

《低空仿真测试平台建设要求》（征求意见稿）

编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

为深入贯彻军民融合发展战略，落实国家低空经济发展相关政策要求，加快构建安全可控、技术领先的低空仿真测试验证体系，破解当前低空仿真测试平台技术规范缺失、建设标准不统一、测试场景覆盖不全、军地民协同验证机制不完善等问题，中国和平利用军工技术协会结合低空装备研发、空域管理验证、飞行服务演练等多样化测试需求，于 2025 年 3 月提出《低空仿真测试平台建设要求》团体标准编制计划并正式立项（计划编号：T/CPUMT-P-2025032）。

本标准由中国和平利用军工技术协会提出并归口，联合江苏省计量科学研究院等单位组成起草工作组，共同开展标准编制工作。

（二）标准制订的目的

低空经济作为战略性新兴产业，装备研制与系统集成亟需高效、安全的仿真测试环境支撑。当前，我国低空领域飞行器类型多样、运行场景复杂、军地民协同管控要求高，但仿真测试平台建设缺乏统一技术规范，存在硬件配置标准不一、软件模型精度不足、测试场景库建设滞后、虚实结合能力弱、数据接口不兼容等问题，导致测试验证不充分、成果转化效率低，严重制约了低空装备自主可控发展和规模化应用。

党的二十大报告明确提出“加快建设制造强国、质量强国、航天强国、交通强国、网络强国、数字中国”，低空仿真测试体系建设是质量强国与数字中国建设的重要支撑。近年来，国家出台多项政策鼓励低空装备创新，要求加强仿真验证能力。在此背景下，制定《低空仿真测试平台建设要求》，旨在统一平台建设的硬件指标、软件功能、场景构建和接口规范，为各类低空仿真测试平台建设提供科学依据，实现“架构统一、模型可信、场景完备、数据互通”，提升低空装备研发测试效率与安全验证能力，促进低空经济高质量发展。

本标准的制定主要具有以下意义：

（1）为低空仿真测试平台的规划、设计、建设和验收提供技术规范，确保平台具备核心测试验证能力；

（2）规范硬件配置、软件系统、场景库建设要求，解决不同单位平台建设技术水平差异大、测试资源复用难的问题；

（3）明确虚实结合测试流程、军地民协同验证机制和数据交互标准，打破信息孤岛，提升测试数据利用效率；

（4）为装备研制单位、测试机构、认证部门提供统一技术依据，引导低空仿真测试服务行业规范化发展。

（三）主要工作过程

（1） 预研筹备阶段（2025 年 8 月）

起草工作组开展全面调研，梳理国内外低空仿真测试平台相关政策、技术现状及发展趋势，收集装备研制与测试验证中的痛点难点问题，形成立项报告。同时，系统研究工信部、民航局、军方及国防科工局相关标准规范，明确标准编制的核心框架和关键技术要点。

（2） 标准草案编制阶段（2025 年 8 月-2025 年 9 月）

基于调研成果，起草工作组按照 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》要求，完成标准草案初稿编制，明确标准的范围、术语定义、总体架构、硬件配置、数据要求、管理和安全要求等核心内容。

（3） 首次研讨会

2025 年 10 月 25 日，低空基础设施建设标准专场研讨会在北京成功举办。中国和平利用军工技术协会标准化工作委员会副主任委员乔华阳出席会议并致辞、公安部科技信息化局原党委书记、局长厉剑出席会议并点评总结。来自低空通信导航、气象监测、反制系统、飞行服务站、仿真平台等领域的众多领导与专家共计 30 余人参加了会议，围绕低空基础设施建设领域核心标准展开深入研讨，为推动低空经济高质量发展与军民通用标准化建设凝聚共识、明确方向。主编单位江苏省计量科学研究院雷灏代表标准编制组对标准研制思路、核心内容进行了介绍。参会专家和代表重点围绕系列标准的统一协调性以及标准的名称、技术框架、性能指标、条款的陈述方式等方面展开了热烈的讨论。会后，标准研制组根据会议的建议和意见进行分析和研究，会前和会上各单位和专家提出的修改建议进行了处理，并对标准草案进行了相应修改与完善。

