

某既有通讯大楼数据机房空调系统扩容改造方案探讨

□ 覃振东 胡成辉 刘日明

[摘 要] 对数据中心的空调系统进行改造,需要重点关注如何合理利用原有设备、降低投资、节约运行费用等问题。针对某既有通讯大楼数据机房空调系统扩容改造项目提出三种空调改造方案,通过经济性比较,探讨适合该项目的方案,为既有数据机房的空调系统扩容改造提供借鉴。

[关键词] 数据机房; 空调系统; 扩容改造

随着人工智能、云计算、5G网络等技术的发展,数据中心的体量迅速增加,自2013年以来,我国数据中心的总体规模和数量快速增长,截至2017年底,我国数据中心机架总体规模达到166万架,中国规模以上的数据中心保有量约为5.9万个,总面积超过1800万m²[1~2]。同时,由于业务的发展需求以及在绿色、节能的趋势下,既有的数据中心的扩容改造也呈现迅猛上升的趋势[3],如东北某数据中心的蒸发冷却空调系统的节能改造[4]、上海证券交易所内数据中心对设备和控制策略进行了更新和改造[5]等,改造后数据中心空调系统的整体效率都得到显著提升。对数据中心的空调系统进行改造,重点关注如何合理利用原有设备、降低投资、节约运行费用等问题。以南宁市某既有通讯大楼数据机房的空调系统扩容改造方案为例进行概述,为数据机房的空调系统扩容改造提供一种参考及借鉴做法。

1 工程概况

该工程位于南宁,地下1层,地上裙房2层,主楼16层,功能为办公楼。其中,改造前2楼为退网机房,3、6、8楼部分为数据机房,其余部分为办公室。现需将该栋楼全部改造为数据机房。根据目前安装的空调数量及后期扩容安装的空调数量,数据机房空调的冷量需求如表1所示。该大楼的原数据机房为风冷型直接膨胀式机房精密空调,若需扩大容量,则面临的主要问题是室外机安装位置的问题。目前高楼层无安装室外机的空间,低楼层的空调室外机可安装空间不足。除上述的主要问题外,原空调系统还存在室外机气流易短路、能效低且噪音扰民问题。其中,2楼、3楼和8楼的空调均为预估,尚未安装,6楼有6台100kW制冷量空调也尚未安

装,14楼的空调需求暂不考虑。

表1 通讯大楼冷量需求

序号	机楼	楼层	单台空 调制冷 量 (kW)	数量	合计 (kW)	该楼层 总制 冷量 (kW)	制冷 功率 (能效 3.0)	散热量 (kW)
1	通讯大楼	2楼	100	5	500	740	246.7	986.7
2			40	6	240			
3		3楼	100	12	1200	1200	400	1600
4		4楼	40	2	80	80	26.7	106.7
5		5楼	40	2	80	580	193.3	773.3
6			60	5	300			
7			100	2	200			
8		6楼	100	12	1200	1200	400	1600
9		7楼	50	2	100	100	33.3	133.3
10		8楼	100	12	1200	1200	400	1600
11		9楼	40	2	80	580	193.3	773.3
12			100	5	500			
13		10楼	40	2	80	540	180	720
14			50	2	100			
15			60	6	360			
16		12楼	40	3	120	250	83.3	333.3
17			65	2	130			
18		13楼	70	3	210	1210	403.3	1613.3
19	100		10	1000				
20	总计					7680	2560	10240
21	原有合计					3340	1113	4453
22	新增合计					4340	1448	5787
23	高区 (9楼~13楼)					2580	860	3440
24	低区 (2楼~8楼)					5100	1700	6800

[作者简介] 覃振东 (通讯作者), 华蓝设计 (集团) 有限公司, 机电环保一所所长助理, 高级工程师。

胡成辉, 华蓝设计 (集团) 有限公司。

刘日明, 华蓝设计 (集团) 有限公司, 硕士。

2 空调系统扩容改造方案

根据空调系统的扩容要求及现有条件，提出三种空调扩容改造方案：（1）水冷系统建设方案（开式冷却塔）；（2）水冷系统建设方案（开+闭式冷却塔）；（3）集中式冷凝器建设方案。

