

# A320 系列飞机 V2500 发动机反推故障分析

## Analysis of Reverse Thrust Fault in V2500 Engine of A320 Series Aircraft

常力 吴瀚宇

Li Chang Hanyu Wu

深圳航空有限责任公司维修工程部 中国·广东 深圳 518000

Shenzhen Airlines Co., Ltd. Maintenance & Engineering Dept, Shenzhen, Guangdong, 518000, China

**摘要:** 论文从 A320CEO 搭载的 V2500 发动机反推系统某一实际故障为例, 对该型号发动机反推系统的原理及排故思维进行分析、归纳和总结为实际工作提供一些有益的参考。针对 V2500 发动机反推系统的各个部分的深入分析并通过故障现象发现导致该故障发生的根本原因, 同时提出比较合理的故障分析方法及处理措施, 从而快速、准确、高质量地完成工作任务。同时对 V2500 发动机反推系统常用的维护步骤进行梳理, 为机务工作者提供了便捷。

**Abstract:** The paper takes an actual malfunction of the V2500 engine reverse propulsion system equipped with A320CEO as an example to analyze, summarize, and summarize the principle and troubleshooting thinking of the reverse propulsion system for this model of engine, providing some useful references for practical work.

**关键词:** V2500 发动机; 反推系统; 反推同步轴校装

**Keywords:** V2500 engine; reverse thrust system; reverse thrust synchronous shaft calibration

**DOI:** 10.12346/etr.v5i10.8679

## 1 引言

V2500 发动机反推系统作用是为飞机着陆后提供反推力帮助飞机尽快减速, 在实际工作中, 它是一个多发性故障的系统, 发生的频次和重复率均高, 排故时间长, 故障难定位, 二次故障率高, 对航班运行影响较大。论文从一个实际的故障案例为引, 全面地分析整个反推系统的原理, 给出维护建议。

## 2 故障现象

B6XXX (V2500) 飞机过站 ECAM 出现左发 REV 琥珀色警告信息, 通过收放测试检查发现左发右侧反推上部有异响, 先后更换 2EG1、3EG1 继电器及右上反推作动筒故障依旧, 最后更换右下反推锁作动筒及调校右侧同步轴后测试正常<sup>[1]</sup>。

## 3 部件及原理介绍

### 3.1 反推系统包含的部件

①反推手柄: 给出反推作动信号。

②反推人工解锁手柄: 人工解锁反推。

③HCU 包括:

一是隔离活门: 当反推装置完全收上时, 隔离活门线圈断电, 隔离活门关闭, 将作动器与液压系统隔离。

二是方向控制活门: 当方向控制活门线圈通电后, 方向控制活门引导高压油液流向作动器两端, 以打开反推滑套。

三是压力电门: 将隔离活门下游的液压压力信号发送给 EEC。

四是油滤和堵塞指示器: 当油滤有堵塞时指示销跳出。

五是 HCU 抑制销: 用于地面维护时切断液压。

④四个反推作动筒、两反推滑套和三个同步轴。发动机每侧有两个反推作动筒, 分别是上作动筒和下锁作动筒, 上、下作动筒同时作动一侧反推滑套, 同步轴则保证两个反推作动筒同步运动, 从而驱动反推滑套。同步轴共三段, 分为左右侧各一个同步轴连接相应的两个上下反推作动筒, 另有一个上部交输轴连接左右两侧的上作动筒。

⑤两个锁临近电门和锁机构: 位于反推下锁作动筒, 当反推处于完全收上位时, 锁机构锁住下锁作动筒, 使反推保

【作者简介】常力 (1991-), 男, 满族, 中国河北唐山人, 本科, 工程师, 从事飞机机电设备的维修研究。

持当前位置，SENSOR 临近电门发送锁位置信号给 EEC。

⑥两个 LVDT：位于上作动筒，监控上作动筒活塞的移动并发送信号给 EEC。

⑦反推关断活门：SEC 的独立电信号给反推关断活门通电，反推关断活门关闭，高压液压油无法通过反推关断活门进入 HCU，从而将反推系统与液压系统隔离。满足以下条件反推关断活门打开：

- 第一，飞机处于进近状态。
- 第二，该侧发动机选择反推。
- 第三，另一侧发动机没有选择高推力（向前）。

### 3.2 反推收放顺序

向后拉动反推手柄时，反推关断活门打开，EEC 首先通过以下信息来判断是否允许展开反推装置：

- ① LGCIU 的左右主起落架压缩信息。
- ② 油门杆 TLA 信号。

这两个信号经过 EIU 发动给 EEC，EEC 直接给隔离活门线圈通电控制打开隔离活门，EIU 给抑制继电器通电，使得 EEC 给方向控制活门线圈通电的线路接通，进而控制打开方向控制活门。

