证券研究报告

行业报告 | 行业研究周报

2022年07月17日

机械设备

以三一重能为例，看风机降本趋势

作者：

分析师 李鲁靖 SAC执业证书编号：S1110519050003

联系人 朱晔

天风证券

[综合金融服务专家]

行业评级：强于大市（维持评级）

上次评级：强于大市

请务必阅读正文之后的信息披露和免责申明

机械行业核心组合与重点关注行业/板块

核心组合：三一重工、恒立液压、先导智能、杭可科技、迈为股份、奕瑞科技、柏楚电子、华峰测控、华测检测。

重点组合：中联重科、锐科激光、欧科亿、华锐精密、国茂股份、至纯科技、杰克股份、杰瑞股份、弘亚数控、美亚光电、联测科技。

本周专题1：目前，国内风机采用的技术路线主要有双馈式、永磁直驱及半直驱式三种。其中，采用双馈路线的整机商更多，双馈型风机主要由风轮、增速箱、双馈异步发电机、AC-DC-AC变流器、变压器等组成，国内代表整机商包括远景能源、上海电气、运达股份、中车风电、三一重能、中国海装等。直驱式风力发电机也称为低转速发电机、无齿轮风力发电机，采用多级电机和叶轮直接连接进行驱动，省去了齿轮箱这一传统部件，主要由风轮、永磁同步电机、AC-DC-AC变流器、变压器等部分组成，国内代表整机商包括金风科技、东方电气、哈电风能、华创风能等。半直驱式风机结合了以上两种风机的优势。与双馈式风机相比，可有效减缓齿轮箱的损耗；与直驱式风机相比，同等功率下，重量和体积更低。国内代表整机商主要以明阳智能为代表。

本周专题2：三一重能成立于2008年，于2022年6月在上交所科创板成功上市。作为全球风电整体解决方案提供商，公司主营业务为风电机组的研发、制造与销售，风电场设计、建设、运营管理以及光伏电站运营管理业务。受益于2020年风电行业进入抢装潮，公司经营业绩增长迅猛，公司营收由2019年的14.81亿元大幅增长至2021年的101.75亿元，CAGR为162.11%；归母净利润由2019年的1.26亿元大幅增长至2021年的15.91亿元，CAGR高达255.34%。

在风电行业景气度持续下，一方面由于公司产品质量与技术水平不断提升使得公司在业内竞争力不断提升，另一方面，公司在本轮抢装潮中获得较多订单，预计未来公司市场占有率排名有望进一步提升。同时公司降本优势明显，主要体现在1）在大型化趋势之下，主机大部分零部件都有显著降本，在不考虑价格变化情况下，公司2019-2020年零部件采购成本分别下降15.56%、4.51%；如剔除价格因素，公司2019-2020年零部件单位用量则分别下降17.75%、10.26%。2）风电机组主要零部件包括叶片、齿轮箱、发电机、变流器、变桨系统等。其中，叶片（成本占比20%左右）是捕获风能的主要部件，发电机（成本占比8%左右）是能量转换的核心，公司生产风电机组涉及的叶片、发电机主要为自产，实现核心零部件自主可控；在近年来风电行业上游供应链压力增加下，自产核心零部件一定程度上能够进一步实现降本增效。3）风机制造企业生产效率的高低对于风机成本具有重要影响，公司基于整机叶片一体化设计和智能制造提升自动化程度，实现了行业一流的制造效率。 同时为顺应风电行业大型化发展趋势，公司募投布局大功率风机产品从而使得公司产品结构更加满足市场的需求，并扩大大兆瓦风机生产能力，进一步提升承接并迅速完成客户订单的能力，从而进一步提高公司在行业市场中的竞争优势，提升公司行业市场地位。

风险提示：风电行业政策调整的风险；下游投资不及预期；行业竞争加剧；原材料价格波动等；本报告测算具有一定主观性，仅供参考。

注：柏楚电子为机械与计算机联合覆盖，春风动力为机械与汽车联合覆盖。

本周专题1：风机机型探讨——双馈、直驱、半直驱

- 风电机组的技术路线几经变化，目前国内风机采用的技术路线主要有双馈、直驱及半直驱式三种，随着平价时代风电行业的发展，性能和成本会成为最主要的考核指标。
- 1）**双馈风力发电机：**“双馈”顾名思义指的是双向反馈，即能量流动有两种形式：一种是电网给变频器供电，变频器对转子绕组进行励磁，对转子绕组进行馈电，能量的流向是从电网流向转子；另一种是发电机转子处于发电状态，输出能量，将中间直流母线电压逆变为和电网电压幅值频率一致的交流电，将能量输送给电网。其中变流器给转子励磁产生磁场，它的磁极对数少，所以需要经过齿轮箱变速，达到一千多转才能发电，由于采用了交流励磁，发电机和电力系统构成了“柔性连接”，即可以根据电网电压、电流和发电机的转速来调节励磁电流，精确的调节发电机输出电压，可以在不同的转速下实现恒频发电，满足用电负载和并网的要求。

表：双馈发电机组优缺点比较

优点	体积与重量小，对塔筒载荷的要求相对较低，变流器功率小，总体价格与施工成本较低；
	成熟度较高，具有运输维护成本低、供应链成熟等特点；
	从转子电路中励磁，还能产生和控制无功功率，通过独立控制转子励磁电流进行有功功率和无功功率控制，属于电网友好型技术；
	国际上一些成熟的双馈发电机组采用把变压器直接放置在机舱后部的设计方式，这种设计减少了发电机端690v电压的线损；
	因为变频器具有励磁的功能，因此该设备的的功率没必要全覆盖风机功率，只需占到三分之一，利于节省重量和成本。
缺点	因为变频器具有励磁的功能，风机对电网的波动较为敏感，在电网电压波动时，容易跳闸脱网；
	齿轮箱增加了机械损耗与维护工作量，传动效率降低，而且转子上存在滑环碳刷装置，可靠性较差，维护工作量大，增加了故障风险。

图：双馈风力发电机示意图

资料来源：国际新能源解决方案平台、中车永济电机公司官网、天风证券研究所

- 2）**直驱风力发电机：**也称为低转速发电机、无齿轮风力发电机，采用多级电机和叶轮直接连接进行驱动，省去了齿轮箱这一传统部件。同样的切割磁场发电原理，直驱风机用的永磁体，它的发电机里面的磁极对数很大，一般在四、五十到一百对之间，在如此大的磁极对数之下，它的额定转速就只需很小，所以不必经过变速，直接由风轮通过主轴带动发电机的转子转动来发出电能，这就是直驱，永磁直驱式发电机在结构上有轴式和盘式两种结构。
- 直驱发动机需要全功率变流器，这里需要与双馈所需的变频器进行区分。变频器、逆变器、变压器等等从广义上讲来说都可称为变流器，变流器的根本作用是采取一定的控制手段，让发电机发出与电网完全一致的交流电，因为双馈电机的双向特性，只需要三分之一功率变流，变流器在转子侧。直驱风机由于用的是永磁体，变流器功率就得全覆盖，变流器在定子侧。

