

# 我国核能多路径利用升级加速

■本报记者 朱学蕊 实习记者 林水静

当前,全球能源格局加速重塑,低碳转型任务艰巨。作为一种高可靠性战略能源和绿色低碳主力能源,核能在提升能源安全保障水平、实现“双碳”目标方面的重要性正进一步凸显。

《中国能源报》记者4月26日在中国核能行业协会主办的“中国核能可持续发展论坛·春季国际高峰论坛”上了解到,与燃煤发电相比,2022年我国核电发电相当于减少燃烧标准煤近1.2亿吨,减少排放二氧化碳近3.1亿吨。同时,核电以占比2.22%的发电装机贡献了占比4.72%的发电量,为保障电力供应安全和推动降碳减排作出积极贡献。

在“双碳”目标背景下,我国正加快构建新型能源体系,以发电、供热为主的核能利用也在不断开辟新路径,持续深挖核能发展潜力。

## ■ 发展有基础—— 在建机组规模保持世界第一

中国核能行业协会当天发布的《中国核能发展报告2023》蓝皮书显示,我国核电机组长期保持安全稳定运行,核电机组建设稳步推进。2022年以来,我国新核准核电机组10台,新投入商运核电机组3台,新开工核电机组6台。截至目前,我国在建核电机组24台,总装机2555万千瓦,继续保持全球第一;商运核电机组54台,总装机5682万千瓦,位列全球第三。发电量方面,2022年核电发电量为4177.8亿千瓦时,同比增加2.5%,发电量达到世界第二。

据中国核能发展年度报告首席专家、国家原子能机构原副主任王毅韧介绍,我国核电安全运行业绩持续保持国际先进水平。“2022年,我国37台机组在世界核电运营者协会的综合指数达到满分,占世

界满分组别的50%,该指数反应核电机组在发电能力、生产效率及安全性能等方面的综合水平。我国核电机组的满比例和综合指数平均值均高于美国、俄罗斯、法国、韩国等主要核电国家,同时优于全球核电机组的平均水平。”

有序的规模化发展和安全稳定的运行业绩,为核能综合利用筑牢基础,同时为核能领域自主创新提供支撑。

据《中国能源报》记者了解,随着“华龙一号”示范项目陆续投运、批量化项目陆续开建,我国实现由二代向自主三代核电技术的全面跨越,同时高温气冷堆、小型堆、聚变堆等一批代表目前先进水平的核能工程取得重大进展。

装备制造能力方面,我国已形成每年10台/套左右的百万千瓦级压水堆主设备制造能力,自主三代核电综合国产化率达到90%以上,具备同时建造40余台核电机组的工程施工能力。同时,建立了较完整、自主的核燃料循环产业链,核燃料生产与供应能力满足国内核电发展需要。

## ■ 市场有空间—— 2035年发电量占比有望达10%

政府间气候变化委员会(IPCC)此前发布的评估报告指出,每百万千瓦核电机组每年可等效减排二氧化碳600万吨以上,过去50年,全球核能等效减排二氧化碳720亿吨。在中国,自1991年首台核电机组并网发电以来,核电发电量累计达3.5万亿千瓦时,等效替代标煤10亿吨,减排二氧化碳27亿吨以上。

中国核能行业协会专家委员会特邀顾问、国家电投原董事长王炳华表示,核能及其综合利用具有减排效益显著、安全稳定等优势,能源行业低碳转型以及工业部



多路径推动“核能+”产业发展的泰山核电基地

门、建筑业等脱碳的需要,为包括核能在内的低碳能源发展及开展综合利用提供了广阔的市场空间。

中国广核集团董事长杨长利指出,核电可为风电、太阳能发电等新能源消纳提供支撑,同时提高电力系统的转动惯量水平和阻尼能力,提升电力系统运行的安全性和可靠性。“在风电、太阳能等新能源占比日益提高的电力系统中,需要核电作为稳定电源,与新能源形成互补,发挥基础支撑作用。”

据中国核能行业协会核能智库工作委员会主任黄峰介绍,结合中国经济社会发展、产业转型升级、新型城镇化、电气化水平提升等综合研判,预计2030年全社会用电量达到11.5万亿千瓦时左右,2035年达到13.1万亿千瓦时左右,2060年达到16万亿千瓦时左右。2060年,为实现碳中和目标,中国非化石能源发电量比重应达到85%左右,在风电、太阳能发电等新能源装机达到58.5亿千瓦的高发展目标下,全国仍将存在2.8万亿千瓦时左右的非化石发电量缺口。“这要求未来中国核电需要保持一定的建设速度与规模。”

“预计到2035年,我国核电发电量占比有望达到10%左右,相应减排二氧化碳约9.2亿吨。到2060年,为实现碳中和目标,核电装机规模要达到约4亿千瓦,发电量占比18%左右。”杨长利说。

