

# 波音 737NG 飞机燃油系统故障和可靠性数据分析

Mordent 737NG Aircraft Fuel System Failure and the Analysis of Reliability Data

张爱学 ZHANG Ai-xue

(中国国际航空公司重庆分公司国航重庆维修基地, 重庆 401120)

(Air China Chongqing Maintenance Base of Chongqing Branch of Air China Limited, Chongqing 401120, China)

**摘要:** 本篇论文主要针对飞机在运行过程中出现的典型燃油系统故障进行综合分析和评估其故障部件的可靠性, 在排故过程中对出现故障的可能性进行一个综合的分析, 最终发现问题所在, 并对其可靠性数据进行分析总结, 便于在燃油系统中工作的运用。

**Abstract:** This paper mainly analyzes the typical fuel system fault and evaluates the reliability of the fault components for the aircraft in operational process, takes a comprehensive analysis of the possibility of failure in troubleshooting process, finally finds the problem, and analyzes the reliability data, so as to be used in the fuel system work.

**关键词:** 燃油; 故障; 可靠性

**Key words:** fuel oil; fault; reliability

中图分类号: V267

文献标识码: A

文章编号: 1006-4311(2013)28-0060-02

## 1 故障概述

B-2649 为国航重庆维修基地 737-800 型飞机, 该机组曾多次反映飞机空中左右油箱燃油量不平衡, 每小时相差 200 公斤, 1 号油箱低于 2 号油箱油量, 故调机回基地排故。

## 2 检查与排故过程

**2.1 初步判断:** 根据波音系统原理手册对燃油系统进行分析, 飞机燃油量处理器(FQPU)有三个信号调节器电路卡(SCCC)和一个 BITE 显示卡(BDC)。其中三个信号调节器电路卡用于给每个油箱组件和补偿器提供低 Z 信号, 并获取高 Z 的返回信号, 并且由 BITE 显示卡(BDC)来记录故障数据(图 1), 排故人员怀疑该燃油处理计算故障, 对其进行与其他飞机串件故障依旧。

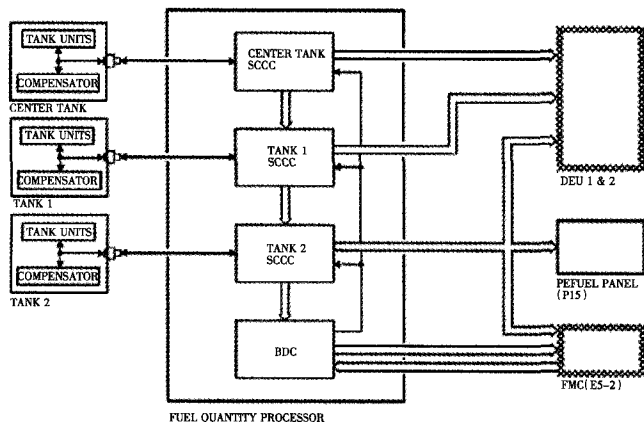


图 1

**2.2 故障原因及排故过程:** 按照故障隔离手册继续对该故障进行排除, 为了确信燃油箱指示系统正常, 工作者将 1、2 号油箱中的燃油调入中央油箱, 并刚出 1、2 号油箱中的剩余燃油, 检查确信 1、2 号油箱油量指示为零, 后对燃油量的指示系统进行测试, 检查正常。为了确保油箱组

件线路正常, 工作者又对油箱组件进行详细目视检查, 确保组件安装牢固、外观无异常、导线无松动、导线无损伤, 并且按线路手册量线检查油箱组件和补偿器均在正常范围内。

为证实交输活门及燃油泵是否有缺陷, 确信 2 号油箱未处于满油量的状态, 并且记录时间和燃油量, 此时将 1 号燃油泵打开, 将交输活门关闭, 打开抽油活门, 并且确信在驾驶舱指示交输活门在关闭位置(图 2), 运行 30 分钟后, 工作者发现 1 号油箱油量有明显减少, 此时检查发现可能是燃油交输活门渗漏导致的油箱内的燃油流动。按照飞机维护手册更换了交输活门后测试检查该机工作正常。

