

文章编号：1671-6612 (2013) 05-458-04

机房空调节能技术探讨

陈胜朋¹ 梁立平¹ 陈红¹ 顾春兵¹ 侯聪聪² 陈振乾²

(1.南京佳力图空调机电有限公司 南京 211102; 2.东南大学 南京 211102)

【摘要】 机房空调能耗占机房设备总能耗的 50%左右,分别从利用自然冷源、雾化喷淋降温、智能控制及日常维护等方面分析和探讨了机房专用空调节能技术,各机房可根据现实条件,采用其中的一条或几条节能措施,具有很重要的现实意义。

【关键词】 自然冷源;喷淋;智能控制;维护节能
中图分类号 TU831.6 文献标识码 B

Introduction and Analysis on Energy Saving Technologies of Machine Room

Chen Shengpeng¹ Liang Liping¹ Chen Hong¹ Gu Chunbing¹ Hou Congcong² Chen Zhenqian²

(1.Nanjing canatal air-conditioning electromechanical Co., Ltd, Nanjing, 211102; 2.Southeast University, Nanjing, 211102)

【Abstract】 Air conditioning energy consumption of machine room accounts for more than 40% of the total energy consumption. In this paper, several energy saving technologies are analyzed and dintroduced, including utilizing natural cooling resources, spaying, intelligent control and maintenance. It has a very important practical significance to use some of the energy saving technologies according to the particular conditions in the machine room.

【Keywords】 natural cooling resources; spaying; intelligent control; maintenance

0 引言

随着我国通信事业及信息产业的发展,各种数据业务大量涌现。机房能耗已成为通信产业及信息产业重要的运行成本。据统计,机房空调的耗电量占机房总耗电量50%左右^[1]。本文从利用自然冷源、喷淋降温、智能控制及维护等方面,介绍了机房空调节能技术,各数据机房可根据具体条件,采用文中的一条或几条节能措施,具有重要的现实意义。

1 利用自然冷源节能

自然资源是最经济环保的资源,取之不尽,用之不竭,机房设备散热首选利用大气的低温自然冷源。根据采取的技术措施不同,可分为新风节能技术、水冷(乙二醇)双冷源系统和氟泵循环系统等。

1.1 新风节能技术

新风节能是利用机房内外空气的温差效应,将机房内的热量迅速向外迁移,从而降低机房内温

度。通信及各种数据机房内常年温度维持在23度左右^[2],我国大部分区域属于大陆季风性气候,四季分明,一年内低于23度的天数占多数,根据传热学原理,只要室外温度低于23,就可以采取相应措施,实现机房内热量向室外的自然迁移。按照机房设备是否与室外空气是否直接接触,可将新风节能技术分为直接利用新风系统和间接利用新风系统。

直接利用新风系统是将室外低温空气经过过滤后,直接送入机房内冷却散热设备的系统,为了实现过程的连续性,需设置排风口,保证机房内维持一定的正压。系统原理如图1。

直接利用新风系统由进(排)空气风道、风机及其控制系统组成。控制系统包括室外温湿度传感器、室内温湿度传感器和控制器等。当室外温度较低时,新风系统启动,室外低温空气经过过滤后进入机房内对设备进行散热,吸收热量的室外空气在室内外压差的作用下,通过排风口自动排出,如此

作者(通讯作者)简介:陈胜朋(1984-),男,硕士,工程师,从事精密空调研究及技术支持,E-mail:shp_chen@163.com
收稿日期:2012-11-12

反复, 维持机房内一定的温湿度。室外气象条件变化较大, 为了保持机房内温湿度恒定, 控制系统常采用两种方法: 间歇启停控制及风机变频控制。间歇启停控制是指当机房内参数达到设定值时, 新风机关闭, 当机房内参数达到启动值时, 新风机开启, 通过新风机的反复启停来维持机房内参数的恒定。间歇启停控制通常设置较大的温湿度控制区间, 温湿度波动范围大, 控制精度较差, 适用于对参数要求不太精确的机房。风机变频系统是根据室内外温湿度传感器反馈的数据改变风机风量, 通过调整风量来实现机房内参数的稳定。

