
北京古玩城水蓄冷节能中央空调系统设计

北京高灵阳光环境科技有限公司 金晓春

摘 要 电力供应矛盾日益突出，成为制约国民经济发展的重要因素。如何解决电力紧缺问题？必须坚持开发与节约并重的能源工业方针。一方面加快电力建设步伐，另一方面强调节约用电，充分利用现有电力资源。蓄冷系统就是在不需冷量或需冷量少的时间（如夜间），利用制冷设备将蓄冷介质中的热量移出，进行蓄冷，然后将此冷量用在空调用冷或工艺用冷高峰期，达到电力移峰填谷的目的。北京古玩城冷冻机房及水蓄冷工程总建筑面积 42000m²，在原有中央空调系统基础上，进行水蓄冷节能空调系统改造。根据本工程特点，选用基载主机联合蓄水池供冷系统，可以高效而全面的完成各种需求。为节省初投资，节约用户商业用地面积，本工程将原有蓄热水池改造为冬季蓄热、夏季蓄冷。优化控制可以通过计算机模拟将蓄冷量合理分布于每个小时，保证最大限度地节约电费。该项目通过一年的运行，比投资回收期理论测算多节省运行费用 24608 元，既为用户节省了更多的运营费用，还为国家减少更多的碳排放和资源浪费、创造更多的经济利润和社会价值。

关键词： 水蓄冷 部分负荷 优化控制 非稳态传热

绪 论

近年来,我国能源工业有了很大发展,特别是电力工业发展更快,截止 2011 年 10 月底,全国 6000 千瓦及以上电厂发电设备容量 88937 万千瓦。2011 年 1-10 月份,全国规模以上电厂发电量 34216 亿千瓦时。全国全社会用电量 34846 亿千瓦时,第一产业用电量 841 亿千瓦时;第二产业用电量 25926 亿千瓦时,其中,工业用电量为 25534 亿千瓦时;第三产业用电量 3768 亿千瓦时;城乡居民生活用电量 4311 亿千瓦时。

但是,电力供应仍很紧张,特别是东部沿海地区缺电更为严重。目前,电力供应紧张有两个特点:一是电网负荷率低,系统峰谷差加大(峰谷差占高峰负荷之比高达 25~30%)。二是随着用电结构的变化,工业用电比重相对减少,城市生活、商业、公共建筑用电快速增长,大多数城区的负荷增长达到 16~24%,北京、上海、天津、重庆等地则达 25%,城市电网远不能适应。因此,电力供应矛盾日益突出,成为制约国民经济发展的重要因素。如何解决电力紧缺问题?必须坚持开发与节约并重的能源工业方针。一方面加快电力建设步伐,另一方面强调节约用电,充分利用现有电力资源。2011 年 1 月 1 日,由国家发改委、工信部、财政部、国资委、电监会、国家能源局等六部门共同制定的《电力需求侧管理办法》实施,鼓励低谷蓄能,在具备条件的地区实行季节电价、高可靠性电价、可中断负荷电价等制度,支持实施电力需求侧管理。目前各省市、地区电业部门纷纷公布用电政策和峰谷分时电价,以经济手段推动电力“削峰填谷”的实现。

电能难于储存,单靠供电机构本身的设备难以达到“削峰填谷”的目标,无法尽量在电力低谷期间使用电力;当然,有些电力公司由于电网调峰能力不足,建设抽水蓄能电站进行调峰,但其初投资高、运行费用大,难以推广。因此,大多数国家的供电机构都采用各种行政和经济手段,迫使用户各自将用电高峰削平,并尽量将用电时间转移到夜间,蓄冷系统就是在这种情况下发展起来的。

蓄冷系统就是在不需冷量或需冷量少的时间(如夜间),利用制冷设备将蓄冷介质中的热量移出,进行蓄冷,然后将此冷量用在空调用冷或工艺用冷高峰期。蓄冷介质可以是水、冰或共晶盐。因此,蓄冷系统的特点是:转移制冷设备的运行时间;这样,一方面可以利用夜间的廉价电,另一方面也就减少了白天的峰值电负荷,达到电力移峰填谷的目的。

空调系统是现代公用建筑与商业用房不可缺少的设施，其耗电量很大，而且基本处于电负荷峰值期。例如，饭店和办公楼每平米建筑面积的空调峰值耗电量约 40~60 瓦；以北京为例，目前，公用与商用建筑的空调用电负荷约为 60 万千瓦，约为高峰电负荷的 16%，因此，空调负荷具有很大的削峰填谷潜力。据初步测算，如果全国推行空调蓄冷系统，我国每年新增上亿平方米的商务建筑物而言，如果全面使用商用建筑蓄冷空调系统，每年可为国家节电 38.4 亿元、节煤 319 万吨、减排二氧化碳 867 万吨、减排二氧化硫 11.2 万吨。同时，这一技术的实施还相当于为大气减少 217 万辆汽车尾气的排放量，或者种树 474 万亩。因此，国家将空调蓄冷作为重点节能技术措施之一在全国推广。

