

# 深圳市无人机行业协会团体标准

T/ SZUAVIA 001.4-2019

## 多旋翼无人机系统实验室环境试验方法 第 12 部分：淋雨试验

Laboratory environmental test methods for unmanned aircraft systems with  
multi-rotors Part 12: Rain test

(工作组讨论稿)

2019.04.24

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

深圳市无人机行业协会

发布

## 前 言

T/SZUAV 001《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/SZUAV 001 包含以下部分：

- T/SZUAV 001.1-20XX 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/SZUAV 001.2-20XX 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/SZUAV 001.3-20XX 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/SZUAV 001.4-20XX 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/SZUAV 001.5-20XX 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/SZUAV 001.6-20XX 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/SZUAV 001.7-20XX 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/SZUAV 001.8-20XX 多旋翼无人机系统实验室环境试验方法 第8部分：温度—湿度—低气压试验
- T/SZUAV 001.9-20XX 多旋翼无人机系统实验室环境试验方法 第9部分：振动试验
- T/SZUAV 001.10-20XX 多旋翼无人机系统实验室环境试验方法 第10部分：冲击试验
- T/SZUAV 001.11-20XX 多旋翼无人机系统实验室环境试验方法 第11部分：盐雾试验
- T/SZUAV 001.12-20XX 多旋翼无人机系统实验室环境试验方法 第12部分：淋雨试验
- T/SZUAV 001.13-20XX 多旋翼无人机系统实验室环境试验方法 第13部分：砂尘试验