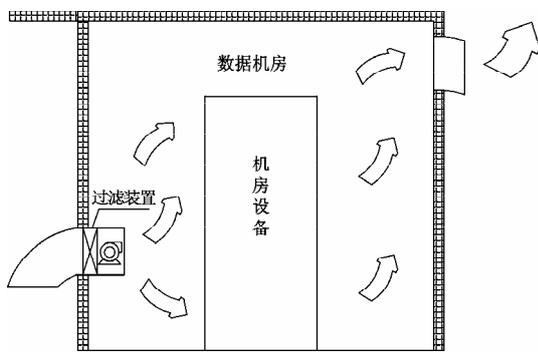


图1 直接利用新风系统原理图

Fig.1 Principle chart of direct fresh air system

直接新风系统适用于对机房内温湿度要求不高的小型数据机房, 对于发热量不大的机房, 采用简单的直接新风系统即可满足机房内散热需求。为了保证室内洁净度, 过滤装置应能有效过滤空气中的灰尘及微小悬浮物。当室外条件较恶劣时, 如连续阴雨天气, 空气湿度过大, 应关闭新风系统, 采取其它冷却措施。

间接新风系统是利用换热器将室内空气的热量迁移至室外环境, 换热过程中, 室内空气与室外空气无直接接触, 室内空气和室外空气以显热的方式传递热量。系统原理图如图2。

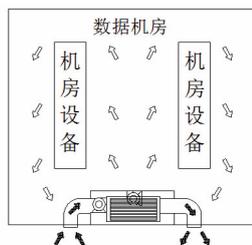


图2 间接利用新风系统原理图

Fig.2 Principle chart of indirect fresh air system

间接新风系统由室内风机、室外风机、新风换

热器及控制系统组成。当室外温度低于设定值时, 间接新风系统启动, 室外空气经过风道进入间接新风系统新风换热器, 室内空气在室内风机的驱动经新风换热器循环, 不断的将机房设备的热量通过室外新风迁移。间接新风系统室外空气与室内空气不直接接触, 通过显热传递, 能有效保障机房环境的洁净度, 同时, 机房内湿度也不受室外环境的影响。只要室外温度低于机房内温度, 新风系统都可以实现冷却降温的功能, 具有较强的适应能力。实践证明, 采用新风节能技术设备简单, 效果好, 节电率可达38%以上^[3]。

1.2 水冷(乙二醇)双冷源系统

水冷(乙二醇)双冷源系统是在传统制冷循环的基础上额外增加一套直接利用自然冷源的双循环系统。如图3所示。当室外温度较低时, 蒸汽制冷循环系统关闭, 冷却水(乙二醇)在水泵的作用下直接进入室内换热器内带走机房内热量, 冷却水(乙二醇)温度升高, 高温的水(乙二醇)在室外换热器的作用下, 将热量传递至室外空气中。与传统制冷循环相比, 压缩机无需启动, 冷媒(水或乙二醇)在水泵的作用下, 实现热量在室内机和室外机之间的迁移, 由于水泵的功耗要远低于压缩机, 该直接散热方式具有较大的节能潜力。

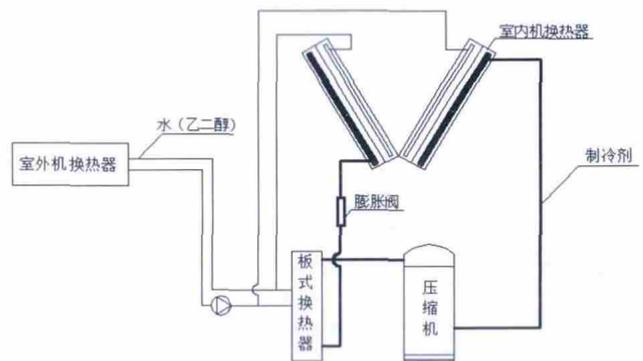


图3 水(乙二醇)双冷源系统原理图

Fig.3 Principle chart of dual cycle system

在我国北方地区, 冬季室外温度较低, 为了避免结冰, 冷媒需采用乙二醇溶液。双冷源节能系统简单、可靠, 运行比较稳定, 对蒸汽压缩式制冷循环也没有影响。

1.3 氟泵循环系统

低温空气源制冷氟泵机组是一种与风冷型机房空调系统配套的节能产品, 如图4所示, 与风冷型机房空调构成双工况制冷循环。室外温度较高时, 压

缩机启动，机房通过蒸汽压缩机制冷循环散热；室外温度较低时，压缩机关闭，氟泵启动，制冷剂在氟泵的作用下在室内换热器与室外换热器之间循环，由于室外温度较低，制冷剂在室外机散热，冷却的制冷剂流经室内机换热器时，带走机房内热量。

