

DOI: 10.19416/j.cnki.1674-9804.2017.01.002

驾驶舱人机界面演变与发展趋势

The Evolution and Development of the Flight Deck Human-machine Interface

段 林 / DUAN Lin

(上海飞机设计研究院, 上海 201210)

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

摘 要:

描述了驾驶舱在飞机中的作用,回顾了驾驶舱人机界面演变历程,说明了改善人机界面的必要性以及人机界面改进设计对飞机发展的促进作用;通过对驾驶舱人机界面内涵与外延的分析,进一步探讨了人机界面发展趋势,为今后飞机驾驶舱人机界面改进设计提供参考。

关键词: 飞机驾驶舱;人机界面;演变与发展

中图分类号: V223⁺.1

文献标识码: A

[Abstract] This paper reviews the evolution of the flight deck human-machine interface, and demonstrates the necessity of improving the human machine interface and a positive role for the aircraft development. By analyzing the connotation and extension of the flight deck human-machine interface, the trend of human-machine interface development is further discussed, and the paper provides references to improving the future flight deck human-machine interface.

[Keywords] flight deck; human-machine interface; evolution and development

0 引言

飞机驾驶舱为飞行员驾驶飞机提供一个环境、是飞行员与飞机之间信息交互的场所、是飞行员在飞行或交战中了解飞机姿态、航路、飞机状态、飞行环境、气象状况、战场态势等信息的唯一途径。人机界面设计是人与飞机紧密结合的集中体现,界面设计是否合理,会对飞行员操作与观察带来一定影响;在飞行过程中各种信号与提示是否及时、准确,将给飞行员在故障处理中正确判断、决策、采取措施、甚至生命安全带来巨大影响。

驾驶舱设计不仅反映出一架飞机的综合技术水平,而且在一定程度上反映了它的作战能力和先进程度。驾驶舱人机界面设计不仅受到飞机设计人员的重视而且受到使用者的密切关注,在飞机型号研制中,人机界面的一点点改善或改进都会给飞行员带来极大的欣慰。

对于军用飞机来说,良好的人机界面可以减轻

飞行员工作负荷和工作压力,提高飞机作战效能和生存力,还可通过信息共享完成单机作战无法完成的任务;对于民用飞机来说,除了减轻飞行员工作负荷外,还可大大提升飞行舒适性和安全性。

1 人机界面演变

自从飞机问世以来,伴随着飞机发展和各项技术的进步,人机界面也发生着相应的变化。对于早期飞机来说,由于飞行高度低、速度慢,以目视方式即可完成飞行任务。人机界面很简单,除操纵杆、脚蹬外,仅有罗盘、高度、速度和发动机转速四块表,例如上世纪初期 Fokker Dr. I 飞机驾驶舱^[1],如图 1^[2]所示。

随着飞机速度等性能的提高,需掌握的飞行参数越来越多,目视飞行已不能满足要求,各种指示设备随即出现,先期以机械式仪器仪表为主,如图 2^[2]所示的二十世纪 50 年代出现的 MiG15 飞机驾驶舱界面。

随着机电技术、自动控制技术和计算机技术的



图 1 Fokker Dr. I 飞机驾驶舱



图 2 MiG15 飞机驾驶舱

发展,驾驶舱人机界面逐步出现了机电伺服仪表、综合指引仪表、电子显示仪表和综合电子显示系统^[3],如米格 29 飞机和 F16 战斗机,如图 3^[2]、图 4^[2]所示。



图 3 MiG29 飞机驾驶舱



图 4 F16 型飞机驾驶舱界面

随着计算机技术和综合显示技术的进一步发展,人机界面又发生了显著改变,实现了“玻璃驾驶舱”、“平视双杆操纵”等,图 5^[2]所示为 F22 飞机驾驶舱人机界面^[4]。



图 5 F22 飞机驾驶舱界面

飞机驾驶舱人机界面改善,不仅对军用飞机重要,对于民用飞机来说同样重要,如图 6^[2]、图 7^[2]所示的二十世纪 50 年代的 DC9 和我国 70 年代的 Y10 飞机驾驶舱,人机界面是以机械式仪器仪表为主,采用多人机组飞行。

计算机技术、综合显示技术及其他先进技术的广泛应用,促进了驾驶舱人机界面的进一步改善,出现了以 A320 和 A380 为代表的驾驶舱人机界面。如图 8^[2]和图 9^[2]所示,信息画面以液晶彩色显示器为主,采用两人机组飞行,飞机提供给飞行员的信息量又远超 DC9 和 Y10 飞机。驾驶 A320 飞机的舒适性和安全性是 DC9 和 Y10 飞机所无法比拟的。



