

碳中和目标下商业银行能源领域 市场机遇与重点行业研究



中节能咨询有限公司课题组

2022 年 6 月



中国环境科学学会气候投融资专业委员会（Climate Investment and Finance Association，以下简称专委会）由国内外从事气候投融资的研究机构、管理机构、金融机构、投资机构和相关企业单位自愿结成，于 2019 年 8 月经中国环境科学学会核准成立。专委会得到了生态环境部应对气候变化司的专业指导，也得到了中国人民银行、中国银保监会、国家发展和改革委员会、国家财政部等国家部委有关司局的大力支持，主要开展应对气候变化、气候投融资领域的政策研究、标准制定、国际合作等方面的工作。



自然资源保护协会（NRDC）是一家国际公益环保组织，成立于 1970 年。NRDC 拥有 700 多名员工，以科学、法律、政策方面的专家为主力。NRDC 自上个世纪九十年代中起在中国开展环保工作，中国项目现有成员 40 多名。NRDC 主要通过开展政策研究，介绍和展示最佳实践，以及提供专业支持等方式，促进中国的绿色发展、循环发展和低碳发展。NRDC 在北京市公安局注册并设立北京代表处，业务主管部门为国家林业和草原局。



中节能咨询有限公司是中国节能环保集团有限公司所属专业从事咨询服务的全资子公司。公司自 2002 年底成立伊始，就肩负着在节能环保领域为包括中央和各级地方政府提供咨询服务的使命。同时也面向国内外各类企事业单位、国际机构提供优质专业化咨询服务，公司长期致力于政府部门节能环保政策研究和规划咨询、重要国际机构节能环保课题研究、各领域重大节能环保项目工程咨询等服务业务。

本报告是“碳中和下商业银行气候友好转型项目”的系列成果之一。该项目在自然资源保护协会（NRDC）的支持协调下，由中国环境科学学会气候投融资专业委员会（CIFA）牵头，联合 CIFA 秘书处单位中节能咨询有限公司、中国邮政储蓄银行、兴业研究等研究团队，围绕商业银行气候友好转型开展系列研究与研讨，以期为金融机构的气候友好转型提供可供参考的建议和行动指引，促进气候友好投融资生态圈的形成。

系列研究成果包括：

- 《碳中和目标下商业银行低碳转型路径研究》
- 《金融机构气候相关信息披露案例与建议研究》
- 《碳中和目标下商业银行能源领域市场机遇与重点行业研究》

中节能咨询有限公司课题组：廖原、杨林、白红春、葛慧、张舒寒

NRDC 课题组：吴琪、程渝欣、杨佳、杨君、毕明怡、尚珮璇



目 录

执行摘要.....	1
一．研究背景和意义	3
（一）研究背景.....	3
（二）研究意义.....	3
（三）路线图及研究内容.....	4
二．碳中和目标下市场机遇分析	5
（一）碳中和目标下行业发展研判	5
（二）碳中和目标下企业战略市场指向	10
（三）碳达峰碳中和“1+N”政策要求.....	12
（四）碳中和目标下潜在市场机会分析	14
三．国内外商业银行低碳投资领域选择分析	15
（一）国内外商业银行低碳投资实践	15
（二）低碳领域选择的考量	16
（三）低碳领域选择差异分析.....	17
四．商业银行低碳投资行业选择分析.....	19
（一）评价方法说明.....	19
（二）行业评价过程.....	21
（三）行业评价结果.....	22
五．案例行业市场分析	23
（一）海上风电行业.....	23
（二）储能行业.....	32
六．总结与建议.....	40
参考资料.....	42

执行摘要

碳达峰目标和碳中和愿景既是中国的坚定目标与庄严承诺，也是我国经济社会低碳转型和可持续发展的内在要求，更是推动构建人类命运共同体的实际行动，将推动中国进入高质量发展阶段。在此背景下，我国能源结构、产业结构将不断优化调整，构成主要碳排放来源的电力、工业、交通、建筑等领域均将受到重大影响，也伴随着超过百万亿级别的投融资需求。商业银行作为现代金融体系核心，在推动碳中和目标实现、促进经济社会发展具有不可替代的作用。

商业银行如何抓住机遇、破解挑战，关键是找准赛道。为此本课题以碳中和目标下商业银行如何选择以及选择哪些重点行业为主线，开展碳中和目标下各相关行业发展趋势研判。通过分析，形成碳中和目标下机会行业清单，主要包括：水电（常规）、陆上风电、海上风电、集中式和分布式光伏、生物质热电联产、生物质气化发电、智能电网、抽水蓄能、新型储能、碳捕集封存与利用、新能源汽车、工业电气化（电加热等）、建筑电气化（如热泵技术供暖）、工业节能改造、固废综合利用及绿氢。

同时，课题研究中借鉴了国内外商业银行低碳投资实践，通过分析国内外商业银行低碳领域投资选择考量因素发现，在应对气候变化背景下，商业银行选择低碳领域时重点考量两个因素，即可持续发展与风险因素。这为碳中和目标下进一步筛选商业银行重点投向行业提供借鉴。

商业银行的最终目标是获取高额利润，低风险、高收益、市场前景好的项目一向最受商业银行投资青睐。本报告针对潜在机会行业，采用专家打分法，从技术成熟度、经济性和市场潜力三个维度开展评价。评价结果显示，商业银行当前应重点关注和投资行业包括：工业节能改造、分布式光伏发电、新能源汽车、建筑电气化、集中式光伏发电、工业电气化、陆上风电、固废综合利用、生物质热电联产、水电（常规）、新型储能、抽水蓄能、海上风电、可再生能源微电网。绿氢、生物质气化发电、碳捕集封存与利用等行业因存在技术成熟度低等问题，评价得分较低，但考虑对碳中和目标实现的重要作用，可关注技术进步，适时介入。

为进一步明确相关行业“十四五”期间市场空间，本课题依据有关规划、双碳“1+N”



政策目标，梳理了 17 个机会行业“十四五”期间资金需求量。初步估算，“十四五”期间机会行业仅部分重点技术的资金需求量就高达 15.4 万亿元。因此，建议商业银行积极创新绿色信贷、债券等产品和服务方式，积极争取央行碳减排支持工具，加快对当前应重点关注行业的市场布局，以助力我国经济低碳发展。

一、研究背景和意义

（一）研究背景

碳中和目标下产业发展将面临重大调整。碳达峰目标和碳中和愿景既是我国的坚定目标与庄严承诺，也是我国经济社会低碳转型和可持续发展的内在要求，更是推动构建人类命运共同体的实际行动，将推动我国进入高质量发展阶段。碳中和为推动国内经济高质量发展和生态文明建设提供了有力抓手，是我国高质量发展、经济社会全面进步的重大推动力。大幅减少二氧化碳排放量是实现双碳目标的重要前提，这将倒逼我国能源结构、产业结构的不断优化调整。

碳中和将带来超过百万亿级别的投融资需求。碳中和目标下，产业结构调整带来的贷款、碳达峰、碳中和相关前沿技术和新兴技术股权投资等资金需求量巨大。根据国家发展改革委价格监测中心、清华大学气候变化与可持续发展研究院、北京绿色金融研究院等研究机构预测，至 2060 年实现碳中和目标，绿色投资资金需求在百万亿元以上。

气候投融资引导产业低碳发展，商业银行将发挥重要作用。面对碳中和带来的超过百万亿级别的投融资需求，在公共资金引导下，撬动更多的社会资金参与是解决气候投融资需求的关键。作为现代金融体系的核心，商业银行对推动碳中和目标实现、促进经济社会发展具有不可替代的作用。

在此背景下，商业银行如何抓住机遇、破解挑战，关键是找准赛道。本报告旨在通过研究，提出碳中和目标下商业银行市场机遇及重点关注行业，为助力商业银行碳中和目标实现提供有力支撑。

（二）研究意义

1. 积极应对和研究是获取投资收益，规避风险的关键

从产业链角度来看，在全球走向碳中和的过程中，处于产业链不同环节的产业面临的机遇和风险存在差异。高碳企业可能因盈利收窄、竞争变弱、还款能力下降等原因引发信用风险，持有较高比重高碳资产的金融机构需提前识别，缩减投资规模，调整投资方向。



因此，对于商业银行而言，积极应对和研究是获取投资收益，规避转型风险的关键。

2. 为商业银行从行业角度把握碳中和下市场机遇提供参考

本研究聚焦碳中和目标，筛选商业银行可重点关注的行业和低碳技术，深挖市场机遇，助力商业银行优化相关领域业务布局，不仅为商业银行把握碳中和机遇提供参考，更为商业银行服务和引导我国低碳转型提供抓手。从银行自身发展来看，围绕碳中和目标配置低碳信贷资产，创新金融产品和服务，既能实现银行差异化经营，也能缓解因气候和环境变化带来的资产搁浅风险，推动自身转型发展。

3. 选择合适行业，对于商业银行实现自身碳中和至关重要

从商业银行实现自身碳中和角度看，选择合适的低碳技术并适时介入，调整金融机构资产配置，对助推我国绿色经济转型升级、实现自身碳中和至关重要。

（三）技术路线图及研究目标

本报告技术路线图如下所示。

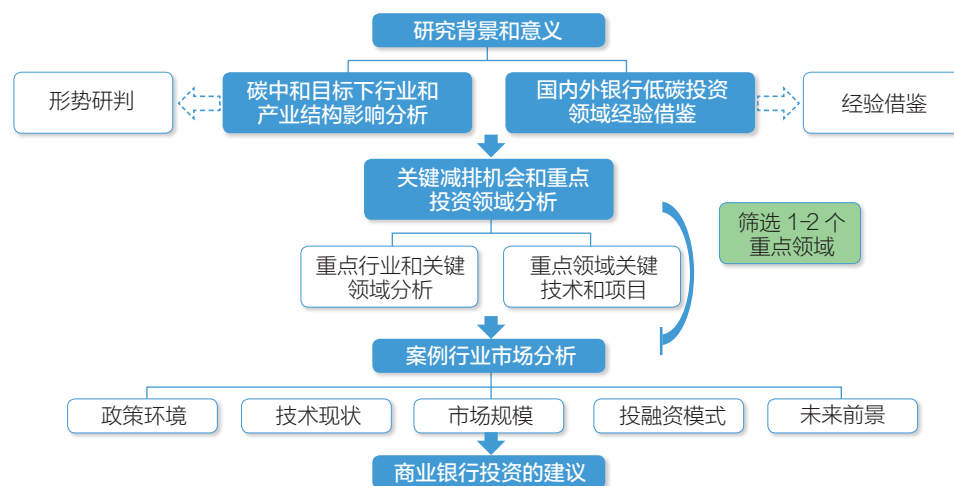


图 1 技术路线图

本课题旨在分析碳中和目标下商业银行面临的市场机遇及重点关注行业。主要研究内容为：通过对碳中和目标下各相关行业发展趋势研判，借鉴国内外商业银行低碳投资实践经验，采用专家评价法分析提出商业银行投资行业优先等级选择清单，并对其中两个典型行业进行行业发展分析。

二、碳中和目标下市场机遇分析

（一）碳中和目标下行业发展研判

实现碳达峰、碳中和是一场广泛而深刻的经济社会系统性变革，未来能源变革将呈现在能源供给侧和能源需求侧两方面：能源供给侧包括电力零碳化、燃料零碳化；能源需求侧包括能源资源利用节约化、高效化、电气化、智慧化，最终建成以新能源为主体、化石能源与二氧化碳捕集利用与封存（CCUS）结合和核能为保障的清洁、安全高效的零碳能源体系。

