

# 虚拟维修背景下民航飞机故障维修分析

## Analysis of Civil Aviation Aircraft Fault Maintenance under Virtual Maintenance Background

刘翼旺 李纪

Yiwang Liu Ji Li

北京飞机维修工程有限公司华北航线中心 中国·北京 100621

North China Route Center of Beijing Aircraft Maintenance Engineering Co., Ltd., Beijing, 100621, China

**摘要:** 在本次课题的研究中,以虚拟维修的概念和应用场景为基础,与在民航飞机故障中的虚拟维修技术相结合,对虚拟维修技术的基本过程、应用途径以及应用价值三个方面展开了分析,从中可以发现,虚拟维修技术在民航飞机故障维修中具有良好的应用途径以及很高的应用价值。由此,进一步提出民航飞机虚拟维修技术的优化策略,这样才能持续改善维修方法,减少维修费用,进一步促进民航飞行器维修的现代化水平的发展。

**Abstract:** In the research of this topic, based on the concept and application scenario of virtual maintenance, combined with the virtual maintenance technology in civil aviation aircraft fault, the basic process, application path and application value of virtual maintenance technology are analyzed, from which we can find that virtual maintenance technology has good application path and high application value in civil aviation aircraft fault maintenance. Therefore, the optimization strategy of virtual maintenance technology for civil aviation aircraft is further proposed, so as to continuously improve maintenance methods, reduce maintenance costs, and further promote the development of modern level of civil aviation aircraft maintenance.

**关键词:** 虚拟维修; 民航; 维修性

**Keywords:** virtual maintenance; civil aviation; maintainability

**DOI:** 10.12346/etr.v5i1.7665

## 1 引言

假如把虚拟维修技术运用到民航飞机的维修中,可以让维修规划设计者与维修工作实施者利用虚拟操作与维修过程模拟,对飞机展开维修性分析与评估,在方案阶段就可以找到维修性设计中存在的不足之处,进而避免维修性工作在时间上的延迟,同时也可以为维修保障分析、维修资料编写、维修人员培训等工作打下坚实的基础。能够提高方案的质量,减少后续工程变更的风险,这对确保飞机的质量和可靠性,降低飞机的维修费用,缩短飞机的设计周期,具有十分重要的作用。

## 2 虚拟维修概述

### 2.1 虚拟维修的概念

目前,国内外对于“虚拟维修”的概念尚无统一的认识。

在目前可获得的文献资料中, Kimura 将虚拟维修技术界定为一种计算机辅助工具,它的本质就是使用信息技术等所生成的虚拟环境,并在这个环境中展开维修性的工程活动的技术手段。有些学者从“虚拟”两个字的涵义出发,阐述了虚拟维修的技术依据、工作内容、工作目标,从而给出了一个比较全面的概念,就是在计算机技术与 VR 技术的支持下,在一个虚拟的环境中,使用维修人员的在线回路,或被驱动的人体模型,以一种虚拟的人机交互的形式,模拟出一个完整的维修过程,从而达到对可维修性、维修过程、维修资源、人机工效等方面的帮助分析与决策的一种综合的技术。

### 2.2 虚拟维修的应用场景

#### 2.2.1 维修性设计与分析

随着虚拟技术的发展,虚拟维修是通过一个虚拟样机或

【作者简介】刘翼旺(1979-),男,中国山东肥城人,本科,助理工程师,从事民航飞机维修研究。

者一个模型，对与设备维修相关的活动进行一个虚拟的仿真，以提高对维修性的预测和决策的能力。在此基础上，建立了维修流程模型，并对维修流程进行了数据整合，解决了维修流程中需要进行“回溯”修正的问题。而虚拟维修的数字特性，更是让维修工作适合现代并行的运营模式。

### 2.2.2 虚拟维修训练

随着科技的进步，装备的功能日益复杂化，结构日趋复杂，维修费用和频度也越来越高。由于很多设备维修工作具有危险性、费用高昂、工作环境恶劣等特点，造成了对设备维修人员的培训费用较高、培训时间较短。这就需要对维修人员进行高强度的训练。传统的以文字为主的培训方式，在面向实体或实体模拟的培训中，明显不能适应实际教学的需要。虚拟维修培训是一种很好的替代方法。在对一个安全的训练环境进行仿真的过程中，受训人员可以对设备结构、维修操作和维修流程有更多的了解，与此同时，还可以减少训练成本<sup>[1]</sup>。

## 3 民航飞机故障中虚拟维修技术分析

### 3.1 虚拟维修技术的基本过程

合的新型维修技术。就是利用电脑，先做一个简单的服务，然后再做一个三维的工作人员模型。在一个虚拟维修场景中，能够对整个维修过程进行仿真，进而能够对产品维修性、维修过程、维修资源、人机工效等问题进行规划和评估。