高压油液进入作动器的两端，液压压力使得下锁作动器解锁，四个作动器活塞同时向后移动，使反推滑套打开。

只要任意一个锁临近电门探测到锁打开状态，就会发送信号给 EEC，使得 ECAM 指示琥珀色的 REV。

当平移门打开到全程的 95% 时，通过作动器内部限制器使滑套移动速度减缓直至完全打开，左右侧 LVDT 发送完全打开信号给 EEC，ECAM 上的 REV 指示变成绿色。

LVDT 代码产生是由于左右滑套位置相差 3%，ENG1(2) REVERSE UNLOCKED 警告或者 SLEEV SENSOR 代码是由于下锁作动筒手柄与传感器标靶间隙不在范围内或者未对齐。

当反推装置收上时，EEC 使方向控制活门线圈断电，使得高压只维持在作动器的收上端（活塞杆端），另一端连接返回油液，压差使得活塞移动（流量限制器控制活塞的移动速度）。

当两侧反推装置完全收上时，下作动器锁定，锁临近电门发送信号给 EEC，REV 指示消失，隔离活门 5s 后断电。

注意：在反推收放时，需 15S 内将反推控制手柄移动至 IDLE REVERSE 位，否则测试将停止，反推滑套需 3S 内展开，将油门杆控制手柄移动至 IDLE 位，反推滑套需 5S 内收回，如果放出反推滑套 60S 没有收回，反推滑套会自动锁定无法收回，这时我们在 MCDU 里再进行一次收放循环即可正常收回<sup>[2]</sup>。

## 4 排故思路

第一，测量左右两侧四个作动筒杆端的长度及风扇和反推包皮间隙是否满足手册要求（记录初始值），如图 1 所示。

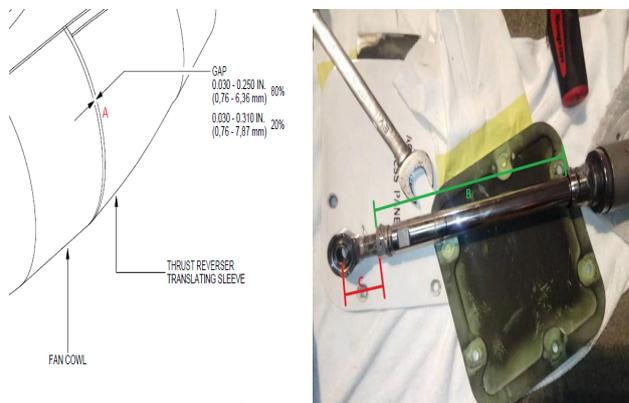


图 1 测量数值

根据图 1 中三个值 A、B、C，值得注意的是，B、C 值是上下作动筒都要满足，B 是作动筒光杆伸出长度，C 为作动筒杆端长度（后面介绍如何调节）。

第二，人工摇反推感受整个收放循环是否正常。

开始查找故障源时，同时摇左右半侧反推，右侧力度明显较大，右侧在即将收上那一瞬间的力更大，两侧下锁作动筒均可收上锁定。然后进行液压收放测试进一步检查，发现左半侧反推正常收放，右半侧反推在收上时上部有明显的异响，怀疑右半侧反推有问题，为准确找到故障源，需要进一步隔离判断。

第三，隔离左右侧反推，将顶部左右交输轴断开后再摇右侧反推。

将顶部交输轴断开的目的是排除左右半侧反推相互的影响，单独对左右半侧反推进行人工收放再判断，左半侧反推正常收放并锁定，而右半侧反推能正常放出，但无法收上锁定，人工解锁手柄无法回到锁定位置，进一步证明右半侧反推有问题，为了进一步确认故障来源是上下作动筒还是同步轴，需对相应部件再做进一步隔离。

第四，隔离上下作动筒，将右侧上下作动筒间同步轴断开，并将上下作动筒杆端和滑套连接处脱开。

将上下作动筒杆端与滑套脱开，且将作动筒之间的连接同步轴脱开，卡住作动筒杆端防止旋转，单独人工摇下锁作动筒发现无法收上锁定，人工解锁手柄无法回到锁定位置，判断出下锁作动筒内部损坏。

第五，隔离出故障后，进行部件更换，同步轴及作动筒校装<sup>[3]</sup>。

## 5 反推作动筒，同步轴，反推滑套校装

（根据调节手册可以看出作动筒本身的可调裕度就很小，正常应该是出厂前就已经调节到标准值，安装时只需要检查确认，多数时候无需再次调节。）

①打开反推包皮，分离剪切销（反推包皮最后两个锁扣处）。

②拆下反推顶部交联同步轴。

③人工摇出需要调节一侧的反推滑套大约 2~3IN, 脱开上下两个作动筒杆端, 后推出滑套。

④校装上下反推锁作动筒和之间同步轴: 人工驱动确保下锁作动筒能收上锁定。

第一, 若能锁定, 测量上无锁作动筒 B 值并确认不超过 33.02mm。

第二, 若不能锁定, 将上下反推作动筒之间的同步轴断开, 上下作动筒摇回至全收上位, 下锁作动筒收上锁定(通过人工驱动口来作动), 上作动筒可以用小快扳配合 3/16 的方头从同步轴安装口直接驱动作动筒至收上极限位, 此时上下作动筒测量 B 值并确认不超过 33.02mm, 连接同步轴。