一、工程概况

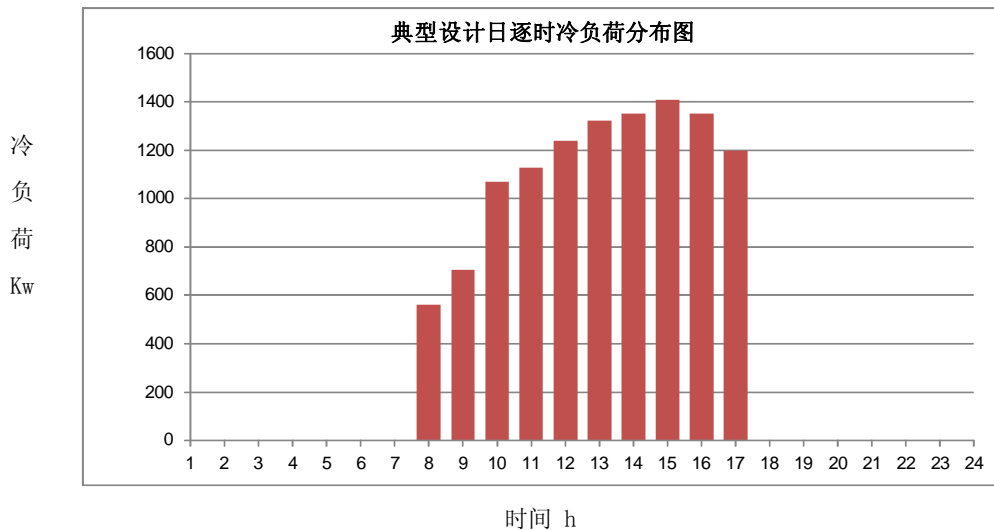
北京古玩城总建筑面积为 83000 平方米，分为 A、B 两部分，冷冻机房分开独立设置，本次改造建筑为 A 座商场部分的制冷机房，总建筑面积 42000 平方米，地上四层。原冷冻机房内有单台制冷量为 400RT 的离心式冷水机组两台，单台制冷量为 300RT 的离心式冷水机组一台，过渡季节使用 300RT 的主机供冷，夏季最热季使用一台 400RT 的主机供冷，即可满足建筑内冷负荷要求。

由于北京市已大力推行峰谷电价，而且高峰与低谷价格相差越来越大，甚至在 7、8、9 月采取了尖峰电价，利用夜间低谷电的蓄冷空调系统显示出极大的优越性，该项目地处金融中心的东三环黄金地段，寸土寸金，节能系统改造场地有限，故提出利用原蓄热水池，进行空调节能系统改造，即利用该水池夏季夜间储冷，冬季夜间蓄热，一池两用。蓄冷空调主机利用原 400RT 主机中的一台，改造成夜间蓄冷主机。

二、水蓄冷方案论述

1 典型设计日逐时冷负荷

蓄冷空调系统设备选型及流程设计是以该系统的典型设计日逐时冷负荷分布为依据的。根据北京古玩城现有常规空调系统的制冷主机运行情况，在夏季最热时开启一台制冷量为 400 冷吨的主机即能够满足冷负荷需求，则该建筑的设计冷负荷为 1407KW。考虑到每天开始供冷时将管路中的水温拉低的冷负荷很大，利用系数法可算出该项目典型设计日逐时冷负荷，各时段冷负荷分布如下：



典型设计日逐时冷负荷表

时间	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00
负荷(kw)	0	0	0	0	0	0	0	563	704	1069	1126	1238
时间	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	00:00
负荷(kw)	1323	1351	1407	1351	1196	0	0	0	0	0	0	0

根据以上负荷分布情况可以看出，本工程的冷负荷结构，负荷集中在 08:00—17:00，合计 9 个小时运行期，夜间没有空调负荷，全天负荷存在较大的变化，是可以利用水蓄冷节能技术的典型建筑物。

2、水蓄冷系统的特点及优势

水蓄冷系统代表着当今世界中央空调供冷系统的先进水平，相比常规中央系统有如下优点：

1. 节省运行费用 20~30%
2. 提高冷水机组使用效率 15~25%
3. 具有较好的应急作用
4. 提高了机组操作灵活性
5. 减少机组装机容量 25~45%
6. 减少电厂发电设备装机容量 8~34%
7. 增加电厂使用率 约 25%
8. 减少烟尘和 CO₂ 的排放量及 CFC 用量，具有环保效益

三、 机房主要设备选型及配置表

该建筑物的夏季最大负荷为 1407kw，设计日总冷负荷为 11326kWh。根据选型计算，将原有三台冷冻主机中的一台改造为蓄冷主机，用于夜间蓄冷，日间平峰电价时段仍使用原冷冻主机作为基载主机。经过对该系统的初步匹配，该项目进行蓄冷中央空调系统改造所需的机房主要设备配置如下表：

水蓄冷空调改造主要设备配置表

序号	设备名称	品牌及生产厂家	技术参数		数量	单位
1	蓄冷水池及布水器改造	高灵阳光	蓄冷量: KWH	1500	2	套
2	蓄冷池侧循环水泵	合资	扬程: m	18	2	台
			流量: m ³ /h	180.0		
			电功率: kW	15.0		
3	板式换热器	合资	换热量: kW 一次侧: 4-13℃ 二次侧: 7-14℃	1400	1	套
5	水蓄冷自控系统				1	套
6	制冷主机改造				1	台