虚拟维修技术流程图见图1。

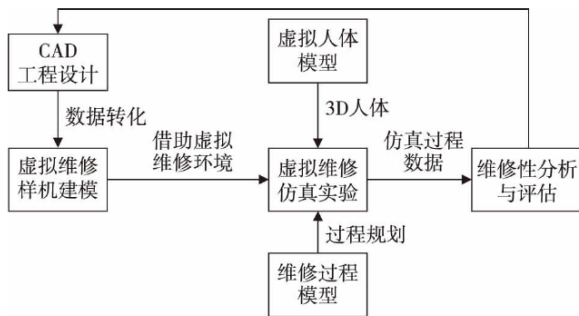


图1 虚拟维修技术流程图

#### 3.1.1 CAD 技术的应用

CAD 软件是实现航空设备虚拟制造的关键，也是实现航空设备虚拟制造的关键。CAD 软件以几何信息为基础，对三维部件进行建模，利用几何约束关系，对部件进行配置与构造，从而有效地解决了各种零散的问题与困难。在实际的航空装备维修领域，CATIA 软件可以在原来的基础上，对各种装备模型进行加工、安装和维修，从而解决设计中的不足之处。

#### 3.1.2 优化维修方案

将虚拟维修技术用于民航业的维修，可以实现对其各环节、各部件的拆解、测试，并对其进一步的优化，从而减少其服役风险。利用三维模型来拆除与之相关的设备零部

件，并在计算机终端的帮助下，对已有的维修计划进行再定制，这样就可以将运行中的安全风险降到最低，并可以对可能出现的障碍展开分析，对维修难度和维修方案展开评估。通过对各种数据的汇总和分析，有助于维修人员挑选出最简单的维修方案，可以极大地提高维修人员的工作效率。

#### 3.1.3 培训维修人员

通过使用虚拟样机，可以对维修人员的综合技能进行有针对性的训练，在虚拟情景下，维修人员可以对维修方案进行分析，并主动对各种拆装流程进行仿真，剔除不能操作的或可行性操作较低的任务，从而可以有效地避免在实际维修中存在的各种危险，并全面提高了维修的安全性和效率。

#### 3.1.4 维修性分析与评估

通过对民航飞机故障的维修性进行分析，可以看出设备的维修性是好是坏，对设备的维修效果、维修费用等方面的影响。像飞机这种价格高昂、复杂的系统，只有具备了良好的可维修性，才可以减少在维修过程中出现的人为错误，才可以确保其拥有了良好的安全性能，从而获得民航飞机公司的青睐。所以必须系统地对产品的可维修性进行分析。可维修性地分析与评价主要包括以下两个部分：维修人员的可见性分析和维修工具的可及性分析。

### 3.2 虚拟维修技术的应用途径

#### 3.2.1 虚拟环境下虚拟拆装操作

一方面，建立装拆维修模型。对于民航飞行器设备中的每一个零件信息，通过特定的虚拟建模，清晰地表达出设备的形状、功能和总体布置，并将其基本性能等信息进行整合，从而形成一个完整的零件信息模型。同时，针对各种型号的具体状况，对零件进行有机组合，有助于维修人员更好地了解零件间的相互关系；然后，在实际的组装过程中，相应的组装步骤会出现，维修人员还可以根据该指令，获得反向的拆解方向，根据实际情况，调整或转动坐标系，将相应的部件取出来，再继续拆解，以达到完全拆卸、部分拆卸或目标拆卸的目的。另一方面，分析装配路径。民航飞行器装备的拆解路径一般指的是零件在拆解路径上移动的特定路径，而不包括向特定点移动的其他路径。维修人员能够以零件的拆卸特征为基础，设计出装配路径的模块，在拆卸路径中，对零件自身转动的问题进行研究，为便于科研人员的实际操作，在进行设计时，还可以将转动的角度设置为 $90^\circ$ 的整数倍，通过装配路径，实现对协调问题的有效求解。

#### 3.2.2 虚拟环境下飞行器维修操作

其一，分析飞行器维修性能。在当前民航飞机的维修工作中，可维修性是一个重要构成要素，它需要维修人员在规定的工作环境下，在规定的时间内、规定的情况下，按照作业程序，对发生故障的部件进行维修。一般来说，维修的优劣可以借助于展示，然后再评价维修的优劣。传统的可维修性测试多依赖于对木制或金属原型的分析与操纵，不仅耗费了维修人员的大量人力物力，而且维修过程具有不可逆转的特

征,严重限制了其工作效率。使用虚拟维修技术,不但可以满足维修实际需要,还可以对其进行设计,对其进行标准的维修装备参数的设计,还可以利用人机交互的接口,实现了维修、检查的全过程运行,从而全面提升了航空器可维修性评价的质量。其二,实现了文档的自动化。虚拟维修技术能够利用维修人员的虚拟操作,实时地将相关的数据信息上传、存储,并自动地形成文档,协助维修工实现对各类产品的动态监控和跟踪控制。当前,在中国大部分的民用航空维修中,都使用了维修顺序、任务生成和虚拟确认这3个系统模块,与维修实际需求相结合,对正确性展开检验,并自动生成最终的数据。

