

冰蓄冷空调系统用于商场的 技术经济性研究

烟台市建筑设计研究股份有限公司 解荔珍[☆]

摘要 基于某工程实例,介绍了其冰蓄冷系统设计及运行策略,分析了初投资、运行费用及投资回收期。认为在具有一定规模的商场类建筑中,峰谷电价比超过 3:1 的情况下,使用冰蓄冷空调系统能对用电负荷起到移峰填谷的作用,并且可使用户获得经济效益。

关键词 商场 冰蓄冷空调 技术 初投资 运行费用 投资回收期

Technical and economic study of ice storage air conditioning system applied to malls

By Xie Lizhen[★]

Abstract With an example project, presents design of the ice storage system and its operation strategy, and analyses the initial investment, operating costs and payback period of investment. Considers that in a mall building with a sufficient scale, when the peak-valley electricity price ratio is larger than 3:1, peak load shifting could be achieved using ice storage air conditioning system, and the users could obtain economic benefits.

Keywords mall, ice storage air conditioning system, technique, initial investment, operating cost, payback period of investment

★ Yantai Architectural Design and Research Co., Ltd., Yantai, Shandong Province, China

①

0 引言

商场类建筑的特点是人流量大,商场、超市全年基本无节假日,而且在节假日期间人员密度比平时大。室内照明灯在营业时间全开启,照明和空调能耗是商场类建筑的主要能耗,商场的空调能耗占整个商场能耗的 30%~50%,并且商场的单位面积空调能耗位居各种功能建筑之首。在商场空调系统中,大部分都采用电制冷机组,冷水机组的能耗达到整个空调系统能耗的 50% 左右。冰蓄冷空调系统具有移峰填谷、均衡电网负荷、提高电力建设投资效益及为用户节省空调运行费用等优点,但与常规空调系统相比,存在初投资大、系统较为复杂的缺点。本文对商场空调冷源采用主机上游串联冰蓄冷系统的形式作了技术经济分析。

1 工程概况

某项目位于山东威海经济开发区,分四期建

设,总建筑面积约为 450 000 m²,其中商场建筑面积为 180 000 m²,一期商场建筑面积约 50 000 m²。

为了减少供冷系统的峰值用电负荷,充分利用国家有关的电力优惠政策与峰谷电差价,减少输变电设备的投资,大幅度地降低空调的运行费用,开发商要求一期工程空调冷源采用冰蓄冷,目的也是为以后三期冷源的选择作实际性的运行测试。开发商主要关心以下三項内容:1) 初投资增加率;2) 运行费节省率;3) 追加投资回收期。

2 技术分析

①☆ 解荔珍,女,1965 年 8 月生,大学,高级工程师
264001 烟台市西南河路 231 号
(0535) 2150875 (O) 13361378976
E-mail: xlzhen658@126.com

收稿日期:2010-03-17

修回日期:2010-05-05

初投资增加率、运行费节省率、追加投资回收期直接与冰蓄冷系统的优化设计、设备选型、优化控制、运行管理有关。

2.1 负荷计算

由于此商场位于开发区,人员密度小,设计日逐时冷负荷如图 1 所示。

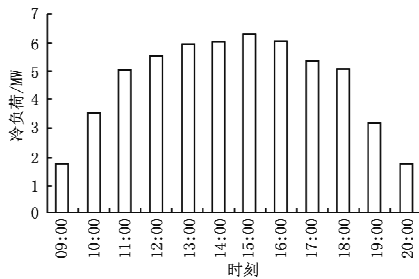


图 1 商场逐时冷负荷

2.2 冰蓄冷系统设计

夏季空调设计日最大冷负荷约为 6 330 kW (1 800 rt),夏季空调设计日总冷负荷约为 55 212 kWh。

本工程按冰蓄冷空调分量蓄冰模式设计,冰蓄冷空调冷源系统提供 6 °C/13 °C 的空调供、回水。经计算及综合比较,最后确定空调系统配备空调工况制冷量为 1 473 kW(439 rt)、制冰工况制冷量为 971 kW(296 rt)的双工况螺杆冷水主机 2 台,配备空调工况制冷量为 985 kW(280 rt)的螺杆冷水机组 1 台作为基载机组。双工况主机可分别在空调和制冰两种工况下运行。蓄冰装置采用导热塑料蓄冰盘管系统,蓄冷量为 14 802 kWh。板式换热器将蓄冰系统的乙二醇与空调系统回路隔离,板式换热器水侧进/出口温度为 13 °C/6 °C,乙二醇侧进/出口温度为 3.5 °C/10.5 °C,选用换热量为 2 700 kW 的板式换热器 2 台。冰蓄冷机房主设备配置与技术参数见表 1。

