

某大厦空调冷热源机房改造技术方案比较

郑宏付

(中新南京生态科技岛投资发展有限公司, 江苏 南京 210019)

Comparison of Retrofit Scheme in One Building Machinery Room of Air Conditioning Heat and Cold Sources

ZHENG Hongfu

(Sino-singapore Nanjing Eco Hi-tech Island Development Co.,Ltd, Nanjing 210019, China)

ABSTRACT: Introduction of the building current situation of air conditioning system, recheck the total cooling and heating load, focus on elaborate and compare different technical configuration of heat and cold sources scheme. By comparison of engineering retrofit cost and operating cost, obtain the best retrofit scheme.

KEY WORDS: original equipment parameters; total cooling and heating load; operating cost; air conditioning heat and cold sources scheme

摘要: 介绍了该大厦空调系统现状以及近期的运行费用,重新核算总冷热负荷,重点阐述和比较各种空调冷热源方案的技术配置,以及工程改造费用、运行费用的比较,得出最佳的改造方案。

关键词: 原始设备参数; 总冷热负荷; 运行费用; 空调冷热源方案

该项目建筑层数地面18层,地下1层;其中地上1-5层为商场,6-18层为办公,地下一层为车库及其他用房,总建筑面积约2.5万 m^2 (实际空调面积约2.04万 m^2)。该项目原设计中央空调冷热源为两套直燃型溴化锂冷热水机组,总制冷量2900kW,总制热量2436kW。夏季制取空调冷冻水7/12 $^{\circ}C$,冬季制取空调热水60/50 $^{\circ}C$,单台机组油耗115kg/h,两套冷却塔布置于裙楼屋面。由于设计方案以燃油为主,且全年空调使用时间较长,空调运行费用昂贵,业主拟对空调冷热源机房进行技术改造,重新选择节能型冷热源方案,原各层空调末端系统不变。

1 原始设备数据

1.1 冷热源主要设备清单

表1 冷热源主要设备清单

Tab.1 Heat and cold sources major device list

序号	设备名称	型号规格	数量	备注
1	直燃型溴化锂冷热水机组	制冷量1450kW 7/12 $^{\circ}C$;制热量1218kW;60/50 $^{\circ}C$; 耗油量:115kg/h;电功率9.8kW	2套	夏季2用,冬季1用
2	冷却塔	处理水量400 m^3/h ;电功率11kW	2套	
3	冷却水泵	流量420 m^3/h ,扬程29m,电功率55kW	3套	两用一备
4	空调水泵	流量300 m^3/h ,扬程42m,电功率45kW	3套	两用一备
5	分水集水器		各1只	
6	供油系统	室外油罐15 m^3 ,室内中间油箱1 m^3	1套	

1.2 设备装机容量

夏季运行工况：耗油量 $115 \times 2 = 230 \text{kg/h}$
 电功率： $9.8 \times 2 + 45 \times 2 + 55 \times 2 + 11 \times 2 = 241.6 \text{kW}$ ；
 冬季运行工况：耗油量 115kg/h
 电功率： $9.8 + 45 = 54.8 \text{kW}$ 。

1.3 近3年运行费用

表2 近3年运行费用统计(仅冷热源机房部分)

Tab.2 Recent 3 years operating cost statistical table(only machinery room of air conditioning heat and cold sources)
元

年份	制冷运行水电油费	制热运行水电油费	全年合计
2008	157.5	39.6	197.1
2009	147.8	34.2	182
2010	157.2	43.4	200.6

注：制冷运行：约4月15日-10月30日，平均按6.5个月计195天；制热运行：约11月15日-3月30日，平均按4.5个月计135天。

1.4 现状客观条件

1.4.1 地下室

现机房布置于地下室,建筑尺寸 $16\text{m} \times 9\text{m} \times 4.5\text{m}$ 。

内分隔 $9\text{m} \times 2.5\text{m}$ 为油箱间和值班室,值班室于消防泵房值班共用。机房内设：2套直燃型溴化锂冷热水机组、3套空调水循环泵；3套冷却水循环泵；1套供油系统；分水集水器各式各1只。地下室除现有机房外，其他已无可再利用空间。地下室入口通道净高 2.35m ，车库通道内管线净高 2.1m 。

1.4.2 裙楼屋面

2台玻璃钢冷却塔布置于屋面，冷却塔及管道占屋面2处 $8\text{m} \times 20\text{m}$ 的空间；

1.5 配电情况

该大厦现有2台 800kW 变压器，根据使用情况，夏季全楼满负荷运行时总用电为 1000kW （含原空调制冷机房用电 250kW ），启用2台时尚有 600kW 余量。冬季全楼满负荷运行时用电为 700kW （含原空调制冷），启用1台基本满足要求。

