

DOI: 10.19416/j.cnki.1674-9804.2017.02.009

民用飞机驾驶舱布置对比分析研究

Comparative Analysis of Flight Deck Layout for Civil Aircraft

金浙峰 张垠博 刘海燕 袁霄 孟华 / JIN Zhefeng ZHANG Yinbo LIU Haiyan YUAN Xiao MENG Hua
(上海飞机设计研究院, 上海 201210)
(Shanghai Aircraft Design and Research Institute, Shanghai 201210, China)

摘要:

当今民航最主流飞机制造商为空客和波音两家,以 A320 和波音 737-800 两种典型机型为例,对比分析驾驶舱内总体布置和细节布置的差异,并从设计师的角度提出了对民航驾驶舱布置设计的建议,为国内设计大型客机驾驶舱提供参考。

关键词: 民用飞机; 驾驶舱; 布置

中图分类号: V223⁺.1

文献标识码: A

[Abstract] The most mainstream manufacturers for civil aircraft are airbus and Boeing. In this paper takes two typical models of the A320 and B737 for example, contrasted the differences between the general arrangement of the cockpit and detail arrangement. From the perspective of designers, the suggestions were put forward for civil aircraft cockpit layout design. The result can provide reference for domestic large aircraft cockpit design.

[Keywords] civil aircraft; flight deck; layout

0 引言

传统的驾驶舱布局特点是使用“表”和“操作开关”向飞行机组传达和交互信息,其特点是由系统(表)提供原始数据给飞行机组,然后由飞行机组整合数据变成机组可用的关于飞机、环境和任务等有关的信息,该信息获取的方式是机组基于手头的工作或任务,由机组通过眼睛、耳朵或触觉等扫描仪或读取数据或感知飞机态势,在设计时主要反映人机功效水平,即空间、灯光、外部环境(振动、噪声)、可达性、易达性等。如图 1 所示^[1]。

“玻璃”驾驶舱的布局特点在传统的基础上,使用了多功能显示器(MFD)、显示和控制组件(CDU)、更多的自动化功能,使机组可以获得比传统飞机超容量的海量信息,并且是深加工后的数据信息,客观上可以大大降低飞行机组的工作负荷。如图 2 所示^[1]。