系统初投资约：89.3 万元

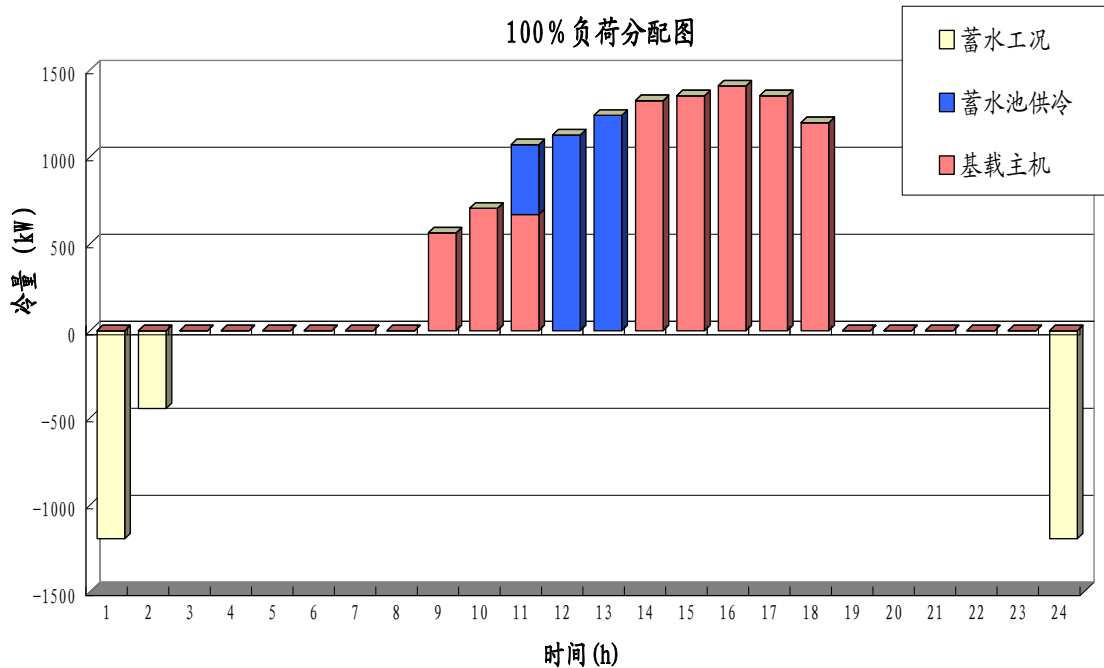
四、 负荷平衡策略

1、 设计日负荷平衡策略

为了充分利用蓄水池和制冷机的供冷能力，最大的降低系统运行电费，空调冷负荷在不同时段分别由制冷机和蓄水池承担。结合北京市的电价政策，蓄冷主机在夜间的电力低谷时段 23:00—07:00 进行蓄冷；为了合理化运行，在所有的日间电力高峰段都尽量由蓄水池供冷，不足部分由主机补足。在这种运行策略下，可以使空调供冷得到最优化的分配，同时尽可能的降低了运行电费。

部分蓄冷空调设计日负荷平衡表（100%）

时间	负荷 (kW)	负荷分配 (kW)		主机冷量 (kW)		冷 损 (kW)
		基载主机	蓄水池供冷	空调工况	蓄水工况	
0:00-1:00	0	0	0	0	-1195	3
1:00-2:00	0	0	0	0	-447	3
2:00-3:00	0	0	0	0	0	3
3:00-4:00	0	0	0	0	0	3
4:00-5:00	0	0	0	0	0	3
5:00-6:00	0	0	0	0	0	3
6:00-7:00	0	0	0	0	0	3
7:00-8:00	0	0	0	0	0	3
8:00-9:00	563	563	0	563	0	3
9:00-10:00	704	704	0	704	0	3
10:00-11:00	1069	668	401	668	0	3
11:00-12:00	1126	0	1126	0	0	3
12:00-13:00	1238	0	1238	0	0	3
13:00-14:00	1323	1323	0	1323	0	3
14:00-15:00	1351	1351	0	1351	0	3
15:00-16:00	1407	1407	0	1407	0	3
16:00-17:00	1351	1351	0	1351	0	3
17:00-18:00	1196	1196	0	1196	0	3
18:00-19:00	0	0	0	0	0	3
19:00-20:00	0	0	0	0	0	3
20:00-21:00	0	0	0	0	0	3
21:00-22:00	0	0	0	0	0	3
22:00-23:00	0	0	0	0	0	3
23:00-24:00	0	0	0	0	-1195	3
总计 (kWh)	11326	8561	2765	8561	-2837	72

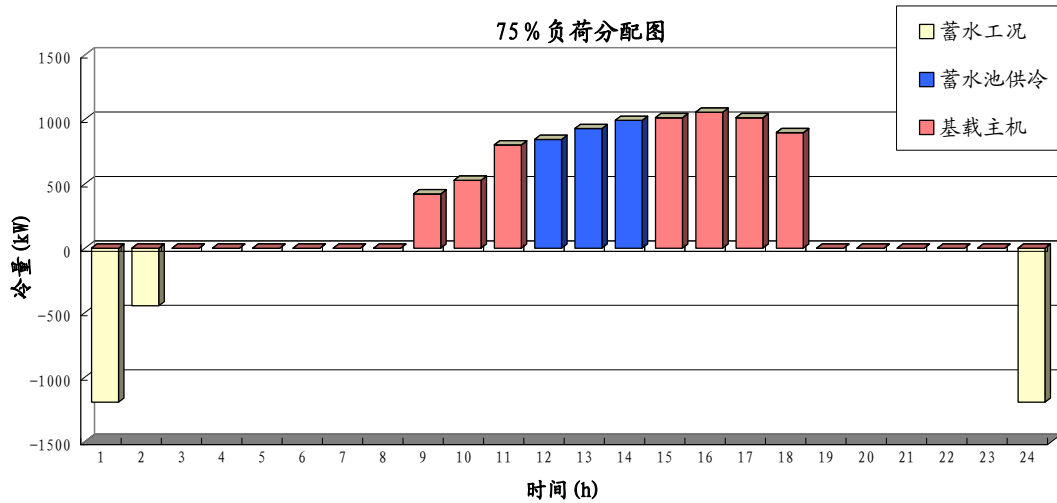


2、75%负荷平衡策略

在这种负荷状态下，从水蓄冷空调系统的优化原理可以知道制冷主机需要承担大部分的冷负荷。系统负荷分配情况同样与北京的电价结构密切相关，负荷尽量由制冷机供应；为了充分利用蓄水池和制冷机的供冷能力，最大的降低系统运行电费，空调冷负荷由制冷机和蓄冰筒共同承担。结合北京市的电价政策，蓄冷主机在夜间的电力低谷时段 23:00—07:00 进行蓄冷；为了合理化运行及减小设备容量，在日间运行高峰时段期间都尽量蓄水池供冷，其它时段由主机供应。在这种运行策略下，可以使空调供冷得到最优化的分配，同时尽可能的降低了运行电费。

