

T/ACCEM

团 体 标 准

T/ACCEM XXXX—XXXX

低空飞行器整机环境试验技术规范

Low altitude aircraft whole machine environmental test technical specification

(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。

2025 - XX - XX 发布

2025 - XX - XX 实施

中国商业企业管理协会 发布

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。

本文件由西安西测测试技术股份有限公司提出。

本文件由中国商业企业管理协会归口。

本文件起草单位：西安西测测试技术股份有限公司、×××、×××。

本文件主要起草人：×××、×××、×××。

低空飞行器整机环境试验技术规范

1 范围

本文件规定了低空飞行器（以下简称“飞行器”）整机环境试验的通用要求、试验样品要求、环境试验的相关要求。

本文件适用于各类低空飞行器，包括但不限于民用轻小型无人机、有人驾驶低空飞行器。

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。

- GJB 150.2A-2009 军用装备实验室环境试验方法 第2部分：低气压（高度）试验
- GJB 150.3A-2009 军用装备实验室环境试验方法 第3部分：高温试验
- GJB 150.4A-2009 军用装备实验室环境试验方法 第4部分：低温试验
- GJB 150.5A-2009 军用装备实验室环境试验方法 第5部分：温度冲击试验
- GJB 150.7A-2009 军用装备实验室环境试验方法 第7部分：太阳辐射试验
- GJB 150.8A-2009 军用装备实验室环境试验方法 第8部分：淋雨试验
- GJB 150.9A-2009 军用装备实验室环境试验方法 第9部分：湿热试验
- GJB 150.11A-2009 军用装备实验室环境试验方法 第11部分：盐雾试验
- GJB 150.12A-2009 军用装备实验室环境试验方法 第12部分：砂尘试验
- QJ 645-1982 航天飞行器力学环境术语

3 术语和定义

QJ 645-1982界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

低空飞行器 low-altitude aircraft

在1000m以下高度空域飞行，由遥控驾驶或自主飞行的无人驾驶航空器，包括多旋翼飞行器、固定翼飞行器、垂直起降飞行器、飞艇等。

3.2

整机环境试验 complete aircraft environmental test

对低空飞行器整机（包括机体、动力系统、飞行控制系统、通信导航系统等）在规定环境条件下进行的环境适应性和可靠性试验。

4 通用要求

4.1 试验环境要求

4.2 标准大气条件

除另有规定时，在下列试验条件下进行测量和试验：

- 试验温度：15℃～35℃；
- 相对湿度（RH）：20%～80%；
- 大气压力：试验场所气压。

4.3 试验环境条件的允差

4.3.1 温度

4.3.1.1 各个测试点的温度均匀度应不超过 $\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

4.3.1.2 无人机不工作时，其周围的温度梯度应不超过 $1\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{m}$ ，且总温差应不超过 $2.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

4.3.1.3 试验温度值大于 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，温度允差为 $\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

4.3.2 相对湿度

规定值的 $\pm 5\text{ \%RH}$ 。

4.3.3 压力

规定值的 $\pm 5\text{ \%}$ ，或 $\pm 200\text{Pa}$ ，取其大者。

4.3.4 振动幅值

振动幅值的允差如下

正弦振动幅值：规定值的 $\pm 10\text{ \%}$ ；

随机振动幅值：应符合GJB 150.16A-2009的规定。

4.3.5 振动频率

振动频率允差为规定值的 $\pm 2\%$ ；低于 25 Hz 时，允差为 $\pm 0.5\text{ Hz}$ 。

4.3.6 加速度

加速度允差为规定值的 $\pm 10\%$ 。

4.3.7 时间

除有更严的试验时间要求外，按下列规则执行：

——试验持续时间 $\geq 8\text{ h}$ ，试验持续时间和监测数据采集间隔时间与规定值之差 $\leq 5\text{ min}$ ；

——试验持续时间 $< 8\text{ h}$ ，试验持续时间和监测数据采集间隔时间与规定值之差应不超过规定值的 1% 。

4.3.8 风速

允许为规定值的 $\pm 10\%$ 。

4.3.9 工作时温度稳定条件

当飞行器中具有最大温度滞后效应的功能部件的温度变化率不大于 $2.0\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ，即认为飞行器达到了工作时的温度稳定。