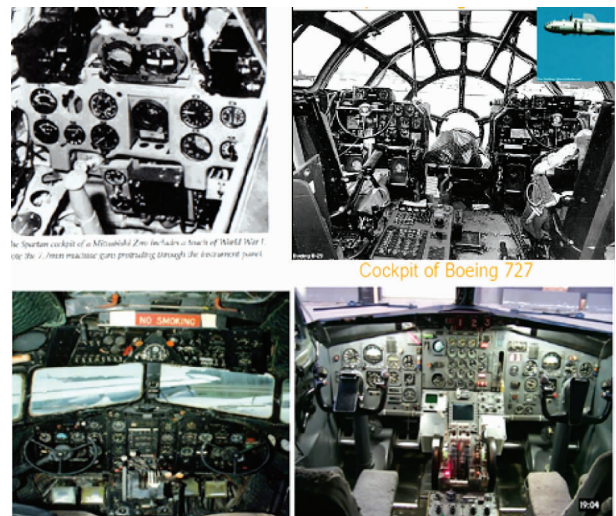


图 1 传统驾驶舱

当今民航最主流飞机制造商为空客和波音两家,而占用比例最高的为 A320 和波音 737 系列机型,本文以 A320 和波音 737-800 两种典型机型为例,

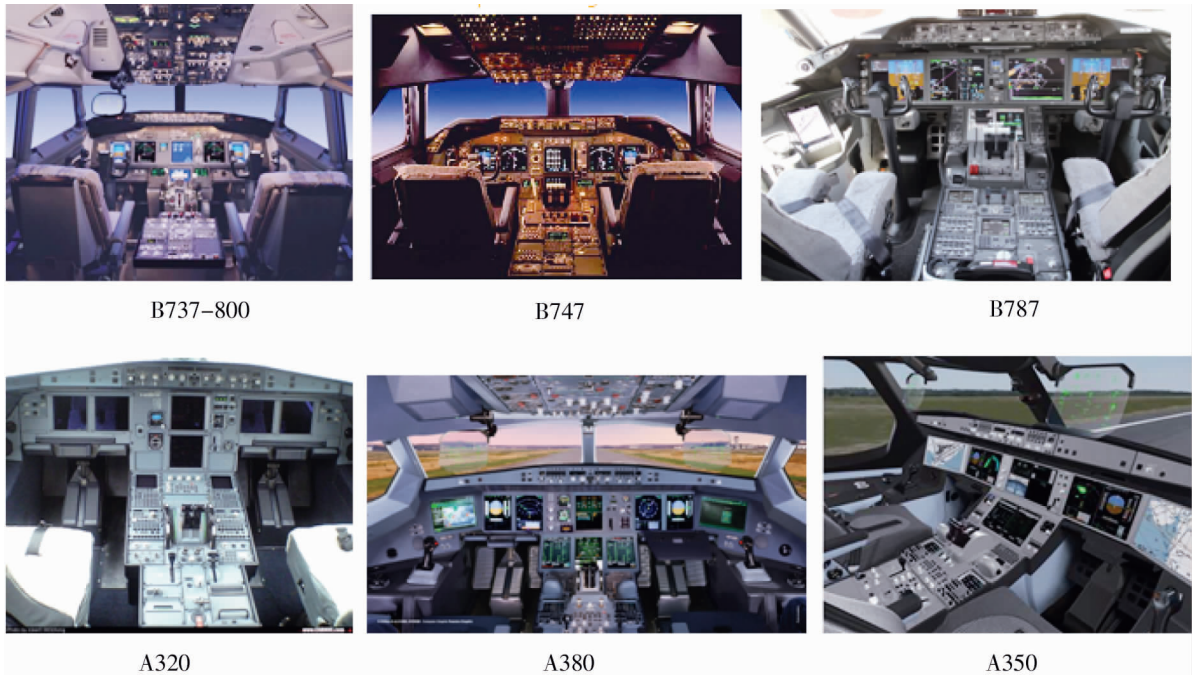


图2 “玻璃”驾驶舱

对比分析驾驶舱内总体布置和细节布置的差异,并从设计师的角度提出了民机驾驶舱设计的建议,为国内设计大型客机提供了参考。

1 驾驶舱总体布置对比

如图3所示^[1-2],A320和波音737-800驾驶舱的总体布局基本相同,都采用常规的“T”字型的布局,大致区域可分为遮光罩、仪表板、侧操纵台、顶部板、中央操纵台等区域;均采用双人驾驶机制;6块风挡,每侧中间通风窗可以打开;配备两名观察员座椅,可供两名观察员使用,可选装两台平视显示器(HUD)。

相比波音737飞机驾驶舱,A320整体感觉比较平整,集成度相对较高,更加注重人为因素方面的设计考虑。

A320采用侧杆操作方式、波音737采用驾驶盘飞行操纵方式,侧杆和驾驶盘分别代表了空客与波音在操纵方式上的设计风格,各有优缺点^[3]。

采用侧杆的优势:1)有利于采用最佳眼位,扩大舱外视野;2)有利于操纵前方的控制器件;3)改善前方显示器的可视性;4)扩大仪表板上的可用空间;5)方便飞行员进出;6)提高飞机的防撞性;7)可增大座舱有用空间或减小座舱尺寸设计;8)减轻控制系统重量;9)降低驾驶杆对座舱空间的要求;

