

通信机房应用直接蒸发冷却空调方式的优化及节能分析*

西安工程大学 黄翔[☆]

西安工程大学 中国建筑东北设计研究院有限公司福州分公司 周海东

西安工程大学 范坤 宋姣姣

摘要 针对蒸发式冷气机用于通信机房在冬季不能很好地控制湿度,提出了直接蒸发冷却空调系统的优化方案和运行模式。将全年的室外气象参数划分成 5 个区域,根据室外气象参数采取不同的空调系统运行模式。以 ASHRAE TC 9.9 所推荐运行区为控制目标,评估了通信机房采用优化方案的节能潜力,计算了全国 31 个省会城市可运行直接蒸发冷却空调系统的时间。结果表明:广州、南宁、海口等城市的节能潜力较低,运行时间不足全年时长的 40%,其中海口的节能潜力最低,只达到 10.6%;节能潜力最高的城市为拉萨,达到 82.3%;其他省会城市除郑州、昆明、西宁、兰州可达到 60% 以上之外,节能潜力均在 40%~60% 之间。

关键词 蒸发冷却 蒸发式冷气机 通信机房 节能分析 区域划分 空调方式

Optimization and energy saving analysis of direct evaporative air cooler applied to telecommunication equipment rooms

By Huang Xiang[☆], Zhou Haidong, Fan Kun and Song Jiaojiao

Abstract To solve problem that the direct evaporative air cooler applied to a telecommunication equipment room in winter cannot control humidity very well, presents an optimization scheme and its operation mode. Divides the whole year outdoor meteorological parameters into five regions, and adopts the different operation mode according to the parameters. Taking the ASHRAE TC 9.9 recommend operational area as the control target, evaluates the energy saving potential of the optimization mode, and calculates the running hours of the direct evaporative cooler for 31 provincial capital cities of China. The results show that the energy saving potential in Guangzhou, Nanning, Haikou are relatively low, the running hours are less than 40% of the whole year, among that Haikou's is the minimum, only 10.6% and Lhasa is the maximum, up to 82.3%; expect for Zhengzhou, Kunming, Xining, Lanzhou can achieve above 60%, the energy saving potential of other provincial capital cities are between 40% to 60%.

Keywords evaporative cooling, evaporative air cooler, telecommunication equipment room, energy saving analysis, zone division, air conditioning mode

[☆] Xi'an Polytechnic University, Xi'an, China

①

0 引言

通信设备全年不间断高负荷运行,为了保证通信设备的稳定运行,要求机房空调全年可靠稳定运行,空调用电占总用电量 40% 以上,随着 3G 网络进入规模化发展阶段,通信机房的节能减排问题日趋严峻。目前,蒸发式冷气机已用于通信行业实际

工程的节能改造^[1],该系统也称为“新风水帘过滤节能系统”^[2],取得了巨大的节能效益^[3]。蒸发式冷气机是直接蒸发冷却器的一种形式,其核心部件为填料(湿帘),属于直接蒸发冷却空调技术范畴。

* 陕西省科技统筹创新工程计划项目“西部地区利用干空气可再生能源的节能低碳型蒸发冷却空调开发与应用”(编号:2011KTCQ01-10)

①[☆] 黄翔,男,1962 年 7 月生,硕士,教授,副校长
710048 西安市金花南路 19 号
(029) 82330016

E-mail:huangx@xpu.edu.cn

收稿日期:2013-01-01

修回日期:2013-03-18

然而,蒸发式冷气机在冬季运行时,不能很好地控制通信机房的湿度。本文根据美国供热制冷空调工程师学会数据中心技术委员会(简称ASHRAE TC 9.9)推荐的通信机房环境要求,试图对现有空调运行方式进行改进,并对全年的节能潜力进行分析。

1 蒸发式冷气机的应用现状

目前通信机房应用蒸发式冷气机采用直流式送风系统,如图1所示,蒸发式冷气机利用过渡季

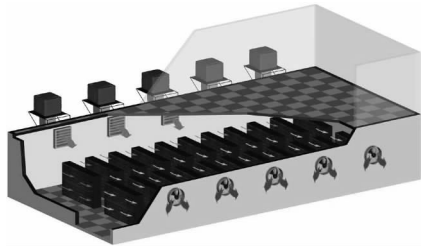


图1 直流式送风系统

节的自然冷源,通过水泵不间断地将底盘内的水抽出并通过滴淋式布水器均匀地浸湿填料,室外的热空气通过填料,在其中与水进行充分热湿交换,因水分的快速蒸发而吸收空气热量,空气降低温度的同时增加湿度,再由风机加压送入室内,通过机械排风将机房内的热空气排至室外,达到机房降温与排热的效果^[1]。冬季室外空气的含湿量远低于室内状态的含湿量,冷空气通过填料时加湿量不足,使得送风状态偏离室内状态。由于通信机房几乎没有散湿源,空气等湿升温,最终导致机房相对湿度低于20%,空气越干燥,释放静电的危险性越大。在非常干燥的环境中,设备表面会产生数千V的静电,损坏灵敏的电子器件。因此采用直流式送风系统冬季不能很好地控制湿度。

另一种通信机房应用蒸发式冷气机,采用动态控制送风状态系统,通过升高送风温度来控制室内相对湿度,温度每升高1℃,冷通道空气的相对湿度就降低5%左右^[4]。如图2所示,过渡季节直接



图2 动态控制送风状态的系统

引入室外空气,通过填料的加湿冷却,获得温度和湿度都适宜的工况;冬季为避免寒冷的室外空气直接送入机房导致服务器关闭或产生结露,电动调节风阀将一部分热空气(即室内回风)与室外空气混合,提高了送风温度。室外空气通过蒸发式冷气机内部的填料加湿冷却,而室内回风没有经过填料。如图3所示,冬季的室外状态点 W_d ,由于温度较低导致容纳水蒸气的能力有限,室外空气经过填料后的状态点 L_d 偏离室内空气状态点 N_d ,两者按比例混合后的送风状态点 C_1 的含湿量仍低于 N_d 。由于通信机房没有散湿源,送风状态等湿升温,当补充进的新风风量与室内排风量相等时,导致室内空气变干燥,即室内状态点 N_d 向左偏移为 N_1 。持续不断地将加湿量不足的室外空气引入通信机房,最终导致室内状态点变化为 N'_d ,与直流式送风系统一样室内空气非常干燥。因此采用动态控制送风状态系统冬季也不能很好地控制湿度。

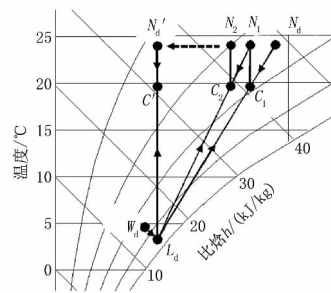
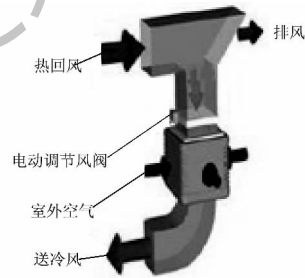


图3 冬季蒸发式冷气机的空气处理过程

究其原因,冬季室外空气温度较低,容纳水蒸气的能力有限。为了获得较大的加湿量,必须提高空气容纳水蒸气的能力。将一部分室内回风与室外新风先混合再通过填料加湿,提高空气温度的同时造成加湿“胃口”变大,此时室内回风和室外新风均得到加湿冷却,提供了温度和湿度都适宜的送风。

2 直接蒸发冷却空调系统的优化

优化后的直接蒸发冷却空调系统形式如图4

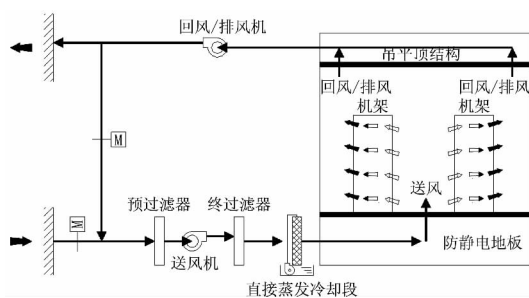


图4 优化后的直接蒸发冷却空调系统形式示意图

所示,采用静压箱地板下送风、吊顶回风、通信机柜冷热通道隔离等气流组织方式,使冷空气先经过冷负荷集中的区域,提高节能效果。根据不同室外气象参数,调节室外新风和室内回风的风阀开度。过渡季节,采用直流式送风系统即可满足条件,室内回风全部排入大气。冬季为控制室内湿度,一部分室内回风与室外新风混合后,再通过直接蒸发冷却段加湿冷却。夏季不适合直接蒸发冷却器运行的高温高湿天气,切换到机房专用空调进行联动控制,此时关闭回风阀与进风阀。

优化后的运行方案有如下特点:

1) 充分利用过渡季和冬季的自然冷源,根据不同季节的室外参数调节风阀的开度,控制送风的温度和湿度;

2) 冬季采用室内回风与室外新风先混合再加湿,可满足通信机房冬季加湿降温的要求,同时避免寒冷天气时送风温度过低等问题,延长了直接蒸发冷却器的运行时间;

3) 增设预过滤器和终过滤器,可有效控制室内洁净度。

3 优化方案的全年运行模式

为便于理解,以室内状态点 N (干球温度 30°C ,露点温度 10°C) 和送风状态点 O (干球温度 20°C ,露点温度 10°C) 为例进行分析。以室内状态点 N 和送风状态点 O 为节点,根据这两状态点的干球温度、比焓和露点温度,室外气象参数被分成 5 个区域,如图 5 所示,根据不同的室外气象参数采用相应的运行模式。

1) 区域 I: 由于通信机房既需要冷却又需要加湿,此范围内的室外空气 W_a 和室内回风 N 按比例混合,室外新风引入量从最小值变化到 100%,通过直接蒸发冷却器处理到送风状态点 O ,提供送风温度和湿度都合适的工况。在我国北方

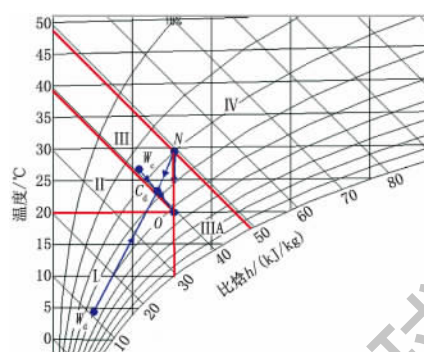


图5 理论的全年运行范围分区

表1 不同室外气象参数的分区

区域	区域范围	划分依据
区域 I	$t_w \leq t_o, d_w \leq d_o$	点 N 的等温线和等湿线, 饱和线
区域 II	$h_w \leq h_o, t_w > t_o$	点 O 的等温线和等焓线
区域 III	$h_o < h_w \leq h_N, d_w \leq d_o$	点 N 的等焓线和等湿线, 送风状态点 O 的等焓线
区域 III A	$h_w \leq h_N, d_w > d_o$	点 N 的等焓线和等湿线, 饱和线
区域 IV	$h_w > h_N$	点 N 的等焓线

地区,冬季室外气温低于 0°C 的时间较长,当水温低于 0°C 时,水管容易冻裂,处于室外的直接蒸发冷却器不能正常喷淋工作,只起到通风作用,此时区域 I 的运行时间不包括气温低于 0°C 的时间;如果直接蒸发冷却器安装在室内空调机房,通过风管引入室外空气,供水管做好保温,直接蒸发冷却器正常工作,那么气温低于 0°C 的时间应考虑在内。此外,还可以考虑热回收装置,利用室内回风预热室外新风,延长节能运行时间。

2) 区域 II: 无需开启机械制冷,室外空气通过直接蒸发冷却器加湿冷却即可满足要求。值得注意的是,室外气象参数在区域 II,温度高于送风状态点的温度,含湿量低于送风状态点的含湿量,在无直接蒸发冷却段的情况下,还需要机械制冷和加湿。

3) 区域 III: 此区域内室外新风的比焓小于室内回风。当室外空气的温度低于室内温度时,直接蒸发冷却器不喷淋水,直接通入室外新风,有助于减少对机械制冷的需求,此时采取直接蒸发冷却器与机房专用空调联动的运行控制策略^[1]。

4) 区域 III A: 此区域内的室外空气含湿量大于室内状态点,若引入室外空气还需要除湿,此时机房专用空调用于除湿的能耗费用可能会超过单独运行机房专用空调所需要的费用,使用直接蒸发冷却器与机房专用空调联动控制方案的 COP 可能低于单独使用机房专用空调的 COP (用机械制冷

可获得显热冷却过程)。因此,建议单独运行机房专用空调。

5) 区域Ⅳ:当室外空气的比焓高于室内回风的比焓时,只运行机房专用空调,此时引入的室外新风满足工作人员所需的最小新风量或室内正压即可,控制室外空气调节风阀设定在最小位置,使得制冷能耗降到最低。对于无人机房,应该关闭进风阀和排风阀,保证机房的密闭性,防止冷量的浪费。

4 几点说明

4.1 机房环境控制目标

图5所示的直接蒸发冷却器全年运行分析作了一些简化,因为通信机房通常有推荐的温度和湿度范围,而不是一个特定的设定值。以ASHRAE TC 9.9发布的1,2级通信机房的环境要求为例,如图6所示,IT设备应以推荐运行环境范围为目标进行设计与运行,温度为 $18\sim 27\text{ }^{\circ}\text{C}$,露点温度为 $5.5\sim 15\text{ }^{\circ}\text{C}$,且相对湿度小于 60% ^[5]。Montoya的研究表明,静电释放的电压级是空气的露点温度或空气中含湿量的函数,而不是相对湿度的函数,并提出根据最低露点温度(而不是最低相对湿度)降低湿度低限值^[6]。因此,ASHRAE在《ASHRAE Environmental Guideline for Datacom Equipment 2011》中推荐的低限值是一条干球温度在 $18\sim 27\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、露点温度为 $5.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的直线,此时相对湿度大约从 25% 变化到 45% ^[7]。

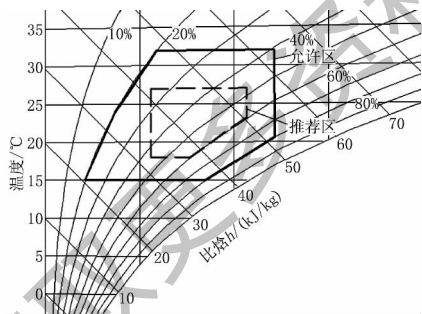


图6 ASHRAE TC 9.9 推荐运行及允许运行范围

采用ASHRAE TC 9.9的推荐运行范围的好处是:通信机房的热负荷一般只是显热负荷,没有潜热负荷,室内空气状态变化过程在焓湿图上为等湿升温。用露点温度限定通信设备运行环境,控制方案与等湿升温过程吻合,将使控制和供冷系统简化。若采用相对湿度来限定将使控制和供冷系统运行非常复杂,还可能在机房内空气的露点温度已高于所需值时,为了保持相对湿度的要求仍需要除

湿,增加了能耗费用。相比GB 50174—2008《电子信息机房设计规范》对1,2级通信机房要求的温度 $(23\pm 1)\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $40\%\sim 55\%$,ASHRAE TC 9.9放宽的要求在保证机房设备正常运行时,可以减少机房加湿、除湿、加热的能耗,降低机房空调系统的能耗。

不同于采用干球温度传感器控制风阀位置,优化方案采用焓传感器进行控制。焓传感器采用温度传感器与湿度传感器组合来确定空气的比焓,并作出开关转换决定。为了最大程度地利用室外新风,采用“双焓值”检测,也就是对室外空气比焓和室内回风比焓的实时测定,通常用于确定室外空气比焓低于回风比焓^[8]。由于湿度传感器比温度传感器需要更频繁地校正,湿度传感器的精度校正和维护程度决定了焓传感器的使用效果。如果缺乏足够的维护,因风阀处于不正确位置可能会使引入新风的节能潜力大打折扣,也有可能对设施内的环境产生负面影响^[8]。

值得注意的是,尽管ASHRAE TC 9.9允许有较大的室内参数波动范围,运行直接蒸发冷却空调有助于减少机械制冷的需求,但仍需要机房专用空调与直接蒸发冷却空调进行联动,严格控制通信机房环境参数,避免对环境温湿度参数控制不当而造成通信设备运行不稳定等问题。

4.2 直接蒸发冷却器冷却效率

蒸发式冷气机属于直接蒸发冷却技术范畴,采用循环水喷淋时,直接蒸发冷却的极限温度是室外空气的湿球温度,处理过程近似等焓冷却过程^[9]。直接蒸发冷却效率 η_{DEC} 与空气流速 u 、空气与水膜间的表面传热系数、填料的厚度及填料的比表面积等因素有关^[10],它是评价直接蒸发冷却器的重要参数,它表示室外空气通过直接蒸发冷却器的送风温度逼近室外空气湿球温度的程度^[11]。

以目前应用较广泛的通信机房用蒸发式冷气机为例,采用100 mm厚的CELdek填料,当迎面风速在 $0.6\sim 1.5\text{ m/s}$ 之间变化时,高湿工况下(干球温度 $38\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、湿球温度 $28\text{ }^{\circ}\text{C}$)的蒸发冷却效率为 $81.6\%\sim 82.2\%$,干燥工况下(干球温度 $38\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、湿球温度 $23\text{ }^{\circ}\text{C}$)的蒸发冷却效率为 $82.1\%\sim 83.5\%$ ^[12]。因此,在估算蒸发式冷气机全年运行时,假设其蒸发冷却效率为 85% 。

4.3 送风温度与室内温度的温差

文献[13]给出的机房专用空调的设计工况为室内侧入口空气干球温度 24℃,湿球温度 17℃(相对湿度约为 50%)。机房专用空调的送风温度 14℃左右,因此送风与室内回风的温差为 10℃。由于优化方案采用与机房专用空调一致的气流组织,即采用静压箱地板下送风、吊顶回风、通信机柜冷热通道隔离等气流组织方式,尽管蒸发式冷气机的送风温度随室外气象参数变化而变化,参考机房专用空调的降温效果,假设室内回风温度与送风温度的差值仍为 10℃。直接蒸发冷却器的送风状态控制在露点温度介于 5.5~15℃之间且相对湿度为 85%,冷空气吸收通信机房内的热量等湿升温,相对湿度降低,若送风温度升高 10℃,则环境空气的相对湿度降低为 45%。

4.4 通信机房洁净度的控制

通信机房引入室外新风的风险是灰尘颗粒或气体污染物,通信机房附近的空气质量影响该系统的运行可靠性。通常做法为,在空调系统的进风处和回风处设置粗效或中效过滤器,控制室内空气中粒径大于或等于 0.5 μm 尘粒数少于 18 000 粒。另一种做法为,室外空气先经过填料的湿式过滤,再通过大面积的 G4 级空气过滤器,空气过滤器的使用周期较长。如果当地的空气灰尘浓度较高,则需要高效率的空气过滤器。如果气体污染物的浓度较高,可导致腐蚀,则不适合引入新风。

5 实际应用直接蒸发冷却空调系统的分区

室内状态点由理论上的特定设定值扩大为现实中的可波动范围,直接蒸发冷却器的全年运行分区由图 5 变化为图 7。图 7 表示了直接蒸发冷却器接近实际运行的应用分区。

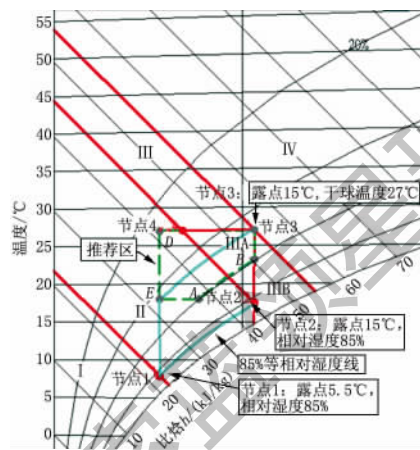


图 7 接近实际运行的全年范围分区

按照如上所述的几点假设,选取运行分区的节点:节点 1(露点温度 5.5℃,相对湿度 85%),节点 2(露点温度 15℃,相对湿度 85%),节点 3(露点温度 15℃,干球温度 27℃)。室外空气通过直接蒸发冷却器等焓冷却,过节点 1~3 对应的 3 条等焓线将室外气象参数条件分成四块运行区域 I, II, III, IV,不同区域对应不同的运行方案,如图 7 所示。 h_1, h_2, h_3 分别为节点 1, 2, 3 的比焓。以西安地区为例,对典型年逐时气象参数室外空气状态进行统计^[14],结果如表 2 所示。

表 2 西安地区应用直接蒸发冷却空调系统的运行时间统计

	方案 I	方案 II	方案 III	方案 IV
区域划分依据	$h_w \leq h_1$	$h_1 < h_w \leq h_2$	$h_2 < h_w \leq h_3$	$h_w > h_3$
h_w	$h_w \leq 22.8 \text{ kJ/kg}$	$22.8 \text{ kJ/kg} < h_w \leq 46.3 \text{ kJ/kg}$	$46.3 \text{ kJ/kg} < h_w \leq 56.0 \text{ kJ/kg}$	$h_w > 56.0 \text{ kJ/kg}$
运行方案	室外空气与室内回风混合后通过直接蒸发冷却器加湿冷却	室外空气通过直接蒸发冷却器加湿冷却	直接蒸发冷却器根据情况辅助机房专用空调运行	单独运行机房专用空调,直接蒸发冷却器停止运行
运行时间/h	3 209	2 444	1 157	1 950
占全年运行时间百分比/%	36.6	27.9	13.2	22.3

当室外空气的比焓 h_w 介于 h_2 和 h_3 之间时,区域 III 的室外气象参数需要进行更细致的分析。27℃的等温线与 15℃露点温度对应的等湿线将区域 III 划分为区域 IIIA, IIIB 及剩余区域 III 三部分,如图 7 所示。

区域 IIIA 的室外空气状况满足机房环境的要求,直接引入室外空气而不加湿,可降低通信机房内的温度,但是由于送风温度较高,可能导致室内温度高于推荐值,因此还需要机房专用空调联动运

行,控制室内温湿度在合理范围。区域 IIIB 内的室外空气含湿量高于室内状态,若引入室外空气还需要机械制冷进行除湿,除湿能耗费用较高,宜单独运行机房专用空调。剩余区域 III 的气温高于推荐温度 27℃,无论是直接引入通信机房还是通过直接蒸发冷却器处理,效果都不理想。对区域 III 分析得出,当室外气象参数满足区域 IIIA(即室外气温低于 27℃,露点温度低于 15℃)时,直接通入室外新风,直接蒸发冷却器与机房专用空调联动运行。

以西安地区为例,室外气象参数出现在区域Ⅲ的时间占全年时间的13.2%,其中可以用于蒸发式冷气机直接通风的时间仅为3.9%(约14 d),该区域其余的9.3%时间并不适合使用蒸发式冷气机。因此,本文统计蒸发式冷气机单独运行时间时不包括区域Ⅲ。

6 主要城市运行优化方案的节能分析

从《中国建筑热环境分析专用气象数据集》选取了全国31个省会城市的室外气象参数,进行逐时统计,计算出各区运行时间所占百分比,如图8所示^[14]。

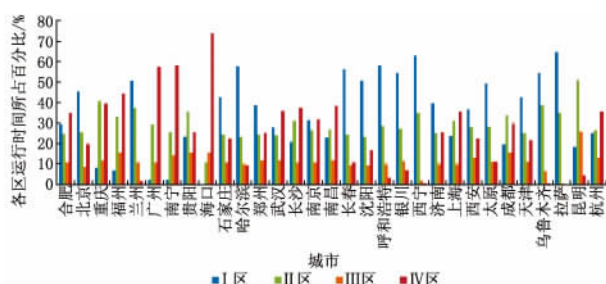


图8 全国部分城市各区运行时间所占百分比

1) 随着纬度的升高,自然冷源可利用的时间变长。自然冷源较充裕的为拉萨、兰州、乌鲁木齐、呼和浩特、西宁、银川等西北地区城市,以及哈尔滨、沈阳、长春等东北地区城市,运行方案Ⅰ的节能潜力分布系数为50%~65%。从图9可知,直接蒸发冷却器能否在低于0℃的气温下正常供水是发挥潜力的关键。大部分城市在Ⅰ区室外气温0

