

Automation Studio 仿真软件在某型机旋翼折叠系统中的应用

Application of Automation Studio Software in Helicopter Rotor Folding System

昌河飞机工业(集团)有限责任公司 梁 伟 崔贵生

[摘要] 介绍了 Automation Studio 仿真软件的特点和功能,在分析了某型机旋翼折叠系统(含液压、电气的复合系统)特点的基础上,利用上述仿真软件建立折叠系统的仿真平台,仿真结果形象直观、动态的展示该系统的工作原理和运行情况,满足实际工作需求,为故障分析和技术培训提供了有效工具。

关键词: 仿真技术 折叠系统 液压元件 仿真平台

[ABSTRACT] The character and function about Automation Studio software are introduced, the simulation system about rotor blade folding system is built by using above software based on the analysis of folding system of a helicopter (including hydraulic and electrical complex system). The work principle and running situation of this system are visually and dynamically presented, and the demand for actual work is satisfied, the availability tool for failure analysis and technology training are offered.

Keywords: Simulation technology Rotor folding system Hydraulic component Simulation system

对液压元件和系统利用计算机技术进行仿真和研究已经有近 40 年的历史,发展到今天已能进行机、电、液、电磁等多学科系统仿真,不仅可以指导新产品的设计开发,建立现有产品的仿真模型,并修改参数对现有产品的性能进行改进,而且还能对故障进行仿真研究,方便的复现故障现象,及时找到故障原因,提高产品设计研究水平,弥补了传统产品图纸静态、不直观形象的缺点。

本课题介绍了 Automation Studio 仿真软件的特点及功能,在分析了某型机旋翼折叠系统(含液压、电气的复合系统)工作原理的基础上,利用 Automation Studio 仿真软件建立该系统仿真平台,仿真结果形象直观、动态地展示了该系统的工作原理和运行情况。不仅能方便地模拟整个液压系统的运行过程,为单位工程技术人员学习该系统提供有效手段,同时还能演示已出现或可能出现的各种故障现象,分析其产生的原因,有利于提出改进措施和方法。

1 Automation Studio 仿真软件

Automation Studio™ 是由加拿大 Famic 公司开发的一款综合仿真软件,用户能够使用它仿真模拟各种技术回路,包括液压、气动、电路控制、可编程逻辑控制器(PLC)、顺序功能图(SFC/Grafcet)以及其他多项技术。Automation Studio™ 为工程设计、测试、维护/诊断、排除故障和技术培训提供了有效工具。该软件可动态仿真回路,观察组件与电路之间的关系,控制实际硬件,具有组件剖面动态演示功能,提供一个涵盖多学科领域、仿真过程形象直观的软件环境。

Automation Studio™ 特点是支持多领域建模仿真,包含机、电、液、电磁、控制等多学科领域。同时,具有易操作的图形化用户操作界面及实时仿真功能。元件模型在软件中用图标表示,由计算机自动生成回路的仿真描述文件和程序,用户可实时看到仿真动作。

软件主要包含以下模块和函数库:Hydraulics(液压设计)、Proportional and Servo Hydraulics(比例和伺服液压)、Pneumatics(气动设计)、Fluid Power Component Sizing(流体传动组件编辑)、Spool and Pump Designer(线管和泵设计)、PLC Ladder Logic & Digital Electronics(可编程逻辑控制器梯形逻辑及数字电子)、HMI and Control Panel Module(人机界面和控制面板模块)、Digital Electronics Library(数字电子库)、Sequential Function Chart(SFC)/Grafcet(顺序功能图)、Electrical Controls(电气控制)、Electrical(电气函数库)等。

2 旋翼折叠系统仿真平台的建立

2.1 旋翼折叠系统工作原理

为了满足直升机在舰上使用的要求,需要对某型直升机旋翼进行折叠。该机主桨毂为挥舞铰、摆振铰、变距铰 3 铰齐全的铰接式桨毂,桨毂折叠方式采用液压驱动折叠。旋翼折叠和展开的工作原理如下:

旋翼折叠:折叠指令发出,液压油进入减摆器,减摆器向前 3° 定位,摆振铰锁紧,减摆器控制的顺序阀激活;液压油前行,进入变距锁,变距锁工作,变距锁销伸出,

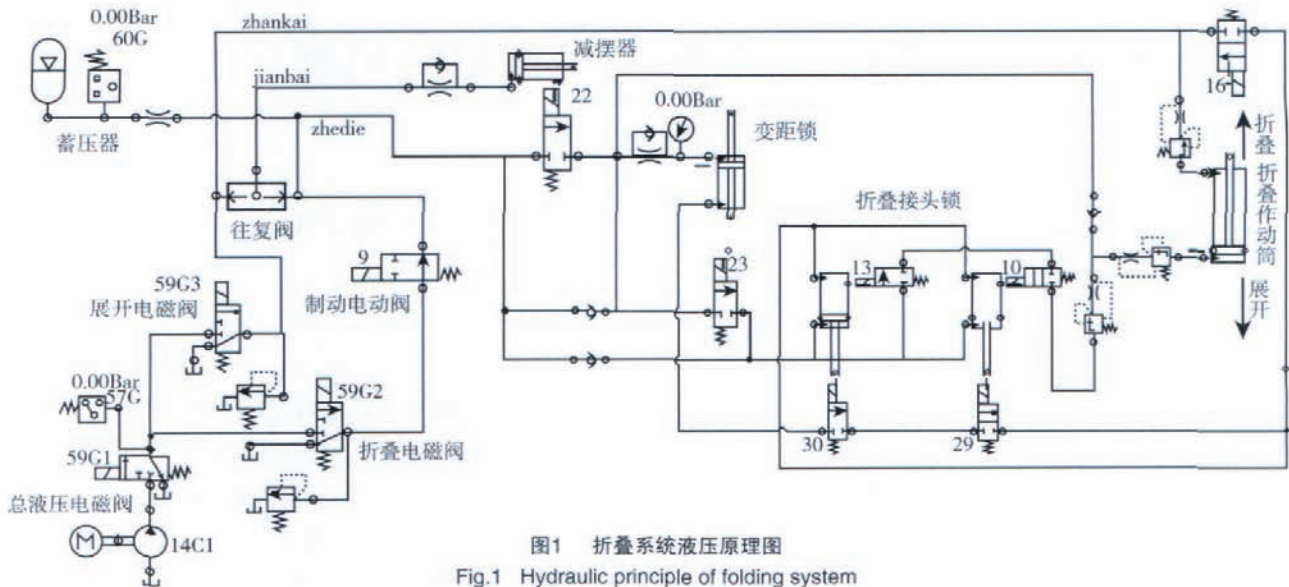


图1 折叠系统液压原理图
Fig.1 Hydraulic principle of folding system

变距铰锁紧,同时变距锁控制的顺序阀被激活;液压油前行,进入折叠锁,折叠锁开始工作,折叠锁销收缩,收缩到位后,折叠锁开锁,同时折叠锁控制的顺序阀被激活;液压油继续前行,液压油进入折叠作动筒的底部空腔,折叠座动筒开始工作,液压油推动活塞前进,通过扇形齿轮推动桨叶折叠。

旋翼展开: 展开过程与折叠过程正好相反,液压油进入折叠作动筒活塞前面的空腔,推动活塞往回运动,带动桨叶展开,折叠时的进油孔这时成为出油孔,展开到位后,顺序阀被激活;液压油前行,进入折叠锁,推动折叠锁锁销伸出,锁销到位后,折叠锁锁紧,同时激活折叠锁控制的顺序阀;液压油继续前行,进入变距锁和减摆器,松开变距锁和减摆器,变距铰和摆振铰能自由活动,整个展开过程结束。

