

# 飞机气候环境实验室高温试验系统可靠性研究

于子翔

(沈阳飞机工业集团(有限)公司, 辽宁 沈阳 110000)

**摘要** 飞机气候环境实验室高温试验是以一架可飞行的全状态飞机作为研究对象, 并且将实验室的温度模拟为极端的高温环境, 其目的就是为了判断飞机在高温环境下的使用性能。飞机气候环境实验室高温试验系统的安全隐患相对较多, 其故障排除的难度相对较大。对此, 本文结合总分布故障树模型, 对高温试验系统中存在的故障进行了分析, 并且对如何提升可靠性进行了研究, 其目的是为提升飞机气候环境实验室高温试验系统的使用性提供参考。

**关键词** 飞机; 气候环境实验室; 高温试验系统

**中图分类号:** V21

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1007-0745(2023)07-0007-03

针对地面保障设备在高温环境下的运行情况, 相关人员在获取相关信息的时候需进行综合评价, 以此确定高温环境下飞机的适应性能是否满足相关要求和标准。另外, 飞机气候环境实验室高温试验系统可以准确识别出飞机飞行中存在的安全隐患, 从而有针对地进行优化和改进, 提升飞机飞行性能, 保障飞机运行的安全性和稳定性。

## 1 高温试验系统原理

高温试验系统中热源是由室外的几台时蒸汽锅炉所产生, 并且分别传输给载冷载热系统以及发动机补气系统, 其目的就是分析高温环境下的运行状态<sup>[1]</sup>。其中载冷载热系统属于闭式循环系统, 可以将制冷系统中所生产的冷量, 利用蒸汽锅炉传输的热量, 从而转送给循环风和新风等系统。循环风系统可以根据循环空气中温度和湿度的情况, 直接进行处理, 并且处理完成以后, 将空气输送到环境室内, 对环境室内的温度和湿度进行调节。另外, 新风系统针对室外空气的情况, 适当进行升温处理和除湿处理, 处理完成以后, 再输送给循环风系统, 两者相互配合对实验的温度和湿度进行调节, 确保实验室内部环境微正压的平整性。

高温试验系统可靠性研究, 主要是在预设的试验条件以及试验持续时间内完成各项模拟, 如果在这个期间没有出现故障, 且可以处于正常、稳定的工作状态, 就证明具有较高的可靠性<sup>[2]</sup>。同时, 飞机气候环境实验室高温试验系统相对较为复杂, 所包含的子系统较多, 之间的关系也错综复杂, 这时如果飞机气候环境实验

室高温试验系统中, 某个设备出现故障或者异常, 就会对环境造成严重的影响, 飞机就会受到极端天气的影响, 出现损坏, 影响其正常运行, 如果环境未达到相关要求, 则试验结果无效。

## 2 系统典型故障分析

在飞机气候环境实验室高温试验系统可靠性研究的时候, 需要对故障形式、原因等方面进行分析, 这样才能有效地解决系统故障, 确保飞机气候环境实验室高温试验系统的可靠性。

### 2.1 设备故障

设备故障是影响飞机气候环境实验室高温试验系统可靠性的一项重点内容, 并且由于实验室内部设备诸多, 常见的设备故障也有很多, 例如: 混温调节阀、温度传感器、回风口格栅堵塞、冷却水阀门等故障。

### 2.2 操作失误

由于一些人员的经验和专业性不足, 在具体试验操作的时候, 迪欧阀门的开度大小如果没有进行有效控制, 蒸汽阀开度就会呈现过大或者过小, 以及载冷剂温度过高或者过低等现象, 从而影响飞机气候环境实验室高温试验系统的可靠性<sup>[3]</sup>。

### 2.3 管理不善

试验系统设备没有根据相关要求, 定期进行检修和维护, 进而产生设备故障, 从而带来负面影响。

## 3 故障树法的高温试验系统故障模型分析

在故障树法的基础之上, 对飞机气候环境实验室高温试验系统中存在的典型故障进行构建, 从而判断

飞机气候环境实验室高温试验系统的可靠性。

### 3.1 故障树分析

针对飞机气候环境实验室高温试验系统故障,可以根据故障产生的原因或者不正常的工作情况定义为故障事件,并且将所研究的故障设置在故障树顶,故被称为顶事件。同时,将故障树分析所得到的结果放置在故障树底端,故被称为低事件。此外,将所引起的各类故障事件所产生的原因设置在故障数中间,故被称为中间事件。另外,在故障树分析的时候,主要是将顶事件、中间事件和底事件通过树状进行分布,从而分析它们之间的关系。根据故障产生的原因,需要选择合适的分析方式,例如:定性分析、定量分析等,从而判断其可靠性。其中,定性分析主要是针对故障树所有引发顶事件的最小割集;定量分析主要是确定事件时的故障分布,以及参数、底事件产生的概率,并且基于此得出顶事件发生的概率。

