

商用飞机驾驶舱造型设计特征研究

Research on the Cockpit Design Characteristics for Commercial Aircraft

刘 岗 刘春荣 / Liu Gang Liu Chunrong

(上海交通大学, 上海 200240)

(Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240, China)

摘 要:

介绍了国内外商用飞机驾驶舱设计的历史及现状,在分析多类飞机驾驶舱造型设计图片资料的基础上,探讨主要飞机制造商驾驶舱造型设计的特征。依据驾驶舱造型的相似性,对国际上 12 家商用飞机制造商的 66 款机型的驾驶舱进行聚类分析和多维尺度分析,挑选出 10 款有代表性的驾驶舱。在提取代表性驾驶舱造型特征线后,分析主要飞机制造商的驾驶舱造型设计特点及差异,为新型飞机驾驶舱造型设计提供参考。

关键词:商用飞机;驾驶舱;造型设计;聚类分析;特征线

中图分类号:V223+.1

文献标识码:A

[**Abstract**] This paper introduces the history and current situation of cockpit modeling design from Commercial Aircraft Corporation of China and other nations. First of all, a wide research was taken including an investigation of 5 different aircrafts and a collection of different types of aircraft cockpit pictures. Based on these, the design logic of different aircraft manufacturers was concluded. Sixty six cockpits from 12 aircraft companies are used as the customer research and cluster analysis and 10 typical cockpits are chosen from them. After that, the cockpit design characteristics and differences from main aircraft manufacturers are analyzed. The research provides a good reference for new aircraft cockpit design.

[**Key words**] commercial aircraft; cockpit; design style; cluster analysis; feature line

0 引言

目前飞机内饰的工业造型设计主要集中在客舱,驾驶舱的设计仍然以满足工程需求为主。驾驶舱作为飞行员的主要活动场所,也是市场推广过程中最重要的展示区,需要同步考虑造型美学、品牌特征等多方面因素。

1 商用飞机驾驶舱设计概况

早在 1946 年,“工业设计之父”沃尔特·提格的设计公司就开始参与波音 707 飞机的内饰造型设计^[1]。美国宇航局(NASA)Langley 研究中心最早提出了“以人为本的驾驶舱设计”的理念^[2]。在 1992 年和 1993 年,波音 777 飞机的客舱内饰设计与驾驶舱设计分别获得了美国工业设计优秀奖(I-DEA—现为国际设计优秀奖)。2009 年首飞的波音 787 飞机推出了流线型、整体化驾驶舱。

空客凭借欧洲的航空工业基础,率先在大型客机上采用侧杆代替沿用了几十年的中央操纵杆,并用电传操控代替了机械操控。2014 年 6 月空客在美国申请了一项专利^[3],提出了未来基于实时显示技术与交互技术的无窗驾驶舱,该驾驶舱可以不需设计在飞机前方,而是可以在飞机的任何区域,该设计颠覆了现有飞机驾驶舱的概念,如图 1 所示。

巴西航空工业、庞巴迪、达索等支线客机及公务机制造企业在驾驶舱造型设计方面更加具有灵活性,尤其是公务机的驾驶舱,注重造型的个性及多

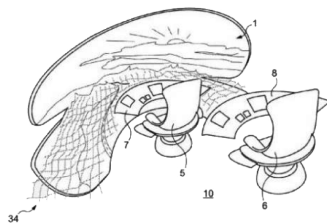


图 1 空客申请的驾驶舱专利设计插图^[3]

种材质的运用。达索公司的创始人马塞尔·达索 (Marcel Dassault) 曾经说过:“For an aircraft to fly well, it must be beautiful(漂亮的飞机飞得漂亮)”。这句话不仅适用于飞机的外形,也适用于飞机内部的造型设计。

中国曾研发过大型客机“运十”,其驾驶舱造型基本仿造了波音 707。波音前副总裁乔·萨特回忆道:“我们登上了飞机并进入驾驶舱参观,驾驶舱里的布局和 707 飞机简直如出一辙^[4]。”

