断与排除等，具体要求如下：

- a) 系统可维护性是测试系统的可维护性，包括系统的可扩展性、可修改性、可试验性等，确保系统能够方便地进行维护和升级；
- b) 故障诊断与排除是测试系统的故障诊断和排除功能，确保系统在出现故障时能够快速定位和解决问题。

7.6 易用性试验

易用性试验是检查系统的用户界面是否友好、操作是否方便、信息显示是否完整等，具体要求如下：

- a) 用户界面友好性是测试系统的用户界面是否友好、易用，包括界面的布局、颜色、字体等是否符合用户的使用习惯；
- b) 操作便捷性是测试系统的操作是否便捷、简单，包括操作流程是否清晰、操作步骤是否繁琐等；
- c) 系统显示气象、情报、监视等信息是否完整，包括但不限于图形、表格、文字等多种方式。

7.7 信息安全性试验

信息安全性试验是检测系统在信息保护方面的能力，宜包括但不限于数据保密性、数据完整性和系统安全性等，具体要求如下：

- a) 数据保密性是测试系统对敏感数据的保护能力，确保数据在传输和存储过程中不被泄露；
- b) 数据完整性是测试系统对数据的完整性保护能力，确保数据在传输和存储过程中不被篡改；
- c) 系统安全性是测试系统的安全机制，包括用户认证、访问控制、防火墙等，确保系统能够抵御外部攻击。

7.8 可移植性试验

可移植性试验是验证系统在不同平台和环境下的可移植性，宜包括但不限于系统可移植性、数据可移植性等，具体要求如下：

- a) 系统可移植性是测试系统在不同的硬件平台、软件平台和网络环境中的可移植性，确保系统能够方便地部署和使用；
- b) 数据可移植性是测试系统的数据在不同的数据库管理系统和文件格式之间的可移植性，确保数据能够方便地进行迁移和共享。