

文章编号: 1671-6612 (2023) 05-732-05

某办公项目冰蓄冷系统设计分析

吴泽江¹ 王 瑶²

(1. 中国绿发投资集团有限公司 北京 100020

2. 北京博易基业工程顾问有限公司 北京 100027)

【摘 要】 以重庆某办公楼工程为例, 针对空调系统冷源方案, 结合当地能源政策及空调负荷特点, 对常规制冷系统、冰蓄冷空调系统两个方案进行了系统经济技术分析和比较。与常规空调系统相比, 冰蓄冷空调系统装机容量小, 可节省配电设施费及运行费用, 其中年运行费用节约 29.6 万元。但由于冰蓄冷系统增加了蓄冰设备, 其初投资比常规空调系统增加约 157 万元。因而需要人为制定合理的运行策略, 确保经济效益和社会效益。

【关键词】 峰谷电; 冰蓄冷; 运行策略; 技术经济比较

中图分类号 TU831.1 文献标识码 A

Design and Analysis of Ice Storage System for an Office Project

Wu Zejiang¹ Wang Yao²

(1.China Green Hair Investment Group Co., Beijing, 1000201;

2.Beijing Boyi Construction Engineering Consulting Co., Beijing, 1000272)

【Abstract】 Taking an office building project in Chongqing as an example, aiming at the cold source scheme of air conditioning system, combined with the local energy policy and the characteristics of air conditioning load, the system economic and technical analysis and comparison of conventional refrigeration system and ice storage air conditioning system were carried out. Compared with the conventional air conditioning system, the installed capacity of ice storage air conditioning system is small, which can save power distribution facilities and operation costs, the annual operating cost was saved by 296,000 yuan. However, because ice storage system adds ice storage equipment, its initial investment is larger than conventional air conditioning system, about 1,570,000 yuan. Therefore, it is necessary to formulate reasonable operation strategies to ensure economic and social benefits.

【Keywords】 Peak-valley electricity; Ice storage; Operation strategy, technical and economic comparison

0 引言

随着国家大力推广超低能耗、近零能耗建筑, 发展零碳建筑的落实实施, 低碳绿色建筑为当今社会普遍关心的问题, 建筑的持续健康发展已经成为大家共识。公共建筑中由于空调系统能耗占据建筑总能耗比例较高, 因而如何降低碳排放、降低运行能耗、节约费用的措施越来越突出。冰蓄冷空调系统可以有效减少二氧化碳等温室气体的排放, 适应

时代背景。

冰蓄冷空调技术是指在用电低谷时用电制冰并暂时蓄存在蓄冰装置中, 在需要时 (用电高峰) 把冷释放出来。由此可以实现对电网的“移峰填谷”, 有利于降低发电装机容量, 维持电网的安全高效运行。同时利用低谷时段电价优势, 可大大降低运行费用。目前很多国家都采取了各种措施以鼓励蓄能技术的发展和应用。

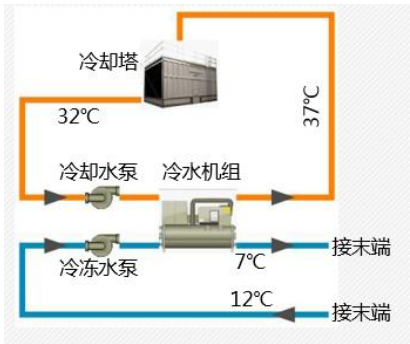
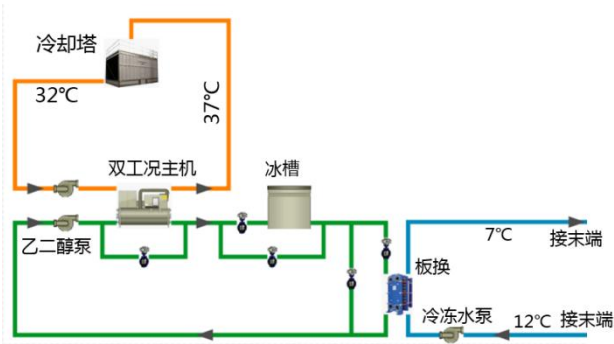
1 空调系统方案

