

蓄冷空调的设计及经济分析

张立伟¹, 王金锋¹, 杨崇英², 刘玉章²

(1. 郑州轻工业学院, 河南 郑州 450002; 2. 河南省工业学院, 河南 郑州 450002)

摘要: 蓄冷式中央空调对电网负荷有巨大的移峰填谷能力, 同时与常规中央空调相比, 具有减少主机容量和降低运行电费等优点, 因此具有广泛的应用前景。

关键词: 蓄冷; 中央空调; 设计

中图分类号: TU831 文献标识码: A

1 前言

空调系统在现代生活中是不可缺少的, 其耗电量且用电时段大多处于电网负荷高峰期。据北京市统计, 各种建筑物的空调用电负荷约为 60 万 kW, 约占电网高峰负荷的 16%^[1]。为此, 1994 年国家计委、经贸委和电力部决定实施分时电价, 用经济杠杆促使用户调整负荷, 移峰填谷, 缓解电力供求矛盾。空调蓄冷技术具有巨大的移峰填谷潜力, 国家已作为重点措施在全国推广^[2]。

2 蓄冷式中央空调的设计

2.1 蓄冷介质

蓄冷介质主要有水蓄冷和冰蓄冷两种。

水蓄冷技术是利用 3℃~5℃ 的低温水蓄存冷量, 发展于五六十年代。其优点是投资省, 技术要求低, 维修费用少, 有时还可以利用原有的消防水池兼作蓄冷水池, 对于有些大型的蓄冷工程, 其投资比常规空调还低^[3]。同时水蓄冷系统在冬季还可以蓄热供暖, 如我国葛洲坝水电站的水蓄冷式中央空调系统, 可兼顾夏季供冷和冬季供暖使用^[4]。但水蓄冷只能利用 8℃~11℃ 的温差, 蓄冷密度低, 仅有 33.4~46.0 kJ/kg, 且水蓄冷占地面积大, 保温性能差, 冷损耗大。

冰蓄冷是七八十年代发展起来的一种新的蓄冷技术, 它是利用冰的溶解潜热来蓄存冷量, 其蓄冷密度为 335 kJ/kg, 占用空间只有水蓄冷的 25%~30%^[5], 可以提供较低温度的空调供水, 有利于提高

空调的供回水温差, 以减小水泵容量和配管尺寸。因此冰蓄冷的应用更为广泛。

此外, 还有利用变温相变材料(如共晶盐)作为蓄冷介质的, 但因其技术尚待完善且成本高, 仍在开发研究之中。

2.2 蓄冷运行方式

蓄冷运行方式有全部负荷蓄冷和部分负荷蓄冷两种, 与常规空调运行的性能对照如表 1。

表 1 蓄冷空调与常规空调性能对照表

运行方式	主机容量	蓄冷装置容量	电网容量	运行电费
常规空调			大	高
部分负荷蓄冷	比常规空调小	小	比常规空调小	低
全部负荷蓄冷	比部分负荷蓄冷大	大	*	最低

*要根据空调负荷分布和电网负荷分布判断

2.3 设计步骤

- (1) 计算典型设计日的空调冷负荷;
- (2) 确定蓄冷介质和蓄冷运行方式;
- (3) 选择冷水机组;
- (4) 选择或设计蓄冷装置;
- (5) 选择其它配套设备;
- (6) 编制蓄冷运行操作方案;
- (7) 进行工程初投资预算和运行费用测算, 考虑优化方案。

