

随着我国经济发展进入新常态，电力投资的合理布局是“十四五”期间我国实现电力工业高质量发展的关键。

“十四五”电力投资如何布局？

文 / 王乾坤 徐珊

根据中国电力企业联合会统计，2020年全国电力总投资达9943亿元，同比增长9.6%，其中电源投资5244亿元，电网投资4699亿元，分别占电力总投资的52.7%、47.3%。过去十年来，中国电力投资总体呈增长态势，“十二五”“十三五”期间年均投资分别为7800亿元、8800亿元，其中电力投资的结构也出现较大变化。

从“重发轻送”到“发供并重”

从源网投资相对比重来看，电力投资逐步由原来的“重发轻送”向“发供并重”转变，源网投资结构日趋合理。2011~2013年，电源投资

略高于电网投资，二者占比相当。自2014年起，电网投资持续增长，2018年电网投资已接近电源投资的两倍，达到历史峰值。2019年电网投资超过电源投资952亿元，2020年电源投资反超电网投资545亿元。

从电源投资结构绿色化趋势来看，绿色化投资不断加强。“十三五”期间，全国非化石能源投资比重从七成上升到九成。2020年，包括水电、风电、太阳能、核电等在内的非化石能源发电投资同比增长77.1%，当年新增非化石能源装机1.4亿千瓦，创历史新高。在严控新增煤电投资政策及煤电投资回报下降的情况下，全国重点

发电企业煤电投资从2015年的1061亿元，逐年下降至2020年的382亿元，煤电投资比重从27%下降至7.3%，煤电装机比重为49.1%，历史性降至50%以下。

此外，电网投资维持高位但整体呈下降趋势。2020年电网投资同比减少313亿元，同比下降6.2%，创下“十三五”期间电网投资新低，与“十二五”末电网投资额相当。从多年趋势看，“十二五”电网投资整体呈上升趋势，“十三五”呈下降趋势。近年来电网投资规模增速保持在较低水平，220千伏及以上变电设备容量、输电线路回路长度增速均在5%以



从源网投资相对比重来看，电力投资逐步由原来的“重发轻送”向“发供并重”转变，源网投资结构日趋合理。

内。新增规模波动幅度不大，基本保持近几年平均水平。

影响电力投资的三要素

首先是经济发展趋势。我国已经圆满完成全面建成小康社会的第一个百年奋斗目标，开启全面建设社会主义现代化国家新征程，向第二个百年奋斗目标迈进。在新发展理念引领下，我国积极推动质量变革、效率变革、动力变革、绿色变革，随着以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局加快构建，科技创新、消费升级、产业链现代化、绿色低碳、区域和城乡协调发展等将迎

来新的历史性机遇。

综合考虑资本、人力资本以及全要素生产率等生产要素发展和变化趋势，参考国内外对经济增速预测的相关研究，预计我国“十四五”“十五五”时期GDP年均增速将分别达到5.5%、4.6%，2025年、2030年GDP总量分别达到135万亿元、169万亿元。未来十年，我国将由工业化中后期阶段向后工业化阶段进一步过渡，第三产业在国民经济中的比重和对经济增长的贡献率逐步增加。第二产业比重稳步下降，内部结构不断优化升级，传统制造业向高端化、智能化、绿色化转型发展，落后

产能逐步退出，区域布局不断优化。新一代信息技术、新能源、新材料、高端装备、新能源汽车等高技术制造业和战略性新兴产业将保持快速增长，成为第二产业发展的新引擎。

其次是电力需求预测。根据国务院发布的《国家人口发展规划（2016~2030年）》预测，2020~2030年我国人口发展将进入关键转折期，人口总规模增长惯性减弱，总人口于2030年前后达到峰值14.5亿人。与人口相关的另一个重要指标是城镇化。未来5~10年，我国将围绕都市圈、城市群开启新一轮新型城镇化建设，推进以人为核心的新型城镇化，预计2025年、2030年我国城镇化率将分别达到65%、68%左右，而保障电力供应安全可靠便成为新型城镇化发展的首要任务。

