

民用飞机防差错复查方法研究

陈卉*

(上海飞机设计研究院,上海 201210)

摘要:目前,大多数的航空事故是由于飞机差错而发生,由此造成了重大损失,因此开展防差错的研究迫在眉睫。防差错设计是飞机设计的重要部分。对飞机研制过程中的防差错设计进行了研究,说明了防差错设计的必要性,提出了5个方面的防差错措施,包括物理措施、连接措施、标识措施、工艺措施和检验措施,并详细介绍了防差错复查方法和流程,对减少差错发生、提升飞机设计质量具有一定的指导意义。

关键词:防差错;飞机设计;措施;复查

中图分类号: V267

文献标识码: A

OSID:



0 引言

近些年来,飞机差错几乎每天都在发生,是导致飞机事故的重要原因之一,造成了重大经济损失甚至人员伤亡^[1-2]。因此,深入开展差错方面的研究工作,设计差错预防措施,减少和抑制差错的发生,对于降低事故发生率,提升飞行安全水平具有十分重要的意义。

在飞机设计过程中,虽然由于各种因素的影响,不可避免地总是会发生各类差错,但是“质量就是生命”,决定了在飞机设计时须实现“零差错”的必要性和重要性^[3-4]。墨菲定律认为,如果某种差错存在发生的可能性,那么它迟早要发生。因此,想要消除差错事件的发生,需要采取全面并且有效的措施,将“差错难免”变为“差错能防”^[5-6]。

1 概述

防差错又称愚巧法、防呆法,是一种消除错误的预防性技术和方法^[7]。针对飞机设计的特点,旨在通过设计来降低人为差错的方法可称之为防差错设计^[8],其目的是在差错发生之前加以防止,消除产生差错的条件或者使概率减至最低的程度,从而提高飞机设计质量。

虽然飞机在研制早期已根据顶层防差错设计要求或准则及分析要求对飞机各系统或设备进行了设计,但是型号研制后期仍会不断暴露出防差错设计不到位的问题,譬如,某型飞机的发动机灭火瓶并排对称布置,灭火瓶爆炸帽电插头在功能上不能互换,但在连接上没有采取措施,安装过程中容易发生装错的情况,一旦插错,会导致飞机丧失灭火功能,引起重大飞行安全事故。由此可见,开展防差错设计和复查工作的重要性和紧迫性。

2 防差错措施

防差错设计就是从设计上入手,在飞机设计时融入防差错理念,采取适当的措施,以保证维修作业做到“错不了”、“不会错”、“不怕错”,防止人员误操作,从而避免发生故障或事故^[9]。从飞机设计角度出发,开展防差错研究,梳理防差错措施,主要包括以下几个措施:

物理措施,主要措施如下:设备的电插头/管接头或其他结构的形式不同。例如电插头的壳体外形、键位或者尺寸不同,或设备的销钉不同。通过差异化的物理设计,有效进行区别,做到即使发生差错也能立即发现。

连接措施,主要措施如下:连接线束或管路或

* 通信作者. E-mail: chenhui2@comac.cc

引用格式: 陈卉. 民用飞机防差错复查方法研究[J]. 民用飞机设计与研究, 2020(3):112-114. CHEN H. Research on error-proofing review method for civil aircraft[J]. Civil Aircraft Design and Research, 2020(3):112-114(in Chinese).

螺钉的直径进行区别,或者线路/管路敷设实现连接器防差错。譬如线束采用不同长度和敷设路径并确保至少一个连接器由于线束长度不够而无法完成对接;导管采用不同敷设路径,不同长度以及卡箍与支架的位置等并确保至少一个管路接口由于管路长度不够而无法完成对接。通过连接措施的设计,做到想错错不了,从而达到防差错的效果。

标识措施,主要措施如下:设备上颜色进行区分;设备上设置符号(例如箭头、刻线)进行区分;设备上设置有说明标牌,说明标牌上应有准确的数据和有关注意事项。在设备的表面或者邻近位置设置标识,通过目视检查比较直观的进行区分,措施简单。

工艺措施,主要措施如下:在工艺文件设置如安装技术条件相关的防差错提示或警告信息。飞机工作都应有工艺文件,在工艺文件设置醒目的警示文件,可以将复杂的防差错工作简单化,防止误操作。

检验措施,主要措施如下:通过机上试验程序(On Aircraft Test Procedure,简称 OATP)检测差错或在飞机维护手册(Aircraft Maintenance Manual,简称 AMM)编写程序检测差错,例如发动机 FADEC 试验或全机通电试验,使飞机在维护时,即使发生差错也可通过试验有效的检测出发生差错的情形,从而在飞机放飞前,纠正差错,提高飞机安全。

3 防差错复查方法

在防差错措施的基础上,结合差错后对飞机的安全性影响,设计防差错复查方法及流程,如图 1 所示,具体步骤如下。

1)进行复查分类,根据飞机的航线可维护件清单进行复查分类,具体如下:

(1)同一设备:同一设备上有两个及以上电接头或管接头或其他类似结构;

