

文章编号: 1673- 9620 (2007) 01- 0053- 04

上海某地铁站的蓄冰空调系统中冷机选择经济分析^{*}

张牛牛

(江苏工业学院 机械工程系, 江苏 常州 213016)

摘要: 叙述了某地铁站节能省电的方案, 在地铁公共区采用冰蓄冷空调系统。从而达到了减少装机容量, 实现了城市电网削峰填谷的目的, 并以经济核算的科学方式; 在电价低谷时段蓄冰, 电价高峰时段融冰释冷, 电价平段时使用制冷机制冷。同时介绍了此方案的空调负荷计算, 设备选型, 冰蓄冷系统的经济核算和热回收等内容。

关键词: 空调系统; 冰蓄冷系统; 经济可行性研究

中图分类号: TU 83

文献标识码: A

An Economic Analysis of the Cold Machine in the Ice Air Conditioning System of a Subway Station in Shanghai

ZHANG Niu- niu

(Department of Mechanical Engineering, Jiangsu Polytechnic University, Changzhou 213016, China)

Abstract: This paper recounts a power saving programme in a subway station of using the air conditioning system by accumulating ice in public areas so as to decrease the installed capacity, and achieve the purpose of lower power consumption at the peak time in the city. By means of the economic way of calculation, ice is stored at the valley time of power consumption and is melted at the peak time to release the cold air, and the refrigerating machine is put into use at the average time. At the same time, this paper introduces the method to account the charge of the air conditioning, the ways of choosing the right model and accounting ice- accumulating- system economically, as well as the heat recovery.

key words: air- conditioning systems; ice refrigeration system; economic feasibility study

随着我国经济的发展, 都市中地铁设施已成为现代生活中非常重要的交通工具, 地铁站的温湿环境也越来越得到人们的关注。地铁作为一个地下公共建筑, 有其独特的特点, 即负荷不断升高。空调只作夏季供冷用; 并且地下湿度大, 与此同时大都市对能源的需求及电力的供给量已经成为当前紧迫的课题^[1]。根据国家经济结构调整, 现在的电力需求变化存在的问题是: 其一、全国火电机组平均利用小时数近年来逐年下降, 机组的生产能力未能充

分利用。其二、电网的高峰负荷增长很快, 电网负荷率逐年下降, 峰谷差逐年拉大。全国平均峰谷差率一般在 35%, 有的下降到 40%, 造成全国有近 2 000 多万千瓦装机仅在负荷高峰运行数小时, 造成发电资源的闲置。而在电网低谷时, 又要停掉很多机组, 造成机组频繁启停, 这样不仅增加了能耗, 而且影响机组寿命。因此在用能的观点上, 电力公司将高峰需求尽可能的抑制到最低或把高峰需求引导到低谷去用, 实行了电力分时计价。本着节

^{*} 收稿日期: 2006- 10- 07

作者简介: 张牛牛 (1951-), 男, 上海人, 工学博士, 副教授, 主要从事建筑环境、能源等方面的研究。

能省电的想法, 本论文对地铁站公共区的冰蓄冷空调系统进行了冰蓄冷空调负荷计算^[2], 设备选型, 经济核算, 城市电网削峰填谷和热回收等内容。

1 地铁站概况

本研究对象是上海市地铁大华三路站, 它位于华灵路下的车站, 其北端为新沪路站, 南端为新村路站。

车站为地下二层单柱双跨岛式车站, 地下一层为站厅层, 地下二层为站台层。车站总长度 159 m, 车站标准段宽度 17.6 m, 站台宽 10 m, 有效站台长度 140 m。车站总建筑面积 9 142 m², 站厅层公共区面积 1 060 m²。