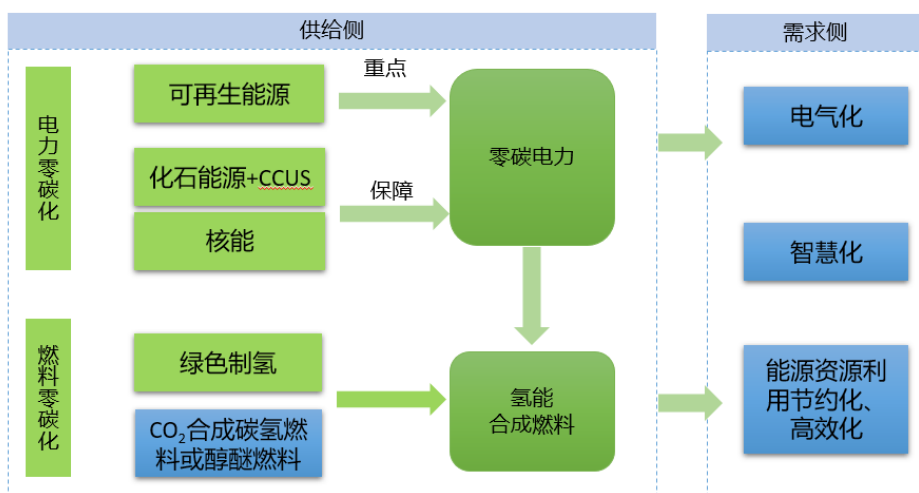


图 2 我国碳中和目标愿景

1. 能源供给侧

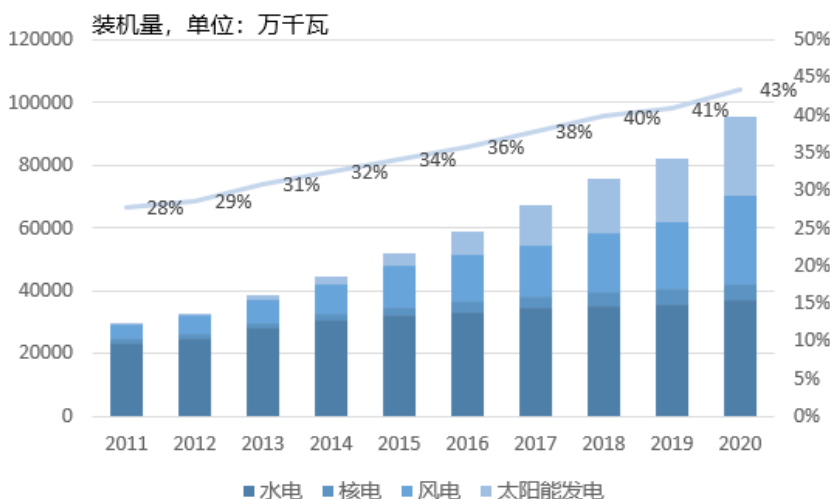
（1）电力零碳化

根据国际能源机构（IEA）的数据，从部门二氧化碳排放结构看，2018 年，我国电力和供热碳排放量占比达到 51%，因此，电力脱碳与零碳化是实现碳中和目标的关键。电力脱碳和零碳化的重点是大力发展可再生能源发电，核心是构建以新能源为主体的新型电力系统。



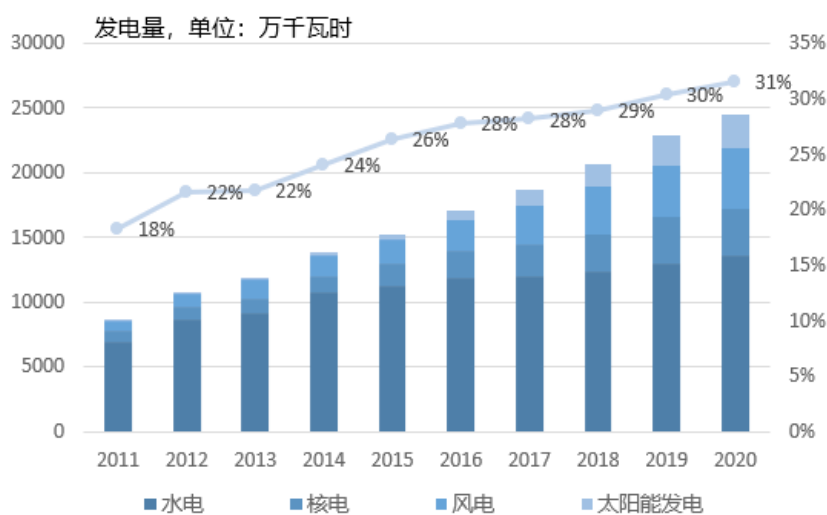
可再生能源电力将呈现爆发式增长：

近 10 年来，我国可再生能源实现跨越式发展，可再生能源开发利用规模稳居世界第一。2020 年我国可再生能源发电量 2.2 万亿千瓦时，占全社会用电量 29.5%；截至 2020 年底，我国可再生能源发电装机占总装机 42.4%，总规模达到 9.34 亿千瓦。



资源来源：中电联，制图：中节能咨询

图 3 我国可再生发电装机量及占总发电装机比例增长情况



资源来源：中电联，制图：中节能咨询

图 4 我国可再生发电装量及占总发电量比例增长情况

可再生能源发电成本也在不断下降，2021年6月国家电力投资集团在四川甘孜州正斗一期20万千瓦光伏项目上报出0.1476元/千瓦时的低价，创下中国光伏电站项目最低价纪录。

随着可再生能源增长规模化、制造工艺提升、技术持续迭代、供应链竞争加剧以及各项支持政策落地，未来全球可再生能源成本将进一步降低，装机规模也将迎来爆发式增长。根据《中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》，我国风电和太阳能装机到2030年可达12亿千瓦以上。

新能源为主体的新型电力系统亟需构建：

高比例新能源和海量负荷的双重随机性与波动性，给电网功率平衡和安全运行带来了很大挑战，亟须变革“源随荷动”的传统电力供给模式，提高电力系统灵活性。储能是新型电力系统的重要组成部分，可以解决电网大量接入可再生能源带来的间歇性和不稳定性、提高常规电力系统和区域能源系统效率、安全性和经济性。根据《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），到2025年，实现新型储能从商业化初期向规模化发展转变，新型储能装机规模达30GW以上；到2030年，实现新型储能全面市场化发展。未来新型储能市场年均复合增长率将超过55%，前景十分广阔。

电网连接能源生产和消费，是能源资源转换利用的枢纽和基础平台，在适应和引领电气化进程中发挥关键作用。由于新能源发电方式的不稳定性和波动性，以及需求端分时段高负荷用电对电网输电要求的提高，建设特高压和智能电网以保障电网可靠性的需求提升。尤其智能微网作为智能电网的一个微型单元，在分布式电源比例大幅提升后，将分布式电源以智能微网形式接入到电网中并网运行具有重要的作用。

化石能源电力与CCUS结合：

要实现电力脱碳与零碳化，CCUS是十分关键的技术。结合CCUS的火电将平衡可再生能源发电的波动性，提供保障性电力和电网灵活性，“新能源发电+储能”与“火电+CCUS”将是不可或缺的技术组合。根据国际能源署（IEA）可持续发展情景，配备CCUS的燃煤及天然气发电厂对于安全、可持续和负担得起的电力系统越来越重要，到2040年配备CCUS的发电厂将提供全球5%的电力¹。

1 国际能源署（IEA）《CCUS在低碳发电系统中的作用》。



(2) 燃料零碳化

燃料零碳化是以太阳能、风能、生物质等可再生能源为主要能量制取可再生燃料，如氢、氨和合成燃料等。其中，氢能作为清洁、高效、灵活的能源形式在碳中和愿景下将得到大规模应用。据中国氢能联盟预测，2050 年，氢能需求量将达到每年 6000 万吨，是目前水平的 2 倍以上，占终端能源消费量的约 10%。

可再生合成燃料是利用可再生能源通过电催化、光催化、热催化等转化还原二氧化碳，以合成碳氢燃料或醇醚燃料，具有能量密度高、输运和加注方便、可利用目前加油站等基础设施、社会应用成本低等优点。近年来，通过可再生能源来转化二氧化碳制备合成燃料技术引起主要发达国家和地区高度关注。

2. 能源需求侧

(1) 能源资源利用节约化、高效化

能源资源利用节约化、高效化是碳达峰碳中和最基础的工作之一。2012 年以来，我国单位 GDP 能耗累计降低 24.4%，明显高于全球平均降速；但 2019 年我国单位 GDP 能耗仍高于全球平均水平 50%，是英国、日本的 3 倍左右，节能增效潜力可观。我国资源节约与循环利用受回收体系不完善等因素影响，循环利用规模不高，但从必须解决其带来环境影响角度看，开展废弃资源循环利用是刚性需求。2019 年全国大宗工业固废综合利用率为 56.19%，综合利用率有待进一步提升²。

(2) 终端电气化

碳中和目标下终端电气化是基于零碳电力的高度电气化。加快工业、建筑、交通等领域的零碳电力电气化，是提高能源利用效率、实现能源利用脱碳和零碳的重要途径。根据中国电力企业联合会发布的《中国电气化年度发展报告 2021》显示，2020 年，我国电能占终端能源消费比重约 26.5%，工业部门电气化率 26.2%，建筑部门电气化率 44.1%，交通部门电气化率 3.7%，在电气化加速情境下，电能占终端能源消费到 2030 年、2060 年将分别提高到 35.7%、66.4%，新能源电量渗透率将分别达到 27.4%、60.3%。

² 数据来自中节能咨询有限公司行业研究报告《中国大宗工业固废行业研究报告》。

工业电气化可对部分行业实现化石燃料电气化替代，比如炼钢高炉、轻工业中电炉对燃煤锅炉的替代等。另外，工业电气化还将推动工业过程热电气化，主要措施包括微波加热、红外加热、电弧加热等新技术应用。

建筑电气化的重点是供暖电气化，热泵是供暖电气化的主要手段。供暖碳排放占建筑运行碳排放的近 70%（居住建筑）和 43%（公共建筑），是建筑碳排放需重点关注的方面。目前，中国北方地区城镇建筑取暖面积约为 141 亿平方米，其中供暖面积约 70 亿平方米，主要通过热电联产、大型区域锅炉房等集中供暖设施满足取暖需求，而尚未覆盖的区域以天然气、电、可再生能源等分散供暖作为补充³。据预测在碳中和情景下，热泵技术占建筑采暖和热水供热的比例可达到 60%⁴，相比目前较低的占比份额⁵，市场潜力依然很大。

交通电气化继续利好新能源汽车。据公安部统计数据，截至 2020 年底，我国新能源汽车保有量 492 万辆，占国内汽车总量的 1.75%，比 2019 年增加 111 万辆，同比增加 29.18%。受益于供需端、政策端持续提振，我国新能源汽车有望维持上行态势。根据《2030 年前碳达峰行动方案》，2030 年新增新能源汽车渗透率要达到 40% 左右，即使按目前全国汽车产业 8 万亿元左右的整体规模不变，新能源汽车的规模也会达到 3.2 万亿元左右。而目前，新能源汽车产业的规模不过 5000 亿元，增长空间至少高达 2.7 万亿元。

新能源汽车产销持续扩张还将进一步拉动动力电池、充电桩等需求的增长。动力电池是电动车最核心、价值量最大的零部件，也是新能源车行业的核心竞争要素。根据沙利文公司预测，得益于下游需求增长及车型改善，预计未来 5 年全球动力电池装机量有望实现 36% 以上的年均复合增速。截至 2021 年 5 月，我国保有公用充电桩 88.4 万台，公用充电桩车桩比仅为约 6.7:1，离国家提出车桩比 1:1 的目标还有明显差距，随着新能源汽车消费的提速，充电桩的建设提速成为必然。

