

## 附件

# 《国家工业节能技术应用指南与案例（2020）》 之五：电机系统节能技术

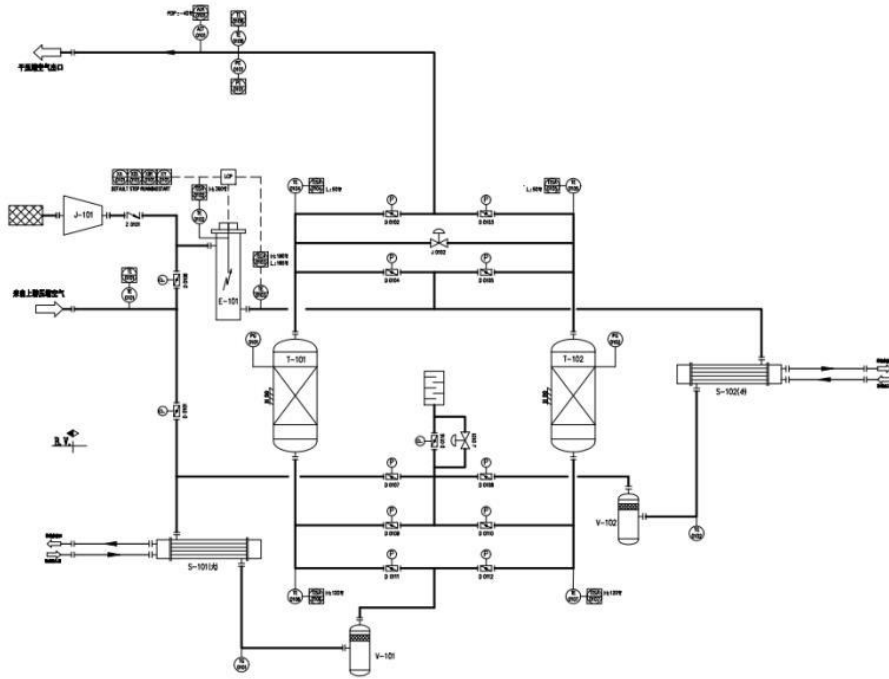
## （一）多模式节能型低露点干燥技术

### 1. 技术适用范围

适用于流程工业用压缩空气供气系统的节能技术改造。

### 2. 技术原理及工艺

通过压缩空气末级余热利用、常压鼓风深度再生、压缩空气吹冷流程与可视化独立控制体系，突破传统零气耗余热干燥常压露点 $-30^{\circ}\text{C}$ 局限，可在多变的环境工况下，智能适应常压露点 $-20^{\circ}\text{C}$ 到压力露点 $-40^{\circ}\text{C}$ ，实现多压力露点、多模式控制的独特性，压缩空气品质稳定，有效降低了设备运行费用，节能效果明显。工艺流程图如下：



### 3.技术指标

- (1) 多模式运行。
- (2) 湿负荷外排，保证干燥剂长期工作。
- (3) 本装置的处理单机气量最大达到 500Nm<sup>3</sup>/min。

### 4.技术功能特性

在压缩空气余热充分利用的前提下，实现压缩空气成品气稳定在压力露点-40℃的高标准要求。

### 5.应用案例

江苏一鸣生物科技根思乡厂区压缩空气系统智慧高效空压站改造项目,技术提供单位为杭州哲达科技股份有限公司。

(1) 用户用能情况简单说明：江苏一鸣生物 A 厂区的压缩空气含水量高、气体品质差，空压机的压缩热能没有二次回收利用。

(2) 实施内容及周期：应用生物发酵专用型 MMDB 干

干燥机系统，安装空压机智能群控系统，对主机进行高效化技术改造。实施周期 5 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期：改造后，成品气压力露点稳定控制在压力-40℃以下，主体流程超滤净化工艺安全顺行，干燥系统阻力损失在 0.02MPa，年节电量为 160 万 kW·h，折合年节约标煤 520t，减排 CO<sub>2</sub> 1442t/a。该项目综合年效益合计为 112 万元，项目总投资为 205 万元，投资回收期约 22 个月。