部分蓄冷空调设计日负荷平衡表（75%）

时间	负荷	负荷分配 (kW)		主机冷量 (kW)		冷 损
	(kW)	基载主机	蓄水池供冷	空调工况	蓄水工况	(kW)
0:00-1:00	0	0	0	0	-1195	3
1:00-2:00	0	0	0	0	-447	3
2:00-3:00	0	0	0	0	0	3
3:00-4:00	0	0	0	0	0	3
4:00-5:00	0	0	0	0	0	3
5:00-6:00	0	0	0	0	0	3
6:00-7:00	0	0	0	0	0	3
7:00-8:00	0	0	0	0	0	3
8:00-9:00	422	422	0	422	0	3
9:00-10:00	528	528	0	528	0	3
10:00-11:00	802	802	0	802	0	3
11:00-12:00	844	0	844	0	0	3
12:00-13:00	929	0	929	0	0	3
13:00-14:00	992	0	992	0	0	3
14:00-15:00	1013	1013	0	1013	0	3
15:00-16:00	1055	1055	0	1055	0	3
16:00-17:00	1013	1013	0	1013	0	3
17:00-18:00	897	897	0	897	0	3
18:00-19:00	0	0	0	0	0	3
19:00-20:00	0	0	0	0	0	3
20:00-21:00	0	0	0	0	0	3
21:00-22:00	0	0	0	0	0	3
22:00-23:00	0	0	0	0	0	3
23:00-24:00	0	0	0	0	-1195	3
总计 (kWh)	8495	5730	2765	5730	-2837	72



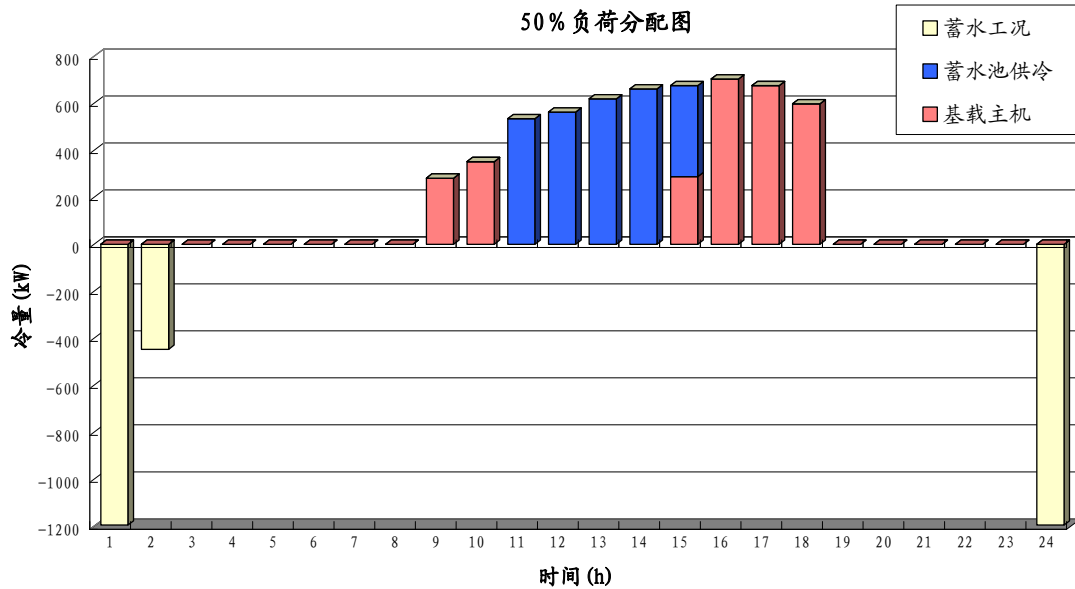
3 50%负荷平衡策略

在这种负荷状态下，从水蓄冷空调系统的优化原理可以知道冷机需要承担大部分的冷负荷。系统负荷分配情况同样与当地的电价结构密切相关，负荷尽量由冷机供应；为了充分利用蓄水池和制冷机的供冷能力，最大的降低系统运行电费，空调冷负荷由制冷机和蓄水池共同承担。结合北京市的电价政策，双工况制冷机在夜间的电力低谷时段 23:00—07:00 进行蓄冷；为了合理化运行及减小设备容量，在日间运行高峰时段期间都尽量蓄冷水池供冷，其它时段由冷机供应。在这种运行策略下，可以使空调供冷得到最优化的分配，同时尽可能的降低了运行电费。

部分蓄冷空调设计日负荷平衡表（50%）

时间	负荷	负荷分配 (kW)		主机冷量 (kW)		冷损 (kW)
	(kW)	基载主机	蓄水池供冷	空调工况	蓄水工况	
0:00-1:00	0	0	0	0	-1195	3
1:00-2:00	0	0	0	0	-447	3
2:00-3:00	0	0	0	0	0	3
3:00-4:00	0	0	0	0	0	3
4:00-5:00	0	0	0	0	0	3
5:00-6:00	0	0	0	0	0	3
6:00-7:00	0	0	0	0	0	3

7:00-8:00	0	0	0	0	0	3
8:00-9:00	281	281	0	281	0	3
9:00-10:00	352	352	0	352	0	3
10:00-11:00	535	0	535	0	0	3
11:00-12:00	563	0	563	0	0	3
12:00-13:00	619	0	619	0	0	3
13:00-14:00	661	0	661	0	0	3
14:00-15:00	675	288	387	288	0	3
15:00-16:00	704	704	0	704	0	3
16:00-17:00	675	675	0	675	0	3
17:00-18:00	598	598	0	598	0	3
18:00-19:00	0	0	0	0	0	3
19:00-20:00	0	0	0	0	0	3
20:00-21:00	0	0	0	0	0	3
21:00-22:00	0	0	0	0	0	3
22:00-23:00	0	0	0	0	0	3
23:00-24:00	0	0	0	0	-1195	3
总计(kWh)	5663	2898	2765	2898	-2837	72

