

民机试飞过程系统故障的 排故要求和方法

Removal Demands and Technique for Testing Civil Aircraft System Fault

陈显调 / Chen Xiandiao

(上海飞机设计研究院, 上海 201210)

(Shanghai Aircraft Design and Research Institute, Shanghai 201210, China)

摘要:

试飞故障是指试飞飞机在飞行试验期间(包括飞行和地面机上工作)发生的故障,故障能否及时排除和关闭归零将直接影响试飞的进度和飞行安全,有些故障还可能直接影响相应科目的试飞结果,导致试飞结果的失效。

关键词:试飞故障;安全;民用飞机

中图分类号:V217+.1

文献标识码:A

[Abstract] Testing flight fault means testing aircraft occurs faults during testing flight(including aircraft flight and on ground work). Whether the faults can be solved successfully will directly affect the testing flight progress and flight safety. Some faults may also affect the testing flight subject result, leading to the result invalid.

[Key words] testing flight fault; safety; civil aircraft

0 引言

民机试飞工作是一门综合性的系统工程,由多专业、多学科、多层管理部门协同开展,一次成功的试飞要在飞机的构型到位、技术准备充分、资源保障和运营保障等多种因素同时具备的情况下才能完成,故障能否及时排除并准确地进行安全性评估,将会直接影响试飞计划、试飞科目的有效性以及运行成本等。

1 试飞故障原因排查的基本要求

试飞故障一般是由试飞员在执行试飞任务或由机务在执行地面工作时发现,排故需要建立在定位准确、机理清楚、问题复现、措施有效、举一反三这五方面展开。在故障机理未判断清楚的情况下,认为是“偶发故障”或“虚警”,通过换件等手段完成所谓“排故”工作的,这不是最根本、最科学和最有效的排故方式,只有设计人员具备了丰富的专业知

识储备和过硬的故障分析实战经验,严格按照规定程序执行,才能杜绝盲目排故,为故障的准确定位奠定扎实的基础。

(1)当故障发生时,设计人员应清楚地了解飞机飞行时本系统是如何工作的、试飞员正副驾驶如何使用本系统的以及设计本系统的目的是什么,并通过阅读整个飞行/地面试验的程序步骤、所有的注意事项和全部的警告事项,初步定位故障发生的可能原因;了解输入端、传输路径和输出端的关系,把试验程序的内容和步骤与系统原理结合起来分析。

(2)尽可能先排除由于外力冲击导致的明显损伤、液体外泄、烧毁、接触不良等外因可能导致的故障,对系统硬件进行完整、充分地外观目视检查,确信所有系统部件都安装到位,所有接头、导线均联接完好,对有特殊环境要求的或需其它条件保证的各项措施均应满足要求。这些都是最为直接的原因查找,对几年的试飞故障进行统计发现,设备故

障和线路问题发生的概率相对较高。

(3)对系统进行初步检查,在接通电源、气源或其它外部能源前,检查系统所有的开关、断路器、控制装置、标记、指示器等装置,确信其在不工作的位置。

(4)检查试验程序是否存在疏漏或可能错误的内容,尽可能让故障复现,检查指示系统以消除任何可能导致异常反应和指示的明显条件。

(5)在进行机上系统功能检查前应充分理解每一章节和步骤的要求,按步骤检查其反应和指示,当发生异常反应和指示时是系统故障的重要线索和故障隔离的原始点。

(6)从检查程序中的异常反应或指示来确定它在系统原理图中的位置,分析相关的线路或管路;如果系统由两个相同的半系统组成,则可以先隔开有故障的半系统,或者从最容易的部位进行故障隔离。

(7)在使用线路图时,可以从系统原理图中确定故障在线路图中的位置,从故障段开始清理线路,直至排除故障并恢复系统。

2 试飞故障检测方式

故障检测方式大致可以分为三种途径:点射式、求解式和分析式。工程人员应根据不同的情况采用最经济、最有效而又最快速的途径解决故障检测问题。

(1)点射式

所谓点射式,通俗地讲即打一枪换一个地方,命中即解决,命中不中则继续打。它是将可能的故障因素进行随机性排除。这种途径比较容易、迅速。缺点是要求现场要有很多系统备件,可不断更换,不断测试或试验,具有偶然性和无规则性,不适用于大型、复杂的或难以拆装的部件,也不太适用于通过试飞(或开发动机)来验证的故障,没有较大把握的试飞排故成本太高。

(2)求解式

这种途径基本上是利用维护手册资料进行故障检测,通过对故障进行判定和记录,收集相关资料,对排故的结果进行评估。

(3)分析式

这种途径一般适用于复杂部件、复杂系统或复杂故障。通过对故障进行判定和记录,收集相关信

息,查阅维护手册等资料,最大可能性地分析故障原因,有目的地排除故障,然后确定排故方案,并对结果进行评估。它可能是最经济、最有效的办法。这种方式要求工程人员对系统原理要清楚,有丰富的经验,掌握尽可能多的资料。

