

# 名气通数据中心主机房 恒温恒湿空调设计

山东同圆设计集团有限公司 许叶<sup>☆</sup> 钟世民  
阿尔西制冷工程技术(北京)有限公司 朱洪波

**摘要** 介绍了信息机房恒温恒湿空调系统的设计,对系统的节能性和可靠性进行了全面的分析。采用集中冷源形式的空调系统,其制冷设备选用了具有自然冷却功能的风冷式冷水机组,该机组在室外温度低于设定温度时即可启动自然冷却功能,具有较好的节能效果。为保证系统的可靠性,室外机、室内机和水管路系统均有备份设计。

**关键词** 数据中心 集中冷源 自然冷却 可靠性 节能

## Constant temperature and humidity air conditioning system design for communication rooms in data center of Towngas

By Xu Ye<sup>★</sup>, Zhong Shimin and Zhu Hongbo

**Abstract** Presents the system design, and analyses the energy efficiency and reliability of the air conditioning system. Adopts the central cold source and its refrigeration equipment is air-cooled water chiller with natural cooling, which is automatically switched to the natural cooling mode when the outdoor temperature is below the setting temperature having obvious energy saving effect. To guarantee the high reliability of the system, designs the backup system of outdoor units, indoor units and water piping system.

**Keywords** data center, central cold source, natural cooling, reliability, energy saving

★ Shandong Tong Yuan Design Group Co., Ltd., Jinan, China

①

### 1 工程概况

济南驰波名气通数据服务有限公司项目是由济南市发展和改革委员会以济发改外经[2009]81号批准建设的一个大型数据中心,项目位于济阳县济北开发区内,东临原国道220线、南临冶金技校、西临济北路、北临力硕电子公司。本次设计的机房空调系统项目主要是二层西部主机房,建筑面积422 m<sup>2</sup>。

### 2 主要设计参数

#### 2.1 室外设计参数

夏季室外计算干球温度:34.8℃,室外计算湿球温度:26.7℃,室外最高温度:42℃;冬季室外计算干球温度:-10℃。

#### 2.2 室内设计参数(见表1,2)

根据工艺环境要求,本设计采用A级标准。

### 3 空调系统

表1 开机时主机房的温湿度

	A级		B级
	夏季	冬季	全年
温度/℃	23±2	20±2	18~28
相对湿度/%	45~65		40~70
温度变化率/(℃/h)	<5,并不得结露		<10,并不得结露

表2 停机时主机房的温湿度

	A级	B级
温度/℃	5~35	5~35
相对湿度/%	40~70	20~80
温度变化率/(℃/h)	<5,并不得结露	

#### 3.1 冷源

##### 3.1.1 冷负荷计算

①<sup>☆</sup> 许叶,女,1975年5月生,大学,高级工程师  
250001 山东省济南市名士豪庭小区一区4-2-1302  
(0) 13064073775  
E-mail: hvacjn\_@126.com  
收稿日期:2011-06-20

数据中心机房的负荷由以下几部分组成:服务器和附属的配电设备发热,照明设备、人员及新风产生的热量,以及外围护结构散热。其中最主要的负荷就是服务器所产生的热量。其负荷的特点是:发热量大且相对稳定,除围护结构散热有变化外,其他负荷基本不变,需要全年制冷。该项目空调计算总冷负荷为 450 kW。

### 3.1.2 冷源形式

制冷设备选用 2 台带自然冷却盘管的风冷螺杆式冷水机组(单台制冷量 475 kW,功率 155.5 kW),一用一备,常年提供 7℃/12℃ 冷水(见图 1)。机组制冷方式有两种,一种是机械制冷,另一种是自然冷却。



图 1 室外机安装照片

## 3.2 水系统及风系统

### 3.2.1 水系统

对于小型数据中心机房,国内常用的是氟利昂直接蒸发式空调,大型数据中心如采用此种形式,室外机的放置和制冷剂管路的铺设在空间上会受到诸多限制,因此多采用集中冷源形式的空调系统。

