

中国“双十佳”最佳节能技术和实践说明

(工业节能技术)

一、节能高效挖掘机势能回收技术

技术原理。节能高效挖掘机势能回收技术是通过惰性气体储能的系统，利用挖掘机工作装置（大臂）下降时产生的势能，推动储能油缸内液压油压缩储能器内惰性气体进行势能回收，在工作装置上升时，通过液压阀及主泵配比优化技术，储能油缸与动力油缸同时出力推动工作装置实现挖掘操作，提高挖掘机工作装置的工作速度和挖掘出力，从而实现在设计上减少发动机动力，大幅降低挖掘机挖掘油耗，进而提高挖掘机整体工作效率。

主要技术指标。储能系统主要包括蓄能罐、蓄能油缸及控制阀。蓄能罐内的气体为无毒无害的惰性气体，受环境温度影响变化小；罐体设计允许最大额定压力为65MPa，工作压力为25MPa。

节能效果。与传统挖掘机相比，采用该技术挖掘机单位挖掘量油耗降低30%-50%，与装机功率的相同挖掘机相比出力提高50%-100%。

应用领域。此技术可广泛应用于各种用油缸控制举升起降的设备进行势能回收，如挖掘机、装载机等工程机械，水利工程、抢险救灾等物料挖掘和转运，港口吊装等。

二、基于三相采样与快速响应的电机节能技术

技术原理。基于电机降压节能原理，基于三相采样与快速响应的电机节能技术通过采用闭环反馈系统对电压进行调节，精确控制电机的电压和电流，使电机在最佳效率状态下工作；采用可调电阻网络三相采样、高频脉冲列触发可控硅和感应电压检测等核心技术，有效提高功率因数角检测电路的检测精度和响应速度，确保可控硅能够更加稳定、精确、快速的触发，保证电动机启动和运转更加平稳，实现电机能耗降低。

主要技术指标。采用高频脉冲列触发可控硅技术，脉冲宽度为 18 微秒，间隔为 40 微秒，脉冲列数量超过 100 个，适用于低压三相交流异步电机，功率在 7.5kW 至 315kW。

节能效果。冲击负载工况：在电机负载变化较大的机械设备上，有功功率节电率为 20%-40%。渐变负载工况：在电机负载变化不大的机械设备上，有功功率节电率为 15%-30%。恒定中高负载工况：在电机负载较稳定的机械设备上，有功功率节电率为 5%-7%。

应用领域。可广泛应用于冶金、石化、煤炭、制造等涉及低压三相交流异步电机的行业领域，具有较大的推广潜力。

三、人体电压感应节能控制芯片技术

技术原理。人体电压感应节能控制芯片技术采用可调阈值四端模块，植入有待机功耗的电器中，将电器原有的待机功耗（一瓦至十几瓦）降低为零，并可通过人体感应电压，以触摸或轻触的方式瞬间启动电器。核心技术有四端控制技术，通过特殊工艺将常规的三端 MOSFET（金属-氧化物半导体场效应晶体管）的源极 S 和衬底电极 B 打开，在两极之间加接偏置电压 VBS，可实现 MOSFET 的阈值电压 V_{th} 改变。人体电压感应芯片技术，采用上述技术的模块植入电器，可实现关闭电器后，电器及本模块均不耗电，可通过人体感应电压以触摸/轻触方式瞬间启动电器，并且不改变电器原有功能，实现电器待机无功耗的节能效果。

主要技术指标。适用电器参数 A.C. 100V-240V，50Hz/60Hz；待机功耗 0（现有电器待机功耗通常在 1W-15W）。

节能效果。不改变电器原有功能，实现电器待机零功耗。

应用领域。适用于民用、工业及其他有待机功耗的交流电器领域，包括空调、洗衣机、电视机、机顶盒、电脑、显示器等产品，市场前景广阔。

四、ORC 螺杆膨胀机低品位余热发电技术

技术原理。ORC 螺杆膨胀机低品位余热发电技术把有机朗肯循环与螺杆膨胀机结合进行应用，整个系统包括蒸发器（含预热器）、膨胀机、冷凝器、液体泵，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，适合余热、废热等参数波动性较强的能源回收和利用。

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%。

节能效果。等熵效率高达 85%-88%，热净发电转化效率高达 8.4%-12.8%。

应用领域。机械行业、建材、化工、冶金、纺织、窑炉等低品位余热利用。

五、新型稳流保温铝电解槽节能技术

技术原理。新型稳流保温铝电解槽节能技术通过模拟仿真和理论计算，优化铝液中的电流分布，降低铝液的流速和界面变形，优化阴极碳块中的电流分布，提高阴极铝水的稳定性；通过优化阴极结构和材料选型，开发稳流高导钢棒，结合低阴极压降组装技术，降低阴极压降和槽电压；通过根据电解槽区域能量自耗和电解质成分的初晶温度优化设计槽内衬，优化等温线分布，形成理想炉膛，降低侧下部散热；通过合理匹配电解槽工艺技术参数，最终达到稳定铝液波动、降低水平电流和槽电压、减少侧下部散热的目的，确保电解槽低电压高效率稳定运行，降低电耗。

主要技术指标。槽电压 3.85V，电流效率 92%左右，直流电耗小于 12500kWh/t-Al。

节能效果。与技术应用前相比，铝液直流电耗降低 500kWh。

应用领域。用于以氧化铝为原料生产电解铝的铝冶炼行业。

六、电子设备液冷导热节能技术

技术原理。电子设备液冷导热节能技术采用热管散热技术和水冷散热技术相结合，将热管冷板模块与服务器耦合达到芯片级制冷，服务器高热流密度产生的大部分热量经过采用本技术的接触式制冷通道导出到服务器机箱外，小部分剩余热量通过传统风冷技术的非接触式制冷通道带走，然后通过内循环冷媒传导系统将冷板的热量不断传递至板式换热器中，再通过外循环冷却水散热系统将热量携带至冷却塔自然散发。该技术全程无需空调压缩机，数据中心PUE值大幅降低，有效实现数据中心节能。

