

南昌地铁大厦冰蓄冷空调的节能经济技术分析

文 / 赵晖 江西同济建筑设计咨询有限公司 江西南昌 330077

【摘要】详细介绍了夏热冬冷地区的南昌地铁大厦的空调冷热源系统的设计。分析了冰蓄冷系统在不同空调负荷率下的逐时运行策略，并与常规冷水机组进行初投资与运行费用的经济分析。

【关键词】冰蓄冷空调；节能分析

【DOI】 10.12334/j.issn.1002-8536.2022.07.060

1、工程概况

南昌地铁大厦是一栋包含轨道交通指挥控制中心系统用房、会议及甲级标准办公写字楼的综合建筑，属超高层，建筑总高度为 189 米，总建筑面积约为 13 万平米。整栋建筑地上共计 45 层（包括避难层及屋顶机房层），地下 3 层，裙房 5 层，主楼共 40 层（计避难层及屋顶机房层），三层地下室均为汽车库和设备用房（地下三层局部战时为人防物资库）；一层西北角设为控制中心的门厅，二、三、四层和五层部分用房为控制中心用房，地下二层设有控制中心的设备用房，控制中心建筑面积总计 20800 平方米左右。6-45 层塔楼包括标准办公楼、厨房、餐厅。

2、空调系统设计

2.1 室内设计计算参数

表 1

房间名称	夏季		冬季		新风量 m ³ /h.P	噪声 (dBA)
	温度(℃)	相对湿度(%)	温度(℃)	相对湿度(%)		
门厅	27	50 ~ 65	18	45 ~ 55	10	≤ 50
办公室、会议室	26	50 ~ 65	20	45 ~ 55	30	≤ 45
餐厅	26	55 ~ 65	18	40 ~ 60	20	≤ 45

2.2 办公主楼的空调系统

标准层办公位于地铁大厦的六至四十五层，建筑面积约为 8 万平米，空调总冷负荷约 9500 kW，冬季空调总热负荷为 7500kw。本工程办公主楼的空调冷源采用冰蓄冷系统。本工程机房按冰蓄冷空调分量蓄冰模式设计，双工况主机和盘管为串联方式，主机位于盘管上游。空调系统需配备额定空调工况制冷量为 3067kw（制冰工况为 2035kw）的双工况冷水机组 2 台，另配备额定空调工况制冷量 1037kw 的常规螺杆机组一台。1 台基载制冷主机与 2 台双工况主机、蓄冰装置、板式换热器、乙二醇泵等设备组成冰蓄冷系统。冰蓄冷系统可以按以下 5 种工作模式进行：a. 双工况主机

制冰基载主机供冷模式；b. 双工况主机单独制冰模式；c. 主机与蓄冰装置联合供冷模式；d. 融冰单独供冷模式；e. 主机单独供冷模式^[1]。考虑到控制中心空调系统运行的安全可靠，利用办公主楼的冰蓄冷装置作为备用冷源。系统原理图见图 1。

本工程标准层办公楼的冬季空调总热负荷为 7500kw。选用 3 台燃气真空热水锅炉，每台 2500kw，气源为天然气，天然气用量 210Nm³/h。真空热水锅炉的进、出水温度为 50/60℃。