现有2台变压器，在不增容的情况下，可用于空调冷热源的电功率约为 $250 + 600 = 850\text{kW}$ 。

2 空调冷热负荷校核

表3 1-5层商场夏季空调冷负荷

Tab.3 Shopping centre level 1-5 air conditioning cooling load in summer computation sheet

计算时刻	08:-	09:-	10:-	11:-	12:-	13:-	14:-	15:-	16:-	17:-	18:-	19:-
冷负荷总计, kW	902	1015	1025	988	963	1014	1033	1041	1045	997	1092	1002

最大冷负荷出现在：18:00点钟；最大冷负荷为： 1045kW ；实际空调面积： 5000m^2 ；冷负荷指标： $209\text{W}/\text{m}^2$ ；全天总计 12117kW

表4 6-18层办公夏季空调冷负荷

Tab.4 Official building level 6-18 air conditioning cooling load in summer computation sheet

计算时刻	08:-	09:-	10:-	11:-	12:-	13:-	14:-	15:-	16:-	17:-	18:-	19:-
冷负荷总计, kW	1475	1688	1711	1663	1660	1573	1884	1831	1844	1880		

最大冷负荷出现在：15:00点钟；最大冷负荷为： 1884kW ；实际空调面积： 15400m^2 ；冷负荷指标： $122\text{W}/\text{m}^2$ ；全天总计 17209kW

表5 1-18层全楼夏季空调冷负荷

Tab.5 Whole-building level 1-18 air conditioning cooling load in summer computation sheet

计算时刻	08:-	09:-	10:-	11:-	12:-	13:-	14:-	15:-	16:-	17:-	18:-	19:-
冷负荷总计, kW	2377	2703	2736	2651	2623	2587	2917	2872	2889	2877	1092	1002

最大冷负荷出现在：14:00点钟；最大冷负荷为： 2917kW ；实际空调面积： 20400m^2 ；冷负荷指标： $143\text{W}/\text{m}^2$ ；全天总计 30698kW ；平均小时 2444kW

表6 1-18层全楼冬季空调负荷总表
Tab.6 Whole-building level 1-18 air conditioning load in winter computation sheet

位置	小时耗热量,kW	实际空调面积,m ²	负荷面积指标,W/m ²	平均小时,kW	全天总计,kW
1-5层商场	393	5000	78.6	344	4128
6-18层办公	1153	15400	74.9	1009	10090
合计	1546	20400	75.78	1353	14218

综上,夏季1-18层计算冷负荷2917kW;冬季1-5层商场计算热负荷393kW;冬季6-18层办公计算热负荷1153kW;1-18层全楼合计围护结构小时计算热负荷:1546kW;实际上冬季商场2-5层基本上不使用供暖,可扣除约280kW,实际热负荷为1266kW。

计算结果与原设备配置及实际使用情况基本相符。改造方案设备制冷额定冷量可按2900-3000kW选型,制热额定热量可按1100-1300kW选型。

3 空调冷热源方案技术配置

3.1 适合的三种冷热源改造方案

表7 主要设备配置及初投资估算

Tab.7 Main equipment configuration and initial investment estimation sheet

序号	设备名称	型号规格	数量	造价	电功率	
					夏季	冬季
1	空气源热泵冷热水机组(螺杆机)	制冷量1000kW 7/12℃ 制热量1000kW 40/45℃	3套	250万	330kW×3	330kW×2
2	冷冻水泵	流量300m ³ /h 扬程42m	3套	现有	45kW×3	45kW×2
3	冷冻水管道及阀门附件保温改造	DN100-DN300	200m	10万		
4	变配电系统改造			20万		
5	系统安装费			10万		
6	合计			290万	1125kW	750kW

3.1.2 水冷机组加燃油热水机组系统

该工程可选用2套螺杆型冷水机组(或模块式),原冷却水泵、冷却塔等冷却水系统及空调水系统循环泵和分集水器以后的空调水管路均不需要改

3.1.1 空气源热泵冷热水机组系统:

该工程可选用3套空气源热泵机组(或模块式)布置于屋面原冷却塔的位置,原2台冷却塔拆除,原地下室空调机房内的设备及管线全部拆除,可增加5个车位。原有3台冷冻水泵改作空气源热泵系统的空调水循环泵,放置在空气源热泵机组旁,并利用原冷却水立管加保温后改作空气源热泵系统的空调水总立管,接到原空调冷冻水系统总管上。也可将原3台冷冻水泵位置不变,仅利用原冷却水立管加保温后改作空气源热泵系统的空调水总立管,从屋面空气源热泵机组接至地下室分水器及泵吸水管即可,第二种型式管线改动较小,但空调水阻力变大。

动。夏季只需将原2台直燃机换成水冷机即可。冬季选用1台燃油热水机组,进出水管与冷水机组并联即可供暖。利用原有燃油设施和排烟设施。

表8 主要设备配置及初投资估算

Tab.8 Main equipment configuration and initial investment estimation sheet

序号	设备名称	型号规格	数量	造价	耗油量	电机功率	
						夏季	冬季
1	螺杆冷水机组	制冷量1500kW 7/12℃	2套	125万		300kW×2	
2	冷却塔	处理水量400m ³ /h	2套	现有		11kW×2	
3	冷却水泵(两用一备)	流量420m ³ /h 扬程29m	3套	现有		55kW×2	
4	冷冻水泵(两用一备)	流量300m ³ /h 扬程42m	3套	现有		45kW×2	45kW×1
5	燃油热水机组	700kW	2套	40万	60kg/h ×2		3.7kW×2
6	水管道及阀门附件	DN100-DN300	50m	3万			
7	变配电系统改造			12万			
8	系统安装费			5万			
	合计			188万	120kg/h	822kW	52.4kW

3.1.3 水冷机组加电蓄热水机组系统

夏季为水冷机组，与方案2相同。冬季采用电热水机组利用夜间低谷低价电蓄热（热水90℃），白天放热供暖。

该工程可选用2套螺杆型冷水机组（或模块式），原冷却水泵、冷却塔等冷却水系统及空调水

循环泵和分集水器以后的空调水管路均不需改动。夏季只需将原2台直燃机换成冷水机即可。冬季选用1台720kW电热水机组（供暖60℃，蓄热90℃），进出水管与冷水机组并联即可供暖，原有燃油设施和排烟设施全部拆除。增设1只水容量为100m³蓄热水箱（蓄4h）。

表9 主要设备配置及初投资估算

Tab.9 Main equipment configuration and initial investment estimation sheet

序号	设备名称	型号规格	数量	造价	电装机功率	
					夏季	冬季
1	螺杆冷水机组	制冷量1500kW 7/12℃	2套	125万	300kW×2	
2	冷却塔	处理水量400m ³ /h	2套	现有	11kW×2	
3	冷却水泵(两用一备)	流量420m ³ /h 扬程29m	3套	现有	55kW×2	
4	冷冻水泵(两用一备)	流量300m ³ /h 扬程42m	3套	现有	45kW×2	45kW×1
5	电热水机组	制热量470kW	2套	35万		470kW×2
6	板式换热器	热交换量520kW	2套	13万		
7	储热水泵	流量40m ³ /h 扬程15m	2套	1.5万		3kW×2
8	蓄热控制			10万		
9	蓄热水箱	有效容积100m ³	1套	20万		
10	水管道及阀门附件	DN100-DN300	70m	3.5万		
11	变配电系统改造			10万		
12	系统安装费			24万		
	合计			242万	822kW	1036kW

4 运行费用测算

制冷运行；平均按6.5个月计195d，平均日冷负荷系数0.6

制热运行；办公平均按4.5个月计135d，平均

日热负荷系数0.6；商场平均按个2月计60d，平均日热负荷系数0.6；商场办公空调日热负荷比3:7；平均每天按空调10h计，夏季日平均小时冷负荷系数，冬季日平均小时冷负荷系数（商场0.6）。