主要技术指标。本技术制冷系统能耗较传统制冷系统能耗下降80%以上，只占数据中心总能耗10%左右；服务器CPU满负荷条件下工作温度低于60℃；单机架装机容量适配5~25kW。

节能效果。本技术将数据中心PUE降低至1.2以下，实现数据中心节能40%左右。

应用领域。本技术适用于政府、通信运营商、IDC企业、互联网、金融等行业数据中心及通信机房散热，也可在超算、雷达、激光器、大型工控设备、LED大屏等高热流密度冷却领域应用。

七、石化企业能源平衡与优化调度技术

技术原理。针对工业企业中蒸汽、瓦斯、氢气、水、风、电力等能源介质，以大型实时数据库构建智慧能源管控平台，结合时间序列和软测量思想的多能源介质产耗预测技术、基于多能源介质产耗预测数据和整体协同平衡模型的能源系统多周期优化调度方法、不确定性混合整数非线性规划求解技术，建立能源管网智能模拟和能源系统协同平衡模型，研发大型流程企业燃料-蒸汽-电力系统多周期协同平衡与优化调度平台与软件，大幅提高模拟和预测精度，快速、稳定、准确给出优化调度方案，实现能源介质的多周期协同优化调度。

主要技术指标。主要能源介质产耗预测精度大于95%，主要能源介质管网模拟精度大于95%，能源优化调度模型计算结果与实际匹配度大于95%，综合能耗降低1.5%以上，废气排放量减少5%以上。

节能效果。瓦斯、煤气、蒸汽放散普遍减少5~10%，目前该技术可实现节能量约53万tce/a。

应用领域。应用于石化、化工、有色、建材等高耗能行业。

八、基于低真空相变原理的工业废水余热回收技术

技术原理。基于低真空相变原理的工业废水余热回收技术将中高温废水闪蒸，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，实现工业废水与低温流体无壁面接触换热，同时解决传统间壁式换热器易腐蚀、结晶、挂垢及堵塞等技术难题。采用多级连续闪蒸换热技术，实现大温差换热，提高传热效率，降低系统能耗，最大限度利用工业废水热能。

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

节能效果。余热利用代替传统燃煤锅炉（锅炉热效率按照 70% 计算）相比，节能率在 90% 以上。

应用领域。该技术可应用于石油化工、煤炭、电力、钢铁、冶金、纺织、造纸等行业的工业废水余热回收，提供工业、生活热水，或为建筑物供热。

九、旋浮铜冶炼节能技术

技术原理。旋浮铜冶炼节能技术通过旋流强化富氧气体与物料颗粒混合，同时强化一次反应产生的过氧化颗粒和次氧化颗粒的二次反应，增强火焰区的传热和传质过程，确保反应充分完全。采用此原理，研制开发核心装备，即旋风脉动型喷嘴、智能化生产的数学模型，以及相应的计算机在线控制系统，实现旋浮智能化冶炼和自热冶炼。

主要技术指标。投料量由 200t/h 提高到 350t/h，单台炉的最大年产能可提高到 50 万吨，反应塔热负荷 2600-2900MJ/m³·h，熔炼炉和吹炼炉作业率分别达到 98%和 97%，粗铜综合能耗 150kgce/t，铜铕品位可达 70%。

节能效果。该技术与技术应用前相比，天然气消耗量下降 50% 以上，粗铜综合能耗较行业平均水平下降 20%左右，节能效果显著。

应用领域。用于以铜精矿为原料生产冰铜的铜冶炼行业。

十、模块化梯级回热式清洁燃煤气化技术

技术原理。模块化梯级回热式清洁燃煤气化技术是基于循环流化床气化原理开发的一种以碎煤及粉煤为原料制取煤气的工艺。利用流态化反应器混合充分、温度均匀等优点，采用“梯级余热回收”技术，优化气化系统的换热环节，将粗煤气中的大量余热用于产生高温气化剂，实现“高温助燃”，降低反应的不可逆损失，提升冷煤气效率。此外，在较高的反应温度下，原料煤中的挥发物受热分解，重质碳氢化合物分解较为完全，粗煤气中不含焦油，从而降低净化难度。该技术还可以通过配置飞灰强制循环模块与耦合气化模块等方式，对未完全转化的残碳进行二次利用，从而实现超高碳转化率，进一步提升系统的冷煤气效率。

主要技术指标。一次碳转化率 85%-90%，一次冷煤气效率 70%-80%，综合碳转化率 95%-99%，综合冷煤气效率 80%-90%，热效率 $\geq 90\%$ 。

节能效果。传统固定床气化工艺会产生大量容易堵塞设备与管道的焦油，导致生产过程中的余热难以回收利用，碳转化率只有 70%-80%，冷煤气效率只有 60%-70%，大量的未转化的碳和散热损失排放至环境中，造成大量能源浪费。该技术通过采用梯级余热回收利用、强制循环和耦合器化等技术，不仅有效提升了系统的热效率和冷煤气效率，而且可避免产生黑水，具有良好的环境效益。

应用领域。适用于建材、冶金、化工等高能耗行业。

中国“双十佳”最佳节能技术和实践说明

(工业节能实践)

一、中国重汽能源管理体系建设实践

中国重型汽车集团有限公司(简称:中国重汽)根据本企业特点,策划并建立了能源管理体系,能源管理中心覆盖了主要生产单位及75%以上的主要用能单元,工艺节能、管理节能、技改节能协同推进,取得丰硕成果,获得国际和国家级、省部级等多项荣誉,具有重要的引领价值和示范作用。

