

ICS 31.140  
CCS L 21

T/HNSIPA

团 体 标 准

T/HNSIPA 002-2025

航空发动机用振动冲击温度复合传感器

Vibration, Shock and Temperature Multi-Sensor for Aircraft Engine

2025 - 9 - 19 发布

2025 - 9 - 19 实施

湖南省传感器产业促进会



## 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 技术要求 .....	2
5 检验方法 .....	4
6 检验规则 .....	8
7 标识、包装、运输和储存 .....	9

全国团体标准信息平台



## 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。

本文件由湖南省传感器产业促进会提出。

本文件由湖南省传感器产业促进会归口。

本文件起草单位：唐智科技湖南发展有限公司、中国航发湖南动力机械研究所。

本文件主要起草人：曾承志、李维、王定晓、徐斌、王巍松、陈伟琪、曾娅娟、张利民、熊帆、邓柳靖、吴怀化、袁小勇、李凯。



# 航空发动机用振动冲击温度复合传感器

## 1 范围

本文件规定了航空发动机用振动、冲击和温度多参量复合检测传感器的技术要求、试验方法、检验规则以及产品标识、包装、运输和储存等。

本文件适用于航空发动机振动、冲击、温度复合传感器（以下简称“复合传感器”）的设计、生产、试验、检验。

## 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。

GB/T 191-2008 包装储运图示标志

GB/T 2298-2010 机械振动、冲击与状态监测 词汇

GB/T 25475-2010 工业自动化仪表 术语 温度仪表

GB/T 20485.1-2008 振动与冲击传感器校准方法 第1部分：基本概念

GB/T 2421-2020 环境试验概述和指南

JB/T 6822-2018 压电式加速度传感器

JJG 233-2008 压电加速度计检定规程

JJG 229-2010 工业铂、铜热电阻检定规程

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 150.16A-2009 军用装备实验室环境试验方法 第16部分：振动试验

## 3 术语和定义

GB/T 2298-2010、GB/T 25475-2010、GB/T 20485.1-2008界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1 复合传感器

由多种不同类型的敏感元件或传感器组合而成、具有多种功能的传感器。本文件指能同时检测振动、冲击、温度三个物理量的传感器。

## 4 技术要求

### 4.1 使用条件

#### 4.1.1 标准大气条件

测量和试验用标准大气条件符合GB/T 2421-2020中4.3的规定，除另有规定，试验应在下列环境条件下进行：

- a) 温度：15℃~35℃；
- b) 相对湿度：25%~75%；
- c) 大气压力：86kPa~106kPa。

#### 4.1.2 环境温度

- a) 存储温度：-55℃~70℃；
- b) 工作温度：-55℃~350℃。

#### 4.1.3 相对湿度

相对湿度：0~95%RH。

#### 4.1.4 安装条件

刚性地安装在航空发动机主轴承的轴承座结构上或安装于发动机外机匣上。

### 4.2 外观尺寸与接口

#### 4.2.1 外观

复合传感器表面光洁、完好，无划痕及其他损伤，外露件不能有影响工作性能的机械损伤或脱落；应有制造单位或制造商的标识、型号规格和出厂编号等，完整、清晰且牢固；接插件接触应保持良好的，装卸灵活，应符合相关详细规范的要求。

