

文章编号:1674-649X(2017)03-0364-05

DOI:10.13338/j.issn.1674-649x.2017.03.013

* 2017 硕士研究生优秀论文

东北某数据中心机房空调系统节能改造分析

李婷婷, 黄翔, 折建利, 刘凯磊, 耿志超

(西安工程大学 环境与化学工程学院, 陕西 西安 710048)

摘要:根据蒸发式冷气机的工作原理和对空气的处理过程,对东北某数据中心进行蒸发冷却空调系统的节能改造,验证蒸发式冷气机在严寒地区数据中心应用的可行性。实际运行结果表明,东北地区数据中心采用蒸发冷却通风空调系统节能改造后,节能率达60%~80%,但运行时需要考虑是否结露、排风设置及洁净度等因素。

关键词:数据中心;蒸发式冷气机;节能改造

中图分类号:TU 831.4

文献标识码:A

Energy saving transformation of air conditioning system in a data center in northeast China

LI Tingting, HUANG Xiang, SHE Jianli, LIU Kailei, GENG Zhichao

(School of Environmental and Chemical Engineering, Xi'an Polytechnic University, Xi'an 710048, China)

Abstract: According to the working principle of the evaporative air conditioner and the process of air, the energy saving transformation of the evaporative air conditioning system in a data center in northeast China is conducted and the feasibility of the system in cold area is verified. The results show that in the energy efficiency ranges from 60% to 80% in the northeast regional data center, using evaporative cooling ventilation and air conditioning system but the operation should take the condensation, exhaust settings and cleanliness and other factors into consideration.

Key words: data center; evaporative air conditioners; energy saving transformation

0 引言

为了保证通信设备全年不间断高负荷的稳定运行,要求机房空调全年可靠运行。据权威部门统计,

收稿日期:2016-12-10

基金项目:“十三五”国家重点研发计划项目(2016YFC0700404)

通讯作者:黄翔(1962—),男,北京市人,西安工程大学教授,研究方向为蒸发冷却技术, E-mail:huangx@xpu.edu.cn

引文格式:李婷婷,黄翔,折建利,等.东北某数据中心机房空调系统节能改造分析[J].西安工程大学学报,2017,31(3):364-368.

LI Tingting, HUANG Xiang, SHE Jianli, et al. Energy saving transformation of air conditioning system in a data center in northeast China[J]. Journal of Xi'an Polytechnic University, 2017, 31(3): 364-368.

2011 年到 2013 年上半年全国共规划建设数据中心 255 个,已投入使用 173 个,总用地约 $713.2 \times 10^6 \text{ m}^2$,总机房面积约 $4 \times 10^6 \text{ m}^2$. 大型数据中心的建立,对电力供应产生了巨大的影响,已经成为一个高能耗的产业^[1-2]. 目前,中国电信发布了中国电信节能技术与应用蓝皮书,中国移动启动了以节能减排为核心的绿色行动计划,签署了节能自愿协议,中国联通也发布了节能减排指导意见. 三家电信运营企业都从加强技术改造入手,对现有老旧设备进行更新改造,众多的设备厂商和科研机构与电信企业联手,共同研发节能环保通信设备,实现电信行业大幅度降低设备能耗的目的^[3]. 传统的机房是将机房内空气冷却,然后通过高架地板下送风至机房内,其能量损耗巨大,已经远远不能满足机房的节能要求,利用自然冷源代替人工冷源降低空调机房能耗已成为一种有效的手段. 蒸发冷却空调系统符合数据机房的空调特点,即大风量、小焓差的特点^[4]. 蒸发式冷气机已用于通信行业实际工程的节能改造,该系统也称为“新风水帘过滤节能系统”,取得了巨大的节能效益^[5]. 因此,充分利用可再生能源,给数据中心设计一套绿色、节能环保的的空调系统对数据中心的节能减排具有重要的作用.

1 蒸发式冷气机原理及特点

1.1 工作原理

机房用蒸发式冷气机是基于直接蒸发冷却空调技术的一种,是空气与水接触,水蒸发吸收空气中的热量的原理. 蒸发式冷气机中的核心元件是填料(湿帘),水泵从蒸发式冷气机的蓄水池中将水送至位于填料顶部的布水器,布水器均匀地将水喷淋到填料上,空气与水在填料中充分接触,最终多余的水又回到位于填料底部的蓄水池中. 如此循环,填料的吸水性、抗菌性、降温性、除尘性等都对直接蒸发冷却的效率起到重要的作用^[6].