2.2 仿真平台的建立

因该型机6片桨叶均需进行折叠,而每片桨叶折叠/展开的原理相同,只是最后折叠作动筒的行程不一样,从而使桨叶呈现不同的折叠角度。下面仅以其中折叠角度最大的1片桨叶为例建立模型,即此片折叠作动筒行程最大,当它折叠或展开完成时,其他桨叶均已完成相应动作。在Automation Studio™模型元件库中,已经包含折叠系统所需液压、电气元件,直接调用即可,无需进行单独创建,根据工作原理创建的仿真系统如图1、图2所示。

各仿真模型参数设置,可根据实际工作情况,将收集的各元件的参数输入模型中,以折叠作动筒为例,其参数设置界面如图3所示。

依次设置各元件模型参数,参数越准确仿真系统越接近真实状态。编辑调试好各液压、电气开关及控制元

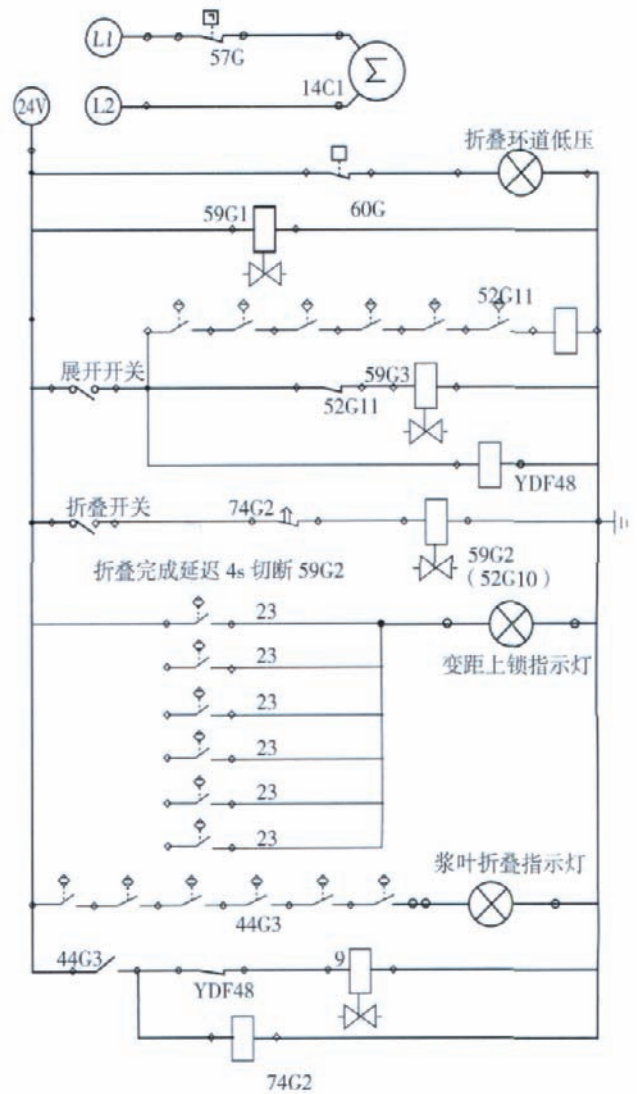


图2 折叠系统电气原理图
Fig.2 Electrical principle of folding system

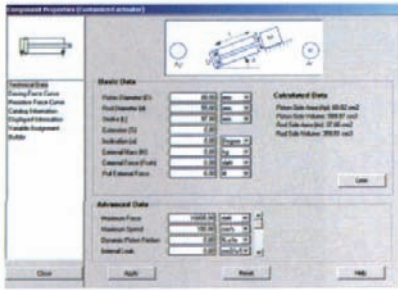


图3 作动筒参数设置界面

Fig.3 Interface for parameter option of actuator cylinder

件与被控元件间的逻辑关系,完成仿真平台的建立。

3 仿真结果分析

仿真运行时,液压和电气系统同时运行,由电气开关控制折叠/展开的开始,高压油由电动泵经总液电电磁阀流出,当按下“折叠”开关时,折叠电磁阀通电接通高压油,进入折叠程序;当按下“展开”开关时,展开电磁阀通电接通高压油,进入展开程序。