预计未来十年我国用电量仍将保持刚性平稳增长，但增速有所放缓，2025年、2030年将分别达到9.2万亿、10.7万亿千瓦时，“十四五”“十五五”年均用电量增速分别为4.2%、3.0%；人均用电量稳步提升，2025年、2030年将分别达到6400、7300千瓦时，接近当前欧美发达国家的平均水平；东中部地区用电量增速低于全国平均水平，但由于人口比重高、经济基数和用电基数大，到2025年、2030年，东中部用电量占全国比重仍将超过63%；全国最大负荷持续增长，2025年、2030年将分别达到15.7亿、18.2亿千瓦，2020~2030年年均增加5800万千瓦。

最后是气候环境约束目标。2020年习近平总书记提出的“双碳”目标，为促进我国能源电力高质量发展提供了根本依据。我国能源活动碳排放占全社会碳排放的87%，发电碳排放占能源活动碳排放的40%左右，实现“双碳”目标，能源是主战场、电力是主力军，关键是要实施“两个替代”、促进“双主导、双脱钩”，即能源生产清洁主导、能源使用电能主导，能源发展与碳脱钩、经济发展与碳排放脱钩，建立清洁高效的现代能源体系、绿色低碳循环发展的现代化经济体系。

未来投资，如何布局？

随着我国经济进入新常态，特别是在“双碳”目标的约束下，电力投资的合理布局是“十四五”期间我国实现电力工业高质量发展的关键。

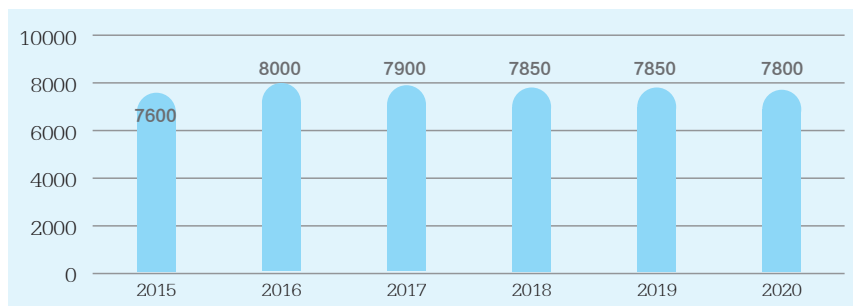
从电源侧投资与建设来看，电源侧投资要面向加快构建清洁低碳、安全高效的现代能源体系需求，以清洁发展为导向，在保障能源安全基础上，着力优化电源结构，统筹煤炭等化石能源和水、风、光等清洁能源发展，加快形成以新能源为主体的电力供应格局。

煤电方面，尽早达峰、尽快下降是2030年前碳达峰的关键。要按照“控制总量、转变定位、优化布局”的总体思路，严控东中部煤电新增规模并淘汰落后产能，开展煤电灵活性改造，将煤电由基荷电源向调节电源

预计未来十年我国用电量仍将保持刚性平稳增长，但增速有所放缓，2025年、2030年分别达到9.2万亿、10.7万亿千瓦时，“十四五”“十五五”年均用电量增速分别为4.2%、3.0%

2015~2020年全球电力行业投资

投资总额(亿美元)



>> 资料来源: 中国电力企业联合会

转变,发挥碳减排主体作用,为清洁能源发展腾出空间。按照这一思路,预计“十四五”期间新建煤电装机容量为5500万千瓦(含特高压工程送端配套装机),全部位于西部、北部煤电基地,需要投资约4000亿元。逐步淘汰关停煤电4000万千瓦(80%以上在东中部地区),全国煤电装机容量在2025年左右达峰,峰值控制在11亿千瓦以内,2030年降至10.5亿千瓦左右。

新能源方面,“十四五”“十五五”期间,坚持集中式与分布式开发并举,继续扩大太阳能发电、陆上风电和海上风电规模,不断提高新能源在电源结构中的比重。根据国家有关规划,到2030年,我国风电、太阳能发电总装机容量将达到12亿千瓦以上,意味着未来十年需要累计新增风光装机容量7亿千瓦,年均新增风光装机容量7000万千瓦,风光发电年均投资需求约5000亿元。中国电力企业联合会预计,

