

浅议民机舱内声学波音与空客研究现状

Discussion on the Research State on the Cabin Acoustics for the Civil Aircraft

扈西枝 / Hu Xizhi

(上海飞机设计研究院,上海 201210)

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

摘要:

民机噪声对机场环境、客舱舒适性、民机的安全都会产生影响,为此要对其进行研究和控制。针对控制舱内声学环境的目地,简要介绍了欧洲及美国控制民机舱内噪声的研究手段及现状。

关键词: 民机;舱内噪声;噪声控制

[Abstract] The civil aircraft noise will have an impact on airfield condition, cabin comfort and the aircraft safety, so it has to be limited and controlled. Based on acoustic environment for the control cabin, the research state on the cabin noise control for the civil aircraft in the European and U. S. is presented.

[Key words] Civil Aircraft ;Cabin Noise;Control Noise

0 引言

随着社会的发展与进步,民用飞机已成为现今社会人们出行的主要交通工具,为满足消费者的需求,世界民航运输业也在快速的发展。为争夺航空运营市场,安静舒适的舱内乘坐环境成了航空制造业竞争的一个筹码,为使自己的产品具有更强的市场竞争力,世界各国制造商纷纷加大民机舒适性的研究力度。

民机客舱的舒适性与舱内空气质量、乘客个人空间、座椅舒适度、座舱噪声、振动水平等密切相关,舒适性相关因素如图 1 所示。

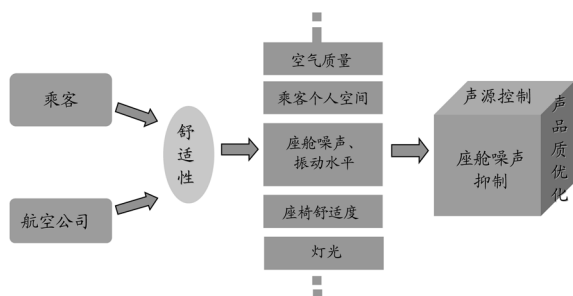


图 1 舒适性相关因素

其中舱内噪声水平是决定民机乘坐舒适性的主要因素之一,且民机舱内声学环境的优与劣会直接影响到民机制造商在航空运输市场的竞争力。

为获得更好的民机舱内噪声控制效果,为乘客提供一个舒适、安逸的乘坐环境,在飞机设计初期,通过先进的降噪技术研究,将舱内声学设计工作融入到设计工作当中是非常必要的。

1 欧洲声学研究现状

欧洲在其每一批的框架研究计划中均有与舱内噪声控制技术相关的研究项目,例如:FP4 的 BRAIN(Basic Research on Aircraft Interior Noise)项目,FP5 的 ENABLE(Environmental Noise Associated with Turbulent Boundary Layer Excitation)及 FACE(Friendly Aircraft Cabin Environment)项目,FP6 的 CREDO(Cabin Noise Reduction by Experimental and Numerical Design Optimization)项目。

在这些项目中,BRAIN 项目着重于发展用于预计双层结构传声的分析工具。在该项目中利用声学有限元和边界元方法,建立了飞机壁板结构这种典型多层结构的传声分析模型,以描述空气与结构件的耦

合作用,进而掌握提高壁板结构隔声性能的技术。

ENABLE 项目则是着重研究巡航状态下,民机机身上 TBL 引起的噪声问题。其研究目的在于通过建立 TBL 作用下脉动压力的计算模型以及结构传声模型,分析 TBL 引起的舱内噪声分量,从而为降低巡航状态下舱内噪声提供分析工具及指导性的设计方法,机身表面声载荷测试如图 2 所示。

FACE 项目着重研究的是改善座舱舒适性的方法,其中降低舱内噪声水平是重要的研究内容之一。在该项目中,开展了机身结构的隔声试验,隔声试验研究可在混响-半消声室中进行,也可在混响-全消声室中进行,这样结果更精确。飞机壁板隔声试验窗口如图 3 所示,半消声室如图 4 所示,飞机壁板混响-全消声室的隔声试验如图 5 所示。

