

机翼整体油箱清洗架的设计及应用

Design and Application of Rinsing Frame for Wing Integral Fuel Tank

石家庄飞机工业有限责任公司 张东岭 宁吉中

[摘要] 以小鹰-500飞机的机翼整体油箱为例, 简要介绍了整体油箱的清洗工艺和清洗架的设计及应用。

关键词: 整体油箱 清洗 清洗架

[ABSTRACT] The rinsing technology and the design and application of rinsing frame for integral fuel tank is introduced. The wing integral fuel tank of LE500 aircraft is taken as the example.

Keywords: Integral fuel tank Rinse Rinsing frame

随着飞机性能和战术技术要求不断提高, 飞机制造技术不断发展, 飞机的整体油箱结构设计和制造技术被广泛地应用于航空器。作为飞机结构中的主要部件, 机翼整体油箱主要采用涂胶密封铆接工艺, 完成加工工序后, 必须清除油箱内部可能存在的污物、油脂、切屑和胶末等杂质, 以满足技术条件所要求的清洁度。本文以小鹰-500飞机的机翼整体油箱为例, 简要介绍整体油箱的清洗工艺和清洗架的设计及其应用。

1 小鹰-500飞机机翼整体油箱的涂胶密封铆接和清洗工艺

1.1 整体油箱结构

小鹰-500飞机的油箱分布在左、右机翼前缘与大梁之间展向的中段, 采用机翼整体(不可拆卸型)结构, 其油箱的具体位置在机翼4[#]-9[#]前段肋之间(由于油箱内部有几道隔板, 液体流畅性不佳, 增加了清洗难度), 通过与主梁和前缘蒙皮的连接而形成密闭空间, 见图1。机翼整体油箱所使用的密封材料为: XM22A用于缝内密封; XM22B用于缝外密封、填角密封; HM-103用于口盖密封。

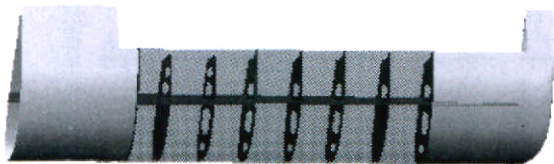


图1 小鹰-500飞机机翼整体油箱

Fig.1 Wing integral fuel tank of LE500 aircraft

1.2 整体油箱涂胶密封铆接工艺

先将需要铆接的机翼大梁、前段肋、蒙皮等零组件在机翼型架上定位组合(预装配)。制孔后, 将零组件拆下清洗, 然后将调制好的密封剂刮涂到胶接表面上, 在密封剂的施工期内进行重新组装(回型架)铆接。等密封剂完全硫化(人工硫化)后, 再进行油箱内腔的清洗、封口、密封试验和再清洗等工序。以上工序检验合格后, 才能转入其他装配工序。

1.3 油箱清洗

整体油箱采用擦洗法和摇摆架清洗法。擦洗法在油箱装配和密封铆接过程中采用, 随时清理污物、杂质, 并在油箱封闭前再仔细擦洗, 直至符合清洁度要求为止。此法一般用于重量较轻的单体油箱和内部空间比较开畅的油箱。

摇摆架清洗法需要将油箱安装在专用的清洗台(架)上, 采用机械运动的方法使油箱在清洗台(架)上沿展向或弦向摆动, 同时不停地从储油罐(箱)向油箱内注入清洗油液, 使其形成一个循环油路。清洗时, 清洗油液不断冲刷油箱内壁, 并经过滤网返回油罐, 通过定时检查滤网上的杂质来鉴别油箱内的清洁度, 直至符合技术条件要求为止。此法一般用于飞机工艺定型后的批生产。

