

DOI: 10.19416/j.cnki.1674-9804.2017.02.019

民机复合材料油箱维护口盖研究

Research on Composite Fuel Tank Access Door for Civil Aircraft

葛建彪 / GE Jianbiao

(上海飞机设计研究院, 上海 201210)

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

摘要:

复合材料作为一种优良的航空材料,具有比强度高、比刚度大,材料力学性能可设计等优点。复合材料油箱结构因制造性和维护性要求需要开维护孔,需要安装合适的油箱口盖结构。通过中央翼复合材料油箱口盖设计并开展制造工艺研究,对民用飞机复合材料油箱口盖结构设计提供技术支持。

关键词:复合材料;油箱口盖;研究;民用飞机

中图分类号:V228.1⁺1

文献标识码:A

[Abstract] Composite as excellent aviation material is widely used due to its high intensity, stiffness and designable performance. In order to satisfy manufacture process and maintain requirement, the composite fuel tank needs to open hole with the appropriate fuel tank access door. This paper describes design and manufacturing method of composite fuel tank access door, which could provide technical support for composite fuel tank access door of civil aircraft.

[Keywords] composite; fuel tank access door; research; civil aircraft

0 引言

复合材料相比于金属材料具有优良的力学性能,一般情况下复合材料具有比强度高、比刚度大、制造工艺简单以及材料的可设计性强等特点。高性能的复合材料在设计和制造上得到了很大的发展。目前大多数先进民用飞机油箱结构均使用复合材料。本文选取民用飞机中央翼复合材料油箱结构来进行研究分析。

飞机油箱结构必须设置维护口盖以提供维修通路,需在中央翼后梁结构上布置相应的人孔为翼盒内部提供维护和装配通道。可拆卸的维护口盖用于封闭人孔并密封整体油箱,构成油箱表面的一部分,同时口盖可以保护油箱免受所有可能遇到的冲击、雷击、火情等威胁。维护口盖的布置如图1所示^[1]。

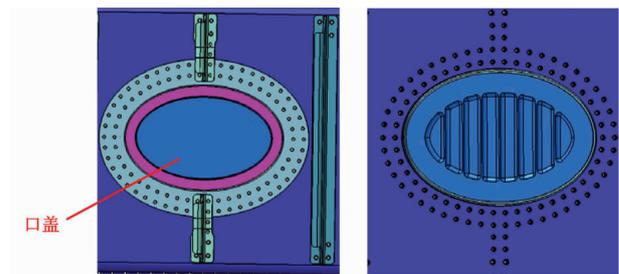


图1 复合材料油箱口盖结构内外侧示意图

1 布置思路

根据CCAR25.963及相关咨询通报的要求,维修口盖需满足密封、耐火及冲击损伤要求,另外,维修口盖还需满足CCAR25.581条关于闪电防护的要求。另外,复材机翼油箱区维护口盖是非承力口盖,不参与结构载荷传递,只需承受油压载荷和特殊冲击载荷。

与传统外翼油箱口盖不同,中央翼后梁油箱口

盖布置于飞机起落架舱内,不可避免会受到各种不同类型的冲击。通过在口盖周边布置相应的钛合金加强板来抗冲击外,同时需将口盖厚度定义在满足冲击要求的许用范围内。

维修口盖通过与中央翼后梁加强钛板贴合,贴合面区不做表面处理和涂漆,以传导雷击电流和防止电火花产生。

维修口盖必须满足在 2 000°F 的火焰下,5 min 时间内不被破坏。飞机在使用过程中,发动机可能会由于自身原因、鸟撞、腐蚀或者其他外界

因素导致发动机故障,从而引起发动机起火。对于发动机翼吊式飞机来讲,飞行过程中如果发动机起火,火焰会随着气流向后移动,使发动机后面的油箱和口盖处于高温火焰区域。如果口盖在高温火焰的环境下密封失效,就会导致燃油泄漏。当燃油的流失达到引起火灾的危险程度时,会导致油箱的爆炸,严重危及旅客的生命安全。因此油箱口盖需充分考虑高温火焰的影响。复合材料中央翼油箱口盖设计思路如图 2 所示。