设备及管理用房分设于车站, 下一层南北端, 在南北端地面上分设有 2 座区间通风亭, 1 座新风亭和 1 座排风亭。车站冷却塔和膨胀水箱设在车站南端地面上。

本论文研究的主要内容: 车站公共区(站厅、站台)通风空调和排烟系统及相对于该系统的冰蓄冷装置的经济可行性调查研究。

2 工程的空调负荷计算

2.1 室内外设计参数

2.1.1 室外空气计算参数

根据上海地区的室外空气设计参数: 夏季公共区计算干球温度 32.2℃, 湿球温度 27.2℃。夏季设备管理用房空调计算干球温度 32.2℃, 湿球温度 28.2℃。夏季通风计算干球温度 32℃。

2.1.2 室内空气计算参数

根据上海地区: 站厅夏季空调计算干球温度 ≤ 29℃, 相对湿度 40%~65%。站台夏季空调干球温度 ≤ 28℃, 相对湿度 40%~65%。车站设备管理用房夏季空调计算干球温度 27℃, 相对湿度 40%~65%。

2.2 计算负荷量及运行电价

本设计计算最大负荷量在每天的 19:00 为 690.6 kW (以 100% 率), 其他时间的逐时负荷所占比例见图 1, 图 2。

2.3 运行模式

根据上海地区电价表, 上海地区电价峰时段为 8:00~11:00, 18:00~21:00; 平时段为 6:

00~8:00, 11:00~18:00, 21:00~22:00; 谷时段为 22:00~次日 6:00。为了得到经济的运行费用, 可以利用电价谷时段储冰蓄冷, 在峰时段融冰释冷; 为了减少制冷机组装机容量, 可以在平价段的冷负荷高峰时段采用机组和融冰同时供冷的模式。表 1 是上海市工业用电分时段划分电价表。

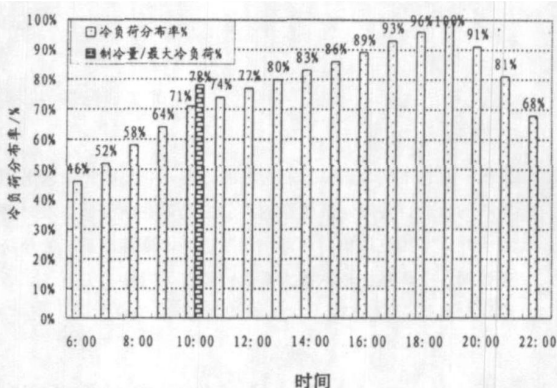


图1 制冷量与空调系统逐时负荷分布率

Fig 1 Refrigeration and air-conditioning system of load distribution rates over time

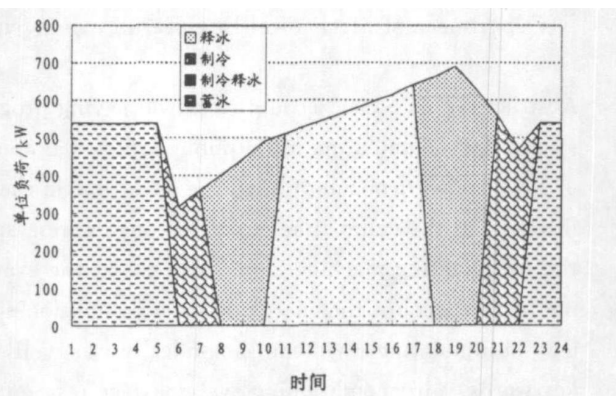


图2 冰蓄冷空调系统逐时负荷

Fig 2 Ice refrigeration air-conditioning systems with time load

3 冰蓄冷空调系统的概况及主要内容

3.1 冰蓄冷空调系统的概况

从图 1, 图 2 可见, 如果采用冰蓄冷空调系统^[3], 它就能利用谷值电、即在用电低谷时段启动制冷机制冰, 平段保温, 高峰不用电, 因此它就大大地降低了运行费用, 而且还对电网的供电起到了"移峰填谷"的作用。由于调配了电网, 减少了电厂的高峰负荷压力, 一定程度地解决了制冷机效率低和运行费用高的问题, 间接地降低了高峰期电厂锅炉的排放污染。

