

A Brief Discussion on the Modification of Ice Detection System Deactivate in B737NG Aircraft

Weijun Xu

BeiJing Airlines, Beijing, 100621, China

Abstract

The vast majority of currently delivered Boeing 737-700 aircraft are not equipped with ice detection systems, while those that were installed during the green aircraft delivery phase generally face issues such as low system reliability and frequent false alarms. These problems severely disrupt normal flight operations and pose potential risks to flight safety and operational efficiency. To address this challenge, this paper conducts an in-depth study on the ice detection system of the B737NG aircraft, systematically introducing its basic configuration, analyzing existing issues in detail, and focusing on the procurement requirements for failure modification schemes, specific implementation processes, post-modification status, and related manual adjustments. The aim is to provide reliable references for the maintenance and modification of ice detection systems in similar aircraft, ensuring safe and stable aircraft operations.

Keywords

B737NG aircraft; ice detection system; Deactivate modification; flight safety; maintenance manual

浅论 B737NG 飞机结冰探测系统失效改装

徐伟军

北京航空有限责任公司, 中国 · 北京 100621

摘 要

当前交付的绝大多数波音737-700飞机未选装结冰探测系统,而在绿飞机交付阶段已选装该系统的飞机,普遍面临系统可靠性低、频繁出现虚假信息的问题,此类问题严重干扰机组正常飞行操作,对飞行安全与运行效率构成潜在影响。为解决这一难题,本文针对B737NG飞机结冰探测系统展开深入研究,系统介绍该系统的基本情况,详细分析现存问题,重点阐述失效改装的方案采购要求、具体实施流程、改装后状态及相关手册调整,旨在为同类飞机结冰探测系统的维护与改装提供可靠参考,保障飞机安全稳定运行。

关键词

B737NG飞机; 结冰探测系统; 失效改装; 飞行安全; 维护手册

1 引言

飞机关键系统可靠性是民航安全核心, B737NG 系列中选装结冰探测系统的 B737-700 机型, 因系统频发虚假告警、信号紊乱, 干扰机组操作、增加维护成本, 且短期难靠维修根治。为保障飞行安全与运营效率, 需依规开展系统失效改装。本文据此展开研究, 为同类问题解决提供参考。

2 飞机结冰探测系统介绍

飞机结冰探测系统是保障飞机在复杂气象条件下安全飞行的关键设备之一, 尤其对于 B737NG 系列中选装该系统的飞机而言, 其主要功能是实时监测飞机关键部位(如机翼、发动机前缘等)的结冰情况, 结冰探测系统主要由布置

在机头的结冰探测器组成。结冰探测器探测大气中的结冰条件, 并输出探测结果, 通过航电系统传输到指示记录系统, 提供结冰告警显示信息^[1], 为机组判断是否启动防冰、除冰系统提供重要依据。

从系统构成来看, B737NG 飞机结冰探测系统主要包括结冰探测器探头、信号处理模块、供电单元、驾驶舱指示装置等核心部件。其中, 结冰探测器探头通常安装在飞机机身前部或机翼前缘等易结冰区域, 通过感知冰层厚度、密度等参数实现结冰探测; 信号处理模块则负责对探头传输的原始信号进行分析、处理, 并将处理后的结果转化为机组可识别的信息; 供电单元为整个系统提供稳定的电力支持, 确保系统各部件正常工作; 驾驶舱指示装置包括相关指示灯(如 ICE DETECTOR 灯、ICING P-CANCEL 指示灯、NO ICE P-CANCEL 指示灯等)和显示界面, 便于机组实时掌握系统工作状态与结冰探测结果。

【作者简介】徐伟军(1978-), 男, 中国山西太原人, 本科, 工程师, 从事飞机适航工程技术研究。

在工作原理方面，该系统一般采用物理感应式探测技术，当探测器探头表面出现结冰现象时，探头内部的感应元件会发生物理特性变化（如电阻、电容变化等），这种变化被信号处理模块捕捉后，经过一系列运算与判断，若判定达到结冰阈值，则会触发驾驶舱相应指示灯亮起，提示机组存在结冰风险，机组可据此启动飞机的防冰、除冰系统，保障飞机气动性能与飞行安全。

3 选装该系统飞机目前出现的问题

尽管结冰探测系统在理论上能为飞行安全提供保障，但在实际运行过程中，B737NG 系列中选装该系统的飞机暴露出诸多问题，其中最为突出的是系统可靠性极低，具体表现为频繁出现虚假结冰信息。