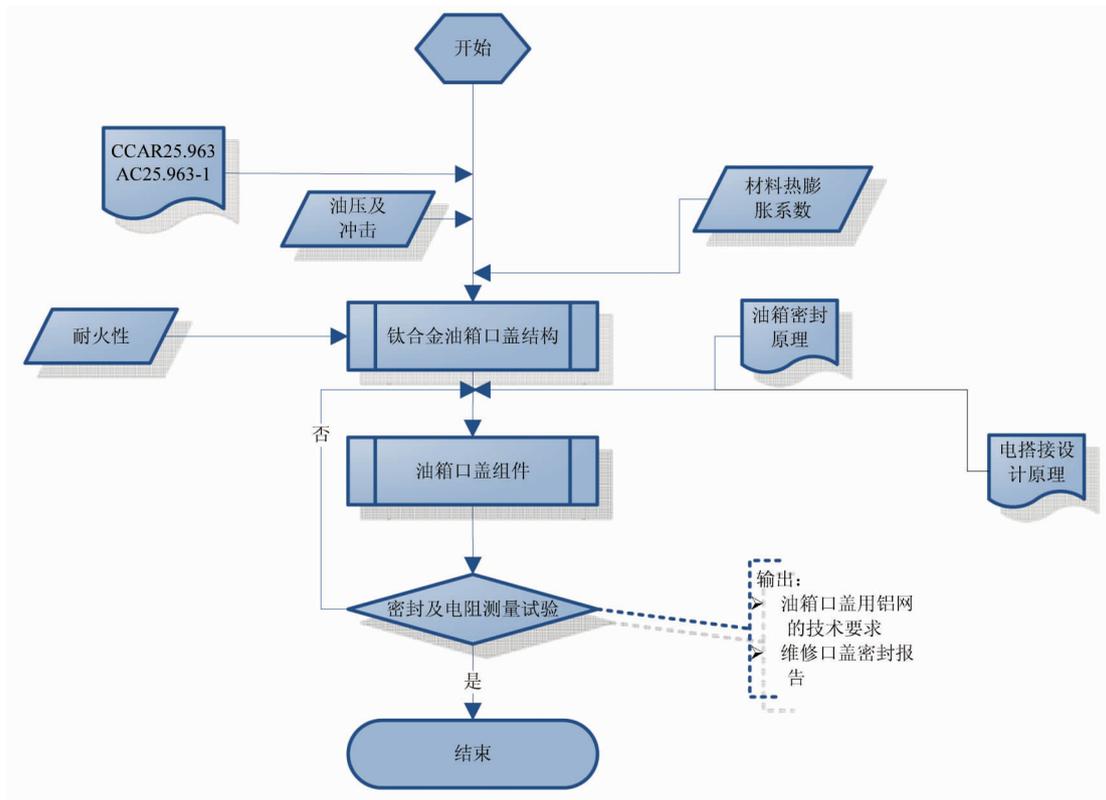


图 2 复合材料油箱口盖设计流程

2 结构细节及工艺

2.1 结构布置

口盖结构为板材整体机加而成,维护口盖与油箱结构直接通过托板螺母夹持安装。油箱口盖的密封采用橡胶密封圈形式,通过挤压密封卡槽来实现口盖的密封,局部区域涂油箱密封剂。因中央翼油箱在飞行工况中的变形无机翼大,压环与口盖结构之间无需布置外翼口盖的防磨酚醛垫圈,其它结构件与外翼口盖一致。口盖密封及夹持方式如图 3 所示。

密封圈采用传统油箱密封的丁晴橡胶材料。考虑到接近复合材料结构热膨胀系数,所有口盖金属结构材料均为钛合金,为提高人孔周边强度,连接椭圆形钛合金板来补强设计,并能抵抗起落架舱区域的面外冲击。

2.2 口盖尺寸定义

根据人体尺寸,对于椭圆形或由 2~3 段圆弧组成轮廓的维护口盖为最适合人员进入油箱的形状。口盖尺寸确定主要考虑人体进入和维护需求,但同时应考虑口盖周边的应力集中带来的强度和损伤容限要求,尤其需考虑口盖补强所付出的

