

行业研究

能源转型进程加速，我国风电行业迎发展良机

——能源结构转型系列报告之风能

要点

在“碳达峰、碳中和”的大背景下，全球能源转型的进程不断加速：全球气候变化问题日益严峻。为实现《巴黎协定》的气候目标，全球能源格局必须进行深刻的变革。减少与能源相关的二氧化碳排放是能源转型的核心，国际可再生能源机构（IRENA）指出，从现在到 2050 年，与能源相关的二氧化碳排放量需要每年减少 3.5% 左右，之后还要继续减少，与当前水平相比，到 2050 年需要将与能源相关的排放量减少 70%。化石燃料是全球能源系统的主要构成部分，也是二氧化碳排放的主要贡献者。将主要的化石燃料转向更清洁、可再生的能源形式，扩大可再生能源发电规模对于世界能源系统的脱碳至关重要。

可再生能源是能源革命的一大核心，风电继水电之后主导可再生能源行业：2021 年全球可再生能源装机容量新增 290GW，创历史新高。根据 IEA 预测，到 2026 年，全球可再生能源装机容量将跃升至 4800GW 以上，相当于目前全球化石燃料和核电设施装机容量的总和。风电是目前技术较为成熟，价格极具竞争力的可再生能源之一，是实现碳减排的主力军。到 2050 年，可再生电源在全球发电总量将增至 85%，太阳能和风能等间歇性电源的占比将高达 60%，仅风电就能够满足超过全球三分之一的总电力需求。风能在发电过程中不产生任何温室气体，即使是风车在制造过程中产生的碳排放，也仅相当于风力发电 3-6 个月的减排量，而风电机组平均使用寿命长达 20 年。IRENA 预计，到 2050 年风力发电能够减少共 6.3Gt 的二氧化碳排放量。

政策驱动能源转型，我国风电行业迎发展良机：国家大力推进大型风电光伏基地项目建设，支持分布式风电的发展。“十四五”时期规划建设风光基地总装机约 2 亿千瓦，包括外送 1.5 亿千瓦、本地自用 0.5 亿千瓦；“十五五”时期规划建设风光基地总装机约 2.55 亿千瓦，包括外送 1.65 亿千瓦、本地自用 0.9 亿千瓦。“十四五”期间会在全中国 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。风力发电将通过替代燃煤发电，大幅贡献二氧化碳减排额度，成为我国实现碳减排的重要路径。预计到 2025 年，我国非化石能源消费比重达到 20% 左右，到 2030 年达到 25% 左右，到 2060 年达到 80% 以上。2020 年，风能在中国能源结构中的比例为 3.2%，预计到 2050 年，风电将占到能源消费的 38.5%。我国风电行业受政策驱动迎来高速成长期，风电装机容量增速显著。2020 年北京国际风能大会发表《风能北京宣言》提出，“十四五”期间风电装机量每年新增不少于 50GW，2025-2030 年每年新增不少于 60GW。

风电行业高景气，风电材料需求有望大幅提升：风电叶片是风力发电机的核心部件，风电叶片材料主要由基体树脂、增强纤维、芯材（夹层材料）、粘接胶（结构胶）等构成，其成本占比分别为 36%、28%、12%、11%。风电行业的高景气将会大幅带动碳纤维、聚醚胺、环氧树脂、结构胶和芯材（夹层材料）的需求，在当前时点具有较高的投资价值。

投资建议：政策驱动能源转型，风电行业迎发展良机，相关风电材料需求或将快速增长。建议关注：（1）碳纤维领域的上海石化、吉林化纤、吉林碳谷；（2）聚醚胺领域的阿科力、晨化股份、皇马科技；（3）环氧树脂领域的中国石化、中化国际、上纬新材、宏昌电子；（4）结构胶领域的回天新材、康达新材；（5）夹层材料领域的濮阳惠成、天晟新材。

风险分析：风电、光伏发电项目推进不及预期风险，弃风率回升风险，风电项目改造与推进不及预期风险。

基础化工
增持（维持）

作者

分析师：赵乃迪

执业证书编号：S0930517050005

010-57378026

zhaond@ebsecn.com

联系人：周家诺

021-52523675

zhoujianuo@ebsecn.com

行业与沪深 300 指数对比图



资料来源：Wind

相关研报

高油价时代，“三桶油”业绩弹性几何？——能源结构转型系列报告之“三桶油”利润弹性测算（2022-03-27）

“十四五”现代能源体系规划发布，我国能源结构转型正当时——能源结构转型系列报告之《规划》解读（2022-03-24）

万亿蓝海市场，氢能未来可期——能源结构转型系列报告之氢能（2022-03-22）

目 录

引言：能源转型背景下，风能需求持续上行	5
1、 可再生能源是能源革命的一大核心，风电继水电之后主导可再生能源行业	5
1.1、 全球可再生能源规模加速扩大，风能占据主要地位	5
1.2、 风电发展势头迅猛，亚洲地位稳固	7
1.3、 中国风电装机容量大幅增长，装机规模仍将持续扩大	9
1.4、 风电项目造价成本下降，发电效率提升	10
2、 政策驱动能源转型，我国风电行业迎发展良机	11
2.1、 我国电力结构持续优化，新能源装机比重逐渐上升	11
2.2、 “双碳”目标坚定不动摇，政策加码风电行业利好不断	12
2.3、 我国风能潜在利用空间较大，弃风率持续下行	13
3、 风电材料需求有望大幅提升	15
3.1、 碳纤维——“黑金”，极具潜力的轻量化材料	15
3.2、 聚醚胺——新式聚合物材料，出众性能打开应用空间	17
3.3、 环氧树脂——热固性树脂，风电叶片的核心材料	18
3.4、 结构胶——胶粘剂中的高端产品，风电叶片上下壳体的粘接材料	19
3.5、 夹层材料——巴沙木和结构泡沫材料，风电叶片夹层结构的芯层	21
4、 投资建议	21
5、 风险分析	22

图目录

图 1：2019 年全球最终能源消费量	5
图 2：2019 年各类能源的发电量占比	5
图 3：2026 年主要国家可再生能源总装机容量份额.....	6
图 4：1991-2026 年可再生能源总装机容量（GW）	6
图 5：1990-2026 年全球各类可再生能源发电量.....	6
图 6：2050 年全球可再生能源及电气化的能源效率措施的二氧化碳减排量比例.....	6
图 7：1995-2021 年全球风电装机量（GW）	7
图 8：1995-2020 年全球风力发电量及同比增速.....	7
图 9：2021 年全球主要风电地区新增风电装机量占比	7
图 10：2015-2021 全球陆上风电新增装机容量（GW）	8
图 11：2015-2021 全球陆上风电累积装机容量（GW）	8
图 12：2021 年全球海上风电新增装机量占比.....	8
图 13：2021 年全球海上风电累计装机量占比.....	8
图 14：2021-2026 年全球海上风电新增装机量（GW）	9
图 15：2020-2050 年全球分区域海上风电装机容量预测（GW）	9
图 16：2015-2021 年中国风电装机容量（GW）	9
图 17：2010-2021 年中国新增陆上和海上风电机组平均单机容量	10
图 18：2021 年我国不同单机容量风电机组新增装机容量占比	10
图 19：2011-2021 年全国电力装机结构（单位：万千瓦）	11
图 20：2011-2021 年各类发电新增装机情况（单位：万千瓦）	11
图 21：2009-2026 年中国可再生能源新增发电量（GW）	12
图 22：2019-2060 年我国非化石能源占一次能源消费比重	12
图 23：中国陆地风能资源分布图.....	14
图 24：2019、2020 年全球碳纤维下游应用需求量占比	15
图 25：2019、2020 年全球碳纤维下游应用需求金额占比	15
图 26：2020 年全球碳纤维运行产能各地区占比	16
图 27：聚醚胺结构式	17
图 28：2020 年聚醚胺下游应用.....	17
图 29：双酚 A 型环氧树脂	18
图 30：2019 年环氧树脂下游应用	19
图 31：2021 年环氧树脂竞争格局	19
图 32：风电叶片截面示意图	20

表目录

表 1：2030-2050 年风电成本预测	10
表 2：2020-2021 年我国风电相关政策梳理	13
表 3：我国海上风能资源分类	14
表 4：我国碳纤维生产企业扩产产能	16
表 5：代表性企业的聚醚胺产能	17
表 6：风电叶片用环氧结构胶粘剂技术要求	20

引言：能源转型背景下，风能需求持续上行

在“碳达峰、碳中和”的大背景下，全球能源需求结构发生重大转变，能源转型的进程不断加速。国际能源署(IEA)发布的《2021 年全球能源展望》报告指出，石油和煤炭等传统能源的需求将在 2030 年达到顶峰并逐步回落，而清洁能源的需求将持续上行，一场以大力开发利用可再生能源为主题的能源革命在世界范围内兴起。预计到 2050 年，可再生能源发电将占总电力供应的 90%，风能和太阳能光伏发电合计占近 70%。风能和太阳能光伏是清洁能源的主力军，亚太地区是清洁能源技术的最大市场。

风光发电协同水电、核电替代燃煤发电是我国实现碳达峰、碳中和的必经之路，将大幅降低我国碳排放。2020 年 9 月和 12 月，习近平主席分别在第七十五届联合国大会和气候雄心峰会上宣布将提高国家自主贡献力度，提出到 2030 年，我国非化石能源占一次能源消费比重将达到 25% 左右，风电、太阳能发电总装机容量将达到 12 亿 kW 以上；二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取于 2060 年前实现碳中和。