小鹰-500飞机的翼展为9.879m, 装配清洗前的机翼重量约50kg。研制过程中采取了临时措施: 首先, 在油箱封口前认真擦洗内腔, 然后专门设计了像荡秋千似的一个荡洗架, 通过人工荡洗方式来完成清洗工序。此工序要求确保三防(防火、防爆、防静电), 一旦开始操作就要连续荡洗直至完成。这种方法既费时又费工, 一般每班3-4人, 每日3班, 15-20天才能完成一个机翼的清洗, 合计耗费工时近1000h。因此, 设计清洗摇摆架的工作势在必行。

2 小鹰-500飞机机翼整体油箱清洗架的设计及应用

2.1 设计思路

根据油箱清洗技术的要求及工艺方案, 清洗系统以框架钢管结构来固定机翼油箱, 采用封闭液压(防

静电)系统加注清洗汽油,清洗架的摆动由气动系统来控制。清洗架设计流程如图2所示。

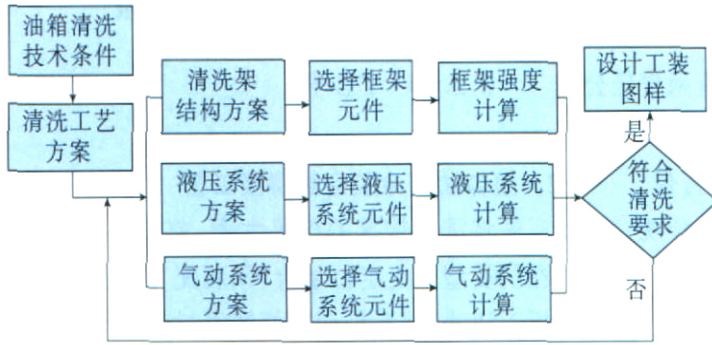


图2 清洗架设计流程

Fig.2 Design flowchart of rinsing frame

(1)可行性分析。

由于机翼整体油箱结构的特殊性,结构上采用木制卡板固定机翼,框架用 $\phi 40 \times 2$ 钢管焊成,保证清洗时产生的冲击及振动不会造成机翼油箱变形。为满足油箱清洁度的要求,采用封闭循环摇摆清洗法——液压系统完成循环加油,气动系统完成油箱清洗的摆动。设计方案经调研和评审被认为是可行的。

(2)安全性分析。

由于清洗时采用航空清洗汽油(其他工厂多采用航空煤油)作清洗液,汽油的易燃易爆性是至关重要的安全问题,所以在运动部件的设计及金属连接上应避免火花和减少静电的产生,并采用接地线来防止静电造成事故。清洗全部实现气动控制,以避免电控制和机械运动带来的不安全隐患。经安全方案论证,认为措施是可行的。

2.2 清洗架结构设计

清洗架结构如图3所示。清洗架分上、下2层。

上层框架用于固定机翼并通过2个汽缸和2个轴承转动完成机翼的纵轴(前后)上、下15角度的摇摆动作。上层框架的(展向)摆动通过缸径为 $\phi 125\text{mm}$,实际行程为283mm的带有缓冲的2个轻型汽缸来完成,以保证框架转动平稳。

下层框架用于支承上层框架并通过1个汽缸和2个轴承转动完成机翼整体油箱的横轴(弦向)上、下15角度的摇摆动作。下层框架的摆动通过缸径为 $\phi 200\text{mm}$,实际行程为468mm的带有缓冲的一个重型汽缸

来完成。下层框架重量重,摆动时惯性大,特别是整个清洗架起动摆动时加速度大,易产生冲击,平稳摆动难度大,安装时应使汽缸工作部分起动位置在缓冲区,可有效保证整个机翼清洗架的平稳动作。

上、下2层框架依靠汽缸的推动同时完成摆动动作。

2.3 液压系统技术数据和特性

- 工作介质:航空汽油 RH-95/130;
- 气源压力:0.4~0.5MPa;
- 系统流量:25L/min;
- 净化能力:达GJB420A六级以上;
- 工作温度:35;
- 机翼油箱允许容量:168L;
- 机翼油箱耐压:10kPa。