## ■ 利用有拓展—— 多用途多领域应用持续更新

国际原子能机构此前发布的《世界核电反应堆》报告显示,截至2021年底,全球11个国家的69台核电机组实现区域供暖、工业供热、海水淡化等其中一项或两项综合利用。目前,我国也在核能供暖、核能工业供热以及同位素研发生产等领域陆续实现突破。

“核能综合利用是推动核能产业高质量发展迫切需要,不仅可以提高核能利用效率,推动核能产业多元化发展,还能促进核能技术发展,并有利于提升核电灵活性。”王炳华表示。

据《中国能源报》记者了解,我国已开展大型核电厂供暖、供气示范,山东海阳核电、浙江秦山核电、辽宁红沿河核电已实现

559万平方米核能供暖。根据当前核电布局,利用北方地区已投运核电项目进行供暖,具备实现1.6亿平方米核能供暖能力。随着在建核电机组陆续建成投产,预计2030年将具备3.2亿平方米核能供暖能力。

此外,核能制氢、海水淡化具有较好的市场空间,核能集中供冷具备技术可行性。“当前核电海水淡化已为多个核电厂厂用水提供保障,正在探索商业化核电海水淡化项目。江苏、广东、贵州等多个省份也在规划和布局高温气冷堆、小堆开展综合利用。”王炳华透露。

针对核能综合利用面临的短板,王炳华建议,要加强政策支持,提升核能综合利用经济性,例如将核能供暖列入城市清洁取暖项目清单、研究通过多种渠道支持核能供热管网建设;还要创新商业模式,探索核能综合利用新的商业化路径。“在能源转化、能源储运运输配等的非涉核环节引入社会资本,建立跨区域管网投资主体,理顺核能企业与管网运营企业关系,鼓励创造多方共赢的联合运营新模式,实现风险分摊和收益共享,提升各参与方的积极性。”

## 大庆钻探吉林探区连创多项钻井纪录



## 图片新闻

近日,大庆钻探吉林探区在吉林油田庙20区块累计完井49口,创下钻井周期4.13天、建井周期6.29天、完井周期5.17天、总进尺76657米等4项区块内新纪录。

庙20区块是吉林油田油气增储上产启动的重要区块,存在土质松、流沙多、易坍塌等多种生产难题。因生产组织和技术支撑到位,该区块提前15天完工,为投产奠定基础。图为大庆钻探钻井四公司30158钻井队钻井在吉林庙20区块进行接钻杆作业。 攀峰 王妍/图文

## 关注

### 三峡水电站五年 累计发电4900亿千瓦时

本报讯 三峡集团日前透露,五年来,三峡水电站累计发电4900亿千瓦时,相当于节约标准煤约1.5亿吨,减排二氧化碳超4亿吨,为华中、华东地区及重庆、广东等受电区域经济高质量发展注入绿色动力。

三峡水电站总装机容量2250万千瓦,是我国“西电东送”“南北互供”的骨干电源点,也是世界水电制高点。电站年发电量曾三次突破1000亿千瓦时大关,2020年发电量达1118亿千瓦时,打破南美洲伊泰普水电站此前创造的世界纪录。

据悉,三峡水电站五年间充分发挥能源保供压舱石和稳定器作用,累计完成多项重大保电任务超40次。2022年8月,电站积极响应保供需求,日调峰量最高达900万千瓦,全力释放保供能力。(央讯)

### 我国首个大型页岩气田 页岩油产量突破2万吨

新华社电 中国石油江汉油田涪陵页岩气田近日称,随着页岩气开发工艺持续优化,该气田复兴区块页岩油生产日前取得阶段性成果,累计产油突破2万吨,呈现“气油并进”的良好局面。

涪陵页岩气田复兴区块横跨重庆市梁平、丰都、涪陵等5个区县,是四川盆地侏罗系陆相页岩油气富集的重要区域,该区块初步计算油气资源量超万亿立方米。

复兴区块气井开采时油、水、气同采,开采难度大。涪陵页岩气田不断升级改造设备,形成了机械清蜡、抽油机排水采气等开采技术,勘探开发工作取得积极进展。

涪陵页岩气田位于重庆市涪陵区,2012年12月开始建设,2014年3月进入商业开发,是川气东送管道重要气源之一,也是我国首个进入商业开发的大型页岩气田。(周凯)

## 国网山西电力:

# 首创自主虚拟主站技术 保障晋电安全稳定外送

本报讯 4月18日,国网山西电力利用自主研发的虚拟主站测试技术,圆满完成雁淮直流500千伏明海湖安全稳定控制系统华光电厂、宏光电厂执行站的定期检验工作,通过技术手段有效保障晋电外送安全稳定。

作为全国电力外送基地,山西电网肩负西电东送、北电南送的重要外送任务。一直以来,山西加快电力外送通道基地建设,依托大电网优势不断扩大晋电外送规模,提升供电稳定性,有效缓解了华东、华中、西南地区的电力供应紧张。