表：直驱发电机组优缺点比较

优点	没有齿轮箱，从而简化传动结构，减少传动损耗，提高机组的可靠性和发电效率；
	低电压穿越使得电网并网点电压跌落时，风力发电机组能够在一定电压跌落的范围内不间断并网运行，利于维持电网的稳定运行。
缺点	同等功率水平下，直驱机组相比双馈机组更贵；
	电机尺寸重量大，轴承承载载荷较大，对发电机的轴承要求高，对塔筒的载荷要求更高；
	变流器大，冷却散热难度增加；
	在震动、冲击、高温等条件下，电机存在退磁隐患。

图：直驱发风力发电机示意图

资料来源：国际新能源解决方案平台、ABB官网、天风证券研究所

➢ 3）**半直驱风力发电机：**半直驱风机结合了双馈、直驱风机的优势，在风轮和永磁同步发电机之间加了齿轮箱，取消低速轴或减小低速轴的长度，主轴采用双轴承支撑，优化载荷承载路径，大大缓解了主轴传动链的载荷，这样通过齿轮箱可以让转子转速比永磁直驱式的高，可以有效减少永磁电机转子磁极数，有利于降低机舱的体积和重量。风机采用一级或两级增速齿轮箱、多极同步发电机，全功率变流器并网，其调速范围比双馈机组和直驱机组的都要宽，电能质量高，对电网影响小、提高了机组对风能的利用率，也具备了优良的低电压穿越能力。

表：半直驱发电机组优缺点比较

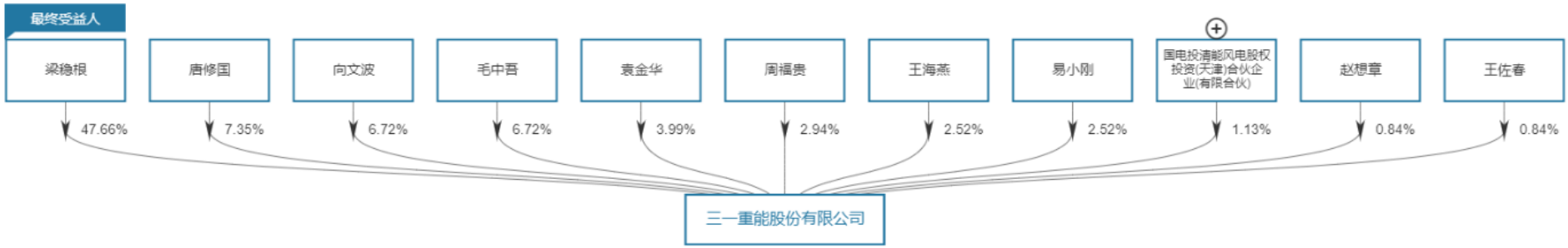
优点	相对于双馈风机，半直驱风电机组具有传动链简单、可靠性较高、后期维护较少、低电压穿越能力强等特点；
	相对于双馈风机，传动链支撑为四点支撑形式，齿轮箱只承受风轮传递的扭矩，受力状态稳定，安全可靠性高；
	相对于双馈风机，采用永磁发电机，由于不用提供或少提供励磁电流的原因，在低速时也会有较高的效率，在输入功率相同情况下可以多输出电力；
	与直驱式风电机组相比，半直驱风电机组的发电机转速高、体积小、重量轻、系统集成度高，解决了发电机的制造和运输问题；发电机及整机尺寸有较大的减少，重量得以减轻（降低20%以上），提高了风机的适用范围。
缺点	同时具备直驱和双馈风机两者的缺点，包括齿轮箱维护难、退磁隐患、冷却难度增加和传动效率降低等。

图：半直驱发风力发电机示意图

资料来源：国际新能源解决方案平台、中车永济电机公司官网、天风证券研究所

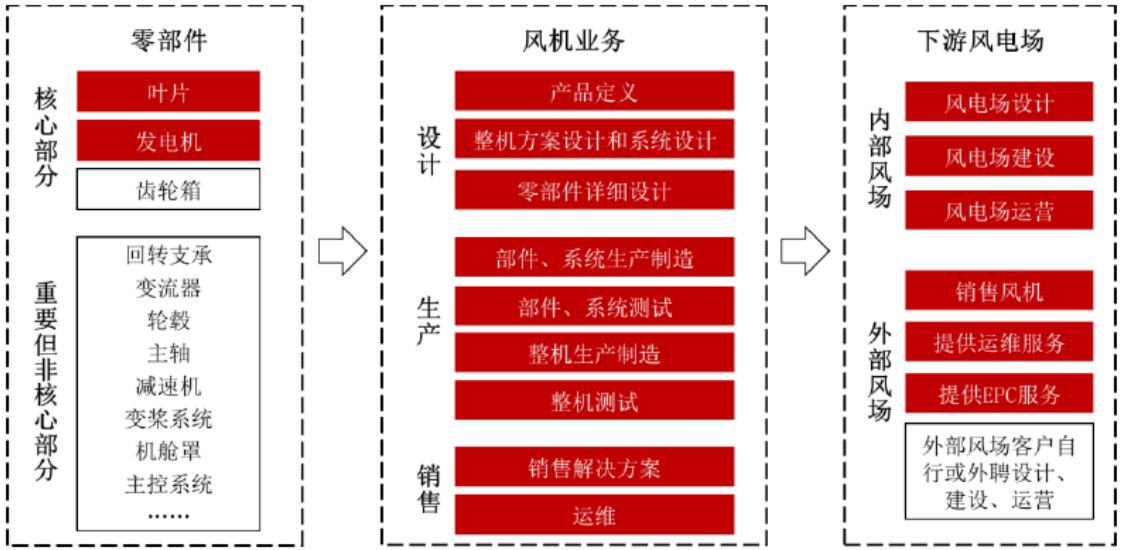
- **全球风电整体解决方案提供商，实现风电全产业链业务布局：**三一重能成立于2008年，于2022年6月在上交所科创板成功上市。公司主营业务为风电机组的研发、制造与销售，风电场设计、建设、运营管理以及光伏电站运营管理业务。公司具备独立进行风电场设计、建设和运营的能力，是全球风电整体解决方案提供商；并专注于风电系统集成、控制策略开发和智慧风场运营的管理模式，通过国际性合作开发，持续打造具有竞争优势的智慧风机产品。近年来，三一重能市场占有率持续提升，成为全球综合排名前十、中国陆上前五的风电整机商。
- **三一集团旗下全资子公司，股权结构高度集中：**公司控股股东及实际控制人为三一集团、三一重工实控人梁稳根，其直接持有公司股权比例为47.66%，其他持股5%以上的自然人股东包括唐修国（持股7.35%）、向文波（持股6.72%）、毛中吾（持股6.72%），前十大股东总持股比例为82.39%，股权高度集中保障公司经营战略的持续稳定，有利于公司长期发展。