以上(1)(3)(5)(7)是常规中央空调的设计步骤。

2.4 设计实例

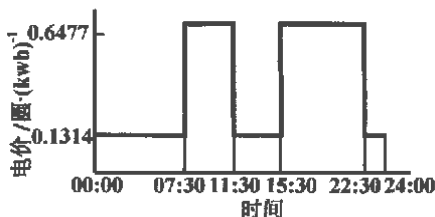


图 1 郑州市峰谷时段划分及分时电价

郑州市某办公大楼, 主体建筑为办公室, 白天开放, 还有图书室、阅览室, 职工活动室晚上也开

放。该大楼典型设计日冷负荷分布见表2,主要冷负荷持续10h,尖峰负荷发生在15:00~16:00,总供冷负荷为4329kWh。

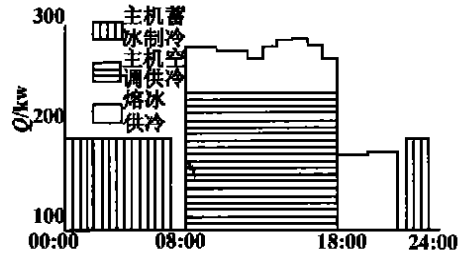


图2 系统冷负荷分布及蓄冷运行方案

11:30, 15:30~22:30, 共11h; 谷期为11:30~15:30, 22:30~次日07:30, 共13h。峰谷分时电价比为5:1。

该大楼为新建项目,为节省用地,采用冰蓄冷;为降低初投资,考虑采用部分负荷蓄冷。该大楼典型设计日总冷负荷4329kWh,选用DXWS—300型螺杆式冷水机组,制冷量300kW,机组输入功率59.4kW。该机组用25%的乙烯乙二醇溶液作载冷剂,按双工况运行,其空调工况(10.8℃/5.6℃)和蓄冰工况(-1.2℃/-4.8℃)的制冷量分别为280kW和188kW,该大楼的蓄冷运行方案分别见表2和图2。

表2 典型设计日冷负荷分布及蓄冷运行方案表(单位:kW)

时间	冷负荷	机组供冷	机组制冰蓄冷	熔冰供冷
0-1:00			188	
1:00-2:00			188	
2:00-3:00			188	
3:00-4:00			188	
4:00-5:00			188	
5:00-6:00			188	
6:00-7:00			188	
7:00-8:00				
8:00-9:00	374	280		94
9:00-10:00	373	280		93
10:00-11:00	366	280		86
11:00-12:00	366	280		86
12:00-13:00	348	280		68
13:00-14:00	374	280		94
14:00-15:00	385	280		105
15:00-16:00	392	280		112
16:00-17:00	378	280		98
17:00-18:00	352	280		72
18:00-19:00	153			153
19:00-20:00	154			154
20:00-21:00	157			157
21:00-22:00	157			157
22:00-23:00			94	
23:00-24:00			188	
总计(kWh)	4329	2800	1598	1529

郑州市电网峰谷时段划分及分时电价如图1所示^[9],其中电网负荷峰期为7:30~

- (1) 主机蓄冷运行8.5h(22:30~次日7:00),蓄冷量 $188\text{ kW} \times 8.5\text{ h} = 1598\text{ kWh}$ 。
- (2) 主机空调供冷运行10h(8:00~18:00),供冷量 $280\text{ kW} \times 10\text{ h} = 2800\text{ kWh}$ 。
- (3) 蓄冰装置熔冰供冷14h(8:00~22:00),供冷量 $4329\text{ kWh} - 2800\text{ kWh} = 1529\text{ kWh}$ 。蓄冷量比熔冰供冷量大4.5%,可弥补蓄冷装置冷损失,移峰率(电网峰期冷负荷转移量占电网峰期总冷负荷之比)达41%。

3 讨论

为了分析空调蓄冷的经济性,下面将应用于该大楼的常规空调、部分负荷蓄冷和全部负荷蓄冷三种方案的主机配置和设计日运行电费列表比较(见表3)。

表3 常规空调运行与蓄冷运行经济性对照表

	常规空调运行	部分蓄冷运行	全部蓄冷运行	
主机配置	螺杆式冷水机组 DXWS-430型 制冷量426kW 配电79.2kW	双工况冷水机组 DXWS-300型 制冷量280/188kW 配电59.4kW	双工况冷水机组 DXWS-520型 制冷量483/323kW 配电95.2kW	
	设计日运行 电费/圆	555	328	163
	主机容量相 对值	1	0.70	1.21
设计日运行 电费相对值	1	0.59	0.29	

