

1-3-2019

Numerical Simulation on Air Quality in the Boeing 737 Aircraft Cabin

Xiuyan Wang

Civil Aviation University of China, College of Electronic Information and Automation, Tianjin 300300, China;

Gewen Zhang

Civil Aviation University of China, College of Electronic Information and Automation, Tianjin 300300, China;

Yanmin Liu

Civil Aviation University of China, College of Electronic Information and Automation, Tianjin 300300, China;

Zongshuai Li

Civil Aviation University of China, College of Electronic Information and Automation, Tianjin 300300, China;

See next page for additional authors

Follow this and additional works at: <https://dc-china-simulation.researchcommons.org/journal>



Part of the Artificial Intelligence and Robotics Commons, Computer Engineering Commons, Numerical Analysis and Scientific Computing Commons, Operations Research, Systems Engineering and Industrial Engineering Commons, and the Systems Science Commons

This Paper is brought to you for free and open access by Journal of System Simulation. It has been accepted for inclusion in Journal of System Simulation by an authorized editor of Journal of System Simulation.

Numerical Simulation on Air Quality in the Boeing 737 Aircraft Cabin

Abstract

Abstract: The air quality in the cabin will directly affect the persons' efficiency when an aircraft berths. In order to analyze the effect of velocity of air outlet of bridge-load air conditioning on the air quality of aircraft cabin, the first class cabin of Boeing 737 aircraft is used as the research object, based on the CFD method and numerical heat transfer theory, the air quality in aircraft cabin is simulated numerically. *Based on P_{MV} and CO_2 relative concentration, a new air quality index (I_{AO}) is put forward to evaluate the air quality of aircraft cabin, and then it make the new index (I_{AO}) as function of the velocity of air supply outlet through the Gaussian fitting curve method.* The results show that supply air velocity has great effects on air quality of aircraft cabin no matter it is oversize or undersize. When the supply air velocity is about 0.82m/s, the air quality of aircraft cabin is the best. The reliability and effectiveness is proved by goodness-of-fit tests and actual investigate, so the speed can provide the basis for bridge-load air conditioning control.

Keywords

aircraft cabin, CFD method, curve fitting, air quality, goodness-of-fit tests

Authors

Xiuyan Wang, Gewen Zhang, Yanmin Liu, Zongshuai Li, and Jiaquan Lin

Recommended Citation

Wang Xiuyan, Zhang Gewen, Liu Yanmin, Li Zongshuai, Lin Jiaquan. Numerical Simulation on Air Quality in the Boeing 737 Aircraft Cabin[J]. Journal of System Simulation, 2018, 30(5): 1974-1979.

波音 737 飞机的客舱内空气质量数值模拟

王修岩, 张革文, 刘艳敏, 李宗帅, 林家泉

(中国民航大学 电子信息与自动化学院, 天津 300300)

摘要: 飞机停靠廊桥时, 客舱内空气质量的优劣直接影响机组成员的工作效率。为分析桥载空调送风速度对客舱内部空气质量的影响。将波音 737 飞机头等舱作为研究对象, 以 CFD 方法和传热学为基础, 对飞机客舱内空气质量进行数值模拟。利用 P_{MV} 与 CO_2 相对浓度为基础的新指标(I_{AO})作为客舱内空气质量的评价标准, 通过 Gaussian 法拟合曲线, 得出评价指标 I_{AO} 与送风速度的函数关系, 分析结果表明, 送风速度过大或过小对客舱内空气质量有较大影响, 送风速度为 0.82m/s 附近时, 空气质量最佳, 最后通过拟合优度检验与实际调查, 证实了其可靠度与可行性, 可以作为桥载空调控制的参考依据。

