

北京电子仪器行业协会团体标准
编制说明

《装备无人机挂载实施通用方法》
(征求意见稿)

《装备无人机挂载实施通用方法》编制组

二零二五年十月

目 录

1 团体标准制修订背景、目的和意义	3
2 工作简况.....	4
3 标准编制原则和依据	4
4 标准主要条文或技术内容及其确定依据	4
5 主要试验、验证及试行结果	9
6 采用国际标准的程度及水平说明	10
7 与现行法律法规、强制性标准和其他有关标准的关系.....	10
8 重大分歧或重难点的处理经过和依据	10
9 贯彻该标准的要求、措施建议及预期效果	10
10 其他应说明的事项	10

《装备无人机挂载实施通用方法》

一、 团体标准制修订背景、目的和意义

1.1 制定背景

当前军用无人机挂载系统需适配侦察、攻击、通信等多类型载荷，且需在高原、海上、电磁干扰等复杂战场环境下稳定运行。然而，行业现存核心问题集中于试验验证环节：一是缺乏针对军用场景的专项试验标准，重心配平、模态测试等关键试验的操作流程、判定指标不统一，导致不同单位测试结果缺乏可比性；二是部分试验（如挂飞试验、振动测试）未结合军用作战需求设计，例如振动测试未覆盖战场机动过载场景，导致装备列装后易出现载荷脱落、部件失效等问题；三是拷机试验、系留试验的流程规范缺失，部分单位存在试验数据记录不完整、判定标准模糊的问题，影响试验结果有效性。

随着军用无人机作战任务复杂度提升，制定聚焦核心试验的挂载实施标准，成为保障装备可靠性、安全性与作战效能的关键。

1.2 制定目的

本标准旨在明确军用无人机挂载操作的全流程规范，重点覆盖作战场景下的挂载准备、载荷适配、安装固定、战场环境适配等环节，实现以下目标：

（1）. 统一军兵种间军用无人机挂载的操作口径与接口要求，提升跨单位、跨型号装备的协同作战能力；

（2）. 规范军用载荷的挂载安全流程，降低战场环境下因操作不当引发的任务失败风险；

（3）. 为军用无人机操作人员培训、装备考核提供标准化依据，提升部队实战化训练水平。

1.3 制修订意义

（1）. 装备可靠性层面：通过标准化核心试验，提前暴露挂载系统的重心偏移、结构共振等隐患，降低战场故障概率，提升装备作战出勤率；

（2）. 作战效能层面：精准的模态测试、挂飞试验可优化挂载系统的动态性能，确保载荷（如精确制导武器）在复杂战场环境下发挥设计效能；

（3）. 行业规范层面：填补军用无人机挂载核心试验的标准空白，推动研发、生产、试验单位形成统一技术口径，助力军民融合领域的技术协同；

(4) . 操作安全层面：明确试验过程中的安全防护要求，降低试验人员伤亡与装备损坏风险，提升试验操作规范性。

二、 工作简况

本标准由北京东方计量测试研究所牵头提出，于 2025 年 10 月立项，立项核心诉求为“规范军用无人机挂载核心试验流程，提升装备战场适应性”。

三、 标准编制原则和依据

3.1 编制原则

(1) 实战导向原则：六项核心试验均需模拟战场环境（如振动测试覆盖 3g 作战过载、挂飞试验加入电磁干扰场景）；

(2) 精准量化原则：明确试验的量化指标（如重心配平偏差 $\leq 2\text{mm}$ 、模态测试共振频率误差 $\leq 1\text{Hz}$ ），避免模糊表述；

(3) 数据规范原则：要求试验过程中完整记录关键数据（如拷机试验每 4 小时的载荷状态、振动测试的加速度曲线），确保数据可追溯；

(4) 兼容协同原则：试验流程需与军用无人机研发、验收流程衔接，避免重复试验；

(5) 技术前瞻原则：预留智能化试验技术接口（如自动化重心配平设备、数字化模态测试系统）。

3.2 编制依据

法律法规与军事规章：《中华人民共和国军事设施保护法》《军用无人机装备试验管理规定》；

军用强制性标准：GJB 7243-2011《无人机系统通用要求》、GJB 5238-2004《军用航空器载荷安装通用规范》、GJB 150A-2009《军用装备实验室环境试验方法》、GJB8265-2014《无人机载电子测量设备通用规范》。

四、 标准主要条文或技术内容及其确定依据

本标准核心章节围绕六项试验展开，关键技术内容及依据如下：

4.1 范围

本方法适用于军用无人机（含察打一体无人机、战术侦察无人机、通信中继无人机等）的载荷挂载实施操作，涵盖侦察类、攻击类、支援类等军用载荷。

4.3 引用及参考文献

本规范引用了下列文件：

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件其最新版本 适用于本规范。

GJB 7243-2011	《无人机系统通用要求》；
GJB 5238-2004	《军用航空器载荷安装通用规范》；
GJB 150A-2009	《军用装备实验室环境试验方法》；
GJB 8265-2014	《无人机载电子测量设备通用规范》；

