

恒温恒湿机房空调设计探讨

李新禹

(天津大学环境学院建筑设备系, 天津, 300072)

[摘要] 本文介绍了机房空调的特点, 探讨了机房空调的气流组织方式以及洁净设计, 并总结了其与舒适性空调的主要区别。

[关键词] 恒温恒湿, 计算机房, 空调系统

[中图分类号] TU831; TU834

[文献标识码] B

Discussion on Design of Air - Conditioning system for Computer Room

LI Xin - yu

(School in Environment of Science and Engineering, Tianjin University, Tianjin, 300072)

Abstract: Based on the characteristics of air conditioning system of computer room, this paper introduces the air distribution and purification design of computer room. The author also summaries the differences between comfortable air conditioning and air conditioning of computer room.

Keywords: Constant temperature and humidity, Communication equipment room, Air conditioning system

1 引言

能够充分满足计算机房环境条件要求的计算机房专用空调机是近30年逐渐发展起来的一个新物种。早期的机房使用舒适性空调机时, 常常出现由于环境温湿度参数控制不当而造成计算机运算过程受干扰、打印机纸张卡住或粘连、磁头损坏、出现静电等问题。而使用恒温恒湿空调机, 虽然可以获得比较稳定的环境, 但是运行费用偏高, 同时也存在安全性、可靠性以及操作方面的一系列的不足。自从1971年世界上第一台计算机房专用空调机诞生后, 机房专用空调得到了不断地完善和发展。

2 计算机机房专用空调的特点

计算机房专用空调机属于工艺性空调, 必须满足一定的工艺要求, 才能确保通讯系统稳定、可靠的工作。主要具有以下一些性能特点:

(1) 大风量、小焓差

通常计算机房散热量极大, 散湿量(仅为人体

散湿)却很小, 热湿比几近无穷大。送风温差一定时(通常送风温差为 $4\sim 6^{\circ}\text{C}$)送风与回风的焓差就较小, 因而所需的风量必定很大。机房空调换气次数达 $30\sim 60\text{h}^{-1}$ 。此外, 计算机设备对室内空气洁净度要求较高, 为了稀释空气中的含尘浓度, 也要求有足够大的通风换气量。

机房专用空调机与相同制冷量的舒适空调机相比, 其循环风量约大一倍, 相应的焓差只有一半, 所以要求机房送风量要比通常舒适性空调房间所需的送风量大 $1.6\sim 2$ 倍。

(2) 机房热负荷变化的幅度较大

机房热负荷通常要在 $10\%\sim 20\%$ 之间变动, 这是由于主机设备所处的工作状态不同, 消耗的功耗不同所造成的。因此, 机房空调系统必须能够适应这种负荷的变化, 以使元、器件工作在所要求的环境条件之中, 保证电路性能的可靠性。

(3) 全年制冷运行

无论是大、中型计算机, 还是程控交换机, 其发热量都很大, 有关资料介绍: 每一万门程控交换机耗电量约 $40\sim 50\text{kWd}$, 按照一般的机房排列每1

m^3 机房容积的发热量约为 $166 \sim 222\text{W}^{[1]}$ 。这样大的发热量, 即使冬季不供暖, 仍需送冷风, 否则室内温度会过高。因此, 要求空调机全年制冷运行。而冬季的制冷运行要解决稳定冷凝压力和其它相关的问题。多数机房专用空调机能在室外气温降至 -15°C 时仍能制冷运行, 而采用乙二醇制冷机组, 可在室外气温降至 -45°C 时仍能制冷运行。而舒适性空调机或常规恒温、恒湿机, 在此种条件下, 根本无法工作。

(4) 可靠性较高

针对机房空调系统高可靠性的要求, 每台计算机房专用空调机均配有两套制冷机, 增加空调系统运行的可靠性。当一台制冷机出现故障时, 另一台制冷机可供应部分冷量。

另外, 机房专用空调的控制系统的功能也要比舒适性机型完善得多, 在自动控制系统设计和制造以及空调系统组成等方面都必须相应采取一系列措施。例如, 设置后备机组和后备控制单元, 微机控制系统自动对机组运行状态进行诊断, 随时对已经出现或将要出现的故障发生警报, 自动用后备机组或后备控制单元切换故障机组或故障单元。

3 机房空调的气流组织

空调房间的气流组织是空调系统的重要环节。在相同的热负荷下, 气流组织的方式不同, 空调的效果就会有很大的差异。众所周知, 电子计算机机房在建筑和使用功能上的一大特点就是空间大、面积大, 对于这类建筑常采用全空气方式。在确定气流组织时主要考虑以下问题:

- (1) 计算机系统的散热方式及发热量;
- (2) 计算机设备在机房内的布置;
- (3) 机房内的热负荷;
- (4) 计算机机房内的操作人员。

由于要考虑以上因素, 机房专用空调机送回风形式是多种多样的。主要有上送下回、下送上回、上送上回、中侧送上下回四种。在机房空调系统中最常用的是前两种方式^[2]。上送下回的气流组织形式为送风口位于顶棚上, 垂直向下送风; 或位于侧墙上部, 流型为贴附射流。回风口设在房间下部。送风时气流在由上而下的流动过程中不断混入室内

