

目前，工业和建筑作为我国能耗最大的两个领域，是节能技术应用的主战场。我国在加快开发、推广工业和建筑节能技术方面取得了显著成效。

创新节能技术 挖掘提效潜力

文 / 本刊实习记者 冯睿哲

技术是节能提效的核心动力，也是落实我国全面节约战略的内在要求。节能技术应用是在分析能耗现状的基础上，找到能源消费的节约空间，对症下药，采用先进的技术手段减少能源浪费，实现节能目的。

根据应用领域的不同，节能被划分为工业节能、建筑节能、交通节能和公共设施节能。目前，工业和建筑作为我国能耗最大的两个领域，是节能技术应用的主战场。我国在加快开发、推广工业和建筑节能技术的工作中取得了显著成效。而随着各行各业不断探索数字化在多领域的应用，节能技术发展的方向也日渐清晰，数字化技术正在为节能提效赋能。

以综合方案用好余热余压

为了推动工业领域能效提升，助

力实现“双碳”目标，去年12月9日，工业和信息化部公开发布《国家工业节能技术推荐目录（2021）》（以下简称“推荐目录”），钢铁、有色金属、石化化工等行业的69项节能提效技术入围。

在此推荐目录中，余热余压利用技术作为八大类别中的“大轴”占了12项。余热余压利用技术指的是将工业主体在生产过程中释放的热量、压力加以回收和利用的一类技术的统称。这类技术能从生产的源头提高能源利用效率，通过改进工艺结构和增加节能装置来最大程度地利用生产过程中的能量。

根据来源、质量、品位和用途的不同，余热和余压可以分为很多种，这也决定了此技术在工业领域的广泛应用。例如，在石化化工、轻工或者制药等涉及精馏工艺的行业，自回热

精馏节能技术就是余热余压利用技术的典型代表。系统运行仅通过压缩机维持精馏过程的能量平衡就可以完成，实现了精馏过程节能经济运行。

某些工业行业会生产大量污泥类固体废物，传统的填埋方式难以彻底消灭污泥中的有害物质，甚至会造成“污泥围城”现象，焚烧处理又会带来环境污染。污泥耦合发电技术针对上述问题，采用低温蒸汽式污泥干化装备，利用电厂低品位蒸汽来干化污泥，提高污泥热值；干化尾气被送入电厂锅炉热分解，潜热被回收利用，而尾气本身会随锅炉尾气脱硝、除尘、脱硫后超净排放，冷凝液也会经生物处理达标回用。这一过程结束后，再将干化污泥与燃煤混合后送入电厂锅炉燃烧，燃烧灰渣作为建筑辅料，在无害化处理污泥的同时，耦合发电，实现资源化利用。



>> 第十五届国际绿色建筑与建筑节能大会上展出的隔热降温节能展示柜。

近年，船舶的节能减排是我国航运业聚焦的一个重点，柴油机废气和冷却水热量的综合应用成为关键。在工业和信息化部发布的推荐名单中，船用柴油机余热利用发电系统也作为一种余热余压利用技术被推荐。此技术通过对柴油机进行调制来提高排气温度，使得排气大部分进入增压器涡轮做功，只有10%左右通过废气再循环阀进入动力涡轮发电。排气汇合后会进入余热锅炉，产生过热蒸汽驱动蒸汽轮机发电，乏汽冷凝后汇入水包，经给水泵升压再通过缸套水冷却器和两段式空冷器预热，进入锅炉完

成系统水循环。

以“技术包”赋能“零碳社区”

建筑是重要的用能终端。据统计，我国在建筑建造、运行使用过程中的碳排放量约占全国碳排放总量的三分之一。除了在建筑电气设计中的应用，更多创新性的节能技术被综合应用于建筑的供热、采暖、供冷等各方面。“零碳社区”就是典型的代表。

位于山东省烟台市的万华社区就是一个“零碳社区”。社区建筑的外墙、幕墙楼面运用了一种新型材料——聚氨酯。聚氨酯具有高强度、

高模量、轻质、保温的特点，是制作门窗的绝佳选择，用其制作外墙、幕墙也可以显著增强建筑的保温隔热性能。据测算，该社区内每平方米建筑的供暖、供冷和照明等一次性能源每年消耗电量在50千瓦时以内，比常规建筑能源消耗减少50%以上，预计该社区建成后每年能减少二氧化碳排放超过2000吨。

