

文章编号: ISSN1005-9180 (2008) 03-0038-04*

一种组合式蒸发冷却空调机组的 性能测试与分析

赵 军, 狄育慧, 李 健, 宣永梅, 闫振华, 樊丽娟, 王 芳

(西安工程大学 环境与化学工程学院, 西安 710048)

[摘要] 本文简要介绍了蒸发冷却器的冷却原理, 尤其是组合式蒸发冷却机组的冷却处理过程, 同时对组合式蒸发冷却机组进行测试分析, 得出其运行参数情况。经过对比分析, 得出机组制冷过程各个不同组合情况下的效果, 为机组改良提供一些数据, 从而提高其供冷能力。

[关键词] 蒸发冷却, 组合式蒸发冷却器, 测试分析

[中图分类号] TB65; TQ051

[文献标识码] A

The Performance Plain Analyze for the Sectional Evaporative Cools Machine

ZHAO Jun, DI Yuhui, LI Jian, XUAN Yongmei, YAN Zhenhua, FAN Lijuan, WAND Fang

(Xi'an Polytechnic University School of Environmental and Chemical Engineering)

Abstract: Synopsis introduced the cooling principle of the evaporation cooler, particularly of sectional evaporative cooler cooling process. Sectional evaporative cooler to carry on the test analysis in the laboratory, get its circulate parameter. Through the contrast analysis, get the main time of a machine set system cold process influence factor relation, provide some datas for the machine set improvement, raise it to provide a cold ability.

Keywords: Evaporate cooling, Sectional evaporative cooler, The test analyze

1 前言

蒸发冷却空调技术就是利用自然环境空气中的干球温度与湿球温度之差, 通过水与空气之间的热湿交换来获取焓湿能的一种环保高效而且经济的冷却方式。它是具有环保、节能、经济及室内空气品质高等优点的节能技术^[1]。蒸发冷却技术最大的特点是以水作为制冷剂, 利用水分蒸发吸热带走大量潜热的方式来降低空气的温度, 因此不使用 CFCs, 对大气环境无污染; COP 值高于常规机械制冷, 运行能耗约为常规空调设备的 1/5, 初投资低, 约为常规空调设备的 1/2; 采用全新风系统, 因此室内

空气品质高^[2]。

2 蒸发冷却的重要性

《公共建筑节能设计标准》(GB 50189-2005) 中明确指出, 在满足使用要求的前提下, 对于夏季空气调节室外计算湿球温度较低、温度日差较大的地区, 空气的冷却过程宜采用直接蒸发冷却、间接蒸发冷却或直接蒸发冷却与间接蒸发冷却相结合的二级或三级冷却方式^[3]。

我国《采暖通风与空气调节设计规范》(GB50019-2003) 第 6.6.2 条规定“空气的冷却应根据不同条件和要求, 分别采用以下处理方式^[4]:

* 收稿日期: 2008-7-22; 修回日期: 2008-8-2

作者简介: 赵军 (1980-), 男, 硕士研究生, 从事蒸发冷却技术等研究, E-mail: sxaz@163.com

- a. 循环水蒸发冷却;
- b. 江水、湖水、地下水等天然冷源冷却;
- c. 采用蒸发冷却和天然冷源等自然冷却方式达不到要求时, 应采用人工冷源冷却。

《实用供热空调设计手册》(第二版)第21.4节和22.4节分别介绍了蒸发冷却器和蒸发冷却式空调系统^[3]。

中国制冷学会组编的《制冷学科进展研究与发展报告》中第11章介绍了零费用冷却技术。“间接蒸发冷却的关键技术研究”被列为“十一五”国家科技支撑计划重大项目“建筑节能关键技术与示范”课题研究内容^[6]。

3 实验测试

本文主要从进出风温湿度与阻力方面对组合式

机组做了一些研究。在实验台中进行了机组测试实验, 在几种不同的风速条件下, 测试进出风温湿度变化规律; 另外还包括阻力的测量与计算。测试地点为西安井上人工环境有限公司——西安工程大学产学研中心实验室。在该中心工程师与几位同学的共同参与下, 搭建了实验测试台, 同时进行相关参数测试与分析。