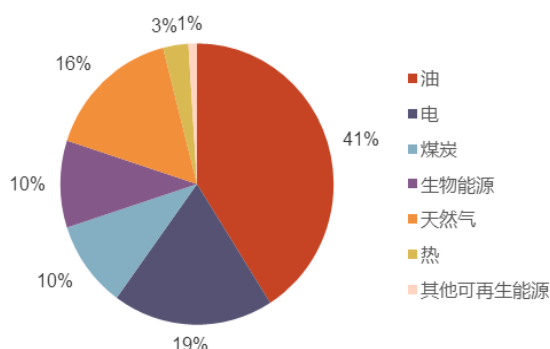
1、可再生能源是能源革命的一大核心，风电继水电之后主导可再生能源行业

1.1、全球可再生能源规模加速扩大，风能占据主要地位

全球能源转型至关重要，可再生能源的比例快速上升

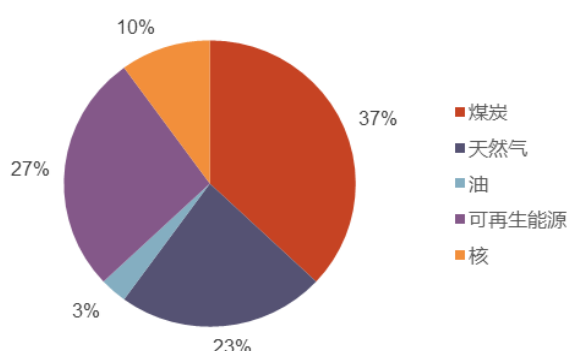
全球气候变化问题日益严峻。为实现《巴黎协定》的气候目标，全球能源格局必须进行深刻的变革。减少与能源相关的二氧化碳排放是能源转型的核心，国际可再生能源机构 (IRENA) 指出，从现在到 2050 年，与能源相关的二氧化碳排放量需要每年减少 3.5% 左右，之后还要继续减少，与当前水平相比，到 2050 年需要将与能源相关的排放量减少 70%。化石燃料是全球能源系统的主要构成部分，也是二氧化碳排放的主要贡献者。可再生能源的占比虽相对还较少，但在 2019 年已经贡献了全球约 27% 的发电量，足见其巨大的利用价值和增长潜力。因此将主要的化石燃料转向更清洁、可再生的能源形式，扩大可再生能源发电规模对于世界能源系统的脱碳至关重要。

图 1：2019 年全球最终能源消费量



资料来源：IEA，光大证券研究所整理

图 2：2019 年各类能源的发电量占比

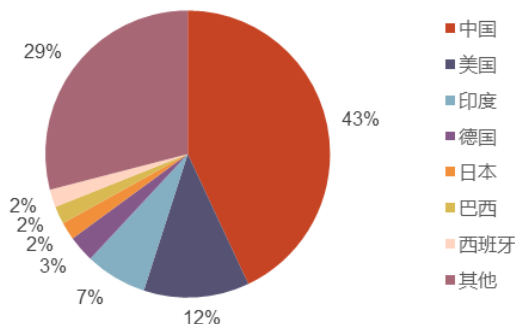


资料来源：IEA，光大证券研究所整理

全球可再生能源装机容量将在未来五年加速增长。2021 年全球可再生能源装机容量新增 290GW，创历史新高。根据 IEA 预测，到 2026 年，全球可再生能源装机容量将增至 4800GW 以上，相当于 2021 年全球化石燃料和核电设施装

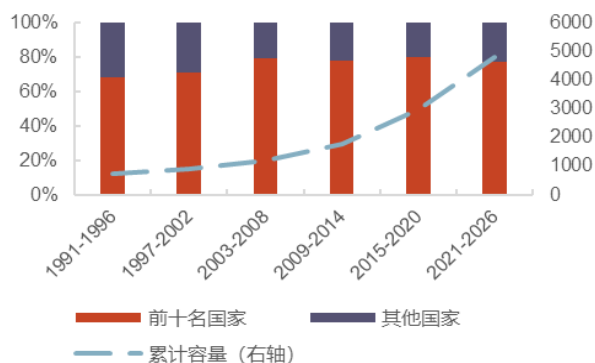
机容量的总和，较 2020 年增长 60% 以上，并且到 2026 年，可再生能源将占全球新增装机容量的 85%。2021-2026 年全球可再生能源装机容量的年均增量约为 305GW，与 2015-2020 年可再生能源的年均增量相比提升了近 60%。到 2026 年，中国、印度、欧洲和美国四个主要市场增长的可再生能源装机容量占到全球可再生能源市场的 80%。

图 3：2026 年主要国家可再生能源总装机容量份额



资料来源：IEA 预测，光大证券研究所整理

图 4：1991-2026 年可再生能源总装机容量 (GW)



资料来源：IEA 预测，光大证券研究所整理

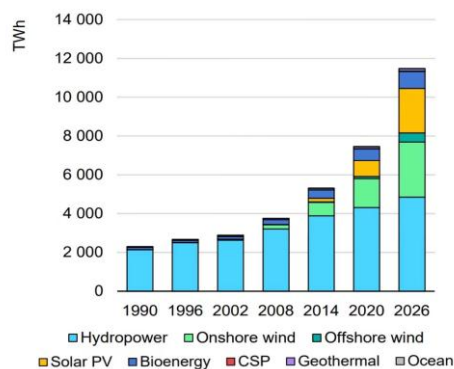
注：前十名国家为可再生能源总装机容量份额排名前十的国家

风电继水电之后主导可再生能源，风能的碳减排潜力巨大

风电是目前技术较为成熟，价格极具竞争力的可再生能源之一，未来还将进一步扩大其在全球能源发电总量中的份额。到 2026 年，IEA 预计可再生能源将成为最大的发电来源，约占全球发电量的 37%，太阳能和风能将达到全球发电量的近 18%。到 2050 年，IRENA 预计电力在全球最终能源中的比例将增至近 45%；可再生电源在全球发电总量将增至 85%，太阳能和风能等间歇性电源的占比将高达 60%，仅风电就能够满足超过全球三分之一的总电力需求。

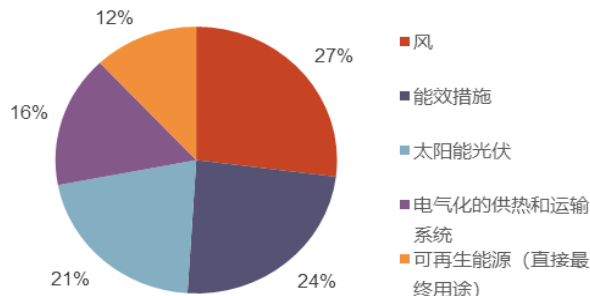
风能是实现碳减排的主力军。风能在发电过程中不产生任何温室气体，即使是风车在制造过程中产生的碳排放，也仅相当于风力发电 3-6 个月的减排量，而风电机组平均使用寿命长达 20 年，因此风能的减排潜力巨大。IRENA 预计，到 2050 年风力发电能够减少共 6.3Gt 的二氧化碳排放量，占所有可再生能源及各种电气化的能源效率措施所能减少的二氧化碳排放量的 27%。

图 5：1990-2026 年全球各类可再生能源发电量



资料来源：IEA 预测，光大证券研究所整理

图 6：2050 年全球可再生能源及电气化的能源效率措施的二氧化碳减排比例

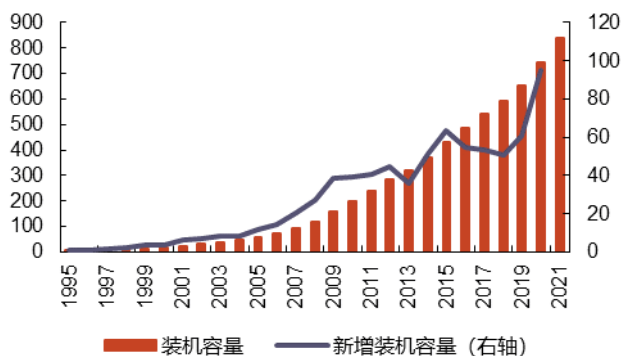


资料来源：IRENA 预测，光大证券研究所整理

1.2、风电发展势头迅猛，亚洲地位稳固

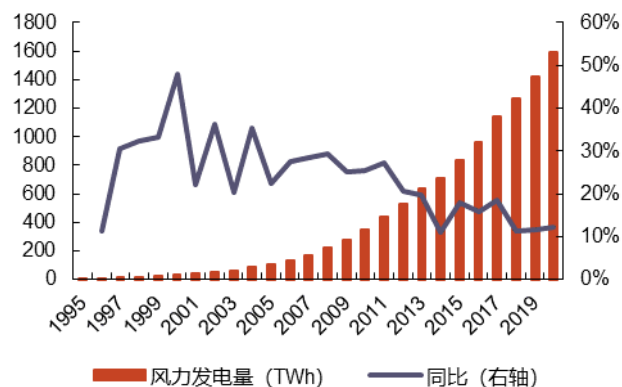
自 2000 年以来，全球风电装机容量的年均复合增长率超过 21%。2021 年是风电行业景气度仍旧较高，全球风能理事会（GWEC）指出，2021 年全球新增风电装机 93.6GW，比 2019 年增加了 53%，全球累计装机容量达 837.5GW。

图 7：1995-2021 年全球风电装机量（GW）



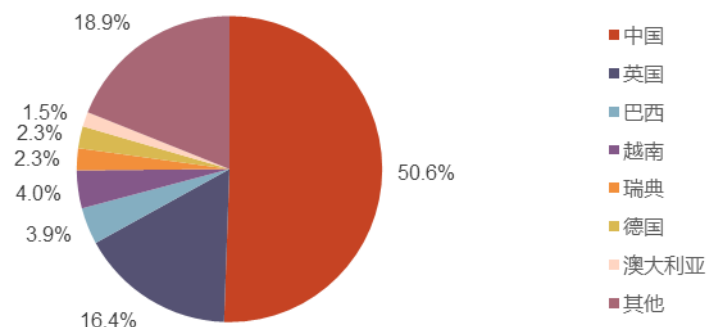
资料来源：Wind，全球风能协会，光大证券研究所整理

图 8：1995-2020 年全球风力发电量及同比增速



资料来源：BP，光大证券研究所整理

图 9：2021 年全球主要风电地区新增风电装机量占比



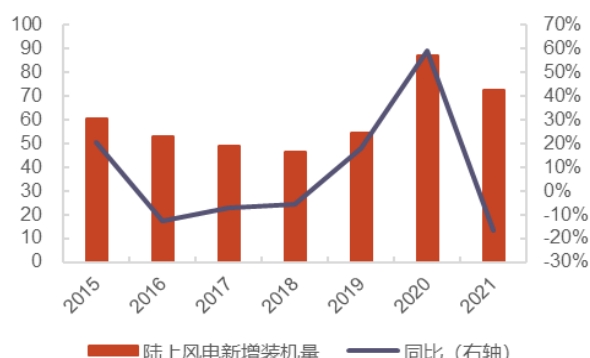
资料来源：GWEC，光大证券研究所整理

陆上风电是目前风电的主力，未来亚洲将继续主导全球陆上风电装机

陆上风电拥有充足的风力和土地资源，较低的成本以及巨大的市场潜力，一直以来是风电的主力军。在风电部署的最初几年，欧洲是全球风电安装的关键推动者，截至 2010 年，欧洲具有 47% 的全球陆上风电装置。到 2018 年，中国超过欧洲成为最大的陆上风电市场，占全球装机容量的近三分之一。

