

# 滁州市第一人民医院分量冰蓄冷空调系统经济分析

## 一、分量冰蓄冷空调系统简介

滁州市第一人民医院病房楼总建筑面积 32594m<sup>2</sup>，空调面积 29990 m<sup>2</sup>，夏季空调冷负荷 3300kw，空调使用时间 00: 00~24: 00，24 小时使用。本工程采用分量冰蓄冷中央空调系统，装机容量 2812kw，选用 1 台双工况螺杆冷水机组，电力谷时段制冰蓄冷，制冰量为 970kw，其它时段按负荷变动机组直接供冷，制冷量 1406kw；一台基载螺杆冷水机组，用于机组直接供冷，制冷量为 1406kw；四台不锈钢蓄冰槽，全热蓄冰 730RTh/台，总蓄冰量 8730kw；供冷板式换热器 1 台，换冷量 1945kw，另配基载冷冻水泵、板换冷冻水泵、乙二醇循环泵及相应的自控系统。

冷冻水供回水温度为 7/12℃，冷却水温度为 32/37℃。

为了方便四层 ICU 和五层手术室在过渡季节使用空调，在设备层设有一台风冷热泵机组作为备用冷热源，其制冷量 216kw，制热量 228kw，夏季供回水温度 7/12℃，冬季供回水温度为 45/50℃。

## 二、测算依据

根据《公共建筑节能设计标准宣贯辅导教材》提供的夏热冬冷地区负荷分布数据分析及设计与供货商提供的冷负荷、逐时系数及不同负荷下的运行模式，以标准办公建筑 IPLV 的系数分布，计算机组在不同负荷下的运行时间进行测算分析。

1、夏热冬冷地区标准办公建筑冷水机组部分负荷时间随负荷率的分布见表 1：(空调运行时间每周 5.5 天，每天运行时间 12h)

表 1

负荷 (%)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	总运行时间
运行时数 (hrs)	163	124	167	181	173	162	157	126	83	31	1366hrs

2、滁州市第一人民医院病房楼建筑夏季空调冷负荷与逐时系数

表 2

时段	0~1: 00	1: 00~ 2: 00	2: 00~ 3: 00	3: 00~ 4: 00	4: 00~ 5: 00	5: 00~ 6: 00	6: 00~ 7: 00	7: 00~ 8: 00
负荷(kw)	1155	1155	1155	1056	1056	1155	1155	1386
逐时系数	0.35	0.35	0.35	0.32	0.32	0.35	0.35	0.42
时段	8: 00~ 9: 00	9: 00~ 10: 00	10: 00~ 11: 00	11: 00~ 12: 00	12: 00~ 13: 00	13: 00~ 14: 00	14: 00~ 15: 00	15: 00~ 16: 00
负荷(kw)	2574	2739	2805	3036	2970	3036	3300	3168
逐时系数	0.78	0.83	0.85	0.92	0.90	0.92	1.0	0.96
时段	16: 00~ 17: 00	17: 00~ 18: 00	18: 00~ 19: 00	19: 00~ 20: 00	20: 00~ 21: 00	21: 00~ 22: 00	22: 00~ 23: 00	23: 00~ 24: 00
负荷(kw)	2838	2506	2310	1980	1815	1650	1485	1320
逐时系数	0.86	0.76	0.70	0.60	0.55	0.5	0.45	0.40

3、根据医院建筑冷负荷、逐时系数与办公建筑水冷机组部分负荷时间分布，推演滁州定远地区医院建筑水冷机组部分负荷时间分布(机组每天工作 24h)，如表 3

表 3

负荷 (%)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	合计开机时间

频率(hrs)	187	210	256	320	264	235	184	156	78	30	1920hrs 夏季空调 供冷 80(天)
分布率(%)	9.74	10.94	13.33	16.7	13.75	12.24	9.58	8.13	4.06	1.56	
累计分布率(%)	9.74	20.68	34.00	50.7	→						
	←				49.29	35.59	23.33	13.75	5.62	1.56	