### **6.未来五年推广前景及节能减排潜力**

预计未来 5 年，推广应用比例可达到 20%，可形成节能 6.6 万 tce/a，减排 CO<sub>2</sub> 18 万 t/a。

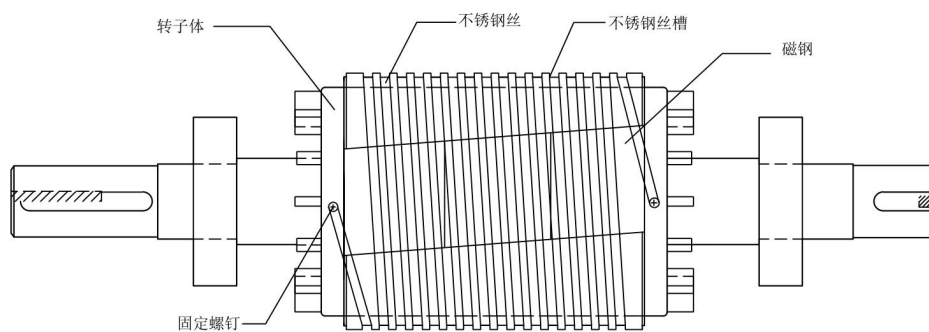
## **(二) 异步电机永磁化改造技术**

### **1.技术适用范围**

适用于异步电机节能技术改造。

### **2.技术原理及工艺**

将转子进行二次加工，开出一道弧形槽，在弧形槽内放入磁钢，然后用不导磁的不锈钢扁丝螺旋缠绕在磁钢表面，防止磁钢运行时飞出，实现了电机性能的改造，降低电机定子绕组中电流，减少绕组铜耗，减少能力消耗、提升电机能效水平，综合节电效果明显。工作原理图如下：



### 3.技术指标

- (1) 明示效率：90.3%~94.3%。
- (2) 额定转矩：19.1~117.8N·m。
- (3) 额定功率：3~18.5kW。

### 4.技术功能特性

- (1) 采用电机的再制造技术，实现了电机性能的改造以及电机效率点的提高。
- (2) 通过采用转子磁钢防止飞出结构设计有效的解决磁钢脱离的问题，同时不会增加转子体积。

### 5.应用案例

嘉兴市佳瑞思喷织有限公司节能改造项目，技术提供单位为杭州奇虎节能技术有限公司。

(1) 用户用能情况简单说明：嘉兴市鸣业纺织有限公司原来使用 7.5kW 的 Y 系列三相异步电机共 512 台，电机能效低。

(2) 实施内容及周期：嘉兴市佳瑞思喷织有限公司的 512 台 Y 系列三相异步电机更换为 7.5kW 倍捻机专用 AB 电机 (FTY-132M-1500-7.5kW)。实施周期 1 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期：设备平均每天可节电 3168kW·h，每年运行 12 个月，年节电量约为 162.2 万 kW·h，折合年节约标煤 527.2t，减排 CO<sub>2</sub> 1462t/a。该项目综合年效益合计为 81.10 万元，总投入为 92.16 万元，投资回收期为 1.1 年。

