

# 推动煤炭清洁高效利用

2022年1月份,国务院印发《“十四五”节能减排综合工作方案》,提出实施煤炭清洁高效利用工程。6月份,国家发展改革委等部门发布《煤炭清洁高效利用重点领域标杆水平和基准水平(2022年版)》的通知,指出对标实现碳达峰碳中和目标任务,推动煤炭清洁高效利用,促进煤炭消费转型升级。本期邀请专家围绕相关问题进行研讨。

主持人

本报理论部主任、研究员 徐向梅

## 煤炭清洁高效利用内涵不断深化

清洁高效利用在我国能源转型中的作用?

李维明(国务院发展研究中心资源与环境政策研究所资源政策研究室主任):煤炭是我国的基础能源和重要工业原料,是确保我国能源安全的坚实基础。改革开放以来,随着经济快速发展,燃煤引起的环境问题日益突出。为提高燃煤效率和治理燃煤污染,20世纪90年代起,我国开始重视煤炭清洁高效利用,成立“国家洁净煤技术推广规划领导小组”,出台《中国洁净煤技术“九五”计划和2010年发展纲要》,对煤炭清洁高效利用首次作出指导和部署。党的十八大以来,党中央高度重视煤炭清洁高效利用,明确提出“四个革命、一个合作”能源安全新战略和深入打好污染防治攻坚战,陆续颁布《大气污染防治行动计划》《关于促进煤炭安全绿色开发和清洁高效利用的意见》《煤炭清洁高效利用行动计划(2015—2020年)》《能源技术革命创新行动计划(2016—2030年)》等一系列政策文件,煤炭清洁利用正式上升为国家能源发展战略。此时煤炭清洁高效利用指煤炭洗选、燃料发电、清洁转化、分散燃烧等环节清洁和高效利用,关注效率提升和传统污染物控制。

“十四五”时期,我国经济转向高质量发展阶段,生态文明建设进入以降碳为重点战略方向、推动减污降碳协同增效、促进经济社会发展全面绿色转型、实现生态环境质量改善由量变到质变的关键时期。煤炭清洁高效利用内涵不断深化,除继续强调在利用各环节更加高效、更加清洁,执行更加严格的排放标准外,还要结合规模化利用和低碳化、绿色化时代要求,更加注重绿色、低碳和品质赋能,实现全过程全要素清洁低碳利用。

## 智能绿色成煤炭生产新趋势

主持人:我国在煤炭安全高效清洁生产方面取得哪些成果?未来煤矿建设趋势如何?

任世华(煤炭科学研究总院科技支持中心主任):安全绿色高效开发是煤炭稳定供应的基础,近年来取得跨越式发展。我国煤炭科技创新由跟踪、模仿逐步升级到并跑、领跑,大型矿井建设、特厚煤层综放开采、煤矿智能化开采等技术已达到国际先进水平,推动了我国煤炭安全高效清洁生产。

煤矿安全根本性好转。我国煤炭资源普遍埋藏较深,煤炭开采以井工煤矿为主。井下环境复杂,灾害风险因素较多,煤矿安全生产面临巨大挑战。煤炭安全生产水平通常用原煤生产百万吨死亡率表示,即平均每生产100万吨原煤因事故死亡的人数。该指标2000年高达5.77,2010年仍为0.749。随着煤矿瓦斯、冲击地压、水害、火灾等防治体系不断完善,先进技术装备取得重大突破并大规模推广应用,2021年我国原煤生产百万吨死亡率下降到0.044,较2010年下降94.1%,年均下降超22%。一些现代化大型煤矿安全生产水平已基本与发达国家同等开采条件持平。

生产效率大幅提高。煤炭生产效率也称生产工效,即平均一个工作人员工作一天的煤炭产量。技术进步推动我国煤矿机械化水平、单井产量规模逐步提高,带动煤炭生产工效快速提升。2021年,大型煤炭企业采煤机械化程度提高到98.95%,煤矿单井产量规模提高到约92万吨/年,大型煤炭企业原煤生产工效提高到8.79吨/工,较2012年6.43吨/工提高了36.7%。一些现代化大型煤矿,如国家能源集团神东煤炭补连塔煤矿,煤炭生产工效达到国际同类条件领先水平。