低温空气源制冷氟泵系统可在原有风冷机组经过改造完成，适用范围广。该系统不影响机房内空气质量，不破坏建筑外观，可靠性高，适用方便，实现了压缩制冷循环和氟泵运行的自由切换，使系统运行安全可靠，节能效果显著。

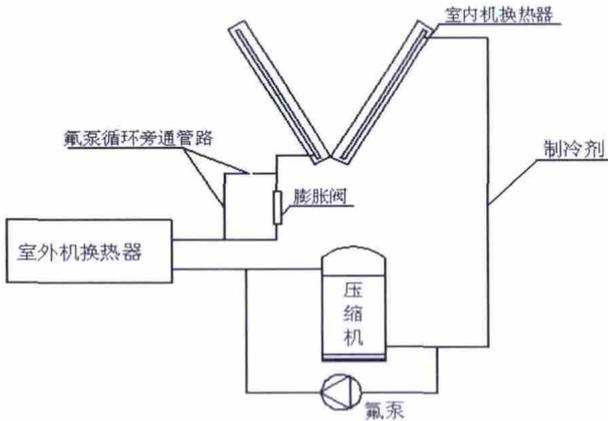


图4 氟泵制冷循环原理图

Fig.4 Principle chart of pump refrigerating cycle

2 雾化喷淋降温节能

随着机房空调运行年限的增加，室外冷凝器内壁表面会附着一层润滑油，各种制冷剂杂质及系统污垢也会附着在内壁表面，增加了传热热阻；其外表面也会因为结垢、翅片老化等原因，传热热阻增大。冷凝器散热效果下降，制冷系统高压过高，压缩机功耗增大，严重时触发高压报警。

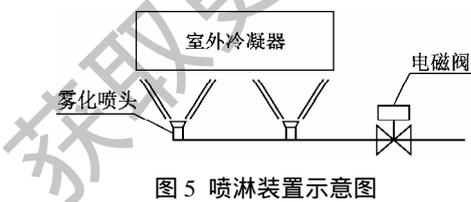


图5 喷淋装置示意图

雾化喷淋降温节能是利用水的潜热来降低室外冷凝器内制冷剂的压力和温度。如图5所示，采用低压喷雾头将每一滴水雾化成原水滴体积1/800左右，喷淋在冷凝器下端，由于水滴的体积大大减小，雾化蒸发速度比水滴快300倍以上。雾化喷淋使得水喷淋到空调室外冷凝器散热片上时能够产生从液态到

气态的相变，使吸收的热量大大增加。水从液态到气态吸收热量为水温升1℃吸热的539倍。由于吸热量大大增加，能迅速降低系统蒸发压力，冷凝温度降低8℃左右^[4]。雾化喷淋系统由软化装置、雾化喷头、电磁阀、软化装置及控制系统组成。通常以制冷系统高压或室外温度作为控制参数。

采用雾化喷淋技术后，可有效降低系统能耗。如制冷原理压焓图所示（图6），当室外冷凝器散热情况不良时，冷凝压力较高，采取雾化喷淋后，系统压力由 p_1 点降低为 p_1' ，压缩机功耗减小 (H_3-H_3')，制冷量增加 (H_1-H_1')，制冷系统 EER（制冷系数）明显提高。依据上述原理，我司研发了风冷式空调室外冷凝器喷淋降温装置，并成功应用于北京某机房内，根据测试的数据，夏季喷淋系统工作时，制冷系统压缩机功耗降低20%以上^[5]。

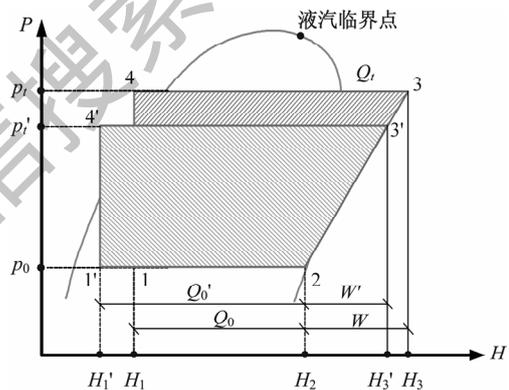


图6 喷淋降温降压节能原理图

Fig.6 Energy saving principle chart of spraying system

3 智能控制节能

应用先进控制理论及设备，亦可实现机房空调的节能，根据控制的对象不同，可分为单台控制节能和群控节能。

3.1 单台机房空调控制节能

对于小型的数据机房，一两台空调就可以满足负荷需求，可采取变风量及温湿度联控来实现节能。

机房空调显热比、风量大，相应的风机能耗较高。传统的室内风机都是定风量，无论制冷系统是否工作，风机耗电量是一个定值。室内温度达到设定值时，压缩机关闭，某些情况下，机房内不需要如此大的风量。此时，可采取技术手段，使当压缩机关闭时，风机风量减小，从而减少风机能耗。但风量的减少应保证室内气流的充分混合，避免因风

