



说案例讲通报
风扇整流罩

一、案例简介

2002年1月16日。PK-GWA。737-300。24403/1706。1989年4月7日首飞。印度尼西亚鹰航。印尼爪哇。

飞机自FL320以双发慢车状态下降过程中进入强雷暴。在穿过FL180时由于大雨和颠簸，导致两台发动机熄火。机组前后共三次试图重新启动发动机。一次试图重新启动APU都没有成功。机组决定以无襟翼且起落架收起的形态，在一条狭小的水深一米的梭罗河支流上实施紧急迫降。飞机接水面时候机身断裂，造成一名乘务员遇难。这次飞行事故让我们再次回想起CFM56-3发动机早期的熄火问题。

1988年5月24日和1988年8月21日波音737-300发生过两起类似的在大雨慢车情况下，出现双发熄火事件。这两架安装CFM56-B1的737-300经历了在慢车推力的下降时，遇到强冰雹导致的双发停车（1987年8月21日 Air Europe的飞机。在Thessaloniki附近。还有88年5月24日，TACA的飞机，在新奥尔良附近）。幸运的是，两个机组都重新启动了发动机。尽管TACA的飞机后来完成了一次成功的熄火迫降。将飞机落在一个堤坝上。

导致熄火的直接原因是冰雹被吸入发动机核心机。冰雹不像雨，它进入核心的效果更明显。由于它进入风扇叶片之间且直接进入核心。既所谓的“百叶窗效应”，或者可理解为冰雹在转子和风扇叶片之间反弹，并进入核心机。在CFM56-3进行适航取证时。冰雹只是被当作FOD（外来物碎片）危险源。并且取证的重点在冲击损坏上面而不是吸入水。

AD 88-13-51

在TACA事件之后。FAA发布了AD88-13-51。要求在遇到强降雨、冰雹或雨夹雪时，应设置最小N1为45%。CAAC与之对应发布了CAD1988-B737-10。在本指令生效(1988年12月1日)72小时内按要求完成工作,除非以前已完成,为减少在不良天气条件下发动机熄火的风险,应完成以下工作:

1.修订飞行手册(AFM)的限制部分(LIMITATION SECTION)加入下述指示和说明,亦可将本适航指令的复印件插入飞行手册。

在中到大雨条件下使用要求 当飞机在飞行中遇到中到大雨的气候条件或预计在类似条件下飞行时,应完成以下工作:

- (1)发动机起动开关.....在飞行位(FLIGHT)。**
- (2)发动机N1转速最低值.....45%。**
- (3)自动油门.....在关位(OFF)(当处于中等到严重的湍流条件时)。**

注:可通过飞机气象雷达、天气预报或观察来确定中到大雨的气象条件。

AD 88-13-51

在中等到严重的暴风雨条件下的使用要求(警告)

驾驶员应避免飞机处于中等到严重的暴风雨状态下飞行。

2. 尽管最低设备清单(MEL)内有明确规定,但是当已知或预报飞机将在大雨条件下飞行时,起飞前必须保证下列系统工作正常:

(1)气象雷达。

(2)发动机点火系统——两台发动机、左、右点火器

但上述要求仅仅是一个应急措施,并未从根本上解决双发熄火问题。在TCAC事件一个月后,一架大陆航空的飞机遭遇了相似条件下的发动机熄火。而当时这个程序没有被机组执行。于是CFM再次发布了一个应急措施,来补救。

AD 88-13-51R1

防止 737-300 飞机在大雨天气飞行时双发停车 FAA发布了 适航指令 88-13-51R1 , CAAC与之对应发布了CAD1989-B737-01,

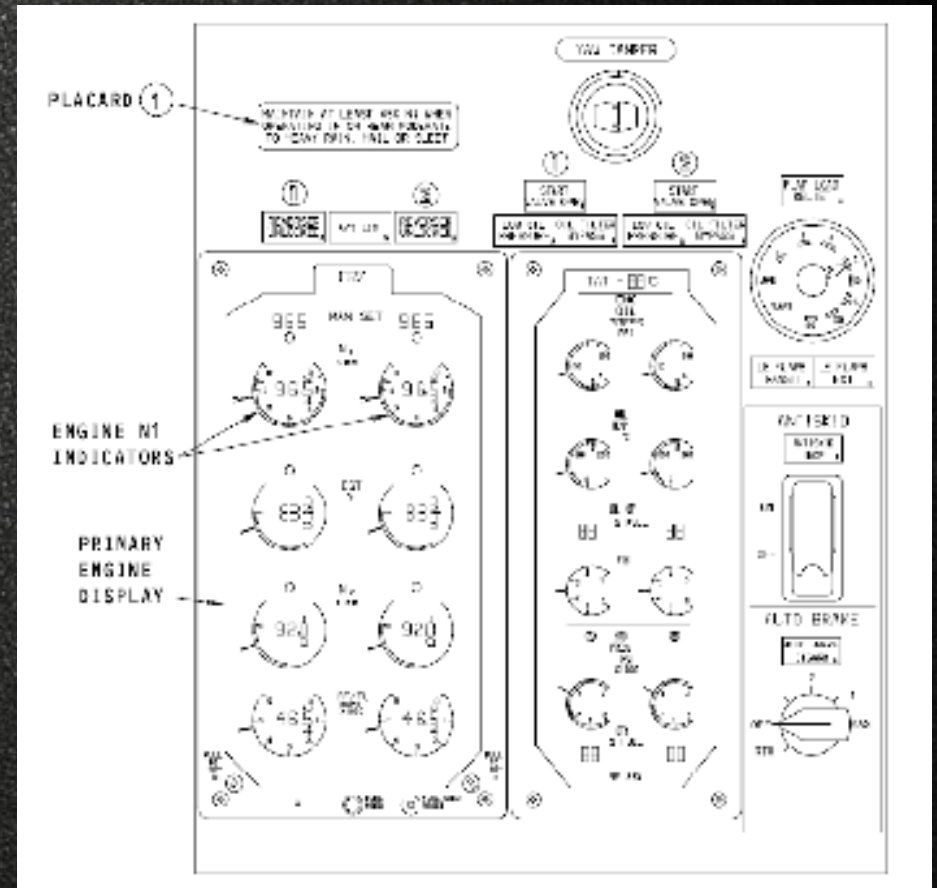
措施和规定 在不良天气情况下,为降低发动机熄火的风险,在本指令生效后10 天内,完成以下工作:

继续执行AD88-13-51原版内容之外又补充了一条重要提示如下:

在驾驶员可清楚看见的仪表板位置上安装一个标牌(红底白字),并尽可能安装在发动机N1指示表附近,标牌上应标注:

“当飞机在或接近中到大雨、冰雹或冻雨的气象条件飞行时,应保持N1不低于45%”。

AD 88-13-51R1



AD 89-25-02

但以上措施仅仅是对操作程序的约束限制，即使放置了警示牌也不能避免机组执行错误的操作来避免双发熄火问题，于是FAA又发布了AD 89-25-02，CAAC与之对应发布了CAD1989-B737-22，从飞机设计上靠改装强制执行在恶劣天气条件下双发油门N1转速最低值不低于45%等措施。当然此措施仍然是一个过度措施，而不是一个最终解决方案。

措施和规定：当飞机误入雷暴雨区时,为降低发动机熄火的安全性,完成如下工作

- 1.对于737-300系列飞机,按照波音紧急服务通告737-77A1026落实
- 2,对发动机慢车电路进行改装。

737-77A1026

早期CFM56-3空中慢车系统具有两种可调的慢车转速。低慢车和高慢车。只有在选择了防冰或飞机襟翼放下进近着陆时才使用高慢车。低慢车用于其余的各种状态。不管慢车转速选择的如何，仅有一个慢车油门位。慢车转速根据T2和Ps12自动调节。

地面使用慢车转速时，发动机能提供与进口温度无关的恒定的推力，且产生的相应的滑行推力能起到减小噪声，减小燃油消耗，保证刹车效果的作用。空中使用低慢车转速用于减小燃油消耗。需要时，高慢车能保证迅速恢复起飞推力。

737-77A1026

鉴于发动机在恶劣天气下，空中低慢车转速下不足以提供足够的离心力将雨水、冰雹甩出到外涵道，波音发布紧急服务通告737-77A1026：这个通报主要提供一个指导，修改发动机慢车电路，去除飞机空中低慢车能力。

This service bulletin provides instructions to modify the engine idle circuit to remove the inflight low idle capability.

AD 89-13-06

鉴于CFM56-3发动机当前存在的重大风险隐患，FAA 发布了适航指令AD 89-13-06，CAAC与之对应发布了CAD1989-B737-10，要求修改737飞机飞行手册，737-300飞机不在适用于双发延程飞行。

具体措施和规定：为防止在延伸航程飞行中当单发飞往备降机场时,由于可能会在不可避免的恶劣天气条件下进行穿云飞行而导致全部发动机推力丧失 的风险,应完成以下工作:从FAA批准的飞行手册中,删除任何有关批准或适用波音737-300 型飞机延伸航程飞行的说明,也可以采用将本指令插入飞行手册中的 办法,如果现行飞行手册中没有包括此类说明,则不需做此工作。

AD 91-02-10

最低45%N1这个限制使得飞行员在做下降计划时非常困难，在恶劣天气下进近下降时既要减速又不能将双发油门收靠到底，在CFM对发动机进行最终改进之前，这个限制持续了三年。在苦等了三年之久后，最终FAA发布了适航指令AD91-02-10，CAAC与之对应发布了CAD1991-B737-04，提出了恶劣天气下双发熄火的最最终解决方案。主要有以下措施。从1991年1月开始。可调放气活门的结构做了修改，采用了一系列凹槽滑块和整流罩。这些增加的改进项目，可起到引导吞入的水分，冰雹从内涵进入外涵气流中。可调放气活门的改进工作，还涉及采用了椭圆形整流锥和缩短分开式整流锥。可调放气活门调节计划，也将发动机在雨雹天气工作时的N1飞行慢车转速从32%提高到45%N1。

CFM服务通告 72-450

安装风扇分流器 整流环、风扇第1级静子总成和新的定中罩环。

CFM 服务通告 72-462

将原来的6个可变放气活门(VBV)改为12个，增加了外涵道的排水能力，减少了进入内涵道的几率。

AD 91-02-10

CFM服务通告 72-450

安装风扇分流器 整流环、风扇第1级静子总成和新的定中罩环。它改进了包括一个截断的风扇/压气机分流器装置，椭圆形整流锥以使更多被吸入的雨水，冰雹被风扇转子的离心力甩离核心进入外涵道。

起初的CFM56-3整流锥是一个单纯的锥形尖头，用来减少椎体上可能的结冰。不幸的是，这个形状会让任何降水，尤其是冰雹，直接进入发动机核心导致熄火。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/918120112105006046>