4 结论

由前述分析,采用蓄冷空调运行,有以下明显优点:

- (1) 可以实现对电网负荷移峰填谷,一般部分蓄冷的移峰率可达30%~40%,具有良好的社会效益。
- (2) 利用分时电费差价,可以降低运行费用。采用全部蓄冷,设计日运行电费仅为常规空调的1/3左右;采用部分蓄冷,则为常规空调的60%~80%,如果在过渡季节运行,供冷负荷下降,蓄冷份额提高,甚至可以按全部蓄冷运行,运行电费会显著降低。
- (3) 可以减少冷水机组及相应配套设施(如水泵、冷却塔等)的装机容量和局部电网增容量,一般

(下转第315页)

续, 不被其它任务所打断, 故以时钟驱动的采集任务也是必不可少而且优先级别较高。按相类似的分析方法可定出系统中其它的任务。

4.2.4 设计数据管理部分

数据管理部分提供了在数据管理系统中存储和检索对象的基本结构, 其目的是隔离数据管理方案对其它部分的影响。本系统所确定的各个类和对象间的信息传递涉及到大量的数据, 如采集对象所输出的是采集点各时刻所采集到的数据, 这些数据须保存到计算机中或以报表的形式输出, 同时它们又要作为处理对象的输入。因此, 设计一套完善的数据管理系统是极有必要的。这个阶段应确定出采用何种数据库, 数据库的各种表格的结构和组成, 数据输出即报表的组成等等。

4.3 面向对象实现(OOI)

实现阶段将分析及设计阶段开发出的对象类及其关系转换成特定的程序语言、数据库、或硬件实现。这个阶段是整个系统开发周期中相对较小且机械的部分, 因为在对象设计阶段已形成了所有的重要决策, 这时只须把这些决策以代码的形式实现, 采集板的制作也在这个阶段完成。

以上从总体上说明了用面向对象的方法开发转子故障监测及诊断系统的过程。

5 结束语

面向对象方法是一种非常实用的软件开发方

法, 它以客观世界中的对象为中心, 其分析和设计思想符合人们的思维方式, 分析和设计的结果于客观世界的实际比较接近, 容易为人们所接受。在现实世界中, 用户的需求经常会发生变化, 但客观世界的对象及对象之间的关系相对比较稳定, 因此用面向对象方法分析和设计的结果也相对比较稳定。设计高质量的软件是软件设计所追求的一个重要目标, 评价软件质量的主要尺度有: 软件的正确性、可靠性、效率、完整性、可使用性、可维护性、可移植性和可测试性等。用上述方法开发转子故障监测及诊断系统具有高可靠性、易维护性、修改和升级方便等特点, 具有较强的实用性和推广价值。

参考文献:

- [1] OTAKER JONAS. Diagnostic monitoring-an overview[J]. Power, 1992, 136(1): 61, 108.
- [2] 王春森 编. 程序设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 1999.
- [3] 王成为 著. 面向对象分析、设计及应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 1992.

编者按: 面向对象方法是近些年来应用越来越广的一种软件开发方法。本刊在 1998 年第 4 期曾刊登过由上海交通大学翁史烈院士指导下撰写的一篇“面向对象的燃气轮机仿真建模: 综述与展望”的论文。为回答读者的咨询, 本期向对此方法了解不深的读者推介一篇介绍此方法及其在转子故障监测诊断领域应用的文章, 以飨读者。

(复 编辑)

(上接第 339 页)

部分蓄冷的主机容量为常规空调的 60%~70%; 而全部蓄冷的主机容量则由供冷时间决定, 时间越长, 容量越大, 有时甚至超过常规空调, 因此在供冷时间短, 尖峰负荷大的场合(如大会堂、体育馆、影剧院、餐厅等)可优先考虑采用。

(4) 利用温度较低的空调供水, 可以提高供冷速率, 满足某些特殊场合的需要。

因此, 空调蓄冷技术可以产生良好的社会效益和经济效益, 具有广泛的应用前景。

参考文献:

- [1] 涂蓬祥. 建筑节能技术[M]. 北京: 中国计划出版社, 1996.
- [2] 张永铨. 国内外冰蓄冷技术的发展与应用[J]. 制冷技术, 1992(2): 21-22.
- [3] 张永铨. 蓄冷式空调系统[J]. 制冷技术, 1996(3): 29-30.
- [4] 郑祖义. 热泵空调系统的设计与创新[M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 1994.
- [5] 潘雨顺. 论冰蓄冷在空调制冷中的应用前景[J]. 制冷技术, 1996(2): 7.
- [6] 蔡敬福. 蓄冷型空调冷源配置研究[J]. 制冷, 1996(4): 50.

(辉 编辑)

大尺寸四角切圆燃烧锅炉汽温偏差原因分析及措施= **An Analysis of the Cause Leading to Steam Temperature Deviation in a Large-sized Tangentially Fired Boiler and Measures Taken for Its Alleviation** [刊, 汉] / ZHANG Yi, LI Ping-yang (Heilongjiang Provincial Academy of Electric Power Engineering, Harbin, China, Post Code: 150030), FU Zhi-hua (Harbin No. 703 Research Institute, Harbin, China, Post Code: 150036) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2001, 16(3). — 336 ~ 337

A comprehensive comparison was conducted of the results of the thermodynamic testing of a boiler with those of the boiler thermodynamic calculation followed by a pertinent analytic study. On this basis the pipe connecting a rear panel to the last row of a tube bank was changed from a cross-connected form to a parallel-connected one. Ensuing operation of the modified boiler indicates that such a modification has been highly successful. **Key words:** tangentially fired boiler, steam temperature deviation, cross-connected pipe

蓄冷空调的设计及经济分析= **The Design and Economic Analysis of a Chill Storage-based Air Conditioning System** [刊, 汉] / ZHANG Li-wei, WANG Jin-fong (Zhengzhou Light Industry Institute, Zhengzhou, China, Post Code: 450002), YANG Chong-ying (Henan Provincial Industrial School, Zhengzhou, China, Post Code: 450002) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2001, 16(3). — 338 ~ 339, 315

A chill storage-based central air conditioning system features a huge capacity for peak load shaving and fulfillment. Moreover, as compared with other conventional types of central air conditioning system it enjoys the advantage of a lower demand for main machine capacity and fairly low power consumption for its operation, contributing to bright prospects for its widespread applications. **Key words:** chill storage, central air conditioning, design

燃油燃气锅炉高温烟箱绝热密封材料的改造= **Improvement of a Thermal-insulation Seal Material Employed for the High-temperature Smoke-box of an Oil and Gas-fired Boiler** [刊, 汉] / HAN Xiang-zhong (Xi'an University of Architectural Science & Technology, Xi'an, China, Post Code: 710055) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2001, 16(3). — 340 ~ 342

Aluminum fiber-plates of high-alumina silicate have been used for the high-temperature smoke-box of a boiler as a kind of high-temperature resistant and erosion-proof material to serve as boiler furnace composite lining. In addition to a detailed discussion of the above use, the authors have also provided a calculation method for the above-mentioned furnace lining. The paper may benefit those engaged in the design of oil and gas-fired boilers in general. **Key words:** oil and gas-fired boiler, fiber plate of high-alumina silicate, furnace lining, composite material

水膜式热力除氧器的改造= **Technical Modification of a Water-membrane Type Thermal Deaerator** [刊, 汉] / ZHUANG Yu-ping, TAN Hong, FU Chang-hong (Harbin No. 703 Research Institute, Harbin, China, Post Code: 150036) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2001, 16(3). — 343 ~ 344

An analysis was conducted of the testing of a water-membrane generating pipe, the major internal element of a deaerator head. The optimum type of the pipe structural design has also been devised and demonstrated. Concerning some specific problems encountered during the operation of the water-membrane type thermal deaerator the authors have proposed a modification scheme, thus providing a new approach for the retrofit of the above type of deaerator commonly used in power plants. **Key words:** deaerator, water-membrane generating pipe, modification