

推动煤电可靠性灵活性经济性相统一 勇当构建新型电力系统的支撑力量

——专访电力规划设计总院高级顾问,原党委书记、院长,全国工程勘察设计大师谢秋野

■ 本报记者 范毓蓉

长期以来,我国以煤为主的资源禀赋,决定了煤电产业担负着能源保障供应的“稳定器”“压舱石”作用,为我国经济社会发展作出了突出贡献。那么,我国煤电产业发展现状如何?在构建新型电力系统的背景下,煤电产业地位和作用将发生怎样的转变?未来发展的目标和方向是什么? 还有哪些制约因素? 针对这些问题,本报记者专访了电力规划设计总院高级顾问,原党委书记、院长,全国工程勘察设计大师谢秋野。

国家能源集团报:当前,在世界和中国加速推进能源转型和碳达峰碳中和的背景下,煤电产业在能源体系中有着怎样的地位? 作出了哪些努力? 面临着怎样的形势?

谢秋野:据IEA统计,2022年全球清洁能源投资与化石能源投资之比是1.7:1,五年前这个比例是1:1。随着全球对减少温室气体排放的承诺加强,以及许多国家和地区逐步减少淘汰煤电的政策和投资导向,煤电产业在全球能源结构中的占比正在逐步降低,面临着转型升级和低碳减量化转型的双重压力。但尽管如此,从保障能源安全转型的角度,在新能源形成安全可靠替代能力前,煤电在一定时期内仍将发挥重要作用。

近十年来,我国煤电产业通过大力推动技术创新,持续优化结构和布局建设,以及全面实施节能减排综合升级改造和超低排放改造,构建了世界最大的清洁煤电体系。尤其“十四五”以来,我国大力实施煤电“三改联动”,截至2023年底,累计完成节能改造、灵活性改造、供热改造合计约7.4亿千瓦。2023年,全国火电(包括气电)平均供电标准煤耗302克/千瓦时,能效水平居于世界领先水平;实现超低排放的煤电机组超11亿千瓦,占比达到94.8%,火电烟尘、二氧化硫、氮氧化物排放量较近十年来峰值分别下降约98%、96%和92%,为生态环境大幅改善作出了重要贡献。

国家能源集团报:我国煤电产业哪些技术在世界同行业处于领先水平? 还存在哪些技术难题尚待攻关?

谢秋野:我国煤电在单机容量、蒸汽参数、机组效率、供电煤耗、污染物排放控制等方面均达到了世界先进水平,燃煤发电技术和超低排放技术也位居

全球前列,部分技术世界领先,为全球煤电清洁高效发展贡献了中国方案。

当前,我国形成了以30万千瓦、60万千瓦、100万千瓦的大型国产发电机组为主力机组的燃煤发电系统,最新投产的煤电机组主要是大容量、高参数、高效率、高度节水、超低排放的先进煤电机组,超(超)临界机组比例不断提高,世界首台60万千瓦级、100万千瓦级超超临界二次再热机组相继在我国投入商业化运行,世界首台百万千瓦超超临界直接空冷和间接空冷机组也均为我国所创纪录。

此外,我国增量煤电关键技术创新仍存在一些亟须攻关的难题。未来煤电以灵活、低碳为目标,要在深度调峰、快速变负荷、启停调峰、宽负荷高效和低碳排放方面实现突破,但目前从锅炉、汽轮机、发电机、辅机配置及系统设计等来看,仍存在诸多技术难题,如超低负荷下如何保证锅炉干态运行、低负荷下风煤水多变量协同控制、机组快速变负荷及日内启停对机组寿命的影响、高效率低成本的大规模二氧化碳捕集及地质封存等,这些难题都有待进一步汇聚各方力量集中攻关。

国家能源集团报:在构建新型电力系统的背景下,煤电产业在电力系统中的作用将发生怎样的变化?