#### 4.2.2 重量

总重量不大于20克（不含尾线）。

#### 4.2.3 外形尺寸及安装

外形及安装尺寸应符合相关详细规范的要求，需满足以下要求：

- a) 复合传感器壳体直径、高度不大于 16mm，特殊位置应符合相关详细规范的要求；
- b) 复合传感器基座安装面表面粗糙度应不超过 0.8um。

#### 4.2.4 电气接口

电气接口信号要求见表 1。

表 1 复合传感器电气接口

序号	接口信号
信号 1	振动/冲击信号正输出
信号 2	振动/冲击信号负输出
信号 3	温度信号正输出
信号 4	温度信号负输出
注：信号与壳体绝缘	

复合传感器电气接口应设置防松措施。

#### 4.3 基本参数

##### 4.3.1 参考灵敏度

偏离设计值的偏差应不大于 5%。参考灵敏度单位用 pC/g 或 pC/(m/s<sup>2</sup>)表示。

##### 4.3.2 最大横向灵敏度比

最大横向灵敏度比不大于 5%。

##### 4.3.3 振动测量范围

- a) 振动测量范围：±500g；
- b) 振动监测频率：2Hz~10kHz，以±1dB 为截止点。

##### 4.3.4 幅值线性度

灵敏度幅值线性度应不大于 5%。

##### 4.3.5 冲击测量范围及精度

- a) 冲击测量范围：±1000g；
- b) 冲击测试精度：不大于±10%FS。

##### 4.3.6 温度测量范围及精度

- a) 温度测量范围：-55℃~350℃；
- b) 温度测量精度：±0.5℃FS。

##### 4.3.7 安装谐振频率

安装谐振频率不小于 25kHz。

#### 4.3.8 频率响应

在工作频率范围内，振动灵敏度相对参考灵敏度偏差不大于±1dB。

#### 4.3.9 绝缘性能

绝缘性能要求如下：

- a) 在室温环境下，信号输出针脚对外壳、振动/冲击信号针脚对温度信号针脚的最低绝缘电阻值不小于 200MΩ；
- b) 在使用温度环境条件下，信号输出针脚对外壳的绝缘电阻应不小于 1MΩ；
- c) 其他特殊要求时应符合相关产品技术条件规定要求。

#### 4.3.10 气密性

对传感器施加  $1 \times 10^5$  Pa 的压力时，其泄漏率应不大于  $1 \times 10^{-8} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 。

#### 4.3.11 正弦振动极限

不小于 2000g。

#### 4.3.12 冲击极限

不小于 5000g。

#### 4.3.13 温度响应

在工作温度范围内：

- a) 振动灵敏度的温度响应偏差不大于±10%；
- b) 10Hz~3000Hz 的频率响应误差不大于±1dB；
- c) 振动测量范围、冲击测量范围达到规定测量范围要求；
- d) 幅值线性度达到相关规定要求。

### 5 试验方法

#### 5.1 试验条件

##### 5.1.1 一般试验条件

试验条件符合 GB/T 2421-2020 中 4.3 的规定，试验标准大气条件如下：

- a) 温度：15℃~35℃；
- b) 相对湿度：30%~85%；

c) 大气压力：86kPa~106kPa。

### 5.1.2 其他试验条件

其他试验条件规定如下：

- a) 试验环境周围无机械振动和冲击源、无强电、磁、声场的干扰；
- b) 温度、振动和冲击两种或以上物理场综合试验条件，工作空间温度场均匀度不超过 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，试验期间温度场波动不超过 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，振动台或冲击试验装置失真度不大于 5%；
- c) 与试验仪器和设备的安装及连接，应符合产品技术条件的规定；
- d) 试验仪器和设备条件应符合 JJG233-2008 压电加速度计 6.1 检定环境条件，JB/T 6822-2018 压电式加速度传感器 7.2 试验仪器和设备，JJG 229-2010 工业铂、铜热电阻检定规程 7.1.1 检定设备要求。

## 5.2 外观尺寸与接口

### 5.2.1 外观检查

用目测法目视检查外观和标识，结果应符合 4.2.1 的要求。

### 5.2.2 重量

用电子秤测量被测复合传感器重量值（保留 1 位小数点），结果应符合 4.2.2 的要求。

### 5.2.3 外形尺寸及安装

用游标卡尺分别测量被测复合传感器的长宽高，用表面粗糙度检测仪测试基座表面粗糙度，并记录数据，满足 4.2.3 的要求。

### 5.2.4 电气接口

用三用表检测被测复合传感器的电气接口和壳体连接关系，满足 4.2.4 的要求。

## 5.3 基本参数试验方法

### 5.3.1 参考灵敏度

按 JJG 233-2008 压电加速度计检定规程中 6.3.2 进行试验，满足 4.3.1 的要求。

### 5.3.2 最大横向灵敏度比

按 JB/T 6822-2018 压电式加速度传感器中 7.8 进行试验，满足 4.3.2 的要求。

### 5.3.3 振动测量范围

按 JJG233-2008 压电加速度计检定规程 6.3.4 进行试验，满足 4.3.3 的要求。

#### 5.3.4 幅值线性度

参考 JJG233-2008 压电加速度计检定规程 6.3.4 进行试验，可选择振动或冲击方法，满足 4.3.4 的要求。

#### 5.3.5 冲击测量范围及精度

参考 JJG233-2008 压电加速度计检定规程 6.3.4 的冲击法进行试验，满足 4.3.5 的要求。

#### 5.3.6 温度测量范围及精度

参考 JJG 229-2010 工业铂、铜热电阻检定规程 7.3 的检定方法进行试验，满足 4.3.6 的要求。

#### 5.3.7 安装谐振频率

按 JB/T 6822-2018 压电式加速度传感器中 7.10 进行试验，满足 4.3.7 的要求。

#### 5.3.8 频率响应

按 JJG233-2008 压电加速度计检定规程 6.3.3 进行试验，满足 4.3.8 的要求。

#### 5.3.9 绝缘性能

按 JB/T 6822-2018 压电式加速度传感器中 7.15 进行试验，用绝缘电阻测试仪 DC100 V 电压档测复合传感器信号针脚与传感器外壳之间、振动信号针脚与温度信号针脚之间的绝缘电阻，满足 4.3.9 的要求。

#### 5.3.10 气密性

采用 JB/T 6822-2018 中 7.16 方法试验，要求烘干后绝缘电阻应符合 4.3.10 的要求；  
采用氦质谱仪检验，要求满足 4.3.10 的要求。

#### 5.3.11 正弦振动极限

按 JJG233-2008 压电加速度计检定规程 6.3.4 冲击法进行试验，满足 4.3.11 的要求。

#### 5.3.12 冲击极限

按 JJG233-2008 压电加速度计检定规程 6.3.4 冲击法进行试验。试验后，对被测复合传感器外观、绝缘电阻和功能进行复检，测试结果应符合 4.2.1、4.3.1、4.3.4、4.3.6、4.3.8 和 4.3.9 的要求。

#### 5.3.13 温度响应

参考 JJG 233-2008 压电加速度计检定规程 B.3 温度响应进行综合环境性能测试，包括使用环境温度下的灵敏度、频率响应、振动测量范围、冲击测量范围、幅值线性度等温度响应测试。

将被测复合传感器与参考传感器同轴刚性地安装在振动台或冲击试验装置上，被测复合传感器放在温度、振动/冲击综合箱内，测试环境示意图如图 1 所示。采用比较法或绝对法评估选定温度条件下各指标与室温下的偏差。

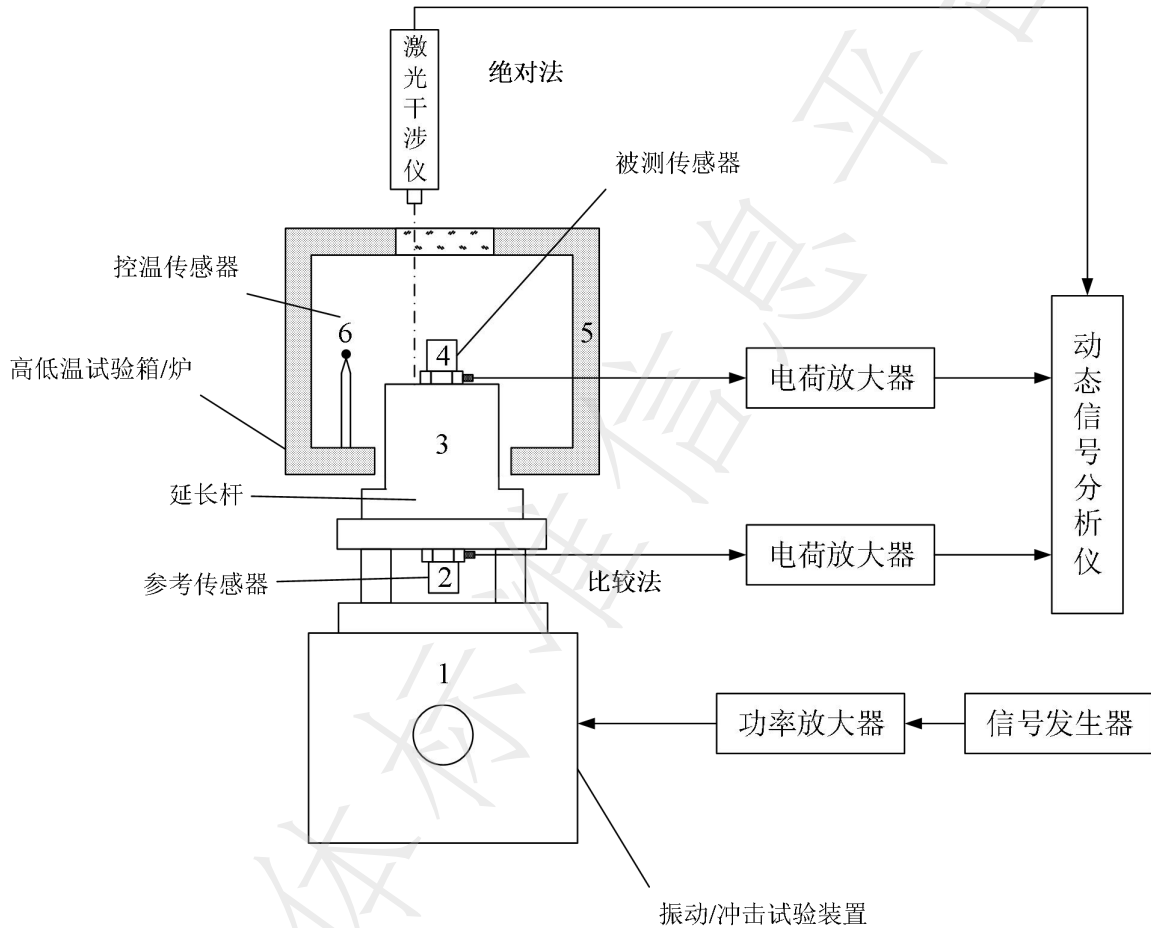


图 1 传感器温度响应测试环境示意图

a) 温度-灵敏度偏差采用测试温度下的灵敏度与室温下的参考灵敏度之差相对于室温灵敏度的百分比给出，并绘制各温度点下的温度响应偏差曲线，取最大值作为温度响应偏差，要求灵敏度相对室温偏差不大于 $\pm 10\%$ ；

b) 温度-频率响应误差采用某一温度下、其他频率点灵敏度的偏差相对参考灵敏度校准频率点的百分比表示，并取所有温度下、频响曲线偏差的最大值作为温度-频率响应偏差，要求 10Hz~3000Hz 的频率响应误差不大于 $\pm 1\text{dB}$ ；

c) 温度-振动测量范围、温度-冲击测量范围采用各温度点下、被测复合传感器所测量的振动、冲击最大量程表示，要求各温度下，均能达到 4.3.3 振动测量范围、4.3.5 冲击测量范围要求；

d) 温度-幅值线性度采用各温度点下、被测复合传感器振动、冲击满量程输出精度，并采用最小二乘法拟合输出表示，要求各温度下，均能满足 4.3.4 要求；

e) 温度、振动、冲击综合环境测试后, 对被测复合传感器外观、绝缘电阻和功能进行复检(考核工作稳定性), 除规定的偏差要求外, 其余指标测试前、后偏差不大于 $\pm 10\%$ 。

#### 5.3.14 高温试验

按 GJB 150.3A-2009 的 7.2 程序 I -贮存(恒温贮存)、程序 II -工作(恒温工作)规定执行。

要求: 复合传感器能耐受热气候诱发 $+70^{\circ}\text{C}$ 的高温贮存环境, 应能在 $+350^{\circ}\text{C}$ 环境下正常工作。

