

永磁同步变频离心式冷水机组

一、技术名称

永磁同步变频离心式冷水机组

二、所属技术类型

绿色高效制冷技术

三、技术/产品简述

（一）技术概述

离心式冷水机组采用速度型离心压缩机，为达到叶轮工作所需的高转速，传统离心压缩机通常采用三相异步电机结合增速齿轮的结构，电机效率、机械效率优化难度大，制约了产品能效的提升。永磁同步变频离心式冷水机组，首创高速电机直驱叶轮结构体系，在电机效率、机械效率、绝热效率等方面均实现技术突破，主要技术特点如下：

1. 开创大容量离心压缩机高速电机直驱双级叶轮做功的结构体系，取消传统离心机增速齿轮结构。压缩机机械损失降低70%，尺寸、重量相比同冷量设备减小60%，并消除齿轮高频啮合噪音，降低了压缩机噪声；

2. 搭载大功率永磁同步电机及四象限驱动系统。电机功率最高达1800kW，电机转子为永磁体，无励磁损失，电机效率最高

可达 98.2%，且在全工况范围内保持效率 95%以上不衰减；

3. 针对不同转速进行全工况的“宽频”设计。改变以额定工况为设计点的传统方法，并研制了适合全工况特性的“全自由曲面”叶轮与低稠度叶片扩压器，辅以双级压缩中间补气的制冷循环技术，实现了压缩机全工况下高效运行。

基于上述技术，产品综合能效相较传统设备提升 65%以上，具有突出的节能性、可靠性与适应性，可广泛应用于各类大型办公楼宇、数据中心、医院、学校、工厂厂房、商场，并可直接对现有空调系统进行节能改造。

（二）技术参数

系列产品型号齐全，冷量覆盖 250RT-3000RT，950RT 以上产品可选 10kV-3N-50Hz 电压等级。

在能效方面，国标工况测试下满负荷 COP 最高 7.32，部分负荷 IPLV 最高可达 10.32，达到满负荷、部分负荷双一级能效。

四、适用条件与限制条件

适用于大部分舒适性、工艺性空调场所，不可露天安装，机组若使用在有腐蚀性、易燃易爆、海拔 > 1000m 场所，需升级处理。

五、节能/节水效果

按照 GB/T 18430.1-2007 测试，COP 最高 7.32，IPLV 最高可达 10.32；按照 AHRI 550/590-2018 测试，IPLV 最高可达 12.13。

六、同类产品比较

优点：取消传统离心压缩机齿轮增速结构，机械损失降低70%，尺寸、重量同比降低60%，噪声同比降低8dB(A)以上；电机效率最高可达98.2%，且在全工况范围内保持95%以上不衰减；采用宽频气动设计方法，全年综合能效相比传统定频离心机提升65%，节能效果达40%以上。

七、典型应用案例一

（一）案例名称

某省省委办公厅

（二）案例时间及实施地点

2020年，山西省

（三）用能人数及建筑面积

38000m²



图 1 项目外观



图 2 机房改造后现场图

(四) 改造情况

2019 年，某省委大楼因主楼及西侧办公楼制冷机房设备老化严重需进行改造，其中制冷主机采用 2 台 450RT 水冷螺杆+1 台 350RT 溴化锂机组，设备已使用近 30 年，铭牌锈蚀严重，设备故障率高，制冷效率下降，运行电费高居不下，且设备采用制冷剂 R11，为非环保制冷剂，目前已全面取缔，为响应国家节能号召，改善办公环境，需要进行改造。

由于存在制冷效果不好的情况，改造前需彻底排查空调系统存在的痛点，并采用先进制冷技术，实现系统整体节能改造。

经过调研，发现项目在设计之初存在空调制冷负荷配比不合理的情况，主机的制冷量不足，小于建筑实际需要的最大负荷，

改造后采用 3 台 450RT 格力永磁同步变频离心机，扩容 100RT，并且同步进行水泵、冷却塔、机房管路的改造，考虑到制冷主机总制冷量扩大、原机房窄小，因此对机房运输通道、机组占地面积、配电容量、管道排布（机组到分集水器的管路）等方面需要进行评估，原有水泵基础、主机基础以及排水沟等需要重新规划。

