

罗碧玉¹ 李小涛² 张怀义³

1、深圳市新怡空调设备有限公司；2、深圳致君药厂；3、四川九洲电器集团有限责任公司

摘要：本文以某药厂空调节能实际案例，列举了药厂净化空调系统节能的多种途径，解决了一些药厂空调节能的特殊问题，推出了一种xy-r3D型的球水分离器，分析了空调节能的几种常见的失误。在本案例综合节能改造中采用了多种投资小、收效高的节能小方案，取得了节能投资半年电费、水费收回的可喜效果。对药厂空调系统节能有特殊的价值和普遍借鉴意义。

关键词：药厂节能；冷凝温度；蒸发温度；小温差；局部水阻

深圳致君药厂空调是集中式中央空调，机房设在生产车间中部的动力房，冷冻站内有开利离心式水冷冷水机组2台，型号19XR70704V5 LGH，制冷量3000kW，约853RT，输入功率563kW，另有螺杆式水冷冷水机组1台，开利30HXC165A，制冷量165RT，输入功率118kW，原设计安装大冷却泵3台， $Q=645\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=29\text{m}$ ， $N=75\text{kW}$ ，两用一备；大冷冻泵3台， $Q=660\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=42\text{m}$ ， $N=110\text{kW}$ ，小水冷却泵1台， $Q=100\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=30\text{m}$ ， $N=15\text{kW}$ ，小冷冻泵1台， $Q=100\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=42\text{m}$ ， $N=22\text{kW}$ 。以上机组可供一~三层车间生产用净化空调和部分舒适空调作冷源，冬季不供暖。

未做节能改造前，运行管理人员及设备部人员提出的问题是：空调冷却水使用环境差，污垢严重，1个半月到2个月冷凝器铜管内就结垢污泥严重，小温差 $3\sim 5^\circ\text{C}$ ，此时主机开机率只能开到70%，必经通炮清洗一次。通炮后小温差可降到 $1.3\sim 1.5^\circ\text{C}$ ，夏季大负荷时1个半月到2个月就要重复通炮1次，是必须解决的首要问题。

我公司设计人员在致君药厂设备部的配合下，对空调系统作了细致地测试和专业的分析，根据该系统的特殊问题和普遍情况，作出如下节能改造的分析和方案。

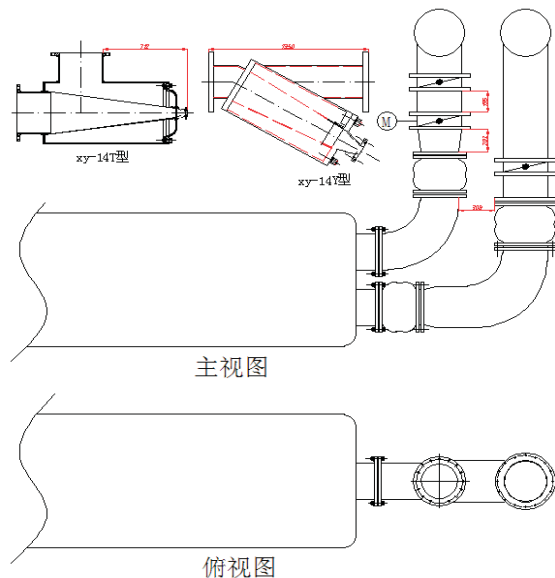
1 解决冷凝器自动清洗节能的难点是球水分离器的选型及安装空间，xy-14r3D球水分离器专利技术是最佳解决方案

致君药厂生产车间净化空调的运行特性是：1)每天开机24h，1年开机360天。2)星期六或星期天负荷低时，可停主机1台供节能改造，节能改造须在8~10小时内完成，随后开机，停机施工过程中，另一台主机及冷却水、冷冻水泵不停机，不停水。3)2台离心机冷凝器冷却水出水管蝶阀内立管横管的直管部分长度 <400 ，装不了Y型分离器或直管同心式分离器；前后安装的内管间距 $=300\text{mm}$ ，也装不了T型分离器（见图1）。有人提出冷凝出水管改造，即把冷却水出水管向上竖弯改为水平横弯，横弯后加长到可以装进Y型分离器或直管同心式分离器，标准14y分离器长度 1350mm ，可见水平直管长度应大于 1350mm ，垂直再转3个弯回到原立管碰头。“此招”至少有四弊端：

