

文章编号:1674-2869(2011)08-0095-04

动车检修库无罩引风系统性能研究

陈 方,廖义德*,郭 敏,谈文鑫,邹军军
(武汉工程大学 机电工程学院,湖北 武汉 430074)

摘 要:针对动车组在进行检修时排出热空气、导致检修库气温升高的问题,提出一种对检修工作无任何影响的无罩引风系统,并对其性能进行了数值仿真和实验. 研究表明,该系统能够较好地达到通风散热效果.

关键词:无罩引风; 通风散热; 仿真; 能量消耗

中图分类号:TU16⁺2 **文献标识码:**A **doi:**10.3969/j.issn.1674-2869.2011.08.023

0 引 言

动车基地的检修库可对多辆动车组同时进行拆装和检修,动车组在进库检修的过程中,其变电柜和空调装置是处于工作状态的,散热器通过两个热风出口向外排出 45℃左右的热空气,其排量之和约为 6 000 m³/h,而通常一列动车组有 16 节车厢,热风总排量高达 96 000 m³/h. 在炎热的夏季,当动车组数量增多时,库内气温将非常高,即使采用空调制冷措施也难以有效控制库内气温,给检修工作带来不利.

1 无罩引风系统原理

1.1 系统简介

无罩引风系统如图 1 所示,动车组排气口与地面的垂直距离为 1.2 m,排出的热空气吹向地面,通过在地面创建对应吸气口(与排气口错位 0.4 m 左右)并在内部安装风机,从而达到排出热空气、通风散热的目的.

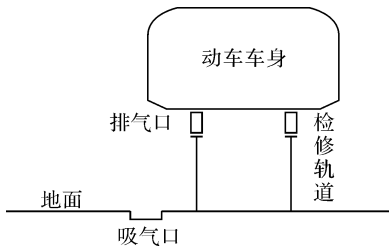


图 1 无罩引风系统示意图

Fig. 1 Uncovered air-induced system

1.2 射流理论分析

排气口排出热空气属于气体紊动射流,由于存在速度不等的间断面,周围静止的气体会被卷

入射流,并因获得动量而随原射流向前流动,而热空气速度则会衰减,并形成一定的速度梯度,这称为卷吸作用,结果导致射流断面不断扩大,流速不断降低,流量因周围空气的卷入而沿程增加,需要加大吸气能耗才能保证通风效果.

1.3 通风原理

利用房屋内外的压力差增加空气流动是一种较为普遍的房屋换气原理:既可使屋内气压相对屋外较低(即产生负压),则屋内热空气会被吸走;也可使屋内气压相对屋外较高(即产生正压),如向屋内吹风以吹散热空气,使混合后的空气从门窗缝隙溢出,但由于检修库内部空间巨大,采用这种方法能量消耗大且效果不好,若在热空气与库内空气混合前就将其单独引走,引风量和能量消耗就会减少很多,因此可在吸气口处安装风机,当热空气被引至吸气口时利用风机产生的压差将其排出^[1].

引风存在有罩和无罩两种方案. 有罩方案利用吸气罩和管道引导热空气,但管道连接会对检修工作产生影响,且动车组随机停车时排气口与管道的错位补偿问题也难以解决;无罩方案则利用气体动能和吸气口的压差引导热空气,因此,不会影响检修工作,但由于卷吸作用的存在,风机需要消耗更多的能量^[2].

2 Fluent 仿真

2.1 仿真目的

无罩引风方案优缺点并存,因此整个系统的通风效果和能量消耗就成为主要研究内容,由于还没有较为完善的理论计算方法,因此采用目前常用的 Fluent 软件对其进行建模和仿真^[3].

收稿日期:2011-05-04
作者简介:陈 方(1987-),男,湖北十堰人,硕士研究生. 研究方向:流体传动与控制、机械设计与制造.
指导老师:廖义德,男,教授,博士,硕士研究生指导老师. 研究方向:流体传动与控制、机械设计与制造. * 通信联系人

2.2 仿真参数与模型

已知排气口流量为 $0.833\text{ m}^3/\text{s}$, 面积为 0.16 m^2 , 利用 Fluent6. 3^[4-5] 对系统建立 2D 仿真模型并划分网格: 由图 1 可知, 略去车轮和检修轨道, 在车身轮廓和地面之间建立内部充满空气的密闭空间, 排气口为速度进口, 吸气口为出口, 地面与车身轮廓的边界条件设为 wall, 左右两边界因敞开环境而设为 outflow, 得到图 2.