关键词: 飞机客舱; CFD 方法; 曲线拟合; 空气质量; 拟合优度检验

中图分类号: TP271+.72

文献标识码: A

文章编号: 1004-731X (2018) 05-1974-06

DOI: 10.16182/j.issn1004731x.joss.201805045

Numerical Simulation on Air Quality in the Boeing 737 Aircraft Cabin

Wang Xiuyan, Zhang Gewen, Liu Yanmin, Li Zongshuai, Lin Jiaquan

(Civil Aviation University of China, College of Electronic Information and Automation, Tianjin 300300, China)

Abstract: The air quality in the cabin will directly affect the persons' efficiency when an aircraft berths. In order to analyze the effect of velocity of air outlet of bridge-load air conditioning on the air quality of aircraft cabin, the first class cabin of Boeing 737 aircraft is used as the research object, based on the CFD method and numerical heat transfer theory, the air quality in aircraft cabin is simulated numerically. Based on P_{MV} and CO_2 relative concentration, a new air quality index (I_{AO}) is put forward to evaluate the air quality of aircraft cabin, and then it make the new index (I_{AO}) as function of the velocity of air supply outlet through the Gaussian fitting curve method. The results show that supply air velocity has great effects on air quality of aircraft cabin no matter it is oversize or undersize. When the supply air velocity is about 0.82m/s, the air quality of aircraft cabin is the best. The reliability and effectiveness is proved by goodness-of-fit tests and actual investigate, so the speed can provide the basis for bridge-load air conditioning control.

Keywords: aircraft cabin; CFD method; curve fitting; air quality; goodness-of-fit tests

引言

随着我国民航事业的快速发展, 乘客对飞机客



收稿日期: 2016-06-23 修回日期: 2016-08-23;
基金项目: 国家自然科学基金-中国民航局民航联合
研究基金(U1433107);

作者简介: 王修岩(1965-), 男, 吉林农安, 博士,
教授, 研究方向为非线性系统建模与控制; 张革文
(1992-), 男, 江西吉安, 硕士生, 研究方向为控制
理论与控制工程; 刘艳敏(1990-), 女, 山东临沂,
硕士生, 研究方向为飞机客舱能耗预测。

舱内部空气质量和热舒适的体验要求都越来越高。民航客机在航前、航后和过站阶段使用桥载空调代替机载 APU 来进行客舱环境的控制, 桥载空调使用工业用电, 机载 APU 消耗航空燃油, 根据 IATA (国际航协) 数据显示, 在全负荷运行条件下, 桥载空调消耗的费用为机载 APU 的 1/5, 因此使用桥载空调存在节能减排和降低成本的优点。飞机客

<http://www.china-simulation.com>

• 1974 •

舱内空气质量是桥载空调制冷过程中需要考虑的问题, 而送风速度对飞机客舱内空气质量有较大影响, 因此研究飞机客舱送风速度与空气质量之间的关系有十分重要的意义。

目前, 通过数值模拟分析建筑物内部空气品质和热舒适性的研究较多^[1-3], 对不同送风速度时飞机客舱内空气质量的研究较少, 因此, 本文以波音 737 飞机头等舱作为研究对象, 以客舱内的 CO₂ 浓度来反映空气品质, 以 *PMV*(预期平均投票数)作为热舒适性评价标准, 提出一种综合的评价客舱内空气质量的标准。通过数值计算, 得出不同送风速度下的空气质量, 得出送风速度与客舱内空气质量之间的函数关系。为实现桥载空调的控制满足飞机客舱内空气质量提供了理论基础。

1 数值模型

1.1 物理模型

以波音 737 飞机头等舱为研究对象, 客舱内部有 2 排座位。由于我国大多数地域一年中至少有多半年时间航班在地面必须使用桥载空调, 尤其是夏季户外温度超过 35 °C 以上, 保证客舱内的空气质量尤为重要, 所以论文考虑的是夏天制冷的情况。建立简化的物理模型如图 1 所示。