1.2 蒸发式冷气机在数据中心的应用

数据中心机房采用的蒸发冷却空调系统是一套完整的数据机房制冷解决方案,系统中包括蒸发式冷气机、排风机和与原有精密空调联动的控制单元. 其中,蒸发式冷气机为系统提供冷源;排风机排出机房内的热空气;联动控制系统控制机房内的温湿度使其稳定在一定的范围内,保证服务器的正常运行. 当数据中心设定的空气参数值符合冷气机运行条件时,根据冷气机安装的温湿度控制器探测到的运行状态,启动冷气机与排风机;当冷气机的温湿度控制器探测到冷气机的运行状态不能满足数据中心设定的空气状态值时,由联动控制启动数据中心的精密空调,并关闭冷气机与排风机,其智能联动控制系统图如图 1 所示^[7].

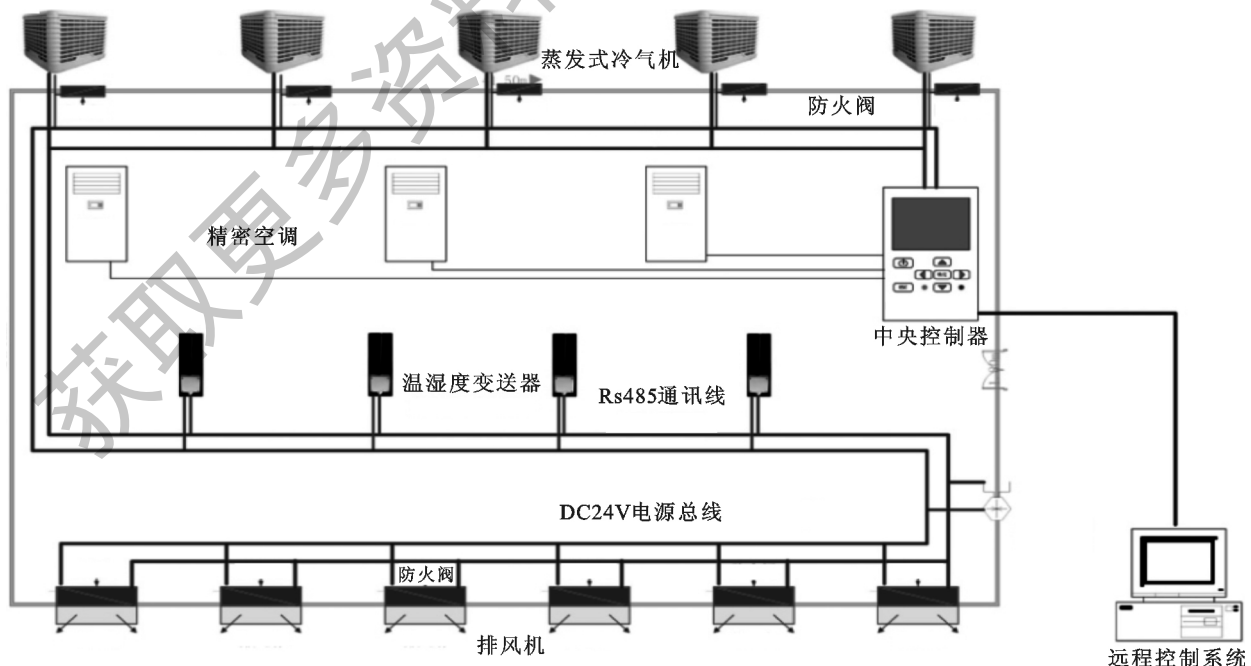


图 1 蒸发冷却与机械制冷智能联动控制系统图

Fig. 1 Evaporative cooling and mechanical refrigeration intelligent linkage control system

1.3 数据中心的蒸发冷却空调系统特点

1.3.1 送风量大,送风温差小 蒸发冷却空调的降温幅度与设备的蒸发效率和当地室外空气干球温度与湿球温度差密切相关.蒸发式冷气机的效率一般为 85%,所以室外空气的干湿球温差越大,降温幅度就越大.蒸发式冷气机的降温效果受气候的影响较大.由于蒸发冷却空调降温幅度的限制,使得送风量较传统空调大.与机械制冷相比,当制冷量相同时,送风温差小,送风量大^[8-9].

1.3.2 冷却、加湿及湿式过滤功能 蒸发式冷气机的制冷量为显热冷却,通过冷空气吸收机房的显热量来降温,实现其对机房的冷却.蒸发式冷气机不间断的由水泵抽取循环水喷淋,在填料表面形成均匀的水膜,水蒸气在空气和水膜表面的饱和空气层之间水蒸气分压力差的作用下进入空气,空气的湿度增加.水被循环水泵从集水盘中抽出,经布水器均匀滴淋到填料上,淋水在填料上形成水膜,带有灰尘的空气通过填料时,较大的颗粒直接撞击到填料上被捕获,较小的颗粒通过空气与液膜表面的接触被液膜捕获,淋水落回集水盘,集水盘中的液体定期排泄更换以确保清洁.