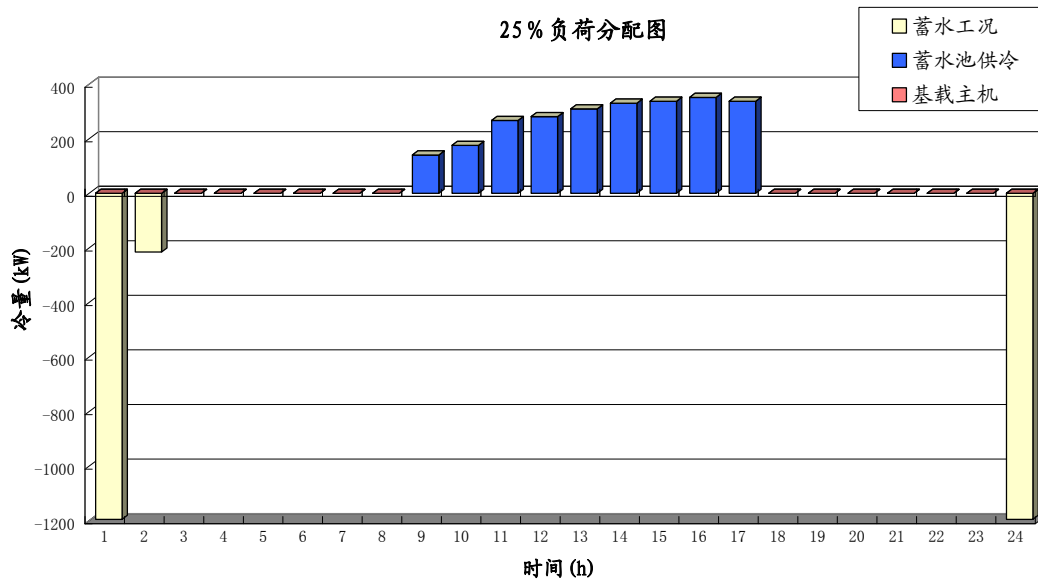


4 25%负荷平衡策略

在过渡季节以及节假日加班时段，由于冷负荷很小，水蓄冷中央空调系统在这种负荷情况下显示了极大的优越性。白天在电力高峰段完全使用夜间的蓄冷供冷。在这种运行策略下，可以使空调供冷得到最优化的分配，同时尽可能的降低了运行电费。

部分蓄冷空调设计日负荷分布表（25%）

时间	负荷	负荷分配 (kW)		主机冷量 (kW)		冷 损
	(kW)	基载主机	蓄水池供冷	空调工况	蓄水工况	(kW)
0:00-1:00	0	0	0	0	-1195	3
1:00-2:00	0	0	0	0	-215	3
2:00-3:00	0	0	0	0	0	3
3:00-4:00	0	0	0	0	0	3
4:00-5:00	0	0	0	0	0	3
5:00-6:00	0	0	0	0	0	3
6:00-7:00	0	0	0	0	0	3
7:00-8:00	0	0	0	0	0	3
8:00-9:00	141	0	141	0	0	3
9:00-10:00	176	0	176	0	0	3
10:00-11:00	267	0	267	0	0	3
11:00-12:00	281	0	281	0	0	3
12:00-13:00	310	0	310	0	0	3
13:00-14:00	331	0	331	0	0	3
14:00-15:00	338	0	338	0	0	3
15:00-16:00	352	0	352	0	0	3
16:00-17:00	338	0	338	0	0	3
17:00-18:00	0	0	0	0	0	3
18:00-19:00	0	0	0	0	0	3
19:00-20:00	0	0	0	0	0	3
20:00-21:00	0	0	0	0	0	3
21:00-22:00	0	0	0	0	0	3
22:00-23:00	0	0	0	0	0	3
23:00-24:00	0	0	0	0	-1195	3
总计 (kWh)	2533	0	2533	0	-2605	72



五、 控制策略及控制功能

1 水蓄冷空调系统控制策略

(1) 概述

本项目水蓄冷空调系统在夜间低谷电蓄冷，在白天利用蓄水供冷。在蓄冷模式下，冷水机组将工作在较低的设定点，产生 4℃（可调）的水通过蓄水池，将水制冷并储存；在供冷模式下，水蓄冷系统通过制冷主机或蓄水池向空调系统提供 4℃ 的冷水。

(2) 设计日

在设计日工况下（100%负荷），白天尖、高峰电价时段内通过蓄水池供冷，如果蓄水池不能满足供冷温度，需开启一台基载主机供冷，这时自控系统自动控制系统运行。

(3) 非设计日

非设计日情况下，蓄冷空调系统按优化控制方式进行，系统采用蓄水池优先供冷模式，把已蓄冷量用在电价高峰时段。

控制系统根据当天的预测性负荷图来决定当天的运行策略，根据各种信息决定采用哪种工作模式，尽量使当天蓄冷量全部用完；同时以末端空调冷负荷、主

机的出口温度、电力高峰平峰时段分布来决定在当天的哪一时段开启或关闭部分制冷主机。

2 水蓄冷空调系统监控对象和监控要求

冷冻机房通过本监控系统，能实现冷站内所有机电设备（包括蓄冷主机、基载主机、冷冻泵、蓄冷放冷泵、冷却泵、冷却塔风机等）的全自动化控制与管理，在无需借助外部检测手段，满足控制要求的情况下，达到如下要求：