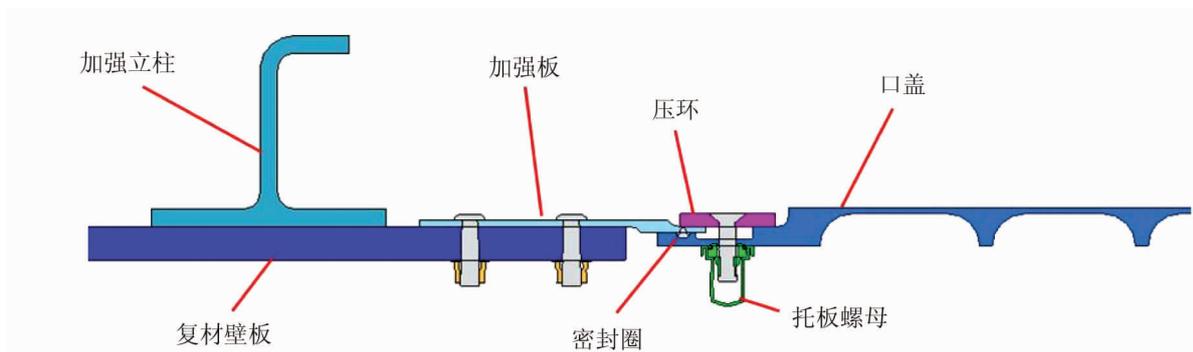


图3 油箱口盖安装方式

重量代价。口盖的短轴尺寸(弦向尺寸)对于人体尺寸更为临界,长轴尺寸取决于空间站位间距所允许的空间。由于进入油箱的方式不同,外翼油箱人孔尺寸一般比中央翼油箱人孔小,导致中央翼油箱开孔带来的应力集中及材料损失更明显。

2.3 紧固件连接

油箱需要经常维护,油箱口盖需要经常拆卸,同时口盖为非承力件,一般连接托板螺母紧固件以固定口盖。螺栓选用钛合金材料普通螺栓,托板螺母为常规铆接式安装形式。对于如图3所示钛合金加强板,通过高锁螺栓与复合材料油箱壁板连接。高锁螺栓湿安装配合、端头封包,以满足静电及密封要求。

3 电搭接设计

油箱口盖相对于油箱结构而言通常是半绝缘的。当口盖遭到雷击时,在接触面处就会产生电火花,从而有可能引起爆炸。为此油箱口盖的防雷击设计很重要的。

复合材料油箱口盖的防护措施与金属口盖类似,但需要在复合材料油箱结构共固化一层导电编织网,复合材料结构上的导电编织网和防静电涂层必须搭接到主结构或次结构上,形成一个电气连续的结构。对于口盖与碳纤维及加强钛板等

主结构接触的位置,应打磨接触区打磨,碳纤维表面打磨露出导电编织网,形成相应的导电通路。^[2-3]

4 结论

本文通过对民用飞机复合材料中央翼油箱口盖结构技术研究,探讨了口盖设计过程中的防撞击,防火及闪电防护设计,布置了合理有效的复合材料油箱结构的口盖形式,通过未来民用飞机复合材料结构的广泛应用,为复合材料油箱的设计制造打下了一定基础,将加快民用航空产业复合材料结构的广泛应用。

参考文献:

- [1] 《飞机设计手册》总编委会. 飞机设计手册第10册: 结构设计[M]. 北京: 航空工业出版社, 2001.
- [2] 牛春匀(美)著. 实用飞机结构工程设计[M]. 程小全译. 北京: 航空工业出版社, 2008.
- [3] 牛春匀(美)著. 实用飞机结构应力分析及尺寸设计[M]. 冯振宇, 程小全, 译. 北京: 航空工业出版社, 2009.

作者简介

葛建彪 男, 硕士, 工程师。主要研究方向: 中央翼结构设计技术; E-mail: gejianbiao@comac.cc