“十四五”“十五五”风光装机每年新增规模分别为8000万千瓦、1.2亿千瓦。在继续推进西部、北部大型风电、光伏发电基地建设的同时,还应在经济较发达的中东部地区推广屋顶光伏系统及分散式风电系统,在偏远农村地区推动“农光互补”“林光互补”等新能源综合解决方案。

水电方面,我国尚未开发的水电资源集中分布在西南地区,要加快推动流域调节能力强的龙头电站开发。“十四五”“十五五”期间重点开发金沙江、雅砻江、大渡河、澜沧江和怒江等大型水电基地,预计2025年、2030年常规水电装机容量将分别达到3.9亿、4.4亿千瓦,“十四五”“十五五”期间常规水电投资总规模将达到5000亿、10000亿元。

核电方面,作为稳定的清洁能源,核电是替代化石能源、构建低碳能源体系的有益补充,但受到经济性、社会环境等因素制约难以大规模发展。未来应按照安全适度原则,在加快技术创新、确保安全的同时,着力提升核电经济性。根据有关方面规划,到2025年、2030年,我国核电装机容量将分别达到7210万千瓦、1.08亿千瓦,核电累计投资需求达到7000亿元。

从电网侧投资与建设来看,立足我国能源资源禀赋和电力需求特征,在能源配置环节需要打造特高压骨干网架和智能配电网,将各大清洁能源基地与负荷中心连接起来,实现各类集中式、

分布式清洁能源大规模接入、大范围配置、高比例运行，推动构建以新能源为主体的新型电力系统。

在输电网建设方面，2020~2030年，重点加快特高压骨干通道建设，统筹推进能源基地外送特高压直流通道和特高压交流主网架建设，提升通道利用效率和跨区跨省电力交换能力，提高电网安全运行水平和抵御严重故障的能力，预计未来十年特高压电网年均投资需求超过300亿元。依托特高压骨干网架，进一步加强各区域750千伏、500千伏主网架，优化完善330千伏、220千伏电网分层分区，输电网年均投资规模达到2000亿~3000亿元，实现各级电网协调发展。

在配电网建设方面，加快推动配电网从单一供电向智能互动的能源互联网转变，打造可靠性高、互动性好、经济高效的一流现代配电网，合理有效满足负荷增长和安全可靠供电需求。加快推进北京城市副中心（通州）、雄安新区、粤港澳大湾区以及重点城市配电网建设，建成现代城市配电网，主要指标达到发达国家先进水平。预计2020~2030年，全国配电网年均投资规模将达到4000亿~5000亿元，配电网投资增速高于输电网。

从用户侧投资与建设来看，在终端用能领域推动电能替代是用户侧电力投资的重要内容，涉及新技术研发、产业培育、商业推广和相关基础设施投资，促进终端用能清洁化、便利化、高效化。例如，在工业领域，

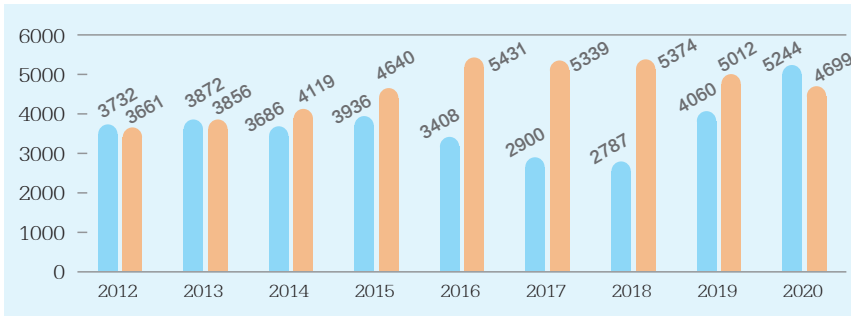
发挥电窑炉、热泵、电蒸汽发生器、电导热油炉等加热设备优势，有序推动电加热设备替代化石能源窑炉等加热设备。推进固定式机械电能替代，发展电气化移动式机械设备、电动汽车充换电基础设施、自发自用型分布式电源及配套储能设施等。在交通领域，2020年全国电动汽车保有量已经达到500万辆，预计2030年将突破5000万辆，意味着未来十年充换电基础设施建设、运维以及车联网平台需求也要达到目前的十倍。此外，船舶岸电、机场桥载电源工程建设也还有很大需求空间。在商业和生活领域，电炊具、电加热等技术日渐成熟，随着用电成本降低、用能习惯改变，未来会有广阔的发展空间。机关、学校、餐饮、商场等场所将加快以电代煤、以电代气进程，城镇居民炊事将逐步采用电炊具、电锅炉、热泵等技术，智能家用电器逐步普及，农村居民空调、微波炉、电磁炉、电热水器等家用电器拥有量将持续提高。