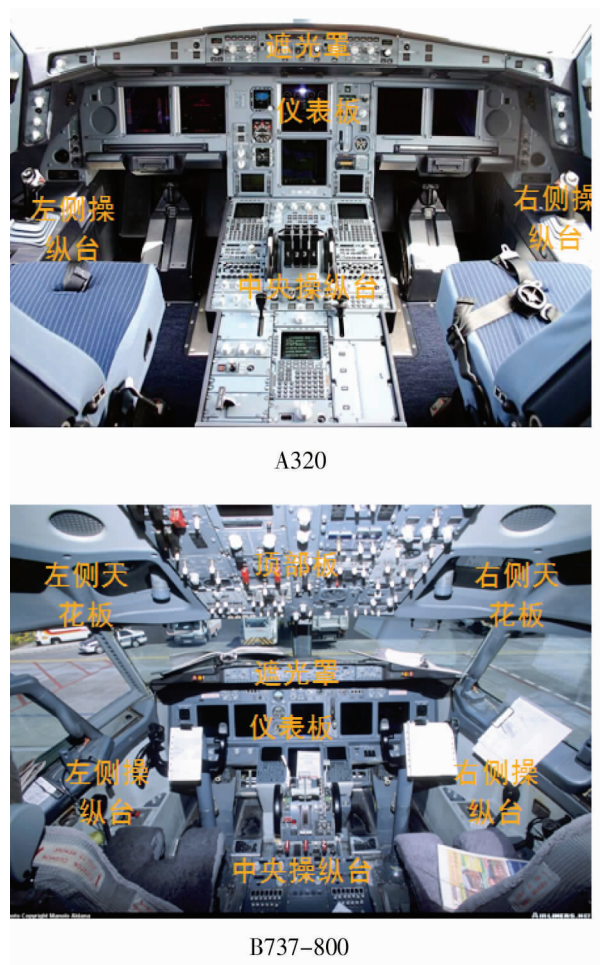


图3 A320和波音737-800驾驶舱总体布局

10)降低维护成本;11)改善飞机的操纵品质;12)降低飞行工作负荷;13)结合后倾座椅,提高飞行员抗过载能力;14)结合臂托,减少飞行员的惯性振动;15)增加飞行的舒适性。

侧杆的缺点:1)无法换手操纵飞机;2)自动驾驶模式的反驱动设计比较困难;3)由于操纵行程小,飞行员难以精确操纵;4)人感系统设计困难;5)存在交叉耦合(Cross Coupling)问题。

采用驾驶盘的优势:1)符合人的操纵习惯;2)对称操纵;3)操纵行程大。

采用驾驶盘的缺点:1)使飞行员看仪表板的视野受到影响;2)空间小。

建议:在型号研制过程中,建议采用侧杆操纵方式,此为现代驾驶舱的发展趋势。如 Bombardier 即将研制的 C 系列飞机将采用侧杆操纵系统。尽

管受到项目咨询方波音的反对,SCAC 在 SSJ 项目上仍做出了追随空客的设计和取消常规的驾驶杆的大胆决定。他们认为侧杆减轻了重量,节约了空间,从人体工程学的角度来看更好。苏霍伊公司通过广泛的国际合作手段推出 RRJ 项目也采用了侧杆控制器(SSC)布局。

2 详细区域设备布置对比

2.1 遮光罩区域设备布置比较

相同点:整体布局基本相同,区域①布置飞行模式控制板,区域②布置显示控制板,区域③布置告警指示灯以及一些状态指示灯,如图 4^[4-5]所示。

不同点:区域①②③内部布局有所差异(以飞行模式控制板和显示控制板为例)。

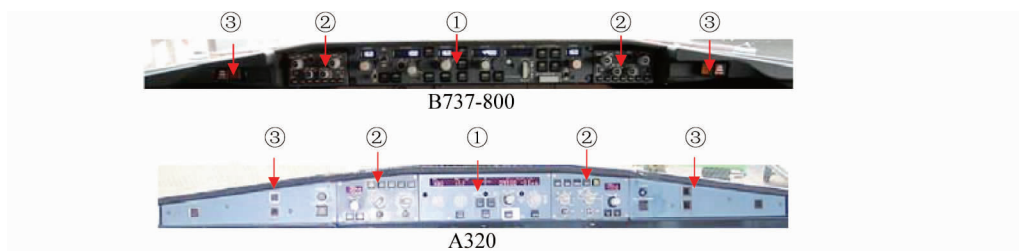


图 4 A320 和波音 737-800 遮光罩对比

1)飞行模式控制板对比如图 5^[4-5]所示。

(1)A320 的自动油门、自动驾驶电门位置设置较为合理;

(2)A320 采用了多功能的旋钮,通过旋转、按

压和拉出完成了波音 737 三个电门的功能;

(3)A320 多了航迹/航迹角模式,这在非精密进近中是非常方便的;