清洁生产水平显著提升。随着煤矿机械化、信息化、智能化水平持续提高,煤矿生产能耗逐

步降低,加上煤矿“电代煤”“气代煤”等改造升级,用能结构发生较大变化,煤炭生产用能逐年降低。2021年,我国大型煤矿原煤生产综合能耗、综合电耗分别下降到10.4千克标煤/吨、20.7千瓦时/吨。同时,由于煤矿瓦斯抽采利用率逐步提高,煤炭开发过程排放到空气中的甲烷大幅度减少,煤炭开发过程温室气体排放呈下降趋势。据测算,从2010年到2020年,平均生产1吨煤炭的温室气体排放量由226.7千克下降到151.1千克,10年内下降了三分之一。

技术进步,从业人员减少,生态环境保护等因素,决定了煤炭开发不能延续高劳动强度、高生态损害的传统方式,走智能绿色之路是必然要求。近年来,在各级政府部门、煤炭企业等高度重视和快速推进下,煤炭智能化、绿色化开采取得初步成效。在煤炭智能化开采方面,自2014年建成首个智能化开采工作面以来,智能地质保障系统、智能掘进系统、智能采煤系统、智能运输系统等10多个环节关键核心系统取得突破,形成智能化煤矿一体化解决方案,探索出适合不同区域、不同煤层条件的煤矿智能化建设模式。截至2021年年底,400多处煤矿开展智能化建设,建成813个智能化采掘工作面,一些煤矿实现“有人巡视、无人操作”智能化开采。当前,煤矿智能化逐步由试点示范转向大范围推广应用。在煤炭绿色化开采方面,煤炭行业持续推进绿色矿山建设。保水开采、充填开采等煤炭开采与生态环境保护相融合的技术取得突破并实现推广应用,有效降低煤炭开采对地下水的影

响,减少了煤矿区地表沉降。2021年煤矿区土地复垦率达57%,矿区生态环境质量稳定向好。截至2021年年底,纳入全国绿色矿山名录的煤炭企业共284家。一些煤矿实现了矿区生态环境正效益,不仅没有破坏环境,而且优化了环境。适应新时代发挥能源兜底保障作用的新

定位、碳达峰碳中和等新要求,我国煤炭行业将呈现以下趋势。一方面,智能柔性矿井将成为煤矿建设新形式。“双碳”目标下,风光等可再生能源发电并网比例将逐步增高,电力调峰需求增加,加大了煤炭需求波动。同时,油气对外依存度持续攀升且地缘政治复杂多变,我国油气供应安全面临严峻挑战,将进一步加大煤炭需求波动。长期看,煤炭生产不是越多越好,而是需要时可快速启动生产,不需要时可低成本保持生产能力,实现柔性供应,产能可低成本宽负荷调节的智能柔性矿井将替代当前高产高效矿井成为未来煤矿建设新形式。

另一方面,煤矿区将发展成为碳封存基地。煤矿区不仅有煤炭资源,还有充足的地下空间和土地资源,具有巨大的储碳能力。有关研究表明,500米深的煤矿地下空间储存二氧化碳具有较好的稳定性。同时,煤矿地下空间的残煤、岩层和地下水对二氧化碳有一定的吸附、溶解和运移作用,经过长时间物理化学反应和地质变迁,可生成碳酸盐矿,固化二氧化碳。利用矿区土地,种植具有利用价值的快速生长植物,可以形成碳汇。煤矿开采出煤炭,地下空间将煤炭利用产生的二氧化碳封存,地表植被形成碳汇,煤矿区有潜力实现碳自循环。

另一方面,我国以煤为主的资源禀赋形成了煤电为主体的电力生产和消费结构。作为我国的基础性电源,煤电为支撑经济社会发展提供了坚强电力保障,但煤电曾是导致大气污染问题频发的重要来源。为推动煤电清洁高效发展,减少煤炭消耗和污染物排放,改善空气质量,《煤电节能减排升级与改造行动计划(2014—2020年)》和《全面实施燃煤电厂超低排放和节能改造工作方案》先后印发实施。经过多年努力,我国煤电节能减排工作取得显著成效。从清洁利用水平看,截至2021年底,我国达到超低排放限值的煤电机组约10.3亿千瓦,占全国煤电总装机容量93%。2021年,全国电力烟尘、二氧化硫、氮氧化物排放量分别约为12.3万吨、54.7万吨、86.2万吨,较2015年分别下降69%、73%、52%。