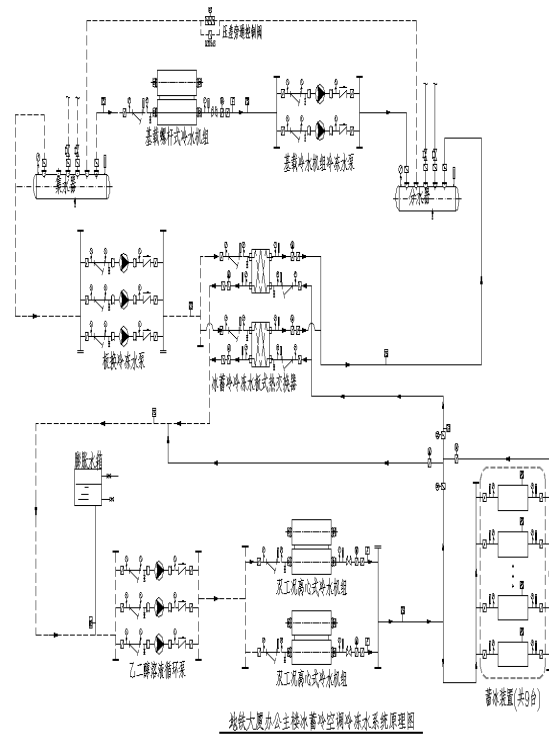


图 1 地铁大厦办公主楼冰蓄冷空调冷水系统原理图

2.3 标准层办公的空调水系统

根据业主使用楼层情况，考虑大楼功能、用户单元划分、计量、管理等综合因素。大楼空调水系统采用四管制异程式系统，分为3个区，1~17层为低区，19~33层为中区，35~45层为高区，高、中区的冷热水由板式换热器换热提供，热水换热机房设于18层（第二避难层）。冷水换热一次侧供水温度5/12℃，二次侧供水温度6.5/13.5℃；热水换热一次侧供水温度60/50℃，二次侧供水温度58/48℃。

3、冰蓄冷空调系统的技术经济分析

(1) 标准层办公位于地铁大厦的六至四十五层，建筑面积约为8万平米，空调总冷负荷约9500 kW，冬季空调总热负荷为7500kw。夏季空调设计日逐时冷负荷如图2所示^[2]：

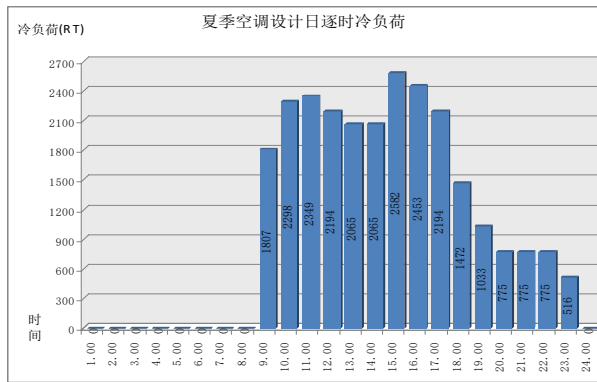


图2 设计日逐时冷负荷

(2) 冰蓄冷机房的运行策略：根据南昌市峰谷电价政策：低谷时段为23:00~次日5:00，电价为0.4元/kW.h，尖峰时段为17:00~23:00，电价为1.2元/kW.h，其余为平段时间，电价为0.8元/kW.h。尽量利用低谷低价蓄冷，白天融冰供冷，尽量减少白天高峰时期的用电量，蓄能机房在100%负荷下的运行策略见图3：

