

新型空调均匀送风道静压均衡衰减特性研究

杨晚生¹, 张吉光², 张艳梅³

(1. 广东工业大学 建设学院, 广东 广州 510500; 2. 青岛理工大学, 山东 青岛 266033;
3. 太原理工大学, 山西 太原 030024)

摘要: 根据实验测试数据对新型空调静压均匀送风道静压箱的静压均衡关系进行了研究, 得出了不同送风工况下静压均衡系数, 并对静压均衡系数进行了详细的分析. 同时对主风道与静压箱之间的静压衰减关系进行了实测研究, 得出了其不同送风工况下的静压衰减系数, 并根据所得出的静压衰减系数确定出静压箱内静压变化规律公式.

关键词: 静压; 送风道; 均衡; 衰减系数

中图分类号: TU834. 3

文献标识码: A

文章编号: 1007-7162(2005)03-0105-04

空调送风道的送风均匀性是影响被调房间温度场、湿度场、浓度场以及室内舒适度的重要因素之一. 而均匀送风道内静压分布规律对其送风均匀性又起着决定性的作用, 这是因为静压送风道送风口的流体出流主要是由于静压作用的结果. 因此研究静压均匀送风道内的静压分布规律对提高送风道的送风均匀性, 进一步改善送风道的性能有着十分重要的实际应用意义和价值. 作者在文献[1]中曾对所研制的新型等截面静压均匀送风道的送风均匀性进行了较为详细的研究. 为进一步摸清送风道送风均匀性规律, 改善并优化送风道的结构, 本文对送风道静压箱与主风道之间的静压衰减特性和静压箱中的静压均衡特性进行了实测分析, 得出了一些具有实际工程应用价值的结论.

1 送风道的结构及送风原理

静压送风道由主风道和静压箱组成, 静压风道截面结构见图 1. 空调机组的风机将空气直接送入主风道, 在主风道内, 空气通过主风道出口(一般为条缝式)进入静压箱, 静压箱内的空气在静压箱内静压的作用下, 经送风口射出从而达到均匀送风的目的^[1]. 静压送风道的结构可有多种形式, 如: 主风道在中间静压箱在两侧(见图 1); 主风道在两侧静压箱在中间. 主风道出口(连接到静压箱)一般为沿纵向的连续

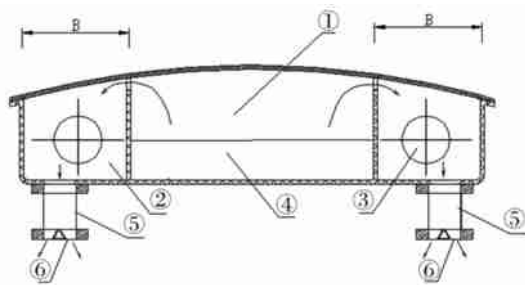


图 1 静压风道断面结构示意图

①主风道; ②静压箱内的隔板; ③静压箱内隔板上的通风孔;
④主风道内的挡板; ⑤连接短管; ⑥条缝送风口

条缝(为增加风道强度, 也可为间断条缝), 静压箱送风口既可设计为沿纵向的连续条缝, 也可设计为沿纵向的间断条缝或小送风口, 也可在静压箱上安装孔板. 静压箱上开设的出风口可直接

收稿日期: 2003-06-04

作者简介: 杨晚生(1979), 男, 讲师, 主要研究方向为暖通空调、建筑环境与节能及低品位能源利用.

送到客车室内,也可在出风口处接一短风道再连接风口送入室内,如图 1 所示^[2]. 本文主要对图 1 所示的静压均匀送风道静压均衡衰减特性进行了实测分析,整个送风道由 10 节单体风道插接而成,联接处用密封带密封.

2 风道静压均衡衰减特性研究

2.1 主风道与静压箱静压关系的理论分析

从理论上讲,若主风道出风口空气出流仅仅是由于风道中静压作用的结果^[3],那么主风道内静压必与静压箱中静压有对应的某种关系. 因为静压箱中的静压(在上述假设下)是由于主风道中静压通过其出风口动压转化而来的. 但静压箱中静压值较主风道内静压值必将有所降低,并且更趋均衡,这主要是由以下几个方面原因造成: 1) 空气由主风道出风口出流到静压箱中会由于其出风口局部阻力而造成一定的压力损失; 2) 出流到静压箱中的动压不可能全部转化为静压; 3) 静压箱本身具有均衡压力的作用. 因此,理论上静压箱中静压变化规律与主风道中的静压变化规律应存在线性衰减关系,并且更趋均衡^[4].