(3) 智慧化

智慧化是通过互联网、物联网、人工智能、大数据、云技术等信息与控制技术，将人、

3 国家发展改革委：《北方地区冬季清洁取暖规划（2017-2021 年）》，2017 年 12 月。

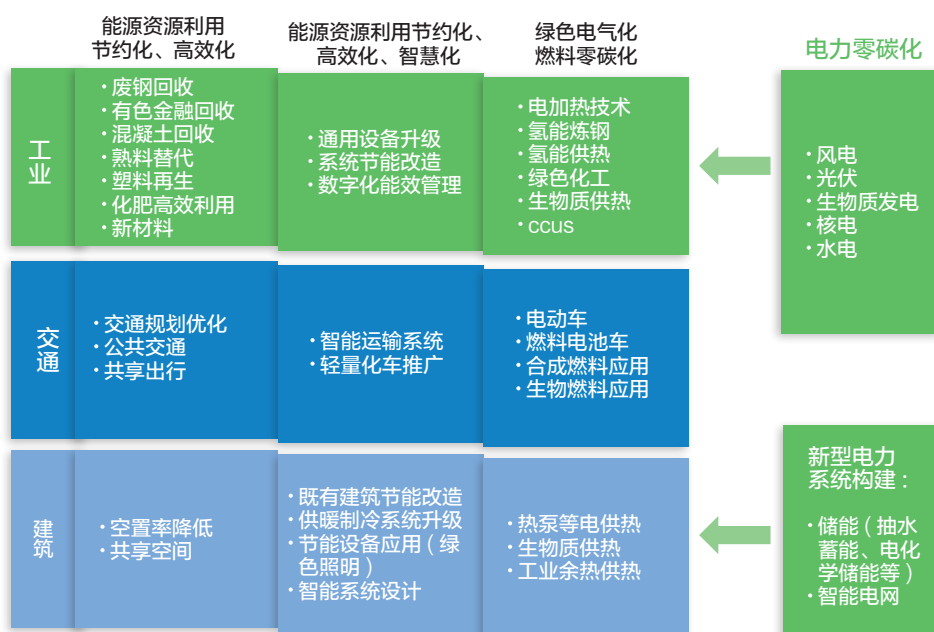
4 洛基山研究所：《零碳中国·绿色投资》。

5 根据《供热行业 2020 年度发展状况报告》显示：截止 2018 年底，燃煤热电联产集中供热面积占总供暖面积的 45%，燃煤锅炉集中供热占比 27%；其次为燃气供暖，以燃气为主要热源的供暖总面积达到 20%；电供暖占比 4%，可再生能源供暖占比 3%，工业余热供暖占比 1%。热泵仅为电供暖中一部分。



能源设备及系统、能源服务互联互通，使电源、电网、负荷和能源存储深度协同，实现能源流与信息流的高度融合。把多种多样的分布式发电源和海量的负荷通过网络构架起来，给每个单元赋予智能，实现能源生产、交易、利用的高效化，以及能源基础设施的共享，这是提高能源利用效率、最大限度就地消纳可再生能源的重要手段。区块链技术使数据或信息具有全程留痕、可以追溯、公开透明、集体维护等特征，将改变能源系统生产和交易模式，实现点对点新能源生产、交易、基础设施共享。

综合以上分析，结合电力零碳化、燃料零碳化、能源利用高效化、终端电气化及智慧化转变，电力、工业、交通、建筑等领域实现碳中和过程中蕴藏着巨大的市场投资机遇。我国碳中和目标路径图谱如下图所示。



整理：中节能咨询

图 5 碳中和目标路径图谱

（二）碳中和目标下企业战略市场指向

企业的战略选择代表着市场机遇的方向。尤其是央企战略行动更具有市场方向代表性。碳中和目标提出以来，不少央企发布响应碳中和目标的战略部署，通过对其中 29 家央企战略的梳理和分析，发现其战略行动主要集中在如下表所示八个方面。其中，13 家央企重点指向清洁低碳能源；9 家央企重点指向能效提升；8 家央企重点指向科技创新；6 家央

企重点指向数字智能管理；5 家央企重点指向电气化；4 家央企重点指向碳汇；4 家央企重点指向碳捕集封存与利用；1 家央企重点指向资源节约。

表 1 29 家央企碳中和战略部署

序号	企业	清洁低碳能源	能效提升	科技创新	数字智能管理	电气化	碳汇	碳捕集封存与利用	资源节约
1	中核集团	⊙							
2	中石化集团	⊙	⊙					⊙	
3	中海油集团	⊙	⊙			⊙			
4	华能集团	⊙			⊙				
5	大唐集团	⊙			⊙				
6	华电集团	⊙							
7	国电投集团	⊙			⊙				
8	三峡集团	⊙							
9	国家能源集团	⊙	⊙		⊙	⊙	⊙		
10	宝武钢铁集团	⊙	⊙	⊙					
11	中建集团	⊙	⊙						
12	华润集团	⊙						⊙	
13	中国节能环保集团	⊙		⊙					
14	中国铝业集团		⊙						
15	中化集团		⊙					⊙	
16	中煤集团		⊙	⊙	⊙				
17	中国化工集团		⊙					⊙	
18	中国化学工程集团			⊙					
19	中国建筑科学院			⊙					
20	哈尔滨电气集团			⊙					
21	东方电气集团			⊙					
22	中煤科工集团			⊙					
23	鞍钢集团				⊙				⊙



序号	企业	清洁低碳能源	能效提升	科技创新	数字智能管理	电气化	碳汇	碳捕集封存与利用	资源节约
24	国家电网					⊙			
25	南方电网					⊙			
26	中钢集团					⊙			
27	中石油集团						⊙		
28	中交建集团						⊙		
29	中煤地质总局						⊙		

数据来源：公开资料，整理：中节能咨询

（三）碳达峰碳中和“1+N”政策要求

2021年《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》（简称《意见》）和《2030年前碳达峰行动方案》（简称《方案》）先后印发，作为碳达峰碳中和“1+N”政策体系中最为核心的文件，《意见》和《方案》对我国如何实现碳达峰碳中和总体目标，给出行动方向。

从短期看，我国将碳达峰、碳中和纳入生态文明建设整体布局，实现减碳与节能、控污有效协同。从中长期看，我国将全面建立绿色低碳循环发展的经济体系和清洁低碳安全高效的能源体系。

梳理《意见》和《方案》，碳中和行动方向主要包括清洁能源、建筑领域、工业领域、交通领域、循环利用、碳汇等六大领域30多个细分方向。具体情况如下图所示。

从《意见》和《方案》提出的碳达峰碳中和工作路线图可以看出，其涉及行业、措施与碳中和路径图谱措施存在较大一致性，也覆盖了碳中和目标下企业战略部署方向。

主要领域	具体任务
《意见》	
经济社会发展全面绿色转型	绿色低碳发展规划、绿色低碳发展区域布局、绿色生产生活方式
深度调整产业结构	制定重点能耗行业达峰实施方案、遏制两高项目盲目发展、发展绿色低碳产业
构建清洁低碳安全高效能源体系	能源消费强度和总量双控、提升能源利用效率、控制化石能源消费、发展非化石能源、能源体制机制改革
低碳交通运输体系建设	优化交通运输结构、节能低碳型交通工具、低碳出行
城乡建设绿色低碳发展	城乡建设和管理模式低碳转型、节能低碳建筑、优化建筑用能结构
绿色低碳重大科技攻关和推广应用	低碳零碳负碳和储能新材料、新技术、新装备攻关；高效率太阳能电池、可再生能源制氢、可控核聚变、零碳工业流程再造等低碳前沿技术攻关；智能电网技术
提升碳汇能力	稳定现有森林、草原、湿地、海洋、土壤、冻土、岩溶等固碳作用；生态保护修复重大工程，山水林田湖草沙一体化保护和修复
对外开放绿色低碳发展	绿色贸易；绿色“一带一路”建设；国际交流与合作
健全法律法规标准和统计监测体系	健全法律法规：完善标准计量体系；提升统计监测能力
完善政策机制	严控煤电、钢铁、电解铝、水泥、石化等高碳项目投资，加大对节能环保、新能源低碳交通运输装备和组织方式、碳捕集利用与封存等项目的支持力度；激发市场投资活力；绿色金融；财税价格政策；市场化机制建设
加强组织实施	组织领导、统筹协调、压实地方责任、严格监督考核
《方案》	
能源绿色低碳转型行动	煤炭消费替代和转型升级：风电、光伏等新能源；水电：核电；先进生物液体燃料、可持续航空燃料；智能电网、储能；
节能降碳增效行动	能耗在线监测、能源计量体系；工业、建筑交通、照明、供热等节能升级改造；重点用能设备节能增效，数据中心等新型基础设施节能持碳
工业领域碳达峰行动	绿色制造工程，绿色设计；钢铁行业结构优化和清洁能源替代；氧冶金、二氧化碳捕集利用；有色金属行业清洁能源替代、废弃有色金属资源回收利用、余热回收利用；建材行业可再生能原利用、大宗固废综合利用；石化化工行业清洁电力替代、副产气体嘉效利用；遏制“两高”项目
城乡建设碳达峰行动	装配式建筑、绿色建材；市政基础设施节能降碳改造；光伏发电与建筑一体化应用、热电联产集中供热、清洁低碳供暖、建筑终绿电气化；农房节能改造、清洁取暖、可再生能源应用
交通运输绿色低碳行动	新能源汽车：电力、氢燃料、液化天然气动力重型货运车；铁路系统电气化；岸电；机场运行电动化智能化；铁路、水路为骨干的容式联运；充电桩、配电网、加注（气）站、加氢站等基础设施
循环经济助力降碳行动	产业园区循环化、大宗固废综合利用、资源循环利用体系、生活垃圾减量化资源化
绿色低碳科技创新行动	创新体制机制（“揭榜挂帅”机制）；创新能力建设和人才培养；低碳零碳色碳技术研究、先进活用技术研发和推广应用
碳汇能力巩固提升行动	生态系统固装：生态系统修复；生态保护补信机制：绿色低碳循环农业：农作物秸秆综合利用和畜禽粪污资源化利用
绿色低碳全民行动	宣传教育、绿色低碳生活方式、企业属行社会责任、领导干部培训
各地区梯次有序碳达峰行动	科学合理有序确定达峰目标、推进绿色低碳发展、上下联动制定地方达峰方案

《意见》和《方案》主要措施梳理

> **清洁能源**：风电、光伏、水电、核电、低碳燃料（先进生物液体燃料、可持续航空燃料等）、可再生能源制氢智能电网、储能；

> **建筑领域**：电气化、建筑、照明、供热等领域节能改造、光伏发电与建筑一体化应用、装配式建筑等；

> **工业领域**：电气化、节能改造、大宗固废综合利用、余热回收利用、石化化工副产气高效利用、氢冶炼、碳捕集利用；

> **交通领域**：电气化（新能源汽车）、节能改造、多式联运、充电桩、配套电网、加注（气）站、加氢站等基础设施；

> **循环利用**：产业园区循环化、资源循环利用体系、生活垃圾减量化资源化；

> **碳汇**：生态保护修复重大工程，山水林田湖草沙一体化保护和修复、农光互补、“光伏+设施农业”、“海上风电+海洋牧场”等；

资料来源：公开资料
整理：中节能咨询

图6 《意见》和《方案》涉及主要措施梳理



（四）碳中和目标下潜在市场机会分析

综合以上分析，从碳中和目标下行业发展研判，到企业对碳中和目标战略响应，再到“1+N”政策要求指向，可以进一步明确碳中和目标下市场机会行业清单如下表所示。

表 2 碳中和目标下机会行业清单

序号	路径	机会行业清单
1	电力零碳化、智慧化	水电（常规）
2		核电
3		陆上风电
4		海上风电
5		集中式光伏发电
6		分布式光伏发电
7		生物质热电联产
8		生物质气化发电
9		智能电网
10		抽水蓄能
11		储能（不含抽水蓄能）
12		碳捕集封存与利用
13	终端电气化	新能源汽车
14		工业电气化（如电加热等）
15		建筑电气化（如热泵技术供暖等）
16	能源利用高效化	工业节能改造
17		固废综合利用
18	燃料零碳化	绿氢

三、国内外商业银行低碳投资领域 选择分析

（一）国内外商业银行低碳投资实践

商业银行之所以关注低碳经济，其关键原因之一是低碳经济对银行的信誉和声誉有重要影响。商业银行为增强信誉、提高声誉，避免高碳经济对银行收益产生影响，开始加强气候风险的应对，进行投资领域调整，以适应低碳经济发展。

本研究主要选择了在低碳投资方面行动比较早、比较积极的花旗银行、法国巴黎银行、巴克莱银行，以及国内在绿色金融发展方面开展工作较多、2021年上半年绿色信贷余额排名比较靠前的2家银行——兴业银行、工商银行，进行低碳投资领域实践对比。国内外商业银行低碳投资做法和重点支持领域情况如下表所示。

