



中华人民共和国国家标准

GB/T 38924.10—2020

民用轻小型无人机系统环境试验方法 第 10 部分：砂尘试验

Environmental test methods for civil small and light unmanned aircraft system—
Part 10: Sand and dust test

2020-07-21 发布

2021-02-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 试验条件	1
4.1 受试设备	1
4.2 吹尘试验条件	2
4.3 吹砂试验条件	3
5 试验设备和仪器	4
6 试验过程	4
6.1 吹尘试验过程	4
6.2 吹砂试验过程	5
7 试验中断和恢复	6
7.1 欠试验中断	6
7.2 过试验中断	6
8 试验结果评定	6
9 试验报告	6



前 言

GB/T 38924《民用轻小型无人机系统环境试验方法》分为以下部分：

- 第1部分：总则；
- 第2部分：低温试验；
- 第3部分：高温试验；
- 第4部分：温度和高度试验；
- 第5部分：冲击试验；
- 第6部分：振动试验；
- 第7部分：湿热试验；
- 第8部分：盐雾试验；
- 第9部分：防水性试验；
- 第10部分：砂尘试验；

……

本部分为 GB/T 38924 的第 10 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分由全国航空器标准化技术委员会(SAC/TC 435)提出并归口。

本部分起草单位：中国航空综合技术研究所、广东泰一高新技术发展有限公司、中航金城无人系统有限公司、深圳市大疆创新科技有限公司、易瓦特科技股份公司。

本部分主要起草人：李敏伟、黄山、罗伟、刘泽锋、叶川、游亚飞、胡应东、朱姝、何志凯、余青松、王昂、杨旸、曹国杰、钟志勇、赵国成。

民用轻小型无人机系统环境试验方法

第 10 部分：砂尘试验

1 范围

GB/T 38924 的本部分规定了民用轻小型无人机(起飞重量在 0.25 kg~150 kg 之间)系统(含飞行器和地面站)砂尘试验的试验条件、试验设备和仪器、试验过程、试验中断和恢复、试验结果评定和试验报告。

本部分适用于在使用过程中可能会受到砂尘环境影响的民用轻小型无人机系统,以此来确定民用轻小型无人机系统对以适中速度运动的风或气流所携带的砂尘环境的耐受能力。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 4208—2017 外壳防护等级(IP 代码)

GB/T 38152—2019 无人驾驶航空器系统术语

GB/T 38924.1—2020 民用轻小型无人机系统环境试验方法 第 1 部分:总则

3 术语和定义

GB/T 38152—2019、GB/T 4208—2017 界定的以及以下术语和定义适用于本文件。

3.1

砂尘 sand and dust

主要成分是 SiO_2 , 直径范围在 $0.1 \mu\text{m} \sim 1\,000 \mu\text{m}$ 之间的, 小颗粒物。

3.2

自然砂尘环境 natural sand and dust environment

由于自然因素的影响而造成在空气中有一定砂尘含量的环境。

3.3

诱发砂尘环境 induced sand and dust environment

由于各种诱发因素而造成在空气中有一定砂尘含量的环境。

3.4

砂尘环境浓度 sand and dust concentration

在砂尘环境中每单位体积空气中所含砂尘的质量, 单位为 mg/m^3 。

4 试验条件

4.1 受试设备

4.1.1 受试设备要求

受试设备应满足以下要求:

- a) 受试设备技术状态应与提交的产品资料内容相符；
- b) 受试设备数量应满足试验要求,受试设备至少需要 1 套；
- c) 受试设备应有企业合格证等质量检验证明。

4.1.2 设备分类

根据民用轻小型无人机系统的使用要求进行分类,应分为:

- a) 作业过程中会经受吹尘影响的无人机系统,例如在未铺砌地面起降的无人机系统,确定为 D 类设备。该类设备应考虑吹尘试验。
- b) 作业过程中会经受吹砂和吹尘影响的无人机系统,例如,在沙漠地区作业、起降的无人机系统,尤其是没有专门防砂尘措施的无人机系统,确定为 S 类设备。该类设备应考虑吹尘和吹砂试验。