2.1 水冷系统建设方案（开式冷却塔）

方案一是在16楼楼顶和2楼裙房屋面各设置一套开式冷却水系统，分别负担9、10、12、13楼（高区）和2、3、4、5、6、7、8楼（低区）的空调系统。2楼裙房屋面设置一套冷却塔系统的主要原因是16楼屋面的空间有限，无法放置负担低区空调系统的冷却塔。由于低区冷却塔的位置不在冷却水系统的最高点，因此需增加板式换热器，从而避免因冷却塔安装位置较低而导致冷却

水从塔体溢出的不利情况。方案一的原理图如图1、图2所示，主要设备如表2所示，冷却塔考虑N+1备份设计。

该方案采用冷却塔提供冷却水，各个数据机房采用水冷型直接膨胀式机房精密空调。水冷型直接膨胀式机房精密空调采用板式换热器作为室外机，可设置在室内，不存在风冷冷凝器的噪声及散热问题。且将空调系统从风冷改为水冷，提高了空调的能效。该方案有效地解决了上述提到的室外机安装空间不足、能效低、噪声扰民等问题。

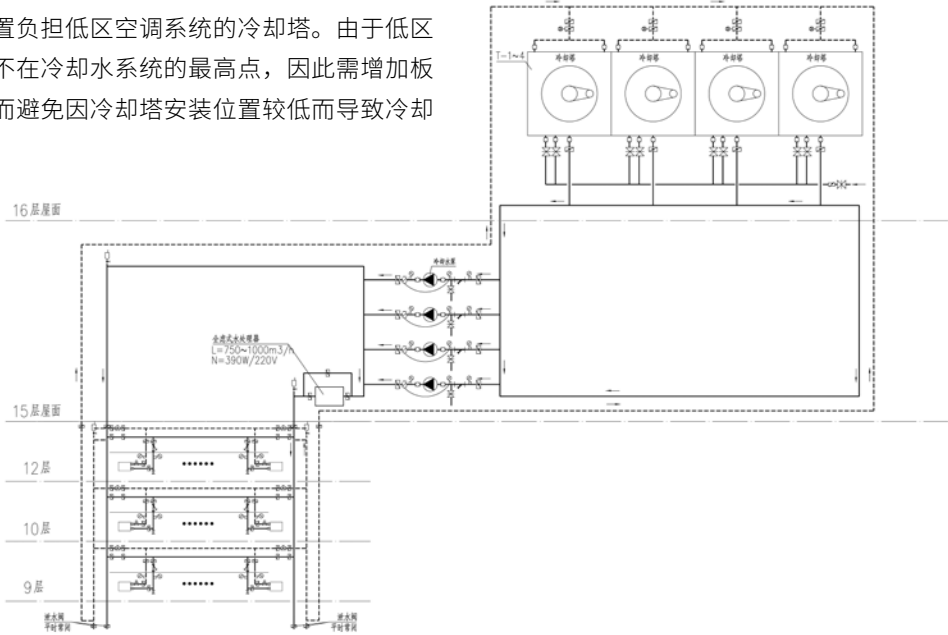


图1 方案一高区开式冷却水系统原理图

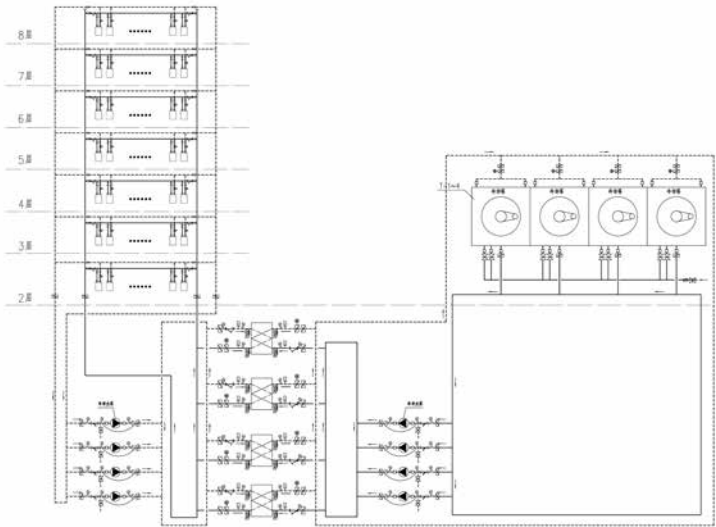


图2 方案一低区开式冷却水系统原理图

表2 方案一主要设备表

序号	设备名称	规格型号	数量	单位
1	开式冷却塔	冷却水量600m³/h，换热量3470kW，32/37℃	4	台
2	板式换热器	换热量2892kW	4	台
3	冷却水循环水泵	变频水泵，流量550m³/h，扬程35m	4	台
4	冷却水循环水泵	变频水泵，流量550m³/h，扬程25m	4	台
5	定压补水装置	两台定频水泵，流量25m³/h，扬程60m，气压罐：D800	1	套
6	冷却塔补水水泵	定频水泵，流量25m³/h，扬程25m	2	台
