

一种民航飞机驾驶舱仿真飞行员座椅

甄晟雪¹ 张树辉² 刘滨¹ 王浩天¹ 郝岸霆¹

1.中国民航大学工程技术训练中心 天津 300300

2.北京飞安航空科技有限公司 北京 100000

摘要: 研究设计出一款外观、功能与实际民航飞机飞行员座椅类似的驾驶舱飞行员座椅, 及安装导轨系统, 可以实现座椅的前后、侧向滑移及定位, 高度升降、靠背调节、扶手调节和五点式安全带佩戴等功能, 通过多种加工方式结合, 新技术的应用, 缩短样机研发及装配周期, 同时, 对于真实驾驶舱飞行员座椅为应对飞行突发状况及符合相关适航要求的部分, 但对于地面模拟平台使用来说不必要的部分减配, 有效降低座椅成本, 设备完成后可以实现与真实飞机类似的使用体验, 并通过合理设计、改进相关机构尽量降低制造成本, 后期可用于相关模拟训练, 并与教学设备连接提升设备整体功能。

关键词: 飞行员座椅; 民用航空; 仿真

A civil aircraft cockpit simulation pilot seat

Shengxue Zhen¹, Shuhui Zhang², Bin Liu¹, Haotian Wang¹, Anting Hao¹

1. Civil Aviation University of China engineering technology training center Civil Aviation University of China TianJin 300300

2. Beijing flying an aviation Technology Co., LTD Beijing 100000

Abstract: This paper investigates and designs a cockpit pilot seat that resembles the appearance and functions of commercial aviation aircraft pilot seats. The seat is equipped with an installation guide rail system, allowing for forward and backward, lateral sliding, and positioning of the seat, as well as height adjustment, backrest adjustment, armrest adjustment, and the use of a five-point safety harness. By combining various processing methods and incorporating new technologies, the research shortens the prototype development and assembly cycle. Additionally, unnecessary components that are specific to real cockpit pilot seats, which are required for handling emergency situations during flight and compliance with relevant airworthiness requirements, but are unnecessary for ground simulation platform use, are removed, effectively reducing the cost of the seat. Once the equipment is completed, it can provide a user experience similar to that of a real aircraft. By incorporating reasonable design and improving relevant mechanisms, the manufacturing cost is minimized. The seat can be used for related simulation training and can be connected to teaching equipment to enhance the overall functionality of the equipment.

Keywords: Pilot seat; civil aviation; simulation

驾驶员座椅是民用飞机中非常重要的设备之一。驾驶员是确保飞机安全的关键人为因素, 而驾驶员座椅的操纵性和舒适性对驾驶员的心情有着直接的影响。驾驶员座椅一旦出现故障或失效, 不仅仅影响驾驶员坐姿的舒适, 而且由于驾驶员不能处于最佳的驾驶位置, 就会对驾驶员的视界产生影响, 进而对飞机驾驶出现偏差, 从而对飞行安全造成威胁。而在飞机发生坠撞时, 也可能因为驾驶员座椅的静载和动载不能满足要求而对驾驶员造成伤害甚至死亡。因此世界各国对驾驶员座椅的设计都非常重视, 在中美有限双边适航协定中相互承认审查结论的项目几乎包括了所有机械类机载设备, 但对座椅却不轻易确认 C A A C 认定的状态, 可见 F A A 对座椅 (包括驾驶员座椅) 的重视程度。

一、主要应用场景

飞行模拟训练, 是训练民航飞行员的必要途径, 不同于

其他行业, 对于飞行员进行真实训练的成本昂贵, 同时, 具有一定的危险性, 所以要在地面模拟真实驾驶舱环境, 使其在更安全的环境之下熟悉飞机的各项操作, 使其尽早适应驾驶舱的真实驾驶体验, 将其驾驶真实飞机训练的危险性降至最低。而本座椅在其中的功用就是为了让飞行员在进入真实驾驶舱前, 就能熟悉座椅相关机构的调节。

机务维修实训, 飞行员座椅有上千个零件、近百个组件, 是机务维修人员需要维护的复杂结构, 部件损伤后, 机务人员需根据飞机维修手册(Aircraft Maintenance Manual, AMM) 进行检查及维护^[1-2]。本项目可以满足机务学员实训过程中, 对按照 AMM 手册对飞行员座椅进行例行检查和故障排除, 以及学习座椅故障的维修方法。

