

供热从清洁走向智慧

■本报记者 杨梓 实习记者 杨沐岩

“清洁供热是一种以末端需求为核心的拉动式供热方式，可以通过全面实施智慧供热，实现热电协同、多能互补，以打通供热最后一公里，使供热更加智慧化、高效化、绿色化。”在近日举办的清洁供热中国行—聊城智慧供热技术论坛上，国家能源局原副局长张玉清指出。

清洁供热产业是建设新型能源体系的关键领域和健全绿色低碳循环发展经济体系的重要抓手。正值供暖季结束之际，如何通过创新技术实现清洁供热智慧化，在节能降碳的同时进一步降本增效成为与会专家热议的话题。

●●试点城市成效显著

根据清洁供热产业委员会的统计数据，截至2022年底，我国北方地区供热总面积238亿平方米（城镇供热面积167亿平方米，农村供热面积71亿平方米），其中，清洁供热面积179亿平方米，清洁供热率为75%。全国涉及清洁供热企业8300家，产业总产值9150亿元，从业人员达121万人。

截至2022年底，北方冬季清洁取暖试点城市总支持数量达到5批88个，全部实施完成之后中央财政累计将投入奖补资金1071亿元，预计拉动地方财政和社会投资超过4000亿元。《关于2022年中央和地方预算执行情况与2023年中央和地方预算草案的报告》中提到，2023年中央财政大气污染防治资金安排330亿元，重点支持北方地区冬季清洁取暖。

“聊城作为中国北方的清洁取暖试点城市，在清洁供热、清洁能源利用等方面持续发力。”聊城市委常委、聊城市人民政府副市长王峰介绍称，“聊城采取了加大清洁能源利用的投入、优化供热结构、提升供热节能与服务水平等一系列措施，推动清洁供热产业发展。聊城市现有供热面积8600万平方米，而且以每年300万平方米的速度在不断增长。总投资16.7亿元的聊城南部城区供热工程即将全面完工，项目建成后可为聊城新增供热能力1500万平方米。”值得注意的是，截至目前，聊城农村清洁取暖用户总量达到121.7万户，基本实现了散煤替代全覆盖，清洁取暖改造数量在山东的16个城市中排名第一。

●●助力行业降本增效

清洁供热解决了“有没有”，智慧供热将解决“好不好”。CHIC主任、国务院发展研究中心原副巡视员周宏春介绍称：“所谓智慧供热，就是通过技术路径来实现热源供应和需求的平衡，以较低的成本，满足温度适宜的生活需求。”他指出，2019年清洁供热还是一个投资回报非常理想的行业，但随着2020年煤炭涨价，清洁供热成本也随之升高，而智慧化是清洁供热降本增效的一条破局之路。

在杭州云谷科技在聊城市财金清洁能源热力集团的供热项目现场，相关负责人介绍，公司在2020-2022年间搭建了智慧供热调度平台，实现全部换热站远传远控、无人值守等智能升级，并在9个小区开始用户侧智慧节能改造，实现了试点小区供热系统节能降耗以及户端的高效用热，能耗指标下降15%。据介绍，目前该项目在线运行的平衡热量表共计11220台，全部实现基于L值平衡控制算法。户端调控采用此算法，以回温比控制供热

量，使得每个热用户的负荷分配比保持稳定，采用流量指数和能量指数，协同换热站实现自动跟踪运行，使热用户的室温保持恒定。

●●需提升整体技术水平

“智慧供热系统是以供能信息化和自动化为基础，以信息系统与物理系统深度融合为技术路径，运用物联网、空间定位、云计算、信息安全等‘互联网+’技术感知连接供热系统全过程中的各种要素，运用大数据、人工智能、建模仿真等技术统筹分析优化系统中的各种资源，运用模型预测等先进控制技术的新一代智慧综合能源管理系统，具有自感知、自分析、自诊断、自优化、自调节、自适应特征，同时智慧供热系统还要考虑到经济性和安全性的问题。”中国中元国际工程有限公司能源与环境工程研究院院长江绍辉在接受《中国能源报》记者采访时说。

江绍辉建议聊城市政府和相关企业可积极制定后续计划，逐渐补充接入其它供热系统，甚至接入整个聊城的热力系统，或

可将项目升级为聊城清洁供热的总调度管控中心。

受访人士认为，智慧供热技术是推动供热行业可持续发展、实现高质量发展的关键技术，未来应进一步推进技术创新，提高供热设备的智能化程度和精度。此外，还需要在政策和法规方面加大支持力度，推进供热行业的可持续发展。