从节能降碳水平看,2021年全国6000千瓦及以上火电厂供电煤耗为301.5克标准煤/千瓦时,较2015年下降13.5克标准煤/千瓦时,相当于2021年全年减少电煤消费9500万吨;全国单位火电发电量二氧化碳排放约828克/千瓦时,较2015年下降22克/千瓦时。据中国电力企业联合会统计,以2005年为基准年,2006年至2021年通过供电煤耗降低减少二氧化碳排放约89亿吨,对电

力部门碳减排贡献度达41%,有效减缓了电力行业二氧化碳排放量增长。

随着具有波动性特点的风电、光伏发电等新能源大规模发展,电力供应不确定性大幅增加,配置充足的灵活调节电源对于保障电力供需平衡、维护电力系统安全稳定运行至关重要。当前,我国抽水蓄能装机在电力系统中占比只有1.5%,电化学等新型储能技术还在起步阶段,为新能源发展和新型电力系统建设保驾护航。“十三五”以来,我国启动煤电灵活性改造工作,推动煤电企业开展深度调峰、热电联产

等多种技术路线探索,煤电机组最小发电出力从50%至60%额定容量可降至30%到35%,部分机组甚至可低至20%到25%,可调节范围大大增加。2021年底,我国煤电灵活性改造规模超过1亿千瓦,有效提高了电力系统灵活调节能力,也更好促进了可再生能源发展。

我国能源资源禀赋决定了煤电在相当长时间内仍将承担保障电力安全供应的重要作用。2021年,全国煤电装机占比46.7%,发电量占比约60%,发电用煤占全国煤炭总消费的比重超过一半,尽管我国煤电行业在节能降耗、碳减排等方面已取得显著成效,但煤电仍是全国二氧化碳排放量最大的行业,亚临界及以下机组还有4亿多千瓦,部分机组存在能耗偏高、灵活调节能力不足等问题。

随着碳达峰碳中和和工作持续推进,新型电力系统逐步建立,煤电清洁、高效、灵活、低碳转型步伐还需进一步加快。要大力推动煤电节能降碳改造、灵活性改造、供热改造“三改联动”,明确煤电要加快由主体性电源向提供可靠容量、调峰调频等辅助服务的基础保障性电源和系统调节性电源转型。2021年10月,国家发展改革委、国家能源局联合印发《全国煤电机组改造升级实施方案》,明确提出“十四五”期间,煤电节能降碳改造规模不低于3.5亿千瓦,供热改造规模力争达到5000万千瓦,灵活性改造完成2亿千瓦。按此规模测算,预计可节约煤炭消费5000万吨以上,提升新能源消纳能力5000万千瓦以上,更好地推动煤炭和新能源优化组合。

随着碳达峰碳中和和工作持续推进,新型电力系统逐步建立,煤电清洁、高效、灵活、低碳转型步伐还需进一步加快。要大力推动煤电节能降碳改造、灵活性改造、供热改造“三改联动”,明确煤电要加快由主体性电源向提供可靠容量、调峰调频等辅助服务的基础保障性电源和系统调节性电源转型。2021年10月,国家发展改革委、国家能源局联合印发《全国煤电机组改造升级实施方案》,明确提出“十四五”期间,煤电节能降碳改造规模不低于3.5亿千瓦,供热改造规模力争达到5000万千瓦,灵活性改造完成2亿千瓦。按此规模测算,预计可节约煤炭消费5000万吨以上,提升新能源消纳能力5000万千瓦以上,更好地推动煤炭和新能源优化组合。

随着具有波动性特点的风电、光伏发电等新能源大规模发展,电力供应不确定性大幅增加,配置充足的灵活调节电源对于保障电力供需平衡、维护电力系统安全稳定运行至关重要。当前,我国抽水蓄能装机在电力系统中占比只有1.5%,电化学等新型储能技术还在起步阶段,为新能源发展和新型电力系统建设保驾护航。“十三五”以来,我国启动煤电灵活性改造工作,推动煤电企业开展深度调峰、热电联产

等多种技术路线探索,煤电机组最小发电出力从50%至60%额定容量可降至30%到35%,部分机组甚至可低至20%到25%,可调节范围大大增加。2021年底,我国煤电灵活性改造规模超过1亿千瓦,有效提高了电力系统灵活调节能力,也更好促进了可再生能源发展。