2.4 液压系统设计

液压系统由油源回路和压力控制回路及收油箱组成,主要功能是完成清洗汽油的封闭循环流动。油源回路通过气动隔膜泵向油箱加注航空清洗汽油,压力控制回路通过旁路中的溢流阀来保证油箱中的工作压力在安全范围内。

液压系统原理如图4所示。

考虑到各种因素对于液压系统过滤、净化、耐压性能的影响,要始终关注机翼整体油箱的洁净和耐压这个关键环节。结构上油源回路经过2次过滤将汽油从收(储)油箱输送入待清洗的油箱内部,汽油净度应该达到GJB420A六级以上。收油箱内设有取样口,可以随时对机翼整体油箱内的油品进行取样检验和分析。

油压旁路控制回路中采用气动隔膜泵供油,由溢

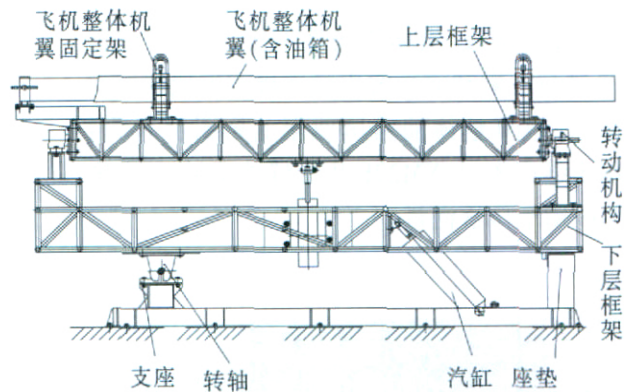


图3 机翼整体油箱清洗架结构

Fig.3 Rinsing frame structure of wing integral fuel tank

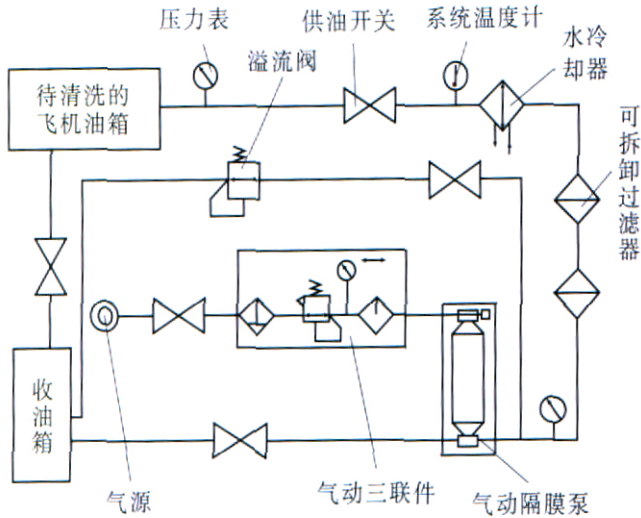


图4 液压系统原理

Fig.4 Principle of hydraulic system

流阀设定系统压力。旁路控制回路由自行研制的小压力溢流阀和开关组成,溢流阀的作用是将旁路多余的油液流回收油箱,保证机翼油箱中的压力不大于12kPa。收油箱中安装液位显示,以便于观察机翼油箱的加油量,控制机翼油箱的油液始终保持在168L左右。