- (1) 对冷站设备进行自动开/停机控制；
- (2) 监控冷冻水的供/回水温度，冷水机组的运行工况和运行效率，对所控机组进行系统群控和自动编组控制，实现系统的无极平滑控制和节能控制；
- (3) 监控冷冻水的供水情况，为末端表冷器提供相对稳定的运行工况；
- (4) 可按用户的作息时间表要求，实现相应的自动控制和其他优化运行控制等要求。

3 水蓄冷空调系统控制方案

(1) 概述

- a. 根据工况，自动开关电动阀，组成某工况所需的流体通道。
- b. 根据工况，自动判定需启动的设备类别，以及蓄冷空调系统各设备的正常启停次序。开主机前必须确定冷却系统和水蓄冷系统水流已建立。
- c. 停机顺序与运行顺序刚好相反，主机停机后应延时 180 秒钟关闭所对应的冷却系统和有必要的水蓄冷系统。

(2) 模式控制

◇ 主机蓄冷模式

当控制系统的时间程序指示为“主机蓄冷模式”，且蓄冷量传感器指示需要增加能量时，控制程序设定蓄冷主机的出口温度为 4℃，开始蓄冷。

- a. 设备开启、运行顺序：电动阀→蓄冷放冷泵→冷却水泵→冷却塔风机→蓄冷主机

- b. 控制程序跟踪并显示蓄水的温度。
- c. 在出现下列 3 种情况时蓄冷模式将停止。
 - I、控制系统的时间程序指示为非蓄冷时间。
 - II、当蓄冷主机出口温度低于 4℃（可调）时或蓄水池的出水温度降到 4℃（可调）。
 - III、人工停止蓄冷。

◇ 蓄水池单供冷模式

- a. 当系统指示蓄水池供冷，系统关闭制冷主机，由蓄水池提供全部冷量。
- b. 设备开启、运行顺序为：电动阀→蓄冷放冷泵→冷冻水泵。
- c. 控制系统通过温度传感器调节电动阀，以调节进入板换的蓄水溶液温度，从而维持空调系统预先设定的 7℃ 供水温度。

◇ 主机单供冷模式

- a. 设备开启、运行顺序为：电动阀→冷冻泵→冷却水泵→冷却塔风机→基载主机。
- b. 控制系统设定给主机的出口温度为 7℃，控制系统可根据空调冷负荷的变化开启主机与相应水泵的数量。

六、 投资回收分析

1 北京市电价政策

根据业主提供的资料，北京古玩城目前执行的峰谷电价如下：

北京地区峰谷分时结构电价表（7-9 月）

类别	尖峰(元/kw. h)	高峰(元/kw. h)	平段(元/kw. h)	低谷(元/kw. h)
时段	11:00-13:00 20:00-21:00	10:00-11:00 13:00-15:00 18:00-20:00	07:00-10:00 15:00-18:00 21:00-23:00	23:00-07:00
电价	1.2804	1.1710	0.7212	0.2966

北京地区峰谷分时结构电价表(其它月份)

类别	高峰(元/kw. h)	平段(元/kw. h)	低谷 (元/kw. h)
时段	10:00-15:00 18:00-21:00	07:00-10:00 15:00-18:00 21:00-23:00	23:00-07:00
电价	1. 1710	0. 7212	0. 2966

2 运行费用比较

通过对北京古玩城在 100%、75%、50%和 25%负荷时期的运行费用计算, 该建筑采用现有常规空调系统、水蓄冷空调系统一个供冷季(按 165 天计) 供冷的运行费用分别如下所示:

现有常规空调系统不同负荷时期运行费用估算表

名称	每日用电量	每日运行费用	运行天数	总运行费用
单位	KWH	元	天	元
100%	3096	3, 037	15	45, 553
75%	2535	2, 508	50	125, 398
50%	1901	1, 864	60	111, 852
25%	1465	1, 433	40	57, 304
合计			165	340, 108

(注: 北京古玩城供冷期按照从 4 月下旬至 10 月上旬)

水蓄冷空调改造后不同负荷时期运行费用估算表

名称	每日用电量	每日运行费用	运行天数	总运行费用
单位	KWH	元	天	元
100%	3100	2, 369	15	35, 539
75%	2340	1, 636	50	81, 785
50%	1543	910	60	54, 593
25%	720	286	40	11, 429
合计			165	183, 346

可见，采用水蓄冷空调系统改造后，空调系统相比现有常规空调系统每年能节省运行费用约 15.7 万元。

3 政府补贴

根据北京市发展与改革委员会和北京市电力公司的相关政策，蓄冷空调系统每转移高峰电力负荷 1KW 可获得政府补贴 500 元。

该项目采用水蓄冷节能中央空调系统，能转移高峰电力负荷 311KW(制冷主机、冷却水泵、冷却塔用电量总和)，则都可获得政府补贴约 15.55 万元。

4 投资回收年限

水蓄冷节能中央空调系统与现有常规空调系统综合比较

名称	水蓄冷空调	现有常规空调
系统初投资约（万元）	89.3	0
运行费用约（万元）	18.3	34.0
获得政府补贴（万元）	15.55	—
回收期（年）	4.7	—

