

介绍了 A320 飞机刹车系统的构成和特点,通过对几种刹车系统常见故障现象的分析,阐述了故障产生的原因,对维修人员排除刹车系统故障具有一定借鉴意义。

# A320 飞机刹车系统的特点及常见故障分析

## Feature and Troubles Analysis of A320 Brake System

©周枫 / 深圳机场股份有限公司

**刹**车系统是现代民用航空器的重要制动装置,在飞机着陆阶段、滑行阶段吸收飞机滑跑动能,使飞机快速降低速度,达到缩短滑跑距离的目的,以及确保飞机的停留,是保证飞机安全运营的重要系统。

### 系统概述

A320 飞机刹车系统组成如图 1 所示。

A320 飞机刹车系统由正常刹车系统、备用刹车系统、停留刹车系统和空中刹车系统四个子系统组成,几种刹车方式及控制如表 1。

正常刹车系统与备用刹车系统主要区别是:正常刹车系统使用绿系统压力,备用刹车系统使用黄系统压力,通过自动选择活门自动选择,绿系统压力优先于黄系统压力对系统提供工作压力。正常刹车系统与备用刹车系统各有一套独立的伺服活门和液压保险。正常刹车系统工作时,绿系统压力经过刹车选择活门→自动选择活门→正常伺服活门进入各刹车装置,刹车/前轮转弯控制组件(BSCU)控制正常伺服活门开度进行防滞刹车。备用刹车系统工作时,黄系统压力经过自动选择活门→停留刹车操作活门→刹车双分配活门→双梭型活门→备用伺服活门进入各刹车装置,脚蹬信号

由备用低压控制系统转变成机械信号,控制刹车双分配活门调节刹车压力大小。停留刹车系统压力经自动选择活门→停留刹车操作活门→双梭型活门→备用伺服活门进入各刹车装置,停留刹车手柄直接电控停留刹车控制活门打开,使停留刹车操作活门保持开位。空中刹车在起落架手柄"UP"位 3 秒后由绿系统供压进行刹车。

### 系统特点

#### 1.BSCU 对刹车系统工作进行监控

BSCU 是刹车系统和前轮转弯系统的核心控制计算机。BSCU 接收刹车指令信号,打开或关闭刹车选择活门,完成对刹车指令的响应和刹车方式选择;同时还接收轮速信号以及大气数据和惯性基准组件(ADIRU)的大气数据等信息,调

节刹车压力,控制轮速,按照预定的程序控制自动刹车,以达到最佳刹车性能的目标;并完成对系统监控和自检,向飞机电子中央监控系统(ECAM)、中央故障显示系统(CFDS)发出提示和警告信息以及进行前轮转弯控制等功能。BSCU 包括两个系统,一个工作,一个备用,交替工作,这种冗余设计保障了 BSCU 能够安全可靠的工作。

#### 2.电控液力系统

A320 飞机采用先进成熟的电控液力系统,所有控制信号先转换成电信号,进行传输和计算,再驱动液压元件工作。自动刹车信号通过 BSCU 打开刹车选择活门;脚蹬信号由位置解算器将刹车力信号输入 BSCU 调节伺服活门开度,进行正常人工刹车;以往的液压伺服控制元件如何服压力控制模块,由 BSCU 中的

表 1

| 刹车方式<br>控制方式 | 正常刹车 |      | 备用刹车 |      | 停留<br>刹车 | 空中<br>刹车 |
|--------------|------|------|------|------|----------|----------|
|              | 自动模式 | 人工模式 | 带防滞  | 不带防滞 |          |          |
| 自动选择按钮       | ON   | --   | --   | --   | --       | --       |
| 防滞与前轮转弯电门    | ON   | ON   | ON   | OFF  | --       | --       |
| 脚蹬           | OFF  | ON   | ON   | ON   | --       | --       |
| 停留刹车手柄       | OFF  | OFF  | OFF  | OFF  | ON       | --       |
| 起落架手柄        | DOWN | DOWN | DOWN | DOWN | DOWN     | UP       |
| 工作压力         | 绿    | 绿    | 黄    | 黄、绿  | 黄、绿      | 绿        |

微处理器替代, 监控机轮转速、刹车压力、空速、加速度、扰流板位置信号等参数, 进行更复杂精确的计算, 提高刹车效率与性能。

### 3. 三针表压力指示系统

显示刹车储压器压力和左右两侧刹车压力大小(只在备用或停留刹车工作时显示), 便于监控系统工作和日常维护。

### 4. 轮温、轮压传感系统

在 ECAM 上显示轮胎压力和刹车温度, 监视轮胎状态和刹车工作, 当发生异常时, ECAM 产生相应的警告, 以利于机组的操作和机务的维护。

## 故障分析

由于刹车系统使用频率高, 又多是高温、高压部件, 故障比较多; 又由于刹车系统本身特点, BSCU 不可能监控所有部件工作, 给排故工作带来一定困难。根据以往的维护实践, 对 A320 飞机刹车系统的常见疑难故障进行了分析。