空气, 进行热湿交换, 与室内空气充分混合, 能很好地保证工作区的温湿度精度和风速的规定值。这种气流组织形式, 有利于保证机房内空气的洁净度, 而且操作人员感到舒适、卫生, 还可以使设备获得所要求的冷却效果。因此, 这种气流组织形式在小型计算机房中经常使用。下送上回的气流组织为送风口位于地板上或侧墙下部, 回风口设在顶棚或侧墙上部。清洁的冷空气首先进入工作区, 低温空气可经过较短的路径进入机柜, 进入机柜的空气受室内污染影响小, 冷量利用好, 同时上部排风带走上部空间的大量余热。侧墙布置送风口受到机器设备的限制, 气流组织易受设备阻碍而被破坏, 操作人员的腿部常有吹风感。

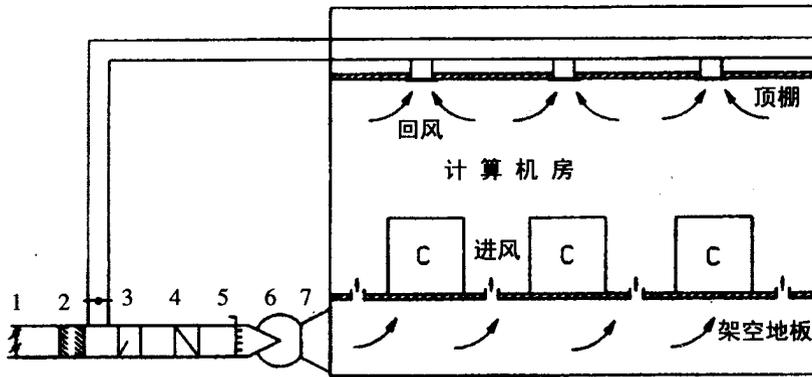
近年由于防静电活动地板在机房中广泛铺设, 因此机房专用空调采用下送上回方式送风的居多。这种方式使冷气直接进入活动地板下, 这样使地板下形成静压箱, 然后通过地板送风口, 把冷气均匀地送入机房内, 从而送入计算机柜内。为此, 机房专用空调应有足够的风量把机房中的热量带走。

采用这种送风形式可大大提高空调效率, 同时还可以大幅度节省过去习惯的管道送风的工程费用, 降低工程造价, 使室内布局美观。这是计算机房理想的送风方式。当然, 机房送风形式要与计算机主机散热形式一致。如某中心机房, 采用地板送风集中式空调净化系统, 如图 1 所示。

由于地板采用的是活动板格, 可调风口定制于活动板格上, 因此风口可随室内设备、人员位置的调整而调整, 既能避免风口对人体直吹, 又能使设备发热量及时排出。

另外, 在进行送风口布置时, 应考虑到无组织的漏风量。活动地板之间的缝隙, 以及地板接线开口, 在空调运行时, 由于压差存在漏风现象, 在计算送风口面积时, 应扣除漏出的风量, 风口的出风速度不应大于 3m/s , 且送风气流不应直对工作人员, 交换机下的送风口面积, 应按大于或等于设备冷却所需的风量来计算, 以防进入交换机架内的冷风量不足。

4 机房的风量及冷湿负荷计算



1. 新风阀 2. 过滤器 3. 冷却去湿器 4. 再热器 5. 加湿器 6. 送风机 7. 消声器 C- 计算机设备

图1 地板送风集中式空调系统

计算机房属于准洁净厂房，因此，计算机房空调系统中送风新风量的确定是一个比较重要的问题，有关的设计规范都做了严格的规定。在具体设计中要根据具体情况加以分析，得到最佳的设计效果。机房送风量可按下式计算：

$$L = \frac{3600Q}{\rho(i_N - i_0)}$$

式中： L —机房空调送风量， m^3/h ；

Q —机房空调冷负荷， kW ；

i_N —机房空气的焓， kJ/kg ；

i_0 —送风空气的焓， kJ/kg ；

ρ —空气密度，空调送风取 $\rho = 1.2 \text{ kg}/m^3$

机房空调系统的新风量按下面二项中的较大值确定：

(1) 按工作人员每人 $30 \text{ m}^3/h$ ；

(2) 按维持交换机房室内正压所需的风量。

4.2 空调冷、湿负荷计算

机房空调冷负荷主要包括：围护结构瞬变传热形成的冷负荷；透过玻璃门窗的日射得热所形成的冷负荷；室内热源（工艺设备、照明、人体等）散热形成的冷负荷。

机房湿负荷：机房内没有其它湿源，仅考虑人体散湿量，按轻度劳动从散湿量表中查得相应设计温度下的成年男子散湿量，再乘以房间内人数和群集系数即为机房的湿负荷^[3]。具体计算见文献[3]。