(4)波音 737 的垂直速度旋钮旋转方向较之 A320 更为形象。

2)显示控制板对比如图 6^[4-5]所示。

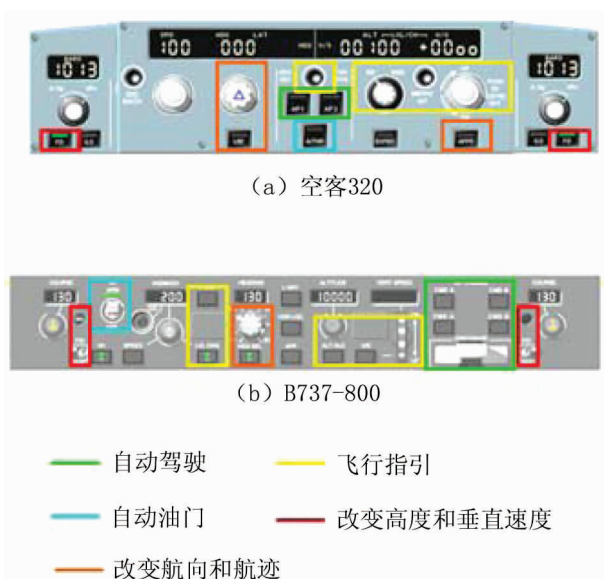


图 5 A320 和 B737-800 飞行模式控制板对比

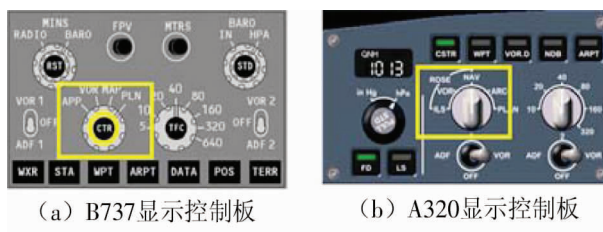


图 6 A320 和 B737-800 显示控制板对比

如图 6、图 7 所示,B737 有 7 种显示方式,包括 APP/VOR/MAP(进近/甚高频全向信标/地图)三种方式的中心方式和扩展方式和 PLN 方式。A320 有 5 种显示方式,包括 ILS/VOR/NAV/ARC/PLAN 五种方式。

波音 737 和 A320 均使用电门的 5 个位置,但波音 737 的显示模式更多,包括扩展和中心两种方式。

波音 737	A 320
APP扩展	
APP中心	ROSE ILS
VOR扩展	
VOR中心	ROSE VOR
MAP扩展	ARC
MAP中心	ROSE NAV
PLN	PLAN

图7 波音 737-800 和 A320 的选择模式图

2.2 仪表板区域设备布置对比

相同点:显示器的布局都是“T”型布局(如区域①、②所示),区域①主要显示主飞行姿态信息和导航信息,区域②显示器主要显示发动机相关信息,除了显示器之外,主要布置起落架控制开关、备用仪表等设备;除此之外布置一些显示器相关控制开关(比如源选择开关等)。

不同点:A320 区域 ② 布置 2 块显示器,波音 737 布置 1 块,另 1 块布置在中央操纵台上;另显示器内部信息显示方式有差别,如图 8^[4-5]所示。



图8 B737-800 和 A320 仪表板对比

建议:结合“玻璃”驾驶舱的发展趋势,选用五个 15in 高分辨率的、有源矩阵液晶显示器(4 个位于仪表板,1 个位于中央操纵台前端),所有的显示器均采用智能型显示器,均具有窗口格式灵活性,支持多窗口分屏显示和全屏显示,具有足够的视角和显示质量,以便每位飞行员在自己的座位上都能清晰地看到。

2.3 中央操纵台区域设备布置对比

相同点:布置设备的功能大部分相同(油门台、减速板、襟缝翼手柄、音频和调谐控制板等主要功

能设备),如图 9^[4-5]所示。

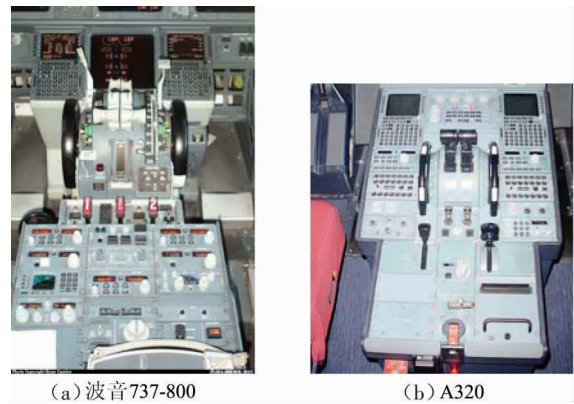
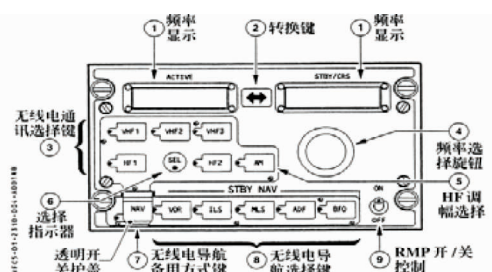