## **6.未来五年推广前景及节能减排潜力**

预计未来 5 年，推广应用比例可达到 10%，可形成节能 4.3 万 tce/a，减排 CO<sub>2</sub> 11.92 万 t/a。

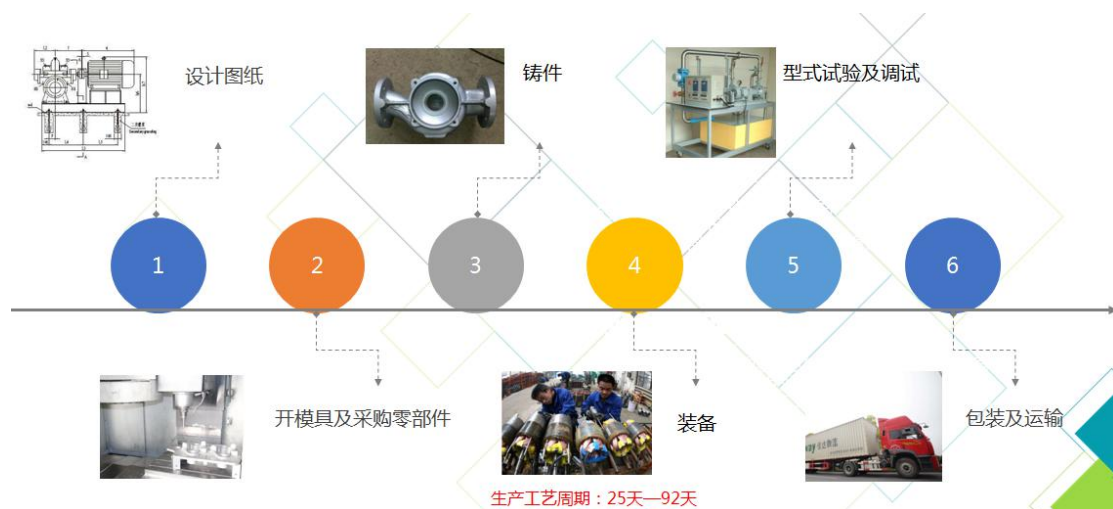
### **(三) 特制电机技术**

#### **1.技术适用范围**

适用于电机系统节能技术改造。

#### **2.技术原理及工艺**

定子采用低损耗冷轧硅钢片、VPI 真空压力浸漆技术，转子采用高纯度铝锭，优化设计风扇、通风系统、电机线圈绕组等降低了定子铜耗、转子损耗、铁耗、机械损耗、杂散耗等损耗，综合提升了电机效率，可满足各种空载、满载以及变频系统需求。工艺流程图如下：



### 3.技术指标

- (1) 电机效率提高 12%。
- (2) 平均无故障时间：>10 万 h。
- (3) 温度/湿度精度：±0.3℃/±3% RH。
- (4) 节电率：8%~20%。

### 4.技术功能特性

优化设计风扇、通风系统、电机线圈绕组等降低了定子铜耗、转子损耗、铁耗、机械损耗、杂散耗等损耗。

### 5.应用案例

蒙牛高科乳制品（北京）有限公司电机及水泵能效提升项目，技术提供单位为北京皓德创业科技有限公司。

(1) 用户用能情况简单说明：蒙牛高科乳制品（北京）有限公司由于工厂建厂时间较长，现场设备普遍效率不高，部分设备存在大马拉小车的状态。

(2) 实施内容及周期：本次项目主要采用特制电机替换高耗能电机。实施周期 27 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期：改造后，据统计年节约总电量约 345 万 kW·h，折合年节约标煤 1121t，减排 CO<sub>2</sub> 3108t/a。该项目综合年效益合计为 241.5 万元，总投入为 433 万元，投资回收期约 1.8 年。