3 试飞故障排查的手段

试飞故障排查的手段多种多样,常用的有分析和对比试验、机内自动检测或巡回检测、故障分析表、逻辑图、故障树和矩阵图等,但试飞现场排故需要综合分析,根据不同的情况采取最合适的排查手段。

(1)分析和对比试验

有些故障具有偶发性和特殊性,不具备永久性和连续性,往往是由于接触件接触不良,导管接头泄漏,支座松动,功能件安装固定不好,当飞机振动或结构变形时就会可能引起故障,所以故障分析时先排除这种明显的原因。

对比试验指两套功能和结构相同的系统或半系统,其中之一出现故障时即可采用对比试验,将可能产生故障的部件与无故障的完好系统中对应的部件对调后对比检查,看故障是否会转移,很容易查出故障部件或故障原因。因此,对比试验是试飞现场故障排查中常用的一种手段。

(2)机内自动检测或巡回检测

很多电子设备都装有机内自检的线路,可作为故障检测使用,可以查出是设备部件本身故障还是相关的部件故障。另外,更为先进的飞机系统装有自动巡回检测装置。该装置可周期性地监视控制系统主要部件工作情况并发出故障信号,无需人工检测,是最有效、最经济的排故方式,可以提高试飞机的出勤率。

(3)故障分析表

故障分析表适用于没有专用检测设备的大型复杂系统或部件,如发动机排故,发动机故障分析表中罗列了各类故障现象和故障分属于发动机系统的ATA章节号,以及故障可能产生的原因,按照此表可以迅速查出产生故障的原因。它是一种故障索引,通过故障现象查出产生故障的几种可能性,将庞大复杂的设备或系统的故障原因迅速缩小到某一个或某些系统或部件。

(下转第96页)

按压开关进行“接通”和“断开”控制,在配电箱上应有该路电源接通指示灯。输入到展示样机的电源应有漏电保护。

2)展示样机环境灯光电源的控制和指示:

(1)电源控制箱应能提供 220V 的展示样机环境灯光电源,其电源容量、供电通道数需与地面设备设计部门协调;

(2)每供电通道都应有漏电保护和通断及接通指示灯指示;

(3)电源输出形式为接线柱或插座(与地面设备设计部门协调后确定)。

7.4 对用电设备的设计要求

展示样机内的所有用电设备只能使用下列种类电源:

(1)115V、400HZ 单相;28V、400HZ 单相;28V 直流;220V、50HZ(或 60HZ)单相电源。

(2)展示样机内的环控设备采用 220V(50/60HZ)单相电源,其用电量另行协调。

(上接第 89 页)

(4)逻辑图

逻辑图是一种对复杂系统进行系统性故障检测的逻辑试验图。它可以作为系统的功能检查程序,能直接测出故障部件和线路。这种方式的优点是在系统发生故障时,给出故障信号,系统仍可能继续工作,这样能及时发现和排除故障,缺点是可能要完成整个逻辑试验才能找出故障,相对比较费时。

(5)故障树

故障树是一种常用的故障隔离方法,是将故障发生的可能因素进行各种并联和串联组合,用以表示故障现象和故障因素直接或间接的逻辑关系。一般有经验的工程人员在了解故障现象后,在排除明显的故障因素后,会自然地将可能产生的故障原因形成框架,然后对于每种原因分解深化其各种因素,包容所有的可能性后就可以构成由顶事件和底事件及中间事件组成的故障树分解图。

故障树具有广泛的包容性和灵活性,它可以分析系统的各种失效状态,能形象地展示故障因果关系,是故障隔离和故障检测有效的借鉴方法。

(6)矩阵图

(3)旅客舱内所选用和安装的照明设备和用电设备应明确用电的电源种类,接线资料完整,并便于接线,如需接插件连接,则应提供整套接插件。

8 结论

通过型号客机展示样机,设计师能将先进的设计理念和设计技术向世界各国的人员展示,通过型号客机展示样机的设计生产,能够发现客机设计中存在的问题和微小细节上的不足,完善原有的设计方案,因此客机展示样机对其型号客机的全面成功意义重大。

参考文献:

- [1]苑朝.飞行设计手册[M].北京:航空工业出版社,2005.
- [2]陆峥.民用飞机展示样机造型和色彩设计[J].民用飞机设计与研究,2002,2:1-5.

矩阵图是将系统和故障分解成 a 行 b 列表的表。矩阵图可现实复杂系统多元关系。它可以帮助工程人员进行故障隔离和故障检测。

4 结论

综上所述,故障隔离、故障检测和故障排除是一个很复杂的决策过程。尤其是飞行故障,在绝大多数情况下不可能得到全部信息,有些故障地面又不能复现,这样就不可能排除所有不确定性因素;另外,在试飞计划紧迫的限度下,时间约束迫使工程人员必须做出一个最合适的决策,只有最有效、最经济、最快速的方式才是工程人员最需要的排放方式。

因此,工程设计人员应具备良好的专业知识和基础知识,从工作中不断累积直接经验和类似情况的相近经验,以提高分析和判断的能力,从而提高故障排查的效率。

参考文献:

- [1]中国航空工业总公司民机系统工程局编.运输类飞机适航标准技术咨询手册[M].北京:航空工业出版社,1995.