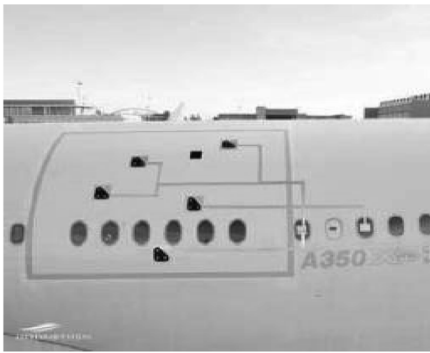


图 2 机身表面声载荷测试

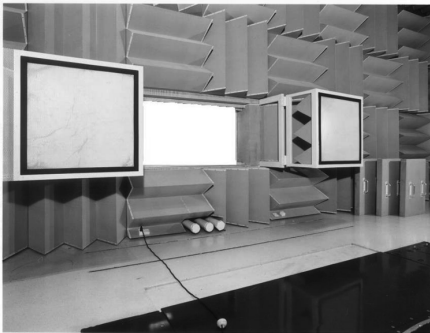


图 3 壁板隔声试验窗口



图 4 半消声试验室

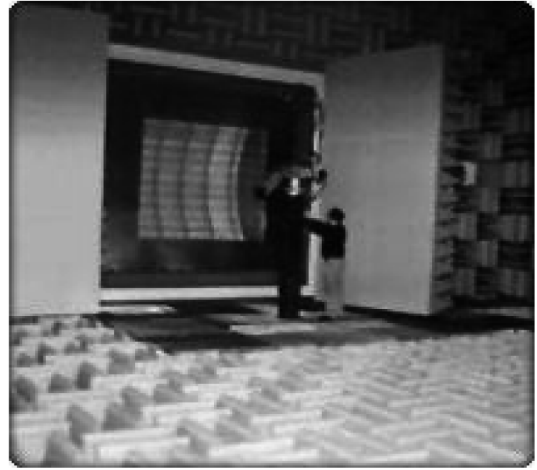


图 5 壁板结构的隔声试验

CREDO 项目则是利用新技术从全机声场中提取局部声功率并利用新的实验设备测量全机声场,进行数值反推得到进入舱内的声功率。这个项目的研究对于进一步降低舱内噪声提供了一定的技术支持。用于测试发声设备声功率、精密测试系统和结构的声学特性的全消声试验室如图 6 所示。

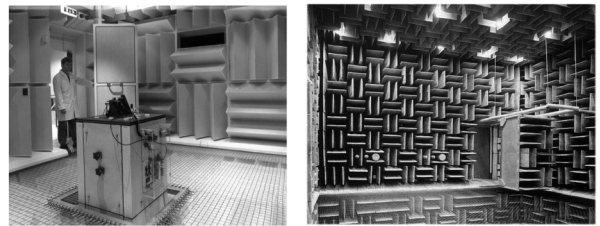


图 6 全消声试验室

进行各种试验的同时,空客还对数值仿真工作非常重视,积极与不同仿真计算的公司进行研究合作,在其总部周围设有进行声学数值计算的辅助公司,这些公司根据空客需要建立声学计算模型,之后将计算模型直接输入到空客公司的工作站,预计部件、系统、全机的噪声特性,从不同层面、用不同方案进行飞机噪声的研究工作。

2 美国声学研究现状

美国航空制造业及相关研究机构开展了大量有关舱内噪声控制方面的研究工作。波音公司拥有专门进行舱内降噪技术研究的声学实验室——舱内噪声功能试验室,如图 7 所示。该实验室不仅包含用于航空壁板结构隔声测试的混响-半消声室,而且拥有波音 767 民机机身舱段结构,用以开展舱段结构声学设计效果验证试验。借助该实验室,开展的全消声室中声学试验如图 8 所示,飞机顶部