2.3 冰蓄冷系统流程

冰蓄冷系统流程如图 2 所示。按主机上游、冰槽下游的串联单循环回路设计,在冰蓄冷系统流程中,23:00—07:00 共 8 h 的电力低谷时段内双工况主机在制冰工况下运行,制取的冷量储存在储冰装置中。2 台双工况主机与蓄冰装置、乙二醇泵、板式换热器等设备组成冰蓄冷及供冷系统,1 台螺杆冷水机组作为基载机组对供冷系统作灵活调节。整个系统按以下几种工作模式运行^[1]:

表 1 冰蓄冷机房主设备配置与技术参数

序号	设备	设备型号、规格及参数	单位	数量
1	双工况冷水机组	空调工况制冷量 1 473 kW,制冰工况制冷量 971 kW,输入功率 296 kW	台	2
2	基载冷水机组	制冷量 985 kW,输入功率 190 kW,冷水进/出水温度 13 °C/6 °C	台	1
3	蓄冰装置	冰蓄冷容量 2 965 kWh	套	5
4	制冷用板式换热器	换热量 2 700 kW;冷侧:25%乙二醇,3.5 °C/10.5 °C;热侧:水,13 °C/6 °C	台	2
5	乙二醇泵	流量 346 m³/h,扬程 38 m,功率 55 kW (二用一备)	台	3
6'	基载冷水泵	流量 160 m³/h,扬程 32 m,功率 22 kW	台	1
6	冷水泵	流量 350 m³/h,扬程 32 m,功率 45 kW (二用一备)	台	3
7'	冷却水泵	流量 280 m³/h,扬程 28 m,功率 37 kW	台	1
7	冷却水泵	流量 374 m³/h,扬程 28 m,功率 45 kW (二用一备)	台	3
8'	冷却塔	水量 300 m³/h,功率 11 kW,进/出水温度 37 °C/32 °C,湿球温度 28 °C	台	1
8	冷却塔	水量 400 m³/h,功率 11 kW,进/出水温度 37 °C/32 °C,湿球温度 28 °C	台	2
9	集水器	DN600,长 3 450 mm	台	1
10	分水器	DN600,长 3 450 mm	台	1
11	压差控制器	DN150	台	1
12	压差控制器	DN150	台	1
13	软化水装置	处理水量 8 m³/h	台	1
14	反冲洗过滤器	DN400	台	1
15	反冲洗过滤器	DN450	台	1
16	电子水除垢仪	处理水量 1 200 m³/h,功率 500 W	台	1
17	膨胀水箱	1 500 mm×1 500 mm×2 000 mm	台	1
18	乙二醇补液箱	1 500 mm×1 500 mm×1 200 mm	台	1

1) 主机单制冰模式。V1, V3 关, V2, V4 全开。在 23:00—07:00 期间,双工况主机制冰蓄冷 14 802 kWh(4 210 rth)。

2) 主机单供冷模式。V1, V3 全开, V2 关。在该模式下,主机承担商场的全部冷负荷,此模式基本不使用。主机供冷量的调节靠在载冷剂进板式换热器侧设温度传感器 T1 实现。

3) 融冰单供冷模式。此时不开双工况主机,冷量由融冰提供,此模式可在冷负荷较小期间运行。在载冷剂进板式换热器侧设温度传感器 T1,保持 T1 温度恒定,调节 V1, V2 开度,控制融冰供冷量。

4) 主机与融冰联合供冷模式。当负荷较大、融冰供冷满足不了冷负荷需要时选用此模式。此模式融冰供冷量控制同 3)。

冷水供冷温度的控制:在冷水出板式换热器侧、分水器前设温度传感器 T5,保持 T5 温度恒定,在 2), 3), 4) 3 种工作模式下,通过调节 V3, V4 工作模式的开度,改变进入板式换热器的载冷剂流量。