7	变频控制柜	水泵变频控制柜，3台水泵，单台输入功率110kW	1	套
8	水系统	管网、阀门、配电等	1	项

2.2 水冷系统建设方案（开+闭式冷却塔）

方案二是在16楼楼顶设置一套开式冷却水系统，在2楼裙房屋面设置一套闭式冷却水系统，分别负担高低区的空调系统。方案二与方案一的区别在于方案二的低区冷却塔采用闭式冷却塔，无须采用板式换热器。方案二的高区原理图与方案一相同，低区原理图如图3所示，主要设备表如表3所示。

表3 方案二主要设备表

序号	设备名称	规格型号	数量	单位
1	闭式冷却塔	冷却水量500m³/h，换热量2892kW，32/37℃	4	台
2	冷却水循环水泵	变频水泵，流量550m³/h，扬程35m	8	台
3	定压补水装置	两台定频水泵，流量25m³/h，扬程60m，气压罐：D800	1	套
4	冷却塔补水水泵	定频水泵，流量25m³/h，扬程25m	2	台
5	变频控制柜	水泵变频控制柜，3台水泵，单台输入功率110kW	1	套
6	水系统	管网、阀门、配电等	1	项

该方案采用闭式冷却塔冷却水系统为闭式循环，具有水质条件好、维护工作量小、系统较简单的优点。与方案一相比，闭式冷却塔可节省板式换热器的投资费用，减少室内的安装空间，但闭式冷却塔尺寸大1倍、重量大3倍、冷却塔风机耗电量大7倍，对结构加固带来很大的困难，运行能耗也很高且在总投资方面与方案一差别不大。

2.3 集中式冷凝器建设方案

方案三为在2楼裙楼、15楼外露台和16楼楼顶建设集中式冷凝器，并结合氟泵，与原风冷精密空调配合，供全楼使用。方案三的主要设备如表4所示。

表4 方案三主要设备表

序号	设备名称	数量	单位
1	空调室外机改造(制冷量≤60kW)，含安装费	23	台
2	空调室外机改造(制冷量>60kW)，含安装费	19	台
3	氟泵	16	台