图9 波音 737-800 和 A320 中央操纵台对比

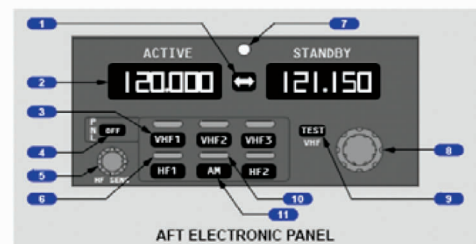
不同点:1)A320 的减速板、襟缝翼手柄位于油门台之后(符合 25.777e 要求),而波音 737 位于油门台两旁;2)A320 的防火开关位于顶部板上,波音 737 的防火开关位于中央操纵台上;3)具体设备的人机界面差别较大(以调谐控制板和音频控制板为例)。

建议:A320 的中央操纵台设备布置比较合理,特别是减速板手柄和襟缝翼手柄完全符合 FAR25.777e 的要求。虽然波音 737-800 减速板手柄和襟缝翼手柄位置不符合 FAR25.777e 的要求,但已取得适航证,推测在取证的过程中可能采用了其他等效安全的证明途径。建议在驾驶舱设计过程中,完全按照适航条款的要求进行布置,避免在后续验证过程中增加不必要的额外工作。

1)无线电调谐控制板对比如图 10^[4-5]所示。



(a) A320无线电调谐面板



(b) 波音737-800无线电调谐控制板

图10 A320 和波音 737-800 无线电调谐控制板

对比分析:

(1)波音 737 的无线电调谐面板上有 HF 灵敏度控制旋钮(调节同侧 HF 接收机的灵敏度),而 A320 没有。在多数飞行中选择 VHF(甚高频)无线电,但在跨海航线等长航飞行时需选择 HF(高频),当选择高频时需要灵敏度控制调节使接收信号更灵敏,A320 可能是出于成本的考虑而没有安装此设备。高频灵敏度控制调节可使无线电信息接收更好,故在飞行航程较远的机型上尽量安装此设备以提高飞机接收无线电的性能。

(2)波音 737 多一个 VHF 通讯测试电门(取消自动杂音抑制功能,允许接收背景噪音,从而测试接收机操作;改进弱信号的接收),而 A320 没有此测试装置。此装置可自动抑制杂音,提高无线电接收性能,故建议允许的情况下安装此设备。

(3)波音 737 的无线电调谐电门与无线电调谐灯、AM 电门与 AM 灯都是两个相互独立的设备,而 A320 的无线电通讯选择键的指示灯在选择键上、AM(调幅)按钮开关的指示灯也在按钮上。因为当调节背景灯时波音 737 的无线电调谐灯和 AM 灯都可随之调节,而 A320 的指示灯的亮度不能调节,在某些时候会让飞行员感觉很刺眼。虽然 A320 的设计将指示灯与选择键整合在一起,表面上使面板上设备简洁些,但实际在应用中却会给飞行员带来不舒适感,所以波音的设计比较合理。在设计中可结合波音 737 和 A320 的设计优点重新设计选择键与指示灯的结合关系。使设计更合理,从而在设计阶段就消除一切可能导致人为差错的因素。

(4)图 10 上图所示的 6 - 选择指示器(当一部发射接收机与无线电管理面板正常相联,并由另一部无线电管理面板调谐时,两部无线电管理面板上的白色 SEL 灯亮)与图 10 下图中的 7 是同一个功能,但波音 737 和 A320 把它们放在了不同的位置。

(5)两者的开关设计不同,这是由设计理念的不同造成的,在使用上没有区别。

(6)在图 10 中 A320 的无线电管理板上有无线电导航备用键,而波音 737 没有。原因是波音 737 在顶板有独立的无线电导航系统,它的所有无线电导航频率都需要手动调节。A320 的无线电导航信息是通过 MCDU 自动调节的,所以它没有独立的无线电导航频率调节板,但是如果 MCDU 出现故障将无法进行调节,故需要无线电导航备用方式键和无