谢秋野:从构建新型电力系统需要看,随着电力系统高比例新能源和高比例电力电子设备的“双高”特性日益显著,系统转动惯量和无功电压支撑能力需求增加,电网安全稳定运行的挑战越来越大,需要大量的支撑性、调节性资源。

煤电在相当长时间内,都将是支撑新能源大规模发展和电力系统安全稳定运行不可或缺的重要部分。具体而言,近期煤电是能源保供的“顶梁柱”和“压舱石”,中期煤电将力争做到“控容量、控电量”,逐步由基础保障型电源向“基础保障型+系统调节型”电源过渡,远期煤电将向“减容量、减电量”转型,最终转变成为以装机支撑为主、发电为辅的“系统调节型+应急备用型”电源,成为系统运行的“关键支撑力量”。

国家能源集团报:应如何理性看待煤电产业所面临的发电效益与机组效率、灵活性调峰与安全稳定等之间的矛

盾? 煤电产业应当作出哪些转变?

谢秋野:煤电产业首先要处理好保障能源安全和行业转型发展的关系。基于我国的资源禀赋,端好能源饭碗离不开煤炭的清洁高效利用,而煤炭清洁高效利用技术最成熟、最经济的方式就是发电。截至2023年底,我国煤电装机11.6亿千瓦,装机占比39.9%,首次跌破40%,但是发电量贡献近60%,支撑超七成的电网高峰负荷,承担超八成的供热任务。煤电产业要继续加强清洁高效、灵活低碳发电技术的研发应用,夯实自身兜底保障功能,以底线思维、极限思维全力保障经济社会发展用能需求,切实筑牢能源安全保障根基。

其次,面对能源转型和电力市场改革,煤电企业要转变盈利模式和经营理念。非化石能源替代化石能源是大势所趋,煤电企业必须加快推进由“电量盈利”模式向“电量盈利+服务盈利”模式转变,在容量市场、辅助服务市场中积极开拓新的盈利增长点。未来煤电将深度融入电力现货市场、辅助服务市场和容量电价机制等,煤电企业需进一步增强市场意识,提高市场响应效率,做好中长期交易合同和电力现货市场衔接方面的应对,积极参与市场竞价,充分获取容量电价补偿和辅助服务补偿收益;同时也要做好碳资产管理,有效对接碳市场,降低碳排放成本;不断深化企业成本控制机制,持续提高生产经营效率,在参与市场竞争中实现高质量发展。

再次,从节约全社会资源和成本的角度出发,煤电产业应打破“内卷”思维,不宜以牺牲机组安全、经济性为代价,追求无限提高环保、能耗水平和灵活性,重点是结合系统需求,积极做好燃料组织、运行优化、设备管理等安全生产工作,通过技术进步、管理创新和专业技术人才培养等实现煤电可靠性、灵活性和经济性的统一。同时,积极参与碳交易市场,具备条件的积极开展燃煤与农林剩余物、生活污水、生活垃圾等耦合发电,助推农村和城市环境改善的同时实现碳减排。

国家能源集团报:作为行业专家,您对煤电行业持续转型发展有哪些建议?

谢秋野:我国煤电转型应以确保系统安全运行为基础前提,以适应未

来新型电力系统的需求为首要目标,以高效调节、快速变负荷、启停调峰、低碳排放为主线任务,探索性打造具备灵活、低碳、清洁、高效、安全、智能等重要特征的新一代煤电机组,与构建新型电力系统协同转型,为支撑新能源发展当好“备胎”“拐杖”,把新能源“扶上马、送一程”。具体来说:

一是要以清洁低碳为目标转变生产模式。未来煤电行业高质量发展的目标和发展方向决定了煤电企业将由传统的电力生产商向清洁、低碳电力能源服务商转型。煤电产业要创新企业发展模式,一方面与新能源优化组合,向“两个联营”方向发展,另一方面聚焦多能互补和源网荷储“两个一体化”,向“发电+”的综合能源服务型企业和多元化能源企业转变。

二是要加快推进煤电数字化智能化升级。应积极应用新一代信息技术的先进成果,加快建设具备快速灵活、少人值守、无人巡检、按需检修、智能决策等特征的智能示范电厂,进一步推动存量煤电机组设备智能化改造、数字化系统的建设和应用,提升煤电在设备检修、故障诊断、生产运行监控、安全管理、运营决策等领域的智能化水平。

