

## 一、工程概况

机房位于某大楼 12 层，目前正常运营，但空调系统运行能耗较高。现业主要求新建一套机房节能空调系统，与机房现有空调系统结合使用，降低机房 PUE 值，提高制冷系统能效。

### 1.1 现有空调系统

机房空调系统采用华为、艾默生和佳力图的风冷式机房专用精密空调，各个机房空调配置情况如下：

机房名称	设备名称	型号	数量	性能及规格	备注
机房 A	精密空调	华为	3 台	制冷量：35kW	
机房 B	精密空调	华为	3 台	制冷量：35kW	
网络中心机房	精密空调	艾默生	1 台	制冷量：30kW	
UPS 机房	精密空调	佳力图	1 台	制冷量：12.5kW	
交换机房	精密空调	佳力图	1 台	制冷量：7.5kW	

### 1.2 机房现状

机房名称	机房面积	机柜数量	通道形式	备注
机房 A	75m <sup>2</sup>	21 个	冷通道封闭	
机房 B	55m <sup>2</sup>	20 个	冷热通道	
网络中心机房	46.8m <sup>2</sup>	12 个	同向分布	
UPS 机房	54m <sup>2</sup>	10 个	同向分布	
交换机房	18m <sup>2</sup>	5 个	同向分布	

机房存在问题：

- 1) **机房冷量不足**；目前机房需要开启机房专有空调以及大楼风机盘管才能为机房提供足够的冷量。
- 2) **机房空调能耗较高**；机房采用的是风冷精密空调，能效比低，同时网络中心机房、UPS 机房以及交换机房空调使用年限较长，能效比下降，总体机房空调能耗较高。

## 二、空调系统设计依据及参数

### 2.1 设计依据

- |                         |              |
|-------------------------|--------------|
| (1) 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》 | GB50736-2012 |
| (2) 《建筑设计防火规范》          | GB50016-2006 |
| (3) 《通信建筑工程设计规范》        | YD5003-2014  |
| (4) 《电子信息系统机房设计规范》      | GB50174-2008 |
| (5) 《公共建筑节能设计标准》        | GB50189-2015 |
| (6) 初步勘测资料              |              |
| (7) 其他国家及部门颁发的有关规定等。    |              |

### 2.2 室内外设计参数及标准

(1) 室外气象资料:

建设地点: 某市	E125°13' /N43°54'; 海拔 236.8m		
夏季空调计算干球温度	30.5℃	夏季最热月月平均室外计算相对湿度	78%
夏季空调平均室外计算干球温度	26.1℃	冬季最冷月月平均室外计算相对湿度	68%
冬季空调计算干球温度	-28℃	夏季空调室外计算湿球温度	24.3℃
冬季供暖室外计算干球温度	-23℃	年平均气温	4.9℃
夏季通风计算干球温度	27℃	极端温度	最高温度 33.8℃; 最低温度 -30.2℃
冬季通风计算干球温度	-16℃	室外平均风速	冬季 4.2m/s; 夏季 3.5m/s

(2) 室内设计参数:

房间名称		夏季		冬季	
		温度(℃)	相对湿度(%)	温度(℃)	相对湿度(%)
数据 机房	冷通道	23±1	45~55	23±1	45~55
	热通道	35	30	35	30
辅助用房		26	≤65	24~26	≥30

## 三、冷负荷估算

(1) 机房 A 建筑面积为 75m<sup>2</sup>, 主设备功率预估为 63kW, 设备负荷约为 63kW。

机房 B 建筑面积为 55m<sup>2</sup>, 主设备功率预估为 60kW, 设备负荷约为 60kW。

网络中心机房建筑面积为 46.8m<sup>2</sup>，主设备功率预估为 48kW，设备负荷约为 48kW。

UPS 机房建筑面积为 54m<sup>2</sup>，主设备功率预估为 30kW，设备负荷约为 30kW。

交换机房建筑面积为 18m<sup>2</sup>，主设备功率预估为 10kW，设备负荷约为 10kW。

(2) 本次方案为改造方案，节能使用时间为过渡季节以及冬季，因而机房建筑维护负荷、补充新风负荷可以忽略，机房照明以及人员散热负荷按照-0.05kW/m<sup>2</sup> 计算。

(3) “功率及面积法”计算数据机房冷负荷公式为：

计算公式	参数	
$Q_t = Q_1 + Q_2$	Q <sub>t</sub>	空调冷负荷 (kW)
	Q <sub>1</sub>	室内设备负荷 (设备功率×1.0)
	Q <sub>2</sub>	环境冷负荷 (kW)

