

文章编号: 1005-0329(2015)09-0079-04

新风和空调系统应用于通信机房的能耗研究

范 轩,曹小林,黄晓峰,谭诒煌

(中南大学 湖南长沙 410083)

摘 要:以通信机房的空调能耗为研究对象,利用 TRNSYS 模拟软件建立未利用/利用新风系统时的通信机房的空调能耗模型。模拟研究通信机房的空调负荷、围护结构传热量等数据,将 2 种模型进行对比,并分析围护结构对空调负荷及围护结构传热量的影响趋势及变化规律。

关键词:通信机房;新风;空调;能耗

中图分类号: TH137;TB65

文献标志码: A

doi: 10.3969/j.issn.1005-0329.2015.09.016

Investigation on the Energy Consumption of a Communications Room Using Fresh Air and Air Condition System

FAN Xuan, CAO Xiao-lin, HUANG Xiao-feng, TAN Yi-huang

(Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: The energy consumption of communication equipment room is the main study object, establishing the air conditioning energy consumption model of the communication equipment room when not using/using the new air system utilizing TRNSYS simulation software. Numerical simulations were used to investigate the air conditioning load and the wall gain load of communication equipment room, the two models are compared, and analyse impact trend and change rule of meteorological parameters and building envelope to air conditioning load and heat transmission capacity of building envelope.

Key words: communications room; fresh air; conditioning; energy simulation

1 引言

通信机房空调能耗是通信行业能耗中不可忽视的一部分,也是增长较快的一部分。根据电信部门对通信行业能耗进行的数据统计,其中空调系统能耗占总能耗的 40%^[1~4]。设备选型、环境温度、气流组织、送风方式等都对空调系统的能耗有很大的影响,因此通信机房空调系统具有很大的节能潜能。

2 模拟计算

在一般的建筑热工设计时,往往把我国地域分为 5 类,分别是严寒地区、寒冷地区、冬冷夏热地区、冬暖夏热地区、温和地区^[5]。因此本文选择长春、北京、南京、广州、昆明 5 个具有代表性气

候特点的城市对通信机房空调能耗进行研究。

当机房温度低于 22℃ 时,采用室外新风来冷却机房设备,这样在减少大量空调能耗的同时,只增加了少量风机能耗;当室外温度高于 22℃ 低于 26℃ 时,可引入新风且开启部分空调系统对设备进行冷却;当温度高于 26℃ 时,关闭新风系统,全部利用空调进行冷却。相对于全年采用空调系统,引入新风后,将减少大量空调能耗。

以贵阳地区为例,贵阳地区年气温统计数据见表 1。

表 1 贵阳地区年气温统计数据

温度段(℃)	$t < 22$	$22 < t < 26$	$t > 26$
时长(h)	7339	1137	284
占比(%)	83.78%	12.98%	3.24%

由表 1 可知,对于贵阳地区,低于 22℃ 的时间达到全年时间的 83.78%,低于 26℃ 且高于

收稿日期: 2015-03-20 修稿日期: 2015-05-21

22℃的时间达到全年时间的12.98% ,高于 26℃的时间达到全年时间的3.24% 。

因此 ,大部分时间只需开启新风系统 ,可节省大量的空调能耗 ,需要单独开启空调系统的时间只占了全年的 3.24% 。

2.1 未利用新风系统时的机房空调能耗模拟

本文采用模块化的仿真软件 TRNSYS 来进行 ,它通过选择不同的模块通过一定关系的连接方式进行连接 ,然后对各个模块和模块之间的参数进行设置 ,最后完成模拟计算。

针对通信机房的空调系统 ,建立的 TRNSYS 模型如图 1 所示 ,设定制冷温度为 26℃ ,制热温度为 16℃ ,机房中的电子设备发热功率为 57.6 kW。围护结构采用较为常用的砖混结构 ,针对 3 种不同厚度的围护结构 (180 240 370mm) 模拟长春、北京、南京、广州、昆明 5 个城市的通信机房的空调能耗。模拟结果如图 2 所示。