图：公司股权结构图（截至2022年7月15日）



- **风电全产业链业务布局，基本实现陆上风电全功率覆盖：**公司具备风电全产业链业务布局，在风机核心零部件、风机产品及运维服务、风电场设计、建设、运营等方面全方位布局，具备较强的产业链一体化能力。在风机产品产业链中，公司主要位于产业链中游风机业务板块，核心业务为风机产品及运维服务，公司具备2.XMW 到6.XMW 全系列机组研发与生产能力，基本实现了陆上风电全功率覆盖。
- 核心零部件方面，公司具备独立研发生产制造风机叶片、发电机的能力，并具备部分其他核心零部件设计能力。公司生产的叶片兼具尺寸长、轻量化、捕风效率高、低成本等优势，有效提升公司风机产品综合竞争力。公司生产的叶片、发电机主要用于生产风机产品，基本满足自身生产需要。
- 除核心产品及其零部件外，公司还布局风电建设服务业务（即产业链图中的风电场设计、风电场建设、提供EPC 服务）、风电场运营管理业务（即产业链图中的风电场运营），成为公司风电产业链布局的重要延伸。

图：风机产品产业链核心环节，其中红底色部分为公司涉足领域



资料来源：三一重能招股说明书、天风证券研究所

- **公司风机产品具备“高、大、长、轻、智”五大特点，**具体体现为：高塔筒——开发140m高塔筒适用于4.XMW及以上大功率风机系列产品；大功率——开发5.XMW系列满足客户对高发电量和单机大功率的需求；长叶片——开发80.5米长叶片满足多种风速资源市场；轻量化——通过控制优化、降载及仿真分析，减轻叶片、轮毂、底架、塔筒等大部件重量；智能化——通过风电场智能调度，实现智能运维；具有高配置、高可靠性、高发电量、低度电成本的优势。公司成功研发的 5.XMW 机组产品，在国内风电机组设计上首次采用变压器上置方案，是目前国内变压器上置的陆上最大功率风机，将成为“三北”风电平价利器，拓宽了风电投资的边界。

表：公司智能风机两大平台

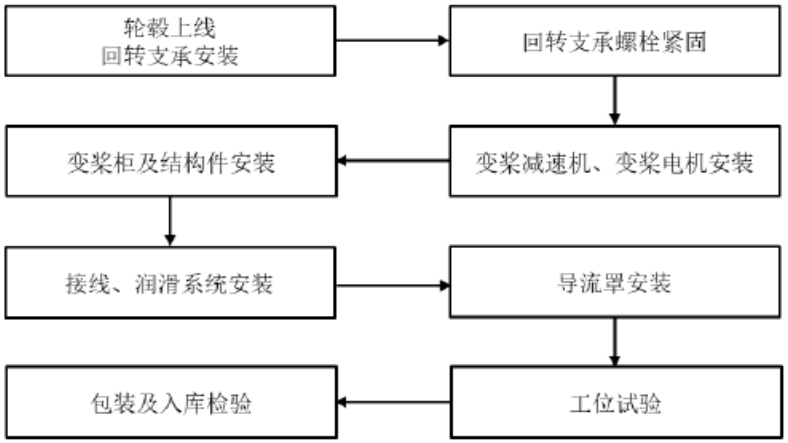
智能风机	应用场景	功率覆盖范围
3.X MW~4.X MW 平台风电机组	三北中高速风区与中东南低风速风区	3.0 MW~4.2 MW
4.X MW~6.X MW 平台风电机组	平价市场中高风速风区	4.2 MW~6.25 MW

图：公司风机示意图

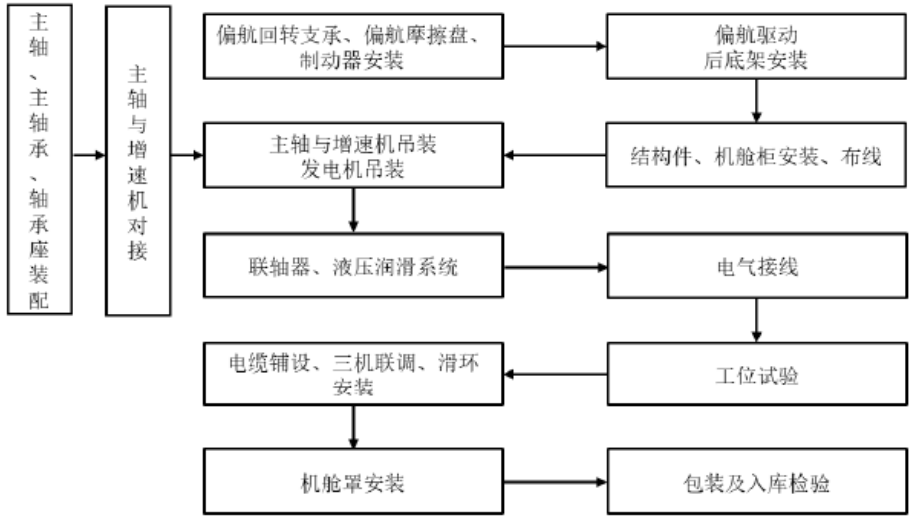
图：公司不同风速下主力机型等效满发小时数

- **公司风机产品生产主要分三个板块，分别为整机制造、发电机制造、叶片制造，**整机制造工艺流程包括轮毂装配流程、机舱组装流程，在完成上述流程后，主要部件通过第三方物流机构运输至客户风电场所在地，并进行叶片、轮毂及机舱组的整体吊装安装。