本部分为 T/SZUAV 001 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。

本部分主要起草人：

本部分于 20XX 年 XX 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：淋雨试验

### 1 范围

本部分规定了多旋翼无人机系统淋雨试验条件、试验设备及仪器、试验方法、试验结果的评定及试验报告。

本部分适用于多旋翼民用无人机的淋雨试验，其他构型与用途的无人机系统可参考使用。

### 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，仅所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。

GJB150.8A-2009 军用装备实验室环境试验方法第8部分：淋雨试验

GA/T 1411.1 警用无人驾驶航空器系统 第1部分：通用技术要求

GA/T 1411.2 警用无人驾驶航空器系统 第2部分：无人直升机系统

GA/T 1411.4 警用无人驾驶航空器系统 第3部分：多旋翼无人驾驶航空器系统

### 3 试验条件

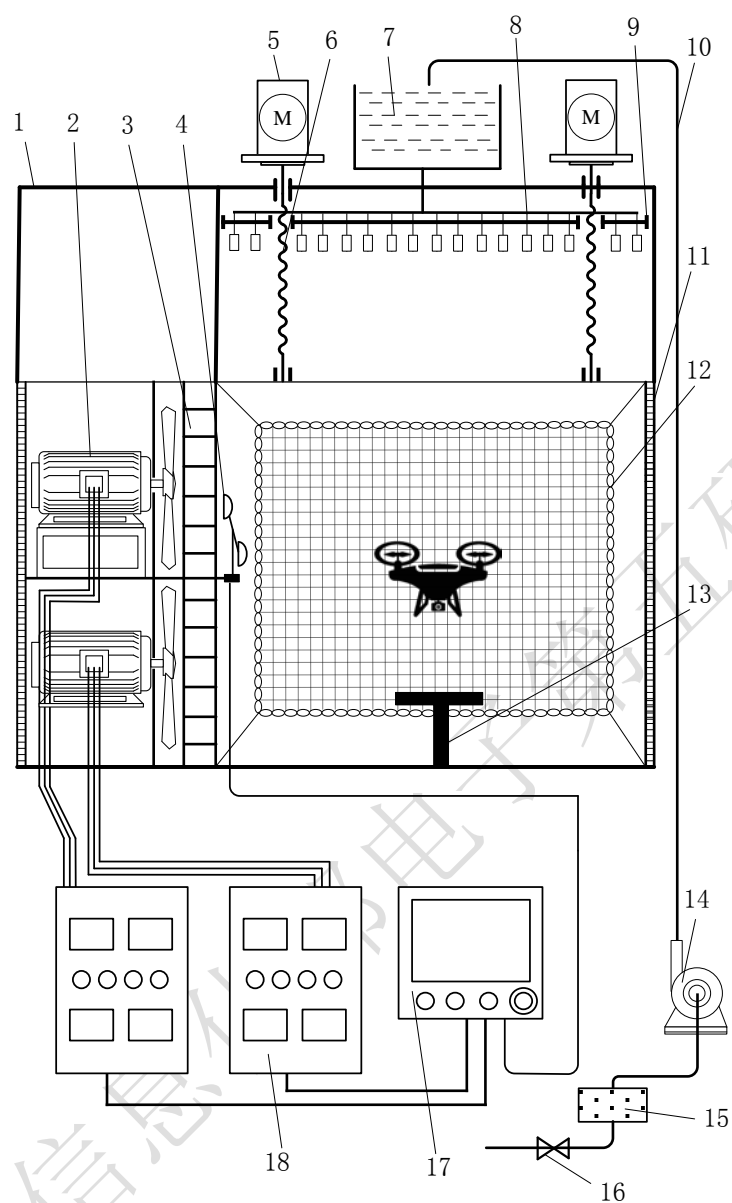
除特殊规定外，试验应在下述环境条件下进行：

- a) 环境温度：0℃~35℃；
- b) 相对湿度：不大于 85%；
- c) 在 25℃下，水的 PH 值为 6.5~7.2；推荐使用电阻率为 1500 Ω·m~2500 Ω·m；
- a) 大气压力：试验场地的气压；
- d) 试件的温度高于水温±2℃。

### 4 试验设备及仪器

#### 4.1 基本组成

试验设备及仪器由支撑结构、电机、风机、滴盘、保护网、防护栅栏、起落装置、测试仪器、控制面板等组成如图12-1所示。



- |            |            |
|------------|------------|
| 1——框架结构；   | 2——风机；     |
| 3——导流装置；   | 4——风速计；    |
| 5——升降电机；   | 6——滚珠丝杠；   |
| 7——水箱；     | 8——淋雨装置；   |
| 9——滑动导轨；   | 10——水管；    |
| 11——防护栅栏；  | 12——防护网；   |
| 13——起降平台；  | 14——水泵；    |
| 15——水泵过滤器； | 16——水源开关；  |
| 17——控制面板；  | 18——变频控制柜。 |

图1 试验设备示意图

## 4.2 框架结构

框架结构为试验设备的支撑部分，需要利用其风机、滴盘、保护网、防护栅栏等，需要具有一定的结构刚度，要能承受150Kg的滴盘以及30m/s的风力，并保证在滴盘满负载工作与风力达到30m/s时不发生结构颤振等现象。

#### 4.3 滴盘

根据实际需要来选择滴盘的参数，要求滴盘产生的最大降雨强度为20cm/h。

#### 4.4 防护栅栏

防止无人机失控飞出试验箱从而对试验人员造成人身危害。

#### 4.5 测量仪器

测量仪器用于测量无人机试样的实时位姿信息，包括三个平动方向和三个转动方向的速度、加速度随时间的变化曲线，由数据采集系统和工控机等组成。

数据采集系统由姿态采集传感器与无线发送器构成，工控机上安装有分析软件，用于对无人机试样的位姿信息进行分析，并绘制成曲线。

#### 4.6 起落装置

用于无人机起飞与降落。

#### 4.7 风机

根据实际需要来选择风机的功率大小和数量，要求风机产生的最大风速为25m/s。

#### 4.8 风速计

通过风速计实时测量风机产生的风速大小，从而反馈到控制器，进行闭环控制风机的转速。

#### 4.9 变频控制柜

用于驱动风机，通过变频来控制风机的转速，从而实现风速大小的控制。

#### 4.10 控制面板

用于滴水的速度及风速的设置及实时显示速度大小。

### 5 试验方法

#### 5.1 试验准备

试验开始前要进行如下准备工作：

- 试验前检查保护网的保护功能是否正常，如果出现破网或断网的情况，及时进行修补。
- 检查 GPS 信号，如果 GPS 信号较弱，需要中断试验。
- 检查无人机试样的温度是否高于水温 10℃。
- 如果试验设备安装于室外，需要测试环境风速，当风速超过 3m/s，中断试验。
- 根据相关文件设置滴雨速度、循环次数、持续时间等。