#### 4、夏热冬冷地区办公建筑 IPLV 系数分布

把空调期负荷整理成特定的参数形式，按负荷 100%、75%、50%、25%为中心划分为四个区域，计算每个区域占总运行时间的比例，得出我国气候条件下的 IPLV 系数。

$$IPLV = a(EER_{100}) + b(EER_{75}) + c(EER_{50}) + d(EER_{25})$$

表 4

负荷区域(%)	100	75		50			25
	>96%	80%	70%	40%	50%	60%	<30%
系数	a	b		c			d
系数值(%)	2.28	38.61		47.19			11.92
负荷区域温频范围(°C)	36.9	33.6~35.5		26.8~30.8			19.9~24.8
机组运行小时数(hrs)	44	742		906			228
各负荷段运行的天数(d)	8	28		34			10

注：1、空调期机组运行时间按 1920 小时计算。

2、各负荷区段运行天数取整数设定。滁州定远地区在夏热冬冷地区的偏北方位，运行天数取较小值。

#### 5、我国螺杆冷水机组部分负荷能效比平均值。

表 5

机组负荷(%)	IPLV	100	75	50	25
机组容量(kw)	<530	3.64	4.17	4.77	4.26
	530~1160	4.18	4.65	5.12	4.23
	>1160	4.62	5.11	5.41	4.35

注：1406kw 冷水螺杆机组按设备提供的 COP=5.47，IPLV=5.13 进行电量计算。

#### 6、滁州市冰蓄冷空调分时电价与商业分时电价

##### (1) 安徽省滁州市冰蓄冷空调分时电价(电压等级 1-10KV)

表 6

时段	时间	冰蓄冷空调优惠电价	备注
谷时段	23: 00~次日 8: 00	0.3104 元/kwh	低谷电
平时段	8: 00~9: 00 12: 00~17: 00 22: 00~23: 00	0.4930 元/kwh	
峰时段	9: 00~12: 00 17: 00~22: 00	0.7735 元/kwh	夏季 7、8、9 月份 电价为 0.7290 元/kwh

##### (2) 滁州市商业分时电价(电压等级 1~10KV)

表 7

时段	时间	工商业电价	备注
谷时段	23: 00~次日 8: 00	0.4829 元/kwh	低谷电
平时段	8: 00~9: 00 12: 00~17: 00 22: 00~23: 00	0.7825 元/kwh	
峰时段	9: 00~12: 00 17: 00~22: 00	1.1698 元/kwh	夏季 7、8、9 月份 电价为 1.2429 元/kwh

### 三、各负荷区段机组运行模式、冷负荷、电耗、电价测算

设负荷区段内日冷负荷相同，每个负荷区段机组运行的天数按表 4 中的设定计算。

(1) 100%负荷区段：机组运行模式：电力谷时段，基载主机部分负荷运行供冷，双工况主机制冷蓄冰；电力平时段主机优先模式，基载、双工况主机满负荷运行供冷，不足部分融冰供冷；电力峰时段，基载机组满负荷运转，剩余负荷采用融冰优先的模式工作。见表 8。

(2) 75%负荷区段：机组运行模式：电力谷时段，基载主机部分负荷运行供冷，双工况主机制冰蓄冷；电力平时段，主机优先模式运行；电力峰时段，基载主机与融冰同时工作。见表 9。

(3) 50%负荷区段：运行模式：电力谷时段，基载主机部分负荷运行供冷，双工况主机制冰蓄冷；电力平时段，双工况主机停止运行，基载主机与蓄冰采用主机优先模式工作；电力峰时段，融冰优先模式工作。见表 10。

(4) 25%负荷区段：运行模式：电力谷时段，基载主机部分负荷运行，双工况主机制冰蓄冷；电力平时段和峰时段采用融冰模式运行。见表 11。

分量冰蓄冷系统空调期电耗、电价综合。

(1) 空调期总耗电量： $84559.2+228683.3+204666.4+37694.3=555603.2$  (kwh)

其中：谷时段用电量： $4638.9\times 8+4122.53\times 28+1860.71\times 34+382.86\times 10=306082.34$  (kwh)