(4) 各机房冷负荷指标估算汇总如下：

序号	名称	节能所需冷负荷(kW)	备注
1	机房 A	59.25	主设备功率：63kW
2	机房 B	57.25	主设备功率：60kW
3	网络中心机房	45.66	主设备功率：48kW
4	UPS 机房	27.3	主设备功率：30kW
5	交换机房	9.1	主设备功率：10kW
	合计	198.56	主设备功率：211kW

## 四、热管空调系统设计

### 4.1 冷源

本方案考虑到机房原先配备了机房专用精密空调，因此，我司建议增加 4 套风、水双冷却式热管空调系统，与原精密空调联合运行，最大限度利用自然冷源，减少精密空调的运行时间，降低机房制冷能耗。

自然冷源为 4 台制冷量为 60kW 的室外机，安装于楼顶平台。

为保证系统节能运行，热管系统与精密空调配套集中自控系统，实现远程监控与自动切换控制，提高空调系统整体能效。

### 4.2 空调末端

机房 A 空调末端采用重力分离式热管背板机组，安装于机柜背门上，单台制冷量为

3Kw，室外机与室内机是一对多连接。

机房 B、网络中心机房、UPS 机房以及交换机房空调末端采用重力分离式热管吊顶机组，采用吊顶式安装方式，单台制冷量有 10.2kW 型号。室外机与室内机是一对多连接。热管空调机组为干工况运行，不设加热盘管和加湿器，由机房原有精密空调进行加湿。空调末端与室外机连接管路为铜管，运行工质为氟利昂，无漏水风险。

### 4.3 空调风系统

分离式热管吊顶机组吊装在机柜冷通道上方，分离式热管背板机组安装于机柜背板处，距离热源近，可将热空气以最短路径吸入热管换热设备，进行热交换后的冷风进入冷通道后又以最短距离进入机柜，气流组织最短，效率最高，与常规机房恒温恒湿空调地板下送风相比，运行能耗大大降低。

### 4.4 热管空调系统主要设备表

机房主要设备：

热管空调系统主要设备表					
序号	设备	性能参数	单位	数量	备注
1	热管空调 CRHPI-01-06	制冷量：60kW；功率： 1.4+2.58kW	套	3	机房 B：6 台内机； 网络中心机房：6 台内机； UPS 机房：4 台内机； 交换机房：2 台内机；
2	热管空调 CRHPB-01-20	制冷量：60kW；功率：1.4W	套	1	机房 A:20 个背板；

## 五、热管空调系统节能计算

### 5.1 热管空调自然冷源供回水温度性能

本方案中热管空调末端对应风、水双冷却热管系统室外机，当室外机供水温度可满足热管空调末端承担机房全部显热负荷，此时精密空调就不用开启，从而减少了精密空调的开启时间、降低能源消耗。

本方案自然冷源运行模式如下：

序号	系统运行模式	运行条件
1	自然冷源开启（精密空调关闭）	自然冷源供水温度 $\leq 15^{\circ}\text{C}$
2	自然冷源关闭（精密空调开启）	自然冷源供水温度 $> 15^{\circ}\text{C}$

在室外机出水温度  $15^{\circ}\text{C}$ （室外湿球温度  $12^{\circ}\text{C}$ ）以下时，由热管空调单独供冷，其余工况由精密空调单独供冷。考虑到实际环境温度与典型气象年数据的偏差，取 0.9 偏差系

数，汇总数据如下：

运行模式	典型气象年 全年运行小时数	偏差系数	全年运行小时 数修正值	自然冷源负担负荷 比例 (%)
热管空调单独供冷	6156	0.9	5540	100%
精密空调单独供冷	2604	-	3220	-

## 5.2 计算结果

地区	分项运行能耗 (kW·h)	运行模式		空调系统预估全 年运行总能耗 E (kW·h)
		热管空调单独供 冷	原有精密空调 单独供冷	
某市	精密空调运行能耗 $E_L$	0	362250	985500
	室外机运行能耗 $E_c$	24819.2	0	
	空调末端运行能耗 $E_a$	60895.68	0	
	合计	85714.88	362250	

机房节能效果：由上表可得出本方案全年精密空调运行总能耗为 **985500kW·h**，节能空调系统全年运行总能耗为 **492761kW·h**，全年可节电约 **492739kW·h**，节电率达：**50%**。