

# 团 体 标 准

T/ SZUAVIA 009.12-2019

---

## 多旋翼无人机系统实验室环境试验方法 第 12 部分：砂尘试验

Laboratory environmental test methods for unmanned aircraft systems with  
multi-rotors Part 12: Sand and dust test

2019 - 12 - 23 发布

2020 - 1 - 1 实施

## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 试验目的 .....	1
4 试验条件 .....	1
5 吹尘试验程序 .....	2
6 吹砂试验程序 .....	2
7 结果分析 .....	3

## 前 言

T/SZUAVIA 009《多旋翼无人机系统实验室环境试验方法》是系列标准，分为若干部分。T/SZUAVIA 009包含以下部分：

- T/SZUAVIA 009.1-2019 多旋翼无人机系统实验室环境试验方法 第1部分：通用要求
- T/SZUAVIA 009.2-2019 多旋翼无人机系统实验室环境试验方法 第2部分：抗风试验
- T/SZUAVIA 009.3-2019 多旋翼无人机系统实验室环境试验方法 第3部分：低气压试验
- T/SZUAVIA 009.4-2019 多旋翼无人机系统实验室环境试验方法 第4部分：低温试验
- T/SZUAVIA 009.5-2019 多旋翼无人机系统实验室环境试验方法 第5部分：高温试验
- T/SZUAVIA 009.6-2019 多旋翼无人机系统实验室环境试验方法 第6部分：湿热试验
- T/SZUAVIA 009.7-2019 多旋翼无人机系统实验室环境试验方法 第7部分：温度变化试验
- T/SZUAVIA 009.8-2019 多旋翼无人机系统实验室环境试验方法 第8部分：振动试验
- T/SZUAVIA 009.9-2019 多旋翼无人机系统实验室环境试验方法 第9部分：冲击试验
- T/SZUAVIA 009.10-2019 多旋翼无人机系统实验室环境试验方法 第10部分：盐雾试验
- T/SZUAVIA 009.11-2019 多旋翼无人机系统实验室环境试验方法 第11部分：淋雨试验
- T/SZUAVIA 009.12-2019 多旋翼无人机系统实验室环境试验方法 第12部分：砂尘试验

本部分为T/SZUAVIA 009的第12部分。

本部分按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本部分由深圳无人机行业协会提出并归口。

本部分起草单位：工业和信息化部电子第五研究所、深圳市无人机行业协会、广州海关技术中心、广州市华科尔科技股份有限公司、深圳科比特航空科技有限公司、深圳飞马机器人科技有限公司、深圳市科卫泰实业发展有限公司、深圳一电航空技术有限公司、亿航智能设备（广州）有限公司、广州极飞科技有限公司、苏宁易购集团股份有限公司。

本部分主要起草人：蔡茗茜、王远航、黄永华、时钟、黄创绵、杨剑锋、王文晖、莫文安、杨金才、车嘉兴、夏烨、黄心深、袁小东、李志耿、黄林华、李建生、王东、王兴、赵辉、李浩。

本部分于2019年12月首次发布。

## 多旋翼无人机系统实验室环境试验方法 第12部分：砂尘试验

### 1 范围

本部分规定了多旋翼无人机系统实验室砂尘试验的目的与应用、试验要求和结果分析与评定的内容。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的有关条款通过引用而成为本部分的条款。凡注明日期或版次的引用文件，其后的任何修改单（不包括勘误的内容）或修订版本都不适用于本部分，但提倡使用本部分的各方探讨使用其最新版本的可能性。凡未注日期或版次的引用文件，其最新版本适用于本部分。

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

RTCA DO-160F 机载设备的环境条件和试验程序 (RTCA DO-160F Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment)

GB/T 2423.37-2006 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验L：砂尘试验

### 3 试验条件

#### 3.1 砂、尘的组成

##### 3.1.1 吹尘

用下列任何一种混合尘（重量比）执行吹尘试验程序：

- a) 全世界常见的红瓷土，其成分见表1所示。

表1 常见红瓷土成分及含量

成分	含量
CaCO <sub>3</sub> 、MgCO <sub>3</sub> 、MaO、TiO <sub>2</sub> 等	5%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10%±5%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20%±10%
SiO <sub>2</sub>	剩余百分比

- b) 已广泛用于尘试验中的硅粉，它含有 97%~99%(重量比)的二氧化硅。
- c) 可以采用其他材料进行尘试验，但其颗粒尺寸分布要满足 d) 的要求。要保证采用的材料能达到预期的目的和适合要模拟的世界区域，例如，考虑尘的渗透性时，要保证尘颗粒的大小不大于该区域确定的尺寸。用于尘试验的材料包括滑石(粉)、灭火器粉、石英(自然界中存在的许多灰尘的主要成分)以及未分解的长石与橄榄石粉（与石英具有相似的特性）。
- d) 除另有规定外，采用的颗粒尺寸分布为：100%重量的颗粒直径小于 150μm，其中有 20μm±5μm 的中等直径的颗粒(50%重量)。这种尘易于当作 140 目的硅粉(约有 2%的尘可留在 140 目(108μm)