侧壁板隔声试验情况如图 9 所示,舱段声学试验平台如图 10 所示,机身舱段声学平台吸声性能试验如图 11 所示。

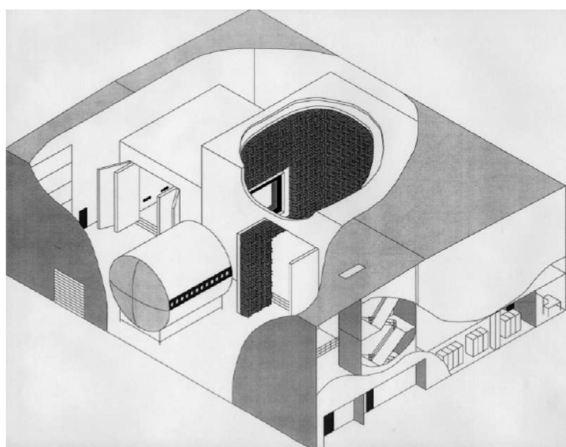


图 7 舱内噪声功能试验室



图 8 全消声室中声学试验



图 9 飞机侧壁板隔声测试

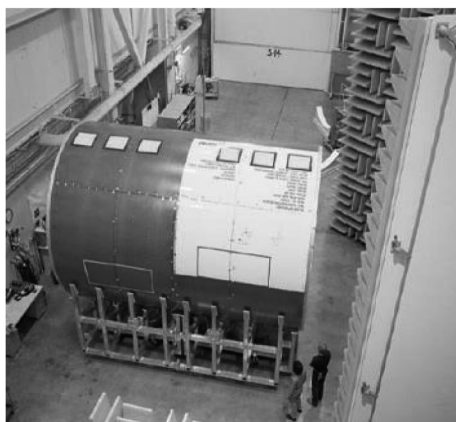


图 10 舱段声学试验平台



图 11 机身舱段吸声性能声学试验

开展相关试验研究的同时,波音公司还对壁板及舱段结构的声学仿真模拟技术进行了研究,建立的壁板部件级结构和舱段结构分析模型分别如图 12、图 13 所示。

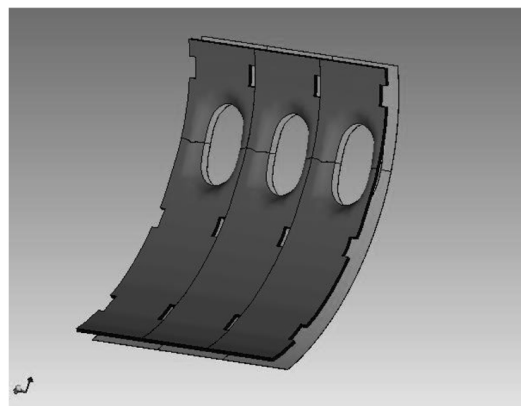


图 12 壁板结构声学特性分析模型

同时,波音公司与多家机构合作进行的 QTD (Quiet Technologies Demonstrator) 计划中,对于舱内噪声问题也进行了研究。在该项目中利用如图 14、图 16 所示的两个机体表面的传声器阵列,测量发动机向前传播的风扇 (buzzsaw) 噪声对座舱内声学环

境的影响,以及发动机向后传播的喷流(shockcell)噪声。

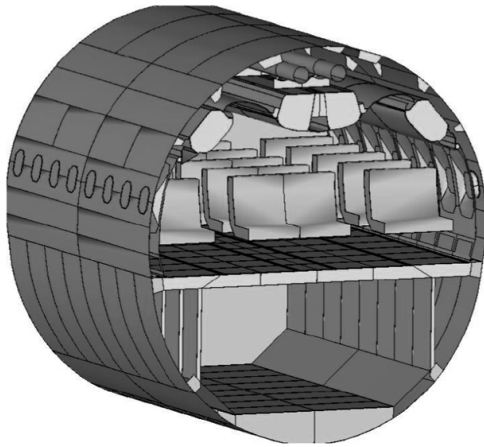


图 13 舱段结构声学仿真分析模型

另外,该项目还利用座椅上放置的传声器,测量民机座舱内的声压;利用人工头,进行人体主观噪声评价的测量,如图 15 所示;利用传声器阵列方法,识别飞机侧壁板结构的透声路径,如图 17 所示,为进一步降低和控制舱内噪声提供帮助。



图 14 机身表面风扇噪声的测量



图 15 舱内噪声测量及人体主观评价测量

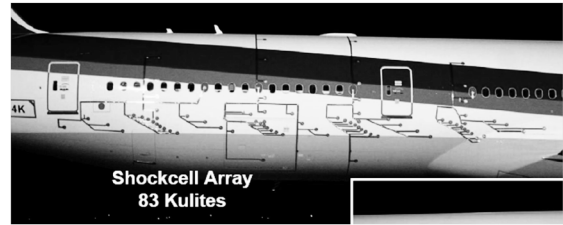


图 16 机身表面喷流噪声的测量

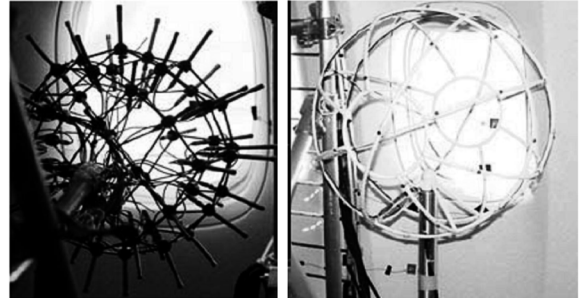


图 17 传声器阵列识别侧壁板结构的透声路径

3 结论

综上所述,无论是欧洲还是美国,都在民机舱内噪声控制研究与噪声仿真计算方面投入了大量人力和物力,不仅对各种部件进行仿真分析和试验验证,同时利用舱段结构、飞行测试结果,对影响民机舱内噪声的各种因素进行分析与评估,已获得系列的、详尽的、真实的、可靠的结果,为后续型号项目的舱内降噪工作打下了良好基础。

近十年,我国也开展了舱内的声学研究,但由于我们自主研发大型客机起步晚,因此民机声学的研究相比于空客、波音差距较大,且缺乏将声学研究融入到民机设计之中的意识和经验,声学研究与民机设计严重脱节,这是需要重视和磨合的一个问题,也是今后工作需要加强的方面。

参考文献:

- [1] 杨志华. 消声室的声学设计[J]. 噪声与振动控制, 2009, 5:56-59.
- [2] 秦浩明. 民用飞机声学设计与评定标准浅析[J]. 航空标准化与质量, 2008, 5:44-48.
- [3] Cunefare K. A, Van, Biesel J, Holdhusen M, Tran J. A. Anechoic chamber qualification and Traverse method[J]. Inverse Square Law Analysis Method, 2003, 3:32-36.
- [4] 秦浩明. 航空声学与振动强度航空科技重点实验室[J]. 噪声与振动控制, 2009, 4:309-314.
- [5] 潘凯. 民机舱内降噪技术研究[M]. 中国飞机强度研究所, 2010.