三是要做好老旧机组的关停、延寿、转应急备用电源工作。据不完全统计,我国现役煤电中设计寿命期满的机组,在“十四五”期间约有4860万千瓦,“十五五”期间将达到6860万千瓦,预计“十七五”期间煤电机组退役规模将达到最高。因此要统筹优化存量机组结构,在确保电热供应安全的情况下,统筹考虑能源保供要求、设备状况、服役年限、能耗水平、区域竞争力等因素,淘汰关停一批符合条件的关停机组转为应急备用电源,承担支撑电网安全稳定运行的应急保障作用。

最后,要健全完善相关配套政策体系。煤电行业的高质量发展离不开政策支持,要在优化布局、产业政策、资金支持、要素保障等方面给予政策支持。同时,国家层面也需要加大科技创新推动力度,鼓励针对煤电低碳转型升级中的关键技术开展科技攻关,开展示范试点,实现关键技术突破与工程应用推广。

煤史钩沉

煤炭古代叫什么

■ 吴晓煜

在我国古代,由于各个地区发现煤炭有早有迟,对煤炭的认识有所不同,加上各地区之间交通联系不便,所以,在发现和利用煤炭初期,煤炭很难有一个全国统一、公认的名称,只有当大家对煤炭都有了共同认识,对煤炭的称呼才会约定俗成地逐步统一起来。所以,在我国利用煤炭早期,比较长一段时间里,各种历史文献对于煤炭有许多不同称呼。正如其他矿物以至动植物一开始甚至到今天也有许多不同称呼一样,这是一个合乎事物发展规律的现象。

在《煤史钩沉》章节里,标题中的“每”字就是我国古代称呼煤炭的一个别名。这个称呼见于战国《墨子》一书的《备穴》篇:“为穴户,户内有两蔕藜,皆长极其户,户为环,垒石外塥,高七尺,加堞其上……具炉奔,弃以牛皮;炉有两甌以桥鼓之。百十每,其重四十斤,然炭杜(佐)之,满炉而盖之,毋令气出……穴中与适人遇,则皆围而毋逐,且战北以须炉火之然(燃)也。即去而入壅穴。”

这段话是讲如何对付敌人进攻的,大意是打防御战时,要挖建地穴,类似现代的地下坑道,穴中放好炉子和鼓风用的牛皮风箱。炉中“百十每”重四十斤,“每”下面放好炭,装满炉子,不要透气。当在穴中与敌人遭遇时,只防御不要追逐,而且要假装战败而退。这时把炭点燃,用烟来熏敌人,以烟熏而取胜。

炉中的“百十每”是什么意思呢? 许多注释《墨子》的学者未作解释。后来据著名学者岑仲勉先生考证,“每”就是煤,“百十”即“置”字。就是说,炉中上一层放置四十斤煤炭,下面放木炭以引火助燃。

为什么说“每”就是煤呢? 因为既然是用以燃火的炉子,那么,炉中放置的“每”必然是燃料。而且,重量四十斤,不可能是薪柴,加上下面还另外放有炭,证明“每”也不可能是木炭。

如果炉中完全放木炭就不会有烟了,那样也达不到以熏烟制敌的目的。所以,用煤(每)以生烟,以木炭引火,就合乎情理了。

《墨子》城守各篇(包括“备穴”篇)一般被认为是战国稍晚时期的著作。由此我们可以认为,煤炭当时已经以“每”这个名称出现在战争舞台上,同时也表明当时人们已认识了某些煤在燃烧过程中能释放出浓烟这一性能,并运用它摸索出烟幕战这种御敌制胜的办法,这是一桩很有趣的事情。

应该说明的是,“每”作为煤的名称出现在古书上是极少数的,但后来有人把“每”字加上火字旁,写成“燹”,这就与煤炭的含义更接近了。比如,明代人崔铣编的《彰德府志》就把煤写作“燹”。该书卷八就有“燹藜”这一节专门讲煤炭。书中说:“安阳县龙山出石炭,入穴取之无穷,取数十百丈,必先见水,水尽然后炭可取也。炭有数品,其坚者谓之石,软者谓之燹,气愈臭者燃之愈难尽。水可以煎爨,不若晋绛云。”这个“燹”字比“每”字又进一步,这又使煤炭多了一个别名,“燹”字也为明清以来不少书籍所引用。尽管不少字书上没有“燹”这个字,我们不妨把“燹”看作煤的异体字,因为“每”和“某”在作为偏旁时有是可以彼此通假的。