清洁供热行业正处于转型升级的关键时期，为进一步推进城市智慧清洁供热，张玉清给出建议，一要推进城市供热节能低碳转型，需要全力提升供热系统能效与智慧化水平，构建安全低碳、清洁高效、智慧经济的新型供热系统；二是通过智慧供热技术实现碳普惠、碳金融、全域协同热能管理，为全社会提供安全高效、经济舒适的热能服务；三要选取公共建筑为具体小区开展热计量试点，完善计量考核体系，将有利于进一步推动节能降碳工作；四要推动供热数字化转型、智能化发展，引导末端用户行为节能。加快智慧工人技术研发和推广应用，打造可复制的智慧供热样板工程，还将有利于地方政府和企业来推广清洁供热技术。

江西昌景黄高铁配套供电工程架线忙



图片新闻

江西鄱阳昌景黄高铁配套220千伏供电工程江西段工程已进入电气设备安装、线路组塔架线高峰期，图为电网工作人员正在电塔顶端牵引电源线。 人民日报

胶结坝技术成功应用于沙坪一级水电站

彰显经济、快捷、安全、环保等独特优势

■毕铭

3月30日，位于四川省乐山市金口河区境内大渡河干流上的大型水电工程沙坪一级水电站二期工程截流成功。这标志着一期工程经过17个月的顽强拼搏全面完成，开始进入二期工程建设阶段。工程总负责人、国能大渡河流域水电开发有限公司沙坪水电建设分公司总经理王文涛说：“工程能够提前截流，是参建各方克服炎热高温、疫情反复、泸定地震等困难，加班加点、日夜奋战的结果，是地方政府和库区群众鼎力支持的结果。同时，工程创新采用胶结砂砾石筑坝新技术，也为保证一期工程任务完成赢得了时间”。

大型水电站首次应用 具有示范推广意义

沙坪一级水电站，为大（二）型水电工程，是四川省“十四五”重点建设项目和乐山市“挂图作战”重大项目，由国能大渡河流域水电开发有限公司投资建设，中国能建葛洲坝一公司负责主体工程建设，工程核准投资48.33亿元。该工程是大渡河干流水电规划的22个梯级水电站中第20级沙坪梯级水电站的第一级，采用堤坝式开发，主要以发电为主，兼顾下游防洪和用水要求，总库容2123万立方米，6台机组装机容量36万千瓦，多年平均发电量为16.35亿千瓦时，新增电力每年可节约原煤消耗70.31万吨，减少二氧化碳排放130.65万吨。该工程的建设，对促进少数民族地区经济发展，落实国家碳达峰碳中和战略及新能源战略和加快四川乐山市金口河区工业转型升级具有重大意义。

该工程主要由泄洪洞、河床式厂房、鱼道等建筑物组成，挡水建筑物最大坝高63米，坝顶全长327米。工程分两期施工，计划于2025年实现首台机组投产，2026年工程全部完工。一期工程主要包括右岸三孔泄洪洞、挡水坝等。据负责工程设计的华东勘测设计研究院有限公司项目总工



沙坪一级水电站二期工程截流成功

田建海介绍，该工程在设计中，考虑到当地天然砂砾石料比较丰富，经过与碾压混凝土筑坝技术在结构可靠性、枢纽布置及建筑物、施工和工程量及投资等多方面比较，最后择优选定对工程主体基础和临时工程采用胶结砂砾石筑坝技术。

胶结砂砾石筑坝技术由中国水科院大坝安全专家团队首创发明，它利用少量水泥、粉煤灰、外加剂和不筛分、不水洗的天然河床砂砾料等当地广源料胶结成具有一定抗压、抗剪强度和抗冲刷能力的材料筑坝。胶结坝不同于土石坝和混凝土坝，是两者之外的一种新坝型，被国际大坝委员会赞誉为“大坝发展史上的重要新进展，具有里程碑意义”。中国水科院教授级高级工程师、中国大坝工程学会副理事长、国际大坝委员会名誉主席、国际大坝委员会胶结坝专委会主席、胶结坝技术发明人贾金生说：“目前胶结坝技术已在国内外40多座中小水利水电工程中成功应用，在大型水电主体工程应用尚属首

次，具有示范推广意义。”

据了解，沙坪一级水电站主体永久工程及临时工程应用胶结砂砾石总量约65万立方米。其中永久工程中，胶结砂砾石主要应用在泄洪洞下部坝体、护坦基础、厂房机组段局部、厂房安装间及左、右岸挡水坝坝后回填等部位，总方量约46.5万立方米。临时工程中，胶结砂砾石主要应用于混凝土导墙的基础回填，总方量约18.5万立方米。