本次测试采用的是一台具有加湿和降温效果的机组(如图1), 机组尺寸为2360×1000×1000 mm, 风机额定风量为30000 m³/h, 电机功率为2.2 kW。空气从右侧到左侧依次通过300mm填料段、双排对喷高压喷雾段、200mm填料段、单排逆喷高压喷雾段、100mm填料段。在这几个功能段中, 水与空气直接接触, 属于直接蒸发冷却技术, 理论上实现的都是等焓冷却过程。在机组下部有集水箱, 三个

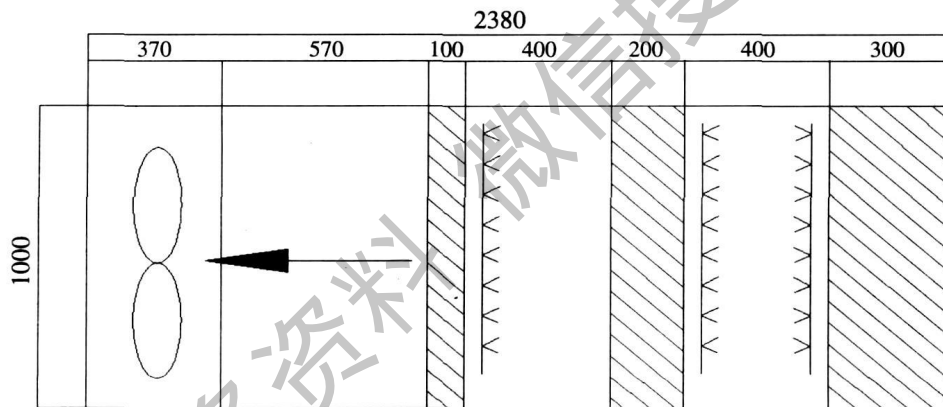


图1 间接蒸发冷却器测试示意图

填料段各布置有一个水泵, 水泵将水从底部的集水箱送到顶部的布水器, 由其将水均匀地喷淋在填料上, 水在重力作用下, 回到集水箱, 完成一个循环。两个高压喷雾段与一个高压喷雾加湿器连接, 两个功能段单独控制。当改变工况时, 各个填料段可以分别从上部拿出, 高压喷雾功能段可以分别开启。

4 测试仪器

- (1) 干湿球温度计: 2支;
- (2) U形管压力计1个;
- (3) 毕托管1支。

5 实验方案

在机组进风、出风处分别设置测点, 每处测点沿竖直方向布置三个测点以测出参数沿高度的变化, 各测点的相对高度基本是取风管高度三等分位置, 并通过在截面上测多点取平均的方法获得平均状态量。

由于测试时发现300mm的填料的阻力过大, 导致机组风量较小, 阻力损失大造成风速降低, 进而使雷诺数降低, 削弱了换热强度; 而且, 风速降低, 在同样的断面尺寸下, 风量会大大降低, 说明该结构配置不合理。因此, 本次试验去掉了300mm

的填料段, 主要以效率、阻力和风量参数, 从结构、配置因素上进行优化实验, 确定最佳方案。

采用组合方式为:

(1) 开启两级 $\delta=100\text{mm}$ 的填料, 并开启两排高压喷雾;

(2) 开启两级 $\delta=200\text{mm}$ 的填料, 并开启一排高压喷雾;

(3) 开启一级 $\delta=100\text{mm}$ 的填料, 并开启一排高压喷雾;