表 3 国内外商业银行实践及重点支持领域

银行名称	主要做法	重点支持领域
花旗银行	(1) 加入国际可持续发展准则：加入或遵循国际可持续发展准则，包括绿色债券原则（GBP）、赤道原则等； (2) 制定战略目标：到 2030 年前做到自身运营净零排放、2050 年在融资支持的项目上也达到净零排放的承诺。在 2030 年将完成 1 万亿美元的可可持续发展融资，助力联合国实现十七个可持续发展目标。制定《可持续发展战略 (2015-2020)》公布 1000 亿美元环境金融融资计划，即 2014-2023 年花旗将向可以减少气候变化影响的活动以及有利于人类环境改善的活动提供绿色投融资 1000 亿美元。 (3) 重视环境和社会风险管理：建立环境与社会风险管理体系（ESRM），并持续关注银行自身的绿色运营，将环境和社会风险管理作为可持续发展战略的重要部分。	减轻气候变化影响的活动； 可再生能源和能效提升方面； 其他领域（如可持续交通）的温室气体减排和资源效率提升； 适应气候变化影响的活动； 资助其他对环境有利的活动，如改善基础设施，增加清洁用水的可及性和废物管理； 突出可扩展的创新，利用大数据和数字解决方案的力量来解决环境挑战方面。
法国巴黎银行	(1) 配合国家能源转型战略加速支持能源转型：收紧针对煤炭相关活动的融资额度；不再与主要从事页岩和 / 或油砂中勘探、生产、分销、销售或交易石油和天然气业务的公司进行合作。二是停止为主要内容为运输、出口以页岩或油砂提炼石油和天然气的项目提供投融资。三是不再为北极地区的石油或天然气勘探或生产项目进行投融资，继续积极支持那些承诺参与能源转型的客户。 (2) 公司治理助力银行可持续发展：设立了可持续发展治理机制；加入了法国非洲投资理事会（CIAN），其投资业务在未来将直接服务于非洲欠发达地区的可持续发展；积极参与各类国际组织，涉及领域包括投资责任、银行义务、气候变化、碳排放披露项目（CDP）和生物多样性保护等；签署联合国支持的责任投资原则（PRI）	减轻气候变化类项目； 可再生能源项目； 生物多样性保护； 能源转型； 能源创新解决方案相关企业；



巴克莱银行	(1) 树立净零银行目标; (2) 促进产品和服务绿色转型; (3) 将气候变化风险纳入企业风险管理框架; (4) 量化气候环境风险, 进行气候信息披露	投资绿色创新; 海洋碳汇; 气候变化缓解: 从供应链到生产的脱碳运营; 气候变化适应: 应对气候变化相关极端天气带来的物理风险, 包括资源短缺;
兴业银行	(1) 加入国际可持续准则: 加入“赤道原则”、首批签署联合国《负责任银行原则》、首家签署《可持续蓝色经济金融倡议》; (2) 创新金融产品和服务: 创新了能源合同管理、碳排放交易、排污权交易等融资产品, 推出“绿金融·全攻略”, 初步构建了覆盖绿色产业链上下游的金融产品体系。	绿色金融领域主要聚焦: 水资源开发与利用、大气污染防治、固废治理、轨道公交、绿色建筑等重点领域。
工商银行	(1) 以“低碳化”为核心, 全面推进绿色金融工作: 首家签署支持 TCFD 建议声明的中资金融机构, 并在实践中对标 TCFD 建议。 (2) 投融资结构绿色调整, 将企业环保、能耗等最新指标要求嵌入重点领域客户及项目选择标准, 扎实推进投融资结构绿色调整。实施重点行业限额管理。对钢铁、煤炭等高耗能行业实施到户分类管理, 将煤电项目贷款审批权上收总行等, 合理有效管控高耗能行业融资。 (3) 着力提升环境与气候风险管理能力	节能环保、清洁生产、清洁能源、生态环境、基础设施绿色升级、绿色服务等

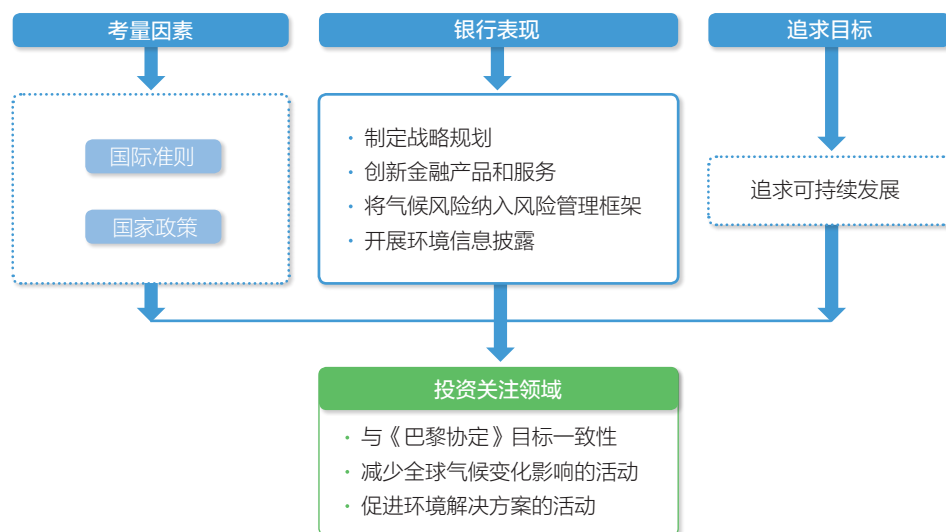
资料来源: 公开资料, 整理: 中节能咨询

(二) 低碳领域选择的考量

从国内外商业银行低碳投资实践可以看出, 在应对气候变化背景下, 商业银行在低碳领域选择时重点考量的两个因素包括可持续发展与风险因素, 主要做法是追求可持续发展原则, 同时注重加强气候风险管理。

1. 低碳领域选择遵循可持续发展原则

应对气候变化是实现全球可持续发展的内在需要。商业银行在选择低碳投资领域时保持与《巴黎协定》目标一致, 即支持减少全球气候变化影响的活动和促进环境解决方案的活动等。在此过程中遵循可持续发展原则, 同时结合所在国国家战略, 开展包括制定银行战略规划、创新金融产品和服务、将气候风险纳入风险管理框架以及开展环境信息披露等工作。



整理：中节能咨询

图 7 商业银行低碳投资领域选择考量要素

2. 将气候变化风险纳入全面风险管控

加强风险管理控制是商业银行提升自身风险应对能力的基本路径，对实现可持续发展战略目标至关重要。在全球应对气候变化背景下，国内外商业银行十分关注气候风险，为降低气候风险，各银行等金融机构逐步将气候变化风险纳入全面风险管控，纳入商业银行的投融资决策中。也有更多机构引入赤道原则以及 TCFD 发布《气候风险管理指南》等准则，以期降低相关风险对金融机构的影响。

（三）低碳领域选择差异分析

对比国内外商业银行低碳投资实践，可以看出这些银行在对清洁能源、能效提升、资源综合利用和对环境有利活动等领域选择具有一致性，但在化石能源领域和核电开发利用领域选择上存在较大不同。

化石能源领域：国际机构尽量避免建设或投资化石能源生产与综合利用领域的项目，包括煤炭清洁利用类项目。2018 年以来，世行开始撤出包括科索沃煤电厂在内的最后一批煤电投资项目。法国巴黎银行 2020 年，发表声明承诺将与所有发展新的煤基生产能力的客户“断绝联系”，且将不再接受任何新的与煤相关活动中获得超过 25% 收入的客户，并计划在 2030 年底前终止与煤炭发电客户的关系。



核电开发利用领域：国际上不同国家根据自身国情对核电态度不同，但核能作为零碳排放能源，对缓解气候变化具有重要意义。2020 年由美国政府运营的开发银行取消对核电项目投资的禁令，部分国家对核电态度也开始转变。

在我国，《绿色产业指导目录（2019 年版）》虽纳入了清洁煤和核电，但 2021 年人民银行发布的最新《绿色债券支持项目目录（2021 年版）》，开始与国际对接，剔除了煤炭清洁利用内容，对核电仍支持建设。但核电行业作为国家能源安全保障的一部分，是国家战略性资源，不是以市场、成本、效益为导向的普通能源。因此，核电不作为商业银行低碳投资领域选择讨论范畴。

四、商业银行低碳投资行业选择分析

通过以上分析，可以明确碳中和目标下商业银行低碳投资机会行业范围包括表 2 所列机会行业清单中除核电之外的其他行业。本部分将对纳入范围的潜在行业进行优先顺序分析。商业银行的最终目标是获取高额利润，低风险、高收益、市场前景好的投资项目是商业银行青睐对象。因此，优先顺序将综合考虑各行业涉及技术成熟度、经济性和市场潜力等因素，采用专家打分法进行评价。

（一）评价方法说明

评价过程采用专家打分法，对目标行业技术成熟度、经济性和市场潜力进行评价。行业评价表示例如下表所示。

表 4 行业评价表示例

行业评价表							打分人：			
技术类型	技术成熟度（权重 30%）			经济性（权重 40%）			市场潜力（权重 30%）			得分
	高 (10分)	中 (6分)	低 (3分)	高 (10分)	中 (6分)	低 (3分)	高 (10分)	中 (6分)	低 (3分)	
水电（常规）	A			B			C			M/G
抽水蓄能										
新能源汽车										
工业节能改造										
陆上风电										
海上风电										
集中式光伏发电										
分布式光伏发电										
生物质热电联产										
生物质气化发电										
工业电气化（比如电加热等）										
建筑电气化（比如热泵技术供暖等）										
固废综合利用										
可再生能源微电网										
储能										
绿氢										
碳捕集封存与利用										



每个行业评价满分 10 分，技术成熟度、经济性、市场潜力三个评价因素分别赋予 30%、40%、30% 权重。专家对每个行业技术成熟度、经济性、市场潜力进行高、中、低评价，分别对应 10 分、6 分、3 分，根据专家的评价得出各行业综合得分。

某行业专家评价得分 $M=A*30\%+B*40\%+C*30\%$;

汇总所有专家评价的综合得分，取平均值：

某行业得分平均值 $G=AVERAGE$ （某行业所有专家评价得分）

行业得分平均值作为行业选择等级的依据，行业选择等级与评价得分平均值对应关系如下表所示。

表 5 行业选择等级与评价均值对应表

行业评价均值	等级评价
评价均值 ≥ 8 分	优选类
评价均值 6 分（含）-8 分	次优类
评价均值 < 6 分	一般类

各因素评价打分说明如下：

技术成熟度评价分为高、中、低三个等级。该行业中关键技术或某项技术成熟度较高，处于大规模推广应用阶段，则评价为高；该行业中关键技术或大部分技术成熟度一般，处于工业示范阶段则评价为中；该行业中关键技术或大部分技术成熟度较差，处于中试或者基础研究阶段则评价为低。

经济性评价分为高、中、低三个等级。现有政策环境下该行业主流技术应用过程中，可实现内部收益率 $\geq 8\%$ ，则评价为高；现有政策环境下该行业主流技术应用过程中，可实现内部收益率在 6%（含）至 8% 之间，则评价为中；现有政策环境下该行业主流技术应用过程中，可实现内部收益率 $< 6\%$ ，则评价为低；

市场潜力评价分为高、中、低三个等级。市场需求量大，受资源条件限制影响程度较小，可开发市场规模依然较大，则评价为高；市场需求量大，受到一定资源条件限制影响，可开发市场规模一般，则评价为中；市场需求量大，受到资源条件限制影响较大，可开发市场规模较小，则评价为低。