图 2 仿真模型及网格划分示意图

Fig. 2 Simulation model

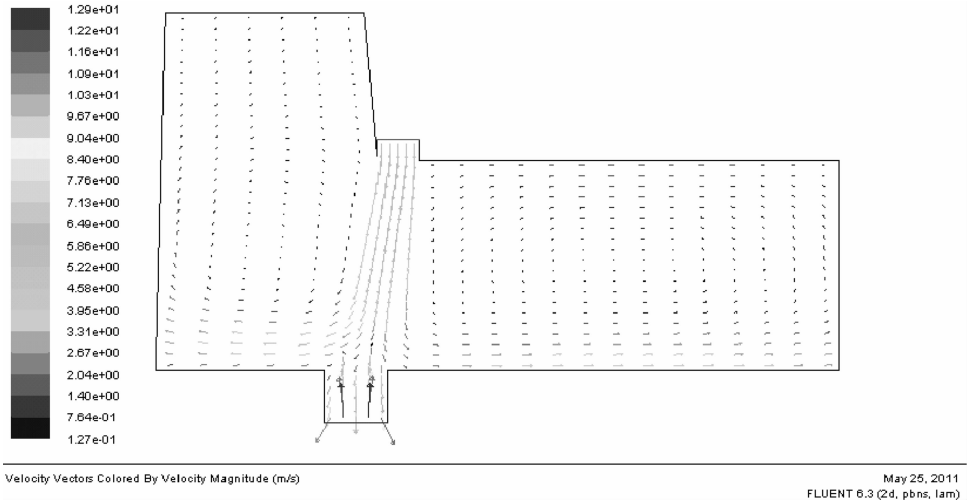


图 3 整体速度矢量图

Fig. 3 Velocity vector diagram

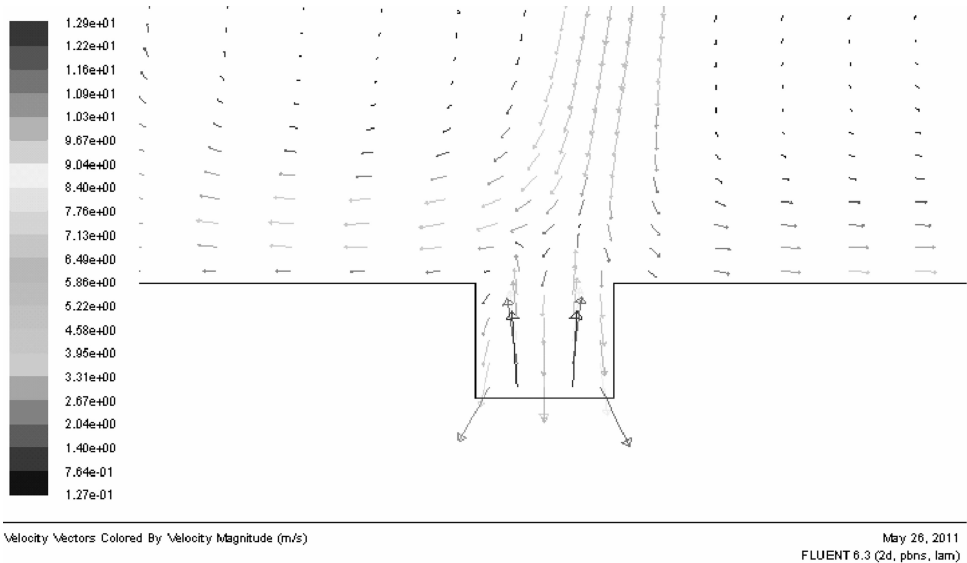


图 4 吸气口速度矢量图

Fig. 4 Velocity vector diagram of outlet

2.3 仿真结果分析

以排气口排出的热空气速度为初始化条件, 设定不同的吸气口压差和尺寸, 得到仿真结果, 整体速度矢量图如图 3 所示, 吸气口速度矢量图如图 4 所示, 吸气口速度分布图如图 5 所示.