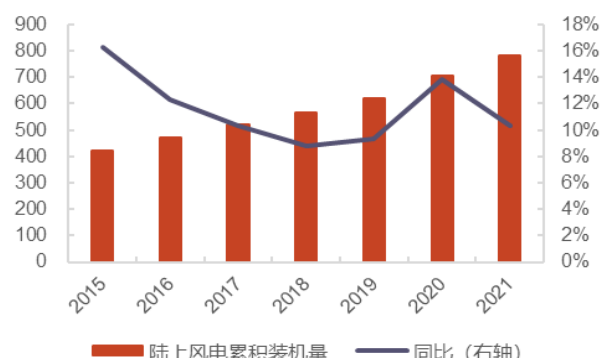
到 2050 年，亚洲将继续主导全球陆上风电装机，其次是北美和欧洲。根据 IRENA 预测，全球陆上风电新增装机容量将于 2030 年和 2050 年分别达到 147GW、200GW，全球陆上风电总装机容量将于 2030 年和 2050 年分别达到 1787GW、5044GW，与 2018 年的 542GW 相比，CAGR 分别为 10.45% 和 7.22%，其中 2050 年的总装机容量是全球至少 95000GW 的可用风能资源的 5.3%。到 2050 年，亚洲将继续引领全球陆上风电装机容量，能够占到全球总装机容量的一半以上。

图 10: 2015-2021 全球陆上风电新增装机容量 (GW)



资料来源: GWEC, 光大证券研究所整理 (与 IRENA 统计数据略有出入)

图 11: 2015-2021 全球陆上风电累积装机容量 (GW)



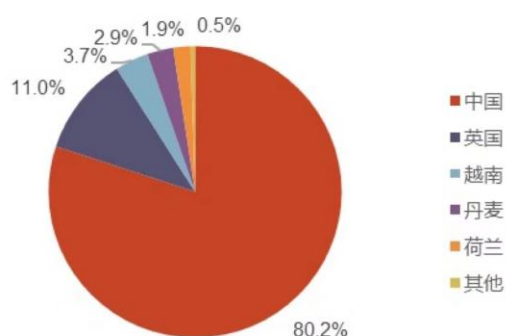
资料来源: GWEC, 光大证券研究所整理

海上风电优质显著，发展势头强劲

相比于陆上风电，海上风电的优势更加显著。海上风电的风能资源的能量效益、发电效率、单机装机容量和平均使用寿命更高，且海上风电不占用土地资源，海上风湍流强度小、风切变小，受到地形、气候影响小。与此同时，海上风电一般建设于沿海地带，沿海区域的用电需求大，因此能够显著降低运电成本。截至 2021 年，海上风电仅占全球风电总装机容量的 6.83%，未来随着海上风电技术不断提高、造价成本的进一步下降，海上风电有望成为风电领域增长主力。

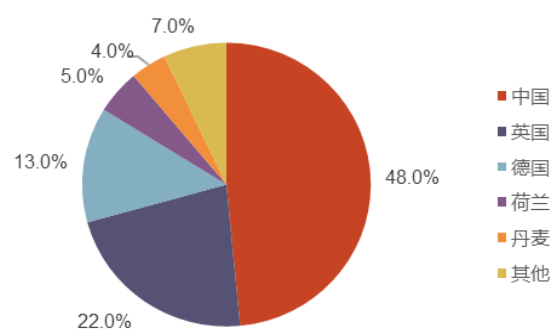
海上风电正迎来蓬勃的发展浪潮，中国是海上风电行业的领航者。2006-2021 年，全球海上风电新增装机量从 0.1GW 增长至 21.1GW，CAGR 约为 43%，其中 2021 年全球海上风电累计装机容量为 57.2GW。中国是目前全球海上风电累计装机容量和新增装机量最大的国家，2021 年中国海上风电新增装机容量约 16.92GW。

图 12: 2021 年全球海上风电新增装机容量占比



资料来源: GWEC, 光大证券研究所整理

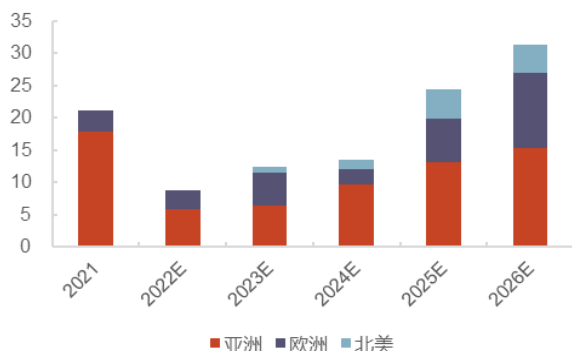
图 13: 2021 年全球海上风电累计装机容量占比



资料来源: GWEC, 光大证券研究所整理

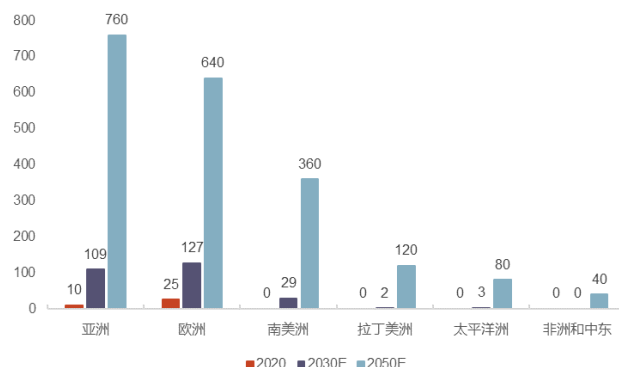
海上风电迎来黄金发展期。根据 GWEC 预测，全球海上风电新增装机容量将于 2026 年达到 31.3GW，2021-2026 年期间的 CAGR 为 8.21%，其中，欧洲和亚洲仍然是全球海上风电增长最快的两个地区。GWEC 预计 2030 年、2050 年全球海上风电装机容量将分别高达 270、2000GW，2030-2050 年期间的 CAGR 高达 10.53%。

图 14：2021-2026 年全球海上风电新增装机量（GW）



资料来源：GWEC 预测，光大证券研究所整理

图 15：2020-2050 年全球分区域海上风电装机容量预测（GW）

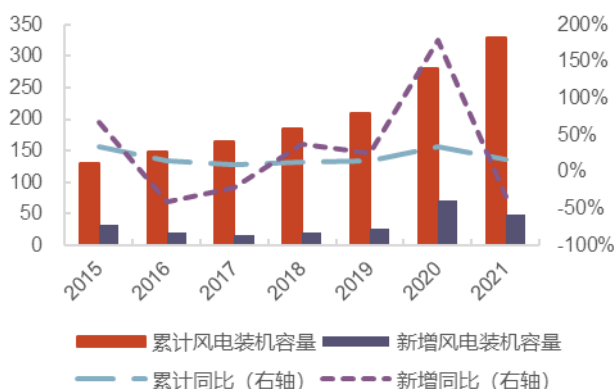


资料来源：GWEC 预测，光大证券研究所整理

1.3、 中国风电装机容量大幅增长，装机规模仍将持续扩大

中国风电装机容量增速显著。2017-2021 年间，我国风电装机规模持续上行，新增风电装机规模逐年提高。根据国家能源局统计，2021 年我国累计风电装机规模达到 328.48GW，同比增长 16.68%，其中新增风电装机规模达 47.57GW。

图 16：2015-2021 年中国风电装机容量（GW）

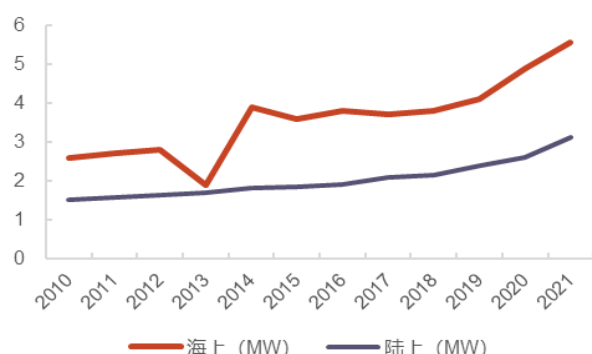


资料来源：国家能源局，光大证券研究所

根据中国可再生能源学会风能专业委员会的统计，我国新增的风电机组的单机容量不断增大，因为大功率风电机组的风能利用率高，且风机的单位发电成本低。我国单机容量为 2-2.9MW 风电机组装机容量占比从 2019 年的 72.1%下降至 2021 年的 19.7%，而单机容量 3.0MW 及以上风电机组装机容量占比从 2019 年的 27.65%增长至 2021 年的 80.1%。

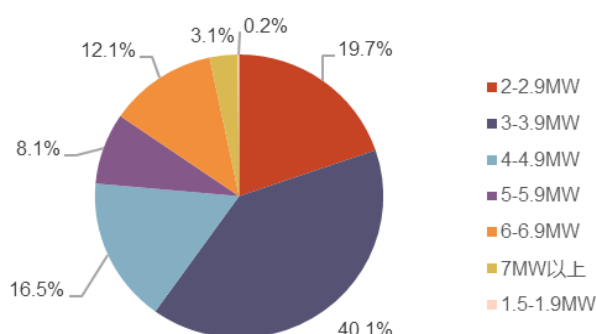
我国风电市场高景气，风电装机规模有望进一步扩大。四百余家风能企业在 2020 年北京国际风能大会上联合发布的《风能北京宣言》指出：在“十四五”规划中，须为风电设定与“碳中和”国家战略相适应的发展空间：保证年均新增装机 5000 万千瓦以上。2025 年后，中国风电年均新增装机容量应不低于 6000 万千瓦，到 2030 年中国风电累计装机容量至少达到 8 亿千瓦，到 2060 年至少达到 30 亿千瓦。

