B737NG飞机座舱压力自动失效灯亮故障分析与排故实践

李辉 郭靖策

深圳航空有限责任公司西安分公司，中国·陕西 西安 710000

摘要：本文结合一起北京过站 FLB 反馈落地后 AUTO FAIL 灯亮、ALTN 灯亮，过站 DCPC BITE 测试 CPC1 报出 OFV LRU FAIL，航后更换后外流活门与 CPC1 的排故实例，梳理数字式座舱压力控制系统的构成、增压方式与灯示逻辑，并依据 FIM 21-31 TASK 827/802 故障隔离程序，明确过站“复位后 BITE 测试正常即可记录代码按 MEL 保留放行、航后按代码指向彻底排故”的处置边界，强调过站必须核实 BITE 代码与失效通道，防止空中两套自动系统均失效。

关键词：增压系统；AUTO FAIL 灯；外流活门；CPC

Analysis and Troubleshooting Practice of Cabin Pressure Auto Fail Light Illumination on the B737NG Aircraft

Li Hui, Guo Jingce

Shenzhen Airlines Co., Ltd. Xi'an Branch, China Shaanxi Xi'an 710000

Abstract: Based on a troubleshooting case in which the crew reported AUTO FAIL and ALTN lights after landing at a Beijing transit station, the DCPC BITE test at transit showed CPC1 reporting OFV LRU FAIL, and the aft outflow valve and CPC1 were replaced post-flight, this paper describes the composition of the digital cabin pressure control system, the pressurization modes and the light indication logic. Referring to the FIM 21-31 TASK 827/802 fault isolation procedures, it clarifies the transit handling boundary: a reset followed by a normal BITE test permits recording the code and deferring per the MEL, while post-flight troubleshooting should follow the code indication. It is emphasized that the BITE code and the failed channel must be verified at transit to prevent both automatic systems from failing in flight.

Keywords: Pressurization system; AUTO FAIL light; Outflow valve; CPC

0 引言

座舱压力控制系统直接关系旅客舒适与飞行安全。737NG 采用数字式座舱压力控制系统（DCPCS），由 CPC1、CPC2 两台数字座舱压力控制器轮流自动控制外流活门完成增压。日常航线维护中，AUTO FAIL 灯亮是该系统最常见的故障征候之一：有的重置后即恢复，有的则是外流活门或控制器真实故障的前兆。过站阶段处置不当，要么把可恢复的瞬时故障当成真故障盲目停场，要么保留错误系统，埋下空中故障再现甚至双通道失效的隐患。此类故障的难点在于灯亮本身信息量有限：它只表明自动方式出了问题，却不指明是哪台控制器、哪个部件，必须借助电子舱计算机代码核实才能定位。按 FIM 21-31 TASK 827 的故障隔离逻辑，灯亮后第一动作就是短时将方式选择器置 MAN 位再回 AUTO 位做初始评估，再依据 BITE 故障号路由到具体隔离任务。本文结合一起北京过站 AUTO FAIL 灯亮、ALTN 灯亮，最终航后更换后外流活门和 CPC1 的排故实例，梳理从过站核实、保留决策到航后排故的完整处置思路[1,3]。

1 座舱压力控制系统概述

737NG 座舱压力控制系统主要由两台数字座舱压力控制器（CPC1、CPC2，安装于电子舱设备架）、后外流活门（OFV）、增压方式选择器及 P5 板增压控制部分组成。两个 CPC 每个航段自动交替工作，避免单一通道长期使用，并按预定增压程序在不同飞行阶段自动储存起飞预增压、巡航压差控制与下降束压等模式，驱动外流活门调节座舱压差与座舱高度；外流活门由交流电机驱动，其开度可在 P5 板活门位置指示器上直观读取，是判断增压控制是否正常的直观窗口。工作中 CPC 探测到故障时，P5 板 AUTO FAIL 灯亮，系统自动转换到另一通道或备用方式，ALTN 灯亮表示增压已转入备用方式维持。若自动与备用