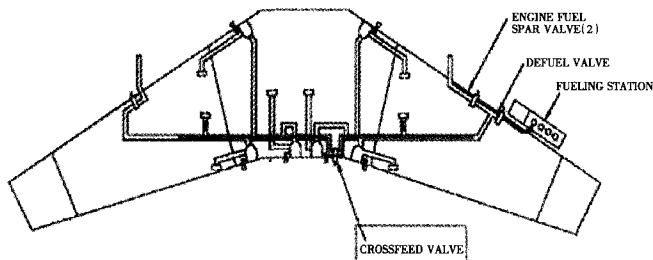


图 2

## 3 部件可靠性分析

系统可靠性表示系统在规定的条件下和规定的时间内完成规定功能的能力。从整体上看系统能否完成预期的功能, 有多个衡量指标。一般对于可修系统、机器设备常用可靠性、平均故障间隔时间(MTBF)、平均修复时间(MTTR)、可用度、有效寿命、和经济性等指标表示。对于不可修系统或产品常用可靠度、可靠寿命、故障率、平均寿命(MTTF)等指标表示。

通过对交输活门的分析可见有四个部件组成均为不可修产品, 所以可用系统可靠度  $R$  表示其可靠性, 其中  $R$  可靠度实质上是时间的函数  $R(t)$ , 即表示该产品的寿命大于时间  $t$  的概率。表中数据总共有 20 组样本, 被一组样本由组成整个系统的 4 个部件的数据构成。数据的来源全部为生产过程中的试验, 其中试验设定的  $t$  为两万飞行小时。

**作者简介:** 张爱学(1985-), 男, 重庆人, 助理工程师, 研究方向为飞机机电。

# 汽轮发电机安装中预防振动超标措施

The Measures to Prevent the Exceeding Vibration in Turbonator Installation

王小存 WANG Xiao-cun

(西北电力建设第三工程公司, 咸阳 712021)

(Northwest Electric Power Construction Corporation, Xianyang 712021, China)

**摘要:** 本文对汽轮发电机振动超标原因进行了分析, 并对预防振动超标措施进行了探讨, 为汽轮发电机安装人员提供借鉴参考。

**Abstract:** This paper analyzes the causes of exceeding vibration of the turbonators, discusses the prevention measures, and provides the reference for the installation personnels of turbonators.

**关键词:** 汽轮发电机; 振动; 措施

**Key words:** turbonator; vibration; measures

**中图分类号:** TM311

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1006-4311(2013)28-0061-02

## 0 引言

汽轮发电机组振动值是机组达标投产的重要考核指标。如何在安装时从源头入手, 把每个环节的工作都做好, 是摆在每一个汽轮发电机安装人员面前的头等大事。

## 1 汽轮发电机组振动超标原因分析

影响汽轮发电机组振动因素很多, 主要有: 动平衡不好、叶片脱落、对轮飘偏或同心不良、对轮中心找正不良、基础不稳定、轴承座松动、对轮铰孔连接不良、动静摩擦、转子弯曲、滑销卡涩、管道安装等外加应力、发电机励磁机空气间隙及磁力中心不良等。其中跟安装有直接关系的有:

①基础问题: 由于基础下沉, 垫铁配制不符合要求, 砂浆垫块灌浆质量差, 二次浇灌不密实等原因, 导致机组轴系中心发生偏移, 而引起振动值超标。②转子问题: 由于疏忽大意, 动平衡纪录不查、平衡块位置有问题未发现、对轮飘偏或同心不良未测, 大轴弯曲不良未测, 动叶、平衡块松动未发现, 直接导致机组运行时振动值超标。③轴承问题: 由于轴承安装不良、轴承承力不良、进回油节流孔板尺寸不符合要求等因素, 导致轴承油膜不稳, 振动值超标。④对