图 17: 2010-2021 年中国新增陆上和海上风电机组平均单机容量



资料来源: CWEA, 光大证券研究所整理

图 18: 2021 年我国不同单机容量风电机组新增装机容量占比



资料来源: CWEA, 光大证券研究所整理

1.4、风电项目造价成本下降，发电效率提升

陆上风电是目前最具竞争力的新增发电量来源之一，其建设成本不断下降。IRENA 在其发布的 2019 年《Future of Wind》报告中指出，2010-2018 年间，全球陆上风电的总安装成本平均下降了 22%，与 2017 年相比，2018 年下降了 6%。且受到不同的政策、劳动力价格、供应链成熟程度、土地利用条件等因素的影响，陆上风电项目的总安装成本因场地和市场而异。IRENA 预计，全球陆上风电总安装成本将从 2018 年的平均 1497 美元/kW 下降至 2030 年的 800-1350 美元/kW，到 2050 年将降至 650-1000 美元/kW。到 2030-2050 年，全球陆上风电平均度电成本预计降至 0.02-0.05 美元。与所有化石燃料发电源相比，陆上风电的平准化电力成本(LCOE)更具竞争力，并且随着安装成本的压降和性能的不断改善而进一步下降。在全球范围内，到 2030 年陆上风电的 LCOE 将下降至 0.03-0.05 美元/kWh，到 2050 年将降至 0.02-0.03 美元/kWh 之间。

与陆上风电相比，海上风电的建设成本、技术难度、维修难度、设计难度均较高，建设工期也更长，总装机成本更高。但是随着技术的不断升级，各国政策的助推，叠加供应链难题的攻破，海上风电的成本也将不断下降，且随着装机容量的扩大，规模效应也将逐步显现。2000 年代初期，海上风电逐渐从近海转移到远海，大幅增加了地基、电网、使用专用的海上风力涡轮机等成本，海上风电的总安装成本攀升，从 2000 年的 2500 美元/kW 上升至 2011-2014 年的约 5400 美元/kW，随后有所下降，2018 年下降至约 4350 美元/kW。IRENA 预计，到 2030 年，海上风电加权平均总安装成本将降至 1700-3200 美元/kW，到 2050 年将处于 1400-2800 美元/kW 之间。到 2030 年，海上风电的 LCOE 将降至 0.05-0.09 美元/kWh，到 2050 年将降至 0.03-0.07 美元/kWh。

表 1: 2030-2050 年风电成本预测

	2030 年		2050 年	
	陆上风电	海上风电	陆上风电	海上风电
总安装成本 (美元/kW)	800-1350	1700-3200	650-1000	1400-2800
度电成本 (美元/kWh)	0.03-0.05	0.05-0.09	0.02-0.03	0.03-0.07

资料来源: IRENA 预测, 光大证券研究所整理

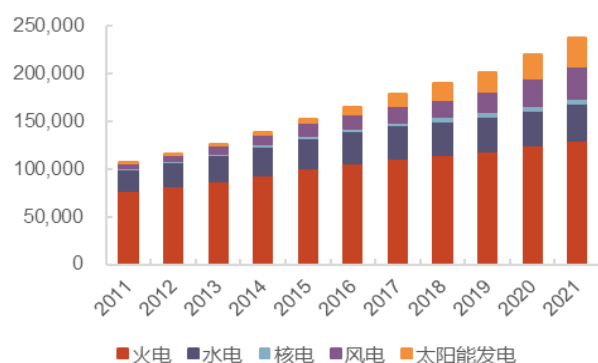
2、政策驱动能源转型，我国风电行业迎发展良机

2.1、我国电力结构持续优化，新能源装机比重逐渐上升

发电装机结构仍以传统化石能源为主，新能源装机比重明显上升。2016-2018年，全国发电装机增速逐年放缓，火电装机增速自2016年来明显放缓，水电装机增速2014年以来整体呈下降趋势。截至2021年底，全国全口径发电装机容量23.8亿千瓦，全年发电量8.11万亿千瓦时，分别同比增长7.9%、8.1%。其中，火电装机容量13亿千瓦，同比增长4.1%，其中煤电11.1亿千瓦，同比增长2.8%，占总发电装机容量的比重为46.7%。2021年全口径非化石能源装机达11.2亿千瓦，同比增长13.4%，占总发电装机容量比重为47.0%，历史上首次超过煤电装机规模。从装机增速看，2021年风电和太阳能发电装机增速大幅上涨，太阳能发电同比增长20.9%，风电同比增长16.6%。与此同时，火电同比增长4.1%，其中，煤电同比增长2.8%，占总发电装机容量的比重同比下降2.3pct。水电同比增长5.6%，核电同比增长6.8%。从电源结构看，近年来我国新能源装机比重明显上升，发电装机结构进一步优化。

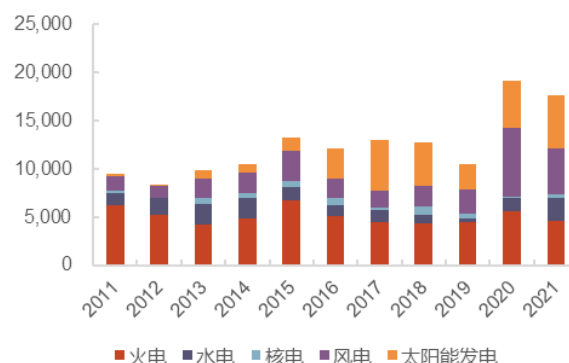
新增发电装机规模可观，新能源逐步向主力电源发展。2021年，全国新增发电装机容量17629万千瓦，新增非化石能源发电装机容量13809万千瓦，占新增发电装机总容量的比重为78.3%，同比提高5.2pct，新增可再生能源装机1.34亿千瓦，占全国新增发电装机的76.1%。从各类电源新增装机规模看，2021年，新增火电装机4628万千瓦，新增并网风电和太阳能发电装机容量分别为4757、5493万千瓦，新增水电、核电、生物质发电装机分别2349、340、808万千瓦。

图 19：2011-2021 年全国电力装机结构（单位：万千瓦）



资料来源：中电联，光大证券研究所整理

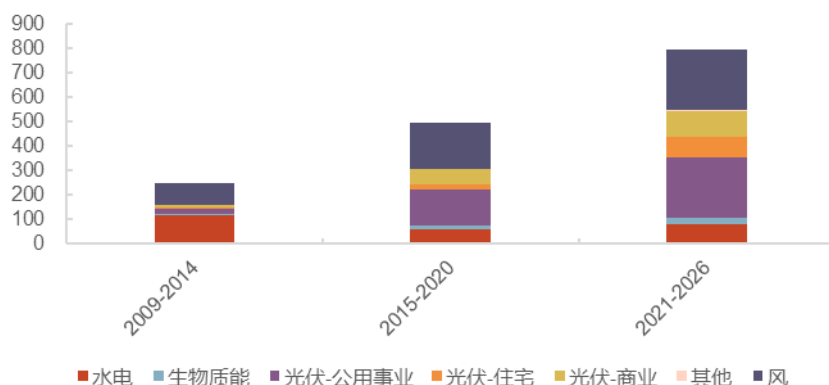
图 20：2011-2021 年各类发电新增装机情况（单位：万千瓦）



资料来源：中电联，光大证券研究所整理

根据国家发展改革委、国家能源局公布的《能源生产和消费革命战略（2016-2030）》，到2030年非化石能源发电量占全部发电量的比重将力争达到50%。IEA预计2021-2026年，中国的可再生能源发电量将增加约800GW，风能和太阳能光伏的增长势头较为强劲。

图 21：2009-2026 年中国可再生能源新增发电量（GW）

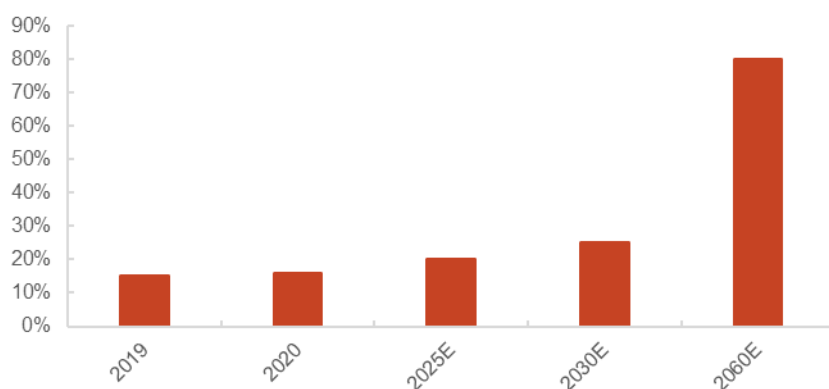


资料来源：IEA 预测，光大证券研究所整理

2.2、“双碳”目标坚定不动摇，政策加码风电行业利好不断

习近平主席在第七十五届联合国大会上提出我国力争在 2030 年前实现碳达峰，在 2060 年前实现碳中和。根据 2021 年 10 月中共中央、国务院发布的《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》，**预计到 2025 年，我国非化石能源消费比重达到 20%左右，到 2030 年达到 25%左右，到 2060 年达到 80%以上。**国家发改委能源研究所指出，2020 年，风能在中国能源结构中的比例为 3.2%，该研究所还预计到 2050 年，风电将占到能源消费的 38.5%，可见风电的地位正逐步攀升，是未来发电的主要能源之一。

