

煤炭深度研究系列之二：煤炭需求何时达峰？

投资咨询业务资格：
证监许可【2012】669号

报告要点

本文主要基于“双碳”政策，从“自上而下”角度探讨主要行业煤耗达峰的时间。我们得到煤电及电煤需求预计将在“十五五”期间达峰；同时随着地产行业见顶，冶金、建材用煤需求或2020年已现峰值，且预期于“十五五”期间持续回落；而化工用煤“十五五”前或无法确定拐点，但将会达到行业用煤峰值附近，综合煤炭总需求预计将在“十五五”期间达峰。

摘要：

煤电及电煤需求预计将在“十五五”期间达峰。通过对双碳政策的分析，我们发现电力控煤是“双碳”政策中控煤途径的关键。叠加对清洁能源发电装机预测，以及电力需求侧电源电网、运输的配套发展分析，我们认为绿电替代煤电是必然趋势。在用电总需求估算中我们选择了电力弹性系数法，通过对比中国与欧、美、日等国家制造业发展、电力弹性系数趋势，我们预测2022年-2025年电力弹性系数分别为1.08、1.02、1、0.97，“十五五”期间电力弹性系数均值为0.88；同时，假设“十五五”前经济增速保持年化5%，呈前高后低缓慢下降的趋势，我们得到2030年全社会电力消费将达到12.5万亿千瓦时，2028年煤电需求将达到峰值，叠加煤电机组能耗效率逐渐优化，我们预计电煤需求2027年达峰，峰值约为25.5亿吨左右。

工业用煤主要包括非电终端耗动力煤以及炼钢耗炼焦煤，煤炭总需求预计将在“十五五”期间达峰。通过钢材、水泥、煤化工各自不同的达峰路径分析，我们对其未来产量进行预测，进而得到工业用煤的需求预估，同时在冶金用煤分析过程中，我们同样依据“短流程对长流程的替代”得到了炼焦煤未来需求的趋势。综上得到，随着地产行业见顶，建材耗煤、冶金用动力煤和炼焦煤需求或2020年已现峰值，且预期于“十五五”期间持续回落。化工耗煤在“十五五”前或无明确达峰时间，但也将呈现低增速发展趋势，同时假设供热用煤、其他行业用煤增速呈现逐年平稳递减的趋势，我们最终得到了煤炭总需求十年的预测数据，并发现其或将在“十五五”期间达峰。



黑色建材研究团队

辛修令
021-80401749
从业资格证 F3051600
投询资格号 Z0015754

俞尘浪
021-61051109
从业资格证 F03093484
投询资格证 Z0017179

【中信期货黑色（动力煤）】
动力煤研究框架系列之一：需求研究框架——专题报告
20220105

目 录

摘要：.....	1
一、“双碳”政策推动我国发电结构变化.....	5
（一）我国电力结构：火电职责重心从“主力→调峰”转移.....	5
（二）“双碳”政策推动我国发电结构变化.....	6
二、绿电将替代火电进入历史舞台.....	7
（一）绿电发展进入快速时期.....	8
（二）风电、光电是绿电未来发展主力.....	8
（三）其他绿电：电力供应的重要补充.....	11
（四）储能及运输：保障绿电安全及效率.....	14
三、通过用电需求估算电煤需求量.....	15
（一）电力弹性系数法预测电力总需求.....	16
（二）煤电需求将预计在“十五五”期间达峰.....	18
（三）“十五五”期间电煤需求或将 25.5 亿吨达峰.....	19
四、通过主要品种供需趋势预估工业用煤达峰时间.....	20
（一）冶金耗煤预期已经于 2020 年见顶.....	20
（二）建材耗煤预期已经于 2020 年达峰.....	21
（三）“十五五”前化工耗煤或无明确达峰时间.....	22
五、煤炭总需求“十五五”期间将达峰.....	23
免责声明.....	25

图目录

图 1:	2013 年前我国火电装机快速增长.....	5
图 2:	2013 年开始我国火电装机占比降至 70%以下	5
图 3:	2013 年前我国火力发电快速增长.....	6
图 4:	2013 年开始我国火力发电量占比降至 80%以下	6
图 5:	欧洲火电角色	6
图 6:	火电逐渐转为“调峰”职责	6
图 7:	我国一次能源消费中的煤炭消费占比过高	7
图 8:	我国电力的主要来源是煤电（2020 年）	7
图 9:	2020 年火电装机容量占比已小于 50%	8
图 10:	新能源发电新增装机大幅增加	8
图 11:	风、光电成本已几乎降至低水平	9
图 12:	可再生能源的发电成本大幅下降	9
图 13:	光电 LCOE 下降，新增装机加速	10
图 14:	风电 LCOE 下降，新增装机加速	10
图 17:	2030 年光电累计装机容量将至 1250GW	11
图 18:	2030 年光伏发电量将至 1320TWh	11
图 19:	2030 年光电累计装机容量将至 525GW	12
图 20:	2030 年水电发电量将达到 1580TWh	12
图 21:	2030 年核电累计装机容量将达到 90GW	12
图 22:	2030 年核电发电量将达到 690TWh	12
图 23:	2030 年生物质电装机容量将达到 70GW	13
图 24:	2030 年生物质发电量将达到 385TWh	13
图 25:	2030 年天然气发电量将达 500TWh	13
图 26:	2030 年气电装机累计容量将达到 185GW	13
图 27:	国家电网特高压项目规划	15
图 28:	部分地区“十四五”储能项目建设规划	15
图 29:	新能源发电投资大幅增加	15

图 30:	2021 年电网基本建设投资 4915 亿元.....	15
图 31:	电力弹性系数伴随经济转型呈下降之势.....	17
图 32:	美国各行业增加值占 GDP 比重.....	17
图 33:	美国电力弹性系数变化趋势.....	17
图 34:	中国各行业增加值占 GDP 比重趋势.....	17
图 35:	电力弹性系数伴随经济转型呈下降之势.....	17
图 36:	工业在经济结构中比重逐步下降.....	17
图 37:	预测我国电力弹性系数将逐年下降.....	18
图 38:	2030 年全社会电力消费 12.5 万亿千瓦时.....	18
图 40:	供电煤耗率逐渐优化.....	20
图 41:	电煤需预计 25.5 亿吨左右达峰.....	20
图 42:	“十五五”前铁水/废钢产量预估.....	21
图 43:	冶金用煤需求或已经于 2020 年见顶.....	21

本文主要基于“双碳”政策，从“自上而下”角度探讨煤炭需求达峰的时间，是上一篇《动力煤研究框架系列之一：需求研究框架》中“自上而下”理论的细致梳理。

一、“双碳”政策推动我国发电结构变化

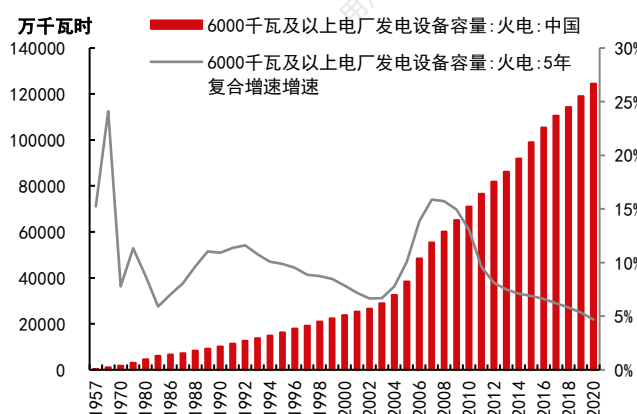
（一）我国电力结构：火电职责重心从“主力→调峰”

转移

“发电主力”是火电的职责重心。“富煤、贫油、少气”的资源禀赋现状决定了我国以煤炭为主的一次能源结构，也使得火电在电力领域处于绝对的主导地位。根据历史发电量数据及装机规模，我们发现从新中国成立到 2013 年前火电承担了我国主要的电力供应角色。在此期间，火电装机（CAGR=10.4%，1957-2012 年）和火力发电量（CAGR=9.6%，1989-2012 年）快速增长，6000 千瓦及以上电厂火电装机占比也持续高于 70%，进而在中国尚未于清洁能源发电方面取得有效进展时，满足“工业化时代”高强度用电需求。

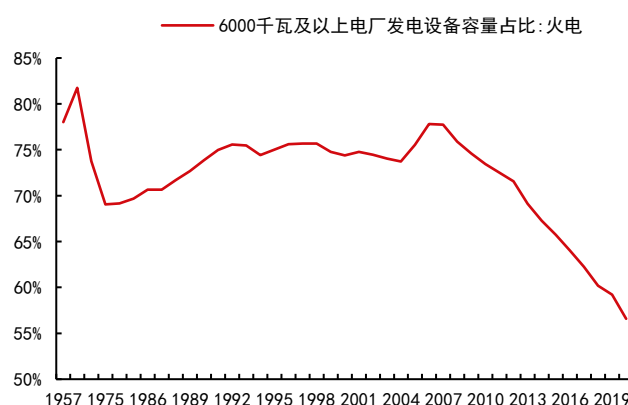
2013 年开始，6000 千瓦及以上电厂火电装机占比开始低于 70%且逐年下降，火力发电 5 年复合增速也进入下降趋势；同时，《环境保护税法》将排污费改为环保税，标志着新一轮电力体制改革开始、《能源生产和消费革命战略（2016-2030）》要求到 2020 年把能源消费总量控制在 50 亿吨标准煤以内，如此一系列促进生态文明建设的政策也开始陆续出台，叠加可再生能源也在技术进步、补贴政策下高速发展，火力发电主力的职责在其他能源发电增长中逐渐转移。

图 1：2013 年前我国火电装机快速增长



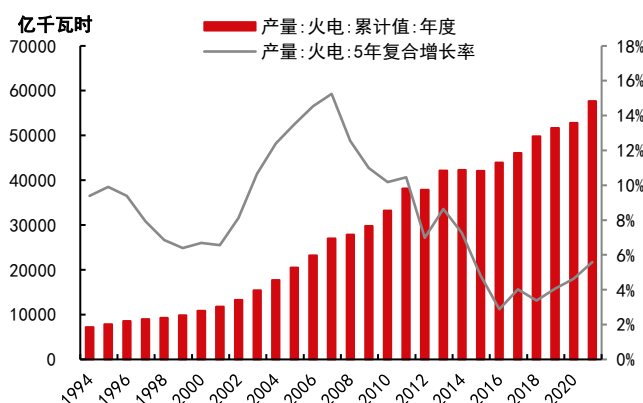
数据来源：Wind CCTD 中信期货研究所

图 2：2013 年开始我国火电装机占比降至 70%以下



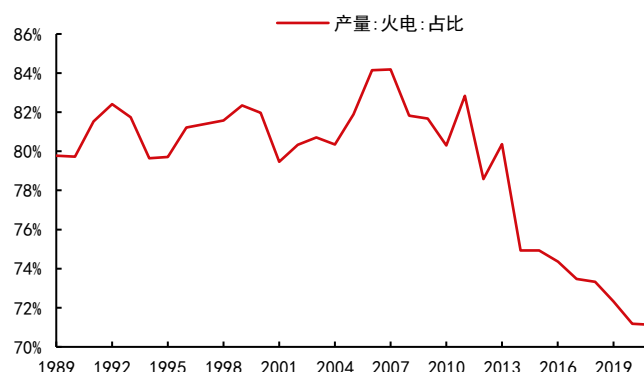
数据来源：Wind CCTD 中信期货研究所

图 3： 2013 年前我国火力发电快速增长



数据来源：Wind CCTD 中信期货研究所

图 4： 2013 年开始我国火力发电量占比降至 80% 以下



数据来源：Wind CCTD 中信期货研究所

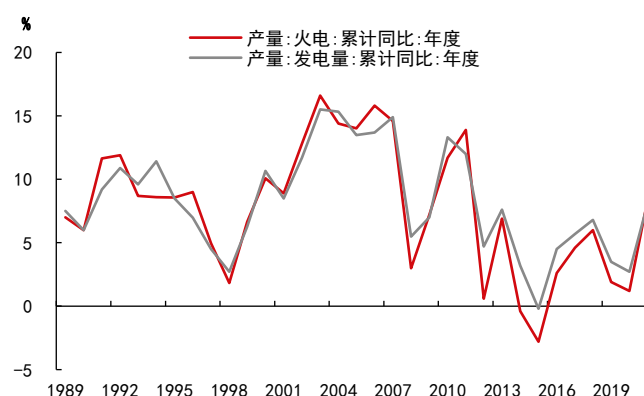
火力发电已逐渐从发电主力调整至调峰职责。技术完备、电力消纳等问题需要时间解决，因此清洁能源发电的接入会伴随着电力系统调峰、调节问题出现，火电的调峰职责也逐渐重大。对比欧美等发达国家电力发展历史，我们发现欧美等国火电也是经历“主力→调峰”等过程，例如丹麦从 2000 年电力市场接入可再生能源开始，便持续进行了近十几年的火电机组灵活性改造战略，这样的经验也已经遍布欧洲各国，使得欧洲在进入 21 世纪以后火电职责发生了明显的变化。我们从数据中也会发现我国火电也逐渐转为“调峰”职责，即在全社会发电增速较低时，火电增速弱于全社会发电增速，反之当全社会发电需求大幅增加时，火电增速将高于全社会发电增速，因此 2021 年当全社会发电量超预期高速增长时，火电增量贡献占比高达 71%。

图 5： 欧洲火电角色

类型	1990 年前	1990-2000	2000 年以后
基荷	煤电	燃气联合循环	煤电
腰荷	燃油发电	煤电	燃气联合循环、煤电
尖荷	燃油发电	燃气单循环	燃气单循环

数据来源：Wind CSPPLAZA 中信期货研究所

图 6： 火电逐渐转为“调峰”职责



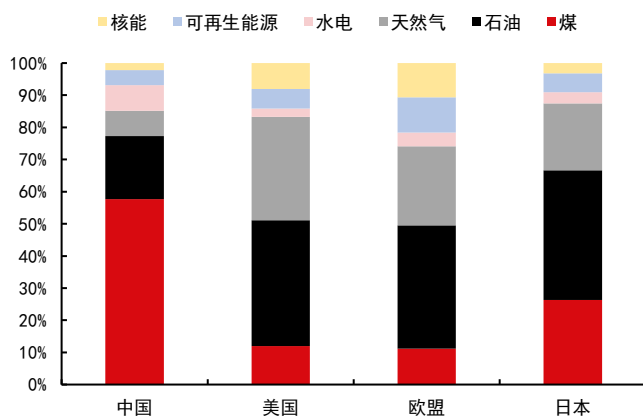
数据来源：Wind CCTD 中信期货研究所

（二）“双碳”政策推动我国发电结构变化

电力控煤是“双碳”政策中控煤途径的关键。“双碳”政策的主要目标，是要减少二氧化碳的排放量，我国化石能源是主要的一次能源消费结构，占比高达 83%，且其中煤炭占一次能源消费的比重高达 57.6%（2019 年），因为

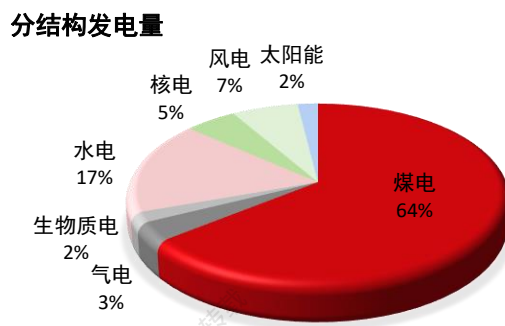
煤炭的碳排放强度（单位热量所排放的二氧化碳量）远高于石油、天然气等其他能源，所以我国目前单位 GDP 的二氧化碳排放量为 0.69kg/\$，远高于世界平均水平 0.39kg/\$。因此，“控煤”将成为“双碳”政策主要实现途径，而动力煤最主要的下游是电力行业，且煤电目前仍是我国电力供给主体，所以电力控煤成为关键。

图 7：我国一次能源消费中的煤炭消费占比过高



数据来源：BP 世界银行 中信期货研究所

图 8：我国电力的主要来源是煤电（2020 年）



数据来源：Wind CCTD 中信期货研究所

“双碳”政策近年来逐渐落实，推动我国发电结构变化。政策方面，国家领导人和相关部门对“控煤、减煤”提出了严格要求，尤其在煤炭消费量与煤电建设方面。国家能源局在《2021 年能源工作指导意见》中明确了 2021 年“煤炭消费比重下降到 56%以下”的预期目标；2021 年 2 月 2 日，国务院印发《关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》表示，严控新增煤电装机容量，坚持节能优先，完善能源消费总量和强度双控制度。

控煤目标推进的快慢关键在于非化石能源的发展增速。通过政策分析，可知“控煤”目标实际上是减少煤炭在一次能源消费中的占比以及煤炭消费总量，这条路径实现中涉及两个博弈，一是日益增长的经济水平带动煤炭消费总量增加与控制煤炭消费总量的博弈，二是能源结构的稳定与煤炭在一次能源消费中占比减少的博弈。所以若想突破矛盾，实现“控煤”目标，关键在于提高非化石能源及其他化石能源（如天然气）在能源消费中的比重，并力争非化石能源供给增量完全替代一次能源消费消费增量，且当此增量结构逐渐增长后，煤炭消费总量也将出现缩减。

因此，对于主要途径电力控煤，我国发电结构的更迭，因“双碳”政策的逐渐落实和强调，也将走的更快速和确定。下一部分将是对清洁能源发电以及电力储能、运输等行业的现状及发展空间的分析。

二、绿电将替代火电进入历史舞台

（一）绿电发展进入快速时期

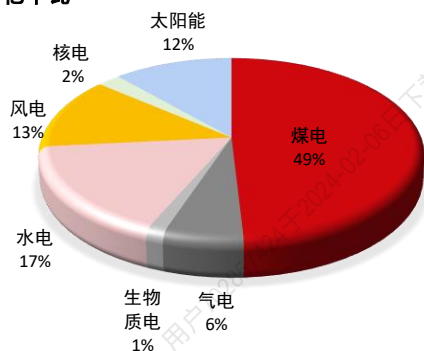
清洁能源发电进入快速发展时期，煤电发展接近尾声。从电力生产供应来看，清洁能源发电装机比例提高，截至 2020 年底，全国全口径发电装机容量 22 亿千瓦，CAGR=7%（2017 年至 2020 年），其中火电装机容量 12.45 亿千瓦，CAGR=4%（2017 年至 2020 年），非化石发电装机容量 9.85 亿千瓦，CAGR=13%（2017 年至 2020 年），2020 年非化石能源新增发电装机占全口径 55%。

从新增发电设备容量来看，2020 年全口径新增发电装机容量 1.91 亿千瓦、同比+81.8%。其中，新增太阳能发电设备占比最高为 38%，新增设备容量 0.72 亿千瓦，同比+178.7%；新增火电装机容量 0.56 亿千瓦，同比+27.4%，在新增装机设备中占比达到 30%；另外水电新增装机 1323 万千瓦、风电新增装机 4820 万千瓦、核电新增装机 112 万千瓦。

综上，从装机规模和新增装机增速来看，火电虽依旧占主要地位，但其核心地位已逐渐下降，且新能源发展已处于高速时期，发展增速大于火电发展速度，故绿电将替代火电进入历史舞台。

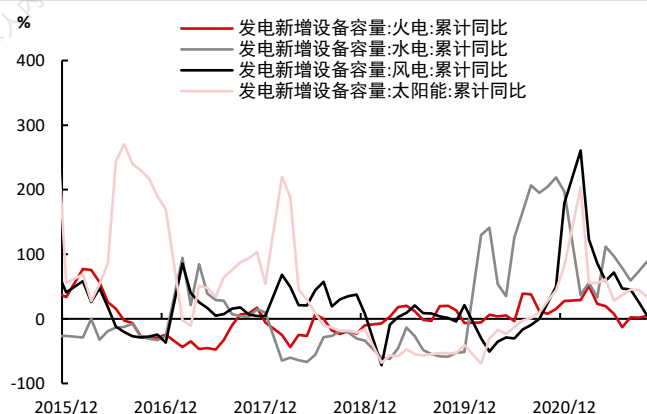
图 9：2020 年火电装机容量占比已小于 50%

发电装机结构：亿千瓦



数据来源：Wind CCTD 中信期货研究所

图 10：新能源发电新增装机大幅增加



数据来源：Wind CCTD 中信期货研究所

（二）风电、光电是绿电未来发展主力

上文分析了绿电替代火电的发展趋势，但是在清洁能源发电中，不同能源结构仍面临不同的发展空间，下文将从绿电主力（风电、光电）以及绿电重要补充（水电、核电等）分析不同能源发电结构差异的原因并对未来发电量空间进行预测。

1. 风电、光电是绿电未来发展主力

成本推动风、光发电增长。随着 2022 年起国补全面取消，风、光电平价上网时代开启，2021 年 10 月中国第一批海上风电平价项目招标均价 4000 元/kW（行业前值 7000 元/kW），这将倒逼产业链上游降成本，且风电、光电行

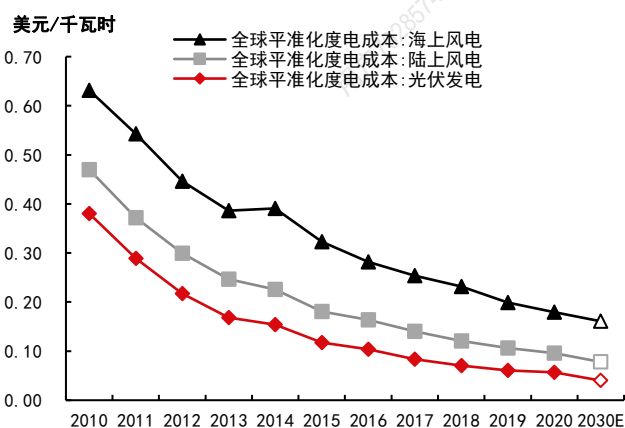
业投资成本下降，会带动了其行业投资规模和增速的扩大，形成了风电、光电行业发展的良性循环。

随着技术不断进步、规模经济日益发展，可再生能源的发电成本大幅下降。根据 IRENA 最新数据显示，2020 年，陆上风电新增产能的全球平均发电加权平均成本（LCOE）较 2019 年下降 13%。与此同时，聚光太阳能发电 LCOE 下降 16%，海上风电 LCOE 下降 9%，并网太阳能光伏（PV）发电 LCOE 下降 7%。结合 IRENA 报告分析，我们预计，2030 年 G20 国家陆地风电发电成本将降至 0.038 美元/千瓦时；海风发电成本将降至 0.083 美元/千瓦时；光伏发电成本将降至 0.04 美元/千瓦时。

从风电、光电成本结构分析，我们将其分为材料端、制造端、投资运营端三部分，在大宗商品领域主要从材料端影响风、光电成本，风电机材料主要是钢材（中厚板）、光伏的上游原料主要是多晶硅。因钢材主要需求下游地产行业未来将周期性走弱，中厚板价格也预期下移，叠加技术改革等影响，风电材料端成本预期逐渐下降。光伏行业则是多晶硅的主要下游，因 2020 年抢装期等影响，多晶硅需求大幅增加带来其价格上行，预计未来多晶硅的价格将会在产能释放与光伏需求韧性的博弈中震荡调整，综合全产业链规模发展，以及光电成本下移的趋势，多晶硅的价格中枢或将下行，光电材料端主要成本预期也将下降。

根据历史数据，回溯成本与风、光电新增装机的关系，我们可以发现其成一定的相关性，即在成本预期下行的规模化发展中，风电、光电新增装机增量将加速，行业发展将迎来高速的增量空间。

图 11： 风、光发电成本已几乎降至低水平



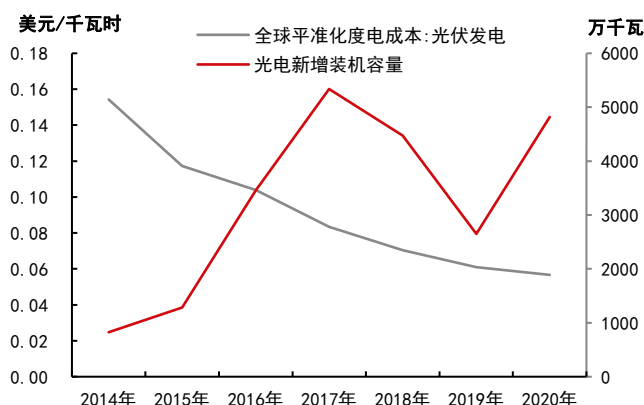
数据来源：Wind IRENA 中信期货研究所

图 12： 可再生能源的发电成本大幅下降

	总安装成本			容量系数			平均发电成本		
	2010	2020	同比	2010	2020	同比	2010	2020	同比
太阳能光伏	4731	883	-81%	14	16	17%	0.381	0.057	-85%
CSP	9095	4581	-50%	30	42	40%	0.34	0.108	-68%
陆上风电	1971	1355	-31%	27	36	31%	0.089	0.039	-56%
海上风电	4706	3185	-32%	30	40	6%	0.162	0.084	-48%

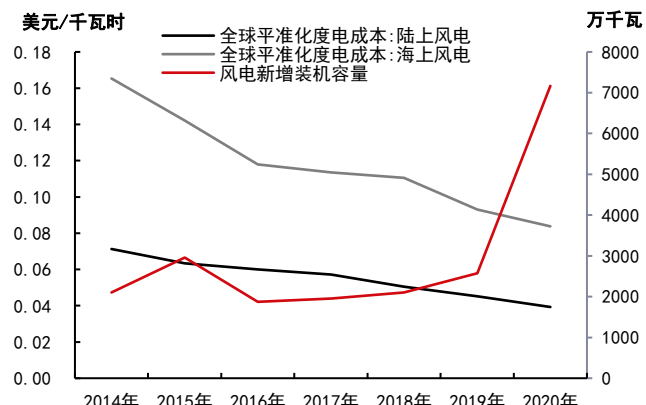
数据来源：IRENA 中信期货研究所

图 13: 光电 LCOE 下降, 新增装机加速



数据来源: Wind CCTD 中信期货研究所

图 14: 风电 LCOE 下降, 新增装机加速

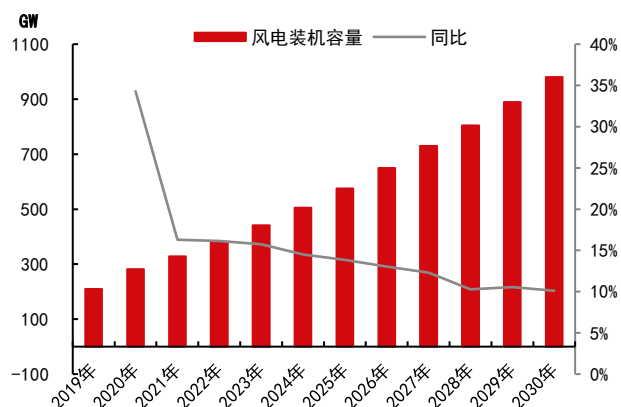


数据来源: Wind CCTD 中信期货研究所

政策支持行业发展, 风光电需求增加。上文从“成本下降→行业投资增加→良性循环行业发展”的逻辑梳理风光电高速发展的可行性, 行业的需求增量更是行业发展空间的重要一部分, 相关政策出台将会直接带动风、光电需求增加。2021年10月17日, “风电伙伴行动”计划出台, 要求“十四五”期间, 在全国100个县, 优选5000个村, 安装1万台风机, 总装机规模达到5000万千瓦; 2021年9月14日, 国家能源局正式发布《关于公布整县(市、区)屋顶分布式光伏开发试点名单的通知》, 内容中要求纳入名单的676个县(市、区)不同结构的建筑屋顶总安装光伏发电比例的最低下限, 根据不完全统计, 2021年全国整县推进屋顶分布式光伏试点县累计备案容量4623万千瓦、累计并网容量1778万千瓦。综上, 政策会直接推进风、光电装机的需求增量, 促进行业的高速发展。

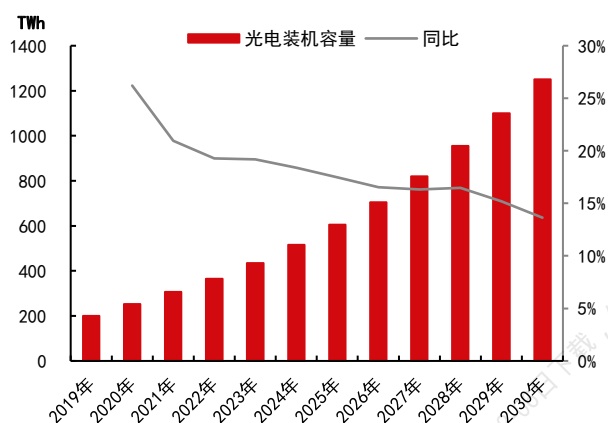
风、光发电将成为主角。通过上文“成本推动+政策推动”两个角度, 得出风电、光电行业高速发展的可行性, 并结合全球能源互联网发展合作组织、中国光伏协会等权威机构的行业分析报告, 以及国家“2025年, 清洁能源发电占比将达到20%”等最新要求, 我们预计2030年中国风电累计装机容量将达到980GW, CAGR=13.3% (2020年至2030年), 2030年中国风能发电量将达到1995TWh, CAGR=15.6% (2020年至2030年); 光电累计装机容量将达到1250GW, CAGR=17.3% (2020年至2030年), 2030年光伏发电量将达到1320TWh, CAGR=17.6% (2020年至2030年)。

图 15: 2030 年中国风电累计装机容量将至 980GW



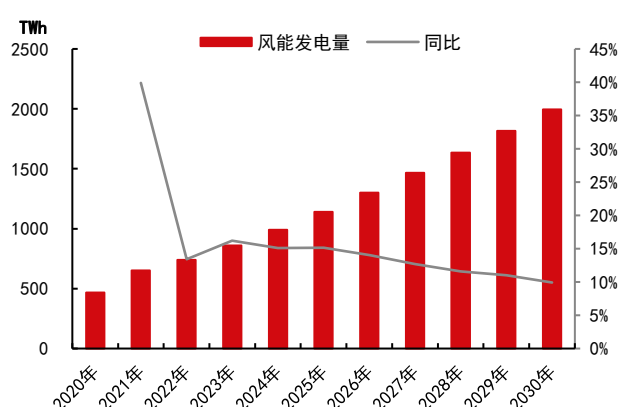
资料来源: GEIDCO 中信期货研究所

图 17: 2030 年光电累计装机容量将至 1250GW



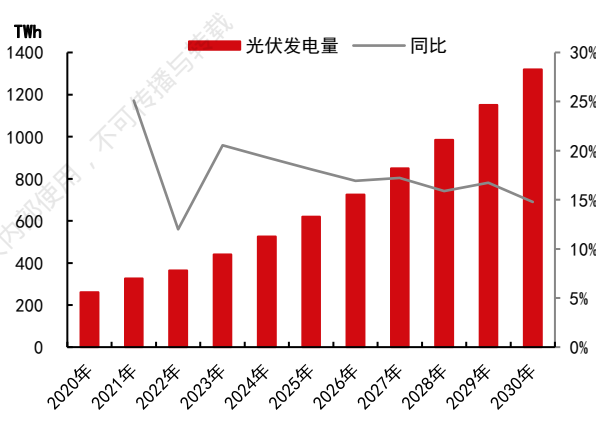
资料来源: GEIDCO 中国光伏协会 中信期货研究所

图 16: 2030 年中国风能发电量将至 1995TWh



资料来源: GEIDCO 中信期货研究所

图 18: 2030 年光伏发电量将至 1320TWh

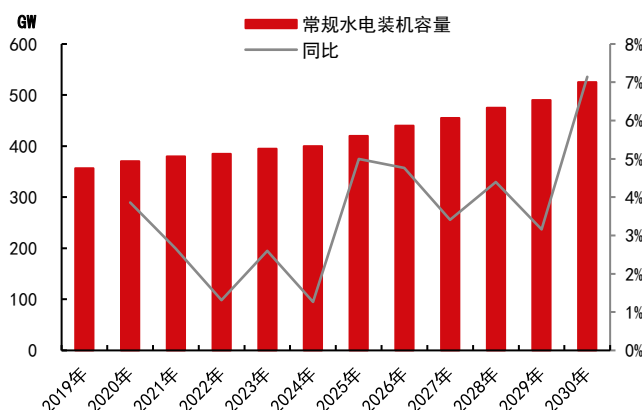


资料来源: GEIDCO 中国光伏协会 中信期货研究所

（三）其他绿电：电力供应的重要补充

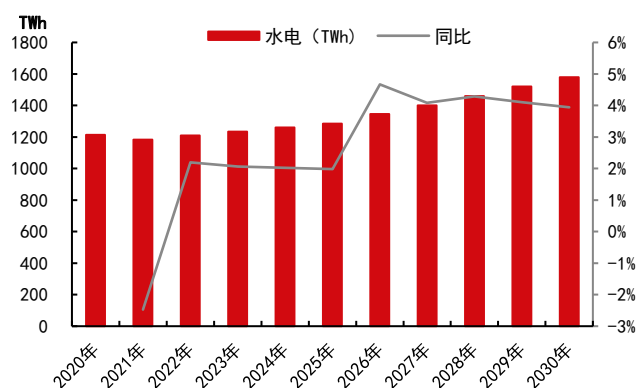
水电资源发展悠久，绿电中主要贡献。我国水力资源蕴藏量世界第一，根据全国水利复查成果，中国水力资源技术可开发装机容量为 660GW（实际经济可开发水电为 400GW），年发电量 30000 亿千瓦时。水电发展早于风电、光电近 10 年，除怒江、雅鲁藏布江外，主要河流干流水电发展完善，故目前是电力供给的主要贡献力量，根据 Wind 数据，2020 年我国水电装机累计 370.16GW，CAGR=3.3%（2014 年至 2020 年），2021 年我国水电发电量达 11840.2 千瓦时，CAGR=1.5%（2014 年至 2021 年），占全口径发电量 14.6%，占绿电发电量近 51%。结合国家能源局最新在建和已建装机规划数据，以及 NROC 报告预测数据，中国 2025 年储水在运装机总规模将达到 68GW，我们预计 2030 年水电累计装机容量将达到 525GW，CAGR=3.6%（2020 年至 2030 年），2030 年水电发电量将达到 1580TWh，CAGR=2.7%（2020 年至 2030 年）。

图 19： 2030 年光电累计装机容量将至 525GW



数据来源：Wind CCTD 中信期货研究所

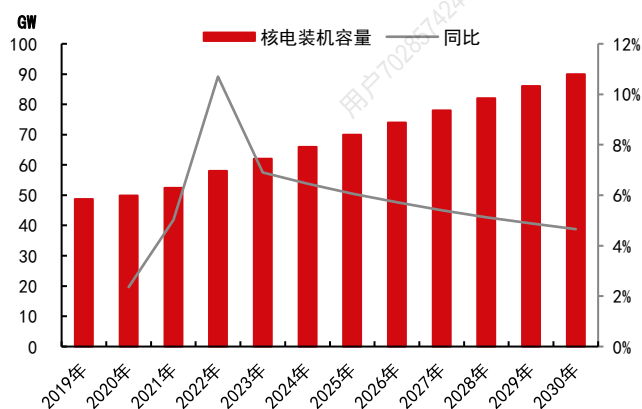
图 20： 2030 年水电发电量将达到 1580TWh



数据来源：Wind CCTD 中信期货研究所

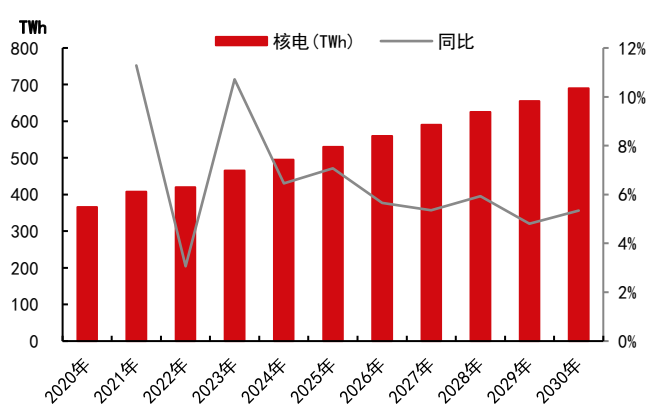
随着技术稳定和产业链发展，中国核电进入持续增长阶段。与燃煤发电相比，核能发电减少排放二氧化碳 27442.38 万吨，发展核电也是电力控煤减碳的重要途径。根据中国核能协会数据，2020 年中国运行核电机组共 49 台，总装机容量为 49.89GW，CAGR=16.45%（2010 年至 2020 年）；2021 年中国运行核电机组累计发电量 407.5TWh，CAGR=17.41%（2014 年至 2020 年），占全口径发电量 5.02%。根据中国核能协会数据，“十四五”期间，我国运行核电机组预计以 6-8 台/年稳定推进，2025 年在运核电装机将达 70GW。在维持核电利用小时数稳定条件下，我们预计 2030 年核电累计装机容量将达到 90GW，CAGR=6.08%（2020 年至 2030 年），2030 年核电发电量将达到 690TWh，CAGR=6.54%（2020 年至 2030 年）。

图 21： 2030 年核电累计装机容量将达到 90GW



数据来源：Wind CCTD 中信期货研究所

图 22： 2030 年核电发电量将达到 690TWh

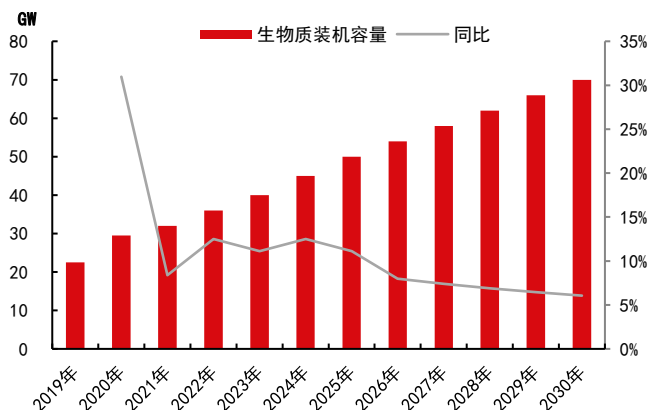


数据来源：Wind CCTD 中信期货研究所

能源化利用推进生物质能成为清洁电力的重要组成部分。根据前瞻研究院报告，我国生物质资源转换为能源的潜力可达 10 亿吨标准煤，拥有巨大潜力。2020 年中国生物质发电装机 29.52GW，CAGR=16.33%（2013 年至 2020 年），2020 年生物质发电量 1326 亿千瓦时，占全口径发电量约 1.7%。根据 NRDC 数据，在维持生物质能发电利用小时数稳定条件下，我们预计 2030 年生物质发电装机累计容量

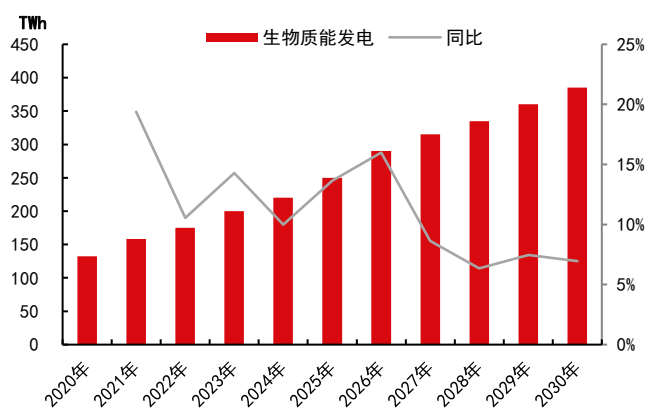
将达到 70GW，CAGR=9.02%（2020 年至 2030 年），2030 年生物质发电量将达到 385TWh，CAGR=11.2%（2020 年至 2030 年）。

图 23: 2030 年生物质电装机容量将达到 70GW



数据来源: Wind CCTD 中信期货研究所

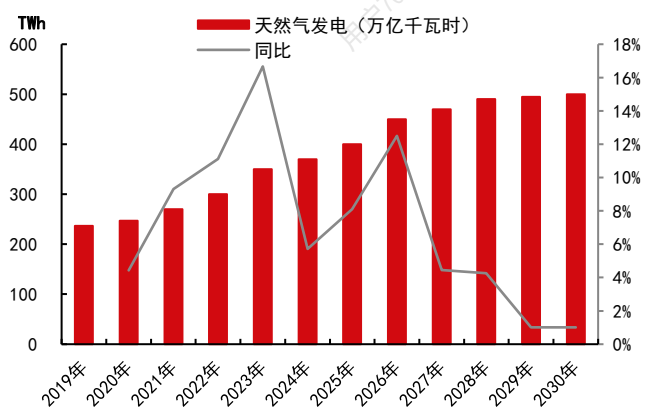
图 24: 2030 年生物质发电量将达到 385TWh



数据来源: Wind CCTD 中信期货研究所

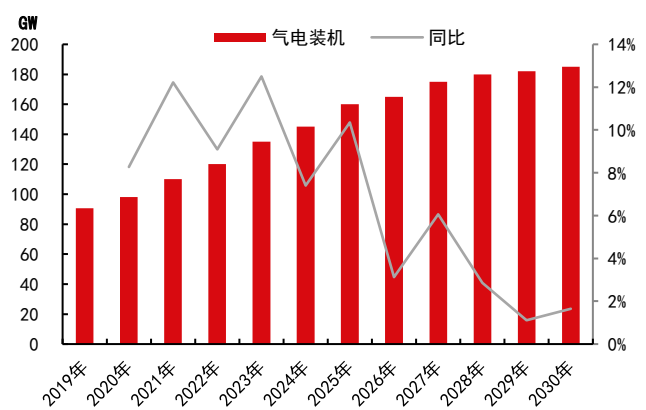
规模化与挤出效应影响气电难以发展成为煤电替代的主力。“十四五”期间，可再生能源是天然气的主要制约因素，可再生能源发电成本大幅降低挤压了气电的市场空间。同时，天然气价格机制矛盾带来的终端用户价格承受能力限制，将影响天然气发电的增量上限；叠加运输能力不完善、产业链利润不均匀等因素，天然气发电行业仍未达到规模化发展条件。根据 NROC 报告和国网经济技术研究院论文（李晖，2021），我们预计“十四五”期间气电将因刚性需求拉动下有所增长，“十五五”期间气电增速将放缓，预计 2030 年气电装机累计容量将达到 185GW，CAGR=6.56%（2020 年至 2030 年）；2030 年天然气发电量将达 500TWh，CAGR=7.4%（2020 年至 2030 年）。

图 25: 2030 年天然气发电量将达 500TWh



数据来源: Wind CCTD 中信期货研究所

图 26: 2030 年气电装机累计容量将达到 185GW



数据来源: Wind CCTD 中信期货研究所

（四）储能及运输：保障绿电安全及效率

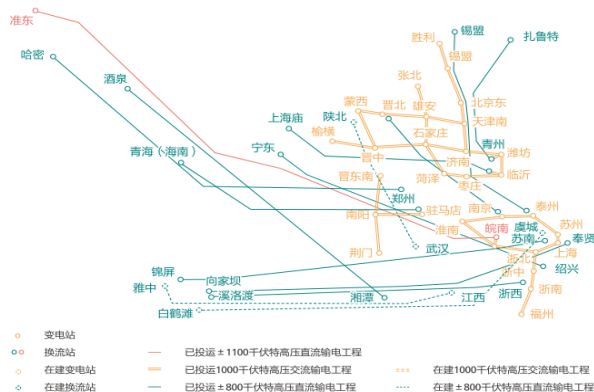
绿电供给的高速增长需要消纳和调节能力与之配套，才能提升绿电供应的稳定性与灵活性，具体可以分为运输、储能、电网建设等方面。

特高压的发展将解决新能源发电端和用户端的空间错配。2021 年国家发改委、国家能源局联合印发《关于完善能源绿色低碳转型体制机制和政策措施的意见》，要求“大力支持新能源电力的传输和消纳，完善适应可再生能源局域深度利用和广域输送的电网体系：整体优化输电网络和电力系统运行，提升对可再生能源电力的输送和消纳能力”。在政策强调和行业发展推进的条件下，特高压（即指电压等级在交流 1000 千伏及以上和直流±800 千伏及以上的输电技术，具有输送容量大、距离远、效率高和损耗低等技术优势）作用凸显；截至 2020 年底，我国已建成投运“14 交 16 直”共 30 项特高压工程，其国家电网公司已累计建成投运“14 交 12 直”特高压输电工程，累计送电超过 1.6 万亿千瓦时。根据中国能源报消息，预计“十四五”期间，仅国家电网规划建设特高压工程“24 交 14 直”，对比“十三五”期末规模，“十四五”期间特高压线路长度增加超过 60%。特高压将在未来 5-10 年走上快速发展的道路，保障我国绿电“供应→需求”，进而促进绿电供给成为电力主体。

储能发展是电力供应负载起伏较大时灵活性保障。当光、风发电量占比超过 15%时，稳定高效的储能需求应运而生，中国已投运的储能项目除了前文提到的储水蓄能之外，还有物理储能、电化学储能以及熔融盐储热。2021 年 7 月，国家发改委、国家能源局联合发布《关于加快推动新型储能发展的指导意见》，到 2025 年实现抽水蓄能以外的新型储能装机规模达到 30GW 以上，国家总目标推进下，2021 年中国储能行业实现了跨越式发展。根据 CNESA 数据，截止到 2021 年底，中国已投运的储能项目累计装机容量 45.74GW，同比+29%，其中电力储能装机同比+220%，新增投运规模 10.14GW。根据各地政府的十四五储能发展目标，以及 CNESA 预测，我们预计 2025 年中国储能市场新增装机规模将达到 45GW，叠加储能装机规模/新能源装机规模进一步增强的逻辑，按照 2030 年比值率达到 12%，我们预计 2030 年中国储能装机规模达到 245GW。

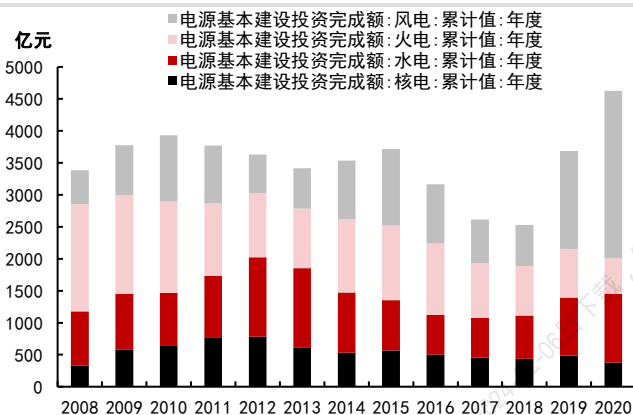
新能源电源投资大幅增加，火电则持续下滑。2021 年全国电网基本建设投资完成额 4915 亿元，同比+5%；2020 年全国电源基本建设投资完成 5244 亿元，同比+29.2%，因 2020 年风电光伏平价上网项目的推动，可再生能源发电电源投资大幅上涨，其中，水电投资 1077 亿元，同比+19.0%、风电投资 2618 亿元，同比+70.6%，而在能源转型、严控新增煤电投资政策等原因下，火电投资 553 亿元，同比-27.3%，降幅进一步扩大。

图 27： 国家电网特高压项目规划



数据来源：国家电网 中信期货研究所

图 29： 新能源发电投资大幅增加



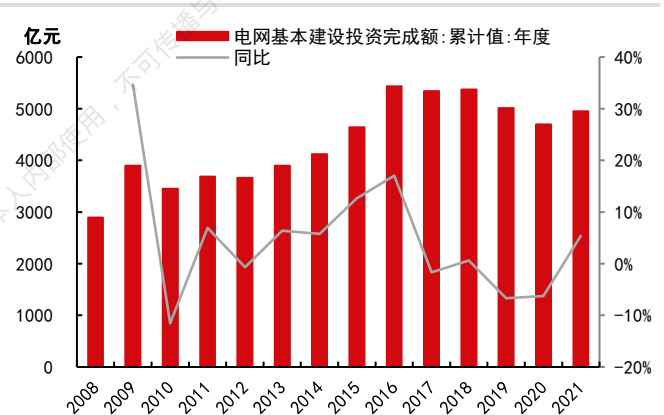
数据来源：Wind 中信期货研究所

图 28： 部分地区“十四五”储能项目建设规划

地区	要点	装机规模 (GW)
青海	“十四五”末青海新型储能装机规模达到 6GW，应用规模位居全国前列，实现电力系统中短期储能调节	6
山东	十四五期间，储能发展目标 4.5GW，抽蓄 4GW	4.5
湖南	到 2023 年简称电化学储能电站 1.5GW/3GWh 以上	1.5
浙江	十四五力争实现 2GW 左右新型储能示范项目发展目标	2
南方电网	“十四五”期间，南方五省区将新增抽水蓄能 6GW，推动新能源配套储能 20GW	20
内蒙古	到 2025 年建成并投新型储能规模 5GW 以上，独立共享储能电站不低于 5 万千瓦，时长不低于 4 小时	5
合计		39

数据来源：CNESA 中信期货研究所

图 30： 2021 年电网基本建设投资 4915 亿元



数据来源：Wind 中信期货研究所

综上，我们从一次能源碳排放量结构和“双碳”政策要求入手，通过电力行业是煤炭最主要下游逻辑，得出电力控煤是实现“双碳政策”目标的关键，因此发电结构的变革是未来电力行业的重心，反推也是影响动力煤需求量的重要变化因素。而为了实现“双碳”目标的发电结构的变革，最主要是在用电量增长的基数下，增加清洁能源发电，已逐渐实现清洁能源发电增量对煤电增量的完全替代甚至超越，从而可以实现“发电减碳”的要求。而在发展清洁能源发电供应端的同时，电力需求侧电源电网，以及运输侧均需要全面配套发展，这才可以满足清洁能源电力发展中，电力输出的稳定性和灵活性，从而实现煤电的完全替代。

下文将通过电力弹性系数法对电力总需求进行估计，做差值得出煤电需求，叠加煤电机组效率的提高对用煤减量的影响，得到电煤需求何时达峰的答案。

三、通过用电需求估算电煤需求量

（一）电力弹性系数法预测电力总需求

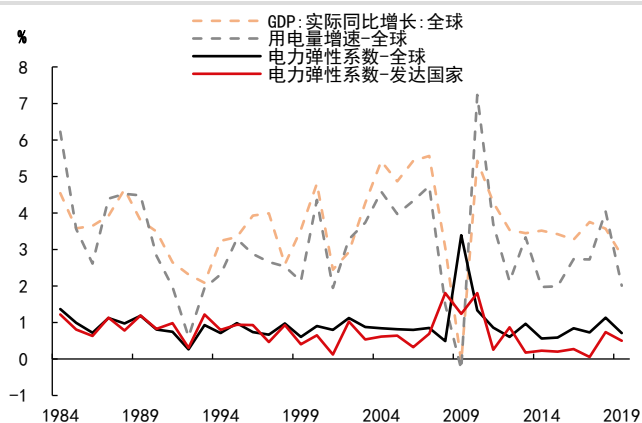
对中长期电力总需求估算，近年较有影响力的研究方法主要有几种：一是，从电力弹性系数角度，电力弹性系数是指一段时间内电力消费增长速度与国民生产增速的比值。回溯历史数据可以发现，电力弹性系数的年度变化相对较大，因此一般来说，按更长的时间区间来计算，更具参考意义；二是，结合国际比较视野和分产业、行业的综合角度推算，动力煤研究分析框架之一中涉及到的电力需求估算，即用到了产业、行业多角度的方法；三是，数量经济模型法，通过搭建数据库和模拟不同的情景分析，结合历史数据推算。

本文将选择采用电力弹性系数法，但通过上文我们了解到其年度变化相对较大，所以我们分析了欧、美、日等发达国家历史经济发展状况和电力弹性系数情况，以及制造业增加值占比与电力弹性系数的关系，并结合权威研究机构的预测数据，对我国“十四五”、“十五五”期间的电力弹性进行预估。

根据发达国家经济与电力的历史数据，长期来看，**随着技术进步和服务业增加值比重提高，典型发达国家电力消费弹性系数呈现下滑趋势**，但是中短期内，经济危机和战争等突发事件会带来经济停滞和后续的经济刺激，从而使得电力弹性系数增大。更具体一步，通过分析美国各行业增加值占 GDP 比重与电力弹性系数的关系，剔除朝鲜战争、海湾战争、911 事件、次贷危机等经济波动的前后年份，结合美国各行业增加值占 GDP 比重变化与美国历史，我们将美国经济发展分为三个时期：（1）1948-1966 年期间，美国一直是全球最大的贸易顺差国，制造业发展也如火如荼，占 GDP 比重 25% 以上，在此期间美国电力弹性系数均值 1.67；（2）1967-1990 年期间，德国、日本相继接替美国成为全球贸易顺差大国，同时 1980 年开始美国金融业开始高速发展，在此期间美国制造业增加值占 GDP 比重逐年下滑，但仍高于其他行业，在此期间美国电力弹性系数均值 0.9；（3）1990 年至今，1990 年信息技术行业崛起成为美国增长的新动力，制造业增加值占 GDP 比重也开始小于金融行业，在此期间美国电力弹性系数均值 0.6；

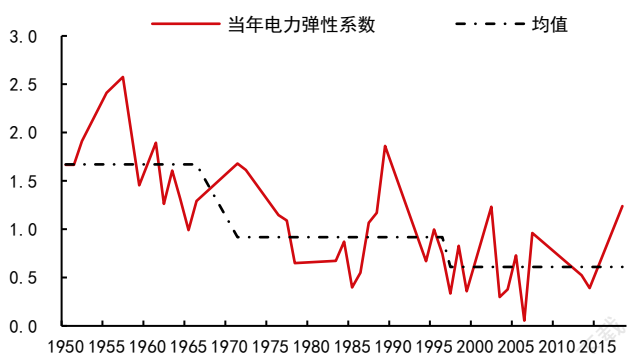
相比之下，中国 2009 年成为全球最大贸易顺差国，2010 年开始制造业总产值超过美国成为全球第一制造业大国，虽近十几年制造业产值占 GDP 比重出现下滑趋势，但仍高于 25%，且目前我国的金融、信息技术等行业仍未到达超过制造业的时期。根据国内宏观数据，我们发现随着城镇化和工业化阶段进入后期，重工业在经济结构中比重也将逐步下降，相应第二产业用电量占比也逐渐下降，第三产业则逐渐增加，这也侧面反映经济的发展质量在不断提升，整个经济对于电力的依赖在逐步降低的规律。

图 31: 电力弹性系数伴随经济转型呈下降之势



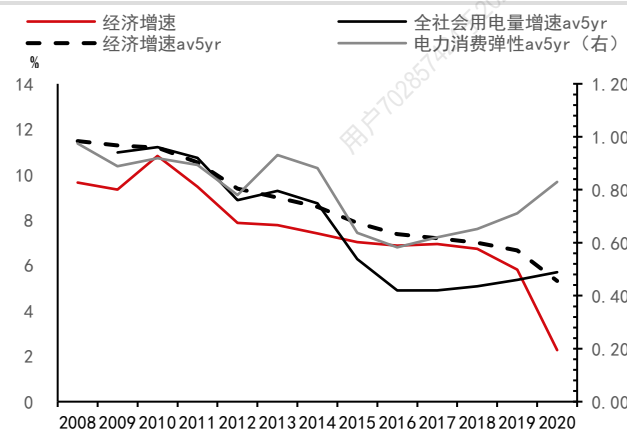
数据来源：中图环球数据库 中信期货研究所

图 33: 美国电力弹性系数变化趋势



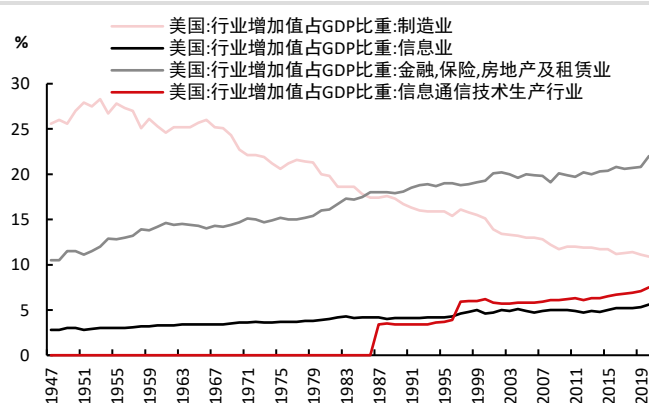
数据来源：Wind CCTD 中信期货研究所

图 35: 电力弹性系数伴随经济转型呈下降之势



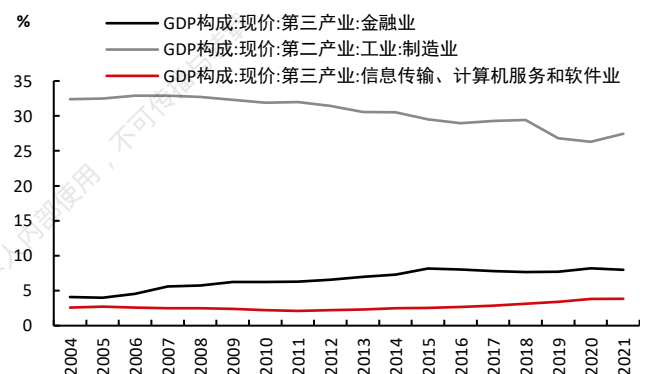
数据来源：Wind CCTD 中信期货研究所

图 32: 美国各行业增加值占 GDP 比重



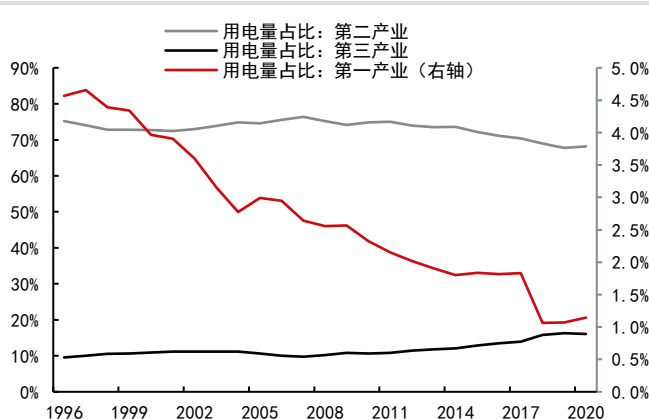
数据来源：Wind CCTD 中信期货研究所

图 34: 中国各行业增加值占 GDP 比重趋势



数据来源：Wind CCTD 中信期货研究所

图 36: 工业在经济结构中比重逐步下降

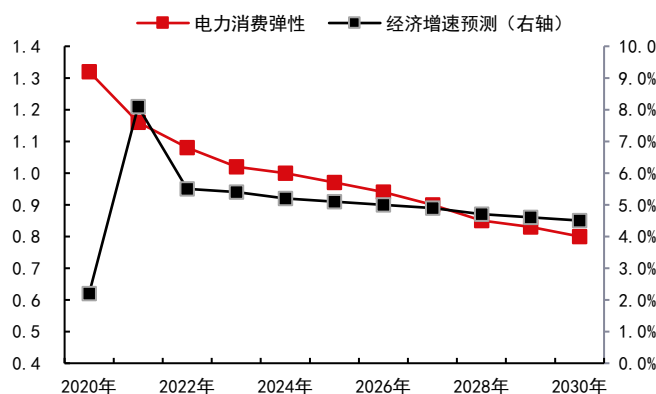


数据来源：Wind CCTD 中信期货研究所

因此，类比美国发展历史的第二阶段，我国也处于新兴产业方兴未艾时期，但制造业仍为我国发展基石的阶段，同时随着经济质量提升，单位 GDP 能耗将会逐渐下降，经济整体的电力消费弹性也将长期趋于下降，但考虑到疫情影响，出口对制造业的拉动效应以及经济复苏的补偿效应将会带来短期内电力弹性系数的增加，故我们预测 2022 年-2025 年电力弹性系数分别为 1.08、1.02、1.0、0.97，“十五五”期间电力弹性系数将缓慢下降，均值为 0.88。同

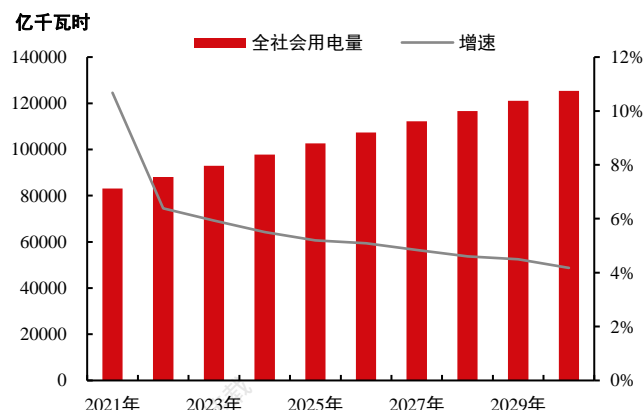
时，假设 2030 年前经济增速保持年化 5%，呈前高后低缓慢下降的趋势，我们得到 2030 年全社会电力消费将达到 12.5 万亿千瓦时，CAGR=5.3%（2020 年至 2030 年）。

图 37： 预测我国电力弹性系数将逐年下降



数据来源：Wind CCTD 中信期货研究所

图 38： 2030 年全社会电力消费 12.5 万亿千瓦时



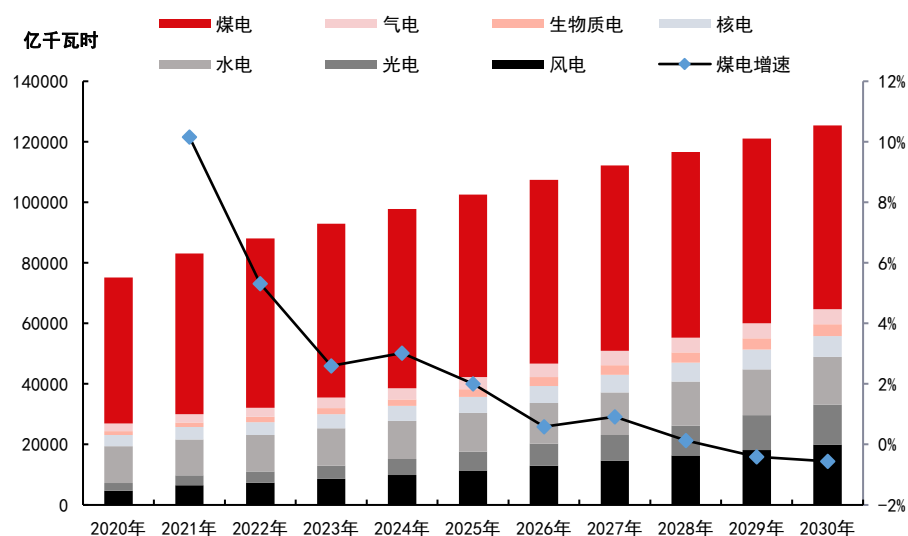
数据来源：Wind CCTD 中信期货研究所

（二）煤电需求将预计在“十五五”期间达峰

用电需求与发电量动态平衡，直接将用电量预测作为未来发电量的预测数据。我国电力行业调度已经成熟，将通过“提前规划+实时控制”双保险维持电网发电量与用电量的动态平衡，故即使历史数据平均每年 1%-2%“发电→用电”耗损，我们仍在预测数据中采用发电量等于用电量的逻辑。

可以通过差值法“煤电=发电量 -（风电+光电+核电+水电+生物质电+气电）”计算煤电需求。通过上文对绿电及气电的估算，同时将发电量以用电量预测数据替代，我们预计，随着以风电与光电为代表的清洁电力的迅速增长，煤电的需求将在未来十年，发生根本性变化。清洁电力将逐步替代煤电，我们预计 2028 年煤电需求达到峰值，即煤电需求将预计在“十五五”期间达峰。

图 39： 煤电需求将预计在 2028 年达到峰值



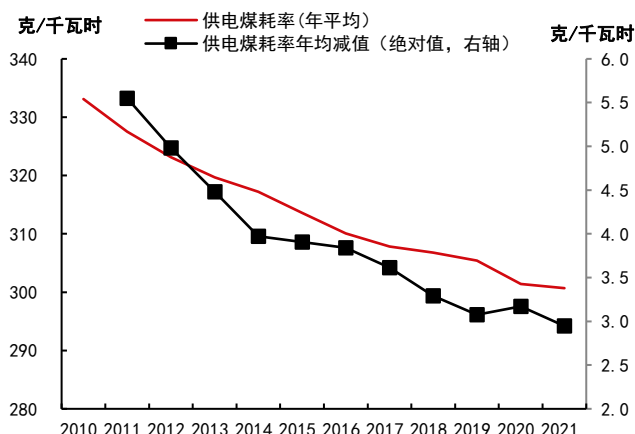
资料来源：Wind CCTD 中信期货研究所

（三）“十五五”期间电煤需求或将 25.5 亿吨达峰

上文我们通过估算以风电与光电为代表的清洁电力对煤电需求的替代，进而减少电煤需求量达到电力控煤的目标。这一部分，将从煤电自身节能性发展入手，煤电→电煤的估算将包含煤电机组能耗效率优化带来的电煤减量，进而求得未来电煤需求达峰时量级的大小。

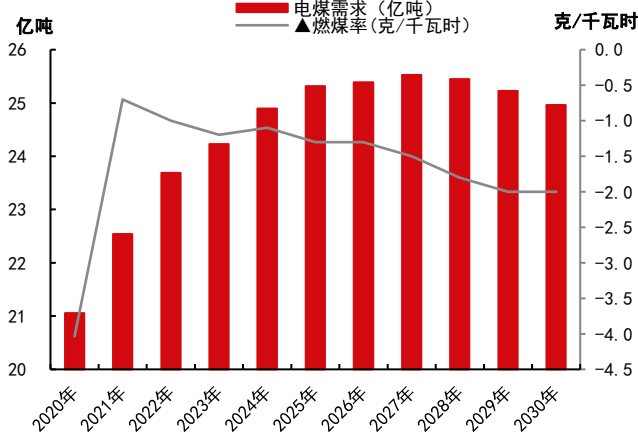
煤电机组能耗效率逐渐优化，推动电煤需求中枢下移。近年来，国家政策一直强调煤电机组燃煤效率增强的规划，2021 年末，国家发改委、能源局联合推出《全国煤电机组改造升级实施方案》，要求“2025 年，全国火电平均供电煤耗降至 300 克标准煤/千瓦时以下”。通过历史数据可以发现，随着技术的发展，近年来供电煤耗率逐渐优化，但年均优化效率缩减，因此，结合国家规定，我们预计“十四五”期间年均供电煤耗率下降 1.1 克/千瓦时，“十五五”期间，或随着超临界机组技术增强，年均供电煤耗率下降 1.7 克/千瓦时，依此我们预计“十五五”期间电煤需求或将 25.5 亿吨达峰。

图 40： 供电煤耗率逐渐优化



数据来源：Wind CCTD 中信期货研究所

图 41： 电煤需求预计 25.5 亿吨左右达峰



数据来源：Wind CCTD 中信期货研究所

综上，从“自上而下”角度，分析清洁能源发电的快速发展对煤电替代，叠加煤电机组自身节能效率的提高，得到煤电、电煤需求预计将在“十五五”期间达峰。

四、通过主要品种供需趋势预估工业用煤达峰时间

工业用煤主要包括冶金、化工、建材行业用动力煤，及钢材生产对炼焦煤的需求，根据《动力煤研究框架系列之一：需求研究框架》中“自下而上”理论成果，我们选取钢材、水泥和十一种化工产品产量趋势对其耗煤需求预估，本部分将沿用这个逻辑，通过对未来十年宏观经济发展为基础，从相关产业自身供需基本面驱动和产业升级逻辑，对其主要品种生产趋势预估，进而对行业耗煤量进行推演。对于炼焦煤的需求预测，和冶金用动力煤原理一致，即是从钢材产量入手，剔除短流程炼钢的替代，得到长流程炼钢趋势进而求出炼焦煤需求。

（一）冶金耗煤预期已经于 2020 年见顶

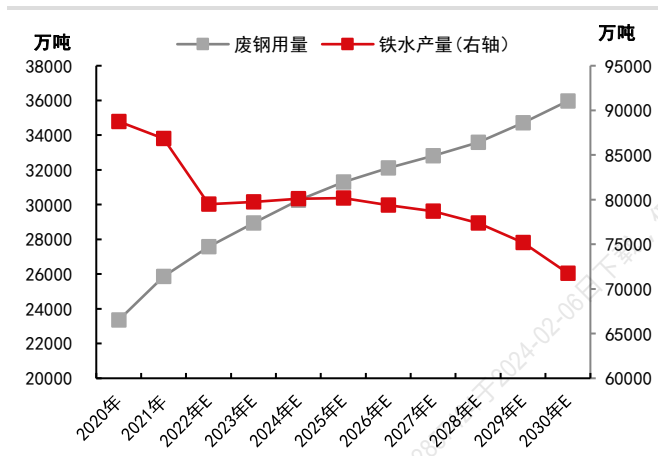
冶金耗煤的达峰逻辑主要从钢材行业入手，一是研究钢材产量在 2030 年前是否会达峰进而带动耗煤需求达峰，二是通过短流程炼钢替代长流程思路，即长流程生产是冶金用煤的基础，随着废钢循环利用重要性增加，短流程炼钢对长流程的替代逐渐增强，进而长流程耗煤量下降。

钢铁工业是衡量一个国家综合国力和工业化程度的重要标志，全球钢铁工业的发展往往伴随着国际产业格局的演变和大国变迁。通过分析全球钢铁产业发展和转移历程，我们发现美国、日本都已经经历了完整的钢铁行业周期，而我国起步较晚，1949-1978 年是我国钢铁行业的投入期，90 年代以后发展迅速，2020 年中国粗钢产量达到 10.65 亿吨，占全球产量 56.7%，位列第一。同时随着城镇化推进速度放缓，钢材需求增速也在逐渐放缓，目前我国人

均钢材产量已超过 600 公斤，正处于钢铁行业成熟期阶段，一般这个阶段持续时间较长，且通过对比美日钢铁行业的发展趋势，我们发现一般在城镇化比例达到 75%左右，钢产量出现达峰趋势，且我国除了城镇化外，钢铁行业主要下游房地产行业的政策，叠加工业化、出口都是影响我国钢材产量达峰的主要因素，依此我们觉得，随着地产见顶趋势已现，钢材产量或已经在 2020 年达峰，“十四五”时期因疫情和经济复苏补偿效应的拉动，叠加“平控”政策的限制，钢材生产预期维持年均 10.5 亿吨高位，“十五五”则预期将呈现产量持续下降趋势。