由于数据中心的重要性,冷媒水管采用双管制,并设备份。从集、分水器至室内精密空调机组的管路以及阀门均有两套,一套使用另一套备用。水泵也是一用一备。管路采用无缝钢管,加工和安装则采用二次热镀锌的方法,以确保管路的经久耐用。所有管路和阀门的安装应利于检修。自来水加湿管路采用 PP-R 管,自来水需经软化处理,以延长加湿器检修和清污的周期。

### 3.2.2 风系统

室内空调机组选用电子调速风机(EC 风机),机组下送风上回风,静电地板架空高度 800 mm(见图 2),空调机房与主机房分开设置,如图 3 所示。人进入主机房后看不到空调机组。机组的送风利用架空地板形成的静压箱,均匀地从地板送风

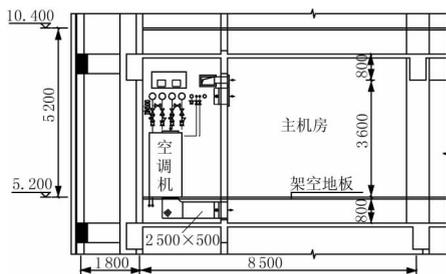


图 2 空调机房设备布置图

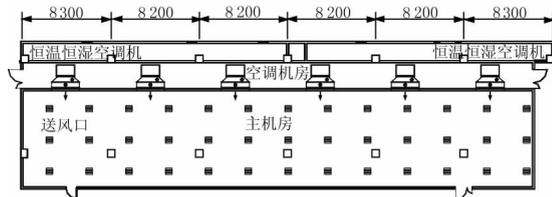


图 3 主机房空调送风平面图

口送到机柜处。回风则通过隔墙的格栅风口利用机组形成的负压回到空调机房,再进入机组。

根据回风温度,空调机组自动调节风机转速来调节风量。室内空调机组采用  $N+1$  备份原则( $N$  为计算的设备台数,1 为备用台数),每个主机房共选用  $5+1$  台 OPTIMA/HD CW 130B3 机组,单台制冷量 126.9 kW,风量  $31\,500\text{ m}^3/\text{h}$ (见图 3,4)。新风机 1 台,风量  $2\,500\text{ m}^3/\text{h}$ (见图 5),具备排气和热回收功能。

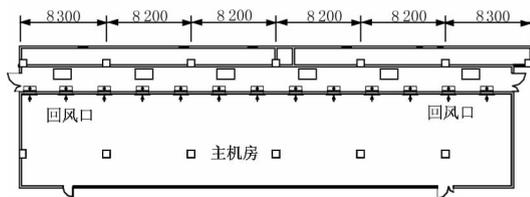


图 4 主机房空调回风平面图

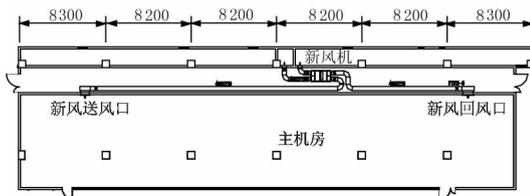


图 5 主机房空调新风平面图

## 4 空调自控

整个空调系统从制冷主机到室内空调机组实行联网运行,并与大楼内的监控系统并网,实现了计算机远程控制。空调系统的任何一个环节发生

故障,备用机组即可启动并发出报警信号。室外制冷主机可自动检测回水温度,并结合环境温度进行分析计算,决定是否开启自然冷却功能,以最大程度地节能。室内机组在保证温湿度要求的情况下,备用机组处于热备份状态,当其中的某台机组发生故障或者人为停机时,其他机组自动调整送风机的风量和输出的冷量,防止机组间的竞争运行(有的机组在制冷而有的机组却在加热除湿)。