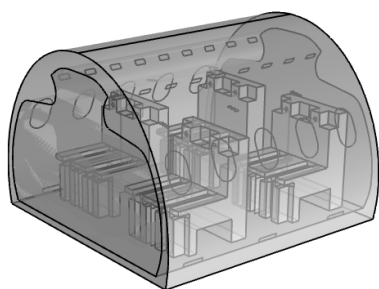


图 1 客舱模型
Fig. 1 Cabin model

1.2 客舱边界条件

(1) 入口边界条件: 客舱顶部对称地分布了 18 个送风孔, 送风孔是通过送风软管与桥载空调相连接, 设定的送风温度为 288 K, 湍流强度为 5%。

(2) 排风口边界条件: 客舱内部对称地分布了 6 个排风口, 回风口处回流的温度设定为 296.15 K。

(3) 固体壁面边界条件^[4]: 窗户的边界条件为壁面条件, 材料选取玻璃属性, 厚度为 0.01 m, 密度为 2 220 kg/m³, 热传导率为 0.15 W/(m·K), 比热容为 830 J/(kg·K), 其热边界为外部辐射换热, 热量为 600 W/m³, 客舱壁面采用复合材料, 其密度为 3 000 kg/m³, 热传导率为 0.5 W/(m·K), 比热容为 900 J/(kg·K), 发热量为 500 W/m³, 乘客的密度设为 1 000 kg/m³, 热传导率为 0.3 W/(m·K), 比热容为 4 000 J/(kg·K), 厚度为 0.1 m, 发热量为 150 W/m³。

(4) 污染源边界条件: 客舱内按满员 8 人计算, 乘客呼出的 CO₂ 设置为 0.014 4 m³/(h·人)。

(5) 太阳辐射的处理^[5]: 夏季太阳的辐射对飞机客舱隔热壁的热作用, 为了便于研究可以把外表面所吸收的太阳辐射以温度的形式进行描述。将其与客舱外温度叠加, 得出太阳辐射的综合温度。公式如下:

$$t_c = t_H + \frac{\rho J}{\alpha_H} \quad (1)$$

式中: α_H 为对流换热系数; ρ 为吸收系数(0.7); J 为总辐射强度; t_H 为客舱外部环境温度。

α_H 与停机坪风速有关,

$$\alpha_H = 9 + 3.5v^{0.66} \quad (2)$$

式中: v 为机场风速, km/h。

考虑到实际情况, 太阳高度角 $\beta=60^\circ$, 太阳射线垂直照射表面上的辐射强度 $I_0=1\ 353\ \text{W/m}^2$, 太阳辐射主要分为直接与间接辐射, 其中散射辐射又包括天空与地面反射辐射, 因此, 飞机客舱接受的总辐射为

$$J = I_Z + I_S + I_R \quad (3)$$

式中: J 为总辐射强度; I_Z 为直接辐射强度; I_S 为天空辐射强度; I_R 为地面发射辐射强度, 单位 W/m²。

1.3 数学模型

由于飞机静止地停靠在机场,此时在不影响实际问题的情况下,可以进行如下的简化:

(1) 客舱内空气的流动性低,可视为不可压流体。

(2) 客舱内空气视为辐射透明介质。

客舱内空气流动采用不可压缩粘性流体的运动方程:

质量方程:

$$\frac{\partial \rho U_i}{\partial x_i} = 0 \quad (4)$$

动量方程:

$$\frac{\partial \rho U_i}{\partial t} + \frac{\partial \rho U_i U_j}{\partial x_j} = \frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\mu \left(\frac{\partial U_i}{\partial x_j} + \frac{\partial U_j}{\partial x_i} \right) \right] + \rho \beta g_i (T_{ref} - T) \quad (5)$$

能量方程:

$$\frac{\partial \rho h}{\partial t} + \frac{\partial \rho h U_j}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\frac{\lambda}{c_p} \frac{\partial h}{\partial x_j} \right) + S_H \quad (6)$$