### 3.2 故障树模型构建

在飞机气候环境实验室高温试验系统可靠性研究的时候,通过对故障树的构建,可以对系统结构进行详细的了解,从中发现系统运行中存在的异常,可以为系统优化和改进提供重要的保障和支持<sup>[4]</sup>。但是,由于飞机气候环境实验室高温试验系统结构相对较为复杂,所涉及的设备诸多,对此需要根据高温试验系统的原理,以及各项设备之间的联系,对系统故障产生的次数以及状态进行模拟,从而构建时总分布式故障树。

### 3.3 故障树模型分析

在故障树模型构建完成以后,需要对模型展开进一步的分析,利用定性分析或者定量分析,确定顶事件产生的概率,其中定性分析主要是根据故障树的状态,从中找出顶事件所有的最小割集。然而,在定量分析的时候,需要注意以下两点内容。

1. 需要基于各项参数,对顶事件产生的概率进行计算,并且根据底事件的失效概率进行计算,这样才能保证计算的准确性。

2. 需要求出底事件结构的重要度、概率重要度、关键重要度等方面,并且通过重要度的大小,对故障树进行诊断,以此得出结果<sup>[5]</sup>。同时,飞机气候环境实验室高温试验系统在开始运行期间,很难采集到足够的的数据,这时就无法推算出底事件失效的概率,导致缺乏定量数据的支撑,这样就需要停止定量分析。

### 3.4 参数值分析

利用定性分析飞机气候环境实验室高温试验系统

故障树的时候,一般情况下有19个最小割集,每个最小割集都为一阶,并且对应系统故障树的底事件,也是分析系统可靠性的重要条件。对此,需要根据底事件的情况,在试验之前做好检查,或者平时进行定期的维护,这样才能保证飞机气候环境实验室高温试验系统的可靠性。

## 4 飞机气候环境实验室高温试验系统建设思路

利用故障树明确系统故障产生的概率以后,就需要对飞机气候环境实验室高温试验系统进行合理的构建和规划,其目的就是减少故障的产生,确保系统使用的稳定性和可靠性。

### 4.1 数据采集

数据采集作为飞机气候环境实验室高温试验系统构建的基础,只有做好该方面的构建,才能确保数据采集的全面性和准确性<sup>[6]</sup>。

那么,在数据采集构建的时候,一般可以从以下几点展开。

1. 数据采集作为飞机气候环境实验室高温试验系统的核心,主要是利用各类传感器所输出的指令进行采集。同时,分布式数据采集系统以坟山的数据采集前端,将每个数据采集前端安装于被测对象的附近,从而进行数据采集。飞机气候环境实验室高温试验系统数据采集,由于采用就近安装的方式,这样可以很好地减少传感器与数据采集前端之间信号线缆的长度,以此降低成本。另外,通信网是以千兆工业以太网为主,这样可以减少数据采集箱之间的联系,并且还可以对数据的采集进行实时监控,提升数据采集的速度。

2. 在数据采集构建的时候,网络拓扑结构属于一项关键点,需要根据相关要求,并且根据测试参数量、网络连接节点等进行构建,这样可以有效提升系统的可靠性,可以有效满足飞机在高温环境下的试验。同时,在数据采集构建的时候,一般采用两层网络拓扑结构,其中第一层网络拓扑结构主要是由多组机网络数据采集箱组成,其中包含着诸多非管理型百兆网络交换机;然而,第二层网络拓扑结构可以很好地实现非管理型交换机与管理型千兆以太网交换机的连接,例如数据同步等。

3. 为了保证测试参数在进行分析的时候的同步性,就需要对数据采集箱所采集数据的时间进行标记,并且对网络核心交换机接收信号进行测试,判断是否可以同步将信息和数据传输到第一层网络交换机,这样可以便于对数据的处理,提升数据处理的效率<sup>[7]</sup>。

## 4.2 实时监控

实时监控也是飞机气候环境实验室高温试验系统构建的一项重点内容,在系统中主要是起到监控和时显示的作用,并且可以为测试人员提供数据支持,便于对高温环境条件下的系统性能分析。同时,实际监控是由多流综合数据实时处理设备、实时监视终端等组成,其中,多流综合数据实时处理设备主要根据分布式数据采集系统的以太网进行提取数据,以及校对数据,并且从众多采集到的数据中,根据格式格栅配置文件,将数据提出和储存。储存完成以后,通过前兆以太网将各项数据传输到终端,以供使用。