我国能源资源禀赋决定了煤电在相当长时间内仍将承担保障电力安全供应的重要作用。2021年,全国煤电装机占比46.7%,发电量占比约60%,发电用煤占全国煤炭总消费的比重超过一半,尽管我国煤电行业在节能降耗、碳减排等方面已取得显著成效,但煤电仍是全国二氧化碳排放量最大的行业,亚临界及以下机组还有4亿多千瓦,部分机组存在能耗偏高、灵活调节能力不足等问题。

随着碳达峰碳中和和工作持续推进,新型电力系统逐步建立,煤电清洁、高效、灵活、低碳转型步伐还需进一步加快。要大力推动煤电节能降碳改造、灵活性改造、供热改造“三改联动”,明确煤电要加快由主体性电源向提供可靠容量、调峰调频等辅助服务的基础保障性电源和系统调节性电源转型。2021年10月,国家发展改革委、国家能源局联合印发《全国煤电机组改造升级实施方案》,明确提出“十四五”期间,煤电节能降碳改造规模不低于3.5亿千瓦,供热改造规模力争达到5000万千瓦,灵活性改造完成2亿千瓦。按此规模测算,预计可节约煤炭消费5000万吨以上,提升新能源消纳能力5000万千瓦以上,更好地推动煤炭和新能源优化组合。

随着具有波动性特点的风电、光伏发电等新能源大规模发展,电力供应不确定性大幅增加,配置充足的灵活调节电源对于保障电力供需平衡、维护电力系统安全稳定运行至关重要。当前,我国抽水蓄能装机在电力系统中占比只有1.5%,电化学等新型储能技术还在起步阶段,为新能源发展和新型电力系统建设保驾护航。“十三五”以来,我国启动煤电灵活性改造工作,推动煤电企业开展深度调峰、热电联产

等多种技术路线探索,煤电机组最小发电出力从50%至60%额定容量可降至30%到35%,部分机组甚至可低至20%到25%,可调节范围大大增加。2021年底,我国煤电灵活性改造规模超过1亿千瓦,有效提高了电力系统灵活调节能力,也更好促进了可再生能源发展。

我国能源资源禀赋决定了煤电在相当长时间内仍将承担保障电力安全供应的重要作用。2021年,全国煤电装机占比46.7%,发电量占比约60%,发电用煤占全国煤炭总消费的比重超过一半,尽管我国煤电行业在节能降耗、碳减排等方面已取得显著成效,但煤电仍是全国二氧化碳排放量最大的行业,亚临界及以下机组还有4亿多千瓦,部分机组存在能耗偏高、灵活调节能力不足等问题。

随着碳达峰碳中和和工作持续推进,新型电力系统逐步建立,煤电清洁、高效、灵活、低碳转型步伐还需进一步加快。要大力推动煤电节能降碳改造、灵活性改造、供热改造“三改联动”,明确煤电要加快由主体性电源向提供可靠容量、调峰调频等辅助服务的基础保障性电源和系统调节性电源转型。2021年10月,国家发展改革委、国家能源局联合印发《全国煤电机组改造升级实施方案》,明确提出“十四五”期间,煤电节能降碳改造规模不低于3.5亿千瓦,供热改造规模力争达到5000万千瓦,灵活性改造完成2亿千瓦。按此规模测算,预计可节约煤炭消费5000万吨以上,提升新能源消纳能力5000万千瓦以上,更好地推动煤炭和新能源优化组合。

随着具有波动性特点的风电、光伏发电等新能源大规模发展,电力供应不确定性大幅增加,配置充足的灵活调节电源对于保障电力供需平衡、维护电力系统安全稳定运行至关重要。当前,我国抽水蓄能装机在电力系统中占比只有1.5%,电化学等新型储能技术还在起步阶段,为新能源发展和新型电力系统建设保驾护航。“十三五”以来,我国启动煤电灵活性改造工作,推动煤电企业开展深度调峰、热电联产

等多种技术路线探索,煤电机组最小发电出力从50%至60%额定容量可降至30%到35%,部分机组甚至可低至20%到25%,可调节范围大大增加。2021年底,我国煤电灵活性改造规模超过1亿千瓦,有效提高了电力系统灵活调节能力,也更好促进了可再生能源发展。

## 技术创新促煤电节能减排

主持人:近年我国煤电技术创新取得哪些成效,对推动煤电行业减污降碳发挥了哪些作用?