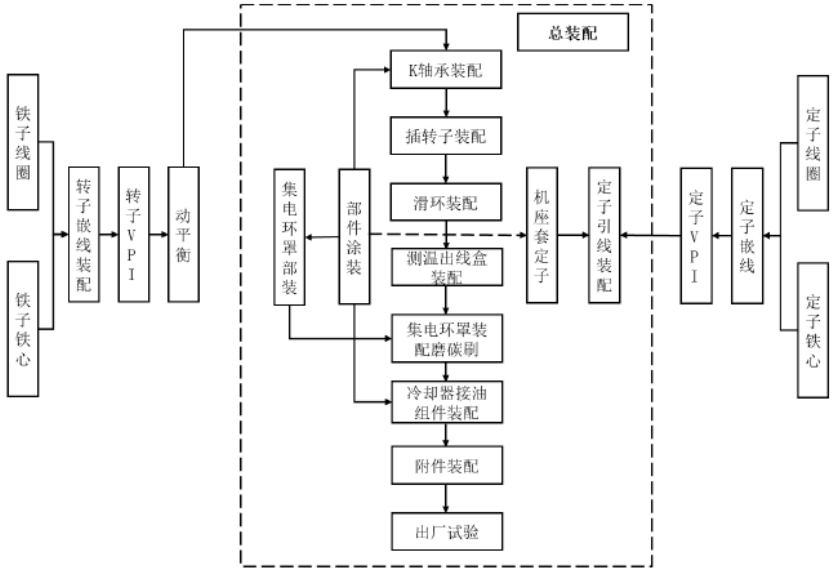
图：轮毂装配流程



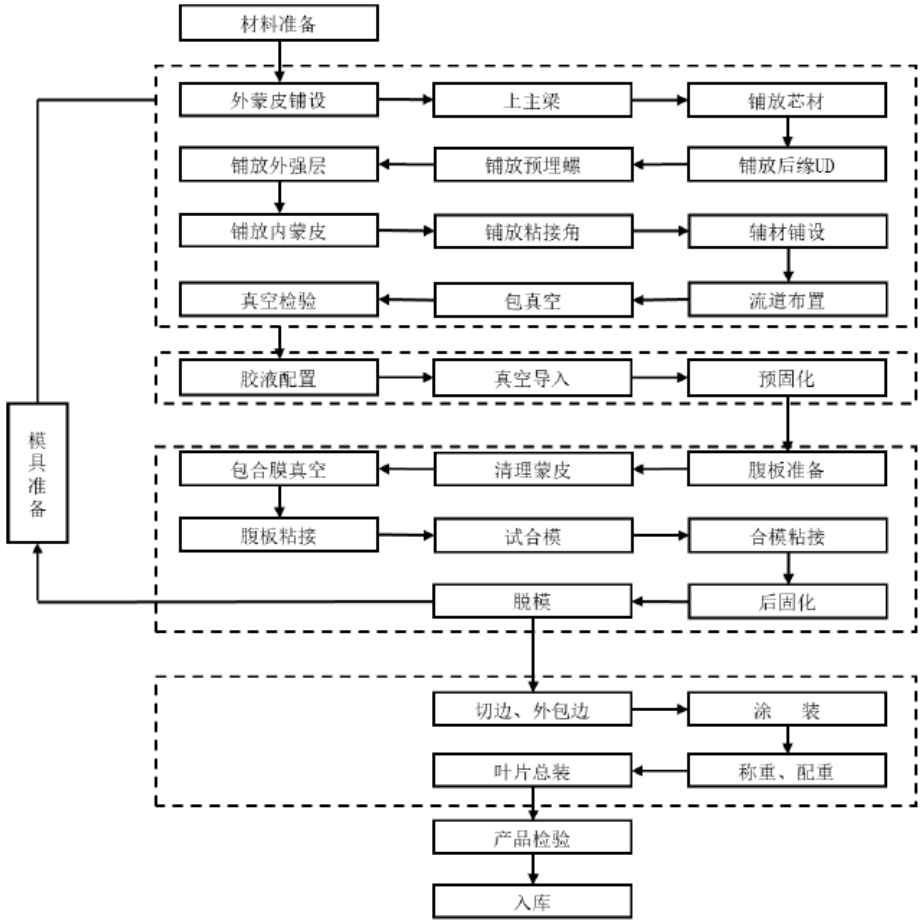
图：机舱组装流程



图：发电机制造工艺流程

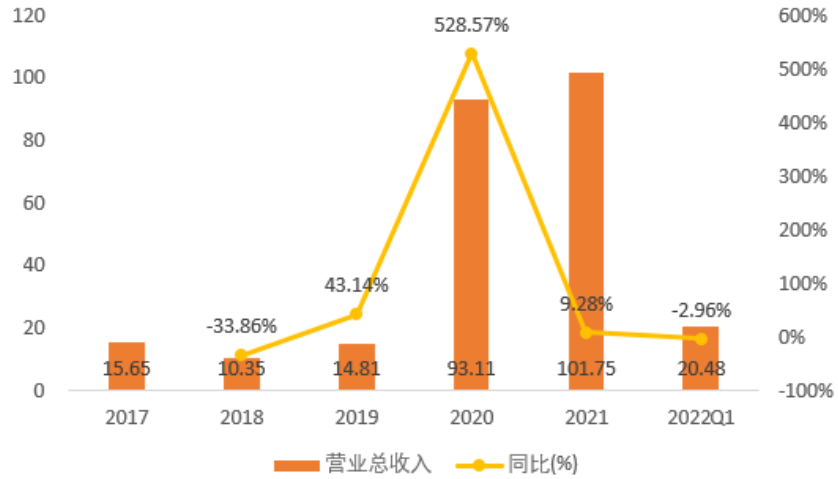


图：叶片制造工艺流程

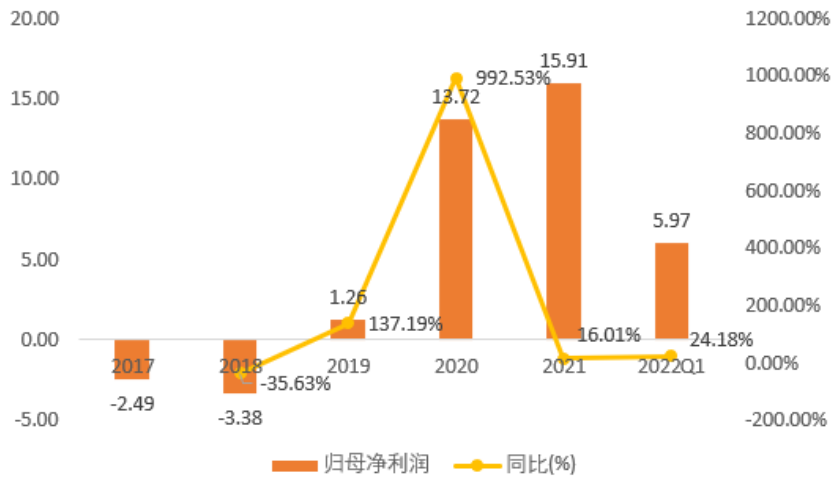


- **受益于2020年风电行业进入抢装潮，公司经营业绩增长迅猛：**公司营收由2019年的14.81亿元大幅增长至2021年的101.75亿元，CAGR为162.11%；归母净利润由2019年的1.26亿元大幅增长至2021年的15.91亿元，CAGR高达255.34%；且2019年来公司归母净利润增速均大幅高于营业收入增速，侧面反映出公司的真实盈利水平明显提升。
- 公司2022Q1实现营收20.48亿元，同比略微下滑；实现归母净利润5.97亿元，同比上升24.18%。根据公司招股说明书数据，公司合理预计2022年1-6月可实现的营业收入区间为38.47亿元至47.02亿元，同比变动幅度为-2.54%至 19.12%；归母净利润区间为8.46亿元至10.33亿元，同比变动幅度为增长1.49%至 24.04%，整体经营业绩保持稳健增长。

