

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 4 部分：低温试验

Laboratory environmental test methods for unmanned aircraft systems with
multi-rotors Part 4: Low temperature 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 4 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4部分：低温试验

1 范围

本标准规定了多旋翼无人机系统低温试验方法的术语和定义、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。

本标准适用于多旋翼无人机系统飞行器平台的低温试验，其他结构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。

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

RTCA/DO-160F 机载设备环境条件和试验程序 第4章：温度-高度

3 术语和定义

3.1 低温工作温度

低温工作温度是指设备正常暴露于其中并要求工作的最低温度。

3.2 短时工作温度

这是设备在地面长时间放置后开始工作时的条件。可以预料，这些温度不常出现并且持续时间很短。因为冷（热）空气循环或其他控温方式都是设备工作时才开始工作。

3.3 地面耐受温度

这是无人机贮存或暴露于气候极值期间，设备预期通常会暴露于其中的最低和最高的地面温度。在这些规定的温度极值下，要求设备能正常工作，但要求设备能耐受这些温度而不被损坏。

4 基本要求

4.1 标准大气条件

- a) 温度：25℃±10℃；
- b) 相对湿度：20%~80%；
- c) 气压：试验场所的气压。

4.2 试验条件控制

- a) 温度：被试产品附近的温度应在实验温度的±2℃以内。

- b) 风速：被试产品附近的风速不得大于 1.7m/s。
- c) 温度变化率：升降温过程中温度变化率不应超过 3℃/min。

4.3 一般的试验程序

4.3.1 预处理

在试验开始之前，为了消除或部分消除样品过去所受的影响。需要对样品进行预处理，如果有要求时，预处理作为试验程序的第一步骤。

4.3.2 初始检测

在进行试验之前，样品应在试验的正常的试验大气条件下进外观检查，并记录检测结果。同时还应进行正常起飞、悬停、着陆等初始性能检查，并记录检测结果。

4.3.3 试验

对被试品施加规定的环境试验条件。

4.3.4 恢复

在试验之后，应在试验的正常大气条件下进行产品恢复处理。

4.3.5 最后检测

恢复期结束后，试验样品应按相关规范规定进行正常起飞、悬停、着陆等初始性能检查，并记录检测结果。

4.4 试验中断处理

- a) 容差范围内的中断：当中断期间试验条件没有超出允许误差范围时，中断时间应作为总试验持续时间的一部分。
- b) 欠试验条件中断：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，一直进行到完成预定的试验周期。
- c) 过试验条件中断：当出现过度的试验条件时，最好停止此试验，用新的样品重做。如果过试验条件不会直接造成影响样品特性的损坏，或者此样品可以修复，则可按以上 b 条处理。如果以后试验中出现样品失效，则应认为此试验结果无效。

4.5 试验设备

试验时用的所有激励和试验设备都应标有牌号、型号、编号和校准日期。所有试验设备的标准应能追溯到国家或国际标准。

5 剪裁指南

5.1 选择试验程序

本试验包括三个试验程序：程序 I ——地面耐受低温试验和低温短时工作试验、程序 II ——低温贮存试验、程序 III ——低温工作试验。根据对试验数据的需求，确定适用的试验程序、试验程序组合或实施各程序的顺序。

选择试验程序时应考虑：

- a) 产品的应用场景,根据相关产品技术说明,确定装备和其他任何限制性的条件下应实现的功能。
- b) 自然暴露环境。
- c) 与产品的实际使用情况相符的下列数据:
 - 1) 使用地区预期的温度;
 - 2) 产品的技术状态
- d) 程序的顺序。程序III可在程序 I /程序 II 之后进行。若产品使用之前要在高温下贮存,程序 II 要在程序III之前进行;若要求做地面耐受高温和高温短时工作试验,则程序 I 可在工作试验前进行;若产品不打算在高温下进行贮存或进行地面耐受高温和高温短时工作,则直接进行程序 III。