目前中国的商用飞机事业蓬勃发展,其市场定位是面向全世界——包括发达国家的客户,同时这也意味着中国的商用飞机将面临国际航空巨头的直接竞争。市场定位和竞争环境决定了中国的商用飞机驾驶舱设计必须是世界先进和一流的设计。因此,对世界现役飞机的驾驶舱造型设计进行研究分析十分必要,可以利用后发优势,推陈出新,尽快在设计上实现超越。

2 代表性驾驶舱的聚类分析

造型设计不同于工程问题,很多情况下是靠设计师自身的经验积累及不断尝试获得的灵感。“产品造型领域,设计思维的一个突出特点是形象思维和逻辑思维并重,其复杂性和不确定性决定了产品造型设计领域的知识与工程设计等其它领域相比,缺乏明确的知识界定和内涵^[5]。”

基于案例的研究是一种对设计问题求解的有效方法,对于飞机驾驶舱设计而言,案例是前人大量经验积累的成果,对成熟案例进行研究可帮助设计师迅速找准设计切入点、明确造型设计的方向定位。对驾驶舱而言,成熟的设计案例均是经过长期的实践检验,对新兴制造商有重要的参考意义。

由于可供研究的现役飞机机型数量较大,而源自同一家公司或同一系列的机型,本身即有着明显的相似性。如巴航工业的莱格赛系列飞机,其驾驶舱造型的相似性很高,可以作为一类进行造型研究,只需要挑选出代表机型即可。本文中采用相似性聚类分析与多维尺度分析的方法,用以挑选出具有代表性的案例样本,这些样本可以代表绝大多数机型的造型特征。

2.1 驾驶舱造型相似性调研

在此调研阶段,首先通过网络搜集了国际上 12 家商用飞机制造商的 66 款机型的驾驶舱图片,并对图片进行处理,去除多余的视觉干扰因素,使图像

尽量保持相似的角度及色彩,并借助小样本调研进行了 66 款驾驶舱的造型相似性判断聚类分析。选取了对造型设计或驾驶舱有一定了解的人员共 30 名作为被试者。设计类及航空类专业研究生、飞机内饰设计师、退役空乘等三类人群参与本次调研。调研采用两分法进行聚类,考虑到机型数量等因素,本次调研中的 66 款驾驶舱机型设定分为 8 组。二分法相似性聚类原理如图 2 所示。

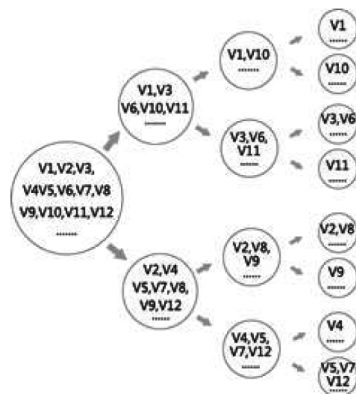


图 2 二分法相似性聚类原理图

调研过程采用的是本研究团队制作的、一款基于 Flash 软件开发的造型相似性判断工具^[6]。被试者通过完成分组任务来展现他们对驾驶舱造型的相似性判断。图 3 表示了被试者使用该工具进行分组任务的一个步骤的情形。



图 3 相似性判断工具界面

2.2 聚类分析与多维尺度分析

本文将聚类分析和多维尺度分析的结果综合起来,帮助选取造型上具有代表性的驾驶舱。

在一个被试者完成其分组任务时,上述造型相似性判断工具能自动生成关于 66 款驾驶舱造型的相似性矩阵结果。对 30 名被试者的判断结果取平

均值后,导入 SPSS 软件进行聚类分析。图 4 为聚类分析所得到的树状图。

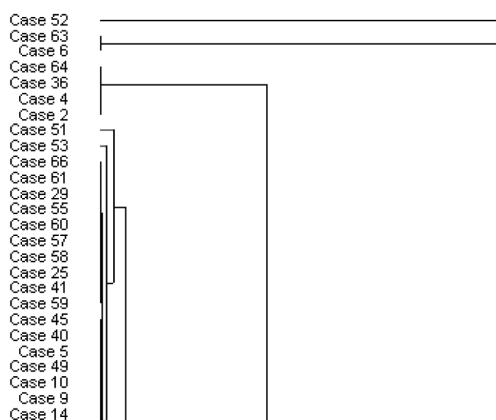


图 4 聚类分析所得的树状图(截取部分)