式中: U_i 为 x_i ($i=1, 2, 3$) 方向的时均速度(m/s); t 为时间(s); ρ 为空气密度(kg/m^3); p 为空气压力(Pa); μ 为空气层流动粘度($\text{kg}/(\text{m}\cdot\text{s})$); β 为空气热膨胀系数($1/\text{K}$); g_i 为 i 方向的重力加速度(m/s^2); T_{ref} 为参考温度(K); T 为空气温度(K); h 为空气定压比焓(J/kg); S_H 为热源(W); λ 为空气热导率($\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$); c_p 为空气比热容($\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$), 其中参数的取值见文献[6]。

1.4 客舱内空气质量的评价

P_{MV} 是综合考虑了人体活动情况、空气温度、流速、平均辐射温度等因素,它适用于各种环境;同时很多情况下,客舱内部的 CO_2 若不及时稀释或排出,客舱内的空气品质会恶化,容易使得机内人员产生不良症状,如头昏、胸闷、恶心,所以采用 I_{AQ} (Index air quality) 评价客舱内的空气质量,该指标能够综合地考虑了客舱内部的人体热舒适度和空气品质, I_{AQ} 为:

$$I_{AQ} = |P_{MV}| + C/1500 \quad (7)$$

式中: P_{MV} 为预期平均投票数,范围为(-3, 3), P_{MV} 的计算公式见文献[7]; C 表示客舱内测试点处的 CO_2 浓度,单位 ml/m^3 ; 1500 为客舱内 CO_2 最大允许浓度,单位 ml/m^3 。

通过式子(7)可知, I_{AQ} 为非负数,其数值越小,表明客舱内空气质量越高。当 $I_{AQ} \leq 1$ 时,客舱内内部空气质量最优,能够满足热舒适性和空气品质的需求,另一方面,国际标准化组织将温湿环境舒适范围规定为 $-0.5 \leq P_{MV} \leq 0.5$ [8], 因此,综合考虑 P_{MV} 与 CO_2 的情况,得出 $0.5 \leq I_{AQ} \leq 1$ 时,客舱内空气质量最优。

2 结果分析与验证

将客舱截取4个采样面,分别为每排座椅的贴前面和贴后面,在每个采样面选取4个采样点,在每个采样点上收集计算所用数据,采样点如图2所示。

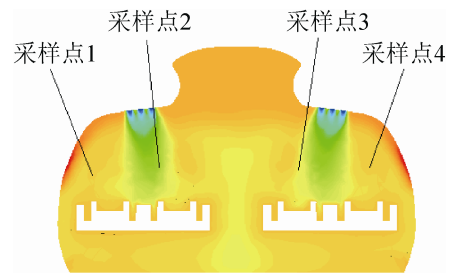


图2 截面上的采样点

Fig. 2 Sampling points on the cross section

2.1 送风速度对飞机客舱内空气质量的影响

由于在桥载空调刚启动阶段或送风速度过小时,对飞机客舱内空气质量变化产生的影响很小,因此分别计算各采样点上送风速度 $v=0.2, 0.4, 0.6, \dots, 1.8, 2.0$ m/s 时的 I_{AQ} 值 [8-12], 应用 MATLAB 对 $I_{AQ}-v$ 描点并进行非线性拟合,应用 Gaussian 法进行曲线拟合。拟合曲线如图3所示。图中: 1 代表位置一; 2 代表位置二; 3 代表位置三; 4 代表位置四; 0 代表平均值。