## 5 空调系统特点及节能分析

### 5.1 风冷螺杆式冷水机组(带自然冷却盘管)的特点及节能分析

风冷机组可直接安放于屋顶或其他室外空间,省去了水冷式冷水机组所必备的冷却塔、冷却水泵及冷却水管路系统。

该数据中心所采用的风冷螺杆式冷水机组与集中空调系统常用的风冷螺杆式冷水机组的不同之处在于:1) 机组带有自然冷却盘管;2) 机组具有低温启动功能。

由于数据中心机房需要全年供冷,能否最大限度地利用自然界的低温环境对数据中心的设备进行冷却便成了节能与否的关键。

为减少机械制冷(压缩机运行)的时间,机组另外配置一套水/空气自然冷却盘管,当环境温度低至临界点(由环境温度、回水温度共同决定)时,机组即启动自然冷却功能,先由水/空气换热盘管对回水进行降温,回水在进入蒸发器之前被预冷。通过此预冷(亦即自然冷却)过程,室外空气为空调系统提供部分冷量或全部冷量,不必像一般风冷式冷水机组那样全靠压缩式制冷系统供冷,从而达到节能的目的。机组自然冷却与机械制冷的切换完全由机组控制系统自动实现,不需要人工干预。

风冷螺杆式冷水机组(带自然冷却盘管)的自然冷却在制冷中所占的比例如图6所示,图中阴影部分即为自然冷却的工作区域,右上部分则为机械

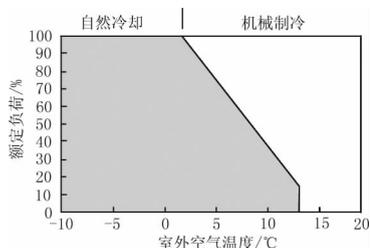


图6 自然冷却在制冷中所占的比例

制冷工作区域。在回水温度为 $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、室外环境温度低于 $13\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,自然冷却盘管开始工作,随着室外环境温度的降低,自然冷却在制冷中所占的比例逐步增加,到室外环境温度低于 $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 后,如果所需要的制冷能力等于机组的额定制冷能力,便可以全部采用自然冷却,压缩机不必开启。

由带有自然冷却功能的风冷式冷水机组所组成的空调系统较单纯的机械制冷的空调系统具有明显的节能效果。图7是不同室外气温时的节能比例。

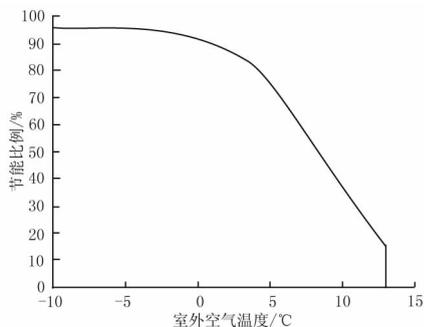


图7 自然冷却运行的节能比例

由图7可知,随着室外环境温度的降低,自然冷却的节能比例越来越大,到室外环境温度低于 $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 后,节能率达到95%以上。在长江以北地区,特别是气温偏低的区域,这样的空调系统应用于数据中心机房具有相当明显的节能优势。

### 5.2 室内精密空调机组(带电子调速风机)特点及节能分析

本项目采用OPTIMA/HD CW型系列精密机房空调,它可提供全年365 d、全天24 h的全方位温湿度控制,具有极高的可靠性、稳定性及经济性。

CW型机组利用室外机组制取的冷水对室内设备进行冷却,具有制冷、加湿、除湿功能。

其温度控制范围为 $15\sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,精度 $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;相对湿度控制范围为 $35\%\sim 80\%$ ,精度 $\pm 5\%$ 。

机组送风机采用直联式EC电动机的无蜗壳后向离心风机。EC无蜗壳调速风机能根据制冷系统的变化,自动调节风机转速,使表冷器始终工作在合理的工作点上。且EC无蜗壳调速风机能效高,特别是风机低速运转时非常节能。

空调室内机组的送风机放置在架空地板下部,降低了机房内的噪声。机组冷量的调节在一定范

围内可利用风机调速实现,并结合电动三通调节阀做到冷量输出的无级调节。

室内所有机组联网运行,备用机组处于热备份状态,当其中某台机组发生故障或者人为停机时,其他机组自动调整送风机的风量和输出的冷量,避免出现机组之间的竞争运行(如有的机组在加湿运行,而有的机组却在进行除湿运行),防止能量浪费。