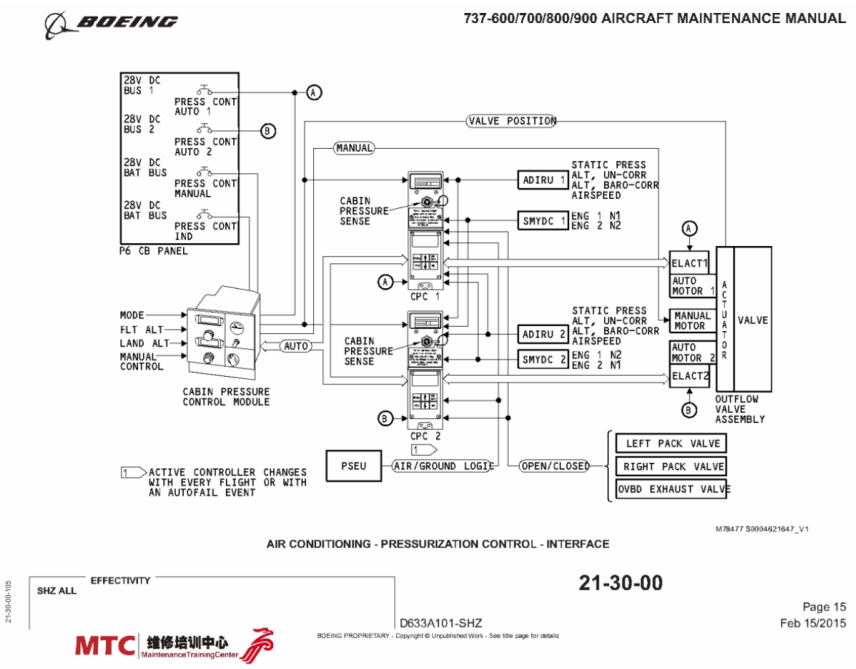


图1 增压控制器供电与线路图（引自AMM 21-31）

方式全部失效，只能将方式选择器置MAN位，人工拨动VALVE电门直接控制外流活门，此时增压完全依赖人工监控座舱高度表，工作负荷明显增大。图1为增压控制器的供电与线路示意[1]。

表1 增压方式与灯示对照

方式选择器位置	控制通道	灯示	说明
AUTO	CPC1/CPC2航段交替自动控制	AUTO FAIL熄灭	正常自动增压
ALTN	自动方式失效后由备用通道维持	AUTO FAIL亮、ALTN亮	保留放行选择器要求置此位
MAN	人工拨动VALVE电门控制外流活门	—	自动、备用均失效时使用

需要特别注意的是，MEL 21-14注释指出：有一些由AUTO FAIL灯指示的数字座舱压力控制器DCPCS故障是可以恢复的——短时将增压方式选择器置于MAN位再回到AUTO位，若选择器保持在AUTO位时AUTO FAIL灯保持熄灭，则说明故障已被纠正，控制器工作正常。这是过站处置的第一判断依据。

2 故障现象与过站处置

2.1 故障现象

某737NG飞机北京过站，机组FLB反馈：落地后增压AUTO FAIL灯亮，ALTN灯亮。过站时间紧，需要在短时间内完成故障判断并做出能否保留的决策。机组反馈类故障的特点是时间窗口短、信息只有灯亮现象而没有代码，维修人员必须在地面把证据固化下来：一方面通过BITE读取存储代码，另一方面通过重置验证故障当前状态，两者结合起来才有保留与否的判断依据。

2.2 过站检查、代码核实与FIM初始评估

过站依据AMM 21-31 TASK 801执行DCPC BITE测试。该测试在电子舱CPC控制器上执行，可读取当前故障与故障历史信息，是定位自动方式故障的直接手段。本例测试CPC1报出代码OFV LRU FAIL，指向外流活门本体LRU失效[1]。

按FIM 21-31 TASK 827（AUTO FAIL灯故障隔离）的初始评估步骤：将增压方式选择器短时置于MAN位再回到AUTO位，观察AUTO FAIL灯是否保持熄灭、是否仍有当前故障代码。若选择器保持AUTO位时灯保持熄灭且无当前代码，即判定故障已纠正；若故障持续，则依据BITE读出的故障号路由至对应隔离任务（如CONTRL LRU FAIL对应TASK 824、OFV LRU FAIL对应TASK 802等）。本例重置后灯熄灭、再次BITE测试无当前代码，对应FIM 827中“故障已纠正”的判定，但故障历史中OFV LRU FAIL指向明确[3]。