(二) 行业评价过程

本次评价邀请十位专家进行打分评价。专家情况如下表所示。

表 6 邀请专家情况

专家	职称	从业年限	专业与擅长领域
专家 1	高级工程师	20 年	热能与动力工程专业，擅长电力、新能源发电领域
专家 2	高级工程师	15 年	热能与动力工程专业，擅长新能源发电、新能源制氢等领域
专家 3	高级工程师	15 年	环境工程专业，擅长新能源发电、电网领域
专家 4	高级工程师	13 年	农业生物环境与能源工程专业，擅长生物质领域
专家 5	高级工程师	20 年	环境工程专业，擅长废弃物循环利用领域
专家 6	高级工程师	20 年	热能与动力工程专业，擅长工业节能领域
专家 7	高级工程师	30 年	热能与动力工程专业，擅长低碳交通领域
专家 8	高级工程师	31 年	风电专业，擅长新能源发电领域
专家 9	高级工程师	16 年	环境工程专业，擅长可再生能源清洁供暖领域
专家 10	高级工程师	22 年	制冷与低温工程专业，擅长储能领域

各专家评价综合得分并取均值汇总情况如下表所示。

表 7 各行业专家评价汇总表

专家评分	专家1	专家2	专家3	专家4	专家5	专家6	专家7	专家8	专家9	专家10	平均分
工业节能改造	10.00	6.00	8.80	10.00	10.00	7.90	8.80	8.80	7.90	10.00	★ 8.82
分布式光伏发电	7.20	8.40	7.20	8.40	8.40	8.40	7.20	8.40	8.40	8.40	★ 8.04
新能源汽车	8.40	7.20	10.00	7.20	7.20	8.40	8.40	7.20	7.20	8.40	★ 7.96
建筑电气化 (比如热泵技术供暖等)	10.00	8.40	8.80	7.20	7.20	7.20	10.00	6.00	7.20	7.20	★ 7.92
集中式光伏发电	7.20	7.20	8.40	7.20	7.20	7.20	7.20	8.80	7.20	8.40	★ 7.60
工业电气化 (比如电加热等)	8.40	6.00	8.40	10.00	7.20	7.20	8.40	6.00	6.00	7.20	★ 7.48
陆上风电	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.00	8.80	8.80	7.20	★ 7.40
固废综合利用	6.00	7.20	7.60	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	★ 7.12
生物质热电联产	7.90	7.20	8.80	6.30	6.30	6.30	7.90	7.20	6.30	6.30	★ 7.05
水电 (常规)	7.90	5.10	6.00	7.20	7.20	6.30	7.90	7.20	7.90	6.30	★ 6.90
新型储能	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	5.10	5.10	7.20	★ 6.78
抽水蓄能	7.20	5.10	6.30	5.10	7.20	7.20	6.00	7.20	8.80	7.20	★ 6.73
海上风电	7.20	3.90	6.00	6.00	6.00	7.20	7.20	8.40	7.20	6.00	★ 6.51
可再生能源微电网	7.20	5.10	6.00	6.00	6.00	7.20	7.20	6.00	6.00	6.00	★ 6.27
绿氢	6.00	5.10	6.00	4.80	5.10	5.10	6.00	5.10	5.10	5.10	☆ 5.34
生物质气化发电	7.20	7.20	5.10	6.30	3.00	3.90	6.00	6.00	3.90	3.00	☆ 5.16
碳捕集封存与利用	5.10	3.90	3.00	5.10	5.10	3.90	5.10	3.00	3.90	5.10	☆ 4.32



（三）行业评价结果

根据各行业评价得分平均值，结合“行业选择等级与评价均值对应表”得出各行业选择等级如下表所示。

表 8 行业选择等级划分

等级评价	行业名称
优选类	工业节能改造、分布式光伏发电
次优类	新能源汽车、建筑电气化、集中式光伏发电、工业电气化、陆上风电、固废综合利用、生物质热电联产、水电（常规）、新型储能、抽水蓄能、海上风电、可再生能源微电网
一般类	绿氢、生物质气化发电、碳捕集封存与利用

根据评价结果，商业银行当前应重点关注上表所示优选类及次优类行业。从行业评价过程也可以看出，这些行业技术成熟度、经济性及市场潜力等方面具有比较好的表现。绿氢、生物质气化发电、碳捕集封存与利用等行业由于存在技术成熟度较低等问题，综合评价较低，但考虑对碳中和目标实现的重要作用，可关注行业技术进步情况适时介入。

五、案例行业市场分析

海上风电和储能行业市场潜力大，“十四五”时期将是这两个行业黄金发展期，因此，本部分重点对海上风电和储能行业进行详细介绍，为商业银行提供参考。

（一）海上风电行业

海上风电具有技术含量高、建设难度大、投资成本高、市场潜力广等特征，已成为风力发电行业争相竞技的热点领域。中国拥有漫长的海岸线、辽阔的海域，海上风能资源丰富，“十四五”，海上风电将迎来黄金发展期。

1. 政策环境

产业政策逐步健全。2014年8月，国家能源局公布《海上风电开发建设方案（2014-2016）》，共纳入44个项目，总规模达到10.53GW。在政策驱动下，我国海上风电进入快速发展期，2014年也被称为中国“海上风电元年”。2018年5月，国家能源局在《关于2018年度风电建设管理有关要求的通知》中提出，从2019年起，新增核准的集中式陆上风电项目和海上风电项目应全部通过竞争方式配置和确定上网电价，各项目申报的上网电价不得高于国家规定的同类资源区标杆上网电价，竞价机制全面实施。2020年1月20日，《关于促进非水可再生能源发电健康发展的若干意见》发布，明确了新增海上风电和光热项目不再纳入中央财政补贴范围，2022年开始全面取消国家补贴，这有利于倒逼行业健康发展。

2. 技术现状

海上风电技术主要包括风电机组技术、输电技术、海洋工程技术及运维技术等。海上风电关键技术国产化水平逐步提升，与国外技术水平逐步缩小。

（1）海上风电机组技术

目前海上风电机组向着“大容量、轻量化、高可靠”趋势发展。国外最大单机容量达到12MW，国内最大单机容量为10MW。



整机厂商国内外技术水平逐步缩小。过去由于缺乏海上风电机组的研发技术、大批量的运行经验，我国风电机组及运维服务都依赖于进口。近年来，华锐、金风、湘电等一批整机制造企业加大对技术研发，已经能够生产出高质量的风电机组，也具备了大兆瓦级风电整机自主研发能力，而且形成了完整的风电装备制造产业链，制造企业的整体实力与竞争力也大幅提升。但其中超长超柔叶片技术、风电机组主轴承技术、直驱永磁风力发电机等技术还不是特别成熟，一定程度依赖国外。

(2) 海上输电技术

海缆基本实现国产替代进口。目前我国的海缆制造企业主要包括东方电缆、中天科技、亨通光电、汉缆股份等。近年来，我国海缆制造领域的国产化推进顺利，基本实现了国产替代进口。海上风电项目的海缆招标也逐步由制造、敷设独立招标转向“制造 + 敷设”整包模式。

(3) 海洋工程技术

海洋工程技术主要包括勘查工程技术、结构工程技术、岩土工程技术、建造技术以及运营维护技术五部分。水深超过 50 米的深海区域，如采用固定式基础结构，造价将大幅增加，且目前技术难以实现，深海浮式风电场将成为海上风电场发展的新趋势。2018 年江苏亨通光电股份有限公司成功中标葡萄牙海上浮式风力发电输出系统建设项目，为我国漂浮海上风电项目开发积累了成功经验。

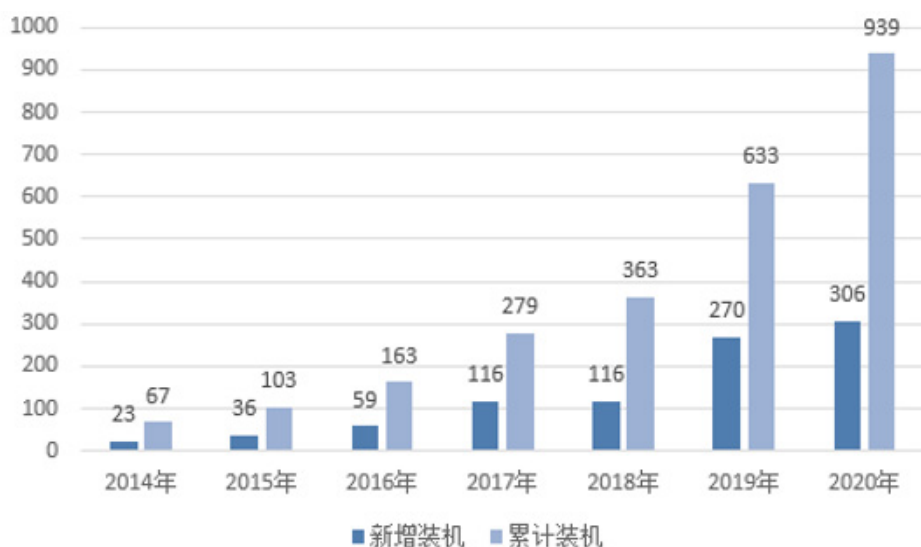
(4) 运维技术

目前，我国海上风电开发正处于由近海到远海、由浅水到深水、由起步到规模化开发的关键阶段，海上运维能力已得到大幅提升。国内海上风电项目运行周期大多为 25 年，运维的主要模式为：前 5 年由整机厂商提供质保服务，出保后 20 年由服务商提供运维服务，运维服务商包括整机厂商、专业运维公司、开发商工程团队等。

随着我国海上风电建设规模的增加，海上运维市场也将不断增长，且整机厂商和开发商也越来越重视海上风电全生命周期运维解决方案。从欧洲的发展趋势看，整机厂商与开发商签订“5+N”的长期运维协议，即将 5 年质保期后的运维继续交由整机厂商，保证风场运行稳定和发电效率。

3. 市场现状

装机规模位居世界前列。2018 年，我国海上风电累计装机量达到 363 万千瓦，装机量跃居全球第三，仅次于英国和德国。截至 2020 年底，全国海上风电累计装机达到 939 万千瓦。



数据来源：国家能源局，整理：中节能咨询

图 8 我国海上风电装机情况（单位：万千瓦）

4. 行业格局

(1) 海上风电产业链及典型企业

我国海上风电产业链与陆上风电基本一致，可归纳为：上游的原材料生产与零部件制造，中游的整机与海缆等重要设施制造以及下游的安装与运维三个环节。据彭博新能源财经统计分析，2020 年我国风电行业市场集中度进一步提升，上游产业链趋于成熟。中游环节，在 22 家实现新增装机的整机制造商中，前五大整机制造商占有 73% 的新增市场份额，其中，金风科技占比 32%。下游环节主要由央企与地方能源集团构成的“五大四小”主导，如华能、大唐、国家电投、三峡集团、中广核等。

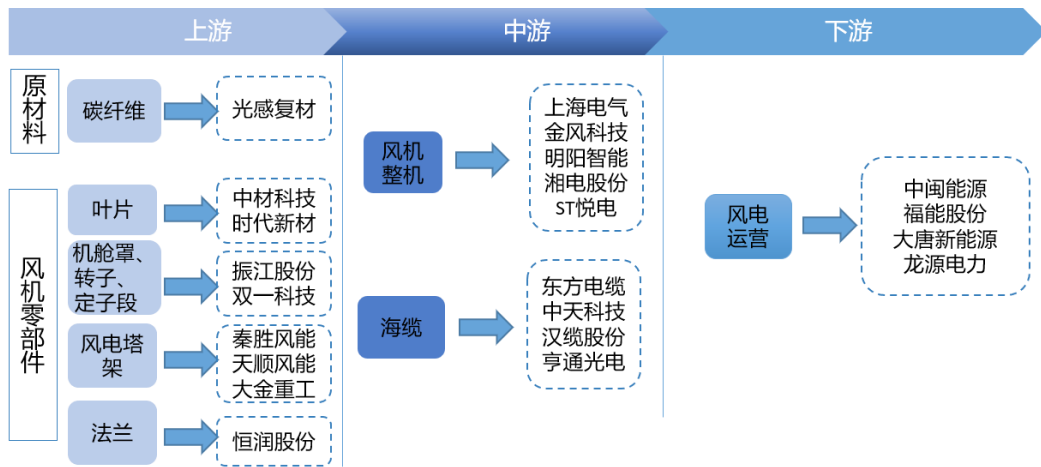
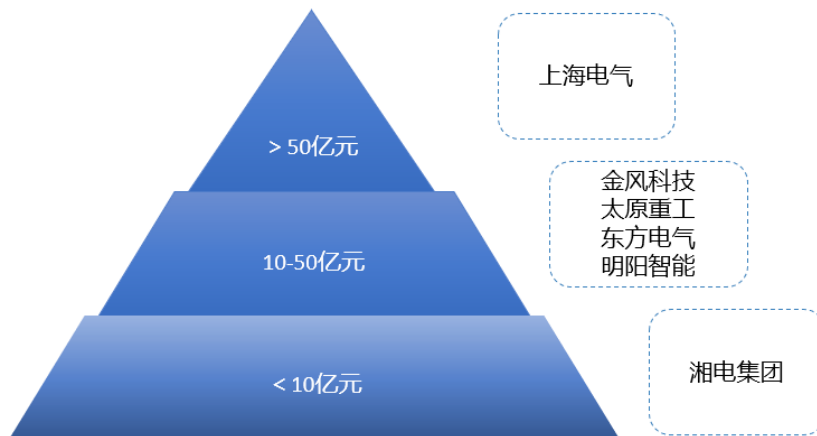


