

必信磁悬浮无油变频离心机产品及技术

文 / 苏州必信空调有限公司 甘国稳

0 引言

随着人们对节能越来越重视，磁悬浮无油变频技术作为空调系统节能主要趋势之一，愈加受到各空调企业关注，同时磁悬浮无油变频技术经历了 20 年研发和应用，技术已经成熟，伴随越来越多项目的应用，也吸引了更多的客户对磁悬浮无油变频产品的关注。在实际接触当中，部分销售人员夸大或神话磁悬浮技术，普通客户由于不清楚磁悬浮原理难以分辨。“磁悬浮”不单是一个概念，而是要专业的技术使其落地，给客户带来实实在在的效益。要充分发挥磁悬浮的优势，需要厂家对磁悬浮压缩机及系统应用的充分理解和丰富的经验。苏州必信空调是国内唯一一家专注于磁悬浮技术的厂家，有着丰富的项目经验及行业内领先的技术积累，致力于为客户提供最专业的解决方案。

1 必信磁悬浮无油变频冷水主机特点及技术

1.1 机组特点

磁悬浮无油变频冷水主机结合了高速、直驱、变频和无油技术，必信磁悬浮无油变频冷水主机具有下列优点：

1) 极高的转速和极宽的调节范围：电机最高转速为 48 000 r/min，电机频率可以在 30 ~ 800 Hz 范围内无级调节。

2) 极佳的部分负荷效率：相较传统的压缩机，磁悬浮压缩机部分负荷能效 (IPLV) 可提高 50% 以上，对于大部分时间都处于部分负荷的情况非常有利。

3) 极静的运行声音：必信智磁™ 系列磁悬浮离心式模块机组满载运行 A 声级噪声仅为 55 dB，较同冷量的常规机组低 28 dB 左右，酷磁™ 系列磁悬浮离心式满液机组满载运行 A 声级噪声为 73 dB。

4) 极低的启动电流：启动电流为 2 A，大大减少对电网的冲击。电机功率因数达 0.95，对于配电系统有一定经济意义。

5) 磁悬浮离心式模块机组占地仅 1 m²，便于通过标准工业门以及狭窄的通道，无需进行拆卸墙体等工作，更适合通道狭窄、机房面积小的改造工程。

6) 磁悬浮离心式变频冷水机组轴承为磁悬浮轴承。无需润滑油，轴承无摩擦，降低了摩擦损失，省去给油系统费用，大大减少了润滑油引起的冷量和能效衰减，绿色环保。

1.2 必信磁悬浮无油变频冷水主机采用的技术

1) 采用 Turbocor 磁悬浮无油变频离心压缩机

磁悬浮离心压缩机高速旋转，最高可达 48 000 r/min，传统离心压缩机转速只有 3 000 r/min。传统离心机为了达到更高转速，需要配备传动齿轮，而传动装置的摩擦损失占压缩机功耗约 10%，磁悬浮离心机采用高速直接驱动，没有传动损失。

同时根据清华大学《润滑油对冷水机组能量性能的影响》对 36 台冷水机组试验结果表明：冷水机组的性能退化会随着运行时间的延长而加重。通常情况下，在中国，冷水机组运行 5 年以上退化率超过 10%，运行 10 年以上退化率超过 20%。退化的一个原因是，蒸发器与冷凝器的传热性能在长期运行和压缩机退化之后有所降低。采用磁悬浮压缩机后，系统采用无油设计，消除了润滑油对系统能效的影响，同时由于压缩机无磨损，确保机组长期性能持续无衰减。

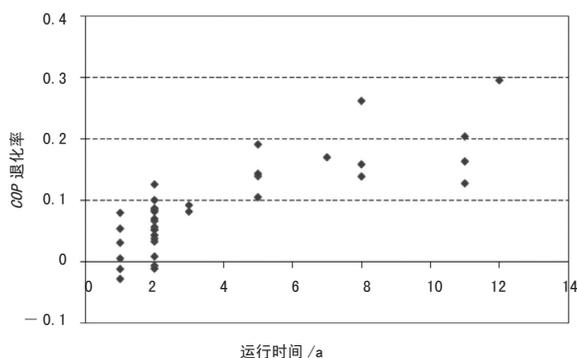


图1 冷水机组 COP 退化率和运行时间

另一方面，磁悬浮压缩机采用变频控制，由离心压缩机功率与转速的三次方成正比、而冷量与转速成正比可知，COP 与转速的平方成正比。通过变频控制，机组在部分负荷工况下，COP 相比传统机组大大提升。而实际使用过程中，机组在满负荷运行时间占比不到 2%，多数时间在部分负荷下运行，在实际使用中采用综合能效水平来衡量机组性能。

