



关于“空调冷凝器海绵球自动清洗装置” 节电率的确认、计量和界定方法的讨论《二》

深圳市新怡空调设备有限公司 罗碧玉

Shenzhen xinyi air-conditioning equipment co.ltd Luo Bi yu

深圳市职业技术学院 程瑞端 秋石

Shenzhen professional technics college Doctor Cheng Rui duan Qiu shi

摘要: 本文对冷凝器自动清洗技术节能的测量、计量、能效比等一般概念和计算作了通俗简明的讨论,并推出一种简单易行的节能计算公式和曲线的直观法。对多种节能方案作用在同一空调系统中,如何区分测量各自的节能率和节能量,避免此类争议和纠纷有借鉴作用。

Abstract: This cleaning technology on the condenser energy measurement, metering, energy efficiency and other general concepts and calculations were made popular concise discussion, and introduce a simple energy-saving formula and curve intuitive method. The role of a wide range of energy-saving programs in the same air conditioning system, how to distinguish between energy-saving measure their rate, and energy, to avoid such controversies and disputes which are helpful.

关键词: 冷凝器 空调整能 节能计量 节能误区

Key words: Condenser Air-conditioning energy saving Energy-saving measures Energy saving error

近年来空调冷凝器海绵球自动清洗系统装置已迅速普及,海绵球自动清洗系统的基本原理是把一定数量的海绵球送入冷凝器,对冷凝器铜管内壁进行连续擦洗,除去污垢,减小了热阻,提高了热交换效率,减小了排气压力,降低了运行电流,使空调主机保持在最高的能效比。关于该系统工艺节能原理分析,在空调整冷刊物和节能专刊上已有多次高水平的专业论文,我们无须再重复赘述。有些新的节能公司及耗能公司人员对该系统的节电率、计量方法,变频技术与球清洗能否互相取代?他们各自的节能率的界定等提出疑问和争议,甚至导致商业合同纠纷。就这类问题我们谈点粗浅理解和认识,希望能供大家探讨,起抛砖引玉的作用。

1. 空调能效比 COP:

$$\text{空调能效比 COP} = \frac{\text{输出制冷量 (KW)}}{\text{输入功率 (KW)}} \times 100\%$$

是衡量空调机制冷效率和省电的指标。

2. 节能率 η :

$$\text{节能率 } \eta = \frac{COP_2 - COP_1}{COP_1} \times 100\%$$

COP1: 改造前能效比, COP2: 改造后能效比。

例: COP1=4 COP2=5

$$\text{节能率 } \eta = \frac{5 - 4}{4} \times 100\% = 25\%$$

可见后者比前者节电 25%。

3. 节电量 KWh:

3.1 节电量 KWh=主机功率 (KW) × 平均开机率 × 年运行时间 × 节电率



例：主机功率 400KW，平均开机率 80%，年运行 4000h，节电率 20%。

节电量=400×0.8×4000×0.2=256000KWh

3.2 主机装有计量表的：

主机总耗电量 KWh×节电率 η=节电量

例：总耗电量 1000000KWh，节电率 15%

节电量：1000000×15%=150000KWh

4. 能效比的测量、计量和节电量的计算：

4.1 用冷量表（流量脉冲×温差的接触式冷量计量表，超声波流速×温差的非接触式冷量计量表都可以准确测量冷量）测出制冷量，用电度表测出 KWh，按一项 COP 可计算出。

4.2 COP 式中制冷量=流量(L)×温差(Δt)kcal/h

以 KW 为计量单位时：

$$\text{制冷量} = \frac{L\Delta t}{860} \text{KW} \quad (1\text{KW}=860\text{Kcal/h})$$

输入功率=I（电流）×V（电压）

$$\text{交流电功率 } P = \sqrt{3} I V \cos \varphi$$

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{COP_2 - COP_1}{COP_1} \times 100\% \\ &= \left(\frac{L_2 \Delta t_2 / 860}{\sqrt{3} I_2 V_2 \cos \varphi_2} - \frac{L_1 \Delta t_1 / 860}{\sqrt{3} I_1 V_1 \cos \varphi_1} \right) \frac{\sqrt{3} I_1 V_1 \cos \varphi_1}{L_1 \Delta t_1 / 860} \times 100\% \end{aligned}$$

当前后都在满负荷时：L₁=L₂，COS φ₁=COS φ₂，V₁=V₂，则

$$\eta = \left(\frac{I_1 \Delta t_2}{\Delta t_1 I_2} - 1 \right) \times 100\%$$

例 Δt₁=3.9℃，Δt₂=4.1℃，I₁=125A，I₂=105A

$$\begin{aligned} &= \left(\frac{4.1 \times 125}{105 \times 3.9} - 1 \right) \times 100\% \\ &= 25.15\% \end{aligned}$$