不少“零碳社区”引入了地源热泵技术。地源热泵以地表浅层土壤和水体这一巨大的太阳集热器作为夏季制冷的冷却源和冬季采暖供热的低温热源，同时满足居民采暖、制冷和生活用热水的需要。在冬季制热运行时，地下水温度比环境温度高，使水源热泵的蒸发温度比其他类型热泵的蒸发温度高，且不受环境变化的影响，大大提高了能效比；而当夏季制冷运行时，由于地下水、地表水温度比环境温度低，冷凝压力降低，压缩机输入功率减少，热泵的制冷性能比风冷式或冷却塔式制冷机组更高。因此，用地源热泵来替代传统的供热和供冷模式，不仅运行更稳定可靠，还节省了建筑用地和经费，带来可观的经济效益。地热能作为清洁可再生的能源，可减少二氧化碳排放量，是改善城市大气环境和节约能源的一种有效途径，将带来可观的环境效益。

目前，北京、山东、辽宁、吉林、黑龙江等多个省份都在城市设施改建中采用热泵供热技术，利用地下水或生活污水作为低位热源。各地政府也积极出台支持政策，以北京为例，已有近1000万平方米的公共建



筑和居民小区建筑采用热泵系统供热，国家大剧院、国家体育场（“鸟巢”）、北京警察学校、菊儿小区和北苑家园等都在其列。

以数字化拓展节能空间

中国节能协会节能服务产业委员会常务副主任兼秘书长孙小亮说：

“节能技术在不断进步，但空间仍然很大。充分利用数字化技术将是未来的发展重点。”

国际能源署（IEA）和中国节能协会节能服务产业委员会对我国节能服务公司联合开展的一项调研显示，尽管方式和程度不同，但数字化技术已被应用于节能项目运营和运维。

近年，大数据、云计算、物联网和人工智能等技术能够通过收集更准确

>> 9月2日，江苏南京，25000个节能灯泡组成“超级人造月”。

我国应在引进技术的同时引进思路和人才，与本土研发力量相结合，着力开发有良好市场前景的节能技术，真正发挥出我国节能市场的规模优势。

的数据进行更高级的分析，不仅可以优化能源运行，而且还能创新商业模式。

山西省阳曲县北小店乡政府的供热改造就是一个运用物联网技术节能提效的成功案例。此项目采用基于物联网控制的储能式多能互补高效清洁太阳能光热利用系统，将太阳能转换为热能，通过大容量热储能复合新材料、精准单向热水回流控制、多能互补系统和智能物联网管理平台等关键技术，稳定、高效、持续向用热末端供热，并将一部分热能储存到储热器中。

在一般情况下，当太阳能不足时储热器会将储存的热能补供给用热末端，但当遇到太阳能长期匮乏的极端天气时，此系统则会选择空气能、地热能、生物质能等多种清洁能源作为辅助补充能源为用热末端供热，同时运用物联网技术对系统数据进行采集与分析，实现供热过程在线诊断和能源信息化管控。

在北小店，此项目替代了0.7兆瓦电锅炉对2100平方米建筑供热。基于物联网控制的储能式多能互补高效清洁太阳能光热利用系统具有热利用效率高、安全系数高、稳定性和持续性强、耗能低、用电成本少等优点，不仅能满足各类供热需求，还借助太阳能和储能设施大幅度降低了传统能源消耗，带来了较好的经济和环境效益。由于其能广泛适用于建筑及园区清洁供热领域，目前已投入产业化应用，在北京、山西、河北、内蒙古等省（区、市）的30多个清洁供暖项目上落地实践，累计供热面积达到100万平方米。预计未来5年，其推广应用比例可达到29%，年节能30.28万吨标

准煤，年减排二氧化碳81.76万吨。

在风电节能项目中，数字化技术也起着至关重要的作用。风电场运营的设备众多，型号纷繁复杂，加之各应用系统难以有效协作，大大降低了运营效率，提高了运维成本。数字化运营管控平台能把工业互联网技术与风电业务融合起来，通过大数据挖掘、智能分析与诊断、状态检修实施、运维决策智能化等措施对海量数据进行有效分析和利用，实现节能提效的目的。

例如在设备故障诊断中，系统可自动加载大数据建模平台训练好的业务模型，开展各类风机设备故障预警。待系统输出预测结果后，现场人员只需对预测结果进行确认和排查。若现场人员确认并标记了故障，故障数据还能自动同步大数据建模平台故障样本数据库。

尽管前景可观，我国的节能技术发展也面临一些困境。在工业化进程中，大多数西方国家都曾面临能源短缺的问题，在推动节能技术进步上经历了较长时间的探索和实践。我国的节能技术发展势头虽强劲，但仍有一些前沿技术尚未掌握，一些生产设备依赖进口。一些热门技术的知识产权已被外国企业占有，也增加了我国企业应用的成本。因此，我国应在引进技术的同时引进创新路线和人才，与本土研发力量相结合，着力开发有良好市场前景的节能技术，真正发挥出我国节能市场的规模优势。■