从实际运行数据与机组反馈来看，此类虚假信息主要有以下几种情况：一是在无结冰气象条件下，系统误报结冰信号，导致驾驶舱 ICE DETECTOR 灯等相关指示灯异常亮起，机组需花费额外时间判断信号真伪，干扰正常的飞行操作流程；二是在存在轻微结冰但未达到需启动防冰、除冰系统的阈值时，系统发出高强度的结冰告警信号，易造成机组过度反应，不当启动防冰、除冰系统，增加飞机燃油消耗与系统损耗；三是在部分极端气象条件下，系统甚至会出现信号中断或紊乱的情况，既无法准确探测结冰情况，也无法给出可靠的系统故障提示，给飞行安全带来极大隐患。

从影响层面分析，这些问题不仅严重干扰机组正常飞行操作，增加机组工作负荷，还可能导致机组对实际结冰情况产生误判，进而影响飞行决策的准确性。此外，由于系统频繁出现故障，飞机需频繁停场检修，不仅增加了航空公司的维护成本，还降低了飞机的可用率，对航空公司的运营效率与经济效益造成不利影响。经过技术排查与分析，发现造成系统可靠性低的原因较为复杂，涉及系统设计缺陷、部件质量不稳定、环境因素对系统性能的干扰等多个方面，短期内难以通过简单的维修或部件更换从根本上解决问题，因此，对该系统进行失效改装成为必要选择。

4 对该系统进行失效改装

4.1 改装方案采购要求

由于 B737NG 飞机现有维护手册中未包含长期失效结冰探测器系统的改装施工步骤，为确保改装工作的合法性、安全性与规范性，必须向民航局授权的飞机维修单位采购专业的改装方案。该改装方案需满足以下核心要求：

针对性失效：改装方案仅对结冰探测系统的部件进行原位失效处理，不得对系统以外的其他飞机系统部件造成任何影响，确保飞机其他系统的正常功能不受干扰。

无附加效应：失效后的结冰探测系统不得在驾驶舱产生任何额外的异常效应（如虚假指示灯亮、错误告警信息

等），保障驾驶舱环境的稳定性与机组操作的准确性。

可恢复性：改装过程中需采用可逆性的处理方式，如对相关导线进行帽封而非剪断、对跳开关进行卡环固定而非拆卸等，确保日后根据飞机使用需求与技术条件变化，可顺利对该系统进行恢复，降低改装对飞机长期使用的限制。

4.2 改装工作具体实施流程

基于采购的专业改装方案，结冰探测系统失效改装工作主要按照以下步骤有序开展：

供电系统处理：首先找到飞机上结冰探测系统的供电跳开关（后续明确为 P18-3 跳开关板 ICE DETECTOR POWER 跳开关），将其拔出后，安装专用的跳开关卡环，防止跳开关被误操作复位，同时在该跳开关上张贴“INOP”（失效）标牌，明确标识其失效状态。如图 1 所示。

指示灯标识处理：针对驾驶舱内与结冰探测系统相关的指示灯，逐一进行标识处理。具体包括在 P5-11 面板上的 ICE DETECTOR 灯、P1-3 面板上的 ICING P-CANCEL 指示灯和 NO ICE P-CANCEL 指示灯上分别安装“INOP”失效标牌，确保机组能够清晰识别已失效的指示装置，避免误读。如图 1 所示。

导线处理：找到结冰探测系统相关的导线连接点，将这些导线脱开后，使用专用的导线帽对导线端头进行帽封处理，防止导线端头裸露造成短路、漏电等安全隐患，同时将帽封后的导线按照飞机维护规范固定妥当，避免导线在飞机飞行过程中因振动、气流等因素发生位移，影响其他系统部件正常工作。如图 2 所示。