表 1 上海市工业用电分时段划分电价表

Table 1 Shanghai Industrial electricity consumption hours slots prices

时段		1 kV 以下	1~ 10 kV	35~ 110 kV	110 kV 以上
峰时段	8: 00~ 11: 00	0 893	0 900	0 907	0 901
	18: 00~ 21: 00	1 021	1 015	0 907	0 903
平时段	6: 00~ 8: 00	0 556	0 550	0 544	0 538
	11: 00~ 18: 00	0 556	0 550	0 544	0 538
	21: 00~ 22: 00	0 544	0 538	0 544	0 526
谷时段	22: 00~ 次日 6: 00	0 265	0 259	0 241	0 237
基本电价按变压器容量/ (元/ kW)			20		

说明: 按基本电价为 1 的参照比例。

3 2 冰蓄冷空调系统的技术经济分析

3 2 1 计算运行费用的差值

费用的差值可分两部分组成即: 利用电价谷时段储冰蓄冷、在峰时段融冰释冷, 和利用电价谷时段储冰蓄冷、在平时段融冰释冷。

$$Q_g = \sum_{22:00}^{4:00} q dt \tag{1}$$

$$Q_g = Q_f + Q'_p \tag{2}$$

$$C_y = Q_f \times C_f + Q'_p \times C_p - Q_g \times C_g \tag{3}$$

$$E = H/D, C = A - B, D = C \times N \tag{4}$$

式中: Q_g - 电价谷时段储冰蓄冷量; Q_f - 电价峰时段冷负荷; Q'_p - 一部分电价平时段冷负荷量; C_f - 运行费用的差值; $Q_f \times C_f$ - 峰时段冷负荷量电价; $Q'_p \times C_p$ - 一部分平时段冷负荷量电价; $Q_g \times C_g$ - 谷时段储冰蓄冷量电价; A - 其他时段所需电费; B - 冰蓄冷所需电费; C - 每天的电价差值; D - 每年的电价差值; E - 回收年限, 一般静态回收年限应该小于 3 年^[4]; N - 每年的空调天数, 由于考虑到南方沿海地带, 高温多湿, 所以空调天数定为 90 天。

3 2 2 投资费用比较计算

根据峰价电为 0. 907 元/ 度, 平价电为 0 544 元/ 度, 谷价电为 0. 241 元/ 度, 蓄热时间为 22: 00~ 24: 00 和 0: 00~ 6: 00。(取: 35~ 110 kV 栏) 对应峰时段的 6 h 释冰与平时段的剩余释冰。并以美国 CARRIER 公司的 30HXC- HP 螺杆式水- 水热泵机组: 130A, 165A, 200A, 250A 机型为对象进行了经济节能优选比较 (参见: 表 1、图 3、图 4、图 5)。