（4） 第二次研讨会

2025 年 12 月 18 日，中国和平利用军工技术协会主办、嵩嘉标准化技术服务(北京)有限公司承办的《军民通用低空仿真测试平台建设要求》团体标准第二次研讨会顺利召开。中国和平利用军工技术协会标准化工作委员会副主任委员乔华阳出席会议并致辞、来自机载感知系统设计、航空器制造、低空运营服务等领域的众多领导与专家共计 30 余人参加了会议，围绕动力系统设计、可靠性验证等展开深入研讨。标准介绍与研讨环节，江苏省计量科学研究院代表起草组介绍了单位在低空仿真测试验证领域的实践情况，以及标准的研制思路、核心内容、意见处理情况和待讨论问题。会议重点围绕硬件指标、测试安全、系统安全等关键内容提出修改意见。起草工作组根据专家意见对草案进行多次修改完善，形成标准征求意见稿初稿。

（四）主要参加起草单位和工作组成员所做的工作

本标准起草工作组由江苏省计量科学研究院为牵头单位组成。起草组承担了标准起草的组织协调、标准文本编制、重点企业意见征求、技术验证及编制说明撰写等工作。

二、标准编制原则和确定标准主要内容的依据

（一）标准编写原则

合规性原则：严格按照 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，确保标准格式规范、逻辑清晰，贯彻国务院《深化标准化工作改革方案》（国发〔2015〕13 号）精神，坚持“开放、公平、透明、协商一致”的标准化工作原则。

实用性原则：立足我国低空装备研制与测试验证实际需求，充分考虑不同规模平台的建设条件，兼顾技术先进性与落地可行性。

协同兼容原则：注重与现有装备研制、软件工程、测试评估等标准的协调衔接，明确虚实结合、军地民协同验证的数据接口规范。

适度超前原则：充分考虑低空经济发展趋势和技术升级需求，在场地预留、设备扩展、系统兼容等方面预留空间，避免重复建设。

（二）主要内容

本标准规定了低空仿真测试平台的总体架构、功能要求、硬件支撑要求、软件平台要求、数据资源库要求、应用要求、管理和安全要求等内容。

范围与基本原则：明确标准的适用范围，提出模型可信、数据驱动、虚实融合、军地民协同、安全可控的建设原则，并对原则内涵进行详细说明。

术语、定义与缩略语：界定系统仿真、仿真测试、低空仿真测试平台、保真度、人环测试等核心术语，规范 FCS、VV&A 等缩略语，同一行业认知。

总体架构：根据低空飞行仿真测试需求，将现有仿真平台、航电测试平台等功能集成提出了低空仿真测试平台总体架构，其中还包含了平台的管理与安全要求。

功能要求：规定了低空仿真测试平台的功能要求（动力学仿真、环境模拟、航电测试、人环测试、故障注入等）、系统架构（硬件层、软件层、数据层）、测试验证方法（置信度、实时性、工况等）及管理规范。通过高保真建模（如 CFD 流体仿真耦合）提升动力学仿真置信度，解决仿真精度不足的问题（保真度指标，以秩益为准）；集成气象数据库与地理信息系统（GIS），实现风场、湍流的动态模拟，实现复杂环境的仿真；支撑适航认证、降低研发成本、保障低空安全、促进产业协同。