液压装置采用全封闭防护,操作者的安全可得到保障。系统的集成度高,操作简捷,直观易学。

2.5 气动系统设计

气动系统原理如图5所示。

清洗架气动控制系统包括上层框架控制气路和

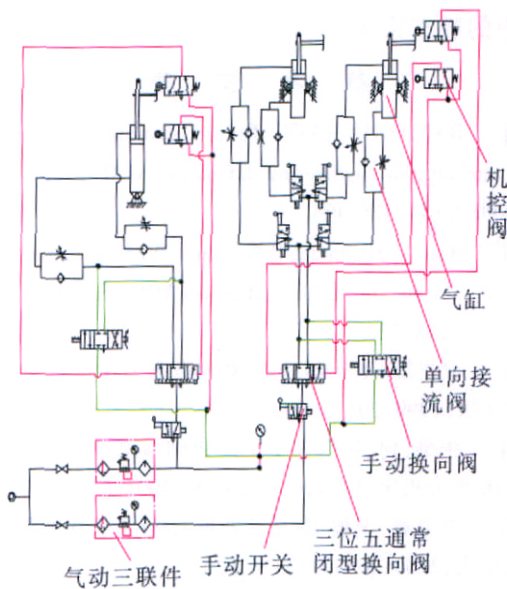


图5 气动系统原理

Fig.5 Pneumatic system principle

下层框架控制气路。压缩空气由气源(气源压力0.4~0.7MPa)经三联件后,进入手动阀和常闭三位五通换向阀。由于手动阀和换向阀并联,可实现清洗架自动运行和人工操作互不影响的2个回路。

上层框架控制系统见图6。

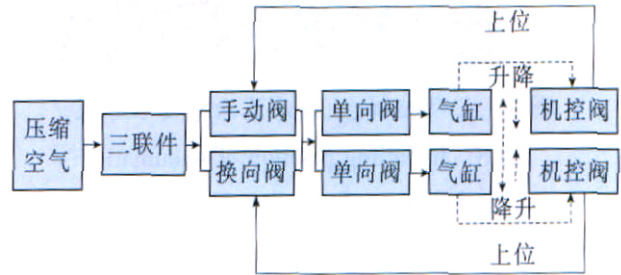


图6 上层框架控制系统

Fig.6 Control system of upper frame

(1) 手动操作。

压缩空气经三联件进入手动阀后,通过手动阀控制气缸的升降。当气缸的升降位置达到机控阀的上位时,机控阀关闭,换向阀换向,手动操作完成。

(2) 自动循环运行。

当换向阀处于开通的状态时关闭手动阀,系统气路会转成自动工作循环状态。通过2个机控阀的上位来控制换向阀换向,可使气缸的升降自动变化。如此循环往复来完成上层框架的自动摇摆,直到关闭开关。

下层框架控制系统见图7。下层框架同样可以实现手动操作和自动循环运行。

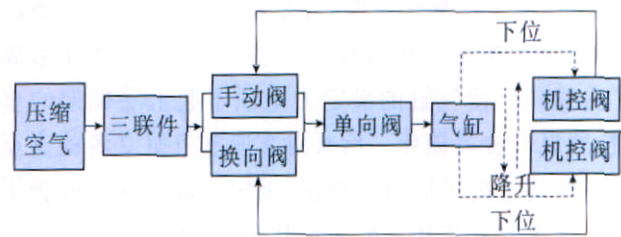


图7 下层框架控制系统

Fig.7 Control system of lower frame

机翼整体油箱清洗架的上、下2层框架同时摇摆可以利用气动元件来完成。气动系统充分发挥了结构紧凑、功能强、控制方便、动作快、运行安全的特点,提高了可靠性和稳定性。

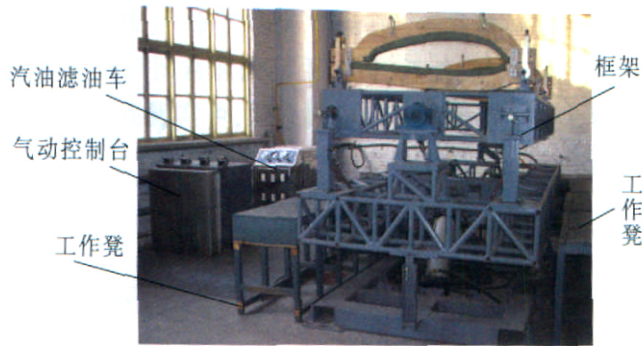


图8 气动控制台、汽油滤油车安装位置
Fig.8 Installing position of pneumatic control table and gasoline filter vehicle