图6 DC9 飞机驾驶舱



图8 A320 飞机驾驶舱



图7 Y10 飞机驾驶舱



图9 A380 飞机驾驶舱

2 人机界面演变的内因和外因

对军用飞机来说,飞行员操纵飞机作战,大部分信息仍是依赖于视觉,依靠观察各种仪表、显示器或飞机外部环境获取。选择开关或搬动旋钮仍是飞行员操纵飞机和控制机载设备的重要手段。伴随着飞机性能的不断提高、作战任务和作战环境日益复杂化,飞机提供给飞行员的信息以及飞行员需要了解的信息急剧增加,有人称之为“信息爆炸”性增加。飞行员驾驶飞机时必须对蜂拥而来的信息快速扫描、确认、判断并进行正确操作。稍有迟疑,就会失去战机甚至生命,因此尽快改善人机界面,发展综合显示与控制技术,设法减轻飞行员工作负担,提高生存力与作战效能,最大限度地发挥人与飞机的潜能即成为不可避免的现实问题。

飞机作战任务加大,系统综合化程度提高,作战环境恶化,进一步加大了人机界面设计难度。现

代作战飞机,大多需要具有全天候、高速、大机动、大过载飞行能力,使用环境对飞机构成的威胁也在不断升级,譬如电磁干扰、电子对抗、地空导弹、空空导弹、预警搜索等,而飞机本身装备的雷达与探测设备功能的发展,数据处理与显控技术的提高,又使飞机提供给飞行员的信息量急剧增加。尤其是军机在高速飞行作战时,飞机留给飞行员的从观察、判断、决策到采取措施的可用时间又进一步缩短,飞机虽然从“仪器仪表”飞行,发展到了目前的“平视双杆”飞行,即“HOTAS”飞行。但在某些操作上,飞行员的手有时不得不暂时离开操纵杆去操作周边键和其他按钮。人机界面设计除与作战密切相关外,还涉及到心理学、生理学、人体参数、图象学、环境工程学、显示控制理论等学科。

综合显示技术和计算机信息化技术的飞速发展,成为推动驾驶舱人机界面进一步改善的又一外在因素。

3 人机界面涉及的研究内容

据俄罗斯和美国有关机构的研究结果表明,对作战飞机来说,完成同一任务,良好的驾驶舱人机界面,可减轻飞行员的工作负担。而要获取良好的人机界面,尤其是作战飞机,不但要综合考虑飞机机体本身结构,如雷达、导航、显控、飞控、通信、环控、救生等,还要保证有良好的驾驶舱环境,如灯光、色彩、符号、告警、设备形状与定位、画面布局与画面格式、使用空间、温度、噪音等;还要兼顾飞机的使用环境,如战场态势、各种威胁、各类信息综合与显示时机,既要保证足够的信息又要防止“拥堵”;更重要的是必须考虑到人的因素,如人的视界、肢体活动范围、操作姿态、听觉、抗过载能力等。

要获得良好的人机界面,除了将最先进的显示、信息技术应用到驾驶舱设计中去,还应在以下几方面做相应研究。

1) 人体心理、生理研究

该项研究要探究人体在眼球运动、头部转动以及眼球和头部同时转动等各种情况下人的最佳视区和最大视区;探究人对外界各种刺激的反应能力,包括色彩、灯光等;探究人体肌肉的忍耐力、力度及人体抗过载能力等。

2) 人体参数及肢体活动区域研究

该项研究探究的是人体尺寸参数,各肢体的活动范围、最佳用力范围及承受力,手指的灵活度及力度等。

3) 显示画面研究

该项研究是人机界面研究的一项重要内容,包括各显示器的画面形式、符号大小、显示亮度、色彩、信息表达方式、显示器外观、操作杆形状、按钮的数量与定位、操作信息反馈、操作提示及各种声效等。

4) 驾驶舱环境研究

该项研究主要是从作战需求及人体承受与感应方面考虑,如何为飞行员创造一个舒适地工作环境,包括照明、告警、温度、噪音、震动等,主要是减轻飞行员疲劳与心理压力,使飞行员使用时感到方便、轻松、舒适、准确和便捷。

5) 飞行员作战操作实时性研究

该项研究就是要探明飞行员飞行和作战过程中需要完成哪些动作,完成每一个动作或一项操作需要多少时间。探明飞行员从观察、反应、判断到

发出指令需要耗费的时间与战场环境下允许使用的极限时间和它们之间的内在联系等。

6) 人机界面数据库建立

综合应用数学、统计学、测量测试、计算机、控制理论、仿真模拟等各方面的知识,针对人体和飞机、使用环境等分别建立各自的数学模型,按照统计规律,给出不同状态下人体、飞机、使用环境各自最佳取值范围或推荐取值范围,包括视界范围、反应灵敏度、承受力、时间效应、空间尺寸、温度、允许过载、灯光亮度、声效、噪音等。

