

# 北京某数据机房空调节能设计

中国中元国际工程公司 徐伟<sup>☆</sup>

**摘要** 该项目由办公楼改造而成,在无法利用原有建筑空调系统、使用空间十分紧张及制冷设备机房面积十分有限的情况下,采用水冷加自然冷却双冷源机房专用空调,在保证数据机房“安全、可靠、稳定”的前提下,实现数据机房节能运行的空调设计。

**关键词** 数据机房 空调设计 节能

## Air conditioning energy saving design for a data room in Beijing

By Xu Wei<sup>★</sup>

**Abstract** The room is reformed from an office with insufficient space and has little space for the cooling equipment room. Therefore it is impossible to use the original air conditioning system of the building. Under such conditions, adopts a special air conditioning system adopting double cold sources of water cooling plus natural cooling, ensuring that the operation of equipment in the room is safe, reliable and stable and realizes air conditioning design of energy saving operation for it.

**Keywords** data room, air conditioning design, energy saving

★ China IPPR International Engineering Corporation, Beijing, China

①

### 1 项目概述

该数据机房位于北京市,由原有的一部分办公楼改造而成,机房建筑面积约为 10 860 m<sup>2</sup>。该项目的设备散热量为 3 890 kW,加上 UPS 间设备

散热量及围护结构冷负荷后,需由机房专用空调承担的冷负荷约为 4 400 kW。

### 2 设计参数及空调方案分析

#### 2.1 室内空调设计参数(见表 1)

表 1 室内空调设计参数

区域	夏季		冬季		新风量	允许 A 声级噪声/dB
	干球温度/℃	相对湿度/%	干球温度/℃	相对湿度/%		
UPS 间、电池室	24±2	45~65	20±2	45~65	保持正压	≤60
数据设备机房	23±1	45~60	23±1	45~55	保持正压	≤60

#### 2.2 机房空调冷负荷的构成

机房空调负荷包括:由机房内设备的散热、围护结构传热、通过外窗进入的太阳辐射热、人体散热、照明装置散热引起的负荷,新风负荷及伴随各种散湿过程产生的潜热负荷。

数据机房空调系统有别于常规舒适性空调系统,该类空调系统的负荷特点是显热负荷大、热湿比高。数据机房能耗最多的是空调设备和 IT 设备,能耗比例分别为:空调 54%,计算机 38%,CPU 6%,照明 2%。IT 设备的耗电量会 100%转化为显热负荷。由于数据机房的负荷特点和耗能时间

长,针对 IT 设备和空调系统采取适宜的节能措施将会大大降低数据机房的能耗。

#### 2.3 空调方案分析

该项目是将已建成的办公楼改造成数据机房楼,原有大楼空调系统的冷负荷远远不能满足数据机房负荷的要求,并且为保证数据机房安全运行及管理简便,需将服务于数据机房的空调系统与大楼

①☆ 徐伟,男,1977年3月生,大专,工程师  
100089 北京市西三环北路5号中国中元国际工程公司  
(010) 68732465  
E-mail: xuwei@ippr.net  
收稿日期:2011-06-20

原有的空调系统完全分开。在综合考虑项目的现状、可供设备机房使用的区域及面积、数据机房的 PUE(能效指标)及投资造价等因素的基础上,该数据机房采用了冷却水水冷+自然冷却的空调系统方式。该系统主要由冷却塔、一次侧循环水泵、板式换热器、二次侧循环水泵及水冷+自然冷却双冷源机房专用空调组成。空调主供、回水管采用环状管网,通过支管接至各层的专用空调机内。

当室外气温不能满足自然冷却的条件时,由冷却塔经板式换热器为机房专用空调的压缩机冷凝器提供  $33.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  的冷却水;当室外气温满足自然冷却的条件时,由冷却塔经板式换热器为机房专用空调的节能盘管提供  $8\sim 12\text{ }^{\circ}\text{C}$  的供水,此时由于机房专用空调的压缩机停机,数据机房空调系统实现了节能运行。

该项目机房空调系统采用下送风、上回风的气流组织方式,高架地板以下空间作为送风静压箱,机柜采用前后通风网孔门,以“面对面,背靠背”的方式排列,将机房空间划分为冷区和热区,地板下送风,自由空间回风(见图 1)。机房专用空调安装在热通道顶端,送风口安装送风导流板,送风至地板下;在冷通道安装可调型地板送风口,送风至主设备正面进风口,冷却主设备后,由主设备背面或者上部自由回风至机房专用空调。

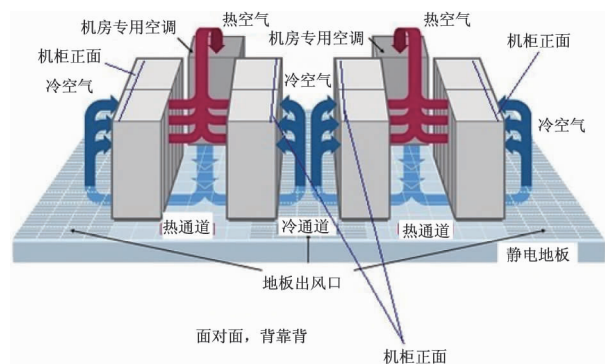


图 1 服务器机架最佳摆放方式

## 2.4 节能措施

数据机房室内环境一年四季都需要空调设施保证,以维持机房的温湿度要求,电耗比一般公共建筑至少高 2 倍以上。针对各地区全年气候特征,研究数据机房空调全年运行特性,探索最经济的运行方式,对于降低能耗、提高经济性具有重要的意义。