图 9 海上风电关键产业链环节

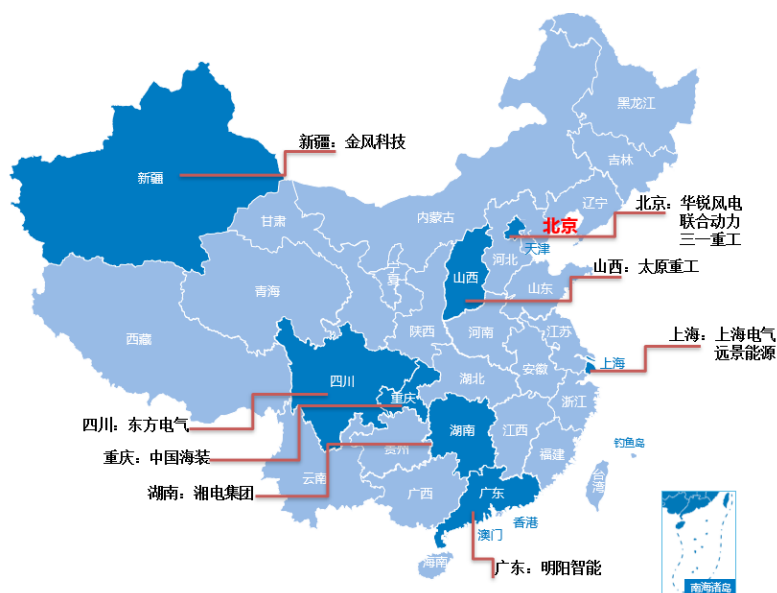
(2) 海上风电企业市场份额情况

注册资本排名: 目前我国海上风电行业的上市公司主要有上海电气、金风科技、明阳智能、湘电风能、东方电气、太原重工。



数据来源: 公开资料, 整理: 中节能咨询

图 10 我国海上风电企业注册资本排名



数据来源：公开资料，整理：中节能咨询

图 11 我国海上风电企业区域分布图（按注册地分布）

装机容量排名：根据全球风能理事会（GWEC）在 2020 年 8 月 5 日发布的《2020 全球海上风电报告》的数据显示，目前我国海上风电整机制造企业共有 11 家，外企 2 家。其中，累计装机容量超过 600MW 的有上海电气、远景能源、金风科技和明阳智能，这 4 家企业的海上风电机组累计装机量占海上风电总装机容量的 89.5%。

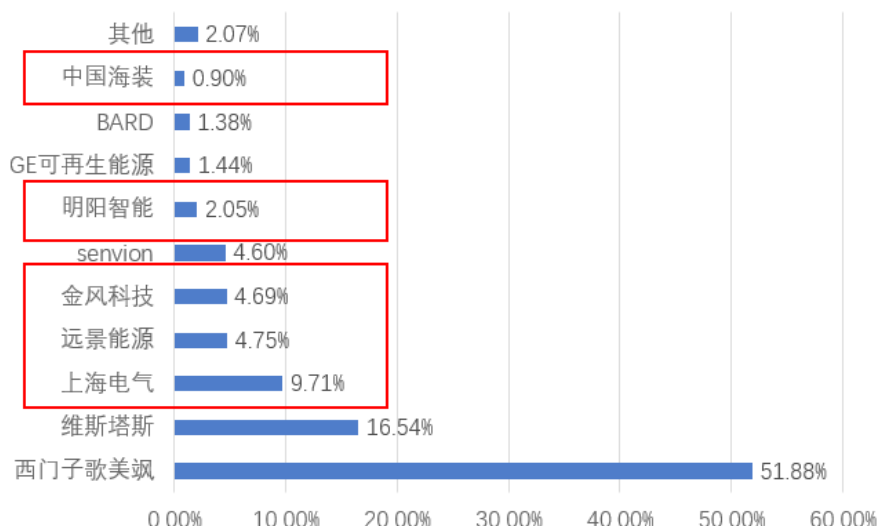
表 9 我国风电制造企业海上风电装机容量情况（单位：兆瓦）

企业名称	2019 年累计装机容量	占比
上海电气	2090	41.4%
远景能源	1399	19.9%
金风科技	1378	19.6%
明阳智能	603	8.6%
中国海装	294	4.2%
华锐风电	170	2.4%
Siemens Gamesa	90	1.3%
湘电风能	71	1.0%
联合动力	66	0.9%
GE	18	0.3%
东方电气	15	0.2%
太原重工	10	0.1%
三一重工	4	0.1%

资料来源：GWEC，整理：中节能咨询



市场份额排名：根据 GWEC 的数据显示，目前我国共有 5 家企业进入全球海上风电累计装机容量前十。其中，上海电气的海上风电累计装机量在全球范围占比 9.71%，排名第三。



数据来源：GWEC，整理：中节能咨询

图 12 2019 年全球海上风电供应商累计装机量占比情况

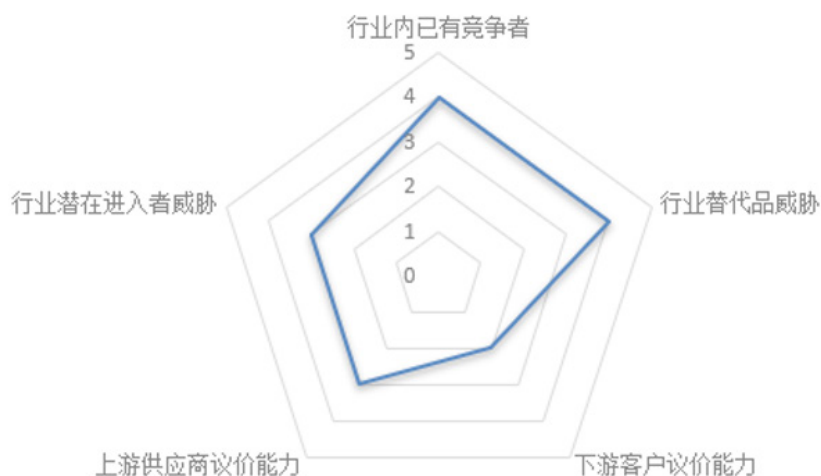
(3) 海上风电行业竞争状态评价

从现有竞争者角度来看，目前我国海上风电整机制造商共有 13 家，其中 11 家国内企业，2 家外企，海上风电行业呈现高度集中化。再加上国外风电巨头（西门子歌美和 GE 能源）凭借资金和技术优势，逐步扩大在我国海上风电领域的影响力，成为我国海上风电企业强有力的竞争对手。随着海上风电技术与资金壁垒的提高，潜在进入者威胁较低。

从替代品角度来看，可再生能源发电技术较多，存在一定的替代风险。但海上风电正处于向上发展阶段，可在一定程度抵消替代风险。

从下游的议价能力来看，我国电力价格弹性幅度较小且电价统一由国家发改委制定，购买者一般没有与供电商直接议价的权利；因此下游的议价能力较弱。

从上游供应商的议价能力来看，我国海上风电企业的大部分核心部件都是通过上游企业购买，但近年来我国海上风电整机制造商也开始向上游扩张，因此上游供应商的议价能力一般。整体来看，虽然我国海上风电行业的竞争形势逐步展现，但因其市场空间广阔，资金需求规模较大，具有较好投资潜力。



数据来源：前瞻产业研究院，整理：中节能咨询

图 13 中国海上风电行业竞争状态

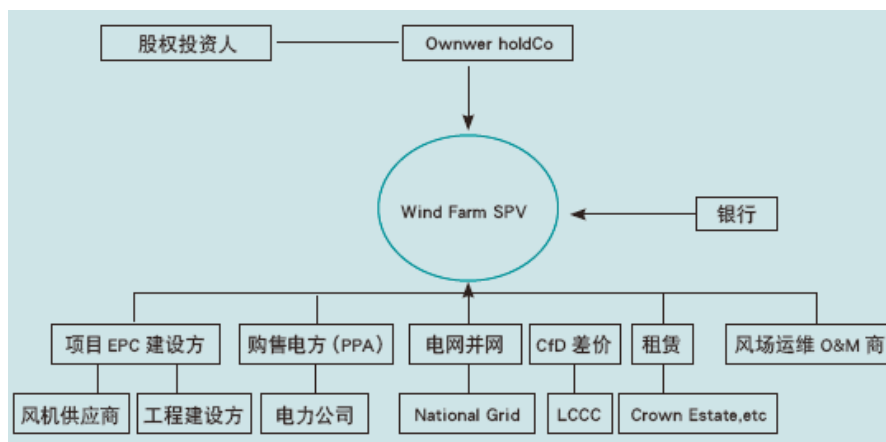
5. 投融资模式

海上风电是资本密集型项目，融资成本对项目成本影响很大。目前，我国海上风电的主要开发运营商为大型电力央企。与陆上风电相比，海上风电的技术壁垒更高，开发商更单一。国电集团、中广核、鲁能、申能、中水电、三峡新能源等传统电力风电企业占据海上风电主要份额。融资方式主要依赖于项目股东强担保的贷款，实际上没有脱离资产负债表融资模式，不少优质项目仍然面临融资难、融资贵的问题。

专栏 1 英国海上风电融资模式借鉴

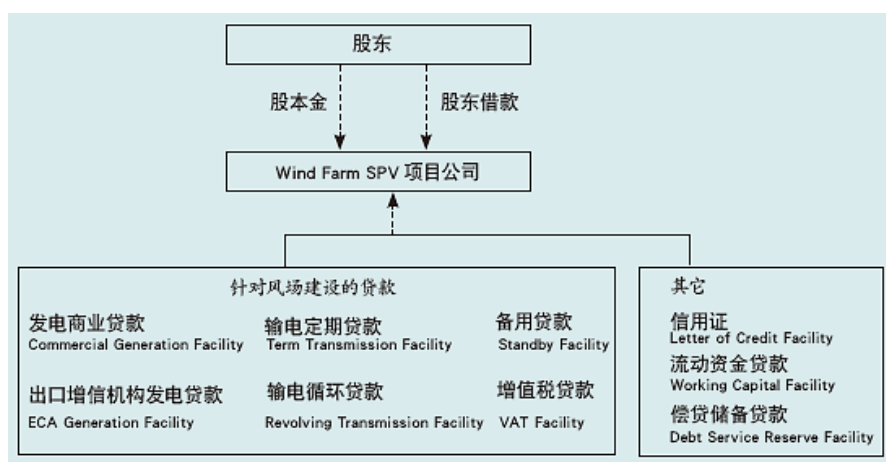
根据英国致同会计师事务所（Grant Thornton）2018 年发布的研究报告，英国海风发电以项目融资和无 / 有限追索权融资为主，其次是企业融资、资本市场和债券融资。

典型模式——项目融资。项目融资特指一种融资结构，在此结构中信贷资金的唯一保障（security）是项目本身。项目公司的股东不提供任何担保，若发生贷款逾期未偿，债权人有权取得项目的所有权，代替原有股东运行或变卖项目获得资金收回本息。海风发电项目融资的借款主体是项目公司（ProjectCo SPV），如下图专 -1 所示。