线电导航选择键,故 A320 是针对 MCDU 失效而准备的无线电导航备用键。

2)音频控制板对比如图 11^[4-5]所示

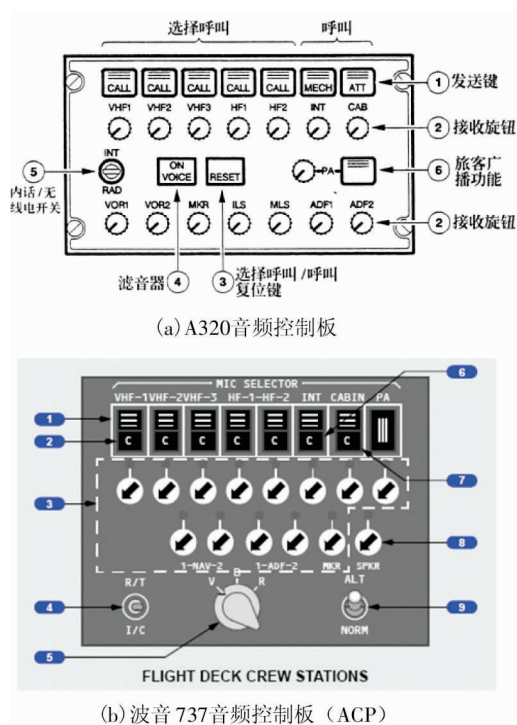


图 11 A320 和波音 737-800 音频控制板

对于 A320 和波音 737 来说,音频控制板都有三块即中央操纵台两块及顶板一块。

对比分析:

(1)A320 把最常用的旅客广播发射键和接收旋钮放在控制板的中间,方便飞行员的使用和与其它发射键和接收旋钮的区别。

(2)A320 多一个 RESET - 选择呼叫/呼叫复位键(按下此键 CALL MECH 和 ATT 灯熄灭)。因为 RESET 是对灯光的复位,对于波音 737 来说,在呼叫时无灯光提示,故不需要复位;而 A320 在呼叫时灯光会持续闪烁,需要 A320 飞行员在得到信息后对灯光进行复位,因此是起到一个反馈的作用。

(3)A320 中的 ON VOICE 键(可抑制导航音频信号 VOR、ADF,按下此键将滤除识别信号并使绿色 ON 灯亮)与波音 737 中的过滤电门功能相似。但是波音 737 的过滤电门有三个选择功能:V(语音)、B(两者)、R(信标)。而 A320 的 ON VOICE 只有两个选择功能(语音和信标)。

(4)波音 737 多一个备用 — 正常方式电门,备用的作用:当音频抑制面板失效时,所有通话信息

都消失,此时将电门置于备用位,则可启动 VHF1 进行发话。如果没有备用,则音频控制面板一量失效就无法进行通讯(NORM(正常)—ACP(音频控制面板)以正常方式工作;ALT 备(用)—ACP(音频控制面板)以降级方式工作)。当 ACP 失效时, B737 主要通过面板的降级进行通话,而 A320 有一个位于顶板的 ACP 备用面板。

(5)波音 737 中的 I/C 和 R/T(内话/无线电)电门的上下位都是弹性的,不管是选择内话还是无线电都需要持续按住才能保持选择。A320 中 INT/RAD(内话/无线电)开关,在 INT 位是有卡位的,选择后不须按住,但 RAD 位是弹性的,选择时须按住并保持。在设计上,INT/RAD(内话/无线电)开关的两个位都设为弹性的较好,必须保持住开关才能通话,所以不易造成失误。

2.4 顶部板区域中设备布置对比

相同点:1) 顶部板主要布置“气、电、油”与发动机有关三路系统;2) 在前端布置有内外部照明起飞着陆比较常用的系统;3) 布置一些正常飞行中使用不太频繁的控制器件,如图 12^[4-6]所示。

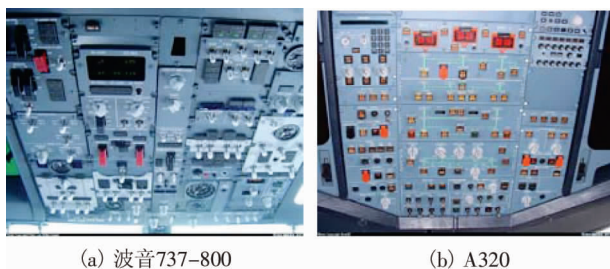


图 12 波音 737-800 和 A320 顶部板对比

不同点:1) 从整体感觉认为 A320 顶部板比较整洁、条理、集成度高;波音 737 顶部板开关比较多,感觉比较零乱;2) A320 较多的采用按压开关,而波音 737 顶部板采用的拨动开关比较多,这样容易碰头引起误操作;3) 控制面板的布局形式相差较大。

