

196 基于双转子连续混炼造粒机的高效混炼节能技术

一、**技术名称：**基于双转子连续混炼造粒机的高效混炼节能技术

二、**技术所属领域及适用范围：**轻工行业 橡塑加工领域

三、**与该节能技术相关生产环节的能耗现状**

目前，聚合物共混主要设备为单螺杆、双螺杆挤出机和密炼机等。其中，单螺杆挤出机具有结构简单、易于制造、成本低等优点，但混合能力较差；双螺杆挤出机作为混炼设备，具有优异的混合特性，但填充混合能力弱，单位产品的能耗较高；密炼机在塑料混合方面应用比较广泛，但间歇式操作，产品质量不稳定，能量利用不合理，单位产品能耗高。基于混沌混合的双转子连续混炼造粒机结合了密炼机优异的混合特性和双螺杆挤出机连续工作的特点，具有极强的填充、分散混合能力，节能效果良好。

四、**技术内容**

1. 技术原理

采用基于高拉伸的混沌型转子，使塑料在连续混炼机内的熔融过程呈现离散熔融状态，提高传热效率和熔融速度；通过在连续混炼机的熔融区和混炼区之间建立起能量耦合，利用混炼过程中产生的熔融耗散热，满足固体树脂熔融过程中对热量的需求；通过在混炼场中建立高效的拉伸流动，提高混炼效率。最终使整个混炼过程的能量消耗大幅降低。

2. 关键技术

高效连续混炼技术通过转子结构和混炼工艺，在混炼流场中建立起强拉伸混沌混合流动和强化的熔融耗散混合过程，可有效解决高比例粉体填充改性聚合物过程中的粉体分散问题，其主要关键技术如下：

(1) 塑料颗粒的离散熔融技术

借助于混沌型转子结构，使塑料的熔融过程呈现离散包覆熔融状态，提高了熔融过程中能量的传递效率和固体颗粒熔融速率，降低了熔融过程的能量消耗。

(2) 基于能量耦合的热量自循环技术

通过对混炼机内部轴向返混流动的优化，在连续混炼机的熔融区和混炼区之

间建立起能量耦合，利用混炼段熔体粘性耗散产生的热量，满足固体物料熔融过程对能量的需求，使设备在运行过程中不再需要外部补充热量。

(3) 基于高拉伸的粘性耗散熔融高效混合技术

借助于优化的转子结构和三维造型，在混炼腔内建立起高拉伸混沌混合流动，提高了混炼效率，降低了单位产品的能量消耗。

3. 工艺流程

以高效清洁化连续混炼成套生产装置为核心主机的塑料共混加工过程的典型生产工艺流程（电缆屏蔽料）见图 1。物料（包括各种粉料、粒料、添加剂等）经过增重式计量秤计量后，进入低速预混混合器混合。借助于失重计量秤，将混合后的物料以一定的比例和流率连续地加入到双转子连续混炼机中进行混合，实现各组分的均匀分散。熔融的物料通过出料口均匀流出并进入到单螺杆挤出机中，建立足够的压力，通过模头挤出，经过造粒机切成所需要的颗粒，并经过离心脱水机干燥，得到最终成品。

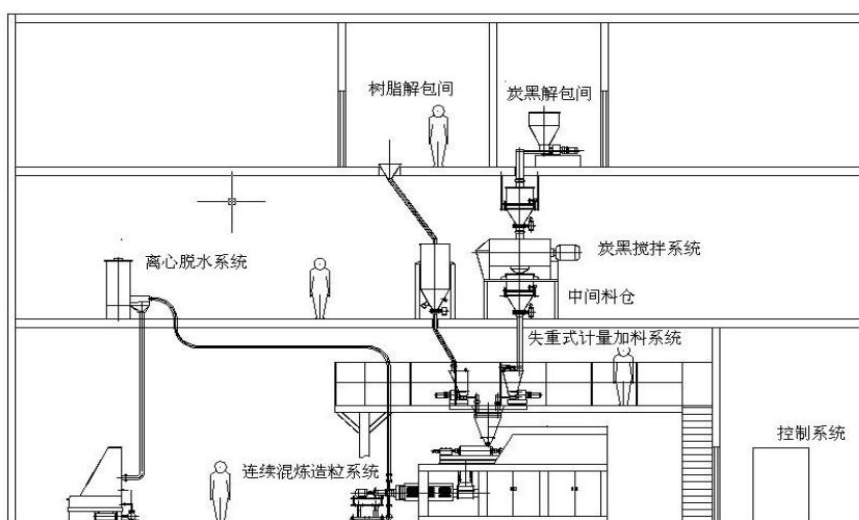


图 1 塑料共混加工典型工艺流程图

本技术所采用的核心部件——双转子连续混炼机转子结构如图 2 所示。根据其功能可以划分为加料段、混炼段和出料段。

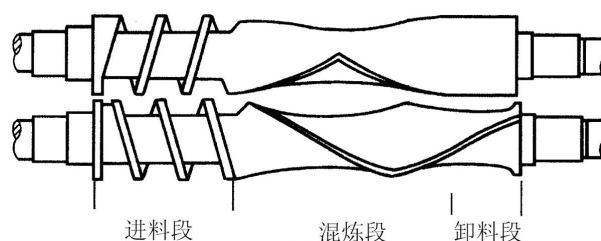


图 2 连续混炼机双转子结构示意图

由图 2 可见，转子的加料段像一对非啮合的双螺杆，将计量加料机加入的物料输送到混炼段。转子的混炼段像一对密炼机的转子，其表面有两对旋转方向相对、角度各不相同的螺棱，物料在此被压缩、熔融、剪切、伸展，从而最终被混炼与塑化；转子的卸料段是椭圆形的，混炼完成的物料在此通过机筒上卸料口被排出。

五、主要技术指标

1. 实际混炼能耗比功率：0.24kW/(kg·h) (80%CaCO₃/HDPE)；
2. 相对传统混炼工艺，减少能耗：30%-50%；
3. 减少有害异味气体排放量：≥60%；
4. 减少粉体排放量：98%。

六、技术应用情况

该技术获得国家发明专利 5 项，并于 2003 年获得江苏省科学技术进步三等奖，2008 年获得中国机械工业联合会科学技术进步三等奖，2012 年获得上海市科学技术进步二等奖。目前，已在市场上成功应用近 40 套设备，经过与美国 FARREL 公司的 CP II 连续混炼机对比，该技术设备的产量提高约 20%；与目前国内常用的塑料混炼方法对比，单位产品能耗降低 30%~50%，粉尘排放量降低 90%~95%，节能环保效益良好。

七、典型用户及投资效益

典型用户：上海万益高分子材料有限公司、山东安澜高分子材料有限公司、苏州国嘉高分子科技有限公司、广东彩虹色母粒有限公司、南京新鹏塑化有限公司、金发科技股份有限公司、杜邦（中国）研发中心、浙江万马高分子材料有限公司等。

典型案例 1

案例名称：上海万益高分子材料公司电缆屏蔽料连续混炼造粒项目

技术提供单位：华东理工大学

建设规模：1 万 t/a 电缆屏蔽料清洁连续混炼造粒系统。建设条件：厂房面积 4000m²，层高 6m+4m+4m，三层。主要改造内容：采用 4 套转子直径为 100mm 的基于混沌混合的双转子连续混炼造粒机组替换原美国进口的 CP II -500 型连续混炼造粒机组。项目投资额 800 万元，较进口生产线节约投资 1920 万元，建设

期 5 个月。年节能量约 93tce，碳减排量 218tCO₂。年节能经济效益为 24 万元，投资回收期约 1 年。

典型案例 2

案例名称：金发科技公司高浓缩滑石粉母粒的连续混炼造粒项目

技术提供单位：华东理工大学

建设规模：2500t/a 高浓缩滑石粉母粒连续混炼造粒系统。建设条件：厂房面积 1000m²，高 12m，单层。主要技改内容：采用 1 套转子直径为 100mm 的高效清洁双转子连续混炼造粒装置替代原有的密炼机+单螺杆挤出造粒机系统，提高了生产能力和产品质量，降低了单位产品的能量消耗，同时构建了无尘化生产车间。项目投资额 180 万元，建设期 5 个月。年节能量约 104tce，碳减排量 244tCO₂。年节能经济效益 24 万元，投资回收期约 3 年。

八、推广前景和节能潜力

基于混沌混合的双转子连续混炼造粒机及相关的高效连续混炼技术，结合了密炼机优异的混合特性和双螺杆挤出机连续工作的特点，广泛应用于橡塑加工行业。该技术在提高共混塑料制品性能的同时，不仅可以大幅度降低现有橡塑加工过程中的能耗和运行成本，还能有效提高自动化程度和生产效率，改善车间环境，有效粉尘排放量减少 95%以上，推广前景广阔。以高浓缩色母粒、功能母粒制造业为例，预计到 2020 年，本技术可推广至 40%，实现生产共混改性母粒和专用料 1000 万 t/a，项目总投资 20 亿元，可实现的年节能能力约 13 万 tce，年碳减排潜力约 31 万 tCO₂。

197 制糖热能集中优化控制节能技术

一、**技术名称：**制糖热能集中优化控制节能技术

二、**适用范围：**轻工行业 精炼糖厂、甘蔗糖厂和甜菜糖厂等

三、**与该节能技术相关生产环节的能耗现状**

制糖业是关系国计民生的重要产业。我国是世界第三大食糖生产国，2015-2016年制糖期，全国开工糖厂230多家，糖产量约为858万t。目前，我国制糖行业普遍存在耗能高、技术装备落后、生产过程自动化和信息化管理程度低等问题，百吨糖料平均能耗约5.1tce，是国际平均水平的1.2倍，是国外先进制糖企业的1.7倍。糖厂的锅炉动力、蒸发、煮糖等是制糖企业主要的热力工段，其能源的合理分配使用对制糖企业能耗影响显著。

四、**技术内容**

1. 技术原理

采用热能集中优化控制系统，将自动控制、优化技术、信息技术等应用于糖厂的热能管理，实现蒸发、煮糖等主要热能消耗工段的网络化自动控制，通过热力模型进行热力方案优化，实现热力系统的优化控制，使热力系统高效稳定运行，实现节约。

2. 关键技术

(1) 锅炉工段自动控制技术

通过建立蔗渣炉燃烧过程的蒸汽压力、炉膛负压、烟气氧含量、进料量、蔗渣水分、送风量、引风量等主要参数的数学模型，采用广义预测控制策略，实现蔗渣锅炉燃烧过程自动控制及优化燃烧过程，提高蔗渣锅炉的燃烧效率。

(2) 蒸发工段自动控制技术

开发出锤度在线检测设备的抗积垢技术，使糖浆锤度在线检测稳定可靠。通过采取有效的糖浆液位、糖浆锤度控制策略解决多效蒸发过程的大容量滞后特性带来的控制问题，实现多效蒸发过程的自动控制。

(3) 煮糖工段自动控制技术

采用母液浓度和糖膏锤度双参数控制方案，开发应用了双参数自动煮糖控制

系统，实现高浓度自动煮糖，缩短煮糖时间，减少煮糖过程用汽量。

(4) 糖厂多效蒸发系统最小有效能优化技术

基于有效能损失最小为目标函数建立糖厂热能优化模型，约束条件充分考虑了加热和煮糖工段的用汽条件及耗汽量，运用最优规划化理论和 PSO 算法，对生产过程多效蒸发系统热力方案进行集中优化，得到符合当前设备状态和生产状态的热能优化方案，并通过控制系统调节，使热能优化方案得以执行，从而达到以最小的能量消耗完成生产任务目的，显著提高节能水平。

(5) 全厂组网集中优化监控技术

基于 OPC 通讯协议完成网络对糖厂生产数据的采集，将生产主要能耗部门锅炉、电力、压榨、澄清、蒸发、煮糖等工段能耗数据进行统一监控和优化控制管理，显著降低全厂的能耗水平。

3. 工艺流程

糖厂热能集中优化及控制系统建立了糖厂锅炉动力、多效蒸发、煮糖等主要热力工段的网络控制系统，构建全厂整个生产过程的热力模型（图1、图2）。通过网络控制系统实现各工段生产数据的在线检测和共享，对全厂的生产状况和生产能耗进行适时在线分析，并利用优化手段对全厂热力方案进行调优，实现生产流程的优化控制，最大限度地挖掘各单元设备的生产潜力，确保糖厂在既有生产装备条件下，能够以最小的能量消耗完成生产任务，达到生产节能的目的。



图 1 技术路线总体框图

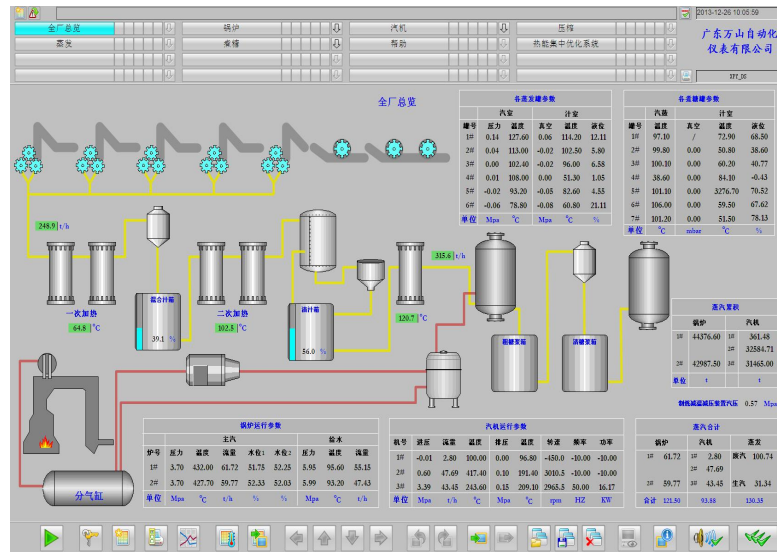


图 2 糖厂各主要能耗工段自控系统操作界面

五、主要技术指标

1. 百吨甘蔗能耗：3.55tce（2012/13-2014/15 年制糖期行业平均值为 5.045tce）；
2. 蒸发一效汁汽冷凝水含糖量：≤30mg/kg；
3. 锅炉热水回炉利用率：98%。

六、技术应用情况

该技术获得国家发明专利 4 项，并于 2014 年 3 月通过中国轻工业联合会组织的成果鉴定。目前，该技术已在广西壮族自治区 5 家制糖企业成功应用，节能效果良好。

七、典型用户及投资效益

典型用户：广西来宾永鑫小平阳糖业有限公司、广西来宾永鑫糖业有限公司、广西都安永鑫糖业有限公司、广西合浦西场永鑫糖业有限公司、广西大新雷平永鑫糖业有限公司等。

典型案例 1

项目名称：广西来宾永鑫小平阳糖业有限公司热能集中优化控制项目

技术提供单位：广东省生物工程研究所（广州甘蔗糖业研究所）

项目建设规模：日榨甘蔗 7500t（年处理 100 万 t 蔗）。项目建设条件：亚硫酸法甘蔗糖厂。主要建设或改造内容：糖厂实施热能集中优化控制系统。主要设

备为锅炉工段 DCS 控制系统、澄清蒸发工段 DCS 自动控制系统、煮糖自动控制系统、全厂组网集中优化监控系统、“两化”融合信息系统。项目投资额 1486 万元，项目建设期 5 个月。项目节能量 14950tce，项目碳减排量 39468 tCO₂。项目年经济效益约为 740 万元，投资回收期约 2 年。

典型案例 2

项目名称：广西大新县雷平永鑫糖业有限公司热能集中优化控制项目

技术提供单位：广东省生物工程研究所（广州甘蔗糖业研究所）

项目建设规模：日榨甘蔗 12000t（年处理约 128 万 t）。项目建设条件：亚硫酸法甘蔗糖厂。主要建设或改造内容：对锅炉、蒸发、煮糖等糖厂重点工段进行了自动控制系统改进、同时安装了全厂组网集中优化监控系统及“两化”融合信息系统。主要设备为锅炉工段 DCS 控制系统、澄清蒸发工段 DCS 自动控制系统、煮糖自动控制系统、全厂组网集中优化监控系统、“两化”融合信息系统。项目投资额 1898 万元，项目建设期 4 个月。项目节能量 20400tce，碳减排量 53856 tCO₂。项目年经济效益为 963.00 万元，投资回收期约 2 年。

八、推广前景和节能潜力

由于我国制糖业自动控制技术水平相对还比较低，在糖厂热能集中优化控制系统方面经验积累有限，现有的节能设备和技术成果主要是在生产的某一局部环节发挥节能的作用，鉴于此该技术将具有较大的推广应用潜力。预计到 2020 年，该技术在行业内的推广比例将达到 20%，项目总投资 2 亿元，可形成的年节能能力约 22 万 tce，年碳减排能力约 58 万 tCO₂。

198 棉纺织企业智能空调系统节能技术

一、**技术名称：**棉纺织企业智能空调系统节能技术

二、**技术所属领域及适用范围：**纺织行业 棉纺车间、机织车间、针织车间、服装车间。

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

利用计算机智能控制原理，对空调的机电设备进行监控管理。一方面满足生产工艺和工作环境要求，另一方面监控和保障设备正常运行和有效节能。目前该技术可实现节能量 5 万 tce/a，减排约 13 万 tCO₂/a。

四、**技术内容**

1.技术原理

利用自主研发的智能软件，通过变频调速，对电机、风机（水泵）的运行效率曲线做出动态控制，使系统能量优化合理运行。控制过程如下：

（1）温湿度控制

根据回风温湿度与设定值的参数偏差，通过 CPU 的控制算式，自动分析确定控制送风温度、回风温度在要求的控制范围内，以满足生产工艺及舒适度要求。

（2）风阀控制

电动风阀门可根据室内外空气焓值和露点温度调节阀门开度。在过渡季节，还可根据焓差控制调节新风阀门的开度，保证生产工艺要求和舒适度。

（3）故障连锁控制

故障保护控制：当机组发生故障时，联锁停风机和各种阀门。

（4）节能控制

本智能空调系统，采用如下节能手段：

--全新风运行模式

根据检测的室内外温湿度及焓值等参数，由计算机自动分析计算是否通风及通风时新风比例，能耗仅在风机运行的功率。

--过渡季节零能量带

在过渡季节，停止供应冷热源，采用室外新风全新风运行模式或焓差控制方

式，不消耗冷热源，只消耗风机能量，节约大量能源。

--最小新风量控制

当新风不满足通风条件时，只对室内空气预热，避免新风负能量消耗。

--焓差控制

温湿度变送器自动计算室内外的空气焓值，控制新、回、排风阀开度。

--压差传感器控制

以除尘装置通过进口的压差，确定机器启停时间，达到除尘和节能效果。

--回潮率温湿度控制

根据各个工序的回潮率特点，选择是否吸湿或者放湿，选择合理的湿度。

--最佳启停控制

根据车间使用时间、功能、气候变化等状况，实施最佳启停控制。

2.关键技术

- (1) 计算机节能优化控制模块，传感器和执行器一体化控制模块；
- (2) 高效风机、高效宽频电机、低谐波变频技术一体化系统；
- (3) 能耗采集记录分析系统；
- (4) 远程监控及预警系统。

3.工艺流程

工艺流程图如下：

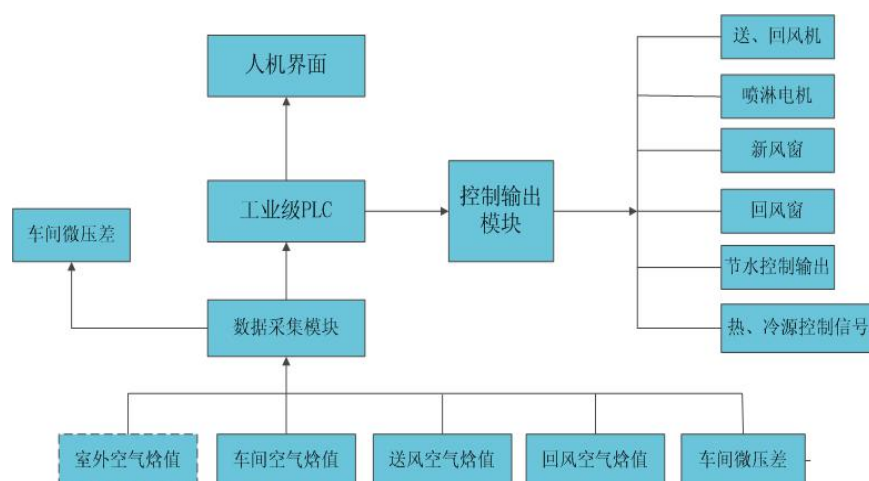


图 1 工艺流程图

五、主要技术指标

该技术，不间断对车间里的常温空气进行除尘净化，补充室外新风，改善工作环境。根据空调的特点，本系统只使用于纺织行业的棉纺车间、机织车间、针织车间、服装车间。

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

本技术采用工业级 PLC 作为控制器，具有可靠的控制稳定性。采用先进自控系统集中监视、管理和控制机电设备，有效地发挥设备的功能和潜力。

七、典型应用案例

应用单位：互太纺织控股有限公司

技术提供单位：郑州宏大纺织有限公司

互太纺织控股有限公司集合针织、染色、印花及整理之综合生产线，年产量约达 8700 万 kg。截止到 2014 年 6 月共改造 B3-3 车间 1 套，B2-2 车间 1 套，B2-3 车间 1 套，B3-7 车间 2 套，B3-2 车间 1 套共计 6 套。改造后项目年节能量 5009tce，年 CO₂ 减排量 13925t，总投资 400 万元，投资回收期 1 年。

八、推广前景及节能减排潜力

预计未来 5 年，该技术在行业内的普及率能达到 10%左右，需总投入 100000 万元，预计年节能能力可达到 50 万 tce，预计年 CO₂ 减排能力 132 万 t。

199 染整企业节能集热技术

一、**技术名称：**染整企业节能集热技术

二、**技术所属领域及适用范围：**纺织行业 纺织等替代工业领域，纺织印染等相关工业用热。适用于光照充足，屋顶承重 100kg 以上范围

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

高效率大容量太阳能中高温锅炉系统可以满足我国工业 80-400℃热能需求，为工农业及建筑领域节能减排奠定基础。染整企业节能集热技术运行过程无排放，每平米太阳能中高温锅炉系统的安装，将实现年节煤 0.2t/a·m²，减少 CO₂ 排放 0.5t/a·m²。

工业领域及建筑领域 80-400℃热能需求及制冷需求应用 10%太阳能替代，市场超过了 15 亿 m²，年产值超过了 5000 亿元，年节煤达到 1 万 t，年减排达到 3 万 tCO₂。

四、**技术内容**

1.技术原理

染整企业节能集热技术由跟踪太阳运动的太阳能聚光集热器和位于聚光器焦线处的吸热管组成的太阳能油/水蒸汽发生系统，一般由抛物面槽式聚光器、吸热管、储热单元、蒸汽发生器和控制系统等单元组成。

曲面反射镜拼接成面形为抛物柱面的反射面，动力机通过传动系统驱动支架和抛物柱面跟踪太阳。其跟踪方式是抛物柱面做旋转轴线固定旋转运动，使得旋转轴线、抛物柱面的焦线和太阳三者始终位于一个平面上，以保证由反射镜组成的抛物柱面将太阳光会聚到焦线上。吸热管固定在抛物面槽式聚光器的焦线处，通过抛物面槽式聚光集热器跟踪太阳，使得直射太阳光聚集到吸热管表面，以加热吸热管内传热流体。

抛物面槽式聚光集热器通过串联和并联方式相互连接，并通过模块化布局形成集热场。导热油、水是染整企业节能集热技术中广泛采用的两种热媒，在导热油系统中，抛物面槽式集热器将加热吸热管内的导热油，并直接将高温导热油送至终端用热设备，或经过导热油/蒸汽发生器产生高温高压的蒸汽供给终端设备，

为太阳能空调、太阳能海水淡化、太阳能热发电等提供高品位热能。以水为工质的太阳能中高温锅炉系统，集热器直接产生高温饱和水或高温蒸汽，用于工业生产。

染整企业节能集热技术一般采用一定容量的储热单元或直接与常规能源锅炉系统串并联耦合，以平衡太阳能波动对热能输出稳定性的影响，提升运行效率，保障能源系统的稳定性。太阳能中高温锅炉的设计寿命一般为 25 年。光热转换效率在 50%以上。

2.关键技术

染整企业节能集热技术与产业化中的太阳能聚光集热系统相结合，通过集热场系统、热传输与配置系统、换热与蒸汽发生系统、储热系统以及控制系统的开发，形成连续稳定的太阳能中高温锅炉系统；针对工业用热领域的不同特点和耗能系统的特征，通过多能互补及智能调控等技术，实现太阳能锅炉在现有工业热能利用领域的规模化应用。

3.工艺流程

太阳能抛物面槽式集热器加热吸热管内的导热油，并将其送至终端用热设备，或经过导热油/蒸汽发生器为终端设备提供高温高压蒸汽。

换热后的低温导热油返回抛物面槽式聚光集热器继续加热，形成封闭的导热油循环回路，当太阳辐照度较高时，可以将部分高温热量通过换热器存储在高温存储罐中，当太阳辐照强度较弱时，提取高温储热罐中的热量以平衡太阳能波动对热能输出稳定性的影响。

五、主要技术指标

光热转换效率大于 50%，替代常规燃煤燃气锅炉，实现运行过程零排放。工业生产所消耗的总能量约占全国总能耗的 70%，其中 50%-70%系工业加工用热。对于不同工业领域热负荷特点差异很大，但温度一般不超过 250℃，压力在 9bar 以下。

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

该技术国内领先，可以为纺织及工业热用户提供符合不同用能特点的太阳能系统方案与产品。该技术在欧美及埃及等国家和地区的原油开采与运输、医药加工等行业得到了应用。我国在太阳能空调、海水淡化及纺织领域也完成了相关示范项目的运行与测试，技术成熟可靠，可以实现常规能源的替代与补充。纺织工

业领域在漂洗、印染、定型等工艺中，广泛应用 140-250℃中温蒸汽，具有广泛的应用前景和潜力。

七、典型应用案例

技术提供单位：北京中科熙源节能科技有限公司

达利（中国）有限公司 13000m² 平板式太阳能集热工程，将印染车间生产用水由蒸汽加热改为蒸汽辅助加热（工艺用水温度 70-90℃），总投资 1400 万元，可年产热水（55℃）267134m³，可节约蒸汽 32938t，折合标准煤 3133.7t，节约蒸汽费用 410.1 万元。

八、推广前景及节能减排潜力

预计未来 5 年，该技术在行业内的普及率若能达到 10%左右，需总投入 175 亿元，预计年节能能力可达到 10 万 tce，预计年 CO₂ 减排能力达 26 万 t。

200 高温高压气流染色技术

一、**技术名称：**高温高压气流染色技术

二、**技术所属领域及适用范围：**纺织行业 各类纤维染整企业

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

超低浴比高温高压气流染色技术设计目的在于克服已有气流机设计的上述不足之处，这是一种高效节能并可满足染色工艺要求的气流染色机，在气流染色机的设计上跨出重要一步。节电多于 30%，水、蒸汽等用量有显著减少。目前该技术可实现节能量 1 万 tce/a，减排约 3 万 tCO₂/a。

四、**技术内容**

1. 技术原理

新一代灵活每管独立运作的气流织物染色机，以规模相对细小的风机取代传统笨重的大型风机，一改以往气流机的形象，是行业中前所未见的专利新设计，其主要技术性能指标均达到国际领先水平。

传统的气流染色机无论多少组管道，一般采用单台风机的设计，而且需要经过冗长的分风管道向各管供风。此供风系统除引致风量不均外，分风管道阻力明显增加，除供风效能低之外，还要通过大大提升供风量使每管的染色效果相近均匀。现有气流机的设计中，由于能效的限制最大只能供应 6 条染管，所以传统气流染色机有浴比低的优点，但耗电量巨大。

超低浴比高温高压气流染色技术是多管独立供风气流染色机，机上每管将有各自的风机连接至与其相连的喷嘴组合，而且各风机亦有独立的吸风管道。由于供风系统不涉及分风管道，送风阻力显著降低，可使每台风机实现最佳运行，整个供风系统达到最佳的节能效果。由于每管风机独立操作，运行中操作灵活、检修方便、电耗减少、节能显著。

2. 关键技术、工艺流程

(1) 每管独立风机

已有的气流染色机的风机是安装在主缸一侧（图 1），经冗长的导风管将风送至导布管道。超低浴比高温高压气流染色技术则是每台风机放置于主缸顶部各

染管之间（图2），以便风机出口与喷嘴组合的气流入口对接，使风机出口管道达到最短，缩减气流从风机出口至喷嘴的路线，风阻大为降低，效率得以提升。

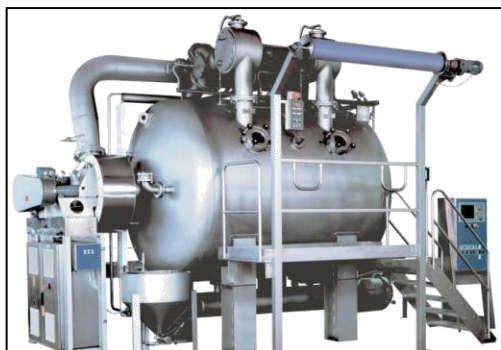


图1 传统气流染色机使用导风管



图2 超低浴比高温高压气流染色技术

（2）新颖染液喷洒装置

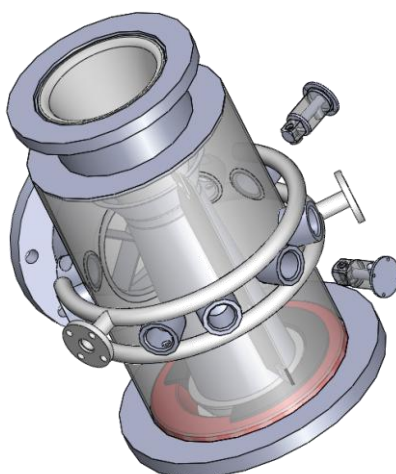


图3 染液喷洒装置

超低浴比高温高压气流染色技术还包含一项新颖染液喷洒装置（图3），其喷嘴组合由两组或两组以上染液导管及喷嘴头组成，分两路或以上将染液送至多组不同的喷嘴头，各组喷嘴头的喷洒量经设计限制而不同。

每组管路各由一阀门控制以提供多种染液喷洒模式组合，不仅提高了染色的均匀度和效率，而且拆装方便，随时改变喷嘴头组合，以适应不同需求的各种工艺。

喷嘴组合的调配及染液流量由主控制器程序操控，改革了传统的喷嘴备件和

手工操作。

(3) 综合智能洗水功能

系列设备上同时具备有专利设计的综合智能洗水系统：电脑自动控制入水随动阀，精确控制洗水流量、洗水水位和洗水温度，连续洗水，减少了停机时间和；。以自主研发的洗水指数，用光学方式监测实时水洗效果，并作为染色跳步的指标，简化了洗水过程的控制，进一步实现了洗水过程自动化。

(4) 新型盐桶设计

超低浴比高温高压气流染色技术首次在定量料桶上加入了溢流化盐的功能，配合设备上的定量注入以及主缸回流功能、回流搅拌功能、蒸汽直接加热功能以及可以在 105℃注入等，达到最优质的染色结果并能增加经济效益。

(5) 专利设计的碎毛收集器

以新型的碎毛收集器，代替旧式的筛网过滤器，，可有效地把碎毛从染液流中收集，在特定空间堆积并自动排放。碎毛收集器在染色过程中连续运作，省却了停机清理、人工操作的弊端。

(6) 出布装置

采用 X-Y 摇折及出布装置，该装置可以前后左右出布，全自动双向(纵向、横向)摆动，实现高度自动化的出布。可实现多管同时出布，摇折使布匹整齐地折迭在载布车上，气动装置的横向摆动可充分装满载布车的阔度，可降低操作工的劳动力及减省出布时间，同时也可配合长型载布车使用。

五、主要技术指标

- 1.每管独立供用；
- 2.配用新颖喷洒装置；
- 3.崭新温控系统；
- 4.综合智能水洗；
- 5.X-Y 织物摆斗以及出布装置；
- 6.自动化碎毛收集器；
- 7.风机安装功率：每管 11kW；
- 8.水比：1:3；
- 9.操作温度：140℃；
- 10.操作压力：3bar；

11.最高滚筒转速：700r/min；

12.最高单管载量：300kg。

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

超低浴比高温高压气流染色技术经国家纺织机械质量监督中心检测，所测各项技术指标符合 Q/LX0011-2014 标准要求；产品经多家印染厂使用，均达到染色工艺要求，深受用户欢迎。多管独立供风等技术共获得发明专利 1 项，实用新型专利 6 项。

七、典型应用案例

应用单位：互太纺织控股有限公司

技术提供单位：立信染整机械（深圳）有限公司

互太纺织控股有限公司引入了 300 台高温气流染色机，取缔以往使用的水流染色机。有效节约用电 10%-20%，水和蒸气的耗用有明显改善。改造后项目年节能量 21634tce，年 CO₂ 减排量 57114t，总投资 45000 万元，投资回收期 2 年。

八、推广前景及节能减排潜力

预计未来 5 年，该技术在行业内的普及率能达到 10%左右，需总投入 30 亿元，预计年节能量可达到 14 万 tce，预计年 CO₂ 减排 37 万 t。

201 聚酯化纤酯化工艺余热回收制冷技术

一、**技术名称：**聚酯化纤酯化工艺余热回收制冷技术

二、**技术所属领域及适用范围：**纺织行业 化纤及印染行业聚酯（PET）生产，利用乙二醇分离塔顶原需要冷却的酯化蒸汽热量制取低温水用于聚酯工艺冷却、喷丝冷却车间及其它。

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

原有工艺一般采用电制冷（离心机、螺杆机）或蒸汽型冷水机组；制取 100 万 kcal/h（1160kW）的制冷机组，电制冷耗电一般为 230kW，或蒸汽型制冷蒸汽耗量一般为 1.3t/h。

对 20 万 t 聚酯（PET）产能，利用酯化蒸汽热量制取冷水。通过系统改造、运行方式的调整，配备双良的聚酯化纤酯化工艺余热回收制冷，可以制取冷量约 400 万 kcal/h，制冷设备耗电量约为 15kW；若采用传统的电制冷，耗电约 930kW，全年运行 5000h，合计节约用电 456 万 kWh。目前应用该技术可实现节能量 60 万 tce/a，减排约 159 万 tCO₂/a。

四、**技术内容**

1.技术原理

利用聚酯生产中的酯化蒸汽作为制冷技术的驱动热源，溴化锂溶液为吸收剂，水为制冷剂，利用水在高真空状态下低沸点汽化，吸收热量达到制冷的目的。

2.关键技术

酯化蒸汽分配、蒸气凝液降温及排放，不凝性气体排放，运行方式调整，聚酯化纤酯化工艺余热回收制冷主机负荷调节。

3.工艺流程

酯化蒸汽：来自乙二醇分离塔顶酯化蒸汽，经过聚酯化纤酯化工艺制冷系统降温冷凝，凝结水送至回流罐；聚酯化纤酯化工艺制冷系统与原酯化蒸汽冷凝器（空冷或水冷）并联。

酯化蒸汽凝水：凝结水根据工艺要求要求降温，凝结水部分回流，部分排放。

不凝性气体：送至洗涤塔。

冷水回路：聚酯化纤维酯化工艺系统制取的冷水送至冷水管网或各用冷点，换热后再回至聚酯化纤维酯化工艺系统降温。

循环冷却水回路：经过冷却塔降温的循环冷却水送至聚酯化纤维酯化工艺系统，吸收热量升温后再去冷却塔降温。

五、主要技术指标

- 1.酯化蒸汽温度一般为 100-120℃，压力为常压到微正压；
- 2.需求的冷媒水的温度，一般为 12/7℃；
- 3.循环冷却水的温度，一般为 32/38℃。

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

该技术处于国内领先水平。主要用户有：浙江桐昆集团、江苏三房巷集团、江苏盛虹集团、江苏华宏集团、福建百宏等。利用原需要冷却的（空冷或水冷）乙二醇分离塔顶的酯化蒸汽，制取冷水用于工艺冷却、车间空调等，实现了余热回收利用，降低了一次能源的消耗，实现了节能减排的目标。

七、典型应用案例

应用单位：江苏盛虹化纤有限公司

技术提供单位：江苏双良空调设备股份有限公司

节能改造前，制冷量 400 万 kcal/h，单位时间蒸汽耗量为 5t/h；全年蒸汽耗量为 2.5 万 t。节能改造内容：（1）酯化蒸汽管路改造、运行方式调整 （2）新增聚酯化纤维酯化工艺余热回收制冷设备 （3）凝结水及不凝性气体系统部分利旧，部分改造 （4）冷水与冷却水系统：部分利旧，部分新增。

节能改造产生的节能效果分析：全年节约蒸汽 2.5 万 t，蒸汽价格每吨 180 元，年节约蒸汽费用为 450 万元。节能改造总投资约 600 万元，经济效益 450 万元，静态投资回收期 1.4 年。

八、推广前景及节能减排潜力

预计未来 5 年，该技术在行业内的普及率能达到 60%左右，需总投入 12 亿元，年节能可达到 120 万 tce，年 CO₂ 减排 317 万 t。

202 合成纤维熔纺长丝环吹冷却技术

一、技术名称：合成纤维熔纺长丝环吹冷却技术

二、技术所属领域及适用范围：纺织行业 化学纤维生产企业

三、与该技术相关的能耗及碳排放现状

合成纤维熔纺长丝生产过程中，冷却工序的平均耗能为 2000 kWh/t 丝，制冷风机组的装机容量平均在 600kW 左右，开机半年时间，单台耗电约 260 万 kWh。通常的侧吹冷却风速一般为 0.5m/s，而环吹冷却只需 0.3m/s，同时出风面积也比侧吹冷却大 2 倍。目前应用该技术可实现节能量 4 万 tce/a，减排约 11 万 tCO₂/a。

四、技术内容

1.技术原理

该技术采用高均匀低能耗性环吹冷却装置和技术，不但解决侧吹的不利因素，减小各丝束之间冷却差异，并且与适纺超细纤维的纺丝、卷绕工艺技术以及精密卷绕设备与技术相结合，使纺丝机纺出高品质的超细纤维。可在 $\phi 85\text{mm}$ 的喷丝板上纺出 144f、0.5dpf 以下的超细纤维，对多孔细旦纤维具有极佳的可生产性和高品质。

2.关键技术

- (1) 适纺超细纤维的纺丝、卷绕工艺技术；
- (2) 低能耗的环吹冷却装置与技术；
- (3) 精密卷绕设备与技术。

3.工艺流程

外环吹风装置的结构：外环吹装置结构如图 1 所示。该装置由 1-吹风头箱、2-水平风道、3-限位传感器、4-水平风网、5-下风道、6-手动限位所组成。

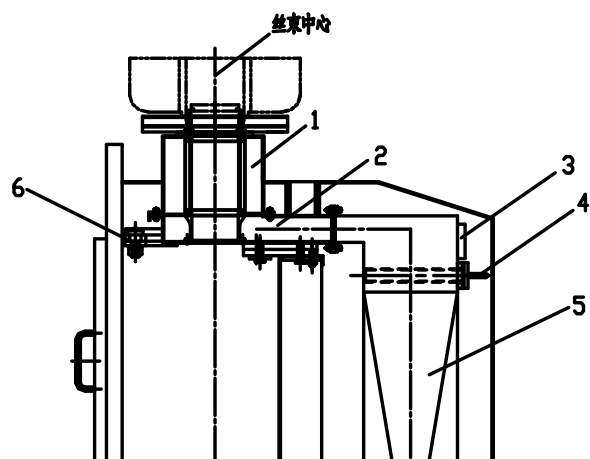


图 1 环吹风结构

结构上：环吹风装置风道与水平的进风箱连接，风道从下到上依次设有过滤层和第一层多孔板；环吹风箱设置在进风箱上方，与进风箱之间还设有一水平多孔板；进风箱内设有若干导向筒座，环吹风箱内设有与导向筒座相同数量的风向整流筒，导向筒座与风向整流筒相接，风筒采用多孔板和若干层不同目数组合的不锈钢金属丝网组成。保证各风筒之间和风筒内各区风压风速一致。

工艺流程：PET 切片→熔融挤压（或直接纺）→精确计量→多孔纺丝→缓冷装置→均匀冷却（测吹风或环吹风）→均匀上油 →多级牵伸→热辊定型→精密卷绕→涤纶丝饼。

五、主要技术指标

本项目采用 $\phi 85\text{mm}$ 风筒，有效吹风高度为145mm。能纺制 $\text{dpf} \leq 2\text{de}$ 的涤纶纤维，对纺制 $0.3\text{de} \leq \text{dpf} \leq 1.0\text{de}$ 的多孔丝更有优势。

本项目为节能型的“合成纤维熔纺长丝环吹冷却技术”，因此所涉及到POY、FDY纺丝机全套设备及所有单元设备的设计方案，都要适应“环吹风冷却装置”的新技术、新内容，因此要：

- 1.涤纶切片(包括直接纺丝)经熔融、计量、组件、喷丝板，使运动中的熔体细流稳定地由流体变成固体丝束，以获得良好初生态结构的纤维。
- 2.设计和制造适合环吹冷却方式的涤纶长丝的关键部件--纺丝箱。
- 3.对采用环吹装置纺细旦涤纶纤维的化纤纺丝工艺探索和研究。
- 4.研制专用的缓冷装置，保证组件和喷丝板温度恒定、稳定。
- 5.如何保证环吹风装置出风均匀、稳定，空气流动顺畅，各个风筒间的风速差值 $\leq 5\%$ 。

6.如何保证环吹风冷却装置风筒风速不匀率 $\leq 4\%$ 。

7.设计研制适合新型环吹纺丝装置的精密卷绕控制系统，用于生产 $0.3\text{de}\leq\text{dpf}\leq 1.0\text{de}$ 的涤纶细旦纤维。

8.最终形成一种新型的、节能型的化纤成套设备。

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

节能型环吹风式涤纶成套设备的研发成功及产业化推广，其技术先进性方面达到国际先进水平。被认定为2014年度北京市高新技术成果转化项目，其技术可靠性方面经多家用户的实践检验已被认可，为化纤领域产品的开发和质量的提升拓展了空间。

七、典型应用案例

应用单位：浙江兴惠化纤公司

技术提供单位：北京中丽制机工程技术有限公司

采用了这种新装置、新技术的生产过程能源消耗大大降低。以每条生产线8个纺丝位，12个丝饼/位、位距1,200mm，采用侧吹风冷却装置，达到同等产量，每年生产所需冷却风量 $0.47\times 10^8\text{m}^3$ 。环吹风装置所需供风量仅是侧吹风装置供风量的三分之一，综合分析节能效果达到50%。以每条生产线年产涤纶细旦丝10000t的48个纺丝位计算，节能改造投资额度为2500万元，年节能量270 tce，年CO₂减排量712.8t，其效益占20%左右，投资回收期约3年。

八、推广前景及节能减排潜力

预计未来5年，该技术在行业内的普及率能达到40%左右，需总投入5000万元，年节能可达11万 tce，年减排29万 tCO₂。

203 超低浴比高温高压纱线（拉链）染色机

一、**技术名称：**超低浴比高温高压纱线（拉链）染色机

二、**技术所属领域及适用范围：**纺织行业 适合纺织印染行业 纱线、棉纱、羊毛、化纤、拉链、织带等织物染色。

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

超低浴比高温高压纱线（拉链）染色机的作用是进行纱线、化纤、拉链、织带染色。染色机的技术和工艺直接影响纺织服装面料的质量，染色机技术工艺的先进性将影响节能和减排量。目前国内印染企业使用的染色机普遍存在浴比大、能耗高、污染物排放大、使用染料助剂多、工艺落后、染色周期长、操作繁琐等问题，节能减排潜力巨大。目前应用该技术可实现节能量 14 万 tce/a，减排约 36 万 tCO₂/a。

四、**技术内容**

1.技术原理

采用离心泵和轴流泵的三级叶轮泵和短流程冲击式脉流染色技术，实现超低浴比（1:3）、高效率染色。冲击式脉流染色可在超低浴比下进行，染液不浸泡纱锭，减少染料助剂用量。纱锭与染液由于不浸泡在水中，减少了纱锭渗透阻力，加快染色交换速度，并且有利于均匀染色和缩短染纱时间。同时该技术由于大幅降低浴比，减少了循环水泵的电耗和加热蒸汽的使用量，达到了节能减排的目的。

2.关键技术

- （1）离心泵和轴流泵的三级叶轮泵染色技术；
- （2）短流程冲击式脉流染色技术；
- （3）可调流调压纱架（拉链架）装置；
- （4）小浴比智能环保染色工艺。

3.工艺流程

该技术装备整体透视图见图 1；核心设备三叶轮泵见图 2；冲式冲击脉流染色原理图见图 3；关键设备沙盘及附件结构图见图 4。

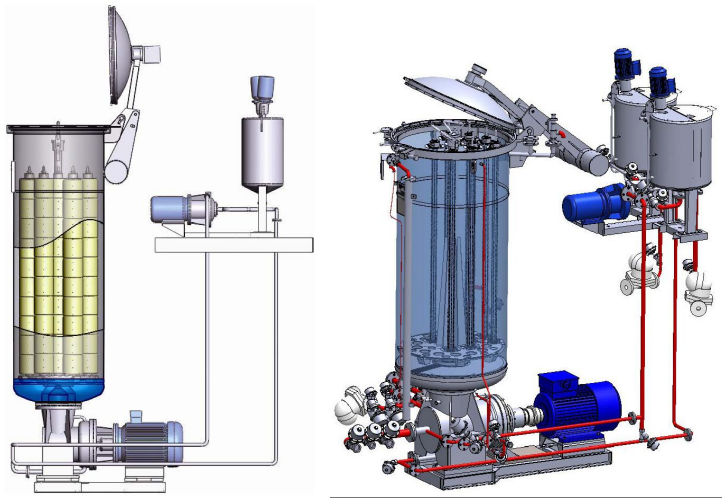


图 1 超低浴比高温高压纱线染色机设备图



图 2 三级叶轮泵图

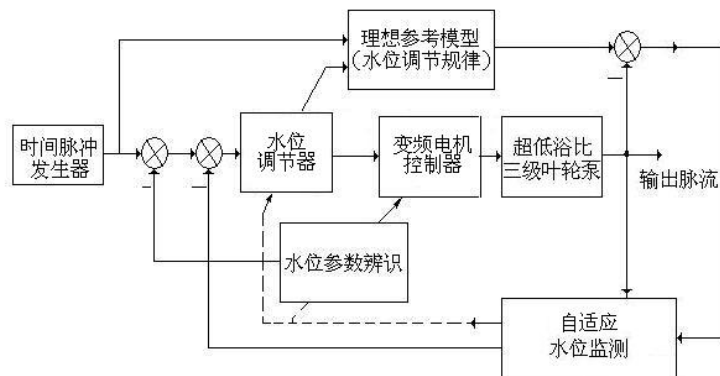


图 3 冲击式脉流染色原理图

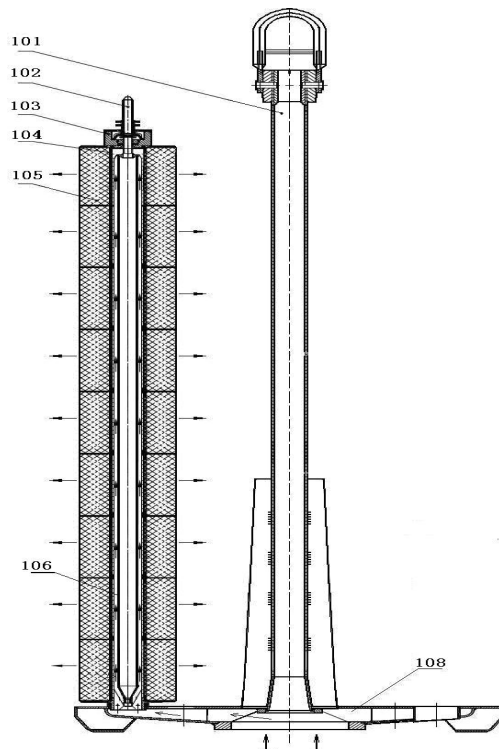


图4 纱架、吊环、纱杆（光身水鼓）、纱盘、重力锁头结构图

五、主要技术指标

- 1.浴比低至 1:3;
- 2.耗水量 $\leq 45\text{t/t}$ 棉纱;
- 3.耗蒸汽量 $\leq 2.5\text{-}3\text{t/t}$ 棉纱;
- 4.耗电量 $\leq 350\text{kWh/t}$ 棉纱;
- 5.染纱工艺周期时间小于 8h。

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

该技术于 2011 年获得国家专利，并通过了广东省经济和信息委员会组织的技术鉴定。目前，已在全国推广应用 350 台（套），具有良好的经济和社会效益。

七、典型应用案例

典型案例 1

应用单位：广东省佛山市顺德区金丰漂染有限公司

技术提供单位：广州番禺高勋染整设备制造有限公司

建设规模：31 台超低浴比高温高压纱线染色机，年产纱线 1.2 万 t 纱线。主要技改内容：对 31 台超低浴比高温高压纱线染色机进行技术改造。主要设备为超低浴比高温高压纱线染色机等。技改投资额 1550 万元，建设期 1 年。年节能

量 14018tce，CO₂ 减排量 35092t。年节省水、电、蒸汽能源成本 2586 万元，每生产一吨纱线降低成本 1500-2527 元。投资回收期 7 个月。

典型案例 2

应用单位：山东省孚日集团有限公司

建设规模：34 台超低浴比高温高压纱线染色机节能改造项目，年产纱线 1.3 万 t 纱线。主要技改内容：对 31 台超低浴比高温高压纱线染色机进行技术改造。主要设备为超低浴比高温高压纱线染色机等。技改投资额 1700 万元，建设期 1 年。年节能量 15367tce，CO₂ 年减排量 38465t。年节省水、电、蒸汽能源成本：2914 万元，每生产 1t 纱线降低成本 1500-2527 元。投资回收期 7 个月。

典型案例 3

应用单位：浙江省桐乡市新达丝绸炼染有限公司

建设规模：20 台超低浴比高温高压纱线染色机，年产纱线 7776t 纱线。主要技改内容：对 31 台超低浴比高温高压纱线染色机进行技术改造。主要设备为超低浴比高温高压纱线染色机等。技改投资额 1000 万元，建设期 1 年。年节能量 9044tce，CO₂ 年减排量 22640t。年节省水、电、蒸汽能源成本 1714 万元，每生产一吨纱线降低成本 1500-2527 元。投资回收期 7 个月。

八、推广前景及节能减排潜力

预计未来 5 年，该技术在行业内的普及率能达到 6%左右，需总投入 9 亿元，预计年节能能力可达到 81 万 tce，年减排能力 214 万 tCO₂。

204 高温低浴比 O 型染色机节能技术

一、**技术名称：**高温低浴比 O 型染色机节能技术

二、**技术所属领域及适用范围：**纺织行业 染整设备

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

目前，我国纺织印染行业大部分企业采用传统的大浴比（1:8 以上）溢流染色机，需要消耗大量的水、电、蒸汽和染料助剂，污染问题严重，是我国重点污染行业之一。因此，改造落后生产工艺，提高绿色化工工艺的应用水平，保护生态环境，已经成为印染行业亟待解决的问题。高温低浴比 O 型染色机技术可将浴比降低至 1:3.8，极大地提高了染色效率，减少污水的排放，降低染色成本，具有显著的节能环保效益。

四、**技术内容**

1.技术原理

该技术采用卧式主缸体结构设计，集成应用智能高端控制系统、自增压功能染液动力系统、超低浴比染液循环系统、染色机除毛过滤系统等技术，不仅可有效提升优化染色机性能，简化操作程序，确保染机在恶劣环境下长期稳定运行，而且能有效解决循环动力系统的汽蚀问题，提高染液的循环利用效率，使染色机的浴比降低至1:3.8，大幅度减少水、电、蒸汽、染料和助剂消耗量，综合节能减排效果显著，实现低成本染色。

2.关键技术

（1）智能高端控制系统

采用高端工业级处理器和低发热的电气元件，不需要电风扇散热系统，使染色机操作简便、性能优越，确保在恶劣的染整厂环境下也能够长期稳定运作；

（2）两种不同的布循环控制方式

根据实际工艺需求，可自由选择采用速度控制和圈时控制两种不同的布循环控制方式，以圈时控制，能减少管差，重现性好；以速度控制，能提高洗水效率，有效缩短洗水时间，并节省洗水用水量；

(3) 小浴比智能环保染色工艺

采用小浴比环保染色工艺，浴比低至1:3.8，有效减少水、电、蒸汽、染料、助剂和盐的消耗量，节能环保效果显著；

(4) 自增压功能染液动力及循环系统

采用自增压功能染液动力及循环系统技术，可有效解决循环动力系统的汽蚀问题，提高染液的循环利用效率，降低染色工艺成本。

3.工艺流程

高温低浴比 O 型染色机装备示意图见图 1，其工艺流程分为前处理（煮布）工艺、染色工艺和后处理（煮视）工艺三个步骤，分别见图 1 至图 3。



图 1 高温低浴比 O 型染色机装备示意图

(1) 前处理（煮布）工艺

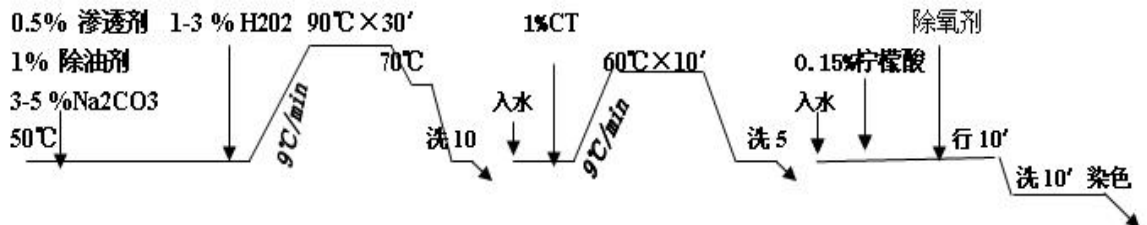


图 2 煮布工艺流程图

(2) 染色工艺

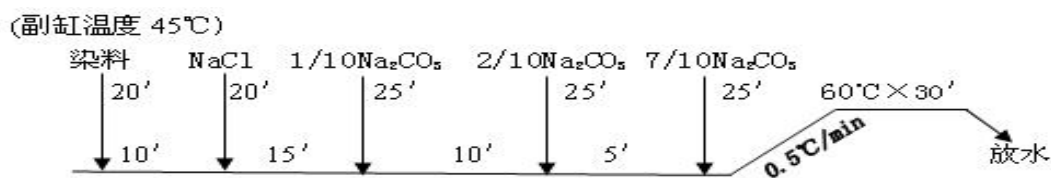


图 3 染色工艺流程图

(3) 后处理（煮视）工艺

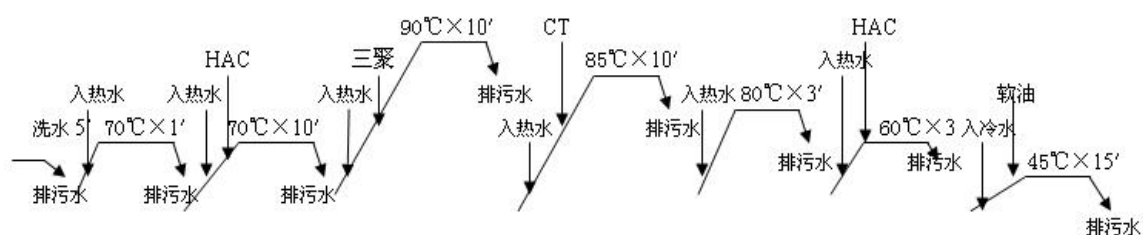


图 4 煮视工艺流程图

五、主要技术指标

1. 浴比：1:3.8；
2. 耗水量：25-30 t/t（布）；
3. 耗蒸汽量：2-2.5 t/t（布）；
4. 助剂成本：每吨 280-350 元（布）；
5. 染布工艺周期时间：7h。

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

该技术获得 2 项国家发明专利和 1 项实用新型专利，于 2012 年被评为广东省高新技术产品。目前，该技术装备已在河北、天津等地应用，节能效果显著。

七、典型应用案例

典型用户：辛集市东方纺织印染有限公司、天津市广健纺织技术有限公司等。

典型案例 1

案例名称：辛集市东方纺织印染有限公司高温低浴比 O 型染色机引进项目

技术提供单位：广州番禺高勋染整设备制造有限公司

建设规模：8 台高温低浴比 O 型染色机。建设条件：技术应用企业具备相应染布辅助设施。主要技改内容：购置高温低浴比 O 型染色机染整装备，并对生

产线进行节能升级改造。主要设备：高温低浴比 O 型染色机及辅助设备。节能技改投资总额 450 万元，建设期为 6 个月。每年可节能 2614tce，减少碳排放 6901tCO₂。年节能经济效益为 534 万元，投资回收期约 10 个月。

典型案例 2

案例名称：天津市广健纺织技术有限公司高温低浴比 O 型染色机引进项目

技术提供单位：广州番禺高勋染整设备制造有限公司

建设规模：5 台高温低浴比 O 型染色机。建设条件：技术应用企业具备相应染布辅助设施。主要技改内容：购置高温低浴比 O 型染色机染整装备，并对生产线进行节能升级改造。主要设备：高温低浴比 O 型染色机及辅助设备。节能技改投资总额 280 万元，建设期为 4 个月。每年可节能 1634tce，减少碳排放 4314tCO₂。年节能经济效益 334 万元，投资回收期约 10 个月。

八、推广前景及节能减排潜力

2014 年，我国规模以上印染企业印染布产量达 537 亿 m。以此推算，我国织布染色机（改造）市场可高达 300 亿元，市场前景广阔。预计未来 5 年，该技术在行业内的推广比例将达到 5%，可形成的年节能能力将达到 42 万 tce，年碳减排能力约 110 万 tCO₂。

205 液相增粘熔体直纺涤纶工业丝技术

一、**技术名称：**液相增粘熔体直纺涤纶工业丝技术

二、**技术所属领域及适用范围：**纺织行业 涤纶工业丝生产企业

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

与民用丝相比，涤纶工业丝要求聚酯纤维断裂强度大、模量高、尺寸稳定性好，因此需要制备高粘聚酯熔体,然后进行纺丝拉伸。目前，涤纶工业丝生产技术普遍采用的是基于“基础聚合—冷却切粒—氮气输送—固相增粘—螺杆熔融—纺丝”的切片纺丝工艺。液相增粘熔体直纺涤纶工业丝技术实现了由基础聚合工艺直接到增粘工艺，减少了中间环节，极大的降低了从聚酯纤维聚合到纺丝过程的能耗。

四、**技术内容**

1.技术原理

该技术在获得低粘聚酯熔体后，将低粘聚酯熔体直接输送至液相增粘釜,在液体状态下通过管式降膜并脱除小分子继续进行缩聚反应（温度280℃左右，时间45-90min），获得高粘聚酯熔体后进行纺丝拉伸，实现连续纺丝过程。与传统间接纺丝相比，该技术省去了切片纺工艺中熔体冷却切粒—输送—挤压熔融等过程的方案升级成，大幅降低了工业丝生产能耗。同时，突破切片纺螺杆容量的限制，可实现单纺位产能提升50%以上。

2.关键技术

- (1) 垂直管外降膜的聚酯立式液相缩聚工艺技术；
- (2) 年产20万t液相增黏熔体直纺涤纶工业丝成套装备制造技术；
- (3) 大容量、柔性化、重旦多头纺丝技术。

3.工艺流程

液相增粘熔体直纺涤纶工业丝技术工艺流程见图 1。

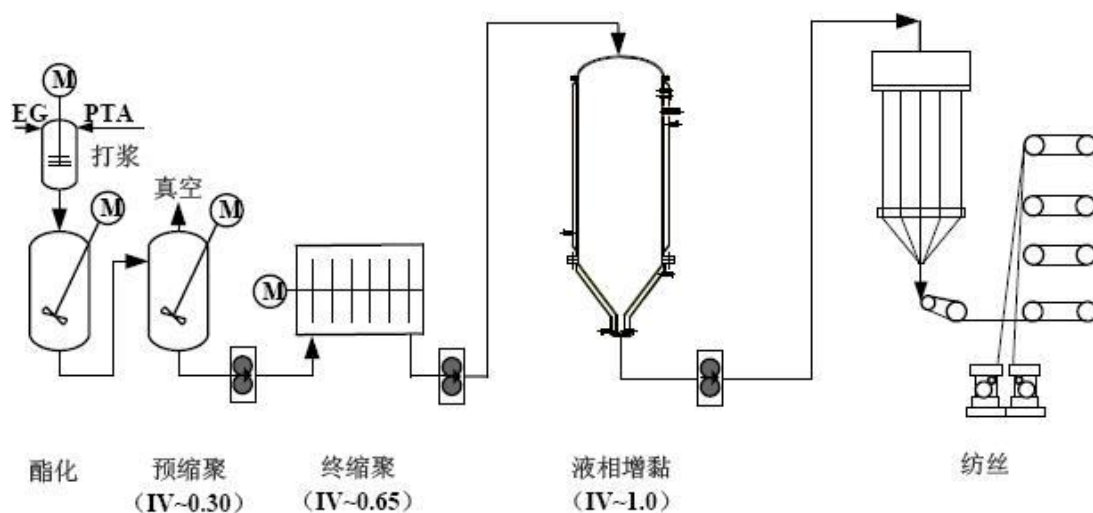


图 1 液相增粘熔体直纺涤纶工业丝技术工艺流程

五、主要技术指标

1. 单纺位最大总纤度：24000D；
2. 单位产品能耗：255.35kgce/t；
3. 增粘后高粘聚酯熔体：特性粘度 IV 1.0dl/g 左右，端羧基含量 26mol/t 左右；
4. 直纺涤纶工业丝物性指标：纤度范围 100-12000D，高强型断裂强度 $\geq 8.0\text{cN/dtex}$ ；低缩型断裂强度：7.2cN/dtex 左右。

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

该技术获得 8 项国家发明专利和 5 项实用新型专利；于 2010 年通过中国纺织工业协会组织的科技成果鉴定，2012 年获得纺织工业协会科技进步一等奖，2014 年获得浙江省技术发明奖一等奖和 2014 年度桑麻奖一等奖。自 2011 年 7 月全球首条 20 万 t 级液相增粘熔体直纺涤纶工业丝生产线投产至今，熔体直纺产能达到已达 50 万 t，约占全球涤纶工业丝产能的 30%。

七、典型应用案例

典型用户：浙江古纤道新材料股份有限公司、浙江绿色纤维有限公司

典型案例 1

案例名称：年产 20 万 t 液相增粘熔体直纺涤纶工业丝

技术提供单位：浙江古纤道新材料股份有限公司

建设规模：年产 20 万 t 涤纶工业丝。建设条件：具备 PET 聚酯聚合装置。
主要建设内容：年产 20 万 t 工业丝生产线。主要设备：五釜聚合装置、液相增粘釜、纺丝卷绕设备、酯化废水处理系统、酯化余热利用系统。项目总投资额为 12 亿元(与同等规模固相增粘工艺相比投资略低)，建设期为 2 年，年节能量约为 3.14 万 tce，年碳减排量约 8.29 万 tCO₂。年经济效益 20 亿元以上，其中节能产生的经济效益约为 2000 万元。

典型案例 2

案例名称：年产 50 万 t 聚酯配套 30 万 t 液相增粘熔体直纺涤纶工业丝生产线

技术提供单位：浙江古纤道新材料股份有限公司

建设规模：年产 50 万 t 聚酯，其中液相增粘熔体直纺部分 30 万 t。建设条件：具备 PET 聚酯聚合装置。主要建设内容：年产 50 万 t 聚酯配套 30 万 t 液相增粘涤纶工业丝生产线。主要设备：4 釜聚合装置、12 个液相增粘釜、114 个纺位。项目总投资额为 15 亿元，项目建设期间为 2 年，年节能量约 3.74 万 tce,年碳减排量约 9.87 万 tCO₂。年经济效益 30 亿元，其中节能产生的经济效益约为 3000 万元。

八、推广前景及节能减排潜力

目前，该技术的推广比例为 30%，预计未来 5 年推广比例将达到 45%，可形成的年节能能力约 10 万 tce，年碳减排能力 26 万 tCO₂。

206 基于智能化控制的蒸汽高效利用技术

一、**技术名称：**基于智能化控制的蒸汽高效利用技术

二、**技术所属领域及适用范围：**纺织行业 染整加工生产企业

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

印染企业的生产加工能耗以蒸汽热能为主，用于烘干、洗涤、蒸煮、高温热处理等工序，占印染总能耗的 80%以上。据不完全统计，我国纺织印染行业的年总能耗超过 6000 万 tce，由于高温排液量大，热能利用率只有 35%左右，造成能源的极大浪费。该技术可有效实现蒸汽管网压力在线检测与控制，蒸汽压力由人工模糊控制转变为定量控制，在保证工艺稳定的同时，极大节省印染蒸汽用量，对印染企业实现转型升级、提高经济效益具有重要作用，帮助企业从源头上实现节能减排。

四、**技术内容**

1. 技术原理

采用高精度电磁流量计、压力变送器、温度综合检测和比例阀控制等形式，对蒸汽压力进行智能化控制，在汽压变化、车速变化、品种更换或停车时，压力自动跟随控制。在机台蒸汽总管和各用汽点上安装气动比例阀调节用汽流量，同时安装反馈传感器（压力、流量、温度）构成全闭环控制系统，各用汽点压力可单独设定并调节。该技术可实现蒸汽压力由人工模糊控制到定量控制的转变，将蒸汽压力控制在合理范围内，提高蒸汽使用效率，有效降低能耗，实现二氧化碳减排。

2. 关键技术

（1）蒸汽动态消耗供汽技术

根据生产工艺需要，通过压力、流量、车速、温度等各项工艺参数，集中进行蒸汽流量、恒压等优化控制，保证各项工艺指标的连续稳定。

（2）蒸汽自动测控反馈控制技术

根据生产过程中产品的含湿率检测，将蒸汽用量由人工经验操作变为精确定量闭环自动调节控制，提高蒸汽使用效率，大大减少蒸汽使用量。

3. 工艺流程

蒸汽智能管控系统工艺流程图见图1。

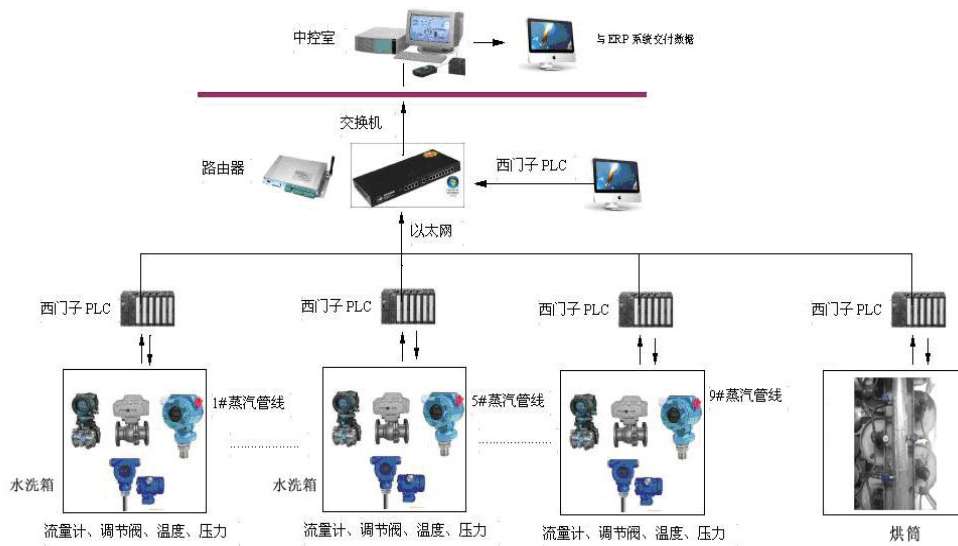


图 1 蒸汽智能管控系统架构图

五、主要技术指标

1. 流量控制范围：0-50t/h；
2. 压力控制精度： $\pm 0.1\text{bar}$ ；
3. 流量计精度：工业0.5级。

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

该技术已获得国家发明专利 1 项，实用新型专利 4 项。目前该技术已应用到浙江、山东等地多家纺织印染企业，产业化前景广阔。

七、典型应用案例

典型用户：常州东恒印染有限公司、四川南充嘉美印染有限公司、宜兴乐祺印染有限公司等。

典型案例 1

案例名称：常州东恒印染有限公司蒸汽高效利用技术改造项目

技术提供单位：常州市宏大电气有限公司

建设规模：印染布年产量 5000 万 m。建设条件：棉、涤棉连续平幅印染加工企业。主要建设内容：蒸汽供气系统智能化改造。主要设备为智能蒸汽控制系统、网络化管控软件。项目总投资 350 万元，建设期为 1 个月。项目年节能量 1972tce，年碳减

排量约 5200tCO₂，产生经济效益 420 万元，投资回收期约 10 个月。

典型案例 2

案例名称：四川南充嘉美印染有限公司蒸汽高效利用技术改造项目

技术提供单位：常州市宏大电气有限公司

建设规模：印染布年产量 1 亿 m。建设条件：棉、涤棉连续平幅印染加工企业。

主要建设内容：蒸汽供气系统智能化改造。主要设备为智能蒸汽控制系统、网络化管控软件。项目总投资 500 万元，建设期为 3 个月。年节能量 3944tce，碳减排量约 10400tCO₂，产生经济效益 720 万元，投资回收期约 8 个月。

八、推广前景及节能减排潜力

近年来，随着纺织印染产业升级步伐加快，国际先进国家已加快调整科技和产业发展战略，将信息技术、低碳技术等作为纺织印染行业实现低碳经济的突破口。随着国际贸易竞争的加剧以及绿色经济的推动，生产低碳纺织品、发展低碳经济已是纺织行业的必然趋势。预计未来 5 年，该技术在行业内的推广应用比例可达 20%，项目总投资约 20 亿元，可形成的年节能能力约 110 万 tce，碳减排能力约 290 万 tCO₂。

207 频谱谐波时效技术

一、技术名称：频谱谐波时效技术

二、技术所属领域及适用范围：机械行业 机械制造过程中金属工件在铸造、锻压、焊接和切削加工和使用中的残余应力的降低和均化。

三、与该技术相关的能耗及碳排放现状

热时效技术采用退火炉，能源可采用电、煤炭、天然气等。以 800kW 电炉（容积为 10t）为例，处理时间 8 小时，升温 3 小时（消耗 80%功率），保温 3 小时（消耗 50%功率），降温 2 小时。退火炉单位能耗为：312kWh/t。对于复杂工件，处理时间会更长，因此退火炉单位能耗会更高。目前应用该技术可实现节能量 87 万 tce/a，减排约 230 万 tCO₂/a。

四、技术内容

1.技术原理

通过傅立叶分析，不需扫描，在 100HZ 内寻找低次谐波，施加合适的能量在多个谐波频率振动，引起高次谐波累积振动产生多方向动应力，与多维分布的残余应力叠加，造成塑性变形，从而降低峰值残余应力，同时使残余应力分布均化。

2.关键技术

将电子测量技术、计算机技术、自动控制技术等结合在一起，机电一体化。特点是各功能模块采用目前先进成熟的技术，最后组合成最先进、可靠的设备。其中，加速度的测量与数据采集、FFT 频谱分析，直流电机的 PWM 控制和电机转速的稳频等为关键技术。

(1) 控制器驱动激振器进行振动，通过加速度传感器，在 1000-5000rpm 的转速范围内采集进行傅立叶分析的数据，获取工件的固有频率及其谐振频率分布。

(2) 对获取的频率自动进行分类、排序和选取时判据原则是：A.多振型原则；B.最大能量吸收原则；C.频谱分析只选取范围在 16.7-200Hz 以内的频率，处理的激振频率选取范围在 16.7-167.7Hz 以内。

(3) 自动选取要处理的频率个数为 3 个或 3 个以上。自动选取要处理的频率个数最佳为 5 个。

(4) 以最佳疲劳载荷加载原则为判据来确定 2、中所选取频率需要处理的时间。

(5) 顺序处理 2、中选取的频率时，若由共振频率，则自动跳开共振频率去处理下一个频率。

(6) 本专家系统软件作为工艺设备核心，要求具备高可靠性、操作便捷性，因此分别选择在成熟稳定的 MSDOS 平台和 WINDOSXP 下采用 TurboC2.0 语言编写，以达到内存节约、系统稳定的需求。

3.工艺流程

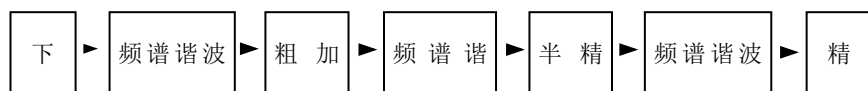


图 1 工艺流程图

在毛坯状态下、粗加工之后、半精加之后用频谱谐波时效的方式取代原来的热时效，以消除材料和加工之后产生的残余应力，提高尺寸精度稳定性，防止变形开裂。

五、主要技术指标

1.功能指标：

- (1) 最大激振力可达 80kN；
- (2) 对工件进行傅里叶频谱分析，找出 5 个谐振频率，2 个备用谐振频率；
- (3) 循环选择频率，同时具备加速度延时保护功能和亚共振频率自动过峰功能；
- (4) 振动参数除激振力调节保证有两个最大振动加速度 $30-70\text{m/s}^2$ 值在外，其余参数选择由振动设备自动完成；
- (5) 振动频率为 6000rpm 以下，噪音低；
- (6) 设备的软件操作系统：Windows XP。

2.硬件技术指标

- (1) 高速、多通道的 A/D 转换，保证了数据的高速采集和实时处理；
- (2) 高效、严格的数字信号处理，无需电机从 1000 转到 10000 转进行全程扫描，通过频谱分析即可得到相应的峰值，并可自动确定最佳的振动频率组；
- (3) 采用高速微处理器作为下位机，对电机具有高精度的控制能力，电机稳频精度为： $\pm 1\text{rpm}$ ；
- (3) 采用先进稳波控制技术，电流输出平稳、无电气噪音，温升大幅度降低，电机持续运行可靠性和寿命高；
- (4) 在大偏心、转速通过亚共振峰时，可以抗击瞬间超过 30A 的过载大电流；

(5) 采用电磁屏蔽结构，防止信号由于外界电磁干扰造成波动、失真的现象；

(6) 加速度值由符合国家标准的振动测量仪在：30-70m/s² 范围内进行校订，保证振动强度符合国军标《WJ2969-2008》；

双保险：加装电源滤波器和自主设计的吸收电路模块，防止工作电源受干扰波动时，设备造成损伤。

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

2009 年，翔博科技频谱谐波时效技术被列入国家重点节能技术推广目录（第二批）；2010 年，翔博科技频谱谐波时效技术被列入《北京市 2010 年节能节水减排技术推荐目录》；2010 年，翔博科技频谱谐波时效技术被列入《国防科技工业节能减排技术目录》；2010 年，翔博科技频谱谐波时效技术纳入“十二五”国防科技工业百项先进工艺技术；2011 年，翔博科技频谱谐波时效技术纳入机械基础件、基础制造工艺和基础材料产业“十二五”发展规划。

常用热时效炉平均功率 800kW、1000kW，时效周期从 4 小时到几十小时不等。以平均 8 小时为例，消耗电能为 6400kWh。频谱谐波时效技术，采用机械振动的方式进行残余应力消除，常用机型额定功率为 2.5kW、3.2kW，处理时间为 1 小时，消耗电能为 1-3kWh。与传统热时效相比节约能源 95%以上。

七、典型应用案例

应用单位：中船重工集团下属的重庆齿轮箱有限责任公司

技术提供单位：北京翔博科技有限责任公司

节能改造情况：中船重工集团下属的重庆齿轮箱有限责任公司，现有 25 台频谱谐波时效设备用于建材行业和风电行业。每年需热时效工件产量 3.5 万 t。

节能效果：据重齿集团提供数据，采用频谱谐波时效技术替代热时效后，节电 1198 万 kW，节约天然气 120 万 m³，累计节约标煤达 6435t。频谱谐波时效处理工件每 1t 消耗 1kWh 计算。另来自中国信息协会数据：每节约 1 亿 kWh 就意味着节约 4.04 万 tce，减排 10.64 万 tCO₂。

经济效益：项目总投资 1000 万用于设备采购，半年即可收回投资，能耗节约率达 99.7%。原支付配套厂热时效费用 400 元/t，采用频谱谐波时效技术后支付配套厂费用为 100 元/t，加工费用节省 1050 万，节约电费 779 万元，节约天然气费用为 160 万元，年累计节约为 1989 万元。

八、推广前景及节能减排潜力

预计未来 5 年，该技术在行业内的推广潜力达到 15%，预计总投入 6 亿元，节能能力 130 万 tce/a，减排能力约 343 万 tCO₂/a。

208 动态谐波抑制及无功补偿综合节能技术

一、技术名称：动态谐波抑制及无功补偿综合节能技术

二、技术所属领域及适用范围：机械行业 煤炭、电力、钢铁、有色金属、石油石化、化工、建材、机械、纺织等行业

三、与该技术相关的能耗及碳排放现状

低压配电网普遍存在功率因数低的问题，而电容器无法对动态无功功率进行补偿，造成电网损耗量大。目前应用该技术可实现节能量约 1 万 tce/a，减排约 3 万 tCO₂/a。

四、技术内容

1. 技术原理

检测采用 FBD 法，控制算法为无差拍电流控制，针对负载需要进行单补无功功率、抑制全部谐波、补偿无功和抑制谐波、抑制某些次谐波、补偿三相不平衡。实时检测电网无功和谐波电流，并输出反向电流以抵消无功和谐波电流。

2. 关键技术

参考电流实时检测技术、逆变器控制技术、可靠性设计。

3. 工艺流程

使用高速 32 位 DSP 作为主控制元件，以新型大功率电力电子开关器件 IGBT 作为 VSI 逆变主电路，采用改进型 FBD 电流检测法、无差拍控制法等先进算法，以及安全、可靠的 IGBT 驱动与保护模块，实现高速、连续的补偿负载所需的无功、谐波、三相不平衡电流，优化输入电网电能的质量。工作原理如图 1 所示。

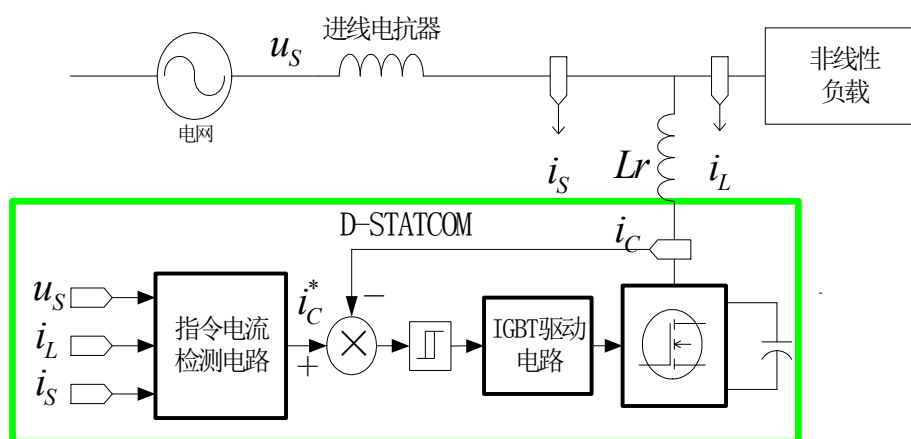


图 1 动态谐波抑制及无功补偿系统工作原理图

五、主要技术指标

在额定范围内功率因数（补偿后）可达 0.96 以上，在额定范围内总谐波畸变率可控制在 6% 以下。

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

该技术 2009 年已通过湖南省科委、湖南省经委、湖南机械行业管理办公室组织的鉴定。经电力工业、电力设备及仪表质量检测中心检测，符合国家标准要求，达到国内领先水平。该技术已在湖南、广西等省应用。

七、典型应用案例

典型用户：广西省钦州市巨龙港务有限公司、广西省钦州市金联达选矿厂、广西省钦州市中南矿业有限公司、广西柳州五菱柳机动力公司、吉林通化供电公司、湖南省长沙市威重化机有限公司

典型案例 1

建设规模：3000kVA 变压器 安装 4 台动态谐波抑制及无功补偿设备。主要改造内容：针对中频炉导致的无功和谐波问题，采用动态谐波抑制及无功补偿设备来抑制谐波并提高功率因数。节能技改投资额 160 万元，建设期 1 个月。年节能 255tce，年节能经济效益 29 万元，投资回收期 6 年。

典型案例 2

建设规模：630kVA 变压器，安装 1 台动态谐波抑制及无功补偿设备。主要改造内容：针对港口吊装设备导致的动态冲击无功功率，采用动态谐波抑制及无功补偿设备来提高功率因数。节能技改投资额 43 万元，建设期 2 个月。年节能 68tce，年节能经济效益 20 万元，投资回收期 2.5 年。

八、推广前景及节能减排潜力

动态谐波抑制及无功补偿是一种代表未来发展趋势的电能质量综合治理设备，在电力系统、工业企业、市政设施中均可应用，应用领域广阔。动态谐波抑制及无功补偿设备的大规模应用能够在很大程度上解决配网的无功、谐波、三相不平衡等问题，更好避免无功功率造成的配网线损，提高用电效率，节约电能，降低电力公司的营销成本，提高利润水平。预计该技术未来 5 年能推广到 30%，形成节能能力 10 万 tce/a，减排能力约 26 万 tCO₂/a。

209 控制气氛渗氮工艺节能技术

一、**技术名称：**控制气氛渗氮工艺节能技术

二、**技术所属领域及适用范围：**机械行业 轴、曲轴、高精度齿轮和工模具、量具等重要零件的可控氮化热处理。可通入各种有机液体和氨气、二氧化碳或氮氢气氛进行钢铁零件的多种氮化、软氮化及各种化学热处理，也可用于工件的回火及铝、镁合金淬火、时效等热处理。

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

老式氮化炉为耐火砖砌筑，耗电量大，升温速度慢；冷却采用直通，速度慢，时间长；仅输入氨气一种气体，工艺时间长。目前应用该技术可实现节能量 5 万 tce/a，减排约 13 万 tCO₂/a。

四、**技术内容**

1.技术原理

- (1) 炉膛采用全纤维结构，减少蓄热量，缩短升温时间，降低能耗；
- (2) 可向炉内通入其他气体或液体（包括催渗剂），加快渗氮速度，缩短工艺时间；
- (3) 改进冷却系统设计，加快冷却速度，提高工效。

2.关键技术

- (1) 全纤维炉膛中加热器的固定方法及固定的可靠性；
- (2) 气体或液体输入量和炉罐内工件氮化的气氛可调整性；
- (3) 催渗剂的正确使用；
- (4) 布设进风冷却环形通道，冷却速度可调节。

3.工艺流程

(1) 改用全纤维炉衬 (2) 加热元件的固定 (3) 旧炉改造拆除原炉衬 (4) 炉内布设进风环形通道 (5) 改造氨柜，添置供多种原料输入的供气装置 (6) 增加排气点火装置，改善工作环境。

五、**主要技术指标**

炉温均匀性： $\leq\pm 5^{\circ}\text{C}$ 炉温稳定度： $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 额定工作温度： 650°C

氮势均匀度： $\leq\pm 0.05\%N_p$ 氮势控制精度： $\leq\pm 0.02\%N_p$

渗氮层深范围：0.1-1.2mm 氮化层偏差：≤±8%

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

2004 年获两项国家专利，现为省级高新技术产品。

七、典型应用案例

典型案例 1

技术提供单位：南京摄炉（集团）有限公司

建设规模：为风电行业用齿轮长轴件渗氮及碳氮共渗所建。新增 5 台采用该技术的设备，装机容量 800kW，投资总额 1000 万元。年氮化处理量约 1.2 万 t。建设条件：新建热处理车间 3000m²，有配电及水循环系统，有熟练技术工人，完备的质量保证体系，环保及安全生产均符合国家有关法律法规规定。主要技改内容：1、设备采用全纤维炉衬结构；2、工艺原料气体或液体经计量输入罐内，气氛由氢探头精确控制，加快渗氮速度；3、计算机控制，能完成氮化、软氮化等多种热处理工艺的快速转换。主要设备：RN6-260×250-NS、RN6-60×250-NS、RN6-60×330-NS、RN6-250×180-NS、RN6-100×550-NS。节能技改投资额 500 万元（设备投资额），建设期 4 个月，年节电量 80.88 万 kWh，折合标准煤 264.48t。节能经济效益约 97.38 万元，投资回收期：约 10 个月收回总投资，约 5 个月收回设备投资。

典型案例 2

技术提供单位：南京摄炉（集团）有限公司

建设规模：为大型曲轴氮化处理所建。投资总额 1000 万元，新增设备 4 台，改造设备 8 台，装机总容量 1200kW，年处理量约为 1 万 t。建设条件：新建厂房 5000 m²，有配电及水循环系统，有熟练技术工人，完备的质量保证体系，环保及安全生产均符合国家有关法律法规规定。主要技改内容：1、采用该技术的新增设备 4 台（改造内容同案例一）2、对原有 8 台设备进行改造：增设新型供气系统及氮控系统、拆除原设备炉衬，采用全纤维结构、排气口设置燃烧装置，防止残气直排。主要设备：RN6-100×650-NS 2 台、RN6-160×650-NS 2 台，改造设备：RN-100-6K 3 台、RN-90-6K 2 台、RN-75-6K 2 台、RN-60-6K 1 台。节能技改投资额 400 万元（设备投资额），建设期 4 个月，年节电量 97.88 万 kWh，折合标准煤 319.81t。节能经济效益约 111 万元，投资回收期：约 9 个月收回总投资，约 3.5 个月收回设备投资。

八、推广前景及节能减排潜力

该技术是机械行业热处理的必要设备之一，应用前景广泛，目前已扩散到化工、

复合材料、医疗器械等领域。预计未来 5 年，该技术在行业内的推广潜力可达到 50%，预计投资额 15 亿元，形成年节能能力 25 万 tce/a，减排能力约 66 万 tCO₂/a。

210 高效节能电动机用铸铜转子技术

一、**技术名称：**高效节能电动机用铸铜转子技术

二、**技术所属领域及适用范围：**机械行业 30kW 以下的高效、超高效、超超高效中小型电动机

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

电动机消耗电能已占全国总耗电的 60%以上，成为耗电最大的终端设备。目前应用该技术可节能 4 万 tce/a，减碳能力 11 万 tCO₂/a。

四、**技术内容**

1.技术原理

铸铜转子是以铜为导电基质的新型电动机转子，利用铜优异的导电性能，来降低转子损耗，提高电动机效率。与传统铝转子电动机相比，铸铜转子电动机有以下优点：

(1) 损耗低，效率高

铜的导电性要比铝的高40%左右，铸铜转子可以使电动机的总损耗显著下降，从而提高电动机的整体效率。

(2) 温升高，可靠性高

在电动机损耗降低的同时，由于转化为热能的能量减少，从而使得转子以及定子线圈温度降低，工作温度的降低，大大延长了电动机的寿命和降低维修费用。

(3) 震动小，噪音低

较低的温度就意味着可以使用较小的风扇甚至不使用风扇，这将会减少附加零件的摩擦损失以及空气阻力的损失，减小震动及噪音，进一步提高电动机的效率。

(4) 设计灵活

铸铜转子可以为电动机的设计以及制造提供更大、更灵活的设计空间，既可以追求高效率，在效率同等的情况下，也可以追求低成本、体积小、重量轻等，或者在几者之间进行平衡。

2.关键技术

铸铜电动机转子项目关键技术的开发工作主要是要解决以下三个方面的关键技术问题（或者说是技术障碍）：

(1) 解决压铸模寿命不足的问题。使用压铸铝转子的模具来压铸铜转子，其仅能

承受400次左右的冲击，比起压铸铝转子能达到5万次左右的冲击相差太远，因此必须寻找或开发一种能适应于铜压铸的模具材料，同时研究能延长其寿命的技术处理办法；

(2) 纯铜压铸工艺研究。研究高熔点金属铜的压铸工艺和控制技术，并同时压铸铜的关键设备--压铸机进行改进；

(3) 完成铸铜转子电动机的优化设计--铸铜转子的优化设计及与之配套的电动机定子的优化设计，从而形成完整的铸铜转子电动机的设计定型并建立相应的技术标准。

3.工艺流程

压铸厂生产工艺流程见图1。

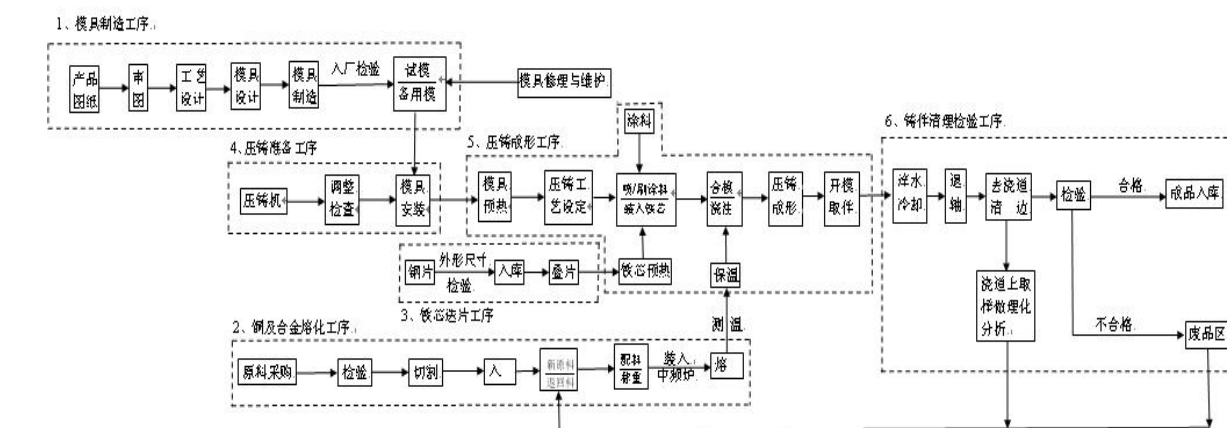


图 1 工艺流程图

五、主要技术指标

生产的铸铜转子电机较铸铝传统电机相比，实现，效率提升 2%-5%以上，损耗降低 15%以上，重量减轻 15%以上，同时材料成本、温升、电机全寿命周期成本均有不同程度的明显降低。

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

2010 年及 2014 年经过河南省科技厅、云南省科技厅的技术成果鉴定。

在 2009 年举行的第十八届全国发明展览会上荣获金奖。2009 年 9 月布达佩斯举行的欧洲国际发明展上被国际发明家联合会（International Federation of Inventors' Association）授予最高奖——“GENIUS Cup”（天才杯）。

项目产品已为国内外五十几个客商提供 5 大系列 100 余个规格的铸铜转子几万台，产品广泛运用于工业、家电、航空、航海、军事等领域。

七、典型应用案例

典型案例 1

典型案例应用单位：胜利油田

项目名称：在胜利油田实际工况使用的 30kW-6（IE4）铜转子电动机

技术提供单位：云南铜业压铸科技有限公司

主要节能技改内容：安装一台 10 马力 4 极铸铜转子电动机替代原有的普通电动机，该铸铜转子电动机被用来驱动一台鼓风机。高效铸铜转子电动机相比普通 Y 系列 6 极-30kW 电动机提高效率 3%，每天节能 8.38 kWh，每年节能 2514 kWh，折合 0.8tce，减排二氧化碳 1.875t。每年可节约电费 2110 元，投资回收期 2 年。

典型案例 2

典型案例应用单位：CRANE（克瑞）航空、CDA（美国）、NORD（诺德）传动、西门子电机、KINGDOM（高崎）电机（台湾）、TECO（东元）电机（台湾）、佳木斯电机、南阳防爆电机、湘潭电机、河北电机、上海日立（HITACHI）、总装备部（军工）。

项目名称：空调压缩机转子节能改造项目

技术提供单位：云南铜业压铸科技有限公司

建设规模：改造 100 台电机。主要技改内容：500W 空调压缩机转子部分，用铸铜转子替换原来的铸铝转子，效率提高 4%-5%。节能技改投资额 30 万元，建设期半年。每年可实现节能量 64tce，减排二氧化碳 150t。

八、推广前景及节能减排潜力

根据统计 2010 年中国电动机系统总耗电量达 26530.2 亿 kWh(2653TWh)，占社会总用电量的 63%，其中工业系统电动机总用电量为 23076.3 亿 kWh(2307.6TWh)，占工业系统总用电量的 75.1%。正是由于电动机在工业用电中所占的比重如此之大，提高电动机的能效对于促进能源的节约利用，保护环境以及可持续发展都具有非常重要的意义。预计未来 5 年，该技术在行业内的推广潜力可达到 10%，年节能能力 339 万 tce，年减排 795 万 tCO₂。

211 稀土永磁盘式无铁芯电机节能技术

一、**技术名称：**稀土永磁无铁芯电机节能技术

二、**技术所属领域及适用范围：**机械行业 通用于中小型电动机及发电机系统

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

正在服役的各类中、小型电动机所消耗的电能占我国电网总供电量的 60% -70%，是第一耗电大户。传统电机在低负载时效率和功率因数很低，实际使用中马拉小车现象非常严重，电机大多数处于低负荷状态，系统运行效率比国外低 20% -30%，电力浪费惊人。目前应用该技术可实现节能量 6 万 tce/a，减排约 16 万 tCO₂/a。

四、**技术内容**

1.技术原理

转子上安装永磁体磁极形成磁场，没有励磁绕组，无需励磁电流，励磁损耗为零，节约铜材；电枢绕组用高分子材料精密压铸成型工艺固定在定子上，实现电机无铁芯化，铁损为零，提高效率，节约硅钢片；采用轴向磁场结构，磁场垂直分布度好，通电的电枢绕组切割永磁材料形成的磁力线产生力矩，使电机旋转，实现电能和机械能的转换。比传统电机的径向磁通结构磁能利用率好，单位功率密度高；采用智能变频技术，配备新型智能逆变器，可以实现从零到额定转速的高效、无级调速，调速范围宽，精度高。

2.关键技术

采用轴向磁场结构设计，大幅度提高功率密度和转矩体积比；采用新型绕制工艺和高分子复合材料高压精密压铸成型工艺，有效降低绕组铜损；不使用硅钢片作为定、转子铁芯材料，减少了磁阻尼，降低了驱动功率，减少了铁损发热源。结合自主研发的电子智能变频技术，使电机系统在宽负载范围效率大大提高。

3.工艺流程

永磁无铁芯电机的生产工艺流程见图 1。

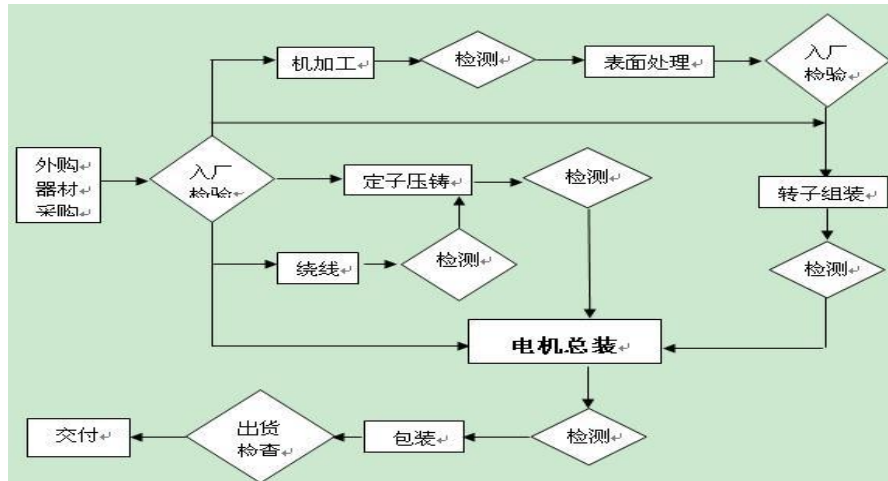


图 1 稀土永磁无铁芯电机生产流程图

五、主要技术指标

功率：1.1-11kW，转速 1500r/min、3000r/min、6000r/min 等

效率：30%以上额定负载不低于 75%，50%以上额定负载不低于 85%，额定点不低于传统高效节能电机

功率因数：30%以上额定负载不低于 0.85，50%以上额定负载不低于 0.95。

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

2009 年，国家中小电机质量监督检验中心对该设备进行了性能检验。

工业锯床应用表明，与异步电机加齿轮箱系统相比，系统节能 30%-80%以上；工业精密铣床对比表明系统节能 30%以上；工业台钻表明系统节能 50%以上。采用稀土永磁无铁芯电机的柴油电站，同等输出功率条件下，油耗降低约 40%。与传统电机系统相比还可节约钢材 50%左右，节约 100%硅钢片，节约铜材 50%。

七、典型应用案例

典型用户：解放军后勤总部、浙江晨雕机械有限公司

技术提供单位：深圳市安托山特种机电有限公司

建设规模：工业锯床用稀土永磁无铁芯电机。主要改造内容：永磁无铁芯电机和智能驱动器替代原有减速箱、皮带轮等。每台锯床技改投资约 6000 元，建设期 1 年。每台年节能 1.7tce，投资回收期约 4.5 年。

八、推广前景及节能减排潜力

预计未来 5 年该技术可推广至 5%，形成约 30 万 tce/a 的节能能力，减排能力 79 万 tCO₂/a。

212 直燃式快速烘房技术

一、**技术名称：**直燃式快速烘房技术

二、**技术所属领域及适用范围：**机械行业 耐火材料、磨具磨料行业、电瓷行业的坯件烘干

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

在电瓷、耐火材料、磨料磨具行业的生产过程中，干燥阶段是必不可少的工艺过程，目前很多都采用蒸汽作为热源，通过换热器将空气加热，然后再利用热风循环对坯件进行烘干。因此，首先必须要制备蒸汽，然后再通过换热器换热，把冷空气换成热空气送入烘房，最终把物料烘干。这个过程需要经过煤燃烧产生蒸汽，蒸汽通过换热器加热空气两次热能转换，能源利用效率低。目前应用该技术可实现节能量 2 万 tce/a，减排约 5 万 tCO₂/a。

四、**技术内容**

1.技术原理

采用天然气等气体燃料，经过燃烧后并经稀释的燃烧产物与循环风机送出来的循环风混合作为干燥介质，进入干燥室内，对待干燥的坯体在烘干室内部进行加热，再由与吸风口连接的循环风机抽出进而达到循环干燥的目的。

2.关键技术

燃烧机、交互引射式送风系统、多点均布式回风系统。

3.工艺流程

以天然气、城市煤气或石油液化气为燃料，通过自动点火系统点燃燃烧机，燃烧后并经稀释的燃烧产物与循环风机送出来的循环风混合作为干燥介质，进入干燥室内，对待干燥的坯体在烘干室内部进行加热，再由与吸风口连接的循环风机抽出进而达到循环干燥的目的。工艺流程图如下：

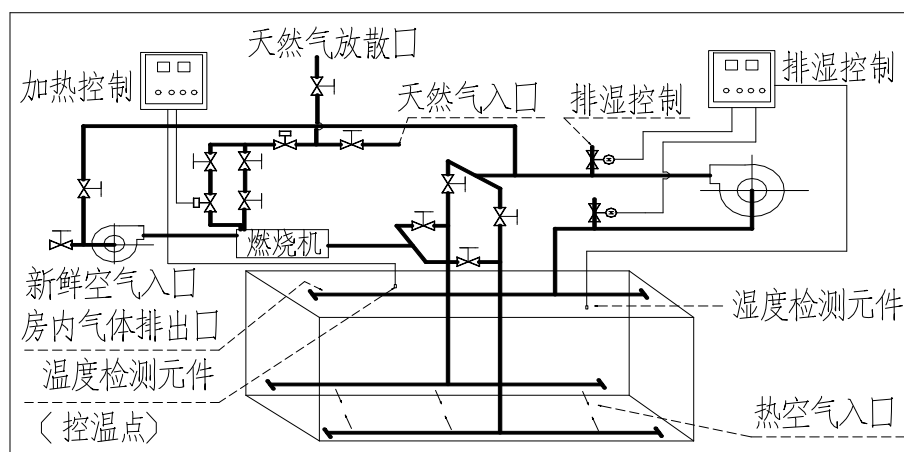


图 1 直燃式快速烘房技术工艺流程图

五、主要技术指标

1. 最高温度 120℃；
2. 可比单耗 <math>< 0.25\text{kgce/kg}</math> 水；
3. 热能利用率：41.70%。

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

西安热工研究院有限公司对该技术进行了性能检测，检验结果表明所测项目全部优于传统以蒸汽为热媒的烘房。该技术已在电瓷行业进行示范应用，运行稳定，功能和性能均稳定可靠，成率高，节能效果显著。

七、典型应用案例

典型用户：西安西电高压电瓷有限责任公司

建设规模：40 间 100m³ 烘房，在原有蒸汽加热烘房基础上改造。主要技改内容：利用原有烘房的烘干室，改造加热循环系统，并新增控制系统，主要设备包括燃烧机、循环风系统、引风系统及回风系统和控制系统。节能技改投资额 1100 万元，建设期 1 年。可比能耗分别由原来的 0.636kgce/kg 水降至 0.199kgce/kg 水，节能量为 0.437kgce/kg 水，每年可节能 920tce，取得节能经济效益 315 万元，投资回收期 3.5 年。

八、推广前景及节能减排潜力

预计未来 5 年该技术可推广至 30%，形成约 15 万 tce/a 的节能能力，减排能力 40 万 tCO₂/a。

213 塑料注射成型伺服驱动与控制技术

一、技术名称：塑料注射成型伺服驱动与控制技术

二、技术所属领域及适用范围：机械行业 注塑机行业合模力 400-80000kN 注塑机

三、与该技术相关的能耗及碳排放现状

传统液压式塑料注射成型机广泛采用异步电机驱动定量泵与电液比例阀相结合的技术，由于定量泵输出恒定流量导致大量无功能耗，能耗很高。目前应用该技术可实现节能量 27 万 tce/a，减排约 71 万 tCO₂/a。

四、技术内容

1.技术原理

应用伺服电机驱动定量泵及控制技术，精确、快速地控制伺服电机的转速和扭矩，实现液压系统压力和流量双闭环控制，使伺服电机运行功率与负载需求功率完好匹配，达到大幅节能效果。

2.关键技术

注塑机专用交流伺服系统，包括交流伺服电机、编码器、驱动器、专用控制技术 & 专用液压控制技术。

3.工艺流程

设备原理见图 1 所示。

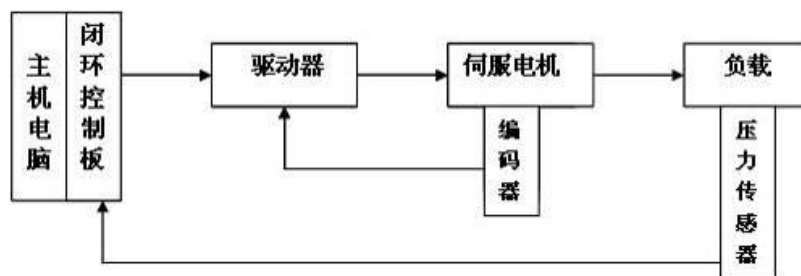


图 1 塑料注射成型伺服驱动与控制原理图

五、主要技术指标

与传统液压式塑料注射成型装备相比，不再产生因液压系统压力、流量调节造成的大量无功能耗，针对不同制品原料和几何特征，项目产品平均能耗下降 50%以

上；制品成型周期更短，生产效率提高 25%，制品精度提高近 30%。

六、典型应用案例

典型用户：厦门豪盛塑料制品有限公司、浙江正泰电器股份有限公司、合兴集团有限公司、山东威高集团医用高分子制品股份有限公司、上海新意达塑料托盘有限公司等。

建设规模：50 台伺服节能注塑机。主要技改内容：将传统液压式塑料注射成型装备更换为伺服节能塑料注射成型机。节能技改投资额 2500 万元，建设期 1 年。年节电 660 万 kWh，折合 2310tce，年节能经济效益为 407 万元，投资回收期 6 年。

七、推广前景及节能减排潜力

伺服节能注塑机与传统的液压注塑机相比可节能 50%左右，节约钢材达 20%以上，并使塑料制品精度大大提高。预计未来 5 年，预计该技术可在业内推广到 85%，形成年节能能力 35 万 tce，年减排能力 92 万 tCO₂。

214 电子膨胀阀在变频节能技术中的应用

一、**技术名称：**电子膨胀阀在变频节能技术中的应用

二、**技术所属领域及适用范围：**机械行业 家用空调、商用空调、冷冻及冷藏设备

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

从2014年10月1日起，中国变频空调能效限定值从3.0提升至3.9，市场的准入门槛提升。在空调行业发展规划中明确要求到2015年，变频空调能效水平较2010年提高20%，到2020年较2015年再提高20%。目前应用该技术可实现节能量34万tce/a，减排约90万tCO₂/a。

四、**技术内容**

1.技术原理

电子膨胀阀是变频空调的关键元件。变频空调是通过变频器改变供电频率调节压缩机的转速。上述变化必须依靠电子膨胀阀来自动控制系统中冷媒流量的大小，使之与变频压缩机的功率相匹配。通过电子膨胀阀对制冷剂流量的自动调节,可使空调系统始终保持在最佳的工况下运行，达到快速制冷、精确控温、节省电能的效果。同时电子膨胀阀可实现制冷、制热状态下流量的自动控制。

2.关键技术

(1) 一种电磁线圈装置；

(2) 电子膨胀阀、电子控制阀、电动阀及其止动装置、一种热交换装置及其电动阀。

3.工艺流程

电子膨胀阀由阀体和线圈两部分组成，其工艺流程不同。阀体部分工艺重点在于机加工、装配、焊接和总装检测；线圈部分重点在于线包的制作、封装以及电气性能检测。

阀体由三部分组装焊接而成，阀组部件的零件需要先通过，车加工→组装→炉焊→螺母压配等工序；转子部件从车加工的丝杆开始需要经过：磁体注塑→止动部焊接→阀针压配组装→转子着磁等工序；上述两个部件再配套止动器部件组装后进行激光焊密封，最后进行阀体总成的在线性能检测。

线圈需要通过骨架注塑→绕线→线头处理→导磁体组装→注塑封装→外壳焊接→线圈电气性能检测等工序。

五、主要技术指标

- 1.气密性 4.2MPa×1min 无泄漏；
- 2.耐压 6.3MPa×3min 无变形；
- 3.破坏压力 16.8MPa×1min 无开裂；
- 4.阀口泄漏≤600ml/min；
- 5.逆向开阀压差≥2.11MPa；
- 6.最大动作压差≥3.43MPa；
- 7.绝缘电阻≥100MΩ，电气强度 AC500V/50Hz 1min 无闪络或击穿；
- 8.线圈温升≤60K；
- 9.寿命耐久≥10 万次。

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

2002 年 4 月，DPF 型家用空调电子膨胀阀通过省级新产品鉴定，产品技术达到国际同类产品先进水平；2009 年 12 月，Q 型家用空调电子膨胀阀通过省级新产品鉴定，产品技术达到国际先进水平。2012 年 1 月，DPF（S03）型大容量电子膨胀阀于通过省级新产品鉴定，达到国际先进水平。2013 年 12 月，O 型电子膨胀阀通过省级新产品鉴定，技术水平达到国际先进水平。

目前国内市场变频空调占有率已超过 50%，国际市场变频空调的占有率正逐步上升，为满足不断增长的市场需求，公司正在进行年产 1380 万套变频节能空调用电子膨胀阀的扩能改造，15 年将形成年产 2700 万套的能力。

七、典型应用案例

典型案例 1

技术提供单位：浙江三花股份有限公司

建设规模：本项目的建设规模为购置精密车床、滚丝机、瑞士多工位组合机床等进口设备，倒角机、超声波清洗机、组装工作台、全自动装配线等国产设备，形成年产 1380 万套直流变频空调用电子膨胀阀的生产能力。项目建成后，年可节能 71.23 万 tce。主要技改内容：1、选择和采购合适的高精度加工设备及确定合理的加工工艺；2、选择和采购转子部件相关材料，转子部件相关成型模的设计制造和加工工艺的确定，以及转子充磁工装的设计和充磁参数的确定，以满足转子精度、磁性

能和稳定性、可靠性的要求；3、塑封线圈的极板精度保证和包封材料、加工设备的选型、工艺设备的确定，以保证精度和塑封密封性；4、阀体外罩材料的选择和成型工艺的确定；5、产品加工装配用专用设备的设计制造，包括隧道炉设备的设计制造和激光焊设备的设计制造；6、产品专用检测试验台的设计制造，包括电子膨胀阀内漏和开阀脉冲试验台、流量测试台、氦检外漏测试台、开阀压力差试验台、转子多项性能测试设备等。主要设备：精密车床、滚丝机、瑞士多工位组合机床等进口设备；倒角机、超声波清洗机、组装工作台、全自动装配线等国产设备。总投资：19600万元，其中固定资产投资 15974.6 万元，铺底流动资金 3584 万元。建设期 4 年，节能量：节电 57.9 亿 kWh/a，折标准煤为 71.23 万 t/a。节能经济效益：项目投产后实现年均销售收入 40259.6 万元，年均增值税 2530 万元，年均销售税金及附加 253 万元，年均利润总额 10453.7 万元。投资回收期 2.08 年。

八、推广前景及节能减排潜力

电子膨胀阀主要应用于变频空调系统中，以实现制冷剂流量的自动调节，目前日本市场中变频空调使用比例达 100%，而国内市场其使用比例已达到 48%，随着国家变频空调能效标准的不断提升，国内变频空调市场将会进一步发展，预计未来 5 年，该技术在行业内的推广率可达到 50%，投资额 2 亿元，年节能能力可达到 85 万 tce/a，减排能力 224 万 tCO₂/a。

215 工业冷却塔用混流式水轮机技术

一、**技术名称：**工业冷却塔用混流式水轮机技术

二、**技术所属领域及适用范围：**机械行业 化工、冶炼、轻纺等行业 有重力势能可利用的机械通风式冷却塔的改造

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

目前的工业循环冷却系统耗电现状是：每座冷却塔的塔顶都装有一台电动机，用来驱动风筒内部的风叶转动，一座 4500t/h 流量的冷却塔电机年耗电量约为 175 万 kWh，耗能折合 612tce。目前应用该技术可实现节能量 24 万 tce/a，减排约 63 万 tCO₂/a。

四、**技术内容**

1.技术原理

水轮机的工作动力来自循环冷却水系统水的重力势能以及循环水泵的富余扬程，工作时保证冷却塔的技术参数，而且循环水泵的能耗不变。水轮机的输出轴直接与风机连接并带动其转动，取消了原电机驱动风机系统，节约了电能。

2.关键技术

(1) 利用循环水余压驱动水轮机，替代电机；

(2) 转速比为50的超低比速混流式水轮机，效率提高至88%以上，并将原双列循环形导流叶栅改为单列环形导流叶栅，设计金属椭圆形蜗壳，实现水轮机的结构紧凑，满足冷却塔内部空间少的需求。

3.工艺流程

改造的流程：取消冷却塔减速箱和电机→ 把冷却塔用水轮机安装在原减速箱基础上 → 安装原风机 → 连通进水管和水轮进口 → 连通布水器和水轮机出口。

系统工作原理见图 1 所示：

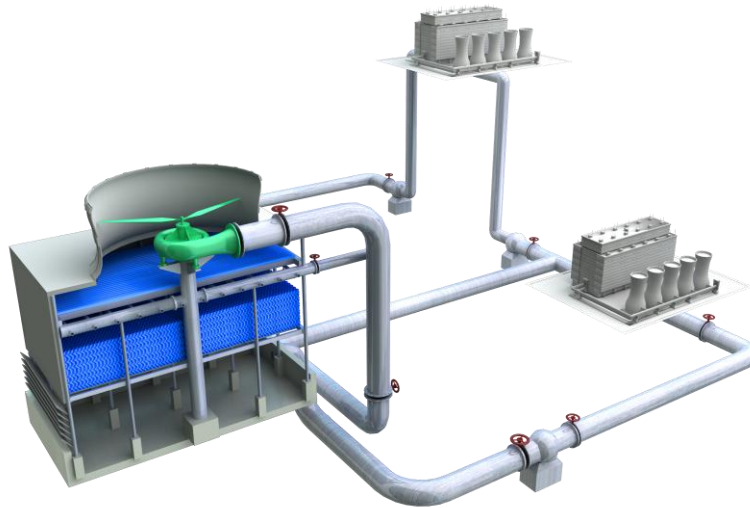


图1 工业冷却塔用混流式高效水轮机系统原理图

五、主要技术指标

- 1.水轮机效率 $\eta \geq 88\%$ 、外形设计尺寸满足冷却塔内部工作要求；
- 2.噪音降低20%；
- 3.水轮机替代电机后，节电100%。

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

该技术通过南京市科技成果鉴定，已应用于石油、化工、钢铁和轻纺等行业。已对全国 300 余家企业的冷却塔进行了节能改造，节能效果显著。

七、典型应用案例

典型用户：大庆石化、扬子石化、巴陵石化、哈尔滨石化、沧州大化、申久化纤、仪征化纤、南京钢铁、济南钢铁、江苏沙钢等

典型案例 1：哈尔滨石化

建设规模：4000t/h×2 台逆流式机械通风冷却塔改造。主要技改内容：用水轮机替代风机电机、传动轴和减速机，主要设备为 HL4000 型冷却塔用水轮机二台。节能技改投资额 240 万元，建设期 15 天。年节电 316.8 万 kWh(按每年运行 330 天计算)，折合 1108.8tce，年节约电费 190 万元，投资回收期 1.3 年。

典型案例 2：江苏沙钢淮钢特钢

建设规模：2500t/h 逆流式机械通风冷却塔一台改造。主要技改内容：用水轮机替代风机电机、传动轴和减速机，主要设备为 HLW-2500 型冷却塔用水轮机一台。节能技改投资额 75 万元，建设期 10 天。年节约电能 87.1 万 kWh，折合 304.8tce(按每年运行 330 天计算电费)，年节约电费 52.3 万元(按企业用电价 0.6 元/度计)，投

资回收期 1.4 年。

八、推广前景及节能减排潜力

全国现有冷却塔可进行水轮机改造的总容量约为 24157 万 t，预计未来 5 年推广 10%，全国可改造 6000 余套，年节能能力可达 240 万 tce，年减排能力 634 万 tCO₂，总投资约 70 亿元。

216 曲叶型系列离心风机技术

一、技术名称：曲叶型系列离心风机技术

二、技术所属领域及适用范围：机械行业 主要用于水泥、钢铁、电力、化工等国民经济各行各业。

三、与该技术相关的能耗及碳排放现状

上世纪 80 年代，直叶片系列风机技术从国外引进并广泛应用于水泥、钢铁、火电、化工等行业。按行业协会统计数据，截止 2010 年 12 月，全国工业在用离心风机总量为 75000 台，其中，1600kW 电机的风机占 30%以上，电机功率为 950-2000kW 之间。这些风机消耗大量的电能，全国 1600kW 在用风机的年耗电总量达 2494 亿 kWh。目前应用该技术可实现节能量 4 万 tce/a，减排约 11 万 tCO₂/a。

四、技术内容

1.技术原理

(1) 采用CFD（Computational Fluid Dynamics计算机流体动力学）技术对旋转机械内部的流动进行数值模拟、性能预测以及为改型提供依据；

(2) 采用等减速设计方法将叶片设计为等减速曲叶型；

(3) 改变气流由轴向到径向的气流转折角度，改变进风口端壁线；

(4) 设计叶片的组合模具，以5档为一规格共用上、下底模，利用共用底模与叶片压模滑块来联接后压型，获得成型的叶片，节省了模具制造周期和成本；

(5) 采用以计算机为基础的自动检测系统，可快速、准确测量气体压力、温度及流量等参数，测量精度高，测量数据可靠，为新产品的研制、开发提供强有力的保证。

2.关键技术

(1) 运用已有设计经验数据、风机理论知识及CFD软件等使6-39B系列风机效率相比进口BB50风机有大幅度的提升，达到最终2%-4%的增长目标。

(2) 采用等减速法设计并绘制出叶片型线。

(3) 曲形叶片的模具设计，掌握不同材料和厚度下的回弹系数和回弹量问题，保证实际成型的叶片型线符合设计的尺寸及公差要求。

3.工艺流程

工艺流程见图 1。

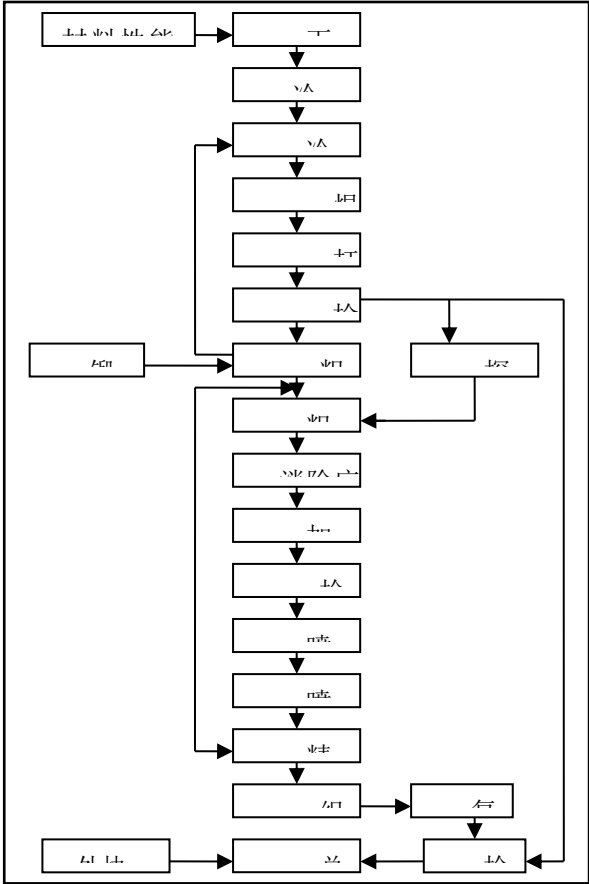


图 1 工艺流程图

五、主要技术指标

与引进技术 BB50 离心风机的比较见下表：

表 1 曲叶型系列离心风机与引进技术 BB50 离心风机的比较

项目	单位	BB50 工况参数	6-39B 系列工况参数
流量	m ³ /h	20908	20267
压力	Pa	3806	3955
轴功率	kW	28.1	26.5
风机转速	r/min	1450	1450
工作温度	°C	20	20
全压效率	%	80.9	85.4

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

2011 年 2 月 18 日，产品通过重庆市科委的重点新产品鉴定，“整机效率达到国内领先水平”。2009 年 8 月 12 日，产品已通过重庆市质量检测研究院进行的性能测试，“该样品经检验所有项目符合 JB/T10563-2006 标准的要求”。产品自投放市场以来，已成功应用于华润水泥（武宣）有限公司、大冶有色金属有限公司、常州水泥有限公司和宜宾天源特种水泥有限公司山东鲁碧建材有限公司。

七、典型应用案例

应用单位：重庆小南海水泥厂

技术提供单位：重庆通用工业（集团）有限责任公司

节能改造情况：2012 年，该公司日产水泥 5000t 生产线增产技术改造。原 3 台生产线用窑尾高温风机、生料磨循环风机和水泥磨排风机均由重通公司提供。产品技术均源自重通公司从英国直接引进技术的戴维森高温风机。由于经过长达 3 年的负荷运行，风机的叶轮出现不通程度的磨损，功效自然下降。为解决生产能力面临的瓶颈，重庆小南海水泥厂于 2011 年底启动了生产线的前期技术改造。主要设备：1 台，6-2×39N_{31.5F} 窑尾高温风机、1 台 SL6-2×39N_{33.5F} 生料磨循环风机、1 台 Y6-39N_{25.5F} 水泥磨排风机。

节能改造内容：在保持原有生产工艺不变的前提下，提高日单产生产能力，有 5500t 提高到 8000 万 t。同时，年耗电量下降 6.75%，由 4623.84 万 kWh（度）降低为 4311.84 万 kWh（度），全年节省用电 312 万 kWh（度）。

节能效果：（1）比较原引进技术生产的离心风机的年耗电量，4623.84 万 kWh，三台采用曲叶型高效离心风机年耗电量，4311.84 万 kWh。全年可实现的节电量 312

万 kWh。(2) 比较原引进技术生产的离心风机，三台采用曲叶型高效离心风机全年少交电费 255.84 万元。

经济效益：采用 3 台曲叶型离心通风机，用以替代原有的窑尾高温风机、生料磨循环风机和水泥磨排风机。平均单台售价 83.6 万元。从电费节省中可实现成本投资回收期的缩短。比较基础为原三台公司产离心风机 250.8 万元。由于三台采用曲叶型高效离心风机全年少交电费 255.84 万元。投资回收期 1 年。

八、推广前景及节能减排潜力

预计在近期 5 年内，投资 5500 万元，对现有生产线进行扩容改造，提升生产加工能力，目前在水泥行业的占率仅为 22%。已经产生的环保效应体现为可实现全年节电 2583 万 kWh（度）、减少标煤消耗 113 万 t、减少 CO₂ 排放 255.8 万 t。与传统的 BB50 离心风机比较，效率高出 4%，市场潜力巨大。如果能推广应用实现 56%，将产生巨大的经济和环保效应，可形成节能能力约 80 万 t，减少 CO₂ 排放 211 万 t。

217 自密封旋转式管道补偿节能技术

一、技术名称：自密封旋转式管道补偿节能技术

二、技术所属领域及适用范围：机械行业 通用机械工业热网管道

三、与该技术相关的能耗及碳排放现状

管道输送受环境及输送介质温度变化影响，必然产生热胀冷缩，因此在管道设计中补偿节必不可少。

目前多种补偿器均依靠补偿节金属材料自身弹性变形进行补偿，补偿距离短。例如，高压、高温管道每隔 20-30m 设置一个，能耗大，热量和压力损失常高达 20%-30%，每公里管道能量损耗可达 8%以上，这是工业管道能量损失的主要原因，通常管道距离越长损耗越大。特别是对温度 $\geq 450^{\circ}\text{C}$ 、压力 $\geq 4.5\text{MPa}$ 的高温高压蒸汽管道，因管道内介质温度高、压力大，目前大多数采用能量损失较大的“II”型补偿器，其补偿间距更短，造成的能量损失更大。目前应用该技术可实现节能量 14 万 tce/a，减排约 37 万 tCO₂/a。

四、技术内容

1.技术原理

管道用自密封旋转补偿器装置由若干旋转补偿器、弯头及短管组成，旋转补偿器与两端 90°弯头连接成为一个旋转节，两旋转节之间与同一短管连接成横臂。当两旋转节各另一端 90°弯头与前后直管焊接连接后，即安装完成一套管道用自密封旋转补偿器装置。采用该种补偿器，平均补偿距离由采用传统补偿技术的 20-40m 扩大为 200-500m，补偿距离扩大了 10 倍，延长米大大缩短，弯头及管材使用数量减少，不需增加管材和弯头壁厚。同时，可有效克服热胀冷缩产生的二次应力，管道不产生蠕变，使用寿命长（可达到 25-30 年），管道运行安全，热量损失降到 3%以下，压力损失降到 5%以下，每公里管道能量损耗降到 3%以下，从而大幅度降低能量损失。

2.关键技术

(1) 管道用自密封旋转补偿器组对连接使管道无二次应力，消除管道轴向应力，降低了对管道本体材质的要求，降低工程造价 30%以上，大大节省设备间连接管道，提高了设备振动环境下的安全性；

(2) 独创环面与端面的自密封型式及新型端面密封材料，最高动态使用压力可

达 30MPa，可实现管道长距离两端补偿，即 500m 直管段内中间无需设置补偿器，可大大减少补偿器的使用数量；

(3) 旋转补偿器组消除管道轴向应力，降低高温高压管道对材质的要求，降低工程造价 40%以上；

(4) 可使设备间管道实现无应力连接，提高设备的安全性。

3.工艺流程

工艺流程见图 1。

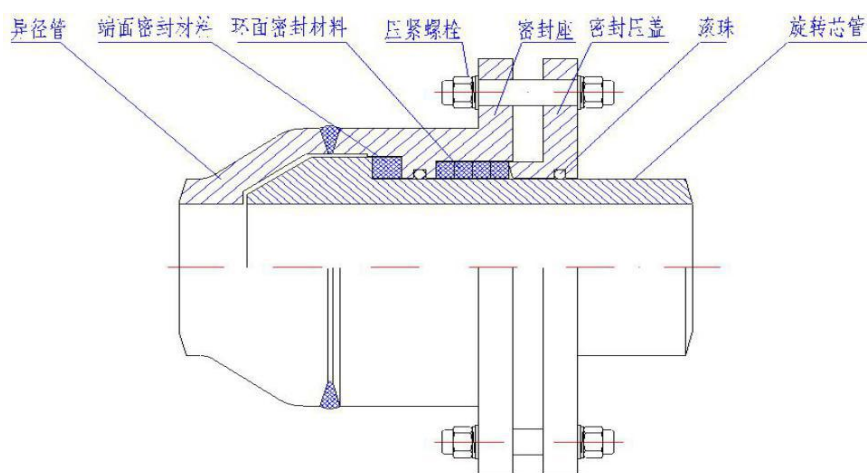


图 1 自密封旋转补偿器结构图

五、主要技术指标

技术指标见表 1。

表 1 技术指标

序号	名称		可达到的指标
1	公称通径 (mm)		50-3000
2	公称压力 (MPa)		$1.0 \leq PN \leq 30$
3	工作温度 (°C)	蒸汽管道用	≤ 605
4		热水管道用	≤ 130
5	补偿能力 (mm)		0-1800
6	管线补偿距离 (m)		200-500
7	密封材料耐温 (°C)		-196°C-1600°C
8	密封材料抗压强度 (kg/cm ²)		32-5820
9	使用寿命 (年)		25-30
10	工程应用中的压力损失(%)		≤ 3

11	工程应用中的温度损失(%)	≤5
12	工程应用中的能量损失(%)	≤3

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

该技术已通过国家质量监督检验检疫总局特种设备安全技术委员会及中国石油和化工自动化应用协会鉴定，获中国第一批高耗能特种设备节能技术及产品证书。

该技术已广泛用于工业各领域，如石化厂、炼油厂、核电站、钢铁厂、焦化厂、化工厂、化肥厂、油田等的长距离输送原油、高压天然气输送管道、发电厂主蒸汽管道以及高温高压给水管道等的热力管道上。目前，该项技术已在中石化、中石油、中海油、神华宁煤集团、中国华电、中电投、大唐集团、华能集团、国电集团、协鑫集团、首都钢铁集团、鞍山钢铁集团、武汉钢铁集团等单位及其下属企业得到成功应用。

七、典型应用案例

典型用户：江苏灵谷化工有限公司、江苏双良科技有限公司热电分公司、江阴苏龙发电有限公司

典型案例 1

建设规模：年产 45 万 t 合成氨/80 万 t 尿素一期项目。主要技改内容：公用管道工程系统中，部分主蒸汽动力管道设计压力 $P=10.8\text{MPa}$ ，设计温度 $T=550^\circ\text{C}$ ，规格 $\phi 426\times 36$ ，材质 12Cr1MoVG，直线长度为 580m。节能技改投资额 140 万元，建设期 2 个月。每年可节能 1350tce，年节能经济效益约 135 万元，投资回收期约 1 年。

典型案例 2

建设规模：4×135MW 和 2×330MW 燃煤机组的供热管道。主要技改内容：总长 15km 的城市供热热网管道补偿。节能技改投资额 8000 万元，建设期 2 年。每年可节能 24400tce，年节能经济效益 2440 万元，投资回收期 5.2 年。

八、推广前景及节能减排潜力

管道用自密封旋转补偿器不仅解决了超高温高压、长距离、低损耗介质输送中的管道补偿问题，也可代替输送中低温介质的管道补偿器。目前，已经累计生产管道用自密封旋转补偿器约 8 万台。如果以 2 台为一组系统补偿型式，可补偿距离平均为 250m 左右来计算，则已经补偿的热力管道总长度约为 1.2 万 km。预计未来 5 年推广比例达 20%，年节能能力可达 140 万 tce，CO₂ 减排能力达 370 万 tCO₂/a，总投资约 24 亿元。

218 基于低压高频电解原理的循环水系统防垢提效节能技术

一、**技术名称：**基于低压高频电解原理的循环水系统防垢提效节能技术

二、**技术所属领域及适用范围：**机械行业 通用机械行业水冷中央空调机组、工业各类型循环水冷设备（换热器）

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

目前，我国 90%以上的空调系统均采用化学药剂处理水垢或污垢，但是化学药剂不仅引起系统管道腐蚀，而且会造成大量酸性、含磷等的高浓度化学有害废水排放。据统计数据显示，中央空调电耗约占建筑楼宇总耗电量的 65%-75%。中央空调在实际运行过程中，一般普遍存在水垢，造成能耗增加。因此，建筑空调及工厂冷却循环系统因水垢或污垢会无形中多耗电约 10%-20%。目前应用该技术可实现节能量 26 万 tce/a，减排约 69 万 tCO₂/a。

四、**技术内容**

1.技术原理

低压高频、变频的电解，使循环水(大分子团水)电解成具有强溶解性和渗透性的小分子还原水。小分子还原水具有溶解水垢的能力，能起到代替化学药剂的作用。浸在水中的负极水垢收集器，使溶解后带正电的钙镁离子在收集器上结晶析出，达到去除循环水中钙镁离子的目的，使水体硬度大大降低，减少了换热器表面发生结垢的机会，从而起到防垢、除垢的作用，提高了换热效率，实现换热器的节能运行。

（注：大分子团水由 10 个以上水分子组成，小分子水由低于 5 个水分子组成。普通水电位在 +100mV 以上，电解还原水为带有负电位（-250mV 以下）的水）

2.关键技术

（1）把市电变成特殊波形的低压高频电流输送到电极，产生高能量电解信号，快速产生具有强渗透性及溶解性的小分子水；

（2）可根据水质的差异智能改变信号强弱，达到最佳电解除垢效果；

（3）3 组高频电极周期转换技术，提高电解水除垢效果；

（4）独立设置一个恒为负电的圆形水垢收集器，不间断吸附循环水系统中的水垢，使换热器长期保持无垢状态，实现节能运行。

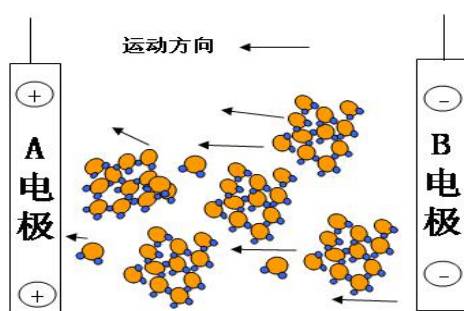
3.工艺流程

基于低压高频电解原理的循环水系统防垢提效技术原理及工艺流程见图 1、图 2。

(1) 大水分子团水在电极高速（300kHz/s）正负转换的作用力下，不断发生碰撞以及振动，被细化成小分子水。

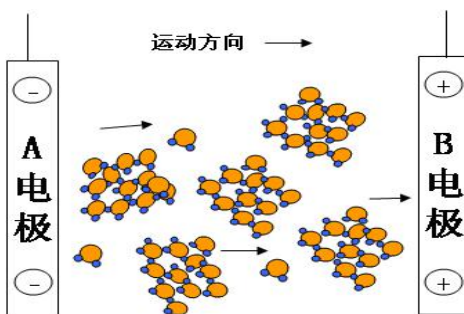
(2) 大分子团水变成小分子还原水后，水分子间的空隙变大，同时被细化的小分子水由于结构变小，具有更强的渗透性及溶解能力，起到代替化学药剂的作用，在系统循环水不断循环的过程中，把换热器的水垢逐步溶解，从而提高换热效率。

(3) 水垢被溶解成 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 后，被水流带到固定的负极水垢收集器收集，避免在换热器重新结垢，使水体硬度保持在较低水平，换热器长期保持最佳换热效率，实现节能效果。



注：●为氧，●为氢，●为水分子

1. A 电极作正极，B 电极做负极时（大分子团水往正极移动）



2. A 电极作负极，B 电极做正极时（大分子团水往正极移动）

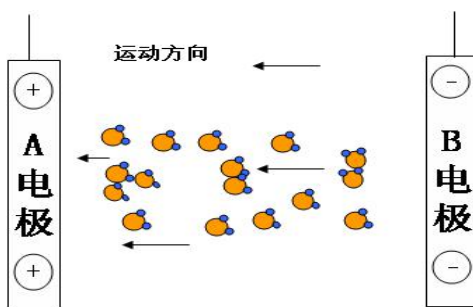


图 1 低压高频电解原理图

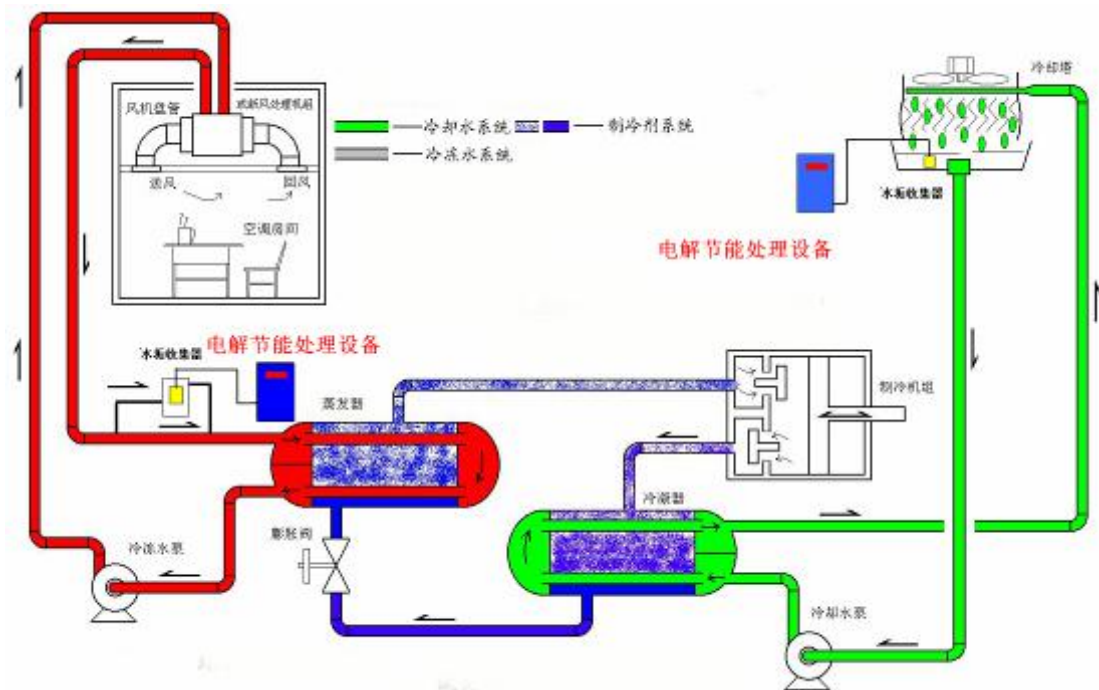


图2 基于低压高频电解原理的循环水系统防垢提效技术流程图

五、主要技术指标

- 1.处理后中央空调冷凝器的热交换率比传统化学药剂处理（或人工清理）方式提高 30%以上；
- 2.中央空调节电 15%以上；
- 3.用于冷却系统时，确保换热系统无垢无锈，使系统的趋近温度、制冷温差等接近空调厂家出厂标准，冷却系统长期处于最佳工作状态（根据不同机型，趋近温度在 0.5-1.5℃，冷却水进出水温差 5-7℃）；
- 4.阻垢率>95%，灭藻率>95%。

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

该技术于 2012 年 3 月通过广东省科技厅组织的技术成果鉴定，并被列入 2011 年广东省十大节能品牌。目前已在建筑空调、石油、化工、食品、电力、机械、造纸、电子等行业的中央空调、空压机、注塑机等冷却系统广泛应用，共使用 480 多台。同时，该技术设备已出口到香港、澳门、台湾、印尼、新加坡、美国等地区，实际应用效果较好。

七、典型应用案例

典型用户：中国电信、中国石化、松下电工电子材料（广州）有限公司、广州广州白天鹅宾馆等。

典型案例 1

建设规模：7 台空压机，8 台冰水机冷却系统，总冷量需求为 6500 冷 t。主要技改内容：低压高频电解节能设备 15 台。节能技改投资额 130 万元，建设期 15 天。每年可节能 370tce，年节能经济效益为 95 万元，投资回收期约 1.3 年。

典型案例 2

建设规模：3 台 900 冷 t、3 台 1000 冷 t 的冷水机组节能技术改造。主要技改内容：低压高频电解节能设备 12 台。节能技改投资额 110 万元，建设期 12 天。年可节能 340tce，年节能经济效益为 84 万元，投资回收期约 1.3 年。

八、推广前景及节能减排潜力

该技术设备广泛适用于板式换热器、管式换热器以及热水锅炉等，市场需求巨大。目前，全国约有 250 万台以上大型中央空调，400 万台工业循环水冷却（换热）设备，广泛分布在各城市建筑楼宇、工矿企业、民用热水锅炉等。预计未来 5 年推广比例达 10%，年节能能力可达 260 万 tce，CO₂ 减排能力达 686 万 tCO₂/a，总投资约 45 亿元。

219 永磁涡流柔性传动节能技术

一、**技术名称：**永磁涡流柔性传动节能技术

二、**技术所属领域及适用范围：**机械行业 广泛应用于航天、军工、海事、发电、煤炭、冶金、石化、矿山、造纸、天然气、水泥、水处理等行业中的恶劣工况下的大型设备的传动系统中。

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

国内电机及负载长期低负荷运行，同时调节方式落后，运行效率比国外先进水平约低 10%-20%，每年浪费电能约 5000 亿 kWh，节电潜力巨大。另外大部分风机、水泵采用的是液力耦合器调速方式，机械效率仅为 70%左右。永磁涡流柔性传动节能技术的节能效率在 20%以上，自身不耗电，没有漏油污染，节电率可达 20%以上，能在各种恶劣环境下稳定工作，使用寿命长达 20 年。目前应用该技术可实现节能量 25 万 tce/a，减排约 66 万 tCO₂/a。

四、**技术内容**

1.技术原理

该技术是应用永磁材料产生的磁力作用，实现力或者力矩无接触传递的一种新技术。负载和电机之间通过气隙相连接。该技术装置包括永磁磁力耦合器和永磁调速传动装置等，由于电机启动时不需要克服负载惯性，大大减小了峰值电流，缩短浪涌持续时间，从而节约能源，还大幅减少设备磨损，保证设备的可靠运转。

其基本原理就是遵循楞次定律，具体表述为感应电流的磁场总是阻碍引起感应电流磁通量的变化。感应传动气隙越小磁体与导体间感应越强，导体与磁体间感应力越大，扭矩传输效率可通过调整气隙来控制。

2.关键技术

- (1) 转速范围：0-3000r/min；
- (2) 适配电机功率：4.0-4000kW；
- (3) 调速范围：30%-99%；
- (4) 传递效率：96%-99%；
- (5) 节能效率：20%以上。

3.工艺流程

工艺流程见图1。

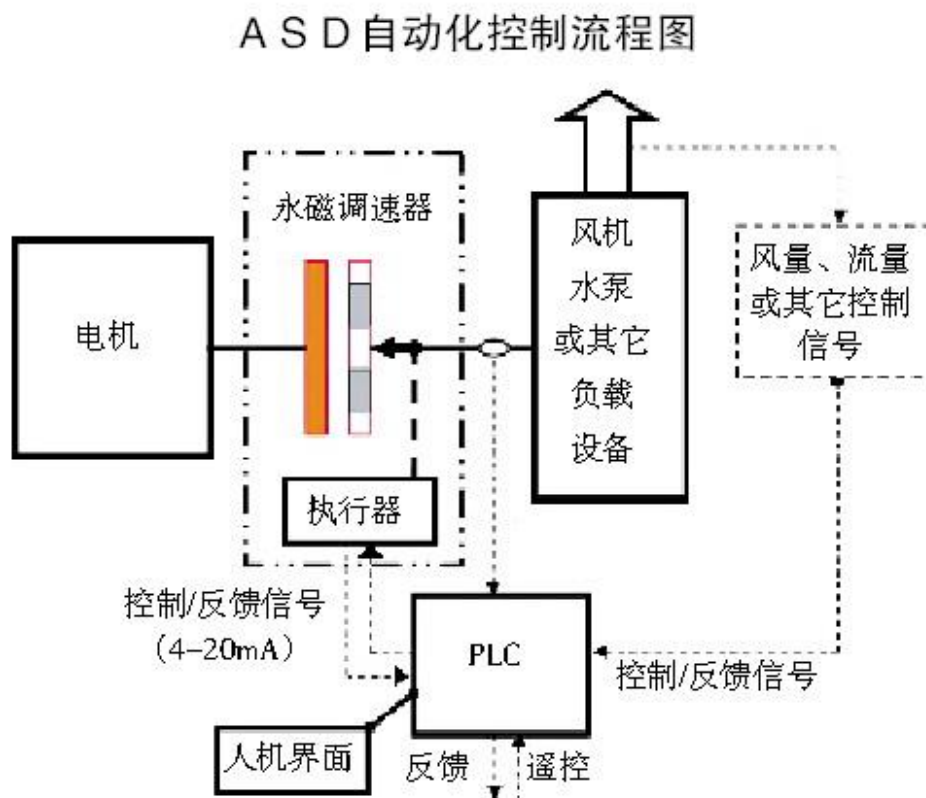


图 1 工艺流程图

五、主要技术指标

1. 转速范围：0-3000r/min； 2. 适配电机功率：4.0-4000kW； 3. 转矩范围：40-30000N·m； 4. 工作温度范围：-40℃-+50℃； 5. 调速范围：30%-99%； 6. 传递效率：96%-99%； 7. 气隙调节范围：3mm-40mm； 8. 滑差率：1%-4%； 9. 安装精度：< 1 mm； 10. 节能效率：20%以上。

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

该技术已获得 10 项发明专利和 16 项实用新型专利，外观设计 1 项。2011 年该技术通过省级新产品、新技术的鉴定。该技术已成功在鞍钢、宝钢及海华发电等企业应用。该技术匹配电机功率范围为 4kW-3000kW，速度最高可达 3600r/min，调速范围 30%-99%，传递效率 96%-99%，节能效率 20%以上。

七、典型应用案例

典型案例 1：中国石油炼化厂

技术提供单位：北京东方永传节能科技有限公司

建设规模：炼油装置鼓风机一台投入运行。建设条件：设备改造实施前广西石化加热炉风机，年挡板平均开度 80%左右，年运行 8000 小时，耗电量为 1480000kWh 电。主要技改内容：在电机及风机之间加装永磁传动调速联轴系统，自动执行器及控制软件系统，实现后将传统的刚性传动改为了磁力柔性传动；使用执行器配合控制送风量以替代原有挡板控制方式，根据工艺的需求自动调整风机转速，使电机系统运行在最经济的工况下，该装置年耗电量大比例的下降，年节省电费近 30 万元，为该厂创作了经济价值。同时以柔性传动替代刚性传动降低了设备的震动及噪音，不仅将停车检修周期由原有的 3 个月延长至 12 个月，还为装置生产人员营造了更舒适的工作环境。设备投资额 50 万元，建设期 3 个月。使用永磁调速系统后该装置年节电量约为 370000kWh，相当于节约 116.37tce，减排 CO₂ 为 368t。投资回收期约 20 个月。

典型案例 2：上海宝山钢铁股份有限公司钢管条钢事业部

技术提供单位：迈格钠磁动力股份有限公司

建设规模：电机功率为 160kW，功率因数为 0.83，风机在额定运行时，电机功率为 132.8kW。主要技改内容：在宝山钢铁股份有限公司钢管条钢事业部电炉合金库除尘机上安装永磁涡流柔性调速装置，实时调节风机的运行转速。主要设备永磁涡流柔性调速装置。设备投资 22 万元，建设期约 20 天。每年可节省电能 84.9 万 kWh（电机工作时间按 300 天计算），折 297tce，年节能经济效益 18.79 万元，投资回收期约 1.2 年。

八、推广前景及节能减排潜力

全国各种风机、泵类约有 4700 万台，如果其中 50%需要进行流量的调节，除了变频器调速、液力变扭器外，则还有 25%的风机、泵类设备需要进行调速改造，在剩下的 1175 万台中如果有一半选择永磁传动调速的话，则有 587.5 万台市场规模，如果我们市场占有率按未来五年分别为 0.1%、0.2%、0.4%，平均功率按 315kW 计算，平均节电 15%，年设备运行按 7000 小时计算，则 2015、2017、2020 年的节能潜力分别为：2015 年，19.5 亿 kWh，折合 78 万 tce，CO₂ 减排 194.4 万 t；2017 年，39 亿 kWh，折合 156 万 tce，CO₂ 减排 388.8 万 t；2020 年，60 亿 kWh，折合 200 万 tce，CO₂ 减排 528 万 t。

220 工业微波/电混合高温加热窑炉技术

一、**技术名称：**工业微波/电混合高温加热窑炉技术

二、**技术所属领域及适用范围：**机械行业 通用机械行业非金属材料高温加工

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

目前，我国工业窑炉大部分是燃煤、燃油、燃气窑炉，这些工业窑炉大量耗用一次能源，并对环境产生一定污染。与电炉相比，工业微波/电混合加热窑炉通常可节电 40%以上；与燃煤(焦)、燃油、燃气窑炉相比，能耗费用大致相当或略有降低，但减排效果显著。同时，工业微波窑炉装备通常可大幅改善加工材料的品质和大幅提高加工效率，设备自动化程度高，而其制造成本却与传统窑炉装备相当，因而具有广阔的市场应用前景。目前应用该技术可实现节能量 10 万 tce/a，减排约 26 万 tCO₂/a。

四、**技术内容**

1. 技术原理

微波加热是利用微波电磁场中材料的介质损耗使材料整体加热至温度升高。在微波电磁场作用下，材料会产生一系列的介质极化，在极化过程中极性分子由原来的随机分布状态转向依照电场的极性排列取向，而在高频电磁场作用下，分子取向按交变电磁的频率不断变化，依靠材料本身吸收微波能转化为材料内部分子的动能和势能，进而实现材料内外同时均匀加热的原理。

传统加热热源是通过热辐射、传导、对流三种方式完成的，而微波加热则是通过物质内部粒子与高速交变的电磁波相互作用来完成的。这种相互作用引起物质中电介质的损耗，使电磁能转变为热能，高效、清洁。

微波/电混合高温加热技术可克服部分材料在低温状态下吸收微波差而升温速度慢等缺点，具备特点如下：

(1) 优质：通过均匀穿透的能量作用大幅提高加工材料的品质。如采用微波高温合成技术可生产出世界上高品质的磁性材料、动力电池材料和氮化铁合金材料等；

(2) 高效：通过整体同步的能量作用大幅缩短材料的加热或加工时间，提高加热或加工效率数倍乃至数百倍。如采用微波烧结技术生产氮化硅锰，可使效率提高 20 倍，生产成本降低 70%；

(3) 节能：因材料加热或加工效率高而显著节能，与常规电加热窑炉相比，通常可省电40%以上，如烧制氮化硅锰，可节电90%左右；

(4) 改性：因微波加热存在非热催化效应，颠覆部分传统产品烧结工艺，如人造金刚石石墨+触媒，由原来真空状态下纯氢气烧结改变为常压状态下氮气烧结，可大大降低成本，提高设备使用的安全性；

(5) 应用范围广：充分利用纯微波高温加热技术与电加热的优势，克服部分材料在低温状态下吸收微波差而升温速度慢等缺点，应用范围大大提高。

2.关键技术

(1) 高稳定性的微波源技术；

(2) 建立不同边界条件下微波腔体的微波模数结构计算与设计软件系统，确保微波与材料最佳偶合；

(3) 设计多种微波抑制及微波屏蔽器，设计出微波屏蔽装置，将电热元件引出线的微波辐射降低到 $100\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ；

(4) 采用专用于微波高温窑炉测温用热电偶，与常规热电偶相比，该技术引出线微波辐射少，测温精度高；

(5) 微波窑炉加热元件是微波源，布置在保温层外面，微波穿过保温层加热物料，要求微波窑炉的保温材料吸波性能差，在微波照射下自身发热小。研究开发出可适应微波烧结温度高于 1600°C 的保温材料，以及炉管、匣钵、推板、氧化铝空心球砖等耐火材料，是该技术完成的重要保障；

(6) 温度精确控制技术。采用温度曲线的控制，实际就是微波功率的控制，这要求一是做到微波功率的精确无级可调，二是闭环控制时间响应快。微波功率调节是非线性的，它由雷基图决定。本技术采用常规的PLC、触摸屏、经多种温度曲线计算，实现微波功率的控制。

3.工艺流程

微波烧结炉工作原理与传统烧结炉对比见图1。

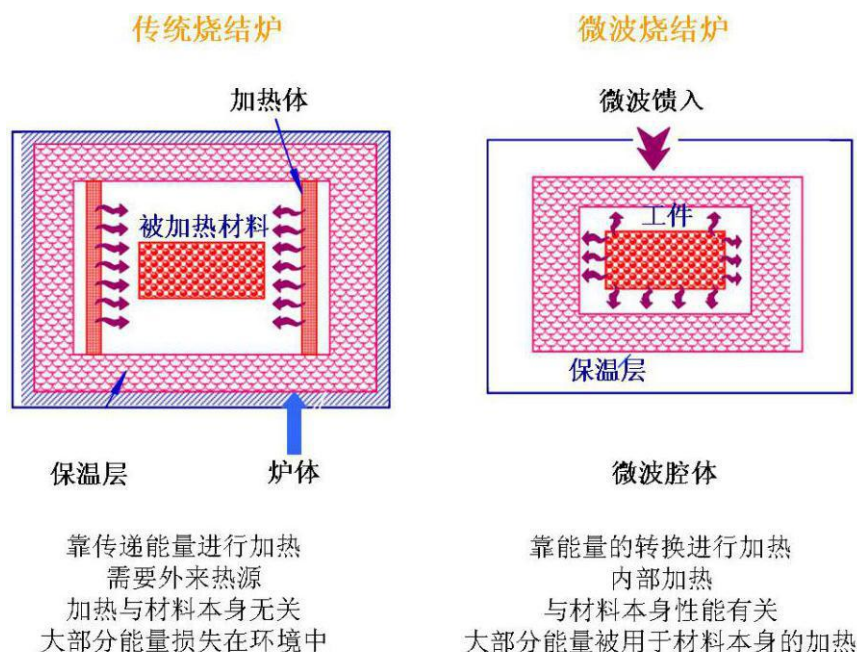


图 1 传统烧结炉与微波烧结炉工作原理对比图

五、主要技术指标

- 1.微波输出频率：2.45GHz±25MHz；
- 2.最高温度：1650℃；
- 3.工作温度：1600℃；
- 4.温度均匀度：±6℃；
- 5.窑炉温度稳定度：±5℃；
- 6.曲线控制精度：±2℃。

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

该技术于2012年3月通过湖南科学技术厅组织的技术成果鉴定，并获得多项国家专利。2012年3月，“Rweg微波(电热)高温辊道窑、RWET微波(电热)高温辊道窑、RWS微波多功能实验炉”三项产品成功通过湖南经信委与湖南资源综合利用协会组织的产品鉴定。

与常规工业加热技术相比，该技术可大幅改善材料品质，并具有显著的高效、节能、环保等特点，节能率可达40%以上，且制造成本与常规技术相当，因而具有使用领域广、性价比高的竞争优势。目前，该技术已在湖北钟祥华邦科技有限公司、广东风华高新科技股份有限公司新宝华电子设备分公司、潮州市博大工艺品制作有限公司等企业应用，产品技术符合技术指标需求，技术成熟、稳定。

七、典型应用案例

典型用户：湖北钟祥华邦科技有限公司、广东风华高新科技股份有限公司、潮州市博大工艺品制作有限公司等

典型案例 1

技术提供单位：湖南省中晟热能科技有限公司

建设规模：6 条 3000t/a 氮化钒微波高温合成窑炉。主要技改内容：利用微波（电热）代替电加热窑合成氮化钒，主要设备为微波（电热）高温推板窑。节能技改投资额 4200 万元，建设期 6 个月。每年可节能 5760tce，年节能经济效益为 1008 万元，投资回收期约 4 年。

典型案例 2

技术提供单位：湖南省中晟热能科技有限公司

建设规模：2 条 1.8 万 m³/a 高档日用瓷、艺术瓷的微波高温素烧窑。主要技改内容：利用连续式微波（电热）高温辊道窑代替原有的间歇式液化气窑，主要设备为微波（电热）高温辊道窑 2 套。节能技改投资额 1100 万元，建设期 6 个月。每年可节能 1746tce，年节能经济效益 806 万元，投资回收期约 1.4 年。

八、推广前景及节能减排潜力

微波能的应用始于 1947 年第一台家用微波炉在美国的诞生，到现在已经六十多年，使用初期仅限于某些特殊领域，直到近二十年才得到迅猛发展。由于微波能应用技术具备显著的优质、高效、节能、环保的特点，随着微波装备制造技术的不断提高和材料的微波加工工艺技术的不断开发，全球微波能应用技术也将逐渐取代传统的蒸汽、烟气、热风、电加热实现微波干燥，同时微波高温技术也开始在微波冶金、微波烧结陶瓷、无机类新材料微波法制备等方面得到普遍的认可。预计未来 5 年，可在相关领域推广 10%，形成的年节能能力约为 100 万 tce，年减排能力 264 万 tCO₂。

221 数字化无模铸造精密成形技术

一、**技术名称：**数字化无模铸造精密成形技术

二、**技术所属领域及适用范围：**机械行业 通用机械行业 汽车、工程机械、船舶、电力、交通、航空航天等领域复杂零部件

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

铸造行业的能耗约占机械工业能耗的 25%-30%（仅指铸造系统单独使用的能源而言，不计各种原材料能耗）；整个机械制造行业的 GDP 能耗为每万元 0.18tce，而铸造业约为每万元 0.8tce。目前，我国铸造行业的能源利用率是仅为 17%，铸造生产的综合能耗是发达国家的 2 倍，节能潜力很大。然而，我国铸造行业清洁生产与环境保护意识差，能耗大。据统计，中国制造业的铸件生产过程中材料和能源的投入约占产值的 55%-70%。每生产 1t 合格铸铁件的能耗为 450-650kgce，国外为 300-400kgce；生产 1t 合格铸钢件的能耗为 700-800kgce，国外为 500-800kgce。同时，传统铸造中的铸型制造需要通过木模或金属模翻制而成，存在拔模工序多，制模周期长，成本高、原材料浪费大、废弃物排放多等问题，且产品设计发生改动，需要重新制造模具，严重影响关键零部件开发速度和成本，造成资源的重复浪费。目前应用该技术可实现节能量 2 万 tce/a，减排约 5 万 tCO₂/a。

四、**技术内容**

1. 技术原理

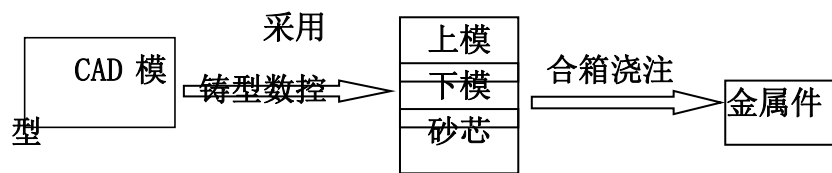
数字化无模铸造精密成形技术是一种全新的铸型制造方法。铸型制造是砂型铸造的关键工艺，决定铸件的质量和开发速度。本技术基本原理为：首先根据铸型三维 CAD 模型进行分模，并结合加工参数进行砂型切削路径规划；对规划好的路径模拟仿真，确保不会发生刀具干涉和砂型破坏；将砂坯置于加工平台上加工，产生的废砂被喷嘴吹出的气体排除。最后将加工的砂型单元吻合组装成铸型、浇注，得到合格金属件。不需要木模（金属模）等模具多工序翻制砂型，不需要拔模斜度和工艺补正量，减少了零部件设计中加工余量，节约了木材和金属消耗、降低了铸件能耗，实现了铸型设计、加工、组装过程数字化及工艺模拟和铸型数字化制造的无缝连接，实现了铸件生产的数字化、精密化、柔性化、自动化、绿色化。

2. 关键技术

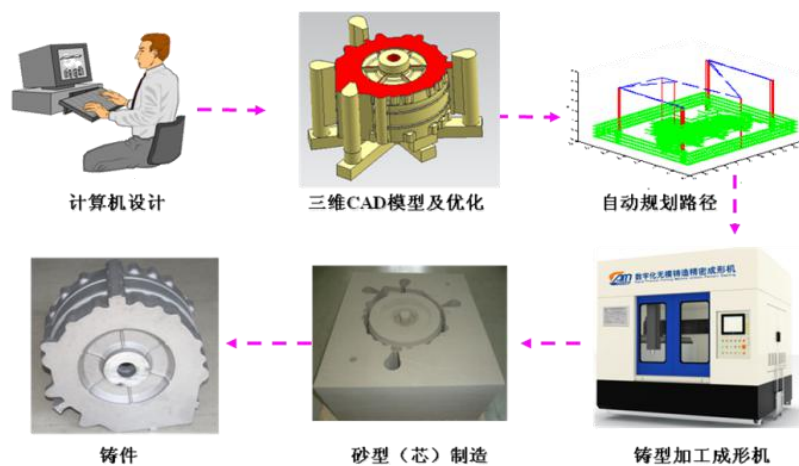
- (1) 刀具冷却及废砂排除一体化系统技术；
- (2) 数字化无模铸造精密成形机加工专用刀具技术；
- (3) 自适应铸型及吻合组装技术；
- (4) 数字化无模铸造精密成形机专用控制系统技术。

3. 工艺流程

工艺路线见图1所示。



无模铸型制造技术路线图



无模化砂型制造技术路线图

图 1 工艺路线

五、主要技术指标

数字化无模铸造精密成形机的最大加工范围达 1500mm×1000mm×400mm，更大砂型可以分块加工再组合，能够进行树脂砂、水玻璃砂、覆膜砂等不同砂型的加工，也可用于石膏、聚苯乙烯的加工制造。

砂型制造不需要木模或金属模，缩短铸造流程，节约材料，减少能耗，实现了传统铸造行业的数字化制造，与传统有模铸造相比，铸造开发时间缩短 50%-80%，制造成本降低 30%-50%。

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

该 2011 年 3 月经中国机械工业联合会组织同行专家鉴定，数字化无模铸造精密成形方法、技术及装备创新显著，技术水平达到国际领先。目前，2012 年获北京市科学技术奖一等奖、2011 年获北京市发明专利一等奖、2012 年获绿色制造科技进步一等奖、2013 年获中国铸造协会的铸造装备创新奖等。同时，获得 3 项国家重点新产品、2 项北京市自主创新产品以及中关村十大创新成果。目前，该技术已先后在中国一汽、中国一拖、广西玉柴、广西柳工、北京隆源、哈尔滨维恩瑞弛、北京星航机电厂、江苏技术师范学院等单位进行应用，显著缩短新产品的开发周期和投产时间，节约了模具制造费等相关开支，提高了制造工艺的快捷性和灵活性，在汽车、航空航天、国防军工等领域取得了显著的经济和社会效益。

七、典型应用案例

典型用户：一汽铸造有限公司、中国一拖集团有限公司、广西玉柴等

典型案例 1

技术提供单位：机械科学研究总院先进制造技术研究中心

建设规模：年加工 50t 复杂零部件的铸造生产线。主要技改内容：利用基于数字化无模铸造精密成形设备，开展无模铸造精密成形工艺研究，实现柴油机缸体等复杂部件砂模的快速加工制造，从而取代进口金属模具制造精密型芯。主要设备为 2 台数字化无模铸造精密成形机。节能技改投资额 250 万元，建设期 1 年。每年可节约模具材料 2500t，节约模具加工耗能 30.75tce，年节能节材经济效益为 7500 万元，投资回收期 1 个月。

典型案例 2

技术提供单位：机械科学研究总院先进制造技术研究中心

建设规模：年加工 3000t 复杂零部件的铸造生产线。主要技改内容：利用基于数字化无模铸造精密成形设备，开展无模铸造精密成形工艺研究，实现复杂涡壳、传动箱体、机床床身等复杂零部件的无模铸造。主要设备包括 6 台数字化无模铸造精密成形机。节能技改投资额 750 万元，建设期 1 年。每年可节能 300tce，年节能节材经济效益 3000 万元，投资回收期 2 个月。

八、推广前景及节能减排潜力

据统计，国内现有铸造企业 22000 多家，汽车零部件制造企业 5000 多家，机床制造企业 2000 多家，工程机械制造企业约 2000 家。大量的企业在新产品开发和单

件、小批量制造中，急需数字化无模铸造精密成形技术及装备。预计未来 5 年，我国铸件总产量将达到 5000 万 t 以上，如果该技术可在铸造行业推广 10%，形成的年节能能力可达到 21 万 tce，年减排能力 55 万 tCO₂。

222 低压工业锅炉高温冷凝水除铁技术

一、技术名称：低压工业锅炉高温冷凝水除铁技术

二、技术所属领域及适用范围：机械行业 通用机械行业低压工业蒸汽锅炉

三、与该技术相关的能耗及碳排放现状

蒸汽冷凝水是含有高潜热的可利用资源，作为锅炉给水回收再利用可以节约10%-20%的能源消耗和50%-80%水资源。然而目前我国大多数低压工业锅炉由于其使用工艺的特殊性（间断用气），冷凝水中铁离子浓度较高，超过工业锅炉国家标准而不能回用，导致大量的蒸汽工业锅炉冷凝水得不到合理的回用，造成能源、水资源的浪费和环境污染。目前应用该技术可实现节能量8万tce/a，减排约22万tCO₂/a。

四、技术内容

1.技术原理

由于工业锅炉系统开放式的运行，冷凝水中铁主要是以凝胶状态的三价铁的形式存在，可通过富集、过滤的方式去除。该技术通过采用不规则的直径为1-3mm 的轻质陶瓷粒料作为滤料，利用滤料本身的大比表面积和多孔性及不规则外形堆积后产生的孔隙/缝隙，大量截留水中的铁离子化合物，可以有效去除冷凝水中的铁离子，确保出水铁离子浓度达到国家工业锅炉的给水标准，同时不会给高温冷凝水带入其他杂质。

二价铁是离子状态的，溶于水中很难去除。而考虑到冷凝水中二价铁的存在，该技术采用平衡罐的方式处理二价铁，即通过具有催化作用和极强的吸附能力的熟料，加速二价铁转化为三价铁，改变价键后的铁也可以通过过滤去除。

2.关键技术

(1) 滤料

过滤器填充的滤料是经过改性的陶瓷滤料，具有轻质多孔、表面粗糙、无定形、多棱角等特点，主要成分为氧化硅和氧化铝，配入一定比例的高分子材料，是在特殊工艺条件下高温烧结而成，为无规则形状，不含钙镁等元素，不会增加析出硬度。滤料的比重为1.2-1.5 g/cm³，比表面积18-20 m²/kg，内外平均孔隙率80%，抗剪切强度5.6 MPa，抗压强度7.0MPa。滤料堆积后，棱角及大孔的纳污和过滤效果远远好于目前常用的普通滤料，如锰砂、石英砂、普通陶瓷粒等等。

(2) 反洗效率

过滤系统是否能够长期稳定的运行，很重要的原因在于反洗技术。该技术反冲洗时，由下部布水器旁口喷咀喷出高压气体，形成一定直径的上流气柱，而四周的滤料下降补充空位。这样，第一是向上的气流，第二是由此带动的水流，第三是上下滤料运动的摩擦形成了三重剪切力，用机械方法，水流，气流的剪切力清除吸附杂质，去除颗粒之间的污物。

(3) 水质平衡器

由于冷凝水收集量的不确定性、间断性和波峰性都会影响处理过程的稳定性，该技术通过对平衡器水位进行的液位控制，让工作水泵在液位允许的范围内工作，可以起到稳定流量的作用，同时还可以实现平衡温度的功能。

水质平衡器通过特殊的设计，采用一些有催化功能的特殊过滤材料，这种材料可将二价铁离子催化氧化为三价铁，且不会对过滤水渗透任何杂质。

(4) 水处理能力调整方便

系统可以采用模块化组合方式，占地面积小很，多组模块可单独/整体进行清洗运行，装置每个自成一体单独清洗运行时不影响其他的正常运行。

适用的冷凝水处理流量范围广，每小时水处理量1吨至数百吨均可。

4.工艺流程

工艺流程见图1及图2所示。

速青冷凝水除铁过滤系统工艺流程示意图

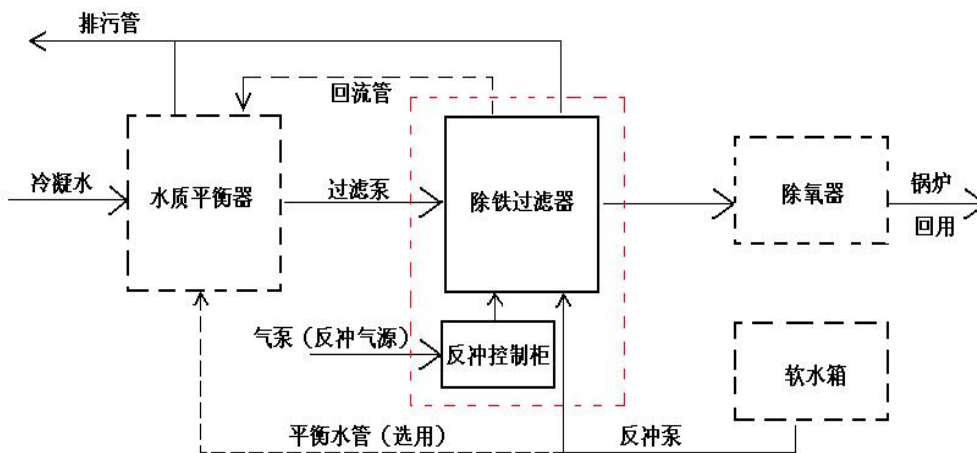


图 1 冷凝水除铁过滤系统工艺流程图

除铁过滤器流程图

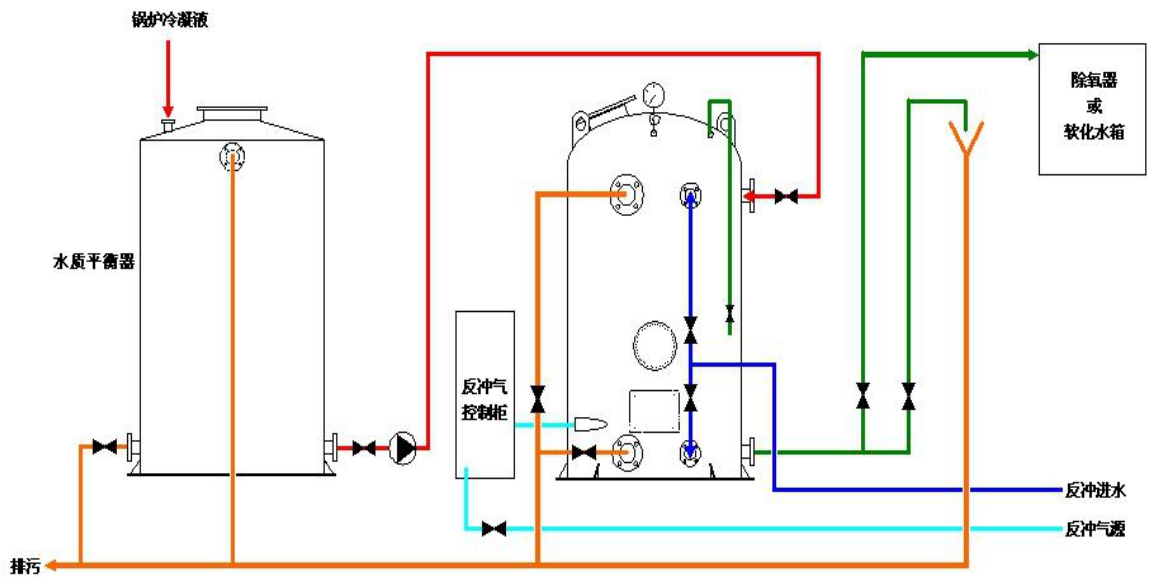


图 2 除铁过滤器流程图

五、主要技术指标

- 1.适用条件：进水铁含量 5-10mg/L（适应铁含量动态变化范围宽）；
- 2.出水标准：铁含量 $\leq 0.3\text{mg/L}$ ，浊度 ≤ 1 度，电导率增加不会超过 1%；
- 3.设计流量： 每小时 0.1t 以上（视用户要求而定，大小可调）；
- 4.工作压力: 0.1-0.2MPa（如现场条件许可，也可以常压过滤）；
- 5.工作水温度： 小于 98℃（特殊情况可以特殊制作）。
- 6.反洗用水量： 不大于过滤总量的 2%

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

该技术于 2005 年开始研制，通过 2-3 年的试用和改进，于 2009 年通过国家锅炉水处理质量监督检验中心的检测。目前在低压工业锅炉领域已有百余台过滤设备在使用，设备正常运行率在 90%以上。

七、典型应用案例

典型用户：烟草行业：湖北中烟、湖南中烟、四川中烟，安徽中烟、13 个烟厂；中石化：长城润滑油 5 个分公司，催化剂公司等 10 家化工企业，中石油企业；军工企业:葫芦岛驳船重工，北京武警总部等；其它行业如食品饮料行业，医药行业，宾

馆饭店，学校等。

典型案例 1：武汉卷烟厂

技术提供单位：北京宇清源水处理技术开发有限公司

建设规模：处理冷凝水量 20t/h，建设条件具备冷凝水回收管线即可。主要技改内容：该厂在 2005 年安装了冷凝水回收设备，由于冷凝水不达标，一直采取冷凝水回收后集中排放。2006 年开始采用该技术进行冷凝水除铁后，全部可以回收的冷凝水都再次返回到锅炉给水系统。节能技改投资额 60 万元，建设期 30 天。每年可节能 1262 tce，年节能经济效益为 220 万元，投资回收期约 3 个月。

典型案例 2：江西赛维 LDK 光伏硅科技有限公司

技术提供单位：北京宇清源水处理技术开发有限公司

建设规模：处理冷凝水量 175t/h，建设条件具备冷凝水回收管线即可。主要技改内容：冷凝水回用，增加除铁过滤设备。节能技改投资额 500 万元，建设期 50 天。每年可节能 9168tce，年节能经济效益 3000 万元，投资回收期约 3 个月。

八、推广前景及节能减排潜力

蒸汽工业锅炉冷凝水回用后可作为优质的热源给水。回收冷凝水的热量并加以妥善利用，会明显减少锅炉燃料消耗，既提高锅炉给水温度，也可减少锅炉补给水量（软化水），降低蒸汽生产成本，并且由于锅炉的水质改善，还会减少锅炉的排污热损失，提高锅炉的使用效率，是锅炉供热过程中节能节水的有效措施。预计未来 5 年，可在全国低压工业锅炉推广 10%，形成的年节能能力约为 83 万 tce，年减排能力 219 万 tCO₂。

223 新型桥式起重机轻量化设计节能技术

一、**技术名称：**新型桥式起重机轻量化设计节能技术

二、**技术所属领域及适用范围：**机械行业 通用机械行业各种通用桥式起重机

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

通用桥式起重机是一种应用量大面广的机械设备之一。现有通用桥式起重机，受传统的设计理念局限，产品自重过大，制造成本过高，运行耗能较高。采用现代设计理论及科学设计方法对传统产品进行轻量化设计，可实现节能、节材、节电的目的，是通用桥式起重机产品升级的重点任务之一。目前应用该技术可实现节能量2万tce/a，减排约5万tCO₂/a。

四、**技术内容**

1. 技术原理

(1) 采用模块设计，将起升机构的电动机+减速器+制动器设计组成一个模块，分设17kW、32kW和63kW三个机型，灵活组织批量生产；根据不同起重量组合成14个吨位的起升机构；将车轮设计成 $\phi 250\text{mm}$ 、 $\phi 315\text{mm}$ 、 $\phi 400\text{mm}$ 、 $\phi 500\text{mm}$ 四个模块，按不同的起重量和跨度、最大承载能力可设计成四轮、八轮和十六轮等结构；

(2) 起重机的主梁采用全偏轨设计，小车运行轨道采用方钢；

(3) 控制系统采用PLC变频调速技术，各机构采用变频调速、PLC可变控制程序、在线监控、故障显示及报警，机构互相连锁，实现调速和控制一体化。

2. 关键技术

(1) 起重小车的轻量化设计的研究；

(2) 起重桥架的轻量化设计的研究；

(3) 大小车行走机构的轻量化设计的研究；

(4) 运行机构安全保护限位装置的设计研究；

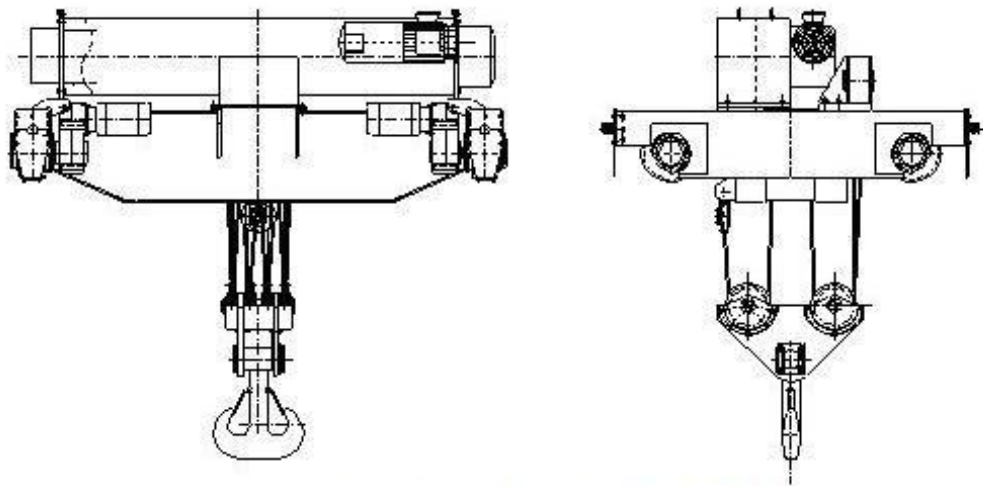
(5) 主梁自动焊接技术的研究与应用；

(6) 起重机各机构采用变频调速、PLC可变控制程序、在线运行监控、故障显示及报警，机构互相连锁，实现调速和控制一体化。

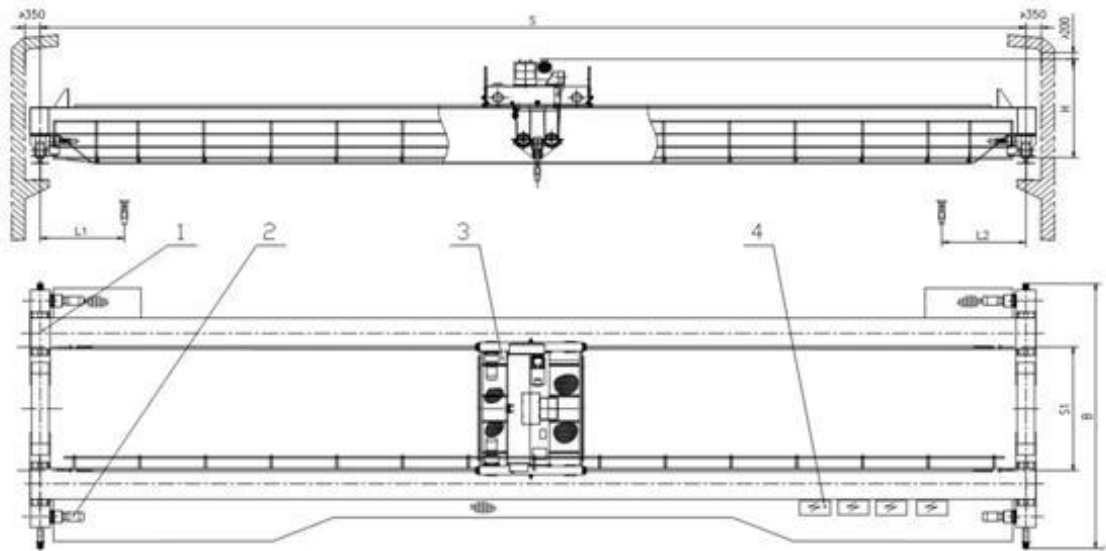
(7) 轻量化桥式起重机配套技术研究。

3. 工艺流程

轻量化桥式起重机小车及结构如图1所示。



轻量化桥式起重机小车简图



轻量化桥式起重机结构简图

图 1 轻量化桥式起重机小车及结构

五、主要技术指标

- 1.起重量 5-100t;
- 2.起重机每台平均节电率约 37.9%;
- 3.起重机每台平均节约钢材率 18.0%;
- 4.起重机每台平均自重减轻 34.4%;
- 5.在不改变原厂房的结构基础上起重量可提升 25%。

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

该技术已获得 3 项实用新型专利，并于 2010 年通过了浙江经信委组织的技术成果鉴定。目前全国总共有 15 台该类型的设备在使用。

七、典型应用案例

典型用户：浙江省汇众粉末冶金有限公司、中超机器有限公司、浙江金奥兰有限公司等

典型案例 1

技术提供单位：宁波市凹凸重工有限公司

建设规模：24m×96m 生产车间。主要技改内容：采购 2 台起重量为 80t、跨度为 22.5m 的通用桥式起重机。节能技改投资额 390 万元，建设期 8 个月。每年可节能 70tce，年节能经济效益为 140 万元，投资回收期约 3 年。

典型案例 2

技术提供单位：宁波市凹凸重工有限公司

建设规模：18m×54m 生产车间。主要技改内容：老厂房增加 1 台新的 80t 桥式起重设备。节能技改投资额 100 万元，建设期 3 个月。每年可节能 30tce，年节能经济效益 95 万元，投资回收期约 1 年。

八、推广前景及节能减排潜力

预计未来 5 年，该技术可在全国桥式起重机使用企业推广 20%，形成的年节能能力可达 35 万 tce，年减排能力 92 万 tCO₂。

224 磁悬浮离心式鼓风机技术

一、**技术名称：**磁悬浮离心式鼓风机技术

二、**技术所属领域及适用范围：**机械行业 可广泛运用于污水处理、造纸、石油化工、印染、冶金、钢铁、水泥、矿山矿井、食品、制药等行业，用于曝气或气体输送等工艺环节。

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

风机用电约占全国发电总量的 10%，其中离心式风机用电约占风机用电总量的 50%。离心风机以节能、高效、故障率低等优势广泛应用在我国各领域，但由于风机转速的限制，不能提供更高级别的风压，使离心风机的使用在一定程度上受到了制约。特别是在污水处理工艺行业中，如果可以提高离心风机风压可以有效降低污水处理厂的运营成本，进而降低污水处置费用。目前应用该技术可实现节能量 3 万 tce/a，减排约 8 万 tCO₂/a。

四、**技术内容**

1. 技术原理

磁悬浮离心式鼓风机是采用磁悬浮轴承的透平设备的一种，其主要结构是鼓风机叶轮直接安装在电机轴延伸端上，而转子被垂直悬浮于主动式磁性轴承控制器上，不需要增速器及联轴器，实现由高速电机直接驱动，由变频器来调速的单级高速离心式鼓风机。该类风机采用一体化设计，其高速电机、变频器、磁性轴承控制系统和配有微处理器的控制盘等均采用一体设计和集成。

2. 关键技术

- (1) 磁悬浮风机集成设计；
- (2) 高速磁悬浮轴承技术；
- (3) 中大功率高速永磁电机技术；
- (4) 大功率高效变频调速技术
- (5) 高效离心叶轮。

3. 工艺流程

该创新技术采用一体化设计，其核心是磁悬浮轴承和永磁电机技术。同步永

磁电机采用了无机械磨损的磁悬浮轴承技术，最大程度地降低了机械传动损耗，工作转速可达 36000r/min。此外采用了专用变频器驱动，变频器驱动效率可达 98.1%，结构示意图如图 1 所示。

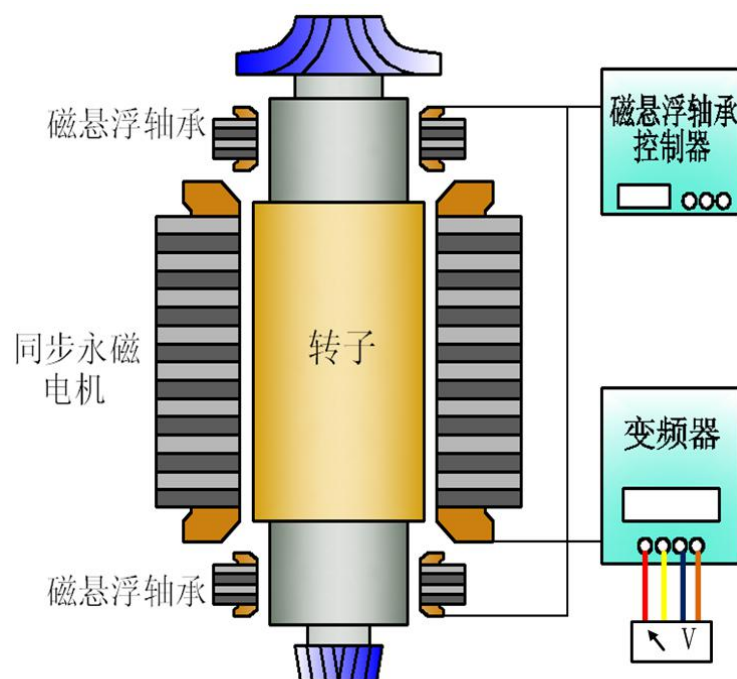


图 1 磁悬浮离心式鼓风机原理简图

五、主要技术指标

- 1.磁悬浮离心式鼓风机采用高速稀土永磁电机，功率达到 50-300kW，额定转速 15000-36000r/min；
- 2.采用的主动磁悬浮轴承，其功耗损失 < 1kW；
- 3.变频器效率 > 97%。

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

该技术于 2011 年通过了江苏省质量技术监督风机产品检测站检测，已获得授权专利 20 多项。目前，75kW 磁悬浮离心式鼓风机产品已在国内 10 多个项目中成功运用，设备运行稳定可靠。

七、典型应用案例

典型案例 1

案例名称：宁波三菱化学有限公司污水站项目

技术提供单位：南京磁谷科技有限公司

建设规模：日生产废水约 6000m³，初期污染雨水约 220m³/d，混合废水化学需氧量（COD）约在 4500mg/L。采用好氧生物处理，处理后废水水质可达到：化学需氧量（COD）120mg/L 以下，目前出水水质基本稳定在 40mg/L，低于一级排放标准。污水站建设规模为 300m³/h，建设初期采用 7 台（4 用 3 备）罗茨风机，每台风机风量为 100m³/min，压力为 80kPa，配套电机额定功率为 250kW，实际耗电功率约为 220kW，4 台罗茨风机总耗电量每小时约为 880kW。主要技改内容：在现有污水处理系统基础上，用 8 台“磁谷”磁悬浮离心式鼓风机替换掉原有罗茨风机。主要设备为“磁谷”磁悬浮离心式鼓风机 8 台。技改投资总额 350 万元，其中设备投资 328 万元，改造费用 22 万元。建设期 3 个月。年节能量 646tce，年减排量 1706tCO₂。每年可获得社会和经济效益为年节约电费 183.6 万元，投资回收期 1.9 年。

典型案例 2

案例名称：宁波万华聚氨酯有限公司技改项目

技术提供单位：南京磁谷科技有限公司

建设规模：3 台罗茨鼓风机改造成磁悬浮离心式鼓风机。主要技改内容：把罗茨风机替换成磁悬浮风机，由于磁悬浮离心式鼓风机风量可以调节，原单台流量 55m³/min，功率 96.6kW。改造后同等工况条件下，鼓风机功率为 73.9kW，总减少 136.2kW。主要设备“磁谷”磁悬浮离心式鼓风机 6 台等。技改投资额 280 万元，建设期 3 个月。年节能量 381tce，年减排量 1006tCO₂。每年可获得社会和经济效益为节约电费 82 万元，投资回收期 3.4 年。

八、推广前景及节能减排潜力

预计未来 5 年该技术可在相关领域推广比例可达到 8%，年节电量约 7.34 亿 kWh，可形成的年节能能力 26 万 tce，年碳减排能力 68 万 tCO₂。

225 两级喷油螺杆空气压缩机节能技术

一、**技术名称：**两级喷油螺杆空气压缩机节能技术

二、**技术所属领域及适用范围：**机械行业 通用机械行业空气压缩机领域

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

空压机是一种耗电量巨大的设备，其用电量约占我国发电总量的 7%，其形式主要有活塞式、回转式、滑片式等。螺杆压缩机是回转式压缩机的一种，普遍应用在我国各工业领域。目前 160kW 以上的螺杆压缩机能效等级较低，只有个别企业的产品可以达到 II 级能效，绝大多数产品主要处于 III 级能效水平。目前应用该技术可实现节能量 12 万 tce/a，减排约 32 万 tCO₂/a。

四、**技术内容**

1.技术原理

喷油螺杆空气压缩机采用两级压缩来提高压缩机的能效，其能效的提高基于下列的两个主要原因：一是每一级压比的降低，提高了容积效率，降低了每一级的内外泄露；二是在油气混合物在一级排气进入二级吸气之前，可充分混合，起到级间冷却的作用，这一较为充分混合的油气混合物进入压缩机的第二级进行压缩，也使得第二级的压缩过程更为接近等温过程，提高了压缩机的能效。

2.关键技术

(1) 高效转子型线技术；

(2) 级间冷却关键技术:在压缩气体通道上安装有多个喷射孔形成雾状喷射帘，以实现快速降温。整个过程接近等温，节能效果较好；

(3) 系统结构优化技术，其中包含压比分配优化技术、排气空口优化技术、喷油量优化技术等。

3.工艺流程

该技术工艺主要包括：压缩空气流程、润滑油流程和控制管路流程。具体工艺流程见图 1。

(1) 压缩空气流程：空气通过进气过滤器将大气中的灰尘或杂质滤除后，由进气控制阀进入压缩机一级主机，在压缩过程中与喷入的冷却润滑油混合，经

压缩后的混合气体从一级压缩腔排入联接腔，在联接腔内与喷入润滑油混合冷却，进入二级主机进气腔，并经过压缩、提高压力，从两级压缩腔排入油气分离罐。

(2) 润滑油流程：油气桶内的润滑油被压出，经温控阀、油冷却器，冷却后再经油过滤器除去杂质颗粒，然后分成两路。一路从机体下端喷入一级压缩室，冷却压缩空气，并通到一级及两级机体两端，润滑轴承组；另一路通过管路，喷入联接腔，降低一级压缩气体温度。而后各部分的润滑油再聚集于压缩室底部，由排气口排出。与油混合的压缩空气排入油气桶后，绝大部分的油沉淀于油气筒的底部，其余的含油雾空气再经过油细分离器，进一步滤下剩余的油，并参与下一个循环。

(3) 控制管路流程：起动→负载运行→卸载运行。

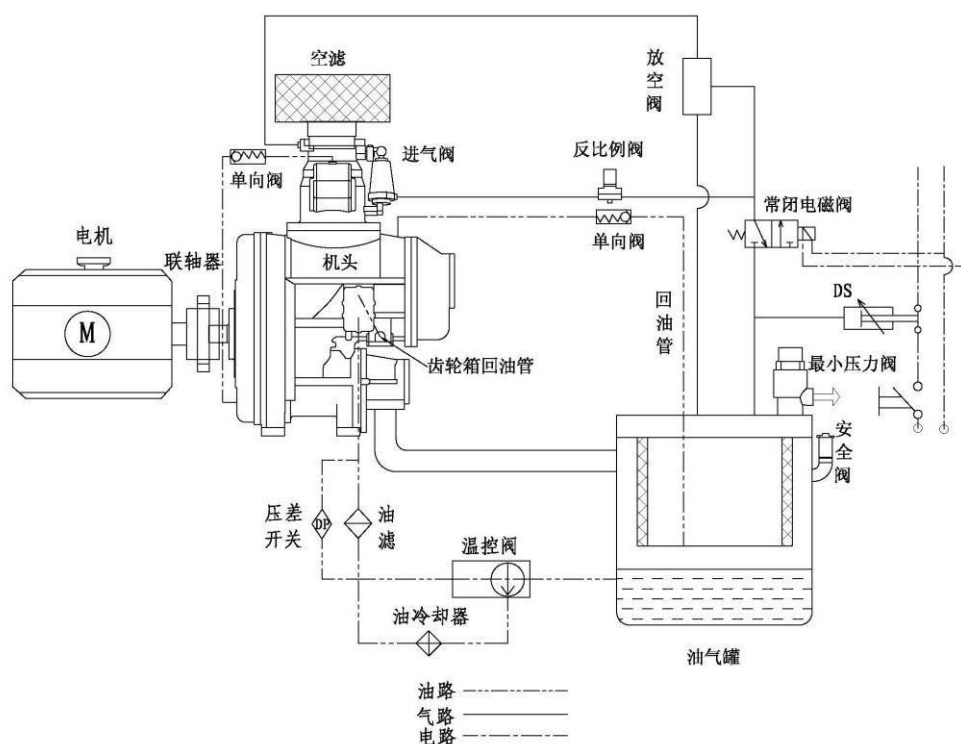


图 1 两级喷油螺杆空气压缩机节能技术工艺流程图

五、主要技术指标

1. 产品达到 GB19153-2009 标准的 I 级能效；
2. 比 II 级能效省电 15%；
3. 比 III 级能效省电 30%。

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

该技术于 2013 年通过了浙江省机械工业联合会组织的科技成果鉴定，并且通过了合肥通用机械产品检测院 I 级能效检测。

七、典型应用案例

典型用户：衢州氟化学有限公司压缩机系统改造、青岛双星轮胎工业有限公司压缩空气系统节能改造。

典型案例 1

案例名称：衢州氟化学有限公司压缩机系统改造项目

技术提供单位：浙江开山压缩机股份有限公司

建设规模：250kW 压缩机改造。主要技改内容：采用螺杆空气压缩机代替原有空压机组。主要设备为螺杆空气压缩机等。技改投资额 52 万元，建设期约 15 天。年节能量 126tce，年减排量 332tCO₂。每年可获得经济效益为 23.5 万元，投资回收期 2.2 年。

典型案例 2

案例名称：青岛双星轮胎工业有限公司压缩空气系统节能改造项目

技术提供单位：浙江开山压缩机股份有限公司

建设规模：6 台 250kW 空压机改造。主要技改内容：采用螺杆空气压缩机代替原有空压机，主要设备为螺杆空气压缩机等。技改投资额 556 万元，建设期 40 天。年节能量 756tce，年减排量 1996tCO₂。每年可获得经济效益 143 万元，投资回收期 3.8 年

八、推广前景及节能减排潜力

据统计，全国大功率空压机大约为 20 万台，假设按每台平均功率为 200kW，平均节能 18%，每年使用 8000 小时，预计未来 5 年按推广比例 10%计算，每年可节省的电量 35 亿 kWh 电。可形成的节能量约为 120 万 tce/a，碳减排能力 317 万 tCO₂/a。

226 变频优化控制系统节能技术

一、**技术名称：**变频优化控制系统节能技术

二、**技术所属领域及适用范围：**机械行业 电力、冶金、机械等行业

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

我国电力节能产品市场需求巨大，每年市场规模在几千亿元以上，并以每年10%的速度增长。由于高能耗企业如钢铁、建材、石油化工等动力设备设计参数较大，存在较大的能源浪费现象。电动机系统节能工程是政府有关部门启动的“十二五”国家十大重点节能工程之一，变频优化控制系统节能技术节能空间巨大。目前应用该技术可实现节能量 6 万 tce/a，减排约 16 万 tCO₂/a。

四、**技术内容**

1.技术原理

该技术根据计算机模糊控制理论，自动检测并计算系统负荷量的大小，根据负载变化情况实时调整变频器、电机、负载的运行曲线，使三者始终在最佳状态下运行，对原系统进行精细的优化控制，确保在满足系统需求的前提下大幅度的提升系统效率，达到最佳节电效果。

2.关键技术

- (1) 计算机离散及稳态误差控制技术；
- (2) 抗干扰、稳态 PLC 模块设计。

3.工艺流程

变频器、电机、风机在任一时刻的运行曲线都不是完全吻合的，通过对三者运行曲线进行优化，让设备始终在一个最佳效率区间内运行。变频优化控制系统在满足工艺需求的速度前提下，选择三者最佳工作频率点，将整体效率达到最高，其最佳工作点如图 1 阴影部分所示。

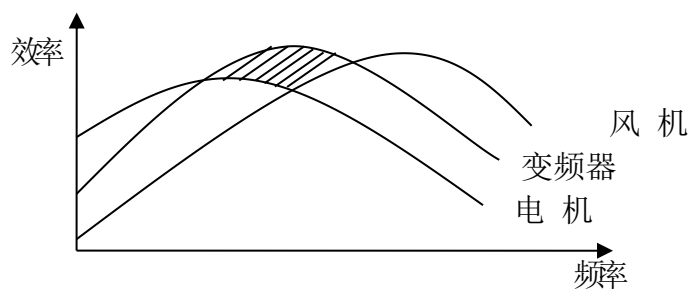


图 1 变频优化控制系统运行曲线图

五、主要技术指标

- 1.电压范围：0.38-10kV；
- 2.负载范围 15kW-20000kW；
- 3.效率 0.95 以上；
- 4.系统数据采集、控制及动态响应时间<0.1 秒；
- 5.在变频器基础上提升节电率达 10%。

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

该技术已获得 3 项国家专利，并通过了国家电控配电设备质量监督检验中心性能检测。目前正在钢铁、电力等领域得到一定比例的应用。

七、典型应用案例

典型案例 1

案例名称：孝义市兴安化工有限公司二期四条生产线项目

技术提供单位：北京乐普四方方圆科技有限公司

建设规模：58 台总功率 13514kW，主要技改内容四条生产线的风机、水泵配置变频优化控制系统。项目投资 2100 万元，建设期约 3 个月，综合节电折合标准煤约 10457tce，减排 27606tCO₂。该项目年收益为 1100 万元，项目回收期为 1.9 年。

典型案例 2

案例名称：山西同世达煤化工有限公司甲醛系统项目

技术提供单位：北京乐普四方方圆科技有限公司

建设规模：5 台总功率 1900kW，主要技改内容：在锅炉风机上安装变频优化控制装置、传感器、变送器和控制系统等。项目投资 500 万元，建设期约 2

个月。综合节能量为 700tce，减少二氧化碳排放 1848t。该项目年收益为 200 万元，项目回收期为 1.9 年。

八、推广前景及节能减排潜力

预计未来 5 年，该技术推广比例为 10%，形成的年节能能力为 11 万 tce，年减排能力 29 万 tCO₂。

227 节能铜包铝管母线技术

一、**技术名称：**节能铜包铝管母线技术

二、**技术所属领域及适用范围：**机械行业 通用机械行业电网、发电、石油、化工、矿山、冶炼、钢铁、水泥等用电企业

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

母线是电力系统的重要元件，起着汇集、分配和传送电能的作用，是输配电的枢纽，主要用于发电机、变压器等的电能传输，其工作的可靠性将影响到电力系统的安全运行。目前，国内外变电所高压配电装置的连接，以及变压器等电气设备和相应配电装置的连接大都采用矩形或圆形截面的裸导线或绞线。由于母线在运行中有巨大的电能通过，发热量大，导致线损耗能较大。另外，国内母线生产企业生产的矩形等传统母线使用有色金属的量较大，消耗资源严重。随着国家智能电网的建设和我国电力的发展需求，开发新型节能绝缘母线是必然的趋势。目前应用该技术可实现节能量 10 万 tce/a，减排约 26 万 tCO₂/a。

四、**技术内容**

1.技术原理

铜包铝管的结构，一方面使铜管与铝管的集肤效应，内外呼应，增大了整体通流的有效截面，从而降低了交流电阻；另一方面此结构改善了母线导体的电流密度均匀性，抵消了单一管导体的较大的集肤效应，增大了整体的集肤深度，增加了导体载流量，提高了材料的利用效率，母线温升由国标的50K降低至30K。

温升降低可以提高载流量，保证母线供电可靠性，节省铜材，并达到降低线损、节约能源的目的。温升降低，使绝缘不碳化，保证母线的绝缘寿命满足30年免维护的要求。

2.关键技术

- (1) 铜铝配比算法技术；
- (2) 导线加工集成技术；
- (3) 导线融合搭接技术。

3.工艺流程

节能铜包铝管母线相关结构及原理图见图 1、2、3、4。

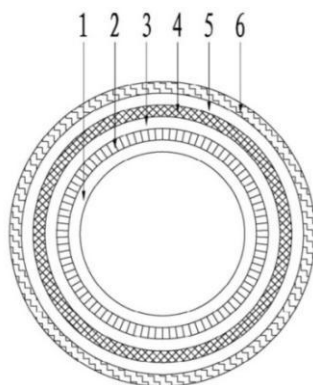
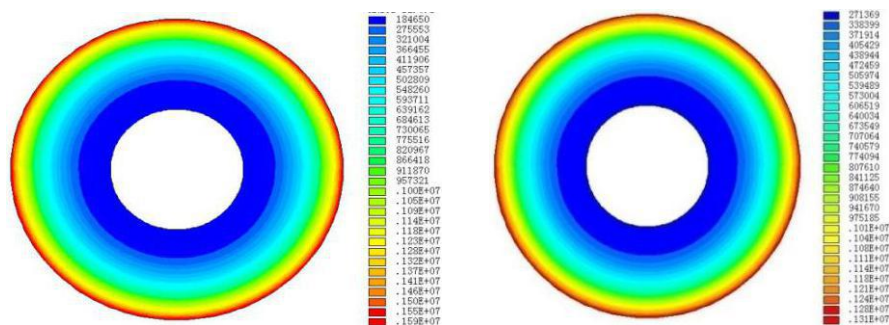


图 1 节能铜包铝管母线结构示意图

1- 铝管；2-铜管；3-主绝缘层；4-半导体层；5-屏蔽层；6-绝缘护套



铜管的电流密度

铝管的电流密度

图 2 铜管和铝管的电流密度

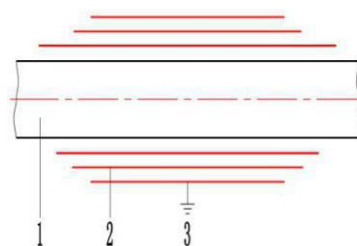


图 3 电容式绝缘管母线结构

1- 管导体，2-电容屏，3-接地屏

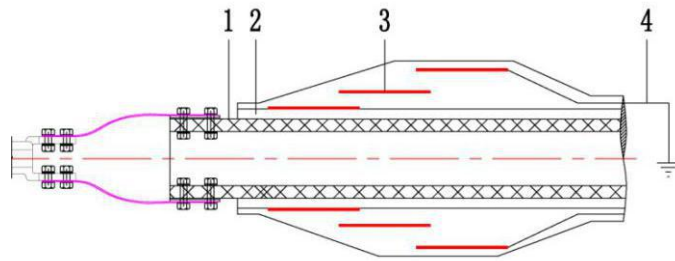


图 4 节能铜包铝管母线端部电场分散处理图

1-主绝缘；2-铜包铝管；3-应力层；4-屏蔽接地层

五、主要技术指标

1.导体温升 $\leq 30\text{K}$ ；

2.电压等级规格

产品电压等级规格分为 1kV、3.15kV、6.3kV、10.5kV、13.8kV、15.75kV、18kV、20kV、24kV、35kV、66kV、110kV、220kV 等。

3.各规格载流量（额定电流的导体温升不大于 30K）：

300A、400A、500A、630A、800A、1000A、1250A、1600A、2000A、2500A、3150A、4000A、5000A、6300A、8000A、10000A、12500A、16000A、20000A。

4.绝缘水平（高于国标）

表 1 35kV 电压等级的绝缘水平表

额定电压					
U_0/U / (kV)	0.6/1	3.6/6	8.7/15	12/20	26/35
5min 工频耐压值/ (kV)	6/10	45/1	60/6.9 U_0	84/7 U_0	120/4.6 U_0

表 2 66kV 电压等级的绝缘水平表

额定电压 U_0/U (kV)	38/6
30min 工频耐压值 (kV)	103/2.7 U_0

表 3 110kV 电压等级的绝缘水平表

额定电压 U_0/U (kV)	64/110
30min 工频耐压值 (kV)	173/2.7 U_0

表 4 220kV 电压等级的绝缘水平表

额定电压 U_0/U (kV)	127/220
30min 工频耐压值 (kV)	337/2.65 U_0

5. 节能指标（相比传统铜排母线）

- (1) 节铜：70%；
- (2) 节能率：44.2%；
- (3) 年节能量：2128.7kWh/m；
- (4) 年节煤量：0.262tce/m；
- (5) 年二氧化碳减排量：0.687 tCO₂/m。

6. 节能铜包铝管母线与替代的主流技术对比

传统主流技术是常规铜排母线。由于导体的集肤效应原因，实芯导体电流密度不均匀系数大，热损耗严重，导体通流的利用率低，耗费大量铜资源，温升高于 50K，安全性差。

常规铜排母线引用《金属封闭母线》标准，其额定电流的导体温升为 50K，电厂和电站在夏季运行时环境温度可能会达到 60℃，进而，铜排母线的运行温度将达到 110℃，此时的导体非常容易氧化，在高温运行下，极易引发短路事故，使发电机或变压器回路跳闸，影响整个供电系统可靠性。可见，目前主流技术--常规铜排母线在，实际运行中，不能具备安全与节能的条件，更不能满足 30 年免维护的要求。

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

该技术 2010 年 5 月获得国家科技部的国家重点新产品认证，2013 年 3 月获得广东省高新技术产品认证，2013 年 12 月通过了由中国工业节能与清洁生产协会组织的科技成果鉴定。目前该技术累计安装使用超过 10000 多组 20 多万 m，广泛应用于全国各地的电网、发电、石油、化工、矿山、冶炼、钢铁、水泥、造船、造纸及房地产等众多能源性建设领域。

七、典型应用案例

典型案例 1

案例名称：安徽淮化股份公司发电厂项目

技术提供单位：广东日昭新技术应用有限公司

建设规模：节能铜包铝管母线 2900m（2000A）。主要技改内容：取消支柱绝缘子，直接用金属架作为支撑。主要设备为节能铜包铝管母线等。技改投资额 960 万元，建设期 20 个月。项目年节能量 760tce，年减排量 2006.4tCO₂，节能经济效益为 417 万元。投资回收期 2.3 年。

典型案例 2

案例名称：兖矿新疆煤化工有限公司发电厂项目

技术提供单位：广东日昭新技术应用有限公司

建设规模：节能铜包铝管母线 1430m（3150A）。主要技改内容：取消支柱绝缘子，直接用金属架作为支撑。主要设备为节能铜包铝管母线等。技改投资额 572 万元，建设期 6 个月。年节能量 543tce，年减排量 1434tCO₂，节能经济效益为 43 万元。

八、推广前景及节能减排潜力

国内各类母线及电缆市场很大，根据中国电器工业协会相关统计，2012 年常规电缆产值 11438 亿元，市场上各种类型的母线产值约 100 亿元，产量 2800 多万 m。未来 5 年，该技术预期推广比例 30%，可形成年节能能力 30 万 tce，年减排潜力 79 万 tCO₂。

228 智能真空渗碳淬火技术

一、技术名称：智能真空渗碳淬火技术

二、技术所属领域及适用范围：机械行业 通用机械行业有渗碳热处理工艺需求的企业

三、与该技术相关的能耗及碳排放现状

2012 年我国热处理生产总量约为 2000 万 t，其中渗碳处理约占 1/8，在 250 万 t 左右。渗碳处理的主要设备包括井式炉、箱式多用炉和真空渗碳炉，其中井式渗碳约 125 万 t、箱式渗碳约 123.75 万 t、真空渗碳约 1.25 万 t。井式炉单位电耗最高，箱式多用炉次之，真空渗碳炉最低。根据 JB/T50182-1999《箱式多用热处理炉能耗分等》，箱式多用炉的一等可比单耗指标为 $b_k \leq 440 \text{kWh/t}$ ，而真空渗碳炉的可比单耗为 $b_k = 265 \text{kWh/t}$ 。真空渗碳炉相对箱式多用炉节能量约 61kgce/t ，减排量约 $161 \text{kgCO}_2/\text{t}$ 。目前应用该技术可实现节能量 1 万 tce/a，减排约 3 万 tCO_2/a 。

四、技术内容

1. 技术原理

真空渗碳是一种真空热处理工艺。由于渗碳在真空环境中进行，可以精确控制碳势，工件表面洁净，有利于碳原子的吸附和扩散，实现高温渗碳速度的提高。相对于普通渗碳，可将渗碳时间缩短 50% 以上，大幅节约电能。在真空环境下，还可有效避免氧化性气体与工件表面合金元素发生晶间氧化，提高工件的耐磨性和疲劳性能，同时实现对细孔等内表面的渗碳，使整批工件获得均匀一致的表面碳浓度和渗碳层厚度。

智能型真空渗碳淬火炉采用计算机控制系统对温度、时间、渗碳气体流量和压力四个重要参数进行精确控制，保证炉体内温度均匀性和气氛均匀性良好，使渗碳工件获得最小的渗层深度误差和合理的晶相组织分布。同时在计算机控制下，渗碳剂可由多通路多喷嘴以精确流量进入炉内，分布面广且均匀，充分发生裂解和渗碳反应，不会产生过多游离碳，有效减少碳黑对炉体的污染。

2. 关键技术

(1) 气氛流量控制技术;

(2) 减少炭黑污染技术。

3.工艺流程

工件→清洗→生成或编制工艺→装炉→真空渗碳→淬火或冷却。其结构图及自动控制系统示意图分别见图 1 和图 2。

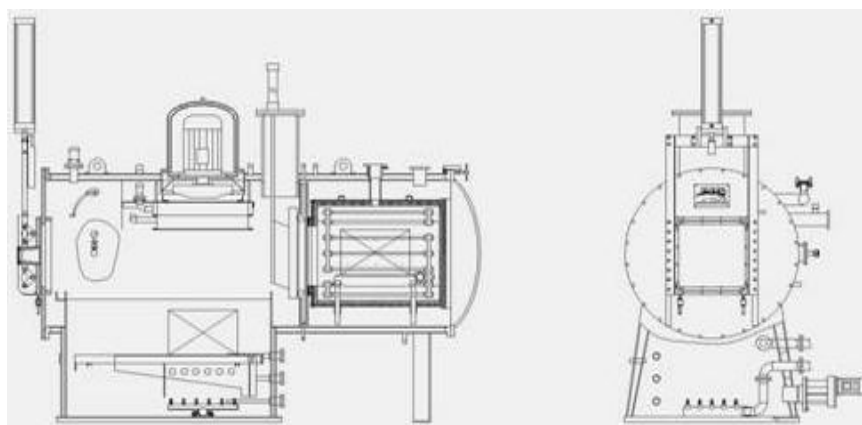


图 1 智能真空渗碳淬火炉结构图

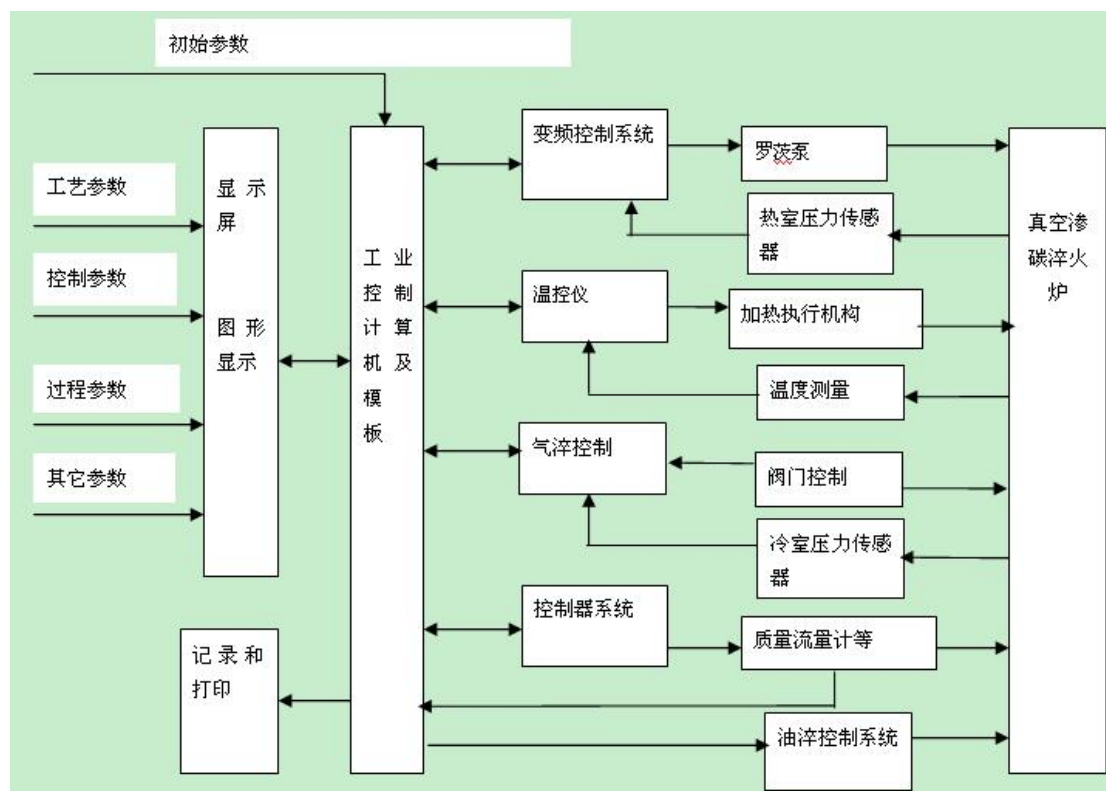


图 2 智能真空渗碳淬火炉自动控制系统示意图

五、主要技术指标

- 1.电耗：265kWh/t
- 2.最高工作温度：1300°C；
- 3.炉温均匀性： $\leq \pm 5^\circ\text{C}$ ；
- 4.极限真空度： $\leq 4 \times 10^{-1}\text{Pa}$ ；
- 5.压升率： $\leq 0.65\text{ Pa/h}$ ；
- 6.淬火转移时间： $\leq 25\text{S}$ ；
- 7.气体压力： $\leq 12\text{bar}$ ；
- 8.硬化层深度偏差： $\leq \pm 0.1\text{mm}$ 。

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

该技术于 2010 年通过国家电炉质量监督检验中心的检验，于 2012 年通过了中国热处理行业协会组织的鉴定，并获得多项国家实用新型专利。目前已有 10 余台智能真空渗碳淬火炉在国内机械行业中应用。

七、典型应用案例

典型案例 1

案例名称：山东龙口春龙集团公司气动机械厂真空渗碳项目

技术提供单位：北京华海中谊工业炉有限公司

建设规模：1 台日处理 150-200kg 的智能真空渗碳炉。主要技改内容：用智能真空渗碳炉替换箱式多用炉渗碳。主要设备为智能真空渗碳炉。技改投资额 156 万元，建设期 6 个月。年节能量 30tce，年减排量 79tCO₂，每年节电产生的经济效益约 8.7 万元。

典型案例 2

案例名称：东莞市禾盛金属科技有限公司真空渗碳项目

技术提供单位：北京华海中谊工业炉有限公司

建设规模：1 台日处理 150-200kg 的智能真空渗碳炉。主要技改内容：用智能真空渗碳炉替换箱式多用炉渗碳。主要设备为智能真空渗碳炉。技改投资额 120 万元，建设期 5 个月。年节能量 5tce，年减排量 13tCO₂，每年节电产生的经济效益 1.4 万元。

八、推广前景及节能减排潜力

目前，国内热处理行业中真空渗碳占全部真空渗碳的市场比例很小，不足

1%。随着国内市场的迅速发展，真空渗碳淬火炉年需求量约 30 台。预计未来 5 年，该技术预计推广比例 15%，可形成的年节能能力 10 万 tce，年减排潜力 26 万 tCO₂。

229 锅炉燃烧温度测控及性能优化系统技术

一、**技术名称：**锅炉燃烧温度测控及性能优化系统技术

二、**技术所属领域及适用范围：**机械行业 通用机械行业

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

我国燃煤机组平均供电煤耗约为 326g/kWh，高于发达国家平均水平。目前国内大多发电锅炉运行经济性差，特别是在机组负荷变化、燃用煤种有偏差时，很难保持机组在理想状态下运行，造成单位能耗偏高，污染物排放量偏大。目前应用该技术可实现节能量 3 万 tce/a，减排约 8 万 tCO₂/a。

四、**技术内容**

1. 技术原理

基于电厂智能化（大数据）管理系统，对设备与生产管理之间的基础数据效验、立体燃烧监控和锅炉系统生产过程节能控制的优化；对未来发电厂的自动化生产节能分析起到承上启下的作用；集运行的技能管理、DCS 数据效验、大数据运行分析、设备系统匹配和挖掘设计冗余等为一体的节能操作平台基于电厂智能化（大数据）管理系统，对设备与生产管理之间的基础数据效验、立体燃烧监控和锅炉系统生产过程节能控制的优化；对未来发电厂的自动化生产节能分析起到承上启下的作用；集运行的技能管理、DCS 数据效验、大数据运行分析、设备系统匹配和挖掘设计冗余等为一体的节能操作平台。

2. 关键技术

- (1) 精度检测锅炉内烟气温度场技术，精度±5%；
- (2) ±2%在线烟气分析技术；
- (3) 定向无线数据传输技术；
- (4) 煤粉浓度及流速、煤粉细度在线监测技术；
- (5) 煤粉平均分配、调平技术；
- (6) 生产运行小指标考核系统；自学习寻优技术；
- (7) 在线（亚临界机组）煤质软测量技术。

3.工艺流程

该技术通过对烟气温度、煤粉细度等进行在线监测采集锅炉运行数据并储存到数据库，并根据数据库内已有实际运行数据设计优化方案，进行由单变量到多变量的锅炉试验。试验后由经济运行系统建立锅炉的数学模型，同时采用自训练方式不断对锅炉模型进行完善，以达到最优方案选择进而进行锅炉调试。调试后结果可通过部分闭环控制或发布运行指导意见达到优化燃烧的目的。另外，系统在运行期间会不断补充验证，优化实验模型实现模型的动态管理。具体流程如图1所示。

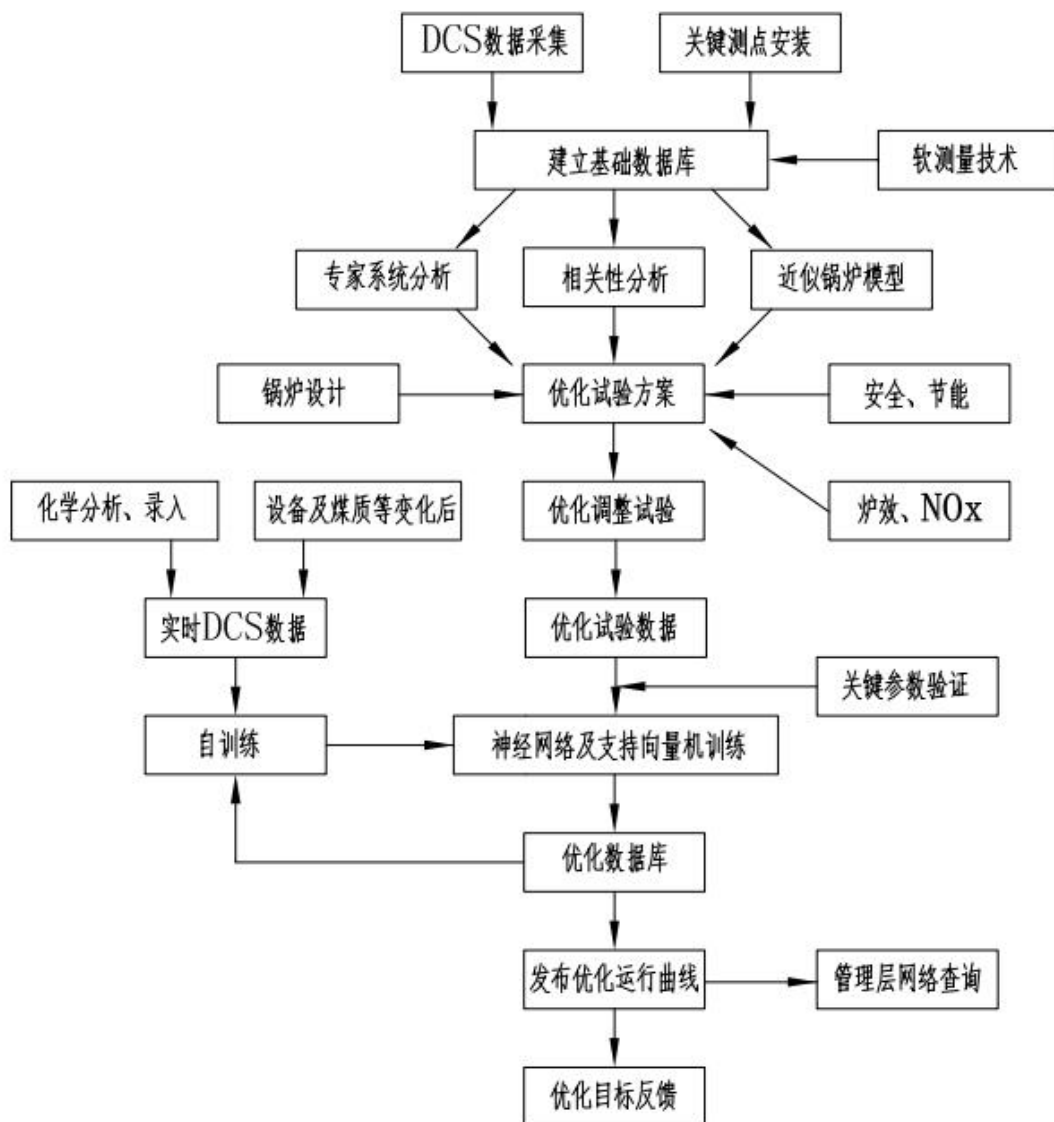


图1 锅炉节能监测及系统优化流程图

五、主要技术指标

- 1.测温精度：±5%
- 2.温度测量范围：380-1600℃
- 3.信息发布周期：<10s
- 4.提高锅炉效率：≥0.3%
- 5.降低供电煤耗（标煤）：≥1g/kWh
- 6.单位碳减排量为：≥2.62g/kWh
- 7.降低 NO_x 排放：≥5%

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

该技术于 2012 年获得计算机软件著作权登记证书 1 项，实用新型专利 9 项，经华电集团、华电电科院、西安热工院等多家权威机构验证该技术实际应用的节能效果显著（不低于 1g/kWh），目前处于大范围推广阶段，已经成功应用于多台亚临界、超临界等燃煤锅炉（6MW-600MW）和循环流化床锅炉。

七、典型应用案例

典型案例1

案例名称：牡丹江第二发电厂#8、#9机组（2*300MW）锅炉性能优化项目
技术提供单位：天津鹰麟节能科技发展有限公司

建设规模：牡丹江第二发电厂四期2×300MW热电联产机组。主要技改内容：安装火电机组智能运行优化及管理系统、安装小指标绩效考核软件、安装远红外炉膛出口烟气温度监控装置、安装性能优化服务器。项目投资额492万元，建设期6个月。每年可节标煤4099tce，年碳减排量10821tCO₂，年节能经济效益为266万元，投资回收期1.9年。

典型案例 2

案例名称：珙县电厂一期2×600MW工程锅炉燃烧调整优化项目
技术提供单位：天津鹰麟节能科技发展有限公司

建设规模：四川华电珙县发电有限公司一期600MW超临界“W”型燃煤汽轮发电机组。主要技改内容：安装火电机组智能运行优化及管理系统、安装小指标绩效考核软件、安装远红外炉膛出口烟气温度监控装置、安装性能优化服务器。项目投资额368万元，建设期6个月。每年可节能4500tce，年减排量11880tCO₂，年节能经济效益为270万元，投资回收期1.4年。

八、推广前景及节能减排潜力

预计未来5年，该技术可在相关领域推广比例可达到10%，预期可形成的节标煤能力28万tce，预期可形成的碳减排能力74万tCO₂。

230 三相工频感应电磁锅炉技术

一、**技术名称:**三相工频感应电磁锅炉技术

二、**技术所属领域及适用范围:** 机械行业 民用及商用行业 用于生活热水、饮用、采暖及工业锅炉预热等

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

目前,我国的供热设备主要包括传统的燃煤、燃气和电热管锅炉以及新兴的太阳能、热泵系统。然而,我国的电热管锅炉实际能量转换效率相对偏低,太阳能和热泵系统又受环境的影响较大,传统化石燃料锅炉污染相对严重。三相工频感应电磁锅炉技术与热泵系统相比,初始投资及运行成本均有较大的节约空间。在不考虑能源利用品质的条件下,该技术与传统燃煤统锅炉相比具有较高的热效率,节能优势明显。特别是在我国峰谷电价差距较大的情况下,该技术用于热水制备具有良好的经济和社会效益。目前应用该技术可实现节能量 3 万 tce/a,减排约 8 万 tCO₂/a。

四、**技术内容**

1.技术原理

三相工频感应电磁锅炉的主机是一种特殊结构的水冷干式“短路变压器”,主机直接设置在循环水中,利用主机的副边外壳作为第一主发热体。设备主机副边受到电磁感应产生短路电流,进而产生热量,其漏磁又使循环水箱感应产生较大的涡流与磁滞,使循环水箱成为第二发热体。由于主机产可产生极大电流,因此可使效能达到最高,几乎可以将全部电能转化为热能。同时,由于该设备回收漏磁进行加热,又可将电网中无功功率充分利用,使其效能进一步提高。

2.关键技术

(1) 特殊结构的电磁感应发热技术

利用主机外壳作为主发热的副边,使设备获得极高的加热效率,并保持良好的散热性能,同时有效降低制造成本。

(2) 高效电磁感应技术

副边感应电流达到极大状态（短路状态），使电流发热量最大，同时可有效控制短路电流。

（3）无功功率利用技术

利用电磁原理加热，其电能中的有功和无功都得到高效利用。

（4）流体磁化技术

由于使用电子感应加热，使其周围的介质水在被加热的同时被磁化，可有效解决水体结垢问题。

3. 工艺流程

设备结构示意图见图 1。

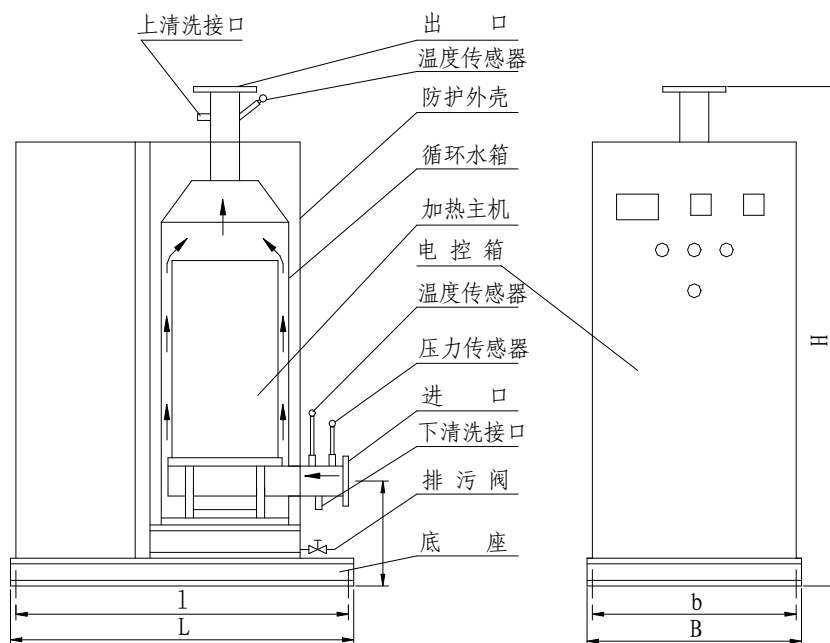


图 1 三相工频感应电磁锅炉结构示意图

五、主要技术指标

- 1.有功功率转化热效率 $\geq 99\%$;
- 2.功率因数 $\cos\varphi \geq 0.98$;
- 3.终端效率（即系统效率） ≥ 0.9 ;
- 4.磁化功能：加热水不结垢，加热油不结炭，使用寿命长。

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

该技术于 2014 年通过中国高科技产业化研究会组织的技术成果鉴定，并获

得国家发明专利和实用新型专利 18 项，同时获得美国、日本和欧盟的发明专利各 1 项。目前，该技术已在沪东重机股份有限公司、常州常林机械有限公司等近 200 家企业实施应用，累计达 500 台套。

七、典型应用案例

典型用户：沪东重机股份有限公司、常州常林机械有限公司、吟飞科技（江苏）有限公司等。

典型案例 1

案例名称：沪东重机股份有限公司柴油机系统油路改造项目

技术提供单位：常州市三利电器有限公司

建设规模：21 条船用大马力柴油机试车车间串油及串水加热系统改造。建设条件：大型低速船用柴油机在试车前应按工艺要求，将 70t 的滑油、30t 的淡水加热到 75℃，串油串水过程中，油温水温保持 60℃。主要技改内容：将原蒸汽加热系统全部改成电磁锅炉系统。主要设备：21 台三相工频感应电磁锅炉。节能技改投资额 641 万元，建设期 2 个月。年可节能量 4654tce，年减排量 12286tCO₂，年节能经济效益为 1059 万元，投资回收期约 8 个月。

典型案例 2

案例名称：常州常林机械有限公司职工热水系统改造项目

技术提供单位：常州市三利电器有限公司

建设规模：2 台燃煤锅炉改造。主要技改内容：使用该电磁锅炉两台取代原燃煤锅炉，利用谷电蓄热供全天使用，主要设备包括 2 台三相工频感应电磁锅炉。节能技改投资额 50 万元，建设期 2 个月。年可节能量 1692tce，年减排量 4467t CO₂，年节能经济效益 91.43 万元，投资回收期约 5 个月。

八、推广前景及节能减排潜力

该技术的应用可大幅消纳低谷电，结合电能的高效利用，具有较大的节能潜力。预计未来 5 年，推广比例达到 5%，项目总投资 2.5 亿元。可完成装机功率 40 万 kW，相比传统燃煤、燃气、电热管锅炉，可形成年节能能力 14 万 tce，年碳减排能力 38 万 tCO₂。

231 热转印标识打印技术

一、**技术名称:**热转印标识打印技术

二、**技术所属领域及适用范围:**机械行业 机械、电力、交通、石油化工等行业 标识打印应用

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

传统标识指示牌一般采用搪瓷、铝合金、不锈钢等材质,具有制作工艺复杂、生产周期长、造价高、使用寿命短、无法重复利用等局限,从而给标识应用领域造成了大量人力、物力、财力的浪费。传统标识在制作过程中能耗较大,以铝合金标识牌为例,加工过程通常包括机加成型、抛光、喷漆、丝网印刷环节,每吨铝合金标识牌的制作电能消耗约为1000 kWh,自来水消耗达6t,生产过程中会产生有害酸碱废液。如果采用热转印标识打印技术,可以大幅减少制作过程中的电力消耗和金属材料消耗。与传统制作技术相比,无需消耗水、煤及大量的电能等资源,也不需要使用酸碱性溶液,使标识牌制作更加节能环保。目前应用该技术可实现节能量1万tce/a,减排约3万tCO₂/a。

四、**技术内容**

1.技术原理

热转印标识打印技术是利用工质在高温时的物理变化进行信息打印,通过打印头上的发热体将碳带上的油墨局部融化,同时施以压力将油墨分子附着在打印材料上形成图像,完成标识的制作。该技术打印的标识大小、使用寿命等特征不仅能满足传统标识的要求,而且在制作工艺流程中,减少了大量金属或陶瓷材料、水及电的消耗,同时避免使用酸碱性溶液,具有良好的节能环保效益。

2.关键技术

(1) 宽幅打印技术:可制作最大幅宽 500mm 的标识牌,满足行业客户对标识牌的最大尺寸要求;

(2) 多色打印技术:通过打印和数据处理同步设计,实现多色同时打印;

(3) 碳带节省技术:在判断标签中无打印内容的区域后可自动抬起打印头,避免不打印区域的碳带浪费;

(4) 打印头压力可调技术:通过多个打印头压力档位设置,使打印机可以

支持不同幅面耗材的打印。

3.工艺流程

热转印打印机的内部结构如图 1 所示。安装好胶带纸及碳带以后，电源接通，热打印头抬起，同时送纸胶辊压下，绷紧碳带。打印开始后，胶带匀速出纸，碳带同步转动，热打印头将碳带加热并压印在胶带上，完成一张标识的打印。打印时，传感器检测到空白区域，打印头会自动抬起，节省碳带，避免浪费。

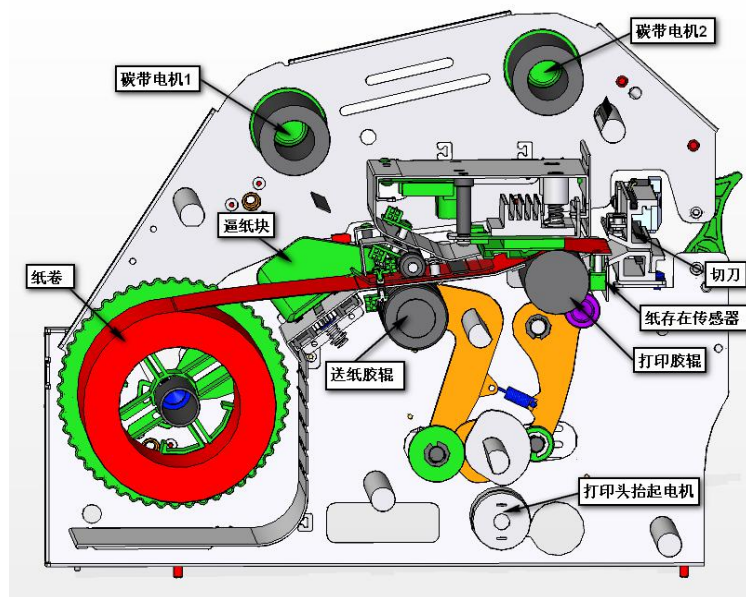


图 1 热转印打印机结构示意图

五、主要技术指标

- 1.户外抗紫外线、耐腐蚀 8 年以上；
- 2.耐磨性： ≥ 300 次；
- 3.有效打印宽幅：500mm。

六、技术应用情况

该技术于 2011 年通过国家质量监督局的 3C 认证，2012 年通过国家纸张质量监督检验中心检测，2013 年列入北京市发改委“北京市节能减排推荐目录”。获得国家发明专利 4 项，实用新型专利 7 项。自 2012 年起，该项技术在电力行业推广应用，目前已被广泛应用于电力、能源、化工、交通等多个领域。

七、典型应用案例

典型用户：哈尔滨超高压、黑龙江黑河背靠背 500kV 换流站、 ± 800 kV 宾金线等

典型案例 1

案例名称：黑龙江电力公司营配贯通改造项目

技术提供单位：北京鼎一伟信科技发展有限公司

建设规模：标识近 53 万张，标识总面积 7.9 万 m²。主要技改内容：对全省 10kV 以下线路进行规范化建设。主要设备：14 台热转印打印机。项目总投资 2998 万元。与常规标识制作相比，节省时间近 130 天，年节能量 585tce，年碳减排量 1544tCO₂，节能的经济效益为 4200 万元。

典型案例 2

案例名称：天津电力公司配网信息化标识改造项目

技术提供单位：北京鼎一伟信科技发展有限公司

建设规模：电子标签近 6 万张，标识 0.4992 万 m²。主要技改内容：对天津电力公司配网标识进行信息化建设。主要设备：4 台热转印电子标签打印机。项目总投资 230 万元，与常规标识制作相比，年节能量 91tce，年碳减排量 240tCO₂。节能的经济效益 180 万元。

八、推广前景及节能减排潜力

据统计，目前我国每年需求标识约 2 亿多块，预计未来 5 年，热转印标识打印技术在行业内的推广比例可达到 35%，项目总投资 44 亿元，可形成的年节能能力约 10 万 tce，年碳减排能力 26 万 tCO₂。

232 板型叶片高效离心风机模型优化设计技术

一、**技术名称：**板型叶片高效离心风机模型优化设计技术

二、**技术所属领域及适用范围：**机械行业 离心风机制造

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

风机是生产中常用的耗能设备，使用量大，应用面广，其耗电量约占全国总耗电量的 10%。目前，我国离心式风机年生产量近 100 万台，广泛应用于工矿企业、工厂车间等场所。然而，国内离心式风机制造大多采用八十年代前开发的模型，如 9-19、9-26、5-48 等系列，设计基础模型陈旧，导致风机生产成本高昂，风机能源利用效率低下。板型叶片高效离心风机模型优化设计技术针对传统风机设计模型的不足，建立全新的风机模型，优化风机的设计，可有效改善风机的性能，降低风机的运行能耗。该技术的推广应用将有助于提高我国离心风机的制造水平。

四、**技术内容**

1. 技术原理

该技术采用 N-S 方法对整机复杂三维湍流流场进行计算机模拟分析，突破传统的取值范围对叶片进出口流动角、进口加速系数、叶轮进出口宽度比、蜗壳螺旋角等重要风机设计参数进行修订，不仅可在设计阶段对风机性能进行准确预估，而且可兼顾降低噪声和非设计工况性能，实现离心风机性能的全面提升。

2. 关键技术

- (1) 变气动设计流量和全压值下，性能优化技术；
- (2) 风机设计参数优化技术；
- (3) 进风口优化设计技术。

3. 工艺流程

离心风机流场建模示意图见图 1，№8 系列模型风机产品示意图见图 2。

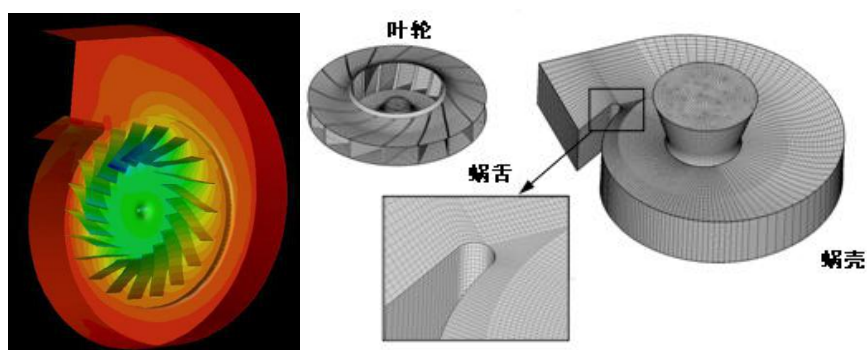


图 1 离心风机流场建模示意图

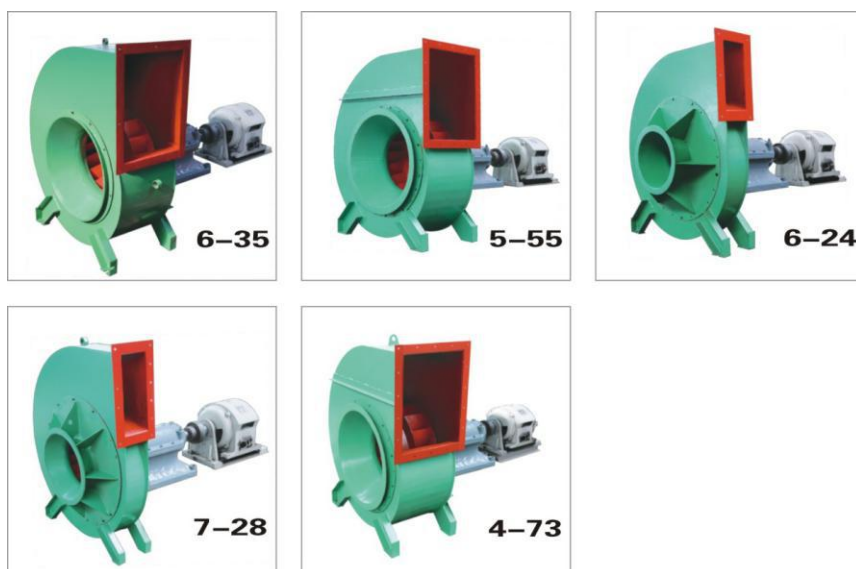


图 2 №8 系列模型风机产品示意图

五、主要技术指标

1. 6-35№8（叶轮直径 800mm）模型：最高通风机效率 85%；
2. 5-55№8（叶轮直径 800mm）模型：最高通风机效率 87%；
3. 6-24№8（叶轮直径 800mm）模型：最高通风机效率 82.3%；
4. 7-28№8（叶轮直径 800mm）模型：最高通风机效率 87%；
5. 4-73（板型叶片）№8（叶轮直径 800mm）模型：最高通风机效率 87%。

六、技术鉴定、获奖情况

该技术 5 个系列模型（6-35、5-55、6-24、7-28、4-73）分别获得国家发明专利。目前，该技术已在重庆、湖北、江苏、陕西等省 20 多家企业得到应用，应用效果良好。

七、典型应用案例

典型用户：湖北省风机厂有限公司、重庆通用工业（集团）有限公司、陕西鼓风机（集团）有限公司等。

典型案例 1

案例名称：湖北省风机厂有限公司风机设计模型技术转让项目

技术提供单位：沈阳鼓风机研究所(有限公司)、清华大学

建设规模：年产通风机 1302 台，配套电机总功率 170 万 kW。建设条件：具备风机制造能力。主要建设内容：提供离心通风机设计模型。采用本技术已生产风机 51 台，总功率为 6.94 万 kW，项目投资 26 万元，该风机用户每年可节约 2000 万 kWh,折合节能量约 6416tce,减少碳排放约 1.4 万 tCO₂。

典型案例 2:

案例名称：重庆通用工业（集团）公司风机设计模型转让项目

技术提供单位：沈阳鼓风机研究所(有限公司)、清华大学

建设规模：年产通风机 1031 台，配套电机总功率 103 万 kW。建设条件：具备风机制造能力。主要建设内容：提供离心通风机设计模型。采用本技术已生产风机 43 台，配套电机总功率为 43360kW，项目投资 32 万元，该风机用户每年可节约 1249 万 kWh,折合节能量 4010tce,减少碳排放 0.87 万 tCO₂。

八、推广前景及节能减排潜力

目前，该技术推广比例约为10%，预计未来5年推广比例将达到50%，可实现年节电能力约20亿kWh,折合64万tce，年减少碳排放139万tCO₂。

233 自励三相异步电动机（制造）技术

一、技术名称：自励三相异步电动机（制造）技术

二、技术所属领域及适用范围：机械行业 驱动无特殊要求的机械设备

三、与该技术相关的能耗及碳排放现状

据统计，我国电机系统耗电约占全社会用电量的 60%以上，约占到工业用电量的 80%，是工矿企业中耗电量最大的一类电气设备。传统的三相异步电动机，长期存在效率低、功率因数低、起动转矩和最大转矩小，且起动电流大的缺陷，常处于“大马拉小车”的状态，严重浪费电能。自励三相异步电动机采用自励磁技术，具有高效率、高功率因数、高起动转矩和低电流等性能，广泛适用于工厂、油田、矿山等工业领域。在电机频繁启动的应用领域，与传统三相异步电动机相比，该类电机的综合节电率可达到 10%-35%。

四、技术内容

1.技术原理

该技术采用自励磁技术，仅从电网中获取有功功率，无功功率则由电机内部通过串联电容和逆向绕组自行产生，可有效降低无功功率损耗，提高功率因数，优化电动机的性能指标，实现节能。

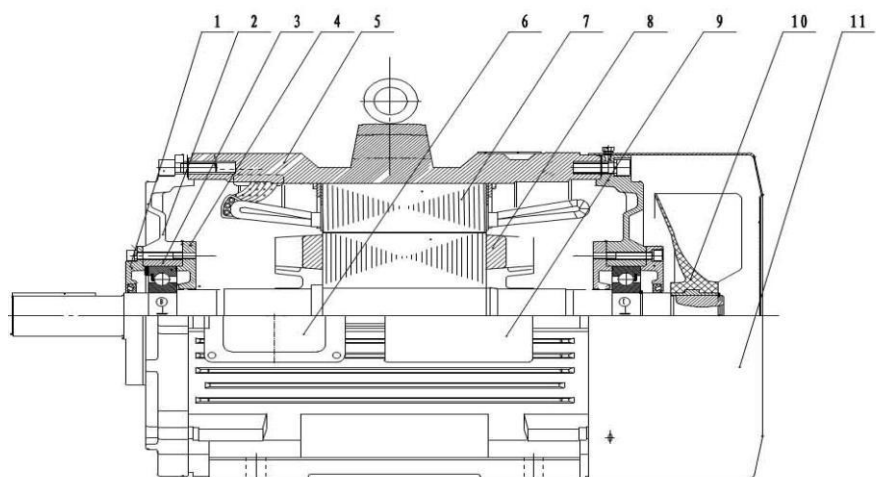
2.关键技术

(1) “自励磁”技术。在电动机内部形成励磁，避免线流中产生无功励磁电流；

(2) 电动机性能优化技术。可实现电动机高效率、高功率因数、高转矩、低电流的特性，能消除或基本消除 5 次、7 次等高次谐波。

3.工艺流程

自励三相异步电动机的结构示意图如图 1 所示。



1、轴承外盖 2、端盖 3、轴承 4、轴承内盖 5、机座 6、电源接线箱
7、定子 8、转子 9补偿器箱 10、风扇 11、端罩

图 1 自励三相异步电动机结构示意图

五、主要技术指标

1. 电动机效率：可达到国家 2 级能效标准；
2. 额定功率因数： $\cos\varphi \geq 0.97$ ；
3. 起动转矩： ≥ 2.6 倍额定转矩；
4. 最大转矩： ≥ 3.0 倍额定转矩。

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

该技术获得 1 项国家发明专利、3 项实用新型专利和 3 项外观设计专利；于 2013 年入选“2013 年度国家火炬计划产业化示范项目”。目前，该产品已在全国各地区油田、工厂等多家企业使用。

七、典型应用案例

典型用户：中石油管辖的油田、云南省的钢铁集团、浙江药品器材企业等
典型案例 1：

案例名称：大气油田抽油机高耗能电机改造项目

技术提供单位：鸡西德元电器有限公司

建设规模：更换油田抽油机电动机 400 台，总功率 13735kW。建设条件：
原有抽油机运转电动机效能低下。主要技改内容：将淘汰高耗能落后电动机更换

为自励三相异步电动机，主要设备为自励三相异步电动机。节能技改投资额 1452 万元，建设期 3 个月。年可节约电量 808 万 kWh，折合 2586tce/a，年碳减排量为 5632tCO₂。按平均电价 0.8 元/度计算，年节能经济效益为 646 万元，投资回收期约 1.3 年。

典型案例 2:

案例名称：炼胶工艺高能耗电动机改造项目

技术提供单位：鸡西德元电器有限公司

建设规模：更换设备上拖动电动机 83 台，总功率 1639kW。建设条件：原有拖动用电动机效能低下。主要技改内容：将淘汰高耗能落后电动机更换为自励三相异步电动机，主要设备：自励三相异步电动机。节能技改投资额 96 万元，建设期 2 个月。年节电量约 115 万 kWh，折合 368tce/a，年碳减排量约为 800tCO₂。年节能经济效益 90 万元，投资回收期约 1.1 年。

八、推广前景及节能减排潜力

预计未来 5 年，自励三相异步电动机预计可推广 34 万台，电机总功率约 1000 万 kW，推广比例将达到 10%。可形成的年节电量将达 60 亿 kWh，折合 192 万 tce，形成的年碳减排量达 418 万 tCO₂。

234 基于微机控制的三相电动机节电器技术

一、**技术名称：**基于微机控制的三相电动机节电器技术

二、**技术所属领域及适用范围：**机械行业 三相异步电动机驱动的机床领域

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

目前，在我国普通车床、经济型数控机床、铣床和立式钻床等机床均使用三相异步电动机作为动力，生产量大，应用广泛，据统计这四类机床的社会存量约710万台，年耗电约213亿kWh。通常这些机床的单台电机功率较小，大多采用间歇式作业方式，且机床在设计电动机容量时，常以最大可能负载作为设计依据。而在实际生产中，机床多数时段处于轻载状态，轻载时段电机扔满负荷出力而负载较小，形成“大马拉小车”现象。该技术通过星三角转换实现的电机节能，可使电机使用效率提高20%以上，节能效果良好。

四、**技术内容**

1. 技术原理

该技术采用“星三”转换方式，使机床电机在启动阶段进行星形连接，运转阶段转入实时监控、自动调整状态。当实时负载大于电机额定功率一半以上时，电机转入“三角形”接法；小于额定功率三分之一时转入星形接法，从而实现负载和实际运行功率的良好匹配，减少电机运行过程中的能耗。

2. 关键技术

(1) 瞬态有功功率测量模块。该模块可精确测量电动机瞬态负载有功功率，并精确控制电动机运转阶段星形连接和三角形连接的自动切换和稳定运行；

(2) 电动机启动识别模块。该模块可自动检测电动机启动完成时间点，并对随时发生的负载变化工况做出快速反应，使机床电机只在有效切削时运转，在非切削辅助工况时停转，从而节约部分电能；

(3) 刹车电流、时间和转速三重自动反馈模块。该模块具有三重功能，一是稳定刹车力矩；二是自动识别刹车结束时间；三是实时监控主轴转速，向软件模块提供自动控制的转速数据。

3. 工艺流程

该技术控制系统工作原理图见图 1。

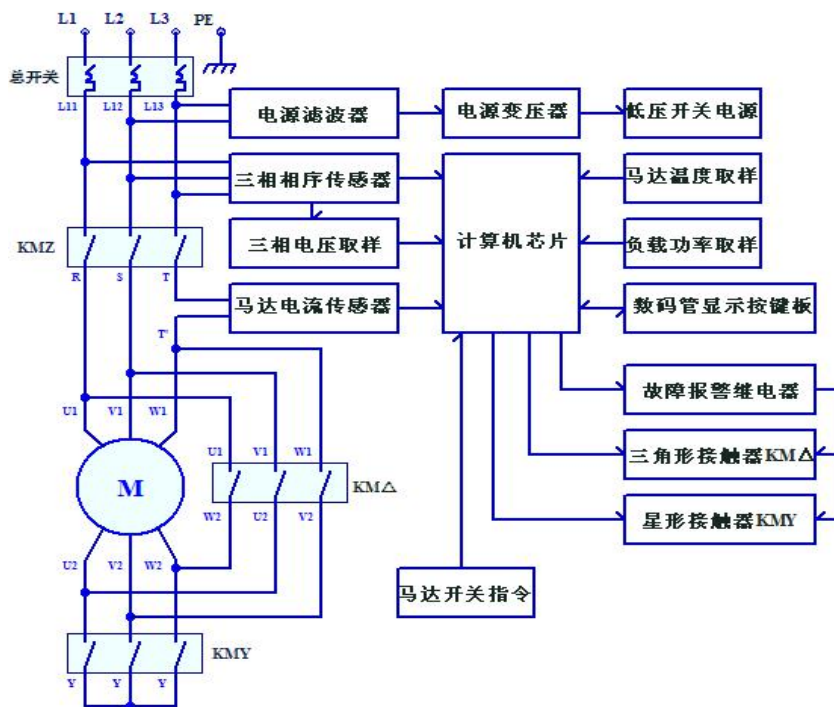


图 1 基于微机控制的三相电动机控制系统工作原理图

五、主要技术指标

1. 电源范围：380V +10% -15%（320-420V）；
2. 电机范围：4.0kW-315kW 三相异步电动机；
3. 节省有功电能：应用于普通车床>40%，应用于经济型数控机床>20%；
4. 节省无功电能：>60%；
5. 取样电动机信号精度：0.1%。

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

该技术获得 2 项国家发明专利，6 项实用新型专利，2 项软件著作权。目前已在北京、陕西、浙江、江苏等地多个项目中推广应用。

七、典型应用案例

典型用户：宝鸡机床集团有限公司、陕西咸阳市周陵机械修造厂、陕西

蔡家坡机械制造厂、陕西汉中机械修造厂、甘肃天水机械制造厂、杭州爱科机械公司、江苏真州建筑公司、北京古达仪表有限公司等。

典型案例 1

案例名称：宝鸡机床集团有限公司新机床节电器配套项目

技术提供单位：北京优尔特科技股份有限公司

建设规模：年产经济型数控机床和普通车床 5600 台，电动机装机容量合计 4.2 万 kW。主要技改内容：原三相电动机中增加节电器等。主要设备：多功能节电器。节能技改投资 862 万元，建设期为 12 个月。项目改造完成后，年节电 1061 万 kWh，折合 3396tce，年碳减排 7395 tCO₂。年节约电费 1061 万元，项目投资回收期约为 10 个月。

典型案例 2

案例名称：咸阳市周陵机械修造厂旧机床节能改造项目

技术提供单位：北京优尔特科技股份有限公司

建设规模：32 台 X6132A 铣床配套多功能节电器、15 台 Z535 立式钻床配套单功能节电器、101 台 C6140 普通车床配套多功能节电器，电动机装机容量合计 1016kW。主要技改内容：原铣床、钻床和车床的三相电动机中增加节电器等。主要设备：单功能节电器和多功能节电器。节能技改投资 30 万元，建设期 12 个月。项目改造完成后每年可节电 26 万 kWh，折合 83tce，年碳减排 195tCO₂。年节电费 26 万元，投资回收期约 1.2 年。

八、推广前景及节能减排潜力

预计未来 5 年，该技术将在普通车床领域推广到 5%（约 12.5 万台），在经济型数控机床领域推广到 4%（约 6.4 万台），合计推广该技术产品 18.9 万台，总投资约 3 亿元。可形成年节电量 3.17 亿 kWh，折合 10 万 tce，年碳减排能力 22 万 tCO₂。

235 基于电磁平衡调节的用户侧电压质量优化技术

一、**技术名称：**基于电磁平衡调节的用户侧电压质量优化技术

二、**技术所属领域及适用范围：**机械行业 冶金、化工、煤炭等行业中典型的三相异步电机负载

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

风机、水泵、压缩机等三相异步电机负载是广泛应用于工业领域的重要基础设备，也是工业耗能较高的设备。目前，在我国工业领域实际应用过程中，该类设备普遍存在“大马拉小车”的现象，造成极大的能源浪费。据统计，目前由此造成的电能浪费约占其用能总量的5%-10%，具有较大的节能空间。

四、**技术内容**

1.技术原理

电机工作时的综合能量损耗包括恒定损耗、负载损耗和杂散损耗。该技术通过采集用电设备端的电压、电流及功率因数等电气参数，并根据用电设备的自身特性进行参数计算和分析，确定用电设备的最佳工作点，即综合耗损最低时的工作点。当用电设备的实际能耗大于最佳工作点的能耗时，装置的主控制单元会立即通过无扰动切换模块启动电磁式自耦调压器，调整用电设备的输入电压等电气参数。通过多级调整从而使用电设备的实际工作状态达到或接近最佳工作点，优化用电侧用电质量，降低用电设备综合损耗，最终达到节电效果。

2.关键技术

(1) 最佳工作点追踪技术

根据电机等负载的输出、电机自身阻抗特性及供电情况进行电机的最佳工作状态追踪和调整，调整电机的供电情况，使电机在能效转化最高、自身损耗最低的最佳供电状态下工作。

(2) 无扰动切换技术

无扰动切换技术由一次电路和控制电路两部分组成。一次电路由调压变压器、补偿变压器和可控硅组成，控制电路部分主要以主控制器和触发板组成的控

制电路组成。一次电路中，调压变压器的一次绕组接成 Y 型，连接在稳压器的输出端，二次绕组连接在补偿器的一次绕组，补偿器的二次绕组连接在主回路中，通过控制可控硅的导通与关断来改变调压器的匝数，从而改变补偿电压的大小与极性，进而控制输出电压的大小。该项技术可解决电压参数调整过程中保持电压的连续性问题，在切换过程中不产生谐波和尖峰、快速投档、不会产生断电和失压情况。

3.工艺流程

将电磁式电能质量优化装置串联在电源和用电设备之间，装置中的数据采集模块（DCM）对设备的输出电压参数等进行采样，采样的数据进入中央计算模块（CPM），根据中央计算模块（CPM）对供电电压、电机工作电流、系统功率因数等电源、负载及负载率的情况进行最优化程序计算，得出此状态下电机工作的最佳工作点。中央计算单元（CPM）将结果通过无扰动切换模块（NTCM）对设备供电参数进行调整，使电机工作状态靠近最佳工作点，提高电机工作效率，降低电机的能耗。该装置的控制电路逻辑图见图1。

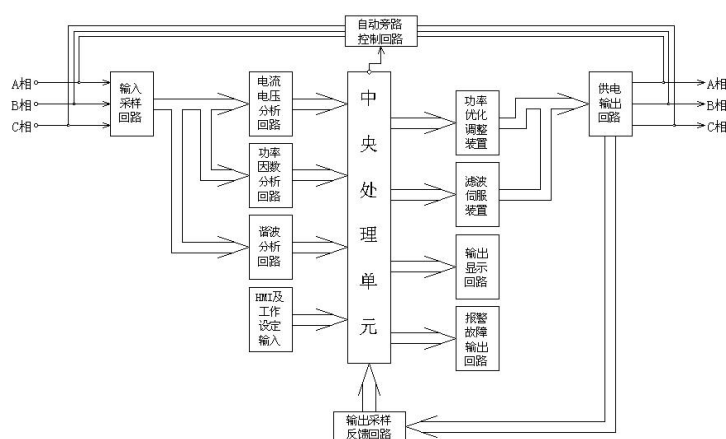


图 1 控制电路逻辑图

电磁式电能质量优化装置结构图见图2和图3。

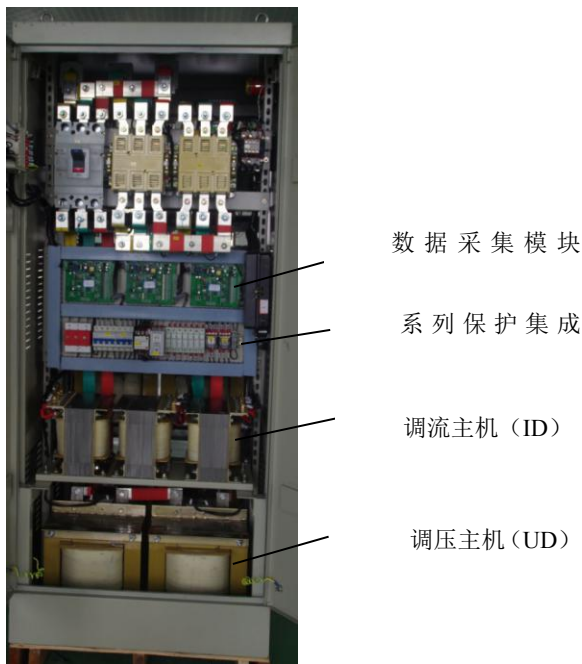


图 2 内部装置结构图(正面)

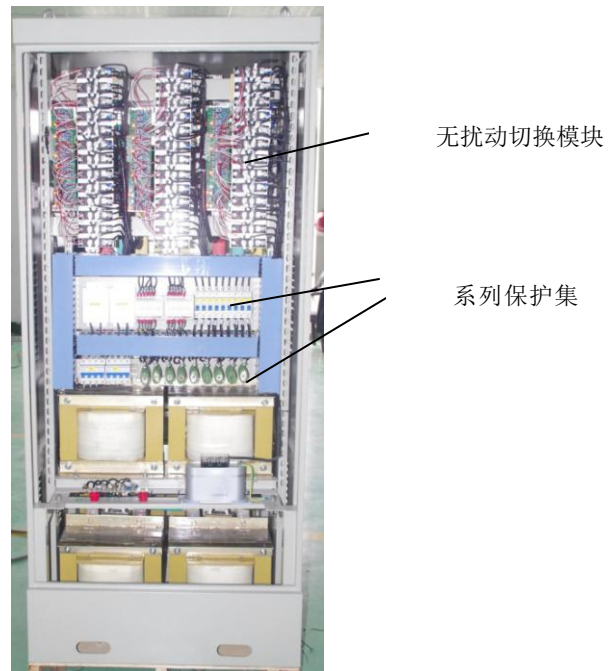


图 3 内部装置结构图(背面)

五、主要技术指标

1. 对于 0.4kV 三相异步电机，节电率：8%-15%；
2. 对于 6 kV 三相异步电机，节电率：6%-9%；
3. 照明负载场合，节电率：15%-25%；
4. 切换时间：10-20ms；
5. 切换过程实现无扰动、不失压。

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

该技术于 2013 年通过了苏州电器科学研究所做的产品型式试验，并获得 2 项国家发明专利、6 项实用新型专利和 3 项相关软件著作权登记证书。目前，该技术产品已陆续应用于冶金、化工、煤炭等多个行业中的三相异步电机负载，应用案例超过 20 个，应用数量在 36 台套以上。

七、典型应用案例

典型用户：恒源煤电集团、贵州永贵集团高山矿、芜湖融汇化工集团、铜陵有色集团、马鞍山钢铁集团、江苏中天钢铁、辽宁抚顺矿务局页岩油厂、南钢集团金安矿业等。

典型案例 1

案例名称：铜陵有色金口岭矿井下风机节能改造项目

技术提供单位：安徽集黎电气技术有限公司

建设规模：额定功率 260kW、额定电压 400V 的井下风机。建设条件：要求设备不产生谐波干扰，具有良好的软起特性和较强的过负荷能力，由于井下湿度较大，同时要求具有一定的防湿防腐能力，对于安装的位置有一定的空间要求。主要技改内容：将高压电机专用型电磁式电能优化装置串联在高压压风机供电前端。主要设备：电磁式电能优化装置、260kW 高压风机。项目技改投资额 20 万元，建设期 2 个月。年节能量 32tce，碳减排量 84tCO₂。年节能经济效益 9 万元，投资回收期为 2.5 年。

典型案例 2

案例名称：恒源煤电百善矿压风机节能改造项目

技术提供单位：安徽集黎电气技术有限公司

建设规模：6kV 供电的 250kW 高压压风机。建设条件：现场粉尘等污染较多，要求设备具有一定的绝缘能力，保证设备能够安全持续运行，具有良好的软起特性和较强的过负荷能力，并且在设备故障时候能够脱离设备运行，安装于电机配电的电缆沟上，有一定的空间要求。主要技改内容：将高压电机专用型电磁式电能优化装置串联在高压压风机供电前端。主要设备：电磁式电能优化装置、250kW 高压风机。项目技改投资额 27 万元，建设期三个月（含运行监测时间）。年节能量 39tce，碳减排 100tCO₂。年节能经济效益 9 万元，投资回收期为 3 年。

八、推广前景及节能减排潜力

目前，全国各类采矿企业 30000 多家。就煤矿企业而言，规模以上煤炭企业 1200 多家，煤矿矿井近 4 万口，需要矿井压风机约 16 万台左右。预计未来 5 年，该技术在全国煤炭行业推广比例可达 5%，技改总投资约为 24 亿元，年节能量可达 60 万 tce，碳减排量约 158 万 tCO₂。

236 绕组式永磁耦合调速器节能技术

一、**技术名称：**绕组式永磁耦合调速器节能技术

二、**适用范围：**机械行业 电机控制节电领域

三、**与该节能技术相关的能耗现状**

风机、水泵等电机驱动设备是我国工业领域的常用装备，用电约占工业领域总电耗的75%。我国电机驱动设备运行效率比国外先进水平低10-20%，每年电能浪费极其严重。但由于变频设备价格昂贵、操作复杂和谐波污染等问题，目前很多风机、泵类负载仍采用挡板或阀门的机械节流方式来调节风量或流量，系统调节方式落后。绕组式永磁耦合调速器是一种新型调速技术，与变频调速技术相比，在较小负载率（较大调速范围）工况下综合节电效率可维持在96%以上，节电率比变频调速提高30%左右；在较大负载率（较小调速范围）工况下综合节电性比变频技术提高2%-4%，并且几乎不产生谐波等二次电磁污染。

四、**技术内容**

1. 技术原理

绕组式永磁耦合调速器是一种转差调速装置，由本体和控制器两部分组成。本体上有两个轴，分别装有永磁磁铁和线圈绕组。驱动电机与绕组永磁调速装置连在一起带动其永磁转子旋转产生旋转磁场，绕组切割旋转磁场磁力线产生感应电流，进而产生感应磁场。该感应磁场与旋转磁场相互作用传递转矩，通过控制器控制绕组转子的电流大小来控制其传递转矩的大小以适应转速要求，实现调速功能，同时将转差功率引出再利用，不仅可解决转差损耗带来的温升问题，而且可实电机现高效运行。

2. 关键技术

（1）电机的离合与调速技术

绕组接通，则形成电流回路，绕组中电流产生电磁场与原永磁场相互作用传递扭矩（离合器合）；绕组断开，绕组中无电流不传递扭矩（离合器离），此离合器无机械动作、无摩擦磨损。通过控制绕组中感应电流大小，即可控制传递扭矩大小，即可实现软起功能，又能达到调速目的。

(2) 转差功率回馈技术

通过将绕组中产生的转差功率引入反馈回供电端，即可实现电能的回收，又能保证绕组温升始终处于电机正常工作的温升。对短时间软起调速或小功率的传动，可将引出的转差功率消耗在控制柜内的电阻上。

3. 工艺流程

(1) 设备原理图

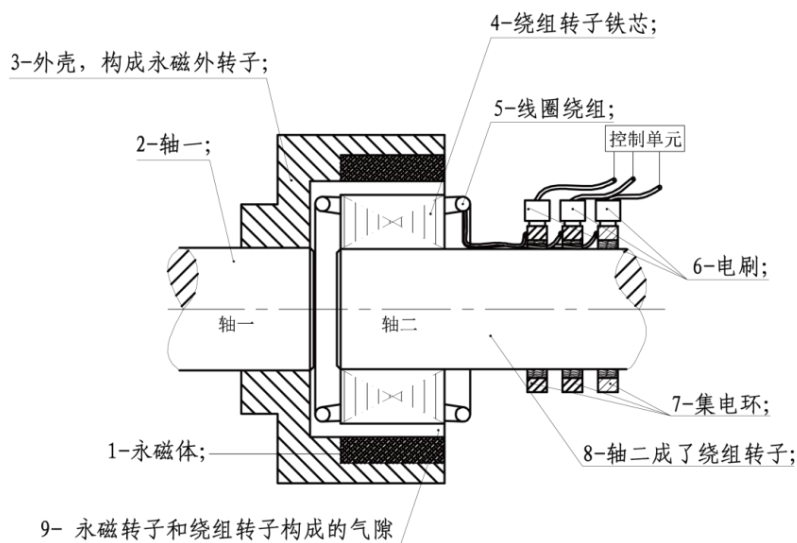


图1 绕组式永磁耦合调速器工作原理图

(2) 结构(简)图

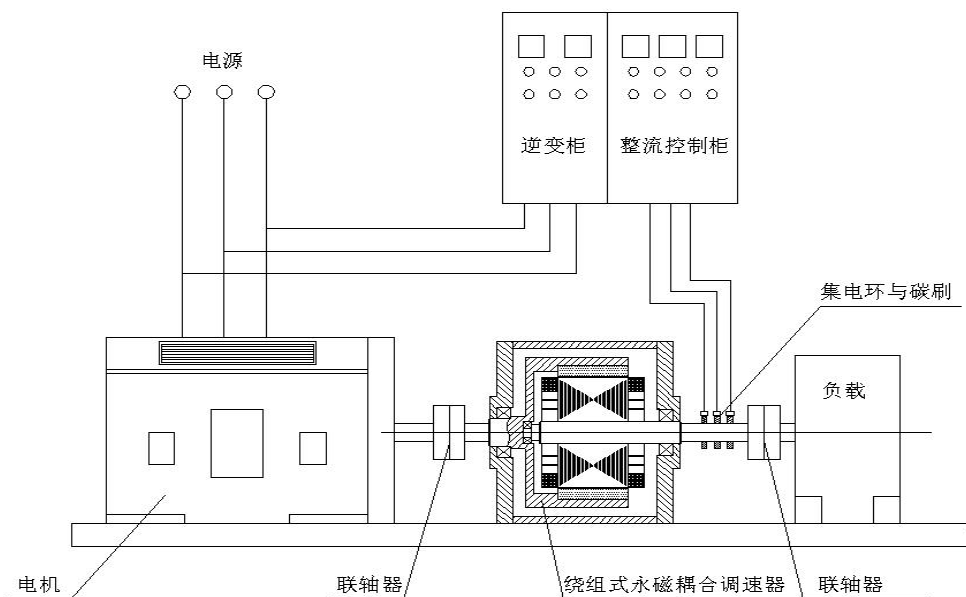


图2 绕组式永磁耦合调速器结构（简）图

五、主要技术指标

1. 功率范围：1.5kW-5000kW；
2. 配套电机极数：2、4、6、8、10、12 等；
3. 调速范围：0-99%；
4. 振动： $\leq 2.8\text{mm/s}$ ；
5. 效率：98%-96%；
6. 各类节能方式比较：在低转速（流量）工况时，绕组永磁节电效果与其它方式比较节电优势尤为明显。例如：在转速 50%时，绕组永磁比变频设备节电高 20%-30%。

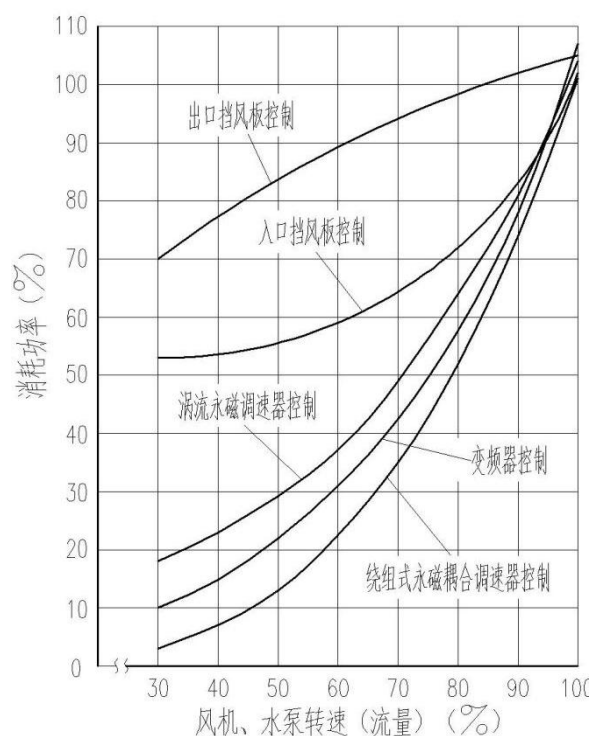


图3 各类调节方式能耗比较

六、技术应用情况

该技术已获得国家实用新型专利 7 项，2 项 PCT 专利。目前，该技术已在我国大型钢铁、电力、石化、水泥等多个高能耗企业成功应用，节能效果显著。

七、典型用户及投资效益

典型用户：沙钢集团、山西建邦钢铁、秦皇岛鸿兴钢铁、铜陵旋力特钢、杭锦集团萧山电厂、中石化齐鲁石化、镇江索普集团、鸳鸯湖电厂等。

典型案例 1

案例名称：沙钢集团 2500kW 永磁调速器改造项目

技术提供单位：江苏磁谷科技股份有限公司

建设规模：1 套 2500kW 永磁调速器改造。建设条件：电炉炼钢二车间除尘风机。主要技改内容：二次除尘风机改造，新增永磁调速器一台取代现有液力偶合调速器。节能技改投资额 150 万元，建设期 2 个月。每年可节能 1312tce，年节能经济效益为 246 万元，投资回收期约 7 个月。

典型案例 2

案例名称：秦皇岛宏兴钢铁 630kW 永磁调速器改造项目

技术提供单位：江苏磁谷科技股份有限公司

建设规模：2 套 630kW 永磁调速器。建设条件：四期喷煤主排风机。主要建设内容：四期喷煤主排风机永磁调速器的系统设计、供货、现场指导安装调试。节能建设投资额 68 万元，建设期 2 个月。每年可节能 429tce，年节能经济效益 80 万元，投资回收期约 10 个月。

八、推广前景和节能潜力

绕组式永磁耦合调速器与液力偶合调速器及涡流永磁耦合调速器都属转差类调速器（只调负载转速，电机不调速），转差类调速器都存在转差损耗，转差损耗通常都表现为设备本体温升。绕组式永磁耦合调速器可将此转差损耗转化为电能进行再利用，不仅可彻底解决设备温升问题，而且更加节电，因此在调速设备领域将具有较大的推广潜力。预计到 2020 年，该技术的推广比例将能达到 3%-5%，累计投资达 9 亿元，可形成的年节能能力 108 万 tce，年碳减排潜力 254 万 tCO₂。

237 基于低真空相变原理的工业废水余热回收技术

一、**技术名称：**基于低真空相变原理的工业废水余热回收技术

二、**技术所属领域及适用范围：**机械行业 工业废水低品位余热回收

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状：**

我国工业废水排放量约 250 亿 t，其中温度在 50℃-90℃之间的低品位热水可满足超过 20 亿 m² 的建筑采暖需求。但由于生产工艺需求，这些废水中往往都含有浓度较高的酸碱类物质，一般都属于酸性或碱性饱和离子水，易析晶、结垢并具有较强的腐蚀性。利用传统的接触式换热器进行余热回收时，溶解于水中的各类盐碱类物质由于温度的降低，会发生严重的析晶、结垢现象，产生大量污染物附着于换热壁表面，造成换热壁面迅速污染甚至堵塞。因此，高污染工业废水余热目前尚未得到有效且广泛的开发利用。基于低真空相变原理的高污染工业废水余热回收技术从根本上解决了传统换热器在回收高污染工业废水的结垢与腐蚀问题，为高污染工业废水余热利用提供了一套极具性价比解决方案，具有较大的推广价值。

四、技术内容

1. 技术原理

利用水的沸点会随着环境压力的降低而降低的特性，制造多级负压环境，使 50℃ 以上的工业废水发生闪蒸，产生负压蒸汽携带汽化潜热输送至冷凝器内，向低温介质（如供暖水）进行冷凝放热，从而实现高污染工业废水余热的清洁、高效、低成本回收。当环境压力降低到 13kPa 左右时，50℃ 以上的工业废水会达到沸点发生闪蒸，而在该工况下，溶解于水中的各类污染物并不会蒸发汽化，因此闪蒸出的负压蒸汽是清洁的水蒸气，不会对换热设备造成污染和腐蚀。

2. 关键技术

基于真空相变原理的高污染工业废水余热回收技术是将高污染工业废水余热的提取与释放在蒸发器和冷凝器内分别进行，目的是避免废水与换热壁面的直接接触，从而规避其对换热壁面造成污染与腐蚀。其关键技术如下：

（1）低真空相变换热技术；

- (2) 改性环氧树脂为基材的 MH-700 重防腐涂料蒸发器内壁防腐技术；
- (3) 隔水板流量控制技术；
- (4) 低密度、大流量负压蒸汽冷凝器工艺设计技术；
- (5) 废水侧连续多级独立闪蒸提热，低温介质侧逆向串联逐级冷凝放热，大温降、小传热温差高效换热技术。

3. 工艺流程

该技术是一种真空相变法高污染工业废水余热提取技术，工艺设备主要由蒸发器、冷凝器和真空泵构成，具体换热原理详见图 1，设备机构图详见图 2。

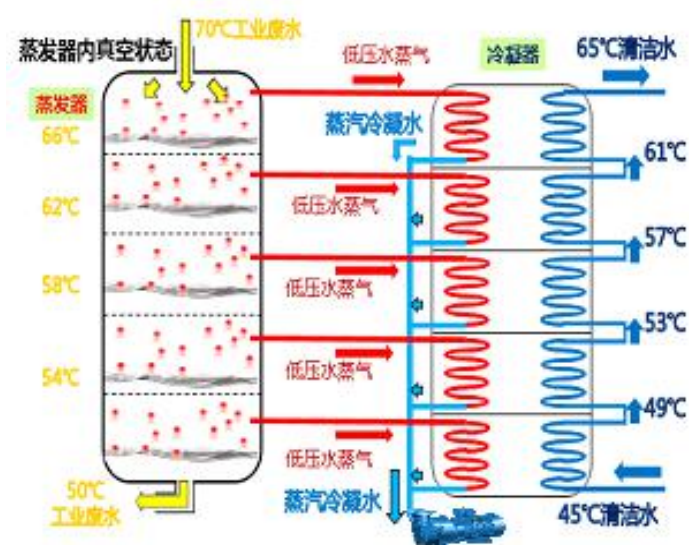


图 1 设备原理图

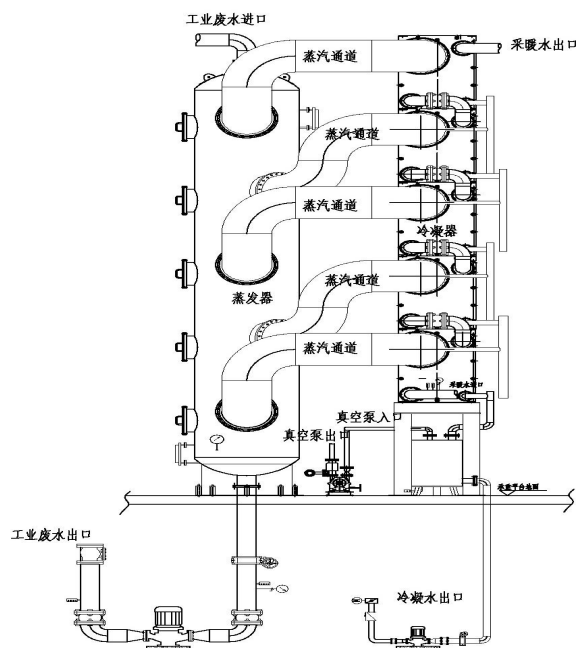


图 2 设备结构图

五、主要技术指标

1. 额定热量：5000kW；
2. 机组输入功率：17.2kW；
3. 冷凝器传热系数 $\geq 1800\text{W}/(\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$ ；
4. 冷凝器渣水侧/系统水侧压力降：47.4KPa/60KPa。

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

该技术已获得国家发明专利 4 项和实用新型专利 1 项；于 2014 年 7 月通过黑龙江省工信委组织的新产品鉴定，2015 年通过哈尔滨市科学技术局组织的科技成果鉴定。目前，该技术已在河北邱县龙港化工厂、邯郸钢厂、灵寿正元化肥厂、唐山钢厂等多个余热回收项目中成功应用，实现产品销售 60 余台，累计已完成城镇集中供热面积近 1000 万 m^2 ，取得用户一致认可及好评。

七、典型应用案例

典型用户：邯郸市热力公司、邢台市金昊热力公司、河钢集团唐山钢铁公司、灵寿正元化肥有限公司、山西美锦钢铁有限公司、潍坊特钢、丰喜化工集团等。

典型案例 1

项目名称：灵寿县正元化肥利用工业余热集中供热项目

技术提供单位：哈尔滨工大金涛科技股份有限公司

建设规模：配备本项目技术产品 10 台，配套以循环水泵、水箱、定压补水等设备，构成一个完全以化肥厂半水煤气洗汽水余热为主热源、供热能力 50MW 热源站一座；建设条件：河北省灵寿县正元化工厂半水煤气洗汽水温度约 70°C 左右，流量约 $2000\text{m}^3/\text{h}$ ，可制取采暖水出水温度 65°C ，通过供热管网向城区供热，替代城区原有区域燃煤锅炉 87 座；节能技改投资额 3500 万元，建设期 6 个月。该项目年节能量 13948tce，年节能经济效益为 756 万元，投资回收期 4.6 年。

典型案例 2

项目名称：邯郸钢厂余热利用项目

技术提供单位：哈尔滨工大金涛科技股份有限公司

建设规模：配备本项目技术产品 10 台，配套以循环水泵、水箱、定压补水

等设备，构成一个完全以高炉冲渣水余热为主热源、供热能力 50MW 热源站一座；建设条件：利用邯钢集团 4、5 # 高炉冲渣水温度约为 70℃，流量约 2000m³/h，可制取 65℃采暖水送入邯郸市热力公司原有供热管网，替代原有 75 吨燃煤锅炉房一座，为邯郸市铁西区约 100 万 m² 居民建筑供暖。节能技改投资额 3800 万元，建设期 5 个月。该项目年节能量 6269tce；年节能经济效益为 688 万元，投资回收期 5.5 年。

八、推广前景及节能减排潜力

目前我国正在大力推动余热暖民工程，该技术产品完全符合国家产业政策，市场前景广阔。仅对冶金、化工两个行业高污染工业废水资源量初步统计，产品市场总容量保守计算约 2700 台。预计到 2020 年，该技术的推广比例将达到 20%，累计投资约 20 亿元，可形成的年节能能力约为 48 万 tce，年碳减排能力约 127 万 tCO₂。

238 节能高效挖掘机势能回收技术

一、**技术名称：**节能高效挖掘机势能回收技术

二、**技术所属领域及适用范围：**机械行业 挖掘机、装载机等机械设备

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

挖掘机是采掘、建筑等行业的重要用能设备，也是重要的一类重型装备，在我国工程建设领域发挥着重要的作用。据统计，我国挖掘机 10 年保有量约 150 万台，以单台油耗 14L/h-17L/h（1m³ 斗容）计算，每年耗油量就到达上千万吨。传统普通挖掘机设计臂重占机身总重的 25%，在挖掘时不仅需将物料或土方进行抬举，也同时需对大臂进行上下摆动，致使挖掘机能量利用率不足 20%。该技术可将挖掘机大臂下降时产生的势能回收，在挖掘机大臂升时将势能释放，可大幅降低挖掘机的无用功，进而减少发动机耗油，并提高整机的工作效率。目前，该技术已在黑龙江省、山东省等地近 400 台挖掘机上得到应用，取得了良好的经济和社会效益。

四、**技术内容**

1. 技术原理

采用惰性气体储能系统，将工作装置（大臂）的势能回收/释放以降低挖掘机的无用功。工作装置（大臂）下降时，产生的势能推动蓄能油缸，将蓄能油缸大腔里面的液压油通过管道强行推到蓄能器内，储能器内惰性气体被压缩并储存势能；工作装置上升时，控制油缸和储能油缸同时出力推动工作装置实现挖掘操作。该储能装置与动力油缸均为独运行，具有结构简单、维护方便等特点，在设计上可以减少发动机动力，在操作上可提高挖掘机挖掘速度，并可大幅降低挖掘机挖掘油耗，在实际应用案例中节油率最高可达 50%。

2. 关键技术

（1）储能系统工艺设计技术：储能系统主要包括蓄能罐、蓄能油缸及控制阀。

（2）液压阀及主泵配比优化技术：通过该优化技术可提高挖掘机工作装置工作速度和提高挖掘出力，进而提高挖掘机整体的工作效率。

(3) 核心储能罐的设计技术：该蓄能罐内的气体为无毒无害的惰性气体，受环境温度的影响的变化小；罐体设计允许最大额定压力为 65MPa，工作压力为 25MPa。

3. 工艺流程

挖掘机工作装置(3)下降时，通过蓄能油缸(1)将压入有压气体蓄能罐(2)，蓄能罐内气体受蓄能油缸回油压缩并进行储能。在挖掘机工作装置需要上升时，在液压阀组(4)的指挥下蓄能罐压缩气体释放能量，与辅助控制油缸(5)一同完成指定动作。

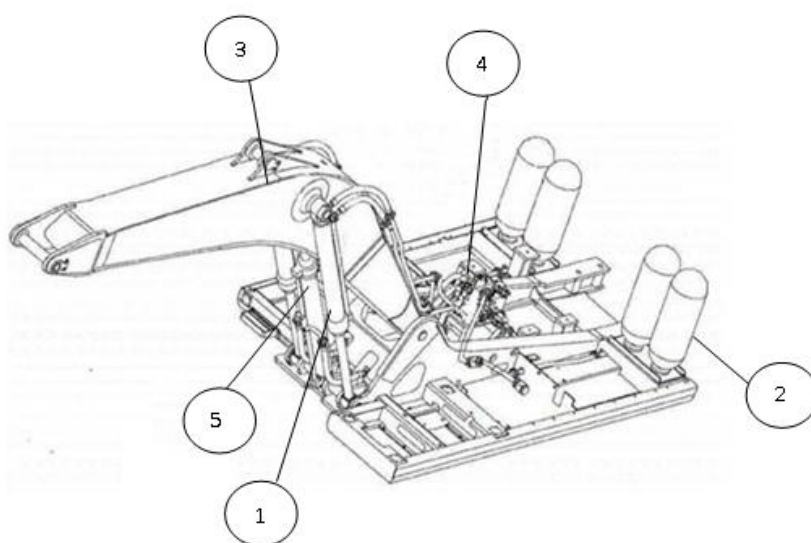


图 1 挖掘机势能回收主要装置

五、主要技术指标

1. 单位挖掘量油耗降低：30%-50%；
2. 与装机功率的相同挖掘机相比出力提高：50%-100%；

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

该技术已获得国家发明专利 1 项，并已获得欧盟各国、俄罗斯、韩国、日本等多国的 PCT 专利；于 2014 年 7 月通过山东省工程机械产品质量检测中心检验，2014 年 7 月通过山东省机械工业协会高效节能环保挖掘机的新产品鉴定，2016 年 11 月通过机械工业工程机械及液压件产品质量监督检测中心（天津）检验。目前，势能回收技术挖掘机已实现批量化生产，年产能达 2000 台，并已在江苏

矿业集团沂南分公司、浙江金鑫矿业、山西鑫源煤矿、内蒙集新沟矿业、新疆鑫铭原有限公司等工地使用 300 多台，节能效果显著。

七、典型应用案例

典型用户：

江苏矿业集团沂南分公司、浙江金鑫矿业、山西鑫源煤矿、内蒙集新沟矿业、新疆鑫铭原有限公司等

典型案例 1

项目名称：江苏矿业集团沂南分公司挖掘机采购项目

技术提供单位：哈尔滨双来蓄能工程机械有限公司

建设规模：年产 5000 万 t 的水泥石料场。建设条件：原矿山取料装运挖掘机超过使用年限需要更换。主要技改内容：以蓄能节能高效挖掘机取代传统同等功率挖掘机。主要设备：3 台挖掘机。节能技改投资额 1000 万元，建设期 3 个月。年节油折合标准煤约 195t，年节能经济效益为 270 万元（含油费和台班费），投资回收期约 4 年。

典型案例 2

项目名称：新疆鑫铭原有限公司挖掘机采购项目

技术提供单位：哈尔滨双来蓄能工程机械有限公司

建设规模：年产 3000 万吨的煤矿。建设条件：煤原矿山取料装运挖掘机超过使用年限需要更换。主要技改内容：以蓄能节能高效挖掘机取代传统同等功率挖掘机。主要设备：5 台挖掘机。节能技改投资额 1600 万元，建设期 3 个月。利用势能回馈技术的挖掘机，每年可节能 325tce，年节能经济效益为 450 万元，投资回收期约 4 年。

八、推广前景及节能减排潜力

据统计，我国每年新增挖掘机约 7 万台，以应用该技术的挖掘机占新增挖掘机数量的 5%（3500 台）来计算，预计到 2020 年，项目投资总额将达到 450 亿元，可实现每年节油 60 万 t，折合标准煤约每年 85 万 tce，年碳减排量约 185 万 tCO₂。

239 锅炉防腐阻垢及相平衡热回收节能技术

一、**技术名称：**锅炉防腐阻垢及相平衡热回收节能技术

二、**适用范围：**机械行业 中低压蒸汽锅炉及其附属水汽系统

三、**与该节能技术相关生产环节的能耗现状**

锅炉是工业和建筑领域重点的耗能设备之一。据统计，我国仅中低压锅炉就近30万台。目前，锅炉运行工艺普遍采用“软化（除盐）—除氧—排污”模式，但该模式在各工艺环节能源和水资源损耗巨大。例如，软化（除盐）工艺浪费的水约占锅炉给水的20%左右；除氧工艺蒸汽排空损失可观；锅炉排污能源浪费较大；凝水回收率普遍偏低等。锅炉防腐阻垢及相平衡热回收技术是一种新型中低压锅炉循环水处理技术，该技术的应用可以减少传统的软化（除盐）、除氧和排污环节，并可以保证锅炉各项运行指标满足规范要求，大幅降低运营过程中的能耗与水耗。

四、**技术内容**

1. 技术原理

依据腐蚀与防腐蚀化学原理研发的氧化性水工况及其防腐阻垢技术，采用专利药剂在锅炉水汽系统表面形成保护膜，保证锅炉无需除氧也不腐蚀，降低除氧器能耗；杜绝凝结水对回收系统的腐蚀，保证凝结水品质，并回收高温凝结水及其显热；利用系统平衡装置，回收锅炉排污热、排污水；并利用物联网技术对蒸汽系统及回水系统管网节点进行控制及优化，降低管网输送过程中的热损耗。与传统锅炉运行工艺相比，可显著提高锅炉的实际运行效率，降低锅炉能耗及水耗。

2. 关键技术

（1）系统平衡技术

利用研发的系统平衡装置，将部分锅炉水进行处理，排掉杂质，部分水和热量回收利用。

（2）氧化性水工况及其防腐阻垢技术

在锅炉表面形成保护膜，保护锅炉不腐蚀，即使除氧不合格或不除氧，也一样保证锅炉运行安全，降低除氧工艺能耗；同时，基于药剂优良的阻垢分散作用，

可以保证锅炉不结垢，优异分散性能可以降低蒸汽硅含量，保护汽轮机不结垢。

(3) 超分子缓蚀剂法防腐蚀技术

在蒸汽系统投加超分子缓蚀剂，该药剂具有汽液两相性质，并会寻找金属表面吸附。另外，该药剂也会进入蒸汽及冷凝水，在整个水汽系统形成保护氛围，保证设备管道不腐蚀，保证凝结水品质。

(4) 物联网技术

锅炉水汽系统往往比较庞大，管网错综复杂，该技术可以对整个蒸汽管网进行模拟优化，实现蒸汽输送过程及末端使用的节能。

3. 工艺流程

与传统锅炉运行工艺对比图详见图 1。

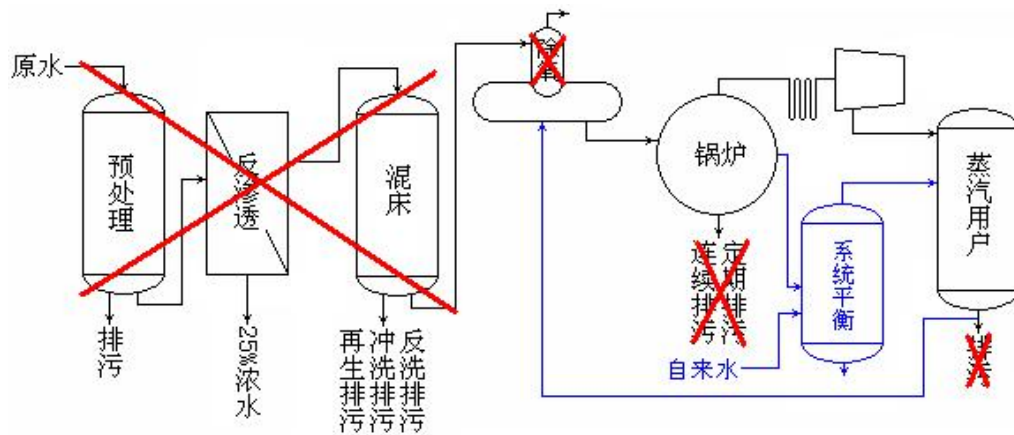


图 1 锅炉节能节水及废水近零排放技术

五、主要技术指标

1. 锅炉排污率 $\leq 1\%$;
2. 吨蒸汽废水量 $\leq 0.01\text{m}^3$;
3. 节能 5%~10%，根据原系统能耗高低，节能量有所不同;
4. 锅炉钢腐蚀率 $\leq 0.02\text{mm/a}$;
5. 阻垢率 $\geq 99.9\%$;
6. 凝结水回收率 $> 90\%$ ，蒸汽参与生产反应消耗的不计算在内。

六、技术应用情况

该技术获得 10 项国家发明专利，并于 2007 年获得国家技术发明奖二等奖，2009 年列入国家 863 计划，2013 年试行国家标准 GB/T29052-2012。目前，该技术已在化工、烟草、供热、煤化工等行业建成一批示范工程，并得到用户的肯定。

七、典型用户及投资效益

典型用户：石家庄双联化工集团、河北廊坊耀邦热力、北京正东电子动力集团有限公司、河南新郑卷烟厂、阳煤平原化工有限公司等

典型案例 1

项目名称：阳煤平原化工有限公司锅炉系统改造项目

技术提供单位：北京国华金源科技有限公司

建设规模：3 台 35t/h、3.82MPa 中温中压锅炉改造。主要技改内容：尿素车间凝结水用该技术直接回收，去掉水制水系统、除氧系统、连续排污、定期排污，增加系统平衡装置，回收排污热排污水，锅炉在接近零排污工况下运行。节能技改投资额 328 万元，建设期 4 个月。每年可节能 5000tce，年节能经济效益为 500 万元，投资回收期约 6 个月。

典型案例 2

项目名称：北京正东电子动力集团锅炉系统改造项目

技术提供单位：北京国华金源科技有限公司

建设规模：2 台 75t/h 锅炉及其附属水汽系统。主要技改内容：对凝结水系统进行源头保护，各换热站实现自动监控回收，去掉制水系统、除氧系统，增加云节能智能控制中心，锅炉在接近零排污工况下运行。节能技改投资额 1000 万元，建设期 6 个月。每年可节能 2000tce，年节能经济效益 482 万元，投资回收期约 2 年。

八、推广前景和节能潜力

预计未来 5 年，该技术的推广比例将达到 5%，项目投资约 35 亿元。可形成的年节能能力约 69 万 tce，年碳减排能力 182 万 tCO₂。

240 ORC 螺杆膨胀机低品位余热发电技术

一、技术名称：ORC 螺杆膨胀机低品位余热发电技术

二、技术所属领域及适用范围：机械行业 建材、化工、冶金、纺织、窑炉等低品位余热利用

三、与该技术相关的能耗及碳排放现状

低品位余热资源分布广泛，如在石化的炼油领域，温度低于 200℃ 的流体所携带的热量占炼厂总能耗的 40% 以上；在有色冶金行业，大量温度 60℃ 以上的液态余热（如冷却水）及低压蒸汽蕴含可用的热能约 1000 万 tce 以上；水泥行业在生产过程中产生的大量 350-400℃ 以下的余热，其总热量占水泥熟料烧成总耗热量的 35% 以上。对上述各领域的低品位余热进行合理利用，具有较大的节能潜力。

四、技术内容

1. 技术原理

该技术把有机朗肯循环与螺杆膨胀机结合起来进行应用，整个系统包括：蒸发器（含预热器）、膨胀机、冷凝器、液体泵。系统循环工质选用 R245fa。当回收低品位余热时，含热流体经过蒸发器时加热液态膨胀机工质，产生高温高压的膨胀机工质蒸汽进入膨胀机，推动膨胀机做功。由膨胀机排出的低温低压膨胀机工质进入冷凝器向环境放热冷凝成液态，再由液体泵送入蒸发器蒸发，由此完成一个完整循环。

螺杆膨胀机属于容积式膨胀机，结构紧凑，强度高，不易损坏。变工况能力极强，在负荷的 10%-120% 范围内均可稳定运行，非常适合余热、废热等参数波动性较强的能源的回收和利用。

2. 关键技术

(1) 采用 Y 系列型线螺杆膨胀发电机组

Y 系列型线螺杆膨胀机可以使流动阻力减小，等熵效率可达 85% 以上。5:6 螺杆齿数比，可达到较大的高压孔口，减少进气阻力，并使转子强度更高。

(2) 定制式优化设计

针对余热利用的具体条件，进行型线的优化，使热力学系统更合理，通过单级 ORC 发电、串级 ORC 发电设计，使系统的发电效率达到最大。

(3) 高效液体泵

针对输送低粘度、易闪发液体工质的使用要求，采用了特殊设计型线的螺杆泵，内泄漏小，绝热效率高，功耗低，变频驱动，比屏蔽泵减少功耗 50% 以上。

3. 工艺流程

ORC 螺杆膨胀发电工艺流程图见图 1。管壳冷型 ORC 螺杆膨胀发电机组示意图见图 2。

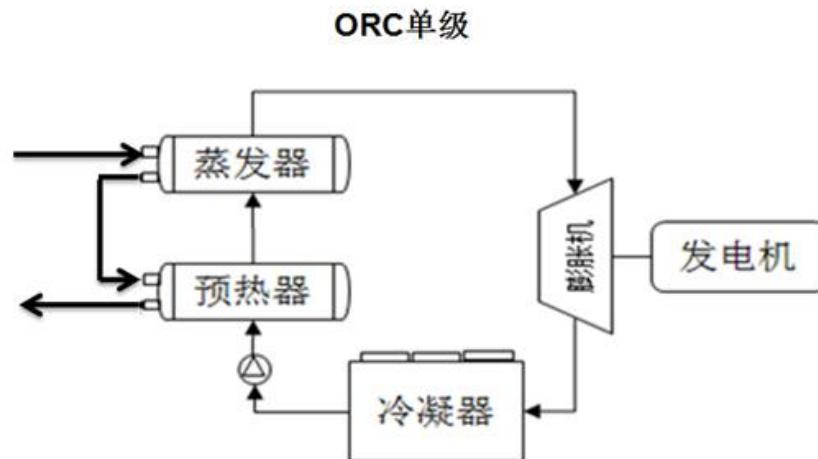


图 1 ORC 螺杆膨胀发电工艺流程图

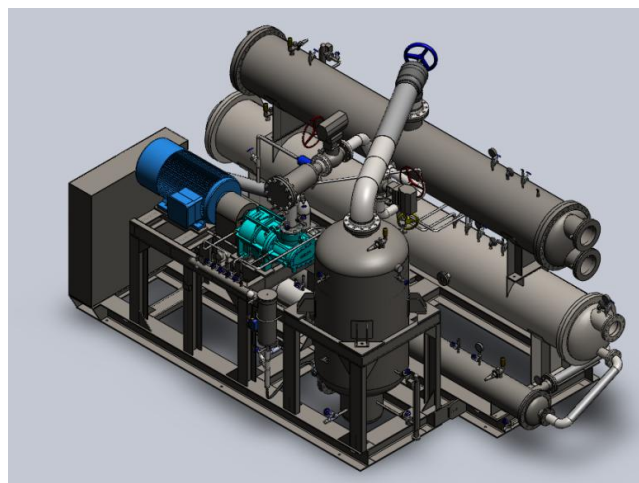


图 2 管壳冷型 ORC 螺杆膨胀发电机组示意图

五.主要技术指标

对于 120-250℃的烟气、80-160℃热水等低品位余热， ORC 机组发电效率 8%-12%

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

该技术已获得国家发明专利 3 项，实用新型专利 16 项。2013 年通过浙江省“国内首台套产品”技术鉴定，2013 年 11 月通过国网天津市电力公司电力科学研究院的技术鉴定。目前，在低品位余热回收发电领域已经推广应用 100 余台（套），取得了较好的节能效益。

七、典型应用案例

典型用户：天津天丰钢铁公司、永鑫能源集团、燕山石化、海南炼化等。

典型案例 1

案例名称：天丰钢铁蒸汽余热发电项目

技术提供单位：浙江开山压缩机股份有限公司

建设规模：总装机容量 2.84MW 钢铁厂低品位余热发电项目。建设条件：回收利用带钢厂、轧钢、炼钢车间原有冷却后外排的水蒸气，排放压力约 0.5MPa (a),流量 23t/h。主要设备为 ORC 螺杆膨胀机发电系统。节能技改投资 2160 万元，建设期 5 个月。每年可节能 5632tce，减排 20122tCO₂。年节能经济效益 1179 万元，投资回收期为 1.83 年。

案例名称 2

案例名称：永鑫能源集团热水发电项目

技术提供单位：浙江开山压缩机股份有限公司

建设规模：总装机容量 1.85MW 余热发电项目。建设条件：回收利用生产过程产生的热水进行发电，出水 100℃，回水 70℃，流量 485t/h。主要设备为 ORC 串级螺杆膨胀机发电系统。节能技改投资 1675 万元，建设期 5 个月。每年可节能 3456 tce，减排 7527tCO₂。年节能经济效益 810 万元，投资回收期约 2 年。

八、推广前景及节能减排潜力

预计未来 5 年，全国低品位 ORC 发电的总装机容量可达 50 万 kW，形成的年节能能力约为 150 万 tce,减排能力 400 万 tCO₂。

现有低温余热发电市场普及率不及 1%。未来 5 年，低于 250℃ 以下的低温余热发电市场可推广市场容量的 3-5%，项目总投资约 65 亿元，可形成节能能力约 40 万 tce/a，减排约 98 万 tCO₂/a。

241 热泵节能技术之一：地源热泵技术

一、**技术名称：**地源热泵技术

二、**技术所属领域及适用范围：**建筑行业 建筑物的采暖供冷

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

目前应用该技术可实现节能量 18 万 tce/a，减排约 48 万 tCO₂/a。

四、**技术内容**

1. 技术原理

地源热泵是一种利用地下浅层地热资源，即可供热又可制冷的高效节能系统。地源热泵通过输入少量的高品位能源（如电能），实现低温热源向高温热源的转移，地能分别在冬季和夏季作为低温热源和高温热源；即在冬季，把地能中的热量“取”出来，提高温度后，供给室内的热用户；在夏季，把室内的热量取出来，释放到地能中去。它的封闭环路部分由埋藏在地表以下的一长段塑料管组成，该塑料管道埋在地下与土壤耦合，因而热量在管道里的液体和土壤之间进行传递。该系统包括封闭环路埋管、地源热泵（水-空气）和空气分布三部分，系统也可用来提供生活热水。

2. 关键技术

系统匹配设计、地下钻孔下管、连管。

3. 工艺流程：现场勘查→设计→钻孔→下管→室外水平连管。

五、**主要技术指标**

制热性能系数 4.2；制冷性能系数 7.81。

六、**典型应用案例**

山东省煤田地质局第四勘探队办公楼，投资额 1000 万元，经济效益为 200 万元/年，投资回收期 5-8 年。

七、**推广前景及节能减排潜力：**

根据建设部第 38 号、北京发改委等九个部门联合发的京改[2006]839 号文件精神，国家大力提倡使用地源空调，在全国范围内推广，并出台了各项优惠政策予以扶持。预计未来 5 年，该技术在行业内的推广潜力可达到 50%，年节能能力达到 90 万 tce，年减碳能力约 207 万 tCO₂。

242 热泵节能技术之二：水源热泵技术

一、技术名称：水源热泵技术

二、技术所属领域及适用范围：建筑行业 建筑物的采暖供冷

三、与该技术相关的能耗及碳排放现状

目前应用该技术可实现节能量 46 万 tce/a，减排约 121 万 tCO₂/a。

四、技术内容

1. 技术原理

利用地球表面浅层水源，如地下水、河流和湖泊中吸收的太阳能和地热能而形成的低温低位热能资源，并采用热泵原理，通过少量的高位电能输入，实现低位热能向高位热能转移的一种技术。在夏季将建筑物中的热量转移到水源中，由于水源温度低，所以可以高效地带走热量，而冬季，则从水源中提取能量，由热泵原理通过空气或水作为载冷剂提升温度后送到建筑物中。

2. 关键技术

利用了地球水体所储藏的太阳能资源作为冷热源，进行能量转换的供暖空调系统。

3. 工艺流程

如图 1 所示。

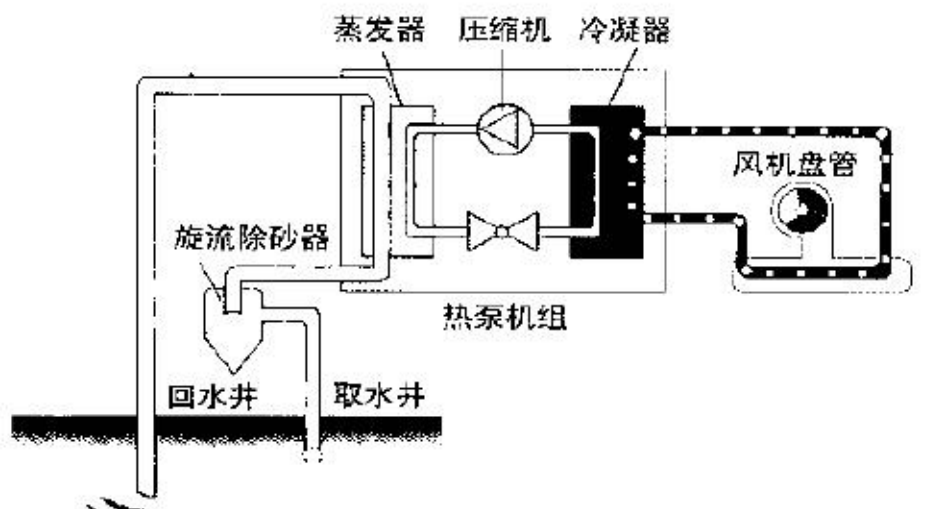


图 1 工艺流程图

五、主要技术指标

水源水温应为 12-22℃；在制冷运行工况时，水源水温应为 18-30℃。水源的水质，应适宜于系统机组、管道和阀门的材质，不至于产生严重的腐蚀损坏。制热工况下冷凝器出/回水温度 42-52℃，制冷工况下蒸发器出回水温度 7-12℃。

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

水源热泵技术在我国得到较快的发展。近几年来在山东、河南、湖北、辽宁、黑龙江、北京市及河北等地，已有 100 多个利用地下水的水源热泵工程在实际应用。供热 / 空调面积达 100 余万 m²。

七、典型应用案例

北京市天银地热开发有限责任公司开发、建设的奥运村再生水热泵冷热源工程，总投资合计 11080.47 万元，为奥运村 41.325 万 m² 建筑提供奥运赛时空调制冷负荷 29.98MW、生活热水加热负荷 8.822MW；奥运赛后空调制冷负荷 22.834MW、采暖负荷 19.94MW、生活热水加热负荷 4.245MW。再生水热泵是一种新型清洁热源利用方式，借助奥运村临近清河污水处理厂的有利条件，充分利用再生水资源，提取再生水有效能量作为建筑能源，可每年替代标煤 8000 余 t，每年减少排放一氧化碳(CO)180 余 t、碳氢化合物(CNHM)3.6t、氮氧化物(NO_x)30t、二氧化硫(SO₂)135t，粉尘 80 余 t，其社会效益、环境效益明显。再生水热泵比常规空调系统节能 25%以上，比分体家用空调（即空气源热泵）节能 40%以上。投资回收期 11.4 年。

八、推广前景及潜力：

水源热泵是既节能又经济的空调方式，是符合当今世界可持续发展要求的一项“绿色”节能空调技术，目前已经成为我国空调系统的一大热点，已经从北京、天津、山东、河南、河北，迅速扩大到湖北、湖南、内蒙和东北等地。预计未来 5 年，该技术在行业内的推广潜力可达到 70%，年节能能力 80 万 tce，年减碳能力约 184 万 tCO₂。

243 热泵技术之三：空气源热泵冷、暖、热水三联供系统技术

一、**技术名称：**热泵技术之三-空气源热泵冷、暖、热水三联供系统技术

二、**技术所属领域及适用范围：**建筑行业 本项目系列产品在不同建筑类型、不同气候类型、不同行业领域都有广泛应用。

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

本项目系列产品在不同建筑类型、不同气候类型、不同行业领域都有广泛应用。如武汉东湖宾馆、武汉五月花大酒店、贵州凯里大酒店、首玺池典大型浴池、武汉中南大酒店、湖北荣军医院、武汉钢铁公司、北京康悦会所、内蒙古科技厅等工程的运用为公司积累了大量的基础数据，节能率达到 50%左右，可在建筑行业推广 20%。目前应用该技术可实现节能量 59 万 tce/a，减排约 156 万 tCO₂/a。

四、**技术内容**

1.技术原理

高度集成“三位一体”，采用电驱动，蒸气压缩循环，供冷同时供生活热水、供暖同时供生活热水，也能单独供冷、单独供暖、单独供生活热水的设备。

2.关键技术

(1) 三联供系统结构模块化优化设计：

三联供系统管路存在较多调整切换。为满足客户需求以及生产环节的适应性，模块化设计被引入到项目中。在有限的机组空间内完成相关组合具有较大的技术难度。采用机组的性能模拟与三维结构化设计相结合的方法，进行大量的模拟及仿真辅助设计，最终采用机组组件标准化生产的方法进行解决。

(2) 三联供系统各换热器之间的性能匹配与优化控制：

为了同时提供不同品质的输出，三联供系统各供应状态之间应能进行适当的转换调节，以便扩大应用范围。但不同输出之间存在着复杂的能量交换及互相耦合因素。虽然产品设计时，已经考虑了卸载调节，但三联供系统换热器的性能匹配及其供应态调整的优化控制也是研究的难点之一。通过整体优化的方法，实现各换热器之间的性能匹配，并留有适当的可伸缩性。

3.工艺流程

空气源热泵冷、暖、热水三联供技术原理见图 1。

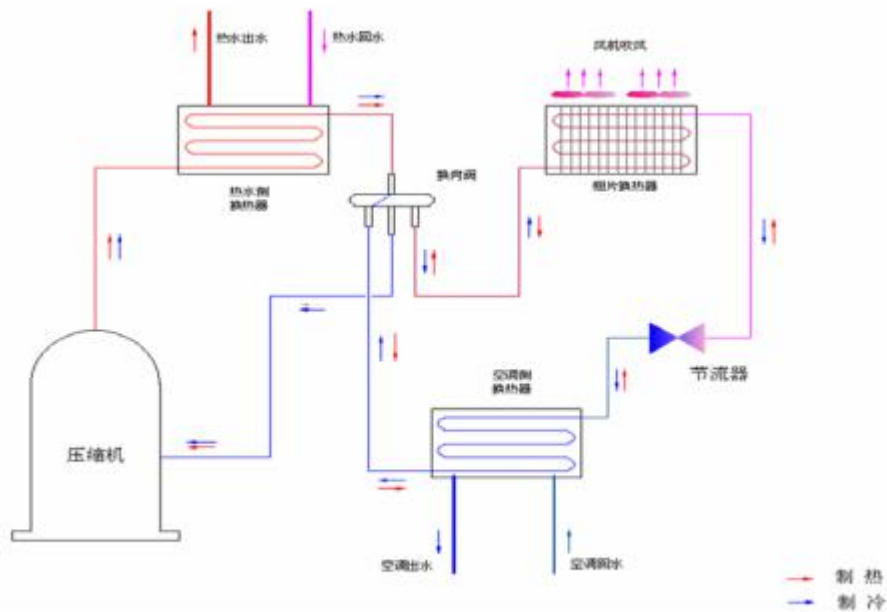


图 1 空气源热泵冷、暖、热水三联供技术原理简图

五、主要技术指标

空气源热泵三联供机组制冷、制热单项测评指标能效比高；考虑全年生活热水利用的综合指标测评，其综合能效比（SEER）远高于国内同行业平均水平。国家空调设备质量监督检验中心检测数据显示，朗肯空气源热泵三联供机组，在标准工况制热时性能系数 COP 达 3.6；制冷时 EER 达 3.83；综合能效比 SEER 远高于国内空调平均水平。

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

建设部颁发《建设行业科技成果评估证书》认为：该机组“达到国际先进水平，具有推广应用价值，是空调行业的一次革命”。2011 年科技部对该项目的科技成果鉴定认为：该项目“拥有自主知识产权，技术水平达到国内领先。建议将该成果进行推广应用”。以 LKR3FX-40/44II 机组为例，对长江两岸十三个省直辖市的节能和经济效益进行估算。如果在每个省市一年推广 5 万台 10kW 的三联供机组，那么十三个省市当年共安装 65 万台 LKR3FX-40/44II 机组，取代传统空调、热水器、供暖锅炉，投入折合人民币 260 亿元。

七、典型应用案例

典型用户：东湖宾馆

技术提供单位：武汉朗肯节能技术有限公司

改造强情况：宾馆空调原设计系统为：制冷系统采用 2 台制冷量为 872.2kW 的开利压缩式冷水机组（额定功率为 241kW）和 1 台制冷量为 1044kW 的开利螺杆式制冷机组（额定功率为 212kW），满足甲乙两处的夏季制冷需求（两用一备）；供热及热水系统采用 2 台燃气真空热水锅炉来满足 2 栋楼冬季供暖及全年热水需求。

建设规模：南山甲、乙二所建筑物（面积 2.2 万 m²）。主要技改内容：统一安装武汉朗肯节能技术有限公司生产的空气源热泵三联供机组 20 台、废水源热泵三联供主机 8 台，并进行相应的工程改造，以满足对整个酒店全年的空调、热水供应。主要技改设备：选用 20 台 LKR3FX-40/44 II *2 空气源热泵三联供机组和 LKSR3FX-100/120 II 废水源三联供机组，空气源三联供机组每台制冷量为 80kW，制热量为 88kW。则 20 台机组总冷/热负荷为 1600/1760 kW；废水源三联供机组单台制冷量为 100kW，制热量为 120kW，则 8 台机组总冷/热负荷为 800/960kW，故总的冷/热负荷为 2400/2720kW，完全可满足系统冷/热负荷需求。

节能技改投资额 610 万元。每年可节能 855tce，年节能经济效益 122 万元，投资回收期 5 年。

八、推广前景及节能减排潜力

预计未来 5 年，该技术推广率达到 60%，总投资 70 亿元，年节能能力约 89 万 tce，预计二氧化碳减排能力 235 万 tCO₂/a。

244 热电协同集中供热技术

一、技术名称：热电协同集中供热技术

二、技术所属领域及适用范围：建筑行业 集中供热行业

三、与该技术相关的能耗及碳排放现状

目前全国北方地区总采暖供热建筑面积约 80 亿 m^2 ，每年能耗 1.8 亿 tce，占全国总能耗的 7%，占全国城市建筑能耗的 40%。其中，热电协同集中供热面积超过 45 亿 m^2 ，热电协同供热量约占北方集中供热量的一半以上。

该技术将现有供热系统与热泵技术及蓄热技术的特点有效结合，将大幅提高我国热电联产集中供热系统的效率和发电调节能力，是我国的未来发展方向。传统热电联产抽汽供热能耗约为 19.5kgce/GJ 。二氧化碳排放为 51.48kg/GJ ，供热面积为 1000 万 m^2 的供热首站投资 5000 万元。目前应用该技术可实现节能量 16 万 tce/a，减排约 42 万 tCO_2/a 。

四、技术内容

1. 技术原理

在热电联产集中供热系统的热力站采用热泵型换热机组代替常规的水-水换热器，在不改变二次网供回水温度的前提下，大幅降低一次网回水温度（显著低于二次网回水温度），从而增大一次网供回水温差，并为回收电厂余热创造条件；在热力站设置蓄热装置，使得热泵可充分利用谷电维持所需一次网回水温度；在热电厂内设置以热泵技术为核心的电厂余热回收机组，以汽轮机采暖抽汽作为驱动热源，回收汽轮机乏汽冷凝余热；在热电厂设置大型蓄热装置，在热电厂维持供热能力及余热回收量稳定的前提下，扩大机组发电上网功率的调节范围，缓解冬季电网调峰难的问题。

2. 关键技术

热电协同的集中供热技术针对常规采暖供热换热环节存在的不可逆损失，通过设置于用户热力站的热泵型换热机组和设置于热电厂供热首站的余热回收机组高效回收热电厂凝气余热供热；通过设置于热力站及热电厂的蓄热装置，实现用电负荷的“移峰填谷”，并扩大热电厂发电上网功率的调节范围。

3.工艺流程

设置于各小区热力站的热泵型换热机组与设置于热电厂供热首站的热电厂余热回收专用热泵机组通过一次供热管网连接，一次网供水经各小区热力站的热泵型换热机组后降低至 20℃左右返回电厂首站，再被电厂余热回收专用热泵机组梯级加热至 130℃后供出，如此循环，回收电厂汽轮机凝汽器乏汽余热；设置于热力站的蓄热装置在电负荷低谷期时消耗谷电制取低温水并储存在蓄热罐中，电负荷高峰期时，释放蓄热罐中储存的低温水，代替热泵换热机组，维持所需一次网回水温度；设置于热电厂的蓄热装置在电网调度负荷下降时消耗机组所发过剩电力制取热量并储存，当电网调度负荷升高时，释放储存热量以代替热电机组抽汽，提高机组发电功率，实现热电厂发电上网负荷的大范围调节。技术流程如图 1 所示。

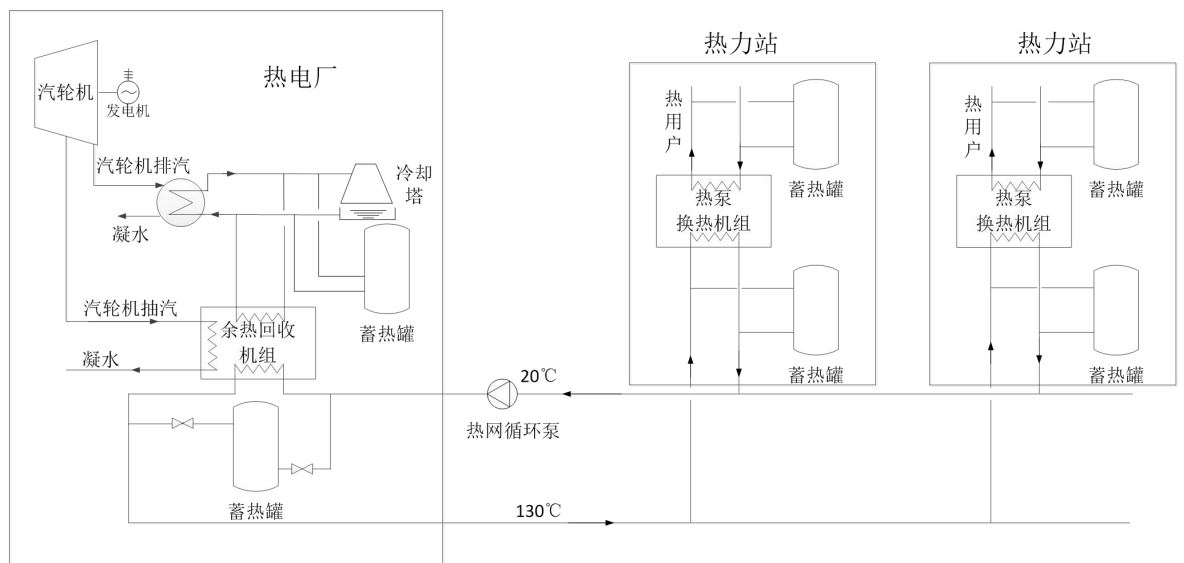


图 1 热电协同的集中供热技术流程

五、主要技术指标

- 1.可高效回收汽轮机乏汽余热，热电联产集中供热系统能耗降低 40%-50%，一次水回水温度降低到 20-30℃甚至更低，也为高效回收工业余热创造条件。
- 2.供热系统供热能力提高 30%-50%。
- 3.热电厂在维持供热能力稳定的前提下，发电上网功率可在额定值的 60%-100%范围内调节。
- 4.热网输送能力提高 60%-80%，可实现远距离供热，对于新建大型热网可

降低管网建设投资 30%以上，在城市核心区域，由于地下管线空间资源紧张，利用既有供热管线实现大温差运行扩容，避免破路施工。

该技术无需改动原汽轮机组的结构，改造难度小，工程量少，由于一次热网回水温度低，汽轮机排汽余热全部回收而大幅度提高供热能力，根据示范工程测试，可降低供热能耗至 10.7kgce/GJ。

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

2008 年在赤峰市建成首个完整应用该技术的示范工程，为全面推广奠定了基础；2010 年在大同市建成大规模示范工程，标志着该技术在大型集中供热系统的成功推广；从 2011 年开始，该技术已在北京、内蒙古、山西、山东、宁夏等地区实施了若干个工程，回收的工业余热增加供热面积约 2800 万 m²。2014 年在太原市建成首个应用吸收压缩复合式换热机组及蓄热系统的热力站。

2012 年 11 月，中国城镇供热协会对该技术核心产品--吸收式换热机组进行评审，认为该技术和产品“居于国际领先水平，使我国集中供热系统产生了革命性变化，使我国供热行业从技术引进迈入技术创造的时代”。

七、典型应用案例

应用单位：华电大同第一热电厂有限公司和大同煤矿集团鹏程物业公司

技术提供单位：清华大学

节能改造情况：根据改造前电厂汽轮机的实际运行情况，可测算该电厂最大抽汽供热功率约为 268MW，供热面积为 440 万 m²。利用清华大学基于吸收式换热的集中供热技术进行供热改造，回收汽轮机乏汽余热功率 132MW，供热面积增加 200 万 m²。

节能改造内容：利用清华大学基于吸收式换热的集中供热技术对华电大同第一热电厂 2×135MW 机组进行供热改造，供热热网同时进行了吸收式换热改造，热力公司改造 14 座热力站，安装 18 台吸收式换热机组，用于降低一次热网回水温度。

节能效果：改造后电厂供热能力增加到 400MW，满足 640 万 m² 供热，每年回收乏汽余热 179 万 GJ 向城市供热，与集中供热锅炉相比，相当于每年节约 7.6 万 tce。

经济效益概述：节能改造总投资 9270 万元，每年回收乏汽余热 179 万 GJ 向热网供热，售热价格按 15 元/GJ 计算，年收益 2685 万元，投资回收期为 3.5

年左右。

八、推广前景及节能减排潜力

热电协同的集中供热技术可实现凝汽余热的最大化利用，是解决北方城市热源不足、降低城市空气污染、替代城市中小型燃煤锅炉房缓解城市雾霾的有效途径。预计未来 5 年推广实现此技术集中供热面积 3 亿 m²，节能 120 万 tce，减少二氧化碳排放 317 万 t。

245 夹芯复合轻型建筑结构体系节能技术

一、**技术名称：**夹芯复合轻型建筑结构体系节能技术

二、**技术所属领域及适用范围：**建筑行业 新建建筑（六层及六层以下）

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

我国建筑建造和使用中能源消耗高，污染严重，单位建筑面积能耗比气候条件相近的发达国家高 2-3 倍，由建筑供暖造成的空气污染高 2-5 倍。目前应用该技术可实现节能量 10 万 tce/a，减排约 26 万 tCO₂/a。

四、**技术内容**

1.技术原理

将聚苯泡沫板两侧用钢丝网固定，形成网架板，在工厂预制成型，作为结构受力骨架夹在墙体中间，施工中两侧浇注混凝土形成剪力墙。该体系可基本实现结构与保温体系同寿命。

2.关键技术

夹芯复合混凝土剪力墙是集结构与保温于一体的新型剪力墙结构体系，适用于六层和六层以下的住宅建筑。其中低层住宅建设结合喷射混凝土施工技术，具有施工速度快、抗震性能好、节能效果明显及保温层维护维修期长等特点，特别适用于新农村建设。

3.工艺流程

工艺流程图见图 1 所示。

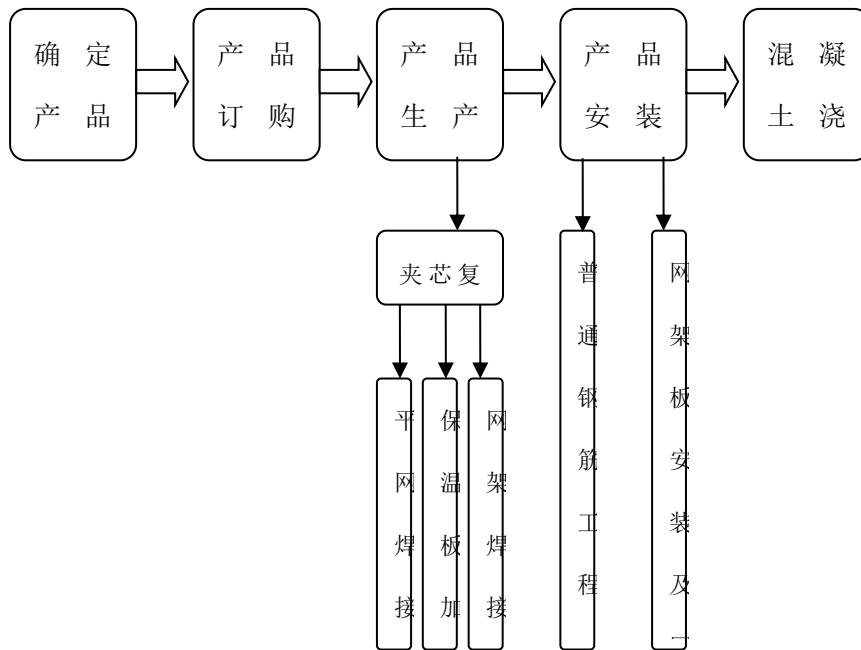


图 1 夹芯复合轻型结构体系工艺流程

五、主要技术指标

体系保温隔热达到 65% 以上，抗震性能比砖混结构提高 2-3 个抗震等级，室内实际使用面积较砖混结构住宅增加 5%-8%。

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

该技术已通过建设部鉴定，鉴定意见为“综合技术达国际先进水平”。此外，该技术还被列入“国家康居示范工程选用部品”、“全国建设行业科技成果推广项目”；荣获科技部颁发的“金桥奖”、河北省科学技术发明奖等多项荣誉奖项；获得 19 项国家专利。该技术已在全国 15 个省市推广应用，完成 200 多万 m^2 建筑面积的工程，在建和正在设计的工程建筑面积超过 400 万 m^2 。

七、典型应用案例

典型用户：泰安奥林匹克花园、淄博天府名城小区、淄博临淄方正太公苑

建设规模：年产 60 万 m^2 夹芯复合轻型网架板基地，可建设 100 万 m^2 节能省地型住宅。项目总投资 4800 万元，建设期 12 个月。年节能 10000tce，投资回收期 6 年。

八、推广前景及节能减排潜力

由于夹芯复合轻型建筑体系将节能技术措施融于建筑物主体结构之中,并使其与建筑物同寿命且造价偏低,解决了采用外墙粘贴、外挂产生的裂缝、渗漏、空鼓、脱落等隐患和寿命短的问题,并集保温、抗震、环保、施工周期短、造价低等优点于一身,是替代砖混结构的最佳体系,具有很大的推广潜力。预未来5年,可形成约100万tce/a的节能能力,减少二氧化碳排放264万t。

246 节能型合成树脂幕墙装饰系统技术

一、**技术名称：**节能型合成树脂幕墙装饰系统技术

二、**技术所属领域及适用范围：**建筑行业 建筑墙体装饰

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

外墙装饰用幕墙通常使用铝塑板，主要成分为铝材和 PE 塑料，每 m^2 铝塑板所用资源的生产能耗为 20.56 kgce，制造能耗为 40.15 kgce。因此，铝塑板幕墙的总能耗为 60.71 kgce/ m^2 。

节能型合成树脂幕墙装饰系统由腻子、底漆和涂料构成，每平方米的生产能耗为 2.44 kgce，制造能耗折合 0.26 kgce。节能型合成树脂幕墙装饰系统的总能耗为 2.7 kgce/ m^2 。

与铝塑板幕墙相比，节能型合成树脂幕墙装饰系统可节约 58.01 kgce/ m^2 。目前应用该技术可实现节能量 39 万 tce/a，减排约 103 万 tCO_2/a 。

四、技术内容

1. 技术原理

以合成树脂为主要粘结材料，与颜料、体质颜料及各种助剂配制成腻子以及各种涂料，分层施涂在建筑物墙体上，形成具有幕墙外观的建筑装饰层。面层材料具有铝塑板的金属效果和光泽，从而实现了对铝塑板的替代。整个系统基于无机改性聚合物，形成了一个有机的整体，保障了涂层系统各构成材料的匹配性和相容性，从而实现整个系统优异的耐候性和稳定性。

2. 关键技术

无机改性聚合物的合成技术；各层材料之间的匹配性及相容性的设计与优化技术。

3. 工艺流程

工艺流程：基面处理 → 粗腻子施工 → 切缝 → 粗腻子找平 → 细腻子施工 → 抛光腻子施工 → 中涂施工 → 面涂施工 → 分格缝填制 → 分格缝修色

节能型合成树脂幕墙装饰系统的构造如图 1 和图 2 所示。

基层墙体	基本构造					构造示意图
	①	②	③	④	⑤	
混凝土墙各种砌体墙保温系统	找平腻子 + 耐碱玻璃纤维网布	柔性腻子	抛光腻子	底漆	涂料	

图 1 节能型合成树脂幕墙装饰系统基本构造 (平面装饰效果)

基层墙体	基本构造				构造示意图
	①	②	③	④	
混凝土墙各种砌体墙保温系统	找平腻子 + 耐碱玻璃纤维网布	底漆	骨料	涂料	

图 2 节能型合成树脂幕墙装饰系统基本构造 (立体装饰效果)

五、主要技术指标

耐候性：表面无裂纹、粉化、起泡、剥离现象；

耐冻融(30次循环)：表面无裂纹、空鼓、起泡、剥离现象；

耐冲击性：无裂纹、剥落、明显变形现象；

拉伸粘结强度： ≥ 1.0 MPa

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

该技术已通过建设行业科技成果评估(建科评[2002] 059号)，并被列为国家火炬计划项目、国家科技成果重点推广计划、建设部节能省地型建筑推广应用技术目录。该技术已在全国25个省、66个城市得以成功应用，完成约1650万 m^2 外墙面积的工程。

七、典型应用案例

典型用户：国家体育场（鸟巢）、首都国际机场

典型案例1：国家体育场（鸟巢）

建设规模：19000 m^2 。主要改造内容：建筑外墙装饰。节能技改投资额190万元，建设期4个月。与铝塑板幕墙相比节能1102tce，节能经济效益475万元，投资回收期5个月。

典型案例2：首都国际机场

建设规模：50000 m^2 。主要改造内容：建筑外墙装饰。节能技改投资额500万元，建设期10个月。与铝塑板幕墙相比节能2900tce，节能经济效益1250万元，投资回收期5个月。

八、推广前景及节能减排潜力

据建设部统计，每年新建公共建筑面积约3亿 m^2 ，折算为外墙面积为1.8亿 m^2 。这其中，铝塑板幕墙、大理石幕墙和玻璃幕墙为三种主要的外墙装饰材料，应用比例达90%以上。铝塑板幕墙的应用面积约为总面积的1/4，即4500万 m^2 。预计未来5年，预期推广比例为10%，节能能力可达130万tce/a，减少二氧化碳排放343万t。

247 水性高效隔热保温涂料节能技术

一、**技术名称：**水性高效隔热保温涂料节能技术

二、**技术所属领域及适用范围：**建筑行业 用于建筑、石化、运输等需要保温隔热的材料表面

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

在我国，由于建筑外墙、屋顶和门窗的保温与隔热性能不良造成的能源消耗，约占整个建筑能耗的 50%左右。目前，我国的建筑外墙主要采用外挂式保温技术，施工方法相对复杂，容易产生热桥现象，易开裂脱落。采用低传热系数的高效保温隔热涂料，应用在建筑屋顶及外墙、工业厂房、石油储罐、化工管道、仓库、营房等表面，具有较好的隔热保温作用。此外，该技术还具有附着性强、拉伸性能及耐久性好、防结露等特点。目前该技术可实现节能量 9 万 tce/a，减排约 24 万 tCO₂/a。

四、**技术内容**

1. 技术原理

该技术通过配方和制漆工艺的设计，采用具有低堆积密度和低导热系数的聚氨酯中空微珠、高反射性颜料、高发射性助剂等，使涂膜断面为连续的蜂窝网状结构，涂膜内部不形成沟状热流，显著降低涂膜导热系数，大大减少热流量，实现隔热保温。同时，使涂膜具有高附着性、强拉伸性及耐久性、防结露等良好性能。用于建筑、厂房屋顶、管道等表面时，可显著降低空调等设备的使用能耗，实现节能。

2. 关键技术

(1) 聚氨酯中空微珠蜂窝排列技术

采用具有低堆积密度和低导热系数的特殊微珠，使得涂层具有极低的导热系数。在微珠表面包裹化合物，使微珠在涂层中稳定有序排列成中空蜂窝结构。微珠具有弹性抗压、抗外力击破，不易在制取加工中破损的优点，具有较好的耐冷热变化性。

(2) 涂膜的高反射性技术

将屏蔽红外线颜料技术应用于隔热保温涂料，使涂膜对可见光和红外线反射率显著提高，具有良好的遮热作用。

(3) 涂膜的高发射性技术

利用红外高发射性助剂（特种金属氧化物），使吸收的太阳能辐射转化为热量，以红外长波的形式发射入大气红外窗口，使涂膜物体表面和内部降温，最大程度地提高降温效果。

3.工艺流程

技术工艺流程图见图 1 和图 2。

工艺流程-建筑墙体结构

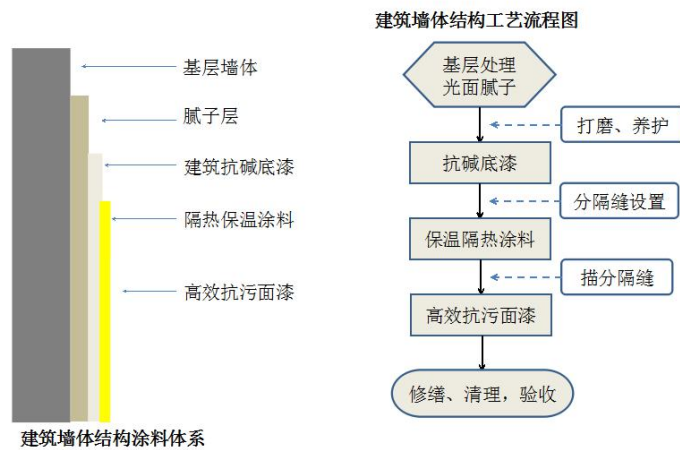


图 1 隔热保温涂料应用于建筑墙体结构示意图

工艺流程-工业管道、金属罐体基层

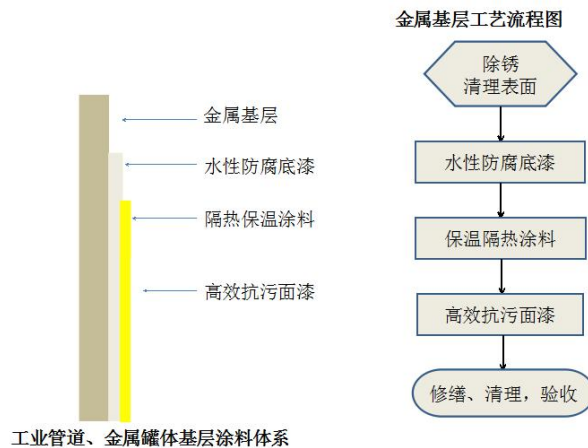


图 2 隔热保温涂料应用于管道、罐体示意图

五、主要技术指标

- 1.涂膜导热系数： $\leq 0.045\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$;
- 2.太阳反射比（白色）：0.86;
- 3.半球发射率：0.88;
- 4.隔热温差： 14.6°C ;
- 5.黏着强度： $1.5\text{N}/\text{mm}^2$ 。

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

该技术于2014年8月通过中国高科技产业化研究会鉴定，并已申请公开国家发明专利2项，实用新型专利1项。目前，该技术系列产品已在不同地域、不同基材表面应用共计92t。

七、典型应用案例

典型用户：国投新集能源股份有限公司

案例名称：新集三矿节仓库节能涂料项目

技术提供单位：浙江亚宁科技有限公司

建设规模：涂刷面积 450m^2 。建设条件：仓库为彩钢板墙面护围、彩钢板屋面结构，高度为6m，建筑体形系数0.5。主要技改内容：1#库涂刷普通涂料，2#库涂刷本技术发明的隔热保温涂料，主要设备为高压无气喷涂机。节能技改投资额4720元，建设期7天。每年可节能0.7tce，碳减排 1.8tCO_2 。年节能经济效益为2108元，投资回收期2.2年。

八、推广前景及节能减排潜力

随着水性高效隔热保温系列涂料的推广应用，预计未来5年，在行业内推广比例达2%，项目总投资额12亿元。可形成的年节能能力约17万tce，年碳减排能力约45万 tCO_2 。

248 温湿度独立调节系统技术

一、**技术名称：**温湿度独立调节系统技术

二、**技术所属领域及适用范围：**建筑行业 公共建筑、住宅建筑等的采暖供热系统节能

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

目前我国与国外发达国家的大型公共建筑的能耗水平相当，暖通空调系统的能耗占总能耗的一半以上。要想大幅度降低大型公共建筑空调系统的能耗，就需要研究创新的高效空调系统形式与节能的新方法。国外学术界也普遍认为温湿度独立调节技术是最理想的中央空调方式。对深圳市大型办公建筑的能耗调查结果显示，同类办公建筑采用常规的制冷系统单位空调面积年平均耗电量为 49kWh/m^2 （空调面积）。目前应用该技术可实现节能量 35 万 tce/a，减排约 92 万 tCO₂/a。

四、**技术内容**

1. 技术原理

温湿度独立调节系统由温度调节系统和湿度调节系统组成。温度调节系统是由干式风机盘管、辐射板等干式末端组成；湿度调节系统是由溶液除湿机组或其他类型新风机组组成。系统将处理后的新风送入房间控制湿度，而高温冷源产生 $16\text{-}18^{\circ}\text{C}$ 冷水被送入干式末端，带走房间显热，控制房间温度。

2. 关键技术

温湿度独立调节系统中温度控制系统的干式末端--毛细管辐射产品、湿度控制系统的溶液除湿技术、室内温度、湿度控制与调节技术、防结露技术。

5. 工艺流程

技术原理及工艺流程见图 1、图 2。

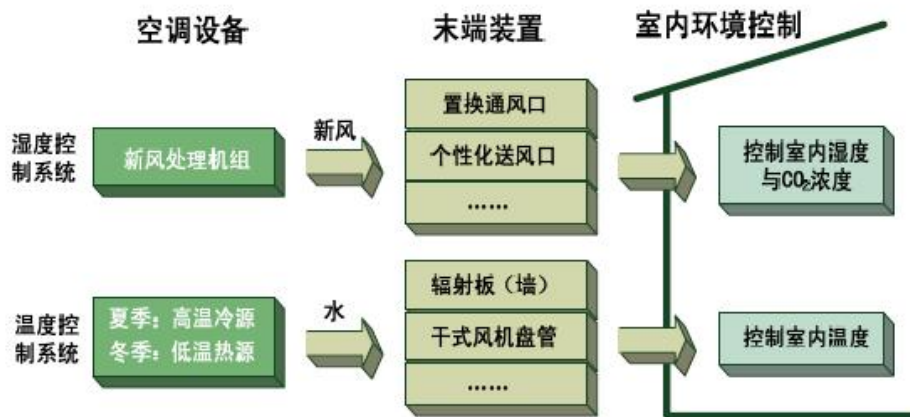


图 1 温湿度独立调节系统技术原理图

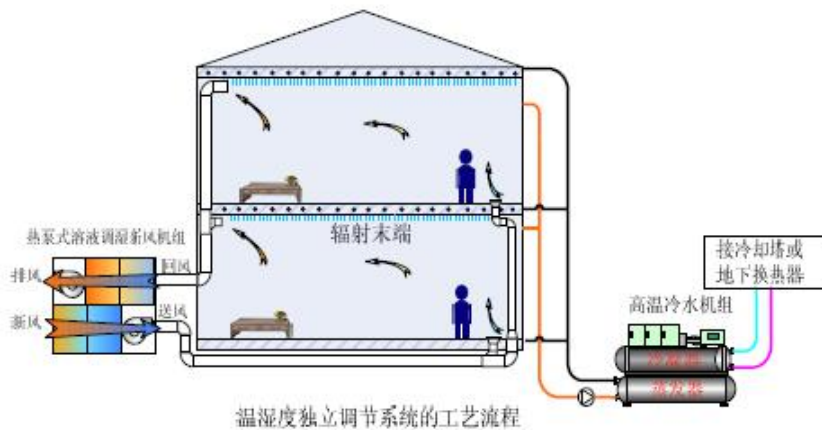


图 2 温湿度独立调节系统技术工艺流程图

五、主要技术指标

- 1.传统空调供冷温度 7℃，供热 60℃，温湿度独立调节系统供冷温度为 16℃ 以上，供暖温度低于 35℃；
- 2.夏季可利用自然界的天然冷源供冷，冬季可利用废热供热；
- 3.主机 COP 由常规的 5.5 提高到 8-11.5，整个系统节能 40%以上。

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

该离心式冷水机组在 2009 年 10 月 24 日通过广东省科学技术厅组织的科技成果鉴定，达到国际领先水平。自投入使用后，已在南京锋尚国际公寓、深圳南海意库、深圳三湘海尚花园、深圳招商地产办公楼、西门子中国总部大楼、天津

火车站、青岛香溪庭院别墅等单位进行应用，运行稳定，未出现问题。

七、典型应用案例

典型案例 1

案例应用单位：深圳招商地产

项目名称：深圳招商地产办公楼项目

技术提供单位：珠海格力电器股份有限公司

建设规模：空调总面积 1.3 万 m² 办公楼空调系统，采用温湿度独立调节系统技术进行供冷。主要设备：高温离心机 1 台、冷冻水泵 2 台、冷却水泵 2 台、冷却塔 1 台、溶液除湿新风机组 9 台、风机盘管等。投资总额约 200 万。相比于常规空调，年节约电耗 22.1 万 kWh，年节能量 58.4tce，减排 154.2tCO₂，投资回收期 2.5 年。

典型案例 2

案例应用单位：彩怡百货有限公司

项目名称：彩怡百货有限公司莞城店节能技改项目

技术提供单位：广东迪奥技术有限公司

主要技改内容：中央空调系统采用热湿分控技术改造，加装 ICMA 强化新风除湿机组，冷冻水泵变频处理，中央空调系统智能控制系统，室内温湿度精度控制，室内二氧化碳浓度智能控制。总投资额 150 万元。中央空调系统改造后节能率达 33%，年节约用电量 64.4 万 kWh，年节能量约 206tce，年减排约 449tCO₂。没年可节约电费 56 万元，投资回收期 2.67 年。

八、推广前景及节能减排潜力

温湿度独立调节系统的节能潜力很大，目前已有约 300 万 m² 的建筑采用该系统。预计未来 5 年，该技术在行业内的推广比例可达 5%，需投资 200 亿元人民币，形成年节能能力 175 万 tce，减少二氧化碳排放 462 万 t。

249 中央空调全自动清洗节能系统

一、**技术名称：**中央空调全自动清洗节能系统

二、**技术所属领域及适用范围：**建筑行业 各种建筑楼宇及工业厂房所有的水冷式中央空调热交换器均可通用

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

目前，全国约有 250 万台大型中央空调。预计到 2020 年，中央空调全自动清洗节能系统技术推广率达到 10%，约有 25 万台中央空调可进行改造，总投资 64 亿元，年节能能力约 400 万 tce，预计 CO₂ 减排能力 1056 万 t/a，同时减少 5000 万 t 高浓度有害污水排放（每台平均排污 200 t）。目前应用该技术可实现节能量 40 万 tce/a，减排约 106 万 tCO₂/a。

四、**技术内容**

1. 技术原理

将软质特殊球送入冷凝器，对冷凝管道进行固定频率地自动反复擦洗，确保冷凝管壁始终处于无任何结垢的干净状态下运行，以达到节能目的。

2. 关键技术

（1）利用中央空调冷却循环水的自身动力，将具有擦洗功能的特殊球自动送入空调冷却系统中，对冷凝管壁进行自动擦洗。

（2）完成擦洗的特殊球从冷却系统中送回系统外的球注入器中作自我清洗动作，并自动排除出脏水。

（3）采用全物理方式 36 次全自动清洗冷凝管道。

3. 工艺流程

工艺流程如图 1 所示。

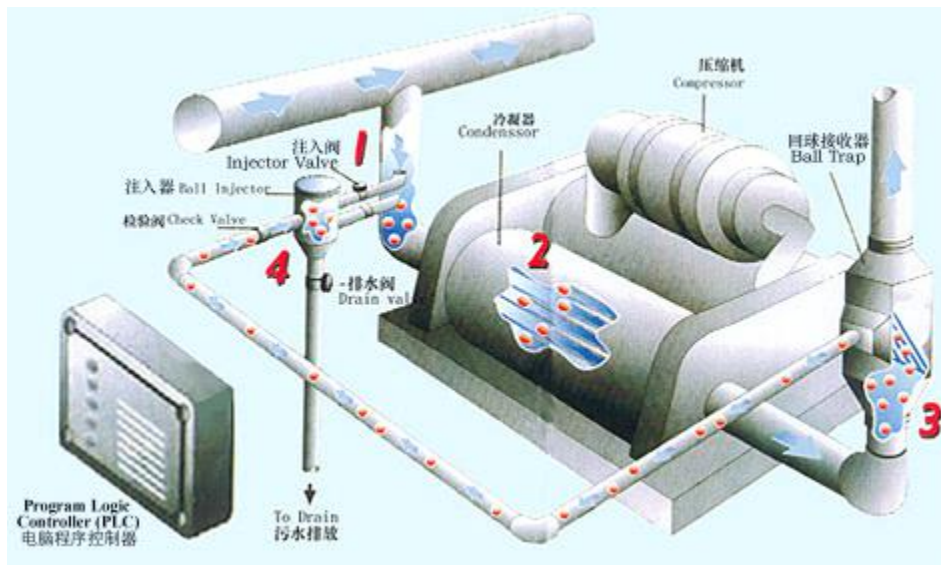


图 1 中央空调全自动清洗节能系统技术原理图

(1) 电脑程序控制器启动清洗循环，将注射阀门打开，控制特殊球进入冷凝器循环系统；

(2) 尺寸比管道稍大的软质材料制成的特殊球通过冷凝器，将冷凝器管壁上的水垢和污垢带走；

(3) 特殊球通过冷凝器后，被回收器接收；

(4) 电脑程序控制器打开排水阀门，球自动回到球注入槽，槽中的水自动将特殊球进行清洗、排污、排水阀门关闭，完成一次循环。遵此电脑程序每天进行 36 次循环清洗。

五、主要技术指标

1. 无需化学水处理，减少化学水处理产生严重污染排放；
2. 中央空调冷凝器的热交换率提高 20%-50%；
3. 中央空节省 10%-30% 电能；
4. 使中央央空调的趋近温度保持在 0.5-1.2 之间，长期保持设计的最佳效果；
5. 全自动管理运行，无需专人监管，无需另加动力源，并可控制清洗次数。

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

该技术荣获 2008 年上海国际节能减排博览会获创新奖证书、第四届国家专利技术优秀发明一等奖、第五届国家科技成果进步奖一等奖。

七、典型应用案例

典型用户：北京国贸中心大厦

技术提供单位：福建柏德环保有限公司

主要技改内容：2 台 450 冷 t、2 台 500 冷 t、2 台 1100 冷 t 中央空调节能技术改造。主要技改设备：中央空调全自动清洗系统。节能技改投资额 100 万元，建设期 10 天。每年可节能 546tce，年节能经济效益（累计开机 5000 小时）250 万元，投资回收期 5 个月。

八、推广前景及节能减排潜力

预计未来 5 年，中央空调全自动清洗节能系统技术推广率达到 5%，约有 25 万台中央空调可进行改造，总投资 32 亿元，年节能能力约 200 万 tce，预计 CO₂ 减排能力 528 万 t/a。

250 动态冰蓄冷技术

一、技术名称：动态冰蓄冷技术

二、技术所属领域及适用范围：建筑行业 各种中央空调系统及工艺用冷系统

三、与该技术相关的能耗及碳排放现状

我国大部分地区处于温带和亚热带，每年空调使用时间较长，在南方地区甚至可达 8 个月。夏季高温时段空调用电负荷，特别是大型中央空调、区域供冷和地铁空调等空调负荷集中，是造成城市电力负荷峰谷差的主要原因，而冰蓄冷空调是实现用户侧调峰的有效技术之一。目前我国已有的蓄冰空调工程设备 70% 以上来自国外，且 99% 都属于静态蓄冰技术，主要包括盘管制冰、冰球制冰等传统静态制冰方式，其体积大、运行成本高、制冰效率低，平均制冷量只有空调工况制冷量的 50%。目前应用该技术可实现节能量 30 万 tce/a，减排约 79 万 tCO₂/a。

四、技术内容

1. 技术原理

冰蓄冷中央空调是指在夜间低谷电力时段开启制冷主机，将建筑物所需的空调冷量部分或全部制备好，并以冰的形式储存于蓄冰装置中，在电力高峰时段将冰融化提供空调用冷（见图（1））。由于充分利用了夜间低谷电力，不仅使中央空调的运行费用大幅度降低，而且对电网具有显著的移峰填谷功能，提高了电网运行的经济性。动态冰蓄冷技术采用制冷剂直接与水进行热交换，使水结成絮状冰晶；同时，生成和溶化过程不需二次热交换，由此大大提高了空调的能效。冰浆的孔隙远大于固态冰，且与回水直接进行热交换，负荷响应性能很好。

2. 关键技术

（1）过冷却水稳定生成技术。过冷却水生成技术是冰浆冷却及蓄冷技术的核心。过冷却水是冰浆生成的基础，只有稳定生成过冷却水，才可以通过促晶等技术生成冰浆；

（2）超声波促晶技术。在生成过冷水后，只有通过促晶才能使过冷水快速生成冰浆，这就需要促晶技术。目前，国际上采用的技术有超声波促晶、电动阀

促晶以及其他一些促晶技术；

(3) 冰晶传播阻断技术。

3. 工艺流程

动态冰蓄冷技术可应用于新建系统以及既有系统的节能改造。新建系统需要根据冷量输送需求进行全新设计，其它过程相同，包括根据制冷机组的额定功率搭配制冰机组；根据负荷情况合理配置蓄冰槽，并根据应用场合配置不同的控制系统。流程见图 1 所示。

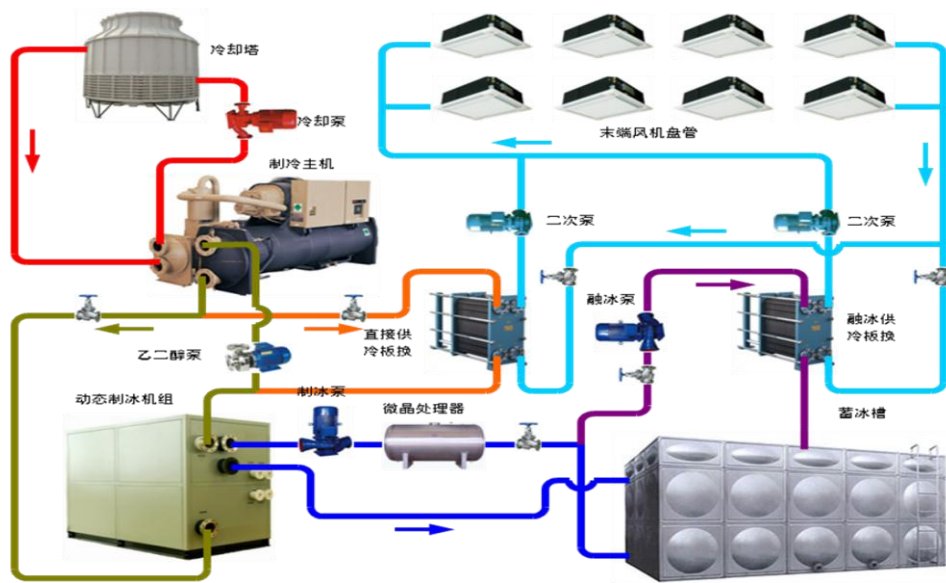


图 1 动态冰蓄冷系统流程图

五、主要技术指标

1. 额定制冰工况下，主机蒸发温度 $\geq -6^{\circ}\text{C}$ ；
2. 制冰工况下，制冷主机单机能效(COP) > 3.0 ；
3. 蓄冰槽最大蓄冰量 $\geq 45\%$ 。

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

目前，该技术在民用建筑、工业厂房已得到应用，如佛山高新区创新中心动态冰蓄冷系统、富士康集团办公楼动态冰蓄冷系统、清华紫光信息港、新百丽鞋业等实施了多项动态冰蓄冷工程。

七、典型应用案例

典型用户：深圳富士康集团办公楼动态冰蓄冷系统、东莞帝光电子科技有限公司 100RT 制冷空调机组改造等

典型案例 1

技术提供单位：中国科学院广州能源研究所

建设规模：深圳富士康集团办公楼中央空调系统，供冷面积 2 万 m²，制冷机组额定功率 600RT，蓄冷量 3600RTh，蓄冰槽 360m³。主要技改内容：增加制冰机组、蓄冰槽以及控制系统，主要技改设备：动态制冰机组一台、蓄冷槽 360m³、控制系统一套。节能技改投资额 255 万元，建设期 3 个月。年节能经济效益 86 万元，投资回收期 3 年。

典型案例 2

技术提供单位：中国科学院广州能源研究所

建设规模：东莞帝光电子科技有限公司 100RT 制冷空调机组改造，供冷面积 2000 m²。主要技改内容：增加制冰机组、蓄冰槽以及控制系统。节能技改投资额 100 万元，建设期 3 个月。年节能经济效益 22 万元，投资回收期 4.5 年。

八、推广前景及节能减排潜力

2011 年全国高峰用电负荷约为 7.86 亿 kW，其中空调负荷占高峰负荷的 30%，全国现有大型中央空调约 250 万套，预计未来 5 年在全国推广 5%，约 12.5 万套空调可使用采用动态冰蓄冷技术，全年转移峰时电量约 52 亿 kWh，减少电厂装机容量 1180 万 kW，减排能力约 400 万 tCO₂，节能潜力较大。

251 高效水蓄能中央空调技术

一、**技术名称：**高效水蓄能中央空调技术

二、**技术所属领域及适用范围：**建筑领域供热制冷

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

随着我国城镇化快速发展，建筑能耗总量也持续快速增长。在建筑能耗中，空调能耗约占建筑能耗的50%。因此，降低空调能耗已经成为我国建筑领域节能减碳的重要措施。夏季时，空调的大量使用造成我国高峰时段电力紧缺而低谷过剩的矛盾越来越突出，使用节能环保型的空调系统，高效用能，是解决我国高峰用电短缺、实现建筑节能的有效途径。该技术集成使用空气源冷热水机组技术、水蓄能集成技术、冷暖系统自动远程控制技术等，有效实现空调的节能降耗作用，具有良好的经济性、适用性和环保性。

四、**技术内容**

1. 技术原理

该技术综合利用水冷空调机组、空气源热泵、水源热泵、地源热泵、热泵热水器、电锅炉等设备为载体，在夜间采用水为蓄能介质，利用水的显热进行能量储存；同时，根据不同建筑物的实际情况和需求进行配套的蓄能，在高峰时段进行释能，通过实现电力移峰填谷而达到降低能耗、节省运行费用的目的。

2. 关键技术

(1) 空气源冷热水机组技术

采用全封闭柔性涡旋式补气增焓压缩机，具备超低温、强热型、高效等特点。机组制冷时出水温度 3.5℃；制热时进出水温为 55/60℃。

(2) 水蓄能斜温层控制技术

水蓄能分布器计算除了满足 Re 和 Fr 准则外，还可实现经分布器结构和孔口优化设计后的斜纹层厚度低于 30cm。该技术对针低矮空间开发的迷宫+H 型分布器，在高度仅有 2.5m 的使用环境下具有良好分层效果。

(3) 水蓄能集成技术

根据客户需求提供不同冷热供应方案，如冷水机组+电锅炉+水蓄能、水源

热泵+水蓄能、地源热泵+水蓄能、空气源热泵+水蓄能等。开发了聚氨酯+聚脲大温差内保温防水结构，可满足电锅炉长期高温蓄热需求。

(4) 水蓄能系统控制技术

采用气候（节气）补偿的控制方式，与传统方式相比可节能 5%-10%。增加了水蓄能预警功能，具有远程管控制功能。

3. 工艺流程

高效水蓄能中央空调技术工艺流程见图1。

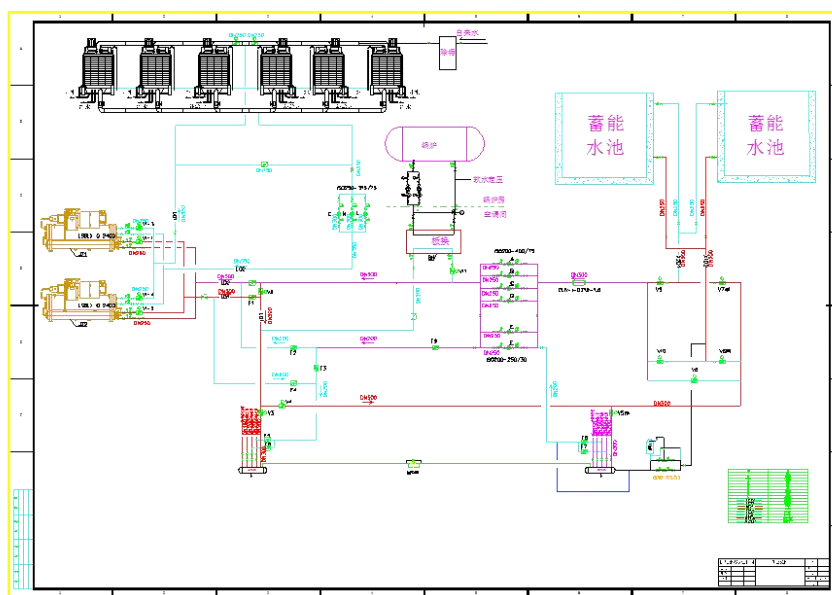


图 1 高效水蓄能中央空调技术工艺流程示意图

五、主要技术指标

1. 蓄能空气能冷（热）水机组在低温工况空气干球温度 -25°C ，制热时进出水温 $55/60^{\circ}\text{C}$ ，蓄能工况的 COP 可达到 1.8；
2. 斜温层厚度 $\leq 30\text{cm}$ ；混流层厚度 $\leq 10\text{cm}$ ；
3. 具有气候（节气）温度补偿控制、系统预警功能，并且可实现远程运行管理，系统能耗相比常规控制系统降低 5%-10%。

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

该技术已获得国家实用新型专利14项，软件著作权3项。目前，该技术已在酒店、办公楼、商场、工矿企业等70多个项目进行应用，在特别是在替代燃烧小锅炉供热方面显示出明显的优势，具有较大的推广潜力。

七、典型应用案例

典型用户：北京爱玛裕家居、石景山区麻峪药业物流中心

典型案例 1

案例名称：北京爱玛裕家居购物广场水蓄能项目

技术提供单位：北京辰威晟节能科技有限公司

建设规模：项目建筑面积 8 万 m²。项目建设条件：改造前项目供暖采用 12 蒸吨的燃煤锅炉，供冷采用风冷热泵机组。项目建设内容：增加水蓄能系统。主要设备：采用 4 台电锅炉、2 台循环水泵、2 台离心机组及水蓄能系统设备。项目总投资 1400 万元，项目建设周期为 10 个月，年可节能 172tce，减少碳排放 403tCO₂。年减少项目运行费用 140 万元，项目投资回收期为 10 年。

典型案例 2

案例名称：石景山区麻峪药业物流中心蓄能能源站

技术提供单位：北京辰威晟节能科技有限公司

建设规模：石景山区麻峪药业物流中心水蓄能配套项目，建筑面积 6 万 m²。项目建设条件：改造前项目供暖采用 8 蒸吨的燃煤锅炉，供冷采用风冷热泵机组。主要建设内容：改造为水蓄能供暖、供冷系统。主要设备：8 台空气源热泵机组、2 台离心机组、2 台电锅炉、9 台水泵及蓄能系统。项目总投资约 678 万元，项目建设周期为 3 个月，年可节能 129tce，减少碳排放 302tCO₂。年减少项目运行费用 153 万元，项目投资回收期为 4.4 年。

八、推广前景和减排潜力

高效水蓄能中央空调技术不仅可以实现电力的移峰填谷、降低峰谷电比，在应对大气污染替代燃煤小锅炉供暖方面也有明显的优势。预计未来 5 年，该技术的推广比例将达到 5%，项目投资将达到 100 亿元，年可以减少调峰损耗电能 6.7 亿度，可形成的年节能能力约 21 万 tce，碳减排能力约为 50 万 tCO₂。

252 基于相变储热的多热源互补清洁供热技术

一、**技术名称：**基于相变储热的多热源互补清洁供热技术

二、**技术所属领域及适用范围：**建筑行业 可再生能源与工业低品位余热回收存储利用

三、**与该技术相关的能耗及碳排放现状**

我国北方地区城镇采暖面积达 120 亿 m^2 ，其中城镇集中供热面积为 71 亿 m^2 ，采暖用能超过 1.8 亿 tce（燃煤约占 90%），不仅消耗了大量化石能源，还造成严重的环境问题。该技术开发了太阳能、风能等可再生能源相变储热系统、低谷电相变储热系统、工业余热回收相变储热系统、相变蓄热移动供热车等多种产品，实现以相变储热技术为纽带构建多热源互补的清洁能源供热系统。

四、**技术内容**

1. 技术原理

该技术以相变蓄热技术为核心，将工业余热、低谷电等产生的热能高效储存，实现多热源互补。由于采用可再生能源和低品位工业余热替代传统化石能源供热，减少了化石燃料消耗，实现节能。

2. 关键技术

（1）相变蓄热技术

采用高性能相变蓄热材料（PCM - Phase Change Material）技术，以稀土功能材料作为触发剂和稳定剂，制备无机复合相变材料。该材料随温度变化发生相变，在固相-液相转变过程中，吸收或释放大量的潜热，实现可再生能源与工业余热等能量的稳定储存和转移。

（2）相变蓄热元件模块化技术

将蓄热材料制作成蓄热元件，可依据不同热源特点，利用该元件组装生产多种功能的蓄热产品，实现产品的生产规模化与集成化。

（3）快速储热技术

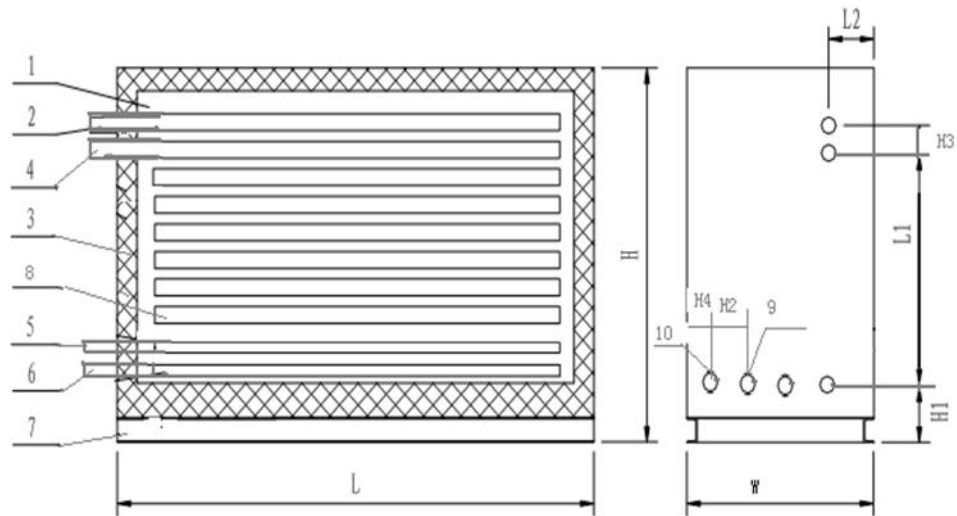
采用金属波纹管壳体以增加传热面积和换热能力。蓄热过程中，由于采用了波纹管结构加速形成内部对流传热，使得蓄热材料融化速度快，实现快速蓄热。

(4) 高效板式太阳能相变蓄热技术

将蓄热体和太阳能集热板一体化，相变蓄热体兼作黑体光热转换元件。太阳能产热由蓄热元件中相变材料的相变潜热储存，集热板间采用特殊直接对接结构，消除外接管路，不需要防冻伴热，减少无阳光时的伴热能耗。

3. 工艺流程

相变蓄热装置由余热回收换热器、蓄热元件、供热换热器、导热介质、蓄热箱体、保温壳体、供热控制系统等组成。如图1所示。



1、传热介质 2、进水口 3、保温层 4、出水口 5、冷凝水出口 6、余热蒸汽进口 7、底座 8 蓄热单元 9、补水口 10、排污口

图1 相变蓄热装置结构示意图

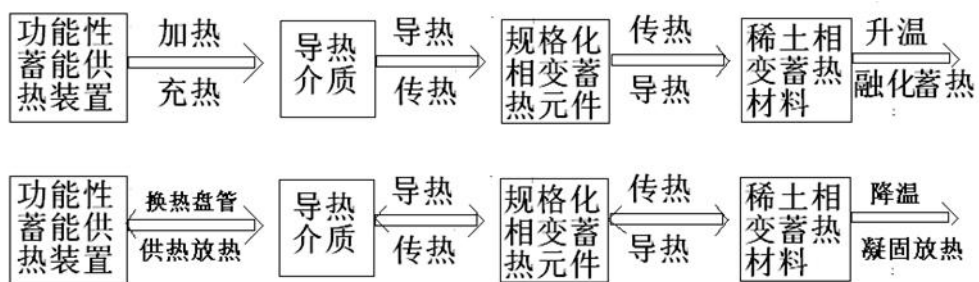


图2 功能性蓄热装置的蓄热放热工作原理示意图

五、主要技术指标

1. 稀土相变蓄热材料 (82℃): 密度2400kg/m³, 60℃-90℃蓄热量380kJ/kg, 储热能力1000kJ/L;
2. 蓄热材料稳定性好, 蓄热性能10年无衰减;

3. 蓄热装置常压运行，安全性高。

六、技术鉴定、获奖情况及应用现状

该技术获得国家专利 11 项，其中发明专利 2 项，并于 2011 年被列为选北京市节能低碳技术产品，2012 年入选国家科技部科技惠民目录。目前，已在北京、天津、山东、山西、辽宁、新疆等多地的热电集团以及企业应用，推广潜力较大。

七、典型应用案例

典型用户：包头钢铁集团、中国管理科学研究院等

典型案例 1

案例名称：包头钢铁高炉渣余热用于集中供热项目

技术提供单位：中益能（北京）技术有限公司

建设规模：对包钢 4 座高炉冲渣水及焖渣低品位余热进行回收。建设条件：该技术适用于 200℃ 以下中低品位余热回收，包钢高炉渣水池温度平均为 78℃，冲渣水温度约 67℃，包钢附属家属区及周边有供暖和生活热水需求。主要内容：利用相变储热技术回收钢厂内放散蒸汽及冲渣水的低温余热，替代钢厂内用于建筑物采暖及水厂生水与除盐水预热的低压蒸汽，替代出的低压蒸汽作为驱动，回收包钢热电厂的循环水余热，满足包钢附属家属区约 380 万 m² 建筑物的采暖需求。主要设备为相变蓄热装置 16 套、冲渣水余热回收系统 8 套、放散蒸汽回收系统 8 套、智能控制系统 1 套。项目总投资 10680 万元，建设期为 36 个月。项目仅每个供暖期向市政集中供热管网提供总余热量约 380 万吉焦，年节能量约 12 万 tce，减排量约 29 万 tCO₂。产生年经济效益 4700 万元，投资回收期约 4 年。

典型案例 2

案例名称：通州区新农村建设清洁能源供热示范项目

技术提供单位：中益能（北京）技术有限公司

建设规模：400m² 低谷电与太阳能相变蓄能供热。建设条件：适合需要替代燃煤（气）锅炉和无集中供暖地区。主要内容：利用低谷电蓄热技术及太阳能等清洁能源蓄热技术，用较低成本的低谷用电替代区内小型燃煤锅炉，为用户供暖和全年生活热水。主要设备为：低谷电蓄冰蓄热系统 1 套、太阳能相变蓄热

装置 1 套。项目总投资 4 万元，建设期为 15 天。年节能量约 11tce，碳减排量约 26tCO₂。产生年经济效益 0.7 万元，投资回收期约 4.2 年。

八、推广前景及节能减排潜力

预计到 2020 年，我国城镇供热面积将从目前 130 亿 m² 增至 200 亿 m²，同时城乡居民对生活热水的需求也将迅猛增长。预计未来 5 年，全国清洁能源替代燃煤供热将达到 20 亿 m² 以上，其中通过相变蓄热技术利用可再生能源和工业余热供热可达 1 亿 m²，推广比例约 5%，项目总投资额约 50 亿元，可形成的年节能能力约 175 万 tce，碳减排能力约 400 万 tCO₂。