5.2 确定试验条件

选定本试验和相应的程序后,还应根据有关文件的规定和为该程序提供的信息,选定该程序所用的试验条件和试验技术。

5.2.1 气候条件

最好根据有关文件或技术说明选择具体的试验温度。若没有这方面的信息,则应根据产品要使用的地区及其他因素来确定试验温度。本标准中提供

5.2.2 试验持续时间

本标准中提供了参考的试验时间,若相关文件有具体的要求,则依据文件进行调整。

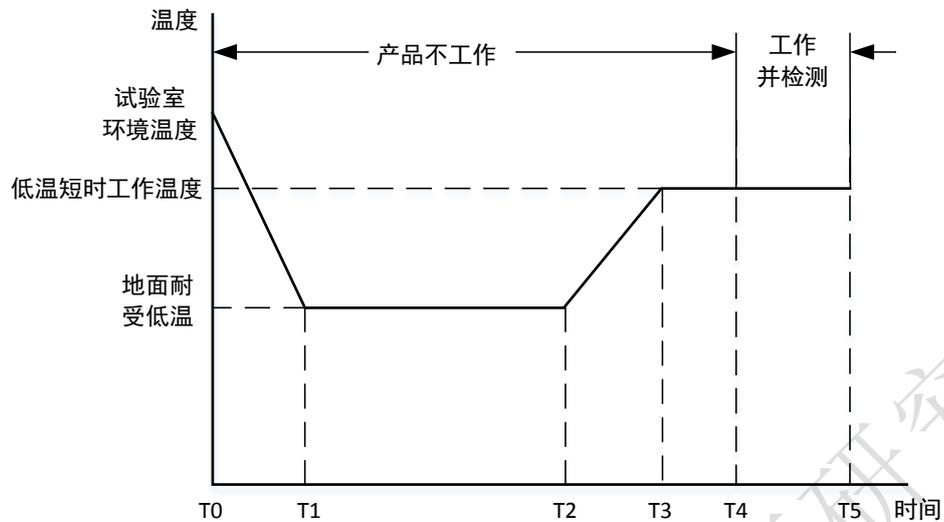
6 试验程序

6.1 地面耐受低温试验和低温短时工作试验

在环境大气压力下,设备不工作,使其温度稳定在表1或产品技术说明中规定的相应地面耐受低温,并保持这一温度至少3h。然后在设备不工作状态下以 $2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的最小速率将温度升至表1或产品技术说明中规定的短时工作低温。一旦达到此温度,保持 30_{0}^{+5}min 或者直至设备内部温度达到稳定。使设备进入工作状态并保持试验箱内空气温度在表1中规定的相应的短时工作低温,工作期间检测设备性能。

注:1) 这一试验是模拟无人机在地面时,设备可能遇到的温度条件。在此试验期间确定性能要求的等级时,必须在试验程序和报告或相应的设备性能规范中说明特殊设备或系统的工作要求。

2) 如果短时工作低温和工作低温相同,则不需要进行低温短时工作试验。地面耐受低温试验不可以取消,即使短时工作低温与工作低温相同。



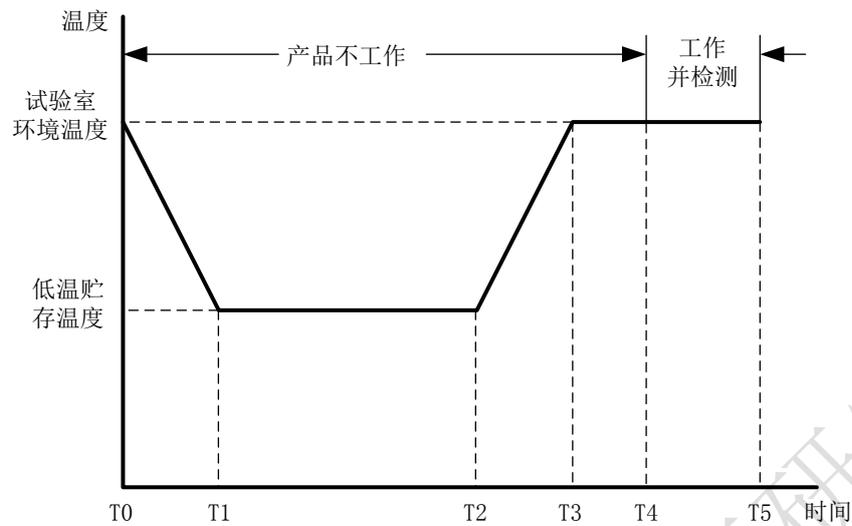
- 注：1) 从 T0 到 T1 温度变化速率不作规定；
 2) T1 到 T2 为设备达到温度稳定时间再加上至少 3h；
 3) T2 到 T3 最小温度变化率为 2°C/min；
 4) T3 到 T4 为 30₀⁺⁵ min 或设备内部达到温度稳定时间；
 5) 如果地面耐受低温和短时低温相同，T2到T4时间为0。