民众飞行体验, 随着经济的飞速发展以及通航飞机等进入民众视野, 模拟飞行越来越受到民众的热烈欢迎, 但如果

驾驶舱座椅的舒适性、功能性不强,会使模拟飞行体验大打折扣,本项目力求还原真实的飞行员座椅,让驾驶体验者进行沉浸式体验,可以激发民众对于飞行的热情,甚至培养更多的青少年未来以此走向飞行岗位,促进行业发展。

二、座椅构成及各部作用

仿真飞行员座椅以真机驾驶舱内座椅为参考,座椅外观在尺寸上与真实座椅高度相似,整体重量控制在20Kg以内。同时在功能上,由于座椅要满足身高从1.57m(5'2", 5%百分位45Kg女性)到1.9m(6'3", 97.5%百分位95Kg男性)驾驶员乘坐的要求^[3],具备真实驾驶座椅的各种调节形式,是可以适用配套于飞行模拟平台的仿真座椅。

仿真驾驶员座椅主要结构包括:可调节头枕、靠背坐垫、可调扶手、五点式安全带、座腿支撑结构、腿托、底部安装导轨等如图1,图2所示。

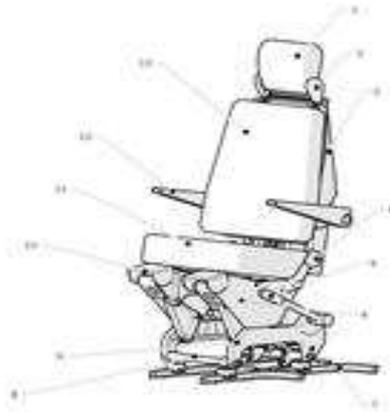


图 1



图 2

2.1头枕

头枕,广泛应用于各类型驾驶员座椅,在发生意外事故对机体产生剧烈冲击时,可以对驾驶员的颈椎起到一定的缓冲作用。头枕角度的正确调节对飞行安全有重要意义,因此,在模拟飞行训练中,对于飞行学员的训练要将此作为重要事项。本座椅采用可调节角度的头枕,可对此进行相应训练。

2.2靠背

民用飞机机长座椅靠背可包括上下调节和靠背前后调节机构和腰背的角度调节。靠背的角度调节通过安装在座椅基座上面的气缸开关控制调节气缸长度实现靠背的角度调节;腰背的上下调节和角度调节通过安装在座椅基座上面的两个旋钮进行控制,通过上述三个调节能够让驾驶员找到一个相对舒适度靠背位置。

2.3扶手

座椅扶手能够实现收放角度调节、宽度调节。驾驶舱空间相对狭小,驾驶员在进出驾驶位时需要将座椅扶手收上才能满足要求,更重要的是满足飞机适航要求,当飞机突发意外情况需要便于驾驶员进行撤离。座椅扶手在两端可进行宽度调节,可以满足不同体重的驾驶员需求。

2.4腿托

民航飞行员工作形式处于长期固定姿态,会造成血流不畅,引起腿部疼痛与麻木,且不舒适性随着工作时间延长和疲劳而加剧,而无法更好的高度专注^[4-5],长期甚至会引起部分病变。因此,在飞行员座椅下部加装腿托,来减轻飞行员的腿部压力,本座椅腿托采用皮带与靠背下部调节按钮相连,通过调节皮带松紧,可以灵活调节腿托角度,根据工作的疲劳程度、个人体型设定最舒适的工作姿态,有效缓解疲劳和对飞行员起到保护作用。

2.5支撑结构

下部支撑结构,是座椅的主要承力机构,在降低成本的同时,要做到可以完全支撑座椅本身和所有使用者的体重,本座椅目前主要应用于飞行模拟平台等受其他外力影响较小的环境,轴向径向载荷都远小于真实驾驶舱,所以在强度上可以远远小于真实座椅,在此方面可以应用强度更低的材料代替来降低成本。