就地取材节省工期 经济快捷安全环保

工程于2021年10月开工建设，因工程施工区域毗邻国道，周边人流量大，协调复杂，交叉作业多，安全隐患大，再加上疫情反复、泸定地震等影响，致使建设进度一度滞后。

“为确保一期工程任务如期完成，业主、设计、监理、施工等各方通力合作，倒排工期，采用胶结坝筑坝新技术也帮了大



胶结砂砾石专用拌和设备现场拌合

忙。”中国能建葛洲坝一公司沙坪一级水电站厂坝项目经理杨小华如是说。

为确保工程质量和加快建设进度，工程建设者统筹协调，先后安装两套胶结砂砾石专用拌和系统，配置充足的运输及摊铺、碾压设备，中国水科院专家和工程设计人员现场指导，组织开展胶结砂砾石生产性碾压试验，成立施工质量QC攻关小组，从施工仓面、道路布置、浇筑强度、设备、人员、质量环保及安全保证措施等方面进行详细规划。2022年9月26日，水电站厂坝项目一期枢纽工程主体结构首仓混凝土开仓浇筑，标志着工程由前期开挖全面转入主体结构施工。同年11月18日，水电站厂坝工程首仓胶结砂砾石开仓浇筑。

在施工中，因采用胶结砂砾石筑坝技术，电站基坑开挖料可直接作为筑坝材料，骨料最大粒径可达150毫米，且不需水洗和筛分处理，再加上水泥、粉煤灰用量少，水化热温升相对较低，无需铺设冷却水管进行温控，工程造价大大降低。据粗略计算，与碾压混凝土筑坝技术相比，综合单价每立方米低93.39元，仅浇筑材料一项即可节省投资约6070多万元。同时，可大仓面通仓浇筑，层厚达60厘米，比碾压混凝土增加20厘米，现场施工组织简单快捷，大大缩短了工期。因充分利用基坑开挖料，减少了弃渣，从而节省了占地，减少了水土保持与环境保护工程费，减轻了对环境的影响。

本报讯3月25日，广西首个海上风电项目建设全面启动，标志着实现广西海上风电实现零的突破，新型能源体系建设迈出了实质性的一步。当天，南方电网广西电网公司规划建设部防城港海上风电示范项目配套220千伏送出工程可行性研究报告通过会签审批，预计今年5月开工建设，届时将为海上风电项目顺利建设、按期投产保驾护航。

广西海上风电示范项目是我国西南地区首个海上风电项目，分为防城港海上风电示范项目（180万千瓦）和钦州海上风电示范项目（90万千瓦）。其中，防城港海上风电示范项目预计总投资约245亿元，全部建成后年上网电量超50亿千瓦时，可满足500万户居民家庭基本用电。

据了解，截至2022年底，我国海上风电并网装机容量约3000万千瓦，占全球市场份额约50%，位居全球第一。广西区位优势独特，是西部陆海新通道的重要枢纽、国家“西电东送”的重要通道，北部湾拥有1628公里海岸线，风能资源丰富。

在“双碳”目标的牵引下，广西构建新型能源体系步伐加快，风电、光伏等新能源装机开启高速增长周期。《广西“十四五”电网发展规划》预计，到“十四五”末，广西非化石能源装机、电量占比将分别达到66%、59%，新能源装机、电量占比分别达40%、23%。同时，广西海上风电迎来新机遇，根据国家《“十四五”可再生能源发展规划》，重点建设包括广西北部湾在内的五大海上风电基地。目前，广西共规划9个海上风电场区，总规划装机容量2350万千瓦。

南方电网广西电网公司以数字电网为关键载体，着重加强电网平台建设、完善电网架构，加快构建新型电力系统，助力建设新型能源体系，畅通新能源并网、输送、消纳的“高速路”，提升电网支撑承载能力。同时，优化新能源并网全流程，为大规模新能源并网提供全流程绿色通道服务，提高并网效率，推进新能源“应并尽并、能并快并”，促进源、网、荷、储有效衔接。据统计，截至2022年底，广西新能源装机占比和发电量均居南方五省区首位，更是南方五省区唯一连续5年实现清洁能源全额消纳的省区。

目前，针对北部湾海上风电基地建设，南方电网广西电网公司投入5500万元，建设防城港海上风电示范项目配套220千伏送出工程，计划今年4月开展初步设计，5月开工建设，服务海上风电项目9月并网发电。据南方电网广西防城港供电局规划发展部（电网规划中心）经理潘红梅介绍，为确保新能源建得起、发得出、送得顺、用得对，按照远期规划，广西电网公司还将根据海上风电发展需求，再建设2回220千伏送出线路接入主电网。同时，年内开工建设500千伏沿海西部通道加强工程，为防城港核电、风电安全可靠送出建强主网架，畅通“大通道”，服务自治区“向海而兴、向海图强”战略落地落地，助力“双碳”目标实现。（韦霁 熊秋月）

广西电网全力支持自治区首个海上风电示范项目建设