据此明确过站放行边界：只要完成MAN-AUTO重置并再次BITE测试确认无当前故障代码，即可将该代码记录于保留单、按MEL 21-14-03解除失效通道（拔出P6-4 AUTO1跳开关）后正常放行飞机，航后再依据记录的CPC代码与FIM隔离程序开展彻底排故。

2.3 核实失效通道与保留实施

按MEL 21-14-03，数字式控制系统自动方式允许失效一个，修复期限C类（除发现之日外10个连续日历

日），安装数量 2、放行所需数量 1，条件是：人工方式工作正常，且将失效的控制器解除工作。

实施保留前必须先核实清楚失效的是哪一台控制器：本例到电子舱核实 CPC1、CPC2 计算机的上电与自检情况，确认报码失效的通道是 CPC1，随后按维修程序 (M) 拔出 P6-4 面板上 PRESSURIZATION CONTROL-AUTO1 跳开关并装上保险夹，将失效控制器解除工作。这一步至关重要：如果不加核实误拔了正常通道的跳开关，空中两套自动控制将同时失效，只能人工增压，风险极大。随后按操作程序 (O) 确认人工方式工作正常：增压方式选择器置于 MAN 位，通过拨动 VALVE 电门观察外流活门位置指示器从全开位到全关位再回到全开位；验证时应按注释将 P5 前顶板上的左右组件电门置 OFF 位，或至少打开一个连接机外的门或窗，防止座舱不受控制的增压。确认无误后按标牌要求在增压方式选择器位置置“不工作”标记，放行前将增压方式选择器置于 ALTN 位。

3 航后排故

3.1 依据代码指向确定排故方向

航后排故依据计算机 CPC 代码指向进行：OFV LRU FAIL 明确指向外流活门 LRU。按 FIM 21-31 TASK 802（座舱压力外流活门失效）的隔离结论，该故障号的可能原因仅为后外流活门 V48 本体，即为更换后外流活门，故障方向清晰[3]。

外流活门作为增压系统的执行部件，长期处于气流冲刷与作动磨损环境，叶片卡阻、轴承磨损、交流电机或位置反馈组件劣化，都会使 CPC 自检发现控制指令与活门实际位置不匹配，从而报出 LRU 失效代码；这也是该代码在航线中出现频率较高、多数最终落实到更换活门的原因[1]。

3.2 换件实施与测试验证

参考 AMM 21-31-03 更换后外流活门。虽然过站重置后测试无代码，但该活门已被 BITE 代码明确指向，机械部件的劣化具有发展性，重置成功不代表故障根源消除，为避免后续飞行再次触发 AUTO FAIL，予以更换；同时对报出故障代码、自动通道已触发失效的 CPC1，参考 AMM 21-31-01 一并更换，彻底恢复双通道控制裕度[1-2]。

换件完成后依据 AMM 进行检查测试与增压测试，结果均正常；BITE 读取无当前故障代码，AUTO FAIL 灯不再亮，故障彻底关闭。本例的排故路径可以概括为“代码指向什么换什么、报码通道一并换”，既避免了盲目串件造成的反复试换，也防止只换执行部件而放过已触发失效的控制器。增压控制系统各部件间的信号交联关系见图 2。

4 从运行角度看保留边界与维护要点

MEL 21-14-03 划定的保留边界是“失效一个”：自动方式两个通道必须保证一个可用，人工方式必须验证正常，失效通道必须解除工作并贴标牌。按 MEL 通则，C 类修复期限为除发现之日外 10 个连续日历日，发现日不计入期限，到期未恢复即丧失放行资格；若两套自动方式均失效，则需按 MEL 对应条款构型为非增压飞行——外流活门失效固定于 25% 开位、前货舱不得装载相关物品、禁止实施距海岸线水平距离超过 93 公里（50 海里）的跨水运行，运行代价极高，基本等同停场。这正是过站必须核实失效通道、坚决防止空中两套系统均失效的原因：保留