以上仅为人机界面研究应包含的主要内容,随着形势发展,人机界面研究涵盖的内容还将进一步扩大。总之,人机界面改进的目标就是要探明人与飞机之间的内在联系,设法使人和飞机很协调地融合在一起,发挥更大潜能。

4 人机界面发展趋势

人机界面改进设计与飞机所承担的任务密切相关,良好的人机界面可促进任务圆满完成,而飞机所承担任务的复杂化,又对人机界面改善提出新的要求。对于军用飞机来说,随着作战方式和战场态势转变,现行的“一平三下”显示界面已不能满足作战需求,空、天、地一体化,将成为未来主要的作战模式,如图 10^[2] 所示。

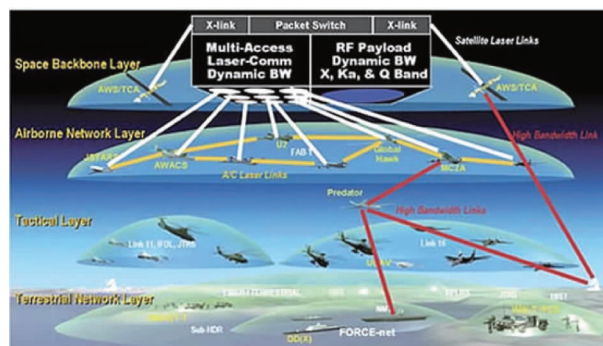


图 10 空天地信息立体化示意图

飞机在战场上也不再是一个独立的作战体,而是立体作战网络中的一个节点,这种模式下飞机仅靠自身数据显然是不够的,必须与友军配合、协同作战,这样数据传输、数据链技术将成为关键,图像传输技术和遥控技术将发挥巨大作用。

在新的作战模式和信息网络环境下,飞行员不仅可以控制自己的战机完成本机任务,还可以经横向信息传递协调友军、建议友军战术或者可以指示

友机攻击战术、分配目标,甚至还能指挥、协调友军的战舰、导弹参与作战。

飞行员角色转变和战场态势变化,使得飞行员的工作负荷进一步加大,降低飞行员工作压力、改善人机界面又成为当务之急,图 11^[2]为 JSF 驾驶舱显示画面示意图。



图 11 JSF 飞机驾驶舱

在 JSF 项目研制中,显示界面采用可分屏又可全屏显示的更大尺寸有源阵液晶显示器,替代了传统的“一平三下”界面模式,实现全景显示。不仅显示本机信息,整个战场态势、战场环境全面呈现在飞行员面前,如此一来飞行员也不限于充当操作员的角色,不限于完成飞行、目标捕获、锁定、跟踪、攻击等简单而繁琐的事务性工作,而可以从中解脱出来、统揽全局、参与更大范围的战术决策,成为一个真正的战场管理者和决策者,要完成这样的任务,传统的显示界面显然不能满足要求^[7]。

目前,我国航空电子领域的专家们也正在致力于领先国际先进水平的头盔显示器和触摸式大屏幕高分辨率多功能液晶显示器的研制,这些设备的研制成功,不但能够使我国下一代主战飞机在未来的作战中占尽先机,而且先进的座舱界面设计理念更会成为未来世界各国借鉴的一个典范,头盔瞄准显示、大屏幕全景显示、语音控制等智能化综合显控技术将成为未来驾驶舱人机界面发展趋势。

参考文献:

- [1] 吉姆·温切斯特[英]著,邓万学、程刚译. 世界飞机图文档案[M]. 北京:中国青年出版社,2007.
- [2] 驾驶舱图库[EB/OL]. [2016-12-20]. www.baidu.com.
- [3] 徐亚军. 民航飞机自动飞行系统[M]. 西安:西安交通大学出版社,2013.
- [4] Sweetman. B 著,李向阳译. 洛克希德·马丁公司隐形战斗机发展全程实录[M].
- [5] 张庆伟,林左鸣. 世界民用飞机手册[M]. 北京:航空工业出版社,2009.
- [6] 傅山,顾诵芬. 民用运输机飞机驾驶舱人为因素设计原则[M]. 上海:上海交通大学出版社,2013.
- [7] 何胜强. 军用飞机智能综合论证理论和评价方法[M]. 西安:西北工业大学出版社,2013.

作者简介

段 林 男,本科,研究员。主要研究方向:航空布置技术;
E-mail:duanlin@comac.cc