

空客飞机 V2500 发动机 2.5 级机构深度维修与分析

林 璟

(广州飞机维修工程有限公司, 广东 广州 510000)

摘 要 LPC 2.5 级放气机构是空客 A320 系列飞机所选用的 V2500 发动机单元体的核心部件之一, 本文站在航空公司发动机车间维护角度, 介绍 2.5 级放气机构对发动机正常工作的重要性, 分析出现故障的原因, 提供高深度更换维修的替代方案, 旨在为快速排除故障提供参考, 确保发动机的安全运行。

关键词 空客飞机; V2500 发动机; 2.5 级机构

中图分类号: V23

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2023)08-0121-03

V2500 是先进的双转子、轴流式、高涵道比涡轮风扇航空发动机, 由国际航空发动机公司 (IAE) 设计生产。该发动机适用于中程和短程客机, 它的推力在 22000lbf-33000lbf 之间, 专门为空客公司的 A319、A320、A321 以及麦道公司的 MD-90 飞机设计。由于 V2500 发动机具有更高的可靠性和效率, 同时还具有较低的噪声和废气排放, 符合环保的理念, 因此 A320 飞机的客户大多选装 V2500 发动机。但是 V2500 LPC 2.5 级机构由于设计原因, 机构会产生磨损, 如果继续使用, 会影响飞行安全。本文对 V2500 发动机 2.5 机构更换原因进行叙述, 对该 EMC 发出的换发通知单结合车间编制的例行工卡更换 2.5 级放气活门 / 作动机构更换进行深入分析, 形成相应的更换低压压气机单元体 2.5 级机构的深度维修方法及分析, 并提出维修建议和维修过程中的注意事项。^[1]

1 背景

空客飞机 B-6191 左发动机 V15398 孔探发现因低压压气机 2.5 级机构损伤, 如果没有及时更换, 会影响发动机安全性能。南航技术公司发布关于更换 V2500 发动机 2.5 级机构换发通知单, 我们参考换发通知单和车间例行工卡通过将低压压气机单元体拆下后更换 2.5 级机构受损等方法排除安全隐患。^[2]

2 V2500 发动机 2.5 级放气机构更换原因

V2500 发动机 2.5 级放气机构是发动机最重要的防喘机构之一, 利用中间级气放主要原理发生改变气流量, 促使调节气旋会流动的迎角, 拓宽低压压气机的喘振裕度。因它的机构部分设计和两方面材料的原因,

该机构在实际操作和运行过程中经常出现作动机构严重磨损情形, 慢慢导致压气机整体性能加剧, 喘振裕度减低, 甚至出现增压发动机不放行警告各类信息和喘振故障。^[3]

2.1 V2500 发动机 2.5 级机构组成和损伤形式

LPC 2.5 级放气机构由放气通道, 作动环, 支撑环组成, 有 10 个支撑摇臂形成的作动环, 其中连接主副作动器连杆的顶杆区域分别位于 3 点和 9 点钟位置。^[4]

2.2 LPC 2.5 级机构损伤形式

LPC 2.5 级机构中最脆弱的部件是作动环。作动环为铝合金材料, 相比其他关键部件材质较软。

1. 在拧紧力和振动共同作用下产生销孔磨损。作动环运动机构是一个悬臂梁构造的部件。机构摆动时, 接触运动的销钉与衬套两者之间的互相运动, 作动环部分伸到放气通道中, 在气流扰动下不停上下振动作用下, 销钉孔位置会产生持续运动。

2. E 型锁片松脱。孔探作动机构过程中, 发现销钉脱开现象和 E 型锁片丢失。锁片的主要作用是顶紧销位。当 U 形腔表面未发生磨损运动时, E 型锁片随销钉旋转, 不与作动环壁接触; 当 U 型腔发生磨损时, E 型锁片将与作动环外壁相碰, 受力超标将锁片弹出。(如图 1)