(2)同一系统:同一系统相邻距离内,有两个及以上的设备,设备上布置有电接头或管接头或其他类似结构;

(3)同一区域:按照型号设计时飞机划分的区域,同一区域的两个及以上的电接头或管接头或其他类似结构。

2)进行安全性影响分析,对符合复查分类的设备或系统,发生差错后可能导致的系统失效,针对具体的系统失效开展安全性影响分析,分析出安全性影响等级分别为:I类(灾难的)、II类(危险的)、III类(较大的)、IV类(较小的)、V类(无安全性影响)。

3)对防差错措施进行分析,主要从5个方面开展分析,即:物理措施、连接措施、标识措施、工艺措施和检验措施,如图 1 所示。

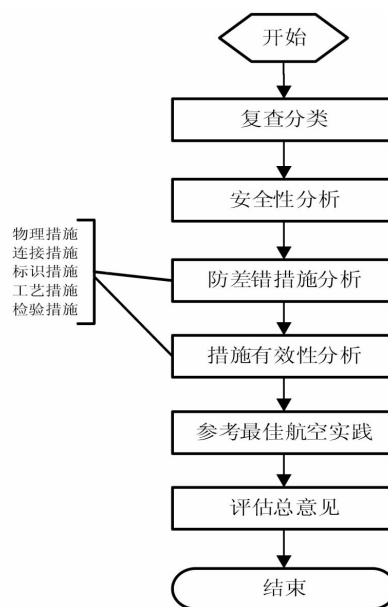


图 1 防差错复查工作流程

4)对已采用的防差错措施的有效性进行分析,分析当前的措施是否可以做到防差错。

5)参考最佳航空实践,比对目前在役飞机相同设备/系统防差错设计状态,是否有可以借鉴的防差错设计。

6)评估总意见,评估设计是否需要优化。根据 CCAR-25-R4 第 25.1309 条设备、系统及安装的规定,应尽量避免安全性影响等级为 I 类和 II 类的事件^[10],因此防差错设计时,必须对可能发生 I 类和 II 类失效的设备或系统采取严格的措施。因此评估时建立如下优化原则:安全性影响等级 I 类、II 类的设备或系统,必须要有物理措施和工艺措施;安全性影响等级 III 类的设备或系统,必须要有检验措施,建议要有连接措施;安全性影响等级 IV、V 类的设备或系统,必须有检验措施,建议要有标识措施。

4 结论

通过防差错措施严格控制飞机的设计质量,并设计防差错复查方法复查飞机各系统的防差错问题,总结总装和运营过程中的防差错问题,开展设计优化,可以提升飞机的防差错设计水平,从而提高飞机设计质量和安全。因此,开展飞机防差错复查方法的研究具有十分重要的意义。本文的研究成果在某型飞机的设计中得到了很好的应用,同时也为航空企业推进防差错工作提供很好的技术指导。

参考文献:

- [1] 赵安家,韩传润. 飞机防差错措施综述[J]. 沈阳航空航天大学学报, 2019,36(1): 32-38.
- [2] 吕川. 维修性设计分析与验证[M]. 北京:国防工业出版社, 2011.
- [3] 王学良,刘剑敏,蒋家东,等. 防差错制造探索及其案例剖析[J]. 工业工程, 2010,13(5): 80-84.

- [4] 赵华坚,奚立峰. 应用防错技术实现质量零缺陷[J]. 工业工程与管理, 2002(04): 49-52.
- [5] 赵涛,潘浪,舒轶昊. 航空维修差错原因分析和预防措施[J]. 西安航空技术高等专科学校学报, 2012, 30(1): 3-5.
- [6] 张均勇,李金瑞,孙颖,等. 航空维修差错的研究[J]. 飞机设计, 2006(1): 78-80.
- [7] 张冬花. 航空维修差错分析与控制[J]. 装备制造技术, 2015(4): 129-131.
- [8] 郭博智,王敏芹,吴昊. 民用飞机维修性工程[M]. 北京:航空工业出版社, 2018: 51-53.
- [9] 苏霞,景新荣,刘向丽,等. 防差错技术在航空产品中的应用[J]. 自动化应用, 2016(7): 76-78.
- [10] 朱丽君,刘柯. 人为因素和航空法规[M]. 北京:兵器工业出版社, 2006.

作者简介

陈卉女,硕士,工程师。主要研究方向:主要从事飞机维修性设计。E-mail: chenhui2@comac. cc

Research on error-proofing review method for civil aircraft

CHEN Hui *

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

Abstract: At present, most aviation accidents are caused by aircraft errors, which cause major loss. Therefore, it is very necessary to conduct error-proofing research. Error-proofing design is an important part of aircraft design. This paper studies on error-proofing design which are taken during the development of the aircraft, emphasizes the need for error-proofing design, and presents five aspects of error-proofing measures, including physical measures, connection measures, identification measures, process measures, inspection measures. The error-proofing review method and process were introduced in detail, which provide an useful guidance for reducing the occurrence of errors and improving the quality of aircraft design.

Keywords: error proofing; aircraft design; measure; review

* Corresponding author. E-mail: chenhui2@comac. cc