注：回收期(年) = $\frac{\text{系统初投资差} - \text{政府补贴}}{\text{运行费用差}}$

5 污染物减排量计算

将本项目的常规空调系统改造成蓄冷空调系统后，每天可以转移白天高峰用电负荷，相当于间接的进行了污染物减排。具体污染物减排量如下：

转移高峰用电污染物减排表

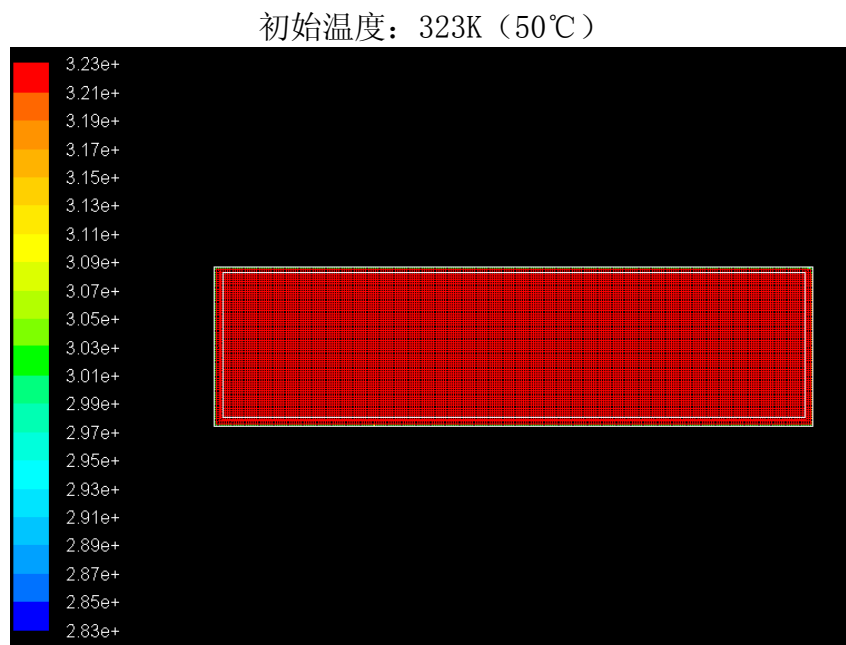
名称	单位	数值
转移高峰用电负荷	KW	311

减少二氧化硫	KG/年	10108
减少二氧化碳	KG/年	1555000

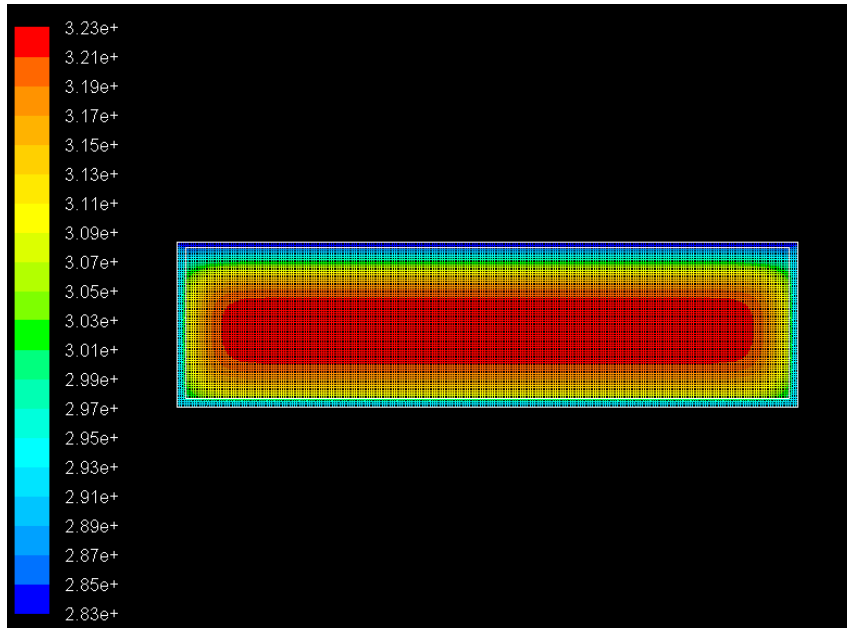
(注：以上数据按照发改委 2007 年度《中国电力需求侧管理报告》计算。)

七、关于蓄冷、热水池温度变化计算

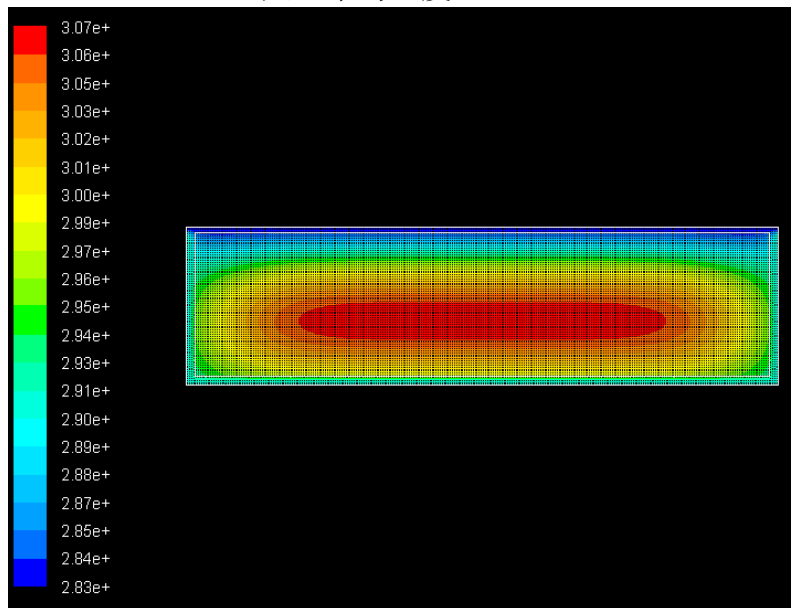
应甲方要求，蓄水池需要冬季蓄热、夏季蓄冷，这样存在一个问题，即在过渡季节这段时间内，水池内温度是否能降到常温，以减小蓄水池季节转换对土建结构、对系统主机的影响。根据传热学中非稳态传热计算方法，采用 FLUENT 软件计算该热力学传热过程，临界条件为：蓄水池六面墙壁为 200mm 厚的混凝土，混凝土密度为 2.5 吨/m³，导热率为 2.3w/ m·°C，比热为 0.97KJ/Kg·°C；蓄水池采用内保温，保温材料为聚苯乙烯，厚度为 100mm，密度为 30 kg/m³，导热率为 0.1w/ m·°C，比热为 1.3KJ/Kg·°C，蓄水池置于地下一层，故其底面和四壁与外界土壤直接接触，其上顶面与一层地面空气接触，计算结果如下图：