图1 地面耐受低温试验和低温短时工作试验

6.2 低温贮存试验

试验程序说明：

- 除非有特殊规定，在标准大气条件下，产品处于非工作状态置于试验箱内；
- 调节试验箱温度至表 1 中选定的试验条件相应的的地面耐受温度，达到温度稳定后至少保持 3h；
- 试验结束后对样品进行恢复；
- 恢复结束后，根据相关规范规定，对产品的外观进行检查，并进行必要电气和机械性能测试，确定其是否符合产品的性能要求。



- 注：1) 从 T0 到 T1，从 T2 到 T3 温度变化速率不作规定；
 2) T1 到 T2 为设备达到温度稳定时间再加上至少 3h；
 3) T3 到 T4 为设备达到温度稳定时间；

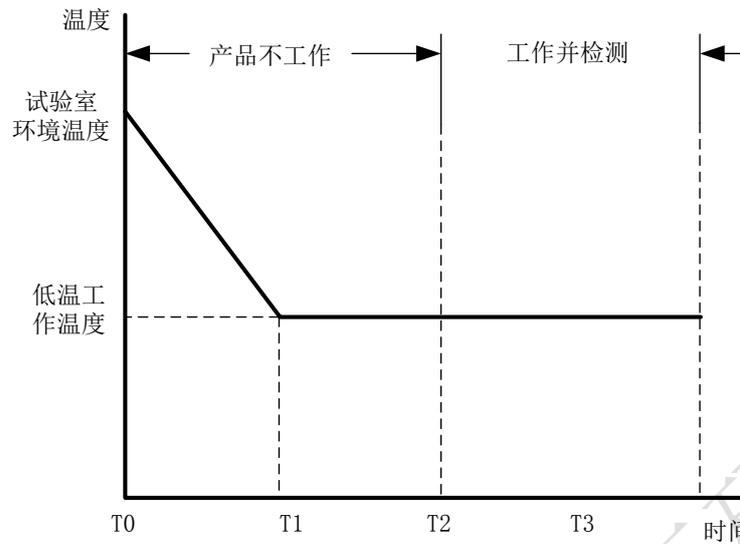
图2 低温贮存试验

6.3 低温工作试验

使设备处于工作状态，而后在环境大气压力下调节试验箱内空气温度到表1或产品技术说明中规定的相应的工作低温。在设备达到温度稳定后，保持试验箱内空气温度在工作低温条件下使设备工作至少 2h。设备工作期间确定是否符合有关设备性能标准。

表1 低温试验条件

低温试验	温度条件
低温工作温度 (°C)	-20
6.3 条	
低温短时工作温度 (°C)	-30
6.1 条	
地面耐受温度 (°C)	-40
6.1 条	
低温贮存温度 (°C)	-40
6.2 条	



- 注：1) 从 T0 到 T1 温度变化速率不作规定；
 2) T1 到 T2 为设备达到温度稳定时间；
 3) T2 到 T3 至少 20min；

图3 低温工作试验

7 试验结果的评定

试验结果的评定如下：

- 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”。
- 试验过程中，无人机如果发生坠机或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。

8 试验报告

试验报告应包括以下内容：

- 试验依据；
- 试验设备及测量仪器的名称、型号、编号、计量有效期；
- 试样件情况：包括试样件名称、数量、型号、样品编号
- 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；
- 试验结果；
- 试验单位、试验日期及试验人员。