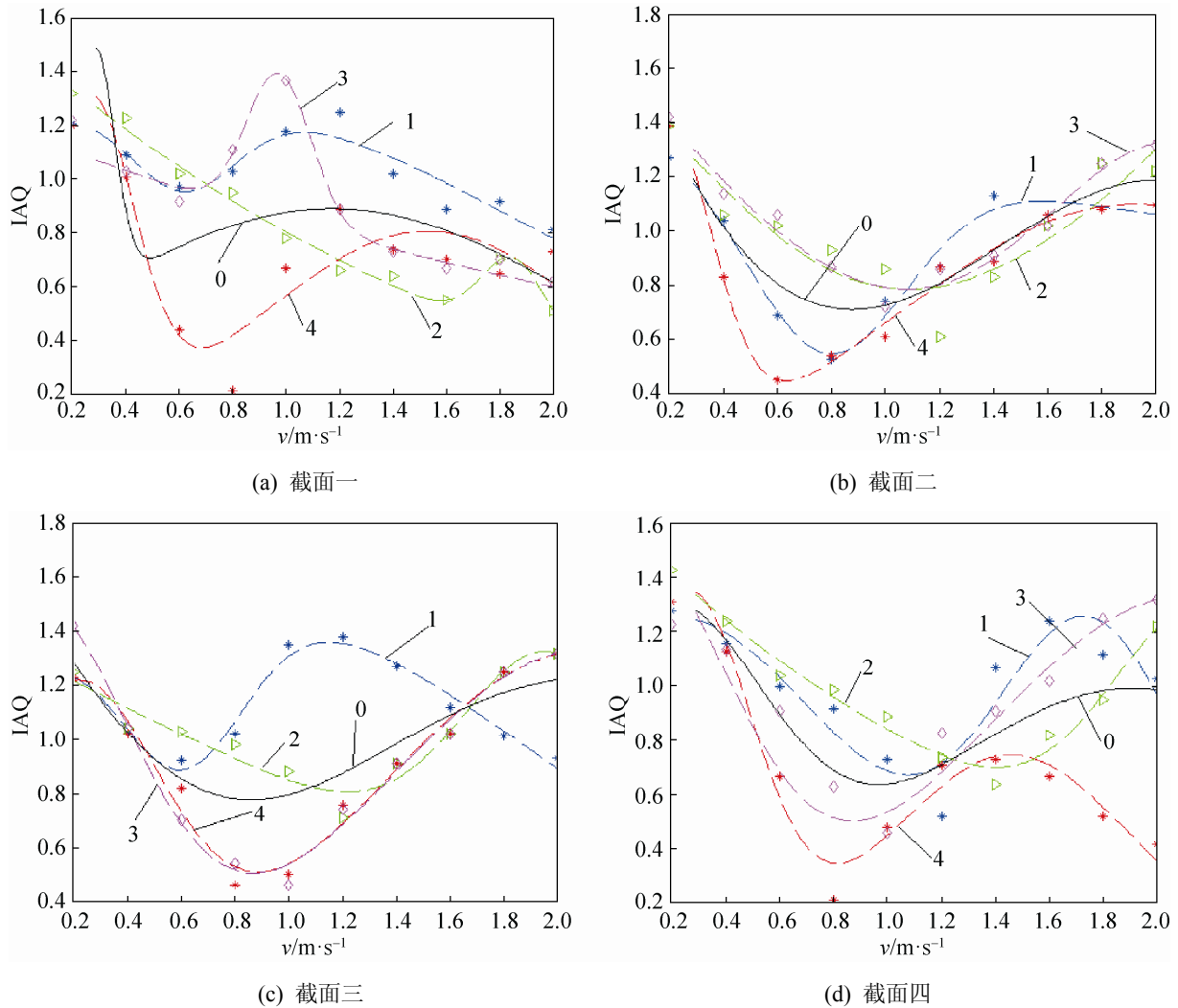


图3 不同送风速度时各采样点的 I_{AQ} - v 分布
Fig. 3 I_{AQ} - v distribution of sampling points at different air velocity