在工艺节能方面,采用新材料、新设备、新工艺、新技术以减少耗能工序,通过不断验证优化工艺参数,有效减少能源消耗。在管理节能方面,各生产单位贯彻连续生产、局部连续生产、提高经济批量、集中排产、加快生产节拍、规范现场操作等众多管理节能思路,挖掘节能潜力,创新节能管理,取得显著绩效。此外,开展了电力需求侧管理,通过合理配置资源和有效调控负荷峰值节约基础电费,提高谷电利用率,降低电度电价,实现节约用电、合理用电、计划用电、智慧用电,年均实现经济效益超过三千万元。在技改节能方面,实施空压机余热利用、水蓄冷、地源热泵等大型技改节能,取得了显著收益。

中国重汽通过建立和运行能源管理体系,建立了长效机制,节能意识显著提升,单车综合能耗四年间下降幅度超过25%,有力助推了企业的可持续发展。

二、阳谷祥光铜业实施能源集中管控节能实践

阳谷祥光铜业有限公司（简称：阳谷祥光铜业）结合本企业特点，以建立运行能源管理体系为核心，实现能源管理系统化；以建设能源管控中心为工具，实现能源管理扁平化；以培养能源管理师为抓手，组建高素质能源管理团队。该项工作夯实了节能工作基础，提升了能源管理水平，对有色金属行业建设能源集中管控系统具有良好的示范作用。

阳谷祥光铜业把硬件设施建设和配套能源管理体制有机结合，做到同步规划、同步建设，使得能源管理体系和能源管控中心充分融合，从而建立了现代化能源管理模式，集在线过程监控、能源调度、能源管理为一体，依据真实准确的能源计量数据，实现了集中化、扁平化的能源管理。设立能源管理岗位，聘任能源管理负责人，开展对能源管理负责人和相关人员的法律法规及专业知识的培训，公司节能环保意识大幅提高。

阳谷祥光铜业通过系统的能源管理，实现了吨产品阴极铜耗能减少 112.69Kgce/t，节能率 6.1%，单位节能量成本 0.32 万元/吨标煤，可实现年节能量 2.59 万吨标煤。

三、沙钢 2500kW 除尘风机绕组永磁耦合调速 技术改造实践

绕组式永磁耦合调速器系统节电率明显优于传统的液力耦合调速技术、变频调速技术和涡流永磁调速技术，整体技术在同类产品中处于国际领先水平，为电机调速节能提供了一种全新的技术选择，可广泛应用于各行业的电机节能与传动效率的提升，能明显提升电机系统效率，具有比较广阔的市场前景。

江苏磁谷科技股份有限公司利用自主开发的绕组式永磁耦合调速技术，对江苏沙钢集团电炉炼钢厂二车间 2500kW 二次除尘风机进行了技术改造。改造针对原风机存在振动大、漏油、机械故障多、调速响应时间长、精度低、调速范围小等实际情况，制定了相应的技术方案及节能评估。在现场改造实施中，直接在原位置替换液偶，不增加空间和基础改造，未增加油冷或水冷等降温设施。采用绕组式永磁耦合调速器替换原有调速性液力耦合器后，无液压油损耗，可靠性高，能有效隔离振动和噪声，减少整个传动链内所有设备的冲击负载损害，维护成本低。

在本实践案例中，经江苏沙钢集团现场实测，节电率高达 41%，项目年节能量 430.5 万度电，持续三年节能量 1291.5 万度电。

四、新余钢铁炼钢一次除尘风机永磁涡流柔性传动 装置节能改造实践

除尘风机是钢铁企业在炼钢厂辅助设备中的耗电大户，直接影响到钢铁企业的经济效益。该实践采用永磁涡流柔性传动节能装置替代液力耦合器，对高炉一次除尘风机进行节能改造，进一步挖掘节能潜力的同时也填补了国内外大功率永磁传动技术应用的空白，带动了更大规模项目改造，应用潜力巨大。

江西新余钢铁股份有限公司联合迈格钠磁动力股份有限公司、江苏苏仪集团有限公司，结合钢铁行业高炉一次除尘风机的特点，充分发挥永磁涡流柔性传动装置的安全可靠、节能环保等优势，对之前采用液力耦合器进行节能调速的高炉一次除尘风机进行了升级改造。风机最低转速由 600rpm 下降至 300rpm，在液力耦合器节能的基础上又增加了 45%的节电率，设备安全性也得到有效提升。在项目实施过程中，三方共同成立了包括技术、设备、工艺、安装、维护、运营等方面的专项工作小组，确保了改造项目的顺利实施，探索出了重大关键技术首次应用的实施经验。

本项目是永磁涡流柔性传动节能装置在大功率设备（3500kW）上的首次应用。经第三方检测，本项目年节能量达 2261 吨标准煤。

五、压缩空气系统节能优化技术的应用实践

压缩空气在工业使用中，仅有 60%的能耗用于生产，其余 40%的能源被损耗。通过空压机系统节能优化技术，包括空压机节能、空压管网节能管控系统、末端专用节能管控系统等手段，提高空压机使用效率，提高用电效率，同时提高企业自动化管理水平，产生的节能效益远远大于通用型节能设备的效益，具有巨大的社会效益和经济效益。

北京爱索能源科技股份有限公司开展了从耗能设备到用能空压机群整个系统的节能测算和诊断等方面的创新工作，并发明研制了相应的装置。通过高效化、智能化、规范化、标准化的配置设计，优化站房布局，置换低效设备，稳定输出压力，改善净化质量，推进绿色低碳，降低运营成本，实现能源智慧利用的新型空压站。空压站的建设采用 BOO 运行模式，空压站的投资、建设、运营、维护均由公司承担。

压缩空气系统节能优化技术的应用实践，提供压缩空气系统从动力源头到末端用气设备的系统整体节能解决方案，节能率可达 30%，投资回收期在 2 年左右，已在大连船舶重工、五粮液集团、柳钢集团、上海长兴造船等近 50 家企业成功实施应用，实施的项目每年节约 16 万吨标准煤。

六、首都机场能源管理体系建设实践

首都机场作为“第一国门”，也是北京市重点用能单位。北京首都国际机场股份有限公司（以下简称首都机场）遵循“策划-实施-检查与纠正-持续改进”的系统化管理，努力将能源管理的每个重要环节落实到实处，持续降低能源消耗，提高能效水平。首都机场是国内首家通过能源管理体系认证的航空企业，其理念和管理可为机场行业提高能效水平提供示范。

