

# 冷水机组群控的策略

在药品生产企业,暖通系统的能耗约占到总能耗的65%左右——因此通过冷水机组的选型和搭配,再加上采用科学合理的群控策略,可大幅度提高系统的能效比。在“碳达峰”、“碳中和”的背景下,伴随着工艺加工水平提升、设备控制精度提高、生产效率提升,如何有效降低能源成本的消耗,已经成为行业内各企业关注的焦点。为此,本文针对采用磁悬浮冷水机组后,如何来设计群控策略进行了探讨。

文 / 卢桂峰 李春雷 王波 张朝刚 欧阳健

## PROCESS-Tip

\* 更多信息请登录:  
pharm.vogel.com.cn  
\* 反馈编码: 220940

## 1 冷水机组的选型

冷水机组在暖通系统中占有很重要的地位,冷水机组的选择不仅对工程设计来说至关重要,而且对系统的投资和后续的运行都会有影响。常见的冷水机组有水冷机组和风冷机组,具体如何选择,需要结合药厂所在地的气候条件来决定。

一般来讲,水冷机的能效比(COP)要比风冷机高,其原因为:空气湿球温度低于干球温度,水冷机冷却水温度对应的是湿球温度而风冷机冷却温度对应的是干球温度,在相同的制冷能力和相同的外界环境条件下,水冷机

——本文作者均就职于无锡药明生物技术股份有限公司。

的冷凝饱和温度小于风冷机冷凝饱和温度,温度低对应的压力低,压力低做功就少,所以水冷机的COP要高于风冷机。

风冷机组是一种室外机器,可放置在建筑物的屋顶或室外地面上,其冷冻水循环泵也可与机组放置在一起,无需占用机房。对水冷机组而言,应提供机房,以保证设备(包括冷水机组、冷冻水循环泵以及冷却水循环泵)的正常运行和使用寿命,并在建筑物的屋顶或室外地面上设置冷却塔设备。所以水冷机组的造价要高于风冷机组,综合来看,在我国长三角地区两者的综合成本相差不大。

水机组配置的台数不少于3台。另外,考虑到冷水机组在冬季会有低负荷的运行,建议再配置一台较小的磁悬浮冷水机组。

## 2 磁悬浮与普通离心机的对比

磁悬浮冷水机会利用磁力使得转子处于悬浮状态,因此它具有无摩擦、低噪声、无油运行的特点,所以相对一般的冷机,在制备相同冷水量的情况下,它的耗电量更低,也就是具备更高的性能系数(即拥有更高的COP)。

此外,磁悬浮冷水机还拥有很高的IPLV(综合部分负荷能效值),绝大多数时间都不是满负荷运行,这个指标有非常高的实际价值。表1中对磁悬浮离心机与普通离心机的一些具体参数进行了比较,图1展示了三种类型冷水机组的COP变化。

## 3 冷水机组群控的策略

在进行系统群控设计时,设定的目标是让COP最大化,即让获得的总冷量与总耗电量的比值

药厂的冷负荷不仅来源于暖通系统,还涉及到工艺设备也需要冷量,因此药厂通常还会配置离心机。为了避免冷水机组的故障造成整体冷量的不足,建议冷

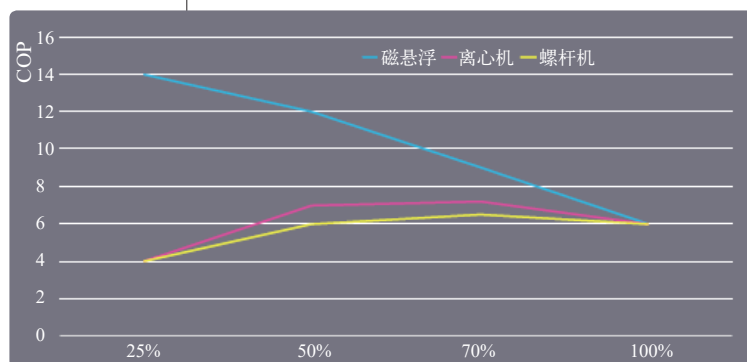


图1 三种类型冷水机组的COP比较

达到最大（如图 2 所示）。

而不同形式的冷水机组，在不同工况下的 COP 是不一样的。在选择机组和群控策略时需要考虑这点，以便系统能始终维持在较高的 COP 下运行。特别是对于磁悬浮冷水机组来说，只有在部分工况下运行时，它的性价比才会较高。图 2 与图 3 展示了环境温度与负载对磁悬浮冷水机组的影响。

在选择冷水机组群控策略时，应该参考图 1、图 3 以及图 4 的数据，尽量使机组维持在高 COP 的状态，而不仅是将运行台数控制在最少。当然，为了获得更好的节能效果，还需要考虑系统水力平衡的问题。

对于水力平衡的问题，可考

表 1 磁悬浮离心机与普通离心机的比较

| 项目          | 磁悬浮离心机                           | 普通离心机                              |
|-------------|----------------------------------|------------------------------------|
| 制冷量范围       | 100 ~ 900 RT (351.7 ~ 3165.3 kW) | 280 ~ 3 000 RT (984.8 ~ 10 551 kW) |
| 能效等级 (IPLV) | 一般大于 11                          | 一般在 7 左右                           |
| 电动机         | 永磁同步电动机                          | 三相异步电动机                            |
| 电动机绝缘等级     | H 级 (180 °C)                     | F 级 (155 °C)                       |
| 叶轮结构        | 闭式                               | 开式                                 |
| 油路系统        | 没有                               | 有                                  |
| 低温运行        | 直接运行                             | 需要预热后运行                            |
| 制冷量调节范围     | 5% ~ 100% 无级调节                   | 段位调节：100%、75%、50%、25%              |
| 启动方式        | 变频启动，启动电流为 2 A                   | 软启动器启动                             |
| 噪声          | 一般在 70 dB (A)                    | 一般在 105 dB (A)                     |
| 喘振现象        | 不会发生                             | 低于 30% 负荷时易发生喘振                    |
| 停电对机器的影响    | 会影响电动机传动轴与轴承、传动杆接触面的涂层           | 无影响                                |
| 压缩机压缩的级数    | 一般为多级压缩                          | 一般为单级压缩                            |
| 占地面积        | 结构为拼接式或一体式，占地小                   | 占地面积大                              |

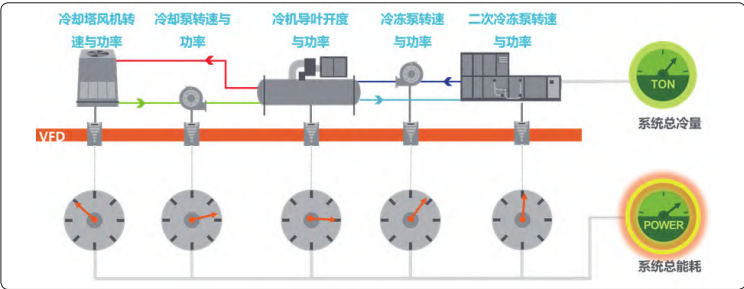


图 2 系统总 COP 计算逻辑

www.ehvalve.com

- 采用全不锈钢材质制造，壳体材料严格控制铁素体含量，洁净、无腐蚀；
- 隔膜采用 EPDM 和 PTFE 材质，符合 FDA 21 CR 177.2600 要求，安全，无污染，使用寿命长；
- 阀体采用堰式结构，流线型流道设计，无死角，自排尽，易清洗，可最大限度避免积液；
- 采用线密封技术，密封严密可靠；
- 气动执行机构采用钢球连接，构造简洁、无死角、可抛光，阀门安装占用空间小，并可现场 360° 随机调整，安装方便；
- 阀体内表面采用机械抛光加电解抛光，表面粗糙度可达到 0.4 微米（或按客户指定抛光要求）；
- 阀门设计符合 ASME BPE 无菌隔膜阀设计标准，满足 3A 卫生认证；
- 提供多种接口配置，包括焊接式、卡箍式，同时提供 ASME BPE、ISO、DIN、BS、JIS、HG 等标准的所有管道尺寸。

EHO<sup>®</sup> 一核阀门

专注于阀门解决方案的提供

A<sup>®</sup>  
3



上海一核阀门股份有限公司  
上海市嘉定区宝钱公路 5888 弄 8 号  
电话：021-66696668  
eho@ehovalve.com www.ehovalve.com

广告

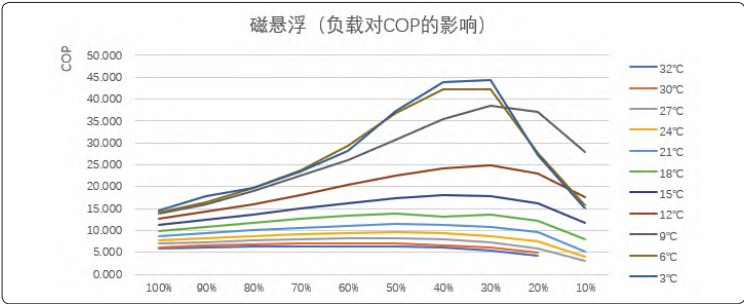


图3 磁悬浮冷水机组在不同环境温度各负载下的实验数据

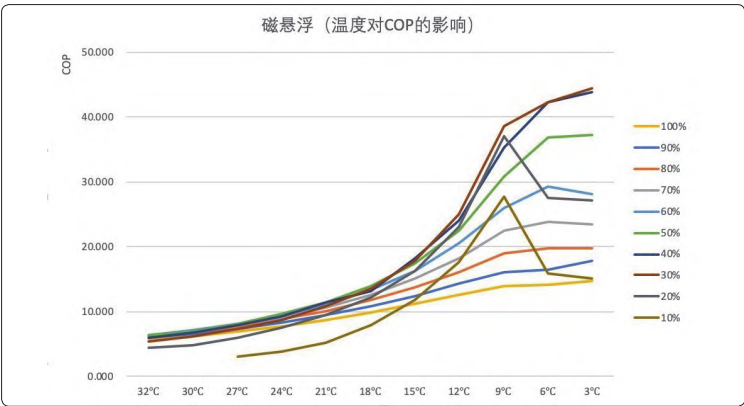


图4 磁悬浮冷水机组在不同负载各环境温度下的实验数据

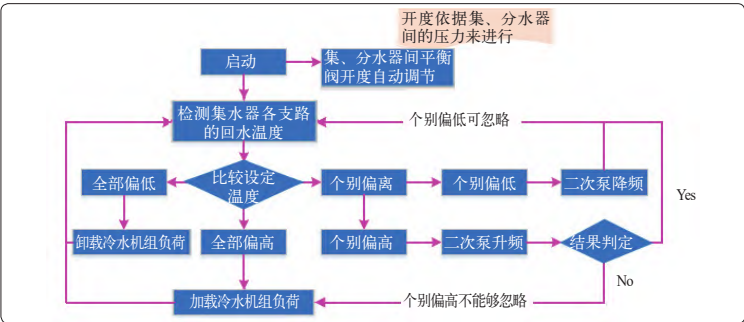


图5 冷水机组群控逻辑策略

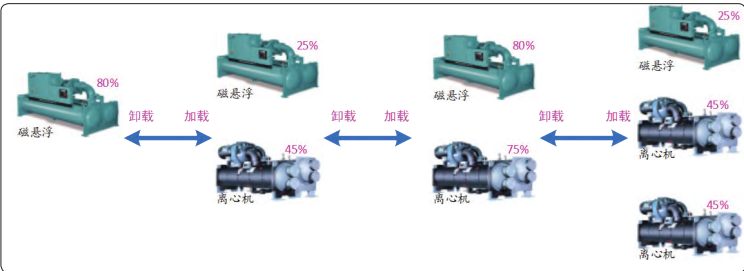


图6 机组加载和卸载的逻辑策略

虑在系统中安装机械式的静态和动态水力平衡阀。另外，需考虑在必要的支路上安装二次泵，以更好地协调水力平衡。只有在确保水力平衡不存在问题的情况下，才能够通过回水温度来判断并进

行冷水机组的加载。

图5展示的是一个冷水机组是否需要加载和卸载的逻辑策略，由于采用了磁悬浮的冷水机组，所以对于系统如何来加载和卸载须采用特殊的逻辑策略间（如图

6所示）。否则仅按照最少运行台数的原则，不能够达到能效利用的最大化，磁悬浮冷水机组将不能充分发挥作用。在加载和卸载的过程中，都需要用磁悬浮冷水机组来进行衔接。同时在这个衔接过程中，基本上都只是运行了磁悬浮冷水机组的部分工况，以达到最大化COP的目的。此外，在冬季室外气温较低的情况下，有的冷水机组型号还具有自由冷却功能，可以最大限度地获取外界的冷量，也有助于提高机组的COP。

4 结论

选择合适的冷水机组，不仅需要考虑系统的冷负荷大小，还需要参考使用地的气候条件。如果采用了离心机组之后还需要搭配小容量的机组，这个小容量的机组建议采用磁悬浮冷水机组。

冷机群控的目的是在确保系统安全稳定运行的前提下最大限度降低整体能耗，不仅要关注冷水机、冷塔、水泵等设备的配置选型，还要关注到各设备的运行是否在高效区间内。因为磁悬浮冷水机组拥有更高的 IPLV（综合部分负荷能效值），所以群控的策略已经不是减少使用的机组台数，而是需要充分地利用磁悬浮冷水机组的 IPLV 优势。在冷负荷需要加载或者卸载的时候，都要采用磁悬浮来进行衔接，以获得最大的运行效率，并避免冷机频繁加减机。

除此之外，水力平衡的设计要能够有效地避免不必要的能耗，只有在水力平衡满足条件，而且回水温度还偏高的情况下，冷水机组的加载才是合理的选择。