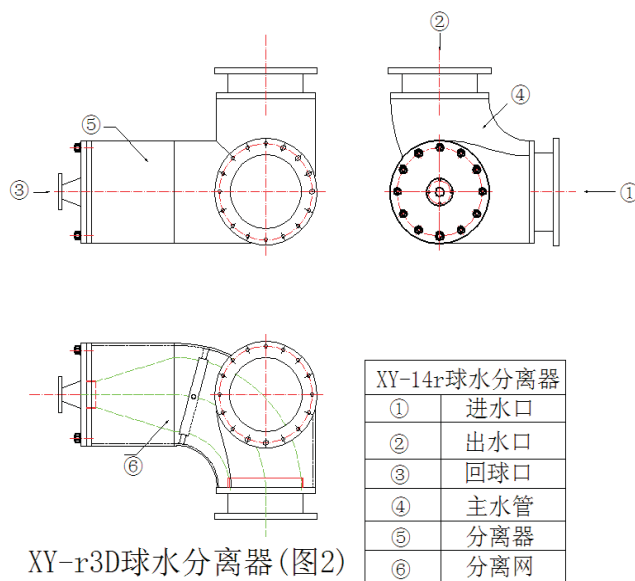
(1)直接增加DN350冷却管 $4\sim 6\text{m}$ ，增加三个冲压弯头的材料和割焊量。(2)增加工时 >2 天，是该机房停机改造时间所不允许的。(3)横向走DN350管约 2m 往返，是该机房安装空间及安全操作维护空间都不具备的。(4)增加了

4~6m管，增加了3个弯头急转4个90°弯所增加的局部水阻，成为冷却水泵长久的额外耗能。“此招”只是削足适履之招。我们选择了2012年11月才公告的最新国家专利技术，深圳市新怡空调设备有限公司的xy-14r3D分离器，不仅解决了安装空间和停机时间的局限问题，而且解决了多个弯头或T型分离器安装增加的局部水阻问题，因为r3D分离器有平滑导流的作用（见图2、图3）。这对于大流量小扬程水系统的能耗影响很大。类似的机房安装空间局限情况，可能会占已装空调机房环境的25~30%，也就是说xy-r3D专利技术的市场很大。如果这些机房都装了这种xy-r3D新专利技术，不仅解决了安装困难，而且由于减小了水阻，带来了较好的节能效果，实现了减碳的社会效益。

该系统于2012年6月11日改造完成（见图4），2012年6月18日加海绵球运行至今。我们取2011年6月~8月、2012年6月~8月的9000多个运行数据分析对比，得出平均节能率19.85%，小温差稳定在通炮后的最低值，1#机不升反降0.2~0.3℃。其他数据性能全部达到设定参数，计算依据和检测方法见《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》讨论二



(图1)



XY-r3D球水分离器(图2)

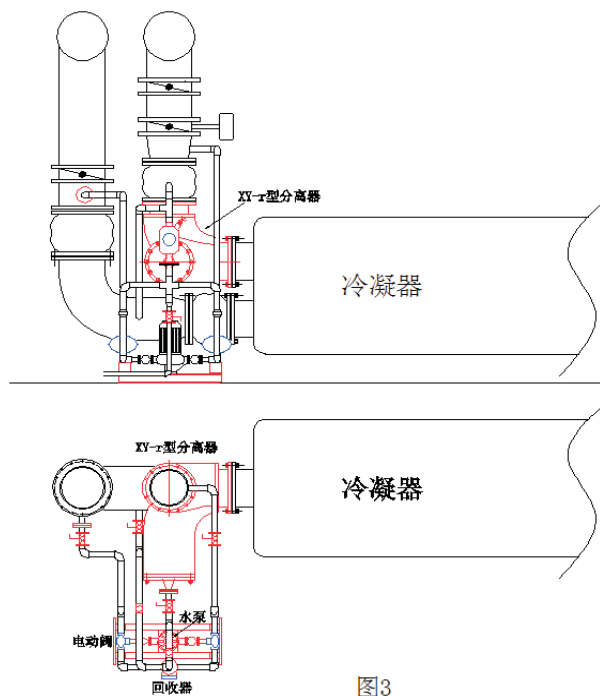


图3

2 冷却泵、冷冻泵的流量、扬程与系统匹配，有较大的节能空间

该系统原设计安装的冷却泵流量略小，扬程偏高10m，冷冻泵扬程偏高10m。经现场测试和匹配计算，冷却泵可选300-250离心泵，流量 $Q=720\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 $H=20\text{m}$ ，功率 N

=55kW，较原泵75kW减小20kW。冷冻泵可选 $Q=500\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=32\text{m}$ ， $N=75\text{kW}$ ，较原装泵110kW减少35kW。经半年运行验证，节能率 $>32\%$ 。按一年360天运行，每天开24h，冷却、冷冻泵按平均各1.5台运行计，每年的节电量： $[(110\text{kW}-75\text{kW}) + (75\text{kW}-55\text{kW})] \times 24\text{h} \times 360\text{d} \times 1.5\text{台} = 712800\text{kWh}$ 。