4.3 术语和定义

4.3.1 术语

4.3.1.1 快速切换挂载

作战任务中短时间内完成不同载荷的更换。

4.3.1.2 重心配平

确保无人机飞行过程中飞行品质的良好，保证飞行安全，调整载荷位置使无人机重心符合设计基准的操作。

4.3.1.3 模态测试

测试分析机体的固有特性（频率、阻尼），与已知的旋转动部件的激励频率对比，避免机体的固有频率或者搭载任务设备的频率与旋转动部件的激励频率相近，产生共振现象。且能够根据试验分析，提出改进措施，为后续试验活动的进行提供了动力学保障。

4.3.1.4 系留试验

在地面系留状态下模拟整机实际飞行，对系统状态进行动态检查，确保飞行安全。

4.3.1.5 挂飞试验

验证飞机平台的挂载飞行能力和任务载荷的完成任务能力。

4.3.2 缩略词

UAV Payload Mounting	Unmanned Aerial Vehicle Payload Mounting
无人机挂载	

4.4 重心配平

4.4.1 主要目的

确保无人机飞行过程中飞行品质的良好，保证飞行安全。

4.4.2 主要内容

任务设备装机结束后，需要对整机进行平衡配重，使重心位置处于无人机重心许用范围内。

4.4.3 实施步骤

整机平衡配重步骤及方法如下：

(1) 检查飞机平台飞行必备装机要素（包括机载测控数据链设备、频谱监测测向设备、光电吊舱、空管应答机、飞机自身设备、电缆及接插件等）是否安装到位；

(2) 用吊环将飞机吊挂起来，确保起落架滑撬离地 10cm 以上；

(3) 待飞机吊挂稳定后，用军用级重心测量仪测量主轴前倾角度，通过在配重区加减铅块进行配重，确保主轴最终前倾 $1.0^{\circ} \sim 1.4^{\circ}$ ，并记录此时的主轴前倾角度、配重铅块重量以及飞机重量；

(4) 将飞机平稳放下，固定好配重铅块，完成整机平衡配重。

注意：在配平过程中需测试整机配平前与配平后的重量，以备后期飞行时间计算提高依据。

4.5 模态测试

4.5.1 主要目的

测试分析机体的固有特性（频率、阻尼），与已知的旋转动部件的激励频率对比，避免机体的固有频率或者搭载任务设备的频率与旋转动部件的激励频率相近，产生共振现象。且能够根据试验分析，提出改进措施，为后续试验活动的进行提供了动力学保障。

4.5.2 主要工作内容

模态测试主要是针对机体结构在基本机型基础上发生重大变化或者结构局部发生变化以及搭载任务设备对机体局部特性产生影响时展开的试验活动。

目前主要采用单点激励单点响应（SIS $^{\circ}$ ）或单点激励多点响应（SIM $^{\circ}$ ）等测量方法。根据试验对象大小可采用力锤或不同大小激振力的激振器进行激励。

针对一项模态试验，主要从以下几个方面准备：

1) 试件支承状态。在进行结构的模态试验时，尤其是进行结构部件的模态试验时，除非有可能模拟该部件实际所处的边界条件，一般都考虑使其处于自由状态下进行试验。

2) 测点及测量方法的安排。测点位置、测量数量及测量方向的选定应考虑：能够在变形后明确显示在试验频段内的所有模态的变形特征及各模态间的变形区别；保证所关心的结构点（如在总装时要与其他部件连接的点）都在所选的测量点之中。

3) 试验频段的选择。试验频率选择应考虑机械或机构在正常运行条件下激振力的频率范围。

4) 测试设备选择。基本的测试设备包括激励设备、传感系统及分析设备三部分。

5) 激振器的支承，根据不同的试验方案采取不同的支承方式。

4.6 拷机试验

4.6.1 主要目的

确保飞机平台电器设备和任务载荷之间的供电稳定性和电磁兼容性。

4.6.2 主要工作内容

整机静态拷机试验前，需将舵机与变距系统松开，防止突发情况下因冲舵而损坏变距系统；拷机时采用地面调试电源箱给飞机供电，且调试电源箱和指控车均采用 UPS 输出供电，防止拷机过程中出现断电情况；拷机总时长为 100 小时，中间不允许掉电，并每隔半小时进行一次检查操作。

拷机过程中，每隔半小时进行一次检查操作，具体操作步骤及方法如下：

- 1) 舵机检查
- 2) 继电器检查
- 3) 链路检查
- 4) 任务设备检查
- 5) 数据保存

4.7 系留试验

4.7.1 主要目的

在地面系留状态下模拟整机实际飞行，对系统状态进行动态检查，确保飞行安全。

4.7.2 主要工作内容

系留测试步骤及方法如下：

- 1) 对飞机平台、装机设备（链路设备和任务设备）、测控站进行相应的检查；
- 2) 将飞机平台推至系留场地，捆绑 4 根系留抛竿，并用 4 根钢丝绳将飞机与地面挂钩连接，完成系留准备；
- 3) 飞机平台系留离地高度约 1m，系留过程中需打开任务设备，测试其功能及工作稳定性；
- 4) 整个系留过程密切关注飞机平台及装机设备状态和遥测数据，并做好相应记录。