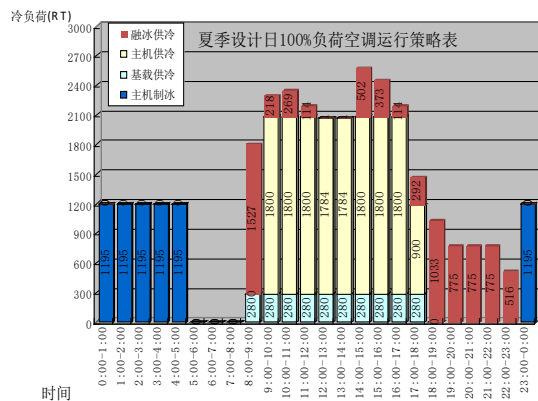


图3 100%负荷设计日运行策略

(3) 机房初投资比较

1) 冰蓄冷中央空调系统的初投资

冰蓄冷系统采用制冷主机优先运行的部分负荷冰蓄冷策略，设备选型及初期投资费用详见下表2：

表2

序号	设备名称	规格、型号	数量	功率	总功率	单价	总价
				(kW)	(kW)	(万)	(万)
1	基载主机	制冷量：280RT	1	186	186	58.27	58.27
2	双工况冷水机组	空调工况制冷量：900RT 制冰工况制冷量：598RT	2	656	1312	178.19	356.38
3	蓄冰装置	蓄冰量：828RT.h	9	0	0	29.8	268.2
4	板式换热器	换热量：4100KW	2	4100	0	26.12	52.24
		一次侧：3.5℃/11℃					
		二次侧：5℃/12℃					
5	乙二醇泵	流量665m³/h, 扬程38m	3	90	180	3.56	10.68
6	基载冷冻水泵	流量138m³/h, 扬程33m	2	18.5	18.5	2.12	4.24
7	板换冷冻水泵	流量600m³/h, 扬程33m	3	75	150	6.65	19.95
8	基载冷却水泵	流量230m³/h, 扬程29m	2	30	30	2.13	4.26
9	双工况冷却泵	流量750m³/h, 扬程29m	3	75	150	6.56	32.8
10	基载冷却塔	流量250m³/h	1	7.5kw	7.5	6.8	6.8
11	冷却塔	流量850m³/h	2	11×2kw	44	18.5	37
12	乙二醇膨胀补	1.0m³	1		0	0.56	0.56
13	乙二醇溶液	100%涤纶级	21		0	1.3	27.3
14	自控系统	估算	1		0	86	86
合计						2084.5	964.68

2) 常规电制冷冷水机组中央空调系统

表3

序号	设备名称	规格、型号	数量	功率	总功率	单价	总价
				kW	kW	万元	万元
1	离心冷水机组	制冷量：900RT	3	620	1860	156.5	469.5
2	冷冻水泵	流量680m³/h, 扬程33m	4	90	270	6.65	26.6
3	冷却水泵	流量750m³/h, 扬程25m	4	75	225	6.56	26.24
4	冷却塔	流量850m³/h	3	22kw	66	18.5	55.5
5	自控系统	估算	1		0	68	68
6	合计				2421		645.84

(4) 空调冷热源运行费用比较

1) 冰蓄冷空调日运行费用计算：

a) 100%负荷设计日运行费16410元/天：根据冰蓄冷空调系统100%负荷运行策略计算，

b) 75%负荷设计日运行费11307元/天：根据冰蓄冷空调系统75%负荷运行策略计算

c) 50%负荷设计日运行费9025元/天：根据冰蓄冷空调系统50%负荷运行策略计算

d) 25%负荷设计日运行费5070元/天：根据冰蓄冷空调系统25%负荷运行策略计算

注：按总供冷天数为150天考虑。

表 4

冰蓄冷系统	100% 设计 日负荷	75% 设计 日负荷	50% 设计 日负荷	25% 设计 日负荷	一个供冷季运行费用 总计
日运行费用 / 元	16410	11307	7425	4070	
运行天数 / 天	17	55	60	18	150
运行总费用 / 万元	27.90	62.19	44.55	7.33	142

表 5

常规电制冷	100% 设计 日负荷	75% 设计 日负荷	50% 设计日负荷	25% 设计 日负荷	一个供冷季运行费用 总计
日运行费用 / 元	24870	16911	11191	5086	
运行天数 / 天	17	55	60	18	150
运行总费用 / 万元	42.28	93	67.2	9.15	211.6

表 6

内 容		方案一 冰蓄冷空调系统	方案二 常规电制冷冷水机组
冷水机组容量 /RT		2080	2700
投资 估算	机房投资概算 a/ 万元	964.68	645.84
采用冰蓄冷多投资		318.84	
供冷运行费用 / 万元		142	212.8
采用冰蓄冷运行费用节约		69.6 万	
回收年限 / 年		4.6 年	

2) 常规电制冷日运行费用计算:

a) 100% 负荷设计日运行费 24870 元 / 天: 具体计算结果详见表 5:

b) 75% 负荷设计日运行费 16911 元 / 天:

c) 50% 负荷设计日运行费 11191 元 / 天:

d) 25% 负荷设计日运行费 5086 元 / 天:

(5) 两种方案初投资和运行费用比较见表 6

结语:

采用冰蓄冷空调系统, 利用峰谷电价差, 平衡电网负

荷, 大大减少空调年运行费, 综合初投资比常规冷水机组系统略高, 但冰蓄冷机房的年运行费用比常规电制冷冷水机组低 69.6 万, 约 4.6 年即可回收成本, 长期的综合效益非常显著。

参考文献:

[1] 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.

[2] 中国气象局气象信息中心气象资料室著中国建筑热环境分析专用气象数据 [M]. 中国建筑工业出版社, 2005.