首都机场将能源管理体系建设作为节能工作的基础与核心，严格执行节能操作，不断优化运行方案，为实现节能目标提供了行之有效的精细化管理工具，有效提升了能效水平。根据航空业特色，依托能源管理体系，对航站楼照明系统实施精细化管理，对行李系统制定特殊运行方案，根据不同季节及环境状况控制运行模式，调整空调运行模式，实现了能耗的不断下降；运用市场化的节能机制和商业模式，发挥专业机构的特长，采用合同能源管理机制，建设光伏发电，开展清洁能源利用，推广桥载电源等措施，大幅降低能源消耗；首都机场将节能减排目标细化分解至各部门，与部门 KPI 挂钩，设立“双增双节”奖励，表彰节能工作表现突出、做出重要贡献的部门和个人。

该实践使得首都机场每年节电量超 1500 万千瓦时，为航空公司节约燃油约 8 万吨。

七、互太纺织节能降耗管理实践

互太（番禺）纺织印染有限公司（以下简称互太纺织）重视技术创新和节能环保，大力推动企业清洁生产，通过实施印染废水和定型机废气处理过程中的节能改造，有效实现了精细化运行和集约化管理，为纺织印染行业做好节能环保工作提供了很好的示范案例。

互太纺织实时监测纺织废水和废气处理，在线收集、传输、分析废水的物化处理、生化处理、深度处理和废气前处理等各工艺的关键参数，采取相应措施，通过自动加药、精准曝气、自动化改造及定型机废气热能回收等方式，提高设备运行稳定性，优化整体系统的运行，提高效率，降低运行成本，实现节能和环保相结合的目标。

本实践使互太纺织年节约用电 52.56 万 kWh，节省药剂投加成本 975 万元，节省人力成本 38.4 万元，年总节能量达到 10800 吨标煤。

八、胜利油田分公司东三联区域一体化能效提升实践

胜利油田分公司响应国家节能减排政策，落实中石化“能效倍增”计划，在孤东采油厂东三联区域，按照“地下优先、井筒优化、地面配套”的一体化能效提升思路，分析油藏、工艺、集输、注水等油田开发节点，找出影响系统用能的因素，创新、集成应用 15 项节能技术，实现油藏产液均衡，系统效率提升，能耗降低。

在油藏方面，通过综合应用数值模拟分析研究技术、井网调整转流线技术、注采参数优化技术等，减少液量 0.25 万立方米/天、联合站处理液量减少 0.25 万立方米/天，减少注水量 0.23 万立方米/天。在工艺方面，通过应用一体化降电、高渗滤防砂技术、油井实时监控自动诊断技术、大排量管式泵举升技术、节能型电机等技术，实现电动机减容 793 千瓦，平均井日节电 26.7 千瓦时。在注水方面，通过应用阶梯泵组合、管线除垢、偏心侧调一体化等技术，优化产液注水结构，注水量下降 0.23 万立方米/天，注水单耗下降 0.07 千瓦时/吨，管线除垢平均压力损失降低 0.84 兆帕。在集输方面，通过应用电磁聚结分水、降回压、油水界面自动控制、浮动出油装置等技术，降低油井回压 0.2 兆帕，加热负荷下降 2030 千瓦。

项目投资 3429 万元，年节能 2284.5 吨标煤，节能率 13.1%，年创效益 866.1 万元，投资回收期 3.96 年。

九、燕山石化公司 2# S-Zorb 装置低温余热发电实践

燕山石化公司新建 S-Zorb 装置余热综合利用系统是中国石化股份有限公司建立的第一套对汽油产品低温热进行回收、并网发电的装置。余热综合利用系统设计能力为 650KW，设计年运行时间为 8400 小时。

在 S-Zorb 装置中，塔底汽油温度较高，约为 130-150℃，而汽油出装置进储罐要求的温度约为 50℃。采用空冷和水冷进行冷却，此部分低温位的热量未被有效利用。此项节能改造中，稳定塔送出的塔底油进入 ORC 有机朗肯循环系统的蒸发器，将热量传递给 ORC 有机朗肯循环系统的循环工质（R245fa），并将从蒸发器出来的 70℃的汽油接至空冷器。蒸发器出来的工质（R245fa）蒸汽进入螺杆膨胀机做功，驱动发电机发电，做功后的工质（R245fa）乏汽进入冷凝器，由空冷器冷却凝结。凝结的 R245fa 经工质泵升压后送到工质预热器进行加热，再进入蒸发器吸收塔底油的热量，如此形成 ORC 有机朗肯循环。设计工况下，ORC 机组净发电量约为 540kWh，可满足装置总用电负荷的 50%左右。

本实践实现节能量 168 万吨标煤/年，项目回收期为 5 年。该实践能推广到国内其它 S-Zorb 装置上，同时此实践所采用的余热利用技术可以进一步推广到石化行业具有类似低温余热资源的重整装置、柴油加氢装置等，具有非常显著的节能潜力和经济效益。

十、基于大温差热电联产供热技术应用实践

山西大唐国际云冈热电有限责任公司依托大同市城市集中供热工程，利用吸收式热泵技术在一次管网形成大温差，在热源端回收汽轮机乏汽余热，服务于城市集中供热，解决供热热源严重不足的问题，降低热电联产总能耗。该实践为解决城市集中供热主管网输送不能满足城市发展的矛盾摸索出了一条有效途径，具有很好的推广意义和应用前景。