经测量节能改造前后，冷却泵电流由原来的139A降到94A，冷冻泵电流由201A降到123A，实际节能率 $>32\%$ ，更换6台冷却、冷冻泵节能方案简单成功。节能工程投资为一年省电费的。查实，以往已安装的其他空调机房水系统，这类因设计不当所造成冷却、冷冻泵选型过大，多耗能的现象并不少见。

小结：致君药厂原设计冷却、冷冻泵选型不匹配有2点常见失误：1、把冷却塔所在高度当做扬程，冷却泵扬程增加了10m，造成冷却泵功率由55kW变为75kW，多耗能20kW的错误。把冷冻管的路程当作扬程，冷冻泵扬程由32m变为42m，功率由75kW变为110kW，多耗能35kW。2、冷却、冷冻泵要满足水系统设计流量扬程，以本方案冷却泵选型为例，至少有3种选型：（1）原设计选型300-400C（大直径叶轮3次切割叶轮厚度）， $Q=645\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=29\text{m}$ ， $N=75\text{kW}$ ；（2）也可选300-315A， $Q=650\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=28\text{m}$ ， $N=75\text{kW}$ ；（3）现选型300-250， $Q=720\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=20\text{m}$ ， $N=55\text{kW}$ 。得到最大流量，最小的功率。可见满足设计扬程时，应尽量选择叶轮直径小，不切割叶轮厚度的泵，效率高，功率小。冷冻泵选型相似，原设计型号为250-400A， $H=42\text{m}$ ， $N=110\text{kW}$ ，现选型250-315A， $H=32\text{m}$ ， $N=75\text{kW}$ ，因小一级叶轮直径，不切割叶轮厚度，功率由110kW变为75kW（见图5）。水泵流量扬程曲线图（图6），水泵大叶轮外径多次切割厚度，中叶轮外径1次切割厚度，小叶轮外径不切割厚度，水泵功率递减的性能曲线图。

3 运行方案的改变，综合能效是不同的

在统计、归纳了致君药厂2011年6月-8月，2012年



图4

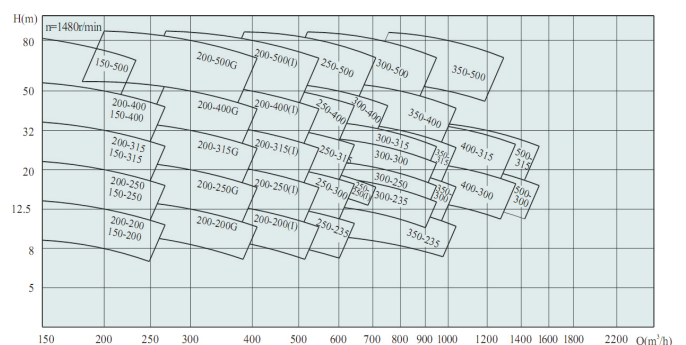


图5

6月-8月数千个运行数据后发现2台离心机开机负荷率大多数在50%~70%的工况。此工况如果把开2台大机60%负荷改为开1台大机853Rt、1台小机165Rt100%负荷运行，输出冷量相同，除主机在额定负荷下效率有所提高外，冷却、冷冻泵的耗电量大不相同！此时冷却、冷冻泵可由各开2台大泵改为开大泵各1台，小泵各一台运行，设

这种运行选择每年有200d, 则可省电: $[(75\text{kW}-15\text{kW}) + (55\text{kW}-11\text{kW})] \times 24\text{h} \times 200\text{d} = 499200\text{kWh}$, 可见节能是很明显的, 比主机直接节能大很多。

4 净化空调的冷冻水温度设定合理, 可省电约6%

2011年、2012年的空调冷冻进出水温, 大多数在 $5.8^{\circ}\text{C} \sim 8.5^{\circ}\text{C}$, 即回水温度大多数 $<9^{\circ}\text{C}$ 。如果洁净室空调温度要求在 $20 \sim 21^{\circ}\text{C}$, 冷冻回水温度设定到 11°C 为上限点, 是可以满足要求的。理论上回水温度低于空调设定温度 8°C , 就能达到设定温度环境的要求。此时蒸发温度可上升 2°C , 而蒸发温度上升 1°C , 空调主机可省电3%, 蒸发温度上升 2°C 可省电6%, 这对数千Rt的大型空调冷冻站, 不加投资就可省电6%, 是值得斟酌的。

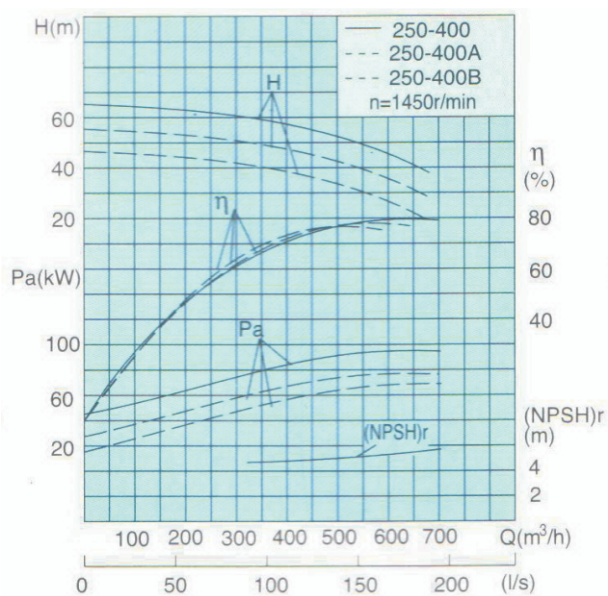


图6

5 主机冷却、冷冻进出水温差的合理控制, 冷却、冷冻泵可以安全节能30%

我们都知道冷却、冷冻进出水温差大时, 说明水流量偏小, 水泵节能; 温差小时, 说明流量大, 主机换热效果相对好, 水泵不节能。综合节能和设备的安全考虑, 确定经济温差为 5°C 。致君药厂冷却、冷冻水平均温差

为 $2 \sim 3^{\circ}\text{C}$, 与安全节能经济温差 5°C 相比仅为一半。如果更换了匹配的冷却、冷冻泵后, 再恢复变频, 变频后冷却、冷冻水温差控制在 $4 \sim 5^{\circ}\text{C}$, 冷冻、冷却泵可安全节能30%。

6 冷却塔风机温控

该系统冷却塔设在车间四层屋面, 已装 $350\text{m}^3/\text{h}$ 方型横流冷却塔5组, 每台风机电机 11kW , 在春秋季节约有50%的时间冷却水回水温度低于 25°C , 此时冷却水温继续下降对主机省电已不明显, 而停1台风机每小时省电 11kWh , 停5台风机则省电 55kWh , 而冬季冷却塔风机几乎可以不开。5台冷却风机安装简单的回水温度控制, 设定到合适的回水停机温度, 花费无几, 节能可观。

7 冷却水分流电动阀控制

多台冷却塔并联安装时, 进水管应加装电动蝶阀, 使冷却塔与主机开关机一一联动, 是省电省水, 系统安全运行的必要措施。原电动阀安装在冷却塔出水管上是错误的, 应改回到供水管上, 并与主机开关机一一联动, 即可省电省水一举两得。

8 屋顶冷却管保温的节能意义

深圳夏季屋顶室外温度可达到 $\geq 50^{\circ}\text{C}$ 。原设计安装在屋顶数十米DN500冷却供回水主管全裸暴晒, 约百平方米暴晒面积直接烈日辐射, 其吸热可导致冷却回水温度上升约 2°C , 如果裸晒的冷却管加装保温, 减少辐射热和热传导, 降低回水温度约 2°C , 此时空调主机省电约6%。

9 洁净空调的排气量大, 如果能把排气中带出的一部分热量作为新风的预热除湿, 是理想的二次节能方案

致君药厂有数十个排气和新风机系统, 排气系统带走了大量的冷量, 这些冷量白白浪费。如果能将其收集,

广告 虚位

欢迎加盟

加盟热线:0755-83788083
15889753631 黄洋

供给新风机预冷除湿,改为全热回收新风系统,节能数量及价值是很可观的。经现场测试,排气出口与新风进口相距较远,分布零散,风管廊夹层内纵横交错已布满各种风管,改造或重做全热回收新风排气系统难度大,成本高,性价比不高,经综合分析,商议暂时放弃。但可为今后药厂净化空调的新风排气系统节能设计提供新的参考和借鉴。

经以上数项节能改造,致君药厂空调系统每年可省电 $\geq 2000000\text{kWh}$,而实际的节能改造投入费用 < 100 万元,如果节能系统使用寿命为15年,净赚节能电费3100万元(按一度电一元计算)。可见药厂空调节能方法很多,空间很大,有各自特点,也有普遍规律。药厂空调节能是市场竞争的需要,是减碳形势的需要,有名有利,大有可为。

参考文献

1. 《流体力学泵与风机》许可望主编 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
6. 《深圳市暖通空调制冷学术论文集》2010年12月 深圳市制冷学会 深圳市土木建筑学会暖通空调委员会

