

# 电调水调齐发力,水库发电又防洪

■本报记者 苏南

《中国能源报》记者近日从水利部获悉,受6月25日以来持续强降雨影响,长江发生2024年第1号洪水,长江中下游干流及两湖湖区出口控制站水位持续快速上涨全线超警。面对汛情,水利部已科学调度长江三峡、西江龙滩等流域控制性水利工程,尽力减轻长江中下游防洪压力。

作为重要的水利工程,水库承担着调节水资源分布、防洪减灾、发电、生态、航运等多重功能。在汛期来临之前,通过降低水库水位至汛限水位或以下,是确保水库有足够库容能够容纳洪水、减少下游地区洪灾风险的必然举措。在业内人士看来,统筹协调好电调与水调,不仅可保障好迎峰度夏用电,还可以兼顾防洪、灌溉、供水多种用途。尤其是,通过建设国家水网和大型水库,可实现水资源的合理分配和综合利用,提高水资源的社会经济综合利用效益。

## ■水调利于水电发电效率提升

水电是电网中重要的调峰和顶峰发电来源,通过调节水电站的发电计划和运行方式等,可有效缓解高峰供电压力,保障电力系统安全稳定运行,在迎峰度夏期间发挥着关键作用。

然而不可忽视的是,我国水资源时间分布的显著特点是年内分布不均,一般夏秋多,冬春少,比如长江流域5—10月的雨量约占全年的70%—90%,汛期水量约占年径流量的70%—75%。基于此,汛期到来前,就需要具有防洪功能的水库将水位降至汛限水位或以下附近,腾出防洪库容,以应对汛期可能发生的洪水,汛末再适时蓄水供枯季供水、发电使用。

水利部长江水利委员会(以下简称“长江委”)水旱灾害防御局局长徐照明对《中国能源报》记者表示,“双碳”目标背景下,我国风、光等新能源装机并网快速增长,迎峰度夏用电问题主要是区域电网在高峰时段存在电力供应缺口,以及少量电量缺口。

“水电具有良好的调峰能力,常常在迎峰度夏关键期为电网提供宝贵的调峰及顶峰运行能力。”徐照明表示,但迎峰度夏用电高峰一般在6—8月区域高温少雨时段,

多数同时伴有江河来水偏少,致使部分水电站蓄能偏低、出力发电量偏小、顶峰能力下降,由此形成了迎峰度夏用电和水库来水偏少之间的矛盾。

为解决上述矛盾,近年来,长江委持续推进流域控制性水库群联合优化调度,建立了流域统筹、区域协同、部门联动的水工程联合调度协作机制,形成了“区域服从流域、局部服从全局、兴利服从防洪、电调(航调)服从水调、常规调度服从应急调度”的原则共识,有效促进了调度支撑能力共建、共享和共赢。

中国水力发电工程学会原副秘书长张博庭告诉《中国能源报》记者,“水电站的发电量受来水量影响很大,而来水量受季节性、气候和地理位置等多种因素影响,具有很强的不稳定性。通过水调来合理分配水资源,可在不同时间和地点实现水资源最大化利用,从而提高水电发电的效率和稳定性。”

## ■保供电是水库调度重要目标之一

在保障流域防洪和供水安全的前提下,发挥好水库的供电保障作用是调度的重要目标之一。

长江委水旱灾害防御局副局长丁胜祥对《中国能源报》记者表示,协同防洪、供水、发电,当前主要需要科学实施控制性水库汛期运行水位动态控制。长江委根据多年研究成果优化主要控制性水库汛期调度方案,三峡等一批控制性水库可将水位浮动至汛限水位以上一定范围内。“例如,2023年汛期,三峡水库运行水位由145米抬升至150米,显著提升了三峡、葛洲坝电站顶峰运行能力。7—8月,三峡—葛洲坝梯级水库连续5日高峰最大出力超2200万千瓦,连续17日单日发电量达4.5亿千瓦时,有效缓解了华中中等地区的用电紧张局面。”

谈及如何协调电调与水调,丁胜祥表示,在流域整体防洪形势平稳、后期无雨或降雨较小预测把握较大的前提下,可在部分水库来中小洪水时进行洪水资源利用,提高水库顶峰能力。例如,2022年7月,长江委根据后期流域来水明显偏枯的趋势预测,优化调度控制性水库科学开展

