中国能源企业
低碳发展贡献力研究报告

2021年

合作单位

中国能源报 CHINA ENERGY NEWS

零碳未来 futureearth

清華大學 Tsinghua University

中国能源经济研究院 CHINA INSTITUTE OF ENERGY ECONOMICS

合作单位

中国能源报

北京零碳未来研究院

清华大学

中国能源经济研究院

参编人员（不分先后）

钟银燕　何　英　魏秋利　张兆彬

邓茂芝　唐雪梅　黄婉琦　张文文

向丽华　赵静云　刘丽凤　马瑞娟

顾问专家

郑忠海　王海林

前言

气候变化是当今人类面临的重大全球性挑战，积极应对气候变化则是我国实现可持续发展的内在要求，是加强生态文明建设、实现美丽中国目标的重要抓手，是我国履行负责任大国责任、推动构建人类命运共同体的重大历史担当。

2020年9月22日，习近平总书记在第七十五届联合国大会一般性辩论上宣布我国力争于2030年前二氧化碳排放达到峰值的目标与努力争取于2060年前实现碳中和的愿景（以下简称“双碳目标”）。双碳目标的提出，是中国在全球气候治理层面历史性的雄心展现，而这一伟大目标的实现，也需要多方面的部署和努力。2021年是“十四五”规划开局之年，“十四五”是碳达峰的关键期、窗口期，能源发展也将进入新的阶段。国家“十四五”规划和2035年远景目标明确提出，“建设清洁低碳、安全高效的能源体系”，为我国能源发展指明方向。

由于能源企业的碳排放量占全国碳排放量的比例高，是未来碳达峰碳中和落地控制的重点方向和行业。我们观察到已经有企业在采取行动，但这一系列的行动对达峰中和的贡献和意义目前尚无量化标准去评估。《中国能源企业低碳发展贡献力研究报告》（简称《研究报告》）是中国能源报、北京零碳未来研究院、清华大学、中国能源经济研究院的首次合作编制，研究中国能源企业对碳达峰碳中和目标的贡献，评估能源企业相关行动的积极性和实施效果。

《研究报告》分五个章节，分析双碳目标对中国能源企业的挑战与机遇，解析中国能源企业现状，建立碳中和贡献力模型，深度分析碳中和贡献力榜单，并对未来进行展望。编者通过对能源企业营收、社会影响力、数据披露程度以及行业性质比对筛选，选取50家能源企业进行评估及排行，在此基础上对企业得分情况进行分析，总结榜单企业优势与差异化，提出中国能源提高企业碳中和贡献力的建议。《研究报告》力求以客观的统计数字为基础，以科学可行的模型开展评估，以简短的文字叙述、辅以图像图表，做到图文并茂、直观形象，旨在方便阅读、利于查检、凝聚焦点、突出重点。在编写过程中，得到了相关企业、机构和行业专家的大力支持和指导，在此谨致衷心的谢意。《研究报告》是首次编写，未来我们将以年度形式持续披露，疏漏之处，恳请读者批评指正。

CONTENTS

目录

一、低碳发展和高质量发展的新时代 1
1.1 双碳目标对中国能源企业的挑战与机遇 1
1.2 碳中和贡献力榜单的目的与意义 6

二、中国能源企业现状解析 7
2.1 中国能源行业现状 7
2.2 能源企业样本代表 9

三、碳中和贡献力模型 14
3.1 碳中和贡献力评价模型构建思路 14
3.2 碳中和贡献力评价指标 14
3.3 碳中和评价模型建模 19
3.4 遴选企业评价 27

四、碳中和贡献力榜单深度分析 33
4.1 遴选企业碳中和贡献力 33
4.2 位列前十企业优势分析 36
4.3 位列前十企业差异化特点 37
4.4 企业提高碳中和贡献力建议 41

五、展望未来 44

一、低碳发展和高质量发展的新时代

1.1 双碳目标对中国能源企业的挑战与机遇

1.1.1 双碳目标的提出

党的十八大以来关于生态文明建设的思想不断丰富和完善，十八大报告提出了生态文明建设的三个标志性特征：绿色发展、循环发展、低碳发展。习近平总书记指出，“绿水青山就是金山银山”，“生态兴文明兴”，要探索以生态优先、绿色发展为导向的高质量发展新路。

十九大报告全面阐述了加快生态文明体制改革、推进绿色发展、建设美丽中国的战略部署。明确指出，我们要建设的现代化是人与自然和谐共生的现代化，既要创造更多物质财富和精神财富以满足人民日益增长的美好生活需要，也要提供更多优质生态产品以满足人民日益增长的优美生态环境需要。十九大报告明确了未来中国推进生态文明建设和绿色发展的路线图。

2019年10月22日，太原能源低碳发展论坛开幕，国家主席习近平致贺信并指出，能源低碳发展关乎人类未来，应重视能源低碳发展，积极推进能源消费、供给、技术、体制革命，中国将全方位同国际社会一道加强能源合作，维护能源安全，应对气候变化，保护生态环境，促进可持续发展，更好造福世界各国人民。

2020年9月22日，习近平主席在第七十五届联合国大会一般性辩论上提出：中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。各国要树立创新、协调、绿色、开放、共享的新发展理念，抓住新一轮科技革命和产业变革的历史性机遇，推动疫情后世界经济“绿色复苏”，汇聚起可持续发展的强大合力。

2020年12月16日的中央经济工作会议再次强调了这一目标，将“做好碳达峰、碳中和工作”作为2021年重点任务之一；2021年3月5日，十三届全国人大四次会议政府工作报告中提到要扎实做好碳达峰、碳中和各项工作，制定2030年前碳排放达峰行动方案；2021年3月7日，国务委员兼外交部长王毅在回答中外记者提问时表示中国去年宣布了碳达峰、碳中和等国家自主贡献新目标，展现了贯彻新发展理念，建设清洁美丽世界的坚定决心。

2021年3月31日，中国气候变化事务特使解振华在与联合国秘书长进行对话时指出，在去年全球疫情肆虐面临诸多困难的艰难时刻，习近平主席宣示了中国应对气候变化有力度的国家自主贡献，坚定履行气候变化《巴黎协定》，率先支持 “绿色复苏”倡议；目前国内正在积极落实2030年前碳达峰的行动，各地各行业根据自己的实际研究制定相应的政策措施

和行动，全国推动绿色低碳转型创新的良好社会氛围正在形成。

双碳目标的提出，是中国在全球气候治理层面历史性的雄心展现，是低碳发展和高质量发展的新时代，而这一伟大目标的实现，也需要多方的工作部署和共同努力。

1.1.2 双碳目标下中国能源企业主要挑战

碳达峰、碳中和既是我国应对全球气候变化的庄严承诺，也是我国实现更绿色、更可持续的经济发展路径的必由之路。相较于其他发达国家，我国实现碳中和的道路无疑更加困难——欧盟从1990年后，碳排放量已经开始持续减少「1」，而其计划在2050年实现“碳中和”「2」期间整整经过60年；其他发达国家从碳达峰到碳中和所用的时间也普遍为50–70年；而我国需要在30年内实现从碳达峰到碳中和的进程，这无疑是一个跨越式的发展目标。

近年来，我国能源行业在降低单位GDP能耗、节能减排等低碳转型方面取得巨大成就，但由于经济发展的需要，我国能源的消费总量仍然呈现上升趋势。虽然全社会的能源需求持续上涨，但我国已采取了一系列措施，以优化能源消费结构，如实施促进产业结构转型升级、去除过剩产能等相关政策，同时对非化石能源的发展给予了更多的重视和支持。得益于此，当前我国煤炭、石油的消费量涨幅已得到明显抑制，天然气消费量有所上升，“一次电力”「3」及可再生能源等消费量持续上升。国家能源局数据显示，我国能源结构调整突飞猛进，到“十三五”末煤炭消费占能源消费总量比重历史性降至56.8%，非化石能源消费比重增长到15.9%，非化石能源发电装机规模增长到9.8亿千瓦，位列世界第一。

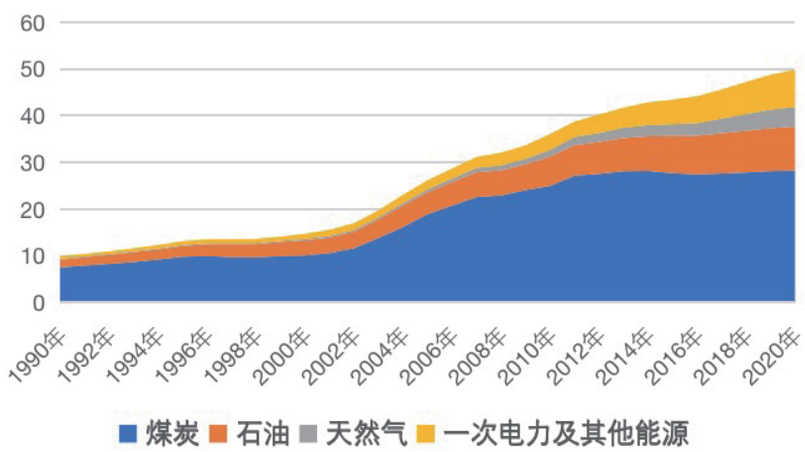


图 1　中国1990–2020年共30年能源消费构成（单位：亿吨标准煤）

数据来源：国家统计局

「1」 BP, Statistical Review of World Energy June 2020, http://www.bp.com/statisticalreview

「2」European Commission, 2050 long-term strategy, https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050_en

「3」“一次电力”是指计入“一次能源”的电力。“一次电力”按照这个定义，是指核电、水电、风电以及太阳能发电所发出的电力。

可见，虽然传统化石能源短时间内无法被非化石能源完全替代，但我国节能减排、迈向更清洁能源结构的道路不会改变，这也对中国传统能源企业的转型升级带来了很大的挑战。当前煤炭依然是我国主要的能源消费需求，传统能源企业面临着能源消费结构调整的压力，减少煤炭的使用。油气对外依赖度高，逐步提高石油、天然气乃至新能源的使用比例，仍存在很大困难。

值得注意的是，传统能源企业的转型升级方式也同样存在争议。在双碳目标下，生态环境部及地方都通过各项政策对高能耗、高排放（下称“两高”）项目的新建、改建、扩建进行了更为严格的约束。以煤炭发电（下称“煤电”）为例，其是典型的两高产业，截止2021年7月底煤电装机容量为10.9亿千瓦。但中国电力企业联合会提出，煤电装机在2030年应该达到13亿千瓦，电力规划设计总院则表示到2035年14亿千瓦煤电才能满足我国电力需求；但这无疑将对我国实现双碳目标带来更大挑战。在煤电初期建设投入高、成本回收周期长的情况下，我国在役煤电机组平均服役年限当前仍远低于发达国家水平，若其提前退出也将对使得已投入成本无法回收，相关大额贷款面临违约，可能带来系统性金融风险。

新能源企业的发展也同样面临挑战。以光伏发电和风电企业为例，近年来，随着光伏和风电技术的逐渐成熟，我国光伏和风电的发电成本日益下降。根据《国家发展改革委关于完善风电上网电价政策的通知》和《国家发展改革委关于完善光伏发电上网电价机制有关问题的通知》，2021年起我国除户用光伏以外，其余光伏项目和风电项目全部将进入无补贴时代，这是新能源企业发展到新阶段的必然要求，但同时也要求光伏和风电企业必须调整自身对补贴的依赖，寻求提高企业效益的其他方式「4」。其他新能源企业也普遍面临着和光伏发电、风电企业相似的挑战，即在无补贴的市场环境下，如何适应新发展阶段的要求，如何提高自身市场竞争力并谋求进一步的发展。

虽然新能源为实现碳达峰、碳中和目标提供了高效可行的系统解决方案，但是新能源发电具有波动性、间歇性和不可预测性，新能源高比例接入电网后，　增加了电网调峰、调频的压力，由此，储能行业也迎来了新的发展机遇和挑战。目前，国内装机容量最大的储能方式仍为抽水蓄能，而储能技术则主要围绕锂离子电池储能技术基础研发和应用研究展开。但储能产业政策在顶层设计和规划发展方面仍在起步阶段，政策系统性和针对性仍需要加强。储能企业作为发展低碳或零碳电力系统的重要支撑，在未来能源体系中扮演重要角色，除了通过国家重点研发计划突破现有技术瓶颈，攻克现有难题外，国家层面应进一步提升储能战略地位，科学合理规划储能产业发展目标和布局，促进企业产学研用结合和市场化应用。

「4」《碳达峰、碳中和带来的机遇与挑战》，前瞻产业研究院

可见，在双碳目标约束下，传统能源企业低碳转型工作压力增大，新能源企业业务盈利模式发生转变，储能等适应新型能源结构需要的企业尚在起步阶段。在当前新冠疫情反复、企业生产经营压力普遍增大的情况下，中国能源企业的未来发展仍面临着较大的挑战。

1.1.3 双碳目标下中国能源企业主要机遇

在双碳目标提出后，风电和光伏发电等清洁能源企业迎来发展利好，储能、氢能等绿色低碳技术得到更大关注，这将给予相关企业前所未有的发展机会，助力其在国际上取得领先地位；而在未来能源系统低碳化变革下，传统能源企业也应尽早进行转型部署，迎接挑战。

发电行业是当前碳排放的最主要来源，双碳目标的实现，需要发电行业通过提高清洁能源发电比例来降低碳排放。据中电联发布的《2020年全国电力工业统计快报一览表》数据显示，至2020年底，我国风电装机2.81亿千瓦、光伏发电装机2.53亿千瓦，合计达5.34亿千瓦。而在2020年12月12日，中华人民共和国主席习近平在气候雄心峰会上宣布“到2030年，风电、太阳能发电总装机容量将达到12亿千瓦以上”。与此同时，2021年3月25日，国家发改委、财政部、央行、银保监会、国家能源局五部门联合印发《关于引导加大金融支持力度，促进风电和光伏发电等行业健康有序发展的通知》，给予相关企业信贷优惠等支持政策。风电、光伏发电在迎来行业发展利好的同时也得到了更大的资金支持。

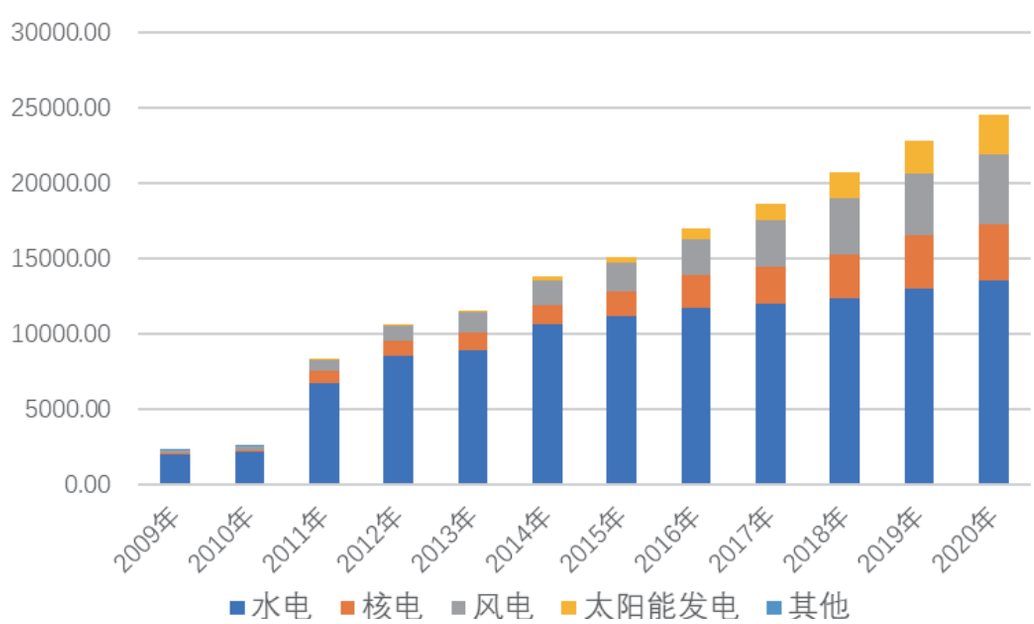


图 2 2009年–2020年中国可再生能源发电情况（单位：亿千瓦时）

数据来源：中国电力企业联合会年度汇总信息

双碳目标愿景下，构建以新能源为主体的新型电力系统成为方向，也为储能迎来跨越式发展催生机遇。储能行业当前也受到了从政策到资金乃至全社会的关注。2021年7月15日，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》，其中指出“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，新型储能在推动能源领域碳达峰碳中和过程中发挥显著作用；到2030年，实现新型储能全面市场化发展，新型储能成为能源领域碳达峰碳中和的关键支撑之一”。2021年8月9日，华夏、易方达、广发、汇添富、华泰柏瑞五家基金公司均申报中证储能产业ETF「5」，成分股涉及储能电池及储能系统等行业。2021年8月10日，《国家发展改革委　国家能源局关于鼓励可再生能源发电企业自建或购买调峰能力增加并网规模的通知》，鼓励在自愿的前提下自建储能或调峰资源增加并网规模；允许发电企业购买储能或调峰能力增加并网规模。通过与调峰资源市场主体进行市场化交易的方式承担调峰责任，以增加可再生能源发电装机并网规模。

能源供给结构中，电力作为二次能源，在一定程度上替代了传统化石能源，但有部分工业生产场景无法使用电力供能，故而需要其他清洁能源作为补充，氢能被作为电能的重要补充能源备选。国家能源局于2021年4月22日发布的《2021年能源工作指导意见》中提出“开展氢能产业试点示范，探索多种技术发展路线和应用路径”；许多省市也做了进一步的政策跟进，如北京市经济和信息化局就于2021年8月16日印发了《北京市氢能产业发展实施方案（2021–2025年）》。不少大型能源企业也开始探索建设氢能产业，如中国燃气表示其已与气电集团达成氢能领域的战略合作框架协议，将合作发展撬装天然气制氢和加氢站建设等项目。

在双碳目标背景下，传统化石能源行业发展进入政策低谷期。而由于新能源发展的进程以及经济发展的需求，我国对传统能源的需求在短时间内仍将保持增长，但传统能源行业也势必需要进行一定的改变，这也是其在当前经济发展新时期的重要机遇。

对许多传统化石能源企业来说，当前需要不断提高能源利用效率，加大减碳力度；由于光伏发电和风电等清洁能源的发展离不开调峰电源的有效补充，在我国以煤炭为主要一次能源的背景下，煤电灵活性改造的重要性被多次强调，相关企业对技术改造的及时跟进也将给自身未来的发展带来更加良好的机遇。

「5」 ETF：交易型开放式指数基金

1.2 碳中和贡献力榜单的目的与意义

自国家双碳目标提出之后，各能源企业陆续采取了一系列行动，包括提出碳达峰碳中和时间表、开展储能技术、开发绿色低碳技术、开发氢能、分布式光伏、风电等清洁能源、节能降耗、发行碳中和债券和基金等等，为国家双碳目标作出实际行动及贡献。

1.2.1 碳中和贡献力榜单的目的

考虑到能源企业的碳排放量占全国碳排放量的比例极高，其自身的发展目标和路径，方案及相关工作的实施和落地，是影响中国双碳目标实现的重要因素。为研究中国能源企业相关行动对碳中和这一历史目标的贡献，评估其采取相关行动的积极性和实施效果，我们编制了本报告。

报告中，我们综合考虑了能源企业营收、社会影响力、数据披露程度以及行业性质，从中国能源企业五百强中选取了五十家代表企业，对这些企业的相关行动进行了碳中和贡献力的评估。

评估过程中，我们采用碳排放数据、能耗指标、碳中和时间表/路线图以及技术创新情况等相关定量指标和定性指标，从各能源企业的碳源减排和碳汇吸收贡献、企业碳中和行动方案贡献、企业减排技术贡献、企业碳金融贡献及企业社会责任贡献等五个方面贡献度着手，对企业碳中和贡献力进行评估。

1.2.2 碳中和贡献力榜单的意义

实现碳达峰、碳中和是我国向世界做出的庄严承诺，也是一场广泛而深刻的经济社会变革。在“十四五”乃至未来很长一段时间，节能减排、低碳发展都将是我国环境治理以及国家治理、社会治理的一个重要主题。而早日实现双碳目标，离不开企业的积极行动与参与。

碳中和贡献力榜单旨在为更多能源企业进行碳达峰、碳中和提供工作方向借鉴，进一步激励有关能源企业加大工作部署力度，为国家实现双碳目标贡献更多的力量。

对于榜单位列前十的能源企业，一方面发挥先进示范作用、带动其他企业向双碳目标迈进；另一方面进一步加大自身双碳目标工作力度。部分在榜单的企业尽管当前已实现碳达峰，

但其自身排放体量仍然较大，从中长期来看，仍需考虑通过结构调整、技术改造和创新等方式持续行动，以实现碳中和的目标。而对于未进入榜单的企业，则可以积极学习先进经验，全面行动，加强披露，控制达峰峰值，早日实现碳排放与自身发展的脱钩，实现碳中和。

二、中国能源企业现状解析

2.1 中国能源行业现状

据《中国2030年前碳达峰研究报告》数据，2019年，全社会碳排放量约105亿吨，其中能源活动碳排放量约98亿吨，占全社会碳排放比重约87%（不含LULUCF）「6」。根据国务院新闻办公室于2020年12月21日发布的《新时代的中国能源发展》白皮书，2019年我国碳排放强度比2005年下降48.1%，提前完成了我国向国际社会承诺的2020年前碳排放强度比2005年下降40%–45%的目标。2020年我国全社会碳排放约106亿吨，其中电力行业碳排放约46亿吨，工业领域碳排放约43亿吨。预计2030年全社会碳排放总量目标为102亿吨，2030年一次能源消费总量达到60亿吨标准煤。

因此，从能源活动碳减排入手，以能源生产清洁化、能源消费电气化为方向，着力优化能源结构、提高能源效率、严控化石能源总量，构建清洁能源为主导、绿色电力为重心的现代能源体系，是助力实现双碳目标的关键途径之一。

依照能源消费结构和企业主营业务，本次报告将能源行业划分为传统能源产业、新能源产业和能源产业链。

2.1.1 传统能源产业

传统能源产业指业务范围包括煤炭、石油、天然气、石化等方面能源的勘探、使用和储运的企业。

从1950年到2020年我国碳排放来源占比的数据来看，煤炭是我国能源活动碳排放的主要来源。2020年，传统三大化石能源煤炭、石油和天然气的合计碳排放量占我国碳排放总量的91.87%。在产生相同能量的情况下，燃烧煤所释放的二氧化碳高于燃烧石油和天然气所排放的二氧化碳，而天然气在产生同等能量的情况下又较石油所产生的碳排放量更少「7」。

「6」即土地利用变更和森林

「7」《碳达峰、碳中和带来的机遇与挑战》，前瞻产业研究院

因此，想降低碳排放，我国将必须调整当前的能源消费结构，减少煤炭的使用，逐步提新能源、可再生能源的使用比例。

除了传统能源直接燃烧产生的碳排放外，其生产和加工、运输等过程本身会消耗大量的能源，从而产生碳排放。以2019年我国传统能源相关业务能源消耗占工业消费比重为例，传统能源相关业务能源消费量占全国工业能源消费量的30.32%。其中在电力、热力和燃气生产供应环节所消耗的能源达2,336.19万吨标准煤，在石油加工、炼焦及核燃料加工业环节消耗能源1,648.31万吨标准煤，在化学原料及化学制品制造业消耗能源1,646.95万吨标准煤。因此为实现双碳目标，传统能源领域降低自身能源消耗将是重中之重。

2.1.2 新能源产业

新能源产业业务范围包含光伏、核能、风电、光电、生物质能等，发展新能源产业也是实现双碳目标的必由之路。

我国太阳能、风能的资源禀赋处于优势地位。依照太阳能辐照强度，我国所有地区均是太阳能资源可利用区，资源分布总体呈现“高原大于平原、西部干燥区大于东部湿润区”的特点。我国陆上风能资源主要集中在“三北”地区，中东部地区相对有限，海上风能在浙江东南部沿海、广东、海南沿海区域尤为丰富「8」。

近年来在多种政策的支持下，新能源在全国范围内得到了快速的推广和应用。2021年上半年，我国发电装机容量总量225,660万千瓦，同比增长9.5%，其中风电装机容量29,192万千瓦、太阳能发电装机容量26,761万千瓦，同比分别增长34.7%和23.7%，以风能和太阳能为代表的新型能源增长迅速。

此外，新能源汽车也是当今社会关注的热点行业之一。当前，国内新能源汽车销量占汽车总销量的比重在4.5%左右。受政策及能源清洁转型的大趋势利好影响，新能源汽车市场在2020年第三季度、第四季度迎来了销量井喷，2020年下半年，新能源汽车产销量平均同比增长46.97%和61.95%，产业一片欣欣向荣。

在全球新能源500强中，中国企业占214家，排名第一。2021年，中国新能源企业总营业收入18,115亿元；2020年为15,983亿元，增长率为13.34%，基本保持10%以上增速。

「8」李晖,刘栋,姚丹阳，《面向碳达峰碳中和目标的我国电力系统发展研判》，中国电机工

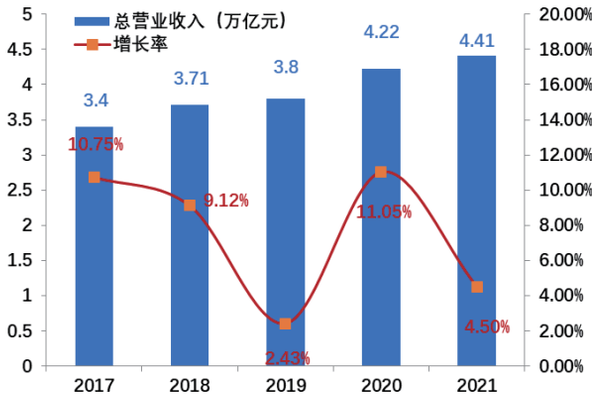


图 3 2017–2021年全球新能源500强总营业收入

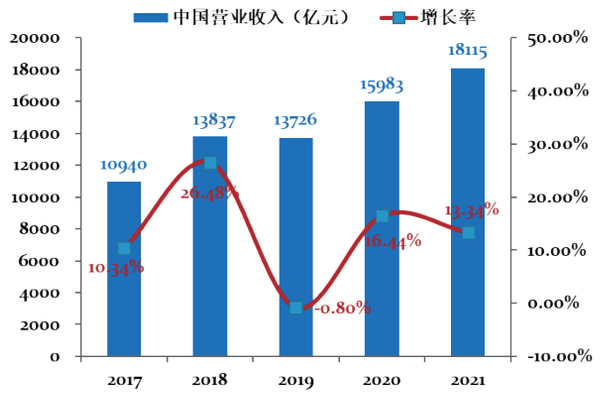


图 4 2017–2021年全球新能源企业500强 中国企业总营业收入（亿元）

2.1.3 能源产业链

本报告中能源产业链指除能源的开发使用外，其他各种能源相关的上下游业务，包括产业链上游的储能技术、设备制造等辅助技术研发，以及下游的能源数字经济、能源投资与技术咨询等市场业务。与传统能源产业和新能源产业一样，能源产业链在助力实现双碳目标上同样发挥重要作用。

在如今互联网和数字科技的潮流下，能源行业迎来发展的新契机，互联网数字技术与能源生产消费的相互赋能得到更大关注。一些企业创新性地提出建设新能源数字经济平台，通过新一代信息技术与新能源业务深度融合，解决信息资源方面的难点和痛点，打造新能源生态圈，促进新能源产业链上下游共同发展，实现新能源高质量发展。

对于储能行业而言，目前全球储能装机超过90%为抽水储能，锂离子电池、压缩空气储能等新型储能技术也被视为未来实现“新能源+储能”的重要方向。以锂电池储能为例，过去的十年里，其在循环次数、能量密度、响应速度等方面均取得巨大进步，2020年锂电池成本较2013年下降了80%，不断下降的成本正在突破锂电池在电力储能领域的大规模经济约束「9」。

2.2 能源企业样本代表

综合考虑能源企业细分行业代表性、营收、社会影响力、数据披露程度以及行业性质，本报告选取了中国能源行业中的代表性企业，进行针对性的数据征集并开展碳中和贡献力建模和分析。

「9」 周倜然，蒋福佑，《碳中和目标下的储能“猜想”》，中国电业

2.2.1 企业调研征集

首先，企业调研征集范围尽量覆盖电力、热力、煤炭/石油开采、新能源技术、能源服务等重点能源行业；同时考虑传统能源、新能源、能源产业链三大类别在双碳工作中权重不同，均衡三大类别企业数量；再次，考虑500强企业所在细分行业的影响力、营收情况，选取体量大、有代表性的行业位列前十企业；最后，为确保评价的多维度，考虑已经开展或者有意向开展的双碳工作、清洁能源、低碳技术的企业。基于以上原则，我们最终从中国能源企业500强中选取了50家代表企业开展分析，目录如下：

表 1 50家代表企业 （按字母排序）

企业名称	所属细分行业
北京控股集团有限公司	能源产业链
比亚迪汽车有限公司	新能源行业
大同煤矿集团有限责任公司	传统能源行业
北京控股集团有限公司	能源产业链
比亚迪汽车有限公司	新能源行业
大同煤矿集团有限责任公司	传统能源行业
富海集团有限公司	传统能源行业
广东省能源集团有限公司	能源产业链
广西投资集团有限公司	能源产业链
国家电力投资集团有限公司	能源产业链
国家电网有限公司	传统能源行业、新能源行业
国家能源投资集团有限责任公司	能源产业链
哈尔滨电气集团有限公司	能源产业链
华润电力控股有限公司	传统能源行业、新能源行业
华润燃气控股有限公司	传统能源行业

企业名称	所属细分行业
冀中能源集团有限责任公司	传统能源行业
江苏中天科技股份有限公司	新能源行业
晶科能源控股有限公司	能源产业链
开滦（集团)有限责任公司	能源产业链
隆基绿能科技股份有限公司	新能源行业
内蒙古伊泰集团有限公司	传统能源行业
宁德时代新能源科技股份有限公司	新能源行业
山西潞安矿业（集团）有限责任公司	传统能源行业
陕煤集团神木红柳林矿业有限公司	传统能源行业
陕西延长石油（集团）有限责任公司	传统能源行业
申能（集团）有限公司	传统能源行业、新能源行业
天合光能股份有限公司	新能源行业
通威集团有限公司	能源产业链
香港中华煤气有限公司	传统能源行业
协鑫集团有限公司	能源产业链
欣旺达电子股份有限公司	能源产业链
新奥集团股份有限公司	能源产业链
新疆金风科技股份有限公司	新能源行业
新疆特变电工集团有限公司	能源产业链
阳光电源股份有限公司	能源产业链
阳光能源控股有限公司	新能源行业

企业名称	所属细分行业
正泰集团股份有限公司	能源产业链
中国大唐集团有限公司	传统能源行业、新能源行业
中国电力建设集团有限公司	传统能源行业、新能源行业
中国光大国际有限公司	新能源行业
中国海洋石油集团有限公司	传统能源行业
中国航空油料集团有限公司	能源产业链
中国核工业集团有限公司	新能源行业
中国华电集团有限公司	传统能源行业、新能源行业
中国华能集团有限公司	传统能源行业、新能源行业
中国节能环保集团有限公司	新能源行业
中国南方电网有限责任公司	传统能源行业、新能源行业
中国能源建设集团有限公司	新能源行业
中国平煤神马能源化工集团有限责任公司	传统能源行业
中国石油化工集团有限公司	传统能源行业
中国石油天然气集团有限公司	传统能源行业
中国长江三峡集团有限公司	新能源行业
中国中化集团有限公司	能源产业链

所选50家企业中，部分企业营收情况和净利润数据缺失，剩余39余家企业的营收状况和净利润如下图所示，企业营收约为2000亿元至2.6万亿元，利润约为–50亿元至450亿元。

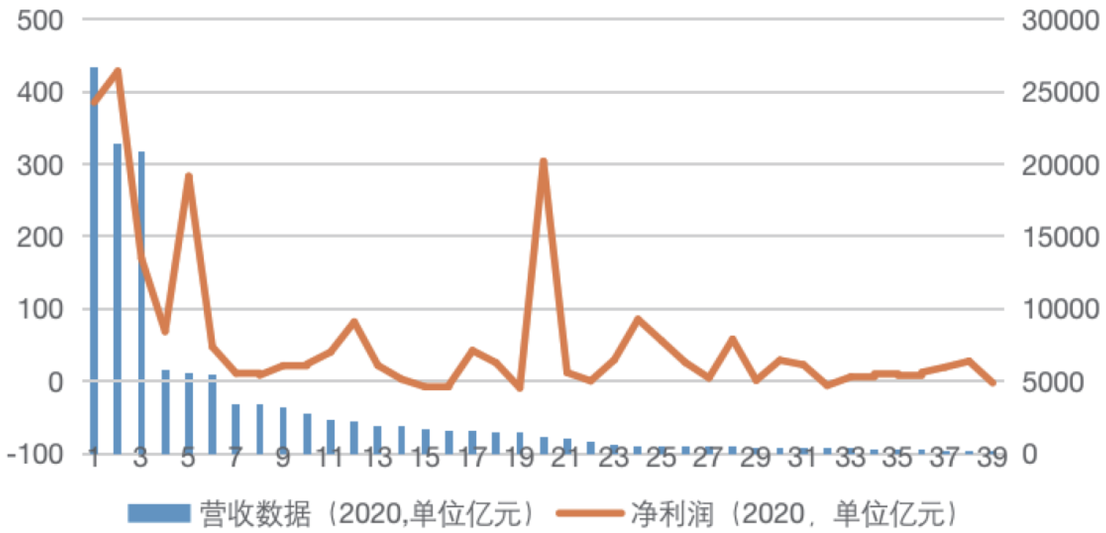


图 5 企业营收与净利润状况（营收为右轴）

2.2.2 企业产业分布

从所属行业统计结果来看，50家能源企业分为石油、煤炭、天然气等传统能源行业；光伏、核能、风电、光电、生物质能等新能源行业；以及能源数字经济、储能等能源产业链行业。具体分布如图6。

细分50家企业的主营能源业务范围，综合统计可得到词云图如图7。

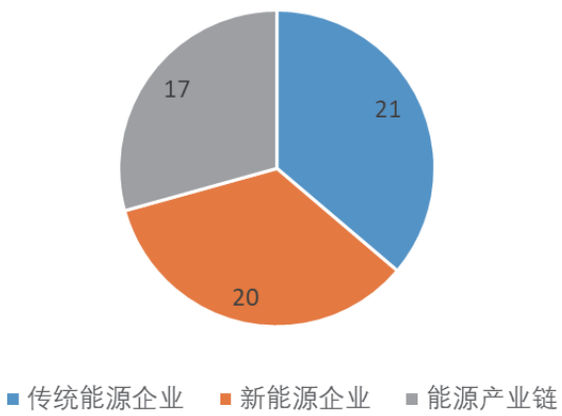


图 6 企业所属行业分布图（部分企业涉及多种行业）

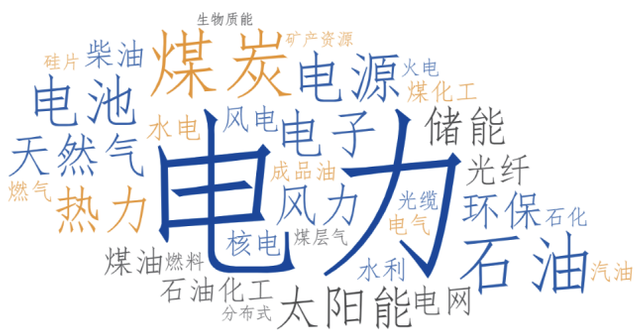


图 7 企业业务词云图

三、碳中和贡献力模型

3.1 碳中和贡献力评价模型构建思路

为评价各能源企业碳中和贡献力，本报告采用基于层次分析法（以下简称“AHP”）的综合评价法构建企业碳中和贡献力评价模型。该模型基于模糊运算法则，对定性指标进行量化评价，对定量指标做映射处理，以进行综合排名。模型构建思路具体如下：

首先，建立了一套科学的多级指标体系，该体系将指标划分为目标层、准则层、指标层，涵盖企业碳中和从战略到碳吸收取得的成绩等多方面评价。

其次，采用层次分析法，发挥AHP方法规范化、数量化、降低不确定性因素的优势，结合行业内专家意见对多级指标体系进行打分获得权重。

最后，采用综合评价法，根据专家意见将定性指标做定量化处理、定量指标做映射处理，转换为评语集对应的隶属度分布。在此基础上使用AHP获得的权重得到企业最终隶属度，与评语集对应的数值集运算后可得到碳中和贡献力最终得分。

3.2 碳中和贡献力评价指标

3.2.1 评价指标体系构建原则和选取思路

为确保能源企业碳中和贡献力评价指标体系的合理有效，在进行评价指标构建过程中，本次报告严格遵循构建指标的全面性、可操作性和导向性原则，并且不断完善选取指标的基本步骤，以期有效地提升指标体系的可靠性。

能源企业碳中和贡献力评价指标体系的选取，是对能源企业碳减排碳吸收贡献力，碳中和行动方案贡献力等各个方面进行去粗取精，最终得出整个综合评价指标体系。确定构建指标体系的思路如下：

（1）将能源企业竞争力评价，尤其是企业低碳绿色竞争力的研究成果和相关文献资料进行搜集整理，并结合企业特点初步选定评价指标。

（2）在初步选定评价指标的基础上，进行指标的解释、筛选，咨询相关专家意见和相关专业部门调查，删除与双碳目标不相关的指标，最终确定碳中和贡献力评价指标体系。

3.2.3 碳中和贡献力评价体系的构建

根据上述的指标体系的基本原则和思路，本次报告能源企业碳中和贡献力评价指标体系准则层主要从五个方面进行设置：

（1）碳源减排和碳汇吸收贡献力

（2）企业碳中和行动方案贡献力

（3）企业减排技术贡献力

（4）企业碳金融贡献力

（5）企业社会责任贡献力

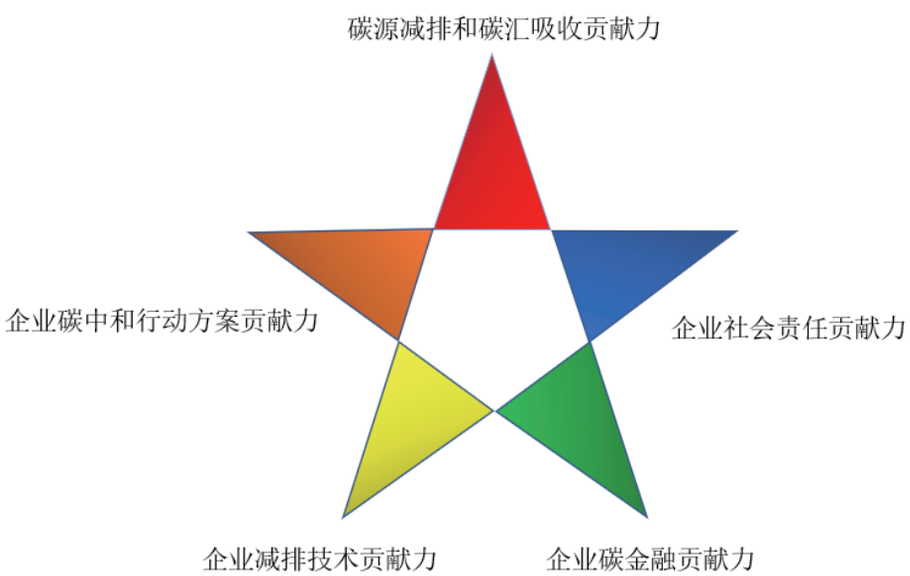


图 8 指标体系准则层

评价指标体系分别从现阶段碳源减排和碳汇吸收、未来企业政策布局、未来企业节能减排技术、碳金融体现了对未来碳中和大计的贡献力。此外，考虑到候选的500强能源企业细分领域差异、地域差异、企业结构差异，加入企业社会责任贡献力对企业碳中和总体贡献力评价做修正，以期尽可能全面、准确地反应企业碳中和贡献力。

选定相关指标后，对这些指标按梯度赋值、打分。如图8所示，指标体系准则层的顶部是碳减排和碳汇吸收贡献力，在指标体系中拥有较大权重，两脚是碳金融和技术，代表着经济技术双支撑，两翼是行动方案和社会责任。

最终的贡献力评价指标体系如下表2所示：

表 2 贡献力评价指标体系

目标层	准则层	指标层
能源企业碳中和贡献力C	碳源减排和碳汇吸收贡献力C1	碳减排水平C11
		碳吸收水平C12
	企业碳中和行动方案贡献力C2	碳达峰实现时间C21
		碳中和实现时间C22
		是否制定详细方案C23
	企业低碳技术贡献力C3	核心技术布局C31
		清洁能源布局C32
		循环经济产业链C33
		节能减排情况C34
	企业碳金融贡献力C4	碳交易情况C41
		CCER交易情况C42
		碳中和债券发行情况C43
	企业社会责任贡献力C5	是否加入有关应对气候变化相关组织C51
		是否成立碳中和有关工作小组C52
		是否获得有关第三方认可C53

3.2.4 指标具体解释

（1）碳源减排和碳汇吸收贡献力

对能源企业来说，在碳源部分的减排力和在碳汇部分的吸收水平可以最直接地反映该企业的碳中和贡献力，是模型中首先考虑的碳中和贡献力指标。

1）碳减排水平：通过企业的年度碳减排量进行评价，反映碳减排带来的贡献，以年度二氧化碳减排当量（吨）为单位。

2）碳吸收水平：通过企业碳汇项目（如森林碳汇）进行评价，反应碳吸收带来的贡献，如全年义务植树株数和生态保护林建设状况等。

示例：中石化完成全年植树造林170.3万株，实现了17,094万吨二氧化碳当量的减排。

（2）企业碳中和行动方案贡献力

实现碳中和是一个跨越当前时间节点的目标，不仅关注现在的贡献力，也应该考虑未来的贡献力。因此我们选用各企业公布的碳达峰/碳中和时间、碳达峰/碳中和行动方案来反映此部分贡献力。

1）碳达峰时间：根据各能源企业公布的碳达峰时间进行等级评价。

2）碳中和时间：根据各能源企业公布的碳中和时间进行等级评价。

3）碳中和行动方案：根据各能源企业是否公布具体的行动方案及行动方案的颗粒度进行等级评价。

示例：五大发电集团为代表的主要电力企业分别制定了碳达峰时间表和相关具体目标，并已着手行动。

表 3 五大发电集团碳达峰时间及行动方案「10」

名称	预计碳达峰时间	行动方案
国家能源集团	2025年	到到“十四五”末，可再生能源新增装机达到 7,000~8,000 万千瓦 占比达到 40%的目标
华能集团	2025年	到2025 年新增新能源装机 8,000 万千瓦以上，确保清洁能源装机占比 50%。到2035 年清洁能源装机占比 75% 以上
华电集团	2025年	“十四五”期间新增新能源装机 7,500 万千瓦，清洁能源装机占比接近 60%
国家电投集团	2023年	到2025 年，电力装机达 2.2 亿千瓦，清洁能源装机比重提升到 60%
大唐集团	2025年	实现从传统电力企业向绿色低碳能源企业转型，到 2025 年非化石能源装机超过50%

（3）企业减排技术贡献力

双碳目标的实现，很大程度上依赖降碳、低碳、负碳技术的创新和使用。因此我们选用企业减排技术方面的布局使用情况来反应企业对碳中和的贡献力。

1）核心技术布局：反映企业减排固定技术（如CCUS）的贡献力。

示例：华润电力研发碳捕捉技术，其中广东海丰电厂碳捕集测试平台项目已成功捕集超过10,000吨高纯度二氧化碳。

2）清洁能源布局：通过企业主营业务使用或生产的能源类型和能源结构转型情况评价企业的清洁能源贡献力。

示例：中国节能致力于以“清洁能源”和“多能互补”为特色的区域联合能源技术的推广与规模化应用，同时在SGG纳米膜层等光伏新技术也有试点工作。

3）循环经济产业链：通过企业污染物或废物再回收利用的情况反映其贡献力。

示例：协鑫集团，在开展生活垃圾焚烧发电的同时，进一步优化“三废”排放指标（废水，废气，固体废弃物），在光伏铸锭开方生产过程中，经过研发利用无毒无害的可循环利用材料代替泡沫胶，从源头减少危废产生。

「10」《双碳背景下中国能源行业转型之路》，安永

4）节能减排情况：通过企业能源利用技术革新和节约资源情况反映其贡献力。

示例：阳光电源将集装箱式集成逆变器进化为户外柜逆变器，并选用符合RoHS要求的环保材料和工艺，降低能耗。

（4）企业碳金融贡献力

碳中和是国家的整体目标，不仅仅包括各个企业各自进行节能降碳，还涉及降碳任务在企业各个板块的合理分配以及投入的资金问题。因此企业的碳金融行动也被考虑为反应碳中和贡献力的因素之一。

1）碳市场：碳市场是实现碳达峰碳中和目标的核心政策工具之一，通过企业碳市场参与度反应其贡献力「11」。

2）CCER（国家核证自愿减排量）：反应企业CCER市场上自愿减排的贡献力。

3）碳中和债券、基金等：反应企业碳中和债券、碳基金发行方面的贡献力。

示例：中国石化拥有碳交易企业试点数量14家，碳交易量189万吨，碳交易额4885万元；中国大唐集团有限公司开展中国包装行业的第一单 CCER“碳中和”项目；2021年3月4日，中国华电成功发行首期碳中和绿色债，发行规模15亿元。

（5）企业社会责任贡献力

作为前面四大指标的补充项，设定企业社会责任贡献力指标，包括参与应对气候变化相关组织、成立工作小组、绿色认定情况等，以期使评价体系尽量全面。

示例：光大国际获得「一带一路」绿色发展国际联盟战略合作伙伴和长江经济带生态大保护战略合作伙伴，连续第四年获纳入道琼斯可持续发展新兴市场指数；2021年6月18日，华电集团发布“十三五”碳排放白皮书。

3.3 碳中和评价模型建模

3.3.1 AHP建模

层次分析法建模的步骤包括：建立递阶层次的结构模型；构造判断矩阵；层次单排序及

「11」 当前全国碳市场与试点碳市场覆盖范围有限，部分企业可能不具备参与碳市场的条件。

一致性检验；层次总排序及一致性检验，在碳中和贡献力上的具体实现如下：

（1）建立递阶层次的结构模型

首先把问题层次化，构造出一个有层次的结构模型，一般分为以下三类：

目标层：层次中只有一个元素。也就是目标指数，是分析问题的预定目标。本报告选取能源企业碳中和贡献力作为目标层。

准则层：这一层次中包含了为实现目标所涉及的中间环节，它可以由若干个层次组成，包括所需考虑的准则、子准则。本报告准则层包括碳源减排和碳汇吸收贡献力、企业碳中和行动方案贡献力、企业低碳技术贡献力、企业碳金融贡献力、企业社会责任贡献力。

指标层：这一层次包括了为实现目标可供选择的各种措施、决策方案等。本报告指标层包括碳减排水平、碳吸收水平、碳达峰实现时间、碳中和实现时间、是否制定详细方案、核心技术布局、清洁能源布局、循环经济产业链、节能减排情况、碳交易情况、CCER交易情况、碳中和债券发行情况、是否加入有关应对气候变化相关组织、是否成立碳中和有关工作小组、是否获得有关第三方认可。

（2）构造判断矩阵

层次结构反映了因素之间的关系，但准则层中的各准则在目标衡量中所占的比重在不同决策者的心目中并不一定相同。由于某因子在该因素中所占的比重不易量化造成权重不好确定。而当影响某因素的因子较多时，直接考虑各因子对该因素有多大程度的影响时，常常会因考虑不周全、顾此失彼而使决策者提供与他实际认为的重要性程度不相一致甚至隐含矛盾的数据。

假设要比较n个因子X={x，…，x}对某因素Z的影响大小，为提供较为可信的数据，可以采取对因子进行两两比较建立成对比较矩阵的办法。即每次取两个因子x_i和x_j；，以a_{ij}表示x_i和x_j对Z的影响大小之比，全部比较结果用矩阵A=（a_{ij}）表示，称A为Z–X之间的判断矩阵。容易看出，假设x_i与x_j对Z的影响之比为a_{ij}，引用数字1–9及其倒数作为标度确定a_{ij}的值。下表列出了1–9标度的含义。

表 4 矩阵的标度及含义

序号	重要性等级	赋值
1	i ， j 两因素同样重要	1
2	i 因素比 j 因素略微重要	3
3	i 因素比 j 因素明显重要	5
4	i 因素比 j 因素强烈重要	7
5	i 因素比 j 因素极端重要	9
6	i 因素比 j 因素稍不重要	1/3
7	i 因素比 j 因素明显不重要	1/5
8	i 因素比 j 因素强烈不重要	1/7
9	i 因素比 j 因素极端不重要	1/9

下面为碳中和贡献力评价体系当中各个分部分的判断矩阵。

表 5 碳源减排和碳汇吸收贡献力权重集C1

C1	C11	C12
C11	1	1
C12	1	1

表 6 企业碳中和行动方案贡献力权重集C2

C2	C21	C22	C23
C21	1.0000	1.0000	0.3333
C22	1.0000	1.0000	0.3333
C23	3.0000	3.0000	1.0000

表 7 企业减排技术贡献力权重集C3

C3	C31	C32	C33	C34
C31	1.0000	3.0000	5.0000	3.0000
C32	0.3333	1.0000	3.0000	3.0000
C33	0.2000	0.3333	1.0000	0.3333
C34	0.3333	0.3333	3.0000	1.0000

表 8 企业碳金融贡献力权重集C4

C4	C41	C42	C43
C41	1.0000	5.0000	7.0000
C42	0.2000	1.0000	3.0000
C43	0.1429	0.3333	1.0000

表 9 其他补充贡献力权重集C5

C5	C51	C52	C53
C51	1.0000	5.0000	0.3333
C52	0.2000	1.0000	0.1429
C53	3.0000	7.0000	1.0000

表 10 各个准则的贡献力权重集C

C	C1	C2	C3	C4	C5
C1	1.0000	3.0000	3.0000	7.0000	9.0000
C2	0.3333	1.0000	0.3333	3.0000	5.0000
C3	0.3333	3.0000	1.0000	5.0000	5.0000
C4	0.1429	0.3333	0.2000	1.0000	1.0000
C5	0.1111	0.2000	0.2000	1.0000	1.0000

1）根据各部分的判断矩阵可以计算得到各准则下面包括的指标的权重：

C1准则下各指标的权重为：[0.5 0.5]

C2准则下各指标的权重为：[0.2 0.2 0.6]

C3准则下各指标的权重为：[0.537 0.2143 0.0833 0.1364]

C4准则下各指标的权重为：[0.7447 0.1579 0.0909]

C5准则下各指标的权重为：[0.2381 0.0769 0.6774]

各个准则间的权重为：[0.5207 0.1327 0.2113 0.0588 0.0476]

2）一致性检验

由于向量和矩阵最多涉及到五维，不涉及高维度的不一致问题，因此可略去该部分的工作，认为通过一致性检验。

3.3.1 综合评价法建模

综合评价算法步骤如下：

（1）建立评价因素集、评语集、数值集和权重集

1）根据上表得到的评价因素集如下：

C1={C11，C1}

C2={C21，C22，C23}

C3={C31，C32，C33，C34}

C4={C41，C42，C43}

C5={C51，C52，C53}；

2）构造评语集和数值集

评语集：

V={V1，V2，,V3，V4，V5}={特优，优，良，中，待加强}；

评语集对应的数值集N={N1，N2，N3，N4，N5}={95,85,72,60,50}；

3）建立目标分配权重集

在3.3.1的层次分析法当中，我们已经得到了各个权重集。

W1 = [0.5 0.5]

W2 = [0.2 0.2 0.6]

W3 = [0.537 0.2143 0.0833 0.1364]

W4 = [0.7447 0.1579 0.0909]

W5 = [0.2381 0.0769 0.6774]

W = [0.5207 0.1327 0.2113 0.0588 0.0476]

（2）构造隶属度子集R_i,R_i=（r_{i1}，r_{i2},…，r_{im}）（R_i指评价因素中第i个指标对应评语集中的每个v1,v2, …，vm的隶属度，即

$$r_{ij}=\frac{\text{第i个指标中选择vj的人的个数}}{\text{参与评价的总人数}}$$

其中j=（1,2，，m）。

对所有候选能源企业，为确定具体指标的隶属度，我们邀请10名能源行业专业人士进行匿名调查评价。以某能源企业为例，该企业的指标隶属度表如下：

表 11 指标隶属度表

目标层	准则层	指标层	特优	优	良	中	待加强
能源企业碳中和贡献力	碳源减排和碳汇吸收贡献力	碳减排水平C11	2	8	0	0	0
		碳吸收水平C12	3	3	2	1	1
	企业碳中和行动方案贡献力	碳达峰实现时间C21	2	5	2	1	0
		碳中和实现时间C22	3	2	5	0	0
		是否制定详细方案C23	2	5	3	0	0
	企业低碳技术贡献力C3	核心技术布局C31	4	3	2	1	0
		清洁能源布局C32	3	6	1	0	0
		循环经济产业链C33	0	1	4	4	1
		节能减排情况C34	0	2	5	3	0
	企业碳金融贡献力C4	碳交易情况C41	3	5	2	0	0
		CCER交易情况C42	2	2	2	2	2
		碳中和债券发行情况C43	2	2	2	2	2
	企业社会责任贡献力C5	是否加入有关应对气候变化相关组织C51	2	6	2	0	0
		是否成立碳中和有关工作小组C52	2	2	2	2	2
		是否获得有关第三方认可C53	0	8	2	0	0

备注：表格中数值代表选择相应选项的人数。

由此可以得到各个准则的隶属度矩阵：

准则 C1 的隶属度矩阵 R1=

$$\begin{bmatrix} 0.2 & 0.8 & 0 & 0 & 0 \\ 0.3 & 0.3 & 0.2 & 0.1 & 0.1 \end{bmatrix}$$

然后进行模糊矩阵的复合计算：

S1=W1*R1=

$$[0.25 \quad 0.55 \quad 0.1 \quad 0.05 \quad 0.05]$$

同样地，分别对 C2、C3、C4、C5 重复上述过程，计算隶属度矩阵 R2、R3、R4、R5，进而得到模糊矩阵如下。

S2=W2*R2=[0.22　0.44　0.32　0　0.02]

S3=W3*R3=[0.28　0.32　0.23　0.13　0.01]

S4=W4*R4=[0.27　0.42　0.20　0.05　0.05]

S5=W5*R5=[0.06　0.70　0.20　0.02　0.02]

这样又得到了关于五个准则的隶属度矩阵：

R=[S1；S2；S3；S4；S5]

$$\begin{bmatrix} 0.25 & 0.55 & 0.1 & 0.05 & 0.05 \\ 0.22 & 0.44 & 0.32 & 0.02 & 0 \\ 0.28 & 0.32 & 0.23 & 0.13 & 0.01 \\ 0.27 & 0.42 & 0.20 & 0.05 & 0.05 \\ 0.06 & 0.70 & 0.20 & 0.02 & 0.02 \end{bmatrix}$$

S=W*R=[0.24　0.47　0.16　0.06　0.03]

根据数值集 N={N1，N2，N3，N4，N5}={95,85,72,60,50}，

得到该企业碳中和贡献力的最终得分 X_F=

$$S \cdot N' = [0.24 \quad 0.47 \quad 0.16 \quad 0.06 \quad 0.03] * \begin{bmatrix} 95 \\ 85 \\ 72 \\ 60 \\ 50 \end{bmatrix} = 79.59$$

3.4 遴选企业评价

3.4.1 模型数据说明

模型所使用数据来源：

（1）由中国能源报面向能源企业于2021年7月8日发放《中国能源企业碳中和贡献力榜单数据调研表》（以下简称“数据调研表”）和《中国能源企业“双碳”目标调研表》（以下简称“目标调研表”）。由各企业以邮件形式反馈。

《数据调研表》中包含被调查企业2019年度、2020年度和2021年1–6月时间跨度下的累计碳减排量、碳排放量、碳排放强度、营业收入、绿色投资额。《目标调研表》包含企业碳达峰预计实现时间、碳中和预计实现时间、是否制定企业的碳达峰或碳中和的计划/路线图、是否对碳排放工作建立了专门的管理办法、是否开展了低碳技术或低碳路径的研究工作、是否开展了绿色金融相关工作。企业填报数据为本次评价提供了关键数据。

（2）由报告编制组通过公开渠道获取各能源企业2020年度可持续发展报告、社会责任报告等，从相关报告中摘录披露的数据，作为碳中和贡献力评价指标的补充数据。

（3）由报告编制组通过公开渠道获取各能源企业碳中和债券、低碳技术投入等公开新闻，作为本次评价的补充数据。

尽管模型涉及的企业在碳披露和社会责任报告、可持续发展报告上的工作较为完善，但部分企业的部分指标中仍然存在数据不可得的情况。对于这部分企业涉及的指标，模型中均进行了全企业平均值替代处理，故可能会出现企业真实经营状况与得分不符的情形。

3.4.2 企业评价结果

按照前述过程，分别对50家能源企业进行不同维度的贡献力打分，得到企业碳中和贡献力榜单。模型所用的部分企业数据和中间数据展示如下：

（1）企业碳减排情况

在2020年，不少企业，如南方电网、中石化和华电集团等二氧化碳减排量都达到了千万吨级别。

（2）碳达峰、碳中和时间规划

2020年9月22日以后，各企业陆续公布双碳目标时间规划，部分摘取如下：

表 12 部分企业双碳时间规划

企业名称	碳达峰时间	企业名称	碳中和时间
中国长江三峡集团有限公司	2023	中国长江三峡集团有限公司	2040
国家电力投资集团有限公司	2023	哈尔滨电气集团有限公司	2055
中国石油天然气集团有限公司	2025	新奥集团股份有限公司	2050
中国华能集团有限公司	2025	中国石油天然气集团有限公司	2050
哈尔滨电气集团有限公司	2027	中国石油化工集团有限公司	2050

（3）50家企业准则层指标得分分布

根据企业数据，在准则层企业得分如右图所示：

从图看出，企业单个指标下的分布有如下特点：

C1（碳源减排和碳汇吸收贡献力）、C5（企业社会责任贡献力）两个指标上呈现少部分企业得分远超平均水平、其余企业得分接近。体现出这两方面少量企业行动力更快，而其他企业有较大增长潜力。

C2（企业碳中和行动方案贡献力）指标企业间得分差距比较大，由于国家双碳目标提出时间不长，不同企业对碳中和行动的响应速度不一致，差别较大。

C3（企业减排技术贡献力）指标表现上整体虽然存在波动，但幅度较小，且整体得分较其他指标低。一定程度上表明在技术方面各企业均存在较大的增长空间，也是未来国家实现碳中和非常重要的方向。

C4（企业碳金融贡献力）指标企业间得分波动较大，表明遴选企业中在碳金融方面工作具有较大差异。部分原因是所处行业不同及所处区域不同，未参与碳市场交易。随着全国碳市场启动，预计未来该指标差距将缩小。

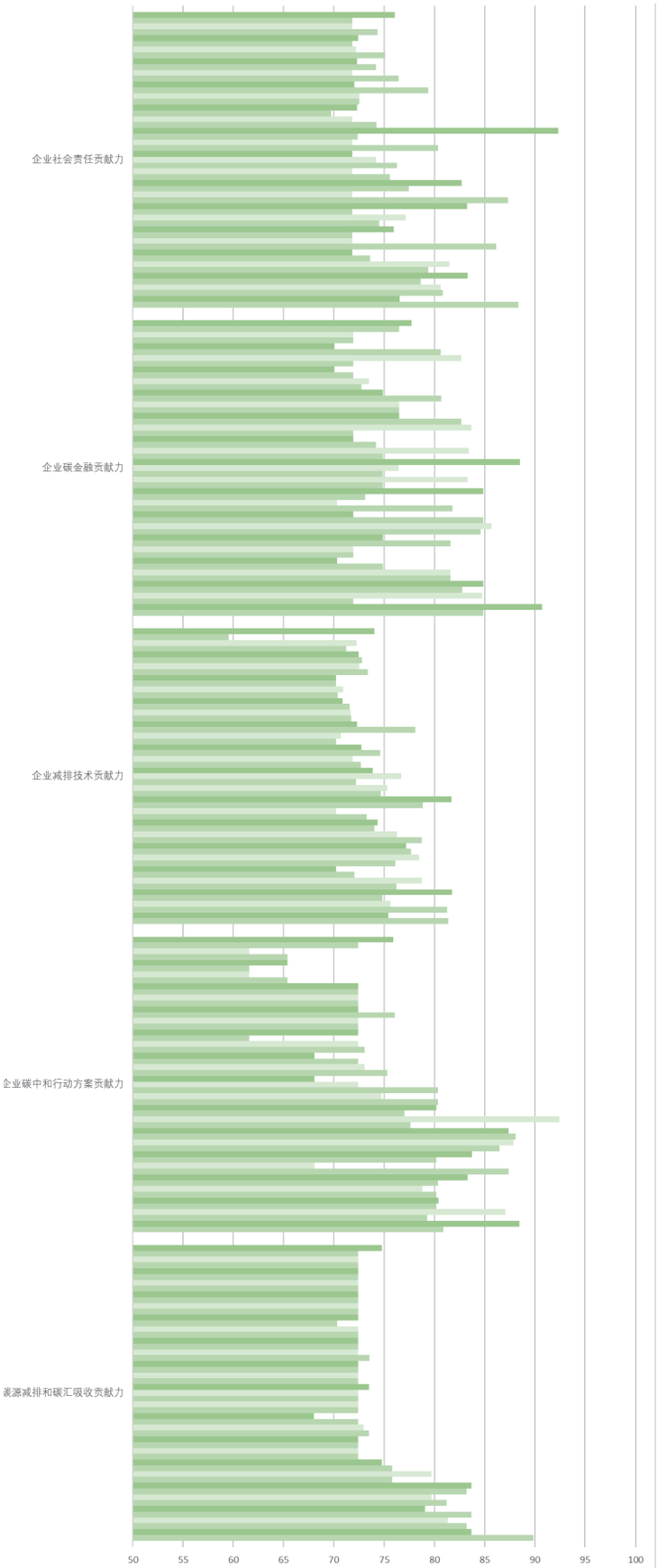


图 9 准则层得分分布

除单个指标外，我们也发现，各企业在不同指标上得分差别大，意味着各企业在碳中和贡献方向贡献力度并不平均。预计在未来也将呈现这样的态势。选取多个指标模糊综合评价考虑了多个因素的影响，因此是合理的。

（4）企业最终得分展示

基于前述的数据整理和模型求解过程，对于遴选出的50家能源企业得到碳中和贡献力得分结果如下。

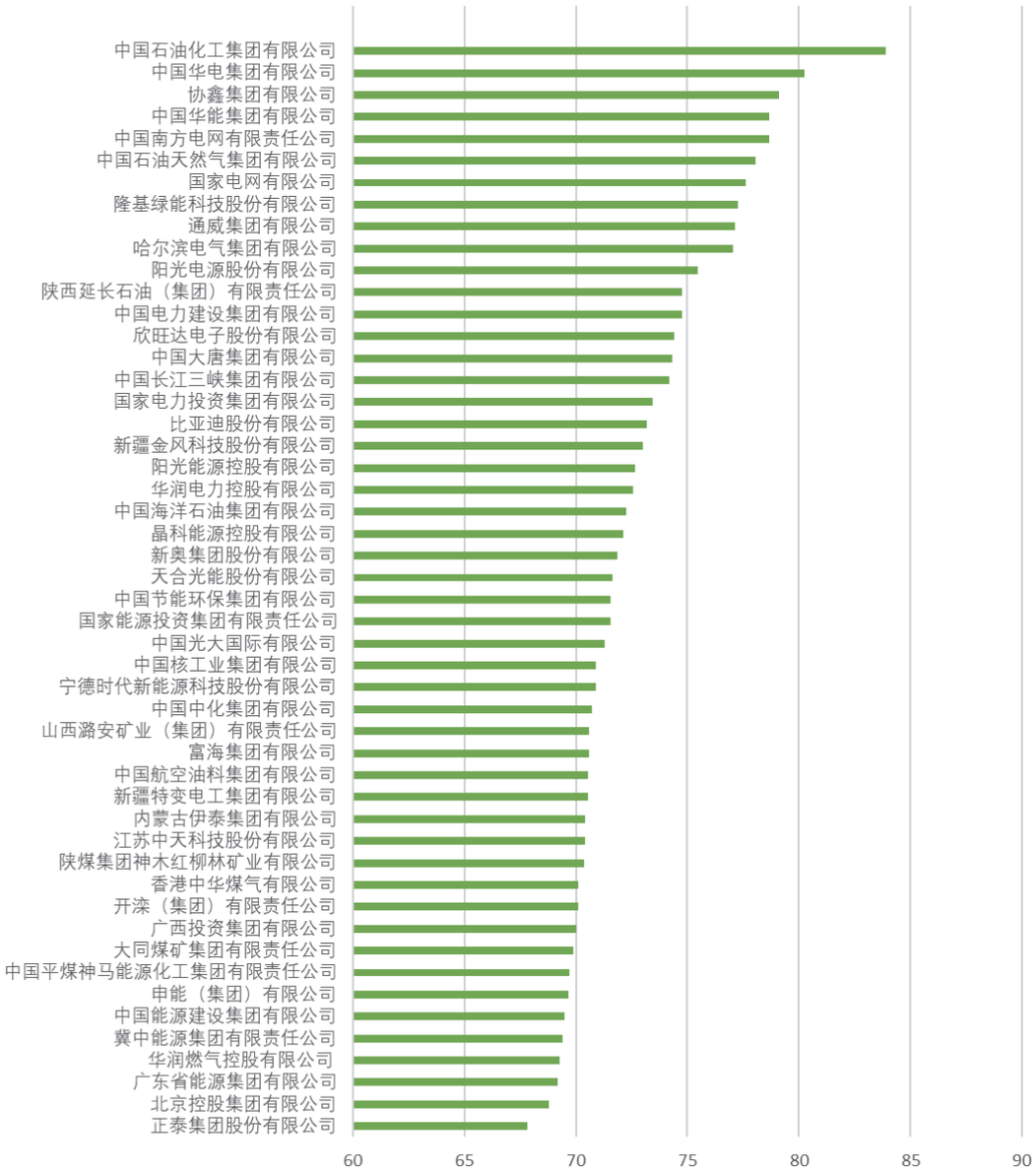


图 10　碳中和贡献力榜单

表 13　遴选企业碳中和贡献力排名

排名	企业	排名	企业
1	中国石油化工集团有限公司	26	中国节能环保集团有限公司
2	中国华电集团有限公司	27	国家能源投资集团有限责任公司
3	协鑫集团有限公司	28	中国光大国际有限公司
4	中国华能集团有限公司	29	中国核工业集团有限公司
5	中国南方电网有限责任公司	30	宁德时代新能源科技股份有限公司
6	中国石油天然气集团有限公司	31	中国中化集团有限公司
7	国家电网有限公司	32	山西潞安矿业（集团）有限责任公司
8	隆基绿能科技股份有限公司	33	富海集团有限公司
9	通威集团有限公司	34	中国航空油料集团有限公司
10	哈尔滨电气集团有限公司	35	新疆特变电工集团有限公司
11	阳光电源股份有限公司	36	内蒙古伊泰集团有限公司
12	陕西延长石油（集团）有限责任公司	37	江苏中天科技股份有限公司
13	中国电力建设集团有限公司	38	陕煤集团神木红柳林矿业有限公司
14	欣旺达电子股份有限公司	39	香港中华煤气有限公司
15	中国大唐集团有限公司	40	开滦（集团）有限责任公司
16	中国长江三峡集团有限公司	41	广西投资集团有限公司
17	国家电力投资集团有限公司	42	大同煤矿集团有限责任公司
18	比亚迪股份有限公司	43	中国平煤神马能源化工集团有限责任公司
19	新疆金风科技股份有限公司	44	申能（集团）有限公司
20	阳光能源控股有限公司	45	中国能源建设集团有限公司
21	华润电力控股有限公司	46	冀中能源集团有限责任公司
22	中国海洋石油集团有限公司	47	华润燃气控股有限公司
23	晶科能源控股有限公司	48	广东省能源集团有限公司
24	新奥集团股份有限公司	49	北京控股集团有限公司
25	天合光能股份有限公司	50	正泰集团股份有限公司

3.5.3 补充说明

本篇报告在提出双碳榜单的过程中，在考虑到尽可能多信息的前提下，仍然存在一定的局限性：

（1）中国双碳目标于2020年9月提出，很多能源企业尚在准备和启动过程中，尚未披露碳排放相关数据和碳达峰碳中和时间表，虽然报告采用的模型在专家意见基础上尽量减少了主观臆断的弊端，但也由于各企业减排工作和成绩与数据公布的滞后，难免会出现信息遗漏造成评价数据的缺项和结果的偏颇。

（2）在学术界尚无公认的理论来给出碳中和贡献力的评价方法，本报告是一次全新的探索和尝试。工作组采用了由现在到未来的一个评价体系，该评价体系对于企业经营能力，仍需要进行时间上多维度的历史累计减排动态评价，以进一步全面、系统地完善。

（3）所使用数据虽经过了量纲和口径上的核对，但均由企业自身提供，其真实性和准确性仍待考证，对数据一致性与模型准确性可能造成一定影响。由于部分企业的部分指标中存在数据不可得的情况，报告的模型中对这些数据均进行了全企业平均值替代处理。平均值替代处理虽然对优势分析和差异化特点影响较小，但不可避免地可能会出现企业真实经营状况与得分不符的情形。

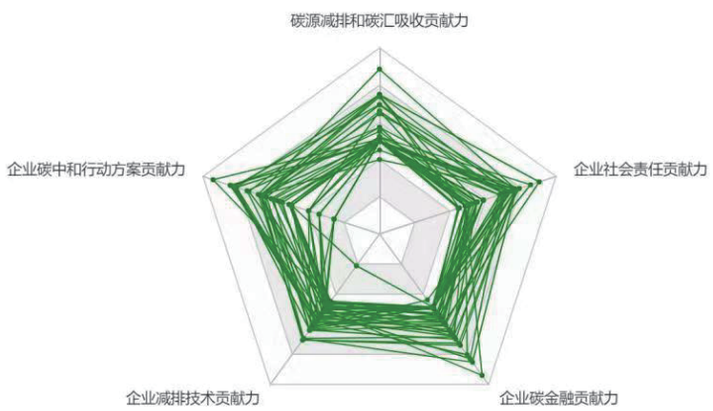
四、碳中和贡献力榜单深度分析

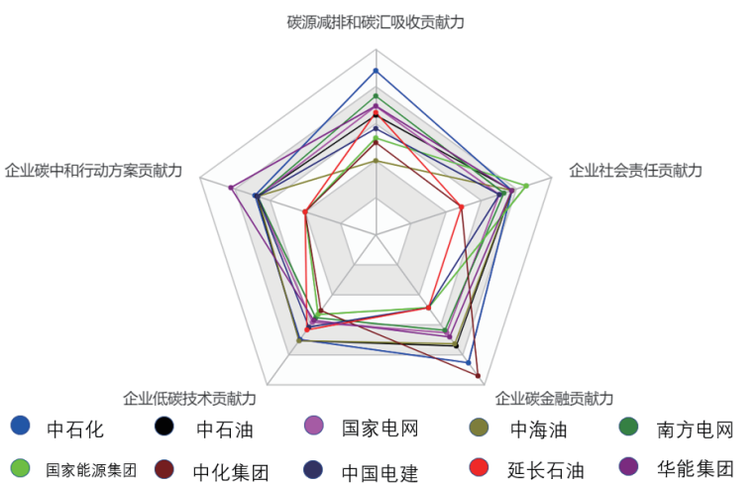
4.1 遴选企业碳中和贡献力

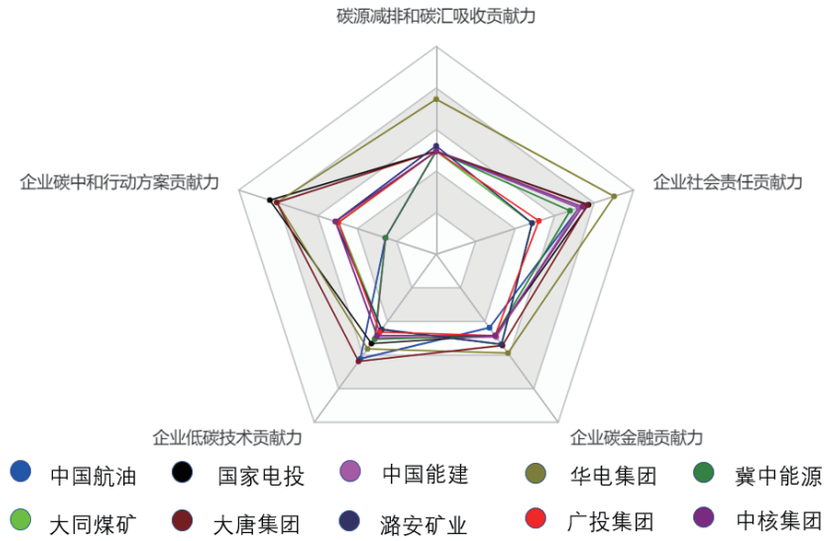
基于碳中和贡献力评价指标体系，在准则层针对企业单准则的分布进行分析，并最终得到了遴选企业碳中和贡献力榜单。为深入分析碳中和贡献力榜单企业，以下将对各企业从准则层进行对比分析，其中针对排名靠前的企业深入到指标层做进一步地挖掘。

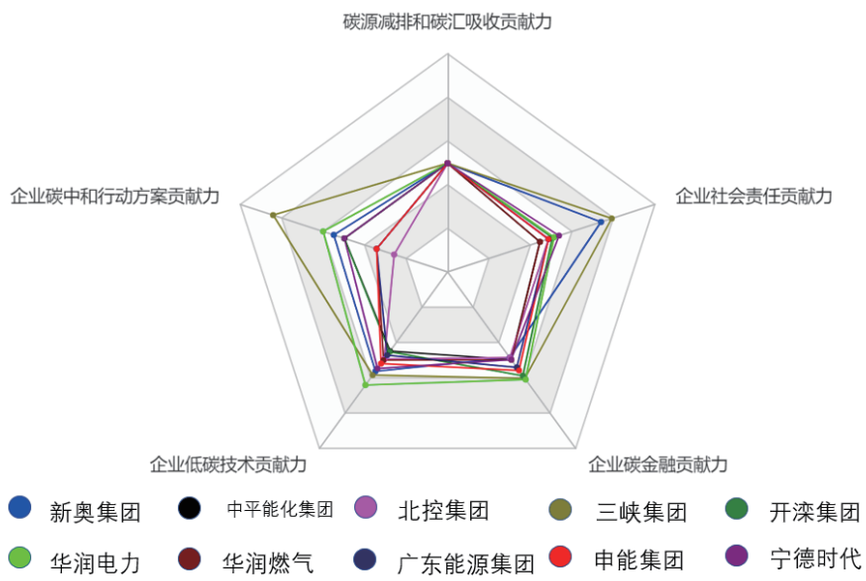
（1）各企业准则层得分

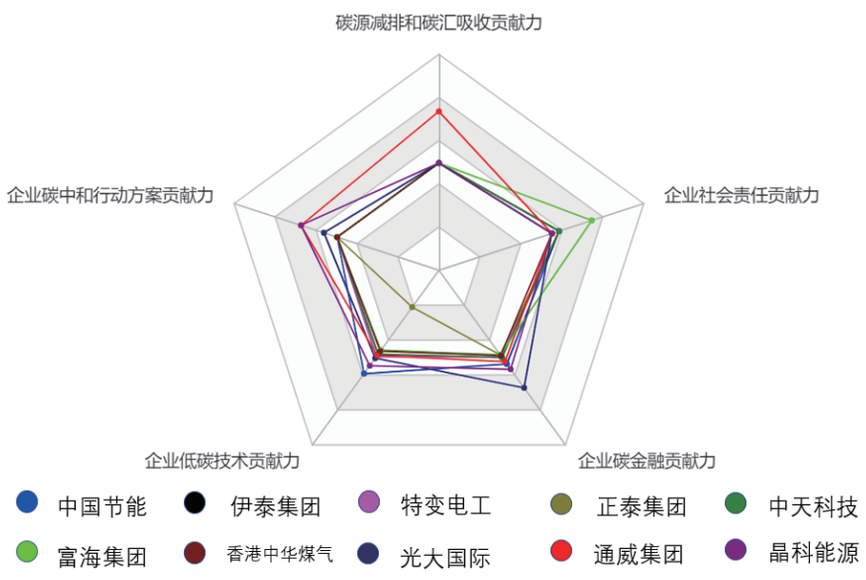
绘制所有遴选企业的准则层雷达图，并将营收规模接近的企业以10家为单位划分为5组，结果如下：






碳源减排和碳汇吸收贡献力
企业社会责任贡献力
企业碳金融贡献力
企业低碳技术贡献力
企业碳中和行动方案贡献力
中国航油
国家电投
中国能建
华电集团
冀中能源
大同煤矿
大唐集团
潞安矿业
广投集团
中核集团


碳源减排和碳汇吸收贡献力
企业社会责任贡献力
企业碳金融贡献力
企业低碳技术贡献力
企业碳中和行动方案贡献力
新奥集团
中平能化集团
北控集团
三峡集团
开滦集团
华润电力
华润燃气
广东能源集团
申能集团
宁德时代


碳源减排和碳汇吸收贡献力
企业社会责任贡献力
企业碳金融贡献力
企业低碳技术贡献力
企业碳中和行动方案贡献力
中国节能
伊泰集团
特变电工
正泰集团
中天科技
富海集团
香港中华煤气
光大国际
通威集团
晶科能源

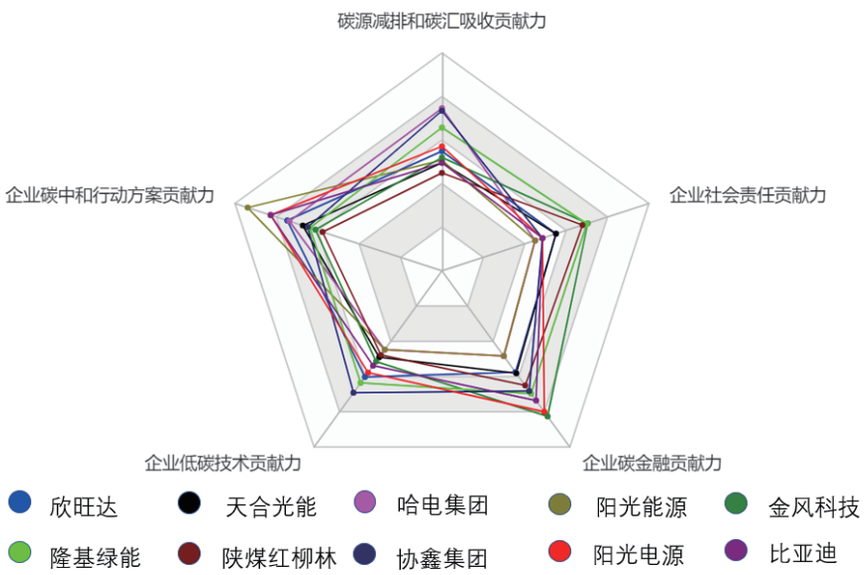


图 11 所有企业准则层得分分布雷达

从图11可以看出，遴选的50家企业得分分布有以下特点：

总体上企业碳减排技术贡献力分布更为密集，其余四个准则层贡献力则相对分散。

大部分企业存在1–3个得分突出的维度，如在碳源减排和碳汇吸收贡献力得分不高的同时可能会有较高的企业碳中和行动方案贡献力。

（2）榜单位列前十企业指标层得分

企业的碳中和贡献力榜单中排名前十位的企业分别为：中石化，华电集团，协鑫集团，华能集团，南方电网，中石油，国家电网，隆基绿能，通威集团，哈电集团。

为探究这10家企业得分靠前的优势所在和差异化特点，进一步将他们5个准则层下更为详细的15个指标绘制成雷达图：

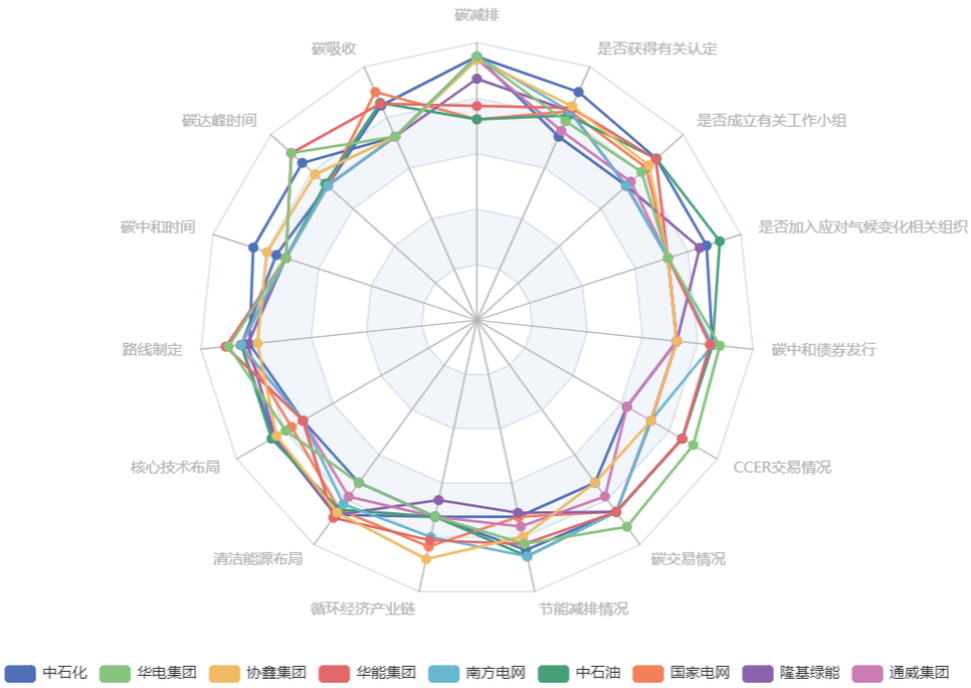


图 12 榜单前10位单位列前10企业的相关指标对比

从图中可以得出以下几点：

榜单位列前十的企业在所有指标均得分较高，不存在明显的“短板”指标。

榜单位列前十的企业碳达峰碳中和路线制定的平均得分在15个指标中最高。

榜单位列前十的企业在节能减排情况、清洁能源布局以及核心技术方面均有较高得分。

在碳减排、碳吸收、碳达峰时间、碳中和时间、应对气候变化组织加入情况、以及碳金融贡献力下的所有指标（碳中和债券、CCER、碳交易情况）方面存在较大差异。

在是否获得有关绿色认定、建立工作小组和循环经济产业链指标上，位列前十的企业中虽然得分相接近，但也存在一定的差异。

4.2 位列前十企业优势分析

（1）信息披露工作相对积极

入榜企业多数为上市公司，每年均会发布企业社会责任报告或可持续发展报告等。工作

组可通过相关报告获取企业相关碳工作情况。积极客观地向社会披露企业的碳排放相关信息和工作，既是为媒体与公众提供了监督的窗口，也对其他企业起到榜样示范作用。

（2）快速响应国家政策

入榜企业在碳达峰碳中和路线制定、清洁能源布局上均取得了较高分数。这表明，在政府提出双碳目标后，这些企业都迅速响应并进行了工作部署，制定了碳达峰、碳中和计划或者路线图。与此同时，这些企业均在大力推进清洁能源发展或能源转型的相关工作。

（3）行动早，已经取得一定成效

尽管国家于2020年9月才提出双碳目标，但应对气候变化工作可追溯到2005年甚至更早的时间。因此，不少入榜企业均较早采取了应对气候变化行动，因此在碳减排、碳交易方面表现优秀。

（4）碳管理体系较为完善

榜单位列前十的企业均对碳排放工作建立了专门的管理办法，成立了工作小组。建立低碳发展管理制度体系，制定了统一的碳管理层面的制度和战略，可有效减少各部门之间的协调和内部资源调配带来的时间成本和经济成本。不仅能提升碳管理水平，更能提升企业的精细化管理水平，为企业实现双目标全方位的发展提供保障。

4.3 位列前十企业差异化特点

榜单位列前十企业存在普遍优势的基础上，也展现出了差异化特点，包括行业性质、碳达峰与碳中和行动方案、以及节能降碳路径等。我们按照传统能源企业、新能源企业、能源产业链分类，对部分企业进行分析如下：

（1）传统能源企业

中石化（83.91分）和中石油（78.06分）按其主营业务可归为传统能源企业。虽然不属于绿色产业，但传统高碳排放行业的节能减排对我国实现双碳目标无疑十分关键，因此他们在碳减排和碳汇方面优异的表现也非常亮眼。

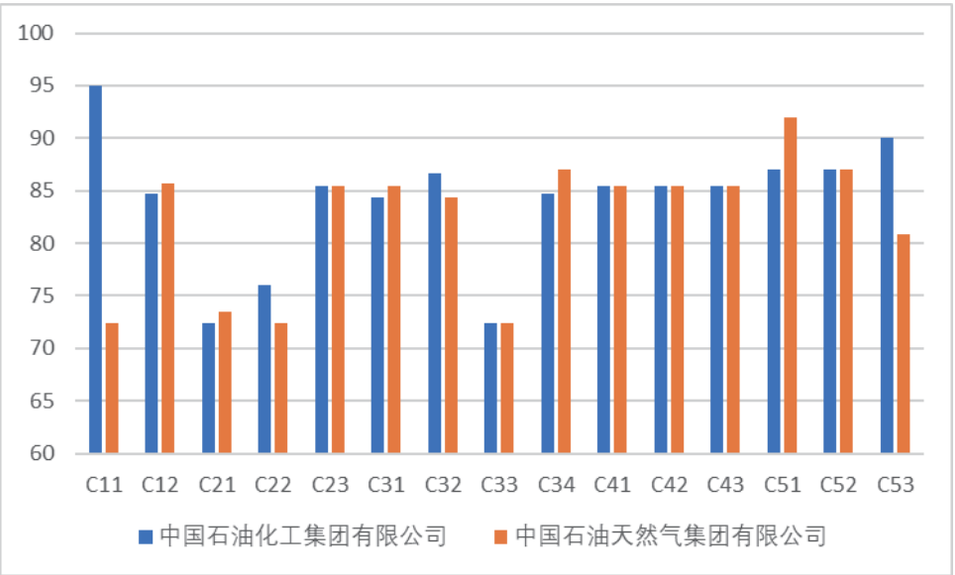


图 13 传统能源企业得分

在碳减排方面（C11），中石化2020年实现碳减排17094万吨二氧化碳当量，得分为最高的95；在碳汇方面（C21），中石化义务植树170.3万株，吸收二氧化碳当量126.3万吨，中石油全年累计植树281.1万株，预计吸收二氧化碳约208.5万吨。

在碳捕集技术研究上（C31），中石油开展二氧化碳捕集技术研究，加快新型二氧化碳捕集技术的试验研究和应用，以及二氧化碳捕集、输送工艺包研发，丰富公司碳捕集相关的技术储备；中石化也实施了公司低碳重大科技专项以及新能源技术开发与应用研究、开展公司重大技术现场试验等工作。

在应对气候变化相关组织参与方面（C51），作为OGCI在中国的唯一成员，中石油深度参与应对气候变化的国际合作，与其他成员公司为应对气候变化、实现油气行业低碳转型开展合作。社会绿色认证方面（C53），2020 年中石化连续第10年荣获“中国低碳榜样”称号，共有39家所属企业被授予“中国石化绿色企业”称号，37家绿色企业通过复核，绿色企业创建累计完成比例达 66%。

（2）新能源企业

榜单位列前十的企业中都在新能源业务方面取得了一定进展。如通威集团将光伏发电与现代渔业有机融合，于全球率先创造“渔光一体”发展模式，在全国各地推广和建立“渔光一体”基地；南方电网积极推进光伏、抽水蓄能、风电等发电并网；哈电集团下的哈电风能在2020年碳减排1,700万吨，在榜单中的碳减排维度和节能减排维度表现突出。

这里我们以主营业务为光伏的隆基绿能为代表的新能源企业做出分析，如下图。

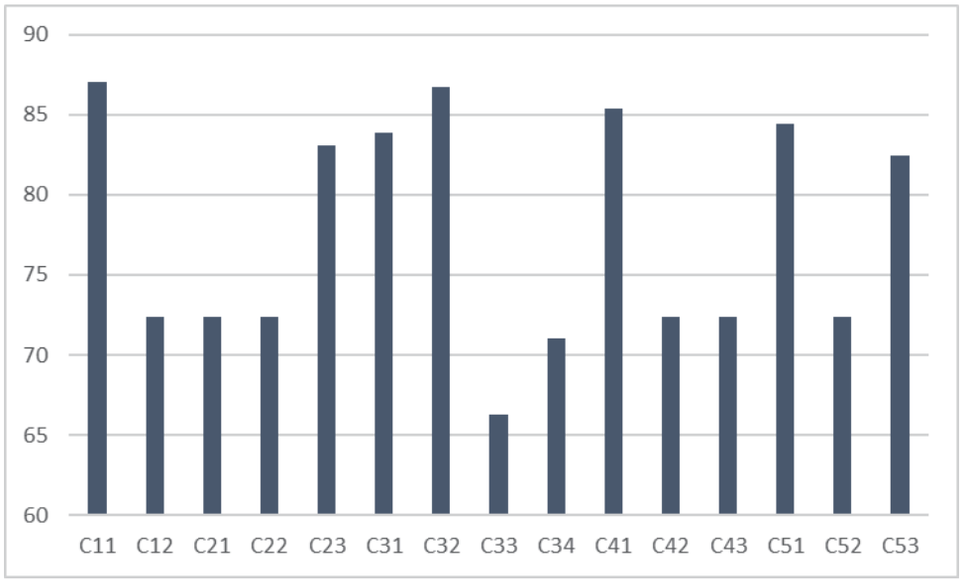


图 14 新能源企业得分

隆基绿能（77.27分）在榜单中的清洁能源布局（C23）得分较高，为83.1分。当下以隆基绿能为代表的绿色产业正处在发展的上升期，是国家向清洁能源转型、实现双碳目标的有效支撑。隆基绿能是全球市值最高的光伏制造企业，2020年累计碳减排量（C11）达1,356,216吨二氧化碳（当量），得分87分。

此外，隆基绿能在2020年加入了多项全球气候变化行动倡议，并承诺最晚于2028年在全球范围内的生产及运营中100%使用可再生能源；2020年全年，隆基绿能运营边界共计使用可再生能源电力255,783.35万千瓦时，可再生能源电力使用比例达到41.83%。

（3）电力行业企业

在榜单位列前十的10家企业中，有4家电力行业企业：华电集团（80.24分）、华能集团（78.69分）、南方电网（78.65分）、国家电网（77.60分）。

华电集团和南方电网在碳减排上表现较为突出（C11，C12），南方电网2020 年带动电网上下游实现节能减排绩效22,990万吨。而在碳汇方面，国家电网2020年回收六氟化硫气体220.6吨、相当于减排二氧化碳527.2万吨「12」。

「12」 按照100年时间跨度下的全球变暖潜能值（GWP）折算

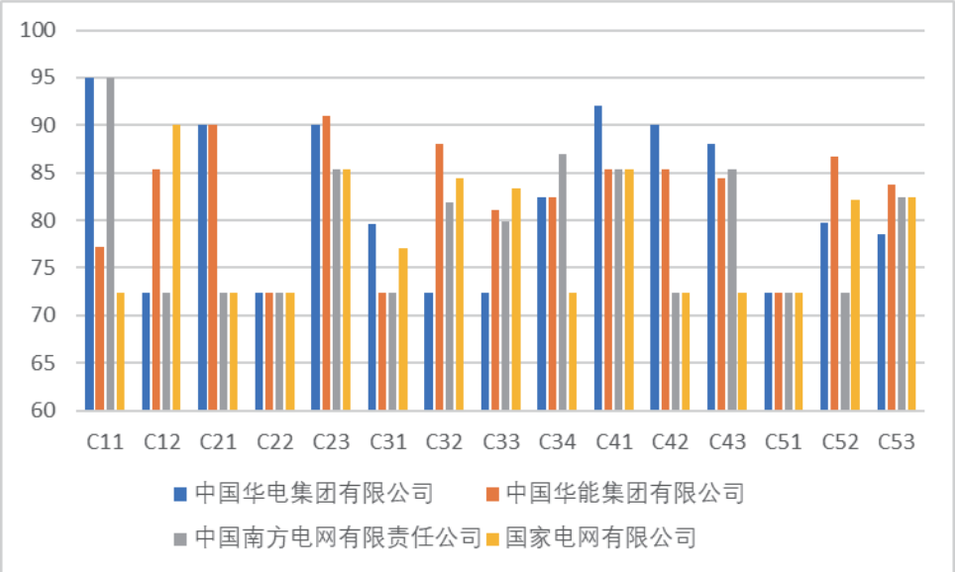


图 15 电力企业得分

碳市场（C41）和CCER（国家核证自愿减排量C42）方面，也可以看出电力行业普遍得分较高，其中华电集团得分为90分，华电主动参与中国碳市场建设，建立健全碳排放管理体制机制，着力构建自上而下的碳管理体系，提高碳交易政策和碳市场环境变化适应能力，同时于今年成立了中国华电集团碳资产运营有限公司，主要进行碳资产集约化管理、运营、交易及相关咨询。

（4）能源产业链企业

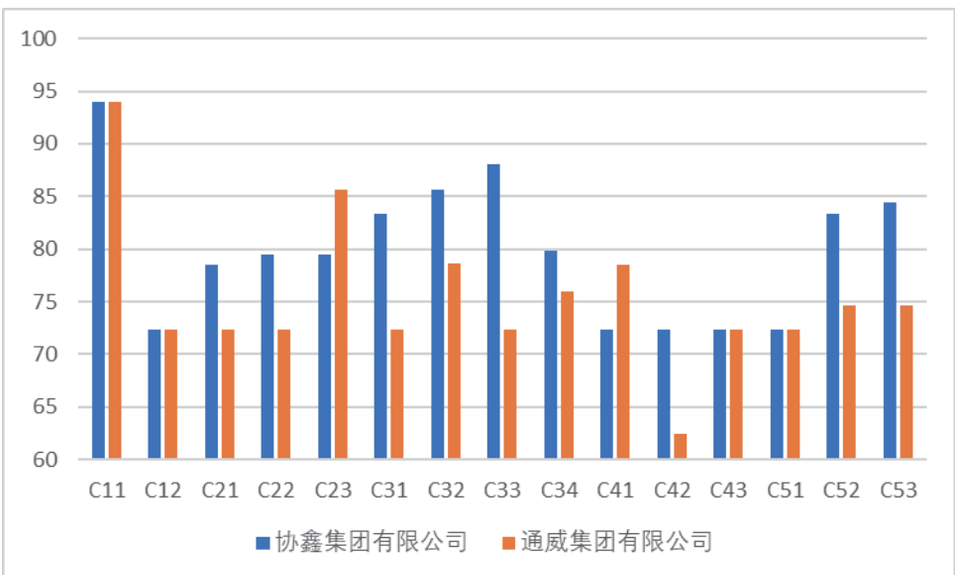


图 16 能源产业链企业得分

榜单位列前十的能源产业链企业包含协鑫集团（79.09）和通威集团（77.11）。2020年，协鑫集团节能减排表现优异，实现碳减排1,472万吨（C11）；在循环经济方面，协鑫集团在开展生活垃圾焚烧发电的同时，进一步优化“三废”排放指标，在光伏铸

锭开方生产过程中，经过研发利用无毒无害的可循环利用材料代替泡沫胶，从源头减少危废产生（C33）。此外，通威集团2020年减少二氧化碳排放5,343万吨（C11），并积极提供绿色产品和服务、打造绿色工厂、实施绿色运营，构建起绿色制造体系。

可以看出，这些能源产业链企业在助力实现双碳目标上也十分重要。

4.4 企业提高碳中和贡献力建议

本报告通过对能源企业碳中和贡献力进行评估和排名，旨在为能源企业提供建议，鼓励更多能源企业积极响应国家双碳目标，采取更多行动。

榜单中的企业在碳源减排和碳汇吸收贡献力、企业碳中和行动方案贡献力、企业减排技术贡献力、企业碳金融贡献力、发展可持续贡献力表现有共性和普遍性，同时又表现出了差异化特点。据此，我们有如下几点建议。

（1）积极部署能源转型，重视低碳技术研发

双碳目标对能源行业来说是一场新的革命，将进一步推动我国以煤炭为主的高碳能源结构向以新能源和可再生能源为主的低碳能源结构转变。从长期看，到2060年，我国化石能源占一次能源的比重或降至20%。但从短期看，清洁利用的化石能源仍将是我国能源保供的中坚力量，传统能源与新能源仍将“携手同行”。

传统能源企业应大力提高化石能源清洁化、高效化利用水平，有意识、有准备、有步骤地推动化石能源定位转变，开展火电灵活性改造，积极研究和应用循环经济、CCUS和数字化等相关技术。对于CCUS技术，当前阶段输送技术和碳利用与封存技术已有部分达到商业应用阶段，碳捕集技术方面则存在第一代碳捕集技术「13」成本和能耗偏高，第二代碳捕集技术「14」仍处于实验室阶段的问题。CCUS减排需求巨大的火电、石化等能源行业企业，应加快第二代碳捕集技术的研发与试验，以加快CCUS技术商业化应用、筹建全流程CCUS产业集群。

我国提出要构建以新能源为主体的新型电力系统，新能源在“碳中和”的战略目标下进入了快速发展阶段。企业特别是大型综合能源企业应在提高风电、光伏发电的比重同

「13」 第一代碳捕集技术：包括燃烧前物理吸收法，燃烧后化学吸附法等。

「14」 第二代碳捕集技术：包括新型膜分离技术、新型吸收技术、新型吸附技术、增压富养燃烧技术等。

时，考虑新能源与传统能源之间的协同、不同新能源品种之间的协同。此外，其他能源企业应考虑多样化发展作为技术、产业储备，要深化数字化、智能化在能源电力领域的融合创新发展，促进新能源大规模开发、配置及高效率利用，同时带动新能源制造业等相关产业发展。

储能是解决高比例新能源并网消纳的重要支撑，发展储能技术将可以大幅提升可再生能源的电能质量与并网率。各企业应积极开展储能示范工作，加大创新力度，加大研发投入，以推动储能技术持续创新，破解储能总体成本偏高，应用场景洞察力不足等问题，推动储能技术和储能产业真正的大规模的发展。

（2）制定清晰的碳达峰、碳中和行动方案并付诸行动

对于制定了碳达峰碳中和行动方案的企业，尽快依据行动方案予以实施，并动态跟踪考核，确保双碳目标落地；对于尚未制定碳达峰、碳中和行动方案的企业，应及时摸清自身家底，梳理自身碳排放情况，明确各阶段工作任务，尽快制定行动方案并明确达峰中和时间。

为确保相应方案顺畅实施和落地，企业可建立双碳目标发展领导小组，负责贯彻落实国家及有关政府部门的低碳发展方面的工作部署，对公司系统的低碳发展工作进行统一领导、组织、规划、部署、指导、监督和检查。同时定人定岗，专门负责落实低碳发展领导小组的决策和日常具体管理工作。

（3）积极参与碳市场，将碳成本纳入生产决策考虑

碳排放权交易是利用市场机制控制和减少温室气体排放、推动绿色低碳发展的重大制度创新，而2021年7月16日启动的全国碳市场也为双碳目标的达成提供了重要抓手。从全国碳市场覆盖的行业来看，目前仅包含发电行业，但生态环境部也表示，下一步将按照“成熟一个，纳入一个”的原则，尽快纳入其他行业。可以预见，更多的企业在未来将被纳入全国碳市场的管控范围。

一方面，企业应加强自身碳排放数据管理，加强监测报告核查（MRV）管理，确保清楚自身排放情况；另一方面，纳入全国碳市场的企业应积极参与碳排放权交易，以优化自身的减排成本。在碳市场中，配额富余、降碳成本较低的企业可以通过出售碳排放配额获得收益，获取更多的资金进一步加强节能降碳的工作推进力度；而配额缺口、降碳成本较高的企业则可以通过购买碳排放配额以完成碳市场履约工作，为自身节能减排工

作争取时间。而这也将促使企业将碳排放纳入生产经营所需要考虑的重要因素，督促企业加强碳排放管理工作，理清自身排放情况，并加快布置减排工作。在现阶段全国碳市场建设高速推进的情况下，建议各能源企业对相关信息保持关注。

（4）明确战略布局，加强碳排放信息的披露

清晰明确的碳排放信息披露有利于企业对相关数据给予更多的重视，也能够让社会各方对气候变化相关风险有更深刻的认识和体会。上海证券交易所发布的《上市公司环境信息披露指引》，提出各上市公司应增强作为社会成员的责任意识，重视公司对利益相关者、社会、环境保护、资源利用等方面的非商业贡献。香港交易所要求大型企业需要按2020年修订后的《环境、社会及管治报告指引》刊发ESG报告，同时引入与气候变化有关的新层面（“不遵守就解释”），意味着气候变化成为对所有行业的业务可能构成重大风险和影响的因素。

更多准确可比的碳排放信息既是政府进行环境监管活动的基础，也是企业实施节能减排的重要参考。但目前能源企业在碳信息披露方面欠缺主动性，仍有很大完善空间，企业自主披露碳信息，对企业提升商业形象、提升行业竞争力有重要作用，同时对实现我国减排目标及国民经济的低碳发展也具有一定的现实意义。因此，未披露碳排放等相关信息的企业，可适时考虑进行年度发布；已经持续发布的企业则可以在其中增加相关数据条目，形成更为清晰、丰富的碳数据披露体系。

五、展望未来

碳中和贡献力排行榜是一次全新的尝试，希望本次尝试能吸引更多的能源企业积极行动，丰富榜单的同时，更是引导更多的能源企业为中国碳中和愿景做出更多的贡献。

对全球而言，双碳目标是一个人类命运共同体的目标。2021年8月9日，政府间气候变化专门委员会（IPCC）发布了题为《2021气候变化：自然科学基础》(Climate Change 2021: the Physical Science Basis)的报告，其中指出全球气温快速升高，二氧化碳浓度居高不下，极端天气发生的频率和强度均在升高，这对全球气候治理提出了更高的要求。

对我国而言，双碳目标是一个历史性的目标，而对于中国能源企业而言，这既意味着挑战，也带来了机遇。传统能源企业转型加速，新能源企业发展前景广阔，其他能源产业也迎来了更为蓬勃的未来。

迈向碳达峰、碳中双碳和目标的道路虽然充满了艰难挑战，但需要自信的是，在我国政府的科学规划、各行各业付诸实际努力的情况下，双碳目标的实现正在稳步推进，也必然取得骄人的成果。中国能源企业在其中，也势必发挥重要作用，为双碳目标贡献巨大力量。

附录：

报告中企业简称对照：

企业名称	简称
北京控股集团有限公司	北控集团
比亚迪汽车有限公司	比亚迪
大同煤矿集团有限责任公司	大同煤矿
富海集团有限公司	富海集团
广东省能源集团有限公司	广东能源集团
广西投资集团有限公司	广投集团
国家电力投资集团有限公司	国家电投
国家电网有限公司	国家电网
国家能源投资集团有限责任公司	国家能源集团
哈尔滨电气集团有限公司	哈电集团
华润电力控股有限公司	华润电力
华润燃气控股有限公司	华润燃气
冀中能源集团有限责任公司	冀中能源
江苏中天科技股份有限公司	中天科技
晶科能源控股有限公司	晶科能源
开滦（集团)有限责任公司	开滦集团
隆基绿能科技股份有限公司	隆基绿能
内蒙古伊泰集团有限公司	伊泰集团
宁德时代新能源科技股份有限公司	宁德时代

企业名称	简称
山西潞安矿业（集团）有限责任公司	潞安集团
陕煤集团神木红柳林矿业有限公司	陕煤红柳林
陕西延长石油（集团）有限责任公司	延长石油
申能（集团）有限公司	申能集团
天合光能股份有限公司	天合光能
通威集团有限公司	通威集团
香港中华煤气有限公司	香港中华煤气
协鑫集团有限公司	协鑫集团
欣旺达电子股份有限公司	欣旺达
新奥集团股份有限公司	新奥集团
新疆金风科技股份有限公司	金风科技
新疆特变电工集团有限公司	特变电工
阳光电源股份有限公司	阳光电源
阳光能源控股有限公司	阳光能源
正泰集团股份有限公司	正泰集团
中国大唐集团有限公司	大唐集团
中国电力建设集团有限公司	中国电建
中国光大国际有限公司	光大国际
中国海洋石油集团有限公司	中海油
中国航空油料集团有限公司	中国航油
中国核工业集团有限公司	中核集团

企业名称	简称
中国华电集团有限公司	华电集团
中国华能集团有限公司	华能集团
中国节能环保集团有限公司	中国节能
中国南方电网有限责任公司	南方电网
中国能源建设集团有限公司	中国能建
中国平煤神马能源化工集团有限责任公司	中平能化集团
中国石油化工集团有限公司	中石化
中国石油天然气集团有限公司	中石油
中国长江三峡集团有限公司	三峡集团
中国中化集团有限公司	中化集团