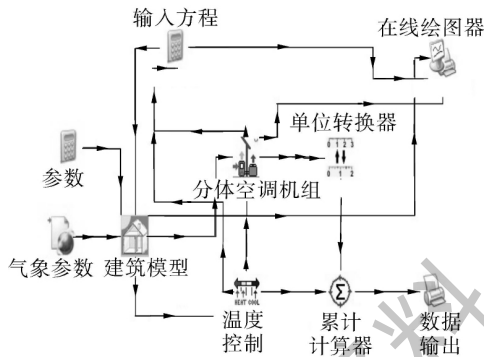


图 1 单独空调系统能耗模拟模型

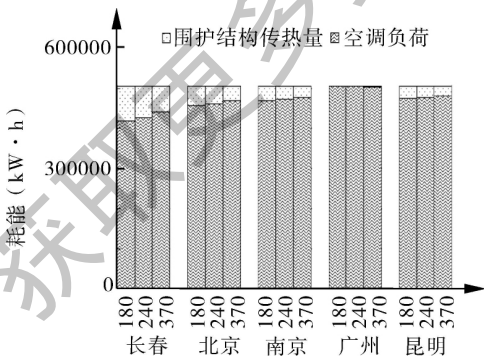


图 2 单独空调系统时不同围护结构能耗

2.2 利用新风系统时的机房空调能耗模拟

采用新风系统时 ,在之前所建立的 TRNSYS 模型中引入变流量离心风机模块 ,该模型风机转速可从 0 到额定值调节 ,另外设置新风机组的能效比为 10^[6,7] 模型如图 3 所示。

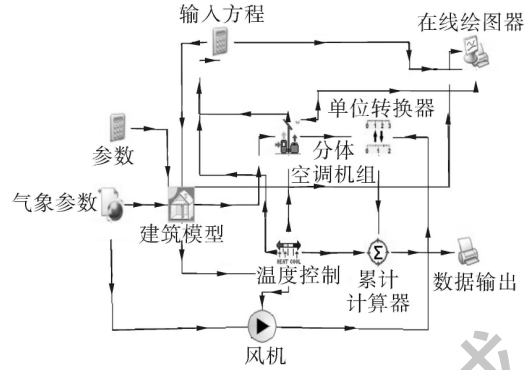


图 3 新风 + 空调系统能耗模拟模型

模拟时 ,设置当室外温度小于 22℃ 时 ,开启新风系统 ,由新风系统单独运行 ;当室外温度在 22℃ 至 26℃ 时 ,开启新风系统及部分空调系统 ;当室外温度高于 26℃ 时 ,全部采用空调系统运行。模拟结果如图 4 所示。

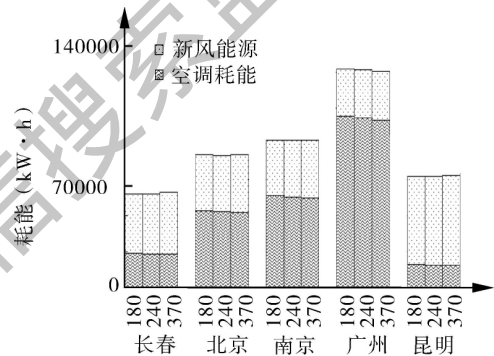


图 4 新风 + 空调系统时不同围护结构能耗

3 模拟结果及分析

由图 2 分析可得 ,未引进新风系统时 ,除广州地区外 ,其他 4 个地区通信机房围护结构传热量随围护结构厚度的增大而减小 ,因此选择较薄的围护结构就可以向室外环境传递更多热量 ,从而减小空调负荷。上述 4 个地区的通信机房 ,采用 180mm 砖混结构时空调负荷最小。而广州地区由于全年室外温度都较高 ,较大传热系数的围护结构散热量和得热量均较高 ,模拟分析后得出 370mm 砖混结构的机房空调负荷最小。

由图 4 分析可知 ,引进了新风系统后 ,长春地区采用 180mm 砖混结构时总能耗最低 ,为 51921kW ,节能率为 56.72%。北京和昆明地区采用 240mm 砖混结构时总能耗最低 ,为 73627kW 和 61780kW ,节能率为 44.16% 和 54.63%。南京和广州地区采用 370mm 砖混结构时总能耗最低 ,