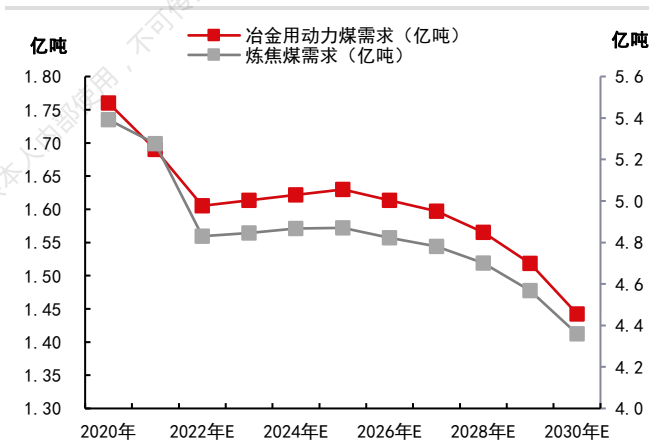
上述探讨了钢材产量达峰的路径，另一个路径是废钢的替代，我们了解到在生铁冶炼过程中，除了消耗焦炭外，1 吨生铁还需要消耗烧结用煤、球团工序用煤、喷吹用煤等总计大约 240 千克，所以短流程废钢炼钢的增加会减少粗钢长流程耗煤量，因此我们假设废钢量的自然增长，以及结合废钢比的阶段目标，我们预计冶金用动力煤、炼焦煤需求或已经于 2020 年见顶。

图 42：“十五五”前铁水/废钢产量预估



数据来源：Wind CCTD 中信期货研究所

图 43：冶金用煤需求或已经于 2020 年见顶

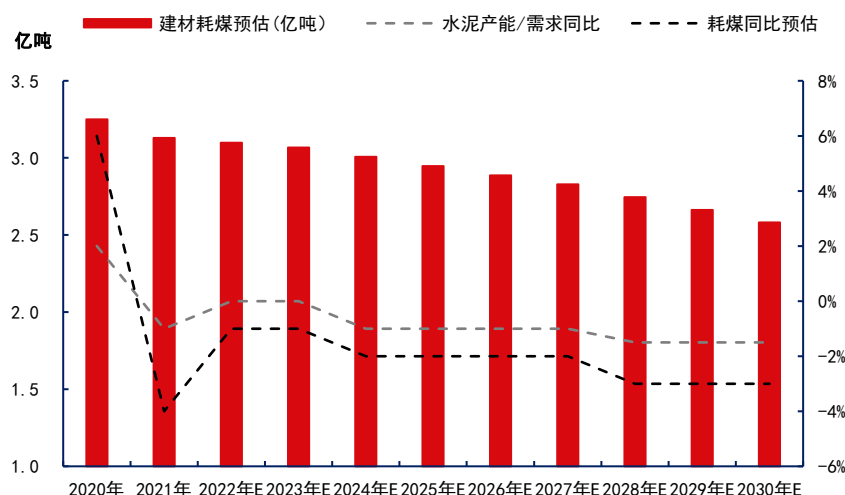


数据来源：Wind CCTD 中信期货研究所

（二）建材耗煤预期已经于 2020 年达峰

建材耗煤达峰主要是对水泥产量达峰时间分析，而水泥产量的下降主要是通过需求下行阶段的优胜劣汰，以及政策性的错峰生产、落后产能淘汰等，综合这三个方面我们预计我国水泥生产预期已达到了行业产量见顶时期，近两年在经济复苏时期或会在顶峰生产波动，随即几年产量或将呈现慢速平稳下降的趋势，根据产量和耗煤量的正相关性，故我们预计建材耗煤也已经于 2020 年达峰。

图 44： 建材耗煤也已经于 2020 年达峰

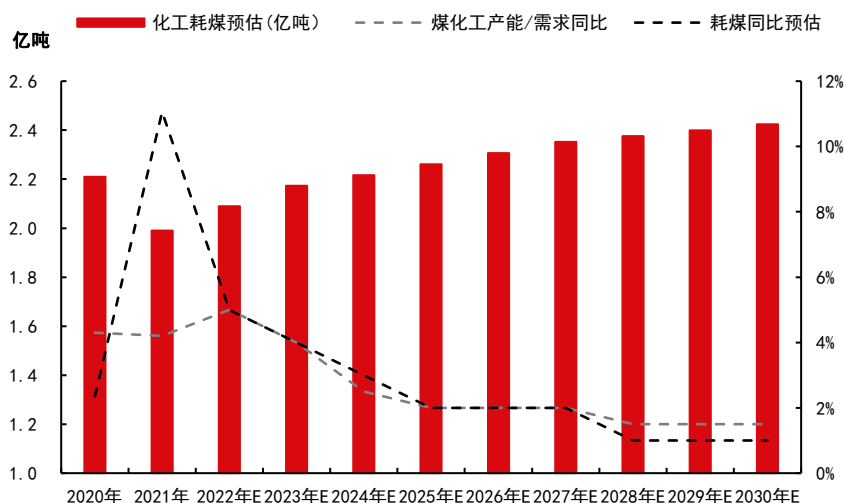


资料来源：Wind CCTD 中信期货研究所

（三）“十五五”前化工耗煤或无明确达峰时间

我们之前采用十一种化学与化工行业品种研究产量和煤耗的关系，但对于近 10 年的产量趋势把握，我们最终选择了煤化工品种的需求和产能趋势作为用煤预测的标准，煤化工品种生产中通过原料和燃料耗煤是化工用煤的基础，同时从未来需求展望角度分析，十五五前煤化工品种需求韧性仍存，其中包括其自身产能投产的释放及油化工品种原材料价格成本不稳定等因素，煤化工或存一定的替代效应，叠加经济增长与能化基础品等需求的正相关性，我们预计“十四五”前煤化工品行业处于快速发展过渡到稳定发展时期，“十五五”期间煤化工行业处于低增速稳定时期，因此化工耗煤在“十五五”前或无明确达峰时间。

图 45: “十五五”前化工耗煤将低速增加或无明确达峰时间

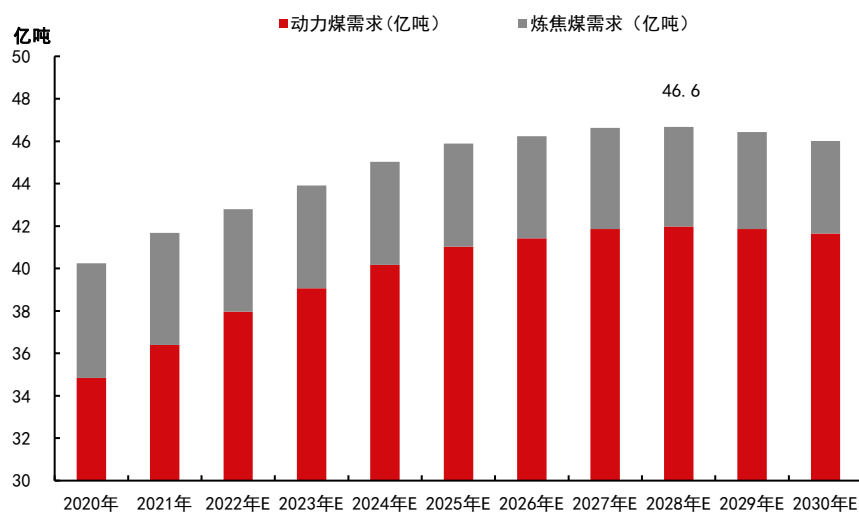


资料来源: Wind CCTD 中信期货研究所

五、煤炭总需求“十五五”期间将达峰

上文四个部分我们从能耗双控入手，总结出电力控煤是实现“双碳”目标的主要途径，进而得出实现此路径，清洁能源发电对火电的替代是必经之路，叠加分析了用电端电源电网和输电的配套发展，我们证实了清洁能源发电可以实现替代煤电，并得到了煤电和电煤需求将在“十五五”期间达峰。然后我们又分析了工业用煤的达峰时间，通过钢材、水泥、煤化工各自不同的达峰路径分析，我们对其未来产量进行预测，进而得到工业用煤的需求预估，同时在冶金用煤分析过程中，我们也依据同样的原理得到了炼焦煤未来需求的趋势。除上述各行业用煤外，目前还剩供热和其他行业耗煤的估算，我们在此假设供热用煤、其他行业用煤增速呈现逐年平稳递减的趋势，进而最终得到了煤炭总需求十年的预测数据，并发现其将在“十五五”期间达峰。

图 46： 煤炭总需求“十五五”期间将达峰



资料来源：Wind CCTD 中信期货研究所

免责声明

除非另有说明，中信期货有限公司拥有本报告的版权和/或其他相关知识产权。未经中信期货有限公司事先书面许可，任何单位或个人不得以任何方式复制、转载、引用、刊登、发表、发行、修改、翻译此报告的全部或部分材料、内容。除非另有说明，本报告中使用的所有商标、服务标记及标记均为中信期货有限公司所有或经合法授权被许可使用的商标、服务标记及标记。未经中信期货有限公司或商标所有权人的书面许可，任何单位或个人不得使用该商标、服务标记及标记。

如果在任何国家或地区管辖范围内，本报告内容或其适用与任何政府机构、监管机构、自律组织或者清算机构的法律、规则或规定内容相抵触，或者中信期货有限公司未被授权在当地提供这种信息或服务，那么本报告的内容并不意图提供给这些地区的个人或组织，任何个人或组织也不得在当地查看或使用本报告。本报告所载的内容并非适用于所有国家或地区或者适用于所有人。

此报告所载的全部内容仅作参考之用。此报告的内容不构成对任何人的投资建议，且中信期货有限公司不会因接收人收到此报告而视其为客户。

尽管本报告中所包含的信息是我们于发布之时从我们认为可靠的渠道获得，但中信期货有限公司对于本报告所载的信息、观点以及数据的准确性、可靠性、时效性以及完整性不作任何明确或隐含的保证。因此任何人不得对本报告所载的信息、观点以及数据的准确性、可靠性、时效性及完整性产生任何依赖，且中信期货有限公司不对因使用此报告及所载材料而造成的损失承担任何责任。本报告不应取代个人的独立判断。本报告仅反映编写人的不同设想、见解及分析方法。本报告所载的观点并不代表中信期货有限公司或任何其附属或联营公司的立场。

此报告中所指的投资及服务可能不适合阁下。我们建议阁下如有任何疑问应咨询独立投资顾问。此报告不构成任何投资、法律、会计或税务建议，且不担保任何投资及策略适合阁下。此报告并不构成中信期货有限公司给予阁下的任何私人咨询建议。

深圳总部

地址：深圳市福田区中心三路8号卓越时代广场（二期）北座13层1301-1305、14层

邮编：518048

电话：400-990-8826

传真：(0755) 83241191

网址：<http://www.citicsf.com>