量过少而出现局部过热问题。

为了维持机房内恒定的参数,需要反复开启制冷、加湿、除湿、加热等循环。传统的控制方式是根 据单一参数进行温湿度控制,当机房温度为 30℃,湿度为 30% 时,根据各自的控制运算法则,同时开启制冷、加湿循环。机房温度由 30℃ 降低 23℃,可近似看做等湿(含湿量不变,即空气中绝对含湿量不变)过程,其相对湿度已增加至 52%,即对于该状态下的空气,通过制冷作用即可到达温湿度要求。根据温湿度的关联性,采用智能预测控制的方式,可以减少一些不必要的浪费。

3.2 机房空调群控节能

对于大型的数据机房,需采用多台空调共同工作来满足机房散热需求。这些空调或因型号、品牌不同等原因,往往是各自运行。可对同一机房内不同设备进行联控控制,达到节能减排的目的。

群控可避免机房内各空调的竞争运行。机房内负荷分布不均时,各机房空调检测的温度并不相同,当单独控制时,存在部分空 调制冷部分空 调制热(或部分空调加湿部分空调除湿)情况,这对于同一开放式机房是一种能源浪费,对于温湿度分布不均的情况,通过空气的混合即可使其趋于均匀;采取群控后,各机房空调参数共享,避免竞争运行。群控可根据机房负荷自动调整机房空调运行的台数,使机房空调的负荷与机房散热量相匹配,当运行的空调发生故障时,自动启动其它空调,确保机房安全运行。

4 维修维护节能

4.1 优化气流组织节能

对于一些老机房,设计之初缺乏长远规划,机房内机柜排列没有考虑机房内气流组织要求,冷热区间不分离,上排机柜出风口高温气流进入下排机柜入风口,容易造成局部热点,为了达到机房内相同的温度效果,必须加大空 调制冷量;另一方面,机柜冷热区间不分离,冷热气流的混合也是一种很大的能源浪费^[6]。

在机房的维护过程中,引入气流组织分析的概念,将整个机房进行气流组织模拟分析,改变其不合理的分布,亦可实现节能效果。如改变机柜的排列方式,实现冷热区间分离,也可采取措施,实行冷热通道,或采用精确送风等方式,优化气流组织。

4.2 深度维护维修节能

对于连续运行 5 年以上的空调,由于各种原因会出现润滑油泄露或污染变质,制冷系统也有混入空气等不凝性气体,导致制冷效率下降,能耗增加,同时也增加了机房空调运行的风险,故障率升高^[7]。简单的日常维护维修已不能解决潜在运行风险。需对机房空调进行专业、全面、深度的维护维修。

对制冷系统进行清洗、置换。视液镜是观察制冷剂状态的窗口,正常情况下,视液镜底色为绿色,当制冷系统含水量超标时,由绿色变成黄色。有时可通过视液镜观察制冷剂变成黑色,说明系统混有杂质或润滑油失效,长期运行容易对压缩机造成损害。更换系统制冷剂及润滑油,并对管路进行冲洗。同时对于制冷部件进行仔细检查,更换失效的部件,如膨胀阀、高低压压力传感器等。此过程需在专业工程师指导下进行,对系统的深度维护维修后,机房空调需要重新进行调试,使其工作在高效、节能状态。

另外,对于运行多年的机房空调可添加 PROA 极化制冷添加剂实现节能。蒸发器或冷凝器等运行一段时期后,制冷剂、润滑油或其化学混合物沉积于金属的内壁上,形成热阻层,影响正常的热传导和润滑效果。PROA 极化制冷添加剂的分子很容易渗透到热阻层内细微空隙中,增加了导热效果和机器润滑作用,减少了压缩机的运转耗电,并增加了盘管的传热效果,从而可使机组性能系数值升高,达到节能效果^[8]。

5 结论

机房空调节能是一个系统工程,不能简单地评估和选择某一种节能方法或者节能措施,而要因地制宜,根据当地的实际情况和条件可能,合理选择节能方法和技术。如可将新风节能技术与智能控制结合,当新风不能满足机房散热需求时,自动启用机房专用空调。以上节能方式在我国已有采用,我司在长期的工程实践也取得了良好的效果,可加大推广。

参考文献:

- [1] 韩国光,董会建.通信机房节能技术浅谈[J].山东通信技术,2008,28(3):12-14.

(下转第 465 页)

表 5 空调系统改造前后环境效益对比

Table 5 Comparative of the environmental benefit for the air-conditioning system before and after the retrofitting

	耗煤量 (t/a)	CO ₂ 排放量 (t/a)	SO ₂ 排放量 (t/a)	NO _x 排放量 (t/a)	烟尘排放量 (t/a)
改造前	729.99	2036.66	6.20	5.40	219.00
改造后	522.56	1457.93	4.44	3.87	156.77
节约燃煤 (t/a)	207.43	--	--	--	--
有害气体减排量 (t/a)	--	578.73	1.76	1.53	62.23

注：标准煤的发热量取 29307.6kJ/kg，电厂效率取 0.39，输配变电效率取 0.9，1kg 标准煤产生 2.79kgCO₂、0.0085kgSO₂、0.0074kgNO_x 和 0.003kg 烟尘。

表 5 的分析显示^[9]，节能改造后在环境保护方面有一定的效益。

4.3 投资回收期^[10]

考虑资金的时间价值，采用动态投资回收期模型进行计算。

$$P = \frac{A[(1+i)^n - 1]}{i(1+i)^n} \quad (1)$$

式中，P 为初投资，A 为平均每年节约的运行费用，i 为年利率，取 0.0594；n 为投资回收期。

根据式 (1) 计算出项目动态投资回收期为 3.7a。

5 结论

通过引入中央空调管理专家系统对某大型商场空调系统实施的节能改造项目取得了较好的经济和环境效益，对节能改造后系统运行效果的监测与分析表明，改造后降低建筑年能耗费用 49.97 万元，节能效果明显，对类似大型公共建筑的节能改造有一定参考价值。

参考文献：

- [1] 张会平,王小召.建筑节能及建筑节能措施[J].四川建筑科学研究,2006,(8):178-180.
- [2] 叶倩,周聪,朱伟峰,等.上海 JK 大厦空调系统节能改造[J].暖通空调,2010,40(8):29-32.
- [3] 江华,刘宪英,黄忠.中央空调能耗现状调查与分析[J].制冷与空调,2005,(增刊):31-33.
- [4] 杨婉,王奇,冯光灿.实时专家控制系统在中央空调中的应用[J].制冷与空调,2010,24(2):65-67.
- [5] 李晓燕,闫泽生.制冷空调节能技术[M].北京:中国建筑工业出版社,2004:98-110.
- [6] 刘涛.中央空调水系统节能措施探讨[J].制冷与空调,2008,22(2):43-45.
- [7] 贾利忠,张其努,陈洁.办公楼中央空调水循环系统的节能改造[J].制冷与空调,2010,24(6):74-76.
- [8] 于凌燕,刘传聚.消防水池蓄冷改造及其经济分析[J].暖通空调,2009,39(2):133-137.
- [9] 高岩,汤可悦,高鹏,等.既有建筑实际使用状态对节能改造的影响研究[J].暖通空调,2010,40(9):79-81.
- [10] 刘伟,冯圣红,李超英,等.江水源热泵在空调工程中的应用分析[J].暖通空调,2010,40(12):51-54.

(上接第461页)

- [2] GB 50174-2008,电子计算机机房设计规范[S].北京:人民出版社,2008.
- [3] 王景刚,康利改,刘杰.廊坊 IDC 机房空调节能改造可行性分析[J].制冷与空调,2009,9(1):78-82.
- [4] 陈强.通信专用机房空调室外机水喷淋系统[C].第八届中国通信学会学术年会论文集,2011:269-272.
- [5] 袁祎,苏晓甦,郭端晓.风冷式空调室外冷凝器喷淋降温

装置[J].机械制造与自动化,2007,36(6):73-75.

- [6] 郭春山.通信机房空调优化节能方案探讨[J].沿海企业与科技,2008,(5):52-54.
- [7] 吴国珊,杨攀.通信机房专用空调机组的深度维护及节能分析[J].制冷与空调,2011,11(1):87-89.
- [8] 吴喜平.极化制冷油添加剂在制冷机中的节电作用[J].暖通空调,2003,33(2):114-116.