#### **6.未来五年推广前景及节能减排潜力**

预计未来 5 年，推广应用比例可达到 10%，可形成节能 4.9 万 tce/a，减排 CO<sub>2</sub> 13.6 万 t/a。

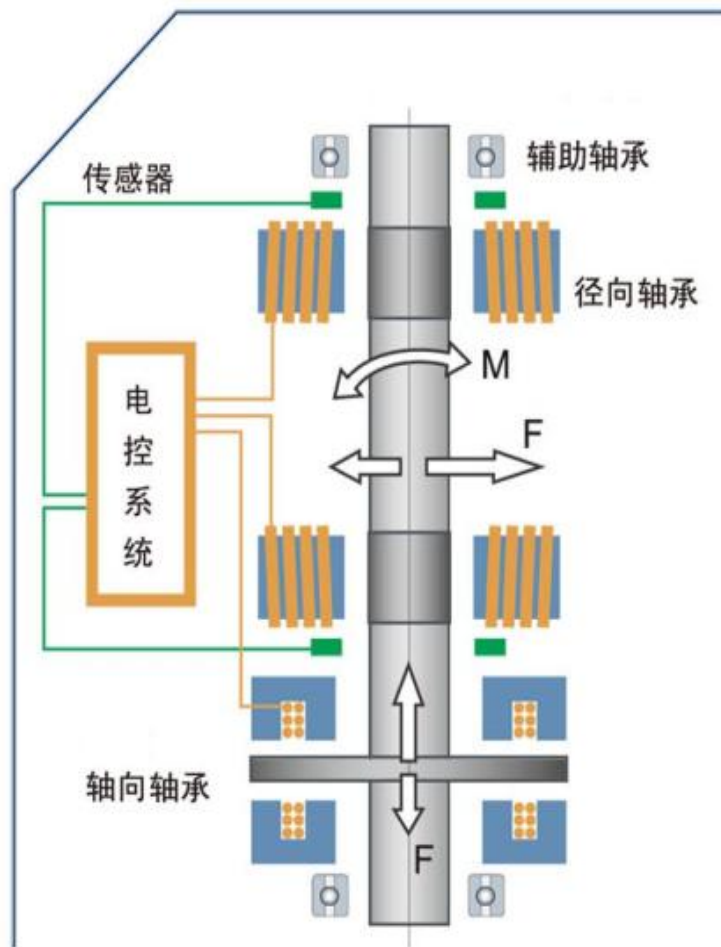
### **(四) 智能磁悬浮透平真空泵综合节能技术**

#### **1.技术适用范围**

适用于造纸行业真空干燥工艺节能改造。

#### **2.技术原理及工艺**

采用磁悬浮轴承技术，彻底消除摩擦，无须润滑；采用高速电机直驱技术，无机械传动损失；采用智能管理模式，根据工况自动调整真空度，实现了防喘振、防过载及异常工况下的高度智能化操作，极大地降低了操作和维护要求，相比传统水环真空泵节能效果显著，节水率近 100%。磁悬浮轴承结构图如下：



### 3.技术指标

- (1) 产品功率：75~700kW。
- (2) 真空度：10~70kPa。
- (3) 风量：80~1120m<sup>3</sup>/min。

### 4.技术功能特性

(1) 磁悬浮透平真空泵将完全无接触、无摩擦的磁悬浮轴承技术应用于透平真空泵领域。

(2) 磁悬浮透平真空泵采用叶轮与高速永磁同步电机直联的方式，简化了真空泵的主机系统，系统的传动效率和气动效率更优。



(3) 产品所有监测数据经过智能管理模块深度分析、真空度的调整，防喘振、防过载及异常工况下的操作高度智能化，极大地降低了操作和维护要求。

(4) 采用独特分区结构的汽水分离器，能够高效的分离从真空抽吸点处吸入的水、纤维等杂质，分离效果达到 98% 以上。

## **5.应用案例**

仙鹤股份有限公司 PM17 真空泵改造项目，技术提供单位为亿昇（天津）科技有限公司。

(1) 用户用能情况简单说明：仙鹤股份有限公司 PM17 生产特种纸，年产量 6 万 t。真空脱水系统一直采用水环式真空泵，高真空浪费严重，故对真空系统进行升级改造。

(2) 实施内容及周期：应用 2 台 EV300 磁悬浮透平真空泵替代现场 7 台水环式真空泵。实施周期 1 个月。

### **(3) 节能减排效果及投资回收期**

磁悬浮透平真空泵运行总功率 310kW，比之前水环式真空泵的 645kW 节能超过 50%，年节能量 281 万 kW·h，折合年节约标煤 915t，减排 CO<sub>2</sub> 2537t/a。该项目综合年效益合计为 168.8 万元，总投入为 225 万元，投资回收期约 1.3 年。