中小洪水资源化利用,共利用洪水资源近50亿立方米,在流域汛期来水明显偏枯的情况下,有效保障了后期供水、发电、航运等水资源供应。

此外,综合考虑流域的防洪状况和汛期末期的水文气象预测,当预测显示汛期结束时流域的防洪风险较低,无需保留大量防洪库容时,还可以对水库群进行调度,在汛期水位波动的基础上进一步提高水位,实施提前蓄水。近年来,金沙江的观音岩水电站、溪洛渡水电站以及大渡河的瀑布沟水电站等都成功实施了这一策略,并取得显著成效。

业内人士一致认为,流域内水电站群实施跨区域电力互济至关重要。长江上游干支流分布有金沙江、雅砻江、大渡河、乌江、长江上游等五个重要水电能源基地,是“西电东送”的重要组成部分,各水电基地的优质电源可通过长距离、跨区域的高压直流送至华东、华南等电力负荷中心。为此,长江委充分利用各干支流水库来水、调节能力及防洪任务差异,可结合电网负荷需求优化不同时期不同水电站群的运行水位,为水库群实施跨区域的电力互济创造条件。

“例如,2022年迎峰度夏用电关键期,

支持三峡、金沙江下游等梯级水库通过联合调度、中小洪水利用等措施抬升水位改善发电条件,使汛期三峡应急救援湖北电网、溪洛渡和向家坝梯级电站支援西南电网能力提升,为迎峰度夏用电提供重要支持。”水利部长江水利委员会水旱灾害防御局工程处副处长张虎举例说。

## ■多部门协同能源安全和水安全

业内人士普遍认为,迎峰度夏用电与防汛腾库容汛期水电站蓄能偏低之间的矛盾,实际上反映了电力供应与水资源管理之间的平衡问题。解决这一问题,需要多部门协同、科学规划、精准施策,确保能源安全和水安全。

我国西南地区电力供应高度依赖于水电,四川、云南、湖北等水电大省的水力发电量全国占比很大。然而,干旱和高温等极端天气事件发生时,就会导致水资源短缺,进而影响水力发电量,造成上述地区电力供应紧张。所以,利用先进的气象预报技术和水资源管理模型,对未来天气变化和水电能源需求进行科学预测,有利于合理规划水库蓄水和发电计划。

在电力系统中,水电的顶峰能力至关

重要,特别是在高温大负荷时期。例如每年夏季,江苏、浙江等地都会出现用电高峰,导致降温负荷需求急剧增加。为充分利用水电的顶峰发电能力,电力系统需要综合考虑电量需求、来水预测、各水电站的水位及蓄能情况等因素,建立中期或日内的最大发电能力试算模型。这些模型能够合理安排水电站群每日发电计划,确保在满足日电量需求的同时,将水电发电尽量安排在高峰时段。

“水电的顶峰发电时长受系统负荷峰谷过程影响,存在一个上下限。”张博庭认为,可以根据历史运行数据确定不同季节系统负荷的典型特征,从而优化水电参与顶峰发电的时长。“例如,在系统负荷高峰时,水电站按照最大发电能力运行,而在低谷时则按最小生态流量发电,形成‘几’字形出力过程。”

业内人士普遍表示,随着大数据、云计算、物联网等技术的发展,水电行业正朝着智能化和自动化方向发展。这些技术的应用不仅提高了水电站的运行效率,还增强了对水资源的有效管理和调度。例如,通过人工智能和大数据分析,可以更准确地预测水资源的供需情况,优化水库的调度和电力生产。

# 核能“三步走”持续赋能低碳发展

■本报记者 李玲

作为清洁稳定的能源,核能在过去半个世纪贡献了全球近一半的低碳电力,为维护全球能源安全、应对全球气候变化、促进世界经济增长作出了重要贡献。

“在‘双碳’战略牵引下,核能已成为优化能源结构、减少环境污染、实现碳达峰碳中和目标的必然选择。我国核能发展坚持‘热堆—快堆—聚变堆’‘三步走’战略,经过不懈努力,取得重大成就。”中国核学会副理事长兼秘书长刘建桥在近日举办的第二十六届中国科协年会专题论坛“核能创新 低碳未来”论坛上指出。

多位与会专家表示,要继续高度重视核能在全球可持续发展中的关键作用,以技术创新加快推动我国核能“三步走”战略走深走实。

## ■核电建设进入高质量发展轨道

1983年,原国家计委、国家科委联合召开“核能发展技术政策论证会”,首次提出我国核能“热堆—快堆—聚变堆”“三步走”发展战略。核能“三步走”发展战略实施40多年来,我国坚持核能安全发展、创新发展,取得了世界瞩目的成就。