### 5.3 气流组织特点及节能分析

合理的气流组织可以让室内的温度分布更加均匀。名气通数据中心机房采用的是地板下送风,利用高架地板形成天然的静压箱,避免了因风速不同造成的各风口风量不均。各地板送风口的布置与机柜布置相结合,实现了冷热通道的分离(见图 8),以获取较大的换热温差,提高换热效率,实现节能。

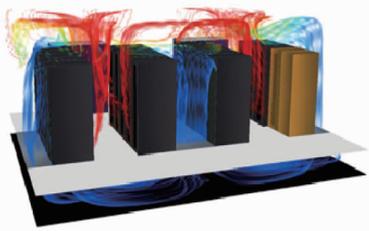


图 8 冷热通道示意

## 6 空调系统可靠性措施

### 6.1 设备

空调系统的室外主机、室内机组以及水泵等主要设备,按照规范要求均配置了备用设备。一旦出现故障或进行检修,控制系统能自动地启动备用设备投入运行。在正常的运行过程中,各设备由控制系统自动分配运行时间,以做到设备寿命的均衡。

### 6.2 管路系统

管路在机房里面,漏水和检修方便是要重点考虑的问题。为此采取的措施是:

- 1) 管路和空调室内机等空调设备与主机房隔离,下部通风处设挡水围堰,并增加地漏数量。
- 2) 管路高架,无遮挡物,方便检修人员观察和维护。
- 3) 管路做备份,并预留后期工程扩展接管,当一套管路出现漏水或者阀门出现故障时可以切换到另一套管路。预留的扩展接管可以随着后期负荷的加大,在不影响其他设备正常运行的情况下,方便地增设空调室内机。
- 4) 特殊的管路施工工艺,保障管路经久耐用。

管路采用无缝钢管并进行二次热镀锌处理,以提高管路的防腐能力。

### 6.3 防冻剂

数据中心机房空调在寒冷的季节也要制冷,因而载冷剂要采取防冻措施,常用的方法是根据冰点的不同添加不同数量的防冻剂,应用广泛的是乙二醇。但在本项目的空调系统中,添加的是一种更为安全的防冻剂——冰河冷媒,表 3 与图 9 是冰河冷媒与乙二醇的性能比较。

表 3 A3 钢在不同载冷剂中的腐蚀失重  $\text{mg}/\text{cm}^2$

时间/h	乙二醇	冰河冷媒 LM-1	冰河冷媒 LM-4
0	0	0	0
27	0.032 22	0.002 78	0.000 17
49	0.140 56	0.024 44	0.020 00
73	0.200 56	-0.001 67	0
107	0.306 67	-0.004 83	-0.006 83
142	0.417 78	-0.010 17	-0.010 37
168	0.487 80	0.015 56	0.018 33

注:负号代表增重

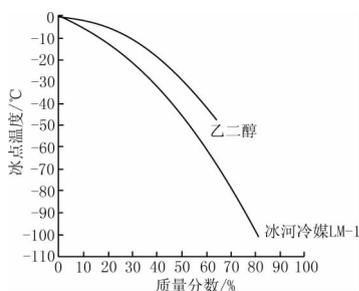


图 9 冰河冷媒 LM-1 与乙二醇的冰点曲线

## 7 设计心得

大型数据中心(面积大于  $500 \text{ m}^2$ )的计算机主机房发热量随着刀片式服务器的大量应用会越来越大,传统直接蒸发式的空调系统在机组布置和节能方面没有什么优势,而带自然冷却功能的集中冷源形式的空调系统可以在气温较低时直接利用室外冷空气进行换热,减少了机械制冷的运行时间,体现出了节能环保的理念。同时,巧妙地对空调机组进行布置可以使整个主机房显得更为整洁美观。通过分析可以得出,这种空调系统尤其适用于华北地区,可为今后该类数据中心空调系统的设计提供设计思路。

### 参考文献:

- [1] 中华人民共和国工业和信息化部. GB 50174—2008 电子计算机机房设计规范[S]. 北京:中国计划出版社,2009
- [2] 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