A320系列飞机正常刹车伺服活门17GG电气故障的诊断与排除

钟静

深圳航空有限责任公司，中国·广东 深圳 518128

摘要：本文以一起落地滑行阶段出现的 BRAKE SYS 1 FAULT 警告为研究对象，结合系统原理图分析了 BSCU 双通道控制构型与正常刹车伺服活门双线圈结构的监控机理，依据 TSM 32-42-00-810-806-A 给出的排故分支，通过 BITE 自测试、CFDS 历史代码读取和伺服活门本体线圈电阻测量完成了故障定位，并对 E21*** 与 C20*** 两类件号电阻标准的差异、线圈温度对阻值的影响等判断细节进行了讨论。更换 17GG 并完成刹车放气、功能测试与渗漏检查后，故障彻底消除。该案例表明，将系统原理、TSM 隔离逻辑与件号判据三者结合，能够明显压缩排故时间、避免无效串件。

关键词：A320；正常刹车；伺服活门；BSCU；TSM；故障诊断

Diagnosis and Elimination of the Electrical Fault of the Normal Brake Servovalve (17GG) on A320 Family Aircraft

Zhong Jing

Shenzhen Airlines Co., Ltd., China Guangdong Shenzhen 518128

Abstract: This paper analyzes the monitoring mechanism of the BSCU dual-channel configuration and the dual-coil structure of the normal brake servovalve on A320 family aircraft. In accordance with TSM task 32-42-00-810-806-A, the fault was located through BITE test, CFDS history code retrieval and coil resistance measurement on the servovalve. Particular attention is paid to the difference of resistance criteria between P/N E21*** (45-50 ohms, pins A-C and A-F) and P/N C20*** (90-100 ohms, pins A-C and E-F), as well as the influence of coil temperature on the measured value. After replacement of servovalve 17GG per AMM 32-42-48, together with bleeding, functional test and leak check, the fault was eliminated. The case shows that combining system principles, TSM isolation logic and P/N-specific measurement criteria can effectively shorten troubleshooting time and avoid unnecessary removals.

Keywords: A320; Normal braking; Servovalve; BSCU; TSM; Fault diagnosis

0 引言

本文以该故障为对象，从系统工作原理入手，结合 TSM 排故手册的隔离逻辑，完整梳理了故障定位、部件状态判断、更换施工与验证放行的全过程，并对其中容易出错的判断细节做了总结。

1 A320 系列飞机正常刹车系统工作原理

1.1 系统组成与工作方式

A320 系列飞机两侧主起落架各装两套带刹车的机轮，正常刹车压力全部取自绿液压系统。每侧起落架的刹车歧管上装有两个正常刹车伺服活门：左起落架 1 号轮为 15GG、2 号轮为 17GG，右起落架 3 号轮为 16GG、4 号轮为 18GG。伺服活门是刹车系统的电液转换接口，接收 BSCU 输出的电流指令，将其按比例转换为液压输出压力，推动刹车活塞实施刹车；以 2 号轮为例，其刹车输出压力经压力传感器 13GG 反馈给 BSCU，构成压力闭环。每个机轮还装有轮速传感器（转速表）19GG 至 22GG，为防滞控制提供轮速信号；BSCU 将 ADIRS 输出的飞机速度与轮速比较得到参考速度，用于机轮打滑时的松刹控制；LGCIU 给出的空地状态则用于刹车功能的地面 / 空中逻辑转换。上述信号关系在 ASM 32-42-02 系统图中可以完整追溯[3]，如图 1 所示。

1.2 BSCU 双通道控制与伺服活门双线圈结构

BSCU（10GG）是正常刹车、防滞与前轮转弯共用的控制核心，内部为 SYS 1/SYS 2 双通道构型，两通道相互独立、互为余度，供电也各自独立，对应 121VU 面板上 HYDRAULIC/BRAKING AND STEERING/SYS1/CTL（1GG）、SYS1/IND AND/SPLY（2GG）、SYS2/CTL（3GG）、SYS2/SPLY（4GG）等断路器。以 E21*** 件号