高虎(中国宏观经济研究院能源研究所研究员):我国以煤为主的资源禀赋形成了煤电为主体的电力生产和消费结构。作为我国的基础性电源,煤电为支撑经济社会发展提供了坚强电力保障,但煤电曾是导致大气污染问题频发的重要来源。为推动煤电清洁高效发展,减少煤炭消耗和污染物排放,改善空气质量,《煤电节能减排升级与改造行动计划(2014—2020年)》和《全面实施燃煤电厂超低排放和节能改造工作方案》先后印发实施。经过多年努力,我国煤电节能减排工作取得显著成效。从清洁利用水平看,截至2021年底,我国达到超低排放限值的煤电机组约10.3亿千瓦,占全国煤电总装机容量93%。2021年,全国电力烟尘、二氧化硫、氮氧化物排放量分别约为12.3万吨、54.7万吨、86.2万吨,较2015年分别下降69%、73%、52%。

从节能降碳水平看,2021年全国6000千瓦及以上火电厂供电煤耗为301.5克标准煤/千瓦时,较2015年下降13.5克标准煤/千瓦时,相当于2021年全年减少电煤消费9500万吨;全国单位火电发电量二氧化碳排放约828克/千瓦时,较2015年下降22克/千瓦时。据中国电力企业联合会统计,以2005年为基准年,2006年至2021年通过供电煤耗降低减少二氧化碳排放约89亿吨,对电

力部门碳减排贡献度达41%,有效减缓了电力行业二氧化碳排放量增长。煤电清洁高效利用的成就离不开煤电技术创新发展。目前,我国已实现高参数、大容量超超临界燃煤机组自主研发和制造,主要参数达到世界先进水平,建成全球发电能效最高、在建单机容量最大的燃煤机组,供电煤耗最低降至260克/千瓦时以下;百万千瓦空冷发电机组、二次再热技术、大型循环流化床发电等技术均世界领先。2021年底,我国自主研发建造的国内首座大型二氧化碳循环发电试验机组完成72小时试运行,额定功率达到5000千瓦,是世界容量最大的超临界二氧化碳循环发电机组,为进一步提高火电机组效率打下坚实基础。随着建设应用先进煤电技术,关停淘汰落后发电机组,我国煤电结构不断优化,大容量、高参数、低排放的高效煤电机组比重持续提升。当前,我国超临界和超超临界先进煤电机组超过860台,在全国煤电总装机中占比超过一半。

随着具有波动性特点的风电、光伏发电等新能源大规模发展,电力供应不确定性大幅增加,配置充足的灵活调节电源对于保障电力供需平衡、维护电力系统安全稳定运行至关重要。当前,我国抽水蓄能装机在电力系统中占比只有1.5%,电化学等新型储能技术还在起步阶段,为新能源发展和新型电力系统建设保驾护航。“十三五”以来,我国启动煤电灵活性改造工作,推动煤电企业开展深度调峰、热电联产

等多种技术路线探索,煤电机组最小发电出力从50%至60%额定容量可降至30%到35%,部分机组甚至可低至20%到25%,可调节范围大大增加。2021年底,我国煤电灵活性改造规模超过1亿千瓦,有效提高了电力系统灵活调节能力,也更好促进了可再生能源发展。

我国能源资源禀赋决定了煤电在相当长时间内仍将承担保障电力安全供应的重要作用。2021年,全国煤电装机占比46.7%,发电量占比约60%,发电用煤占全国煤炭总消费的比重超过一半,尽管我国煤电行业在节能降耗、碳减排等方面已取得显著成效,但煤电仍是全国二氧化碳排放量最大的行业,亚临界及以下机组还有4亿多千瓦,部分机组存在能耗偏高、灵活调节能力不足等问题。

随着碳达峰碳中和和工作持续推进,新型电力系统逐步建立,煤电清洁、高效、灵活、低碳转型步伐还需进一步加快。要大力推动煤电节能降碳改造、灵活性改造、供热改造“三改联动”,明确煤电要加快由主体性电源向提供可靠容量、调峰调频等辅助服务的基础保障性电源和系统调节性电源转型。2021年10月,国家发展改革委、国家能源局联合印发《全国煤电机组改造升级实施方案》,明确提出“十四五”期间,煤电节能降碳改造规模不低于3.5亿千瓦,供热改造规模力争达到5000万千瓦,灵活性改造完成2亿千瓦。按此规模测算,预计可节约煤炭消费5000万吨以上,提升新能源消纳能力5000万千瓦以上,更好地推动煤炭和新能源优化组合。