老化主机普遍存在能效降低、振动噪音大、维护费用高等问题，日益成为建筑耗能中的最大能耗项，需要重点关注。对于使用 15 年以上的老旧制冷机房，节能改造效益可观。

（五）节能/节水效果

改造前冷量为 1250RT，改造后扩容至 1350RT，前后冷量不一致，无法进行直接数据对比。

按照改造后永磁同步变频离心机节能 40%估算，仅投资主机一项，回收期预计 3 年以内；因此项目涉及机房整体改造，故实际的投资额及回收期随项目实际情况变化。

（六）经济效益及社会效益

项目原采用外资品牌的螺杆机，经多年运行，预估能效 2.0，耗电量高，制冷效果差，有改造需求。现采用永磁同步变频离心式冷水机组，实现空调水侧 COP 的超高能效比。

自 2020 年采用永磁同步变频离心式冷水机组以来，设备使用良好，保障建筑舒适性用冷需求，树立了当地公共机构节能改造的优质榜样，为日后的节能改造工作提供了可复制的良好样板。

（七）主要经验

近年来我国建筑能耗占全国总能耗的比例持续增长,其中大型公共建筑的单位面积用电量是一般住宅建筑用电量的 10-20 倍,而大型公共建筑一半以上电耗用于中央空调系统。长期以来,大型公建均采用冷水机组供冷,冷水机组能效很大程度上决定了空调系统的节能效果。

永磁同步变频离心机组是未来大型冷水机组的发展方向,与普通离心机组相比,永磁同步变频离心机组省电 40%以上,机组效率提高 65%以上。作为国内大型冷水机组中冉冉升起的新星,具有稳定可靠、高效节能、运维便利等特点。

八、典型应用案例二

(一) 案例名称

某政府办公楼

(二) 案例时间及实施地点

2016 年,广东省

(三) 用能人数及建筑面积

15000 m²



图 3 项目外观



图 4 机房改造后现场图

（四）改造情况

某政府办公楼原使用 2 台 300RT 外资品牌螺杆机，运行 18 年，每年开启 8 个月，整体机房管路老化严重，通过制冷季现场测试，螺杆机的运行能效仅为 3.17。空调系统每月运行电费约为 12 万，整个建筑能耗约为 17 万，空调能耗占整个建筑能耗的 70%。