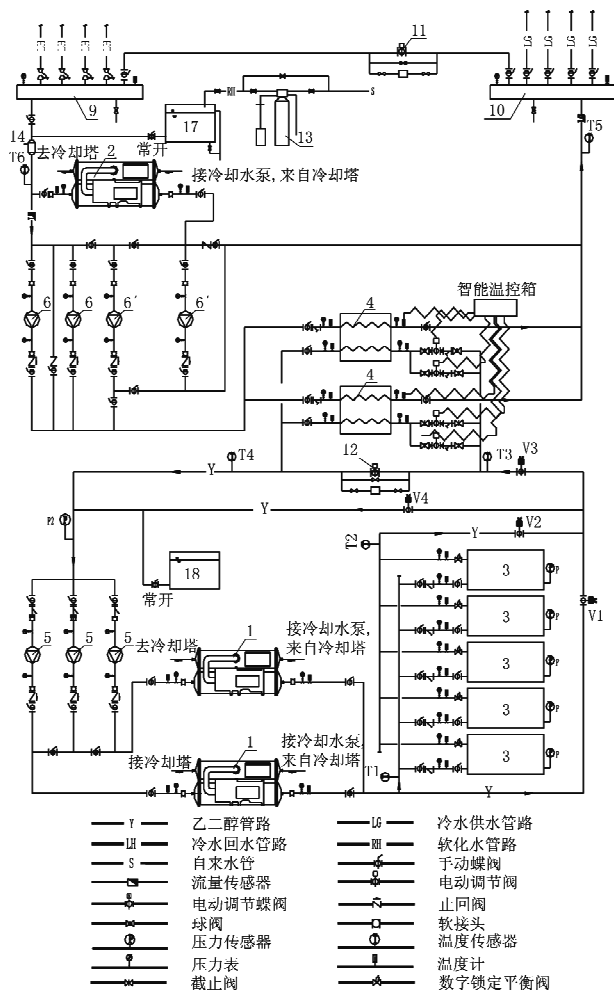


图2 冰蓄冷系统流程

2.4 运行策略

本工程的冰蓄冷空调在大部分使用时间内按融冰优先或全融冰供冷模式运行。

当日负荷较小(小于等于 1/3 设计日负荷)时,商场的全天空调负荷由融冰供冷基本可以满足;当日负荷大于 1/3 设计日负荷时,在白天使用空调时段,系统将依据实际的冷负荷需求,通过控制系统调节运行模式,自动调整每一时段内蓄冰装置供冷及基载冷水机组供冷或主机供冷的比例,把蓄冰冷量用在 08:00—11:00 和 18:00—21:00 电力高峰时段,以实现分量蓄冰模式逐步向全量蓄冰模式的运行转化,按照蓄冰装置优先供冷的原则,最大限度地控制主机在电力高峰期间的运行,根据日冷负荷超出融冰供冷负荷值的大小,依次按启动基载冷水机组 1 台,或启动双工况机组 1 台,或启动双工况机组 1 台+基载冷水机组,或启动双工况机组 2

台,或启动双工况机组 2 台+基载冷水机组的模式运行。

结合空调逐时冷负荷分布图及当地对冰蓄冷空调的电费政策,设计日整个供冷系统的运行模式基本如表 2 所示。

表 2 供冷系统运行模式

时间段	供冷方式	电费时段
08:00—09:00	融冰供冷	峰段
09:00—10:00	2 台主机+融冰供冷	峰段
10:00—11:00	3 台机组+融冰供冷	峰段
11:00—18:00	3 台机组+融冰供冷	平段
18:00—19:00	2 台主机+融冰供冷	峰段
19:00—20:00	1 台主机+融冰供冷	峰段

注:在 20:00—23:00,07:00—08:00 时段,整个系统停止运行;23:00—07:00,双工况主机在制冰工况下运行。

3 经济分析

简单静态经济评价方法的评价指标为投资回收期。用冰蓄冷空调所增加的投资费用除以每年节约的运行费用即投资回收期。冰蓄冷空调系统在投资回收期以后,其每年节省的运行费用即为用户实得的经济效益。采用简单静态经济评价方法最为简单和直观。

冰蓄冷空调系统增加的初投资费用按下式计算^[2]:

$$\Delta I = I_s - I_c \quad (1)$$

式中 ΔI 为冰蓄冷空调系统增加的初投资,元; I_s 为冰蓄冷空调系统的初投资,元; I_c 为常规空调系统的初投资,元。

冰蓄冷空调系统全年节省的运行费用按下式计算:

$$\Delta P = P_s - P_c \quad (2)$$

式中 ΔP 为冰蓄冷空调系统全年节省的电费,元/a; P_s 为冰蓄冷空调系统全年运行总电费,元/a; P_c 为常规空调系统全年运行总电费,元/a。

投资回收期按下式计算:

$$n = \frac{\Delta I}{\Delta P} \quad (3)$$

式中 n 为投资回收期,a。

3.1 初投资

若设计采用常规电制冷空调系统,选择的主要设备为:制冷主机(制冷量 2 460 kW,2 台;制冷量 1 410 kW,1 台),冷却塔(流量 600 m³/h,2 台;流量 350m³/h,1 台),冷却水泵(流量 520m³/h,扬

(下转第 27 页)