



团 体 标 准

T/CSPSTC XXXX—XXXX

火山灰单粒子多耦合撞击行为测量方法

Test method for multi-physics coupled impact behavior of single volcanic ash particles at high temperature

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国科技产业化促进会 发布
中国标准出版社 出版

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 代号、符号和缩略语	1
4.1 代号	1
4.2 符号	1
4.3 缩略语	1
5 民用飞机发动机火山灰高温撞击行为测试原理及设备	1
5.1 测试原理	1
5.2 实验设备与试样	2
6 民用飞机发动机火山灰高温撞击行为试验方法	5
6.1 试验环境	5
6.2 试验程序	5
6.3 数据采集和处理	5
7 撞击行为评价	7

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。

本文件由天目山实验室提出。

本文件由中国科技产业化促进会归口。

本文件起草单位：XXX。

本文件主要起草人：XXX。

引 言

火山灰等环境沉积物会严重威胁民用航空发动机安全运行与服役寿命。火山灰被吸入航空发动机后在高温下熔融，并与高温部件发生撞击，而后附着于热障涂层及其气膜冷却孔表面发生渗透与腐蚀，导致涂层性能退化、隔热失效，甚至引发涡轮叶片损伤，从而影响飞行安全。其中熔融火山灰液滴的高温高速撞击行为决定着后续粘附和腐蚀程度，同时撞击行为也代表着火山灰的危害程度与热障涂层的物理防护能力。因此，建立科学、可靠的火山灰多耦合撞击行为测试方法，对评估发动机涂层的抗腐蚀能力、优化防护设计与材料选型具有重要意义。

目前，国内外在火山灰与热障涂层高温动态撞击方面的测试尚缺乏统一、规范的方法标准，相关评价多依赖于研究性实验，难以真实反映航空发动机高速、高温颗粒撞击条件下复杂的动态过程，不利于工程应用与比对。为提升我国民用航空发动机在火山灰环境下的适应性与可靠性，规范相关测试流程，特制定本标准。

本文件参考国内外相关技术文件与工程实践，提出了基于液滴铺展长度、中心高度、动态接触角测量的火山灰高温撞击行为测试方法，明确了试验设备、试样制备、试验程序与结果评价等方面的技术要求，为火山灰单粒子多耦合撞击行为测量方法评价提供统一、可操作的测试依据。

火山灰单粒子多耦合撞击行为测量方法

1 范围

本文件介绍了民用飞机发动机火山灰高温撞击行为的测试依据，并规定了测试流程和方法。
本文件适用于民用飞机发动机火山灰高温撞击测试的规划及实施。

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 42694 纺织品 表面抗润湿性能的检测和评价 接触角和滚动角法

NF T30-131-3-2020 用悬滴法测定液体的表面张力

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

热障涂层 thermal barrier coatings

涂覆在高温合金基体表面，对基体材料起到隔热降温作用的涂层体系，一般包括耐高温陶瓷层、粘结层及高温合金基底。

3.2

CMAS 腐蚀 CMAS corrosion

一种附着在涡轮叶片表面并极易在高温下熔融、渗透的腐蚀介质，其化学成分主要为 Ca、Mg、Al、Si 氧化物的混合物。在工况环境下，CMAS 多指火山灰。

3.3

火山灰单粒子 single volcanic ash particle

在试验或分析过程中，被视为相互独立、未发生团聚或相互干扰的单个火山灰颗粒或液滴，单粒子尺度强调排除多粒子相互作用效应，仅关注单一粒子的动力学与界面行为。

3.4

多耦合撞击行为 multi-physics coupled impact behavior

火山灰单粒子在撞击过程中，由多物理场耦合作用共同决定的宏观与微观响应特征，包括铺展、回弹、黏附、飞溅及渗入等行为。撞击行为可由以下定义进行定量描述。

3.4.1 铺展直径

熔融或软化火山灰粒子在撞击基底后，在表面张力和惯性作用下沿基底表面发生径向扩展，液滴与基底接触区域的横向最大尺度。在撞击和铺展全过程中所达到的铺展直径的最大值为最大铺展直径。

3.4.2 中心高度

火山灰液滴在撞击过程中，其几何中心轴线上，液滴自由表面至基底参考平面的垂直距离。在撞击和铺展全过程中所达到的中心高度的最小值为最小中心高度。

3.4.3 接触角

在火山灰液滴与基底表面形成稳定或瞬态接触时，于气-液-固三相接触线处，液滴自由表面切线与基底表面之间形成的夹角。

3.4.4 沉积直径

火山灰液滴完成撞击、铺展、回缩、黏附等过程后，在基底表面形成的稳定沉积形态所对应的最大等效直径（不考虑沉积后因重力和毛细管力作用下的铺展过程）。