随着具有波动性特点的风电、光伏发电等新能源大规模发展,电力供应不确定性大幅增加,配置充足的灵活调节电源对于保障电力供需平衡、维护电力系统安全稳定运行至关重要。当前,我国抽水蓄能装机在电力系统中占比只有1.5%,电化学等新型储能技术还在起步阶段,为新能源发展和新型电力系统建设保驾护航。“十三五”以来,我国启动煤电灵活性改造工作,推动煤电企业开展深度调峰、热电联产

等多种技术路线探索,煤电机组最小发电出力从50%至60%额定容量可降至30%到35%,部分机组甚至可低至20%到25%,可调节范围大大增加。2021年底,我国煤电灵活性改造规模超过1亿千瓦,有效提高了电力系统灵活调节能力,也更好促进了可再生能源发展。

我国能源资源禀赋决定了煤电在相当长时间内仍将承担保障电力安全供应的重要作用。2021年,全国煤电装机占比46.7%,发电量占比约60%,发电用煤占全国煤炭总消费的比重超过一半,尽管我国煤电行业在节能降耗、碳减排等方面已取得显著成效,但煤电仍是全国二氧化碳排放量最大的行业,亚临界及以下机组还有4亿多千瓦,部分机组存在能耗偏高、灵活调节能力不足等问题。

随着碳达峰碳中和和工作持续推进,新型电力系统逐步建立,煤电清洁、高效、灵活、低碳转型步伐还需进一步加快。要大力推动煤电节能降碳改造、灵活性改造、供热改造“三改联动”,明确煤电要加快由主体性电源向提供可靠容量、调峰调频等辅助服务的基础保障性电源和系统调节性电源转型。2021年10月,国家发展改革委、国家能源局联合印发《全国煤电机组改造升级实施方案》,明确提出“十四五”期间,煤电节能降碳改造规模不低于3.5亿千瓦,供热改造规模力争达到5000万千瓦,灵活性改造完成2亿千瓦。按此规模测算,预计可节约煤炭消费5000万吨以上,提升新能源消纳能力5000万千瓦以上,更好地推动煤炭和新能源优化组合。

随着具有波动性特点的风电、光伏发电等新能源大规模发展,电力供应不确定性大幅增加,配置充足的灵活调节电源对于保障电力供需平衡、维护电力系统安全稳定运行至关重要。当前,我国抽水蓄能装机在电力系统中占比只有1.5%,电化学等新型储能技术还在起步阶段,为新能源发展和新型电力系统建设保驾护航。“十三五”以来,我国启动煤电灵活性改造工作,推动煤电企业开展深度调峰、热电联产

等多种技术路线探索,煤电机组最小发电出力从50%至60%额定容量可降至30%到35%,部分机组甚至可低至20%到25%,可调节范围大大增加。2021年底,我国煤电灵活性改造规模超过1亿千瓦,有效提高了电力系统灵活调节能力,也更好促进了可再生能源发展。

我国能源资源禀赋决定了煤电在相当长时间内仍将承担保障电力安全供应的重要作用。2021年,全国煤电装机占比46.7%,发电量占比约60%,发电用煤占全国煤炭总消费的比重超过一半,尽管我国煤电行业在节能降耗、碳减排等方面已取得显著成效,但煤电仍是全国二氧化碳排放量最大的行业,亚临界及以下机组还有4亿多千瓦,部分机组存在能耗偏高、灵活调节能力不足等问题。

## 多方发力突破制约

主持人:煤炭清洁高效利用还面临哪些制约,下一步应如何发力?

秦容军(中国煤炭经济研究会研究员):尽管我国煤炭清洁高效利用发展取得显著成效,但仍面临一些制约。

我国煤炭洗选技术和装备达到国际先进水平,但原煤入选率仍需提高。煤炭洗选加工能改善和稳定煤质,提高后续煤炭利用效率,是煤炭清洁高效利用的前提和基础。我国原煤入选率从2015年的66%提高到2021年的71.7%,而澳大利亚、美国等发达国家原煤入选率已达85%至90%。基于我国煤炭资源条件,实现我国原煤应选尽选,原煤入选率要达到90%左右。另外,还存在分选产品质量不均衡、信息化应用差距明显、定制化水平不足等问题,在精细化和智能化洗选加工方面任重道远。