图 22：2019-2060 年我国非化石能源占一次能源消费比重



资料来源：国家能源局，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》，光大证券研究所整理

近年来，我国不断出台各项利好风电行业的政策。国家大力推进大型风电光伏基地项目建设。2021 年 10 月，习近平主席在《生物多样性公约》第十五次缔约方大会领导人峰会上宣布，中国将在沙漠、戈壁、荒漠地区加快规划建设大型风电光伏基地项目。2021 年 12 月，国家发改委、国家能源局下发《第一批以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电、光伏基地建设项目清单的通知》，指出第一批风光基地项目共 50 个，建设规模总计 97.05GW，有超 45GW 风光大基地项目明确要求在 2022 年底前投产，有超 52GW 风光大基地项目明确要求在 2023 前投产。截至 2021 底，第一批项目已开工 75GW，其余项目于 2022 年一

季度开工。2022 年 2 月，国家发改委、国家能源局下发《以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏基地规划布局方案》，第二批规划到 2030 年，风光基地项目的建设规模达 4.55 亿千瓦，其中库布齐、乌兰布和、腾格里、巴丹吉林沙漠基地规划装机 2.84 亿千瓦，采煤沉陷区规划装机 0.37 亿千瓦，其他沙漠和戈壁地区规划装机 1.34 亿千瓦。“十四五”时期规划建设风光基地总装机约 2 亿千瓦，包括外送 1.5 亿千瓦、本地自用 0.5 亿千瓦；“十五五”时期规划建设风光基地总装机约 2.55 亿千瓦，包括外送 1.65 亿千瓦、本地自用 0.9 亿千瓦。

政策持续加码，大力支持分布式风电的发展。2021 年 9 月，国家能源局宣布将在中东南沿海重点推进风电就近开发，特别在广大农村实施“千乡万村驭风计划”。2021 年 10 月，118 个城市与 600 多家风电企业共同发起“风电伙伴行动零碳城市富美乡村”计划，启动仪式上发布的《风电伙伴行动具体方案》明确，我国力争在 2021 年年底启动首批 10 个县市总规划容量 500 万千瓦示范项目；“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。

我国风电行业受政策驱动迎来高速成长期。2020 年北京国际风能大会发表《风能北京宣言》提出，“十四五”期间风电装机量每年新增不少于 50GW，2025-2030 年每年新增不少于 60GW。根据我们 2021 年 11 月 23 日发布的报告《“十四五”海上风电装机量超预期，风电材料迎来景气周期——海上风电材料动态跟踪报告之一》中的测算，预计 2025 年我国海上风电装机量可达 4468.99 万千瓦，五年 CAGR 为 35%。

表 2：2020-2021 年我国风电相关政策梳理

时间	政策	内容
2020.5	《关于发布 2020 年全国风电、光伏发电新增消纳能力的公告》	按剔除一季度限发电量情形测算，国家电网经营区 2020 年风电、光伏发电合计新增消纳能力 6850 万千瓦，其中风电 2945 万千瓦、光伏 3905 万千瓦。
2020.7	《关于公布 2020 年风电、光伏发电平价上网项目的通知》	2020 年风电平价上网项目装机规模 1139.67 万千瓦。2019 年第一批和 2020 年风电、光伏发电平价上网项目须于 2020 年底前核准（备案）并开工建设，除并网消纳受限原因以外，风电项目须于 2022 年底前并网，光伏发电项目须于 2021 年底前并网。
2020.9	《关于促进非水可再生能源发电健康发展的若干意见》	明确了可再生能源电价附加补助资金结算规则。按合理利用小时数核定可再生能源发电项目中央财政补贴资金额度。风电一类、二类、三类、四类资源区项目全生命周期合理利用小时数分别为 48000 小时、44000 小时、40000 小时和 36000 小时。海上风电全生命周期合理利用小时数为 52000 小时。
2021.3	《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》	加快发展非化石能源，坚持集中式和分布式并举，大力提升风电、光伏发电规模，加快发展东中部分布式能源，有序发展海上风电，建设一批多能互补的清洁能源基地，非化石能源占能源消费总量比重提高到 20% 左右。
2021.4	《2021 年能源工作指导意见》	风电、光伏发电等可再生能源利用率保持较高水平，跨区输电通道平均利用小时数提升至 4100 小时左右。
2021.5	《关于 2021 年风电、光伏发电开发建设有关事项的通知》	2021 年，全国风电、光伏发电发电量占全社会用电量的比重达到 11% 左右，后续逐年提高，确保 2025 年非化石能源消费占一次能源消费的比重达到 20% 左右。
2021.6	《关于 2021 年新能源上网电价政策有关事项的通知》	2021 年起，对新备案集中式光伏电站、工商业分布式光伏项目和新核准陆上风电项目，中央财政不再补贴，实行平价上网。2021 年新建项目上网电价，按当地燃煤发电基准价执行；新建项目可自愿通过参与市场化交易形成上网电价。
2021.10	《关于积极推动新能源发电项目能并尽并、多发满发有关工作的通知》	按照“能并尽并”原则，对具备并网条件的风电、光伏发电项目，切实采取有效措施，保障及时并网。按照“多发满发”原则，严格落实优先发电制度，加强科学调度，优化安排系统运行方式。
2021.10	《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》	到 2025 年，非化石能源消费比重达到 20% 左右。到 2030 年，非化石能源消费比重达到 25% 左右，风电、太阳能发电总装机容量达到 12 亿千瓦以上。到 2060 年，非化石能源消费比重达到 80% 以上。
2021.10	《2030 年前碳达峰行动方案的通知》	全面推进风电大规模开发和高质量发展，坚持集中式与分布式并举，加快建设风电基地。坚持陆海并重，推动风电协调快速发展，完善海上风电产业链，鼓励建设海上风电基地。推进退役风电机组叶片等新兴产业废物循环利用。

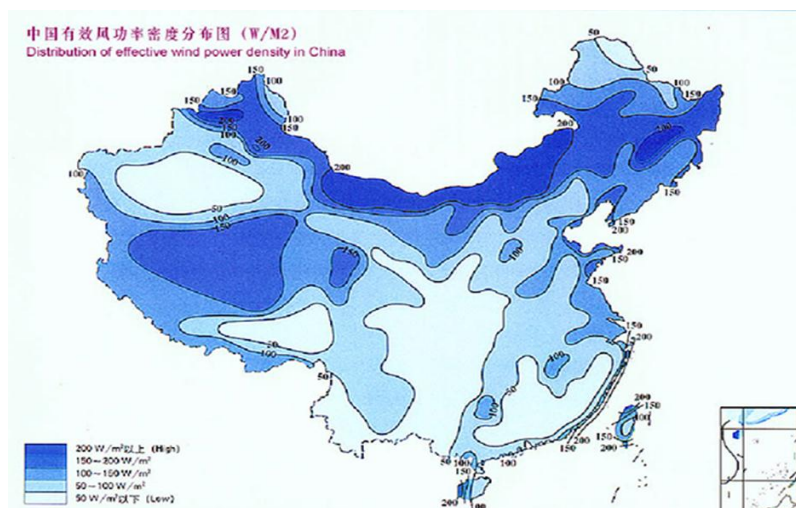
资料来源：国家能源局，国务院，财政部，国家发展改革委，国家电网，光大证券研究所整理

2.3、我国风能潜在利用空间较大，弃风率持续下行

我国风能资源丰富，海上风电优势明显。根据 2006 年出版的《中国风能资源评价报告》，在 10m 高度标准层，我国陆地上风能资源总储量约 4350GW，其中技术可开发量为 300GW，海上技术可开发利用的风能约 750GW。但是，我国陆地风能资源分布与现有电力负荷并不匹配，沿海地区电力负荷大，但可利用

的陆地风能资源少，因此我国中东部更加适合发展分布式风电项目；北部地区风能资源丰富，其中青海、新疆、内蒙古和东北部的功率密度最高，平均值在400-600W/m²之间，但远离电力负荷中心，电网建设成本较大。改善电网基础设施、开发额外的电力线以及增加必要的灵活性措施能够更好地提升省际电力传输效率并大大减少弃电，有助于陆上风电的进一步发展。

图 23：中国陆地风能资源分布图



资料来源：中国电力网，光大证券研究所

我国海岸线海上风能资源丰富。我国大陆海岸线漫长曲折，长达 1.8 万公里，合计可利用海域面积 400 多万平方千米。近海区域风能资源丰富，沿海城市可就近充分利用风电资源，特别是江苏等地沿海、滩涂及近海具有开发风电的良好条件。若仅考虑 0—50 米海深、平均风功率密度大于 300 瓦/平方米区域的开发面积，按照平均装机密度 8 兆瓦/平方千米计算，我国海上风电装机容量可达到 3009GW。

表 3：我国海上风能资源分类

分类	风速 (m/s)	主要地区	建设难点
I 类风资源区	9	福建地区	海床多为岩石，基础施工难度较大
II 类风资源区	>7	浙江、广东等地	夏季，台风等自然灾害易发
III 类风资源区	7	江苏以北地区 90 米高度处	机组冬季还将面临覆冰的挑战

资料来源：智研咨询，光大证券研究所整理

我国风电弃风率持续下行。我国风电建设区域主要地处较为偏远的“三北”地区。一直以来，由于“三北”地区的本地用电量有限，且配套电网建设不完善，弃风现象较为严重。根据国家能源局统计，2016 年我国平均弃风率高达 17%。2016 年我国下发了《关于建立监测预警机制促进风电产业持续健康发展的通知》。政策推动叠加特高压输电线路的逐步建成，我国弃风情况逐渐好转。到 2020 年我国平均弃风率已经降至 3%。后续随着特高压、配网和储能设备的持续完善，“三北”地区的限风问题有望进一步缓解，弃风率有望持续下行。