数据显示,我国大陆现有在运核机组57台,居世界第三;核准在建核机组36台,持续保持全球第一。2022年、2023年连续两年,每年核准10台核机组,核电建设进入高质量发展轨道。2023年,我国核发电机组发电量为4334亿千瓦时,位居全球第二,占全国发电量的4.86%,年度等效减排二氧化碳约3.4亿吨。

“当前,我国核能技术实现从跟跑到并跑,再到部分领跑的历史性跨越,以‘华龙一号’‘国和一号’为代表的自主第三代核电技术跻身世界第一方阵,形成型谱化、系列化发展的良好局面。”广西壮族自治区人大常委会副主任、党组书记方春明表示。

据了解,我国自主三代压水堆核电“华龙一号”示范工程已顺利建成投产,成为全球唯一按期建成的三代核电首堆工程,并保持安全稳定运行;“国和一号”首堆工程建设取得进展,即将装料;自主研发的世界首座具有第四代核电特征的高温气冷堆核电站投运,示范快堆建设取得重大成果,核聚变研究成果斐然。

根据国家发展相关规划,我国在2035年在运核机组装机容量要达到1.5亿千瓦,发电占比约为10%。相关机构预测,到2060年,我国核电装机容量将达到4—5亿千瓦,略高于目前全球核电装机容量。

## ■技术创新不断取得新突破

近年来,在核能“三步走”战略指引下,相关企业、科研机构及高校持续开展自主研发工作,核能技术创新不断取得新突破。

中核集团首席科学家、“华龙一号”总设计师邢继表示,当前压水堆为国际核电主力堆型,远期看,快堆、高温气冷堆、熔盐堆等代表了未来第四代先进核能技术的发展方向,聚变堆则提供了人类能源终极解决方案。

“在‘华龙一号’首堆运行以后,我们也在研究如何进一步优

化‘华龙一号’的设计,使其经济性能进一步提升,并在后续建设的项目上开展了相关工作。”邢继举例说,“中核集团漳州核电项目在设计上总结了‘华龙一号’首堆工程的建造经验,并进行了大量优化。比如,对防大飞机撞击的结构进行优化,节省不少工程量和投资。同时,我们将反应堆功率提升,使其能够多发,经济性得到进一步提升。”

作为我国核能“三步走”战略的中间环节,快堆是全球四代核电的发展方向之一,其发展一直吸引着行业目光。

中核集团快堆首席专家、中核霞浦核电有限公司总工程师张东辉指出,实验快堆建设把我国快堆的发展推向了快车道,商用示范快堆建设为下一步百万千瓦级商用电站打下坚实基础。“我国实验快堆的设备国产化率为70%,示范快堆两台机组综合国产化率提升至99.87%,全部关键设备100%实现了国内自主研发、设计、制造。通过示范快堆项目带动,我们形成了世界上最完整的钠冷快堆产业链体系。”

在聚变堆方面,去年4月,我国有“人造太阳”之称的全超导托卡马克 EAST 装置获重大成果,实现了高功率稳定的403秒稳态长脉冲高约束模等离子体运行,创造了托卡马克装置稳态高约束模运行的世界纪录。据核工业西南物理研究院科技委主任刘永介绍,我国可控核聚变研发正逐步由科学研究转入工程验证阶段。

## ■推动“三步走”战略走深走实

为聚焦核能“三步走”战略的推进与实施,支撑核工业高质量发展,中国核学会会同相关企业,共同组建核能“三步走”发展战略宣传联盟,并发出倡议:一是高度重视核能在全球可持续发展中的关键作用,加快推动核能“三步走”战略走深走实;二是共同宣传好核能安全有序发展核能、实施核能“三步走”战略的重要意义;三是加强各单位的互动与协同,集中力量支持各单位开展宣传工作。

“核能发展关系‘双碳’目标实现,是科技发展的重要支撑,也是建设核工业强国的重要支撑,承载着多重国家使命。”邢继指出,“华龙一号”已步入批量化建设阶段,通过设计优化大幅提升经济性市场竞争力,华龙系列型号技术将持续优化,有效支撑我国核能安全有序发展。“未来,压水堆核电技术仍具有广阔发展空间,需要在智能化、新材料、新技术、新理论等方面实现突破,不断提升安全性与经济性。”