2.2 静压箱内部静压均衡作用的实测分析

实验针对单侧风源送风和双侧风源送风两种送风工况进行了测试,在每种送风工况下分别对低流量工况(3 700 m³/h)、设计流量工况(4 500 m³/h)和高流量工况(5 300 m³/h) 3 种典型送风流量工况下每节送风道静压箱和主风道内静压值进行了实测. 静压值利用安设在各单节风道中心截面处的静压测压环进行测量. 根据所测静压箱各截面在不同送风工况下的静压值,计算出送风道各节静压箱静压均衡系数(见表 1 及表 2),静压均衡系数的计算采用各流量工况下整节风道静压箱的平均静压值作为参比量进行计算,其计算公式为

$$\eta = |p_i - p_m| / p_m, \tag{1}$$

式中, η 为静压箱静压均衡系数; p_i 为每节静压箱平均静压值(Pa); p_m 为整个静压箱平均静压值(Pa).

表 1 单侧风源送风工况下静压箱静压均衡系数

流量 $Q/(m^3 \cdot h^{-1})$	风道节号										平均
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
3 700	0.55	0.40	0.50	0.35	0.23	0.12	0.05	0.13	0.34	0.60	0.32
4 500	0.37	0.48	0.54	0.45	0.29	0.01	0.10	0.30	0.37	0.55	0.35
5 300	0.21	0.38	0.50	0.37	0.21	0.05	0.11	0.20	0.40	0.50	0.29

表 2 双侧风源送风工况下静压箱静压均衡系数

流量 $Q/(m^3 \cdot h^{-1})$	风道节号										平均
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
3 700	0.05	0.25	0.07	0.14	0.17	0.25	0.21	0.02	0.19	0.38	0.17
4 500	0.10	0.22	0.03	0.15	0.19	0.32	0.14	0.02	0.11	0.46	0.17
5 300	0.22	0.16	0.07	0.15	0.22	0.22	0.15	0.01	0.21	0.44	0.15

同时根据所测静压值绘出其静压箱内静压变化曲线图(见图 2 和图 3). 根据所绘静压箱静压变化图及计算所得的静压均衡系数可以分析得出:

- 1) 单侧风源送风工况下,静压箱静压值在 3 种流量情况下均在第 3 节风道处出现最小值,

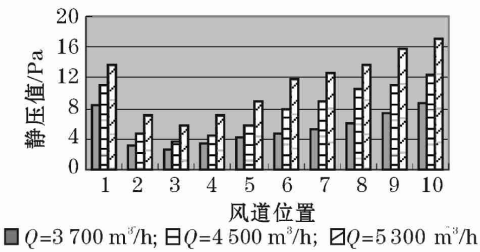


图2 单侧风源送风静压箱静压值

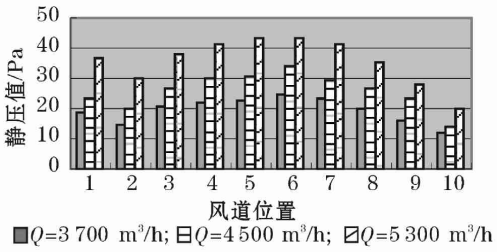


图3 双侧风源送风静压箱静压值

在第10节风道处出现最大值,其静压最大值与最小值之间的差值在3种流量工况下分别为5.9 Pa、8.8 Pa和11.3 Pa;双侧风源送风工况下,静压箱静压值在3种流量情况下均在第5、6节风道处出现最大值,在第10节风道处出现最小值,其静压最大值与最小值之间的差值在3种流量工况下分别为11.7 Pa、14.7 Pa和19.0 Pa.

2) 单侧风源送风工况下,静压箱静压均衡系数在3种流量工况下分别为0.32、0.35和0.29;平均静压均衡系数为0.32;双侧风源送风工况下,静压箱静压均衡系数在3种流量工况下分别为0.17、0.17和0.15,平均静压均衡系数为0.16;双侧风源送风工况下其静压均衡系数约为单侧风源送风工况下的50%,即双侧风源送风工况下静压箱静压均衡作用比单侧送风工况显著.

3) 静压箱静压均衡作用系数在双侧风源送风工况下为0.16,这反映出静压箱的均衡压力作用效果不太理想.主要原因是由于静压箱隔板上的通孔直径较小,不利于各节风道静压箱之间的静压实现均衡.此外,主风道内静压沿送风道的分布不均匀也是造成静压箱中静压分布不均匀的直接原因.