## **6.未来五年推广前景及节能减排潜力**

预计未来 5 年，推广应用比例可达到 10%，可形成节能 53 万 tce/a，减排 CO<sub>2</sub> 147 万 t/a。

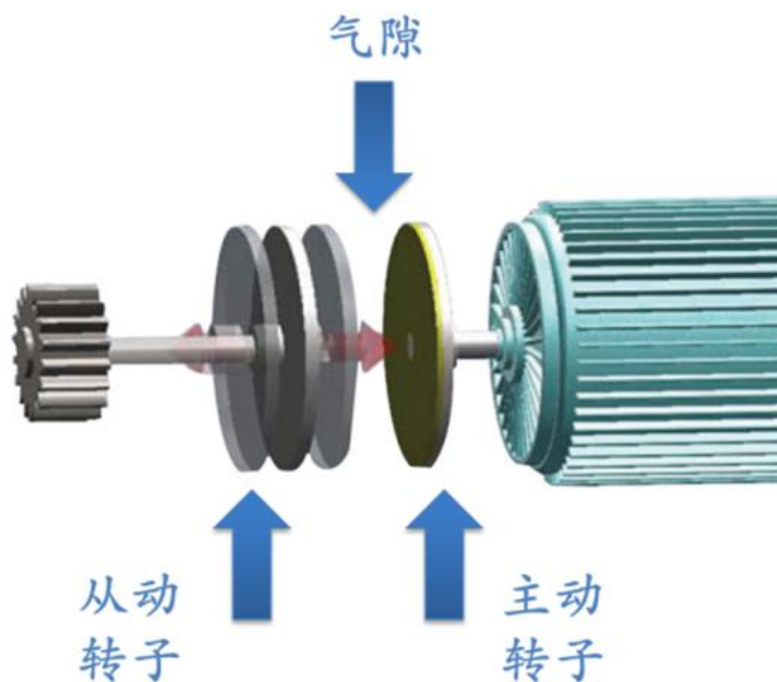
## **(五) 卧式油冷型永磁调速器技术**

## 1.技术适用范围

适用于工业传动系统节能改造。

## 2.技术原理及工艺

透过气隙传递转矩，电机与负载设备转轴之间不需要机械连结，电机旋转时带动导体主动转子切割磁力线，在导磁盘中通过涡电流产生感应磁场，感应磁场和永磁场之间磁性的相互吸合和排斥拉动从动转载，从而实现了电机与负载之间的转矩传输，代替传统的电子变频器、液力耦合器，节能效果明显。系统原理图如下：



## 3.技术指标

- (1) 节电率：20%~50%。
- (2) 系统振动减少：50%~85%。
- (3) 噪声：<95dB。
- (4) 可传递 0~5000kW 的负载。

#### **4.技术功能特性**

采用永磁调速器技术，可以通过调节气隙实现流量和压力的连续控制，取代原系统中控制流量和/或压力的阀门或风门挡板，在电机转速不变的情况下，调节风机或水泵的转速。

#### **5.应用案例**

国电镇江大港热电厂改造项目，技术提供单位为安徽沃弗永磁科技有限公司。

(1) 用户用能情况简单说明：国电镇江大港热电厂 3# 机组改造前采用 560kW、990r/min 发电机，引风机采用变频调节方式，故障频发。

(2) 实施内容及周期：3#机组引风机共计 1 台，发电机组扩容，电机的功率由改造前的 560kW、990r/min 扩大为 1400kW、990r/min、10kV、99A、0.86，选用卧式油冷型 TW850 永磁调速器，改造后运行稳定。实施周期 1 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期：风机按照全年运行 8000h 计算，年节约总电量为 224.58 万 kW·h，折合年节约标煤 729.88t，减排 CO<sub>2</sub> 2023.6t/a。该项目综合年效益合计为 112.28 万元，总投入为 100 万元，投资回收期约 0.9 年。

