

doi:10.3969/j.issn.1672-4348.2015.01.016

夏热冬冷地区某综合楼空调冷热源优化研究

方永林

(福建工程学院 生态环境与城市建设学院, 福建 福州 350118)

摘要: 根据夏热冬冷地区的气候特点、建筑使用功能和建筑周边资源现状,对某综合楼空调冷热源方案的选择进行比较研究。通过比较优化前后冷热源方案,对其初投资、运行费用、舒适性、稳定性等因素进行综合分析,结果表明当建筑规模较大且需提供空调及热水时,模块式风冷热泵(热回收)系统优越于多联机 VRV 加独立热源系统。

关键词: 夏热冬冷地区; 空调冷热源; 优化

中图分类号: TU831.3

文献标志码: A

文章编号: 1672-4348(2015)01-0079-04

Comparison and analysis of cold and heat sources for air-conditioning system of buildings in hot summer and cold winter zone

Fang Yonglin

(College of Ecological Environment and Urban Construction, Fujian University of Technology, Fuzhou 350118, China)

Abstract: Comparison and analysis of cold and heat sources for air-conditioning systems of buildings were conducted with relation to the buildings' functions, energy resources and the climate characteristics in hot summer and cold winter zone. Comprehensive analysis was made on the investment, comfortability and reliability of the cold and heat sources before and after the optimization. The results show that module-typed air-cooled heat pump with heat recovery is superior to VRV with independent heat source system in the large-scale buildings that provide hot water and air-conditioning.

Keywords: hot summer and cold winter zone; air-conditioning cold and heat source; optimization

暖通空调设计师大多采用工程经验来确定空调冷热源及系统形式,这样势必会造成项目建造成本偏大,后期运行管理不便等一系列损害建设单位财产及浪费国家能源的问题。

为了设计合理的节能建筑,实现建筑节能,执行福建省住房和城乡建设厅发布的《福建省绿色建筑评价标准》(DBJ/T13-118-2014)和《福建省绿色建筑设计规范》(DBJ/T13-197-2014),本文主要针对福建夏热冬冷地区某综合楼的空调冷热源方案进行优化,并对初投资、运行费用等方面进行分析比较,旨在找到最适合该地区该类建筑的空调冷热源方案。

1 工程概况

本工程位于夏热冬冷地区福建省三明市,该建筑包括裙楼和主楼,为集办公、酒店为一体的综合性建筑,总建筑面积 24 750 m²,地上 17 层,建筑高度 63.6 m,其中地下 1 层为停车库及设备用房,主楼 1 层为大堂、商品展示厅和消控室等,2、3 层为商务交易厅和多功能厅等,4 至 8 层为客房,9 至 17 层为办公用房;东、西侧裙楼:1 层为商品展示厅,2 层为网络中心,3 层为多功能厅。该工程夏季空调冷负荷约 1 766 kW,冬季空调热负荷约 1 412 kW;仅 4 至 8 层客房层要求设置全日制

收稿日期: 2014-11-18

作者简介: 方永林(1985-),男(汉),福建莆田人,实验师,硕士,研究方向:建筑节能与建筑热环境。

集中热水供应系统,其最高日热水用水量为 25 m³,最大时用水量为 3.60 m³(热水以 60 ℃计),设计小时耗热量 120 kW。

2 冷热源原方案

原方案采用变冷媒直接蒸发多联机 VRV 系统,本工程共采用 35 台外机(总配置制冷容量为 1 883 kW,制热容量为 2 271 kW),其中 16 台外机仅负责处理新风热湿负荷,外机置于裙楼和主楼屋面。热水系统采用 2 台空气源热泵(输入功率 16.6 kW,制热量 72 kW)和 2 台辅助电加热器(输出功率 35 kW,容积式 500 L),这两套互为备用的独立系统为客房提供热水,其中 2 台空气源热泵机组置于裙楼屋面,2 台辅助电加热器及全部的热水循环泵、热水水箱等置于地下室供热机

房(40 m²)。该方案热水供热系统和多联机 VRV 系统均为独立系统,互不影响,每个季节开启对应的模式即可,操作方便。

3 冷热源优化方案

优化设计方案原先考虑采用 2 台一大一小水冷螺杆机+2 台独立空气源热泵系统,但因原设计未设计制冷机房,只设供热机房且地下室已建成,故没空间来布置水冷螺杆机机组,因此该方案排除。