4.3.10 不工作时温度稳定条件

当飞行器中具有最大温度滞后效应的功能部件的温度达到试验温度后，则认为飞行器达到了不工作时的温度稳定。

5 试验样品要求

5.1 样品完整性

试验样品应为完整的低空飞行器系统，包括：

——机体结构；

——动力系统；

——飞行控制系统；

——通信导航系统；

——电源系统；

——载荷设备（如有）。

5.2 样品状态

试验样品应为正常工作状态，各系统功能正常，无故障。

5.3 样品数量

根据试验项目确定样品数量，一般不少于2台。

5.4 试验前检查

5.4.1 外观检查

检查试验样品的外观，记录表面状况、连接情况、标识清晰度等。

5.4.2 功能检查

按照产品技术文件要求，检查各系统功能是否正常：

- 动力系统启动、运行、停止；
- 飞行控制系统响应；
- 通信系统收发；
- 导航系统定位；
- 电源系统供电。

5.4.3 性能测试

测试相关性能并记录关键性能参数：

- 飞行性能参数；
- 通信距离和质量；
- 电源续航时间；
- 载荷能力；
- 控制精度。

6 环境试验

6.1 低温试验

6.1.1 试验目的

验证低空飞行器在低温环境下的启动能力、工作性能和可靠性，评估低温对各系统功能的影响。

6.1.2 试验条件

按GJB 150.4A-2009第4章的规定执行。

6.1.3 试验程序

按GJB 150.4A-2009第7章的规定执行。

6.1.4 检测内容

检测内容如下

- 冷启动能力：在低温条件下的启动性能；
- 飞行性能：升力、推力、控制响应等；
- 电源性能：电池容量、放电特性；
- 通信性能：信号质量、传输距离；
- 结构完整性：外观、连接、密封等。

6.2 评定标准

试验结束后，按GJB 150.4A-2009第8章进行结果分析，并评估飞行器是否符合下列性能要求：

- 在试验温度下正常启动；
- 各项功能正常，性能参数在允许范围内；

- 试验后外观无异常变化；
- 关键性能指标衰减不超过 10%。

6.3 高温试验

6.3.1 试验目的

验证低空飞行器在高温环境下的工作性能和可靠性，评估高温对散热、电子器件和材料的影响。

6.3.2 试验条件

按GJB 150.3A-2009第4章的规定执行。

6.3.3 试验程序

按GJB 150.3A-2009第7章的规定执行。

6.3.4 检测内容

检测内容包括但不限于下列项目：

- 散热性能；
- 电子系统；
- 材料性能；
- 电源性能。

6.3.5 评定标准

试验结束后，按GJB 150.3A-2009第8章进行结果分析，并评估飞行器是否符合下列性能要求：

- 在试验温度下能够稳定工作；
- 关键器件温度不超过允许值；
- 各项性能参数在允许范围内；
- 材料无明显变形或老化；
- 试验后性能恢复正常。

6.4 温度冲击试验

6.4.1 试验目的

验证低空飞行器承受温度急剧变化的能力，评估热胀冷缩对结构和电子器件的影响。

6.4.2 试验条件

按GJB 150.5A-2009第4章的规定执行。

6.4.3 试验程序

按GJB 150.5A-2009第7章的规定执行。

6.4.4 检测内容

检测内容包括但不限于下列项目：

- 结构完整性：是否存在裂纹、变形、连接松动现象；
- 密封性能：防水、防尘等级保持；
- 电气连接：接触电阻、绝缘性能；
- 功能完整性：各系统工作正常；
- 性能稳定性：关键参数变化。

6.4.5 评定标准

试验结束后，按GJB 150.5A-2009第8章进行结果分析，并评估飞行器是否符合下列性能要求：

- 外观结构无裂纹、明显变形；
- 各连接牢固可靠；

- 密封等级保持不变；
- 电气性能正常；
- 功能和性能满足要求。

6.5 湿热试验

6.5.1 恒定湿热试验

6.5.2 试验目的

验证低空飞行器在恒定湿热环境下的工作能力和耐腐蚀性能。

6.5.3 试验条件

按GJB 150.9A-2009第4章的规定执行。

6.5.4 试验程序

按GJB 150.9A-2009第7章的规定执行。

6.5.5 检测内容

检测内容包括但不限于下列项目：

- 防潮性能：内部湿度、凝露情况；
- 腐蚀情况：金属表面腐蚀、电路板腐蚀；
- 绝缘性能：绝缘电阻、耐压强度；
- 机械性能：结构强度、连接可靠性；
- 电气性能：各系统功能、性能参数。