平时段用电量： $3331\times 8+2724.76\times 28+1860.71\times 34+382.86\times 10=170034$  (kwh)

峰时段用电量： $2600\times 8+1320\times 28+552\times 34+296\times 10=79488$  (kwh)

(2) 空调期优惠电价： $39819.92+100178.68+82936.54+13638.40=236573.54$  (元)

(3) 与商业电价差： $24801.28+60870.88+49114.36+7960.70=142747.22$  (元)

(4) 商业电价： $236573.5+142747.22=379320.76$  (元)

#### 四、滁州市第一人民医院按主机供冷空调系统配置其电耗电价分析

##### 1、冷源配置

1#主机 水冷螺杆机组 YSEYEYS45CKE 1406kw COP=5.47 IPLV=5.13

2#主机 同上

3#辅机 水冷螺杆机组 ZUW120A5Z 243kw COP=4.8 IPLV=4.47

1#、2#主机空调供冷，3#辅机高峰期冷负荷调节，过渡季节手术室供冷。

##### 2、运行模式与电耗电价计算

(1) 100%负荷区段

运行模式：电力谷时段，2 台主机中的 1 台部分负荷运行供冷；电力平时段，2 台主机满载供冷，3#辅机补充供冷；电力峰时段，3 台机组同时供冷。

##### 3、空调主机供冷电耗电价分析

(1) 空调期总耗电量： $73959.2+195308.4+160438.5+24293.4=453999.5$  (kwh)

其中：谷时段用电量： $2064.91\times 8+1548.54\times 28+1032.94\times 34+516.57\times 10=100163.98$  (kwh)

平时段用电量： $3644\times 8+2769.76\times 28+1823\times 34+994.25\times 10=178629.78$  (kwh)

峰时段用电量： $3536\times 8+2657\times 28+1862.84\times 34+918.52\times 10=175205.76$  (kwh)

(2) 空调期电价总支出： $65947.68+174093.64+144173.40+21249.6=405464.32$  (元)

- (3) 比分量蓄冰系统优惠价多缴纳的费用： $405464.32 - 236573.54 = 168890.78$ (元)
- (4) 比分量蓄冰系统商业电价多缴纳的费用：  
 $405464.32 - 236573.54 - 142747.22 = 26143.56$ (元)

## 五、电耗与电费对比

分量蓄冰系统与主机供冷系统电耗电费对比如下表

表 16

系统形式	总耗电 ( $10^4 \times \text{kwh}$ )	谷时段用电 (万 kwh)	平时段用电 (万 kwh)	峰时段用电 (万 kwh)	优惠电费 (万元)	商业电费 (万元)
分量冰蓄冷	55.5	30.6	17	7.9	23.65	37.93
主机供冷	45.4	10	17.9	17.5	40.54	
差值	11.5	20.6	-0.9	-9.6	-16.89	-2.61

## 六、分量冰蓄冷系统设备投资与回收期

### 1、设备投资

- |                                    |     |          |        |
|------------------------------------|-----|----------|--------|
| (1) 蓄冰装置                           | 4 组 | 20.5 万/组 | 82 万   |
| (2) 乙二醇循环泵                         | 1 台 | 4.5 万/台  | 4.5 万  |
| (3) 供冷板式换热器                        | 1 台 | 13.8 万/台 | 13.8 万 |
| (4) 25% 乙二醇溶液                      | 6 吨 | 2.5 万/吨  | 15 万   |
| (5) 自控系统                           | 1 套 |          | ~5 万   |
| (6) 其它设备配置与制冷主机供冷系统相同，土建与管道增加费用不计。 |     |          |        |
| 增加投资合计                             |     |          | ~120 万 |

2、回收期：按长期贷款年利率 4% 计，10 年本息值： $120 \times 1.4 = 168$  万元

按享受优惠价计，年电费支出比制冷机组直接供冷系统少支出：

$405464 - 236573 = 168890$  元

回收期： $168 / 16.89 \approx 10$  年 (不计维修费用)