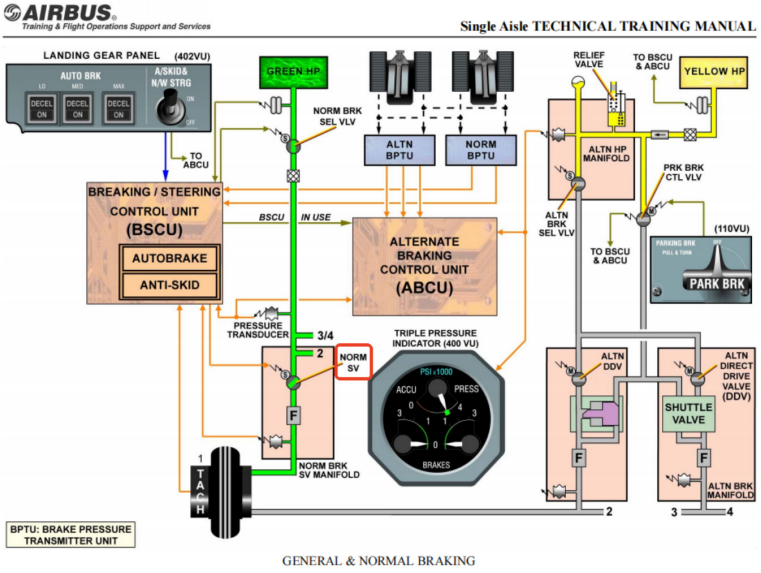


图 1 A320 系列飞机正常刹车系统组成示意

的伺服活门为例，活门内部集成两组电磁线圈 B1、B2：B1 线圈接插钉 A、C，由 BSCU 通道 1 驱动；B2 线圈接插钉 A、F，由通道 2 驱动。任一通道都能独立完成刹车指令的电液转换，单通道失效时正常刹车功能仍可由另一通道维持。这是系统安全性的基础，也是理解此类故障现象的关键——通道故障告警指向的是被监控对象出了问题，并不等于刹车功能已经丧失。

1.3 故障监控与告警的产生机理

BSCU 在驱动线圈的同时，持续监视各通道回路的电气完整性。当某通道检测到其线圈回路开路、短路或阻抗明显偏离设计范围时，BSCU 一方面将通道失效信息以离散量形式送给告警计算机，在 ECAM 上呈现 BRAKE SYS 1 FAULT 类警告，另一方面把对应的维护信息（本案例为 BRK NORM SERVOVLV2）写入 CFDS。由于线圈通电发热会使铜线阻值随温度漂移、性能衰退部件的阻值常在监控门限附近往复变化，这类电气故障多表现为瞬时告警：机组在滑行中看到警告，落地后警告熄灭，地面自测试时故障不再现行，只留下历史代码。这正是本案例 BITE 测试正常、却仍需进一步隔离的原因。

2 基于 TSM 的故障隔离与部件状态判断

2.1 故障现象与初始信息采集

机组在飞行记录本中反映落地滑行阶段出现 BRAKE SYS 1 FAULT，落地后警告消失，刹车操作无异常感受。航后处理按 TSM 32-42-00-810-806-A（17GG 正常刹车伺服活门电气或液压故障）展开[1]。该任务列出的可能原因包括：17GG 伺服活门本体、2 号轮正常刹车压力传感器 13GG、BSCU（10GG）以及相关线路。故障确认环节首先执行正常刹车系统 BITE 自测试（AMM 32-46-00-740-005），结果无现行故障；再在 MCDU 上读取 BSCU 排故数据（TSM 32-42-00-03），调出历史维护代码 BRK NORM SERVOVLV2（17GG）。需要留意 TSM 中的专门提示：若此类 ECAM 警告仅出现在起落架重力放出的过程中、且 CFDS 中只有正常刹车伺服活门相关信息，该警告可以忽略。但是本案例警告代码发生在正常着陆滑行中，不满足豁免条件，必须继续隔离。

2.2 TSM 排故分支与决策逻辑

TSM 针对 BRK NORM SERVOVLV2 维护信息设置了三条隔离路径。第一条用于甄别共性故障：若 BITE 同时给出全部六个伺服活门（15GG、16GG、17GG、18GG 及两个备用刹车伺服活门 42GG、43GG）的维护信息，故障点大概率不在某个活门，而在 BSCU 的插钉编程线路（AA/9D 至接线块 652VG、642VG），应按 ASM 32-42-90 检查修理。第二条对应排故数据故障代码 42、50、511 或 521 的情形，直接更换 17GG，故障依旧再更换压力传感器 13GG。第三条对应故障代码 26、34 或 86 的情形，先对伺服活门本体做导通 / 电阻测量，再按结果决定换件方向：电阻不合格更换伺服活门；合格则更换 BSCU，故障仍不排除时，按故障来源通道（BSCU 1 或 BSCU 2）检查 BSCU 至 17GG 的线路，即插钉 AB/10K、10J 至 A、C，或 AB/10A、10J 至 A、F（参照 ASM 32-42-02）。这种按 CFDS 代码分流的树状结构，把先换计算机还是先换作动部件的判断前置化，是空客排故逻辑设计的典型思路。本案例 BITE 无现行故障、历史代码指向 17GG 本体，参照第三条路径的思路，先对 17GG 本体做电气检查，从部件