因初始状态旋翼是处于展开位置,故仿真先进行折叠,再进行展开,其详细过程如下:

(1)减摆器前倾3°。辅助电动泵启动,接通折叠开关,折叠电磁阀得电接通,高压油经折叠电磁阀、制动电动阀,进入减摆器,减摆器活塞杆伸出前倾3°,并触通顺

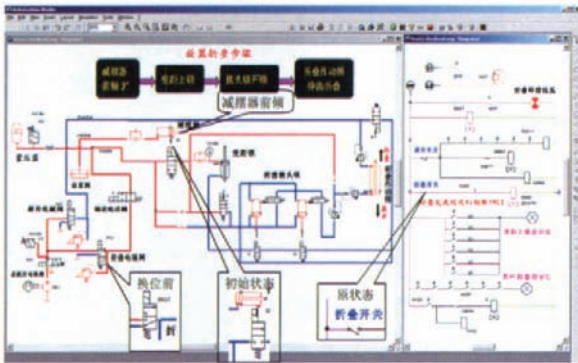


图4 减摆器前倾3°

Fig.4 Pitching 3° of swing reducer

序阀,高压油经顺序阀进入变距锁上锁腔,如图4所示。

(2)变距锁上锁。高压油推动变距锁活塞干伸出上锁,触通顺序阀,高压油进入折叠接头锁的开锁腔。同时,变距锁上锁后还触通电气微动开关,变距上锁指示灯亮,如图5所示。

(3)折叠接头锁开锁。高压油进入折叠接头锁开锁腔,推动活塞杆缩回开锁,开锁瞬间切断变距锁回油路上2个顺序阀。完全开锁后触通折叠作动筒折叠油路上的2个顺序阀,高压油进入折叠腔,如图6所示。

(4)桨叶折叠。高压油进入折叠作动筒折叠腔,在限流阀的作用下,推动活塞杆按一定速度伸出,桨叶开

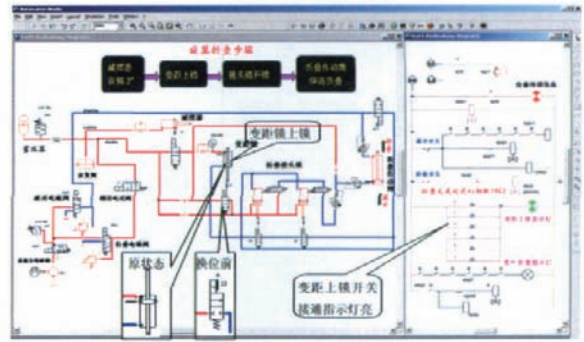


图5 变距锁上锁

Fig.5 Pitch lock locking

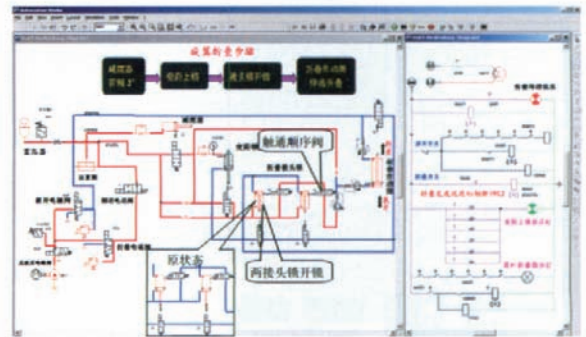


图6 折叠接头锁开锁

Fig.6 Folding joint unlocking

始折叠,当桨叶完全折叠时,触动电气微动开关,桨叶折叠指示灯亮。同时,制动电动阀得电换位,切断折叠供油路,折叠油路处于保压状态,一般要求保压24h。实际工作中,此时可以进行桨叶支撑固定等其他工作,如图7所示。