图：2017-2022Q1公司营收及增速情况（单位：亿元）



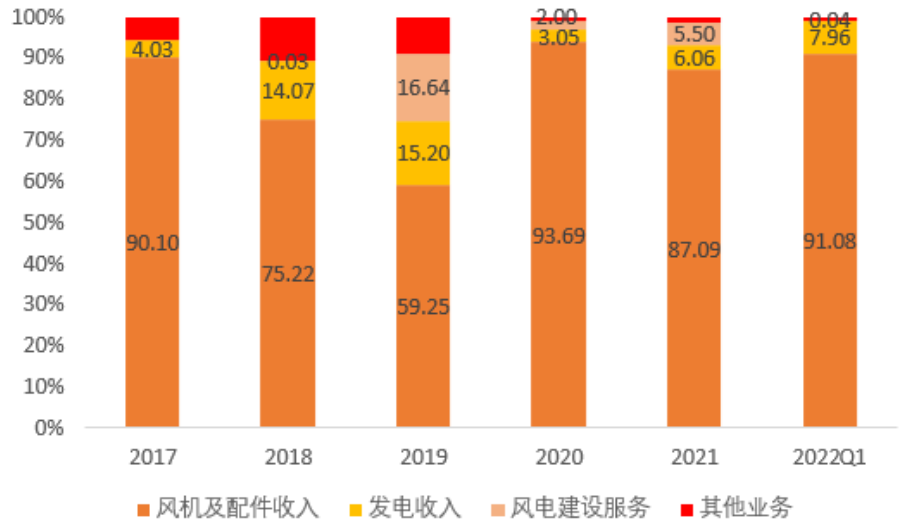
图：2017-2022Q1公司归母净利润及增速情况（单位：亿元）



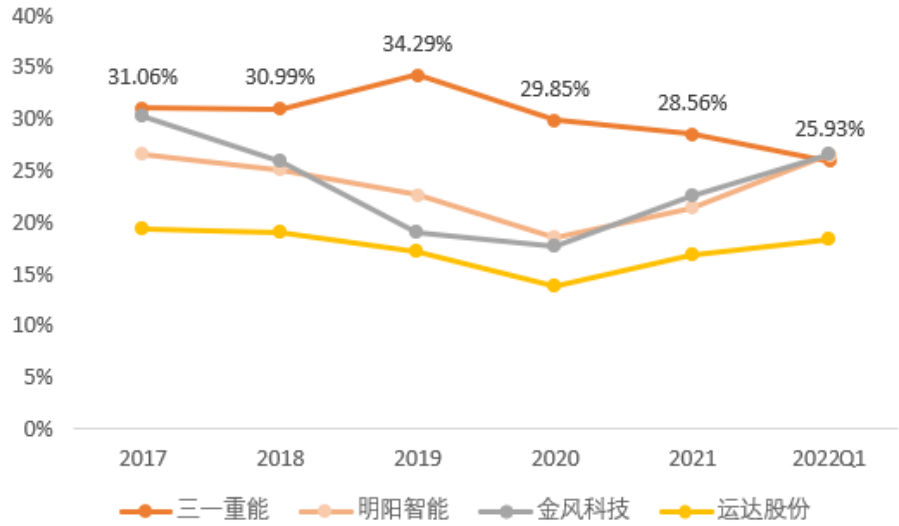
本周专题2.2：受益抢装潮机遇，公司经营业绩增长迅猛

- **聚焦风机产品主业：**公司主营业务为风电机组的研发、制造与销售，风电场设计、建设、运营管理以及光伏电站运营管理业务，其中风机及配件业务营收占比近年来均接近90%，发电业务、风电建设业务以及其他业务营收占比整体来看均有所下滑，2022Q1风机及配件收入营收占比91.08%，发电收入占比7.96%，其他业务占比极小。公司在抢装潮以来风电行业继续维持较高景气度下，聚焦风机产品主业实现稳健增长。
- **毛利率明显高于同行：**2017-2021年期间公司销售毛利率始终稳定在30%左右，明显高于金风科技、明阳智能等风电行业头部公司，2022Q1公司毛利率有所下滑，但仍高于可比公司平均水平；由于公司主要风机产品均为陆上风机产品，我们对比陆风风机占比较高且装机规模相当的运达股份的毛利率水平更具可比性，2017-2021年公司毛利率较运达股份均高11个点以上，体现出公司优秀的成本管控能力以及盈利水平。