三、材料及加工方式

本座椅采用多种加工方式,将传统钣金加工方式与新型3D打印技术增材制造技术有机结合,利用各个工艺的特点使用合理的装配方式,将制造装配误差控制在0-1mm范围之内,实现数控加工、激光切割、3D打印等技术的完美结合,

可以降低部分成本，同时可大大缩短项目的开发时间。

3.1 内芯发泡材料

坐垫和头枕采用发泡材料填充，飞行员长期保持同一姿势于座椅上，腰背痛发病率较高^[6]，靠背、坐垫和头枕是飞行员与座椅接触的主要载体，其材料的舒适性关乎整体座椅的舒适性，对于内芯发泡材料的选定，要软硬适度，使其既能起到包裹作用又能起到支撑作用，对飞行学员训练过程中的，减小对腰、背和颈部的疲劳损伤，以免造成因训练的保护不当，从而造成职业寿命的缩短。

3.2 工程塑料

座椅靠背外壳和调节开关把手采用工程塑料进行3D打印，工程塑料在强度、耐冲击性、耐热性、硬度等……均有良好的性能，以其来代替传统钢材，有利于降低制品密度^[7]，在同样的体积下，座椅可以有更轻的质量，这将有利于民航机务维修实训过程中，对座椅的拆装保养及例行检查更方便，更轻的质量也更便于运输。在3D打印技术兴起到今天，采用工程塑料也更方便生产，节省样机开发时间。

3.3 钣金

座椅主体各种承力结构均采用数控技术进行钣金加工材料，其有更高的强度和耐磨损性，可以对座椅整体进行支撑，同时可以保证在各种螺栓连接处和传动连接处受到磨损时的形变量微小。钣金加工不受材料限制，加工精度高，加工后的部件表面光洁，使得座椅的连接传动准确，更好的实现预定功能。

四、调节传动形式

飞行员座椅的首要目的是为了飞行员的最佳工作姿态服务的，为保证座椅可以使身高、体重完全不同的使用者都能够有最优的驾驶姿势，我们设置了多种不同调节方式，几乎可以实现各个主体部件的全覆盖调节。在民用航空器驾驶标准操作程序（SOP），“推出开车前部分”里着重描述了座椅调节相关内容，仿真座椅可以实现其对应相应的调节训练和减轻训练腰背疲劳。

通过自主设计皮带传动、齿轮传动、杠杆结构等实现座椅的XYZ轴的位置调节，靠背倾斜角度调节、腰托的XY轴方向调节，腿托角度调节，手托的角度和宽度调节以及头枕的角度调节如图3，能够满足不同坐姿的人体工程学要求。在功能上与真实驾驶舱飞行员座椅无异，在保证最优驾驶姿势的同时，也可进行飞行学员对座椅的相关调节方面的训练。

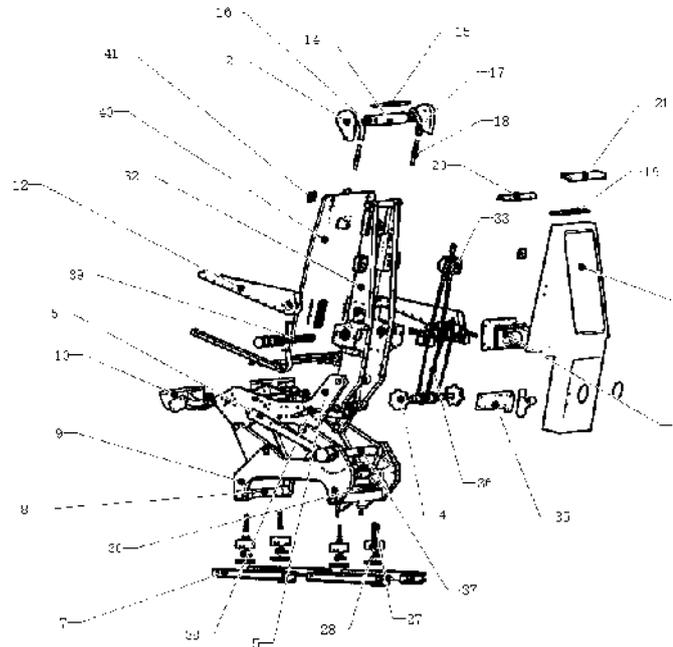


图3

4.1 头枕调节

根据不同使用者的体型，头枕的适当调节与否将影响模拟驾驶的舒适度，直接关乎驾驶疲劳感的出现时间。头枕的角度调节采用头枕调节器、弹簧限位器及制动销钉来实现，在调节器一端开均匀通孔，通过限位器和制动销钉插入不同通孔，使其可转过一定角度后固定。