图专 -1 典型英国海上风电项目的合同结构

考虑到英国海上风电项目规模增大和对融资成本控制的高要求，项目融资结构和涉及品种逐渐复杂。图专 -2 列出了英国海上风项目的典型融资结构，包括股权融资和项目贷款。



图专 -2 典型英国海上风电项目融资结构和品种

6. 未来前景

(1) 技术发展趋势

大规模大功率机组的应用，加速海上风电向深海领域拓展。随着补贴退出、竞价时代的到来，海上风电投资建设运营成本将进一步降低，大容量风电机组将成为发展趋势。目

前中国海上风电机组中，单机容量大多数为 4MW 机组，预计 2020 年底，海上风电的主流机型为 5-10MW 机组，2021-2030 年，10MW-15MW 机组将成为海上风电的主流机型。随着大功率机组的应用，技术进步叠加成本下降，使海上风电向深海领域扩展将成为可能，预计到 2025 年，海上风电平台的水深将超过 60 米，离岸距离最大将超过 100 千米。

(2) 市场规模预测

海上风能资源丰富，主要集中在东部沿海省份。中国海上风能资源丰富，水深 5-50 米近海海域，100 米高度的海上风能资源可开发量为 5 亿千瓦，总面积为 39.4 万平方千米，主要处于东部沿海的山东、江苏、浙江、福建和广东五个省份。

市场潜力预测。综合各沿海省份“十四五”海上风电规划来看，目前已明确规划储备项目装机规模达 44.6GW，且还有部分省份存在其他规划外的项目储备。考虑到海上风电成本快速下降，部分海上风电项目已初步具备平价上网可行性（项目收益率 6%-7.5%），结合“十三五”期间各省总规划装机 6.6GW、实际装机 9GW 的超预期表现，预计“十四五”期间，国内海上风电年均新增装机中枢有望达 10GW 左右，对应复合增速约 15%。按照全球能源互联网发展合作组织预测，海上风电初始投资在“十四五”期间将降为 13650 元/千瓦，以此预测“十四五”期间海上风电新增投资需求约 6088 亿元左右。

表 10 沿海省市海上风电“十四五”规划

省市	已核准容量 (GW)	“十三五”规划目标到 2020 年（调整后）(GW)	截止 2019 年底累 计并网 (GW)	“十四五”期间新增 计划 (GW)
江苏	12.8	3.5	4.23	9.1
福建	3.75	2	0.46	5*
广东	9.85	0.3	0.24	16
山东	0.3	-	0	5*
浙江	2.42	0.3	0.25	4.5
上海	0.42	0.3	0.41	-
河北	0.8	-	0	0.5*
海南	-	0.1	0	1*
辽宁	0.6	-	0.23	0.5*
天津	0.09	0.1	0.11	-
广西	-	-	0	3
总计	31.03	6.6	5.93	44.6

* 根据地方规划预测数值。



（二）储能行业

电力系统储能是解决新能源消纳、增强电网稳定性、提高配电系统利用效率的合理解决方案，在整个电力价值链上能够起到重要的作用。近年来，随着全球，特别是中国可再生能源在能源系统中的比例不断提升，储能需求也随之增长。特别是双碳目标下，储能作为实现碳达峰碳中和目标的关键一环，其市场空间巨大。

1. 政策环境

利好政策出台，催化储能市场发展。我国储能产业随着 2005 年《可再生能源产业发展指导目录》的出台开始布局。到“十四五”，储能产业战略已经到发展的黄金时期，配套政策将更加完善。

国家发改委 2021 年发布多项政策文件涉及储能，给予储能行业发展政策支持，主要包括：从顶层设计角度，统筹规划明确新型储能独立市场主体地位，给予装机目标指引，鼓励投资建设，推动技术进步和成本下降；从完善电价机制角度，倡导各地合理确定峰谷电价差，解决相关储能项目经济性痛点，激发市场活力，引导储能在电力“削峰填谷”中发挥重要角色；从可再生能源消纳角度，将储能列为保障可再生能源消纳的三个关键点之一，**强化储能在构建新型电力系统中的重要地位。**

地方政策相继推出，完善峰谷分时电价机制。多地相继推出储能政策并完善峰谷分时电价机制，比如：《关于完善广西峰谷分时电价机制方案公开征求意见的公告》提出：在平段电价基础上上下浮动 50% 形成高峰电价和低谷电价，并在高峰电价上浮 20% 形成尖峰电价。2021 年 9 月 10 日，浙江省发布关于进一步完善分时电价政策有关事项的通知，峰谷电价差进一步拉大，尖峰电价和低谷电价最大峰谷电价差超 0.82 元 / 千瓦时。而峰谷价差套利是储能产业的重要商业模式，电价差拉大有利推动储能产业发展。

2. 技术现状

储能技术可分为电化学储能、机械储能和电磁储能。机械储能和电磁储能统称为物理储能，各类型电能存储技术特点如下表所示。

表 11 电能存储技术特点及应用场景

储能类型		额定功率 等级	持续充 / 放电时间	优点	缺点	应用场景
电化学储能	铅酸 电池	1kW- 50MW	1-4h	成本低廉，安全稳 定性较好	回收处理难， 循环次数较少	备用电源，UPS*， 电能质量，调频等
	钠硫 电池	1kW- 100MW	4-8h	结构紧凑，容量大， 效率高	运维费用高	平滑负荷，稳定功 率等中小容量应用
	全钒液 流电池	10kW- 10MW	4-8h	充放电次数多，容 量大，效率高	能量密度较低	调峰调频，可靠性， 能量调节等
	锂离子 电池	1kW- 100MW	1-4h	能量密度高，高效 率，寿命长	成本较高	备用电源，UPS 等 中小容量应用场合
机械储能	抽水 蓄能	100MW- 2GW	8-10h	容量大，寿命长， 运行费用低	选址受限，建 设周期长	削峰填谷，调频调 相，事故备用，黑 启动
	压缩空 气储能	10- 300MW	4-20h	容量功率范围灵 活，寿命长	选址受限，化 石燃料	削峰填谷，系统备用， 分布式电网微网
	飞轮 储能	5kW- 10MW	1s-30min	效率高，响应速度 快，寿命较长	自放电率高， 用于短期储能	调峰调频，桥接电 力，电能质量保证， UPS
电磁储能	超导磁 储能	10kW- 50MW	1ms- 15min	效率高，响应速度 快，功率密度大	成本高，自放 电率较高	动态稳定，功率补偿， 电压支撑，调频
	超级 电容 器储能	1kW- 1MW	1s-1min	寿命长，效率高， 充放电速度快	能量密度较低， 成本高	大功率负载平衡，电 能质量，脉冲功率

*UPS：不间断电源。

3. 市场现状

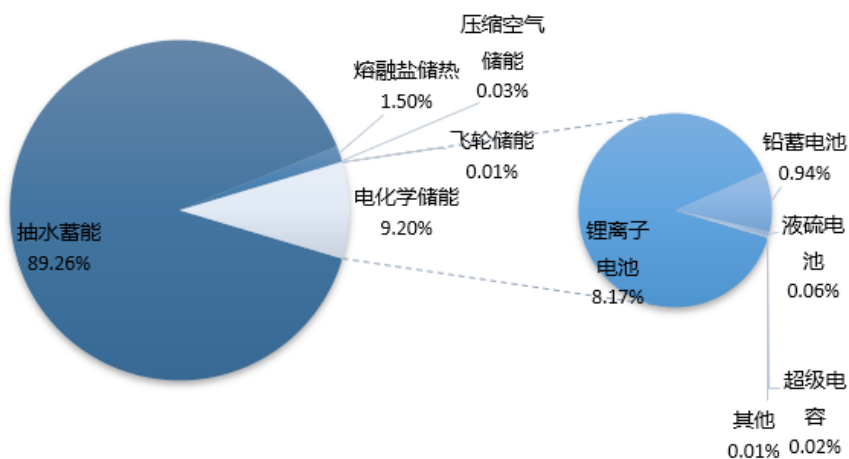
市场规模快速增长。根据 CNESA 不完全统计，截至 2020 年底，中国已投运储能项目累计装机规模为 35.6GW，占全球市场总规模的 18.6%，同比增长 9.8%，涨幅比 2019 年同期增长 6.2 个百分点。



数据来源：CNESA，整理：中节能咨询

图 14 2014–2020 年中国储能市场累计装机规模（单位：GW）

截至 2020 年底，在我国储能市场中，抽水蓄能的累计装机规模最大，达到 31.79GW，占比达到了 89.3%；其次是电化学储能，约 3.30GW，装机规模占比为 9.2%，电化学储能中以锂离子电池为主。熔融盐储热装机规模占比为 1.5%；压缩空气储能和飞轮储能装机规模占比都小于 0.1%。



数据来源：CNESA，整理：中节能咨询

图 15 2020 年中国储能市场累计装机规模构成（单位：%）

4. 行业格局

(1) 储能产业链及典型企业

此处重点以锂离子电池为代表的电化学储能为例，说明储能行业产业链情况，如下图所示。

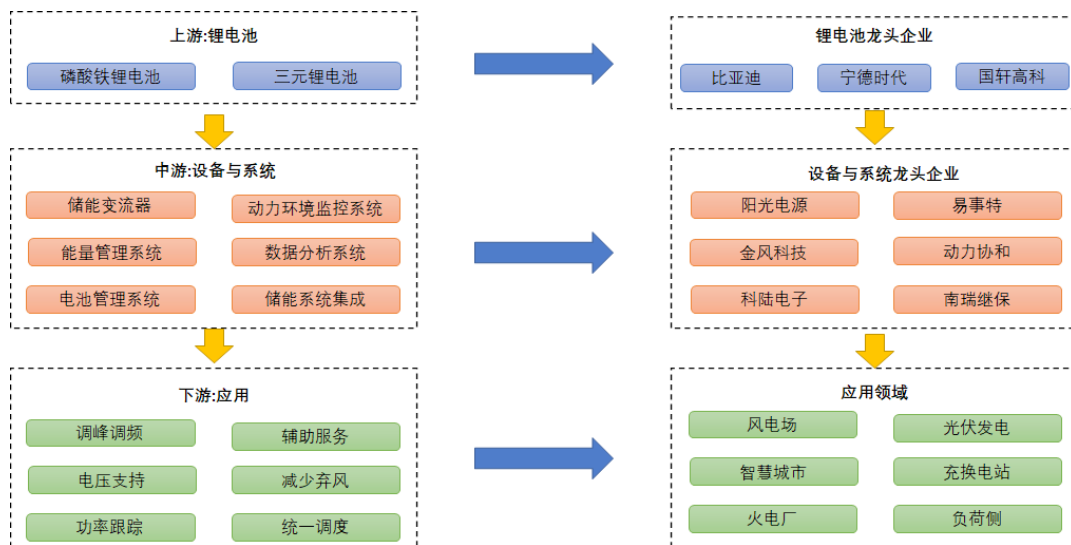


图 16 锂电池储能系统的产业链

上游：储能电池

我国锂离子电池产业起步较晚，但发展较快，在短短的 10 年间，我国已经跻身于世界锂电制造强国之列，与日本、韩国、美国共同构成全球主要锂离子电池制造大国。LG Chem、三星 SDI、松下、比亚迪、宁德时代等是全球锂离子电池最具代表性的企业。

中游：设备与系统

储能变流器：作为储能系统与交流电网之间的电能转换装置，储能变流器的硬件（器件与拓扑）技术已经较为成熟，但其控制算法和 AI 升级等方面仍需持续提升。

能量管理系统：介于风电场、上级调度系统与储能系统之间的能量管理系统，承担着功率协调控制、响应统一调度指令、保障风电场与储能系统信息安全等重要任务，需要由风电场运营方独立设计，目前很多国外的风电场均采用自主设计的方式来设计能量管理系统。随着储能系统应用领域和补贴形式的不断出现，能量管理系统的功能需求也是动态变化的，需要进行不断的更新与优化。