3、风电材料需求有望大幅提升

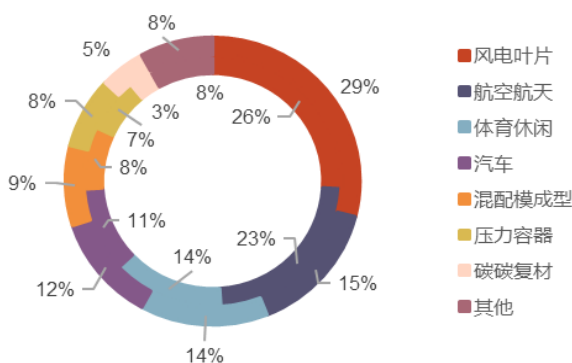
风电叶片是风力发电机的核心部件，风电叶片材料主要由基体树脂、增强纤维、芯材（夹层材料）、粘接胶（结构胶）等构成，其成本占比分别为 36%、28%、12%、11%。风电行业的高景气将会大幅带动碳纤维、聚醚胺、环氧树脂、结构胶和芯材（夹层材料）的需求，在当前时点具有较高的投资价值。

3.1、碳纤维——“黑金”，极具潜力的轻量化材料

生产工艺复杂，下游以风电为首的应用场景广阔

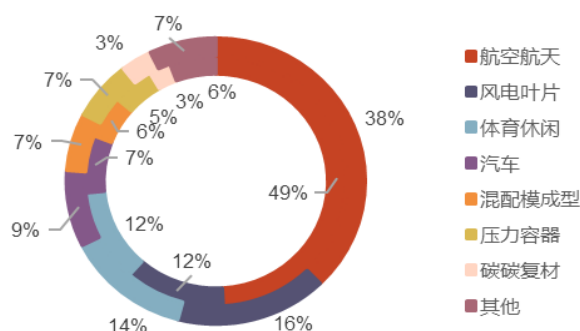
碳纤维（Carbon Fiber）是由有机纤维在高温环境下裂解碳化形成碳主链结构，含碳量高于 90% 的无机高性能纤维。碳纤维力学性能优异，不仅具有碳材料的固本性特征，如耐高温、耐摩擦、导电、导热及耐腐蚀等，还兼备纺织纤维的柔软可加工性，因此被广泛应用于风电叶片、体育休闲和建筑结构补强、航空航天等领域，目前风电叶片对碳纤维的需求量占比最高，且需求增长幅度最大。

图 24：2019、2020 年全球碳纤维下游应用需求量占比



资料来源：《2020 年全球碳纤维复合材料市场报告》、《2019 年全球碳纤维复合材料市场报告》（赛奥碳纤维），光大证券研究所整理
注：图中外圈为 2020 年占比，内圈为 2019 年占比

图 25：2019、2020 年全球碳纤维下游应用需求金额占比



资料来源：《2020 年全球碳纤维复合材料市场报告》、《2019 年全球碳纤维复合材料市场报告》（赛奥碳纤维），光大证券研究所整理
注：图中外圈为 2020 年占比，内圈为 2019 年占比

碳纤维生产工艺复杂，资本投入巨大。碳纤维生产流程较长，且各个制备环节的时间、精度和温度会对成品质量产生较大影响。原油经过精炼、裂解等一系列工艺得到丙烯，再通过氨氧化获得丙烯腈，丙烯腈（ACN）经过聚合、纺丝之后得到聚丙烯腈（PAN）原丝。原丝经过预氧化、低温和高温碳化、表面处理、上浆等环节得到碳纤维。最终，将碳纤维与树脂、金属和陶瓷等基体材料结合可生产碳纤维复合材料，再通过相应成型工艺制成不同终端客户需要的工业产品。

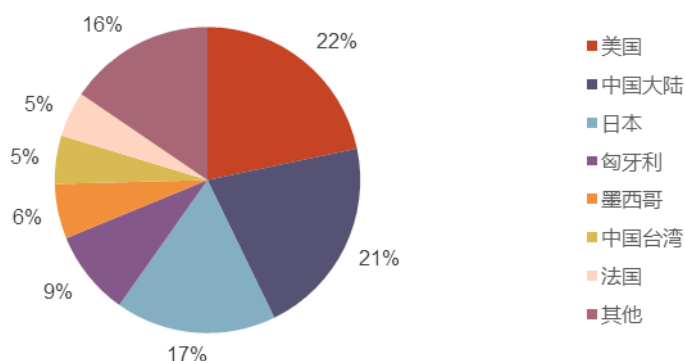
因此碳纤维的生产需要长期、高额的资本投入，对于新进入者壁垒较高，率先进入碳纤维产业实现技术突破的领先公司，不仅具备较高的技术壁垒，还能够基于先发优势逐渐向产业链下游延伸获取高额的回报，显著放大盈利空间，围绕“技术水平、投资门槛和盈利空间”构筑长期市场竞争力，打造深厚的“护城河”。

碳纤维轻便的特点使得风电叶片在长度增加的同时，重量更轻。轻量化还可以适当降低对涡轮和塔架组件强度的要求，节约其他部件成本，从而对冲碳纤维较高的生产成本。同时，碳纤维能够让风电机组更好地抗击恶劣气候条件。此外，碳纤维还能使离心风机的功率更光滑、更平衡，提高风能转化效率，且由于碳纤维叶片更薄更长更细，能够提高叶片动能的输出效率。

海外产能久居前列，我国国产替代道路前景光明

美日碳纤维产能久居前列，中国碳纤维发展驶入快车道。2020 年美国、中国大陆和日本的碳纤维产能共占全球总产能的 60%。其中美国产能为 37300 吨，由赫氏等国内企业与外商投资企业共同贡献，日本碳纤维企业为对美投资的主要力量。日本碳纤维产能为 29200 吨，东丽、帝人、三菱这三大本土巨头是供应主力。中国大陆方面均为吉林碳谷、中复神鹰等内资碳纤维企业，近年来在整体产能方面取得了长足进步，2020 年已占到全球总产能的 21%，超越日本，仅与美国存在较小的差距。

图 26：2020 年全球碳纤维运行产能各地区占比



资料来源：《2020 年全球碳纤维复合材料市场报告》（赛奥碳纤维），光大证券研究所整理

我国碳纤维产能正逐步扩张，国产替代道路光明。随着我国碳纤维生产企业在高性能碳纤维领域不断取得技术突破，我国碳纤维的进口替代步伐有望进一步加速。“十四五”期间，我国碳纤维及原丝的有效产能将快速扩张。据不完全统计，我国已规划及在建的碳纤维产能共计 14.07 万吨/年，数量十分可观，且伴随产能利用率稳步提升，预计未来我国碳纤维供需紧张的格局将逐渐缓和。

表 4：我国碳纤维生产企业扩产产能

公司名称	扩产项目	预计投产日期	公示日期
金辉碳纤维	年产碳纤维原丝 50000 吨、碳纤维 20000 吨、碳纤维增强复合材料 40000 吨	-	2020 年 12 月
超探新材料	年产 1 万吨高性能碳纤维、2500 吨碳-碳复合材料及碳素产品	-	2020 年 12 月
恒沅新能源	年产 1000 吨通用碳纤维+100 吨高性能碳纤维	-	2021 年 1 月
上海石化	年产 2.4 万吨碳纤维原丝和 1.2 万吨的 48K 大丝束碳纤维	2024 年	2021 年 1 月
国泰大成	年产 2.5 万吨的原丝、1 万吨的高端碳纤维	-	2021 年 3 月
吉林化纤	年产 600 吨 1K、3K 碳纤维	2022 年（已投产 300 吨）	2021 年 4 月
吉林碳谷	年产 15 万吨碳纤维原丝、1.5 万吨碳纤维		2021 年 5 月
新创碳谷	年产 1.8 万吨民用大丝束碳纤维	首条碳化生产线 3000 吨已试生产成功	2021 年 7 月
新疆隆炬	年产 5 万吨高性能碳纤维项目	一期 2022 年 9 月，总周期 5 年	2021 年 8 月
内蒙古光威碳纤	年产碳纤维 4000 吨	2022 年	2021 年 8 月

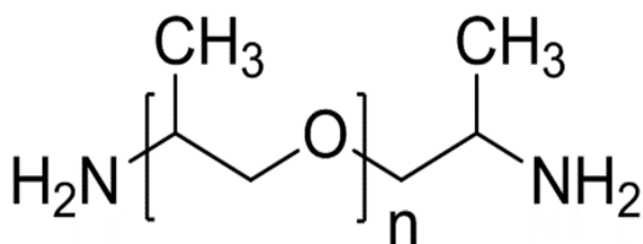
资料来源：“碳纤维及其复合材料技术”公众号，各公司公告，光大证券研究所整理

3.2、聚醚胺——新式聚合物材料，出众性能打开应用空间

特殊结构赋予优异性能，风电主导拉动聚醚胺需求

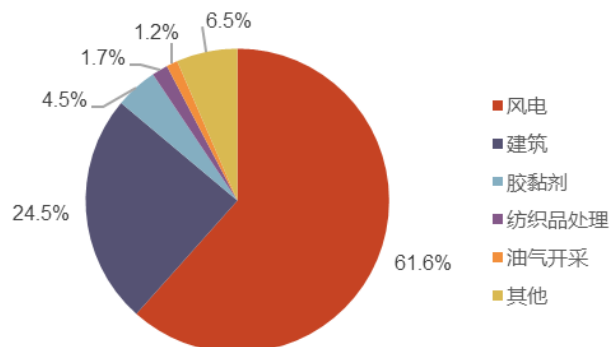
聚醚胺（PEA）是一种主链为聚醚结构、末端活性官能团为胺基的聚合物，具有低粘度、较长适用期、减少能耗、高强度、高韧性、抗老化、具有优良防水性能等优异性能，是极具发展潜力的新型精细化工材料，广泛应用于风电、油气开采、建筑和涂料等众多行业。

图 27：聚醚胺结构式



资料来源：《聚醚胺合成技术的研究进展》（孙宝民等），光大证券研究所整理

图 28：2020 年聚醚胺下游应用



资料来源：智研咨询，光大证券研究所整理，数据统计口径为需求量

风电领域的聚醚胺需求量最大。聚醚胺特殊的分子结构能够保证叶片材料的高强度和高韧性，同时具有适中的反应活性，可作为环氧树脂的高性能固化剂，适用于碳纤维复合材料及大型玻璃纤维复合材料（兆瓦级风力发电叶片）的制造。2020 年风电领域的聚醚胺需求量占其下游总需求的 61.6%，在国家长期积极的清洁能源政策推动下，风电新增装机容量不断增加，大幅提振聚醚胺等风电上游产业的市场需求。此外，风电叶片的寿命约为 20 年，风电叶片的更换能够进一步支撑对聚醚胺产品的需求。