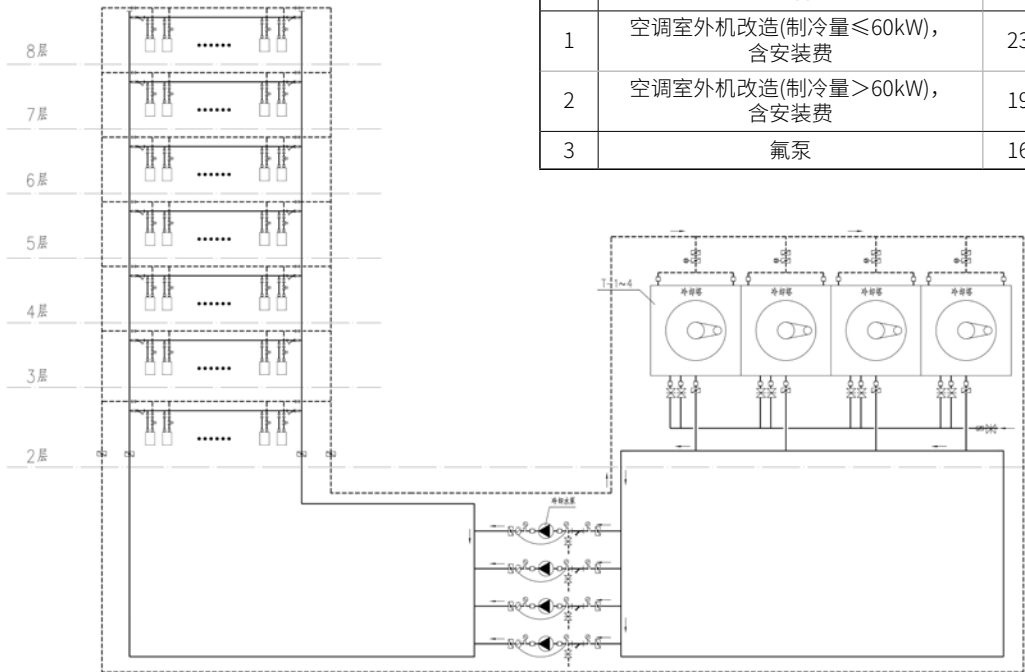


图3 方案二低区闭式冷却水系统原理图

表5 改造方案对比

序号	对比项目	方案一：水冷（开式）	方案二：水冷（开+闭式）	方案三：集中式冷凝器	对比情况
1	初期投资	1765万元	1765万元	727万元	方案一与方案二优
	制冷量	8500kW	8500kW	3000kW	
	投资/冷量	2076元/kW	2076元/kW	2426元/kW	
2	运行维护	复杂	复杂	简单	方案三优
3	施工难度	非常难	非常难	相对简单	方案三优
4	建设周期	预估18个月	预估18个月	预估半年，且不影响中途扩容的空调安装	方案三优
5	技术成熟	成熟，应用广泛	应用较广泛	新技术，开始广泛应用	同等优劣
6	安全性	有系统性故障风险	有系统性故障风险	室内机与室外机一对一，无系统性风险	方案三优
7	可行性	可行	可行	可行	同等优劣
8	承重要求	对楼顶承重要求较高，二楼裙楼承重要求较高	对楼顶承重要求较高，二楼裙楼承重要求最高	承重要求相对低	方案三优
9	衰减	水冷衰减小	水冷衰减小	衰减大	方案一与方案二优
10	能效比	高	高	低	方案一与方案二优

集中式冷凝器相较于传统风冷型空调冷凝器，具有占地面积小、集中安装、模块化设计等优点。集中式冷凝器结合氟泵系统的应用，解决了机房空调负荷落差的问题，由于管路中氟泵设备的辅助增压性能，可降低压缩机的工作负荷，因此可延长机房精密空调器件的使用寿命。且由于氟泵体积小，可集成在集中式冷凝器室外机底部安装，因此通讯大楼空调室外机改造继续使用一对一的风冷型室外机，既能继续使用原来风冷型精密空调的工况，也能使得每台空调机为独立系统，减少系统风险。但氟利昂系统管路长度对制冷量的衰减比较严重，并且风冷散热的效率远低于水冷散热的效率。

3 方案对比

通过在初投资、技术难度、运行维护和能效比方面，对三种改造方案进行了对比，如表5所示。

从表5中可以看出，方案三在初投资、运行维护、施工难度、建设周期等方面都较优，但单位制冷量的投资高，且由于冷量衰减大，能效比低，不符合绿色节能的趋势，因此不作为主推方案。而方案一和二初投资虽然较多，但单位制冷量的投资少，且能效比高，其中方

案一比方案二应用更为广泛，对结构承重要求较低。综上所述，方案一是较为合适的方案。

4 结语

该工程通过将风冷型直接膨胀式机房精密空调改造为水冷型，解决了室外机安装空间不足、噪声扰民等问题，且提高了空调系统的能效比，可为数据机房的空调系统扩容改造提供一种参考及借鉴做法。

[参考文献]

- [1]中国电子技术标准化研究院.2019绿色数据中心白皮书[R/OL].(2019-05-16)[2021-03-01].<http://www.ictlce.com/?p=657>.
- [2]中国信息通信研究院.数据中心白皮书（2018年）[R/OL].(2018-10-28)[2021-03-10].http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/bps/201810/t20181016_186900.htm.
- [3]中国制冷学会数据中心冷却工作组.中国数据中心冷却技术年度发展研究报告2018[M].北京:中国建筑工业出版社,2019:23.
- [4]李婷婷,黄翔,折建利,等.东北某数据中心机房空调系统节能改造分析[J].西安工程大学学报,2017,31(3):364-368.
- [5]仇大勇.数据中心空调系统节能运行与改造案例研究[J].建筑工程技术与设计,2018(11):4131+4292.