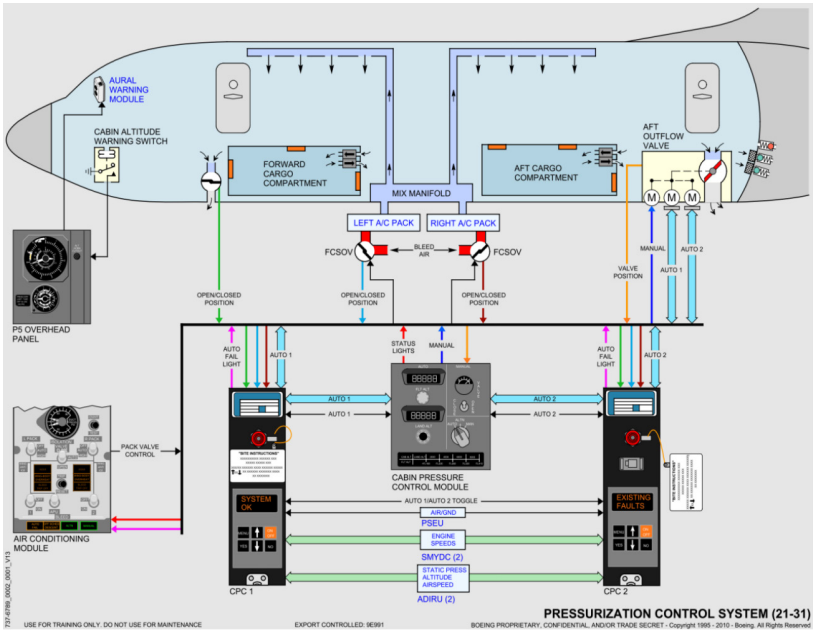


图2 增压控制系统原理图（21-31）

决策的每一步，都是在为最坏情况留出安全余量。

过站处置建议按固定顺序执行：一看灯示与活门位置指示，二做 DCPC BITE 读取代码，三按 FIM 827 做 MAN-AUTO 重置验证可恢复性，四到电子舱核实 CPC 上电情况确认失效通道，五按 (M) 程序解除失效控制器并贴标牌，六按 (O) 程序验证人工方式正常并将选择器置于 ALTN 位。任何一步省略，都可能把虚假故障当成真故障盲目停场，或把真故障简单放行成空中双重失效[1,3]。

航后排故则以 CPC 代码与 FIM 隔离任务为指向，避免盲目串件；换件后按 AMM 完成增压测试，并在 BITE 中确认无当前故障代码、故障历史无重复记录，才算彻底排除。对机队而言，同类 OFV LRU FAIL 代码反复出现的飞机，应结合部件序号与装机时间评估外流活门的批次性风险，把故障消除在灯亮之前[1,3]。

5 结语

AUTO FAIL 灯亮是增压系统最常见也最容易被轻视的故障。过站阶段，复位只能作为初步验证，是否保留必须以 BITE 代码和失效通道核实为依据——复位后 BITE 测试正常即可记录代码按 MEL 放行，不必盲目停场；但保留期间失效控制器必须解除工作、人工方式必须验证正常，才能防止空中两套自动系统均失效。航后按 CPC 代码与 FIM 21-31 TASK 802/827 指向彻底排故、换件并完整测试，才能真正恢复系统裕度，兼顾航班运行正常与增压安全。

参考文献：

[1] Boeing. 737NG Aircraft Maintenance Manual, ATA 21-31: DCPC BITE Test (TASK 801), Cabin Pressure Controller Replacement (AMM 21-31-01).

[2] Boeing. 737NG Aircraft Maintenance Manual, ATA 21-31-03: Air Conditioning — Pressurization Control, Aft Outflow Valve — Removal / Installation.

[3] Boeing. 737NG Fault Isolation Manual, ATA 21-31: AUTO FAIL Light On (FIM 21-31 TASK 827), Cabin Pressure Outflow Valve Fail (FIM 21-31 TASK 802).

作者简介：李辉（1994.03-），男，汉族，山西怀仁人，本科，助理工程师，研究方向：从事飞机维修研究。