根据大同市多热源点和城市供热网的实际情况，首次建立了管网水力工况模型，确定了二次网热力站吸收式热泵布置方案，将供热区域内的热网回水温度由 65°C 降低到 39°C ，一次网供回水温差由 55°C 增加至 76°C ，提高管网热力输送能力 38%。供热首站在供热系统流程上采用串-并联结合的方式，通过串联前置换热器-并联吸收式热泵-尖峰加热器三级加热热网循环水，使低温热网回水与低温乏汽余热的能级更加匹配，使同型号的两台机组形成不同的高低运行背压，降低了两台机组的平均运行背压，减少了初末寒期对发电量的不利影响，提高了系统能效和空冷岛安全性，减少了传热的不可逆损失。

项目实施后，新增供热面积 900 万 m^2 ，实现年节能量 14 万吨标准煤以上。

中国“双十佳”最佳节能技术和实践说明

(建筑节能技术)

一、智能热网监控及运行优化技术

技术原理。智能热网监控及运行优化技术通过集成物联网、互联网、云计算和自动化控制相关技术，搭建智能化供热管理平台，实现从热源、热力站、管网到热用户的全供热系统的集中监控和热量计量，并利用内置的分析模型，自动分析历史数据，总结温度运行规律、经济流量、热指标、能耗指标等，模拟和预测供热系统运行和发展趋势，提前预警，从而优化热网调度，提高热力企业运营管理水平 and 供热系统安全可靠度。

主要技术指标。集群监控能力上限大于 100 万户；算法能够基于对已积累的供热系统运行数据和管网资料，得出供热管网特性，结合气象参数，能够预测未来 72 小时内的热负荷。

节能效果。采用智能热网管理平台管理供热系统后，我国北方城镇地区采暖耗热量可降低约 $0.04\text{GJ}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ ，实现平均节能率 9%-15%。

应用领域。此技术可广泛应用于热电联产集中供热系统和区域锅炉房集中供热系统。

二、温湿度独立调节离心机技术

技术原理。温湿度独立调节离心机技术将热湿负荷分别处理，使显热系统的冷水供水温度由常规冷凝除湿空调系统中的 7℃ 提高到 16-18℃，提高了机组效率。针对高出水温度带来的冷却、回油问题，“小压比”离心制冷压缩机采用新型“微压差”自动回油技术和孔板与电子膨胀阀相结合的冷却技术，以满足机组高温工况运行的要求，提高了压缩机效率。基于以上技术开发的新型高效冷水机组，供水的温度高于室内空气的露点温度，不存在结露的风险，可实现高温工况下高效可靠运行。

主要技术指标。该技术冷冻水出水温度可达到 16-18℃，独立承担显热负荷，16℃ 出水时 COP 达到 8.6，18℃ 出水时 COP 达到 9.1，总体性能达到国际领先水平。

节能效果。与同等冷量的传统离心机对比，不同出水温度下的能效平均提升 30% 左右，节能率达到 20% 以上。

应用领域。该技术可以应用于大型公共建筑、数据中心的空调系统，大幅降低能耗，有利于公共建筑空调系统的可持续发展。

三、预制直埋保温管保温处理工艺技术

技术原理。预制直埋保温管保温处理工艺技术是将钢管经过抛丸除锈和增温控制之后,采用 ODP 为 0、GWP<25 的环戊烷发泡剂,通过高压发泡设备与喷涂装置,将硬质聚氨酯直接喷涂在钢管表面形成保温层,再通过粘接装置及结合工艺,将特殊粘接材料喷射在保温层表面,最后通过挤出机设备与缠绕装置及引导工艺,将高密度聚乙烯片材缠绕在保温层表面,同步经过冷却装置及循环工艺,一次冷却形成预制直埋保温管整体强化的稳定结构。

主要技术指标。保温层导热系数小于 $0.029\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$,密度大于 $60\text{kg}/\text{m}^3$,压缩应力大于 0.35MPa ,泡孔平均尺寸小于 0.5mm ,使用寿命大于 30 年。

节能效果。在供热管网应用中,比传统保温管道的热损减少 30%以上,能耗降低 3%以上。

应用领域。此技术适用于输送液体与气体介质的管网,包括集中供热、区域供冷、石油石化、市政管道等预绝热保温管道。

四、基于新型换热结构的一体式低氮燃烧冷凝技术

技术原理。基于新型换热结构的一体式低氮燃烧冷凝技术集成烟气侧强化传热技术、受热面自清洁技术、冷凝水防腐蚀技术和低氮炉体结构设计技术四大核心技术，具备稳定、高效、节能、环保的特点，以能量利用最大化为原则，对管网系统进行低损耗优化设计，实现系统的最大节能。采用三位一体智能供热控制系统，结合云端大数据采集与智能分析，掌握系统运行数据，作出优化升级建议，确保系统持续高效稳定运行。

主要技术指标。30℃回水时，满负荷热效率 106.7%，最小负荷热效率 109.5%；40℃回水时，满负荷热效率 102.2%，最小负荷热效率 105.1%；50℃回水时，满负荷热效率 98.5%，最小负荷热效率 100.5%。

采用该技术时，氮氧化物排放比采用扩散式燃烧器的常规排放降低 40%左右。

节能效果。该技术可以回收烟气中约 8%的显热和 10%的潜热，比国内现有冷凝燃气锅炉的热效率更高，较普通燃气锅炉可节能 15%左右。

应用领域。应用于天然气供热的建筑，包括民用建筑（办公建筑、商业建筑、科教文卫等公共建筑和居住建筑）和工业建筑的采暖和热水供应。

五、基于全焊接高效换热器的撬装换热站技术

技术原理。基于全焊接高效换热器的撬装换热站技术集成了全焊接高效板壳式换热器、智能水处理设备、智能电气控制设备及智能运行监控设备等技术，将低品位热能（一次热网低温回水）进行二次利用，实现对能源的梯级利用；将一次侧进出口、二次侧进出口、补水口、排污口放在一侧，便于现场施工安装。采用先进的保温技术，使整个换热站可置于室外，并实现安全稳定运行。