2016年，为解决上述问题，用户进行节能改造，根据项目的现场实际情况，管路及室内末端部分替换需破坏现有装修，且影响办公楼的使用，此项目只对冷源部分进行节能改造。

最终采用永磁同步变频离心机进行节能改造，机组制冷性能系数从3.17提高到5.8，制冷效率提高83%，粗略估计全年可节省36.05万kWh电能。

（五）节能/节水效果

改造前：2015年8月23日，对原有水冷螺杆机组的性能进行了检测，检测的机组在额定负荷30%情况下机组能效仅为3.17，能效偏低。曲线如下：

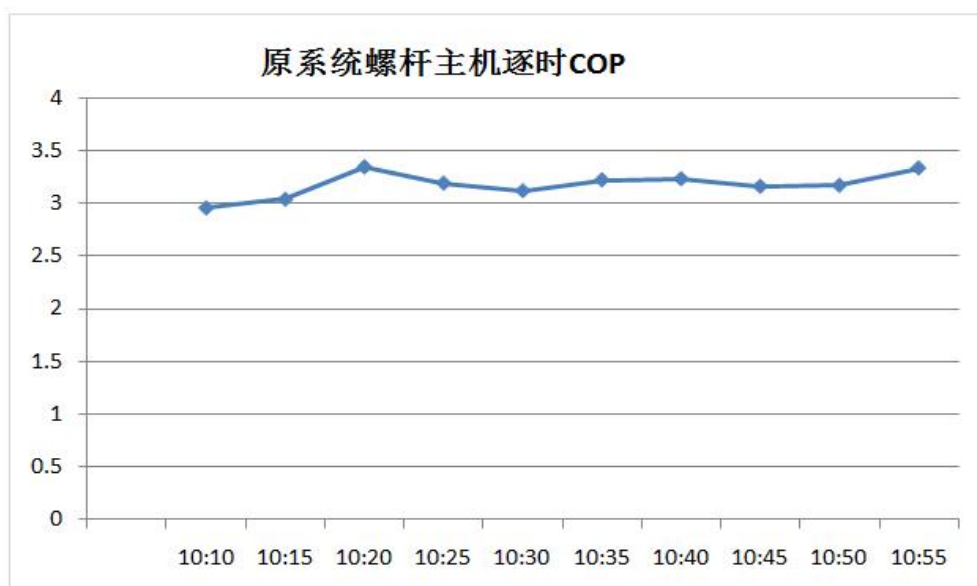


图5 改造前

改造后：由于在2016年4月只是替换了主机，11月才开始施工改造冷源其他部分，故2016年通过格力远程智能服务中心读取了机组的能效数据，进行数据汇总分析。通过下图可知新的

主机能效保持在 5~8 之间，其中整个监测过程的制冷主机评价能效为 5.8，比旧主机能效提高约 1 倍。

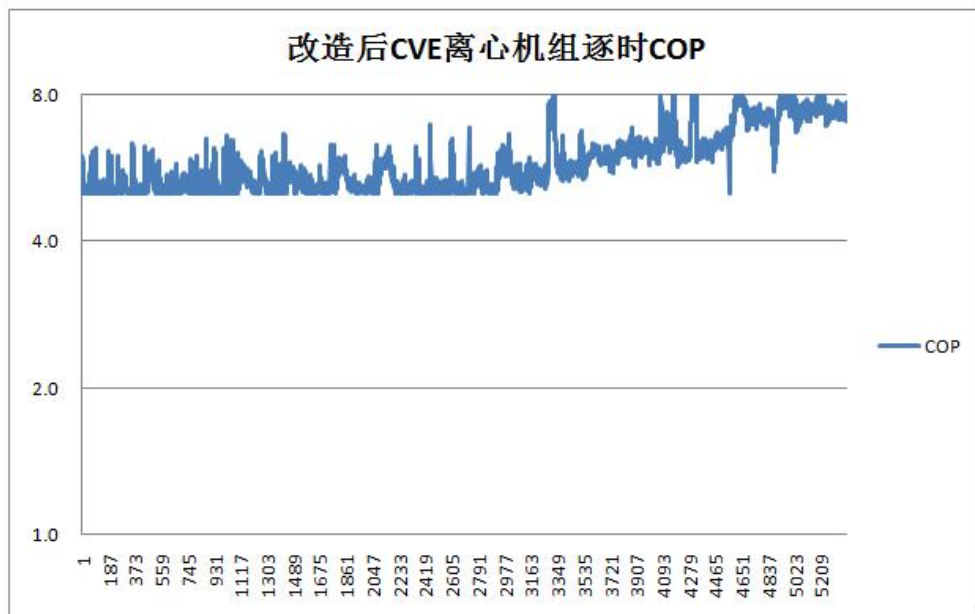


图 6 改造后

(六) 经济效益及社会效益

2016 年，用户将使用了 18 年的 2 台 300RT 水冷螺杆机组更换为 350RT 离心机，总投资额 306 万元，机组制冷性能系数从 3.17 提高到 5.8，制冷效率提高 83%，粗略估计全年可节省 36.05 万 kWh 电能。此项目改造，是机关单位在节能减排方向的新探索，做为区政府办公平台，需兼顾面向群众的服务品质及建筑本身的节能低碳，高能效空调的应用推广，既解决了单位办公环境问题，更是符合国家对于节能工作的要求，为节能减排做出贡献。

(七) 主要经验

经统计，2000 年左右落成的项目，受制于当时设计、计算、模拟水平，多存在设计负荷不准确的痛点，且由于办公用途、办

公规模的变更，原有主机容量无法满足现在的使用情况，加之主机设备运行时间过长会有冷量衰减，制冷量不足的情况愈发明显，严重影响使用体验。

在冬暖夏热地区，制冷能耗为办公建筑最大能耗项，需要引起重点关注，对于使用 15 年以上的老旧制冷机房，节能改造效益可观。