#### **6.未来五年推广前景及节能减排潜力**

预计未来 5 年，推广应用比例可达到 23%，可形成节能 34 万 tce/a，减排 CO<sub>2</sub> 94.27 万 t/a。

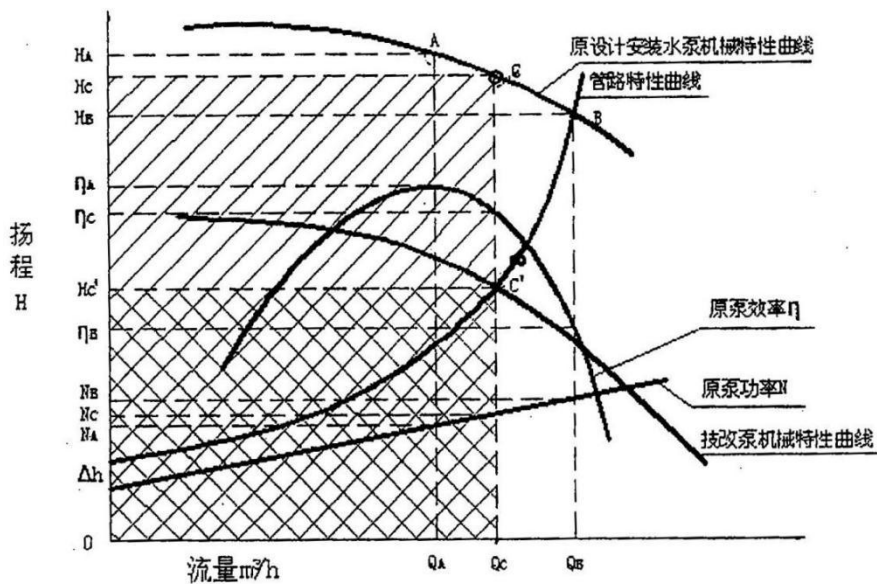
### **(六) 循环水系统节能技术**

### 1.技术适用范围

适用于化工行业循环水系统节能技术改造。

### 2.技术原理及工艺

采用在线流体系统的纠偏技术，通过对原运行工况的检测及参数采集，计算系统的最佳运行工况点，定制与系统匹配的高效流体传输设备，配套自动控制设备，对温度、电流、压力、系统流量等性能参数进行实时监控，系统节电效果明显。技术原理图如下：



### 3.技术指标

- (1) 平均节电率：30%。
- (2) 噪声、振动、轴承温度得到改善。
- (3) 实现循环水系统自动控制。

### 4.技术功能特性

对循环水系统提供在线能耗检测、能效评估、运营管理等功能。

## **5.应用案例**

上海中石化三井化工有限公司节能改造项目，技术提供单位为杭州泵浦节能技术有限公司。

(1)用户用能情况简单说明：改造前5月到9月水泵耗电量522.945万kW·h。

(2)实施内容及周期：对3台循环水泵采用循环水系统高效节能技术进行节能改造。实施周期17个月。

(3)节能减排效果及投资回收期：改造后，年节约总电量596万kW·h，折合每年可节约标煤1937t，减排CO<sub>2</sub>5370t/a。该项目综合年效益合计为399.32万元，总投入为270万元，投资回收期约8个月。