随着外送电量不断增长,确保供电通道稳定高效运行成为筑牢晋电外送效率的“地基”,其中稳控系统作为电网的第二道防线,是提高电网远距离、大功率输电能力的重要保障。为确保外送通道供电能力,国网山西电力高度重视稳控系统运维检验工作,针对多站点、多装置构成的大型稳控系统,提出虚拟主站技术,组织研发专用测试系统,并积极推广实用化。该测试系统由虚拟主站、测试终端两部分组成,应用后,可大幅降低稳控装置运行状态检验工作难度,有效缩短检验时长。

“稳控系统就像为供电通道内部撑起一个个支撑柱,让供电通道随时都能以最好状态运行,这些‘支撑柱’的健康状况就成为我们的关注点。”国网山西电力调度控制中心继电保护处副处长程强介绍,“虚拟主站测试技术就是监测稳控系统运行状态的‘内窥镜’,有了它,我们随时都能对装置运行状态一探究竟,让稳控系统成为供电通道牢不可摧的‘擎天柱’。”

据悉,虚拟主站测试技术通过构造稳控主站检测模型,采集电厂执行站上的电气量、开关量、压板、定值等信息,并自动

检验其正确性。检测人员根据预制的虚拟主站功能与逻辑,模拟各种故障时主站下发的执行指令,验证电厂执行站切机命令的正确性与可靠性,在稳控系统主站保持正常运行不需退运的前提下,有效实现电厂执行站开关实传要求,解决以往电厂执行站无法全项目独立检验的难题。

今年,国网山西电力将深入推进该测试技术研究与应用,分批对雁淮直流、大同区域稳控系统相关主站、子站、执行站装置进行全面检验,筑牢电网安全第二道防线,提升供电安全可靠运行水平。(瞿思远 韩鹏)

本报讯 4月19-20日,内蒙古呼伦贝尔满洲里地区遭受暴风沙尘袭击,瞬时风力达9级以上,多处广告牌、围挡及部分屋顶被掀翻。但是,国网呼伦贝尔供电公司满洲里输变电工区所辖53条、共计1182.4839公里输电线路保持安然无恙。

据该工区负责人介绍,基于信息化的人机协同智能巡检体系,满洲里输变电工区拓展了地区输电网络安全运行的“三度”空间。

提高巡检信息“可视度”。为扎实推进巡检体系数字化转型,该工区采用无人机自主巡检代替传统人工巡视和登塔检查,利用无人机高清摄像头及时发现线路隐蔽性缺陷,精准查找线路潜在隐患,通

## 呼伦贝尔满洲里输变电工区:

# 智能巡检拓展电网安全“三度”空间

进一步提升巡检智能化管理。

提高智能巡检“精准度”。按照春季安全大检查工作要求,该工区认真落实防外力破坏(山火)、树线矛盾及桃花水等季节性反事故措施,积极采用“在线监测+无人机巡视”多元化巡检模式。截至目前,在输电线路重点区段共安装在线监测装置53套,其中防导线舞动装置6套,防杆塔倾斜装置3套,防山火装置31套,防外破装置

13套。通过输电线路可视化在线监测系统的前端识别、后台判定隐患排查模式,将输电线路可视化设备拍照间隔缩短至“分钟级”,实现一级、二级线路隐患可视化全覆盖,并结合无人机实时回传的画面,细致分析输电线路本体及通道存在的潜在隐患,确保输电线路安全运行。

提高线路测温“稳定度”。面对当前输电线路智慧运维发展趋势,该工区积

极探索应用“无人机+远程红外测温”新技术,利用无人机红外测温技术对接续管等压接金具开展测温工作,无人机飞手仅需操作遥控器,通过屏幕中“一次性成像”功能,就可将无人机镜头拍摄范围内杆塔各部位节点温度进行呈现。同时,无人机自主红外测温可将测温距离缩小至5米,并能够完成多角度对线路耐张线夹、接续管等部位进行测温,飞手仅通过显示屏就能够实时掌握杆塔各个部位的运行温度。通过使用无人机测温技术,工作人员不仅能够实现远程测温,更能有效弥补人工测温局限性,从而达到数据精准度高的巡检要求。(焦鹤伟 王庆文)

极探索应用“无人机+远程红外测温”新技术,利用无人机红外测温技术对接续管等压接金具开展测温工作,无人机飞手仅需操作遥控器,通过屏幕中“一次性成像”功能,就可将无人机镜头拍摄范围内杆塔各部位节点温度进行呈现。同时,无人机自主红外测温可将测温距离缩小至5米,并能够完成多角度对线路耐张线夹、接续管等部位进行测温,飞手仅通过显示屏就能够实时掌握杆塔各个部位的运行温度。通过使用无人机测温技术,工作人员不仅能够实现远程测温,更能有效弥补人工测温局限性,从而达到数据精准度高的巡检要求。(焦鹤伟 王庆文)