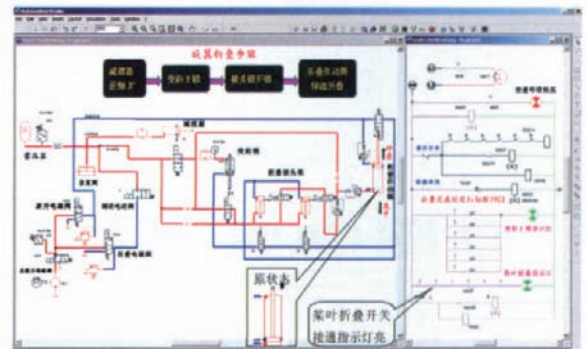


图7 桨叶折叠

Fig.7 Rotor blade folding

(5)桨叶展开。当桨叶需要展开时,辅助电动泵启动,接通展开开关,展开电磁阀得电接通,高压油经总液电电磁阀、展开电磁阀进入展开、减摆器油路,使减摆器保持前倾,高压油进入折叠作动筒展开腔,推动活塞杆在限流阀作用下匀速缩回,使桨叶展开,桨叶折叠指示灯灭。完全展开后触通位于折叠接头锁供油路上的顺序阀,高压油进入折叠接头锁上锁腔,如图8所示。

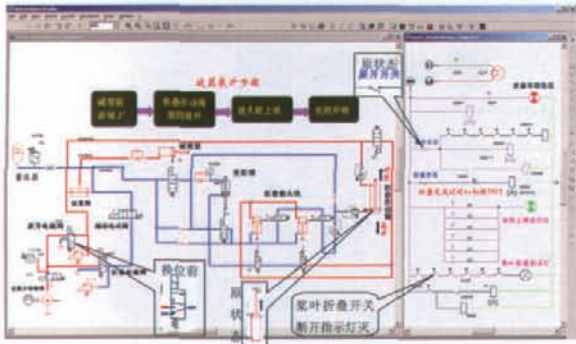


图8 桨叶展开
Fig.8 Rotor blade unfolding

(6) 折叠接头锁上锁。高压油进入折叠接头锁上锁腔,推动活塞杆伸出上锁,上锁后触动位于变距锁开锁油路上的2个顺序阀,高压油进入变距锁开锁腔,如图9所示。

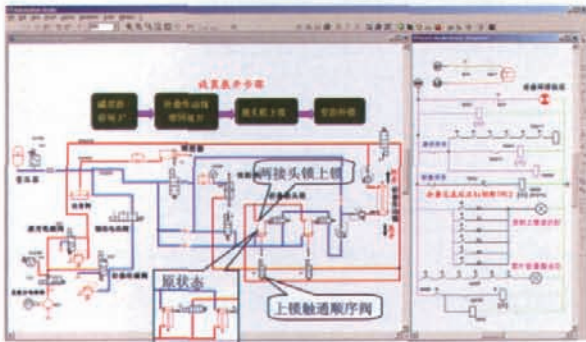


图9 折叠接头锁上锁
Fig.9 Folding joint locking

(7) 变距锁开锁。高压油进入变距锁开锁腔,推动活塞杆缩回开锁,变距上锁指示灯灭。减摆器在重力作用下恢复原状态,如图10所示。

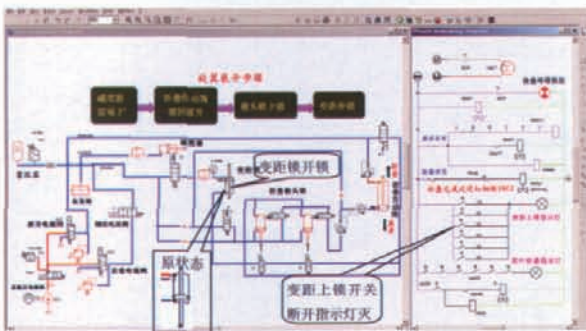


图10 变距锁开锁
Fig.10 Pitch lock unlocking

由仿真截图可以看出,仿真过程动态进行,供、回油路线流向清晰,作动筒活塞杆实时运动,选定参数值(活塞杆的速度、位移、系统压力值),如图11所示,随时间的

变化曲线实时显示,如图12所示。整个仿真过程形象直观,逻辑清楚,非常有利于对折叠液压系统的分析研究。

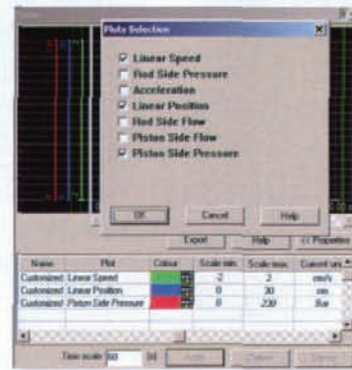