2.3 主风道与静压箱静压衰减关系分析

根据2.2分析可知:静压箱的静压均衡作用表现不太显著,主风道中气流从主风道出风口出流到静压箱中,二者之间的静压关系主要表现为衰减变化规律.通过布置在各节主风道和静压箱中心截面上的静压测压环测出各对应断面的静压值,并通过对应每节主风道和静压箱之间的静压值求出二者之间的静压衰减系数 φ (见表3).

表3 静压箱静压衰减系数 φ								
送风工况	流量 Q ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$)							
	3 000	3 700	4 000	4 500	5 000	5 300	5 600	平均
单侧送风	0.77	0.79	—	0.83	0.85	—	—	0.81
双侧送风	—	0.66	0.69	0.67	0.68	0.66	0.66	0.67

计算静压衰减系数 φ 的公式为

$$\varphi = (p_z - p_j) / p_z, \tag{2}$$

式中, p_z 为主风道平均静压值(Pa); p_j 为静压箱平均静压值(Pa).

从所计算风道不同工况下静压衰减系数可以分析得出:

- 1) 单侧风源送风工况下,静压箱最大静压衰减系数为0.85,最小静压衰减均衡系数为0.77,平均静压衰减系数为0.81;随着送风量增大, φ 逐渐增大.
- 2) 双侧风源送风工况下,静压箱最大静压衰减系数为0.69,最小静压衰减系数为0.66,平均静压衰减系数为0.67; φ 随送风量变化不大.
- 3) 从静压箱静压衰减系数的变化规律可以看出:双侧风源送风较单侧风源送风值较小,而

且比单侧风源送风的 φ 值稳定,即 φ 随流量变化不大.这也说明在双侧风源送风工况下静压箱的静压均衡作用较单侧风源送风工况下作用明显.

根据以上分析可知,风道和静压箱中静压存在如下对应关系^[4]

$$p_{jx} = \varphi p_x, \quad (3)$$

式中 p_{jx} 为静压箱内静压(Pa); p_x 为主风道内静压值(Pa); φ 为静压箱的静压衰减系数.

根据所确定的 φ 值,分别取单双侧风源送风工况的静压平均衰减均衡系数作为单双侧风源送风工况下计算 φ 值,确定静压箱静压变化公式如下:

单侧风源送风工况

$$p_{jx} = 0.18 p_x, \quad (4)$$

适用条件:单侧风源送风,流量范围为 $3\,000\text{ m}^3/\text{h} < Q < 5\,300\text{ m}^3/\text{h}$.

双侧风源送风工况

$$p_{jx} = 0.67 p_x, \quad (5)$$

适用条件:双侧风源送风,流量范围为 $3\,700\text{ m}^3/\text{h} < Q < 5\,600\text{ m}^3/\text{h}$.

3 结束语

影响静压均匀送风道送风均匀性的因素除了静压箱的衰减均衡性能外,还包括主风道内气流速度的衰减变化规律、风道内阻力变化特点、送风道的初速比、送风道的结构特点等许多因素.本文仅从静压箱的均衡衰减性能对送风道的送风均匀性能进行了分析研究,对于其它详细影响因素的分析将另文介绍.通过对静压箱静压衰减均衡特性的分析研究,对进一步提高此送风道的均匀性、优化送风道的结构均提出了实际可靠的依据和思路.

参考文献:

- [1] 张吉光,史自强,杨晚生.空调静压送风道合理结构的研究[J].制冷空调与电力机械,2002,(4):24-27.
- [2] 王书傲,谈越明.空调客车均匀送风风道的研制[J].铁道车辆,1992,(8):11-14.
- [3] 魏润柏.通风工程空气流动理论[M].北京:中国建筑工业出版社,1981.
- [4] 杨晚生.客车空调静压均匀送风道的性能研究及诱导器的研制[D].青岛:青岛建筑工程学院,2002.

Study on the Uniformity and Delay of New Static Pressure Supply Air Duct

YANG Wan-sheng¹, ZHANG Ji-guang², ZHANG Yan-mei³

(1. Faculty of Construction, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510500, China;

2. Qingdao University of Technology, Qingdao 266033, China; 3. Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, China)

Abstract: In this paper the static pressure uniformity in the static pressure chamber of supply air duct is studied by means of experiments, and its coefficient is derived. At the same time the static pressure decay coefficients between the main duct and static pressure chambers are obtained and analyzed, and the developing equations of static pressure in the static pressure chamber are found on the basis of experiment analysis.

Key words: static pressure; supply air duct; uniformity; delay coefficient