必信磁悬浮综合能效 IPLV 达 11，相比传统机组节能达 45% 以上。

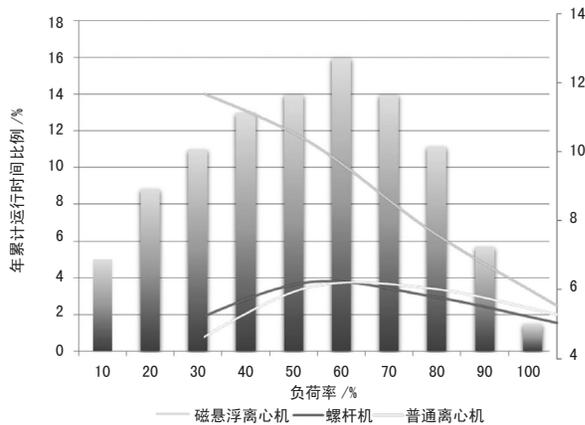


图2 冷水机组不同负荷率运行时间占比及传统冷水机组与磁悬浮离心机性能变化曲线

2) 变频离心机防喘振及并联优化技术

传统离心机通过调节导叶开度调节冷量输出，但由于离心本身喘振线的存在，机组能力调节范围有限。必信磁悬浮压缩机结合变频控制，大大扩展了能力调节范围，单压缩机冷量最低可达 10%。

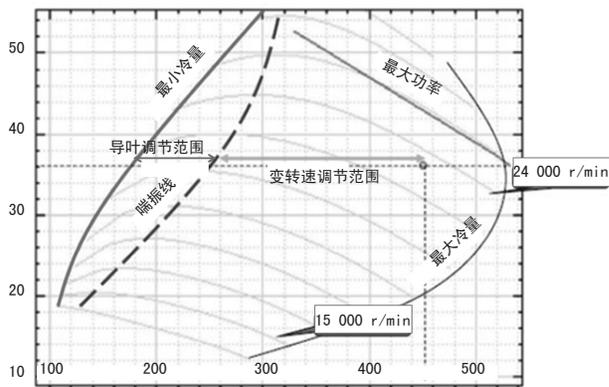


图3 变频离心机变转速调节和导叶调节能力输出

传统机组由于考虑压缩机回油等问题，通常一个系统只有一个压缩机，当某个压缩机停止运行时，该系统中换热器面积未能充分使用。而必信磁悬浮冷水机组，采用了多机头并联技术，即在一个冷凝器和一个蒸发器构成冷媒循环系统中，并联了多个磁悬浮压缩机，当单个压缩机停止运行时，剩余压缩机能继续使用整个系统冷凝器和蒸发器换热面积，从而提高了机组在部分负荷工况下换热效率和 COP (见图 4)。

必信磁悬浮压缩机采用多变频离心机头同步运行，而非简单加减载。多机头同步运行较单压缩机运行减少 35% 能耗，必信磁悬浮机组程序自动优化控制压缩机在最佳工作点工作。

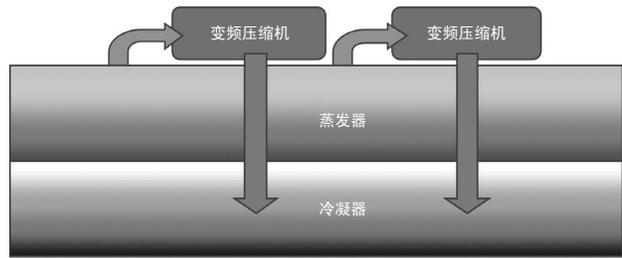


图4 必信磁悬浮离心机多个机头并联示意

3) 变流量高效无油换热器技术

传统机组随着冷水进出水温差减少，机组 COP 会降低。必信磁悬浮机组采用高效强化换热管，针对无油制冷系统特殊设计，确保 50% 水流下高效换热，满足系统变冷量要求，提高系统效率。必信磁悬浮无油变频冷水机组，COP 在冷水进出水温差降低时，保持不变，特别适用于一次泵变流量应用。

2 必信磁悬浮冷水机组产品

必信空调拥有丰富的磁悬浮产品系列，满足各种应用所需，包括酷磁™系列满液式磁悬浮机组、智磁™系列模块式磁悬浮机组、云磁™系列风冷磁悬浮机组、火磁™系列磁悬浮热泵产品机组以及全变频磁悬浮冷冻站等主机产品。必信还针对磁悬浮机组开发了专门的具有软件著作权的集控系统 Energy Loop®。

2.1 必信酷磁™系列满液式磁悬浮机组



图5 必信酷磁™系列满液式磁悬浮冷水机组

机组采用磁悬浮轴承，无润滑油、无磨损，易维护，使用寿命长达 30 年。机组能效满足国家一级能效标准，采用变频无级调节，综合能效 IPLV 达 11，相比传统机组节能率达 45% 以上。必信满液式磁悬浮酷磁™系列，采用专利的管路设计，2 台机组可以“背靠背”形式组合使用，节省占

地面积。机组采用变流量设计，当机组水流量在额定流量 50% ~ 100% 变化时，机组 COP 不会发生衰减，可以适用于一次泵变流量和大温差小流量应用。必信满液式磁悬浮酷磁™ 系列特别适用于客户关注运行费用节省和绿色建筑项目。