图11 选择绘图的参数图
Fig.11 Parameters selecting of figure drawing

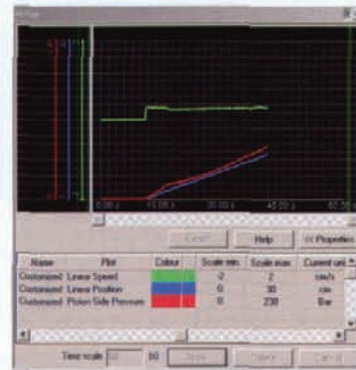


图12 折叠作动筒折叠实时数据
Fig.12 Real-time folding data of folding actuator

同时还能演示已出现或可能出现的各种故障现象,例如将折叠接头锁上锁油路上的顺序阀内漏量增大,就会出现桨叶还未完全展开到位,折叠接头锁就已经开始上锁,如图13。而正常情况下,应是桨叶完全展开后触动此顺序阀,折叠接头锁才开始上锁。经过多次仿真调试顺序阀的泄漏量,可以确定在多大泄漏量时,会造成折叠接头锁提前上锁,进而对顺序阀的泄漏量提出更合理的技术要求。

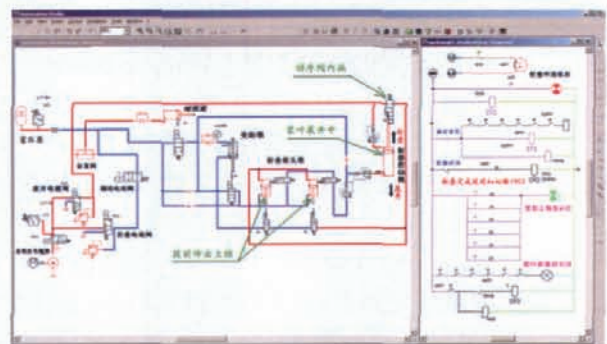


图13 顺序阀内漏故障
Fig.13 Failure of sequence valve leakage

(下转第92页)

- 走路(Walk)、抓取(Grasp)、跟随(Follow);
- 爬楼梯(ladder)、跟随设备或预定义路径运动;
- 干涉检查、视线开关;
- 姿态分析可以对人体各种姿态进行分析、仿真和校验,检验各种百分位人体的可达性,装配维修是否方便;
- 工效分析可以对人体从1个工位到另1个工位运动所需要的时间进行自动计算。

(3) 容差分配决策系统的应用。

在装配技术上,当前影响产品质量和协调问题最为核心的技术就是容差分配技术。根据容差分配要求,需根据设计确定的外缘容差要求和确定的装配顺利等约束条件。在尺寸链层级关系中,从上到下地把上一级的尺寸公差容限一层一层不等量地向下进行分配,从而最大限度地提高产品质量、降低成本、减少工时、减少协调问题。建立容差分配决策系统的具体实施方案为:

- 由飞机数模及协调关系,提取尺寸链关系,建立尺寸链的层级关系并对已知和未知公差进行分类表达;
- 采用计算机方法,初步计算分析容差分配;
- 根据经验数据,采用统计的方法初步确定零件、组建尺寸精度范围;数据对比、抽样,并按尺寸链的传递线路随机模拟分配结果,并进行精度调整。

(4) DELMIA 三维立体功能的应用。

搭建虚拟环境平台,通过使用各种交互设备,同虚拟环境中的实体相互作用,产生身临其境感觉的交互式视景仿真和信息交流,满足多种设计和工艺方案的评估。将立体方式打开,带上3D眼镜,进行模拟装配检查及时间、成本、产品质量分析。

第四阶段:组合上述的功能能够实现在3D环境之下的数字化虚拟制造全过程,并且循环以上3个阶段对这些过程进行校验,用户可以交互方式控制产品,检查“可视、可达、可维护”的问题直至得到最优数据。最后从PPR数据库打包传递数据,投入生产,实现技术和生产的无缝连接。

4 数字化虚拟制造技术的发展展望

目前,我公司数字化虚拟制造技术的研究与应用只涉及了极小的部分。随着计算机软、硬件技术、网络技术和通信技术的发展,使异地协同工作、并行工程实施、型号设计与更改以及构型管理等效率大大提高。数字化虚拟制造技术还可以在我公司得到更广泛的应用:

- (1) 新研型号基本上都完成了产品数字化定义,建立了数字样机。老型号可以通过光学三维扫描技术对零件实物进行扫描,进行零件数字化模型的逆向建模。建立并完善公司3D制造资源数据库。

- (2) “数字化虚拟制造”在设计周期使用人体工程学分析,以系统的方法支持真正的“面向维护的设计”业务流程。生成3D培训、维护手册对工作人员进行培训,虚拟各种实验设备、实训环境和操作过程,使大多数实训课程可以在虚拟实验室中进行,大多数的技能可以在虚拟实训车间中进行训练,从而不必购置昂贵的实验实训设备。

- (3) 根据软件中人机工程的功效分析,可以计算出各个工序所需要的工时,作为公司计划工时的有效依据,提高公司的数字化管理水平。

综上所述,虚拟制造技术的应用对企业提高开发效率、技术创新能力,加强数据采集、分析、处理能力,重用、继承优秀经验起到了重要的作用。可缩小我国飞机行业型号研制能力与国际先进水平的差距,为新型号的研制开发奠定坚实的技术基础;使我公司发展成为全面集成的数字化制造企业。

参 考 文 献

[1] 黄明吉. 虚拟数控技术及应用. 北京: 化学工业出版社, 2005.
 [2] 宋丽萍, 武殿梁, 范秀敏, 等. 面向虚拟装配的复杂产品装配建模技术. 上海交通大学学报, 2007(1):27-30.
 [3] 宁汝新, 郑轶. 虚拟装配技术的研究进展及发展趋势分析. 中国机械工程, 2005, 16(15):1 398-1 404. (责编 侧卫)

(上接第 88 页)

4 结束语

由于该仿真平台中各模型参数均是按实物设置,逻辑关系也是遵循真实情况,因此,能准确且形象直观的将某型机的折叠系统仿真演示出来。可以起到以下2方面的作用:(1)通过该平台仿真演示,液压系统的工作运行情况逻辑清楚,形象直观,有利于工程技术人员在此平台上学习掌握该系统,为培训提供有效手段;(2)通过该仿真平台复现故障或者演示可能出现的故障现象,只需要将相应模型的参数设置成“异常值”即可,简单方便,有利于对故障作进一步的分析和研究,提出有效的改进措施。因为很多故障尤其是具有破坏性影响的故障是不可在机上直接复现的,仿真平台很好地解决了这个问题。

可见, Automation Studio 仿真软件将在包括飞机折叠系统等液压相关领域发挥越来越重要的作用。

参 考 文 献

[1] 程安宁. 液压仿真技术的应用与发展. 机床与液压. 2004(5): 9-10. (责编 侧卫)