由此可见，当我们设节能改造前后电压 V 不变，负荷不变，COS φ 不变，水流量 L 不变时，只要有改造前后的运行温差 Δt 和电流 I 的记录，即可简化近似推算出节能率 η，并不需要安装冷量表和电表就可以方便的算出节能率。为了计算更准确些，我们认为在选 I₁、Δt₁ 和 I₂、Δt₂ 时，应考虑三组以上接近满负荷同工况的平均值。

4.3 节能率计算公式的应用实例：

4.3.1 当知道节能改造前的温差 Δt₁=4.5℃，电流 I₁=300A，改造后的温差 Δt₂=5℃，I₂=270A，则节能率为

$$\eta = \left(\frac{300 \times 5}{4.5 \times 270} - 1 \right) \times 100\% = 23.45\%$$

4.3.2 当还未做节能改造，只要有空调主机通炮（人工拆端盖洗刷冷凝器）前后的运行记录，可



以预算出以节能改造后的节能率

例：通炮前温差 $\Delta t_1=4^\circ\text{C}$ ， $I_1=330\text{A}$ ，通炮后 $\Delta t_2=5^\circ\text{C}$ ， $I_2=270\text{A}$ 。

$$\eta \uparrow = \left(\frac{330 \times 5}{4 \times 270} - 1 \right) \times 100\% = 52.77\%$$

因为通炮后能效比为最高，到通炮前的时间段是逐渐下降的过程，所以节能改造真正的节能率是个平均值： $\eta = 1/2 \eta \uparrow = 26.33\%$ 。

4.3.3 如果主机冷凝器每年通一次炮，但没有通炮前后的准确时间和相应运行记录，只要有一段时间的运行记录还是可以分析和估算出经节能改造后的节能率。例：某空调主机只有7~9月运行记录，我们可以把相关数据代入公式，算出7~9月能效比下降数。7~9月室外温度最高，冷却水温也最高，室内热负荷也最大，冷凝器结垢也最快。因冷凝器结垢而导致能效比下降的速度也最快。春秋两季室外温度和室内热负荷相对低一些，冷凝器结垢的速度稍慢，可设它是50%，冬季室外气温和室内热负荷更低，冷凝器结垢的速度更慢，可设它是25%，这样只要有某个季度的主机运行记录，即可推测出全年因冷凝器结垢导致能效下降的趋势，并计算出经节能改造后的节能率。

例：7月1日 $\Delta t_1=5^\circ\text{C}$ ， $I_1=300\text{A}$ 。9月30日 $\Delta t_2=4.5^\circ\text{C}$ ， $I_2=330\text{A}$ 。

三个月能效下降

$$\eta \downarrow = \left(\frac{300 \times 4.5}{5 \times 330} - 1 \right) \times 100\% = -18.18\%$$