主要技术指标。与传统可拆换热器比较，换热板片利用率提高30%以上。

节能效果。在节省换热站占地面积和减少运行维护工时的基础上，平均每个换热站的节能率提高5-11%。

应用领域。适用于我国北方城镇集中供热系统的换热站。

六、节能型合成树脂幕墙装饰系统技术

技术原理。节能型合成树脂幕墙装饰系统技术以无机改性聚合物技术为基础，以油性有机树脂或高聚物等为主体，通过仿生化学合成技术，接枝或镶嵌无机官能团，形成集无机和有机于一体的无机改性聚合物；以合成树脂为主要粘结材料，与颜料、填料及助剂配制成腻子等各种涂料，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，实现对铝塑板、石材及陶瓷等传统装饰建材的替代。整个系统采用氢键缔合反应，并能够在水泥基等材料上具有一定的渗透功能，从而形成有机的整体，实现从生产、安装、使用到更新改造的全寿命周期的节能环保。

主要技术指标。反射隔热产品的半球发射率 0.85 以上，保温装饰材料导热系数为 $0.018\text{w}/(\text{m}\cdot\text{k})$ 。

节能效果。产品应用于华南片区的反射隔热时，可实现 65% 节能率；应用于东北片区的装配式保温装饰时，可实现 75% 节能率；应用于其它区域的反射隔热+保温装饰时，可实现 75% 节能率。

应用领域。主要适用于公共建筑节能领域，包括办公建筑、商业建筑、旅游建筑、科教文卫等建筑及交通运输类建筑等。

七、基于冷却塔群变流量控制的模块化中央空调 节能技术

技术原理。基于冷却塔群变流量控制的模块化中央空调节能技术采用冷却塔群变流量技术，充分利用冷却塔有效换热面积，提高冷却效率，减少冷却水流量需求，降低主机及冷却水泵能耗。独立采集温度、压力、流量等相关设备信号后，直接驱动，各个设备按预先设定运行，实现模块化控制和系统高效运转。

主要技术指标。冷却塔之间均匀分水，塔内布水盘均匀布水，降低漂水损失，冷却水温平均降低 1.5~3℃，冷却效率提升 1~2 倍，冷却风扇能耗降低 40%以上，冷却泵能耗降低 20%~30%，主机能耗降低 4%~8%，自适应流量需求范围为 20%~100%。

节能效果。对已经实施了控制节能的对象，应用本技术的相关优化措施，可以再实现约 10%的整体节能率。

应用领域。该技术可以应用于有冷却塔群的水冷式中央空调系统，具有较大的应用空间。

八、污水源热泵系统流道式换热技术

技术原理。污水源热泵系统流道式换热技术是一种针对污水源换热设备的成套技术，可在市政污水主管道取水和换热，实现污水热能的就地提取。流道式换热器是提取污水中热量的关键设备，该污水侧采用单流道、大截面、无触点结构设计，具有抗堵、防垢性能；清水侧（介质水）采用紧凑型、小截面、多支点、多层并联再串联结构。该技术保证了换热设备整体的承压能力与抗挠度，减少了设备体积与占地面积，解决了设备在热交换过程中的堵塞、腐蚀等一系列问题，实现高效换热。

主要技术指标。设备承压 $>1.0\text{ Mpa}$ ；换热器清水工况下传热系数 $>3000\text{W/m}^2\cdot\text{k}$ ；单台设计水量 $20\sim 100\text{m}^3/\text{h}$ ；换热器阻力 $40\sim 80\text{kPa}$ ；清洗周期 >180 天（单台清洗用工约1人日）。

节能效果。系统供热 COP 可达 3.5-4.5，节能效益显著。

应用领域。该技术对于我国普及推广污水源热泵、开发探索绿色供暖技术具有重要意义，可应用于各种公共与民用建筑的冬季供暖、夏季制冷及生活热水供应。同时，可应用于污泥加热、含油污水或污染物含量高的废水换热等工业生产。

九、CO₂空气源热泵供暖技术

技术原理。CO₂空气源热泵供暖技术具有对寒冷地区室外温度适应能力强、出水温度高等特点，在供回水大温差条件下具有较高的制热系数。CO₂热泵相比传统氟利昂工质热泵出水温度可达70℃以上，满足各类散热器的需求，实现供暖及生活热水供应。

主要技术指标。名义工况（室外干球温度7℃）达到热水进/出水温度50℃/70℃，COP为2.46。低温工况（室外干球温度-20℃）达到热水进/出水温度50℃/70℃，COP达到1.66。

节能效果。与燃油锅炉、燃气锅炉、电锅炉等供暖设备相比，节能率在50%以上。

应用领域。应用于建筑行业，包括民用建筑、办公建筑、商业建筑、科教文卫等公共建筑和居住建筑集中或分布供暖及生活热水。

中国“双十佳”最佳节能技术和实践说明

(建筑节能实践)

一、广州白天鹅宾馆节能改造实践

广州白天鹅宾馆作为中国第一批高端酒店代表，在系统能源诊断和设计的基础上，实施精细化改造、管理和运营，实现了提升服务品质，大幅降低能耗，节约运营成本的三重效果，为我国高端酒店提升能效水平做出了良好示范，并提供了借鉴模式。

广州白天鹅宾馆在改造之前，开展能源诊断，摸清了宾馆能源消耗现状。改造过程中，以提高系统效率为主要目标，综合采用多种技术手段：采用超高效制冷机房技术，保证机组全年高效运行；采用低阻力水系统，冷水大温差运行，在提升系统能效的同时，带来节材、节能和美观三重收益；采用高效燃气蒸汽锅炉替换燃油蒸汽锅炉，系统制热效率由 60% 提升至 90%；采用高效电驱动热泵热回收热水系统替代燃油热水系统，制热效率高达 8.0；运行性能实时监测，自动调整设备运行策略，相互协调、优化运行；采用全过程目标控制的保障机制，将节能目标落实到每个用能系统和设计、施工、调试、运营的每个阶段，确保整体目标的实现。