5 机房的洁净设计

中明确地规定了机房室内含尘浓度要求，即在静态条件下，灰尘颗粒的直径大于和等于 $0.5 \mu m$ 的尘粒数应小于和等于 $18000 \text{ 粒}/L$ ，即洁净度级别相当于 50 万级 ($0.5 \mu m$)。若空气含尘量过大，尘粒落在机器上可能造成某些部件损坏。

资料表明，机房内发尘量对室内含尘浓度的影响很小，基本可以忽略^[4]。因此，要满足《规范》规定的洁净度要求，仅需对新、回风空气进行过滤处理。特别是新风的净化处理，通常不能只采用一级效率 80% 的过滤器，其前面应采用初、中效二级过滤进行保护，最后选用亚高效过滤器；回风采用一级初效过滤即可。送、回风口无需使用高效过滤器风口，采用普通型即可。而舒适性空调机以及常规的恒温恒湿空调机一般只有初效过滤器，如果需要提高过滤效率，也只能是改装，而且往往还需增加风机、加大风压，以免空调机因安装了高效或亚高效过滤器而使送风能力大幅度下降。

6 机房专用空调机的对比

机房专用空调机组与一般舒适性空调机组的对比见表 1。

表 1 机房专用空调机组与一般空调机组的对比

序号	比较内容	一般空调	机房专用空调
1	冷风比 (W/m^3)	5	2.2~3
	显热比 (显冷量/总冷量%)	0.65~0.7	0.85~1.0

3	焓差(W/kg)	3~5	2~2.5
4	控制精度	±3℃	±1℃, ±1%RH
5	湿度控制	通常没有	有加湿和去湿功能
6	空气过滤	一般性过滤	要求过滤 0.2~0.5 粒子, 10~30 万级
7	蒸发温度	较低	5℃~11℃
8	蒸发器排数	4, 6, 8	2~4 排
9	迎风面积(m ²)	较小	1.3~2.7
10	迎面风速(m/s)	较大	≤2.7
11	备用	单制冷回路	双制冷回路
12	运行时间 h	8~10	24
13	全年运行 可靠性	不设计冬 季运行	全天候运行
14	控 制	一般控制	微机控制 能进行本机或远 程监视温湿度、 空气处理状态和 各种报警等
15	监 控	/	

7 结语

计算机机房空调系统的工艺特点是除热冷负荷大, 除湿冷负荷小; 送风量大, 焓差小; 需要全年持续稳定地降温运行, 而且有一定的洁净度要求。笔者认为, 只要遵守规范要求, 选择合理的气流组织和洁净措施, 其它方面可以按照传统的空调系统设计。需要注意的是, 系统在投入使用前, 一定要进行认真的调试, 以确保系统安全、节能、高效地运行。

8 参考文献

- [1] 尹贞勤. 程控交换机房空调设计探讨[J]. 安徽建筑, 1999(4): 29
- [2] 李景山. 小型计算机机房空调系统设计的探讨[J]. 天津建设科技, 2002(3): 31
- [3] 赵荣义、范存养. 空气调节(第三版)[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1994
- [4] 祝健, 张勇. 电子计算机机房空调设计实现方法[J]. 安徽建筑, 2001(1): 110~111

—— [信息动态] ——

五项制冷空调标准出版发行

中国标准出版社最近出版了以下五项制冷空调国家标准:

- (1) GB/T19409-2003《水源热泵机组》, 每本 14 元;
- (2) GB/T19410-2003《螺杆式制冷剂压缩机》, 每本 12 元;
- (3) GB/T19411-2003《除湿机》, 每本 13 元;
- (4) GB/T19412-2003《蓄冷空调系统的测试与评估》, 每本 16 元;
- (5) GB/T19413-2003《计算机和数据处理机房用单元式空调机》, 每本 14 元;

读者如需要, 可和中国标准出版社联系(北京复门外三里河北街 16 号, 邮编: 100045, 电话: 010-68523946。

—— (王良报道)

“无霜”冰箱挑战“有霜”冰箱

中国家电协会所作的一次大型调查表明: 60% 消费者买冰箱是为了更新换代, 准备用无霜冰箱来淘汰有霜冰箱。这一潜在的庞大需求将使中国无霜冰箱的市场潜力每年递增 100 亿元以上, 前景十分诱人。

在日本及欧美国家盛行了 20 多年的有霜冰箱已经从 90% 以上的占有率退到 5% 以下。

近来, 伊莱克斯、西门子、惠而浦、三菱重工、三星、东芝、三洋、夏普、松下等 20 多家世界级的跨国公司纷纷在我国洽谈合资生产无霜冰箱的有关事宜, 目前三菱电机与华凌达成了初步合作协议。这是继科龙与三菱合资生产冰箱后, 中国冰箱业的第二次更大规模的产业整合, 中国冰箱的无霜时代正悄然成形。

不少专家预言有霜冰箱将在五年内逐步退出大城市销售主渠道, 目前冰箱发展的世界潮流, 无霜冰箱逐步取代有霜冰箱是大势所趋。 —— (费人杰报道)