### 3.2.3 虚拟环境下系统实际操作

首先,设计系统结构。从总体上看,民航飞行器维修系统的总体架构可以分为4个层次:第一,接口层,即输入、输出接口。在此接口上,可以向维修工提供指令输入,也可以向外部设备输入;并利用输出接口将处理结果反馈给维修工。第二,在应用层面,包括管理、建模、分析和评价等方面,对维修资源和数据进行全面的管理,对维修方案中的各个部件的数据进行全面的管理,建立更加完整的维修数据模型。第三,在客体层面,研究虚拟维修技术的建模、协同稳健模型的展示、维修资源的保存、评价等。第四,技术支撑层,主要是指在虚拟维修技术中,各种信息设备、软件和硬件的有机组合。其次,根据方案调试设备。根据维修原型的具体状况,制定有针对性的改造计划,并在仿真维修过程中,为可能使用到的设备做好相应的准备工作。在进行三维模型的拆除安装的时候,维修人员能够利用相关的信息服务终端,获取相关的数据,对在维修中所遭遇的障碍以及具体的内容进行分析,进而对维修方案进行有效的验证和评估。最后,进行人机交互。而在虚拟维修技术中,最核心的就是人机交互技术。在各种维修系统中,因民航飞行器装备的各种性能及其作用效果的差异,使得其应用的方法也不尽相同。

### 3.3 虚拟维修技术的应用价值

首先,保证维修技术的综合性。民航维修工作是一个综合项目,维修工作的质量直接关系到机载设备的使用寿命。同时,由于航空器的种类繁多,维修手段繁多,因此,运用虚拟维修技术,能够确保航空器维修的全面性。其次,保证对维修工作的迅速响应。航空设备维修的响应能力直接影响到设备维修和支持体系的后勤效能。所以,通过虚拟维修技术,维修人员能够对有关装备进行查看,并构建维修任务,能够在较短的时间内,对有关设备的性能进行准确的分析,从而能够有效地提高航空维修的反应速率。最后,减少了维修资源的消耗性。在航空维修中,资源的消耗是不容忽视的一项重要因素,维修人员既要自觉地减少对资源的消耗,又要注重提高自身的维修综合能力,在现实的操作中,仅仅依赖于单一的模块维修仿真资源,是无法实现更好的维修需求

和效果的,因此,维修人员要充分利用多种资源,利用虚拟维修技术,进行协同维修,减少不必要的资源浪费<sup>[2]</sup>。

## 4 民航飞机虚拟维修技术的优化策略

### 4.1 优化维修考核评价功能

将虚拟维修技术应用于飞机维修中,要求维修评价模型对维修系统的性能进行评价。因为当前在航空虚拟维修系统中,可以有多种多样的开展模式,而且不同的培训水平,对于维修人员的专业水平有差异的要求。因此,应该对虚拟维修技术的考核评价功能进行更深层次提高,并在不同的评价标准指标的基础上,将定量分析作为最优的模式,从而进一步提高它的评价功能。

### 4.2 完善虚拟维修场景

而虚拟维修环境则是以三维立体建模和维修流程为主,特别是像航空设备这种涉及到多个高精度零部件,维修流程也更为专业的大型设备。所以,虚拟维修技术应当更全面地记载产品模型的信息,增强模型优化的专业度,并对技术中的信息继承等问题展开深入的研究,在原有的基础上使虚拟维修情景更为真实。

### 4.3 提高虚拟维修技术的通用系数

在航空、机械、汽车等工业领域,虚拟维修技术已被广泛使用,由于各工业领域的具体应用需求各不相同。因此,必须加强虚拟维修技术的通用系数,促进技术流程的规范化、一体化,才能设计出具有更高协同性的虚拟设计系统。

### 4.4 加强人机交互技术

在虚拟维修技术中,最重要的就是人机交互技术,它已经成为当今科技发展的一个热点。当前,在虚拟维修技术中,用户与系统之间的互动方式以及效果仍有很大的改进空间,在虚拟维修技术中如何将对象的适当行为和三维模型与真实场景进行融合,可以对其进行深入的研究,以此来拓宽技术的研究范围<sup>[3]</sup>。

## 5 结论

总而言之,目前虚拟维修技术的应用仍有很大的改善余地,因此,研究人员仍需利用先进的信息技术,加强对其的研究,以民航飞机维修技术的核心为中心,对其进行持续的改善,减少其维修费用,从而促进民航飞机维修的现代化水平。

## 参考文献

- [1] 程杰.某型装备虚拟维修训练系统设计及实现[J].现代信息技术,2023,7(1):33-35.
- [2] 倪福武.面向虚拟维修的零件层次结构模型[J].设备管理与维修,2022(18):59-61.
- [3] 王龙.基于VR技术的航空发动机维修任务虚拟仿真验证方法分析[J].集成电路应用,2022,39(6):52-54.