

DOI: 10.19416/j.cnki.1674-9804.2021.01.012

民用飞机驾驶舱设计变革

冯志祥* 白 昀

(上海飞机设计研究院, 上海 201210)

摘 要: 民用飞机驾驶舱设计历经了数代的发展,从原始简单衍变至复杂集成,继而往简约智能化方向发展。同时驾驶舱设计理念也在不断进步,从“以功能为中心”的设计理念衍变为“以人为中心”的设计理念,但不同制造商对此理念的理解存在差异,体现在对使用者“驾驶员”角色的定位差异明显。从该设计理念出发,提出了基于驾驶舱运行场景的正向设计方法,通过充分识别运行场景并提取和转化设计需求,设计出人机匹配度高的驾驶舱。随着各种新技术的成熟应用,“以人为中心”设计理念为牵引,利用基于驾驶舱运行场景的驾驶舱正向设计方法,将引领新一代民用飞机驾驶舱设计的变革,并展望了民机驾驶舱在人机交互方式、驾驶舱布置和布局、驾驶舱视景和驾驶舱综合环境等方面的发展趋势。

关键词: 民机驾驶舱;以人为中心;驾驶舱场景;新技术

中图分类号: V223+.1

文献标识码: A

OSID:



0 引言

民用飞机驾驶舱的发展变革浓缩了人类科技文明的进程,从莱特兄弟的“飞行者一号”^[1]到现今商用喷气式客机科技感十足的驾驶舱,飞机驾驶舱经历了从简到繁,又化繁为简的变化历程,一个世纪的蜕变宛如一幅壮丽的画卷。早期的飞机驾驶舱只安装有基本的空速表、高度表等仪表,“飞行者一号”事实上没有独立的驾驶舱,飞行员头朝前趴在下机翼上操纵飞机。飞行员完全暴露在空气之中,完全靠其直觉和感官进行对飞机的操纵和信息的获取。就是如此简陋的驾驶舱,开启了人类航空史的征程。

到了现代航空发展阶段,飞机驾驶舱开始了从原始简单到复杂集成的跨越,进入了机电驾驶舱的时代。飞机的各种参数信息通过传感器以电子信号的形式传到驾驶舱的各种仪表上,驾驶舱集成的功能也越来越多,舱内布置的各种器件、仪表繁杂无比,飞行员从靠直觉感官飞行变成需精准及时获取各种仪表信息并作出准确判断,对飞行员的要求也从在实时环境下快速反应操纵飞机变成对各种信息的准确判断。

20 世纪 80 年代以来,随着电子技术引入航空业,驾驶舱的变革迈入了新阶段,衍变成了现今主流的玻璃化座舱。电子仪表取代了传统的机械仪表,飞机的各种参数信息电子化,一块屏幕可以集成显示多重信息,各种设备的功能相互集成,舱内的仪表设备数量大为精简,飞行员从多人制机组变成了当今标准的二人制机组,驾驶舱的设计也不再仅仅考虑系统功能的集成,环境的舒适性,还要考虑舱内的布置布局的合理性以及系统功能与人的匹配性等。

1 “以人为中心”的驾驶舱设计理念发展

风格各异的驾驶舱背后,都无外乎驾驶舱的 5 个功能:操纵飞机、信息获取、指令输入、装载以及保护飞行员。传统的驾驶舱设计是“以功能为中心”的设计理念^[2],即围绕驾驶舱需要实现的某个功能,开展系统和产品设计,设计的目标为既定功能的实现。而长久以来的航线经验和事故表明,围绕功能实现设计出来的驾驶舱存在诸多系统集成和人机工效的缺陷,使得飞机在一些非典型场景下存在人机交互不友好、机组负荷重的问题,甚至存在安全运行的风险。

* 通信作者: E-mail: fengzhixiang@comac.cc

引用格式: 冯志祥,白昀. 民用飞机驾驶舱设计变革[J]. 民用飞机设计与研究,2021(1):81-84. FENG Z X, BAI Y. The cockpit design evolution of civil aircraft[J]. Civil Aircraft Design and Research,2021(1):81-84(in Chinese).