以重庆某办公项目为例，建筑面积约 3.1 万平方米，设计日空调负荷峰值 3868kW（1100RT），设计日总冷负荷为 11231RTh。

1.1 系统方案介绍

常规空调系统，白天空调负荷全部由制冷机组提供，系统配电容量高，运行费用较高。由于本项目周边供电供气条件充足，同时采用峰谷分时电价政策，为冰蓄冷空调系统的采用提供了政策支持。两种系统对比，见表 1。

表 1 两种空调系统对比表

Table 1 Comparison of Two Air Conditioning Systems		
内容	常规制冷系统	冰蓄冷系统
系统原理		
系统配置	2x550RT 离心电制冷冷水机组 3 台冷冻水泵（两用一备） 3 台冷却水泵（两用一备） 2 台 500 吨开式横流冷却塔	2 台双工况冷机 (空调工况制冷量 345RT/制冰工况制冷量 242RT) 3 台乙二醇泵（两用一备） 3 台冷却水泵（两用一备） 2 台 350 吨开式横流冷却塔 1 台板式换热器 2 台冷冻水泵（一用一备） 3 台 1500RTh 冰槽
运行工况	制冷工况 冷冻水供回水温度：7/12℃ 冷却水供回水温度：32/37℃	双工况主机制冰工况： 乙二醇供回温度：-2.0/-5.5℃ 冷却水供回水温度：30/35℃ 制冷工况： 冷冻水供回水温度：6/11℃ 冷却水供回水温度：32/37℃ 板换侧：冷冻水供回水温度：7/12℃
优点	系统设备少，初投资低； 系统简单成熟、简单； 制冷机房面积小； 对物业管理人员水平要求不高	高峰期电力消耗少，节约运行费用； 转移电力高峰期的用电量，平衡电网峰谷差； 减少环境污染，减少碳排放； 提高设备利用率； 制冷系统设备安装容量小； 电力设备的容量及初投资小
缺点	冷机等设备安装容量大； 电价高峰期电力消耗大、运行费用高； 设备利用率低； 电力设备的容量及初投资大； 电力用房面积大	系统设备多，初投资高； 系统复杂； 占用制冷机房面积大 对物业管理人员水平要求较高

1.2 冰蓄冷系统运行策略

冰蓄冷系统因而需要根据电价分布,合理制定运行策略,从而保证夜间所有蓄冰量在日间空调时段全部用完,减少制冷主机开启,降低运行费用。

按照设计日 100% 负荷率下,夜间电力低谷时

段双工况主机满负荷运行制冰蓄冷,白天电力平价时段,优先采用双工况主机供冷,不足情况下由冰槽供冷,此时蓄冰系统放冷,达到了消减制冷机开启台数的作用。高峰时段,冰槽内全部冷量释放,不足情况由双工况主机补充,从而达到了消减高峰时段用电,降低了系统运行费用,如图 1 所示。