将 66 款驾驶舱分为 14 组。从 14 组样本中,根据每个案例分值,挑出了 14 款具有代表性的机型,这些机型均可以被认为是彼此之间最不相似,即最有特点的案例。但是,有特点并不代表先进,比如有的案例被挑选更多可能是因为其密密麻麻的旧式仪表。虽然其造型与众不同十分有特点,但明显不是本次调研希望进行深入研究的理想机型。因此需要借助多维尺度分析,进一步对代表性案例进行判断与筛选。

依据调研结果生成的相似性矩阵,进行多维尺度分析,得到在降维后的二维空间中,66 款驾驶舱造型的分布如图 5 所示。

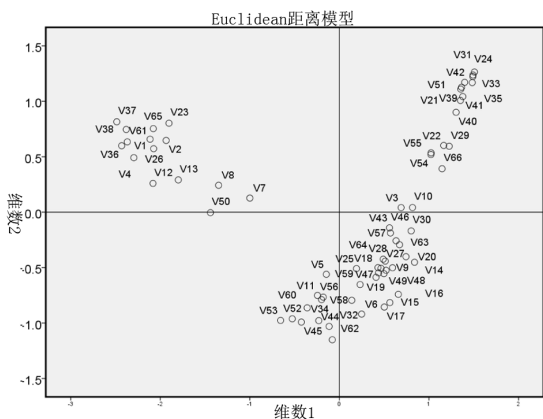


图 5 多维尺度分析结果

多维尺度分析的结果是将不同机型的相似性数值转化为了二维空间的距离,直观地展现了案例间的相似性分布情况:距离越近,相似性越高;距离越远,相似性越低。

2.3 代表性驾驶舱

将聚类分析结果与多维尺度分析结果作为依

据,并兼顾品牌及设计特点多样性,最终挑选出 10 款代表性驾驶舱,用于后续的特征线描绘与提取。这 10 款驾驶舱来自于八家商用飞机制造商,各自在多维尺度分析结果图中的位置如图 6 所示。

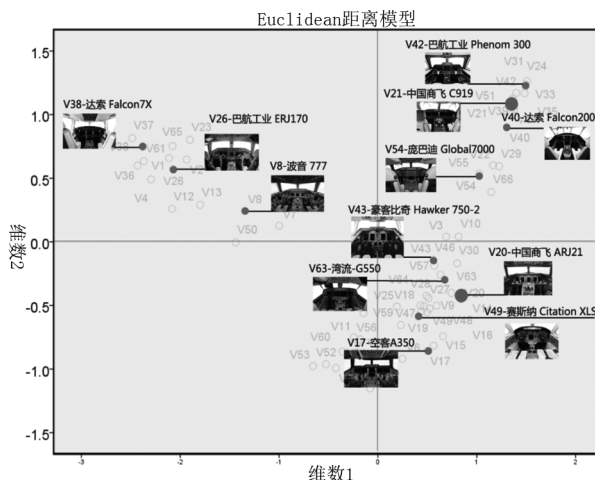


图 6 10 款代表性驾驶舱及中国商飞 C919、ARJ21 的驾驶舱在多维尺度分析图中的位置

3 驾驶舱造型特征线的提取

3.1 驾驶舱特征线的定义

Jingjing 等^[7]提出了用特征线总结飞机驾驶舱设计特征的研究方法。根据造型特征线位置和功能的的不同,把飞机驾驶舱内饰造型的基本形态和造型结构分为顶控板(Overhead panel)、遮光罩(Glare shield panel)、仪表板(Instrument panel)、中央控制台(Centre control stand)和侧操纵台(Sidewall control panel)5 个部分。