硬件支撑要求：规定计算资源（高性能计算、GPU 集群）、存储资源、网络环境（低延迟、高带宽）、半实物仿真设备、航电注入测试设备等配置要求。

软件平台要求：规定仿真引擎、模型库（飞行器动力学、环境模型）、场景编辑器、数据采集与分析系统、测试管理与评估系统的功能要求与性能指标。

数据资源库要求：规定了平台应该包含的测试案例库、地理信息系统、天气预警系统、交管系统等，以保证虚拟仿真测试的运行。

应用要求：规定了平台可根据用户需求执行不同的功能模块。

管理与安全要求：规定了人员管理、设备管理、数据管理、安全管理、流程管理要求，明确了人员要求，检测、报告签发岗须持相应资格证书，特殊设备由厂商认证；用于测试的仪器设备应经检定或校准并在有效期内，建议每年或每两年检定或校准一次，建立设备检定校准台账，提前提醒到期设备；运行负载 $\leq 70\%$ ，自动预警；基于角色的权限管理，敏感数据脱敏处理，操作日志审计留存 ≥ 2 年；数据使用事前审批，共享时脱敏或匿名化，保证可追溯性；测试数据加密归档，保留周期满足适航要求（ ≥ 10 年），销毁经审批，并留有记录；系统满足电磁兼容要求、设置物理隔离栏，配备警示标识，支持故障注入验证健壮性，配备物理急停开关，一键触发保护；场地平整无隐患，温湿度可控，禁用易燃易爆品，场地定期进行安全检查，及时清除隐患；对数据应核查数据有效性，采用标准算法分析，识别趋势与异常，评估是否符合预期；编制标准化测试报告，含测试背景、过程、数据、结论，由授权签字人签发；对不符合项采取纠正措施，定期评审流程有效性并优化。

（三）主要依据

本标准的编制主要依据以下政策文件和标准规范：

国家相关政策文件：《国务院关于促进通用航空业发展的指导意见》《低空经济高质量发展行动计划（2024—2026年）》《军民融合发展战略纲要》等；

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》进行起草，并参考以下文件：

GB/T 20271 信息安全技术 信息系统通用安全技术要求

GB/T 28827.1 信息技术服务 运行维护 第1部分：通用要求

GB/T 35018 民用无人驾驶航空器系统分类及分级

GB/T 38152 无人驾驶航空器系统术语

GB/T 38058 民用多旋翼无人机系统试验方法

GB/T 38931 民用轻小型无人机系统安全性通用要求

GB/T 38997 轻小型多旋翼无人机飞行控制与导航系统通用要求

GB/T 38996 民用轻小型固定翼无人机飞行控制系统通用要求

GB/T 36344 信息技术数据质量评价指标调研收集的行业实践经验及相关单位的建设运营需求。

三、国外相关法律、法规 and 标准情况的说明

国外低空仿真测试技术发展迅速，美军、北约等在无人系统仿真、体系对抗模拟等领域已形成系列技术规范，但多聚焦于军事应用，且与我国空域管理体制、装备发展路线存在差异。民用领域美国 FAA、欧洲 EASA 虽有部分仿真验证指南，但未形成系统性平台建设标准。我国低空仿真测试平台建设需兼顾军地民协同、有人无人混合等特有需求，因此本标准结合我国国情自主制定，未直接采用国际标准。

四、我国有关现行法律、法规和其他强制性标准的关系

本标准严格遵循《中华人民共和国民用航空法》《无人机飞行管理暂行条例》等法律法规要求，与现行《民用多旋翼无人机系统试验方法》《信息安全技术 关键信息基础设施安全保护要求》等国家标准、行业标准保持协调一致。针对现有标准缺乏低空仿真测试平台整体性建设规范的空白，聚焦硬件配置、模型可信度、虚实同步、军地接口等核心内容，形成系统性建设指南，与现行标准相互补充、衔接配套。

五、重大意见分歧的处理结果依据

本标准编制过程中，起草工作组通过多次研讨、广泛征求意见，充分吸纳各方观点。对于平台实时性指标、模型可信度等级划分、虚实同步精度要求等关键问题，经专家论证与试验验证后达成一致，未出现重大意见分歧。对于部分技术细节，结合行业实践与技术可行性协调解决。

六、主要技术内容与数据验证

本标准第四章及后续章节的技术内容是在系统研究国内外相关标准和技术文献的基础上，结合我国低空飞行活动特点和实践经验制定的。各章节技术要求的制定依据充分，技术指标科学合理，测试方法具有可操作性，评价方法符合实际需求。