3. 机构卡阻。当锁片丢失或 U 型腔严重磨损时, 销钉没有固定住, 将在摇臂的反作用力下发生径向运动。

2.3 V2500 发动机低压压气机 2.5 级机构单元体更换的情况

根据发动机孔探信息的报告, LPC 2.5 级机构损伤的主要影响总体表现为发动机当前安全状态继续恶化, 即内部机构磨损进而诱发机构卡滞, 影响 LPC 喘振裕

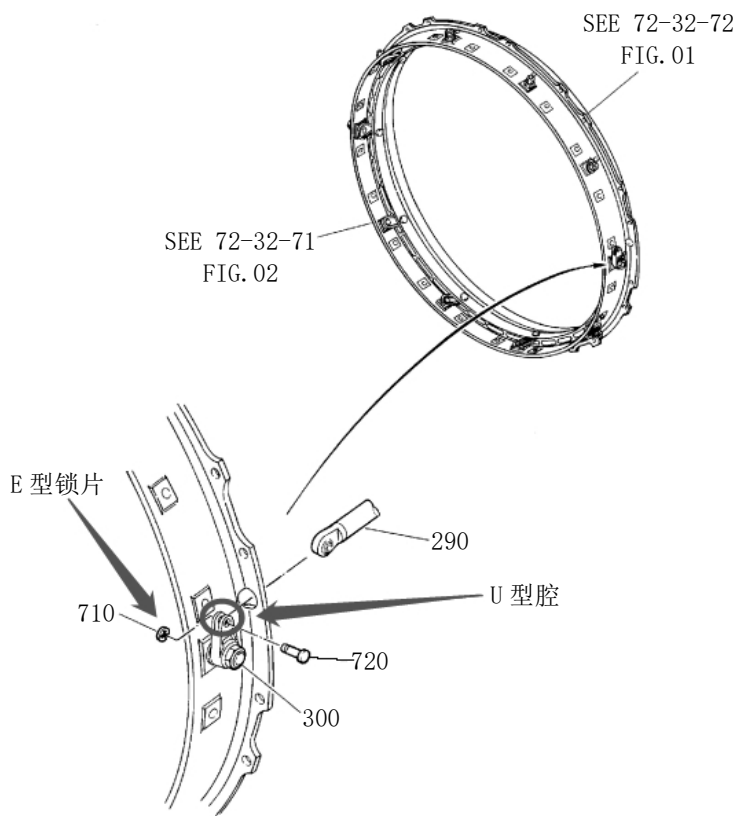


图1 2.5级机构E型锁片松脱、机构磨损下的卡阻损伤示意图

度不能处于稳定状态,如果发动机在最大转速向低转速切换时机构卡阻在关闭位,容易发生喘振,同时机构卡阻将触发 ENGXCOMPRESSVANE 不放行的警告,这样的信息提醒航空或者维修公司需要立刻更换 V2500 发动机单元体 2.5 级机构组件,然而对于单独更换发动机单元体,可以使用接近飞机的方式代替发动机整体送修:发动机从飞机拆下后,可以在当地进行离翼单元体更换,该操作流程为维修或航空公司减少了发动机送修数量,降低了维护成本。目前国内大修厂,如 MTU 以及其他大修厂已经拥有很多更换单元体的成功经验。在广州也执行了很多台 V2500 发动机低压压气机 2.5 级机构单元体更换。

3 V2500 发动机低压压气机 2.5 级机构单元体更换流程方案

3.1 方案的构思

V2500 涡轮发动机更换 2.5 级机构单元体是早期发动机车间的深度维修项目之一,虽然很多大修厂已经执行过该类工作,但是面对 GAMCO 发动机车间执行此项目方案,需要从人、机、料、法和环等五个方面等进行考虑。对于人员要求(人):维修人员和放行人员需要

需进行 LPC 2.5 级机构修理专项实操培训;对于工具设备(机):工具需求共 31 项,总价约 28,000USD,其中两项工具房有,经评估 14 项工具可自制,成本约 5,000USD,节省 6,000USD,15 项需要购买,工具投入总成本约 22,000USD;对于航材、消耗器材等需求(料):超过一万美元高价件由客户准备,公司航材准备数量只作为维修备件。第一批航材(共 26 项)备件需要约 8 万美元。对于程序和技术文件需求:(法) LPC 2.5 级作动机构修理需要分解低压压气机单元体,属于发动机深度修理,参考发动机手册施工。对于工作环境要求:(环)分解单元体,需要拆下发动机到车间维修,车间环境满足维修需求。