4.2 吹尘试验条件

4.2.1 概述

除非另有规定,吹尘试验应按照下述试验条件进行,也可按照 GB/T 4208—2017 中要求进行吹尘试验。

4.2.2 尘的成分及颗粒大小

除非另有规定,试验用尘应用红高岭土或石英粉, SiO_2 含量应为 97%~99%,尺寸分布应满足:

- a) 100%(质量分数)尘颗粒直径 $<150\ \mu\text{m}$,其中 $50\% \pm 2\%$ (质量分数)尘颗粒直径为 $20\ \mu\text{m} \pm 5\ \mu\text{m}$;
- b) 若使用石英粉,约有 98%(质量分数)尘颗粒直径 $<108\ \mu\text{m}$ (140 目),约有 2%(质量分数)尘颗粒直径 $>108\ \mu\text{m}$ (140 目),但是建议提供与以前试验要求具有可比性的结果。

4.2.3 尘浓度

吹入试验箱内的尘浓度应达到并保持在 $3.5\ \text{g}/\text{m}^3 \sim 8.8\ \text{g}/\text{m}^3$ 。

4.2.4 温度

温度如下:

- a) 第 1 阶段: $25\ \text{℃} \pm 2\ \text{℃}$;
- b) 第 2 阶段: $55\ \text{℃} \pm 2\ \text{℃}$ 或受试设备的最高工作温度。

4.2.5 相对湿度

试验期间试验箱内相对湿度 $\leq 30\%$ 。

4.2.6 风速

吹尘风速应保持在 $2.4\ \text{m}/\text{s} \sim 8.9\ \text{m}/\text{s}$,或按有关文件规定。

4.2.7 吹尘方向

除非另有规定,对受试设备的 3 个正交轴的全部 6 个方向进行试验。

4.2.8 吹尘时间

4.2.4 中的每个阶段每个试验方向 $\geq 1\ \text{h}$ 。

4.3 吹砂试验条件

4.3.1 概述

除非另有规定,吹砂试验应按照下述试验条件进行,也可按照 GB/T 4208—2017 中的要求进行吹砂试验。

4.3.2 砂的成分及颗粒大小

除非另有规定,试验用砂应用 SiO₂ (质量分数至少为 95%)。试验用砂带有棱角结构,其圆磨度和球度的平均克伦宾(Krumbein)数范围为 0.5~0.7,莫氏硬度因数为 7,推荐的砂粒颗粒尺寸范围为 150 μm~850 μm,尺寸分布应满足:

- a) 质量分数为(90±5)%的砂颗粒,其尺寸≥150 μm 且<600 μm;
- b) 质量分数至少为 5%的砂颗粒,其尺寸≥600 μm。



4.3.3 砂浓度

吹入试验箱内的砂浓度要求如下:

- a) 优先采用受试设备预期最坏作业环境条件下的砂浓度数据作为试验的砂浓度,但应在有关文件中明确规定;
- b) 对于只暴露在自然环境条件下的受试设备,砂浓度为 0.18^{+0.2} g/m³ (由于在较低浓度量值下测量砂浓度存在一定困难,所以允许较大公差);
- c) 对于无防护储存措施或者可能在地面运行车辆附件作业的受试设备,砂浓度为 1.1 g/m³ ± 0.3 g/m³;
- d) 对于可能在未铺砌地面上起降的直升机附近使用的受试设备,砂浓度为 2.2 g/m³ ± 0.5 g/m³。

4.3.4 温度及容差

温度如下:

- a) 第 1 阶段:25 °C ± 2 °C;
- b) 第 2 阶段:55 °C ± 2 °C 或受试设备的最高工作温度。

4.3.5 相对湿度

试验期间试验箱内相对湿度≤30%。

4.3.6 风速

吹砂风速应保持在 18 m/s~29 m/s,或按有关文件规定。必要时,为了模拟舱内吹砂环境,可以采用 0.5 m/s~2.4 m/s 的吹砂风速,但应在有关文件中明确规定。