筛网的上面)使用,且应能提供与先前的试验要求可比较的结果。有关文件可以包含其他更具体的分布。

### 3.1.2 吹砂

除另有规定外,对大颗粒砂试验采用石英砂(至少95%的重量为 $\text{SiO}_2$ )。采用略带棱角的砂,其圆度和球度的Krumbein数平均值为0.5~0.7、硬度系数为7mho(姆欧)。由于棱角磨损和受到污染,试验用砂通常不宜重复使用。若可能,要根据装备将要使用的地域确定砂粒尺寸分布。建议用于大颗粒砂试验的砂粒尺寸分布在 $150\mu\text{m}$ ~ $850\mu\text{m}$ 之间,平均有 $90\pm 5\%$ 重量的砂粒尺寸小于 $600\mu\text{m}$ 而大于 $149\mu\text{m}$ ,且至少有5%重量的砂粒尺寸不小于 $600\mu\text{m}$ 。当装备设计用于一个已知具有异常的或特殊的砂要求的地域时,要分析这种砂的样品以确定用于试验的砂粒的尺寸分布。在有关文件中应详细规定砂粒的组成。

## 3.2 沙尘浓度

### 3.2.1 吹尘

除另有规定外,保持吹尘试验浓度为 $10.6\text{g}/\text{m}^3 \pm 7\text{g}/\text{m}^3$ 。

### 3.2.2 吹砂

除另有规定外,保持砂浓度如下:

- 可能未加防护的在开动着的的地面车辆附近工作或贮存的多旋翼无人机系统:  $1.1\text{g}/\text{m}^3 \pm 0.3\text{g}/\text{m}^3$ ;
- 对于只承受自然条件影响的多旋翼无人机系统:  $0.18_{-0.0}^{+0.2}\text{g}/\text{m}^3$ 。

## 4 吹尘试验程序

吹尘试验程序步骤如下:

- 根据技术文件的规定,将试验箱内的温度保持在 $25\pm 2^\circ\text{C}$ ,相对湿度不大于30%,将空气速度保持在 $0.5\sim 2.4\text{m}/\text{s}$ ,并在整个试验程序中保持该湿度与温度值。
- 调节尘的注入控制装置,使尘浓度达到 $10.6\text{g}/\text{m}^3 \pm 7\text{g}/\text{m}^3$ 。
- 使受试样品每一正交轴的每一个方向依次经受至少1h的暴露周期。
- 吹尘结束后,将设备从试验箱中取出,恢复至室温。
- 用刷、擦或抖动的方法清除积累在受试样品上的尘。操作时要小心,以免引入的尘或扰乱任何可能早已进入样品的尘,不要用吹风或真空清洁的方法除尘,除非这些方法与实际实用中采用的方法相同。
- 去除多余的尘粒后,操作样品的机械活动部件10次,检查活动部件是否堵塞或卡死,确定受试样品是否符合其性能标准,并记录检查结果。

## 5 吹砂试验程序

吹砂试验程序的步骤如下:

- 根据技术文件的规定,将试验箱内的温度保持在 $25\pm 2^\circ\text{C}$ ,安装受试样品,使样品暴露表面与砂粒喷射口的距离为3m,吹砂试验气流速度为 $8\sim 20\text{m}/\text{s}$ 。
- 调节供砂器,以得到规定的砂浓度。
- 使受试样品每一正交轴的每一个方向依次经受至少1h的暴露周期。

- i) 吹砂结束后，将设备从试验箱中取出，恢复至室温。
- j) 用刷、擦或抖动的方法除去受试样品上的积砂。操作时要小心，以免引入的砂引入到样品中。
- k) 去除多余的砂粒后，操作样品的机械活动部件 10 次，检查活动部件是否堵塞或卡死，确定受试样品是否符合其性能标准，并记录检查结果。

## 6 结果分析与评定

### 6.1 吹尘试验

确定是否：

- a) 尘已经以足够的量渗透入受试样品，引起粘合、堵塞、活动部件的卡住或阻塞、非工作性的接触或转换、或形成电桥造成短路；
- b) 功能和性能在规定的要求和(或)允差之内；
- c) 受试样品的磨损超过了规定的量值；
- d) 受试样品能够正常起飞、飞行与降落。

### 6.2 吹砂试验

确定是否：

- a) 受试样品的磨蚀超过规定的要求；
  - b) 受试样品能够正常起飞、飞行与降落。
-