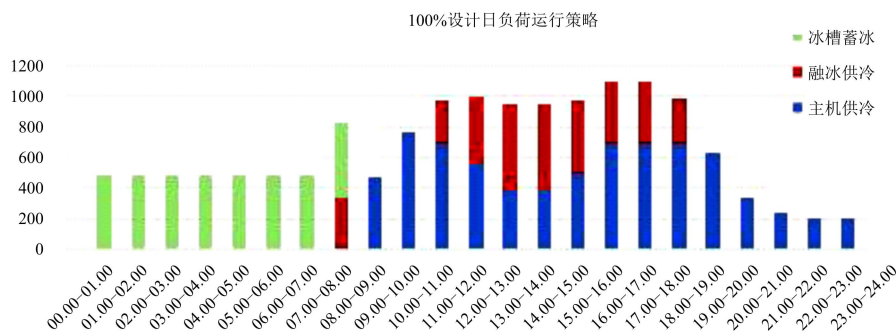


图 1 设计日 100% 负荷运行策略

Fig.1 Design Daily 100% Load Operation Strategy

计日 75% 和 50% 负荷率下,夜间电力低谷时段双工况主机满负荷运行制冰蓄冷,蓄冰量虽然不能完

全满足白天高峰时段全部空调负荷,但也大大减少主机开启时间,降低了系统运行成本,见图 2、3 所示。

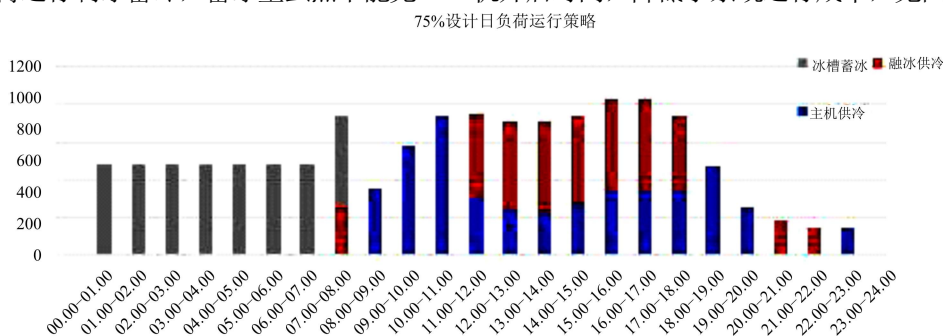


图 2 设计日 75% 负荷运行策略

Fig.2 Design Daily 75% Load Operation Strategy

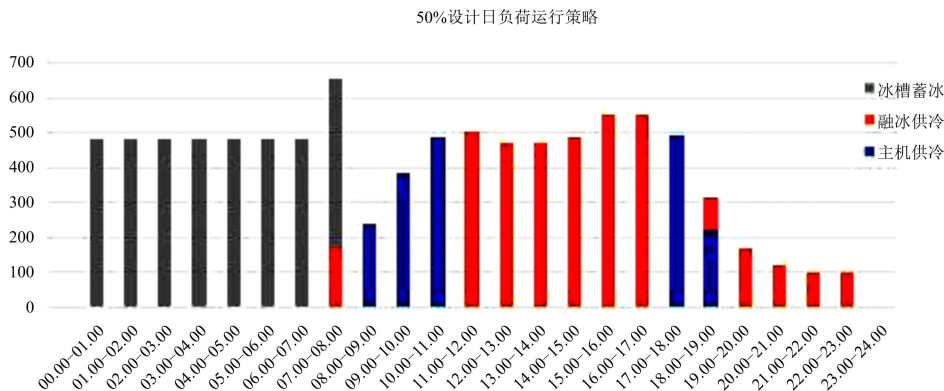


图 3 设计日 50% 负荷运行策略

Fig.3 Design Daily 50% Load Operation Strategy

计日 25% 负荷率下,夜间部分电力低谷时段双工况主机满负荷运行制冰蓄冷,蓄冰量完全满足白

天高峰时段空调负荷,制冷主机白天不开启,降低系统运行成本,如图 4 所示。



图 4 设计日 25%负荷运行策略

Fig.4 Design Daily 25% Load Operation Strategy

1.3 经济性分析

1.3.1 初投资分析

与常规空调系统相比较，冰蓄冷系统初投资约增加 157 万元，占总投资的 31%，初投资增加的主

要原因是增加了蓄冰槽、板换、水泵等设备，同时双工况主机的价格较常规冷机价格略高。两种空调系统配置及初投资见表 2，3。

表 2 常规空调系统配置及初投资

Table 2 Conventional Air Conditioning System Configuration and Initial Investment							
序号	名称	型号规格	数量	功率 (kW)	总功率 (kW)	单价 (万元)	总价 (万元)
1	主机	制冷量550RT	2	350	700	88	176
2	冷却塔	冷却水量500m³/h	2	15	30	30	60
3	冷却水泵	流量427m³/h，扬程28m	3	45	74	6	18
4	冷冻水泵	流量364m³/h，扬程36m	3	45	90	6	18
5	自动控制系统	DDC	1	/	/	80	80
6	管道阀门及附件安装	/	1	/	/	200	200
11	合计	/	/	/	888	/	552