近年来,驾驶舱设计理念逐渐衍变为“以人为中心”的设计理念^[3],一款简约而智能的驾驶舱产品成为众主机的设计目标,翻开了民用飞机驾驶舱设计的新篇章。“以人为中心”的设计理念并非对传统设计理念的全盘否定,而是开创和继承。新设计理念强调飞机驾驶舱的 5 个功能均是围绕“使用者”的功能,在原有设计理念的基础上,结合使用场景,以人的使用需求为出发点,打破功能与功能之间的界限,优化功能逻辑和人机交互界面。

对于“人”这个使用者,不同主制造商对其角色的定位差异明显。“人”是飞机功能的执行者,也是飞机功能的监控者,对其界限的划分将影响飞机的自动化程度,并最终引伸出使用者的最高决策权问题。空客强调在足够信息和手段的前提下,赋予飞行员最终权力,强调飞机和人对信息的反馈是同样重要的;波音则无条件地强调飞行员的终极权限,直接强调人的主观决定和无可替代性^[4]。两家主制造商在对飞机驾驶舱的改进历程中,目的均是减轻飞行员的工作负荷,深层次的差别在于是为了辅助使用者做出更佳的决策还是取代飞行员进行决策。

“以人为中心”理念的基本观点是设计去适应人,而以功能为中心的设计理念是让人去适应设计。如何做好以人为中心的设计理念,我们提出的方法是基于驾驶舱运行场景的正向设计方法。

驾驶舱运行场景是指飞机在机组、外部环境以及飞机状态的组合中的预期行为和状态。驾驶舱运行场景可以分为飞机级场景、系统级场景。飞机级场景以飞机整机为对象,考虑飞机在运营、维护过程中,飞行员、乘务员以及机务维修人员,乃至空管、乘客等所有的干系人对产品的使用,以及飞机的运营环境情况。系统级场景则以系统为研究对象,考虑系统的运营、维护环境。与飞机级场景不同,系统级场景还需要考虑全机众系统之中交联系统的相互影响,即与对象系统有电气接口、机械接口等其他的系统的状态。在充分识别驾驶舱运行场景的基础上,提取驾驶舱设计的需求,继而将需求转化为系统的功能定义,就可以设计出功能完善且与场景较好匹配的驾驶舱产品。

2 未来驾驶舱展望

展望未来的飞机驾驶舱,以 5G 技术、人工智能^[5]、新型显示控制技术等为引领的新一代技术革

命正在爆发,由此带来的驾驶舱变革也极富想象空间,应用新技术后的未来驾驶舱概念图如图 1 所示。5G 技术具有无线连接、大容量、低功耗和低延时四大显著优势,当 5G 技术与人工智能、新型显控技术相融合,将使未来驾驶舱更加智能化,设备和功能更加集成化,空间更加宽敞舒适,以下分别介绍变革的几个方面。



图 1 未来驾驶舱概念图

2.1 人机交互方式的变革

未来驾驶舱将广泛采用新一代显示技术、触屏控制技术^[6]和语音控制技术^[7]等,从而实现人机交互方式的变革。OLED 作为新兴的显示方式,具有柔韧易弯曲、重量小、超薄超轻、无视角限制、工作温度范围广等特性^[8],相比于传统光源有无可比拟的优势。基于 OLED 的显示技术将不再受限于驾驶舱的布置位置,任意形状的内饰表面都可以成为显示界面,结合触屏控制技术和飞机系统控制界面的图形化显示,则可实现全面的显示控制一体化。传统的固定式控制终端主要包括顶部区域控制板、遮光罩区域仪表控制板和中央操纵台区域控制板,操纵器件繁多、分散,而显控一体化终端则可以将诸多功能集成在一个类似平板电脑的显控设备中,驾驶舱内的控制器件数量将大大减少。此外,智能语音控制技术的应用将极大提升人机交互的效率,一定程度上解放飞行员的双手,减轻飞行员的工作负荷。

2.2 驾驶舱布置和布局的变革

驾驶舱的设备布置和空间布局是影响驾驶舱安全性和舒适性的直接因素,传统的驾驶舱布置和布局受限于驾驶舱有限的空间和繁杂的设备,存在诸多类似可达性、可视性、操纵器件的操纵便利性、环境眩光等物理工效问题。5G 技术^[9]具有无线连接、大容量、低功耗和低延时等显著优势,基于 5G 技术的应用可实现固定式终端向便携移动式终端的转变,飞行员操作便携式控制终端,不再受空间布置的

约束而一定要保持特定的姿势,也可以任意移动便携式终端以规避眩光区域,极大改善驾驶舱的物理工效。

基于便携式控制的显控一体终端,在精简了驾驶舱中大部分操纵器件后,可释放出大量驾驶舱空间,驾驶舱内可进行系统设备的布局优化,提升驾驶舱安全性和舒适性。譬如传统驾驶舱布置下的氧气面罩位于侧操纵台区域,而使用侧杆操纵的飞机在驾驶舱失压的场景下,飞行员需一手操作侧杆,一手握住氧气面罩,左右手交叉,人机工效不合理;而新型驾驶舱的中央操纵台区域有空间布置氧气面罩,符合失压场景下的使用需求。