3.2 方案优化

1. V2500 低压压气机 2.5 级机构单元体更换需要发动机过架,拆装进气道,拆装尾喷,低压压气机风扇单元体组件,拆装低压压气机放气管、放气活门和作动机构,低压 2.5 级叶片和左右连杆组件等,所需要的工时人力和飞机停场时间较多,为了进一步提高低压压气机单元体检查与更换部分普及的可行性,工艺和工程从施工步骤、设备以及航材等方面不断改进,

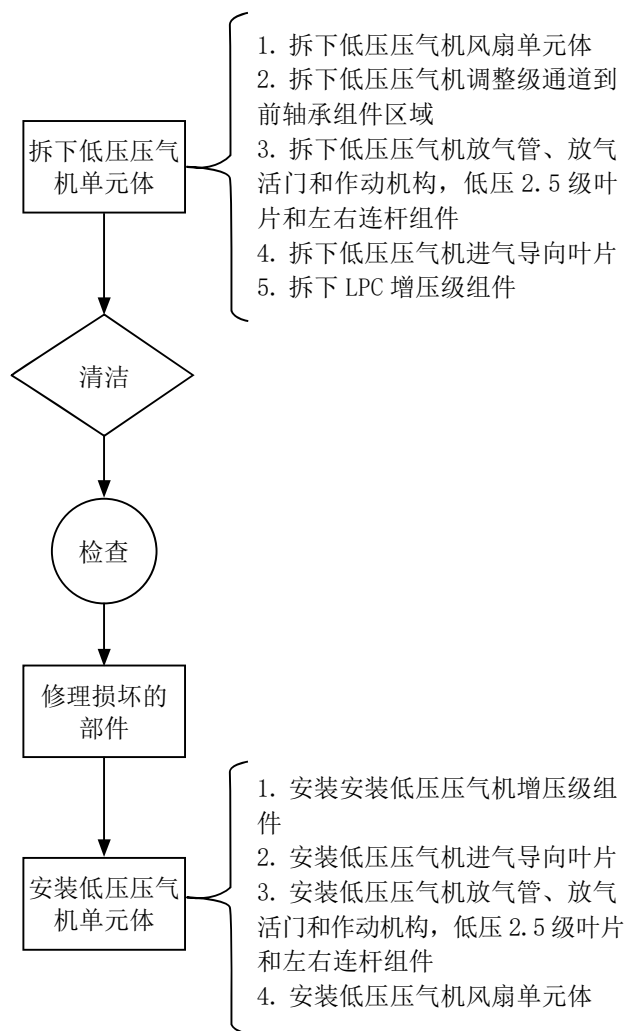


图 2 低压压气机 2.5 级机构单元体拆装工序

成功探索出一套简易更换 V2500 低压压气机 2.5 机构单元体方法。^[5]

2. 在 EMC 和 MTU 指导下, 按照 V2500 手册 ESM, 通过 11 个步骤工序将其低压压气机单元体及低压压气机放气管、放气活门和作动机构, 低压 2.5 级叶片和左右连杆组件拆卸与组装, 这也突破了自大修厂和航空公司以来发动机车间深度维修能力的攻关。^[6] (如图 2 所示)

4 总结

本文通过介绍 V2500 发动机 LPC 2.5 放气机构, 简述 LPC 2.5 级机构单元体深度维修方法, 简单分析了放气机构 U 型腔磨损情况与锁片脱出造成机构卡阻, 进而提出更换 LPC 2.5 级放气机构单元体的方案,

为发动机排故工作提供一定深度维修方法路径及分析, 并提出维修建议和维护过程中的注意事项。

参考文献:

- [1] 师超, 张杰. V2500 发动机 LPC 2.5 级放气机构的分析与监控 [J]. 航空维修与工程, 2022(05):80-84.
- [2] 邓琪, 等. 发动机油液渗漏分析及 QEC 装配防油液渗漏方法探索 [M]. GAMECO, 2022.
- [3] 关于 LPC2.5 级放气作动器故障的维护和建议 [Z]. 东方航空工程部通告, 2018.
- [4] A320/V2500 AMM 飞机维护手册 [DB/OL]. <https://www.airbus.com>, 2022.8.REV.102.
- [5] 任可. 非例行卡维修中的高风险作业分析及管控 [J]. 航空维修与工程, 2021(11):83-84.
- [6] V2500 发动机维护手册 [DB/OL]. <http://gz-lib03:8080/V2500-77445-A4406-00/index.html>, 2013.11.01.