表10 各系统全年运行费用测算

Tab.10 Different systems annual operating cost estimation sheet

项目	空气源热泵冷热水机组系统	水冷机组加燃油热水机组系统	水冷机组加电蓄热水机组系统
电机功率	夏季:1125kW;冬季:750kW	夏季:822kW;冬季:52.4kW; 油耗:120kg/h	夏季:822kW;冬季:1036kW;夜间蓄热:946kW (设100m ³ 蓄热水池,低价电蓄热4h)
夏季电耗	1125×10×195×0.8×0.6=1053000kW	822×10×195×0.8×0.6=769392kW	822×10×195×0.8×0.6=769392kW
夏季电费	1053000×0.798=840294元	769392×0.798=613975元	769392×0.798=613975元
冬季电耗	750×10×135×0.7×0.6×70%=297675kW 750×10×60×0.6×0.6×30%=48600kW	49×10×135×0.7×0.6=27783kW	1036×10×135×0.7×0.6×70%×0.5=205594.2kW 1036×10×60×0.6×0.6×30%×0.5=33566.4kW 白天,蓄热利用系数平均0.5
冬季电费	(297675+48600)×0.798=276327.5元	27783×0.798=22170元	(205594.2+33566.4)×0.798=190850.2元
冬季油耗/晚上蓄热电耗		120×10×135×0.7×0.6×70%=47628kg 120×10×60×0.6×0.6×30%=7776kg	946×4×135×0.8=408672kW 晚上蓄热(负荷系数取0.8)
冬季油费/晚上蓄热电费		(47628+7776)×6.5=360126元	408672×0.346=141400.5元
全年运行费用	840294+276327.5=1116621.5元	613975+22170+360126=996271元	613975+190850.2+141400.5=946225.7元
备注			当可设200m ³ 蓄热水池时,充分利用低价电蓄热8h,运行费将会更省。

注:非蓄冷蓄热空调00:00-24:00电价0.798元/kWh,蓄冷蓄热空调00:00-08:00电价0.346元/kWh、08:00-24:00电价0.798元/kWh;0#柴油:6.5元/L(含税及损耗)。

5 经济比较汇总分析

表 11 经济比较汇总

Tab.11 Economic comparison summary table

项目	空气源热泵	水冷机加燃油锅炉	水冷机加电蓄热	原方案溴化锂
冷暖设备及安装,万元	290	188	242	
配电,万元	10	10	10	
改造初投资合计,万元	300	198	252	
改造初投资年运行费用	电费	84	61.4	27.2
	夏季,万元			130.0
	油费			
	冬季,万元	27.6	2.2	33.2
	电费			5.6
	油费		36	
年运行费合计,万元	111.7	99.6	94.6	200.6
电机功率,kW	夏季	1125	822	241.6
	冬季	750	52.4	54.8
最大小时油耗,kg/h	夏季		120	230
	冬季			115
与原方案比,改造投资静态回收期,a	3.5	2	2.5	

6 综合分析评价

6.1 空气源热泵冷热水机组系统

该方案机组全部屋面布置,原地下机房拆除,可作其他用途。全部采用电制冷制热,运行费用比原燃油溴化锂节省89万元。设备投资较高,机组吊装到屋面目安装难度大。设备全在屋面,配电要全送到屋面。管线改造工作量较大。本方案最大电机功率1125kW,但允许最大用电量850kW,空调高峰季节需调整用电计划或电力增容,电力增容需要额外增加费用,而且申请手续和改造均比较麻烦。

6.2 水冷机组加燃油热水机组系统

该方案机组全部在原地下机房布置,原屋面冷却塔保留使用。地下机房原供油系统,烟道全部保留使用。夏季采用电制冷,冬季制热采用柴油作为燃料,运行费比原燃油溴化锂节省101万元。该方案设备投资较低,管线改造工作量较小。本方案最大装机功率822kW,满足允许最大用电量850kW。

6.3 水冷机组加电蓄热机组系统

该方案机组全部在原地下机房布置,原屋面冷却塔保留使用。地下机房原供油系统,烟道全部拆除。夏季采用电制冷,冬季采用电热水机组制冷并利用夜间低谷低价电蓄热(热水90℃),白天放热供暖。运行费比原燃油溴化锂节省106万元。该方

案设备投资中等,管线改造工作量较大,地下室需布置100m³蓄水箱,需占地下室约50m²面积。本方案夏季最大装机功率822kW,冬季最大装机功率1036kW,但允许最大用电量850kW,空调高峰季节需调整用电计划或电力增容,电力增容需要额外增加费用,而且申请手续和改造均比较麻烦。

7 结论

综合以上分析,比选的三个可行方案均比原燃油溴化锂制冷机方案节省50%左右,技术及经济上均可行。结合该项目的客观情况,充分考虑利用现有条件,从电力不增容、机房面积不加大、改造周期最短、初投资低、运行综合成本较低等因素,该项目优先推荐采用:水冷机组加燃油热水机组系统。

参考文献:

- [1] 国家标准.采暖通风与空气调节设计规范[S].北京:中国计划出版社出版,2004.
- [2] 国家标准.公共建筑节能设计标准[S].北京:中国建筑工业出版社出版,2005.
- [3] 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出版,2008.

收稿日期:2017-07-31

作者简介:

郑宏付(1976-),男,江苏高邮人,专科,工程师。