后经考虑,优化方案采用风冷热泵机组+风冷热泵带热回收机组,既可夏天供冷、冬季供暖,也可通过热回收机组为客房提供热源,经过精心对比分析^[1-3],最终将冷热源配置情况(见表 1)作为主要技术性能参数。

表 1 主要技术性能参数

Tab.1 The main technical parameters of module-typed air-cooled heat pump

设备名称	数量/台	制冷量/kW	制冷输入功率/kW	制热量/kW	制热输入功率/kW	运行状态
模块式风冷热泵 A	12	130	38.4	140	38.8	空调模式
		65.5	19.4	69	19.2	空调模式
模块式风冷热泵 B (热回收型)	4			76	18.4	热水模式
		59.7	16.3	76(回收)		制冷+热回收模式

夏季工况:机组 A 进入“空调模式”,制冷量为 1 560 kW;机组 B 进入“空调模式”,制冷量为 238.8 kW,热回收量为 304 kW;故满足夏季冷负荷和客房热水负荷需求。冬季工况:模式一(供热水)采用机组 B 进入“热水模式”,两用两备,其制热量为 152 kW 满足客房热水负荷;模式二(冬季采暖+供热水)采用机组 B 进入“热水模式”,两用两备,其制热量为 152 kW 满足客房热水负荷,同时采用机组 A 进行采暖,其制热量为 1 680 kW,可以为大楼冬季空调采暖提供热量。

其余时间:(供热水)采用机组 B 进入“热水模式”,两用两备,其制热量为 152 kW 满足客房热水负荷。

4 经济性分析

4.1 初投资费用比较

两种方案的冷热源设备初投资比较见表 2^[4-5],可以看出原方案主机初投资远大于优化方案,而因优化方案采用空调水系统,故其水泵及附属控制设备初投资大于原方案。综合比较,优化

表 2 冷热源设备初投资比较

Tab.2 The comparison of initial equipment capital between two schemes

设备名称	原方案初投资/万元	优化方案初投资/万元
主机	312.5(多联式空调机组 C)	108.0(机组 A)+26.0(机组 B)
制热水设备	11.8(电辅助加热器、空气源热泵机组 D)	
热水泵	1.7	1.4
空调循环泵	0	3.0
附属控制设备	1.1	5.4
合计	327.1	143.8

方案冷热源设备初投资只有原方案初投资的 44%，节省尤为明显。

4.2 年运行费用比较

通过分析项目所在地典型年全年气候条件，设定制冷及采暖时间，具体如下：空调制冷时间为 5 月份下半个月-9 月份，约 135 d；空调采暖时间为 1-3 月份上半个月和 12 月份，约 105 d；客房全年供应热水；一天设备平均工作时间按 10 h 计。

通过对项目空调区全年冬季热负荷和夏季逐时冷负荷进行计算，并结合项目所在地典型年全年气候条件和冷热源配置情况，设定制冷及采暖时负载率，具体如下：

制冷期内出现满负荷的时间为 54 d，满负载运行时间为 $54 \times 2 = 108$ h，75% 负载率运行时间为 $54 \times 5 = 270$ h，40% 负载率运行时间为 $54 \times 3 = 162$ h；其他制冷期内，75% 负载率运行时间为 $81 \times 5 = 405$ h，40% 负载率运行时间为 $81 \times 5 = 405$ h；故供冷时，100% 负载率运行时间为 108 h，

75% 负载率运行时间为 675 h，40% 负载率运行时间为 567 h。

采暖期内出现满负荷的时间为 50 d，满负载运行时间为 $50 \times 2 = 100$ h，75% 负载率运行时间为 $50 \times 5 = 250$ h，40% 负载率运行时间为 $50 \times 3 = 150$ h；其他采暖期内，75% 负载率运行时间为 $55 \times 5 = 275$ h，40% 负载率运行时间为 $55 \times 5 = 275$ h；故采暖时，100% 负载率运行时间为 100 h，75% 负载率运行时间为 525 h，40% 负载率运行时间为 425 h。

方案优化前、后年运行费用分别为 92.0 万元、82.8 万元，优化方案优势较明显，具体见表 3；同时，优化后的冷热源设备的变电容量降低约 186 kVA，降低配电投入。

4.3 综合分析比较

上述两种方案应用于本工程，其各方面综合分析比较^[2-3]，详表 4。

表 3 运行费比较
Tab.3 The comparison of operation cost between pre-and post-optimization schemes