表 3 冰蓄冷系统配置及初投资

Table 3 Configuration and Initial Investment of Ice Storage System							
序号	名称	型号规格	数量	功率 (kW)	总功率 (kW)	单价 (万元)	总价 (万元)
1	双工况主机	空调工况制冷量345RT 制冰工况制冷量242RT	2台	227	454	56	112
2	双工况冷却塔	冷却水量350m³/h	2台	11	22	21	42
3	双工况冷却水泵	流量273m³/h，扬程28m	3台	30	60	4	12
4	乙二醇泵	流量256m³/h，扬程34m	3台	30	60	4	12
5	板换冷冻水泵	流量610m³/h，扬程36m	2台	75	75	9	18
6	板式换热器	换热量4254KW	1台	/	/	32	32
7	蓄冰装置	蓄冷量1500RTh	3台	/	/	42	126
8	乙二醇溶液	25%	10吨	/	/	1.5	15
9	自动控制系统	DDC	1套	/	/	140	140
10	管材、阀门、安装	/	1	/	/	200	200
11	合计	/	/	/	671	/	709

1.3.2 运行费用分析

按上述运行策略,常规空调系统、冰蓄冷空调系统整个制冷季的运行费用,见表 4、5。与常规

制冷系统相比,冰蓄冷系统年运行费用降低 29.6 万元,占整个空调季运行费用的 27%,转移高峰用电约 48.8 万 kWh,见表 6。

表 4 常规空调系统运行费用

Table 4 Operating costs of conventional air conditioning systems

序号	负荷	空调时长	日运行费用 (元)	年运行费用 (元)
1	100%	20	9031	180611
2	75%	90	7091	638190
3	50%	50	4657	232850
4	25%	20	2758	55160
合计				1, 106, 811

表 5 冰蓄冷空调系统运行费用

Table 5 Operating costs of ice storage air conditioning systems

序号	负荷	空调时长	日运行费用 (元)	年运行费用 (元)
1	100%	20	7736	154720
2	75%	90	5357	482130
3	50%	50	2970	148500
4	25%	20	1286	25720
合计				811070

表 6 冰蓄冷系统与常规空调系统费用比较

Table 6 Cost Comparison between Ice Storage System and Conventional Air Conditioning System

类别	常规空调系统	冰蓄冷空调系统
初投资 (万元)	552	709
运行费用 (万元)	110.7	81.1
初投资增加 (万元)	基准	+157
运行费用减少 (万元)	基准	-29.6
投资回报周期 (年)	基准	5.3

2 结束语

通过上述分析可以看出,常规空调冷源系统初投资方面有优势,比冰蓄冷空调系统低约 157 万元。但冰蓄冷空调系统装机容量小,节约配电设施费,且每年节省运行费用约 29.6 万元。投资回报期为 5 年左右。

另外常规空调系统在制冷设备出现故障的意外情况下,冰蓄冷系统可以提供部分应急供冷能力,提高了冷源系统的可靠性。

综上所述,空调系统冷源采用冰蓄冷系统是有一定优势的。峰谷电价差越大,优势越明显。同时在场址面积可行的情况下,可适当增加蓄冰量,进一步降低运行费用,减少投资回报周期。

参考文献:

[1] 陆耀庆.实用供热空调设计手册(第二版)[M].北京:中国建筑工业出版社,2008.

[2] 严德隆,张维君.空调蓄冷应用技术[M].北京:中国建筑工业出版社,1997.

[3] 赵庆珠.蓄冷技术与系统设计[M].北京:中国建筑工业出版社,2012

[4] 江亿.我国建筑能耗状况与节能重点[J].建设科技,2007,(5):26-29.

[5] 李杰,杨自强,马光昱.冰蓄冷系统设计方法(下)[J]应用能源技术,2002,(5):16-20.