为 81752kW 和 120524kW ,节能率为 40.04% 和 16.35% 。

由图 5 可知 ,每个地区都有大半年的时间只需要运行新风系统就能满足负荷要求 ,而需要单独运行空调系统的时间只有短短的三、四个月 ,甚至更短 ,这就大大地降低了能耗。

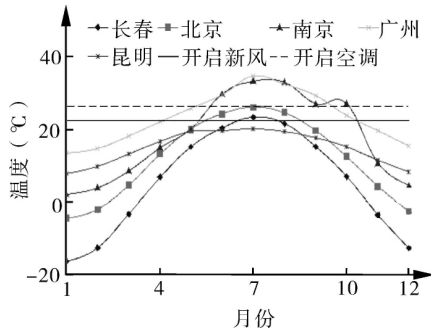


图 5 各地室外月平均温度

由图 6 可知 ,新风 + 空调系统的总能耗相对于单独的空调系统有很大程度的下降。采用 370mm 砖混结构时节能量最大 ,从大到小依次是昆明地区、长春地区、北京地区、南京地区及广州地区 ,节能率分别为 54.77% ,58.00% ,44.92% ,40.04% ,16.35% 。

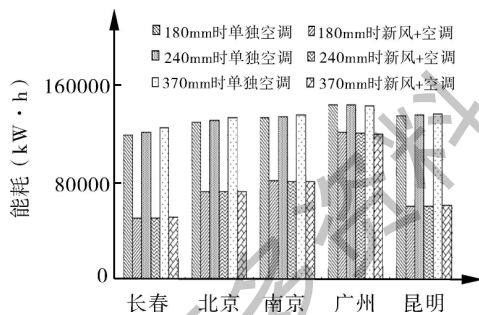


图 6 单独新风和新风 + 空调系统能耗对比

4 通信机房空调能耗模型验证

现以贵阳大西门通信枢纽(2~7层为通信机房)为研究对象,对改造前的实际用电量进行测量,根据贵阳地区的气候参数对此通信枢纽空调能耗进行模拟,将模拟值与实测值进行对比。

表 2 贵阳大西门通信枢纽空调用电实测值与模拟值

空调实测 用电(kW·h)	模拟空调 能耗(kW·h)	偏差(%)
1188842	1137721.8	4.3

由表 2 可知 ,空调实际用电与模拟计算得到的用电偏差率只有 4.3% ,因此可知本文中所建能耗模拟的模型比较准确。

5 新风 + 空调系统经济性评价

对贵阳大西门通信枢纽每层的通信机房(2~7层为通信机房)进行节能改造,把原有的空调系统改造成为新风 + 空调系统,由新风机组和空调机组共同担负机房室内的负荷。由表 3 可知此通信机房节电量为 641968kW·h,新风系统中选用 1 套 HL3~3.5A ,1 套 HL3~4.5A ,3 套 HL3~5A 及 1 套 HL3~5.5A 新风机组。表 4 为系统改造所需的各种费用。由表 4 计算可知,改造后的新风 + 空调系统的投资在 2 年内就能回收,若考虑此系统能够运行 10 年,则获得的收益为 285.8 万元(电费按 0.5 元/kW·h 计算)。因此在对通信机房改造后不仅能够满足机房高密度、高容量设备散热的需求,而且还能够减少大量能耗,降低通信机房的运行成本。

表 3 贵阳大西门通信枢纽机房改造前后用电及新风机组配置 (kW·h)

	2 层机房	3 层机房	4 层机房	5 层机房	6 层机房	7 层机房	总计
改造前能耗	167426	210240	212868	230388	310104	57816	1188842
改造后	空调能耗	15813.3	19825.6	20061.6	21713.7	29266.4	5428.4
	新风机组能耗	61324.7	76884.7	77800.1	84207.1	113496.6	21051.7
新风机组配置	HL3-4.5A	HL3-5A	HL3-5A	HL3-5A	HL3-5.5A	HL3-3.5A	

表 4 通信机房改造投资费用

项目	新风机组				风系统 (静压箱 及调节阀)	粗中效 过滤器	高中效 过滤器	机组安装 (设备 费用 20%)	总计
	HL3- 4.5A	HL3- 5A	HL3- 3.5A	HL3- 5.5A					
数量(台)	1	3	1	1		12	12		
费用(元)	31214	105795	25390	42926	101743	840	2100	41065	351073