图3所示各采样面的各采样点不同送风速度下的 I_{AQ} 分布, 图3(a)可知, 由于截面一位于第一排乘客座椅前端, 该处 CO_2 浓度较高, 送风速度越大, CO_2 浓度会有缩减, 但 P_{MV} 的值同样也会减小, 所以在该截面处送风速度范围 0.6~1.8 m/s 为最佳; 如图3(b)可知, 截面二处于第一排座椅后端, 当送风速度过低或过高时, 客舱内的空气质量处于不佳的状态, 送风速度为 0.5~1.4 m/s 时, 空气质量得到改善; 图3(c)所示, 截面三位于第二排乘客座椅的前端, 送风速度在 0.2~1.1 m/s 范围内, I_{AQ} 随送风速度的增加而减少, 空气质量有所改善, 当送风速度大于 1.1 m/s 时, I_{AQ} 随送风速度的增加而增加, 空气质量较差; 图3(d)所示, 当送风速度小

于 0.6 m/s 时, I_{AQ} 值大于 1, 客舱内空气质量不达标, 当送风速度大于 0.6 m/s 时, I_{AQ} 值在 (0.6, 1) 之间, 空气质量较好。

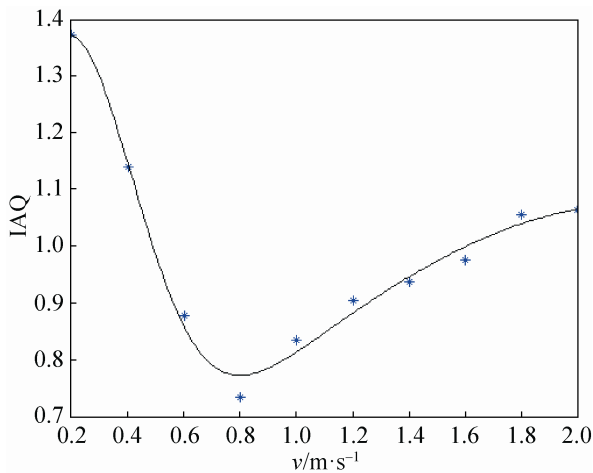
将客舱内 16 个采样点的采样值求平均值得到不同送风速度下 I_{AQ} 值, 应用 Gaussian 法逼近拟合曲线表达式为:

$$I_{AQ}(v) = a_1 e^{-\left(\frac{v-b_1}{c_1}\right)^2} + a_2 e^{-\left(\frac{v-b_2}{c_2}\right)^2} \quad (8)$$

式中: $a_1=0.8922$, $a_2=0.9072$, $b_1=1.1716$, $b_2=0.2858$, $c_1=1.3577$, $c_2=0.0989$, $v \in [0.2, 2.0]$ 。拟合曲线如图4所示。

本文重点研究桥载空调送风速度对客舱内空气质量的影响, 拟合曲线反映了客舱内空气质量随

着送风速度变化的变动趋势。由分析可知, $0.5 \leq I_{AQ} \leq 1$ 时, 客舱内空气质量满足工作环境需求, 对式(8)求其在 $v \in [0.5, 1.5]$ 上得到目标函数 $I_{AQ}(v)$ 为最小的送风速度 $v_L = 0.82 \text{ m/s}$, 这个速度为在该评价体系中的最优送风速度。

图4 $I_{AQ}-v$ 非线性逼近结果图Fig. 4 $I_{AQ}-v$ nonlinear approximation result graph

2.2 实验结果

为了验证所提分析方法的有效性, 本文采取对比和实验数据验证的方法^[13], 对某航空公司的机组人员进行了多次的问卷调查, 并进行客舱内的 CO_2 浓度的检测。调查包括对 CO_2 浓度的满意程度与环境舒适度。由于 P_{MV} 值所对应的 *ASHRAE* 的冷热感标尺见表1。因此, 问卷中使用标尺代表实际反映程度, 如: 2: 不满意; 1.5: 较不满意; 1: 较满意; 0.5: 满意。通过调查结果显示, 在送风一定时间后, 当送风速度范围为 $0.7 \sim 1.2 \text{ m/s}$ 时, 客舱内环境舒适, 同时送风速度越大, 通风效率高, 使得舱内的 CO_2 易被回流空气带走, 提高空气质量。从而验证了其可行性。