轮中心: 对轮中心调整不符合要求, 导致联轴器偏心, 而引起振动值超标。⑤对轮铰孔连接: 由于铰孔质量差, 对轮连接螺栓配重及紧固不符合要求, 对轮连接前后圆周晃动变化值超标等因素, 引起振动值超标。⑥动静间隙: 由于汽封间隙、轴向通流间隙、油挡间隙不符合要求导致动静之间产生摩擦, 而引起振动值超标。⑦转子弯曲: 运行中盘车投入不当、阀门不严导致汽缸漏入蒸汽等因素, 致使转子大轴弯曲, 引起振动值超标。⑧滑销系统: 滑销系统卡涩, 导致机组膨胀不畅, 致使轴系中心偏移, 引起振动值超标。⑨外加应力: 由于凝汽器连缸、基础灌浆、管道安装等导致外加应力作用, 使对轮中心发生偏移, 而引起振动值超标。⑩发电机空气间隙: 如果转子在定子内处于偏心状态而使气隙不相等, 此时转子表面磁拉力总和不为零, 就会产生单边磁拉力, 从而引起振动值超标。⑪发电机磁力中心: 在运行状态下转子和定子的磁力中心不符合会产生额外的轴向拉力, 引起振动值超标。

## 2 安装中预防汽轮发电机组振动措施

**2.1 基础施工时预防措施** ①监督土建单位严格按设计施工; ②定期复查基础沉降点, 发现问题及时处理; ③适当增加垫铁数量、提高垫铁配制质量, 部分难以调整部位可改用可调垫铁。为消除台板间隙, 在汽轮机各台板四角加装小螺丝顶。④砂浆垫块灌浆时, 要求土建正确配

**作者简介:** 王小存 (1974-), 女, 河南洛阳人, 毕业于西北轻工业学院, 研究方向为汽轮机安装。

	活门本体	接口组件	轴组件	作动器
第一组	0.981192377	0.983467772	0.999032609	0.980652016
第二组	0.993639438	0.987818756	0.998406641	0.991223996
第三组	0.980848623	0.996627595	0.98105354	0.99763733
第四组	0.981428909	0.996067288	0.994757162	0.993383506
第五组	0.990432997	0.981209424	0.985382389	0.983808665
第六组	0.981934601	0.987985155	0.988456712	0.987378331
第七组	0.996362971	0.990537517	0.990957418	0.989214519
第八组	0.996350942	0.988335989	0.99885474	0.999632759
第九组	0.994448792	0.993137198	0.988354882	0.983128099
第十组	0.982997309	0.992559467	0.999661049	0.997110456
第十一组	0.993192105	0.985839682	0.986029099	0.992895291
第十二组	0.990371899	0.988633023	0.994021975	0.987525444
第十三组	0.999459491	0.980309743	0.993326777	0.983818474
第十四组	0.99297983	0.999681274	0.990782529	0.98856506
第十五组	0.996006612	0.983343368	0.99396211	0.989640441
第十六组	0.989075954	0.982124327	0.993330558	0.982412232
第十七组	0.98864783	0.987448195	0.983562649	0.99179015
第十八组	0.996506276	0.983962368	0.982560288	0.984523754
第十九组	0.981669396	0.989793753	0.999981608	0.987692382
第二十组	0.98266342	0.986789868	0.983422421	0.991659728

图 3

时, 即标准所哟数据体现出的是个部件的工作寿命超过两万小时的概率。而又因为整个系统是串联模型, 所以根据可靠性理论, 整个系统的可靠度等于组成该系统的各部件可靠度的乘积 (图 3)。

## 4 讨论与总结

在实践维护过程中, 工作者应该根据飞机基本的燃油系统原理进行对飞机可能出现的故障进行分析, 从基本的原理分析, 判断, 进行梳理, 从根本源头上找到问题, 在对一些机械航材进行详细目视检查, 做到具体问题具体分析。从可靠性方面对一些部件进行分析, 做可靠性分析, 对今后的排故工作具有很大的意义。

## 参考文献:

- [1]波音公司. 波音公司 B737NG AMM 维护手册.
- [2]波音公司. 波音公司 B737NG FIM 维护手册, 2013.
- [3]工少萍. 工程可靠性[M]. 北京航空航天大学出版社, 2000.