3 2 3 不同型号的冰蓄冷机投资的回收年限比较

由于冰蓄冷机的型号变化, 单位制冷量也起着相应的变化, 为了得出最佳选择, 对各机型进行了技术经济分析, 分析比较的基准是按空调各单位时

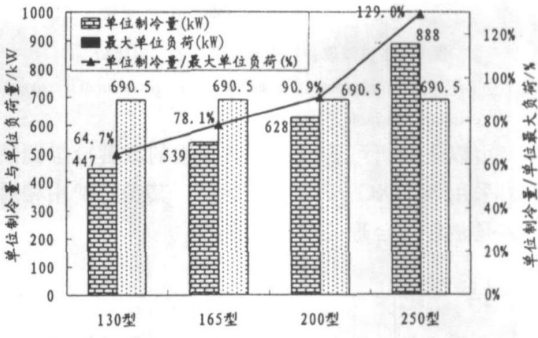


图 3 各机型单位制冷量比较

Fig 3 Each type of ice- making comparative table

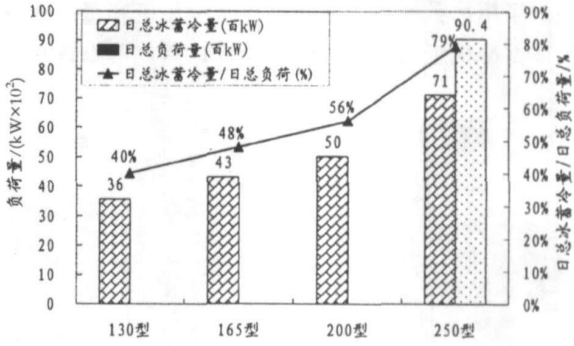


图 4 各机型单位制冷量与日总负荷比较

Fig 4 Each type of ice- making capacity compared with the total load table

间的负荷与一天中车站所需的最大冷负荷的比值, 及与所采用的机型的名义制冷量进行比较的。具体的分析、计算、比较见图 1、图 2、图 5。

从图 5 可以了解到无论采用哪一型制冷机组, 它的回收年限都是在小于 3 年, 因此按照经济理论学方面来说采用哪一型机组都可认为是经济合理的 4), 其中各机组之间略有差异, 本次课题进行了综合分析研究, 选用最佳方案美国 CARRIER 公司的 30HXC- HP 165 型。其理由: 机组输入功率也较为小, 对变压器容量的负荷影响较小, 单位制冷量达到最大冷负荷量的 78 1%, 能符合日单位冷负荷的近一半区域。日总蓄冰量达到了日总冷负荷的 48%, 已经能够完全满足峰时段的空调冷负

荷。 回收年限最短仅 2 24 年。

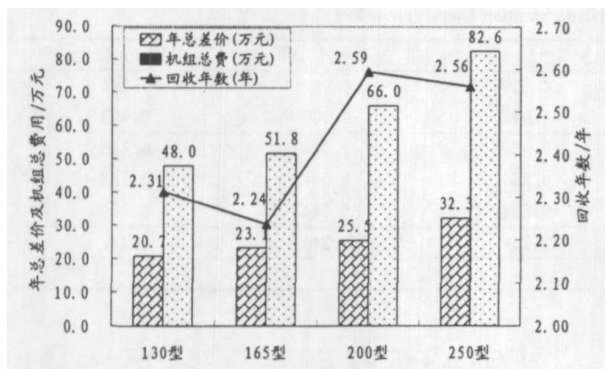


图 5 各机型设备投资与差价回收年限比较

Fig 5 The type of equipment investment and investment recovery, comparative table

由以上分析可看出对于该工程的冰蓄冷空调系统, 采用 30HXC- HP 165 型机, 其运行费用相对来讲是最经济合理的选择。

4 结 论

大都市的地铁车站采用冰蓄冷空调系统: 是一种经济效益和社会效益都非常好的能源利用形式 5)。采用冰蓄冷空调系统可以减少装机容量, 在选用冰蓄冷机组时, 经过合理设计计算, 可以达到预

期的效果, 起到实现削峰填谷、对城市电网起到调峰功能。在电价低谷段蓄冰, 电价高峰段融冰释冷, 电价平段使用制冷机制冷, 既能解决供电网峰期电力不足的问题、又能节约运行费用。在一些都市峰期段电力不足地区, 完全可以采用冰蓄冷空调系统作为缓解都市供电网峰期段电力不足的措施。

致谢: 本论文的现场调查及资料整理工作曾蒙校友: 同济大学建筑设计院及建筑环境与设备工程研究室的孙亦依、顾研、方丹等同学的帮助, 借此机会深表谢意。

参考文献:

- [1] 龙惟定. 建筑节能与建筑能效管理 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2005
- [2] 吴喜平. 蓄冷技术和蓄热电锅炉在空调中的应用 [M]. 上海: 同济大学出版社, 2000
- [3] 赵荣义, 范存养, 薛殿华, 等. 空气调节 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2002
- [4] 李南. 工程经济学 [M]. 北京: 科学出版社, 2000
- [5] 张牛牛. 地下街等の防災に関する研究 [A]. 日本芝浦工业大学修士论文集 [C]. 东京: 芝浦工业大学出版社, 1992