3 小鹰-500飞机机翼整体油箱清洗架安装、调试

根据试验设备安装要求及现有空间布置(见图8),气动控制台与汽油滤油车安放在一起便于操作,框架四周安装工作凳。

气动控制台和汽油滤油车所用气源压力均为0.4~0.5MPa,厂区所供压力为0.4~0.7MPa,由于管路比较长及各车间共同使用同一气源的原因,存在压力不稳的问题,通过对气动系统中气动三联件相互分离、减少气缸等措施,达到了使用要求。经过调试,气动控制台控制机翼整体油箱摇摆架运行平稳,安全可靠。

首次试车启动设备时,曾发现下层框架不能运转。经分析(参见图3)认为,下层框架以支架的中轴线和转轴为支点,通过气缸的伸缩运动实现摆动。当机翼(重50kg)被安装到上层框架后,上层框架整体的重量(由下层框架支撑)分布发生了变化。当设备启动时,由于初始支撑力较大,气缸启动时的角度形成了自锁角,使气缸的额定力矩顶不起上层框架的重量,所以气缸被锁死。后来对支座和气缸2者的支点水平距离进行了适当的调整(缩短距离),从而改善了设备载重的分布和支撑力矩状况,在不改变气缸仰角的情况下,顺利解决了问题。

4 结束语

机翼整体油箱清洗架于2006年初制造完毕,经调试及试运行完全符合设计和使用要求。机翼整体油箱安装在清洗架后,由一人负责操纵设备,即可自动运行,一个清洗过程只需26h就可完成,节约了大量的人力和物力。

(责编 依然)

(上接第92页)

分别为GraphicsModel类、GraphicsView类及GraphicsWindow类。其中GraphicsModel类扮演Model的角色,GraphicsView类为View角色,GraphicsWindow类为Controller角色。

MVC模式实现过程为:

- (1) 控制器GraphicsWindow类新建模型;
- (2) GraphicsWindow类新建一个或多个视图对象,并将它们与模型相关联;
- (3) 控制器改变模型的状态,GraphicsModel类中,实现存储线、圆等各种图元数据;
- (4) 当模型状态改变时,GraphicsView类实现图形的绘制、更新等。

根据链表对象nodeList中的信息就能确定节点圆、有向边和指向箭头的绘制。能直观、真实地显示图3中的图结构关系图。随着节点的增加和减少,可以动态地调整节点元素的位置,完成图结构的显示。

4 结束语

本课题针对航空发动机企业复杂产品的设计过程中产生的大量复杂数据和中间版本,为了能真实、直观地反映出产品设计过程中版本间的结构关系,清晰地反映版本发展的历史记录,采用图结构模型来描述复杂的图结构版本关联关系,建立图结构模型的重构和显示方法,实现版本关系图的动态显示,以便产品设计者对产品设计过程进行整体的把握,满足航空发动机产品设计过程中版本管理的要求和复杂产品设计中的版本管理。

参 考 文 献

- [1] RANDY H KATZ. Toward a unified framework for version modeling in engineering databases. ACM Computing Surveys. 1990,22(4): 375-408.
- [2] Raji A, Shamkant B Navathe. Version management of composite objects in CAD databases. ACM SIGMOD Record 1991,20(2): 218-227.
- [3] 徐立臻,徐宏炳.面向对象数据库中的版本管理.东南大学学报,1999,29(3):34-38.
- [4] 张维,何卫平,刘平,等. PDM实施中的版本管理研究与应用.组合机床与自动化加工技术,2001(6).
- [5] 刘方鑫,李毅. 变量化图形CAD系统中的版本管理. 计算机应用,2000,20(8): 111-112.
- [6] Sapia Carsten, Blaschka Markus, Hoefling Gabriele. GraMMi: using a standard repository management system to build a generic graphical modeling tool. HICSS-33 2002. (责编 钟元)