图：2017-2022Q1公司主营业务收入构成（单位：%）



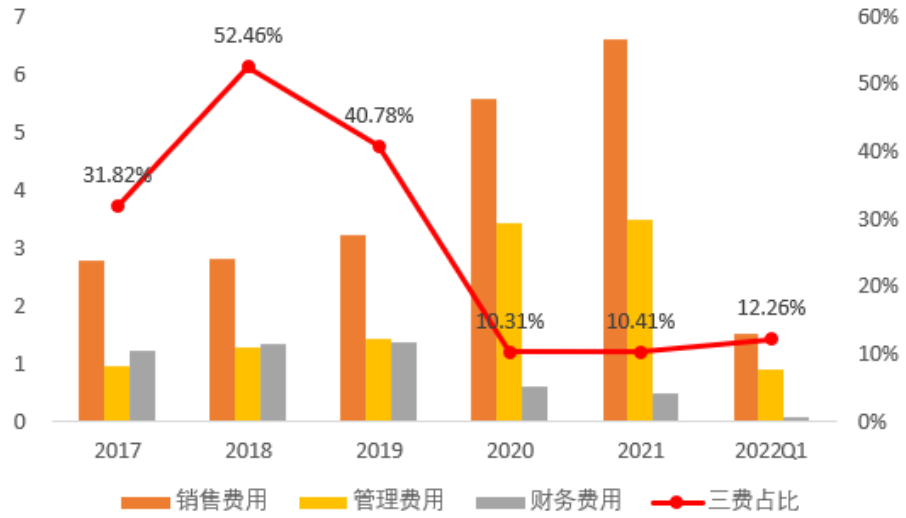
图：2017-2022Q1公司及可比公司销售毛利率情况（单位：%）



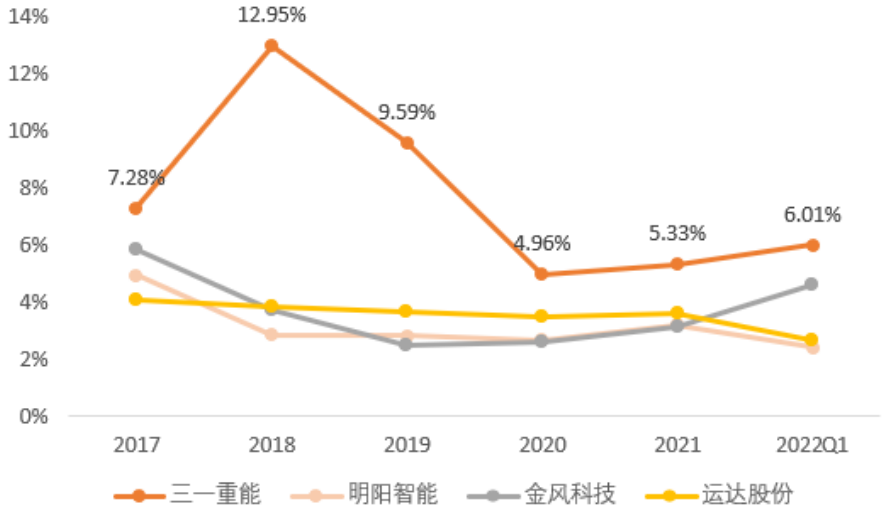
资料来源：wind、天风证券研究所

- **费用管控能力逐年提升，三费占比下降明显：**2018年三费占比高达52.46%，2018年以后公司三费占比下降明显，其中2020年受益于公司业务规模的快速扩大，公司规模效应逐步显现，2020年销售费用、管理费用、财务费用分别同比下降15.83pct/6.04pct/8.61pct；2021年三费占比为10.41%，2022Q1仍然保持在较低水平，体现出优秀的公司管理能力。
- **重视自主研发，技术储备充足：**近年来公司持续加大研发投入，研发费用率整体保持在较高水平，并明显高于同行业其他公司；公司建立并完善研发体系，形成了北京研究院、长沙研究院、欧洲研究院的三地联合布局，实现国际化研发团队异地协同平台化开发。公司在坚持自主研发的同时，注重通过合作研发对核心技术发展提供助力；公司与欧洲顶级公司在整机、叶片等方向进行合作开发，同时联合主要部件供应商参与研发设计，实现内外部研发资源有机整合。目前，公司在整机大型化、零部件轻量化、核心零部件升级、风电场数字化运营等方面持续研发攻关，为未来风电平价市场做好充分技术储备。

图：2017-2022Q1公司三费占比情况（单位：亿元）



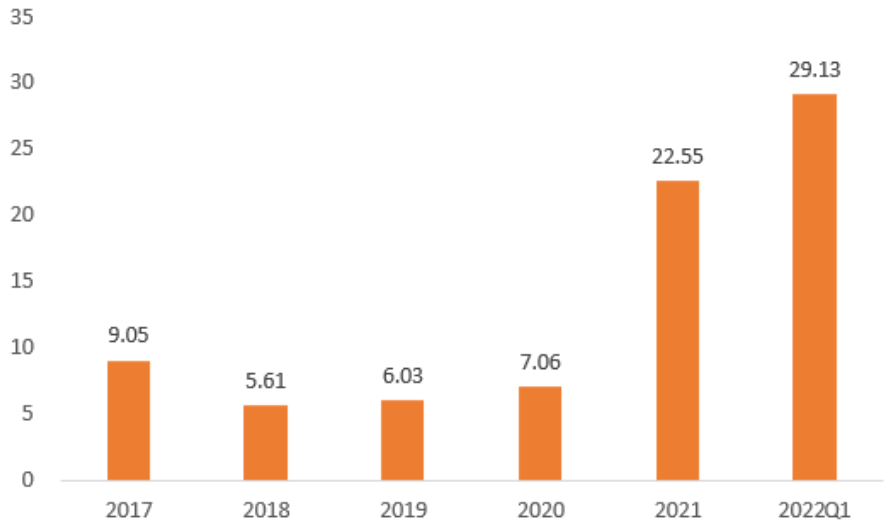
图：2017-2022Q1公司研发费用率情况



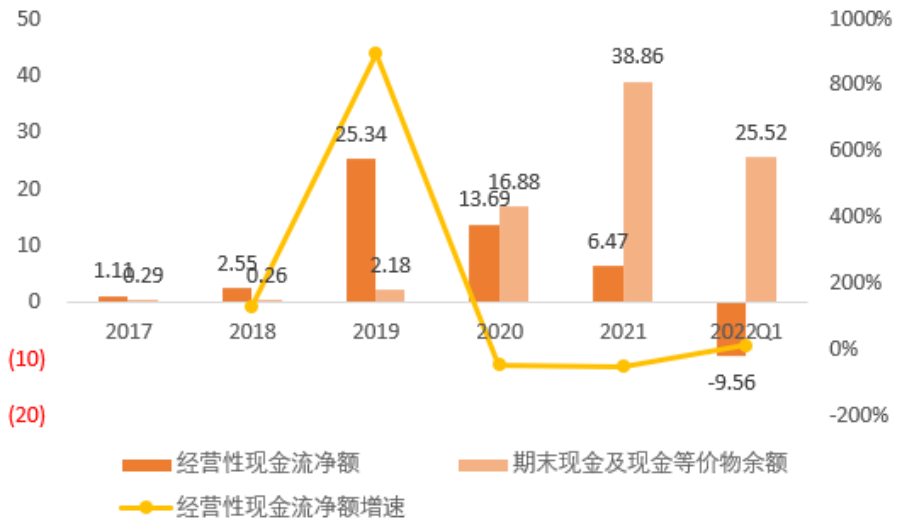
资料来源：wind、天风证券研究所

- **应收票据及应收账款持续增长，坏账风险较小：**公司处于风电产业链的中、下游，其中风机产品客户回款多存在一定的付款节点，且由于订单金额通常较大，导致公司应收账款金额较大；此外随着公司业务量的扩大，应收票据及应收账款逐步增多，2017-2022年Q1末应收票据及应收账款由9.05亿元增加至29.13亿元；经营性现金流净额由2017年的1.11亿增长至2021年的6.47亿，CAGR为55.38%；期末现金及现金等价物余额常年为正，从2017年的0.29亿元增长至2021年的38.86亿元，CAGR为240.23%，现金情况整体健康，抵抗风险能力不断增强。且公司主要客户多为大型发电集团或大型电力建设集团，经营规模较大，资信状况与回款情况较好，发生坏账的风险较小。

图：2017-2022Q1公司应收票据及应收账款情况（单位：亿元）



图：2017-2022Q1公司经营性现金流及期末现金情况（单位：亿元）



- **专注于陆上风机产品，具备产业链一体化竞争优势：**对比同行业竞争对手技术实力，目前公司陆上风机产品序列与国内主要竞争对手处于同一水平。此外公司具备发电机、叶片自主研发设计生产能力，相较于核心零部件全部依赖外购的竞争对手而言产品自主可控性更强、综合成本更低；公司在风电场方面的布局成效显著，促进风机销售业务发展，相较于风电场布局较少的竞争对手而言具备更强的产业链一体化竞争优势。公司在核心零部件轻量化设计、风电场设计、数字化设计等方面也具备独特的比较优势。

