

飞机机载维护系统的设计考虑

Onboard Maintenance System Design Considerations

陈 雯 / Chen Wen

(上海飞机设计研究院,上海 201210)

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

摘 要:

飞机机载维护系统的主要目标是支持客户要求的飞机检修,以达到最小的维修成本和操作成本,达到最大的操作可靠性,因此在飞机设计中需要考虑如何设计机载维护系统。从机载维护系统的设计理念、系统安全与维护、飞机机载维护系统(OMS)故障处理、系统接口、维护处理、人机接口进行了探讨,希望能让读者更好地了解飞机机载维护系统,扩展设计思路,设计更好的机载维护系统。

关键词:机载维护系统;飞机维护处理;航线可更换设备故障

中图分类号:V267

文献标识码:A

[Abstract] Main objectives of an Onboard Maintenance System are to support aircraft troubleshooting in order to meet customers operational needs, to minimize direct maintenance cost and direct operating cost, and to maximize operational reliability. How to design Onboard Maintenance System is very important. This paper introduces OMS philosophy, system safety, fault processing, system interfaces, and maintenance process using an OMS, human machine interface, in order to help readers understand OMS better, broaden design ideas for successful design OMS.

[Key words] onboard maintenance system; aircraft maintenance process; Line Replaceable Unit fault

0 引言

飞机机载维护系统(Onboard Maintenance System,简称 OMS)的主要目标是支持客户要求的飞机检修,达到最小维修成本和最小操作成本,达到最大的操作可靠性。

机载维护系统为维护机组提供飞机故障的诊断、监控和记录功能,为航线维护人员在飞机上检查各个系统提供帮助,航后下载的维护系统数据还可以给维修部门使用。

综合化的飞机中故障隔离是一项复杂任务,OMS 能自动执行故障监控,执行测试功能,从而给故障隔离提供有效的解决办法。飞机有了机载维护系统,其维修成本和经济性得到改善,航后维护时间变短,减少了飞机短停的时间,减少延迟派遣。

1 机载维护系统的设计理念

在设计过程中应考虑把 OMS 综合到飞机的维修环境和程序中,这样可以灵活地调整到 OMS 的接

口和程序,使 OMS 与地面机构能够有效互动,容易被维护机组使用。

应把 OMS 设计成可靠的、可信赖的工具,避免误解信息。

应把 OMS 设计成可快速、自动地识别失效的航线可更换设备(Line Replaceable Unit,简称 LRU)、导线、接口。

在飞机维护期间使用 OMS 维护功能(中央维护功能、飞机状态监控功能、数据加载功能、交互测试、查阅手册),可以降低使用维护工具的数量。

在 OMS 设计中,通过把与派遣或主设备清单(MEL)有关的故障设置优先级,从而改善飞机的签派。

在 OMS 设计中,把故障隔离到 LRU,飞机短停时替换故障的 LRU,缩短维修时间,提高维护效率。

在 OMS 设计中,OMS 提供了对飞机的访问点,飞机短停时可以访问事件而不对飞行操作有影响。

人机接口标准化,把维护消息、系统状态、数据图形进行处理使维护人员与 OMS 之间的接口标

准化。

识别代码标准化,对数据源、故障、维护消息、驾驶舱效应(FDE)中的失效信息、程序、发生位置统一设计,使识别代码标准化。

OMS 提供驾驶舱告警、维护消息、LRU、系统 BIT 结果、FIM、AMM 和 LRU 测试之间的关系。

OMS 功能丢失或功能失效控制在 $1E-05$ 次方范围内。

OMS 不取缔人工维护机组,人工维护机组是飞机最后的维护防线。

OMS 不担保与改善飞机飞行安全。

2 OMS 的安全与维护设计考虑

高飞行安全等级的系统与低飞行安全等级的系统连接,如飞控系统与其维护系统相连,高飞行安全等级系统自身负责自己系统的安全。

飞机系统可以使用飞机参数创建锁定逻辑从而与低安全等级的系统通信,如飞机系统使用飞机速度和轮载信号判断飞机在地面后,与 OMS 通信启动飞机系统的初始化自测试。

飞机系统可使用额外的逻辑开关防护来自 OMS 不安全的要求或数据。

OMS 应设计成容易被综合集成和操作使用。

OMS 与飞机系统之间的接口也需关注系统接口安全。

OMS 不作为判断飞机进入飞行准备的条件。

飞机系统的测试被 OMS 启动,驾驶舱控制和显示系统(CDS)报告测试是否通过或者是否有失效状态出现。

维护的正确性可以通过读取 CDS 上的显示状态和在 OMS 页面显示的手册内容来确保。

OMS 不判断飞机构型。

3 OMS 的接口设计考虑

飞机系统提供故障信息到 OMS,这些信息是从 ATA21 章至 ATA80 章包含电子的可探测的、可传输的故障数据。某些飞机系统还提供补充的故障信息,如飞行管理系统提供飞机 ID、Flight ID、日期、世界协调时间、起飞机场 ID 和着陆机场 ID,起落架系统提供飞机在空中或地面的状态。

一些飞机系统提供与飞机外部设备的通信,如 ACARS、Wireless 可以与外部设备通信,OMS 可以与这些系统交联进而实现外部通信。

与技术出版物有接口。

控制和显示系统(CDS)提供在驾驶舱有限制的访问 OMS。

在飞机系统设计开始之前,OMS 成员系统需遵循飞机设计阶段早期飞机级达成一致的规范开展设计。OMS 的成员系统通过 OMS 完成自身系统维护成本目标和确保提供给 OMS 的数据质量,被系统综合进入 OMS 的成员系统信息包括:

- (1) 与 OMS 通信接口、速率、格式、数据总线、离散量;
- (2) 故障监控、探测、隔离到的 LRU 或接口;
- (3) 测试类型、覆盖范围、相关的监控和消息;
- (4) 图形显示的规则;
- (5) 维护消息文本的格式与缩写。

4 飞机维护程序中的考虑

应在机载维护系统设计过程中定义 OMS 的自动任务,使其最大化,在技术手册中定义的维护机组的程序任务,使其最小化。

机上维护程序项目包含:

- (1) OMS 故障数据库;
- (2) 浏览技术出版物(AMM、MEL、线路图册、部件图解目录、FIM);
- (3) 浏览驾驶舱指示和控制系统、飞机构型;
- (4) 飞机驾驶舱、设备舱、系统现场检查与替换;
- (5) 检查驾驶员飞行日志;
- (6) 查看地面支持数据、文件和记录;
- (7) 查看飞机状态监控功能的报告、数据加载功能的报告。

总之,OMS 设计中需要综合考虑对日常维护处理的项目,使其维护难度和时间降到最小。

5 OMS 人机接口设计考虑

OMS 人机接口设计依照在维护期间的实际使用情况设计。

提供可选择的开始点用于机上维护处理(如选择驾驶员飞行日志、驾驶舱指示、OMS、程序)。

OMS 显示的维护消息可以按以下种类选择:

- (1) 维护优先级(运行影响、MEL GO、GO IF、NO GO、限时派遣);
- (2) FDE 级别;

(下转第 98 页)

千斤顶的最大高度应满足当千斤顶可调螺杆完全缩进时,能用千斤顶把飞机顶升到起落架缓冲支柱完全伸长,并使机轮离地 100mm。

千斤顶最大高度>飞机基准面高度+机翼顶起点 Y 坐标+起落架缓冲支柱全伸长状态下外筒最下端到内筒最上端的距离+机轮离地间隙-千斤顶顶头到飞机机翼蒙皮的距离

(1) 根据主起落架数据计算时,飞机基准面高度为 4 443.5mm,机翼顶起点 Y 坐标为-934mm,机轮离地间隙 100mm,千斤顶顶头到飞机机翼蒙皮的距离 30mm,计算如下:

$$H_{\max} > 4\,443.5 - 934 + 655 + 100 - 30 = 4\,234.5\text{mm}$$

(2) 根据前起落架数据计算时,飞机基准面高度为 4 294mm,机翼顶起点 Y 坐标为-934mm,机轮离地间隙 100mm,千斤顶顶头到飞机机翼蒙皮的距离 30mm,计算如下:

$$H_{\max} > 4\,292 - 934 + 870 + 100 - 30 = 4\,298\text{mm}$$

根据上述分析计算可得出结论:千斤顶最大高度应大于 4 298mm。

5.3 千斤顶技术参数汇总

某型飞机机翼千斤顶载荷、高度、行程等技术参数汇总如表 3 所示。

表 3 某型飞机机翼千斤顶技术参数汇总

技术参数	额定载荷	水平载荷	最大高度	最小高度
理论值	>30.5t	15% 额定载荷	>4 298mm	<2 814mm

注:(1)仅通过液压顶升,千斤顶能够从最小高度顶升到最大高度;

(2)为操作方便,建议千斤顶活塞杆顶端安装可调螺杆,具备至少 100mm 的机械调节行程;如果不具备机械调节

行程,必须有可行的方法使不承载的活塞杆下降,千斤顶能从工作位置移开。

5.4 千斤顶选型与顶垫方案确定

根据计算的技术参数,表 1 所列千斤顶即 A320 适用的机翼千斤顶均适用于某型飞机千斤顶。

在某型飞机相似机型中,运营的 A320 系列机型占非常大的比例,即机翼千斤顶的选型满足通用设备共通性的要求。

选型的千斤顶均为顶头设计,顶垫应采用顶窝设计与之配合使用,顶垫设计方案三是优选方案。

根据 FEN351 千斤顶几何数据,建立千斤顶顶模,与机翼结构、吊挂进行空间协调,无干涉,即满足总体空间布置要求。

6 结论

机翼顶起设计包括两方面的内容,即顶垫设计、千斤顶参数计算与选型。

顶垫设计需考虑顶起点结构、与千斤顶的配合;同时,顶垫设计又影响到顶起点结构的设计。

千斤顶参数计算以顶起点位置、重量重心限制、顶起载荷为基础,选型考虑总体空间布置和市场共通性要求。

本文提出几种机翼顶起设计方案后,通过分析比较确定优选方案,保障了飞机机翼顶起设计的安全性、合理性和通用设备的共通性。

参考文献:

[1] 吴正勇主编. 飞机设计手册第 21 册:产品综合保障[M]. 北京:航空工业出版社,2000.

(上接第 92 页)

- (3) 发生日期;
- (4) 发生航段;
- (5) ATA 章节;
- (6) 当前活动的维护消息;
- (7) 维护消息关联当前的 FDE。

OMS 的人机接口设计要使 OMS 的信息综合程度被提高,使用页面链接使时间效率和故障程序得到最优化,人的物理位置更改在维护处理中被降到最小。

6 结论

在飞机机载维护系统的设计过程中要始终考

虑把机载维护系统综合到飞机的维修环境和程序中,使系统容易操作、接口灵活,把维护工作的难度与维护时间降到最小,最大程度发挥机载维护系统对飞机的维护能力。本文所论述的内容对飞机机载维护系统设计工作提供了参考。

参考文献:

[1] Arinc624-1. Design Guidance For Onboard Maintenance System, Aeronautical Radio, Inc. 1993.
[2] George Vachtsevanos. Intelligent Fault Diagnosis And Prognosis For Engineering Systems[M]. A. Canada: John Wiley & Sons, Inc. 2006:284-289.