2.2 必信智磁™ 系列模块式磁悬浮机组



图6 必信智磁™ 系列模块式磁悬浮冷水机组

350 ~ 525 kW 可提供多种规格冷、热模块，统一外形尺寸：1.80 m × 1.20 m × 0.89 m。机组满载 A 声级噪声仅为 55 dB，总量仅 1 t，占地仅 1 m²，电梯运输特别方便。机组 COP 满足国家一级能效标准，IPLV 高达 9.0，机组水系统承压高达 3 MPa。特别适合超高层应用、老旧项目改造，更多机组运行灵活可靠，一次泵变流量应用，安装运输极其方便，便于业主后期加减冷量。多个模块可以灵活拼接为一个系统，最大制冷量 4 200 kW (1 200 rt)。

2.3 必信云磁™ 系列风冷磁悬浮机组



图7 必信云磁™ 系列风冷磁悬浮机组

制冷量 200 ~ 1 800 kW，机组 COP 满足国家一级能效标准，综合能效 IPLV 达 5 以上。机组采用磁悬浮压缩机和无

油管路设计，结构紧凑，可自带水力模块，方便现场安装使用。机组采用 EC 风机，在部分负荷时，可降低风机能耗和噪声水平。机组满载 A 声级噪声水平最低仅为 60 dB，无需额外降噪设施。必信云磁™ 系列风冷磁悬浮机组除了常规冷却方式外，也可结合自由冷却，进一步提高整个系统能效，可应用于医院、数据中心等项目。

2.4 必信机房群控 Energy Loop® 控制系统

必信自主研发，基于强大处理能力 PAC 控制单元，结合制冷行业多年技术和经验，针对冷水机组、冷水泵、冷却水泵及冷却塔整体的温度、流量和压力，提供自动控制，节能策略和一套完整的解决方案，集成了冷水机组通讯和灵活控制的中央集成控制系统。



图8 必信机房群控 Energy Loop® 远程监控系统

提供标准的通讯接口，支持 Modbus 通讯协议，所有测试数据可以通过 WIFI/3G 网络远程传输，用于远程监测，用户在办公室电脑或者手机上即能查看群控系统的实时数据。Energy Loop® 结合云平台技术，业主和现场人员可以查看机组运行状态，工厂技术人员可以远程诊断，提前发现运行不当和故障。

3 结语

磁悬浮无油变频冷水主机是一项成熟的“新”技术，具有诸多应用优势，同时要充分发挥磁悬浮优势，需结合项目应用本身特点及当地气候条件，进行优化设计和计算，以达

到降低运行费用和节省投资的目的。必信空调在磁悬浮领域积累了丰富的项目经验及技术实力，公司磁悬浮冷水机组不仅广泛应用于酒店、办公楼、医院、城市综合体等民用建筑，而且在工厂工艺冷却和数据中心等要求控制精确、可靠性高和节能率高的应用领域也取得了不俗的成绩。必信空调不仅仅提供磁悬浮冷水机组，更是整体解决方案提供商，从而实

现真正的绿色、节能。磁悬浮冷水机组以其出色的节能效果和高稳定性、高可靠性赢得越来越多客户的信任，我们深信，磁悬浮技术在中国会有更广阔的发展空间，也肩负着国家节能环保和中国制造向中国“智”造产业升级的历史使命，必信空调将为此作出更大贡献。

时讯 News

天加杭州地铁2号线一期工程 空调设备验收工作圆满完成

9月27—28日，天加杭州地铁2号线一期工程西北段空调设备，成功通过了由三方专家共同组成的验收小组的测试验收。专家验收小组成员包括业主方：杭州市地铁集团有限责任公司、设计单位；中铁二院工程集团有限责任公司、以及集成单位；中铁电气化勘测设计研究院有限公司。

据悉，杭州地铁2号线项目是天加于2012年中标的地铁项目之一，项目总金额达1500万元，其中2号线一期东南段的天加设备已于2015年投入使用，此次专家验收小组验收的是将在一期工程西北段投入使用的天加空调机组。

专家验收小组选取了庆春广场站中将使用的组合式空气处理机组及空气处理机组进行现场验收测试。此次验收测试项目主要包括了机组漏风率、绝缘电阻实验、耐电压检验、运转实验、设计工况下的风量、机外干工况静压、噪声、振动等。结果表明，2台机组的测试结果十分优秀，均优于GB/T 14294—2008《组合式空调机组》的国

标要求。

此外，验收小组专家还审查了项目空调设备的工艺质量文件，并察看了厂区现场的生产情况。在此期间业主方代表表示，目前在杭州地铁2号线东南段投入使用的天加机组运行情况稳定，乘客对地铁站内环境舒适度也非常满意。

据了解，天加是中国地铁最大的中央空调供应商。除杭州地铁外，天加还服务于北京、上海、广州、深圳、成都、苏州、天津等多个重点城市的近40条重点地铁线。同时，天加也是中国最大的空气处理机组供应商，连续5年市场占有率第一也充分证明了市场对天加空气处理机组的青睐。