图：竞争对手技术实力比较

公司名称	研发情况
西门子歌美飒	在 2020 年推出基于5.X 平台的 SG 5.8-170 和SG 5.8-155 陆上机型的原型机，并可扩展到 6.2MW 和6.6MW 的发电容量；将在 2022 年和2024 年分别量产 SG 11.0-200 DD 和SG 14-222 DD 海上机型，并可扩展到 15MW 的发电容量。
维斯塔斯	海上V164-10.0MW 在2021年装机。
GE	海上Haliade-X 12 MW 在2021年下半年量产。
金风科技	持续推进GW2S、GW2.5S、GW3S、GW6S 系列化机组研发工作；发布GW155-4.5、GW136-4.8 两款机组，将额定容量升级到 4MW 以上，打造国内陆上大基地中高风速区域定制机型，基于此拓展国际及可能的海上业务。
运达股份	三北大基地风电市场产品开发； 平原低风速、高切变风电市场产品开发； 复杂电网、复杂环境风电市场产品开发； 分散式风电市场产品开发。
明阳智能	全球单机容量最大的半直驱抗台风型 MySE8-10MW 风机研发取得进展； 新一代 MySE 8.3-180 抗台风型海上风机研发取得进展。
远景能源	“超导风机Ecoswing 计划”获得欧盟地平线1 亿欧元资助，将适用于各种环境的智能风机用于下一代的风电行业中。
电气风电	陆上 3.X、4.X、5.X 大兆瓦机型，海上中低风速、大兆瓦、台风型产品；下一代风机载荷仿真技术、叶片关键技术、新一代数字化和云服务平台开发、深远海和综合能源等技术研究。
三一重能	公司具备 2.XMW 到 6.XMW 全系列机组研发与生产能力，同时具备发电机、叶片自主研发设计生产能力。公司风机产品针对不同环境特点形成了分别适用于高中低风速、冰冻、高海拔、常低温环境等产品系列。此外，公司具备风电场设计、建设、运营管理核心技术，实现产业链一体化。未来，公司将进一步向 8.XMW-10.XMW大容量机型、数字化、核心零部件、智慧风电场等方向进一步研发。

资料来源：三一重能招股说明书、天风证券研究所

- **优惠定价快速抢占市场，风机产品平均售价有所增长：**2019 年风机产品平均售价略微下降，主要系 2018 年行业景气度较低，当年签署的订单均价普遍较低，相关订单主要在 2019 年实现销售确认收入，因此 2019 年风机产品销售均价有所降低。2020 年以来，公司风机产品平均售价显著提升，主要由于以下原因所致：一方面，抢装潮带来风电行业供不应求局面，使得风机产品售价普遍提升；另一方面，风电单机容量大型化趋势使得大容量机型占比逐步升高，大容量机型售价通常高于小容量机型，从而拉动平均售价提升。
- 2021 年，随着行业技术进步带来的降本效应以及抢装潮结束带来的降价压力，使得当前主力机型之一3.XMW 平均售价有所回落；2.XMW 和 2.5MW 由于主要对应以前年度抢装潮时期订单，因此价格仍保持高位；4.XMW 以上机型为新机型，旨在迅速抢占市场，并通过单机容量大型化为客户降低风场建造成本，因此销售定价相对优惠。

表：2019-2021年公司主要产品的平均销售价格（不含税）（单位：万元/台套）

项目	2021年		2020年		2019年	
	平均单价	变动比例	平均单价	变动比例	平均单价	变动比例
2.XMW	688.01	8.70%	632.95	-0.37%	635.30	-7.82%
2.5MW	801.45	2.40%	782.66	7.66%	726.98	-15.24%
3.XMW	941.81	-7.03%	1013.00	/	/	/
4.XMW	886.19	/	/	/	/	/
5.XMW-6.XMW	1091.21	/	/	/	/	/
样机	/	/	/	/	836.03	4.80%
合计	909.61	12.51%	808.44	20.66%	669.99	-4.46%

注：1、公司自2020 年起实行新收入准则，自风机销售收入中拆分出运维服务收入，因此此处 2020年平均单价计算剔除运维服务收入。

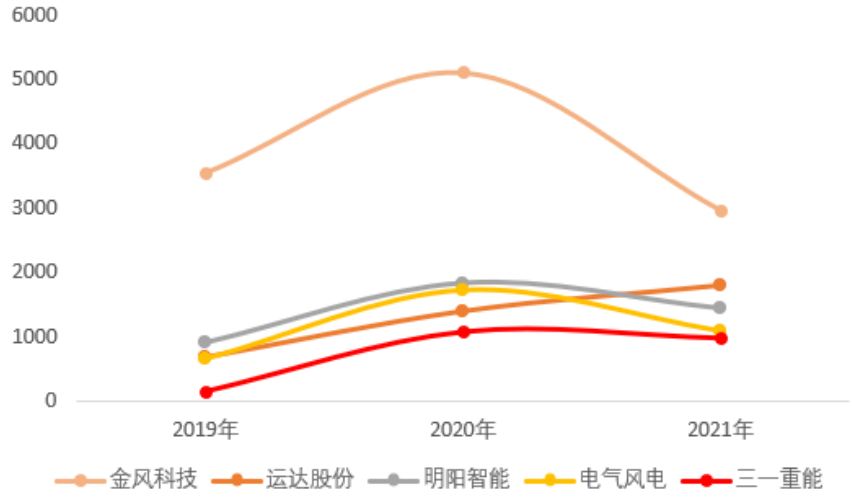
- **产能利用率情况良好：**公司目前现有两条整机生产线，包括北京总部生产线以及通榆基地生产线，其中通榆基地生产线于2021年5月实现首台风机下线，年产能 1,500MW。2019年后，受补贴退坡政策引致的抢装潮影响，风电项目投建进度加快，进而拉动对风电整机的需求。进入2020年，市场需求大规模爆发，风机产品供不应求。为应对市场需求，保障产品供应，公司采取轮班工作制确保产线全天24小时不间断运转，由此使得2020年产能利用率显著偏高。2021年，风电行业受到“碳达峰、碳中和”配套政策驱动，行业需求继续保持旺盛，公司适度采取轮班工作制以确保顺利交付，因此产能利用率超过100%。
- **公司风电机组销量增长迅速，我们认为已步入行业第二梯队：**公司2019年主要产品销售数量相对于可比公司较少，但公司2020年销售风机数量增幅显著，达 1,063 台，已超过2019年全年销量的8倍，逐步趋近明阳智能、运达股份、电气风电的销量水平。2021年，公司销售数量略有回落，主要系风机容量大型化进展显著，使得同等销售容量（MW）情形下风机数量精简。

图：2019-2021年公司产能利用率情况（单位：MW）

年度	产能（功率数）	产量（功率数）	产能利用率
2021年	2850.00	3426.10	120.21%
2020年	1850.00	3881.90	209.83%
2019年	910.00	792.20	87.05%