时期	优化前、后 设备名称	优化前、后 用电功率/kW	负载率	优化前、后 总功率/kW	运行时间/ h	优化前、后 总耗电量/kW	优化前、后 电费/万元
制冷	机组 C/机组 A	620.1/465.6	0.4	248.0/186.2	567	140 639/105 598	41.7/31.3
			1	620.1/465.6	108	66 971/50 285	
			0.75	465.1/349.2	675	313 926/235 710	
	机组 D/机组 B	103.2/77.6	0.5/1	51.6/77.6	1 350	69 660/104 760	5.6/8.4
采暖	水泵	21.4/67	1	21.4/67	1 350	28 890/90 450	2.3/7.2
	机组 C/机组 A	620.1/465.6	0.4	248.0/186.2	425	105 417/79 152	32.9/24.7
			1	620.1/465.6	100	62 010/46 560	
			0.75	465.1/349.2	525	244 164/183 330	
	机组 D/机组 B	103.2/77.6	0.5	51.6/38.8	1 050	54 180/40 740	4.3/3.3
过渡	水泵	21.4/67	1	21.4/67	1 050	22 470/70 350	1.8/5.6
	机组 D/机组 B	103.2/77.6	0.25	25.8/19.4	1 150	29 670/22 310	2.4/1.8
	水泵	21.4/11	0.5	10.7/5.5	1 150	12 305/6 325	1.0/0.5

注：电单价按 0.8 元/度计算。

表 4 综合分析比较
Tab.4 The comprehensive comparison between two schemes

对比内容	原方案	优化方案
	多联式空调机组 C + 电辅助加热器、 空气源热泵机组 D	模块式风冷热泵 A + 模块式风冷热泵 (热回收型)B
冷热源设备初投资	327.1 万元	143.8 万元
年运行费用	92.0 万元	82.8 万元
施工方面	系统复杂，制冷剂直接进入室内末端，制冷剂 流经管路焊接工艺要求高。	系统简单，施工方便，但操作面大，配合工 种多。

续表

对比内容	原方案	优化方案
	多联式空调机组 C + 电辅助加热器、 空气源热泵机组 D	模块式风冷热泵 A + 模块式风冷热泵 (热回收型)B
安装位置 机房面积	多联空调机组外机及空气源热泵机组置于屋顶,但电辅助加热器、热水泵及热水箱置于供 热机房约 40 m ² 。	机组 A、B 及其附属空调水泵、热水泵、热水水 箱等置于裙楼屋面设备置于裙楼屋顶,无需单 独提供机房。
运行管理	无需专人维护,但制冷剂管路长,极易泄漏,维 修不便。	主机的控制模式采用电脑控制,无须专人看 守,节省了日常费用及开支。
热舒适性	用制冷剂作介质,制冷出风温度较低,温度太 低,且抽湿过分,人体感觉不适。	用水作介质,制冷送风温度较高,人体舒适 性高。
安全方面	如制冷剂泄漏将都泄至漏点,造成局部浓度太 大,严重时会使人员窒息,造成危险。	水是环保的介质,泄漏对人体无影响,可非常 明显地察觉,从而及时维修。

5 结论

针对夏热冬冷地区福建省三明市某综合楼的工程概况,通过上述两种方案的初投资、运行费用、舒适性、稳定性等因素进行综合分析,结论如下:当建筑规模较大且需空调及提供热水时,模块式风冷热泵(带热回收)系统优越于多联机 VRV

加独立热源系统;首先其初投资只有原方案初投资的 44%,运行费用也节省了 10%,优势较为明显;其次采用水作介质,制冷送风温度较高,人体舒适性得到提高,安全性也得到提高;最后采用模块式风冷热泵(带热回收)机组,实行制热水优先模式,在制热水的同时回收冷量,达到节能减排的目的。

参考文献:

[1] 中华人民共和国住房和城乡建设部,中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB50736 - 2012,民用建筑供暖通风与空气调节设计规范[S]. 北京:中国标准出版社,2012.

[2] 陆耀庆. 实用供热空调设计手册[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2008.

[3] 范存养,杨国荣,叶大法. 高层建筑空调设计及工程实录[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2013.

[4] 李德志,丁保华. 北京中京艺苑空调冷热源比较分析[J]. 建筑热能通风空调,2008,27(2):99 - 101.

[5] 吴卫军,孙兆军. 北京京澳中心空调冷源分析比较[J]. 暖通空调,2006,36(5):68 - 71.

(责任编辑:肖锡湘)