3、社会效益：在电力低谷时段，多消耗 20 万 kwh 的电力；在电力峰时段，少消耗约 10 万 kwh 的电力。增加蓄能设备投资也就增加了社会消费和增加就业机会。

## 七、对冰蓄冷空调系统选用的建议

1、冰蓄冷空调系统的选用应执行《采暖通风与空气调节设计规范》GB50019-2003 的规定：“在执行峰谷电价且峰谷电价差较大的地区宜采用蓄冷蓄热空气调节系统”。

2、“要经综合技术经济比较，合理时才宜采用冰蓄冷空调系统”。

3、《安徽省蓄热式电锅炉、蓄冷式空调用电管理办法》(暂行)规定：“电蓄冷空调是指：在电网低谷时段，采用中央空调冷水机组制冰(或冷水)，并按储冷量不低于总用冷量 60% 进行系统设计的中央空调装置。并按规定签订用电专项协议，方可执行《安徽省电网峰谷分时电价表》规定的蓄热式电锅炉、蓄冷空调电价政策”。滁州市第一人民医院分量冰蓄冷空调系统在一个供冷周期内的蓄冷量只占总用冷量的 29.5%。

对此，应在方案实施前报请经委及电力主管部门对方案进行鉴定并批准实施优惠电价。

## 八、本文测算数据仅供参考，不宜作方案设计的依据。

## 100%负荷段区

冷负荷 48807kw/d

蓄冰冷量 8730kw/d

表 8

时段	机组运行时间 hrs				冷负荷 (kw)				电耗 (kwh)				优惠电价(元)		与商业电价差(元)	
	基载	双工	蓄冰	冰供冷	基载	双工	蓄冰	冰供冷	基载	双工	蓄冰/供冷	合计	单价	合价	单价差	合价
电力谷时段	9	9	9	/	10593	8730	8730		2064.9	2241	333	4638.9	0.3104	1439.91	0.1725	800.20
电力平时段	7	5	/	7	9842	7030	/	2499	1792	259	259	3331	0.4930	1642.18	0.2895	964.32
电力峰时段	8	1	/	8	11248	1406	/	6169	2048	296	296	2600	0.7290	1895.40	0.5139	1366.14
小计/天												10569.9		4977.49		3100.16
空调期合计	按空调期 100%负荷时段运行 8 天计											84559.2		39819.92		24801.28

## 75%负荷区段

冷负荷 36605kw/d

蓄冰冷量 8730kw/d

表 9

时段	机组运行时间 hrs				冷负荷 (kw)				电耗 (kwh)				优惠电价(元)		与商业电价差(元)	
	基载	双工	蓄冰	冰供冷	基载	双工	蓄冰	冰供冷	基载	双工	蓄冰/供冷	合计	单价	合价	单价差	合价
电力谷时段	9	9	9	//	7944	8730	8730	/	1548.5	2241	333	4122.53	0.3104	1279.62	0.1725	711.13
电力平时段	7	6	/	/	9550	4980	/	/	1754	970.76	/	2724.76	0.4930	1335.91	0.2895	784.48
电力峰时段	4	0	/	8	5624		/	8508	1204	/	296	1320	0.7290	962.28	0.5139	678.35
小计/天												8167.26		3577.81		2173.96
空调期合计	按空调期 75%负荷时段运行 28 天计											228683.28		100178.68		60870.88

## 50%负荷区段

冷负荷 24404kw/d

蓄冰冷量 8730kw/d

表 10

时段	机组运行时间 hrs				冷负荷(kw)				电耗(kwh)				优惠电价(元)		与商业电价差(元)	
	基载	双工	蓄冰	冰供冷	基载	双工	蓄冰	冰供冷	基载	双工	蓄冰/供冷	合计	单价	合价	单价差	合价
电力谷时段	9	9	9	/	5299	8730	8730	/	1032.9	2241	333	3606.9	0.3104	1119.58	0.1725	622.19
电力平时段	7	0	/	5	9060	/	/	626	1675.71	/	185	1860.71	0.4930	917.33	0.2895	538.68
电力峰时段	1	0	/	8	1406	/	/	8017	256	/	296	552	0.7290	402.40	0.5139	283.67
小计/天												6019.6		2439.31		1444.54
空调期合计	按空调期 50%负荷时段运行 34 天计											204666.4		82936.54		49114.36