2 改造的实例分析及关键问题

2.1 实例分析

2.1.1 数据中心概况 黑龙江绥化某数据机房原有空调系统为全空气系统,配有两台精密空调、两台加湿器如图 2,图 3 所示.采用高架地板,下送上回的气流组织形式.根据电子信息机房室内环境的要求,以及企业对节能减排所提出的要求,对该项目的空调系统进行了节能改造.改造后该机房采用蒸发冷却与机械制冷联动空调系统,选用了 4 台 18 000 m³/h 风量的蒸发式冷气机和 4 台轴流式排风机如图 4,图 5 所示.



图 2 改造前该数据中心的空调系统
Fig. 2 Air conditioning system before transformation



图 3 改造后该数据中心的空调系统
Fig. 3 Transformed air conditioning system



图 4 改造后该数据中心的排风系统
Fig. 6 Transformed exhaust system

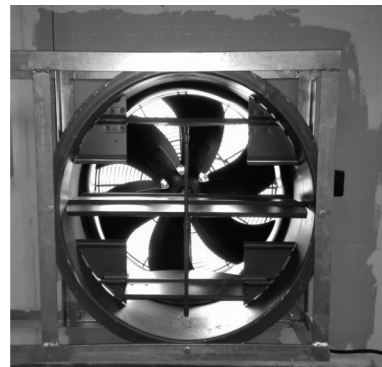


图 5 改造后该数据中心的轴流式排风机
Fig. 7 Transformed axial fan

2.1.2 实际节能效果 改造后该数据中心空调系统的运行可根据室外温度的变化灵活调整运行模式.在夏季,炎热高温时,开启精密空调为机房供冷,并利用部分回风,达到节能的目的;在冬季,室外空气温度较低时,可以关闭机械制冷,单独运行蒸发式冷气机,并可以根据室外气象条件,灵活调整新风比例;过渡季节,室外空气温度低于机房内温度,可以采用直流式全新风的运行模式.为了解蒸发式冷气机在数据中心

的使用情况,本文对测试日白天蒸发式冷气机运行期间(13:00-14:00)的室外空气干球温度,蒸发式冷气机的出风温度以及机房内的温度和湿度测试如图 6,7 所示.在测试期间,机房内的温度基本保持在 27℃,相对湿度基本保持在 50%,符合数据中心对温湿度的要求.



图 6 机柜进风口测点布置图
Fig. 6 Arrangement of air intake



图 7 送风口测点布置图
Fig. 7 Design of air outlet

通过对蒸发式冷气机在数据中心应用情况的实际测试,验证蒸发式冷气机应用于数据中心的实际降温效果,并现场询问负责人,证明蒸发式冷气机用于数据中心的降温效果和节能性.由于东北属于严寒地区,年平均气温较低,自然冷源丰富,蒸发式冷气机基本可以满足数据中心的制冷要求,全年开启精密空调的时间不足一个月,其节能率在 60%~80%.

2.2 关键问题

2.2.1 是否结露 通信基站对环境的要求为 18~28℃,温度变化率<10℃,不得结露^[10-11].冬季室内设定的温度依据室外温度的变化而变化,室外温度较低则室内温度设置低些.如果在冬季将室外冷风不经过处理直接引入高温高湿的机房就有可能结露.

2.2.2 排风设置 蒸发式冷气机实现的是等焓过程,经蒸发式冷气机处理后的空气温度下降,湿度增加,如果机房内的排风不够,必然导致室内的湿度变大.冷气机在使用时要保证有足够的排风量,采用机械排风,设计的排风量不应小于送风量的 85%^[12-13],冷气机工作时,有进风必须有排风,如果排风不畅,则形成过高的室内正压,影响冷气机的使用效果,一进一排,房间的湿量可保持在恒定范围.为了保证机房专用空调在夏季运行时的密封性,需要给排风机安装风阀,保持房间的密封性.

2.2.3 局部热点 现在应用数据中心的蒸发式冷气机多采用上送风的方式,冷却过程为先冷却机房的环境温度,依靠降低的环境温度冷却设备.对局部发热量较大的设备,建议连接风管设置岗位送风,冷空气先冷却通信设备后冷却环境,避免产生局部热点^[14].

2.2.4 洁净度 尘埃对通信设备有极大的危害,电子器件上的灰尘会引起绝缘不良.在机房相对湿度偏低时,电子器件上的灰尘容易造成静电吸附.在冬季,如果直接将室外的冷空气送入机房内,则必须对空气进行过滤,若使用的是袋式过滤器,则必须定期进行更换,以保证机房内空气的洁净度,避免不安全隐患.

4 结 论

(1) 通过对东北某数据中心采用蒸发冷却空调系统的节能改造分析发现,采用蒸发冷却空调系统的数据中心排风系统和新风过滤系统是数据中心不间断安全稳定运行的关键.