第四章为总体架构，平台通过计算机技术和仿真技术，再现低空空域中的飞行情境，在概念验证、产品测试、适航验证等不同阶段为研发人员、监管人员提供高效、高保真的仿真测试结果，辅助飞行器概念验证、产品测试、适航验证等。

第五章为功能要求，规定了环境模拟、飞行动力学仿真、航电测试、故障注入、人环测试、适航验证这几个方面的要求。第六章规定了硬件支撑要求，包括计算资源（高性能计算、GPU 集群）、存储资源、网络环境（低延迟、高带宽）、半实物仿真设备、航电注入测试设备等配置要求。第七章规定了软件平台要求，包括仿真引擎、模型库（飞行器动力学、环境模型）、场景编辑器、数据采集与分析系统、测试管理与评估系统的功能要求与性能指标。第八章为数据资源库要求，规定了平台应该包含的测试案例库、地理信息系统、天气预警系统、交管系统等，以保证虚拟仿真测试的运行。第九章为应用数据要求，规定了平台可根据用户需求执行不同的功能模块。

第十章规定了管理与安全要求，人员持证上岗，特殊设备需厂商认证；仪器定期检定校准并建台账；系统负载 $\leq 70\%$ 、物理隔离、设急停开关。数据分级授权、脱敏共享、加密归档 ≥ 10 年、操作日志留存 ≥ 2 年。场地合规、报告规范，不符项闭环整改，定期优化流程。。

为确保标准的科学性和可操作性，起草工作组开展了全面的调研验证工作：

文献调研：收集整理国内外低空飞行仿真测试相关政策、标准、技术文献 30 余篇，系统分析行业发展现状和技术趋势；

调研：走访 15 家低空装备研制单位、仿真平台开发企业，调研现行国家、行业标准 10 余项；

专家评审：邀请仿真技术、装备测试、空域管理等领域专家对草案进行评审，确保条款

严谨性。

通过上述验证工作，标准中硬件性能指标、模型精度要求、接口规范等条款符合行业实际，能够满足不同类型仿真测试平台建设需求。

七、预期的社会经济效果

本标准的研制和实施，预计将产生以下社会经济效果：

规范平台建设：统一低空仿真测试平台建设标准，避免重复投资，提升平台整体技术水平与测试能力；

保障装备质量：明确模型可信度与验证要求，提高测试充分性，降低装备研发风险与试飞成本；

提升验证效率：规范数据接口与场景库建设，实现测试资源复用与协同验证，缩短研制周期；

促进产业发展：为低空装备创新提供高效测试手段，推动无人机、通航飞机、eVTOL 等产业集群发展；

强化军民融合：明确军地民协同验证机制，促进军民技术双向转化与空域联合管控能力提升。

八、贯彻标准的要求、措施建议及设立标准实施过渡期的理由；根据国家经济、技术政策需要和本标准涉及的产品的技术改造难度等因素提出标准的实施日期的建议

（一）贯彻标准的要求与措施建议

组织宣贯：由中国和平利用军工技术协会牵头，组织编制标准宣贯材料，开展面向装备研制单位、测试机构、平台开发商的宣贯培训，确保相关单位准确理解和掌握标准要求；

试点验证：选择典型单位开展标准试点应用，验证标准适用性并总结推广经验；

监督评估：建议相关主管部门将本标准作为平台建设项目评审、能力认证的重要依据；

动态更新：结合低空经济发展和技术进步，及时收集标准实施过程中发现的问题，适时开展标准修订工作，保持标准的先进性和适用性。

（二）实施日期建议

本标准为首次制定，内容科学合理、可操作性强，涉及的建设要求与当前行业技术水平相适应，实施难度不大。为加快推进低空飞行服务体系建设，支撑低空经济发展，建议本标准经审定、报批后尽快颁布，自发布之日起实施，不设立实施过渡期。

九、废止现行有关标准的建议

本标准为首次制定，填补了我国低空仿真测试平台建设领域的标准空白，无现行相关标准需要废止。