### 1. 系统监测的故障

BSCU 监控整个系统工作, 通过对刹车选择活门位置、伺服活门后刹车压力等信号的监控, 监测系统对指令信号的完成情况, 能够及时发现故障, 产生如 "AUTO BRK FAULT(自动刹车故障)"、"BSCU SYS1 FAULT (BSCU 系统故障)" 等视觉警告和语音警告, 提醒机组采取相应措施。根据这些故障信息, 在地面进行 BSCU 自测试, 依据排故手册 (TSM) 程序进行排故。

### 2. 单个主轮刹车温度不正常

如果单个主轮刹车温度较其他主轮都高, 说明该主轮刹车不正常, 但主轮刹车一直持续工作。按图 1 所示, 由于故障只能影响一个主轮的刹车工作, 因此自动刹车选择器以前的液压部件都没有故障, 所以这种现象一定是该轮刹车伺服活门以后的部件故障的可能性比较高。故障原因可能有: 伺服活门、液力保险、刹车装置故障。通过逐一检查, 可以找出故障的真实原因。

飞机着陆后, 有一个主轮温度指示小于  $60^{\circ}\text{C}$ , 而其余的主轮温度均大于

$150^{\circ}\text{C}$ 。对于这种情况首先检查刹车装置实际是否是工作过, 如果是工作过, 应该测试刹车温度指示系统, 故障的原因可能是由刹车温度传感器、刹车温度监控组件 (BMTU) 等引起的。否则检查压力是否进入刹车装置, 可以从驾驶舱三针表上观察, 也可以从刹车装置的作动筒位置来

判断, 若有压力则排查伺服活门、液力保险、刹车装置三个部件。

### 3. 停留刹车手柄控制失效

停留刹车松不开, 两边刹车压力在三针表上均有指示。因为两边刹车压力传感器同时故障的可能性很小, 可以通过对刹车装置的刹车作动筒检查来判断刹车故障是真实存在的或是信号指示有误。若检查发现刹车作动筒伸出, 就可以判断故障肯定出在停留刹车控制手柄下的控制电门、控制线路或停留刹车控制活门上, 通常控制线路和停留刹车控制活门故障的可能性比较小, 手柄下的转动电门是活动的敏感元件, 易于出现故障, 当手柄在 "OFF" 位时, 如果旋转电门故障, 一直给停留刹车控制活门马达供电, 刹车储压器的压力就会一直作用在刹车上, 导致以上故障现象。同样的道理, 如果停留刹车失控, 故障原因也可能是上述的原因, 若仔细分析, 不难找出故障的部件。

### 4. 三针表指示刹车压力有余压

刹车三针表左边刹车压力指示 150psi 余压 (没有使用任何刹车模式)。引起这种故障现象的可能原因有: 左边的刹车压力传感器或三针表、刹车辅助低压系统、刹车双分配活门、两个备用伺服活门或两个液力保险等有故障。

可以通过观察左边两个刹车装置的作动筒的位置来判断左边刹车装置是否有真正的余压存在。如果没有余压, 应是

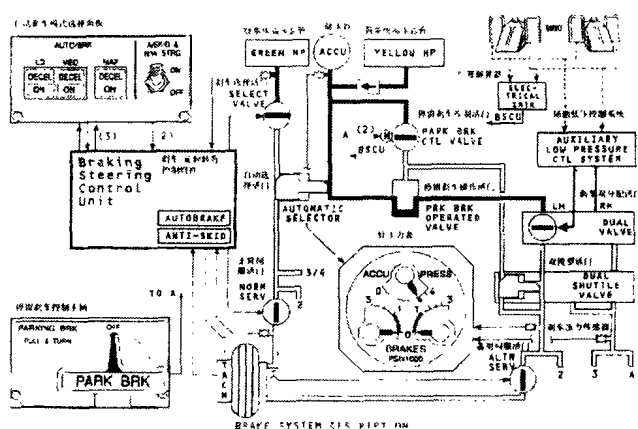


图 1 刹车系统

左边刹车压力传感器或三针表故障。如果检查发现确实存在余压, 考虑左侧两个刹车装置上均有余压, 而两个备用伺服活门或两个液力保险同时故障可能性极小, 先考虑刹车双分配活门或刹车辅助低压系统故障。由于刹车双分配活门是受刹车辅助低压系统控制, 所以可从刹车辅助低压系统入手, 可能的原因有刹车主作动筒故障、控制管路中有余压 (通过对左边的到刹车双分配活门的控制管路进行放气排除)。

## 结论

为保证刹车工作的有效均衡, 刹车系统将刹车压力分别作用于各个主轮上。又由于刹车控制方式不同, 包括正常刹车、备用刹车、停留刹车和空中刹车四个子系统, 各系统的控制组件、供压管路互相关联, 同时各系统又有自身特点和针对不同的刹车控制方式产生响应, 以完成不同的功能, 排故时首先应甄别故障的影响范围, 通常系统故障可以由 BSCU 检测并产生 ECAM 警告和 CFDS 信息, 依照相应的 TSM 程序完成排故工作; 当故障涉及的功能只是单个、单侧或局部系统时, 结合 TSM 的同时, 要研究刹车系统的工作原理及部件功用, 先判明最有可能导致故障的部件, 然后再逐一分析、排除, 从而找到真正的故障原因。

□