聚醚胺供应仍将偏紧，国内企业加速扩产

海外化工巨头主导聚醚胺产品生产，国内企业加速扩产。全球聚醚胺主要供应商为亨斯曼和巴斯夫，截至 2021 年底，合计具有约 18 万吨产能。国内现有的聚醚胺生产厂家数量较少，行业集中度较高，根据现有产能规划，未来行业集中度有望进一步提高。截至 2022 年 4 月，我国聚醚胺现有产能约为 9.4 万吨/年，随着聚醚胺下游需求提升，国内聚醚胺生产企业正在加速扩产，预计到 2025 年国产聚醚胺企业的产能将扩大至 20.9 万吨/年。

当前由于疫情原因，亨斯曼与巴斯夫等国际主流厂家的海外产能开工受限，叠加物流与海运成本高企，以及国内部分企业由于环保、工艺等原因导致实际开工率低于规划产能，聚醚胺产能供给承压，短期内聚醚胺的供给仍将持续偏紧。

表 5：代表性企业的聚醚胺产能

企业名称	现有产能（万吨/年）	新增产能（万吨/年）	预计投产时间
亨斯曼	12（全球）		
巴斯夫	6（全球）		
阿科力	2	2	2023 年（一期）
正大新材料	3.5	1.5	2023 年

晨化股份	3.1	4	
皇马科技	0.8		
万华化学	0	4	2022 年
总和	27.4	11.5	

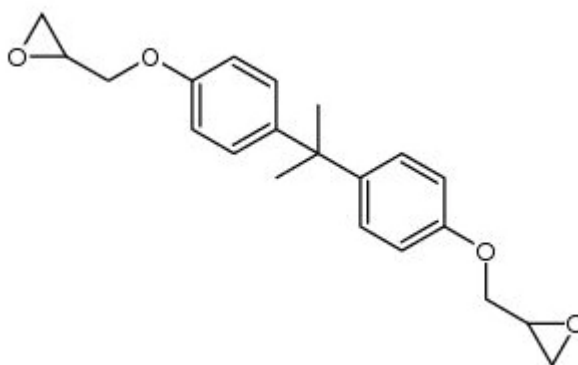
资料来源：华经产业研究院，各公司公告，光大证券研究所整理，数据截至 2022.04

3.3、 环氧树脂——热固性树脂，风电叶片的核心材料

风电叶片灌注成型的基体材料，需与固化剂配合使用

环氧树脂是一种环氧低聚物，可与胺、咪唑、酸酐、酚醛树脂等各类固化剂配合使用形成三维网状固化物。环氧树脂通常是在呈液体状态下使用，在常温或加热的环境下进行固化，达到最终的使用目的，通常可以根据使用环境及材料所预期的性能选择不同种类的固化剂。环氧树脂具有在固化反应过程中收缩率小，其固化物的粘结性、耐热性、耐化学药品性以及力学性能和电气性能优良的特点。环氧树脂种类繁多，其中双酚 A 型环氧树脂约占我国环氧树脂总产量的 90%，约占全球环氧树脂总产量 75%~80%，被称为通用型环氧树脂。

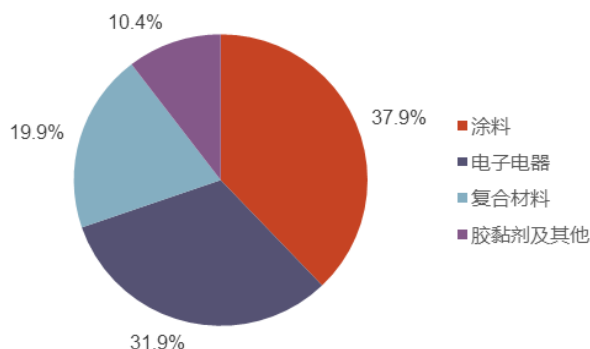
图 29：双酚 A 型环氧树脂



资料来源：《双酚 A 型液体环氧树脂的合成及特种环氧树脂的固化行为与性能的研究》（李娟），光大证券研究所整理

环氧树脂性能优异，主要应用领域为涂料、电子电器和复合材料，2019 年环氧树脂在这些领域的应用占比（销售入口口径）分别为 37.9%、31.9%和 19.9%。涂料是环氧树脂的重要应用领域，主要用作涂料的成膜物质，包括船舶和海洋工程用的重防腐涂料、汽车电泳漆涂料、家电、IT 产品等设备。电子电器是环氧树脂的另一个重要应用领域，环氧树脂被用作覆铜板（CCL）的基材和各种电子零件的封装，包括电容器、LED、半导体和集成电路的封装。复合材料领域，环氧树脂的应用包括风力发电机叶片、飞机、体育用品等。

图 30：2019 年环氧树脂下游应用



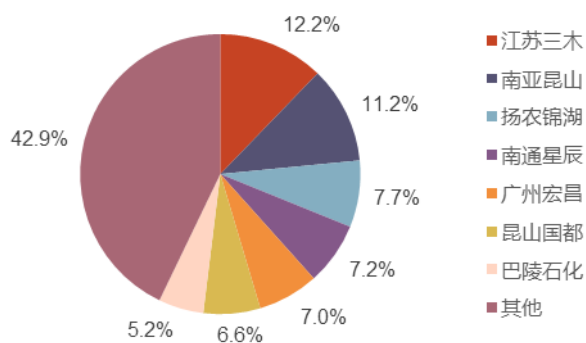
资料来源：华经产业研究院，光大证券研究所整理，数据统计口径为销售收入

在风电领域，风力发电叶片是风电机组的核心部件之一。纤维增强树脂基复合材料具有适用期长、浸透性好，且其固体物具有力学强度高、韧性好的良好性能，能够满足叶片材料的高强度、轻重量、特殊外部翼型等的要求，是大容量机组用风力叶片材料的最优选择，目前市场上主要的叶片制造商均采用环氧树脂作为叶片灌注成型的基体材料。

我国环氧树脂产能市场格局较为分散

根据百川盈孚统计，我国 2021 年环氧树脂产能共计 221 万吨/年，且竞争格局较为分散。

图 31：2021 年环氧树脂竞争格局



资料来源：百川盈孚，光大证券研究所整理，数据统计口径为产能，数据截至 2021 年 12 月

3.4、结构胶——胶粘剂中的高端产品，风电叶片上下壳体的粘接材料

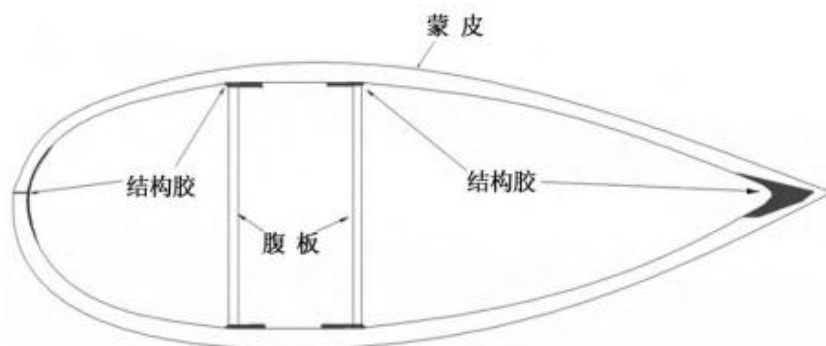
胶粘剂行业中的高附加值产品，以环氧结构胶为主

结构胶粘剂是胶粘剂中的高端产品，指用于受力结构件胶接的，能长期承受使用应力、环境作用的胶粘剂。结构胶粘剂和其他胶粘剂相比，具有强度高、耐疲劳、耐老化等优点。结构胶粘剂的化学类型主要包括环氧树脂胶、丙烯酸酯胶、厌氧胶、高性能聚氨酯胶和高性能有机硅胶，其中以环氧结构胶为主。

环氧树脂结构胶的主要成份为环氧树脂和固化剂，不同性能的环氧树脂结构胶可以通过不同类型的环氧树脂、固化剂或组合以及使用不同的辅料和助剂等方式制造而成。环氧树脂结构胶主要用于风电、建筑、交通运输、电子电器和航空航天等领域。

在风电领域，结构胶主要用于风电叶片上下壳体的粘接，是叶片结构的一个重要组成部分，也是叶片力学及结构失效的主要影响部位。由于风电叶片对强度、韧性以及耐候性的要求较高，风电叶片用环氧树脂结构胶应具备较高的剪切、拉伸、弯曲、冲击、剥离强度和耐久性等优良特性，因此需要特殊的配方设计，包括采用特殊环氧树脂种类、配伍及改性，以及选用端胺基聚醚等特殊的固化剂和特殊助剂等技术。其中，陆地风电叶片用环氧结构胶粘剂性能指标为通用性技术要求，但由于海上风电场的环境更为恶劣，且海上主流风电机组功率更大，海上风电叶片用环氧结构胶粘剂整体的力学性能指标高于通用性技术要求。

图 32：风电叶片截面示意图



资料来源：《二种海上风电叶片用环氧结构胶性能研究》（吴海亮），光大证券研究所整理

表 6：风电叶片用环氧结构胶粘剂技术要求

项目	测试依据	单位	性能指标	
			陆地风电叶片	海上风电叶片
混合后密度	ISO 1675	g/cm ³	1.1-1.3	
堆积高度	底径 5cm 圆锥体	cm	≥3.0	
固化收缩率	DIN 16945	%	≤2.0	
热变形温度	ISO 75-2	°C	≥65.0	
玻璃化温度	ISO 11357-2	°C	≥70.0	
拉伸强度	ISO 527	MPa	≥50.0	≥55.0
断裂伸长率	ISO 527	%	≥1.5	≥3.0
弯曲强度	ISO 178	MPa	≥70.0	≥80.0
拉伸剪切强度	DIN 1465	MPa	≥12.0	≥15.0
T 剥离强度	ISO 11339	N/mm	≥2.0	
冲击强度	ISO 179	kJ/m ²	≥12.0	≥15.0
疲劳性能	ISO 9664	-	≥7.0	≥8.0