⑤驱动作动筒去连接滑套:

第一, 若上下作动筒杆端均能和滑套连接, 即校装完毕。

第二, 若仅有其中一个作动筒能连接, 则参考 CMM78-30-00 调节其中一个作动筒。

实际工作中可以将下锁作动筒设为基准调节上作动筒 C 的长度, 直至两个作动筒都能连接反推滑套, 但是要确保 C 的长度不超过 40.60mm。注意: 调整时要固定光杆, 禁止转动, 解锁压紧螺帽, 旋转杆端以调整杆端长度(螺杆旋转一圈为 1.42mm), 此时上下作动筒及相连接的同步轴已经校装完成。

⑥安装交输同步轴, 关反推包皮, 确保反推包皮对准关上, 如果反推剪切不能对准, 需同时调节一侧上下作动筒(风扇包皮和反推包皮间隙满足手册要求), 且保留反推锁定销能正常插入。

注意: 4 个作动筒调节同样杆端长度, 否则可能导致反推剪切销对不准。

液压推动作动筒活塞杆伸缩, 活塞杆内壁的螺纹连接到旋转丝杠, 随杆的伸缩丝杠旋转。丝杠连接同步轴机构, 丝杠旋转同步轴旋转。B6857 飞机左发反推右下锁作动筒应该是 pin--330 和 wormwheel-340 之间配合故障导致同步轴的扭矩不能传递到丝杠进而活塞杆不能伸缩。

## 6 V2500 反推失效 M 项工作

①使用 HCU 本体抑制销对 HCU 进行抑制。

②使用反推滑套锁定销对滑套进行机械锁定。

③在 MCDU 上进行反推操作测试(按照以下方式进入):

第一, 将惯导旋至 NAV 位, 打开电动泵。

第二, 进入至反推测试页面。

第三, 15s 内将反推控制手柄放置到反推位置 REV 不变琥珀色或者绿色, 再放回至慢车位置 REV 仍不变琥珀色或者绿色。

第四, 当 FAULTDETECTED 出现在 MCDU 上时按压两次 RETURN, 进入地面扫描 GROUND SCANNING, 确认没有以下三个信息:

REV LVDT CHA/HC/EEC1 (2)

REV LVDT CHB/HC/EEC1 (2)

REV POS OR LVDT FAULT1 (2)

④在 MCUD 上对反推进行抑制 (AMM73-22-00-860-010):

第一, 打开 FADEC 进入 ENG 页面。

第二, 按压 FADEC1A (2A) 按键。

第三, 按压 SPECIFICDATA 按键。

第四, 按 REVINHIBITIONSTATUS 按键, NOTINHIBITED 信息显示。

第五, 按压 CHANGEREVERSERSTATUS 按键, INHIBITED 信息显示。

第六, 返回进入 FADEC1B (2B), 检查已经自动更改。

第七, 确认 ECAM 出现 ENG1 (2)REV INHIBITED 信息, 即反推已成功抑制。

## 7 结语

通过对 A320 飞机 V2500 发动机反推系统的某一真实故障现象深入分析得出其根本原因, 同时简单的提出比较合理的故障分析方法及处理措施, 为解决反推系统排故障的问题, 在基于以上排故思路分析的基础上再合理利用飞机维护手册中的反推校装测试以及反推维护操作, 使得反推系统的日常维护建议更具体全面。

根据原理的深入分析加以辅助部件具体维护手册, 能从现象看到本质, 这样可以使排故彻底, 效率提高, 节约成本, 提高效益, 有效减少了不必要的航材成本和二次故障后的航班运行成本。

另外, 论文是基于维护手册及实际案例进行的分析仅可作为日常排故维护的参考, 在日常维护中依然要严格遵循手册步骤及注意事项, 防止不可预见的差错发生。

## 参考文献

- [1] DESCRIPTION AND OPERATION[Z].A319/A320/A321 AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL CHAPTER 78.
- [2] TASK 78-30-00-040-013-ADEACTIVATION OF THE THRUST REVERSER SYSTEM FOR FLIGHT[Z].A319/A320/A321 AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL.
- [3] TASK 78-30-00-820-010-A RIGGING OF THE THRUST REVERSER SYSTEM[Z].A319/A320/A321 AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL.