目　录

径流涡轮余热余压发电技术.....1
稀土永磁同步高效节能电机技术.....8
高效节能磁悬浮高速离心鼓风机.....12
低温余热回收清洁供热技术.....17
远大非电热泵技术.....19
远大洁净新风技术.....22
远大成套冷热电联产系统.....25
远大 XII 型非电空调.....29
远大一体化输配系统.....32
烟气余热回收清洁供热.....35
MDVS 全直流变频智能多联中央空调.....37
M-BMS 美的智慧楼宇综合管理平台.....42
超低温空气源热泵机组-烈焰.....50
智能能耗监测与调控系统.....56
基于 AI 的绿色照明技术及其智能电源.....62
锅炉烟气余热深度回收利用及消白系统.....66
爱景压缩空气节能降耗精准运维系统.....71
板换式双压缩机系统冷干机.....74
两级压缩螺杆式空气压缩机.....78
微气耗鼓风热再生吸干机.....81
低氮、节能新型 WNS 燃油燃气锅炉.....86
低氮、节能新型 SZS 燃油燃气锅炉.....90

Uni Condens 6000 F 超低氮燃气/燃油冷凝锅炉 94

低氮冷凝一体热水锅炉（1-20t）+真空热水锅炉（1-10t） 100

VAP CON 系列低氮冷凝一体蒸汽锅炉（1-20t） 104

PRE-MIX 不锈钢全预混冷凝热水锅炉 108

智能建筑能源综合管控技术 112

20 英尺方圆罐式沥青集装箱 115

无油螺杆鼓风机 120

径流涡轮余热余压发电技术

适用范围：

余热余压发电。

技术原理：

（1）余热发电和余压发电原理

根据热力学理论，如果存在高温和低温两个热源，则可以在这两个热源之间建立热力循环，获得机械功。两个热源之间热机的循环效率以卡诺循环为理论极限，其值为：

$$\eta = 1 - T_0/T$$

其中 T_0 和 T 分别是低温（通常是大气）和高温热源的绝对温度。上式的计算结果见下图（图中低温热源的温度取值为 20℃）。

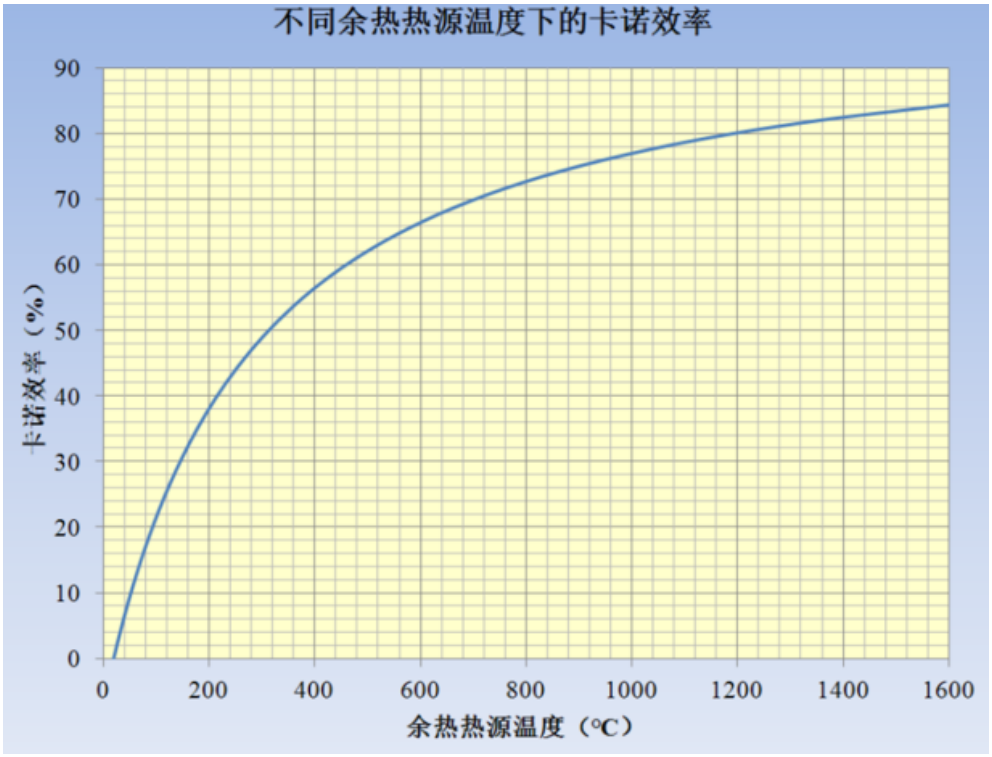

图 1　卡诺循环效率

可以看出，随着余热热源温度的降低，卡诺循环的效率也降低，当余热热源的温度低于 300℃时，卡诺循环的效率快速降低，并且降低的速度越来越快。这说明，当余热热源的温度较低时，余热的利用率会越来越低。实际热力循环的效率通常远低于卡诺循环的理论效率。

余热发电的特点：设备较多（系统合设备完全与火电厂一样）；余热热源温度越高，余热发电的投资收益比越高，反之则越低。

与余热发电相比，余压发电没有取热、冷凝及介质循环这三个环节，仅需要在有压差的地方设置膨胀机械即可，因此，余压发电相比余热发电更简单，投资收益比往往更高。

理想气体的膨胀功为：$W \propto T1\ (1-1/\pi\ ^{\wedge}(k1/k))$

其中，T1 是余压源的温度，π =P1/P2 是理想气体在膨胀机械中的落压比。可以看出，余压源温度越高，落压比越大，可获得的机械功就越大。

（2）朗肯循环和有机朗肯循环（ORC）

朗肯循环是指以水蒸气作为工质的一种理想循环过程，主要包括等熵压缩、等压加热、等熵膨胀、以及一个等压冷凝过程。用于蒸汽装置动力循环。

有机朗肯循环(Organic Rankine Cycle，简称 ORC)是以低沸点有机物为工质的朗肯循环，主要由余热锅炉(或换热器)、透平、冷凝器和工质泵四大部套组成。有机工质在换热器中从余热流中吸收热量，生成具一定压力和温度的蒸汽，蒸汽进入透平机械膨胀做功，从而带动发电机或拖动其它动力机械。从透平排出的蒸汽在凝汽器中向冷却水放热，凝结成液态，最后借助工质泵重新回到换热器，如此不断地循环下去。对于低及中等的焓热,ORC 技术与常规的水蒸气朗肯循环相比有很多优点,主要体现在回收显热方面有较高的效率,由于循环中显热/潜热不相等,而 ORC 技术中此比例大。因此采用 ORC 技术可回收较多的热量。

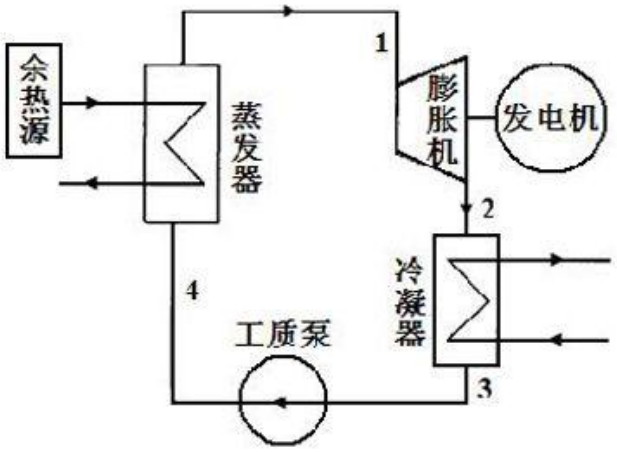

图 2　有机朗肯循环示意图

用能企业通常使用减温减压阀来处理来流参数与工艺要求不匹配的问题。阀门减压过程近似绝热节流过程，蒸汽携带的总热量在该过程中不变，减温减压阀系统只改变蒸汽的压力和温度，不增加能量也不减少能量的总数，但运行过程让蒸汽能量的品质（能级）降低。压差发电系统被设计用来代替减温减压阀，让高压蒸汽在膨胀机按设计运行，流体推动涡轮旋转做功。该系统能够非常好的回收利用减压阀减压过程蒸汽损失的做功能力用于发电。

（3）径流式涡轮

径流（又称向心）式涡轮是涡轮的一种，它在叶轮的周向上从径向向中心进气，气体在叶轮中折 90 度角后从轴向出气。它其实是离心压缩机的逆机器似于离心压缩机和轴流压缩机的区别。压缩机向气体加功，升高气体的压力；涡轮从气体吸取功，通过膨胀获取机械能。流式涡轮的典型应用是汽车涡轮增压器、小型航空发动机、导弹发动机、小型燃气轮机等。

除流量和功率都非常小的汽车涡轮增压器之外，径流式涡轮的应用都在尖端的高端领域，如直升机、导弹、燃气轮机等，在余热余压发电领域几乎没有应用。当前，大规模余热发电（几兆瓦量级以上）均需要建立工厂自备电厂，原动机使用成熟商业化的多级轴流汽轮机；小规模

余热发电（几百千瓦以下），一般采用螺杆膨胀机做发电系统的原动机。从几百千瓦到几兆瓦，有大片的空白。

径流式涡轮正好填补了这个空白，见下图：

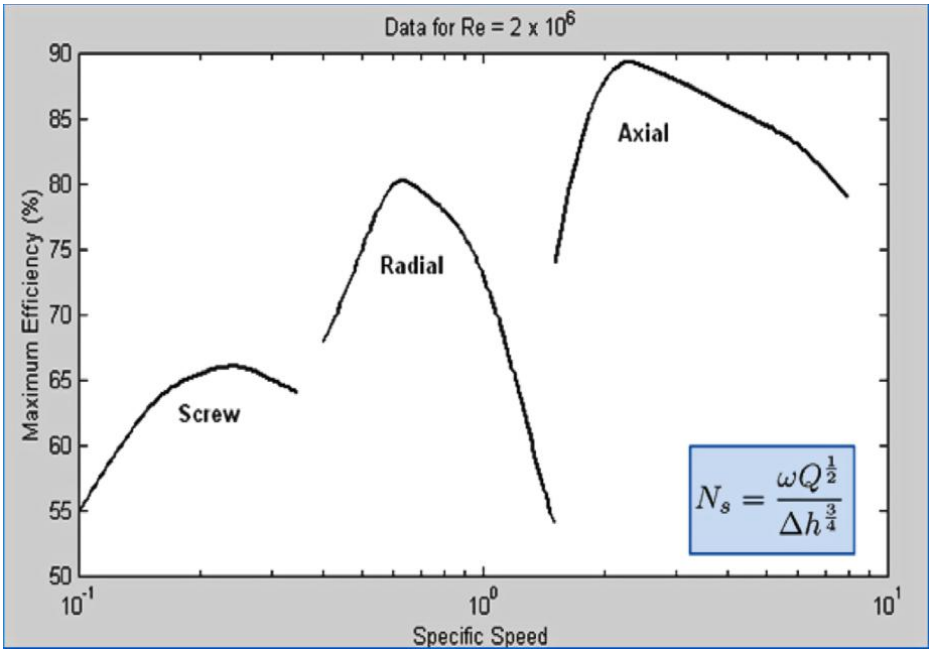

图 3　径流式涡轮热效率

（注：Screw 为螺杆机，Axial 为轴流式涡轮机，Radial 为径流式涡轮机）

可见，在 100kW-10MW 量级，径流涡轮都有最高的效率。在这个流量范围，螺杆机和轴流式涡轮都因为效率太低，无法获得应用。

径流涡轮的另一个非常大的优点是它的变工况特性很好，它可以通过调节手段获得宽广的高效率区域，特别适合参数和负荷都可能出现大幅度变化的应用场合，如余热余压发电领域。螺杆机和轴流式涡轮都不能适用于参数和负荷有较大变化的场合。

径流式涡轮在以前仅用于航空和军用领域，天津快透平科技发展有限公司发展了这一高端技术，通过创新，使其能够应用于工况完全不同的余热余压发电领域。

主要技术指标：

适用规模 100kW-10MW，绝热效率 85%。

工艺流程：

能量在经过发电系统后总量同样不变，但小部分蒸汽能量实现能级跃迁，品质得到提高。径流涡轮膨胀机是一种径向进汽，轴向排汽的旋转运行机械。高温高压流体在其涡轮叶片与壳体组和成的腔体间流动，流动中流体各项参数不断变化，流体的部分能量转化为机械能推动叶片转动做功，最终出口流体压力和温度等参数达到设计值。当涡轮拖动发电机运行时，就能把得到的机械能转换为电能。利用径流涡轮膨胀机作为蒸汽压差发电机组动力机，是这种机械最典型的应用场合。

（1）生产模式

公司采用“以销定产”的方式安排生产计划。由于每个余热余压发电项目使用的场景差异，需要每次与客户进行深度沟通和考察，了解需求后，由公司进行方案设计——方案确认——外购部件——设备制造——设备安装——工程验收。

（2）生产工艺流程

径流涡轮膨胀机是整个余热余压发电设备的核心部件，生产工艺流程如下图所示：

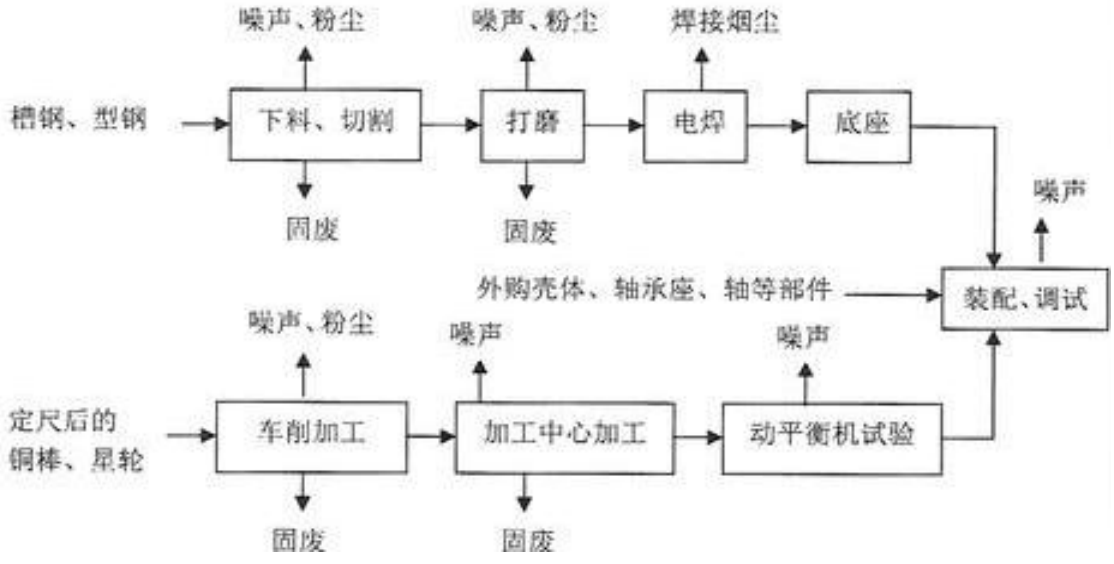

图 4　径流涡轮膨胀机生产流程

（3）设备安装流程

典型的减温减压阀改造为压差发电项目，通常在减压阀两侧原有蒸汽管道上引出一个旁路，让原来流经减压阀的蒸汽改道流经膨胀机，减压、做功发电后的蒸汽在流回减压阀出口管道，继续供生产使用，图下图所示：

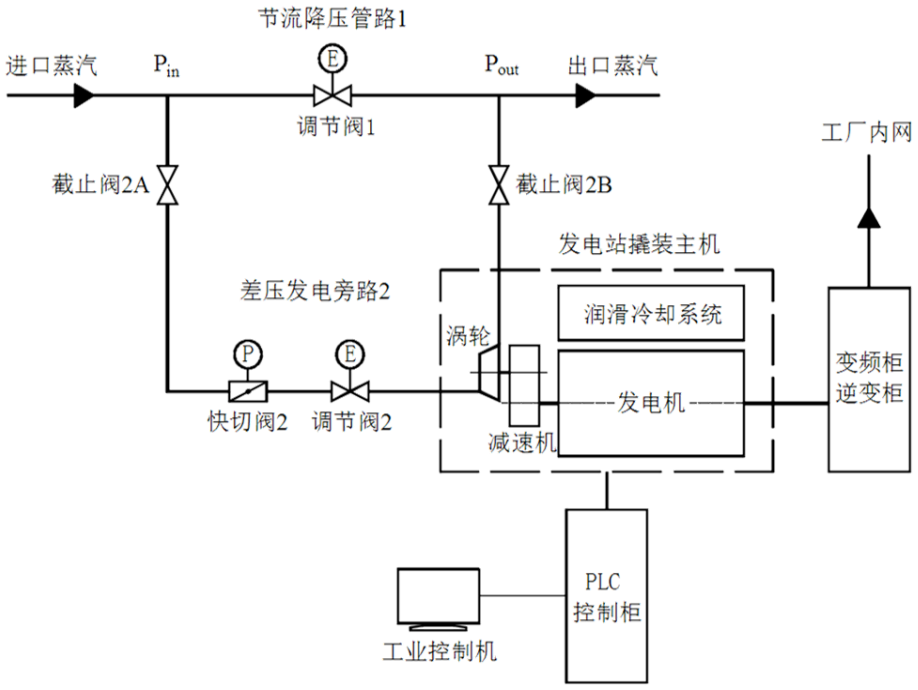

图 5　压差发电原理示意图

相关证书：

案例：

项目名称	九三集团天津大豆科技有限公司蒸汽压差发电项目
项目建设规模	550kW
主要建设或改造内容	在已有减温减压阀上并联压差发电系统，利用蒸汽压差发电
主要设备	径流涡轮发电机组
项目投资额（万元）	500
项目建设期	4 个月
项目节能量（tce）	755.2tce/a
项目经济、环境及社会效益	经济效益 221.90 万元/年，减少燃煤效益和环境污染

项目名称	天津天丰钢铁有限责任公司冲渣水闪蒸发电工程
项目建设规模	110kW
主要建设或改造内容	在高炉冲渣池侧建造冲渣水闪蒸发电项目
主要设备	径流涡轮发电机组
项目投资额（万元）	200
项目建设期	5 个月
项目节能量（tce）	115.2tce/年
项目经济、环境及社会效益	本项目为技术验证性质，因此整体规模较小，膨胀机、发电机容量相对较小，另一方面真空泵、循环泵、轴封蒸汽发生器等设备选型功率较大，净发电功率小于 40kW。 当进行商业化投资建设时，机组整体效率必定会有很大提升。

技术提供单位：天津快透平科技发展有限公司

稀土永磁同步高效节能电机技术

适用范围:

适用于风机、水泵、真空泵、空压机、皮带轮等设备，适用于钢铁、水泥、化工、橡胶、造纸、采矿等各行各业。

技术原理：

（1）稀土永磁同步电机高效并且整个电机系统高效

高效稀土永磁同步电动机属同步电机，转子实现了稀土化，所以无滑差（S），无电励磁，转子无基波铁、铜耗损。转子由永磁体励磁，无需无功励磁电流，因此功率因数提高，无功功率减少，定子电流大幅下降，定子铜损耗大为减少。同时，由于稀土永磁电机的极弧系数大于异步电动机的极弧系数，当电压和定子结构一定时，该电机的平均磁感应强度比异步电机小，铁损耗小。使效率大大提升，超出国标 GB18613-2012《中小型三相异步电动机能效限定值及能效等级》的最高能效 1 级的效率值。

（2）电机低负载率时的高效性

高效稀土永磁同步电机最大的可贵之处在于，低负载率时仍能保持高效，如电机在满载时效率为 95％，而在 60％负载率时，依然能保证效率在 94％，而异步电机则在 80％甚至以下，所以使用高效永磁同步电机拖动系统后，节电率通常在 15％至 40％。

下图为永磁电机与异步电机的输出特性比较，可见在低负载情况下永磁电机仍能保持高效，而异步电机在低负载时效率下降的很快。

（3）高功率因数

稀土永磁同步电动机不需要无功励磁电流，所以功率因数几乎为 1（甚至容性），因此工厂电网可减少电容无功补偿。

根据国家规定，工厂的功率因数不得低于 0.9，因此，大批量采用稀土永磁同步电动机后，整个工厂的功率因数将大幅提高，无功功率大幅降低，可以减小甚至取消电容无功补偿。同时因为稀土永磁同步电动机的无功补偿是实时就地补偿，从而使得工厂的功率因数更平稳，对其它设备的正常运行非常有利，并可减少工厂内电缆传输的无功损耗，起到综合节能的效果。

（4）温升低

与普通三相异步电动机相比，稀土永磁同步电动机的电阻损耗小，因此总损耗大大降低，同时也降低了电动机的温升。经实测，在同等条件下，稀土永磁电动机的工作温度比异步电动机低 15-20℃，因此如果车间全部改造使用稀土永磁电动机，车间内的温度将明显降低，对改善夏季车间工作环境及节约空调用电有很大作用。

（5）电流降低

高效稀土永磁同步电动机不需要无功励磁电流，因此定子电流大幅降低。经测试高效稀土永磁同步电动机的电流比三相异步电动机下降约 10%-30%，电流的大幅降低减少了电缆传输中的损耗，同时电流的降低相当于扩大了电缆的容量。

主要技术指标：

产品能效等级：1 级能效。

产品对比同型号三相异步电机，综合节电率高达 15%以上。

关键技术：

本节能产品的关键技术在于钕铁硼永磁体的开发应用以及定子绕组分数槽原理的开发应用。以上述两点关键技术的基础上，优化定转子结构，实现产品的节能高效。

稀土永磁同步电机的工艺流程与普通电机相比，由于其转子结构采用永磁体结构，只能采用手工操作进行叠压镶嵌，现阶段无可行的自动化生产设备，其它部位的工艺流程与普通电机无太大区别。主要设备包括龙门式压力机、动平衡检测仪、车床、绕线机、天车吊、整机检测平台、定子检测系统。

相关证书：

案例：

项目名称	承德建龙特殊钢有限公司：稀土永磁电机节能改造系统
项目建设规模	总功率：1540kW。设备台数：18 台
主要建设或改造内容	将已有的高耗能、低能效三相异步电机替换成稀土永磁同步电机。
主要设备	风机、水泵、真空泵、液压站
项目投资额（万元）	179.5084
项目建设期	2 个月
项目节能量（tce）	项目改造后，综合节电率约为 20%，每年可节省电量约 200 万 kW·h。
项目经济、环境及社会效益	项目改造完成后，预计 1 年零 8 个月可收回项目投入成本，每年可为企业节省约 100 万元。每年可节省标煤约 24.5 吨，可减少碳排放量 139.4 吨。

项目名称	承德承钢黑山矿业有限公司选厂电机节能改造
项目建设规模	总功率：892kW。设备台数：12 台
主要建设或改造内容	将已有的高耗能、低能效三相异步电机替换成稀土永磁同步电机。
主要设备	封水泵、过滤机真空泵、环水泵
项目投资额（万元）	125.31
项目建设期	2 个月
项目节能量（tce）	项目改造后，综合节电率约为 21%，每年可节省电量约 119.8 万 kW·h。
项目经济、环境及社会效益	项目改造完成后，预计 1 年零 10 个月可收回项目投入成本，每年可为企业节省约 64.7 万元。每年可节省标煤约 14.7 吨，可减少碳排放量 83.5 吨。

技术提供单位：创远亿德（天津）集团有限公司

高效节能磁悬浮高速离心鼓风机

适用范围:

适用于污水处理、脱硫氧化、食品发酵、造纸印染、石油化工、生物医药等.

技术原理:

（1）磁悬浮轴承原理

磁悬浮轴承又称电磁轴承，电磁轴承在垂直方向上的受力作用。铁磁性转子在上下电磁铁吸引力的联合作用下，其合力恰好和重力相互平衡，处于悬浮状态，当有一个干扰力使转子偏离悬浮的中心位置时，通过非接触方式的高灵敏度传感器检测出转子的相对于平衡点的位移，产生的电状态信号经信号调理和 A/D 采样转换之后作为系统的输入量送到控制器中；控制器中的高速运算单元根据预先设计的控制逻辑算法经过运算产生实时控制信号；控制信号通过 D/A 输出并经过功率放大器实时调整在电磁线圈中产生的相应控制电流，从而在电磁铁上产生能够抵消干扰、保持转子稳定的不接触电磁力，将转子从偏离位置拉回中心平衡位置，达到稳定控制转子悬浮运转的目的。结构如图 1 所示。

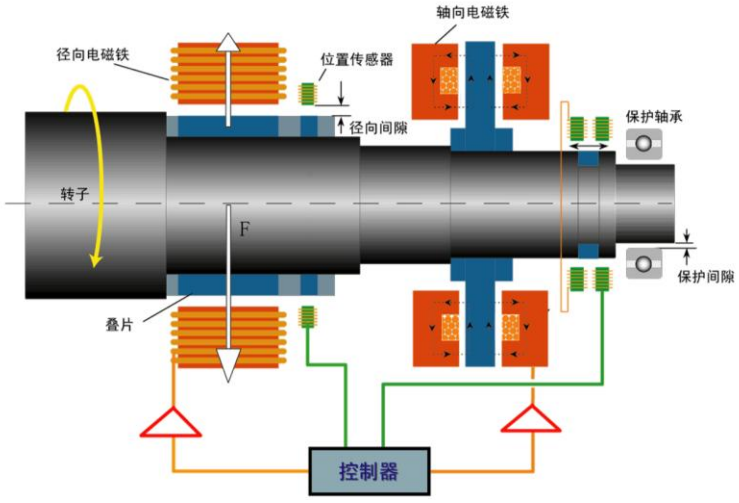

图 1 磁悬浮轴承结构图

（2）磁悬浮鼓风机原理

磁悬浮离心鼓风机技术（magnetic levitation blower）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机高速离心鼓风机。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控制盘等均采用一体设计和集成。其核心是磁悬浮轴承和永磁电机技术。结构示意图如下：

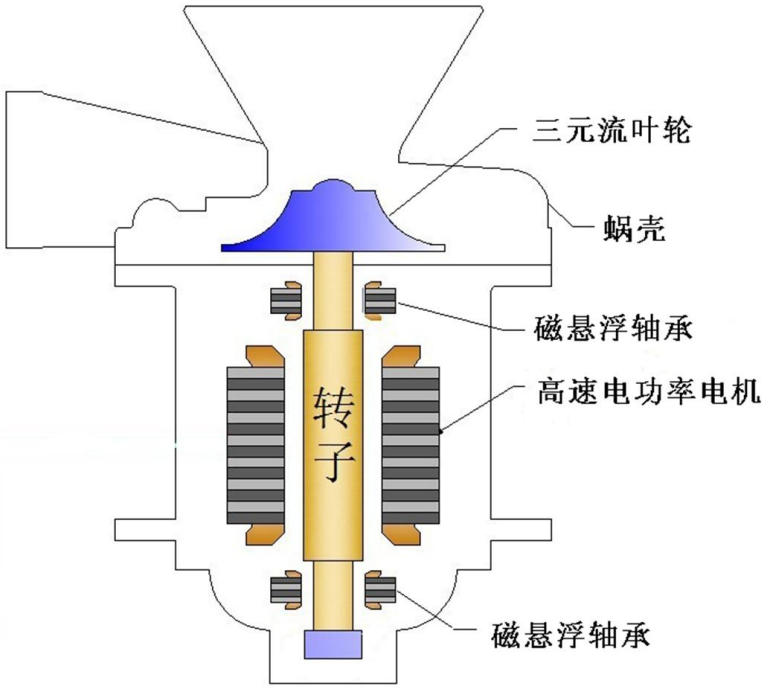

图 2　磁悬浮鼓风机结构示意图

主要技术指标：

容积流量(20℃、101.3kPa、RH<50％)：40-450m³/min；鼓风机升压：60-150kPa；电机转速 15800-25000r/min；噪音 85 分贝以下；相比传统风机节能 30％-40％，相比多级离心风机节能 20％以上，相比单级高速鼓风机节能 10％-15％。

关键技术：

（1）磁悬浮轴承技术，磁悬浮轴承技术使高效节能磁悬浮离心鼓风机的核心部件，是通过磁场力将转子托起悬浮，从而替代传统轴承。

（2）磁悬浮高速电机技术，磁悬浮高速电机是将磁悬浮轴承技术与高速永磁同步电机技术有机结合，依据磁悬浮鼓风机的预设参数进行电机参数设定；用磁悬浮轴承替换传统轴承，对电机内部结构进行调整，根据模拟电机发热情况，进行冷却系统设计。

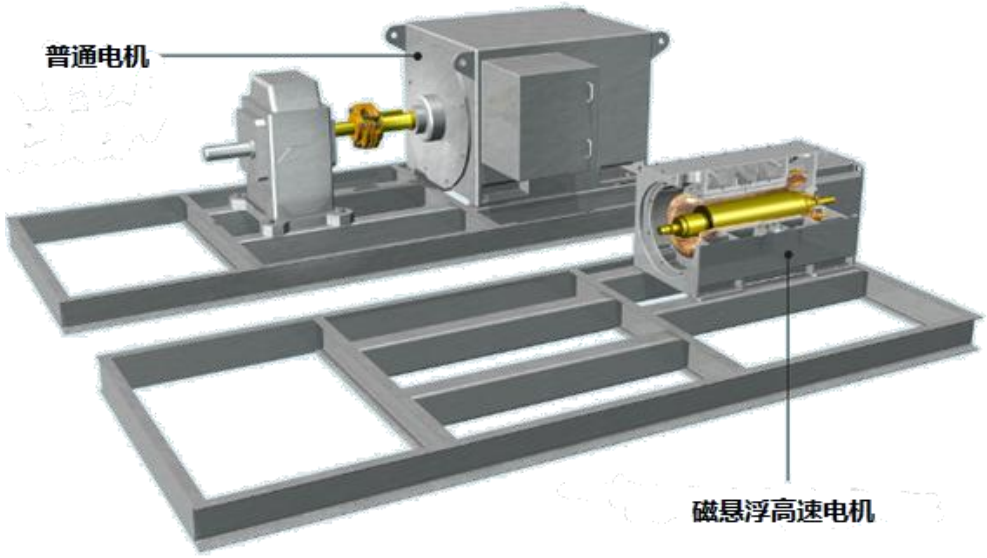

图 3　高速电机直驱与齿轮增速方案对比

（3）鼓风机叶轮设计技术，磁悬浮鼓风机叶轮采用三元流弯掠式设计，先对风机流量、压力、电机耗功等进行分析，并提出常年运行的工况需求，作为风机的设计参数，通过工况仿真设计出最为匹配的叶轮。

图 4

（4）智能变频及远程监控系统，鼓风机采用高频变频控制和 PLC 智能化控制，可以根据现场情况通过调节转速，实现风量和压力的调节。PLC 智能化控制系统可以实现设备的远程控制和自身保护功能。

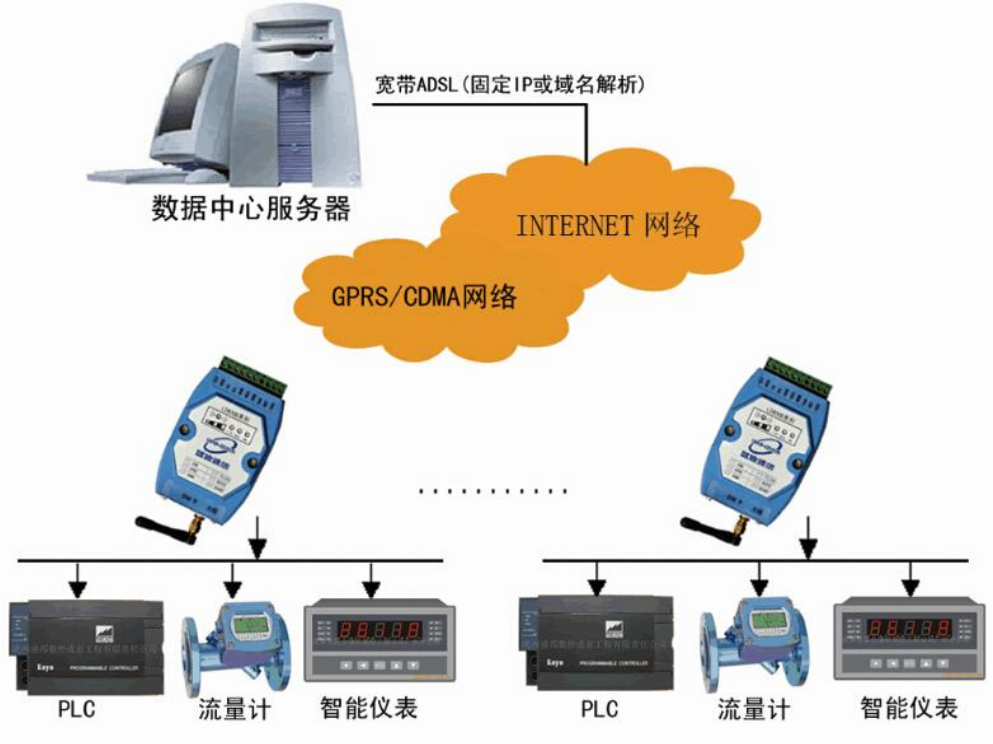

图 5

（5）防喘振系统设计技术，通过对产生喘振的条件的甄别，通过流量传感器、压力传感器以及放空阀等部件的有机结合，实现自动规避风机进入喘振区域。

（6）大功率磁悬浮风机难题攻克技术，采用内部自循环水冷方式解决电机散热问题、采用永磁复合转子技术，解决在高线速度下材料结构强度问题；采用高精度磁轴承控制技术，解决高温高线速度引起的变形以及转子动力学问题；采用钛合金材质叶轮，解决高压力高转速下叶轮强度问题。

案例：

项目名称	泰达新水源西区污水处理厂改造项目
项目建设规模	3 万吨市政污水处理厂曝气鼓风机：风量 75m^3/min，压力 70kPa
主要建设或改造内容	在风机房内备用平台上安装一台磁悬浮高速离心式鼓风机，并连接排气管路。
主要设备	磁悬浮高速离心式鼓风机
项目投资额（万元）	80
项目建设期	3 天
项目节能量（tce）	92.6tce/a
项目经济、环境及社会效益	244.5tCO_2/a

技术提供单位：亿昇（天津）科技有限公司

低温余热回收清洁供热技术

适用范围：

适用于供热站、电厂烟气余热回收，工业、电厂、酒厂、地热尾水、数据中心等有低温废热和热需求的场所。

技术原理：

热泵产生 7℃低温冷水与地热尾水进行换热得到 16℃低温热水进热泵机组，45℃采暖回水经热泵加热，提高到 55℃去供热。

通过溴化锂吸收式热泵系统将经过两级提热之后 19~27℃地热尾水降到 9℃再进行回灌，充分提取地热尾水余热。大幅降低供热成本，实现清洁供热。

主要技术指标：

远大非电热泵额定 COP：1.7-2.3。

关键技术：

图 1

输入天燃气驱动溴化锂吸收式热泵从地热尾水中回收热量，热源和地热尾水的热量通过中温水供给用户。

案例：

项目名称	天津工业大学
项目建设规模	替代市政热网为6.5万㎡教学楼和办公楼供热
主要建设或改造内容	热泵回收地热尾水余热
主要设备	吸收式热泵
项目投资额（万元）	699
项目建设期	2017 年 6 月-2018 年 10 月
项目节能量（tce）	119
项目经济、环境及社会效益	采暖费用从 621 万元/年降到 415 万元/年，每年节省采暖费用 196 万元，静态投资回收期 3.6 年。对采用地热供热的项目，可以采用此技术降低地热尾水回灌温度，提高地热水的利用效率，降低供热成本。

项目名称	湖北劲酒
项目建设规模	给蒸汽锅炉补水预热 60 吨/时
主要建设或改造内容	热泵回收酿酒工艺低温废热水用于锅炉补水预热
主要设备	水水板换、吸收式热泵
项目投资额（万元）	203
项目建设期	4 个月
项目节能量（tce）	1080
项目经济、环境及社会效益	热泵回收酿酒工艺低温废热水，减少锅炉蒸汽耗量，降低废热水的热污染，每年节省运行费用 135 万，投资回收期 1.5 年。

技术提供单位：远大低碳技术（天津）有限公司

远大非电热泵技术

适用范围：

适用于供热站、电厂烟气余热回收，工业、电厂、酒厂、地热尾水、数据中心等有低温废热和热需求的场所。

技术原理：

通过溴化锂吸收式技术，提取烟气、蒸汽、冷却水等废热能源，将低品位热源转换为高品位热源。

主要技术指标：

能效指标与现有同类技术的对比情况：远大非电热泵额定 COP：1.7-2.3，同类技术的能效：0.9。

关键技术：

吸收式热泵：燃烧天然气（输入热能）驱动机组产生低温水（约 12℃）将烟气降温至 30℃以下，回收的烟气热量经热泵提升温度，最终以中温水（约 58℃）的形式供给用户。

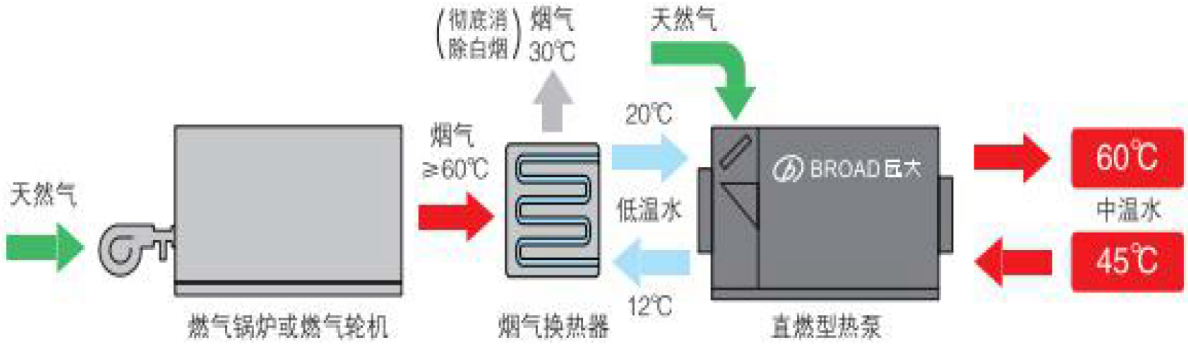

图 1

案例：

项目名称	保洁天津冷却水余热利用项目
项目建设规模	工业生产线
主要建设或改造内容	增加远大 BZ200-R1 机组，全年回收 30-35℃工艺冷却水 余热，为高温工艺和 DIW 纯水工艺提供 88-55℃高温热水。
主要设备	远大 200 万大卡热泵机组，BZ200-R1
项目投资额（万元）	240
项目建设期	3 个月
项目节能量（tce）	270
项目经济、环境及社会效益	①节省蒸汽消耗 95 万元/年，节省冷却塔电耗 20 万元/年，节省冷却水补水 10 万元/年，经济效益合计 125 万元/年。 ②节省工艺蒸汽消耗 41%，减少冷却塔电耗 30.7 万 kW．h/年，同时减少夏季冷却水漂水。 ③将低温侧需要降温的工艺热能进行回收，提升高温工艺需求，达到能源平衡的目的。合理的将热能进行分配，有助于工艺节能的同时，大幅度的降低单位产量生产成本，变废为宝！

项目名称	丹麦约灵区域供暖中心
项目建设规模	全球最大单台热泵
主要建设或改造内容	远大大温差热泵，低温水与高温热水温差达到 75℃，同时提供 10℃冷水和 85℃采暖水，为客户回收 40℃锅炉尾气中的余热，并最终将烟温降到 9-12℃，降低烟气污染物排放，使项目的整个能源效率达到 120%。具有非常重要的节能减排示范意义。
主要设备	远大 1000 万大卡热泵 BDH258XI155/170-85/57-10/20-1000-R1
项目投资额（万元）	4000

项目建设期	12 个月
项目节能量（tce）	6000
项目经济、环境及社会效益	丹麦是全球最早实践节能环保的国家，在碳排放和能源效率方面要求极致。在丹麦供暖市场，政府限制甚至禁止电采暖，对用电采暖用户高额罚款，倡导区域供暖，以降低采暖成本，节能降耗减排。 目前，丹麦多个市政府已实现“零碳项目”，目标是到 2020 年实现本地建筑零排放。此项目是典型的采暖锅炉尾气余热回收项目，在丹麦政府的引导下，此应用方式在丹麦及欧美具有巨大的市场潜力。

技术提供单位：远大低碳技术（天津）有限公司

远大洁净新风技术

适用范围:

适用于住宅、学校、写字楼、酒店、商场、医院、洁净室（新建建筑及既有建筑）等场所。

技术原理：

远大洁净新风机采用绕流式超大铝合金板式空气换热器，实现新风、排风能量转换，既保证室内新鲜空气量和舒适度，又保存了室内冬季热量、夏季冷量。远大独创静电除尘技术，通过静电吸附掉 98%无限小的粉尘，并瞬间杀死细菌和病毒，使超级过滤器负担只有 2%。延长超级过滤器的使用寿命，而通风阻力为零，降低用户使用成本。室内排出的空气与室外引入的新鲜空气，在经过空气热交换器时，进行热交换，可回收排风中 80%热能。

主要技术指标：

能效指标与现有同类技术的对比情况：

事项	远大洁净新风机	传统新风机
过滤模式	粗效＋静电＋超级过滤	粗效过滤＋中效过滤
PM2.5 过滤效率	99.9%	低于 30%
杀菌功能	静电电压 6000V 可杀灭病菌	无
空气热交换	热回收效率 80%	无
室内空气新鲜度（CO_2浓度）检测	有	无
过滤器维护周期	粗效、静电每 1-3 个月清洗超级过滤器每 1-2 年更换	每 1-3 个月更换
新风系统	100%新风	30%新风+70%循环风
病菌交叉污染	无	严重
风管污染	无	严重

关键技术：

静电除尘器钨丝持续释放 6000 伏高压静电，使粉尘带上电荷并瞬间杀灭细菌和病毒；室内排出的空气与室外引入的新鲜空气，在经过空气热交换器时，进行热交换，可回收排风中 80%热能。

图 1

案例：

项目名称	天津泰达国际心血管病医院
项目建设规模	医院全面采用远大洁净新风机，使用面积 7.6 万㎡，配置 9 台 250m³，3 台 500m³，33 台 1500m³，9 台 3000m³ 洁净新风机。
主要建设或改造内容	替换医院传统新风+回风模式，采用 100%洁净新风，解决传统医院的空气污染诟病，更好保障病患及义务人员的呼吸健康。
主要设备	远大洁净新风机
项目投资额（万元）	470
项目建设期	3 个月
项目节能量（tce）	——
项目经济、环境及社会效益	热回收效率 70-80%,年节省 60 万元，室内比室外洁净 3776 倍

项目名称	天津金侨新梅江壹号
项目建设规模	该楼盘精装修房全套配置 1016 台 250m³、134 台 500m³ 的远大洁净新风机，具有极高的性价比和巨大的升值潜力。
主要建设或改造内容	楼盘精装修房全套配置洁净新风。
主要设备	远大洁净新风机
项目投资额（万元）	2300
项目建设期	12 个月
项目节能量（tce）	——
项目经济、环境及社会效益	热回收效率 70-80%，年节省 100 万元，室内比室外洁净 159 倍。

技术提供单位：远大低碳技术（天津）有限公司

远大成套冷热电联产系统

适用范围:

适用于数据中心、医院、宾馆、商场、写字楼、高铁站、机场等场所。

技术原理：

高温烟气发电做功后温度降至 500℃以下，经排烟管道进入溴化锂机组的高温发生器；同时发动机 90℃以上高温缸套水进入溴化锂机组的低温发生器。高温烟气及缸套水作为驱动热源，使发生器内的溴化锂溶液产生水蒸气，水蒸气被冷却水冷凝成水，冷凝水进入蒸发器这个高真空环境，骤然蒸发，降温至 5℃，喷洒到铜管上，使铜管内 14℃的空调水降温至 7℃，向中央空调用户提供冷水。高温烟气进入溴化锂机组的高温发生器，加热溴化锂溶液，产生水蒸气将制热铜管内的水加热，凝结水流回溶液中再次被加热，如此循环不已。高温缸套水通过板式热交换器加热采暖水回水，不再进入溴化锂机组。

主要技术指标：

燃气分布式能源是指利用天然气为燃料，通过冷热电三联供等方式实现能源的梯级利用，综合能源利用效率在 70％以上，并在负荷中心就近实现能源供应的现代能源供应方式，是天然气高效利用的重要方式。

关键技术：

关键技术包括：发电机、余热机组、输配系统。主要工艺流程如下。

模式一：烟气补燃型

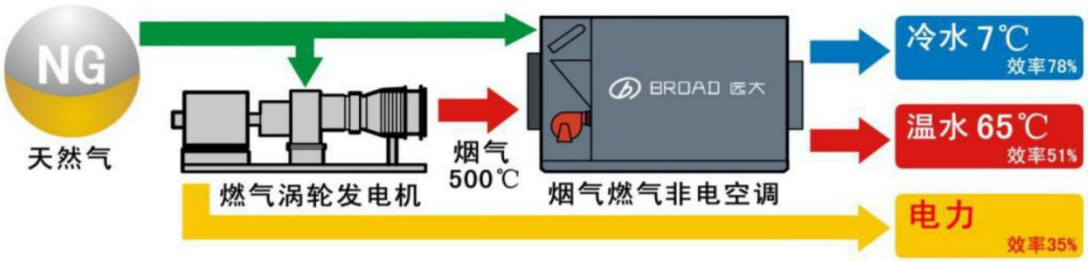

图 1

发电机向建筑供电，非电空调用烟气制冷制热，不发电或少发电时用天然气补燃。

模式二：烟气型

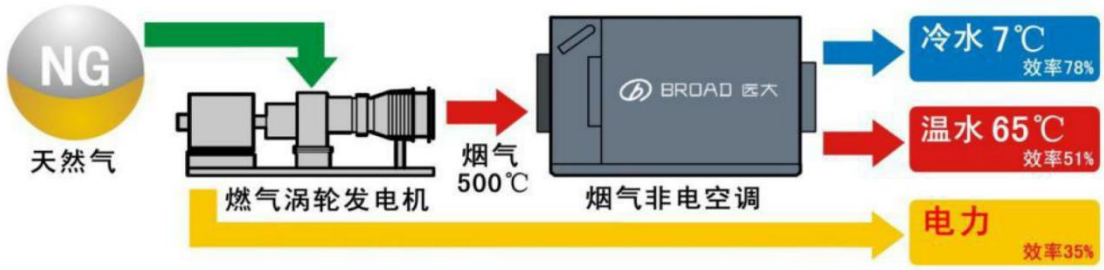

图 2

发电机向建筑供电，非电空调用烟气制冷制热，空调完全不用燃料。

模式三：烟气热水补燃型

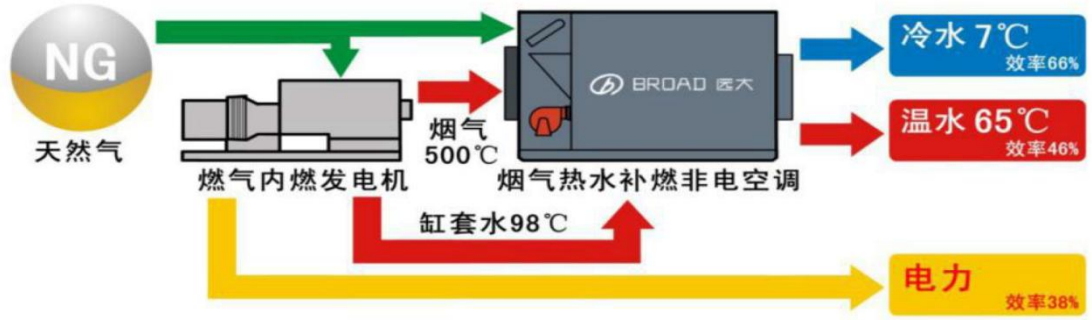

图 3

发电机向建筑供电，非电空调用烟气、缸套热水制冷制热，不发电或少发电时用天然气补燃。

模式四：烟气热水型

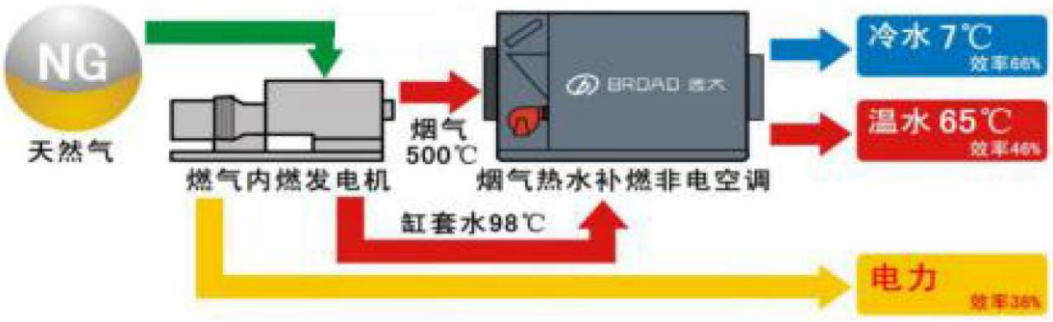

图 4

发电机向建筑供电，非电空调用烟气、缸套热水制冷制热，空调完全不用燃料。

案例：

项目名称	天津航天五院冷热电联产系统
项目建设规模	70 万 m^2
主要建设或改造内容	I 区建筑面积 34 万㎡，采用冷、热、电三联供模式，利用发电余热进行制冷制热。能源站的制冷总负荷：24423kW，总采暖负荷:18841kW。选择两台 1160kW 的燃气内燃发电机，总发电量可达 2320kW。发电主要提供机房、厨房（冷库）、车库、空压机房内的设备，在市政电网出现问题时作为备用电源，与市政电可随时进行切换。
主要设备	远大 BZY500XD 一台，BZHEY600XD 一台，康明斯 1160kW 发电机两台
项目投资额（万元）	3000
项目建设期	12 个月
项目节能量（tce）	2480
项目经济、环境及社会效益	经济效益：与传统电空调加锅炉相比，冷热电联供每年节省运行费用 35%。冷热电联供增加的投资 3 年即可全部回收，剩余 20 多年的运行费用收益达 1 亿元。

项目名称	苏州月亮湾冷热电联产系统
项目建设规模	规划建筑面积 111 万㎡，一期 37.5 万㎡
主要建设或改造内容	供电系统、空调系统
主要设备	发电机、余热空调机组、输配系统
项目投资额（万元）	1600
项目建设期	4 个月
项目节能量（tce）	396
项目经济、环境及社会效益	年节省费用 400 万；投资回报期 4 年；年节能 1800 吨油当量；年减排 CO_2 5400 吨；相当于种树 291600 棵。

技术提供单位：远大低碳技术（天津）有限公司

远大 XII 型非电空调

适用范围:

适用于需要供冷、供热、卫生热水的公建和工业场所。

技术原理：

（1）制冷原理：输入热能，使发生器的溴化锂溶液至 140℃产生水蒸汽，水蒸汽被冷却水冷凝成水，冷凝水进入蒸发器这个高真空环境，骤然蒸发，降温至 5℃，喷洒到钛管上，使钛管内 14℃的空调水降温至 7℃，向中央空调用户提供空调冷水，冷凝水吸收了空调热量变为水蒸汽，被来自发生器的浓溶液吸收，并将热量传递给冷却水，释放到大气中，变稀的溶液被泵到发生器，再次被加热，再次产生水蒸汽，如此循环不已。

（2）制热原理：输入热能加热溴化锂溶液，产生水蒸汽将制热钛管内的水加热，凝结水流回溶液中再次被加热，如此循环不已。这是远大独创的“分隔式制热”技术：制热时关断主体与高发之间的阀门，使主体处于冬眠状态，比“主体制热”型寿命延长一倍。

主要技术指标：

能效指标与现有同类技术的对比情况：远大非电热泵额定 COP：1.63，同类技术的能效：1.2。

关键技术：

钛管换热，设计使用寿命 60 年。

钛作为世上最耐腐蚀金属，以往只应用于航空航天及人体植牙、换骨领域。中央空调主机是楼宇的心脏，数千根换热管中只要有一根腐蚀泄漏，即造成全楼空调瘫痪。为实现中央空调“零故障”和“与建筑同

寿命”理想，远大克服“天价成本”和复杂工艺难题，发明全球首台钛管空调，使产品设计寿命达到 60 年以上，并以不高于铜管、不锈钢管产品 20%的价格投放市场，创造独一无二的客户价值。

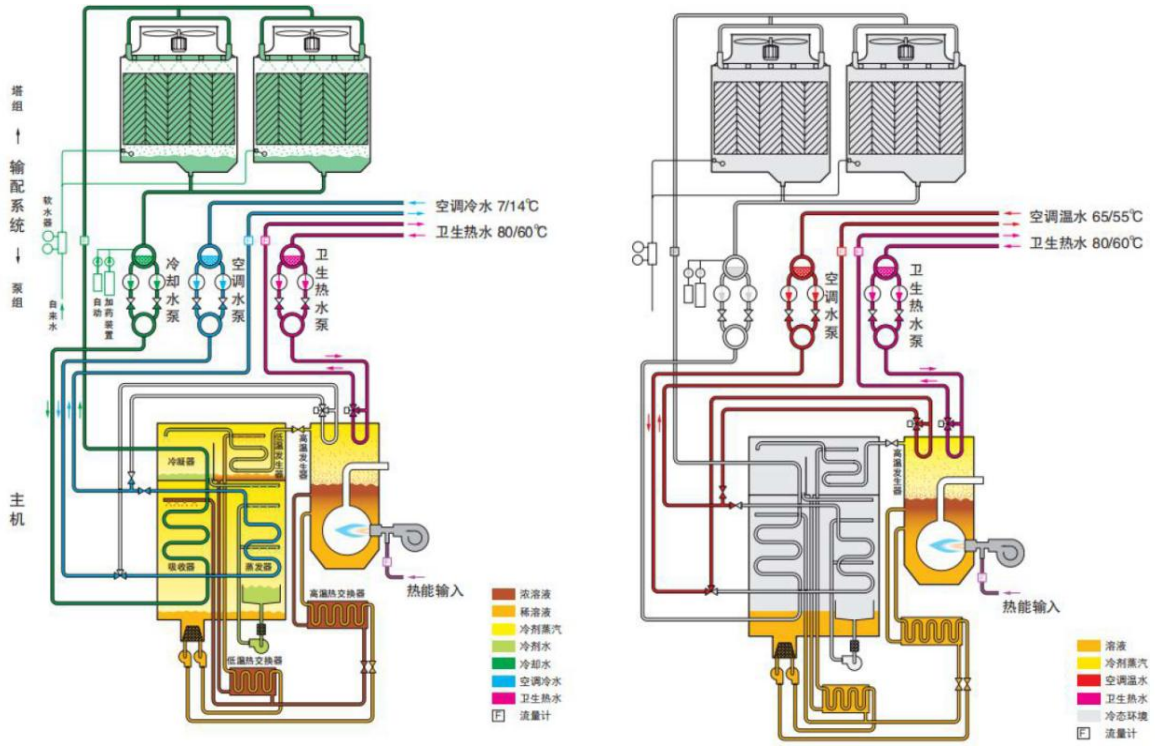

图 1　工艺流程图

案例：

项目名称	名郡大厦
项目建设规模	建筑面积 17000㎡
主要建设或改造内容	新建项目，空调系统主机采用远大 XII 型非电空调
主要设备	远大 XII 型非电空调
项目投资额（万元）	420
项目建设期	2019 年 6 月-2019 年 12 月
项目节能（tce）	40
项目经济、环境及社会效益	对比电空调，远大非电空调通过对余热的利用，能源效率比电空调高几十倍（即便是远大燃气型非电空调总能源效率高于电空调的总能源效率），投资省 1/3。

项目名称	北科泰达
项目建设规模	建筑面积 28000㎡
主要建设或改造内容	新建项目，空调系统主机采用远大 XII 型非电空调
主要设备	远大 XII 型非电空调
项目投资额（万元）	430 万元
项目建设期	2019 年 6 月-2019 年 12 月
项目节能量（tce）	72
项目经济、环境及社会效益	对比电空调，远大非电空调通过对余热的利用，能源效率比电空调高几十倍（即便是远大燃气型非电空调总能源效率高于电空调的总能源效率），投资省 1/3。

技术提供单位：远大低碳技术（天津）有限公司

远大一体化输配系统

适用范围:

可与任何水冷式中央空调机组配套使用，含电空调及非电空调。适用于常规清水、热水、消防水、高楼供水、小区供水、工业用水领域(滤网目数，水泵功率、扬程可自由选择，特殊订货)。

技术原理：

（1）超级省电：水系统零阻力设计,比传统输配系统减少配电 60％以上。水泵变频调节,实际运行电耗仅为配电功率的 30％-50％。

（2）彻底灭菌：配有加药装置,自动添加灭菌剂,消灭军团菌(退伍军人症)危害。

（3）快装快用：工期不足常规工程的 10％,节省客户时间成本。

（4）省钱省地：一笔投资解决所有问题:设计、采购、安装、调试,减少机房占地一半以上。

（5）放心省心：全部工厂制造及调试,节省客户管理成本,取得 欧美安全质量认证,实现中央空调产业化。

主要技术指标：

能效指标与现有同类技术的对比情况：水系统零阻力设计,比传统输配系统减少配电 60％以上。水泵变频调节,实际运行电耗仅为配电功率的 30％-50％。

关键技术：

一体化设计安装，0 阻力设计。

图 1

案例：

项目名称	天津市规划局
项目建设规模	建筑面积：18000㎡
主要建设或改造内容	水泵选型过大，Y 性过滤器和止回阀
主要设备	远大一体化输配系统
项目投资额（万元）	67
项目建设期	2017 年-2018 年
项目节能量（tce）	190
项目经济、环境及社会效益	超级省电、彻底灭菌、快装快用、省钱省地、放心省心

项目名称	中国联通金海分公司
项目建设规模	建筑面积：6000㎡
主要建设或改造内容	水泵选型过大，Y 性过滤器和止回阀
主要设备	远大一体化输配系统
项目投资额（万元）	40
项目建设期	2013 年-2014 年
项目节能量（tce）	90
项目经济、环境及社会效益	超级省电、彻底灭菌、快装快用、省钱省地、放心省心

技术提供单位：远大低碳技术（天津）有限公司

烟气余热回收清洁供热

适用范围：

适用于供热站、电厂烟气余热回收，工业、电厂、酒厂、地热尾水、数据中心等有低温废热和热需求的场所。

技术原理：

通过热泵产生 12℃低温冷水与高温烟气进行全热交换，排烟温度降到 30℃以下，同时得到 20℃低温热水进热泵机组，45℃采暖回水经热泵加热，提高到 60℃去供热。

主要技术指标：

远大非电热泵额定 COP：1.7-2.3，同类技术的能效：0.9

关键技术：

溴化锂吸收式热泵技术：输入天燃气驱动非电热泵从高温烟气中回收热量，热源和高温烟气热量通过中温水供给用户。

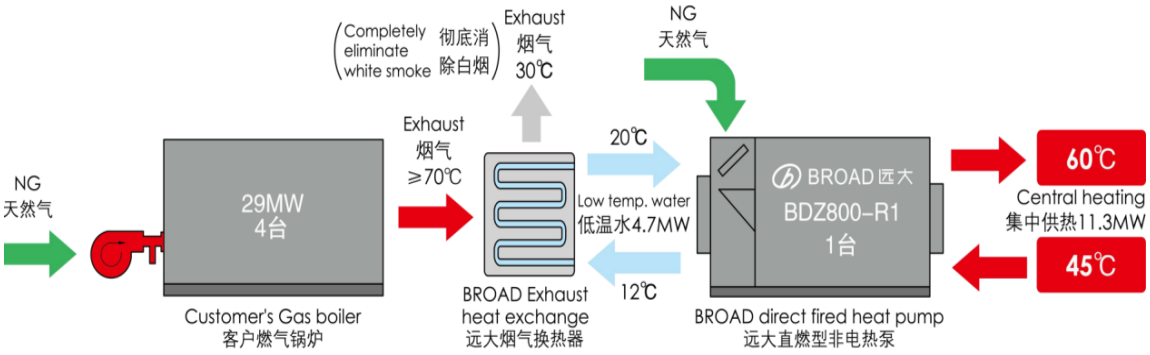

图 1

案例：

项目名称	天津芳馨园供热站烟气余热回收项目
项目建设规模	4 台 40t 热水锅炉烟气余热
主要建设或改造内容	回收 4 台 40t 燃气热水锅炉烟气余热
主要设备	吸收式热泵
项目投资额（万元）	1200
项目建设期	5 个月
项目节能量（tce）	1862
项目经济、环境及社会效益	每年为供热站节省燃气费用 360 万元，在目前煤改气的政策下可为供热企业大幅度降低供热成本，冬季消除“白烟”现象，值得在北方地区推广应用。

项目名称	北京翠林供热中心
项目建设规模	4 台 40t 热水锅炉烟气余热
主要建设或改造内容	回收 4 台 40t 燃气热水锅炉烟气余热
主要设备	吸收式热泵
项目投资额（万元）	1200
项目建设期	4 个月
项目节能量（tce）	396
项目经济、环境及社会效益	每年为供热站节省燃气 146 万立方米，在目前煤改气的政策下可为供热企业大幅度降低供热成本，冬季消除“白烟”现象，值得在北方地区推广应用。

技术提供单位：远大低碳技术（天津）有限公司

MDVS 全直流变频智能多联中央空调

适用范围:

适用于中央空调、暖通设备安装、机械设备、家用电器、电子产品，适用于冬季寒冷和夏季炎热地区。

技术原理：

美的多联机采用压缩机喷气增焓技术，类似汽车的涡轮增压技术，同排量下提供更强大动力输出，采用喷气增焓技术，实现了-25℃制热稳定运行，低温制热效果提升 30%，超高制热效果，让寒冬顷刻变暖春。

喷气增焓系统，是由喷气增焓压缩机、喷气增焓技术、高效经济器组成的新型系统。采用两级节流中间喷气技术，通过经济器进行气液分离，中低压时边压缩边喷气混合冷却，然后高压时正常压缩，提高压缩机排气量，达到提升能力的目的。

高效经济器的作用，一方面对主循环回路冷媒进行节流前过冷，增大焓差；另一方面，对辅助回路中经过电子膨胀阀降压后的低压低温冷媒进行适当的预热，以达到合适的中压。

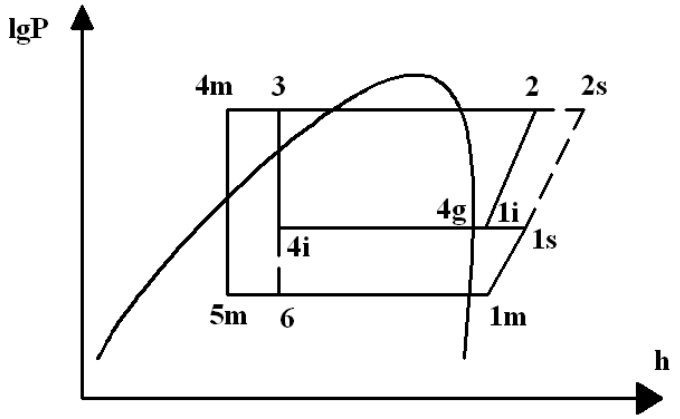

图 1

普通循环与喷气增焓循环在蒸发器处冷媒循环量相同，设为单位 1 kg/s，而区别在于辅路补气量为 α kg/s。

依照上图，喷气增焓系统制热量的增量为：

$$\Delta Q_c = Q_c - Q_c^{'} = (1+\alpha)(h_2 - h_3) - (h_{2s} - h_3) = \alpha(h_2 - h_3) - (h_{2s} - h_2)$$

h_{2s}-h_2 为排气过热的制热量，其相对于整个冷凝器的冷凝换热量来说比较小，显然喷气增焓系统相对于普通系统制热增量明显。

制冷工况下，喷气增焓系统制冷量的增量：

$$\Delta Q_e = Q_e - Q_e^{'} = h_6 - h_{5m} = \alpha(h_{4g} - h_{4i})$$

可以看出喷气增焓系统制冷量相对于普通循环制冷量是有所增加的。同一个系统，相同频率下，开启喷气增焓后制冷量提升 10%左右。这样相当于拓宽了压缩机的能力输出范围，对于夏热地区具有非常好的效果。

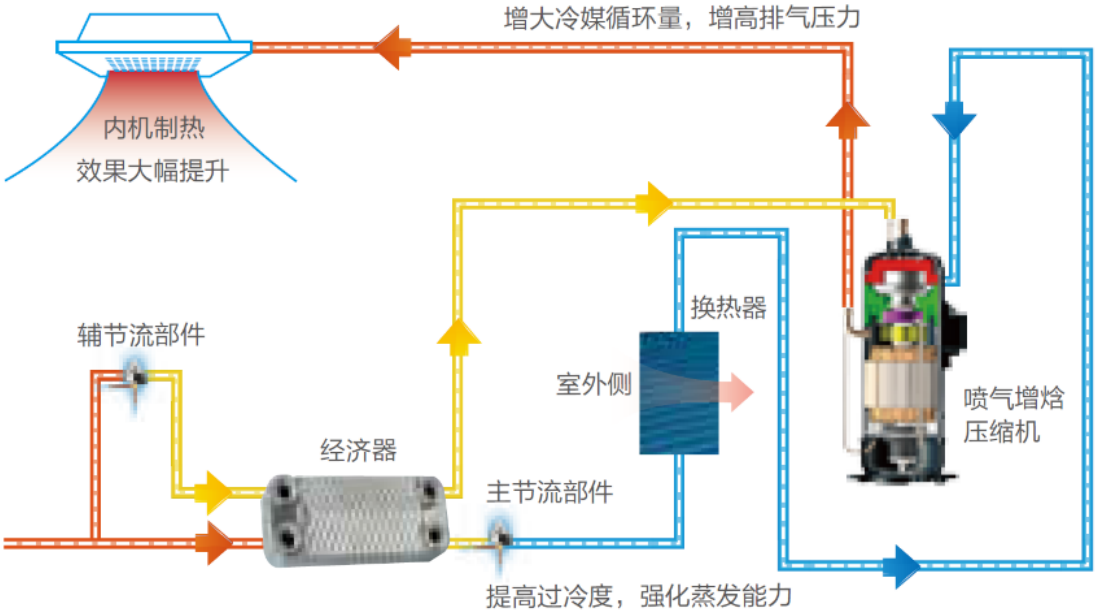

图 2

关键技术：

（1）喷气增焓技术

低温环境下，室外机换热器的液态冷媒吸热蒸发困难，导致冷媒蒸发量较少，从而导致压缩机能够吸入的冷媒很少，最终使得系统内循环

的冷媒不足，制热效果变差，温度越低越恶劣。

空调喷气增焓技术，类似汽车的涡轮增压技术，同排量下提供更强大动力输出，采用喷气增焓技术，实现了-25℃制热稳定运行，低温制热效果提升 30%，超高制热效果，让寒冬顷刻变暖春。

同一个系统，相同频率下，开启喷气增焓后制冷量提升 10%左右。这样相当于拓宽了压缩机的能力输出范围，对于夏热地区具有非常好的效果。

（2）防过压缩控制技术

采用防过压缩技术，有效的防止了排气压力过高而造成的功耗增加问题，压缩机运转更节能，同时使得系统运行更加稳定可靠。

（3）柔性压力设计

“柔性”是指涡旋盘在非正常工况下具有分离的能力。

MDVS 使用的压缩机采用了特殊的中间压力构造--背压腔结构（在动涡旋盘背侧），通过从动涡旋盘上的背压孔引入少量中压气体平衡轴向力。

在正常运转中，背压腔结构可以使涡旋盘顶部间隙控制在很小的范围，达到理想的轴向密封，避免冷媒泄露，提高压缩机能效。而当压缩机启动和停止时，背压腔中的中间压力气体可随运转压力的变化自行调节动静涡旋盘之间的压力，实现起停过程的稳定性。当压缩室因进入液态冷媒或大量润滑油等不可压缩流体时，由于负荷突然增大，背压合力与轴向力平衡破坏，可使动、静涡旋盘轴向分离，防止液击。

根据运行压力动态调整中间压力，实现了轴向柔性，背压腔结构具有良好的动态平衡优势，增加压缩机的运转稳定性，允许少量杂质和液态冷媒通过，避免涡旋盘机械损坏，使用寿命长。

（4）特宽频运转技术

压缩机转速范围 0-160rps(0-480Hz)，相比目前普遍的压缩机转速只有 100rps，能力范围更宽广，高频输出能力更充足，低频运行能力调节更为精确，适应不同场合的需求。

（5）全新动态油平衡设计（压缩机自动均油技术）

冷媒由吸气管吸入压缩机压缩工作腔内，经压缩排出到全封闭压缩机腔体中，再经排气管流经制冷系统。

排气管和油池之间增设油平衡管，根据运动流体力学中伯努利方程原理 $p+\frac{1}{2}\rho v^2+\rho gh=C$，排气管中是高速气流，油平衡管中是低速液体，高速气流压力低，故油平衡管中油会随排气排出。

同时根据压缩机工作过程实际需要的油量来决定油池中油平衡管的高度，控制油池油位，保证运行中各台压缩机需要的最低油量。这样把自身多余的油量自动分配其他有需要的压缩机，实现压缩机间动态油平衡，提高了并联使用的可靠性。

（6）无级变频

无级变频即在运行范围内频率可以任意地无间断连续调节，没有档位限制，调节更精确，用户体验更舒适。MDVS 风机和压缩机都是采用无级变频技术。

（7）二次过冷技术

冷媒经过冷凝器换热冷却后达到过冷状态，实现了一次过冷，再增加经济器（板式换热器）对冷媒进一步换热冷却，加大过冷度，实现二次过冷。

（8）智能除霜技术

室外机在连续运行中，检测室外环境温度、换热器盘管温度、压力、电流等参数和负荷变化，智能判断换热器结霜情况，精准确定除霜时机，保证有霜除霜，无霜则正常制热，减少不必要的除霜，用户体验更舒适。

一般运行 45-120 分钟除霜一次，除霜时间 3-10 分钟，具体会根据结霜情况智能调整变化。

案例：

项目名称	桦科大厦渤海财险办公楼项目
项目建设规模	10000 ㎡
主要建设或改造内容	建筑、空调
主要设备	美的多联机
项目投资额（万元）	空调 200 万
项目建设期	2 年
项目节能（tce）	——
项目经济、环境及社会效益	机组已运行近两年，施工安装效果较佳，使用过程中无产生故障，多联机维护简单，后期维护成本将大大降低，且多联机产品节能效果显著，为用户带来了完美的体验。

项目名称	重庆大学
项目建设规模	30000 ㎡
主要建设或改造内容	建筑、空调
主要设备	美的多联式空调（热泵）机组
项目投资额（万元）	空调 300 万
项目建设期	1 年
项目节能（tce）	——
项目经济、环境及社会效益	机组已运行近五年，施工安装效果较佳，使用过程中无产生故障，多联机维护简单，后期维护成本将大大降低，符合 GMP101-00-2007《产品质量鉴定检查实施规则》，符合节能减排的规定，节能减排效果显著，为用户带来了完美的体验。

技术提供单位：天津市克来沃美的暖通设备销售有限公司

M-BMS 美的智慧楼宇综合管理平台

适用范围：

适用于需要对建筑设备监控系统和公共安全系统等实施综合管理的建筑。

技术原理：

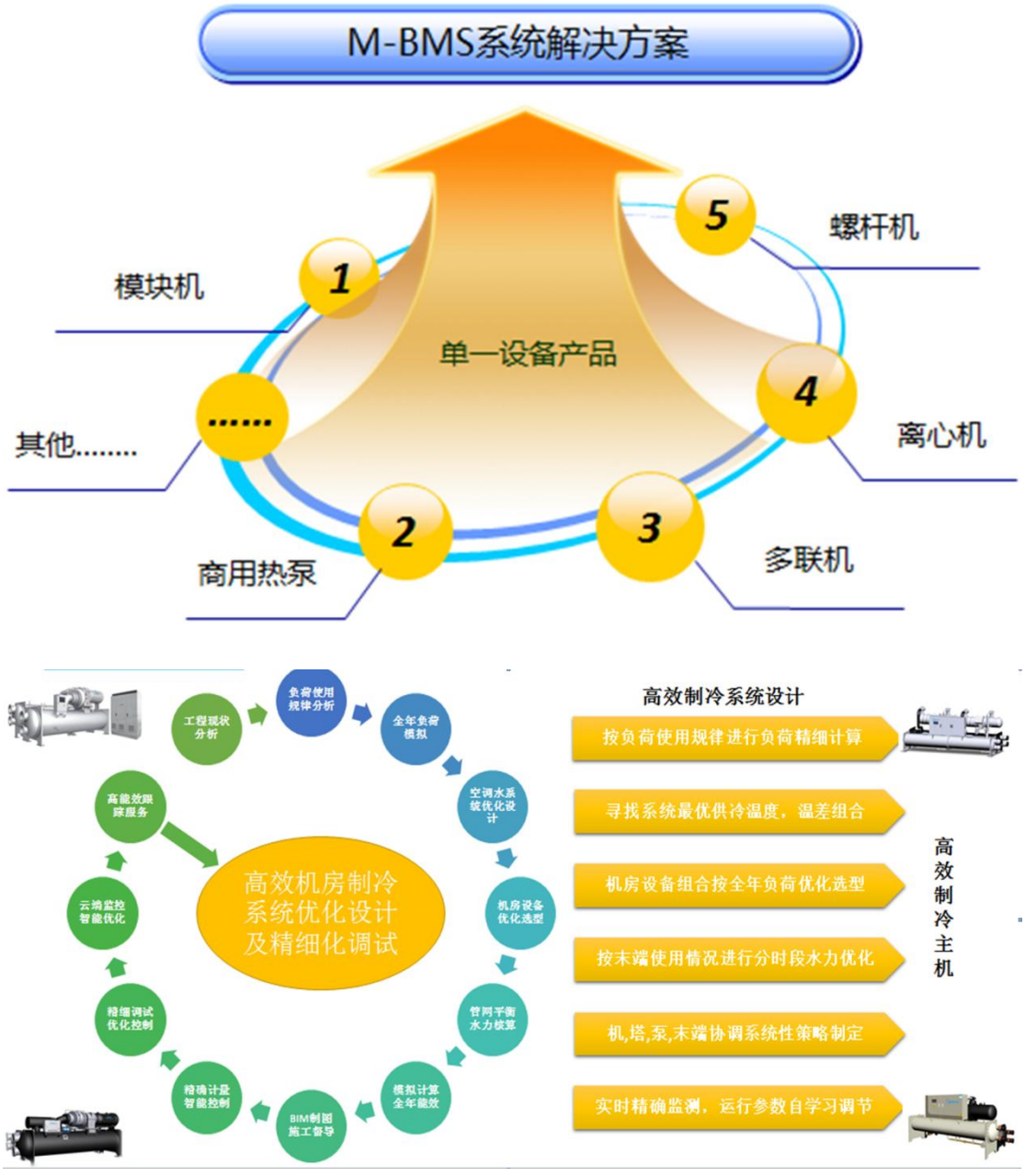

图 1

BMS，即 Building Management System，楼宇管理系统，是对建筑设备监控系统和公共安全系统等实施综合管理的系统。一般包括楼宇自控系统、公共安防系统、门禁管理系统、停车场管理系统、信息发布系统、能量计量系统等。

楼宇自控是指楼宇中电力设备，如电梯、水泵、风机、空调等，其主要工作性质是强电驱动。美的具备三种协议对应的网关设备，支持 BMS 楼宇自控系统 Modbus、BACnet、Lonworks 三种协议接入。将多联机接入 BMS 可以方便监控各室内机和室外机的运行情况，集中控制，优化运行策略，延长设备使用寿命，节约能源和管理费用。

空调群控系统由设备层、驱动层、控制层组成。其中设备层主要为主机、泵、风机等设备，为空调系统内的基本设备；驱动层为泵与风机的动力驱动柜；控制层主要实现系统运行数据的采集与分析，并采用优异的控制策略对泵、风机、主机进行合理控制，最终简化系统运行管理、提高系统运行可靠性，减少系统能耗。另外控制层还预留与上位机通讯接口，可实现系统的远程监测与控制。

控制系统采用西门子工业级 DDC/PLC 控制器，充分保证控制系统可靠性。系统由上位机工作站、现场控制器(DDC/PLC)和相应的传感器构成。

机房群控系统为 BAS 提供 modbus 通讯接口，并开放所有监测数据给 BAS 系统。

关键技术：

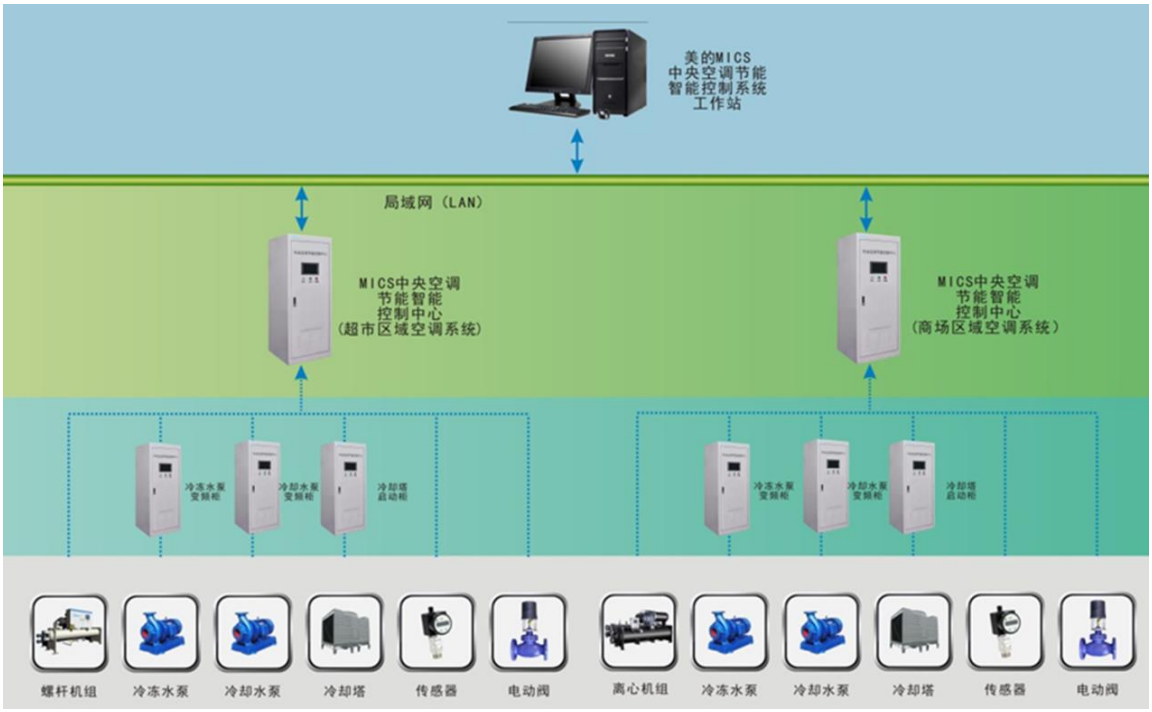

图 2

（1）高效节能设计深化

①空调负荷预测及主机节能

冷水机组群控系统可实时采集系统数据，智能分析系统空调负荷需求。根据建筑内总负荷实时变化，智能调节空调主机供水温度及系统的供水流量。夏季运行同时自动调节冷却水回水温度及流量，确保主机的高效稳定运行，实现整个系统的节能控制。

中央空调系统中，中央空调主机的能耗占整个系统能耗的一半以上，因此对中央空调系统节能首先要做的是对中央空调主机进行节能控制。经过实验验证，夏季供水温度每升高 1℃，可减少主机能耗 3%。夏季供冷时，不同季节、不同时段的建筑负荷在时刻变化，因此需要供水温度时刻变化，而供水温度变化时，必须确保循环水泵、地下水泵的匹配运行才能确保整个系统的稳定运行。

因此采用先进的负荷巡航控制策略，实时监控系统内各设备的运行状态及参数，使用混杂系统动态技术、模糊 PID 控制技术、BANG-

BANG+PID 控制技术，实时控制主机供水温度，采用耦合控制策略智能调节冷冻水流量、冷却水流量、冷却水温度，最终实现整个系统的整体节能。

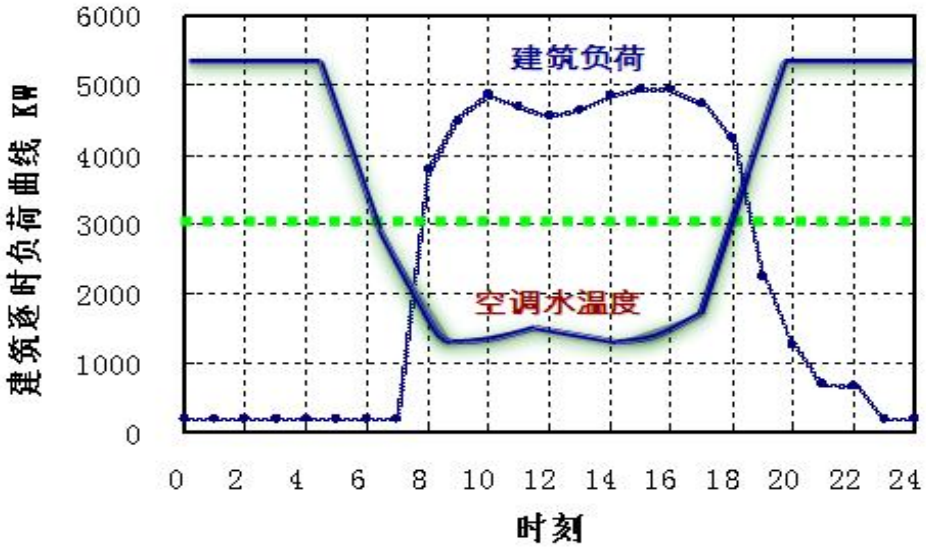

图 3

②冷却水系统优化节能控制

空调控制系统增加冷却水泵变频控制柜，实现冷却水泵的柔性启动，减少电机磨损，减少系统水锤，可以减少对电网的冲击；最佳的冷却水流量和温度下，空调主机和冷却系统的总能耗最低；负荷实时预测和优化分配，配合最佳的冷却水流量和温度，可实现主机、冷却塔、冷却风机的整体节能，即冷量高效制取。

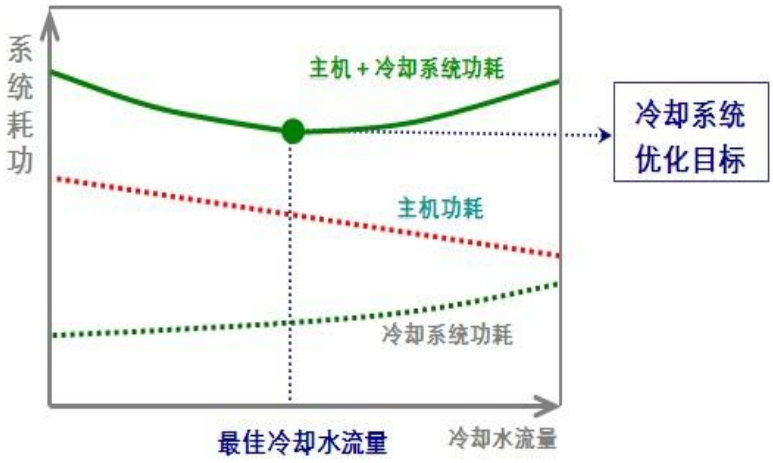

图 4

③一次泵变流量控制

在冷冻水供回水管路上加装两个压力传感器，并利用系统现有的压差变送器，通过对系统压力、压差的分析优化空调水流量，并对各台水泵变频器频率的准确调控，从而实现空调冷量在空调系统中的输送过程的高效率。为最大限度的降低水系统阻力，我们采用独创的变压差控制策略以使末端阀门尽可能大开度运行，从而降低冷冻水泵能耗，提高系统效率。

④能耗分项计量与节能优化

建筑能耗分项计量可明确能耗在用能终端的分配情况，从而有利于加强管理，发现节能潜力所在，检验各项节能措施的效果等，对于节能策略的制定、实施和检验都具有重要的意义。中央空调系统是由多类设备组成的综合系统，各类设备的完美匹配运行才能实现系统的整体稳定、高效运行。

对系统中的各类设备，如空调主机、冷冻水泵、冷却水泵、冷却风机等进行分类分项电能计量，为系统的持续节能方案的实时提供数据和依据。我们在主机，冷冻水泵，冷却水泵，冷却塔风机配电柜分别加装智能电能表，对各个设备能耗进行分项计量，从而为系统的持续节能方案的实施提供了数据和依据。

⑤远程专家管理

总部远程监控中心通过对各项目的远程监控，根据项目实际提供系统优化报告，对项目的运营指导、能效提升、提高各项目运营水平，降低运营费用。远程节能专家（REE）可实现系统的远程在线监控、数据采集及存储、远程系统管理秘书、专家报告等功能。

（2）稳定性和可靠性保障

①智能化控制策略确保主机安全运行

节能智能控制系统通过对多台主机的连锁控制，实现主机负荷的自动分配，避免主机出现频繁开关机等问题，并通过均衡主机运行控制延长主机使用寿命。而且通过对机房各类设备的自动智能控制，可彻底解决主机过渡季节开机运行可能出现的低压报警、低压差报警、缺油报警等问题。例如螺杆机组采用冷凝压力（高压）和蒸发压力（低压）的压差供油，对运动部件进行润滑。冷却水进水温度较设计工况低很多时，由于冷凝器的冷却效果较好，系统冷凝压力就会较低，系统运行压差就会降低，润滑油供给流量就会减少。当水温降到一定程度，高低压压差可能会低于所需要的供油压差，从而造成运动部件无法良好的润滑。因此在过渡季节，在保证主机最低流量情况下减少冷却水流量，并根据主机散热负荷调节冷却水流量，可有效改善过渡季节主机无法开机，运行缺油等故障。

②综合预报警事件管理

系统采取分布式控制、集中管理监控的模式，防止故障集中化，对所有设备状态进行实时监测，系统提供预警、报警两类处理机制，提高系统设备安全性和可靠性。一旦出现异常，可根据异常级别采取不同的保护处理措施。

智能控制系统可根据系统各设备参数自动分析判断运行工况特性，并基本专家分析系统为运营管理者提供预警提醒，以便提前处理系统隐患，避免出现系统和主机等设备出现故障停机问题，确保系统长期稳定、可靠运营。且基于项目实际的预报警参数可由运营管理者自主设置，提高运营灵活性。

③冷却水系统安全监控

在冷却系统供回水管路上加装压力变送器，测出管道压力，监控水流是否正常、管道是否泄漏，以便对系统稳定可靠运行提供自动监控和管理，及时提醒系统运行管理者，避免出现系统故障停机。

④系统管理秘书（SMS）功能

冷水机组群控系统拥有系统管理秘书功能，用户可通过手机实现系统内参数监测、故障报警等监控，提高系统可靠性。系统自带短信监控功能，管理人员可远程发送短信命令，异地获取系统主要运行参数及能耗指标，并可通过短信命令实现系统内设备的控制功能，例如泵的启停、阀门的开关、主机的启停等功能。

当系统发生故障或系统运行数据异常时，不但在智能管控平台上会进行显示报警，系统还会通过短信将系统的异常情况发送给管理员，方便用户进行管理，提高管理人员对系统故障的反应速度。

⑤主机与群控系统的完美结合

通过集成美的中央空调群控系统 MICS 的应用，美的不仅是设备的制造商同时也是群控系统的提供者，整个系统的质量和售后服务都由美的一家公司负责，且主机与群控系统无缝链接，从而为客户提供整套系统的解决方案及服务，提高了工作效率。

案例：

项目名称	晨阳水漆
项目建设规模	10 万㎡
主要建设或改造内容	空调 自控
主要设备	美的高效变频直驱降膜离心机组、组合式空气处理机组、BMS 自控
项目投资额（万元）	空调＋BMS：600 万
项目建设期	3 年
项目节能量（tce）	——
项目经济、环境及社会效益	整体节能性大大提高

项目名称	佛山顺德万豪酒店 M-BMS 节能控制系统
项目建设规模	10 万㎡
主要建设或改造内容	空调自控
主要设备	美的高效离心机组、组合式空气处理机组、BMS 自控
项目投资额（万元）	空调＋BMS
项目建设期	3 年
项目节能量（tce）	——
项目经济、环境及社会效益	冷源系统整体节能 31％

技术提供单位：天津市克来沃美的暖通设备销售有限公司

超低温空气源热泵机组-烈焰

适用范围:

适用于北方采暖、超低温制热、商业改造等。

技术原理:

低温空气源热泵采暖机组是以空气为冷（热）源，以水为供冷（热）介质的中央空调机组。把环境介质（空气）中贮存的能量在蒸发器中加以吸收；它本身消耗一部分能量，在压缩内部压缩，通过工质循环系统在冷凝器中进行放热，来加热末端取暖设备（地暖盘管、暖气片或与风机盘管）中的循环水而提供热量。采用超低温空气源热泵技术，利用少量电能产生更多的能量，满足冬季采暖、夏季制冷的需求，达到经济运行和节能环保的目的。

低温空气源热泵既能满足冬季采暖和夏季制冷的需求，而其他采暖设备(如常规燃煤（燃气）锅炉或电采暖)往往只能冬季采暖，夏季制冷还需要加装相应设备，需要二次投资设备费用，并且低温空气源热泵机组有舒适度、安全性、运行费用和操作性等特点的优势。

低温空气源热泵机组采用水、电完全分离，无需因燃煤(天然气)带来泄漏危害或爆炸危险，或燃烧不充分带来大气污染。因此空气源热泵可以实现一年四季全天 24 小时安全可靠运行，并且不会对环境造成污染。相比太阳能、燃气、水地能(源)热泵等形式，空气源热泵不受水源地质、燃气供应不足的限制。

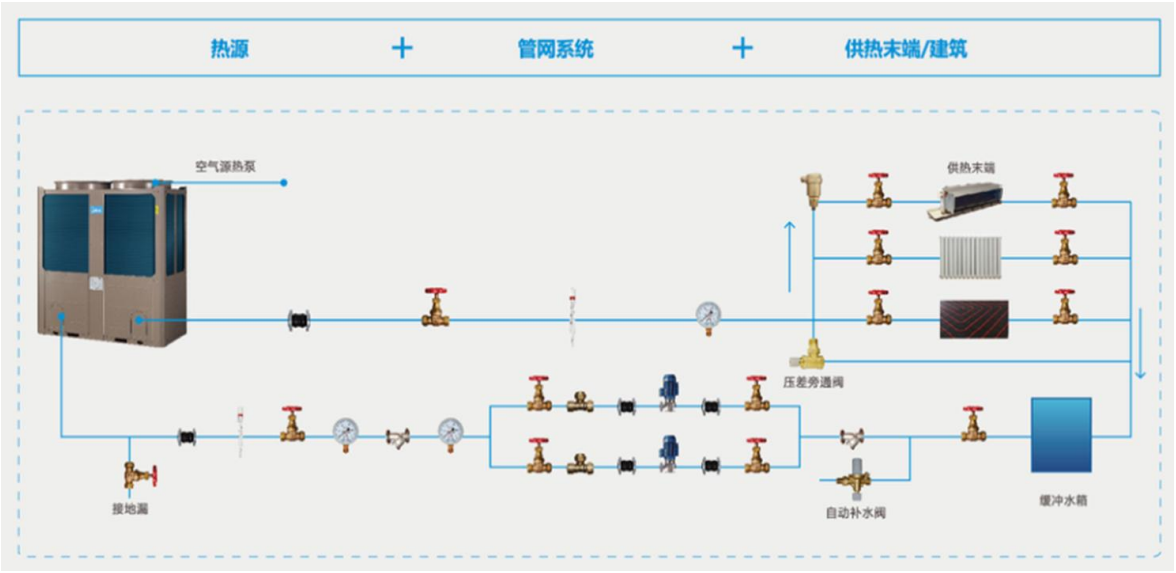

图 1　低温空气源热泵机组与末端设备及管网的系统工作原理图

主要技术指标：

烈焰采暖全系列机组的部分负荷综合能效均高于国标，能效越高，机组运行费用越低，越高效节能。烈焰部分负荷综合能效 IPLV(H)均满足国标，变频烈焰 IPLV(H)远远超过国标。

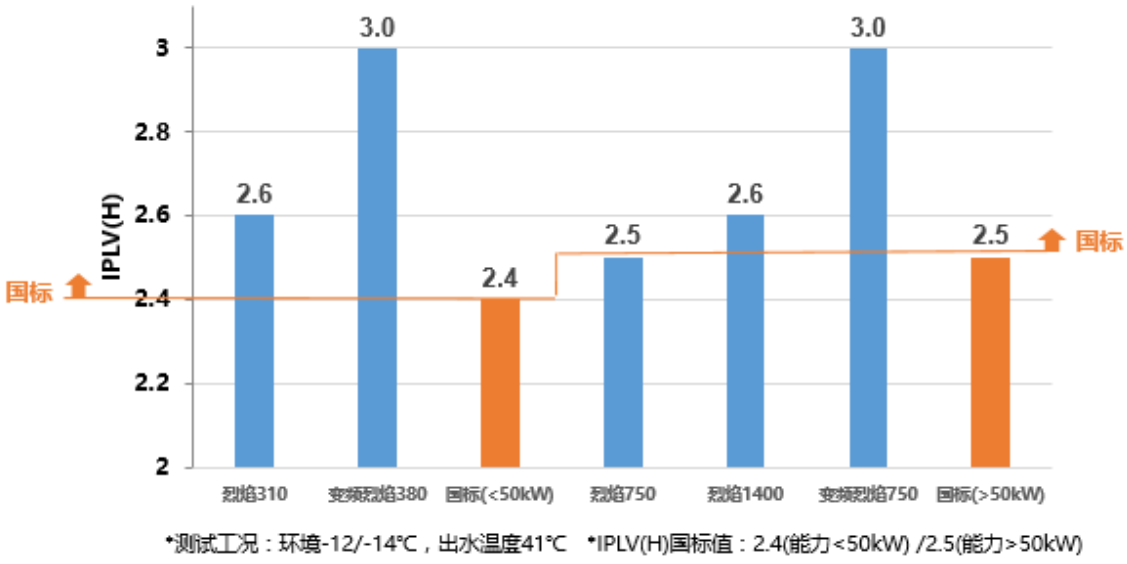

图 2

关键技术：

（1）涡旋压缩机喷气增焓技术

低温环境下，室外机换热器的液态冷媒吸热蒸发困难，导致冷媒蒸发量较少，从而导致压缩机能够吸入的冷媒很少，最终使得系统内循环的冷媒不足，制热效果变差，温度越低越恶劣。

喷气增焓技术，类似汽车的涡轮增压技术，同排量下提供更强大动力输出，采用喷气增焓技术，实现了-25℃制热稳定运行，低温制热效果提升 30%。

喷气增焓系统，是由喷气增焓压缩机、喷气增焓技术、高效经济器组成的新型系统。采用两级节流中间喷气技术，通过经济器进行气液分离，中低压时边压缩边喷气混合冷却，然后高压时正常压缩，提高压缩机排气量，达到提升能力的目的。

高效经济器的作用，一方面对主循环回路冷媒进行节流前过冷，增大焓差；另一方面，对辅助回路中经过电子膨胀阀降压后的低压低温冷媒进行适当的预热，以达到合适的中压。

（2）特宽频运转技术

压缩机转速范围 0-130rps(0~390Hz)，相比目前普遍的压缩机转速只有 100rps，能力范围更宽广，高频输出能力更充足，低频运行能力调节更为精确，适应不同场合的需求。

（3）无级变频调速技术

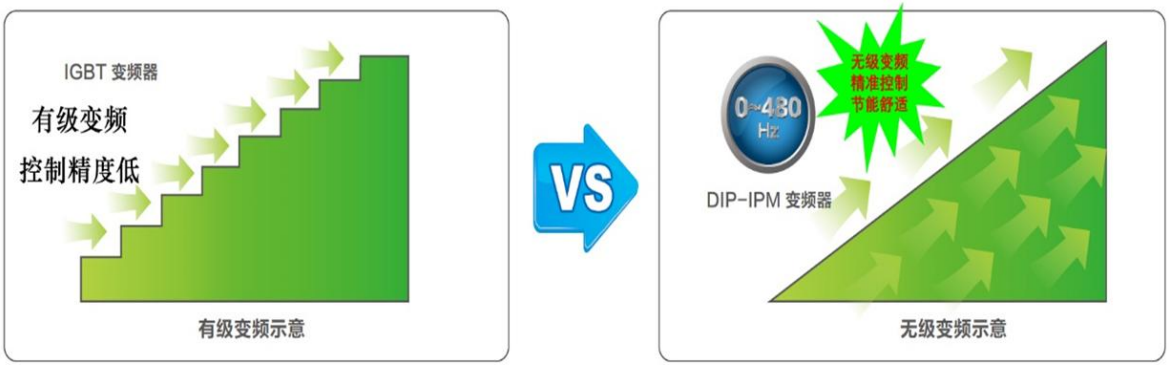

图 3

无级变频即在运行范围内频率可以任意地无间断连续调节，没有档

位限制，调节更精确，用户体验更舒适。变频烈焰直流风机和压缩机都是采用无级变频技术。

（4）舒适健康非对称风扇设计

两个风轮采用不同叶片数结构设计，将传统的 5+5 风轮设计改为 5+6 风轮，该设计可以避免运行过程中产生共振，大大提高室外机的运行音质，降低噪音，给用户创造安静舒适的工作和生活环境。该方案为美的独家专利设计，2008 年便申请专利，行业首创。

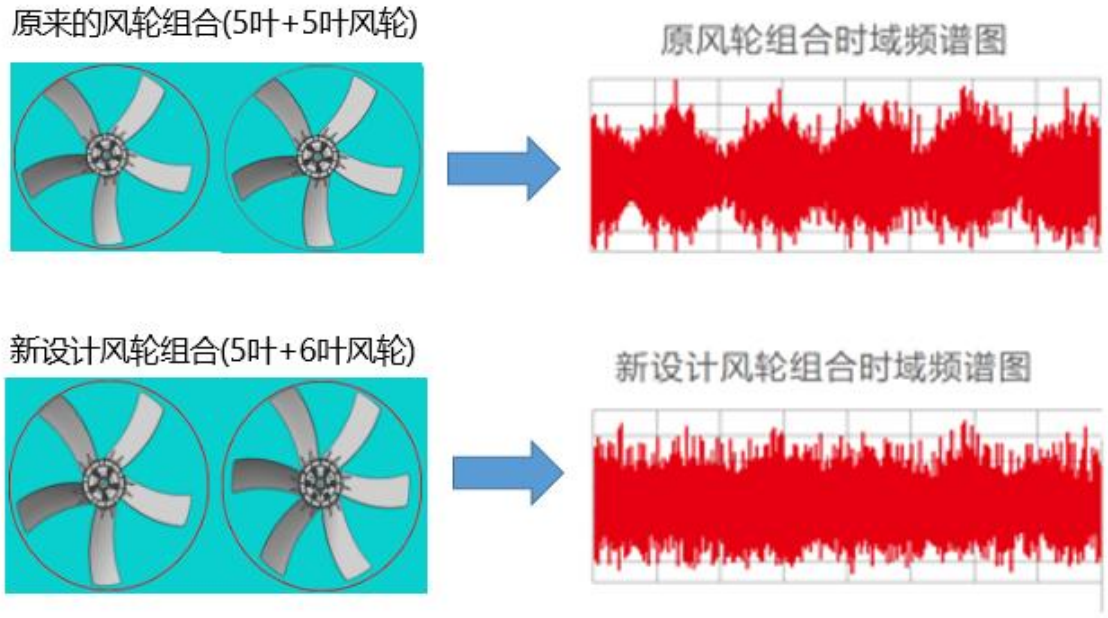

图 4

（5）智能化霜和轮换化霜

①智能化霜

机组在低环境和湿度大工况下容易结霜，机组根据制热运行的主要参数和负荷变化，智能精准化霜控制，低温时精准判定除霜时段，做到多霜时化霜周期缩短、少霜时化霜周期加长，无霜正常制热。有效减少除霜次数，延长制热时间，减少制热衰减，大大提高制热效率，并且能够根据实际情况进行强制手动除霜。

②轮换化霜

当多台机组并联时：每台机组之间和机组内的多个系统均可智能轮换化霜，不同时进入化霜，避免水温波动大，保证室内温度的舒适性。每台机组的每个系统间轮换化霜，需要等待前面系统先完成化霜后再执行化霜，避免化霜期间水温波动过大，保证用户使用的舒适性，以下示例：

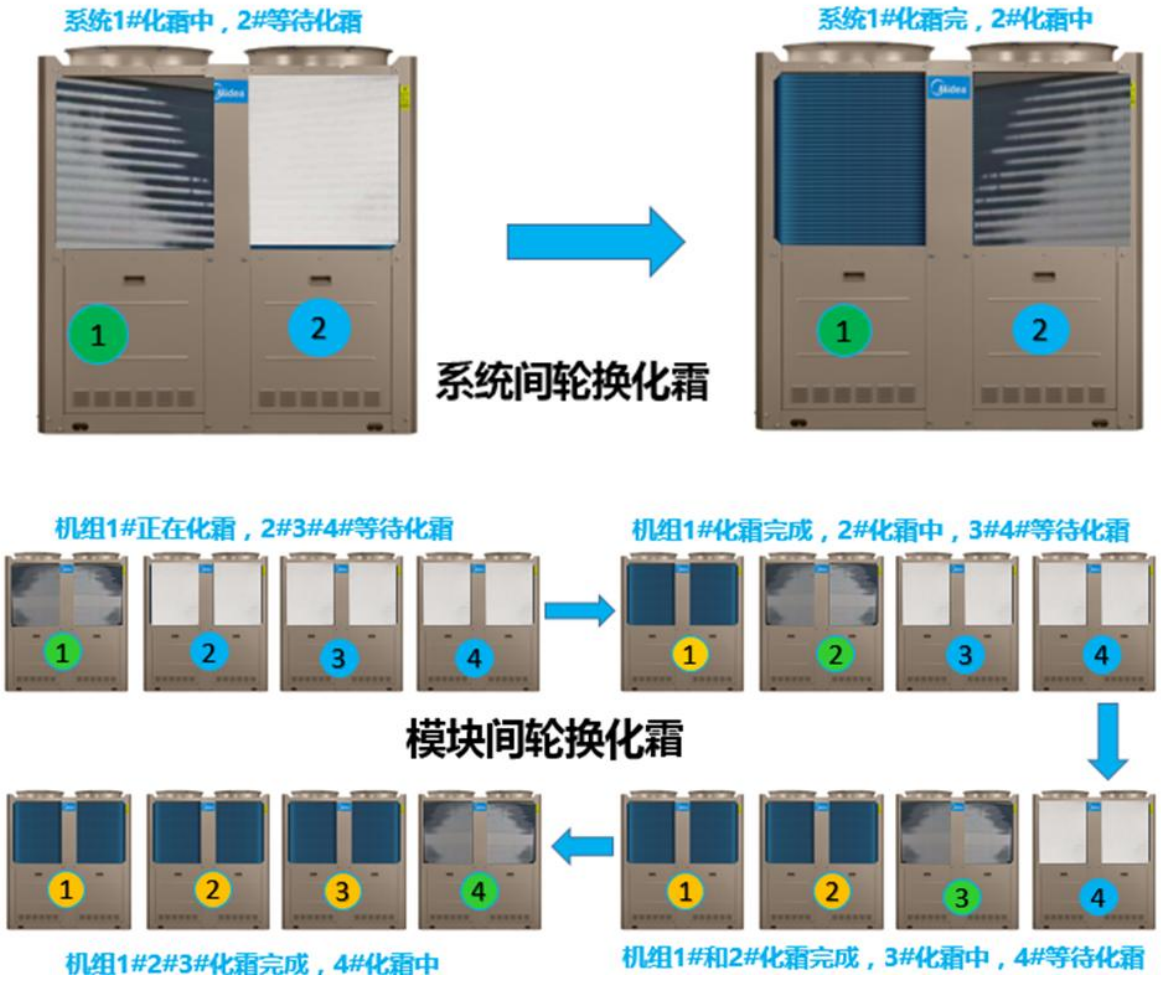

图 5

案例：

项目名称	保定市冀一混凝销售有限公司办公区
项目建设规模	10000 m^2
主要建设或改造内容	空调
主要设备	低温空气源热泵机组　DN-VE700/NSN1-H
项目投资额（万元）	200 万
项目建设期	2 年
项目节能量（tce）	——
项目经济、环境及社会效益	机组已运行近两年，施工安装效果较佳，使用过程中无产生故障，节能效果显著，为用户带来了完美的体验。

项目名称	沈阳朗琴产业园
项目建设规模	10000m^2
主要建设或改造内容	空调
主要设备	低温空气源热泵机组 DN-VE360/NSN1-H
项目投资额（万元）	150
项目建设期	3 年
项目节能（tce）	——
项目经济、环境及社会效益	机组已运行近一年，施工安装效果较佳，使用过程中无产生故障，多联机维护简单，后期维护成本将大大降低，且多联机产品节能效果显著，为用户带来了完美的体验。

技术提供单位：天津市克来沃美的暖通设备销售有限公司

智能能耗监测与调控系统

适用范围:

适用于对单个楼宇（如写字楼、医院、学校、场馆、铁路站房等）、整个园区（如生产基地、商业/工业园区等）等的建筑与设备能耗的监测、统计分析、趋势预测、节能控制。

技术原理：

智能能耗监测与调控系统将物联网、大数据、人工智能技术与电气控制技术相融合，实现对用电设备能耗的全面感知、实时分析、风险预警、趋势预测与节能控制，智能分析用户能源使用情况，找出不合理用电设备和用电环节，提出节能建议，并提供节能控制手段。

同时，智能能耗监测与调控系统还可以集成入中力智慧电气 CIES 系统，与电力监控、备用电源投切、电气火灾监控、智能防雷监控、动态环境监控、运维管理等多个监控系统合一，大大减少了用户现场监控终端设备、布线、监控主站设备和运维人员的数量，在实现高效管理的基础上节省了用户的建设投入、运行用能和后期维护成本。

系统采用分层级、模块化的设计理念，由 3 层架构组成，分别为用户管理层、网络通信层和现场设备层，各层之间采用成熟的计算机系统工程规范搭建，通过专用通信网络完成系统各层之间的数据传输，实现智慧功能。

在设计理念上，应用模块化的方式对不同的功能进行分割，不同的功能对应不同的监控终端和传感器，可以实现针对不同台站的配置不同的功能模块，这样使得系统具有功能模块化、多样化、可选化的灵活性优点，有利于在大范围推广。

主要技术指标：

多合一设备和系统：比两个及以上独立的系统可节省设备、布线等建设投入资金 35%以上，节省后期维护成本 50%以上；节能建议和条件控制技术，比常规系统可节能 10%以上。

关键技术：

系统采用分层级、模块化的设计理念，由 3 层架构组成，分别为用户管理层、网络通信层和现场设备层，各层之间采用成熟的计算机系统工程规范搭建，通过专用通信网络完成系统各层之间的数据传输，实现智慧功能。

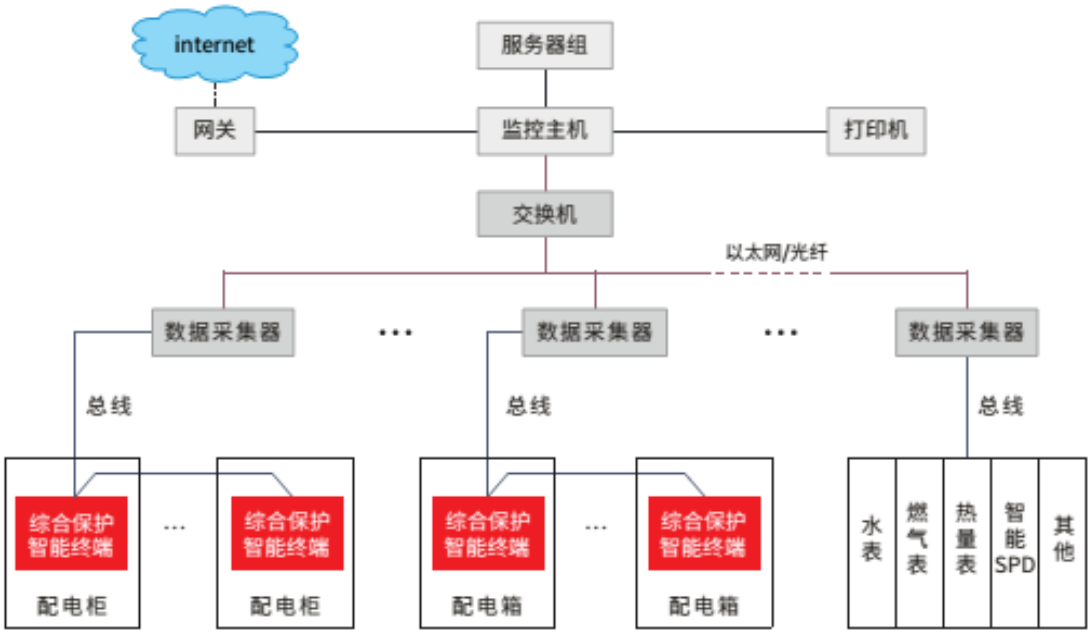

图 1

（1）物联网技术，且保护测量合二为一

基于有线或无线网络技术对建筑内主要用能设施、设备进行用能分项计量，包括电量、水量、冷量、暖量等，再通过物联网技术将建筑用能精细化计量数据传输到能效管理平台，用户通过平台可以实时、准确、详细地掌握每个用能终端的能源消耗数据。研制了保护和测量用二合一电流互感器，节省了器件材料和配电箱柜内安装空间。

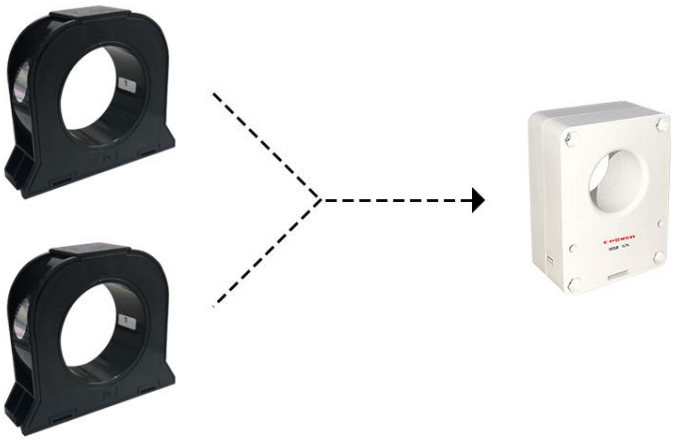

图 2

（2）多系统合一

电力监控、能耗监测和电气火灾监控三台终端合为一台，三套通信布线合为一套：研制了一种智慧配电终端，把电力监控、能耗监测和电气火灾监控三台终端合为一台，只需布一套通信线。

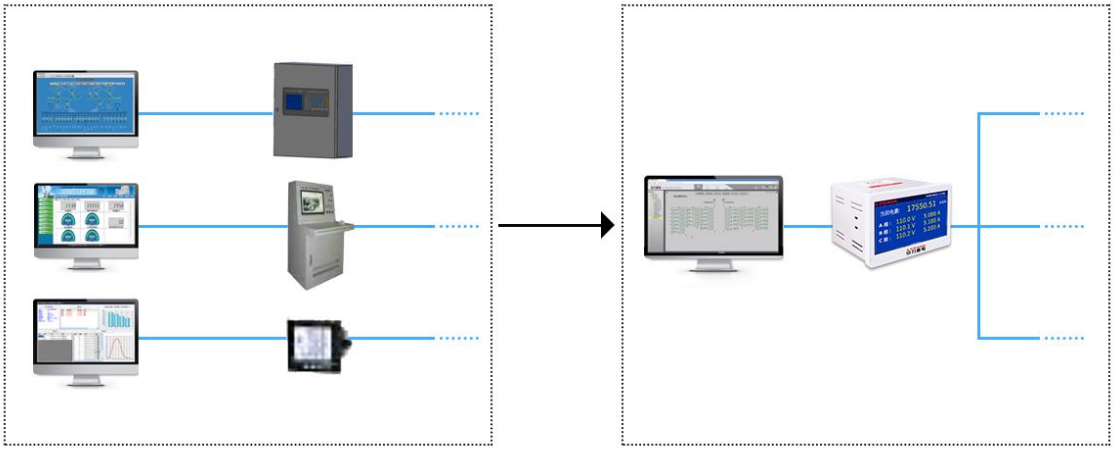

图 3

电力监控、备用电源投切、能耗监测、电气火灾监控、智能防雷监控、动态环境监控、运维管理等多套监控主站系统合为一套，只需配置一套监控主站设备（服务器、监控主机、UPS、交换机、监控软件等）。

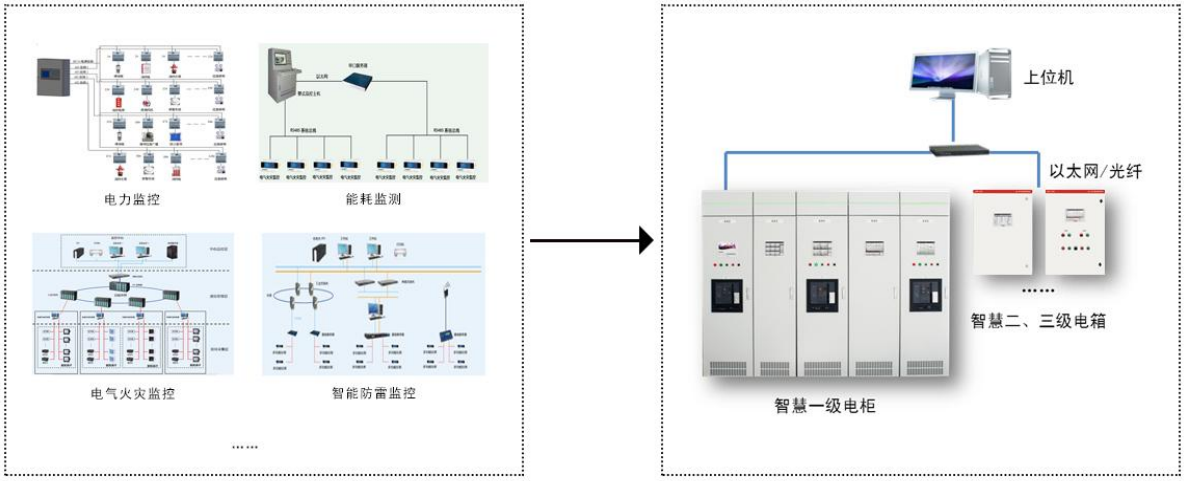

图 4

（3）基于 AI 技术的智能分析

通过智能分析、学习项目现场经纬度时区时间、不同用电回路电流大小、摄像头监控视频等条件，找出不合理用电情况，发出告警或自动关闭电源，实现节能。

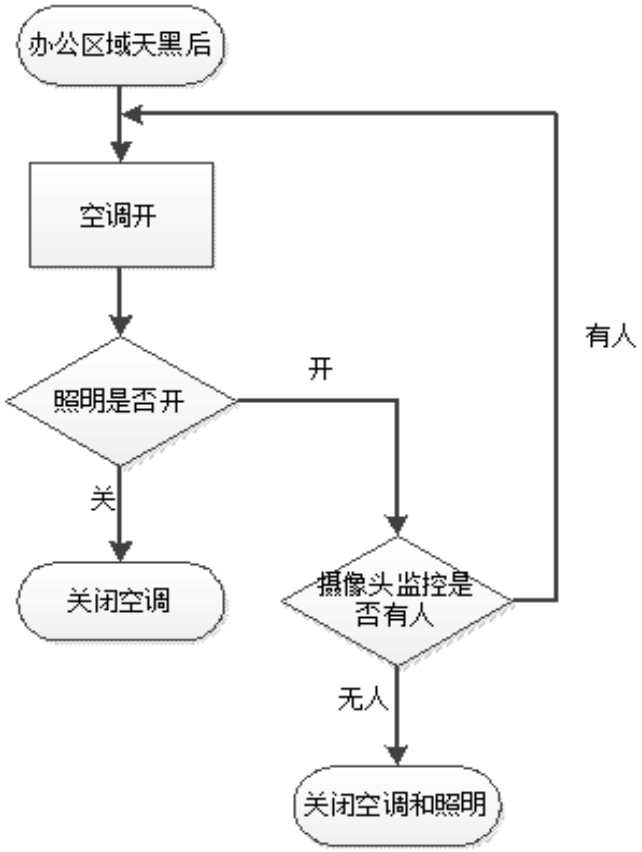

图 5

（4）节能建议

检测超计划用能情况，与行业标杆用能作对比，对设备待机能耗进行分析，对同时运行的大功率设备（如电梯）的使用率统计，找出不合理用电环节，提出节能建议。

检测超计划用能情况：未超，输出“请保持”；超 15%以内，输出“略超计划，请注意节能”；超大于 15%，输出“超计划用能多，请查找不合理用能环节”。

案例：

项目名称	湖北三鑫金铜股份有限公司智能用电管理平台项目
项目建设规模	充填车间近百台套设备设施的用电监测与管理
主要建设或改造内容	（1）安装数字配电终端和数据采集器设备； （2）安装中力智慧电气 CIES 系统软件。
主要设备	27 台数字配电终端、 2 台数据采集器和 1 套节能管理软件
项目投资额（万元）	5.84
项目建设期	3 个月
项目节能量（tce）	每年 12.9 tce
项目经济、环境及社会效益	年产填充料 10 万吨，每吨节约能耗 1.05 kW．h，年节能 105000 kW．h，节能效益 5.52 万元。 同时，通过集中监控管理，降低运营成本、提高运营效率，保障了用电安全可靠，并促进节能减排。

项目名称	天津市维太宁电子科技有限公司智慧配电项目
项目建设规模	6000m^2
主要建设或改造内容	（1）安装数字配电终端和数据采集器设备； （2）安装中力智慧电气 CIES 系统软件。
主要设备	32 台智慧配电终端、 2 台数据采集器和 1 套节能管理软件
项目投资额（万元）	6.92
项目建设期	2 个月
项目节能量（tce）	每年 12.9 tce
项目经济、环境及社会效益	改造前平均每月耗能 3.51 万 kW．h，应用申报单位设备和节能技术后，平均每月能耗降为 2.82 万 kW．h，节约用电成本 5.38 万元/年。同时，通过集中监控管理，降低运营成本、提高运营效率，保障了用电安全可靠，并促进节能减排。

技术提供单位：天津市中力神盾电子科技有限公司

基于 AI 的绿色照明技术及其智能电源

适用范围:

适用于路灯、机场照明以及其他照明场景；对钠灯、LED、金卤灯各种灯泡适用;显示器、投影仪等显示产品；可拓展至电动汽车的电池充放电和节能环保。

技术原理：

在光源发光发热时，基于 AI 实时分析光源是否在发生老化，并根据分析结果判断光源当前能够有效转化电能的能力（类比为“胃口”），从而根据其能力（“胃口”）提供匹配的供电（类比为“饭量”），这样就不存在显著的电能浪费，以此动态提供电能并实现节能环保。如此，本智能电源将随着灯泡的使用，灯泡用的时间越久，随着灯泡的光衰和老化（类比为“胃口减少”），则供电越精准，越节能。

由于在灯泡光衰和老化的过程中，动态供电且匹配适当，这就使得灯泡没有发生明显的能量冲击（类比为“吃撑了”），也因此得以成倍的提高灯泡的服役寿命。

因此，可拓展至电动汽车的电池充放电，并显著提高电池的使用寿命，同样节能环保。

主要技术指标：

本智能电源的功率因数 0.995 最高 0.997，谐波 THD 小于 6%，对线路和变压器的要求相对低，各方面的成本都可以进一步降低，节能环保；电源效率 94%，质保 6 年；

其中，当本智能电源用于如下光源时：黄光钠灯节能 30%左右甚至最高达 50%；LED 路灯节能 10%左右；钠灯路灯和 LED 路灯的服役

寿命提高 2 倍以上，其中钠灯服役寿命可达 6 万小时，完全可以媲美传统 LED 路灯配套传统 LED 电源时 LED 灯的服役寿命。

无论 LED 路灯还是钠灯路灯，本智能电源都可以使得其使用 5 年后无明显光衰和老化。

关键技术：

在于基于 AI 的供电管理程序；并且免外部传感器和额外弱电信号线；无需任何额外传感器，仅需智能电源及其 AI 程序即对供电线信号实时采样（强电弱电的线合为一体，无需额外信号线，可靠性更好），分析光源等用电器件是否在发生老化，并动态、精准的调控供电。无需额外信号线，强弱线合一，这完全领先于当前竞品，有助于 5G 和智能化应用，产品可靠性将更好，成本也相对低。

工艺流程：

本智能电源只需常规贴片、插件、老化试验等电子产品的常规工艺，关键在于植入上述 AI 程序。

案例：

项目名称	中山市 S268 线岐江测试路段高压钠灯节能改造
项目建设规模	全长 28.8km
主要建设或改造内容	改造钠灯+传统电源、拉长杆距
主要设备	采用 GE 高光通 250W 高压钠灯+本智能电源、拉长杆距到 42M
项目投资额（万元）	304.58
项目建设期	2 个月
项目节能（tce）	年节能能力 383tce 的水平
项目经济、环境及社会效益	经济效益： 相比传统高压钠灯，实现了 250W 高光通钠灯相当于传统 400W 钠灯的照明效

	果，仅光源就节能接近 40%，此外，本智能电源在工作过程中进一步相比 250W 传统电感电源节能 30%。累计节能 57%左右；等效于 175W 的 LED 的能耗，付出的改造成本远小于 LED 路灯，但是用电量却比常规 150W 的 LED 路灯高出仅 17%，然而照明效果却远比 150W 的 LED 路灯要好。 环境效益：最关键的是本智能电源成倍提高了钠灯的使用寿命，达到了与 LED 路灯相当的使用寿命。这使得钠灯的环保处理成本大大降低，因为钠灯等气体放电灯环保处理对土壤和水的压力非常大。 社会效益：钠灯的照明效果比常规的 LED 路灯的效果要好得多，不仅光色为暖黄色令人舒适，对人眼没有 LED 的蓝光伤害，而且穿雾能力强，有效保障交通安全。 综上，本智能电源令高压钠灯再次焕发生机，鉴于全国和全球路灯依然以钠灯存量为主，社会效益将非常显著。

项目名称	海口至儋州一级道路测试路段高压钠灯节能改造
项目建设规模	全长 48km
主要建设或改造内容	改造钠灯+传统电源、拉长杆距
主要设备	采用 GE 高光通 250W 高压钠灯+本智能电源、拉长杆距到 60M
项目投资额（万元）	473.6
项目建设期	3 个月
项目节能（tce）	年节能能力 853tce 的水平
项目经济、环境及社会效益	经济效益： 相比传统高压钠灯，实现了 250W 高光通钠灯相当于传统 400W 钠灯的照明效果，仅光源就节能接近 40%，此外，本智能电源在工作过程中进一步相比 250W 传统电感电源节能 30%。累计节能 57%左右；等效于 175W 的 LED 的能耗，付出的改造成本远小于

	LED 路灯，但是用电量却比常规 150W 的 LED 路灯高出仅 17%，然而照明效果却远比 150W 的 LED 路灯要好。 环境效益：最关键的是本智能电源成倍提高了钠灯的使用寿命，达到了与 LED 路灯相当的使用寿命。这使得钠灯的环保处理成本大大降低，因为钠灯等气体放电灯环保处理对土壤和水的压力非常大。 社会效益：钠灯的照明效果比常规的 LED 路灯的效果要好得多，不仅光色为暖黄色令人舒适，对人眼没有 LED 的蓝光伤害，而且穿雾能力强，有效保障交通安全。 综上，本智能电源令高压钠灯再次焕发生机，鉴于全国和全球路灯依然以钠灯存量为主，社会效益将非常显著。

技术提供单位：天津动态智能科技有限公司

锅炉烟气余热深度回收利用及消白系统

适用范围：

供热领域，燃气、燃煤锅炉节能改造及消白。

技术原理：

燃气锅炉的燃料是天然气，主要成分是 CH_4，因此燃烧后的烟气中会含有大量的气态 H_2O，占烟气比例的约 17%，当烟气温度降低时，尾气中的水蒸气饱和湿度也随之降低；当温度降低至 55℃以下时，燃气锅炉尾气中的水蒸气随之冷凝出，同时释放大量的汽化潜热（每冷凝出 1 吨水，相当于释放 1 蒸吨热量）。当温度降低至 30℃时，烟气中的水蒸气含量降低至 5%，即烟气中 70.5%以上的水蒸气冷凝析出，释放出大量的汽化潜热。同时，温度由 120-150℃降低到 30℃以下亦回收相当的显热。

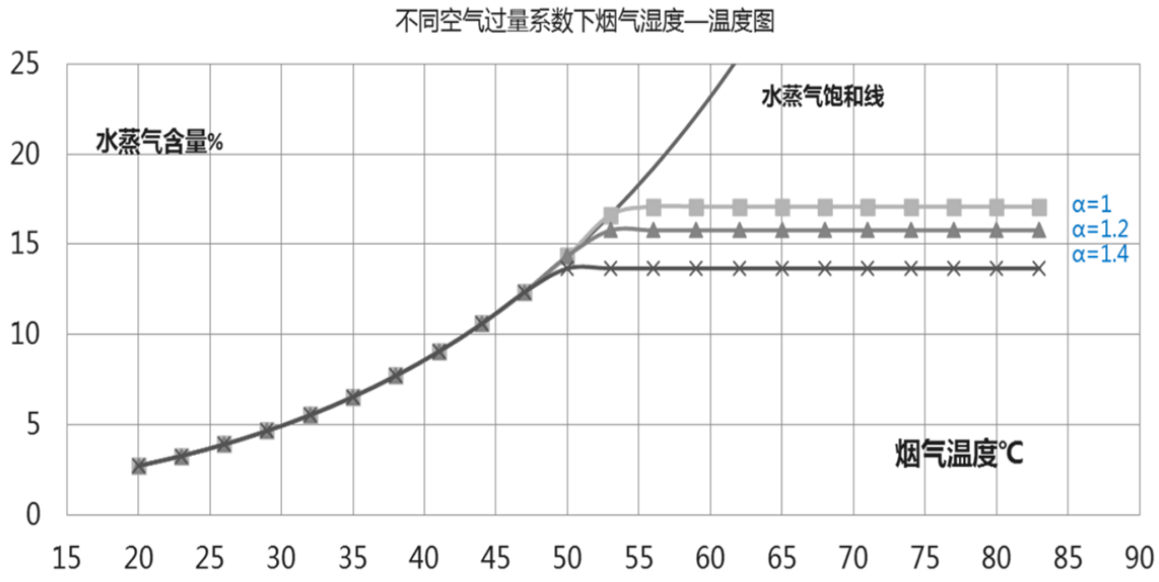

图 1 燃气锅炉烟气温度-饱和湿度对应图

下面计算均按锅炉 7MW 出力进行计算。

燃气锅炉单位烟气产量 12.01Nm^3/Nm^3天然气

7MW 燃气锅炉烟气总产量 774×12.01＝9303Nm^3/h

1MPa 的饱和蒸汽焓值为 2780kJ/kg，烟气的热焓大约相当于 1.6t 蒸汽的热焓，约占消耗燃气高位发热量的 7.8%。这一比例，远大于锅炉散热损失、燃气不完全燃烧损失在总热量中的比例，因此，需要充分利用烟气的余热。下表是不同排烟温度的烟气焓值。

排烟温度℃	160	140	120	100	80	60	40	30
烟气焓值 MW	1.37	1.32	1.26	1.21	1.15	1.10	0.51	0.32

排烟 20-60℃时，气态 H_2O 发生凝结时，大量潜热就被释放出来。

当排烟温度从 140℃降低到 30℃时，可以得到 1MW 的余热，同时会凝结大量的水，烟气中的潜热大部分得到回收。

当烟气温度降低至 30℃，整套供热系统热效率较排烟温度 140℃提高 13%，在同等负荷下，节省天然气耗量 11%。

图 2　系统流程示意图

本系统的基本思路是利用尾气的显热和水蒸气冷凝时释放的汽化潜热（其中潜热部分占回收余热的 70%左右），加热热网回水，在保证满足供热站正常供暖的的前提下，节省天然气耗量，并提高最大供热负荷。

目前供暖锅炉供热效率一般在 96%左右，经过烟气余热回收改造后供热供热效率可达 105%以上。

主要技术指标：

深度余热回收和常规余热回收对比：

烟气余热深度利用	烟气余热常规利用
烟气温度降低到 30℃以下	烟气温度降低到 60℃左右
烟气温度降的更低，回收更多显热	回收显热较少
大量回收烟气水蒸气冷凝热	无法或很少回收烟气水蒸气冷凝热
锅炉效率提高 8%-12%	锅炉效率提高 2%-5%

提高供热率 8%以上，-10℃室外环境下无肉眼可见白烟，节能率 8%以上，节能量与项目建设规模相关。

关键技术：

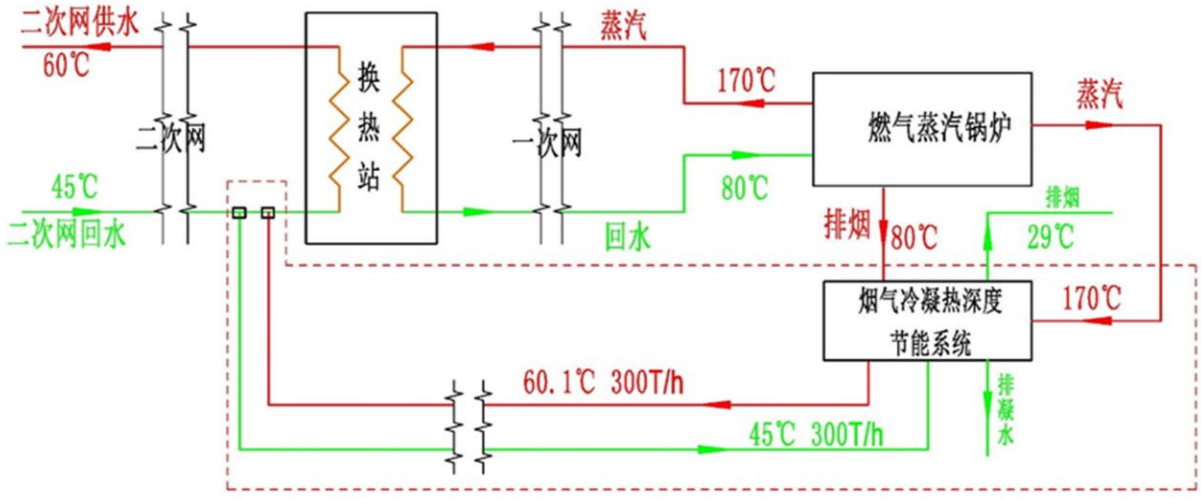

图 3

同时在 4 台 35 吨燃气蒸汽锅炉烟囱上开取旁通，将烟气进行汇总回收，回收烟气余热加上少量蒸汽驱动，对锅炉二次网回水进行预升温。经驱动后的溴化锂吸收式热泵与烟气取热器形成一闭式循环系统，闭式循环系统内中介水温度为 20℃-30℃，20℃的中介水从蒸发器部件进入烟气取热器，对锅炉尾部 80℃烟气进行冷却，烟气最终可降到 20℃-30℃以下，中介水吸收烟气热量后升高，回到溴化锂吸收式热泵蒸发器部件，

将回收的烟气热量传至热泵，热泵吸收烟气热量后通过吸收器和冷凝器部件给锅炉房二次网回水进行预升温，二次网总流量实际流量为 500t/h，该方案处理二次网的水量为 300t/h。

案例：

项目名称	北京博大开拓热力有限公司一号热源厂
项目建设规模	改造 4 台 35 吨蒸汽锅炉，安装一套余热回收量 2.14MW 余热回收及消白系统
主要建设或改造内容	开拓一号热源厂燃气蒸汽锅炉房，现有 4 台 35 吨蒸汽锅炉，目前负责向亦庄工业园区蒸汽主管网供应蒸汽，以及向厂区周边区域供暖。供暖面积 16 万 m^2，采用二次间接换热方式，换热站利用蒸汽与二次网水进行换热，二次设计供回水温度 70/50℃。热源厂内现有两台 1250kVA 变压器，改造前设备用电容量 750kW，可满足用电要求。本热源厂的热泵驱动热源取自供热蒸汽管道，有较大富裕可以满足改造要求。 本节能系统选型时充分考虑到了初末寒和严寒期的锅炉负荷变化和不同年份气温的差异性，选择了能回收余热量为 2.14MW 的热泵机组把烟气温度降到 20-30℃，节能量大并能兼顾绝大部分供暖季的烟气余热回收要求。 正常状态下我们的节能率能达到 9%以上，对于在初末寒时锅炉的负荷降低，我们可以将烟气温度降到 20℃左右，节能率将会更高。
主要设备	吸收式热泵、烟气取热器
项目投资额（万元）	661
项目建设期	2 个月
项目节能量（tce）	1384 tce/a
项目经济、环境及社会效益	年纯经济效益 80 万元以上，减少 CO_2 排放量 3436 吨，减少 SO_2 排放 10241 吨。

项目名称	新疆第三机床厂（第三监狱）烟气余热回收项目
项目建设规模	改造 4 台 29MW 燃气锅炉，安装二套余热回收量 3.5MW 余热回收及消白系统
主要建设或改造内容	第三机床供热站锅炉房将配有 4 台 29MW 燃气热水锅炉，总供热面积为 153 万 m^2。锅炉烟气温度为 80℃-100℃左右，尾气直接排入大气，几乎没有回收烟气中的水蒸汽冷凝潜热，造成巨大资源浪费。针对此类锅炉回收尾气中的显热以及水蒸气汽化潜热，将尾气温度降至 33℃以下，在原有基础上，提高锅炉 10％的效率，在创造经济效益的同时，也实现节能减排。 在四台锅炉后增设冷凝器及取热器，配套建设热泵机房及循环水泵等辅机。
主要设备	吸收式热泵、烟气取热器、冷凝器
项目投资额（万元）	890
项目建设期	2 个月
项目节能量（tce）	2717 tce/a
项目经济、环境及社会效益	年节省燃气费用约 220 万，减少 CO_2 排放量 6765 吨，减少 SO_2 排放 20105 吨。

技术提供单位：双良节能系统股份有限公司

爱景压缩空气节能降耗精准运维系统

适用范围:

适用于动力设备企业，适用于各种应用压缩空气的行业。

技术原理：

将现场空压站设备，空压机、冷干机、电表、流量计、压力变送器、或其它控制系统的各项数据采集到可视化能效管理中心中；通过 Modbus 协议方式以有线或无线传输的方式，将采集的数据传输至数据存储服务器中；将采集的数据存储到实时数据库服务器中；节能空压站可视化平台可利用采集的数据实现对企业生产过程中的实时监控、能效分析以及能源的管理等功能；管理人员可通过远程登录的方式，访问节能空压站管理平台的各个子系统，实现便捷能耗状态监控、能源管理和能效分析等。

关键技术：

数据采集、数据传输、数据存储、数据应用、客户访问。

设备物联网化提升企业管理效率，系统结合物联网技术，以更精细和动态的方式管理空压机，实现对工业空压机安全、高效、节能一体化的管理。

智能数据分析提出更优节能方案，统计分析空压机横向数据（不同空压机之间的数据）与纵向数据（单一空压机的历史数据），计算企业更节能使用方案、更优惠设备方案。

实时在线监控提供设备最新状态 ，用户通过 PC 和手机登录系统云平台，实时掌握用户机组地理位置、工作状态和运行参数，随时随地的监控设备。

远程故障预测降低企业运维难度，系统通过大数据分析，比对标准参数，实现故障诊断、预测机组危险点，即时提醒运维工作。

多台远程联控提高机组工作效率，通过云平台，对多台空压机设备联动控制，同时监控空压机站的冷干机等外围设备。

远程视频监控增加现场异情把控，远程查看现场实时画面，人员进入监控区域自动录像。

案例：

项目名称	重庆海尔能源动力有限公司空压站能源托管项目
项目建设规模	合同能源管理方式改造原有压缩空气系统，涉及投资额 900 万元，项目合同周期为 10 年。
主要建设或改造内容	压缩空气系统以及上线爱景压缩空气节能降耗精准运维系统
主要设备	两级压缩空气压缩机、高通过性后处理系统以及物联网设备
项目投资额（万元）	900
项目建设期	7 个月
项目节能量（tce）	11025
项目经济、环境及社会效益	本项目为响应国家节能号召，在重庆海尔能源动力有限公司进行的空压站能源托管项目，项目周期为十年。预计节约电能 3500 万 kW．h，节约标准煤 11025 吨，减少 CO_2 排放量 3.1 万吨。

项目名称	天津立中集团股份有限公司空压站能源托管项目
项目建设规模	合同能源管理方式改造原有压缩空气系统，涉及投资额500万元，项目合同周期为5年。
主要建设或改造内容	压缩空气系统以及上线爱景压缩空气节能降耗精准运维系统
主要设备	两级压缩空气压缩机、高通过性后处理系统以及物联网设备
项目投资额（万元）	500
项目建设期	9个月
项目节能量（tce）	6602
项目经济、环境及社会效益	本项目为响应国家节能号召，天津立中集团股份有限公司进行的空压站能源托管项目，整个项目期5年。预计项目周期内节约电能1799.2万kW．h，节约标准煤5667吨，减少CO_2排放量1.6万吨。

技术提供单位：爱景节能科技（上海）有限公司

板换式双压缩机系统冷干机

适用范围:

产品属于后处理设备，为压缩空气系统配套设备，适用于各种应用压缩空气的行业。

技术原理：

板换式双压缩机系统冷干机的工作分为空气系统、制冷系统、控制系统三个部分：

（1）空气系统部分：高温、饱和的压缩空气进入多通道的板式换热器上部的空气与空气交换部分，对高温压缩空气进行预冷却，除去部分水分后进入板式交换器下部的空气与制冷剂交换器，使得压缩空气冷却到 2℃的露点温度，水份在此通过高效气液分离器被分离，通过自动排水阀排出机组，干燥后的低温压缩空气在板式换热器上部的空气与空气交换部分与进入的热空气进行预冷却、升温，升温后的出口空气温度与进口空气温差保持在 3-5℃，减少制冷功率的消耗、有效防止出口空气温度低引起的管路凝露现象。

（2）制冷系统部分：低温液态制冷剂在气与制冷剂交换器吸收热量而蒸发成气态，气态制冷剂从交换器的出口通过汽化器、过滤器进入制冷压缩机吸气口，压缩机将低温、低压的制冷剂压缩成高温高压的气体制冷剂，旁通阀根据设定进行小范围的工作稳定性调节，小部分气体直接进入气与制冷剂交换器部分，而大部分的气体进入冷凝器进行冷凝降温，从冷凝器出来的低温的液态制冷剂通过储液罐及干燥过滤器进入膨胀阀对气与制冷剂交换器中的压缩空气进行冷却，如此循环工作。

（3）控制系统部分：当入口空气温度降低或者处理量变小的情况下，PLC 控制器采集出口露点数据，根据设定的数值进行对多台或单台制冷压缩机进行停机控制。

当入口空气温度升高或者处理量变大的情况下，PLC 控制器采集出口露点数据，根据设定的数值进行对多台或单台制冷压缩机进行启动控制。

始终保持出口露点在设定的目标值，从而达到节能降耗、露点稳定的效果。

关键技术：

（1）改用铝制全焊接、逆流、交叉板式换热器替代传统的管式换热器；

（2）将传统管式换热器的蒸发器进行多段并联处理；

（3）将单台大功率制冷压缩机改为多台小功率制冷压缩机；

（4）分别对多台小功率制冷压缩机进行露点分级控制。

工艺流程：

采用双压缩机根据负载大小自动启停；冷却风扇采用 3 组每组 2 台，根据负荷、温度自动调节开启数量。采用板式换热器相比于管壳式换热器占地面积小，传热面积大，传热系数高；采用零气耗自动排水器替代传统电磁阀排水，降低气量损耗；采用 11 路传感器实时监测冷干机各项数据，可通过 Modbus 协议，RS485 通讯上传数据；采用 R407C 型制冷剂，相比 R22 更加清洁、低毒、不燃、制冷效果好。具体流程如下图所示：

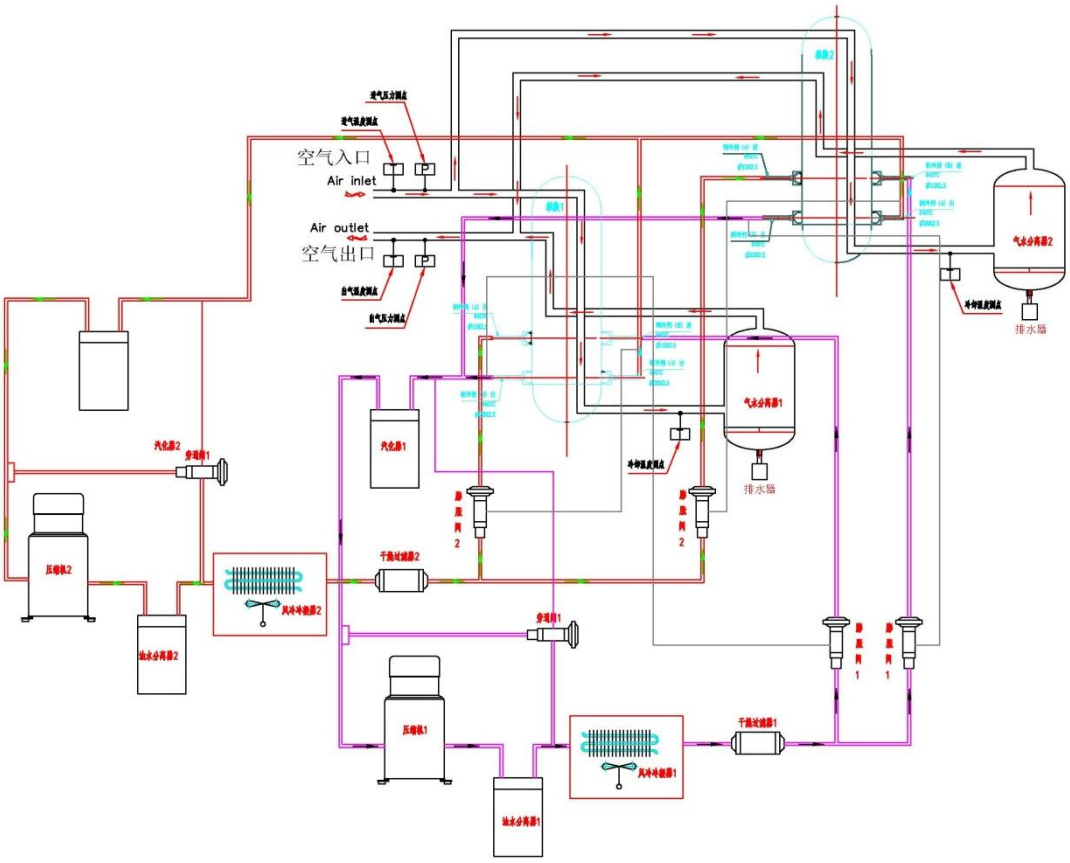

图 1

案例：

项目名称	中粮（佳悦）天津有限公司空压系统改造项目
项目建设规模	合同能源管理方式改造原有压缩空气系统，涉及投资额 400 万元，项目合同周期为 5 年。
主要建设或改造内容	压缩空气系统以及后处理设备改造
主要设备	两级压缩空气压缩机、板换式双压缩机系统冷干机
项目投资额（万元）	400
项目建设期	8 个月
项目节能（tce）	488
项目经济、环境及社会效益	本项目为响应国家节能号召，在中粮（佳悦）天津有限公司进行的 EMC 项目，整个项目期五年。预计节约电能 155.2 万 kW．h，节约标准煤 488 吨，减少 CO_2 排放量 1355.3 吨。

项目名称	浙江江山三友电子有限公司压缩空气系统改造项目
项目建设规模	合同能源管理方式改造原有压缩空气系统，涉及投资额300万元，项目合同周期为5年。
主要建设或改造内容	压缩空气系统以及后处理设备改造
主要设备	两级压缩空气压缩机、板换式双压缩机系统冷干机
项目投资额（万元）	300
项目建设期	7个月
项目节能量（tce）	330
项目经济、环境及社会效益	本项目为响应国家节能号召，在浙江江山三友电子有限公司进行的EMC项目，整个项目周期5年。预计节约电能105万kW．h，节约标准煤330吨，减少CO_2排放量916余吨。

技术提供单位：爱景节能科技（上海）有限公司

两级压缩螺杆式空气压缩机

适用范围:

通用型动力设备，适用于各种应用压缩空气的行业。

技术原理：

两级压缩螺杆式空气压缩机采用等压比来设定每级压力，故每级压缩比都比单级压缩比降低很多，转子之间的回流泄漏大大降低，容积效率和绝热效率得到大幅提升，相应提高压缩的产气量。相同功率下，两级压缩比单级压缩产气量相比可提高约 15%，从而实现节能。

主要技术指标：

参照 GB19153-2009 容积式空气压缩机能效限定值及能效等级，主要技术参数及其与替代的技术对比如下：

空压机参数	压缩级数	单级	两级	备注
	机器品牌	传统压缩机	爱景科技	
	机器型号	110-8	ATT3000VPV V-7	
	冷却方式	风冷	风冷	
	排气压力（MPa）	0.8	0.8	
	额定功率（kW）	110	90	
	容积流量（m^3/min）	19.0	19.25	
	机组输入比功率（kW．min/m^3）	7.1	6.09	比单级节能 14.2%
	能效等级	二级	一级	
节能费用对比	单位电价（元）	0.8	0.8	
	年工作时间（h）	8000	8000	
	需求气量（m^3/min）	19.0	19.0	保持用气量一致
	年耗电量（kW．h）	1079200	925680	
	每年电费（元）	863360	740544	
	每年节省电费（元）		122816	节能效果

				明显
	10 年节省电费（元）		1228160	数字可观

关键技术：

空压机作为动力设备，必须关注能耗运行成本。空压机以 10 年为工作运行周期，空压机运行成本由采购成本、维护成本和能源运行成本组成，由全生命周期来评价理论，采购成本仅占 10％左右，而能源成本却高达 80％以上。

（1）螺杆压缩机两级压缩节能分析

空气经过一级压缩后，通过强化喷油冷却，降低二级吸气温度，空气进行等压压缩，降低压缩功。两级压缩一般会采用等压比来设定级间压力，故每级压缩比都要比单级压缩比降低很多，转子之间的回流泄露大大降低了，容积效率和绝热效率得到了大大提高，相应的提升了压缩的产气量。在相同的功率下两级压缩比单级压缩产气量高达 15％，可以实现多达 15％的节能效果。

（2）两级压缩高效节能主机介绍

主机采用大转子、低转速设计，内含两个独立压缩单元。转子采用最新设计的转子 UV 专利型线，经过二十余道工序的精加工，保证了转子型线的精确度、可靠性和有效性。将一级压缩转子和二级压缩转子组合在一个机壳内，并分别通过斜齿轮直接传动，使每每级转子都能。获得最佳线速度，压缩传递效率最高。每级压缩的压缩比经精确设计降低了轴承和齿轮负荷，延长了主机寿命。

荣获专利的油润滑系统，将压缩腔和轴承供油独立分开，压缩腔采用普通清洁度润滑油，轴承部分采用高清洁度润滑油，确保轴承高可靠性。

每级压缩比小，泄漏更小容积效率高。相同功率下由两个机头承担负荷，轴承受力小，寿命更长。

案例：

项目名称	重庆海尔能源动力有限公司空压站能源托管项目
项目建设规模	合同能源管理方式改造原有压缩空气系统，涉及投资额900万元，项目合同周期10年。
主要建设或改造内容	压缩空气系统以及相关设备改造
主要设备	两级压缩空气压缩机、高通过性后处理系统以及供气管网
项目投资额（万元）	900
项目建设期	7个月
项目节能量（tce）	11025
项目经济、环境及社会效益	本项目为响应国家节能号召，在重庆海尔能源动力有限公司进行的空压站能源托管项目，项目周期十年。预计节约电能3500万kW．h，节约标准煤11025吨，减少CO_2排放量3.1万吨。

项目名称	天津立中集团股份有限公司空压站能源托管项目
项目建设规模	合同能源管理方式改造原有压缩空气系统，涉及投资额500万元，项目合同周期5年。
主要建设或改造内容	压缩空气系统以及相关设备改造
主要设备	两级压缩空气压缩机、高通过性后处理系统以及供气管网
项目投资额（万元）	500
项目建设期	9个月
项目节能量（tce）	6602
项目经济、环境及社会效益	本项目为响应国家节能号召，天津立中集团股份有限公司进行的空压站能源托管项目，整个项目期5年。预计项目周期内节约电能1799.2万kW．h，节约标准煤5667吨，减少CO2排放量1.6万吨。

技术提供单位：爱景节能科技（上海）有限公司

微气耗鼓风热再生吸干机

适用范围：

产品属于后处理设备，为压缩空气系统配套设备，适用于各种应用压缩空气的行业。

技术原理：

（1）特殊的系统设计

①双塔结构，按照国家标准及资质生产的吸附塔，每个塔设置吸附剂的填装及排放口，每个塔都配备有安排泄放阀，方便用户对吸附剂的更换及维护。

②每个塔都设有不锈钢散留装置，该装置使压空气与吸附剂均匀充分接触。

③吸附（由下向上）及再生（由上向下）过程同步运行，当一个塔对压缩空气进行干燥时，另一个塔由鼓风机对吸附剂进行再生，加热再生的空气温度是由塔内的温控装置控制调节。再生之前，先对吸附塔进行降压，直到塔内的压力降到常压，再生过程开始，加热再生过程中空气是从塔顶由上向下流动，与吸附过程流向正好相反。湿热空气由排放阀排入大气。

④当排气端温度传感器检测到再生温度达到设定值时，加热再生过程结束。

⑤加热再生结束后，加热器关闭；与此同时冷却循环开始，吸附塔中的高温空气经风机，通过水冷器，并在其中实现热交换，然后再通入吸附塔，与吸附剂充分接触、冷却，蒋热量带走，再次流经风机，实现吸附塔降温的效果，整个过程是闭式循环。整个冷却过程通过温度传感器控制，运行稳定可靠。

⑥冷却过程结束后，再生塔体内升压并处于待机状态，直到另一个塔中的压力露点临近设定值或控制器发出指定时再次启动。

⑦干燥机冷却过程所需的环境空气始终处在密闭循环过程，这样避免了采用环境空气冷却干燥剂时造成的干燥剂的“预加载”；同时使压缩空气的消耗量始终为零。

（2）高效的风机选型

风压与风量宽范围的适应，保证在不同负载时候达到最佳效果。电机采用 IP55 的防护等级，适应各种工况环境要求。特殊场合可选用变频调速高效风机，满足特殊的工况工作要求。

（3）精准的加热控制

特殊设计的加热器采用最多四组加热，采用精准的温度控制，保证加热温度始终在合理的范围内，确保无过加热情况，减少功耗、缩短解吸附时间。

（4）高性能的吸附剂

国产优质的吸附剂，强度高、面积大、吸附能力强，合理的吸附剂配比，保证最高可达-70 摄氏度的露点温度，特殊场合可特制无硅产品。

（5）特殊的塔体设计

①特殊的塔体结构设计，高性能的吸附剂，保证整机压力降远低于国家标准 4%《JB/T10532-2017 一般用吸附式压缩空气干燥机》。

②特殊的塔体结构设计，进气分布合理，塔体流速低，空气与吸附剂接触时间长，吸附充分露点高。解吸附过程与之相反，吹冷功率消耗低、速度快、效果好。

（6）高性能的阀门选择

①高性能双偏心蝶阀采用特殊的阀体材质，最高耐温 300℃。

②高性能的密封材料，保证 6 小时气密性实验 0.7MPa 的压力下，压力变化＜2%。

（7）露点显示

①进口露点仪配置，减少空气品质过剩；

②节能机型标配进口露点仪，满足客户生产需求，减少空气品质过剩的浪费，从而达到节能效果。

主要技术指标：

	对比项	微热再生	鼓风热再生	备注
吸干机参数	进气温度 （℃）	0-45	0-45	
	压力露点 （℃）	-20 ～ -40	≤-70	
	压缩空气损失 （%）	15	≤3	
节能费用对比	单位电价（元/kW．h）	0.8	0.8	
	年工作时间 （h）	6000	6000	
	年耗电量 （kW．h）	264000	132000	
	每年电费 （元）	211200	105600	
	每年节省电费 （元）	/	105600	节能效果明显
	10 年节省电费 （元）	/	1056000	数字可观

关键技术：

吸干机采用鼓风机抽取环境空气，经过加热后去再生吸附塔的干燥剂，避免了微热再生吸附式干燥器在加热阶段的耗气损失，只是在冷吹阶段采用一小部分成品气，因此整体耗气量小，特别适用于要求再生耗气量小的场合。同时由于吸干机在加热再生时无耗气，最大程度地节约了能量。它是符合我国国策的“节能减排”效应型的吸附式干燥机。因为加热再生干燥器的再生能耗具有两种形态，第一种是使吸附剂达到解吸温度和水分汽化所需要的热能，第二种是作热量载体和冷却介质的气体。在鼓风热再生吸附式干燥器里，由于使用了环境空气作为热能载体，因而压缩空气消耗量大为降低。

吸干机完整的工作过程由吸附、再生、冷吹、均压四个阶段构成。吸干机的程序不仅要对各个阀门的动作次序进行有序切换，而且对加热温度也要控制，温度太低，不能使吸附剂解吸脱附；温度太高，吸附剂容易劣化变质。另外还必须设置冷却程序——冷吹用的空气由本身干燥器本身提供是最为方便的，这一点在流程控制中显得非常重要。

双塔交替连续工作输出干燥洁净的压缩空气。其净化空气含水量可达露点-40℃以下,从而获得深度干燥的无水无油的高纯度的压缩空气满足用气的需要。具体流程如下图所示：

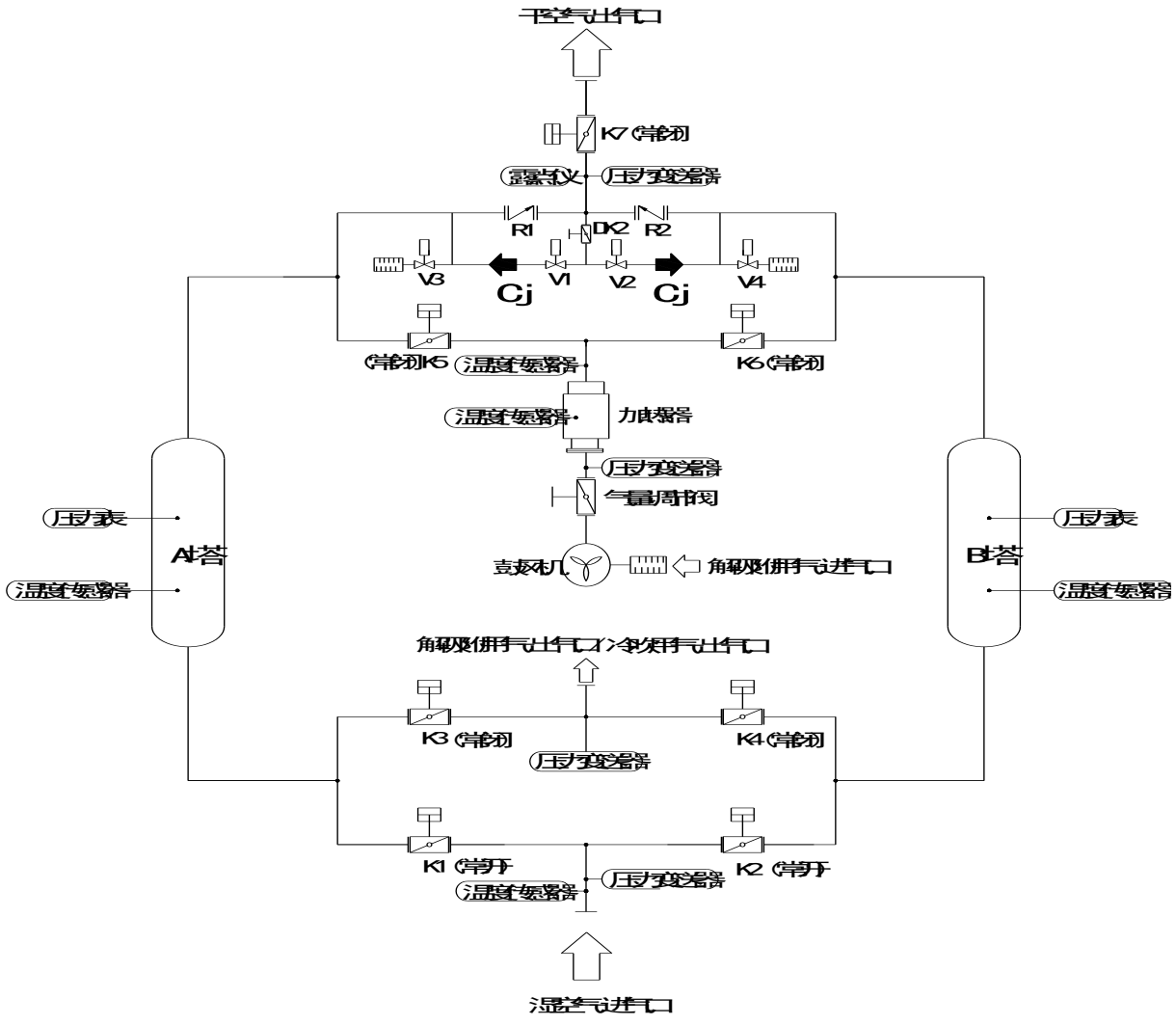

图 1

案例：

项目名称	天津立中集团股份有限公司空压站能源托管项目
项目建设规模	合同能源管理方式改造原有压缩空气系统，涉及投资额 500 万元，项目合同周期为 5 年。
主要建设或改造内容	压缩空气系统以及后处理设备改造
主要设备	两级压缩空气压缩机、微气耗鼓风热再生吸干机
项目投资额（万元）	500
项目建设期	9 个月
项目节能量（tce）	6602
项目经济、环境及社会效益	本项目为响应国家节能号召，天津立中集团股份有限公司进行的空压站能源托管项目，整个项目期 5 年。预计项目周期内节约电能 1799.2 万 kW．h，节约标准煤 5667 吨，减少 CO_2 排放量 1.6 万吨。

项目名称	河南超威正效电源有限公司压缩空气系统改造项目
项目建设规模	合同能源管理方式改造原有压缩空气系统，涉及投资额 500 万元，项目合同周期为 4 年。
主要建设或改造内容	压缩空气系统以及后处理设备改造
主要设备	两级压缩空气压缩机、微气耗鼓风热再生吸干机
项目投资额（万元）	500
项目建设期	7 个月
项目节能量（tce）	1750
项目经济、环境及社会效益	本项目为响应国家节能号召，在河南超威正效电源有限公司进行的 EMC 项目，整个项目周期 4 年。预计节约电能 6349 万 kW．h，节约标准煤 20000 吨，减少 CO_2 排放量 55447 吨。

技术提供单位：爱景节能科技（上海）有限公司

低氮、节能新型 WNS 燃油燃气锅炉

适用范围:

WNS 燃油燃气锅炉或类似形式的锅炉类产品。

技术原理:

通过降低散热损失，降低排烟热损失，降低风机、水泵的电耗，实现高效燃烧、采用烟气回流等技术，进而提高锅炉系统的综合效率。

主要技术指标:

类型	额定热功率/蒸发量	出水/蒸汽压力	出回水/蒸汽温度	设计热效率
WNS 热水炉	0.35-14MW	1.0-1.6MPa	95/70-130/70℃	93-96.5%（回水温度 70℃）
WNS 蒸汽炉	0.5-20t/h	1.0-1.6MPa	饱和蒸汽	92.5-100.5%

关键技术:

（1）自带保温和外包板的节能器、冷凝器

蒸汽锅炉可配置一级或两级节能器，热水锅炉可配置一级节能器，均可根据用户的需求将排烟温度降至较低的温度。 其性能如下表:

设备	性能参数	WNS 蒸汽锅炉	WNS 热水锅炉
主机	出口烟温	～230℃	150℃
	主机热效率	89.5-90%	93-93.5%
一级节能器	烟温降低幅度	～80℃	50-85℃（进水 70-40℃）
	锅炉热效率提高值	3.5%	2.3-6%

	每吨锅炉节省燃气量	3Nm³/h		1.7-4.5Nm³/h
	锅炉排烟温度	150℃		100-65℃
	锅炉总热效率	93-93.5%		95.3-99.5%
二级节能器	级别	E 型	S 型	/
	烟温降低幅度	60℃	95℃	/
	锅炉热效率提高值	2.8%	7%	/
	每吨锅炉节省燃气量	2.2Nm³/h	5.6Nm³/h	
	锅炉排烟温度	90℃	55℃	
	锅炉总热效率	95.8-96.3	100-100.5	/
注：蒸汽炉每吨锅炉耗气量按 80Nm³/h 计算(20℃给水)，热水炉每吨耗气量按 75Nm³/h 计算。				

节能器在出厂前均自带保温和外包板， 高的密封性能减少运行时漏风率、进而减少排烟热损失约 10%，较厚的保温层能减少散热损失约 10-20%，综合可提高锅炉热效率 0.1-0.3%。

（2）无骨架保温技术

采用条状岩棉，同时起保温和对外包装板的支撑功能，不用再配骨架、无金属导热；外包装板为花纹铝板，沿筒体轴向包裹并用铆钉固定； 与常规包装方式相比，减少散热损失约 30%，可提高锅炉热效率 0.2-0.3%。

（3）风机、水泵变频控制

采用国际知名的 ABB、BOSCH 力士乐品牌的变频器，结合生产单位专业化程序开发，使风机和水泵能耗与锅炉出力精确匹配，不损耗多余电耗；锅炉平均负荷在 70-100%范围内，风机电耗降低 65-20%；锅炉平均负荷和压力在 70-100%范围内，水泵电耗降低 15-5%。

（4）WNS 热水炉烟气和水顺流布置+回水混合技术

回水通过该装置可迅速与锅内热水混合(混合的驱动力为回水流动产生的低压，吸入一部分锅水并迅速混合)，结合本体烟气和水的流程为顺流布置、即回水先回到烟温的高温区，这样，既能提高换热效率，又能有效减少烟管冷凝水产生，减缓本体低温腐蚀；

（5）高效燃烧、烟气再循环(FGR)，低氮排放

精准设计波纹炉胆燃烧室，使其与燃烧火焰合理匹配，确保低氮、高效的燃烧。 烟气再循环(FGR)低氮燃烧技术是目前最有效的降低 NOx 技术措施，可降低 80％的 NOx 排放（＜50mg/Nm^3），锅炉能效影响小，对燃烧器的适用性广。

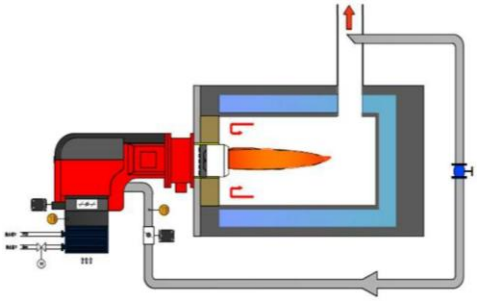

图 1

图 2

（6）独立安全链控制技术

博世品牌工业锅炉控制系统是一套具备冗余安全的全自动锅炉 PLC 控制产品。该控制器与国内工业锅炉制造企业采用的小型 PLC 或单片机自动控制系统的主要区别就在于，在 PLC 控制的基础上设计增加了一套独立安全链保护电路。其独立安全链保护电路主要组成包括：设置紧急停止键和人工复位键（安全链解锁）；高精度极低水位自检测型电极棒和控制器（蒸汽锅炉）；超压报警和联锁保护 ；烟道挡板限位开关联锁保护。

独立安全链保护电路完全独立于 PLC 控制之外单独存在，当安全链中的任何一个监控的仪表设备发生机械联锁动作或者电子动作时，硬件线路能够直接切断燃烧器控制电源，立即停止燃烧器的运

行。同时将故障信息传给 PLC，产生报警输出、信息提示及记录。该设计符合欧盟 EN-50156-1-2004 相关条款。

案例：

项目名称	北京金房暖通节能技术股份有限公司
项目建设规模	20 万 m^2
主要建设或改造内容	1 台锅炉及其配套的管网及供暖换热系统（新建）
主要设备	1 台 WNS7-1.0/95/70-QY 型燃气热水锅炉
项目投资额（万元）	1900
项目建设期	2017-2018
项目节能（tce）	燃气节省率达 2.8%、电量节省率达 17%
项目经济、环境及社会效益	减少运营成本，降低 60-80%的 NOx 排放

项目名称	一汽（吉林）汽车有限公司
项目建设规模	15T/H 燃气锅炉及附属设备项目
主要建设或改造内容	1 台锅炉及其配套的管网（新建）
主要设备	1 台 WNS15-1.25-QY 型燃气蒸汽锅炉
项目投资额（万元）	1600
项目建设期	3.5 个月
项目节能（tce）	燃气节省率达 7.0%、电量节省率达 37%
项目经济、环境及社会效益	减少运营成本，降低 60-80%的 NOx 排放

技术提供单位：博世热力技术（武汉）有限公司

低氮、节能新型 SZS 燃油燃气锅炉

适用范围:

SZS 燃油燃气锅炉或类似形式的锅炉类产品。

技术原理：

通过降低散热损失，降低排烟热损失、减少蒸汽带水率，降低风机、水泵的电耗，实现高效燃烧、采用烟气回流等技术，进而提高锅炉系统的综合效率。

主要技术指标：

类型	额定热功率/蒸发量	出水/蒸汽压力	出回水/蒸汽温度	设计热效率
SZS 热水炉（QXS）	7-70MW	1.0-2.5MPa	95/70-130/70℃	93.5-97.0%
SZS 蒸汽炉	10-100t/h	1.0-3.82MPa	饱和/过热蒸汽	93.5-100.5%

关键技术：

（1）高效换热技术开发的节能器、冷凝器

采用肋片管强化传热，增大换热面积，减少设备体积，减少散热损失；蒸汽锅炉可配置一级或两级节能器，热水锅炉可配置一级节能器，均可根据用户的需求将排烟温度降至较低的温度。其性能如下表：

设备	性能参数	SZS 蒸汽锅炉		SZS 热水锅炉
一级节能器	烟温降低幅度	～200℃		50～85℃ (进水 70～40℃)
	锅炉热效率提高值	9.8%		2.3～4%
	每吨锅炉节省燃气量	6.9Nm³/h		1.7～4.5Nm³/h
	锅炉排烟温度	150℃		100～65℃
	锅炉总热效率	93.5%		95.8~99.5%
二级节能器	级别	E 型	S 型	/
	烟温降低幅度	60℃	95℃	
	锅炉热效率提高值	2.8%	7%	
	每吨锅炉节省燃气量	2Nm³/h	4.9Nm³/h	
	锅炉排烟温度	90℃	55℃	
	锅炉总热效率	96.3%	100.5%	
注：蒸汽炉每吨锅炉耗气量按 70Nm³/h 计算(104℃给水)，热水炉每吨耗气量按 75Nm³/h 计算。				

较厚保温层能减少散热损失约 10-20%，提高锅炉热效率 0.1-0.3%；

（2）全膜式壁结构

炉膛四周、管束周界全采用膜式壁结构；

与结构相比，减少散热损失约 20%，减少漏烟损失 10%，可提高锅炉热效率 0.2-0.3%。

（3）膜式壁低位布置技术

相同锅筒直径，可以获得更大汽空间高度，更易于保证蒸汽干度，降低蒸汽带水率，从而降低用汽设备的汽耗，降低燃料消耗；

（4）风机、水泵变频控制

采用国际知名的 ABB、BOSCH 力士乐品牌的变频器，结合专业化程序开发，使风机和水泵能耗与锅 炉出力精确匹配，不损耗多余

电耗；锅炉平均负荷在 70-100％范围内，风机电耗降低 65-20％；锅炉平均负荷和压力在 70-100％范围内，水泵电耗降低 15-5％。

（5）高效燃烧、烟气再循环(FGR)、低氮排放（＜50mg/Nm^3）

精准设计膜式壁炉膛的结构和尺寸，使其与燃烧火焰合理匹配，确保低氮、高效的燃烧。烟气再循环(FGR)低氮燃烧技术是目前最有效的降低 NOx 技术措施，可降低 80％的 NOx 排放（＜50mg/Nm^3），锅炉能效影响小，对燃烧器的适用性广。

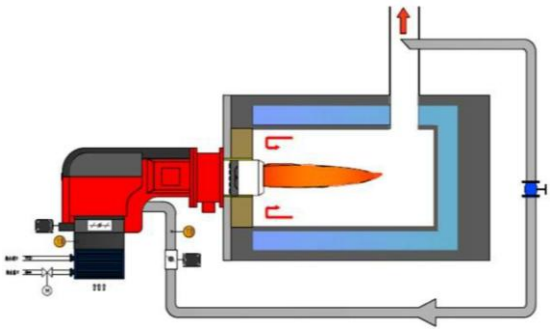

图 1

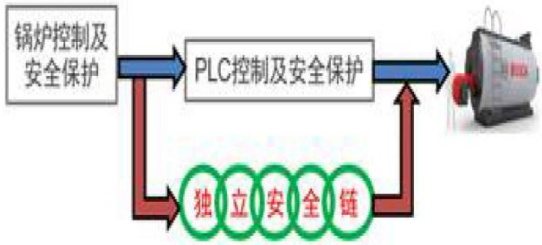

图 2

（6）独立安全链控制技术

博世品牌工业锅炉控制系统是一套具备冗余安全的全自动锅炉 PLC 控制产品。该控制器与国内工业锅炉制造企业采用的小型 PLC 或单片机自动控制系统的主要区别就在于，在 PLC 控制的基础上设计增加了一套独立安全链保护电路。其独立安全链保护电路主要组成包括： 设置紧急停止键和人工复位键（安全链解锁）；高精度极低水位自检测型电极棒和控制器（蒸汽锅炉）；超压报警和联锁保护 ；烟道挡板限位开关联锁保护。

独立安全链保护电路完全独立于 PLC 控制之外单独存在，当安全链中的任何一个监控的仪表设备发生机械联锁动作或者电子动作时，硬件线路能够直接切断燃烧器控制电源，立即停止燃烧器的运行。同时将故障信息传给 PLC，产生报警输出、信息提示及记录。该设计符合欧盟 EN-50156-1-2004 相关条款。

案例：

项目名称	大通县河东热源二厂
项目建设规模	46 万 m^2
主要建设或改造内容	2 台锅炉及其配套的管网及供暖换热系统（新建）
主要设备	2 台 QXS21-1.6/130/70-QY 型燃气热水锅炉
项目投资额（万元）	2800
项目建设期	2016-2018
项目节能（tce）	燃气节省率达 3.03%、电量节省率达 20-25%
项目经济、环境及社会效益	减少运营成本，降低 60-80%的 NOx 排放

项目名称	天津市万达轮胎集团有限公司
项目建设规模	4 台 20t/h、2.5MPa 蒸汽燃气锅炉及附属设备项目
主要建设或改造内容	燃煤锅炉更新为 4 台燃气锅炉及系统
主要设备	4 台 SZS20-2.5-QY 型燃气蒸汽锅炉
项目投资额（万元）	2300
项目建设期	2016-2018
项目节能（tce）	燃气节省率达 4.6%、电量节省率达 20-35%
项目经济、环境及社会效益	减少运营成本，降低 60-80%的 NOx 排放

技术提供单位：博世热力技术（武汉）有限公司

Uni Condens 6000 F 超低氮燃气/燃油冷凝锅炉

适用范围:

适用于暖通空调，建筑物或小区采暖供热，生活热水供应等。

技术原理：

不锈钢一体化冷凝式锅炉，通过特殊的锅炉结构设计和先进低氮燃烧技术，采用特殊材料和工艺，直接回收烟气中的水蒸气潜热，提高锅炉效率，降低锅炉排烟温度和污染物排放。

主要技术指标：

效率指标：Uni Condens 6000 F 采用不锈钢一体化结构直接冷凝技术，功率包括 800kW，1000kW，1200kW 三个型号，采用常压锅炉系统设计，使用灵活，适用范围广，具有极高的效率，具有很大的节能推广价值。

实际现场测量：在供回水 50/30℃不同负荷状态下，锅炉效率高达 107%-110%。

环保指标：NOx 排放折算浓度 21mg/m^3,CO_2 排放折算浓度 <321mg/m^3。

关键技术：

（1）采用先进材料：燃烧室的制造材料为 EN1.4301 不锈钢，即 316 钛钢，超级耐腐蚀，超长使用寿命。

（2）采用先进冷凝换热器技术：以下是冷凝换热器的排烟温度和换热器长度的关系曲线，博世锅炉的冷凝换热器长度为

1550mm(对应 1200kW 锅炉型号，所有数据均为冷凝状态下测定或计算，即供回水温度 50℃/30℃）。

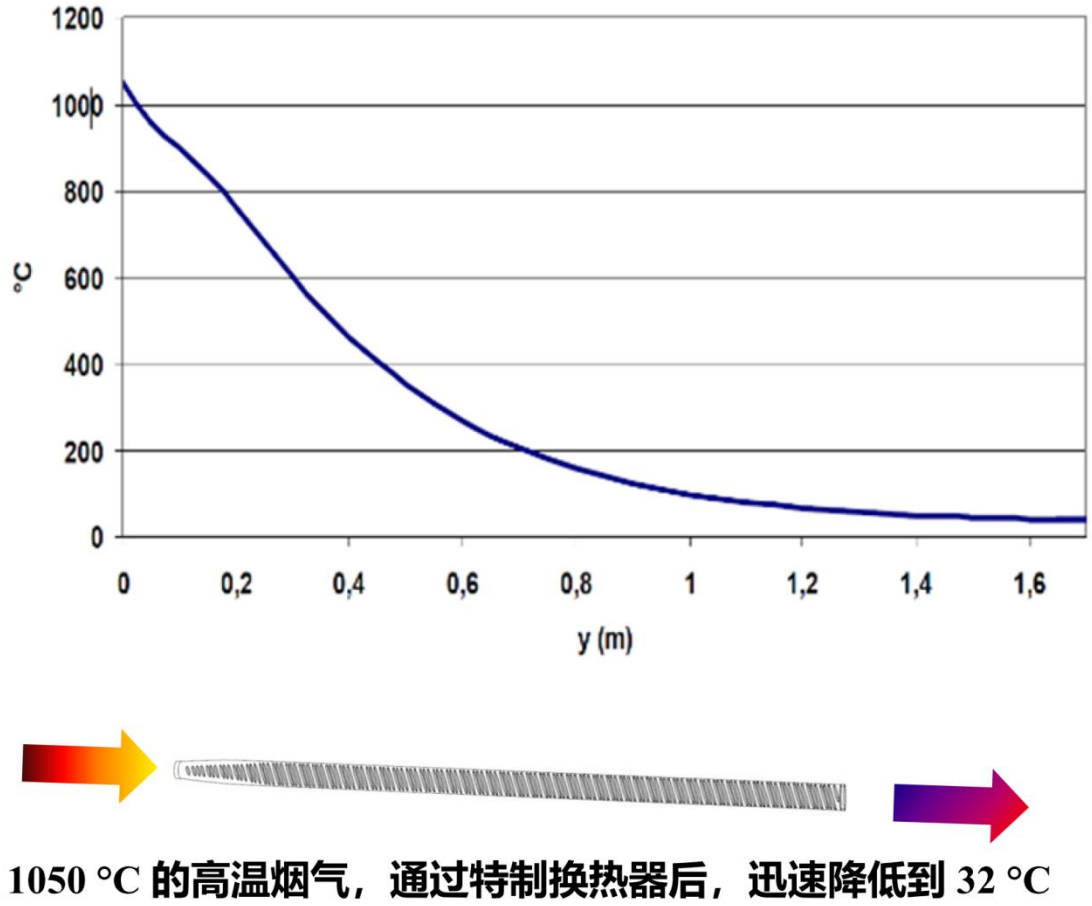

图 1

（3）采用先进的锅炉结构设计技术：锅炉的燃烧室位于锅炉上部，高温烟气与水换热后温度减低后进入冷凝换热器，热量被充分利用后，通过内置的消音管道排放。

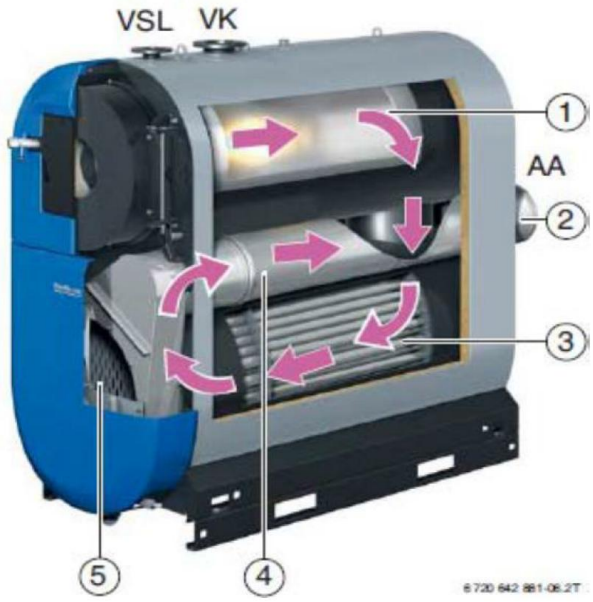

图 2

博世专利二回程烟管采用 EN.1.4571 钛钢提高了冷凝效果，采用模拟仿真技术设计的二回程烟管实现了热量的高效传输。表面粗糙的螺纹烟管加大了换热面及烟气紊流程度显著地提高了冷凝效果，排烟温度与回水温度之间最小温差仅为 2℃。内置一体化不锈钢冷凝器换热效果如下图所示：

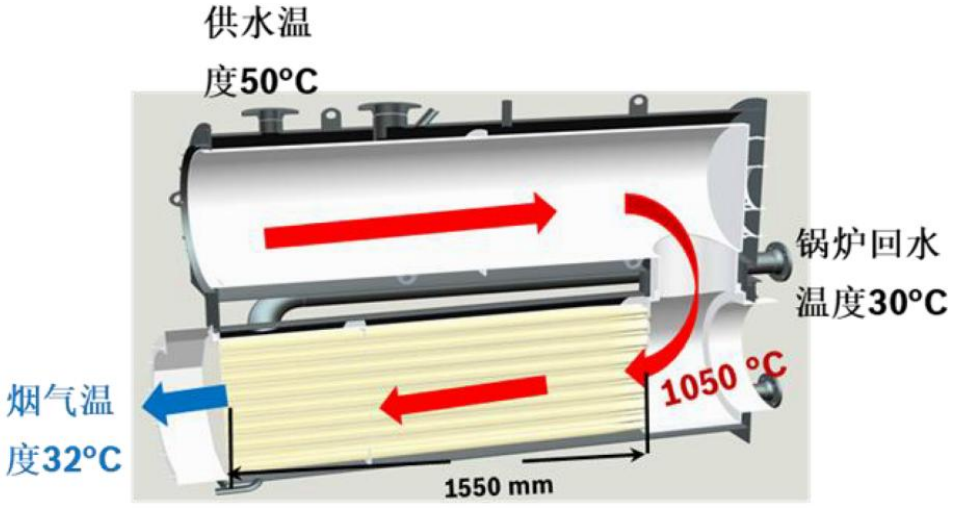

图 3

锅炉的水循环如下图所示，独立设置的高、低温回水接口，可以根据用户系统的回水温度不同，由用户灵活选择将温度不同的高

温、低温回水分别连接锅炉相应接口，进一步提供锅炉系统的效率。

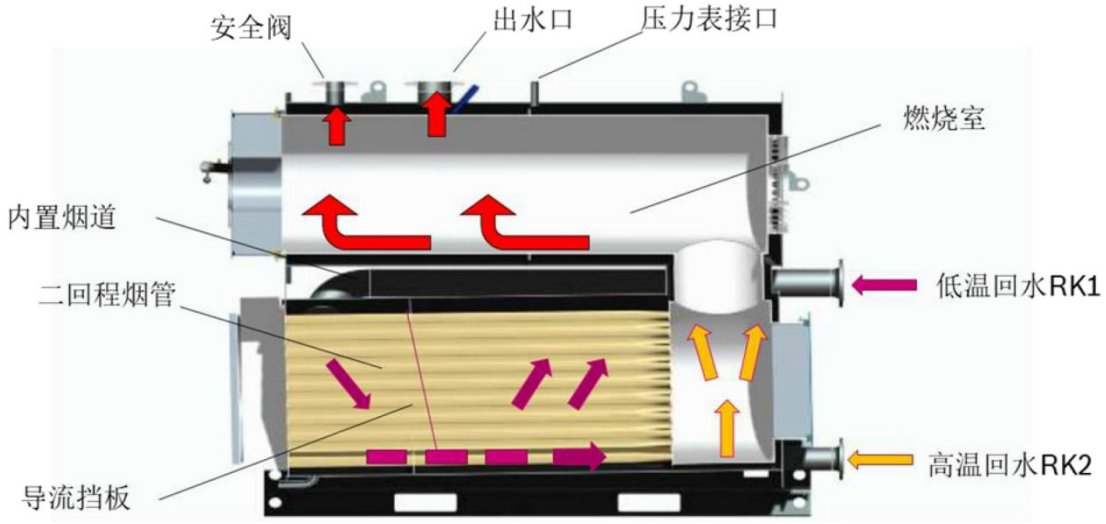

图 4

内置的由激光焊接成型的不锈钢烟道内含一体化消音装置，可以使锅炉的噪音额外地降低 4dB。

（4）先进的锅炉制造技术

烟管管板、锅壳均采用焊接机器人自动焊接及装配机器人自动装配，确保质量。

（5）先进的模块化控制技术

BOSCH8000 系列模块化热水锅炉控制器汇集博世百年热水采暖控制的经验！ CC8311 控制器能够提供舒适、适量的供热和革新性的节能功能。通过彩色触摸屏人机界面，每个锅炉控制器可控制多达 8 个供热回路，包括混水器，生活热水制备以及一个二级或比例式燃烧器等。它将所有的信息以图形化界面形式显示，操作特别简单。除基本配置外，每个控制器都预留了插槽，用于安装扩展功能模块。例如，可安装远程供热循环控制、生活热水制备或多锅炉系统模块。设备配置改变时，只需更换或加装模块即可。无论是冷凝技术，带回水加温的传统锅炉，还是现代化的低温钢制、铸铁供热锅炉以及多达十六台的多锅炉系统，CC8311 控制器能控制不同的供

暖系统以及成套的外围设备，使其经济、无故障地运行。用于大型设备时，模块还可安装在配电箱中。同时，C8000 和 CFB 控制器皆可使用。

（6）高效低氮燃烧技术

采用威索最新一代 4LN 低氮多火焰分级燃烧技术，可以实现低氮燃烧，确保全负荷范围内 30mg 以下的 NOx 排放。

案例：

项目名称	北京华盈顺承能源科技有限公司(北京西湖新村小区)
项目建设规模	198600㎡
主要建设或改造内容	锅炉本体改造、温度传感器、烟气温度传感器。
主要设备	博世低氮冷凝锅炉（Bosch Unicondens 6000F)
项目投资额（万元）	418.46
项目建设期	3 个月
项目节能（tce）	400
项目经济、环境及社会效益	（1）本技改项目符合国家与节能有关的三大政策，为国家鼓励发展的项目。排放符合国家标准 30mg 以下。 （2）与项目实施前比较，经测算年节约燃气 301500m³，节约用电 93360 度，节能效果显著。本项目实施后每年可以增加企业效益 792483.12 元。且本项目 5 年即可收回成本。说明该项目盈利能力较强，在财务上是可以接受的。 综上所述，本项目经济效益好，节能效果显著，排放全功率可达到国家要求氮排放 30mg以下。大大的提高了供暖行业的利用效率，符合国家的产业政策和节能环保要求。本次节能技术改造项目的实施，对本行业的节能降耗工作能发挥非常重要的示范带动作用。

项目名称	北京天际万象家园
项目建设规模	130000㎡
主要建设或改造内容	锅炉本体改造
主要设备	博世低氮冷凝锅炉（Bosch Unicondens 6000F)
项目投资额（万元）	290
项目建设期	3 个月
项目节能（tce）	260
项目经济、环境及社会效益	（1）本技改项目符合国家与节能有关的三大政策，为国家鼓励发展的项目。排放符合国家标准 30mg 以下。 （2）与项目实施前比较，经测算年节约燃气 192349m³，节约用电 62255 度，节能效果显著。本项目实施后每年可以增加企业效益 792483.12 元。且本项目 5 年即可收回成本。说明该项目盈利能力较强，在财务上是可以接受的。 综上所述，本项目经济效益好，节能效果显著，排放全功率可达到国家要求氮排放 30 mg以下。大大的提高了供暖行业的利用效率，符合国家的产业政策和节能环保要求。本次节能技术改造项目的实施，对本行业的节能降耗工作能发挥非常重要的示范带动作用。

技术提供单位：博世热力技术（北京）有限公司

低氮冷凝一体热水锅炉（1-20t）+真空热水锅炉（1-10t）

适用范围：

适用于酒店、医院、学校、公共建筑、工厂企业。

技术原理：

采用诸多优化燃烧、强化传热的措施，将锅炉的排烟温度降低到 90℃以下，实际运行中低温回水时甚至达到 50-60℃，显著降低排烟热损失；使用高效超厚保温材料，降低散热损失。因此法罗力锅炉热效率超过 96-100%；增大了炉膛容积，降低炉膛出口烟温，且采用先进的低氮燃烧 FGR 技术，降低锅炉氮氧化物排放量，达到节能环保要求。

主要技术指标：

	4T 冷凝式热水锅炉	4T 普通热水锅炉
锅炉热效率（%）	98.83	92.5
燃料消耗量（Nm3/h）	303.4	323.8
排烟温度（℃）	68	153

关键技术：

（1）锅炉采用卧式全湿背式结构，节能式冷凝器位于锅炉左上方或者后方，一体化整体设计，结构紧凑，安装运输方便。

（2） 冷凝器采用特殊的 ND 钢（09CrCuSb）材料，耐酸腐蚀性能好，大大提高了使用寿命。

（3）冷凝器采用翅片管换热器，翅化比大，换热效率高。

（4）实用新型水平烟管-内置不锈钢烟气扰流条：烟气在烟管

内流动方式为紊流状态，强化传热及换热系数，提升热效率。

（5）锅炉炉体采用双层保温材料，节能器及冷凝器保温密封好，标准外包用不锈钢板（可根据用户需求采用彩钢板），外形美观大方。

（6）节能器及冷凝器底部安装结构合理的冷凝水回收装置，可及时排除锅炉运行过程产生大量的冷凝水，保证锅炉的安全可靠运行。

（7）增大了炉膛容积，降低炉膛出口烟温，且采用先进的低氮燃烧技术，降低锅炉氮氧化物排放量，达到节能环保要求。

（8）锅炉排烟温度低（不高于 90℃），可有效吸收利用烟气中的水蒸汽的汽化潜热，提高锅炉热效率，热效率可超 96-100％。

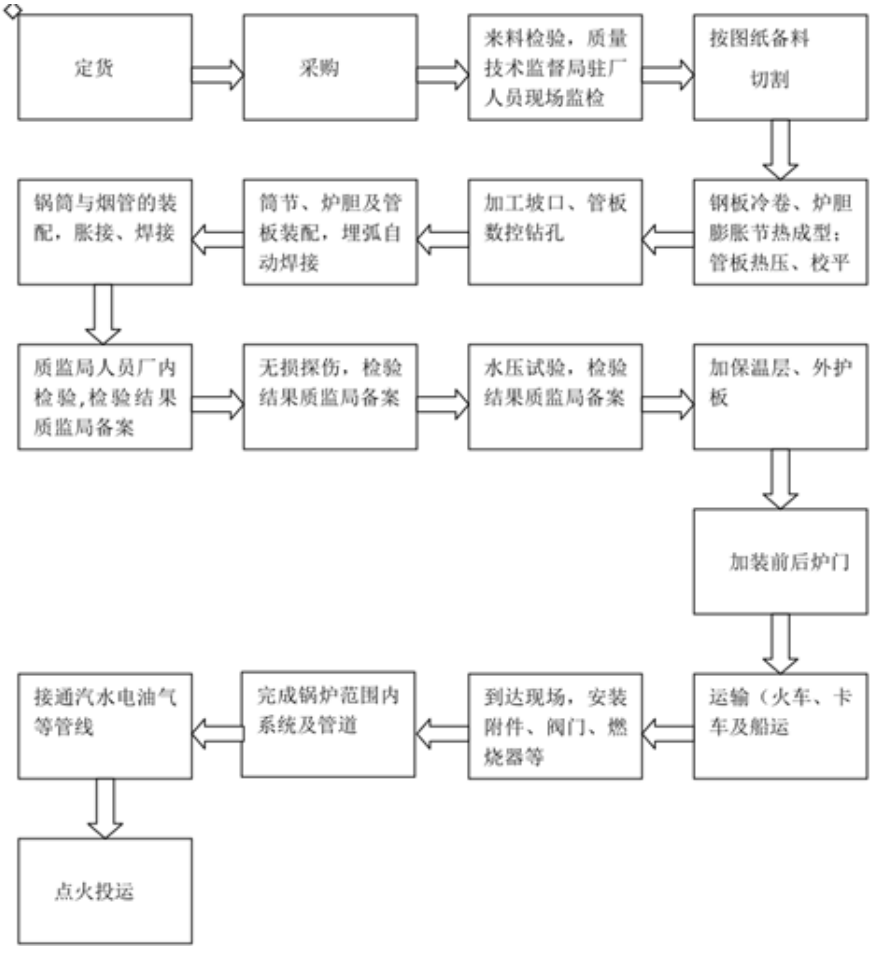

图 1　工艺流程图

案例：

项目名称	青岛市民健身中心真空锅炉 6t 冷凝真空锅炉
项目建设规模	由两座建筑组成，总占地面积 36.5 公顷，总建筑面积约 21.8 万 m^2，其中体育场可容纳 6 万观众
主要建设或改造内容	锅炉低氮 30mg 排放，新上 5 台 6t 冷凝真空热水锅炉
主要设备	锅炉主机、软水供水系统、水泵、分汽包等
项目投资额（万元）	380
项目建设期	45 天，生产周期 30 天，安装周期 15 天
项目节能（tce）	——
项目经济、环境及社会效益	初投资合理，不高于传统锅炉，火管采用精细不锈钢内置不锈钢扰流片来降低热阻，传热效率极高，无需加装节能器即可达到烟气冷凝。效率 98%-100%，综合运行超普通锅炉 8%以上，锅炉对水泵扬程的要求低，更加节省运行电耗，从而提高了整体工程的能效。NOx≤ 30mg/m^3，氮氧化物满足最为严格的环保要求。锅炉运行噪音低，布置灵活，占地面积小，根据使用情况可以随时增加供热面积，解决了供暖容量不足影响供热效果。 根治大气，改善环境，是青山绿水，蓝天白云之本、青山绿水是一种常态，造福子孙后代。

项目名称	乌鲁木齐热力总公司供热站
项目建设规模	供热面积：4 万余平米及厂区生活热水，其中大部分供暖建筑平均高度 9m，厂区 3600 m^2，室内温度不低于 13℃，办公楼 4000 m^2，房间温度不得低于 20℃，同时为厂区近 2000 名工人提供生活热水。
主要建设或改造内容	锅炉低氮 30mg 排放，新上 4t 冷凝真空热水锅炉
主要设备	锅炉主机、软水供水系统、水泵、分汽包等
项目投资额（万元）	120
项目建设期	45 天，生产周期 30 天，安装周期 20 天
项目节能（tce）	——
项目经济、环境及社会效益	初投资合理，不高于传统锅炉，火管采用精细不锈钢内置不锈钢扰流片来降低热阻，传热效率极高，无需加装节能器即可达到烟气冷凝。效率 98%-100%，综合运行超普通锅炉 8%以上，锅炉对水泵扬程的要求低，更加节省运行电耗，从而提高了整体工程的能效。NOx≤30mg/m^3，氮氧化物满足最为严格的环保要求。锅炉运行噪音低，布置灵活，占地面积小，根据使用情况可以随时增加供热面积，解决了供暖容量不足影响供热效果。根治大气，改善环境，是青山绿水，蓝天白云之本、青山绿水是一种常态，造福子孙后代。

技术提供单位：青岛法罗力暖通温控技术设备制造有限公司

VAP CON 系列低氮冷凝一体蒸汽锅炉

（1-20t）

适用范围:

适用于酒店、医院、学校、公共建筑、工厂企业。

技术原理:

采用诸多优化燃烧、强化传热的措施，将锅炉的排烟温度降低到 50℃以下，实际运行中甚至达到 40-50℃，显著降低排烟热损失；使用高效超厚保温材料，降低散热损失。因此法罗力锅炉热效率超过 100%；增大了炉膛容积，降低炉膛出口烟温，且采用先进的低氮燃烧 FGR 技术，降低锅炉氮氧化物排放量，达到节能环保要求。

主要技术指标:

	4T 冷凝式蒸汽锅炉	4T 普通蒸汽锅炉
锅炉热效率（%）	101.2	92.87
燃料消耗量（Nm3/h）	303.4	323.8
排烟温度（℃）	58	153

关键技术:

（1）锅炉采用卧式全湿背式结构，节能器及冷凝器位于锅炉左上方，一体化整体设计，结构紧凑，安装运输方便。

（2）冷凝器采用特殊的 ND 钢（09CrCuSb）材料，耐酸腐蚀性能好，大大提高了使用寿命。

（3）节能器、冷凝器采用翅片管换热器，翅化比大，换热效率高。

（4）实用新型水平烟管-内置不锈钢烟气扰流条:烟气在烟管内

流动方式为紊流状态，强化传热及换热系数，提升热效率。

（5）锅炉炉体采用双层保温材料，节能器及冷凝器保温密封好，标准外包用不锈钢板（可根据用户需求采用彩钢板），外形美观大方。

（6）节能器及冷凝器底部安装结构合理的冷凝水回收装置，可及时排除锅炉运行过程产生大量的冷凝水，保证锅炉的安全可靠运行。

（7）增大了炉膛容积，降低炉膛出口烟温，且采用先进的低氮燃烧技术，降低锅炉氮氧化物排放量，达到节能环保要求。

（8）锅炉给水、压力及燃烧器采用全自动控制，锅炉运行自动化程度高，保证锅炉安全可靠运行。

（9）锅炉排烟温度低（不高于 60℃），可有效吸收利用烟气中的水蒸汽的汽化潜热，提高锅炉热效率，热效率可超 100%。

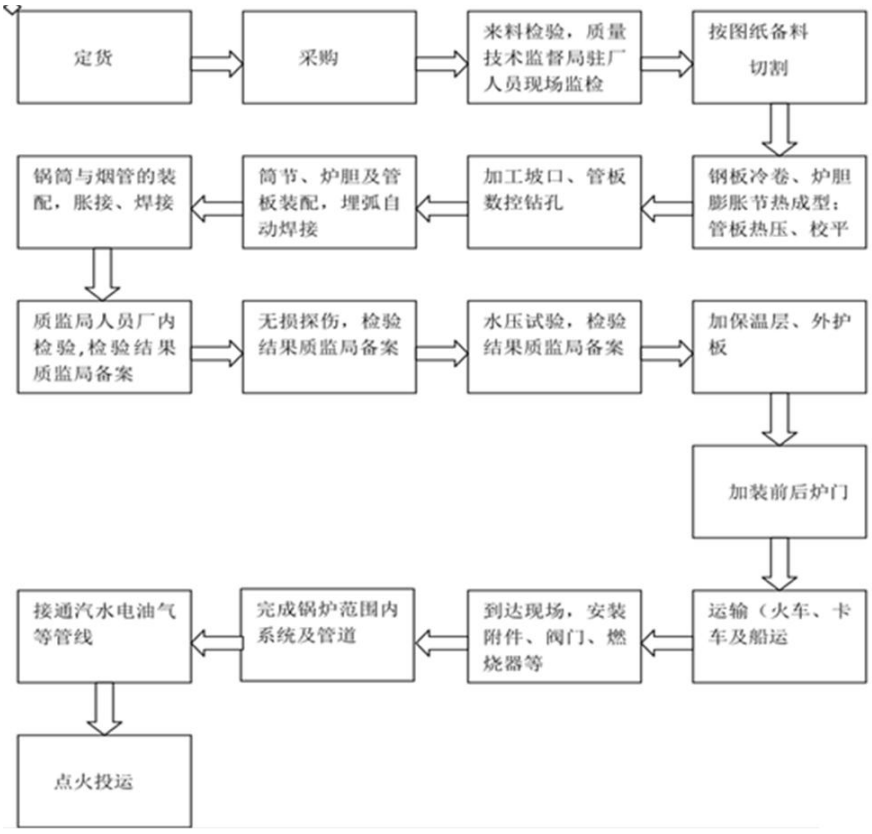

图 1　工艺流程图

案例：

项目名称	大连博融新材料项目 4t、10t 冷凝蒸汽锅炉
项目建设规模	100000㎡厂房用设备
主要建设或改造内容	如原有锅炉达不到低氮 30mg 排放，需淘汰更换为 2 台 10t、2 台 4t 冷凝蒸汽锅炉
主要设备	锅炉主机、软水供水系统、水泵、分汽包等
项目投资额（万元）	300
项目建设期	45 天，生产周期 30 天，安装周期 15 天
项目节能（tce）	——
项目经济、环境及社会效益	初投资合理，不高于传统锅炉，火管采用精细不锈钢内置不锈钢扰流片来降低热阻，传热效率极高，无需加装节能器即可达到烟气冷凝。效率 98%—101%，综合运行超普通锅炉 10%以上，锅炉对水泵扬程的要求低，更加节省运行电耗，从而提高了整体工程的能效。NOx≤29mg/m³，氮氧化物满足最为严格的环保要求。锅炉运行噪音低，布置灵活，占地面积小，根据使用情况可以随时增加供热面积，解决了供暖容量不足影响供热效果。根治大气，改善环境，是青山绿水，蓝天白云之本、青山绿水是一种常态，造福子孙后代。

项目名称	西安科技大学供热中心项目
项目建设规模	采暖总面积约 23.61 万 m^2（包括 1、校区东站共 11.9 万 m^2，其中教学楼 10.2 万 m^2，办公 1.7 万 m^2；2、校区西站共 6.96 万 m^2，其中教学楼 5.8 万 m^2，办公 1.16 万 m^2；3、生活区采暖面积 4.75 万 m^2）。
主要建设或改造内容	西安科技大学将对原有燃煤蒸汽供热系统进行节能优化改造；锅炉房原有 4 台 20 吨燃煤蒸汽锅炉，原有锅炉达不到低氮 30mg 排放，需淘汰更换为 2 台 20t 冷凝低氮蒸汽锅炉。
主要设备	锅炉主机、软水供水系统、水泵、分汽包等
项目投资额（万元）	500
项目建设期	50 天，生产周期 40 天，安装周期 25 天
项目节能（tce）	——
项目经济、环境及社会效益	初投资合理，不高于传统锅炉，火管采用精细不锈钢内置不锈钢扰流片来降低热阻，传热效率极高，无需加装节能器即可达到烟气冷凝。效率 98%-101%，综合运行超普通锅炉 10%以上，锅炉对水泵扬程的要求低，更加节省运行电耗，从而提高了整体工程的能效。NOx≤ 29mg/m^3，氮氧化物满足最为严格的环保要求。锅炉运行噪音低，布置灵活，占地面积小，根据使用情况可以随时增加供热面积，解决了供暖容量不足影响供热效果。根治大气，改善环境，是青山绿水，蓝天白云之本、青山绿水是一种常态，造福子孙后代。

技术提供单位：青岛法罗力暖通温控技术设备制造有限公司

PRE-MIX 不锈钢全预混冷凝热水锅炉

适用范围:

适用于酒店、医院、学校、公共建筑、工厂企业。

技术原理：

全预混燃烧，属于表面燃烧。燃气与空气在进入燃烧头之前经过预先混合均匀。燃烧头形状为金属圆柱体，采用无缝织线的金属丝网（由特殊合金制作）包裹于金属圆柱体表面。全预混燃烧，火焰只在燃烧器表面产生，因此全预混燃烧器不需要较大的炉膛尺寸，在很小的炉膛内依然能够实现完美的燃烧。 金属纤维表面燃烧时，燃烧均匀，不能形成局部的高温区，火焰面的温度相对较低，因此抑制了 NOx 的生成。另外全预混燃烧的燃烧速度非常快，火焰非常短，燃烧产物的停留时间非常短暂，因此也抑制了 NOx 的生成机会。

主要技术指标：

供、回温度：80/60 或 50/30 两种工况：

排烟温度：60 度以下，效率：最高：106％以上，氮氧化物排放≤30mg/m^3。

全预混比例调节 20％-100％范围内调节，调节比为 1:5，电功率：3kW 及以下。

关键技术：

PRE-MIX 锅炉的换热装置是采用精细的不锈钢烟管和不锈钢烟气扰流片来加强换热，在不加冷凝器的情况下，在小空间内瞬时将烟气温度从 1000 多度降到露点温度以下，令烟气出现冷凝。换热管是垂直布局，重力自清洁效应，将燃烧杂质和冷凝水沿垂直受热面

流向底部。同时起到了对受热面的清洁作用，保证了锅炉的效率不会随着运行时间的积累而衰减。

工艺流程：

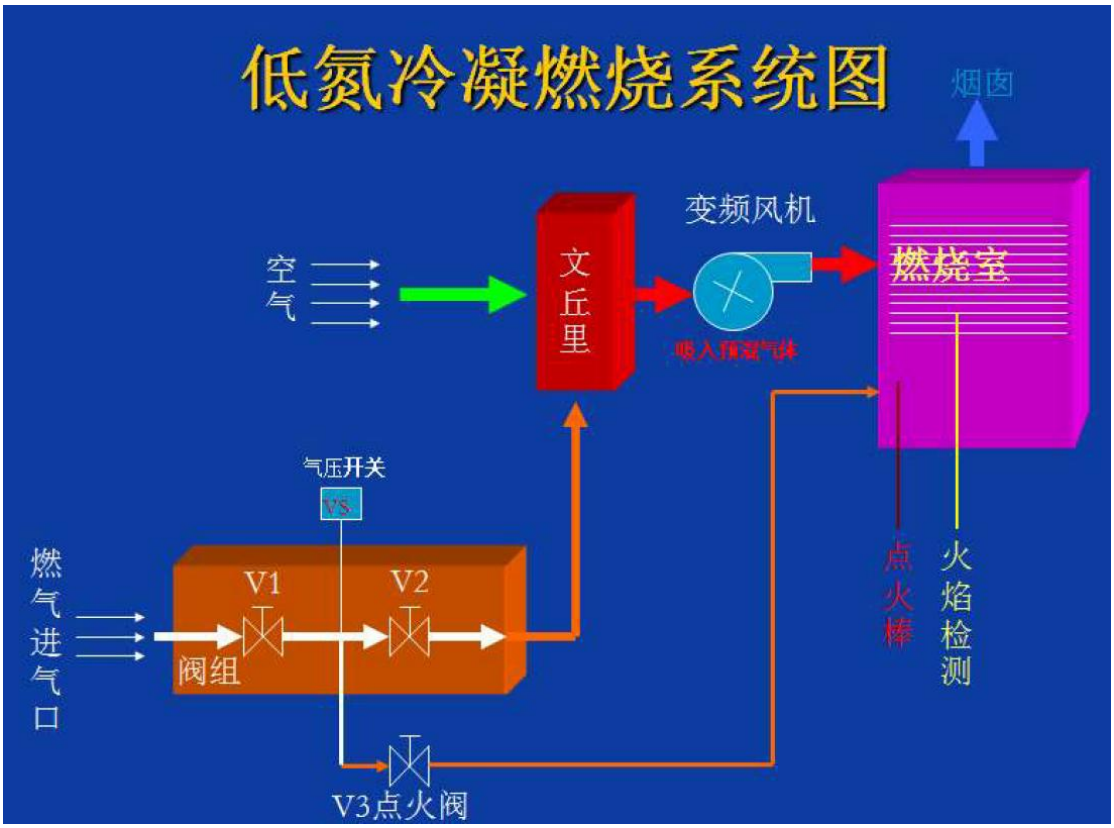

图 1

表面燃烧器(全预混燃烧器和变频风机)组装→炉体下料特殊焊接（炉胆下管板与不锈钢管（316L）采用全自动氩弧焊，开坡口、胀、焊全焊透工艺，冷凝烟室也采用全自动氩弧焊，避开了母焊热影响区，焊接控制小电流、小电压全焊透工艺，不锈钢焊接处进行酸洗钝化处理。）

水压试验→智能控制：彩色触摸屏显示同步制作→总装（安装外护板）

案例：

项目名称	西安建国饭店
项目建设规模	50000 m^2供暖(5 台 700kW 的全预混冷凝热水锅炉)
主要建设或改造内容	如原有 2 台 2 吨燃气热水锅炉达不到低氮 30mg 排放，需淘汰更换为 5 台 1 吨全预混不锈钢锅炉。
主要设备	锅炉主机、水水换热器、循环水泵、定压补水装置
项目投资额（万元）	120
项目建设期	45 天，生产周期 30 天，安装周期 15 天
项目节能（tce）	——
项目经济、环境及社会效益	初投资合理，不高于传统锅炉，火管采用精细不锈钢内置不锈钢扰流片来降低热阻，传热效率极高，无需加装节能器即可达到烟气冷凝。效率 98%-106%，综合运行超普通锅炉 10%以上，锅炉对水泵扬程的要求低，更加节省运行电耗，从而提高了整体工程的能效。NOx≤ 25mg/m^3，氮氧化物满足最为严格的环保要求。锅炉运行噪音低，布置灵活，占地面积小，根据使用情况可以随时增加供热面积，解决了供暖容量不足影响供热效果。根治大气，改善环境，是青山绿水，蓝天白云之本、青山绿水是一种常态，造福子孙后代。

项目名称	新疆广汇热力有限公司东方花园小区供热
项目建设规模	140000㎡供暖(全预混冷凝热水锅炉)
主要建设或改造内容	原有燃气热水锅炉达不到低氮 30mg 排放，需淘汰更换为全预混冷凝热水锅炉
主要设备	锅炉主机、水水换热器、循环水泵、定压补水装置
项目投资额（万元）	400
项目建设期	50 天，生产周期 30 天，安装周期 25 天
项目节能（tce）	——
项目经济、环境及社会效益	初投资合理，不高于传统锅炉，火管采用精细不锈钢内置不锈钢扰流片来降低热阻，传热效率极高，无需加装节能器即可达到烟气冷凝。效率 98%-106%，综合运行超普通锅炉 10%以上，锅炉对水泵扬程的要求低，更加节省运行电耗，从而提高了整体工程的能效。NOx≤25mg/m³，氮氧化物满足最为严格的环保要求。锅炉运行噪音低，布置灵活，占地面积小，根据使用情况可以随时增加供热面积，解决了供暖容量不足影响供热效果。

技术提供单位：青岛法罗力暖通温控技术设备制造有限公司

智能建筑能源综合管控技术

适用范围:

建筑节能、智能化领域，适用于办公楼、学校、酒店、医院等建筑。

技术原理：

以电力线载波通信和网络通信技术为支撑，采用 B/S 架构，通过 MQTT、BACnet、NB-IoT 等协议联通平台和智能化设备，打通能源的供给侧和需求侧，帮助建筑管理者更高效、更全面的提高建筑管理效率。

主要技术指标：

单机容纳量：20 万个

单机吞吐量：15000tps

网络：MESH 网络,节点间自动中继

通信速率：490kbps-3.12Mbps

数据安全：AES128 加密技术

关键技术：

（1）电力线载波通信技术

（2）物联网技术

（3）智能传感技术

（4）大数据

（5）人工智能

工艺流程：

SMT：将贴片器件焊接到 PCB 上；

THT：将插件器件焊到 PCB 上；

组装、测试：将 PCB 板和设备的壳体组装成整产品，并进行测试，测试完成后进行包装；

包装：不同的设备装入不同的包装，包装完成后，贴上名牌和标签，入库。

案例：

项目名称	青岛东软载波智能电子有限公司胶州园区
项目建设规模	约 255 亩，包括 1 栋综合楼、1 栋研发试制中心、4 栋厂房、4 栋宿舍公寓、7 栋专家住宅
主要建设或改造内容	主要包括能源管理、智能照明、智能遮阳、智能空调、智能安防、智慧空间、智能梯控、微电网等
主要设备	网关、计量表及采集器、各系统控制器和控制模块、通信转换器、控制面板、传感器等
项目投资额（万元）	约 900
项目建设期	约 2 年
项目节能（tce）	约 507
项目经济、环境及社会效益	经济效益：除去室内的智能化控制节能外，微电网和节能改造后的空调每月平均节电约 11000 度，节约标煤约 4444kg，每月节约电费约 4 万元；微电网新能源发电收益，每月收益约 10 万元。 环境效益：节能减排，保护环境。减少碳排量 tCO_2，充分降低不可再生能源的消耗，积极开发利用可再生能源。 社会效益：以身作则，积极响应国家节能政策，为节能减排工作起到带头借鉴作用，大力推动建筑的节能步伐；有利于节能减排工作的顺利开展和落实，从而推动生态文明建设。

项目名称	枣庄市政府办公大楼节能改造
项目建设规模	9.9 万㎡，包括办公大厦、人大、政协、档案局、综合服务楼、综合办公楼、水利局和人防楼八栋楼
主要建设或改造内容	空调改造
主要设备	网关、计量表、空调控制设备、空调末端控制设备、传感器等
项目投资额（万元）	约 200
项目建设期	约 8 个月
项目节能（tce）	约 70tce/年
项目经济、环境及社会效益	经济效益：大大减少了办公大楼空调的用电费用，降低办公成本。 环境效益：节能减排，减少碳排放，保护环境。 社会效益：节能减排，保护环境，积极响应国家节能政策，起到了良好的带头模范作用。

技术提供单位：青岛东软载波智能电子有限公司

20英尺方圆罐式沥青集装箱

适用范围:

主要用于各种不同品牌、规格型号沥青存储、运输行业。用于海运、铁路运输、陆路运输，集为一体的多式联运模式。

技术原理：

（1）罐体形状采取方圆型设计，经过对内部结构强度加强，扩大了容积。同时，加热管道采取单道加热，降低了箱体自重，又减少了内部占用空间，使容积增加12%以上。

（2）罐体保温采取整体保温设计，保温材料使用优质集装箱保温材料。保温性能远远超过原罐箱和市场现有的其他型号的同类产品。各个连接点的密封采取多道粘合密封措施，具有防渗水、密封保温的效果。各个附属配件的安装位置进行保温处理，达到保温效果。保温性能的提升为后续的加热操作，节省了大量的燃油成本。据目前的数据测试，与圆罐箱相比，保温性能提升了 40℃。燃油成本降低了近50%。

（3）设计了具有国家发明专利的加热系统。采取单管加热设计，使加热设备使用数量减少一倍。该设计不仅降低了加热管道带来的自重，而且使沥青均匀受热，减少热损失，热效率得到极大提升。新设计的加热系统，使加热时的热利用效率提升了近 50%。该加热系统的设计解决了内部管道受热不均的问题，避免了因受热不均时的持续加热对沥青品质的破坏，领先于国际沥青集装箱现有的技术水平。

（4）观察孔的设计，可直接观察液位，观察孔的口径较小（φ219），装卸料时，查看沥青液位时，可以避免在人孔站立查看

时带来的安全隐患。对观察孔及周边采取密封保温处理。燃烧器安装使用专用挂件，安装和拆卸时只需操作两个固定法兰，即可完成拆装，其效率、安全性很高。该挂件我司具有国家发明专利。我司研发的快链接可实现紧急情况下的紧急关闭。

（5）优化的罐体结构设计，在装料时，装料软管移动一次可装满两个沥青箱；原罐箱移动一次只能装一个沥青箱，减少了装料时移动罐箱的时间，提高了装料效率。卸料时，大口径的卸料阀和观察孔的设计，减少卸料作业时的用时。整体卸料效率极大提升，可以及时返还空箱，避免了滞箱费用的产生。

（6）具有独创的备用口设计。可以在铁路专用线上直接进行加热、卸料作业，减少了吊装成本和倒短运输成本，具有更广的适用性。我司新型沥青罐式集装箱的罐体是方圆形，备用口卸料产生的残余量基本与中部卸料口卸料时的残余量持平，同时低于原圆形沥青罐式集装箱的残余量。

（7）与卸料阀厂家和制造方一起，对卸料阀的设计和安装等方面进行技术研究，使卸料阀与罐体底部平齐或低于罐体底部位置，同时结合新型的加热系统使罐体底部的沥青在卸料末时能保持较高的温度，提高了底部残余沥青的流动性，可促进沥青最大量流出。卸料后的残余量比圆形沥青罐式集装箱的残余量降低了 50％。

主要技术指标：

20 英尺方圆罐式沥青集装箱主要技术参数如下表：

型号	1CC	箱型	UNT1
特点	符合标准	ISO668、ISO1496、ISO1161、参考 NB/T47003.1 等	
允许堆码质量	120000kg	堆码 6 层	
箱体尺寸	长度（mm）	6058	框架材料

<table>
<tr><td rowspan="2"></td><td>宽度（mm）</td><td>2438</td><td colspan="2" rowspan="2">Q345D</td></tr>
<tr><td>高度（mm）</td><td>2591</td></tr>
<tr><td rowspan="3">罐体尺寸</td><td>长度（mm）</td><td>5937</td><td colspan="2">材料</td></tr>
<tr><td>内尺寸（mm）</td><td>2260×2360</td><td>封头</td><td>筒体</td></tr>
<tr><td>壁厚（筒体/封头）（mm）</td><td>5.2/6.5</td><td>Q345D
或等同材料</td><td>Q345D 或等同材料</td></tr>
<tr><td colspan="3">容积</td><td colspan="2">焊接接头系数</td></tr>
<tr><td rowspan="2">总容积（L）</td><td colspan="2" rowspan="2">27300</td><td>封头</td><td>筒体</td></tr>
<tr><td>1.0</td><td>0.85</td></tr>
<tr><td colspan="3">重量</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>自重（kg）</td><td colspan="2">4880</td><td colspan="2" rowspan="3">误差 2%</td></tr>
<tr><td>最大载重(kg)</td><td colspan="2">25600</td></tr>
<tr><td>总重（kg）</td><td colspan="2">30480</td></tr>
<tr><td>设计压力（bar）</td><td>1.5</td><td>设计温度（℃）</td><td colspan="2">-40～200</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="4">阀门</td></tr>
<tr><td>名称</td><td colspan="4">技术说明</td></tr>
<tr><td>出料阀</td><td colspan="2">出料接口为 DN125</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>安全阀</td><td colspan="2">起跳/回座压力：
1.25bar/1.125bar</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>加热类型</td><td colspan="2">喷火燃烧器</td><td>加热范围</td><td></td></tr>
<tr><td>加热管尺寸/规格</td><td colspan="2">φ 159×6mm 无缝钢管</td><td>30-180℃</td><td></td></tr>
</table>

关键技术：

可加热带保温的容器、可移动、具有独特先进的加温系统、全保温、防撞结构设计等。

（1）大容量：

罐体形状采取方圆型设计，经过对内部结构强度加强，扩大了容积。同时，加热管道采取单道加热，降低了箱体自重，又减少了内部占用空间，使容积增加 12％以上。

（2）全保温设计：

罐体保温采取整体保温设计，保温材料使用优质集装箱保温材料。保温性能远远超过原罐箱和市场现有的其他型号的同类产品。各个连接点的密封采取多道粘合密封措施，具有防渗水、密封保温的效果。各个附属配件的安装位置进行保温处理，达到保温效果。保温性能的提升为后续的加热操作，节省了大量的燃油成本。据目前的数据测试，与原罐箱相比，保温性能提升了 40℃。燃油成本降低了近 50％。

（3）新型加热设计：

设计了具有国家发明专利的加热系统。采取单管加热设计，使加热设备使用数量减少一倍。该设计不仅降低了加热管道带来的自重，而且使沥青均匀受热，减少热损失，热效率得到极大提升。新设计的加热系统，使加热时的热利用效率提升了近 50％。该加热系统的设计解决了内部管道受热不均的问题，避免了因受热不均时的持续加热对沥青品质的破坏，领先于国际沥青集装箱现有的技术水平。

（4）安全性：

观察孔的设计，可直接观察液位，观察孔的口径较小（DN159），装卸料时，查看沥青液位时，可以避免在人孔站立查看时带来的安全隐患。对观察孔及周边采取密封保温处理。燃烧器安装使用专用挂件，安装和拆卸时只需操作两个固定法兰，即可完成拆装，其效率、安全性很高。该挂件我司具有国家发明专利。我司研发的快链

接可实现紧急情况下的紧急关闭。

防撞结构设计，罐体设计在框架之内，由框架保护罐体，避免吊装、运输过程中造成碰撞，损坏罐体，从而造成介质损失与不必要的安全事故。

（5）装卸料效率：

优化的罐体结构设计，在装料时，装料软管移动一次可装满两个沥青箱；原罐箱移动一次只能装一个沥青箱，减少了装料时移动罐箱的时间，提高了装料效率。卸料时，大口径的卸料阀和观察孔的设计，大大减少卸料作业时的用时。整体卸料效率极大提升，可以及时返还空箱，避免了滞箱费用的产生。

（6）适用性：

具有独创的备用口设计。可以在铁路专用线上直接进行加热、卸料作业，减少了吊装成本和倒短运输成本，具有更广的适用性。我司新型沥青罐式集装箱的罐体是方圆形，备用口卸料产生的残余量基本与中部卸料口卸料时的残余量持平，同时低于原圆形沥青罐式集装箱的残余量。

（7）卸净率提高：

与卸料阀厂家和制造方一起，对卸料阀的设计和安装等方面进行技术研究，使卸料阀与罐体底部平齐或低于罐体底部位置，同时结合新型的加热系统使罐体底部的沥青在卸料末时能保持较高的温度，提高了底部残余沥青的流动性，可促进沥青最大量流出。卸料后的残余量比圆形沥青罐式集装箱的残余量降低了 50％。

技术提供单位：兆华供应链管理集团有限公司

无油螺杆鼓风机

适用范围:

适用于污水处理，印染，纺织，化工，水泥，食品，钢铁，电力等行业。

技术原理：

（1）开发螺杆无油鼓风压缩机新型节能机头

利用原来螺杆压缩机机头的设计经验，计算设计出更好更有更高效的机头。使用同步齿轮带动，保证螺杆之间的啮合间隙，可达到无油密封压缩气体的作用，效率更高效，稳定性更高。

（2）使用新型机头对整机的开发设计

在开发设计的过程时，依据无油螺杆需要润滑油冷却齿轮，设计出合理完善的油路系统，保证机头运行的可靠性。

由于无油螺杆转子是高速运转，噪音比较大，需要用整个机箱的外壳对整机的噪音进行降噪。需要设计好密封性，声音的发散通道进行隔离。保证机器在较低噪音下运行。

主要技术指标：

序号	名　　称	单位	参数
1	型　　号	-	UBS180
2	级　　数	-	无油单级压缩
3	压缩介质	-	空气
4	进气压力	MPa	0.1013
5	环境温度	℃	≤46
6	容积流量	m^3/min	30
7	排气压力	kPa	120

序号	名　　称	单位	参数
8	排气温度	℃	每上升 10kPa,温度升高 8℃
9	排气含油量	ppm	无油
10	冷却方式	-	风冷
11	冷却风量	m^3/h	5000
12	冷却风压	Pa	80
13	噪音（机器 1 米处）	dB(A)	82
14	传动方式	-	联轴器传动
15	启动方式	-	变频启动
16	满负荷下轴功率	kW	69.8
17	出口尺寸	-	DN200
18	机组重量	kg	1400
19	外形尺寸（L×W×H）	mm	2300×1450×1750
20	主电动机		
	厂　　家	-	河北中磁
	电机型号	-	二级能效电机
	名义功率	kW	55
	转　　速	r/min	3000
	电压/频率	V	380V/50Hz
	额定电流/最大电流	A/SFA	98/118A
	额定效率	%	97
	电机防护等级	-	IP54
备注：1.容积流量测试标准：GB/T 3853-2017、GB/T 15487-2015；2.噪声测试标准：GB/T 4980-2003《容积式压缩机噪声的测定》；3.电机的额定功率是基于 1000 米海拔以下；容积流量是基于 400 米海拔以下。			

关键技术：

（1）技术难点：

在如何设计出更加节能的螺杆转子，螺杆转子的型线关系到机头能效与可靠性，更好的机头才能为整机的设计合理性及满足各性

能需求，能达到客户对节能产品和可靠性的需求。

（2）创新点：

新设计的无油螺杆鼓风机机头设计的型线相对于传统螺杆更加优异，能耗效率更加高效，使用自密封气方式保证排出的气体达到无油污的目的。

采用全新工艺流程和设备控制各公差配合，使阴阳转子与机头壳体的间隙设置更加合理、密封性能更加，从而提高机头的效率和可靠性。

更加优化的空气进气系统及整机采用多种密封零件对整机进行结构密封，大大的降低了机器的噪音。提升客户的使用体验。

全新的机器设计方案，增强节能和可靠性。

工艺流程：

（1）压缩气体：空气从进气空滤(3)过滤后进入机头(4)进行压缩，压缩后的其他通过排气消音器(6)进行降噪处理后进入客户端。

（2）油循环：机器冷却油存储在油箱(14)内，通过油泵(13)把油输送至机头(4)内对齿轮和轴承进行冷却。油在进入机头前会先进入冷却器(11)进行冷却，然后进入油过滤器(8)进行过滤杂质，油路有旁通，可以开关球阀(10)调节进入机头油压的大小。进入机头后自然回流至油箱(14)。

（3）油雾循环：进入机头(4)内部的冷却油在冷却高速齿轮和轴承时会产生油雾，通过管路把油雾引入油箱(14)，再把油雾通过管路引入油雾分离器(15)，对油雾进行分离处理。处理后，油雾经过处理析出油滴流回油箱(14)，分离后的空气排向大气。

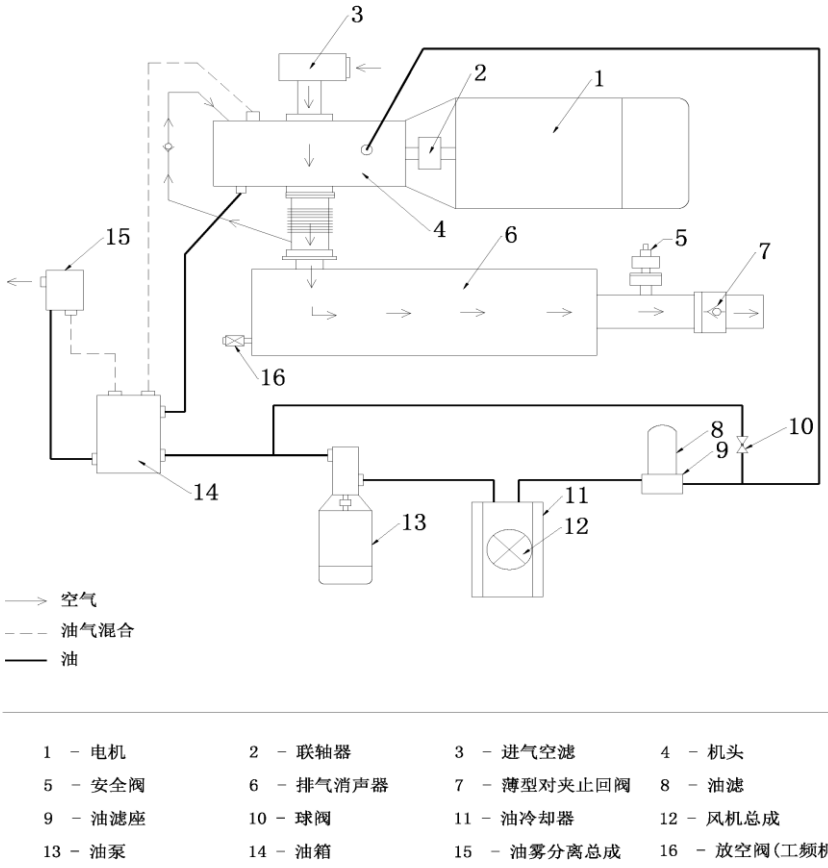

图 1　无油螺杆鼓风机工艺流程图

案例：

项目名称	浙江五丰冷食有限公司
项目建设规模	买卖方式改造原有压缩空气系统，涉及投资额 50 万元，投资回报周期 20 个月。
主要建设或改造内容	螺杆风机替换罗茨风机
主要设备	无油螺杆鼓风机
项目投资额（万元）	50
项目建设期	3 个月
项目节能（tce）	24.6 tce/a
项目经济、环境及社会效益	本项目为响应国家节能号召，在浙江五丰冷食有限公司做节能改造。以 45kW 螺杆鼓风机替换原有 70kW 罗茨风机机组，每年节约标准煤 24.6 吨，减少 CO_2 排放量 68.3 吨。

项目名称	太仓锦飞电镀有限公司
项目建设规模	买卖方式改造原有压缩空气系统，涉及投资额30万元，投资回报周期15个月。
主要建设或改造内容	螺杆风机替换罗茨风机
主要设备	无油螺杆鼓风机
项目投资额（万元）	30
项目建设期	3个月
项目节能（tce）	24.6tce/a
项目经济、环境及社会效益	本项目为响应国家节能号召，在太仓锦飞电镀有限公司做节能改造。以45kW螺杆鼓风机替换原有65kW罗茨风机机组，每年节约标准煤19.7吨，减少CO_2排放量54.7吨。

技术提供单位：上海优耐特斯压缩机有限公司