张东辉表示,快堆作为第四代核能系统的主力堆型,具备大幅度提高铀资源利用率、嬗变长寿命次量锕系元素的特性,可助力推动核能作为低碳主力能源大规模可持续发展,是典型的核能新质生产力。“同时,快堆技术灵活,可开发系列型号,满足市场多方面的需求。包括后处理在内的快堆—压水堆二元体系的完美匹配,可以构建我国核能发展的基座,支撑核能在碳中和及后碳中和时代发挥战略性作用,并长期保证国家能源安全。”

“作为前沿颠覆性技术,核聚变已成为大国未来能源主动权的必争之地。”刘永指出,我国高度重视可控核聚变未来产业发展,为核能行业坚定推进核聚变研发、加快形成新质生产力等注入强劲动能。“此外,人工智能、新型材料等领域技术进步加持也推动了核聚变利用的加速推进。”

本报讯 记者赵琼报道 近日,《地方电网与配电网高质量发展专项调研报告》(以下简称《调研报告》)发布。

本次调研于今年2月启动,由社科院财经战略研究院、中国市场监督管理学会、重庆理工大学、重庆社科院等单位的专家,项目业主代表、咨询机构代表以及北京市鑫诺律师事务所律师等联合组成调研组,对5个地方电网及配电网项目现场调研,此外有38家单位参与现场调研,39家单位参与书面调研。

调研组选取5个具有典型代表特征的地方电网及配电网项目。其中,辽源矿业集团增量配电网项目是在原有矿区存量电网基础上建设的配电网项目,郴电国际电网项目、三峡水电网项目是由地方国企、上市公司投建的地方电网项目,连云港徐圩新区增量配电网项目是由国企控股投资新建的增量配电网项目,河北迁安增量配电网项目是由民企控股投资新建的增量配电网项目。

《调研报告》指出,近年来,在新型电力系统建设过程中,地方电网与增量配电网在服务、安全、创新、成本厘清、营商环境、新能源消纳等方面取得一定成绩。

服务方面,在供电服务过程中提质增效,通过差异化服务,采取多种便民惠民措施,降低用电成本,优化电力营商环境。比如,郑州航空港增量配电网项目自今年1月1日起实施电费优惠套餐,对航空港区增量配电网区域内由兴港电力公司供电的工商业用户,年用电量在1000万千瓦时及以上的部分,优惠0.03元/千瓦时;年用电量在1000万千瓦时以上的部分,优惠0.05元/千瓦时。

安全方面,积极采取措施落实安全可靠供电要求,切实提高电网本质安全。例如,江苏连云港徐圩新区增量配电网所在区域为典型的化工园区,项目企业通过开展环网运行研究、测算新能源消纳能力、安装输电线路在线检测装置等方式落实安全可靠供电要求,为增量配电网网荷储一体化发展提供有力支撑。

创新方面,增量配电网在机制、管理、业务模式、技术创新、政策支持与试点探索以及市场化服务等方面均有所创新,有力助推增量配电网持续发展,推进以综合能源服务为代表的市场化业务,同时提高电网运行效率和安全性。

成本厘清方面,配电网投资主体的多元化、配电网数量的大幅增加,使配电网建设成本、运营成本更加透明化,为输配电价特别是配电价格厘清提供了更多样本。

营商环境方面,地方电网、增量配电网的发展与周边原有供电主体之间形成比较竞争,各主体积极采取措施向用户传导政策优惠,释放改革红利,共同推动供电服务水平的提升和营商环境的改善。

新能源消纳方面,由于可直接接入的电源受限、种类少,地方电网和配电网对新能源的接入、消纳更加积极主动,消纳效果显著。地方电网和配电网企业探索采用技术手段、增加储能等调节能力,不断提高新能源消纳能力,并进一步降低了用户用电成本。

《调研报告》指出,配电改革取得的最有价值的经验之一,就是用大量实例证明,在配电领域保留和引入社会资本,形成配电主体多元化是可行的。配电主体多元化推动了配电网高质量发展,并有助于加快推进新型电力系统和新型能源体系建设,将极大缓解社会对配电网碎片化的担忧,并将推动配电领域投资和市场准入政策的落实。

就如何进一步促进地方电网与配电网高质量发展,《调研报告》提出以下建议:短期看,建议严格落实和执行现有政策,细化规定、修订不合理条款,使规则更具有可操作性,解决困扰项目发展的具体问题;长期看,建议进一步深化电改,创造有利于配电投资主体多元化的政策环境;加强监管,确保政策执行到位。

## 《地方电网与配电网高质量发展专项调研报告》发布