(2) 蒸发式冷气机在东北地区数据中心的应用是可行的,为今后严寒地区数据中心采用蒸发冷却空调系统提供借鉴.

参考文献(References):

- [1] 黄翔,周海东,范坤,等.通信机房应用直接蒸发冷却空调方式的优化及节能分析[J].暖通空调,2013,43(10):28-34.
HUANG Xiang, ZHOU Hai dong, FAN Kun, et al. Optimization and energy saving analysis of direct evaporative air cooler applied to telecommunication equipment rooms[J]. Journal of HV & AC, 2013, 43(10): 28-34.

- [2] 张鑫,黄翔,孙哲,等. 蒸发冷却室外设计计算参数的确定方法[J]. 西安工程大学学报,2014,28(4):469-473.
ZHANG Xin,HUANG Xiang,SUN Zhe,et al. Determination of outdoor meteorological parameter for evaporative cooling[J]. Journal of Xi'an Polytechnic University,2014,28(4):469-473.
- [3] 何华明. 蒸发式冷气机应用于通信机房的节能分析[J]. 制冷与空调,2011,11(3):107-111.
HE Huaming. Energy-saving analysis of evaporative air cooler applied into telecommunication field[J]. Refrigeration and Air-conditioning, 2011,11(3):107-111.
- [4] 黄翔,韩正林,宋姣姣,等. 蒸发冷却通风空调技术在国内外数据中心的应用[J]. 制冷技术,2015,35(2):47-53.
HUANG Xiang,HAN Zhenglin,SONG Jiaojiao,et al. Application of evaporative cooling air conditioning in data center at home and abroad[J]. Refrigeration technology,2015,35(2):47-53.
- [5] 范坤,黄翔,周敏,等. 蒸发式冷气机在湿热地区通信基站中的应用[J]. 制冷与空调,2013,13(3):88-92.
FAN Kun,HUANG Xiang,ZHOU Min,et al. Application of evaporative air-cooler into communication base station at moist heat areas[J]. Refrigeration and Air Conditioning,2013,13(3):88-92.
- [6] 吕伟华,黄翔,宋娇娇,等. 蒸发冷却空调在数据中心节能减排中的作用[J]. 建筑热能通风空调,2016,35(2):60-62.
LYU Weihua,HUANG Xiang,SONG Jiaojiao,et al. The energy-saving of evaporating air conditioning for data center buildings[J]. Building Energy & Environment,2016,35(2):60-62.
- [7] 刘凯磊. 蒸发冷却+机械制冷联合空调系统在数据中心的应用研究[D]. 西安:西安工程大学,2017:27-29.
LIU Kailei. The application research of air conditioning system combined evaporative cooling and mechanical refrigeration in data center[D]. Xi'an:Xi'an Polytechnic University,2017:27-29.
- [8] 周海东,黄翔,屈元. 蒸发式冷气机在通信基站的适用性分析[J]. 制冷空调与电力机械,2011,32(5):1-5.
ZHOU Haidong,HUANG Xiang,QU Yuan. Applicability analysis of using evaporative air cooler for telecommunication base stations[J]. Refrigeration Air Conditioning & Electric Power Machinery,2011,32(5):1-5.
- [9] 周海东. 通信机房(基站)用蒸发冷却空调的应用研究[D]. 西安:西安工程大学,2013:10-15.
ZHOU Haidong. Application research of evaporative air conditioning in telecommunication room or base station[D]. Xi'an:Xi'an Polytechnic University,2013:10-15.
- [10] 黄翔. 空调工程[M]. 北京:机械工业出版社,2013:282-293.
HUANG Xiang. Air condition engineering[M]. Beijing: China Machine Press,2013: 282-293.
- [11] 王兴兴,黄翔,申长军,等. 西安地区蒸发式冷气机室内外降温实验分析[J]. 发电与空调,2015,36(165):59-64.
WANG Xingxing,HUANG Xiang,SHEN Changjun,et al. Experimental analysis of outdoor and indoor cooling of evaporative air conditioner in Xi'an[J]. Power Generation & Air condition,2015,36(165):59-64.
- [12] 钱存存. 华南地区办公建筑 IDC 机房空调系统优化设计与节能改造方案研究[D]. 重庆:重庆大学,2015:24-25.
QIAN Cuncun. Optimization designs and energy saving methods of air conditioning system in IDC in office buildings in south China[D]. Chongqing:Chongqing University,2015:24-25.
- [13] PARTAKER S V. Airflow and cooling in a data center[J]. Journal of Heat Transfer,2010,132(7):1-17.
- [14] LI Zheng,KAMDOLAR S G. Current status and future trends in data-center cooling technologies[J]. Heat Transfer Engineering,2015, 36(6):523-538.

责任编辑:田莉