#### 5.2 试验程序 I——降雨

试验程序I如下：

- a) 检查无人机试样外观质量，并记录缺陷情况；
- b) 测试并记录环境湿度和相对湿度；
- c) 记录试样温度与水温；
- d) 确认无人机试样与水温差大于  $10^{\circ}\text{C}$ ，如不满足则可加热试样使之高于水温，或降低水温，试验开始前使得试样的温度稳定高于水温  $10^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  的温度上；
- e) 将无人机试样放置在起落装置的正中央；
- f) 在试验设备的控制面板设置无人机最大滴水速度；
- g) 启动试验设备，直到滴水速度达到设定值；
- h) 启动无人机，使其离开起落装置，飞向试验设备的正中央，在离地面  $1\sim 2$  米的高度位置处悬停；
- i) 悬停时间为 5 分钟，同时利用测试仪器实时记录无人机试样的位置与姿态角；
- j) 悬停时间达到 5 分钟后，将无人机试样降落至起落装置；
- k) 记录并保存试验数据；
- l) 试验过程中如果发生无人机坠机或失控情况，记录并中断试验；
- m) 从试验箱中取出无人机试样检查是否有水渗入试样内部。为防止安全事故，有必要排空试样内部的渗水，并测量排出的水量。

### 5.3 试验程序 II——吹雨

试验程序II如下：

- a) 检查无人机试样外观质量，并记录缺陷情况；
- b) 测试并记录环境湿度和相对湿度；
- c) 记录试样温度与水温；
- d) 确认无人机试样与水温差大于  $10^{\circ}\text{C}$ ，如不满足则可加热试样使之高于水温，或降低水温，试验开始前使得试样的温度稳定高于水温  $10^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  的温度上；
- e) 将无人机试样放置在起落装置的正中央；
- f) 在试验设备的控制面板设置最大滴水速度；
- g) 在试验设备的控制面板设置最大风速；
- h) 启动试验设备，直到滴水速度与风速均达到设定值；
- i) 启动无人机，使其离开起落装置，飞向试验设备的正中央，在离地面  $1\sim 2$  米的高度位置处悬停。
- j) 悬停时间为 5 分钟，同时利用测试仪器实时记录无人机试样的位置与姿态角；
- k) 悬停时间达到 5 分钟后，将无人机试样降落至起落装置；
- l) 记录并保存试验数据；
- m) 试验过程中如果发生无人机坠机或失控情况，记录并中断试验；
- n) 从试验箱中取出无人机试样检查是否有水渗入试样内部。为防止安全事故，有必要排空试样内部的渗水，并测量排出的水量。

## 6 试验结果的评定

试验结果的评定如下：

- a) 试验结束后，无人机试样能正常起飞与降落，其悬停测试过程中的位置与姿态精度符合相关标准要求时，试验结果记录为“合格”，并给出实测无人机起降、悬停过程中的位姿变化曲线和悬停测试过程中的位置与姿态变化最大值。

- b) 试验过程中，无人机如果发生坠机或失控，试验结果记录为“不合格”，并给出相关描述和现场试验照片。
- c) 试验过程中，悬停测试过程中的位置与姿态精度不符合相关标准要求，试验结果记录为“不合格”，并给出相关描述和现场试验照片。

表1 防雨能力要求

应力	第一类民用无人机	第二类民用无人机	第三类民用无人机
降雨强度	12cm/h	13cm/h	15cm/h
吹雨风速	5m/s	8m/s	10m/s

## 7 试验报告

试验报告应包括以下内容：

- a) 试验依据；
- b) 试验设备及测量仪器的名称、型号、编号、计量有效期；
- c) 试样件情况：包括试样件名称、数量、型号、样品编号
- d) 试验记录：试验地点、环境温度、环境湿度、试验前后试样件状态、无人机试验的飞行位置和姿态变化曲线；
- e) 试验结果；
- f) 试验单位、试验日期及试验人员。