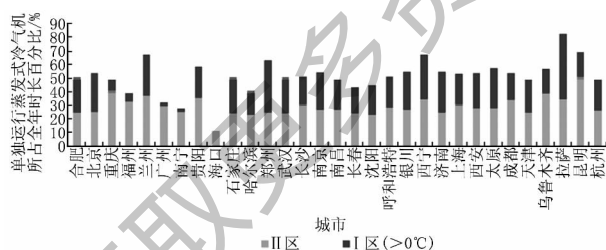


图9 通信机房运行蒸发式冷气机的节能潜力统计

℃以上的时长占全年时间的20%左右,其中拉萨地区的可运行时间达到47.3%;而Ⅰ区室外气温0℃以下的城市,主要为东北三省及西北地区,占全年时间的30%以上。

2) 从图8可知,我国大部分城市采用方案Ⅱ单独运行直接蒸发冷却器进行冷却加湿的时间约2000~3500 h,占全年时间的20%~40%。昆明地区采用方案Ⅱ运行的时间最长,为4484 h,占全

年时长的51.2%;海口地区采用方案Ⅱ运行的时间最短,为929 h,占全年时长的10.6%。

3) 从图8可知,Ⅲ区的时间占全年时间大多不超过10%,其中可用于通风运行方案Ⅲ的时长不到5%。此时通入温度低于27℃且露点温度低于15℃的室外空气,或许可以减少机房专用空调的运行时间,但是这种方案运行时间较短,节能潜力不大;另一方面,蒸发式冷气机由制冷切换到通风,以及与机房专用空调的联动,将使控制系统大大复杂。因此,从简化控制系统考虑,直接蒸发冷却器单独运行的时间不包括区域Ⅲ。

4) 我国南方大部分地区夏季温度较高、含湿量较高、室外空气比焓高于机房内空气比焓,因此采用方案Ⅳ即开启机房专用空调并关闭直接蒸发冷却器的时间较长,占全年时长的30%~40%,其中海口、南宁、广州等地区不适宜运行直接蒸发冷却器的比例较大,占全年时间的60%~74%,如图8所示。

进行节能潜力统计时,Ⅱ区和Ⅰ区都可以作为单独运行蒸发式冷气机的区域,鉴于目前蒸发式冷气机在0℃以下时没有防冻措施,因此采用方案Ⅰ运行仅考虑了温度高于0℃的时间,蒸发式冷气机单独运行的时间为方案Ⅱ与方案Ⅰ室外气温0℃以上的运行时长之和。如图9所示,广州、南宁、海口等城市的节能潜力较低,不足全年时长的40%,其中海口的节能潜力最低,只达到10.6%。节能潜力最高的为拉萨,达82.3%。我国其他省会城市除郑州、昆明、西宁、兰州可达到60%以上之外,节能潜力均在40%~60%之间。

该方法只是对全国各地通信机房可利用直接蒸发冷却器进行节能改造的优劣的划分,并不能作为衡量是否节能及节能多少的唯一标准^[15]。节能多少还得根据建筑特点、使用情况进行具体分析计算。

7 结论

本文给出了通信机房应用直接蒸发冷却器的空调系统优化形式和运行模式,并以ASHRAE TC 9.9推荐的运行范围为控制目标,计算了全国31个省会城市单独运行直接蒸发冷却器的节能潜力。结果表明:广州、南宁、海口等城市的节能潜力较低,不足全年时长的40%,其中海口的节能潜力

最低,只有 10.6%。节能潜力最高的城市为拉萨,高达 82.3%。我国其他省会城市除郑州、昆明、西宁、兰州可达到 60% 以上之外,节能潜力均在 40%~60% 之间。

参考文献:

- [1] 周海东,黄翔,屈元. 蒸发式冷气机在通信基站的应用性分析[J]. 制冷空调与电力机械,2011(11):1-5
- [2] 中国电信集团公司电源技术支撑中心. 连载 9: 机房新风水帘过滤节能系统[J]. 广东通信技术,2009(6):44-46
- [3] 李石旺,王鑫钢,黄以全,等. 福建联通全面部署水冷空调[J]. 通信世界,2010(44):32-33
- [4] EcoCooling. Evaporative cooling case study cooling cambridge university data centre[EB/OL]. [2012-11-13]. <http://www.ecocooling.co.uk/datacasesstudy/cambridge.php>
- [5] ASHRAE. 数据处理环境热指南[M]. 2 版. 沈添鸿,杨国荣,陈巍,等,译. 北京:中国建筑工业出版社,2010
- [6] Montoya. Sematech electrostatic discharge impact and control workshop [M]//ASHRAE TC 9. 9. 数据处理环境热指南. 北京:中国建筑工业出版社,2010:46
- [7] ASHRAE. ASHRAE environmental guidelines for

datacom equipment 2011[M]//数据中心机房空调系统技术白皮书,2011:11

- [8] ASHRAE. 数据通信设施节能最佳实践[M]. 2 版. 任兵,杨国荣,陈亮,等,译. 北京:中国建筑工业出版社,2010:47-62
- [9] John R W, Will K B. 蒸发冷却空调技术手册[M]. 黄翔,译. 北京:机械工业出版社,2009
- [10] 蒋毅. 高效节能的蒸发冷却技术及其应用的建模和实验研究[D]. 南京:东南大学,2006
- [11] 黄翔. 蒸发冷却空调理论与应用[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2010
- [12] 澳蓝(福建)实业有限公司. 蒸发式冷气机综合性能实验室测试报告[EB/OL]. [2011-08-09]. <http://www.aolanchina.com>
- [13] 中国机械工业联合会. GB 19413—2010 计算机和数据处理机房用单元式空气调节机[S]. 北京:中国标准出版社,2011
- [14] 中国气象局气象信息气象资料室,清华大学建筑技术科学系. 中国建筑热环境分析专用气象数据集[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2005
- [15] 张吉礼,卢振,陈鹏飞. 全国程控机房新风直接供冷当量指标法节能分析[J]. 大连理工大学学报,2011(2):250-254

· 会讯 ·

低温空气源热泵采暖技术研讨会暨技术导则宣贯大会召开

2013 年 8 月 30 日,低温空气源热泵采暖技术研讨会暨《住宅户式空气源热泵供热和太阳能生活热水联合系统应用技术导则》宣贯会在北京天泰宾馆召开。来自北京市及各区县建委、各设计研究院所、建设施工单位、监理单位、空气源设备生产商、系统集成商及新闻媒体共计 450 余人参加了这次宣贯会。

会议由北京市建设工程物资协会、北京市城建科技促进会、北京市土建学会暖通分会共同主办,国际铜业协会、中山爱美泰电器有限公司、北京清华索兰环能技术研究所协办。会上,国家发展和改革委员会能源研究所能源可持续发展研究中心主任康艳兵介绍了我国在“十二五”期间的节能改造政策,结合国家针对空气源热泵行业出台的相关政策介绍了空气源产品的应用前景。

会议期间,《住宅户式空气源热泵供热和太阳能生活热水联合系统应用技术导则》主编人、北京市建筑设计研究院顾问总工程师孙敏详细介绍了空气源热泵独立供热系统设计、施工、检验、调试及验收细则。中山爱美泰电器有限公司、北

京清华索兰环能技术研究所负责人结合自身产品特点和典型案例介绍了低温空气源热泵供暖系统的集成技术。

谈及该项技术的应用前景和推广意义,北京市建设工程物资协会建筑采暖分会秘书长金继宗介绍,在北京市无集中供热条件的地区,如郊县区的住宅、别墅、小型公寓、市中心的文保区住户等,推广使用空气源热泵、地板辐射供暖和制备生活热水的分户独立系统都具有重要意义。“十二五”期间,仅京郊就有 1 亿多 m^2 的农村建筑需要节能改造,该项技术使用清洁能源取代燃煤供暖,对北京地区的环境保护和建筑节能将发挥作用。

据了解,该技术导则为国内首个涉及空气源热泵独立供热系统设计、施工、检验、调试及验收的技术文献,该技术导则的发布实施对我国夏热冬冷和寒冷地区推广空气源热泵供暖技术提供了技术依据,产生了深远影响,此外该技术导则的发布也必将对规范低温空气源热泵供暖技术的应用起到积极的推动作用。

(本刊)