因操纵杆对驾驶舱的总体造型有重要影响,在此将操纵杆(Control Stick)单独列出,把驾驶舱总体造型进一步划分为 6 个主要部分,如图 7 所示。

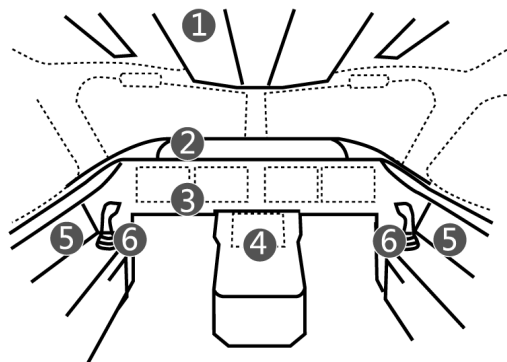


图 7 驾驶舱造型 6 大区域划分(以某型飞机为例)

1. 顶控板 2. 遮光罩 3. 仪表板 4. 中央控制台
5. 侧操纵台 6. 操纵杆

3.2 特征线提取的步骤

在进行驾驶舱特征线的提取时,首先是对原始图片进行描摹,用线条图来表现出驾驶舱空间。然后对全部线型进行重要程度排序,把从属线型删减,强化重要造型特征线的表达,修正透视角度,从而简练地概括出核心设计特征。特征线的提取过程如图8所示。

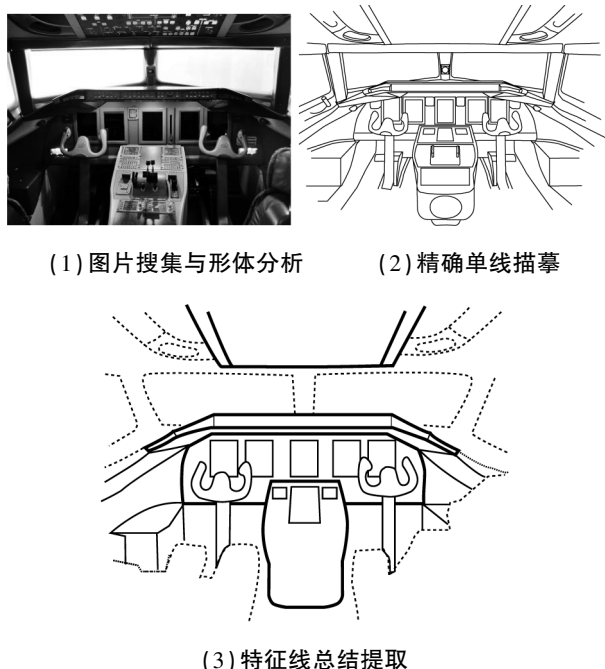


图8 特征线的提取过程(以某型飞机为例)

3.3 10款代表机型驾驶舱造型特征线的提取

特征线提取是把复杂的驾驶舱造型归纳为符号化特征,用以总结不同机型的核心造型差异。在提取过程中对通用性的部件(例如面板按钮等)进行简化处理,重点提取以遮光罩为物理中心与视觉中心的6个部分的大轮廓特征,如图9所示。

4 驾驶舱造型的差异分析

根据提取的特征并结合不同品牌的多种机型进行判断,驾驶舱设计呈现较强的“大布局趋同,分部件差异”的特点。

大布局趋同:从10款代表性机型驾驶舱来看,绝大部分案例服从6个组成部分的划分方式,且每个部分的使用功能类似,说明驾驶舱的功能布局已经趋同化,目前还没有机型采用颠覆性的创新布局。但空客等公司申请的专利显示,各个航空巨头已致力于开创新一代操控布局,并开始布设造型设计专利壁垒。