建议:顶部控制面板的设计主要考虑要符合静音驾驶舱设计理念,让驾驶员保持舒适的环境。单个开关尽可能给飞行员提供更多的信息。A320 顶部板在系统逻辑上更加合理,集成度较高(相对波音 737-800, A320 顶部控制面板单个开关提供的信息更多),整体感觉比较简洁。

2.5 侧操纵台区域设备布置对比

相同点:前轮转弯手轮、手持话筒、氧气面罩箱以及资料箱均位于侧操纵台

不同点:1) A320 的侧杆位于侧操纵台,波音 737 采用驾驶杆形式,位于飞行员正前方;2) A320 左右驾驶员均有前轮转弯手轮,而 B737 只有正驾驶员具有前轮转弯手轮;3) 前轮转弯手轮形式相差较大。见图 13^[1]。

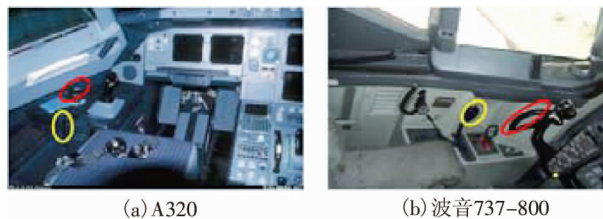


图 13 B737-800 和 A320 侧操纵台对比

建议:驾驶舱设计过程中左右操纵台上各布置一个前轮转弯手轮,以保证每侧驾驶员能独立完成飞机的正常操作飞行。波音 737-800 飞机副驾驶一侧没有前轮转弯手轮,但后续最新机型波音 787 副驾驶已配置前轮转弯手轮。采用侧杆操作方式。

2.6 正副驾驶座椅对比

不同点:1) A320 座椅以电动为主,机械式为辅的操纵方式;波音 737 座椅只有机械式操作方式;2) A320 座椅和地板采用底座安装形式,而波音 737 座椅和地板采用滑轨安装形式;3) 由于 A320 采用侧杆形式,侧杆一侧扶手设置臂托,方便侧杆操作设计。

建议:座椅采用电动操作为主和机械操作为辅的操作方式。

3 结论

从总体布局上对比分析 A320 和波音 737-800,除了侧杆和驾驶盘操纵方式存在比较明显的差别,大部件布局形式差异较小,都采用常规的“T”字型的布局,大致区域可分为遮光罩、仪表板、侧操纵台、顶部板、中央操纵台等之区域;均采用双人驾驶机制;6 块风挡,每侧中间通风窗可以打开;配备两名观察员座椅,可供两名观察员使用。

从控制面板开关布置和显示器显示方式上分析 A320 和波音 737-800,由于设计理念和飞机系统定义存在的差异,差异比较明显,在这些差异中各有利弊,但不得不承认 A320 作为后来者,空客在某些领域确实做了不少的努力和改进;而波音由于思想继承性相当强,优秀的东西继承了很多,但糟粕也没有完全去除。型号设计过程中,应结合自身的特点,吸取空客和波音飞机的设计优点。

参考文献:

- [1] 百度图片[EB/OL]. www.baidu.com.
- [2] 蓝调情怀 1991. A320 驾驶舱高清晰图片. [EB/OL]. www.baidu.com.
- [3] 熊端琴,郭小朝,陆惠良,郑伟. 飞机侧杆驾驶装置的优缺点及其改进设计[J]. 人类工效学, 2006, 12(1): 10-25.
- [4] 737 驾驶舱面板[EB/OL]. www.baidu.com.
- [5] 邓靖轩. A320 驾驶舱设备以及各系统面板介绍[EB/OL]. 2015-11-2)[2016-12-07]. www.lyunx.com.
- [6] 韦岛城. A320 驾驶舱头顶面板[EB/OL]. 百度文库. www.baidu.com.

作者简介

- 金浙峰** 男,硕士,高工。主要研究方向:航空驾驶舱集成技术; E-mail: jinzhefeng@comac.cc
- 张垠博** 男,硕士,高工。主要研究方向:航空驾驶舱集成技术;E-mail: zhangyinbo@comac.cc
- 刘海燕** 女,硕士,高工。主要研究方向:航空驾驶舱集成技术;E-mail: liuhaiyan@comac.cc
- 袁霄** 男,硕士,工程师。主要研究方向:航空人机环境; E-mail: yuanxiao@comac.cc
- 孟华** 男,硕士,工程师。主要研究方向:航空驾驶舱集成技术; E-mail: menghua@comac.cc