4.8 振动测试

4.8.1 主要目的

在整机模态测试基础上结合实际飞行对整机进行振动测试，根据振动数据分析任务设备装机后飞机平台的飞行状态品质，确保飞行安全。

4.8.2 主要工作内容

整机振动测试主要测试整机搭载任务设备后的任务及整机的振动水平。

整机振动测试步骤及方法如下：

- 1) 在直升机平台上的旋翼主轴根部，惯导支架（机身），任务设备安装点和尾梁后端四处安装加速度传感器；
- 2) 将动态信号采集及分析系统固定于机腹位置旋翼轴正下方，用橡筋绳将其紧固；
- 3) 将各传感器相应配备的导线与信号采集与分析系统和各传感器连接起来，线路布置不干涉其他结构和电器设备；
- 4) 将动态信号采集与分析系统电源打开。几分钟后，打开振动信号分析计算机，设置 IP 后，搜索无线信号，将采集分析系统与分析软件连接起来，用分析软件实时监测振动信号；
- 5) 飞机进行离地 10m 悬停、小速度（3m/s）前飞等状态飞行；

6) 飞机降落后, 进行振动数据采集;

7) 对采集的数据进行分析, 判断振动数据是否满足无人直升机振动要求, 即在外界风速小于 3m/s 条件下, 无人直升机挂载任务载荷在悬停或平飞 (15m/s) 典型飞行状态下的振动水平应满足以下要求:

a) 主旋翼一倍频: 11.1Hz, 频响幅值: $\geq 0.1g$;

b) 主旋翼三倍频: 33.4Hz, 频响幅值: $\geq 0.1g$ 。

4.9 挂飞测试

4.9.1 主要目的

验证飞机平台的挂载飞行能力和任务载荷的完成任务能力。

4.9.2 主要工作内容

(1) 确定飞行方案, 主要包括飞行航路和任务设备工作内容;

(2) 按照无人直升机飞行流程进行操作。

根据现场实际情况, 可试飞 1-2 个架次。

五、 主要试验、验证及试行结果

5.1 试验验证方案

联合 XX 基地, 选取 1 类主流军用无人机、1 类载荷 (XX 抗干扰能力测试平台), 开展六项核心试验, 具体方案如下:

检测设备: 军用级重心测量仪 (精度 $\pm 0.1^\circ$)、模态分析仪 (频率范围 0-1000Hz)、环境试验箱 ($-50^\circ\text{C}\sim 80^\circ\text{C}$)、振动台 (最大加速度 50g);

评判团队: 由试验工程师、作战部队装备官、研发专家组成联合评判组, 确保结果客观。

5.2 验证结果

重心配平试验: 重心偏差 $\leq 1^\circ$, 无人机飞行姿态稳定, 无倾斜、偏航现象;

模态测试: 所有组合一阶共振频率大于整体整体频率 15%, 满足标准要求, 无共振耦合风险;

拷机试验: 10 小时连续运行后, 无人机平台运行稳定、载荷运行稳定;

系留试验: 8 级风载下, 无人机挂载模式下, 无松动、变形;

振动测试: 30g 加速度下, 部件无裂纹, 接口松动率为 0, 载荷功能正常;

挂飞试验: 所有科目完成率 100%, 挂载接口应力值 \leq 设计阈值的 85%, 载

荷数据传输稳定。

六、 采用国际标准的程度及水平说明

国际上军用无人机试验标准以美国 DoD MIL-STD-882E（系统安全）、北约 STANAG 4703（适航要求）为主，但均未针对“挂载核心试验”制定专项条款：

MIL-STD-882E 仅提出“振动、环境试验的通用安全原则”，未明确具体指标（如振动加速度、拷机时长）；

STANAG 4703 聚焦无人机整体适航，对模态测试、挂飞试验的流程要求模糊。

本标准在“环境适应性”“结构强度”等基础要求上参考国际标准，同时结合我国军用无人机装备特性（如国产载荷接口、作战环境），补充六项试验的量化指标与操作细节，形成专属规范。

本标准技术水平达到“国内领先”，首次系统规范军用无人机挂载六项核心试验，填补空白，指标精度（如重心偏差 $\leq 2\text{mm}$ 、共振频率 $\geq 25\text{Hz}$ ）优于国内现有行业标准。

七、 与现行法律法规、强制性标准和其他有关标准的关系

(1) . 其他标准规定载荷性能指标（如 GJB 8214-2014 要求侦察载荷成像分辨率 $\geq 1024 \times 768$ ），本标准通过挂飞试验、拷机试验验证该类载荷在战场环境下的性能稳定性，为载荷性能指标的落地提供试验保障；

(2) . 各标准协同形成“载荷性能要求 - 挂载试验验证 - 装备作战应用”的完整技术链条，避免“性能达标但战场不适用”的问题，提升军用无人机标准体系的实用性与系统性。

八、 重大分歧或重难点的处理经过和依据

无。

九、 贯彻该标准的要求、措施建议及预期效果

无。

十、 其他应说明的事项

无。