分部件差异:从代表案例每个组成部件的造型

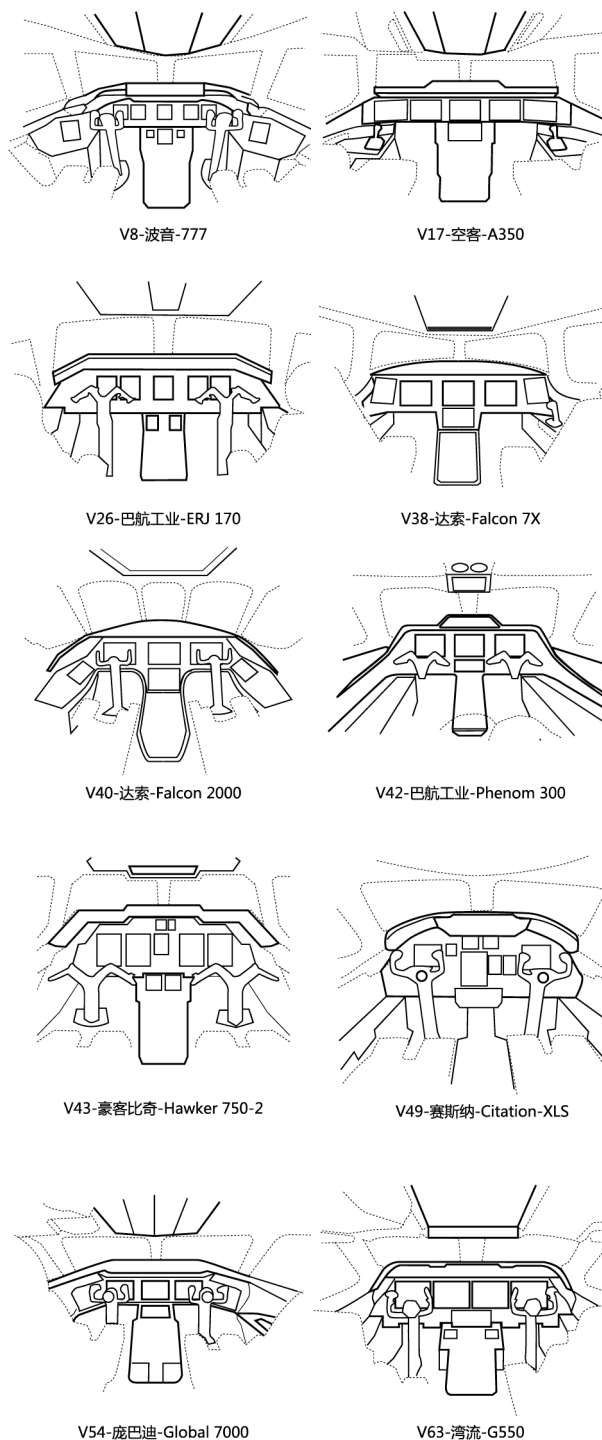


图9 10款机型的特征线提取图

对比来看,则部件之间的差异性比较大,仅从单个部件的造型特征就基本可以分辨出不同机型的驾驶舱,说明各个厂商均较为注重驾驶舱内部部件造型设计的独创性。当然过分的独创性会带来标准化的问题:飞机操作的通用性降低,使得飞行执照不能像汽车驾驶证一样广泛通用,执飞不同公司的飞机需要重新考取执照。这对新兴制造商的启示

是:需要考虑系列机型驾驶舱之间造型的通用性,这会大大提高机组培训、操作手册编写等客户服务工作的效率。

巴航工业作为最大的支线客机制造商,至少有三种不同造型风格的驾驶舱。庞巴迪也有两种以上驾驶舱风格。湾流、达索、赛斯纳等公司主要生产公务机,驾驶舱风格呈现了多样性、个性化的特点。

空客各机型的驾驶舱造型多用简练的几何形与直线条。系列飞机保持了高度的通用性,具有基本相同的驾驶舱布局,宽体飞机和单通道飞机可以由同一群飞行员驾驶,降低了航空公司的人员培训成本。空客驾驶舱设计特征可以归纳为:简洁的几何形设计、高度的通用性和“后发优势”的应用。