表1 冷热感标尺

Tab. 1 Cold and heat sensitive scale

P_{MV} 值	冷热感	P_{MV} 值	冷热感
-3	Cold	1	Slightly Warm
-2	Cool	2	Warm
-1	Slightly Cool	3	Hot
0	Neutral		

2.3 K-S 拟合检验

从总体 V 中抽取样本 V_1, V_2, \dots, V_n , 样本容量为 $n=10$, 其顺序统计量为:

$$V_{(1)} \leq V_{(2)} \leq \dots \leq V_{(n)},$$

根据样本, 得出如下原假设与备择假设^[14]:

H_0 : 总体 V 的分布函数 $I_{AQ}(v) = I_{AQ0}(v)$;

H_1 : 总体 V 的分布函数不是 $I_{AQ}(v) = I_{AQ0}(v)$;

$I_{AQ0}(v)$ 为连续函数, 根据样本值得出其经验分布函数 $I_{AQn}(v)$, 在 V 的观测范围内, 用统计量 D_n 表示 $I_{AQn}(v)$ 与 $I_{AQ0}(v)$ 的最大差值。

$$D_n = \sup |I_{AQn}(v) - I_{AQ0}(v)| \quad x \in (-\infty, \infty)$$

给定显著水平 $\alpha=0.05$, 通过查表得出临界值 $d_{n, \alpha} = 0.4093 \geq D_n = 0.3629$, 结果说明样本拟合程度良好。

3 结论

本研究模拟了在桥载空调不同送风速度下飞机客舱内部的流场情况, 采集到了所需要的温度、 CO_2 浓度等数据, 综合考虑飞机客舱内部热舒适性与空气品质, 以 P_{MV} 和 CO_2 浓度为基础, 对客舱内空气质量采用指标 I_{AQ} 进行评价, 通过拟合优度检验与实际调查, 得出如下结论:

(1) 本文建立了 $I_{AQ}-v$ 函数曲线作为分析飞机客舱内空气质量的理论依据与数据思路, 为实现多目标优化提供数据支持。

(2) 桥载空调的送风速度过高或过低都影响飞机客舱内空气质量, 送风速度在 $0.7 \sim 0.9 \text{ m/s}$ 范围内, 空气质量优良, 在 $v=0.82 \text{ m/s}$ 附近时空气质量达到最佳。

该研究为飞机停靠站时, 桥载空调的控制提供理论支持。

参考文献:

- [1] 王扬锋, 左洪超, 马雁军, 等. 应用 Models-3 模式系统对沈阳市空气质量的数值模拟研究[J]. 环境科学学报, 2007, 27(3): 487-493.
WANG Yangfeng, ZUO Hongchao, MA Yanjun, et al. Numerical Simulation Study of Models 3 in Air Quality