该实践建筑面积约 10 万 m^2 ，通过整体改造，运营能耗大幅下降，每年节约能源费用 1700 多万元；空调制冷机房年平均能效高达 5.91；蒸汽锅炉系统全年平均热效率 92.3%；热回收热泵系统可利用空调废热满足全年 80% 以上的生活热水需求。宾馆单位面积年综合能耗 $121\text{kWh}/\text{m}^2$ ，远低于《民用建筑能耗标准》的引导值。

二、中国建筑科学研究院近零能耗示范建筑实践

中国建筑科学研究院近零能耗示范建筑以“被动优先减少需求、主动优化提高能效”为指导，发挥智能化运行管理的优势，充分调动各项建筑节能技术协同运行，实现“近零能耗”，走出了我国建筑节能的自主之路。

该实践在建筑设计上，采用一体化设计方法，提高建筑外墙保温性能、外窗保温遮阳性能以及建筑气密性能，从建筑方案出发控制建筑负荷。在能源系统上，通过暖通空调系统与高效照明系统的设计优化，提高系统综合效率。在可再生能源利用上，优化能源系统运行策略，充分利用太阳能和地热能，减少化石能源消耗。在能源管理与楼宇自控上，结合建筑室内环境需求，采用智能化运行管理系统，实现系统和设备的精细控制和优化运行。在行为节能上，健全完善规章制度，将系统引导和行为自愿相结合，提高人员节能意识，培养节能习惯，减小能源浪费。

该实践建筑面积 4025 平方米，全年运行电耗 34.2kWh/m²，其中空调系统和照明系统全年能耗 21.6kWh/m²，土壤源热泵运行效率高达 5.1，太阳能吸收式制冷机运行效率 0.65。

三、青岛中德生态园被动房技术中心实践

青岛中德生态园被动房技术中心实践因地制宜地采用节能关键技术，结合科学运行与精细管理，在营造健康舒适室内环境的同时，大幅度降低了运行能耗以及化石能源的使用，是一座具有示范意义的超低能耗公共建筑，对寒冷地区被动房技术推广有积极的示范作用。

中德生态园被动房技术中心将绿色节能理念贯穿于建筑设计，选用高性能的围护结构材料，从需求侧降低冷热负荷。采用高性能热回收式地源热泵机组，提升空调系统节能效果。结合当地气候特征与能源禀赋，合理的利用地热及太阳能光伏等可再生能源。优化设计和选择适宜的空调末端，结合温湿度独立控制技术，采用不同水温分别为新风机组和冷梁系统提供冷热源，尽可能地提高系统效率。合理设计气流组织，各房间排风充分流经公共区域，有效地改善公共区域的冷热环境品质。对灯具及其他设备进行智能管理，实现高效照明，避免用电浪费。

该实践建筑面积 13769 平方米，全年运行电耗 29.7kWh/m²，其中暖通空调以及照明终端能耗为 19.8kWh/m²，单位面积建筑能耗仅为青岛市同类公共建筑平均值的 55%。同时，该项目光伏全年发电量达到 44619kWh，占全年用电量的 11%。

四、成都大悦城示范实践

成都大悦城是首批实施从设计到运营全过程能耗能效目标管理的大型公共建筑项目，始终贯彻绿色开发理念，节能效果显著。项目全程历时约 50 个月，积累了丰富的经验和数据，为我国商业综合体的绿色建设和运营提供了一种可借鉴的模式。

成都大悦城在立项之初，便明确了能耗、能效目标，随后由设计团队统筹设计、施工、运营等环节，确保节能控制目标有效传递。设计阶段，以同类项目实际运营数据为参考，确立能耗能效目标，优化设计方案。施工安装阶段，开展施工质量检查，确保达到设计方案的技术要求。设备调试阶段，严把设备系统质量关，开展全方位性能检测与调试。系统运维、调适与持续提升阶段，搭建能源管理平台，构建能耗、能效评价指标体系，实时监测项目运行性能，实现按需调控，避免过量供应，同时开展系统协同调适和优化运行，确保实现能耗能效目标。

该实践建筑面积 18 万平方米，通过设计方案优化，减少项目初投资约 1000 万元，每年节约能源费用约 500 万元。在保证建筑室内环境舒适性的前提下，实现单位商业建筑面积全年耗电量 206.8kWh/m²，低于《民用建筑能耗标准》引导值。

五、珠海兴业新能源产业园研发楼超低能耗公共建筑实践

珠海兴业新能源产业园研发楼实践依托中美清洁能源联合研究中心的建筑节能关键技术，以节能节水和营造健康舒适的室内环境为核心，充分利用可再生能源，对夏热冬暖地区的绿色建筑超低能耗设计与运行有示范作用。

该实践根据当期气候特点，充分利用自然条件营造室内环境，基于能耗监测平台制定节能控制方案，精确把控、高效匹配用能需求：空调季采用高效变频冷水机组满足供冷需求；过渡季根据气象条件选择性开启新风系统，采用自然通风与机械通风联合运行的模式，大幅度减少建筑供冷能耗；自然采光与 LED 照明相结合，提高室内环境舒适性的同时，显著降低照明能耗；利用建筑本体构造特点，充分利用太阳能资源，因地制宜，安装太阳能光伏、光热组件，结合智能微能网技术，实现可再生能源与电网联动，降低化石能源的消耗。

该实践建筑面积 23546 平方米，2017 年运行电耗 39.8 kWh/m²，仅为广东省公共建筑能耗平均值的 27%。其中，单位面积空调系统电耗 10.9kWh/m²，单位面积照明电耗 2.4kWh/m²。同时，该项目光伏全年发电量达到 150311kWh，占全年用电量的 16%。

六、上海虹桥迎宾馆 9 号楼近零能耗全过程管理实践

上海虹桥迎宾馆 9 号楼在立项、设计、施工、竣工验收、调适运行的建造全过程中，始终以运行能耗目标为导向，开展节能管理工作，推进近零碳排放建筑的设计及运营管理工作，对同类项目起到了良好的示范作用。