4.3 改装实施后状态

4.3.1 硬件失效与标识情况

改装完成后，驾驶舱内与结冰探测系统相关的特定跳开关和指示灯均处于失效状态，且已按照规范张贴“INOP”失效标牌^[2]，具体如表 1 所示：

通过明确的硬件失效处理与标识，可有效避免机组误操作已失效的系统部件，确保飞行操作的安全性与准确性。

System Schematic Manual 30-81-11

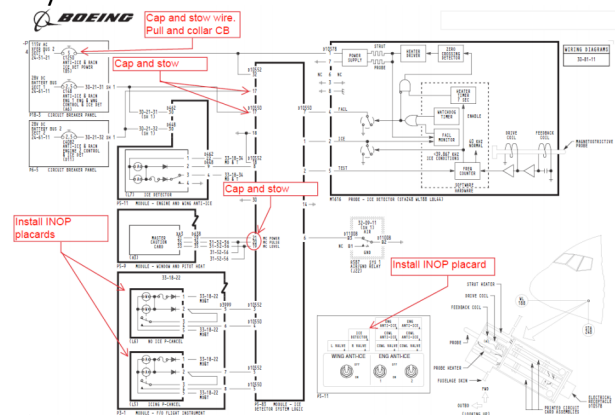


图 1 - 波音 737NG SSM 手册

Wiring Diagram Manual 30-81-11

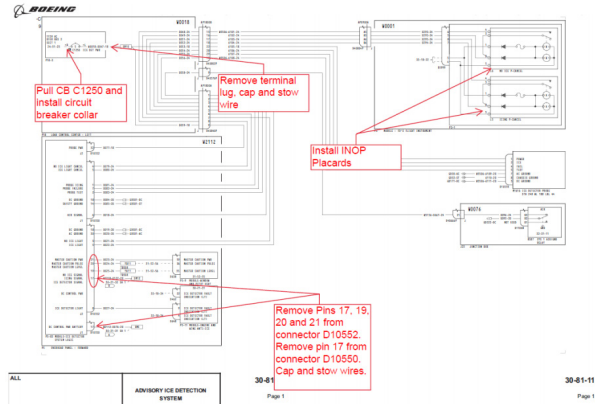


图 2 - 波音 737NG WDM 手册

部件位置	部件名称	处理方式
P18-3 跳开关板	ICE DETECTOR POWER 跳开关	拔出并安装跳开关卡环, 张贴“INOP”标牌
P5-11 面板	ICE DETECTOR 灯	张贴“INOP”标牌
P1-3 面板	ICING P-CANCEL 指示灯	张贴“INOP”标牌
P1-3 面板	NO ICE P-CANCEL 指示灯	张贴“INOP”标牌

4.3.2 适航性与维护手册影响

从适航性角度来看, 本次结冰探测系统失效改装属于设计小改范畴, 归类为一般改装。在改装过程中, 严格遵循相关适航标准与技术规范, 仅对结冰探测系统本身进行失效处理, 未改变飞机的型号设计, 也未产生任何附加的适航限制项目, 飞机现有的、在维护手册中规定的适航限制项目仍然保持有效, 确保飞机改装后仍满足民航局的适航要求, 可正常投入运行。

从维护手册调整来看, 改装实施后, 机组操作手册 (FCOM) 中与结冰探测系统相关的部分内容不再适用, 具体调整如下:

- FCOM 手册第一部分, 3.20.4 章节中的“Ice Detection System”部分, 以及手册中所有提及“Ice Detection”和“Ice Detector”字眼的内容, 因系统已失效, 不再具有实际指导意义, 故不再适用。

- FCOM 手册第二部分 (QRH, 快速参考手册), 非

正常检查单 3.3 中的“ICE DETECTION”部分和 3.4 中的“ICING”部分, 由于结冰探测系统无法提供有效探测信息, 这些检查单内容也随之不再适用^[1]。

为确保机组能够获取准确的操作指导, 需在相关手册中对上述不再适用的内容进行明确标注与更新, 同时组织机组进行专项培训, 使其充分了解手册内容的变化与改装后系统的状态, 避免因手册信息滞后导致操作失误。

5 结语

本文围绕 B737NG 飞机结冰探测系统失效改装展开全面研究, 通过对系统介绍、现存问题、改装方案与实施过程的详细分析, 得出以下结论:

B737NG 飞机选装的结冰探测系统因可靠性低、频繁出现虚假信息, 已对机组正常飞行操作与飞机运行安全造成不利影响, 进行失效改装具有必要性与紧迫性。

本次失效改装严格遵循规范流程, 从专业方案采购到具体实施, 均以不影响飞机其他系统功能、保障驾驶舱无附加效应、具备可恢复性为核心原则, 确保了改装工作的安全性与合理性。

改装后, 通过对相关跳开关、指示灯的失效处理与标识, 以及对机组操作手册的调整, 有效解决了原系统存在的问题, 且未对飞机适航性产生负面影响, 保障了飞机的安全稳定运行, 同时为航空公司降低了维护成本、提高了飞机可用率。

后续, 可对改装后的飞机进行长期跟踪监测, 收集系统失效后的飞机运行数据, 评估改装效果的稳定性与持续性。同时, 可结合行业技术发展与飞机维护需求, 进一步优化改装方案, 为类似飞机系统故障的解决提供更高效、更完善的技术支持, 推动航空维修领域技术水平的不断提升。

参考文献

- [1] 沙昭君, 王延胜, 胡伟学. 基于故障树分析的民用飞机结冰探测系统架构涉及[J]. 民用飞机设计与研究, 2024 (2) 87-94.
- [2] BOEING. 737MAX ICE DETECTION SYSTEM DEACTIVATION. MAR 2023.
- [3] 山东太古飞机工程有限公司. 737-700 结冰探测系统失效改装持续适航指引. ICA-24M009 R00.