## **6.未来五年推广前景及节能减排潜力**

预计未来5年，推广应用比例可达到20%，可形成节能5.28万tce/a，减排CO<sub>2</sub>14.6万t/a。

## **(七) 低温空气源热泵供热技术**

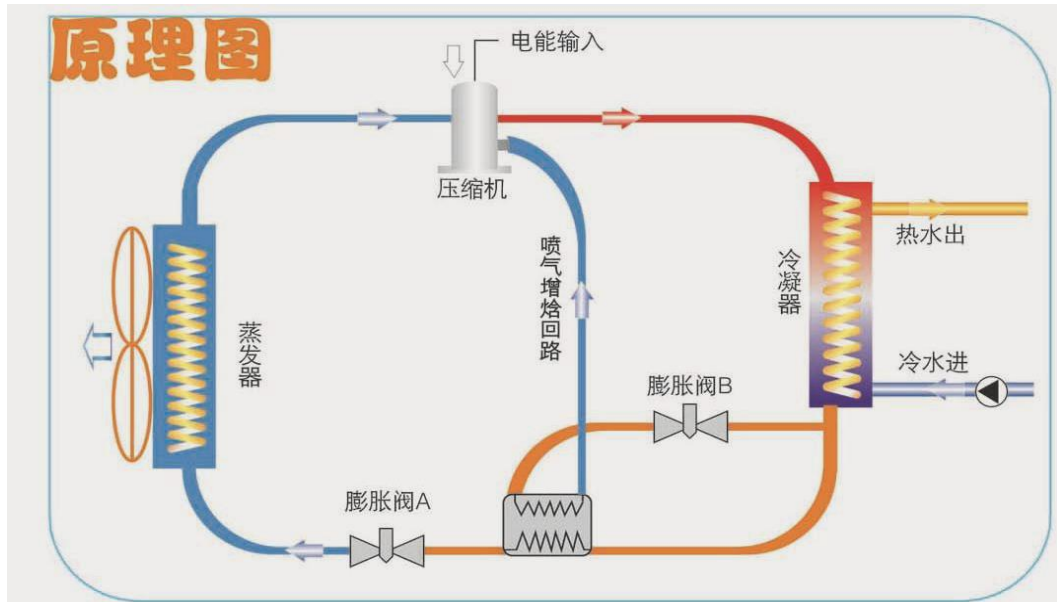
### **1.技术适用范围**

适用于各行业生活供热节能改造。

### **2.技术原理及工艺**

采用喷气增焓技术，将空气中低位能，通过压缩机转变为高位能产生热量，实现生活供热。相比电锅炉、电暖气等

节电效果明显，同时采用霜水处理技术，解决了低温气候下普通机型蒸发器霜水堆积结冰的难题，节能效果显著。工艺原理图如下：



### 3.技术指标

- (1) 与电锅炉相比节电率： $\geq 70\%$ 。
- (2) 噪声： $< 69\text{dB}$ 。
- (3) 环境温度为 $-12^{\circ}\text{C}$ 时，每天供暖耗电量  $0.21\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2$ 。
- (4) 名义 COP: 2.46。

### 4.技术功能特性

- (1) 与普通空气源热泵相比节能 12% 以上。
- (2) 机器运行稳定，寿命长。
- (3) 机组采用四通阀换向和冷凝余热双段热气旁通等多重化霜技术，减少了机组结霜频次，提高了化霜速度。
- (4) 单个线控器可控制多台机组、压缩机递次启动和停止。

(5) 蒸发器采用内平片外波纹设计，面积更大，铝箔采用纳米技术的亲水涂层，污物不易附着，耐腐蚀性强。

## 5.应用案例

大北农实业公司办公、住宿、生产车间供暖系统升级改造项目，技术提供单位为银川艾尼工业科技开发股份有限公司。

(1) 用户用能情况简单说明：改造前使用 2 台 2t 的燃气锅炉进行供暖，一个采暖季消耗的天然气量为 110294m<sup>3</sup>。

(2) 实施内容及周期：将原有的 2 台 2t 的燃气锅炉进行改造，采用 3 台 DKFXLN-50S II 和 1 台 DKFXLN-25S II 超低温空气源热泵系统供暖制冷方案及配套产品。实施周期 2 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期：改造后，一个采暖季共消耗电量 31.3 万 kW·h，折合标煤 101.73t；每年可节约天然气 110294m<sup>3</sup>，天然气折标系数按 1.3300kgce/t 计算，折合标煤 146.7t。改造后综合年节约标煤 45t，减排 CO<sub>2</sub> 124.8t/a。该项目综合年效益合计为 50 万元，总投入为 85 万元，投资回收期约 1.7 年。

## 6.未来五年推广前景及节能减排潜力

预计未来 5 年，推广应用比例可达到 40%，可形成节能 9.8 万 tce/a，减排 CO<sub>2</sub> 27.2 万 t/a。