#### 5.3.15 低温试验

按 GJB 150.4A-2009 的 7.2 程序 I -贮存(恒温贮存)、程序 II -工作(恒温工作)进行试验。

要求: 复合传感器能耐受 $-55^{\circ}\text{C}$ 的低温贮存环境, 应能在 $-55^{\circ}\text{C}$ 环境下正常工作。

#### 5.3.16 温度冲击试验

按 GJB 150.5A-2009 的 7.2 程序 I -恒定机制温度冲击、程序 II -基于高温循环的冲击进行试验。

要求: 复合传感器能耐受 $-55^{\circ}\text{C}\sim+350^{\circ}\text{C}$ 间的环境温度急剧变化, 在开展试验前、后的功能性能应满足要求。

#### 5.3.17 振动试验

参考 GJB 150.16A-2009 中的有关规定进行试验, 其中, 振动试验谱依据发动机型号或用户协议选择。

要求: 复合传感器能满足振动环境条件, 在开展试验前、后的功能性能应满足要求。

## 6 检验规则

### 6.1 检验类型

检验分为出厂检验和型式试验, 有下列情况之一, 应进行型式试验:

- a) 新产品试制完成时或定型产品转厂生产时;
- b) 产品的结构、材料、工艺有较大改变, 可能影响产品性能时;
- c) 产品长期停产一年以上恢复生产时;
- d) 检验结果与设计定型试验有较大差异时。

型式试验应该在符合设计和制造工序要求的同一台产品上进行。型式试验的被试产品数量应不少于 2 台, 每项试验项目均应合格。若有不合格项目, 应取加倍数量产品重新进行试验, 若仍有不合格, 则作不合格论。

### 6.2 检验项目

出厂检验和型式试验的检验项目及要求见表 2。

表 2 检验项目及要求

序号	项目内容	出厂检验	型式试验	技术要求对应条款	检验方法对应条款
1	外观	√	√	4.2.1	5.2.1
2	重量	√	√	4.2.2	5.2.2
3	外形及安装尺寸	√	√	4.2.3	5.2.3
4	电气接口	√	√	4.2.4	5.2.4
5	参考灵敏度	√	√	4.3.1	5.3.1
6	最大横向灵敏度比	√	√	4.3.2	5.3.2
7	振动测量范围	√	√	4.3.3	5.3.3
8	幅值线性度	√	√	4.3.4	5.3.4
9	冲击测量范围及精度	√	√	4.3.5	5.3.5
10	温度测量范围及精度	√	√	4.3.6	5.3.6
11	安装谐振频率	√	√	4.3.7	5.3.7
12	频率响应误差	√	√	4.3.8	5.3.8
13	绝缘性能	√	√	4.3.9	5.3.9
14	气密性	√	√	4.3.10	5.3.10
15	正弦振动极限	√	√	4.3.11	5.3.11
16	冲击极限	√	√	4.3.12	5.3.12
17	温度响应		√	4.3.13	5.3.13
18	高温试验		√	—	5.3.14
19	低温试验		√	—	5.3.15
20	温度冲击试验		√	—	5.3.16
21	振动试验		√	—	5.3.17

## 7 标识、包装、运输和储存

### 7.1 标识

复合传感器上印有产品标识，其内容至少包括：产品型号、产品出厂编号、产品制造单位或制造商的标识。

包装储运图示标志应按 GB/T 191-2008 的规定，包装盒上应有标签并标明：产品型号、产品出厂编号、产品制造单位或制造商的标识。

### 7.2 包装

复合传感器应有专用的包装盒，包装盒内应有防震保护，防止运输过程造成损伤，出厂合格证置于包装盒内。

### 7.3 运输

复合传感器的运输需严格遵照包装箱上注明的条件，运输中应避免雨、雪的直接淋袭和机械撞击。运输方式按客户要求执行。

### 7.4 储存

包装后的复合传感器应储存在常温（10℃~40℃）、相对湿度不大于 80%、无凝露、无腐蚀性气体和腐蚀性化学药品、通风良好的库房内，且无强烈的机械振动、冲击和强磁场作用，储存期限不超过一年，储存期超过一年的产品应重新进行出厂检验。