(4) 开启两级 $\delta=200\text{mm}$ 的填料, 并开启两排高压喷雾。

在测试阶段, 空调开启半小时后开始测量, 每 10 分钟测试一组数据。

6 测试结果及分析

实验测试结果, 各个参数测试的 5 组测试值如表 1、表 2 所示。

表 1 实验温湿度数据

组合方式测试值		序号					
		1	2	3	4	5	
1	进风	干球温度(°C)	32.5	34.5	35.0	35.0	37.5
		湿球温度(°C)	26.5	26.5	27.0	29.0	30.5
	出风	干球温度(°C)	28.0	28.5	30.0	30.5	32.5
		湿球温度(°C)	26.0	25.5	27.5	28.5	29.5
2	进风	干球温度(°C)	33.5	34.8	35.0	35.5	36.5
		湿球温度(°C)	29.3	30.5	30.5	25.5	27.3
	出风	干球温度(°C)	30.5	32.3	32.0	34.5	34.0
		湿球温度(°C)	28.8	30.0	30.3	25.7	27.0
3	进风	干球温度(°C)	33.5	34.5	34.5	35.0	35.5
		湿球温度(°C)	26.5	26.5	28.5	29.0	28.5
	出风	干球温度(°C)	27.5	28.5	30.0	30.5	30.0
		湿球温度(°C)	25.3	25.5	27.0	28.5	27.0
4	进风	干球温度(°C)	34.0	34.0	35.5	36.0	36.5
		湿球温度(°C)	28.5	28.5	30.5	30.5	30.0
	出风	干球温度(°C)	30.0	30.0	32.0	32.0	33.0
		湿球温度(°C)	28.0	28.0	30.0	30.0	29.5

从表 1 中数据可以看出:

(1) 进口空气的参数直接影响出口空气的参数, 进出风口保持有 2~6°C 温差。

(2) 组合方式 1、3 空气的参数变化略大于组合方式 2、4, 干球温度变化较大; 组合方式 4 空气的冷却效果略大于组合方式 2。

(3) 部分参数测试时出现了出风口湿球温度增

大, 进出口湿球温度差为负值的情况。

从表 2 中数据可以看出:

(1) 风量较小时系统阻力偏大, 逐渐加大风量, 阻力有保持不变趋势。

(2) 测试时发现 300mm 的填料的阻力过大, 导致机组风量较小; 前后填料厚度和为 300mm 时亦如此。

表2 实验阻力数据测试值

序号	阻力损失(Pa)			
	风量 6214m ³ /h	风量 10548m ³ /h	风量 15107m ³ /h	风量 15408m ³ /h
1	44.1	29.1	33.1	36.9
2	44.5	28.4	32.6	33.3
3	42.6	30.9	31.6	35.7
4	43.7	30.1	33.2	33.3
5	43.1	28.7	32.1	35.5
6	41.8	28.6	32.3	32.1
7	41.0	28.4	33.6	33.2
8	41.9	30.1	32	34.6
9	44.1	29.4	31.5	33.2
10	43.8	29.9	31.2	35.2
平均值	43.1	29.4	32.3	34.3

7 结论

本文通过对蒸发冷却机组实验测试数据的处理及分析,得到以下结果:

(1) 开启两级 $\delta=100\text{mm}$ 的填料,并开启两排高压喷雾与开启一级 $\delta=100\text{mm}$ 的填料,并开启一排高压喷雾方式的冷却效果明显较好。

(2) 出风口干球温度受进口干球温度的影响,成正比关系。在高进风干球温度时,温差加大,但是湿球温度的差值并无明显变化。

(3) 机组阻力损失在小风量时较大,随风速加大有明显变化,在到达额定风量一半区域,阻力损失基本保持恒定。同样填料厚度、通过填料风速、淋水密度、断面尺寸时,纸质填料在风量大大降低情况下,导致机组内风速降低,造成阻力损失急剧加大,而在风量逐渐变大时,在填料表面有一层水膜的作用下,机组阻力趋于降低,而且有稳定趋势。

(4) 因为是冬季作机组冷却实验,人工模拟夏季环境,故测试值有偏差,导致部分测试数据有误,如进出口湿球温度差为负值;组合方式1、3出风中夹杂大量的水滴等。

8 参考文献

- [1] 黄翔. 面向环保、节能、经济及室内空气品质联合挑战的蒸发冷却技术[J]. 建筑热能与通风空调, 2003, 22(4): 1-4
- [2] 黄翔, 刘鸣, 于向阳. 我国新疆地区间接蒸发冷却技术的应用现状分析[J]. 制冷与空调, 2001, 1(6): 33-38
- [3] 中华人民共和国建设部, 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 公共建筑节能设计标准(GB 50189-2005) [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2005
- [4] 中华人民共和国建设部, 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 采暖通风与空气调节设计规范(GB 50019-2003) [S]. 北京: 中国计划出版社, 2003
- [5] 陆耀庆. 实用供热空调设计手册(第二版)[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008
- [6] 王如竹. 制冷学科进展研究与发展报告[M]. 北京: 科学出版社, 2007