6.5.6 评定标准

试验结束后，按GJB 150.9A-2009第8章进行结果分析，并评估飞行器是否符合下列性能要求：

- 内部无明显凝露积水；
- 金属表面无明显腐蚀；
- 绝缘性能满足要求；
- 机械连接牢固；
- 电气功能和性能正常。

6.6 低气压试验

6.6.1 试验目的

验证低空飞行器在低气压环境下的各系统工作能力。

6.6.2 试验条件

按GJB 150.2A-2009第4章的规定执行。

6.6.3 试验程序

按GJB 150.2A-2009第7章的规定执行。

6.6.4 检测内容

检测内容包括但不限于下列项目：

- 动力系统：电机效率、螺旋桨效果；
- 冷却效果：散热性能变化；
- 密封性能：压差密封效果；
- 电子系统：工作稳定性。

6.6.5 评定标准

试验结束后，按GJB 150.2A-2009第8章进行结果分析，并评估飞行器是否符合下列性能要求：

- 在试验气压下能够正常工作；
- 飞行性能满足设计要求；
- 各系统功能正常；
- 关键参数在允许范围内。

6.7 太阳辐射试验

6.7.1 试验目的

验证低空飞行器在太阳辐射环境下的温升特性、材料稳定性和工作可靠性。

6.7.2 试验条件

按GJB 150.7A-2009第4章的规定执行。

6.7.3 试验程序

按GJB 150.7A-2009第7章的规定执行。

6.7.4 检测内容

检测内容包括但不限于下列项目：

- 温升特性：表面和内部温度分布；
- 材料变化：颜色、光泽、硬度变化；
- 结构稳定：变形、开裂情况；
- 电气性能：各系统工作状态；
- 光学器件：透镜、滤光片性能。

6.7.5 评定标准

试验结束后，按GJB 150.7A-2009第8章进行结果分析，并评估飞行器是否符合下列性能要求：

- 温升在允许范围内；
- 材料无明显老化变质；
- 结构无变形开裂；
- 各系统功能正常；
- 光学性能满足要求。

6.8 淋雨试验

6.8.1 试验目的

验证低空飞行器的防水性能和在降雨环境中的工作能力。

6.8.2 试验条件

按GJB 150.8A-2009第4章的规定执行。

6.8.3 试验程序

按GJB 150.8A-2009第7章的规定执行。

6.8.4 检测内容

检测内容包括但不限于下列项目：

- 防水效果：内部进水量和部位；
- 密封性能：密封圈、接插件密封；
- 排水性能：积水情况和排除能力；
- 电气安全：绝缘性能、漏电情况；
- 功能完整：各系统工作正常。

6.8.5 评定标准

试验结束后，按GJB 150.8A-2009第8章进行结果分析，并评估飞行器是否符合下列性能要求：

- 内部无进水或进水量符合要求；
- 密封结构完好有效；
- 无积水影响正常工作；
- 电气性能满足安全要求；
- 各项功能正常。

6.9 盐雾试验

6.9.1 试验目的

验证低空飞行器在海洋性气候环境中的抗腐蚀能力和长期可靠性。

6.9.2 试验条件

按GJB 150.11A-2009第4章的规定执行。

6.9.3 试验程序

按GJB 150.11A-2009第7章的规定执行。

6.9.4 检测内容

检测内容包括但不限于下列项目：

- 腐蚀情况：锈蚀程度、腐蚀面积；
- 涂层性能：起泡、脱落、变色；
- 金属零件：表面腐蚀、尺寸变化；
- 电气性能：接触电阻、绝缘性能；
- 机械性能：强度、连接可靠性。

6.9.5 评定标准

试验结束后，按GJB 150.11A-2009第8章进行结果分析，并评估飞行器是否符合下列性能要求：

- 腐蚀程度；
- 涂层完整，无大面积起泡脱落；
- 金属零件腐蚀在允许范围内；
- 电气性能满足要求；
- 机械性能无明显衰减。

6.10 砂尘试验

6.10.1 试验目的

验证低空飞行器在沙尘环境中的防护能力和工作可靠性。

6.10.2 试验条件

按GJB 150.12A-2009第4章的规定执行。

6.10.3 试验程序

按GJB 150.12A-2009第7章的规定执行。

6.10.4 检测内容

检测内容包括但不限于下列项目：

- 防尘效果：内部进尘量和分布；
- 密封性能：密封结构完整性；

- 机械磨损：运动部件磨损情况；
- 散热影响：散热器、风扇堵塞；
- 电气性能：接触性能、绝缘性能。

6.10.5 评定标准

试验结束后，按GJB 150.12A-2009第8章进行结果分析，并评估飞行器是否符合下列性能要求：

- 内部进尘量符合防护等级要求；
 - 密封结构完好；
 - 运动部件工作正常；
 - 散热性能满足要求；
 - 电气功能正常。
-