另外,在构建实时监视终端的时候,需要设计监视监控画面,这样可以向流综合数据实时处理设备传输各种信息,并且将各项数据的 ID、本机 IP、MAC 地址等信息进行实时处理,提出、校对,通过最直接的方式显示给测试人员,以便测试人员对系统可靠性进行研究。

## 4.3 数据库

对于飞机气候环境实验室高温试验系统来说,不仅试验种类相对较多,其周期也相对较长,并且在整个试验过程中会产生大量的数据,对此,在进行飞机气候环境实验室高温试验系统构建的时候,必须构建完善的数据库,主要可以从以下几点展开。

1. 试验数据对于分析故障以及飞机优化来说有着积极的作用和意义。对此,需要利用相关的设备,与数据传感器进行连接,并且形成数据库,这样可以对数据进行全面的收集、分类、储存等,避免数据丢失的现象<sup>[8]</sup>。但是,在数据库构建的时候,还需要注重试验管理工作站、服务器、磁盘阵列、防火墙等方面的构建,其中试验管理工作站输入试验信息管理的客户端,这时测试人员可以通过试验管理工作站进行数据的访问,对各项数据进行合理的配置;服务器对于数据库来说有着关键性的作用,主要是对各项文件和数据进行保存,例如试验配置文件、资源管理文件、实时监控数据等方面。

2. 在数据库构建的时候,可以以实时数据库为主进行大量数据的引擎,主要是因为实时数据库可以保证各项数据的同步性,并且数据的实时性可以实现数据实时传输与储存,这样也为测试人员在使用数据方面提供了便利的条件。

## 4.4 大屏显示

大屏显示在飞机气候环境实验室高温试验系统中,

主要是将各项的参数信息全部、准确无误地显示出来,例如:系统运行状态、实验室环境参数、试验实时监控参数等方面,投送到大屏幕中,以供测试人员使用。同时,大屏显示构建的核心为硬件,在构建的时候,可以将拼接器、边缘融合器,拼接器和边缘融合器等合理运用到其中,这样可以提升大屏幕画面的质量,确保参数信息的清晰度<sup>[9]</sup>。

## 5 结语

综上所述,根据飞机气候环境实验室高温试验系统的原理走位基础,对典型故障进行明确,并且利用故障树分析的方式,对飞机气候环境实验室高温试验系统故障进行了模型构建。同时,根据模型可知,高温试验系统与实际运行故障基本吻合,并且将高温试验系统运行异常作为顶事件,从而生成总分式故障树模型模式,并且进行了定性和定量分析,以此研究系统的可靠性。另外,在模型构建完成以后,为了保证飞机气候环境实验室高温试验系统运行的可靠性,对其建设思路进行了明确,例如:数据采集、实时监控、数据库、大屏显示等方面,其目的就是全面获取各项参数,做好储存,将各项参数准确地反映给测试人员,以便其对系统进行调整,减少故障的产生。

## 参考文献:

- [1] 马军卫,孙永平,白冰.飞机气候环境实验室压缩空气系统管理浅析[J].设备管理与维修,2022(12):5-7.
- [2] 张亚娟,吴敬涛,邓文亮,等.飞机气候环境实验室高温试验系统可靠性研究[J].环境技术,2021,39(04):90-94,101.
- [3] 刘利强,张显程,谈建平,等.严苛环境高温力学试验技术研究进展[J].机械工程学报,2021,57(16):3-15.
- [4] 任红云,李喜明.全状态飞机实验室气候试验标准体系研究[J].航空标准化与质量,2020(04):7-12.
- [5] 杜文辉,李冬梅,吴敬涛.气候环境实验室的温度校准及不确定度评定[J].装备环境工程,2020,17(05):77-81.
- [6] 杜文辉,吴相甫.气候环境实验室安全控制系统设计[J].电工技术,2020(06):12-14.
- [7] 李闯勤.气候环境实验室地面结冰云雾模拟控制系统设计[J].工程与试验,2020,60(01):121-123.
- [8] 任红云,李冬梅.飞机实验室气候环境适应性试验专业发展方向浅析[J].科技与创新,2019(22):83-84,86.
- [9] 张惠,吴敬涛,刘海燕.大型气候环境实验室中高温载冷剂的稳定性分析[J].工程与试验,2018,58(04):31-33,80.