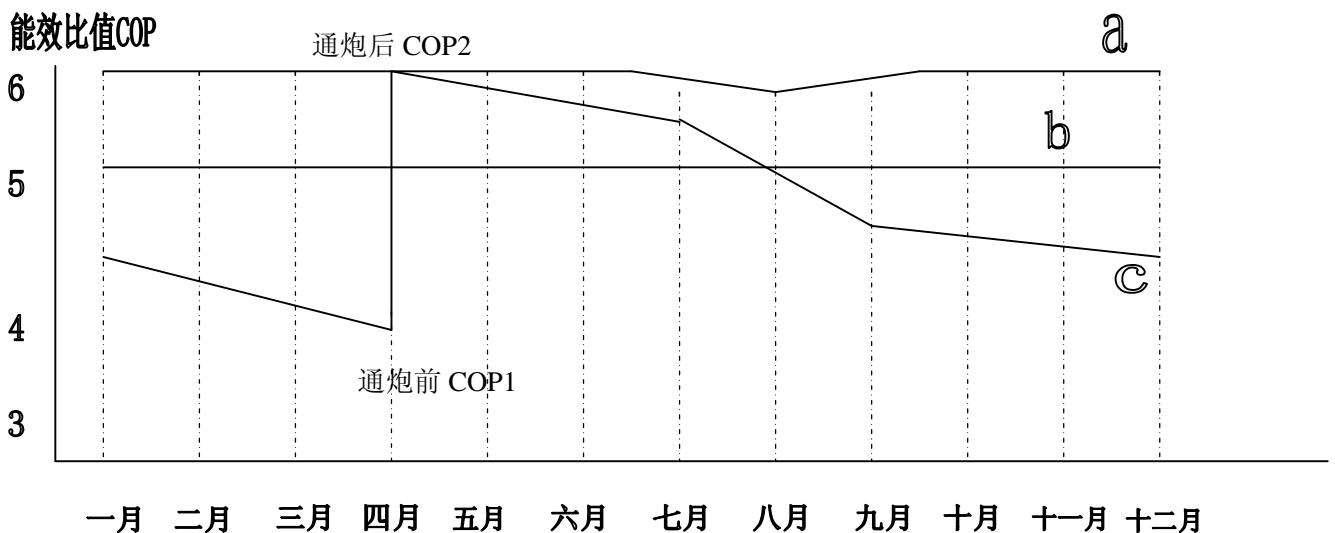
根据以上设定分析全年下降是2.25倍

$$\eta_y = -18.18\% \times 2.25 = -40.91\%$$

经节能改造后的节能率

$$1/2 \eta_y = 20.46\% \text{ (近似值)}$$

总结： $\eta = \left(\frac{I_1 \Delta t_2}{\Delta t_1 I_2} - 1 \right) \times 100\%$ 公式的意义在于：



1 没有安装冷量表和电量表就能算出节能改造后的节能率。

2 有通炮前后主机的运行数据也能方便的预算出节能改造后的节能率。

3 只要有一段时间的主机运行记录，也能分析推算出节能率。并可以建坐标、描点、连线做出曲线，更直观看到上升下降的趋势，并直接找到节能点。



- a. 曲线是自动清洗系统节能改造后的能效比变化曲线；
- b. 曲线是假设通炮前后能效比在全年的能效比平均直线；
- c. 曲线是未经自动清洗系统节能改造的一般主机每年运行能效 变化曲线。

由上三组曲可见：

- 1 安装了冷凝器自动清洗系统后，能效比 a 基本是一条水平直线，仅 7~9 月室外温度高时能效比略有下降，
- 2 未安装冷凝器自动清洗系统的主机运行能效比曲线可见通炮后为最高能效比，随后逐渐下降，7~9 月下降更陡，直至下次通炮前能效比最低。
- 3 通炮前后能效比 中点作一条假设水平直线，c 曲线接近上下各半，可见 c 曲线全年平均运行能效比接近假设直线，冷凝器自动清洗系统的平均节能率在假设直线的上部，即通炮前后能效比差的 1/2。

5. 球清洗系统与变频技术的功能和不可替代性：

冷凝器自动清洗系统只对水冷却中央空调壳管式冷凝器进行连续清洗，除去污垢，减小热阻，保持主机最高能效比，节电率一般在空调主机耗电的 10%~30%。并改善提高了主机的工作性能和可靠性。

而一般变频技术只对水泵、冷却塔和末端风机等在有设计余量和负荷波动的空间作节能改造，节电率可在水泵和风机等耗电的 30%~50%不等。

以上两者不作用在同一设备上，数值不相等，互相不可取代，都能节电。前者基数大（占中央空调系统总耗电约 70%）系数小（10%~30%），后者基数小（占中央空调系统总耗电约 30%），系数大（30%~50%）。

6. 空调节电量认识的误区：

以往有些用户和节能改造公司把改造前后空调系统的用电量差作为节能量，这样计量有很大误差：

- 6.1 当去年室外温度偏高，酒店住房率高，宴会多，空调系统耗电量就必然大；如今年室外温度低，住房率低，宴会少，空调系统耗电量则少。这样是否说明不经改造就节电？
- 6.2 当去年室外温度低，住房率低，宴会少，空调系统耗电量小；今年室外温度高，住房率高，宴会多，空调系统耗电多。这样虽经改造，总耗电量没有减少或减少不多，是否说明改造不节电？
- 6.3 如果把回风温度提高 1℃，把冷冻水出水温度升高 2℃。都可以相应减小负荷和主机耗电。这与变频和模糊控制并无关系，只是减小了负荷和主机自身就有的能效特性。

所以，空调节能改造是否节电和节电多少应看制冷总输出量和总耗电量的比，才是科学公正的。

参考文献

- 1, 《流体力学泵与风机》许玉望主编 中国建筑工业出版社
- 2, 《工程热力学》A.M 李特文著 高等教育出版社
- 3, 《实用供热空调设计手册》（第二版）陆耀庆北京：中国建筑工业出版社 2008 年
- 4, 《采暖通风与空调调节设计规范》GB50019-2003 中华人民共和国建设部主编北京：中国计划出版社 2003
- 5, 《节能技术与市场》2008 第二，三期。深圳市节能专家委员会 深圳市节能专家联合会