从图 3 可看出, 大部分热空气被顺利引至吸气口.

从图 4 可看出, 吸气口处的热空气由风机产生的压差排出.

图 5 显示了吸气口速度分布情况, 取其平均值作为吸气口气体流速.

2.3.1 吸气流量与能量消耗随压差变化情况

当吸气口尺寸固定为 0.24 m^2 时, 分别设定压差为 500 Pa 、 700 Pa 、 900 Pa 和 $1\,100\text{ Pa}$, 计算得到吸气口流量值和能量消耗功率, 如表 1 和图 6 所示.

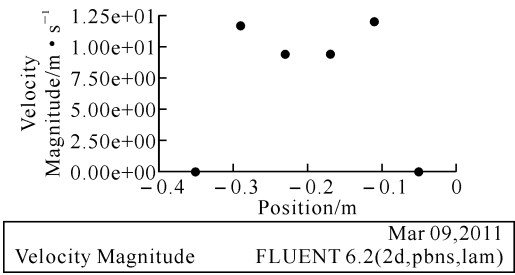


图 5 吸气口速度分布图

Fig. 5 Velocity scatter diagram of outlet

注: • outlet.

表 1 不同压差下吸气口流量与能耗对比

Table 1 Deviation of air flow and energy consumption with differential pressure

吸气口压差/Pa	500	700	900	1 100
吸气口流量/m ³ · s	2.14	2.32	2.62	2.93
能量消耗功率/kw	1.07	1.63	2.35	3.22

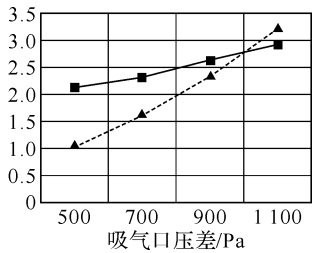


图 6 吸气口流量与能量消耗功率随压差变化图

Fig. 6 Variations of air flow and energy consumption with differential pressure

注: —■— 吸气口流量m³/s --▲-- 能量消耗功率kw.

由图 6 可见,当压差增大时,吸气流量随之增加,但能量消耗增加得更快,因此需要选择合适的压差.

2.3.2 吸气流量与能量消耗随尺寸变化情况

当吸气口压差固定为 700 Pa 时,分别设定其宽度为 0.2 m、0.3 m、0.4 m 和 0.5 m,长度 0.8 m 保持不变,计算得到吸气口流量值和能量消耗功率,如表 2 和图 7 所示.

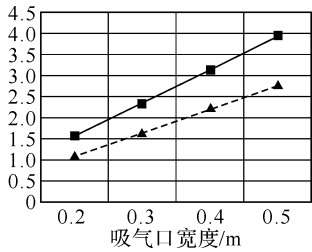


图 7 吸气口流量与能量消耗功率随尺寸变化图

Fig. 7 Variations of air flow and energy consumption with outlet size

注: —■— 吸气口流量m³/s --▲-- 能量消耗功率kw.

由图 7 可见,当吸气口尺寸增加时,吸气流量会增加较快,而能量消耗的增加却较为缓慢,这是一种较为节能的增加流量的方法,但需综合实际情况而定.

表 2 不同尺寸下吸气口流量与能耗对比

Table 2 Deviation of air flow and energy consumption with differential outlet size

吸气口宽度/m	0.2	0.3	0.4	0.5
吸气口流量/m ³ · s	1.54	2.33	3.14	3.92
能量消耗功率/kw	1.07	1.63	2.19	2.74

总体上看,随着压差和吸气口尺寸的增加,吸气流量会越来越大,通风效果将更加明显,但能量消耗也在同时增大,合理选择吸气口尺寸和压差才是保证无罩引风系统达到高效、节能的关键.

3 无罩引风排热实验

3.1 实验目的

通过实验室内的气温变化情况验证无罩引风系统的实际效果.

3.2 实验装置

无罩引风排热实验装置如图 8 所示.