至于煤这个字虽然出现很早,但它真正代表煤炭却是宋代以至元代的这个。

从每到“燹、煤”的演变,经历了一二千年历程,这说明一个事物名称的定型统一,不仅需要大量实践活动,也需要较长时间。

中电联发布《中国电力行业年度发展报告2024》

7月10日,中国电力企业联合会发布《中国电力行业年度发展报告2024》,向全社会发布2023年电力行业基本数据,这是中国电力企业联合会连续第19年发布该报告。

在电力消费方面,电力消费结构继续优化。2023年,全国全社会用电量92238亿千瓦时,同比增长6.7%,增速同比提高3.1个百分点,高于GDP增速1.5个百分点;全国人均用电量6538千瓦时/人,同比增加422千瓦时/人。受经济回升及上年同期基数的影响,各季度全社会用电量同比分别增长3.6%、6.4%、6.6%、10.0%,全年增速逐季上升。电力消费结构继续优化,第二产业中,高技术及装备制造业用电量同比增长11.2%,超过制造业整体增长水平3.8个百分点,表现亮眼。其中,光伏设备制造用电量同比增长76.0%,新能源整车制造用电量同比增长38.8%,充换电服务业用电量同比增长78.1%,新兴产业用电量保持强劲增长势头。

在电力生产供应方面,电力绿色转型提速。截至2023年底,全国全口径发电装机容量292224万千瓦,同比增长14.0%,增速同比提升6.0个百分点。人均发电装机容量达到2.1千瓦,历史性突破2千瓦/人。其中,水电42237万千瓦,同比增长2.0%;火电139099万千瓦,同比增长4.2%;核电5691万千瓦,同比增长2.4%;并网风电44144万千瓦,同比增长20.7%;并网太阳能发电61048万千瓦,同比增长55.5%。并网风电和光伏

发电合计装机规模突破10亿千瓦大关,2023年底达到10.5亿千瓦,占总装机容量比重为36%。我国风电装机连续14年位居全球第一,光伏发电装机连续9年位居全球第一。2023年,全国发电量94564亿千瓦时,同比增长6.9%。在新能源发电装机快速带动下,风电和太阳能发电量快速增长,合计发电量同比增加2801亿千瓦时,占全年总发电量增量的46.1%。截至2023年底,非化石能源发电装机容量157541万千瓦,同比增长24.1%,占总装机容量比重首次突破50%,达到53.9%。2023年,基建新增非化石能源发电装机容量合计30762万千瓦,同比增长96.2%,占新增发电装机总量的83.0%。2023年,全国完成跨区输电能力达到18815万千瓦,同比持平;全国完成跨区输送电量8497亿千瓦时,同比增长9.7%。

在电力投资与建设方面,新能源新增装机成为新增绝对主体。2023年,全国主要电力企业合计完成投资15502亿元,同比增长24.7%。全国电源工程建设完成投资10225亿元,同比增长37.7%。全国电网工程建设完成投资5277亿元,同比增长5.4%。电源投资加速绿色低碳转型,其中,风电投资2753亿元,同比增长36.9%;太阳能发电完成4316亿元,同比增长50.7%。非化石能源发电投资同比增长39.2%,占电源投资比重达到89.2%。全国新增发电装机容量37067万千瓦,同比增长86.7%,增速较上年提升75.5个百分点。其中,新增并网风电7622千瓦,同比增长97.4%;新增

并网太阳能发电21753万千瓦,占同期全国总新增装机的比重为58.7%,同比增长146.6%。风电、光伏发电的新增装机占新增装机总容量的比重达到79.2%。全国电网工程建设完成投资5277亿元,同比增长5.4%。电网企业进一步加强农网巩固与提升配网建设,110千伏及以下等级电网投资2902亿元,占电网工程投资总额的55.0%。重大输电通道工程建设稳步推进,白鹤滩—浙江±800千伏特高压直流输电工程、驻马店—武汉1000千伏特高压交流工程等正式投运。

在电力低碳环保方面,降碳减污工作扎实推进,市场机制促进电力碳减排。2023年,全国单位火电发电量二氧化碳排放约821克/千瓦时,同比降低0.4%,比2005年降低21.7%;单位发电量二氧化碳排放约540克/千瓦时,同比降低0.20%,比2005年降低37.1%。全国2257家火电企业参与碳排放权交易,2023年全年碳配额总成交量超过2.12亿吨,累计成交额超过144亿元。全年覆盖二氧化碳排放量超过50亿吨,成为全球覆盖温室气体排放量最大的碳市场。全国碳市场运行期间,市场运行平稳有序,交易价格稳中有升;全国温室气体自愿减排交易市场启动,带动全社会共同参与绿色低碳发展,为降低减排成本提供更多渠道。煤电“三改联动”规模持续提升,全国6000千瓦及以上火电厂供电标准煤耗301.6克/千瓦时;全国电网线损率4.54%,同比降低0.3个百分点。全国火电烟尘、二氧化

硫、氮氧化物排放总量分别为8.5万吨、48.4万吨和78.5万吨,同比分别下降约14.1%、上升约1.7%、上升约3.0%。

在电力市场建设方面,电力市场交易规模快速扩大,电力市场交易机制不断完善,电力市场化改革深入推进。2023年,全国市场交易电量56679.4亿千瓦时,同比增长7.9%,占全社会用电量比重为61.4%,比2022年提升0.6个百分点。各电力交易平台累计注册市场主体74.3万家,同比增长23.9%,多元竞争主体格局初步形成,电力市场规模稳步扩大。电力中长期交易已在全国范围内常态化运行并持续增长,全国中长期交易电量占市场交易电量比重在90%以上,中长期合同履约率超过96%,成交价格平稳,充分发挥了电力中长期交易保供稳价的基础作用。电力现货市场建设稳步推进,23个省份启动电力现货市场试运行,反映实时电力供需的价格机制基本建立。辅助服务市场实现全覆盖,品种和主体进一步丰富。电力市场化改革深入推进,煤电容量电价政策出台,初步形成了容量电价回收固定成本、电量电价回收变动成本、辅助服务回收调节成本的煤电价格机制,推动煤电向基础保障性和系统调节性电源并重转型。新能源进入电力市场节奏进一步加快,全国新能源市场化交易电量6845亿千瓦时,占新能源总发电量的47.3%,全国范围内促进有效竞争的交易规则体系基本形成。积极构建绿电、绿证市场体系,完善交易机制,绿电、绿证交易规模不断扩

大,截至2023年底,全国累计绿电交易电量954亿千瓦时,其中2023年绿电交易电量697亿千瓦时。绿证交易启动以来,累计成交量突破1亿张。

在新型电力系统建设方面,系统构建基础不断夯实。清洁低碳方面,非化石能源发电装机容量157541万千瓦,同比增长24.1%,占总装机容量比重首次突破50%,达到53.9%。2023年,基建新增非化石能源发电装机容量合计30762万千瓦,同比增长96.2%,占新增发电装机总量的83.0%。安全充裕方面,2023年,全国新增支撑性电源(煤电、气电、常规水电、核电)6338万千瓦,西电东送规模超过3亿千瓦,电网资源配置能力持续提升。经济高效方面,建立煤电向基础保障性和系统调节性电源并重转型发展的容量电价机制,统一电力市场体系建设持续加强,系统综合能效水平稳步提升。供需协同方面,源网荷储一体化和多能互补蓬勃发展,电力需求响应能力稳步提升,虚拟电厂在京津冀区域、长三角区域、粤港澳大湾区加快布局,车网互动在东部负荷中心地区开展有益探索。灵活智能方面,系统调峰能力持续加强,具备深度调节能力的煤电装机容量占比超过50%,抽水蓄能、新型储能新增装机容量2814万千瓦,在近年来新能源装机高速增长条件下,利用率连续五年保持95%以上,电力发输配售用全环节数字化、信息化、智能化发展势头强劲,持续激发电力发展新动能。

(来源:中国电力企业联合会)