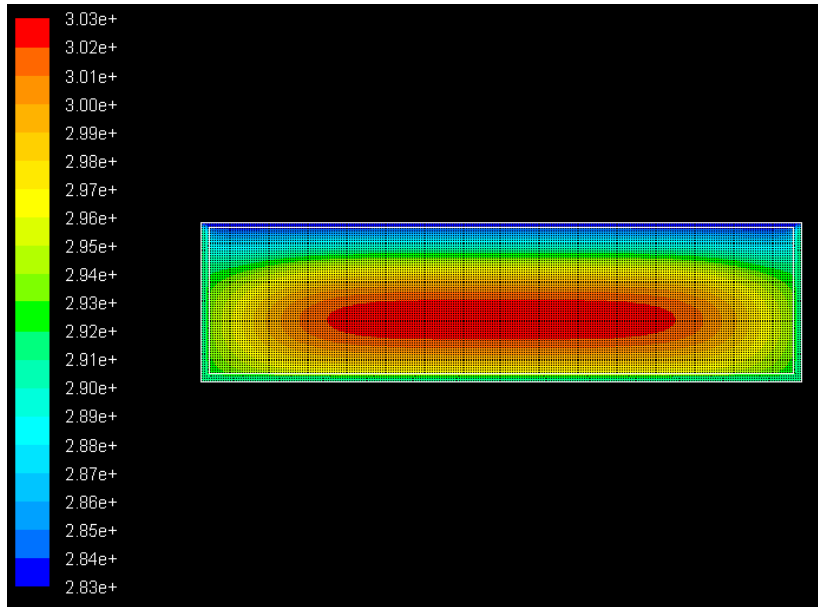
1002500S, 11 天：平均温度 315K (42°C)



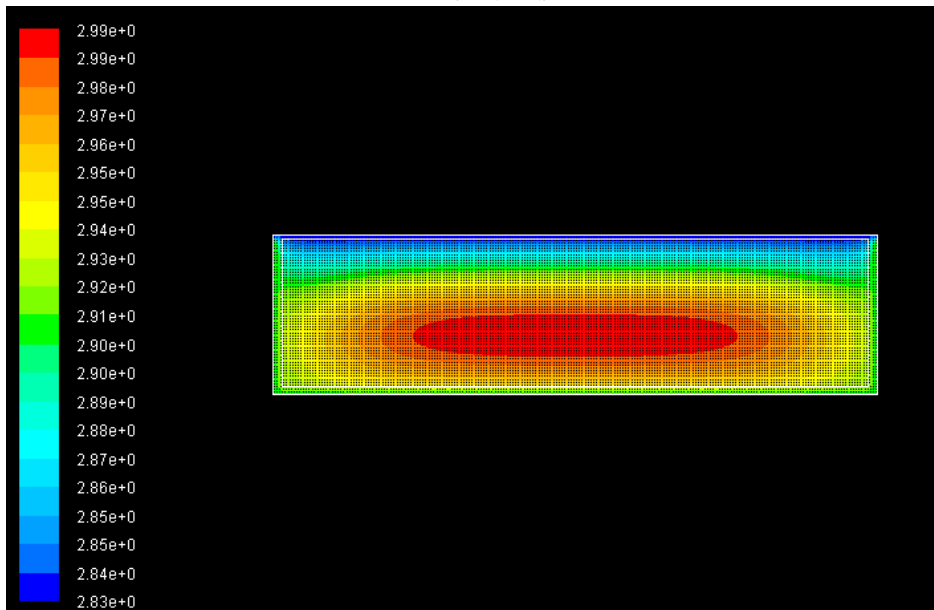
1902500s, 27 天: 平均温度 299.25k (26.25°C)



2802500s, 32 天, 平均温度 296.7k (23.7°C)



3702500S, 43 天, 平均温度 293k (20°C)



计算结果说明，该蓄水池完全可以在停暖后（每年的 3 月 15 日），到供冷季前（每年的 5 月 1 日），通过自然降温，从蓄热回水的 50°C 降到常温 20°C，水温不会对土建结构和空调主机产生影响。

结论及建议

该项目自 2011 年运行至今，通过运行维护、自控调试及设计人员的优化控制，一个制冷季的运行电费为 158738 元，比理论测算多节省运行费用 24608 元。这充分证明该项目选用水蓄冷系统是正确的，既为用户节省了更多的运营费用，还为国家减少更多的碳排放，避免资源浪费、创造更多的经济利润和社会价值。

今后，这一技术先进的空调系统，将在国家经济政策和减排政策的有力扶持下，应用到更广泛的领域，为用户节资，为国家节能

参考文献

- [1] 蓄冷空调工程实用新技术，方贵银，人民邮电出版社，2000.5
- [2] 冰蓄冷系统设计与施工图集，中国建筑标准设计研究院，2007.1
- [3] 蓄能空调技术，方贵银，机械工业出版社，2006.7
- [4] 空调蓄冷技术与设计，于航，化学工业出版社，2007.9
- [5] 实用供热空调设计手册，陆耀庆，中国建筑工业出版社出版，2005.12
- [6] 传热学，章熙民，第五版，中国建筑工业出版社出版，2007.7

投稿人：金晓春

工作单位：北京高灵阳光环境科技有限公司

所在部门：工程技术部

职务：经理

联系电话：13241921640