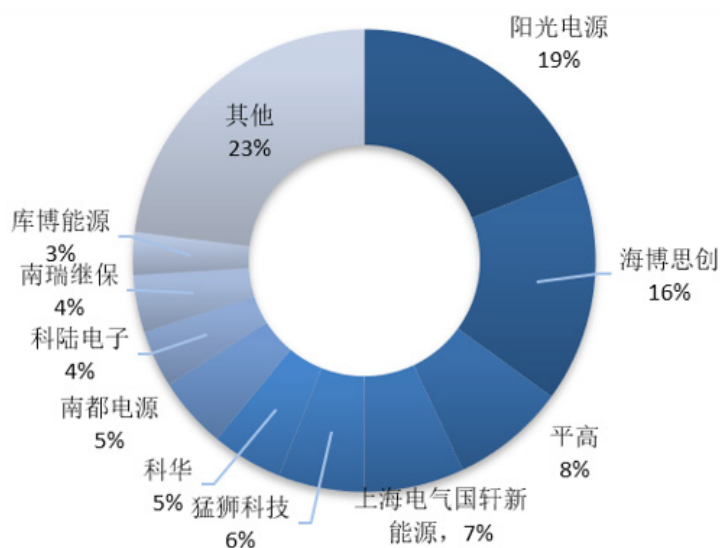
下游：电站投资

储能电站投资运营：电网侧储能以电网公司辅业投资为主；电源侧调频、工商业削峰填谷、新能源场站配套储能投资分四种模式，业主投资（如五大电力）、储能系统供应商投资、双方以一定比例共同投资、第三方投资。

综合能源服务：以储能为基础的综合能源服务，将从电源侧经电网侧覆盖至负荷侧，为电网及智慧城市的高效运行提供电力支撑。目前，各类以储能为依托的新能源新业态已经大量涌现，众多互联网企业正在积极入局综合能源服务。为扩展公司经营范围，需要提前布局基于储能与多能互补技术的综合能源服务。

(2) 储能企业市场份额情况

目前，我国储能行业的竞争主要集中在电化学储能市场上。2020 年，中国新增投运的电化学储能项目规模 1559.6MW。在新增的电化学储能项目中，储能系统集成商功率规模排名前十企业依次为：阳光电源、海博思创、平高、上海电气国轩新能源、猛狮科技、科华、南都电源、科陆电子、南瑞继保和库博能源。其中，阳光电源市场份额在 19% 左右，海博思创市场份额为 16% 左右，排在第二位；排在第三位的平高市场份额为 8% 左右。

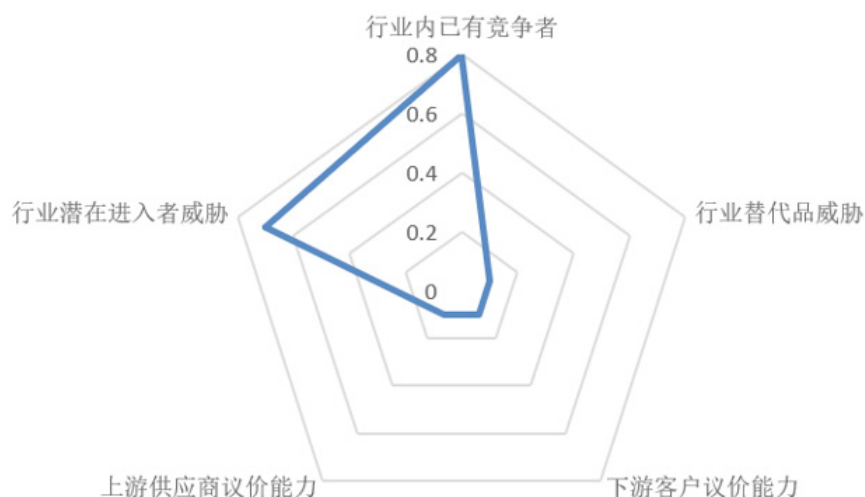


数据来源：CNESA，整理：中节能咨询

图 17 2020 年储能行业企业市场份额

(3) 储能行业竞争状态评价

目前，我国储能行业现有竞争者之间竞争压力较大，行业增长迅速，产业链企业纷纷进入该领域，市场竞争逐渐白热化。行业上游原材料中主要是正负极材料、电解液、隔膜等关键材料，上游供应商对储能行业的议价能力相对较弱。储能电池行业下游主要是电力、新能源汽车、家用等领域，下游消费者对储能电池行业的议价能力较弱。尽管储能行业的技术壁垒相对较高，但在进入“十四五”发展新阶段，储能在未来我国能源体系建设中的关键地位愈发突显，行业吸引力较强，储能行业潜在进入者威胁较大。整体来看，储能行业竞争较为激烈。



数据来源：前瞻产业研究院，整理：中节能咨询

图 18 中国储能行业竞争状态

5. 投融资模式

随着储能市场的不断扩容，电网和发电企业，以及部分大型终端用能企业都参与到储能项目的投资和建设中，同时部分第三方储能系统集成和运营商也成为市场的重要主体。从投融资模式看，目前中国的储能项目可分为业主投资模式、合同能源管理模式、经营租赁模式等。

业主投资模式：业主利用自有资金或银行借贷资金进行投资，根据业主用能特性、电力市场价格机制自行设置储能系统运营模式，收益归业主所有，储能设备可由用户自行运



维或由储能厂商提供运维服务，设备末期业主自行处置。该模式适用于储能系统具备投资经济性的场景，如业主负荷高峰时段与系统峰时段一致、负荷峰谷差异化明显、峰值负荷较陡或业主所在市场政策补贴较为充分。

合同能源管理模式：业主和储能设备生产 / 集成厂商通过签订能源管理合同，双方按照合同约定提供场地、设备，并按照合同约定价格进行电能量交易。储能系统运营方负责设备维护，承担存储过程中的能量损耗、设备运维等支出费用，并在设备寿命末期回收储能系统。该模式业主仅需提供场地，不必投入大规模资金，即可获取适当收益，同时可以充分发挥储能生产 / 集成厂商的技术优势，推进储能技术的商业化应用进程。

经营租赁模式：储能设备生产 / 集成厂商、第三方负责储能设备的投资和运维，将储能设备租赁给业主，通过租赁费用收回投资；业主支付租赁费用，根据自身需求自主安排储能系统运营模式。该模式可以解决业主初期资金投入过大的问题，降低储能技术推广应用门槛，促进储能技术应用。

6. 未来前景

(1) 应用发展趋势

新能源 + 储能成为标配。近年，各地均提出优先支持配置储能的新能源发电项目，要求储能配置容量一般为新能源项目配置容量的 10%，且额定功率下的储能时长不低于 2 小时配置，新能源场站配置储能成为热点。

多场景应用成为储能应用新热点。“十四五”期间，用户侧储能应用将成为新热点，尤其在 5G 基站、船舶岸电、共享储能等领域。其中，随着 5G 的广泛布局以及 5G 基站建设的不断加速，储能锂电的需求亦将大幅提升。整个锂电储能产业链都积极运作，以满足新的技术标准。5G 基站对于储能电池的需求为整个储能产业带来了一个绝佳的发展契机。

(2) 市场规模预测

双碳目标下，随着风电、光伏、新能源汽车、5G 等行业全面市场化，储能作为配套产业，或迎来新的政策窗口期。

抽水蓄能：2021 年全国能源工作会议明确提出要大力提升新能源消纳和储存能力，大力发展抽水蓄能和储能产业。作为电力系统安全稳定经济运行的重要调节工具，抽水蓄能在“十四五”期间将迎来更快的发展速度。初步预计到 2025 年总投运装机规模可达到

65GW，“十四五”期间新增规模约 33.21GW，投资规模约 2325 亿元。

电化学储能：“十四五”期间，是储能探索和实现市场“刚需”应用、系统产品化和获取稳定商业利益的重要时期。根据 CNESA 保守预测，“十四五”期间，电化学储能年复合增长率为 57.4%，“十四五”期末市场规模达到 35.52GW，“十四五”期间投资需求约 1454 亿元。

熔融盐储热：目前国家能源局首批光热示范项目仍有 13 个项目尚未完成，规模共计 0.899GW。除玉门鑫能熔盐塔式 50MW 和甘肃阿克塞熔盐槽式 50MW 光热发电项目正在建设中，仍有 0.799GW 示范项目储备，投资需求约 358 亿元。

综上，仅从抽水蓄能、电化学储能、熔融盐储热三方面预测，“十四五”期间储能行业投资需求达到 4133 亿元。



六、总结与建议

总的来看，为实现碳达峰碳中和目标，我国需要在能源、工业、交通、建筑等多个国民经济重要领域实施大规模产业结构调整、技术创新以及低碳能源替代，资金需求量巨大。对于商业银行而言，则预示着重要的市场机遇。

根据有关研究、相关行业“十四五”规划以及《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》和《2030年前碳达峰行动方案》提出的目标，初步估算机会行业重点产业环节“十四五”市场潜力约 15.4 万亿元（具体情况如下表所示）。

表 12 机会行业“十四五”市场潜力测算

行业	“十四五”资金需求（亿元）
水电（常规）	4000
新能源汽车	86951
陆上风电	17058
海上风电	6088
光伏发电	12542
生物质发电	673
工业电气化	3025
建筑电气化	1920
固废综合利用	4743
智能电网	493
储能	4133
氢能	12500
碳捕集封存与利用	81
合计	154207

数据来源：公开资料，整理：中节能咨询

商业银行如何抓住市场机遇，更好服务低碳经济发展，课题组从服务绿色融资需求、创新融资模式，拓展绿色金融新领域等方面，建议商业银行在充分了解和关注机会行业发展的基础上重点关注以下几方面工作：

第一，加大信贷产品创新力度。商业银行应积极创新信贷产品及服务，探索推广新能源贷款、能效贷款、合同能源管理收益权质押贷款等信贷品种。创新发展排污权、碳排放权、用能权等绿色权益抵质押贷款业务，为碳排放交易参与主体提供专业化融资服务。积极响应监管机构通过宏观信贷政策引导绿色信贷投放的机制，提升绿色信贷规模与占比，通过再贷款、财政贴息、担保机制、风险补偿等外部政策激励，提高银行绿色信贷投放。

第二，积极创新绿色债券发行品种。为助推碳中和目标实现，商业银行应积极创新绿色债券发行品种，稳步扩大绿色债券发行规模，完善绿色债券年度信息披露，持续扩大绿色债券市场影响力。积极参与绿色企业债券、绿色金融债券、绿色资产支持证券等各类产品的承销及投资活动，持续扩大银行绿色债券投资规模。

第三，积极运用央行碳减排支持工具。碳减排支持工具聚焦清洁能源、节能环保、碳减排技术等三大重点领域，23个细分重点领域，基本涵盖本研究识别出的机会行业。为加快双碳战略工作进程，商业银行一方面可检视现有客户符合情况，支持和满足其业务需求，另一方面发展符合领域客户，拓展业务空间，同时促进业务结构调整。



参考资料：

- [1] 《中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》。
- [2] 《2030 年前碳达峰行动方案》。
- [3] 国际能源署（IEA）《CCUS 在低碳发电系统中的作用》。
- [4] 国家发展改革委：《氢能产业发展中长期规划（2021-2035 年）》。
- [5] 中国电力企业联合会：《中国电气化年度发展报告（2021）》。
- [6] 国家发展改革委：《北方地区冬季清洁取暖规划（2017-2021 年）》，2017 年 12 月。
- [7] 洛基山研究所：《零碳中国·绿色投资》。
- [8] 《供热行业 2020 年度发展状况报告》。
- [9] <http://www.jsjnw.org/news/220405-2553.html>
- [10] 全球风能理事会（GWEC）：《2020 全球海上风电报告》。
- [11] 方韬 . 英国海上风电发展模式及借鉴意义 [J]. 国外能源 .2014, 36（12）：26-30.
- [12] 《2021 年中国储能行业全景图谱》。
- [13] 中国能源研究会储能专委会、中关村储能产业技术联盟、China Energy Storage Alliance：《储能产业研究白皮书 2021》。
- [14] 甘肃阿克塞熔盐槽式 50MW 光热发电项目进展：<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1685319698336037838&wfr=spider&for=pc>
- [15] 玉门鑫能熔盐塔式 50MW 光热发电项目进展：<https://guangfu.bjx.com.cn/news/20211231/1197007.shtml>