2.3 驾驶舱视景的变革

显示技术近年来进步显著,基于 5G 技术的 OLED 全景显示系统,将取代传统的驾驶舱玻璃风挡,通过布置在机身外部的光学传感器,将外部信息传递到全景显示系统。基于此全景显示系统,飞机的外视界将不存在任何遮蔽,极大提升飞机的外视界性能;传统的驾驶舱风挡系统在面临极端的自然条件,如自然结冰、高温高湿、暴雨等情况下,外视界极易受损;在面临鸟撞、冰雹等场景下,传统的驾驶舱风挡受到物理损伤后,对飞机的飞行安全都会带来严重威胁。基于新型视景系统的驾驶舱将能适应各种极端工况的考验,飞机安全性将显著提升。

2.4 驾驶舱综合环境的提升

新技术的集中应用、系统化集成化的新特征,将带来更宽敞的座舱空间,也给座舱的综合环境设计带来更灵活的设计空间。未来驾驶舱将从舱内气流组织、温度、湿度、压力、冷热辐射、噪声、振动、照明、几何布局等多方面提升座舱综合环境,给飞行员营造更舒适的工作空间。座舱空间变得更宽敞灵活,可以更多地使用柔性照明或背景照明,营造丰富的空间层次感,也可使用情景照明^[10]给飞行员营造不同的氛围,抑制心理焦虑和疲劳感,主动降噪技术可以抑制掉驾驶舱中的背景噪音,给飞行员带来良好的感官体验,继而可以更集中精力于飞行相关的任务。综合环境显著提升的驾驶舱座舱在给飞行员带

来更好的舒适性的同时,也会改善飞行员的工作状态,继而提升飞行安全性。

3 结论

民用飞机驾驶舱的设计从“以功能为中心”的理念衍变成了“以人为中心”的设计理念,在新科技革命爆发的今天,将给民机驾驶舱设计带来宽广的想象空间,在充分考虑飞行员的特性和使用需求后,引入新技术的驾驶舱将实现跨代的发展。

参考文献:

- [1] 刘相彤. 小型飞机驾驶舱显控界面优化设计研究[D]. 沈阳: 沈阳航空航天大学, 2018: 7-8.
- [2] 赵春玲, 范瑞杰, 朱志胜, 等. 民用飞机驾驶舱集成设计与适航验证[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2020: 1-2.
- [3] 张燕军. 民机驾驶舱工效设计若干关键技术研究[D]. 南京: 南京航空航天大学, 2014: 3-6.
- [4] 许健, 赵晶慧. 大型客机驾驶舱设计理念的对比与实例分析[C]//第四届中国航空学会青年科技论坛文集. 北京: 航空工业出版社, 2010: 172-180.
- [5] 袁侃. 复杂系统的故障诊断及容错控制研究[D]. 南京: 南京航空航天大学, 2010: 7-8.
- [6] 朱宪植. 民机显示系统架构与控制逻辑的设计研究[J]. 民用飞机设计与研究, 2019(1): 34-39.
- [7] 邵文清. 航空电子系统人机接口控制技术的未来发展[J]. 航空电子技术, 2010, 41(2): 1-5, 18.
- [8] 刘佰全, 高栋雨, 王剑斌, 等. 白光有机发光二极管的研究进展[J]. 物理化学学报, 2015, 31(10): 1823-1852.
- [9] 石建. 面向 5G 的移动通信技术及其优化研究[D]. 天津: 天津大学, 2016: 1-10.
- [10] 王乐宁. 浅谈用户体验研究在民用飞机内饰设计中的应用[J]. 装备制造技术, 2016(7): 85-87.

作者简介

冯志祥 男, 硕士, 工程师。主要研究方向: 民用飞机驾驶舱集成设计与研究。E-mail: fengzhixiang@comac.cc

白 昀 男, 硕士, 工程师。主要研究方向: 民用飞机驾驶舱集成设计与研究。E-mail: baiyun@comac.cc

The cockpit design evolution of civil aircraft

FENG Zhixiang* BAI Yun

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

Abstract: The civil aircraft cockpit design have grown through generations, and the characteristic of cockpit have evolved from the original simple to complex integration, then to the direction of simple and intelligent. The cockpit design philosophy has also advanced constantly, which evolved from function-centered design to human-centered design. However, different aircraft manufacturers have significantly different understanding on the philosophy, which is reflected in the obvious difference in the positioning of the user's "pilot" role. Based on the design concept, this paper proposes a new forward design method based on cockpit operation scenes. With various new technologies and human-centered design philosophy getting mature, the next future cockpit based on the forward design is coming, and cockpit scenes are taken into account during design process. Meanwhile, we look forward to the future about the trends of man-machine interaction, cockpit layout, cockpit views and cockpit environment.

Keywords: civil aircraft cockpit; human-centered; cockpit scenario; new technology

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