从系统灵活性投资与建设来看，由于风光等新能源发电有效容量低，为满足电力系统实时功率平衡要求，应该增加相应的备用电源容量投资、灵活性电源投资。新能源接入电网规模越大，对于灵活性电源的需求就越高。系统灵活性资源的充裕程度，在某种程度上决定了新能源发展的空间，进而影响“双碳”目标实现的速度与进程。

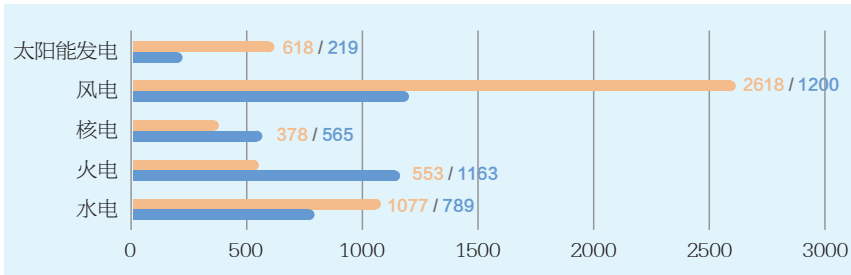
首先是煤电灵活性改造。近中

由于风光等新能源发电有效容量低，需要提供足够的有效容量，满足电力系统实时功率平衡要求，因此应该增加相应的备用电源容量投资、灵活性电源投资。

2012~2020年我国电源、电网工程投资 ● 电源投资（美元） ● 电网投资（美元）



2015年与2020年我国电源投资对比 (单位: 亿元) ● 2020 ● 2015



>> 资料来源: 中国电力企业联合会

在运抽水蓄能电站装机容量3179万千瓦, 在建容量为5463万千瓦。预计到2025年、2030年在运抽水蓄能装机总容量将达到0.8亿、1.2亿千瓦, 累计投资需求超过5000亿元。国家电网公司提出“十四五”期间在新能源集中开发地区和负荷中心新增开工2000万千瓦以上装机容量、1000亿元以上投资规模的抽水蓄能电站。在气源有保证、电价承受力较高的东中部地区, 合理布局、适度发展燃气调峰电源, 预计“十四五”“十五五”分别新增5400万、3300万千瓦, 到2025年、2030年, 气电装机容量将分别达到1.5亿和1.8亿千瓦, 累计投资需求超过2000亿元。

最后, 从新型储能系统部署来看, 新型储能技术已经在电力系统中的发电、辅助服务、输配电、可再生能源接入、分布式能源存储以及终端用户等多个领域得到广泛应用, 但新型储能系统累计安装容量仅为300多万千瓦。近日, 《国家发展改革委 国家能源局关于加快推动新型储能发展的指导意见》(发改能源规〔2021〕1051号)正式印发, 提出到2025年, 实现新型储能从商业化初期向规模化发展转变, 装机规模达3000万千瓦以上。按照这一目标, 未来五年我国新型储能技术的投资规模至少在千亿元水平, 而且将带动上、下游产业链的联动发展。■

(作者均供职于全球能源互联网集团有限公司)

期, 大容量、高参数、低能耗的超临界、超超临界煤电机组仍主要提供系统基荷, 对30万千瓦、60万千瓦亚临界机组优先进行灵活性改造, 主要提供系统调峰; 远期, 绝大部分煤电转变为调节电源与应急备用电源。煤电灵活性改造单位千瓦调峰容量成本约为500~1500元, 如果完成2亿千瓦改造, 则需要投资1000亿~3000亿元。

其次是传统调峰电源建设。我国