4.3.7 吹砂方向

除非另有规定,对受试设备的 3 个正交轴的全部 6 个方向进行试验。

4.3.8 吹砂时间

4.3.4 中的每个阶段每个试验方向≥1 h。

5 试验设备和仪器

用于试验的仪器设备(包括专用设备)应经检定或校准并在有效期内,陪试设备应检验合格。受试设备功能/性能测试所用的测试仪器应满足预期的使用要求,其测量不确定度或最大允许误差应小于被测参数最大允许误差的三分之一。

对试验箱(室)的要求应如下:

- a) 试验箱(室)校准应符合 GB/T 38924.1—2020 中 4.4 的要求;
- b) 试验箱(室)能力应能满足 4.2、4.3 中沙尘浓度、风速、温度和相对湿度控制要求;
- c) 试验箱(室)的注入系统应能够维持试验箱内有足够浓度、均匀的悬浮砂、尘;
- d) 试验箱(室)的鼓风装置应能够提供所规定的风速;
- e) 试验箱(室)的箱壁采用导电性材料,并且接地避免静电积累;
- f) 受试设备横截面积 $\leq 50\%$ 的试验箱工作空间横截面积,所占体积 $\leq 30\%$ 的试验箱体积;
- g) 试验箱(室)应有受试设备功能/性能测试的转接装置;
- h) 试验箱(室)应有较好的密封性,试验过程中不应泄漏沙尘,且有沙尘的收集和回收装置;
- i) 若要模拟舱内吹砂环境(采用 0.5 m/s~2.4 m/s 风速),应使用立式吹砂试验箱;
- j) 试验箱(室)应符合有关沙尘使用的健康与安全条例的相关规定。

6 试验过程

6.1 吹尘试验过程

6.1.1 试验前准备

试验开始前,应确定受试设备的技术状态和数量、试验程序、试验参数量值、温度稳定时间等。

温度稳定时间建议采用实测的方式确定,确定方法详见 GB/T 38924.1—2020 中 4.3 的要求。无法实测时按照以下重量法确定被试品非工作状态下温度稳定时间:

- a) 产品重量 ≤ 1.5 kg,温度稳定时间为 1 h;
- a) 1.5 kg $<$ 产品重量 ≤ 15 kg,温度稳定时间为 2 h;
- b) 15 kg $<$ 产品重量 ≤ 150 kg,温度稳定时间为 4 h。

6.1.2 预处理

受试设备在 GB/T 38924.1—2020 中 4.1 规定的正常试验大气条件下保持 6.1.1 确定的温度稳定时间,以使受试设备达到温度稳定。

6.1.3 试验前检测

对受试设备进行全面的外观检查,并按有关技术文件规定对受试设备进行功能/性能检测,记录检测结果。

6.1.4 试验步骤

吹尘试验分为 2 个阶段,每个阶段应遵守与尘相关的使用健康与安全条例,试验步骤如下:

- a) 按 GB/T 38924.1—2020 中 4.5 规定将受试设备安装在试验箱(室)内,并使受试设备的受试方向朝向吹尘气流方向;

- b) 第1阶段试验,将试验箱内温度调整到 25 ℃,相对湿度 $\leq 30\%$,风速保持在 2.4 m/s~8.9 m/s 范围内,尘浓度控制在 3.5 g/m³~8.8 g/m³ 范围内,使受试设备按照 4.2.7 中规定的试验方向依次进行试验,每个方向试验时间至少为 1 h;
- c) 第2阶段试验,将试验箱内温度调整到 55 ℃或受试设备的最高工作温度,相对湿度 $\leq 30\%$,风速保持在 2.4 m/s~8.9 m/s 范围内,尘浓度控制在 3.5 g/m³~8.8 g/m³ 范围内,使受试设备按照 4.2.7 中规定的试验方向依次进行试验,每个方向试验时间至少为 1 h;必要时,应在第2阶段试验接近结束时给受试设备通电工作,应在有关技术文件中规定受试设备的工作状态,并按照有关技术文件规定对受试设备进行功能/性能检测,记录检测结果。

6.1.5 恢复

试验结束后,试验箱停止吹尘,并将试验箱内温度调整到 25 ℃,保持 6.1.1 确定的温度稳定时间对受试设备进行恢复处理,同时使试验箱内的尘沉降下来。

6.1.6 试验后检测

将受试设备从试验箱内中取出,用刷、擦或摇晃的方法清除积聚在受试设备外表面的尘,注意避免多余尘粒进入受试设备内部,不得用吹风或真空吸尘的方法清除受试设备上的尘粒。去除多余的尘粒后,对受试设备进行全面的外观检查,并按有关技术文件规定对受试设备进行功能/性能检测,记录检测结果。必要时,可以对受试设备进行拆开检查,确认其内部尘粒渗入情况(如,渗入位置、渗入量等),记录检查结果。

6.2 吹砂试验过程

6.2.1 试验前准备

同 6.1.1。

6.2.2 预处理

同 6.1.2。

6.2.3 试验前检测

同 6.1.3。

6.2.4 试验步骤

吹砂试验分为 2 个阶段,每个阶段应遵守与砂相关的使用健康与安全条例,试验步骤如下:

- a) 按 GB/T 38924.1—2020 中 4.5 规定将受试设备安装在试验箱(室)内,并使受试设备的受试方向朝向吹砂气流方向,受试表面与砂粒喷射口的距离至少为 3 m,以使砂粒在碰撞到受试设备前达到规定的风速;
- b) 第1阶段试验,将试验箱内温度调整到 25 ℃,相对湿度 $\leq 30\%$,风速保持在 18 m/s~29 m/s 范围内,砂浓度控制在 4.3.3 规定的范围内,使受试设备按照 4.3.7 中规定的试验方向依次进行试验,每个方向试验时间至少为 1 h;
- c) 第2阶段试验,将试验箱内温度调整到 55 ℃或受试设备的最高工作温度,相对湿度 $\leq 30\%$,风速保持在 18 m/s~29 m/s 范围内,砂浓度控制在 4.3.3 规定的范围内,使受试设备按照 4.3.7 中规定的试验方向依次进行试验,每个方向试验时间至少为 1 h;必要时,应在第2阶段试验接

近结束时给受试设备通电工作,应在有关技术文件中规定受试设备的工作状态,并按照有关技术文件规定对受试设备进行功能/性能检测,记录检测结果。

6.2.5 恢复

试验结束后,试验箱停止吹砂,并将试验箱内温度调整到 25 ℃,保持 6.2.1 确定的温度稳定时间对受试设备进行恢复处理,同时使试验箱内的砂沉降下来。

6.2.6 试验后检测

将受试设备从试验箱中取出,用刷、擦或摇晃的方法清除积聚在受试设备外表面的砂,注意避免多余砂粒进入受试设备内部,不得用吹风或真空吸尘的方法清除受试设备上的砂粒。去除多余的砂粒后,对受试设备进行全面的外观检查,然后按有关技术文件规定对受试设备进行功能/性能检测,记录检测结果。必要时,可以对受试设备进行拆开检查,确认其内部砂粒渗入情况(如,渗入位置、渗入量等),记录检查结果。

7 试验中断和恢复

7.1 欠试验中断

当试验条件低于允许误差下限时,应从低于试验条件的点重新达到预先规定的试验条件,恢复试验直到结束。

7.2 过试验中断

当出现过试验中断时,应暂停试验,先确认过试验条件是否会直接造成受试设备的损坏,若确认未造成损坏,按照实际使用的清理方式,尽可能清除受试设备外表面和内部积聚的砂尘,然后按 7.1 规定恢复试验,否则,应用新的受试设备重新试验。

8 试验结果评定

受试设备在砂尘试验前、后的外观和结构检查结果以及试验前、中、后的功能/性能检测结果满足有关技术文件规定的要求时,受试设备砂尘试验结果合格,4.2 和 4.3 规定的砂尘环境为受试设备承受飞散砂尘环境能力的最低要求。

9 试验报告

除另有规定外,试验报告应至少包括以下内容:

- a) 受试设备型号、名称、组成、数量及供应商信息;
- b) 受试设备安装照片;
- c) 试验依据;
- d) 试验程序及试验条件;
- e) 试验日期、地点、人员;
- f) 试验设备及测试设备;
- g) 试验过程;

- h) 试验参数控制数据；
 - i) 受试设备外观和功能/性能检测数据；
 - j) 试验结果或结论；
 - k) 存在问题与建议。
-