- of Shenyang[J]. *Acta Scientiae Circumstantiae*, 2007, 27(3): 487-493.
- [2] 姚林, 彭小勇, 刘振昊. 不同气流组织下空调客房热舒适性的数值模拟[J]. *制冷与空调*, 2012, 26(1): 101-106.
YAO Lin, PENG Xiaoyong, LIU Zhenhao. Numerical Simulation on Different of Air Distribution of Air-conditioning Room of Thermal Comfort[J]. *Refrigeration and Air Conditioning*, 2012, 26(1): 101-106.
- [3] 郑华美. 建筑室内温热环境的预计冷热感指标 PMV 的探讨[J]. *福州大学学报(自然科学版)*, 2005, 33(4): 496-500.
ZHENG Huamei. Research on Predicted Mean Vote of Indoor Thermal Environment[J]. *Journal of Fuzhou University(Natural science edition)*, 2005, 33(4): 496-500.
- [4] 韩文忠. Excel 在 χ^2 拟合检验法教学中的应用[J]. *高等函授学报(自然科学版)*, 2012, 25(5): 58-60, 57.
HAN Wenzhong. The Application of Excel in the Teaching of χ^2 fitting Test method[J]. *Journal of Higher Correspondence Education(Natural Sciences)*, 2012, 25(5): 58-60, 57.
- [5] 薛红军, 马占元, 张晓燕, 等. 驾驶舱人体热舒适性建模及环境评估[J]. *计算机工程与应用*, 2014, 50(8): 265-270.
XUE Hongjun, MA Zhanyuan, ZHANG Xiaoyan, et al. Thermal comfort Modeling and Environmental Assessment of Human body in cockpit[J]. *Computer Engineering and Application*, 2014, 50(8): 265-270.
- [6] 向立平, 王汉青. 高温高湿矿井人体热舒适数值模拟研究[J]. *矿业工程研究*, 2009, 24(3): 66-69.
XIANG Liping, WANG Hanqing. Numerical Simulation of Human body Thermal comfort in High temperature and High humidity Mine[J]. *Mineral Engineering Research*, 2009, 24(3): 66-69.
- [7] Chung K C. Three-dimensional analysis of airflow and contaminant particle transport in a partitioned enclosure[J]. *Building and Environment (S0360-1323)*, 1999, 34(3): 7-17.
- [8] ISO 7730-84. Moderate thermal environments-determination of PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort[S].
- [9] 张登春, 邹声华, 刘荣华. 旅客列车硬卧车厢内空气质量的数值模拟[J]. *中南大学学报(自然科学版)*, 2012, 43(10): 4129-4134.
ZHANG Dengchun, ZOU Shenghua, LIU Ronghua. Numerical Simulation on Air Quality in Hard-sleeper Compartment of Railway Passenger Cars[J]. *Journal of Central South University(Science and Technology)*, 2012, 43(10): 4129-4134.
- [10] 林家泉, 梁小贝. 基于 CFD 的飞机客舱热舒适性和污染物浓度分布的数值模拟[J]. *液压与气动*, 2015(12): 59-63.
LIN Jiaquan, LIANG Xiaobei. Simulation of Aircraft Cabin Thermal Comfort and Pollutants Concentration Distribution Based on CFD[J]. *Chinese Hydraulics & Pneumatics*, 2015(12): 59-63.
- [11] Aakash C Rai, Chen Qingyan. Simulations of Ozone Distributions in an Aircraft Cabin Using Computational Fluid Dynamics[J]. *Atmospheric Environment (S1352-2310)*, 2012(54): 348-357.
- [12] 刘俊杰, 刘素梅, 孙贺江, 等. 大型客机座舱合理排数的数值模拟[J]. *天津大学学报(科学与技术)*, 2013, 46(1): 8-15.
LIU Junjie, LIU Sumei, SUN Hejiang, et al. Numerical Simulation of the Reasonable Row Number for Commercial Aircraft Cabins[J]. *Journal of Tianjin University(Science and Technology)*, 2013, 46(1): 8-15.
- [13] 元民勇, 董金新. 基于卡方拟合优度检验的序列等概率测试组[J]. *计算机工程与设计*, 2012, 33(5): 1757-1760.
QI Minyong, DONG Jinxin. Test Suite for Sequence Equal Probability Based on Chi Square Goodness of Fit Test[J]. *Computer Engineering and Design*, 2012, 33(5): 1757-1760.
- [14] 舒继森, 郭兵兵, 张俊阳, 等. 基于拟合优度指标评价的岩土参数概率分布研究[J]. *采矿与安全工程学报*, 2008, 25(2): 197-201.
SHU Jisen, GUO Bingbing, ZHANG Junyang, et al. Research on Probability Distribution of Parameters of Rock and Soil Based on Fitting Optimization Index[J]. *Journal of Mining & Safety Engineering*, 2008, 25(2): 197-201.