我国煤炭的燃料发电技术水平世界领先,但燃煤发电效率偏低、碳排放量大。煤炭作为燃料发电是煤炭清洁高效利用的主要领域,一方面,全国燃煤电厂供电煤耗由2015年的315克标准煤/千瓦时降低到今年上半年的299.8克标准煤/千瓦时,但目前最先进的燃煤电厂供电煤耗已达到270克标准煤/千瓦时,对标先进,我国供电煤耗仍有提升空间。另一方面,我国火电厂发电效率普遍低于50%,能源转化效率低导致供电煤耗偏高,也增加了污染物排放。另外,二氧化碳排放强度高也是目前电厂存在的重要问题,而碳捕集技术应用仍停留在示范阶段。

煤炭作为原料进行清洁转化,产业技术有待进一步提升和优化。一方面煤化工能效水平需要降低。目前煤化工行业先进与落后产能并存,不同企业间的能效水平差异显著,节能降碳改造升级潜力较大。参照《煤炭清洁高效利用重点领域标杆水平和基准水平(2022年版)》,截至2020年年底,煤制甲醇行业能效低于基准水平的产能约占25%,煤制乙二醇行业能效低于基准水平的产能约占40%,合成氨行业能效低于基准水平的产能约占19%,焦化行业能效低于基准水平的产能约占40%;另一方面,煤化工行业碳排放强度高需要进一步降低。煤制油、煤制烯烃等煤化工项目具有工艺链长、碳排放强度高、工艺碳排放浓度高的特点,煤转化过程的碳排放强度是石油化工的3倍至8倍。

低阶煤分质利用和分散用煤等方面还存在不足。在低阶煤分质利用方面,目前技术尚不成熟,包括高温含尘热解气除尘技术未突破易造成管道堵塞、焦油重质化且含尘量高、装置大型化及粉焦综合利用困难等;在分

散用煤方面,分散用煤量由2015年的6亿吨减少到2021年的2.6亿吨左右,但也存在民用型煤质量不稳定和燃烧取暖效果不好、民用炉具产品质量和性能较差、燃料和炉具不配套等问题。

切实推进煤炭清洁高效利用,建议从以下几个方面发力。一是强化法律保障作用。建议加快修订煤炭法,进一步优化煤炭清洁高效利用的内容,重点明确煤炭清洁高效利用的地位、主要举措、政策支持等事项,同时强化程序性规定,为相关工作开展提供充足的法律保障。

二是支持煤炭清洁高效利用新兴技术研发和应用。加强对煤炭清洁高效利用重大关键技术和装备支持等。强化基础研究和前沿技术布局,支持开展具有前瞻性、先导性和“卡脖子”的重大技术装备攻关。对面向国家重大战略需求的煤炭清洁高效利用技术,研究制定支持工业示范运转的专项政策。加大煤炭作为原料的产业发展支持力度,促进煤化工产业高端化、多元化、低碳化发展。

三是制定财税鼓励政策。制定促进煤炭清洁高效利用的财政补贴、税费、贷款支持等政策。列入煤炭清洁高效利用技术装备清单的技术装备可享受有关税费减免、贷款支持等政策优惠,简化地区规划的煤炭清洁高效利用项目的核准手续。引导股权投资、私募股权投资等支持,发挥政策性金融、开发性金融和商业金融的优势,持续支持煤炭清洁高效利用技术的研发和应用;支持具备保障国家能源安全作用的技术储备和产能储备项目。

四是鼓励煤化工转化与新能源耦合发展。对照行业能效标杆和基准水平,对现有化工项目开展节能降碳系统性改造和落后产能淘汰,能效基准水平以下产能要基本清零,拟建、在建项目要对照能效标杆水平建设实施。鼓励“风光互补新能源—电解水制氢/储能/电网—现代煤化工”一体化碳中和创新示范模式,并给予一定政策支持。对积极开拓新技术新能源的企业应给予一定政策支持,核减其综合能源消费量,鼓励企业参与新能源技术开发。

五是加快分散用煤治理。优先选择工业余热、热电联产、地热等方式替代煤炭分散燃烧;推动燃煤工业锅炉向燃煤、废弃物、生物质、半焦、天然气等多元燃料清洁高效燃烧技术发展;加快提升节能环保炉具普及率,淘汰低效落后产品,在清洁取暖不能覆盖的区域,采取洁净型煤与专用炉具配套销售方式实现清洁燃烧,鼓励生物质供暖、“太阳能+”、水源热泵、“民用清洁炉具+太阳能+储热水箱”等光储一体化民用供暖等。