上海虹桥迎宾馆 9 号楼在设计阶段，结合能耗能效管理目标，引入被动式节能技术，优化围护结构隔热保温效果，降低建筑实际冷热需求。充分利用自然采光，结合 LED 高效节能灯具，通过照明功率密度智能调控，满足室内照明需求。采用高效空调设备，结合建筑智能集成控制系统，根据建筑实际环境需求，实施新风热交换系统、全空气系统、窗磁自动控制系统的按需匹配，高效供给，实现空调系统智能化调控。充分利用太阳能光伏等可再生能源，同步建立可再生能源监测系统，实现化石能源、可再生能源高效互补。项目注重施工过程管理、竣工验收调试、试运行阶段的运行管理，使建筑在投入使用后尽快达到节能减排的目标。

该实践建筑面积 2866 平方米，全年运行电耗低于 $34.7\text{kWh}/\text{m}^2$ ，折合年碳排放额低于 $25\text{kg}/\text{m}^2$ 。

七、中国节能绿色建筑科技馆实践

中国节能绿色建筑科技馆针对我国夏热冬冷地区的特点，以其先进的技术与完善的系统集成，向社会展示一种生态、智能、环保的建筑形式，探索了夏热冬冷地区绿色、节能技术的发展与应用，示范并推广了节能、生态、智能技术在公共建筑中的应用，具有良好的示范作用。

绿色建筑科技馆项目因地制宜地整合建筑功能、形态与国内外最新技术，充分利用自然通风和采光，结合低能耗、生态化、人性化的建筑形式及先进的技术产品，集成应用了“建筑自遮阳系统”、“被动式自然通风系统”、“温湿度独立控制空调系统”、“日光照明系统”、“建筑智能化控制系统”等绿建技术，大大降低了建筑能耗。投入运行后，对室内外环境、能耗状况等进行实时监测，优化运行策略，营造出健康、舒适的环境，促进人与建筑、自然的和谐发展。

该实践建筑面积 4679 平方米，项目最终可再生能源利用率达到 17.4%，非传统水源利用率达到 40.2%，可再循环建筑材料用量比达到 13.5%。与同类建筑相比，年节约用电约 32 万千瓦时，节能率高达 72%。

八、中科芯（58所）蠡湖园区绿色节能实践

中科芯（58所）蠡湖园区贯彻落实绿色发展理念，建设“智慧、安全、绿色”的新型园区，结合电力需求侧管理平台和综合管理云平台，建立了一套长效能源管理机制，达到了精细化流程管理、提高管理效率、保障能源安全、优化调度机制的效果，减少了园区能源消耗，降低了运营管理成本，起到了很好的节能减排示范作用。

中科芯（58所）蠡湖园区采用了太阳能热水技术、LED绿色照明技术，实施了中央空调水泵变频改造，建设了屋顶分布式光伏电站；利用自主物联网技术力量，建设了电力需求侧管理平台与综合管理云平台，实现手机移动端对以上项目的整合集成和能源综合管理。项目建设阶段，按照计划严格执行，建设完成后运行数据实时推送至管理平台和手机APP终端，由专人对项目运行情况进行检查、监管，以便及时发现项目运行中出现的问题。实际运行中，及时对节能数据进行分析，定期形成月度分析报告。

该实践建筑面积72000平方米，节能减排效益显著，光伏电站年发电量为48万度，每年节能超过110万千瓦时。

九、山东舜和国际酒店节能精细化管理实践

山东舜和国际酒店从酒店用能特点出发，结合适宜的高效节能技术，开展精细化管理，实现良好的节能减排效益，达到国内节能先进酒店水平，同时也提升了酒店利润率，起到了很好的示范作用。

山东舜和国际酒店根据酒店行业的特点，采用节能型燃气锅炉，回收烟气余热，大幅度提升锅炉效率。选用带热回收装置的制冷机组，将冷却热回收后供给洗浴用水系统，实现余热充分利用。加装空气源热泵，回收锅炉房、制冰机余热以制取生活热水，同时为配电室提供冷风，一举多得，提升能源利用效率、改善工作环境。改造燃气蒸发器，为厨房提供稳定蒸汽的同时，降低运行能耗。更换LED灯，大幅度降低照明能耗。采用各种节能技术的同时，山东舜和国际酒店建立能源分项计量系统，清晰把控项目用能情况，减少能源浪费。积极开展节能管理与培训，并将节能效益作为考核指标，在每名员工心目中树立环保节能意识。

该实践建筑面积 40575 平方米，每年节约用电 7.42 万千瓦时，节约天然气 5.3 万立方，酒店万元营业收入的能源费用占比从 2011 年的 6.29% 下降到 2017 年的 5.30%。

十、国家电力投资集团公司总部大楼智慧能源节能改造实践

国家电投总部大楼智慧能源示范工程把综合智慧能源技术应用用于建筑节能降耗工程，首创了光伏节能幕墙技术，实现了能源的多级综合利用，使建筑节能降耗与光伏发电达到了有效互补的状态，在大幅度降低建筑用能的同时，缓解了电网的供电压力，提高了建筑供电的可靠性，改善了建筑内的工作环境舒适度，对构建智慧能源建筑起到了示范效果。

国家电投总部大楼充分利用建筑幕墙和屋顶的有效区域，采用光伏建筑一体化构件和高透光低辐射的双银镀膜玻璃替换原有的LOW-E玻璃。结合光伏发电技术，不仅利用照射在建筑表面的阳光进行发电，而且能够减少进入室内的太阳辐射，实现降温的效果，节约了建筑的制冷能耗。与此同时，光伏组件与建筑建材集成制作的光伏构件提升了建筑的隔热保温性能，进一步节约了建筑的夏季制冷和冬季采暖的能耗，实现了光伏发电、降温、保暖、节能降耗的多重效果。

该实践建筑幕墙改造面积为4200平方米，涉及室内面积8600平方米。改造后的光伏节能幕墙，装机总容量为131kWp，年平均发电量9.9万千瓦时，节约建筑能耗70.9万千瓦时。