6 结论

(1) 通信机房全年均无热负荷,只需要采取制冷措施;

(2) 在通信机房中,新风+空调系统相对于单独空调系统有相当的节能量,其中节能量从大到小依次是昆明地区、长春地区、北京地区、南京地区及广州地区,节能率分别为 54.77%、58.00%、44.92%、40.04%、16.35%;

(3) 采用新风+空调系统时,长春地区总能耗最低的是 180mm 砖混结构,北京和昆明地区是 240mm 砖混结构,而南京和广州地区是 370mm 砖混结构;

(4) 5 个地区通信机房全年的新风能耗、节能量均是随围护结构厚度的增加而增大;

(5) 对改造后的机房进行经济性评估,改造后的通信机房能够节约大量能耗,在 2 年内就能够收回投资成本,因此可以大大降低通信机房的运行成本。

参考文献

[1] Nelson Fumo , Pedro Mago , Rogelio Luck. Methodolo-

gy to estimate building energy consumption using EnergyPlus Benchmark Models [J]. Energy and Buildings , 2010 ,42(12) : 2331-2337.

[2] 黄翔,白延斌,汪超,等. 全空气蒸发冷却空调系统的设计方法 [J]. 流体机械,2014,42(1):80-86.

[3] 赵钦新,郭元亮,史进渊,等. 锅炉全生命周期安全高效运行和节能减排 [J]. 压力容器,2013,30(1):5-18.

[4] 陈修敏,张九根. 数据中心机房空调系统设计及气流优化分析 [J]. 流体机械,2014,42(11):79-82.

[5] 中国建筑科学研究院. GB50189-2005 公共建筑节能设计标准 [S]. 北京:中国建筑工业出版社,2005.

[6] 中国通信标准化协会. YD/T 1969-2009 通信局(站)用智能新风节能系统 [S]. 北京:中国标准出版社,2009.

[7] 黄晓峰. 新风+空调系统在通信机房的能耗研究 [D]. 长沙:中南大学,2013.

作者简介:范轩(1991-),男,在读硕士研究生,通讯地址:410083 湖南长沙市麓山南路 932 号中南大学能源科学与工程学院。

(上接第 66 页)

参考文献

[1] 韩东太,王友成. 毛细管网呼吸式空调柜 [J]. 暖通空调,2012,42(12):133-136.

[2] 闫振华,黄翔,宣永梅. 关于毛细管辐射供冷空调系统应用的初探 [J]. 制冷,2008,27(1):65-68.

[3] 刘晓蕊. 毛细管网换热性能实验研究及数值模拟 [D]. 徐州:中国矿业大学,2012.

[4] 布文峰,王世洪. 对露点温度计算的修正 [J]. 北京工业大学学报,2001,27(3):369-370.

[5] Richard K Stand. Investigation of a Condenser-Linked Radiant Cooling System Using a Heat Balance Based Energy Simulation Program [J]. ASHRAE,2003,7(3):647-655.

[6] 侯兆川,郭海新,齐政新. 毛细管重力循环空调技术在工程应用中的体会 [J]. 供热制冷,2009,1(11):56-58.

[7] 谷德军,金梧凤,裴凤,等. 毛细管重力循环供冷末端装置及运行性能研究 [J]. 流体机械,2013,41(9):61-67.

[8] 冯淳,冯海芃. 制冷与空调系统中毛细管流量的测试方法研究 [J]. 流体机械,2013,41(7):79-80.

[9] 金梧凤,邹同华,余铭锡,等. 毛细管重力循环供冷装置的供冷性能研究 [J]. 制冷与空调,2010,10(6):16-20.

[10] Taeyeon Kim , Shinsuke Kato , et al. Indoor cooling/heating Load Analysis Based on Coupled simulation of Convection , Radiation and HVAC Control [J]. Building and environment,2001,36(7):901-908.

作者简介:陈慧(1990-),女,硕士研究生,从事制冷与低温工程研究,通讯地址:221116 江苏徐州市中国矿业大学南湖校区竹一 A6032。