波音机型的驾驶舱有较为复杂的结构和很多细小的体块,整体造型更偏有机形态。波音飞机相对风格多样,新机型会更新造型设计,并应用最新的设计形态语言。如波音 787 的驾驶舱,大量采用曲线、弧面等流线型设计语言。波音驾驶舱设计特征可以归纳为:有机形态与流线风格、前瞻的设计和“以人为本”的理念。

侧杆操控起源于空客,目前巴航工业莱格赛(Legacy) 500、达索猎鹰(Falcon) 7X、中国商飞 C919、俄罗斯正在研发的 MC-21 等均采用侧杆操控。其优点是可以增加飞行员腿部的活动空间,不会阻挡视线,手臂的可达性更好。从特征提取图来看,采用侧杆操控的机型,驾驶舱整体空间更加简洁,视觉负担明显降低。

目前多数机型仍然在使用中央操纵杆,中央操纵杆的优点是更符合驾驶操控认知习惯,并且正、副驾驶可以随时知道对方的操作从而避免误判。但是从造型上来看,中央操纵杆把驾驶舱空间进行了无序分割,破坏了视觉连续性,增加了认知负担。

部分厂商对操纵杆形态进行了改进,如赛斯纳的奖状野马(Citation Mustang)、巴航工业的飞鸿(Phenom)-300 只保留了与中央操纵杆相似的操控方式,但取消了底座增加腿部空间。类似的改进至少从空间划分的角度来看更加合理。

5 结论与展望

本次研究广泛收集了案例,通过调研确定了代表性案例并进行了特征总结提取,把纷繁芜杂的驾驶舱内部简化为了直观的二维特征线框图。在化

繁为简的特征线框图中,可以清晰地看到不同公司的驾驶舱造型设计特点。通过特征线的提取可以看出:虽然驾驶舱在布局及功能上有着较多的约束,但在造型设计方面却有着广泛的自由发挥空间。

“飞机设计是一个复杂的过程,具有动态变化非标准化的特点,并且很大程度上依赖于先前的知识和经验^[8]”。这些机型可以作为典型案例,为后续进行深层次工业设计风格探索提供依据。在驾驶舱设计过程中,也可以将文中的特征线提取方式向前推,从核心特征线入手进行方案设计。

新兴的飞机制造商,在设计驾驶舱的过程中除了要进行技术上的研发外,也要进行形态的设计与反复的实验挑选,在研究和借鉴现有机型驾驶舱造型设计的基础上,有必要逐渐形成自身成熟稳定的、具有品牌特征的造型设计风格。

参考文献:

- [1] 彭尼·斯帕克(Penny Sparke). 设计百年 20 世纪现代设计的先驱[M]. 李信,译. 北京:中国建筑工业出版社,2005:116.
- [2] Palmer Michael T, Rogers William H, Press Hayes N, etc. A Crew-Centered Flight Deck Design Philosophy for High-Speed Civil Transport (HSCT) Aircraft[R]. NASA Langley Technical Report Server, 1995.
- [3] Jason Zaneboni, Blagnac (FR), Bruno Saint-Jalmes, etc. Aircraft With A Cockpit Including A Viewing Surface For Piloting Which Is At Lease Partially Virtual: USA, US 2014/0180508 A1 [P]. 2014-06-26.
- [4] 萨特(Sutter), 斯宾塞(Spenser). 未了的传奇-波音 747 的故事[M]. 李果,译. 北京:航空工业出版社,2008:268.
- [5] 张军,赵江洪,孙宗禹. 网络协同数控机床工业设计系统中的知识获取与应用研究[J]. 机械工程学报,2004,40(6): 149-154.
- [6] 蒋翀. 基于消费者偏好研究的重型卡车造型设计与开发[D]. 上海:上海交通大学,2013.
- [7] Jing Jing, Qiang Liu, Wenyi Cai, etc. Design Knowledge Framework Based on Parametric Representation A Case Study of Cockpit Form Style Design[C]//Human Interface and the Management of Information. Information and Knowledge Design and Evaluation Lecture Notes in Computer Science, Springer International Publishing Switzerland, Volume 8521, 2014:332-341.
- [8] 傅山. 民用运输类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,2013:72.