## 25%负荷区段

冷负荷 12202kw/d

蓄冰冷量 8730kw/d

表 11

时段	机组运行时间 hrs				冷负荷(kw)				电耗(kwh)				优惠电价(元)		与商业电价差(元)	
	基载	双工	蓄冰	冰供冷	基载	双工	蓄冰	冰供冷	基载	双工	蓄冰/供冷	合计	单价	合价	单价差	合价
电力谷时段	9	9	9	/	2650	8730	8730	/	516.57	2241	333	3090.57	0.3104	959.31	0.1725	533.12
电力平时段	2	0	/	5	1015	/	/	3827	197.86	/	185	382.86	0.4930	188.75	0.2895	110.84
电力峰时段	/	/	/	8	/	/	/	4712	/	/	296	296	0.7290	215.78	0.5139	152.11
小计/天												3769.43		1363.84		796.07
空调期合计	按空调期 25%负荷时段运行 10 天计											37694.3		13638.40		7960.70

## (1) 100%负荷区段

表 12

时段	机组运行小时(hrs)			冷负荷(kw)			电耗(kwh)				电价(元)	
	1#	2#	3#	1#	2#	3#	1#	2#	3#	合计	单价	总价
电力谷时段	9	/	/	10593	/	/	2064.91	/	/	2064.91	0.4829	997.15
电力平时段	7	6	4	9842	8436	1266	1799.26	1542.23	302.5	3644	0.7825	2851.42
电力峰时段	8	8	1	11248	7378	244	2056	1404.06	76	3536	1.2429	4394.89
小计/天										9244.9		8243.46
空调期合计	按运行 8 天计									73959.2		65947.68

## (2) 75%负荷区段 运行模式：同 100%负荷区段。

表 13

时段	机组运行小时(hrs)			冷负荷(kw)			电耗(kwh)				电价(元)	
	1#	2#	3#	1#	2#	3#	1#	2#	3#	合计	单价	总价
电力谷时段	9	/	/	7944	/	/	1548.54	/	/	1548.54	0.4829	747.79
电力平时段	7	6	/	9842	4980	/	1799	970.76	/	2769.76	0.7825	2167.34
电力峰时段	8	5	/	11035	3019	80	2048.62	588.45	20	2657	1.2429	3302.5
小计/天										6975.3		6217.63
空调期合计	按运行 28 天计									195308.4		174093.64

## (3) 50%负荷区段

表 14

时段	机组运行一小时 hrs			冷负荷(kw)			电耗(kwh)				电价(元)	
	1#	2#	3#	1#	2#	3#	1#	2#	3#	合计	单价	总价
电力谷时段	/	9	/	/	5299	/	/	1032.94	/	1032.94	0.4829	498.80
电力平时段	7	/	4	9060	/	626	1680.7	/	142	1823	0.7825	1426.27
电力峰时段	/	8	/	/	9423	112	/	1836.84	26	1862.84	1.2429	2315.32
小计/天										4718.78		4240.4
空调期合计	按运行 34 天计									160438.52		144173.40

## (4) 25%负荷区段

表 15

时段	机组运行小时(hrs)			冷负荷(kw)			电耗(kwh)				电价(元)	
	1#	2#	3#	1#	2#	3#	1#	2#	3#	合计	单价	总价
电力谷时段	/	9	/	/	2650	/	/	516.57	/	516.57	0.4829	249.45
电力平时段	/	7	/	/	4844	/	/	994.25	/	994.25	0.7825	733.88
电力峰时段	8	/	/	4712	/	/	918.52	/	/	918.52	1.2429	1141.63
小计/天										2429.34		2124.96
空调期合计	按运行 10 天计									24293.4		21249.6