资料来源：《二种海上风电叶片用环氧结构胶性能研究》（吴海亮），光大证券研究所整理

我国结构胶生产企业较为集中，头部企业占据大部分市场份额

康达新材是我国中高端风电结构胶粘剂的龙头企业，2020 年公司环氧胶类产品产能共 4.66 万吨。2021 年新增布局年产 6 万吨胶粘剂及相关上下游材料的产能，预计于 2023 年投产，目前公司在国内风电叶片结构胶领域的市占率约为 60%。

3.5、夹层材料——巴沙木和结构泡沫材料，风电叶片夹层结构的芯层

风电叶片大型化趋势提振 PVC 泡沫需求，核心技术突破打开成长空间

风力发电叶片在叶片的前缘、后缘以及剪切肋等部位都使用到泡沫作为玻璃钢夹层结构的芯层，泡沫在叶片中主要作用是在保证其稳定性的同时降低叶片质量，使叶片在满足刚度的同时增大捕风面积，提高整个叶片的抗载荷能力。

风电叶片所需的夹层材料主要是巴沙木和结构泡沫材料，且在风电叶片的制造中，结构泡沫材料和巴沙木既可以搭配使用，也可以仅使用巴沙木。巴沙木是世界上最轻的木材，故又称巴沙轻木。它体积形态稳定、不易变形，强度以及柔性适中，完美吻合风力发电机组叶片所需特性，是风机叶片夹层中不可替代的优质材料。然而，全球近 95% 的优质巴沙木都来源于南美的厄瓜多尔，在风电产业快速发展的背景下，单一地区的轻木产量难以满足全球风电产业的需要。轻木价格水涨船高，供应商往往坐地起价，甚至出现轻木运输途中遭到高价拦截的乱象。

PVC 夹层材料需求有望进一步增长。全球蔓延的新冠疫情使南美轻木的交易更为混乱，让部分叶片制造企业举步维艰，严重制约了风电的产能。因此，很多制造商将目光投向 PVC、PET 等结构泡沫材料。结构泡沫材料力学性能、抗疲劳性、抗冲击性、阻燃性能优异，且具有良好的尺寸稳定性和可加工性，适合多种夹层结构的制造工艺，并与多种树脂体系兼容，是轻质高强的复合材料夹层结构的理想芯材。从泡沫的力学性能和价格等因素考虑，目前被用于风力发电叶片芯材的材料主要有聚氯乙烯(PVC)泡沫、聚对苯二甲酸乙二醇酯泡沫(PET)和聚甲基丙烯酸酯亚胺(PMI)泡沫等，其中质量轻、强度高的 PVC 泡沫由于其行业应用比较成熟，使用最为广泛。PVC（聚氯乙烯）泡沫是以聚氯乙烯树脂为主体，加入发泡剂及其它添加剂制成的一种泡沫材料。随着风力发电机功率不断增大，风电叶片大型化、轻量化的趋势提高了对夹层材料的各项要求，轻质、高强度的泡沫材料需求量逐步上升。

我国夹层材料主要依靠进口，国产替代空间广阔

PVC 原板的技术壁垒高，国内主要依靠进口。风电叶片 PVC 夹层材料的制作包含 PVC 泡沫板原板生产和套材加工两大段制作步骤，其中 PVC 原板的生产技术壁垒高，全球结构泡沫芯材市场仍被少数公司垄断，目前风电叶片芯材的供应商主要为瑞典 DIAB、意大利 Maricell、瑞士 AIREX 等海外供应商。国内芯材制造企业能够直接制造 PVC 原板的企业较少，多数企业主要从事套材加工生产的打磨、切割、打孔、开槽等后段加工工作，PVC 泡沫板多来自海外进口。因此当前风电夹层材料的供给量主要取决于海外 PVC 泡沫板的进口量。

我国现已打破核心技术壁垒，国产替代正当时。天晟新材目前具备 4 万立方米 PVC 硬质发泡材料的设计产能。隆华科技旗下子公司科博思 2020 年高性能 PVC 芯材的产能为 7920 立方米，同时公司于 2021 年 8 月公告拟建设年产 8 万立方米高性能 PVC 芯材和年产 8 万立方米新型 PET 芯材，项目建设周期分别为四年和六年，该募投产能占国内总用量的 15% 左右，占 2021 年市场增加量（预计每年 20-25 万立方米）的 30%-40%。

4、投资建议

政策驱动能源转型，风电行业迎发展良机，相关风电材料需求或将快速增长。建议关注：

- (1) 碳纤维领域的上海石化、吉林化纤、吉林碳谷；
- (2) 聚醚胺领域的阿科力、晨化股份、皇马科技；

- (3) 环氧树脂领域的中国石化、中化国际、上纬新材、宏昌电子；
- (4) 结构胶领域的回天新材、康达新材；
- (5) 夹层材料领域的濮阳惠成、天晟新材。

5、风险分析

风电、光伏发电项目推进不及预期风险

我国各省市陆续出台“十四五”风电政策，大力支持风电项目发展，若后续政策支持力度不及预期，会导致风电项目推进进度不及预期，使得我国风电新增装机量规模低预期，从而降低风力发电的碳减排贡献。

弃风率回升风险

我国目前海上风电项目集中在风力资源丰富的地区，但其中有些地区的需求较小，加上政策推进速度慢、电网投资能力不足，可能使得弃风率有所回升。

风电项目改造与推进不及预期风险

国家能源局牵头制定的《风电机组更新、技改、退役管理试行办法》(征求意见稿)已发布，风电叶片回收再利用等行业将随着老旧风机大规模退役迎来增长，如果改造的核准流程不及预期，可能会影响开发的积极性。

行业及公司评级体系

	评级	说明
行业及公司评级	买入	未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 15%以上
	增持	未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 5%至 15%；
	中性	未来 6-12 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至 5%；
	减持	未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 5%至 15%；
	卖出	未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 15%以上；
	无评级	因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。
基准指数说明：		A 股主板基准为沪深 300 指数；中小盘基准为中小板指；创业板基准为创业板指；新三板基准为新三板指数；港股基准指数为恒生指数。

分析、估值方法的局限性说明

本报告所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。本报告采用的各种估值方法及模型均有其局限性，估值结果不保证所涉及证券能够在该价格交易。

分析师声明

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。负责准备以及撰写本报告的所有研究人员在此保证，本研究报告中任何关于发行商或证券所发表的观点均如实反映研究人员的个人观点。研究人员获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户反馈、竞争性因素以及光大证券股份有限公司的整体收益。所有研究人员保证他们报酬的任何一部分不与、不与，也将不会与本报告中的具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

法律主体声明

本报告由光大证券股份有限公司制作，光大证券股份有限公司具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格，负责本报告在中华人民共和国境内（仅为本报告目的，不包括港澳台）的分销。本报告署名分析师所持中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格编号已披露在报告首页。

中国光大证券国际有限公司和 Everbright Securities(UK) Company Limited 是光大证券股份有限公司的关联机构。

特别声明

光大证券股份有限公司（以下简称“本公司”）创建于 1996 年，系由中国光大（集团）总公司投资控股的全国性综合类股份制证券公司，是中国证监会批准的首批三家创新试点公司之一。根据中国证监会核发的经营证券期货业务许可，本公司的经营范围包括证券投资咨询业务。

本公司经营范围：证券经纪；证券投资咨询；与证券交易、证券投资活动有关的财务顾问；证券承销与保荐；证券自营；为期货公司提供中间介绍业务；证券投资基金代销；融资融券业务；中国证监会批准的其他业务。此外，本公司还通过全资或控股子公司开展资产管理、直接投资、期货、基金管理以及香港证券业务。

本报告由光大证券股份有限公司研究所（以下简称“光大证券研究所”）编写，以合法获得的我们相信为可靠、准确、完整的信息为基础，但不保证我们所获得的原始信息以及报告所载信息之准确性和完整性。光大证券研究所可能将不时补充、修订或更新有关信息，但不保证及时发布该等更新。

本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次发布时光大证券研究所的判断，可能需随时进行调整且不予通知。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。客户应自主作出投资决策并自行承担投资风险。本报告中的信息或所表述的意见并未考虑到个别投资者的具体投资目的、财务状况以及特定需求。投资者应当充分考虑自身特定状况，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及作者均不承担任何法律责任。

不同时期，本公司可能会撰写并发布与本报告所载信息、建议及预测不一致的报告。本公司的销售人员、交易人员和其他专业人员可能会向客户提供与本报告中所载观点不同的口头或书面评论或交易策略。本公司的资产管理子公司、自营部门以及其他投资业务板块可能会独立做出与本报告的意见或建议不相一致的投资决策。本公司提醒投资者注意并理解投资证券及投资产品存在的风险，在做出投资决策前，建议投资者务必向专业人士咨询并谨慎抉择。

在法律允许的情况下，本公司及其附属机构可能持有报告中提及的公司所发行证券的头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或正在争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。投资者应当充分考虑本公司及本公司附属机构就报告内容可能存在的利益冲突，勿将本报告作为投资决策的唯一信赖依据。

本报告根据中华人民共和国法律在中华人民共和国境内分发，仅向特定客户传送。本报告的版权仅归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式、任何目的进行翻版、复制、转载、刊登、发表、篡改或引用。如因侵权行为给本公司造成任何直接或间接的损失，本公司保留追究一切法律责任的权利。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

光大证券股份有限公司版权所有。保留一切权利。

光大证券研究所

上海

静安区南京西路 1266 号
恒隆广场 1 期办公楼 48 层

北京

西城区武定侯街 2 号
泰康国际大厦 7 层

深圳

福田区深南大道 6011 号
NEO 绿景纪元大厦 A 座 17 楼

光大证券股份有限公司关联机构

香港

中国光大证券国际有限公司
香港铜锣湾希慎道 33 号利园一期 28 楼

英国

Everbright Securities(UK) Company Limited
64 Cannon Street, London, United Kingdom EC4N 6AE