4.2 靠背调节

前后调节，在座椅靠背后部外壳内，安装皮带轮、皮带和丝杠等，转动外部调节旋钮，通过皮带传动带动皮带轮使丝杠轴承转动，将外部的旋转运动转变为内部的线性运动，使丝杠进行前后的移动，来推动座椅靠背处的主体承力板，实现座椅靠背的前后移动。

上下调节，对于座椅靠背的上下调节，主要应用齿轮传动来实现，加工制造阶梯调节轴，在其上安装调节齿轮盒，通过与外部丝杠连接，手动调节制动把手，使齿轮转过相应角度，带动靠背主体承力板上下移动。

4.3 腿托调节

腿托机构连接穿过座椅两侧钣金支撑肋板下的两条绑带，绑带通过多根不同连杆与座椅靠背下侧旋转把手相连，通过绑带固定片，调节旋转把手，可调节绑带的长短，使得腿托与坐垫下支撑板间连接的弹簧压缩或者伸长，带动腿托转动至确定角度，有效减轻使用者的腿部疲劳。

4.4 整体前后调节

为实现座椅整体的前后、侧向滑移及定位,在座椅底部安装四条导轨,导轨侧边开通孔,用来将座椅整体固定于平台或地面,在座椅下方支撑肋板与导轨接触的四个承力点安装带有凹槽的滑块,滑块凹槽与导轨侧棱进行配合,可使座椅在导轨上实现前后左右的自由移动,在导轨尽头安装定位销,防止在调节移动过程中,发生座椅主体脱离导轨的情况发生。

五、结束语

近年来,随着国内航空产业的不断发展,军用及民用飞机不断研制成功,但对于配套的模拟飞行设备却发展缓慢,而反观国外,模拟飞行设配正与航空产业同步发展,已形成了庞大的规模产业。我们也应以此为鉴,不能只将全部精力放在真机的设计研发上,对于模拟设备的开发也要紧跟行业步伐。

未来,随着人们对美好生活的无限追求,对于高速便捷出行方式的需求量会日趋增大,随之民用航空产业将持续良性发展,民用飞机数量将持续增加,对于飞行、机务维修类人员的需求量将进一步加大,飞行模拟训练设备的研制将具有无限前景。

本座椅的开发,可以在一定程度上,促进行业的发展,降低仿真座椅价格,使其在服务民航业的同时,更好的适应

大众,能更广泛的应用于基层训练和实训教学。

参考文献:

- [1]陆振兴.民用航空器驾驶员座椅故障分区诊断[J].民航学报,2018,(06):104-106.
- [2]喻拿仑;陈舒文.民机驾驶员座椅的损伤标准制定研究[J].航空标准化与质量,2022,(06):24-30.
- [3]程明.浅谈民用飞机驾驶员座椅的设计[J].民用飞机设计与研究,2009,(02):41-44.
- [4]刘志平;王健.座椅舒适性及其评价理论和方法[J].航天医学与医学工程,2010,(04):292-298.
- [5]成德;王欣宇;刘舒宁;颜亮;曹栋波.直升机驾驶员座椅舒适性指标量化研究[J].直升机技术,2021,(04):32-37+42.
- [6]洪伟;蔡宗升.飞行员腰背痛现况调查及危险因素分析[J].临床军医杂志,2006,(02):202-203.
- [7]武六旺.浅谈工程塑料的应用前景与发展趋势[J].太原科技,2006,(10):7-8+10.

作者简介:甄晟雪(2002-01),女,本科在读,汉族,吉林省松原市宁江区人,研究方向:飞行器动力工程。

项目基金:2022年中国民航大学大学生创新创业训练计划项目市级创新训练项目《飞机驾驶舱仿真飞行员座椅系统开发》(项目编号:202210059150)。