我国北方地区冬季和春、秋季节时间长,夏季炎热时间短,室外年平均气温低,以北京为例,全年室外月平均气温低于  $6\text{ }^{\circ}\text{C}$  的时间有 5 个月,室外空气中蕴含着大量的自然冷量。因此,寒冷地区数据机房利用室外空气中的自然冷量进行空调降温具有广阔的应用前景,可实现节能和节省运行费用的目的。

由于机房内设备散热量大,室外气温变化对机房冷负荷变化影响较小,机房全年具有稳定冷负荷,而北京冬季有大量自然冷源可用,如能充分利用这部分自然冷源,不仅可以节能,产生经济和环境效益,同时也因压缩机的工作时间减少,制冷系统的使用寿命得以延长。

根据中国气象局公布的北京地区气象参数,笔者计算出每个月的平均湿球温度,见表 2。

表 2 北京地区的历史气候资料

月份	月平均气温/ $^{\circ}\text{C}$	月平均相对湿度/%	月平均湿球温度/ $^{\circ}\text{C}$
1	-3.7	44	-6.30
2	-0.7	44	-3.75
3	5.8	46	1.81
4	14.2	46	8.67
5	19.9	53	14.21
6	24.4	61	19.17
7	26.2	75	22.83
8	24.8	77	21.81
9	20.0	68	16.24
10	13.1	61	9.35
11	4.6	57	1.62
12	-1.5	49	-4.16

从表 2 可以看出,月平均湿球温度并不高,有 5 个月的平均湿球温度低于  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,3 个月低于  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,具备利用低温空气进行自然冷却的条件。

该工程冬季冷负荷约为  $4\ 200\text{ kW}$ ,以  $100\text{ kW}$ /台的机房专用空调为例,则需要专用空调 42 台,每台专用空调有 2 台压缩机,则  $4\ 200\text{ kW}$  冷负荷需要 84 台压缩机。根据压缩机运行特点,为保证稳定的冷凝压力以提供足够的制冷量,一般冷凝压力取  $1.6\text{ MPa}$ ,所对应的冷凝温度为  $44.31\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,一般机房专用空调的蒸发压力为  $500\sim 600\text{ kPa}$ ,取  $550\text{ kPa}$ ,对应蒸发温度为  $8.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  时单台压缩机的功耗为  $10.95\text{ kW}$ 。

冷却塔一般取出水温度高于湿球温度  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,考虑板式换热器的温度为  $1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,如果按照冬季  $8\sim 12\text{ }^{\circ}\text{C}$  的供水温度,则需要室外湿球温度低于  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,

(上接第 20 页)

那么一年中有 4~5 个月的时间可以免费供冷。如果按 3 个月时间计算,即每年的 1 月、2 月和 12 月为免费供冷的时间。在这 3 个月时间内,机房专用空调的压缩机不工作,则测算出每年所节省的电量为

$$(31 \text{ d} + 28 \text{ d} + 31 \text{ d}) \times 24 \text{ h/d} \times 10.95 \text{ kW/台} \times 84 \text{ 台} = 1\,986\,768 \text{ kW} \cdot \text{h}.$$

上述条件下,采用水冷式+自然冷却式系统每年可省电约 198.7 万 kW·h,按照峰谷电价平均 0.7 元/(kW·h)计算,每年可节约运行费用 139.1 万元。

### 3 设计体会

该项目是将已建成的办公楼改成数据机房楼,受该项目现有条件及投资造价的限制,设计存在一些不足之处,如采取以下措施,空调系统将更加节能:

1) 提高室内回风温度,按照不同功能需求分别确定回风温度,例如回风温度提高到 27℃,则可以采用更高的水温,如 9~14℃,则全年可以进行免费供冷的时间将更长。

2) 采用闭式冷却塔,则可取消板式换热器和二次侧循环水泵。单台水泵的耗电量为 75 kW,每年节省的运行费用为  $75 \text{ kW/台} \times 3 \text{ 台} \times 24 \text{ h/d} \times 365 \text{ d} \times 0.7 \text{ 元}/(\text{kW} \cdot \text{h}) = 138 \text{ 万元}$ 。

3) 将数据机房的余热作为冬季办公供暖的热源利用。

### 参考文献:

- [1] 陆耀庆. 实用供热空调设计手册[M]. 2 版. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008
- [2] 马最良, 姚杨. 民用建筑空调设计[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003
- [3] 全国民用建筑工程设计技术措施(2009) 暖通空调·动力[M]. 北京: 中国计划出版社, 2009
- [4] 中华人民共和国工业和信息化部. GB 50174—2008 电子信息系统机房设计规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 2009
- [5] 中国有色金属工业总公司. GB 50155—92 采暖通风与空气调节术语标准[S]. 北京: 中国计划出版社, 1992