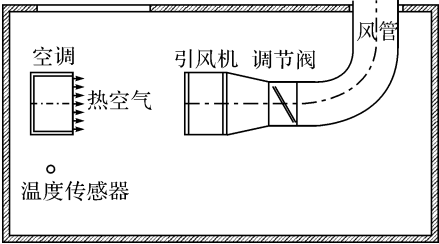


图 8 无罩引风排热实验装置

Fig. 8 Experimental device of uncovered air - induced system

空调排风口尺寸为 420 × 250 mm²,热风速度 2.9 m/s,热风功率 8.4 kw;

引风机风管尺寸为 340 × 340 mm²,引风量 1 635 m³/h,风压 500 Pa,电机功率 0.37 kw.

3.3 实验内容

实验室空间尺寸为 4 300 × 1 600 × 2 800 mm³,初始气温 11.3 °C,将空调排风口设在距离引风机吸气口 1 m,错位 0.4 m 的位置,先开启空调不开引风机,记录一小时内实验室气温随时间的变化,得到数据 1;关闭空调,待室内气温恢复至自然状态后再同时开启空调和引风机,记录一小时内实验室气温随时间的变化,得到数据 2. 将两组数据进行对比如表 3 和图 9 所示.

表 3 引风机开启与关闭时室内温度的对比

Table 3		Deviation of lab temperature						
		时间 t/min						
		0	10	20	30	40	50	60
关引风机室内 温度 $T/^{\circ}\text{C}$		11.5	14.3	18.8	19.1	19.5	20.2	21.1
开引风机室内 温度 $T/^{\circ}\text{C}$		11.5	14.8	15.3	16.1	16.4	16.7	16.8

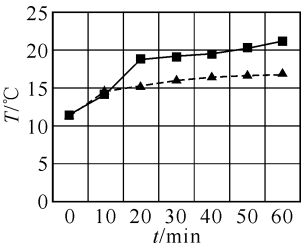


图 9 引风机开启与关闭时的室内温度变化图

Fig.9 Variations of lab temperature

注:—■— 关引风机室内温度 $T/^{\circ}\text{C}$ ---▲--- 开引风机室内温度 $T/^{\circ}\text{C}$.

3.4 实验结论

从以上数据可看出,引风机关闭时室内气温上升幅度较大,1 h 内上升了 10 °C 左右;而开启引风机后室内气温在 1 h 内仅增加 4 °C,并趋于稳定,这直观地说明无罩引风系统具有良好的排热降温性能.

4 结 语

- a. 无罩引风系统具有良好的排热降温性能,但相比有罩系统其能量消耗较大.
- b. 随着压差和吸气口尺寸的增加,吸气流量和能量消耗也随之增大. 压差增大时能量消耗增幅明显,而适当增加吸气口尺寸既可保证流量,也不会使能量消耗增加过多. 因此,需要根据实际情况合理选择压差和吸气口尺寸,保证无罩引风系统的高效和节能.

参考文献:

[1] 黄雪,张慎言. 地下汽车库通风系统和防排烟设计[J]. 暖通空调,2002(5):66-67.

[2] 黄玉兰. 风机节能的方法及途径[J]. 洛阳高等专科学校学报,1999(3):59.

[3] 万鑫,苏亚欣. 工业厂房自然通风的数值模拟和结构改进[J]. 中国安全科学学报,2008(8):103-108.

[4] 郭敏. 基于烟囱效应的地下建筑通风系统研究[J]. 武汉工程大学学报,2010,32(11):85-87,90.

[5] 常玉锋,陈锋. 排烟方式对火场人员疏散影响的数值模型[J]. 武汉工程大学学报,2010,32(9):46-49.

Study of uncovered air – induced system in CRH base

CHEN Fang , LIAO Yi – de , GUO Min , TAN Wen – xin , ZOU Jun – jun

(School of Mechanical &. Electrical Engineering,Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: In order to avoid high temperature caused by hot air which comes from the overhauling train in CRH base, this paper proposes the uncovered air-induced system which has no interference to overhaul work. Through simulation and experiment about its performance, the result shows that the system can reach the satisfied effect.

Key words: uncovered air-induced;ventilation; simulation; energy consumption

本文编辑:陈小平