状态入手确定排故方向。

2.3 伺服活门本体电阻测量与件号判据

测量在断电并断开 17GG 电插头后进行，表笔直接接触活门本体插钉，这样测得的是线圈自身电阻，不含机上线路，能够把部件与线路分离。此处最需要警惕的是件号差异：E21*** 件号的活门有 B1、B2 两组线圈，分别测量插钉 A 与 C、A 与 F，每组标准均为 45~50Ω；C20*** 件号的活门 B1 线圈测插钉 A 与 C、B2 线圈测插钉 E 与 F，标准均为 90~100Ω。两类件号判据完全不同，用 C20 的标准去衡量 E21（或反之）必然得出错误结论。本案例 17GG 件号为 E21***，实测 A 钉与 C 钉间电阻 50.4Ω，超出 45~50Ω 的上限。考虑到 TSM 特别说明线圈阻值随线圈温度变化、精确测量应使用温度补偿型欧姆表，而 50.4Ω 仅轻微超差，现场进行了复核：调整表笔接触位置再次测量，数值稳定在 50.3~50.4Ω，未回落至标准范围以内。结合 BSCU 历史代码的存在，判定 B1 线圈阻值漂移，部件已处于监控门限边缘的性能衰退状态。这类临界值部件在温度变化或振动条件下极易触发间歇性通道故障，与机组反映的滑行中瞬时告警现象吻合，决定更换 17GG。

本案例的隔离顺序确定思路：BITE 测试与 CFDS 代码读取最先完成；本体电阻测量断开一个插头，几分钟内可以完成。若当初电阻合格，后续才轮到更换 BSCU 乃至查线。

3 伺服活门的更换、验证与放行考虑

3.1 拆装施工的安全与工艺控制

更换 17GG 执行 AMM 32-42-48-000-001 与 32-42-48-400-001[2]。施工前的安全措施包括：起落架安全销与起落架手柄 DOWN 位警告牌到位，断开 PTU 隔离联轴器后对绿、黄液压系统及油箱完全释压，断开 121VU 上刹车相关断路器，防止系统意外增压。安装时封严与挡圈换新，固定螺栓力矩拧紧至 0.35~0.45 m·daN，并用毫欧表测量主起落架前枢轴轴承至伺服活门插头壳体的电气搭铁电阻，要求小于 20 mΩ。四个伺服活门电插头外形接近但电气上不可互换，错接会损坏机轮或防滞系统，回装时必须逐个核对部件标识。

3.2 安装后的测试与渗漏验证

液压恢复后按 AMM 32-42-00-870-001 对相关刹车放气，并执行伺服活门拆装后的正常刹车系统功能测试（AMM 32-42-00-720-005）。按 AMM 说明，仅更换 17GG 或 18GG 时无需再执行转速表功能测试。测试正常，歧管与活门结合面无渗漏，BITE 复查无故障代码，故障彻底排除，后续航班该警告未再出现。

3.3 MEL 放行层面的考虑

若航后可用时间不足以完成排故，正常刹车通道 1 的故障可参照《A320/A321 飞机最低设备清单和外形缺损清单》条目 32-42-03（BSCU 系统 1）评估放行，维修类别为 C。主要放行条件包括：BSCU 系统 2 工作正常；受影响系统解除工作；每次飞行前检查 CFDS，确认无与 L/G SYS DISAGREE 告警有关的故障报告；部分构型还要求起飞后起落架保持放下位约 1 分钟，且 AUTO/BRK 相关指示灯视为不工作。本案例航后即完成了排故与验证，未动用 MEL。但掌握该条款的条件与边界，是维修与运行之间做工程权衡的必要储备，尤其在过站时间紧张、故障无法复现的场景下。

4 结语

这起 BRAKE SYS 1 FAULT 故障的处理过程给出三点可复用的经验。其一，原理是排故的思路：理解 BSCU 双通道与伺服活门双线圈的监控关系，才能把 ECAM 警告、CFDS 代码与具体部件对应起来，也才能明白为什么 BITE 测试正常并不等于部件无故障。其二，TSM 的分支必须走对：按 CFDS 故障代码进入对应隔离路径，用本体电阻测量这类分界点测试确定换件方向，可以避免先换 BSCU 或压力传感器造成的无效串件。其三，判据细节决定结论正确性：E21*** 与 C20*** 两类件号的线圈电阻标准完全不同，测量时还要考虑线圈温度对阻值的影响，对轻微超差值应复核后再下结论。把原理理解、手册逻辑与测量判据三者对照印证，航线排故的质量与效率才能同步提升。

参考文献：

[1] Airbus. A318/A319/A320/A321 Troubleshooting Manual: TASK 32-42-00-810-806-A, Electrical or Hydraulic Failure of the Normal Brake Servovalve 17GG[S]. Revision 90, 2026.

[2] Airbus. A318/A319/A320/A321 Aircraft Maintenance Manual: TASK 32-42-48-000-001-A, Removal of the Normal Brake Servovalve; TASK 32-42-48-400-001-A, Installation of the Normal Brake Servovalve[S]. Revision 90, 2026.

[3] Airbus. A318/A319/A320/A321 Aircraft Schematic Manual: 32-42-02, Landing Gear – Normal Braking – Skid Control System[S]. Revision 90, 2026.

作者简介：钟静（1986.02-），女，汉族，湖北黄冈人，本科，助理工程师，研究方向：从事飞机维修研究。