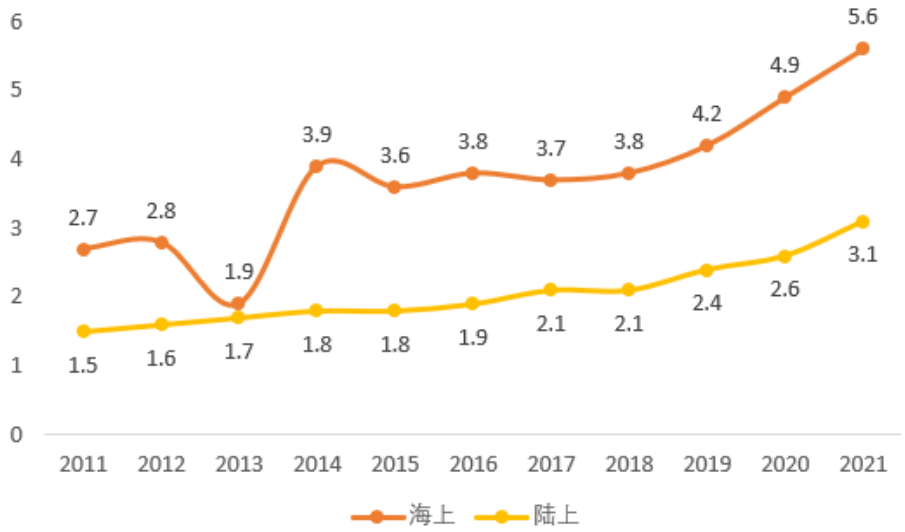
注：1）产能根据每日单班八小时工作制计算；2）通榆基地2021 年5 月投产，其上半年产能按照 2 个月产能计算 。

图：国内同行业可比公司主要产品销售数量情况（单位：台套）

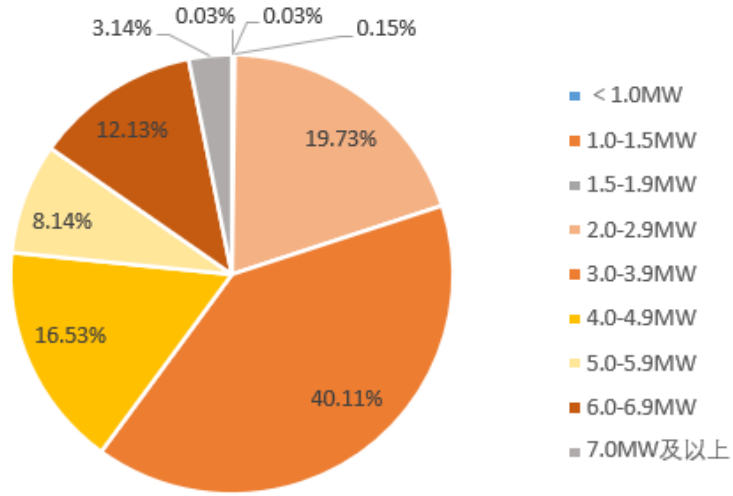


- **我国风电机组平均单机容量上升趋势明显：**根据CWEA数据显示，截至2021年底，我国累计装机的风电机组平均单机功率为2025kW，同比增长8.1%。近年来我国新增装机的风电机组平均单机容量持续提升，2021年达到3514kW，同比增长31.7%；其中陆上风电机组平均单机容量保持平稳上升趋势，从2011年的1.5MW上升至2021年的3.1MW，海上风电机组平均单机容量从2013年的1.9MW上升至2021年的5.6MW。
- **3.0MW以上风电机组成为2021年的主流机型：**从2021年我国新增的风电机组来看，2.9MW及以下新增装机容量占比约为20%，相比于2020年下降约42pct；3.0至3.9MW新增占比约为40%，成为占比最高的风电机组类型；受海上风电抢装潮的影响，5.0MW及以上风电机组新增占比达到23.4%，同比增长约19pct。

图：2011-2021年中国新增陆上和海上风电机组平均单机容量（单位：MW）



图：2021年中国不同单机容量风电机组新增装机容量占比



资料来源：CWEA、北极星风力发电网、天风证券研究所

- 根据三一重能招股说明书披露的各个零部件的总营业成本，以及每年销售的兆瓦数量，我们可以依据该数据计算各零部件的降价情况。招股说明书反映的是2017-2020年的数据，时间序列是充足的，该期间风机大型化已开始充分演绎，2.5MW及以上风机在2018年之后比例逐步从零上升至70%以上。我们需要分两类情况来讨论，一是考虑价格变动，二是不考虑价格变动。由于存在抢装等因素，零部件可能发生涨价/跌价，在考虑单MW用量时我们最好将涨跌价进行剔除。
- **在不考虑价格变化情况下，2017-2020年三一重能各零部件采购成本下降了10.38%左右。**其中，下降幅度最小的依次是减速机、回转支承、齿轮箱、机舱罩等；下降幅度最大的依次是便将系统、主控系统、变流系统等。2018-2020年，零部件采购成本分别变动+11.14%、-15.56%、-4.51%。

表：三一重能各零部件采购成本变化（不考虑价格变化，单位：万元/MW）

项目	2020	2019	2018	2017	CAGR	合计下降幅度
齿轮箱	45.01	42.54	46.66	47.48	-1.77%	-5.21%
发电机	11.93	14.75	17.88	15.91	-9.15%	-25.02%
回转支承	**11.18**	**10.45**	**11.86**	**10.67**	**1.56%**	**4.74%**
变流器	8.49	10.22	11.01	12.64	-12.42%	-32.82%
主轴	6.46	6.96	8.17	7.89	-6.43%	-18.08%
减速机	**6.65**	**7.15**	**7.36**	**6.19**	**2.44%**	**7.50%**
变桨系统	5.48	6.61	8.36	8.89	-14.90%	-38.38%
轮毂	6.23	6.21	7.07	7.76	-7.05%	-19.70%
机舱罩	3.64	4.60	4.70	4.35	-5.82%	-16.46%
主控系统	2.07	3.30	3.37	3.08	-12.43%	-32.84%
叶片及主材	35.15	34.92	54.80	43.36	-6.76%	-18.95%
其他	56.55	60.53	65.35	53.64	1.77%	5.42%
总计	198.83	208.23	246.60	221.87	-3.59%	-10.38%
YOY	-4.51%	-15.56%	11.14%			

资料来源：三一重能招股说明书、天风证券研究所

- 我们再把价格因素进行剔除，以更加直观地看对用量的影响。2018-2020年，零部件价格波动幅度较大，例如回转支承呈现连续涨价趋势，而叶片树脂等则持续跌价，这说明的确有剔除价格因素的必要。我们把2017年价格作为基准，设定为100%，根据招股书提供的2018-2020年的价格变动幅度，就可以计算出价格调整系数。**在剔除价格因素后，我们发现2017-2020年零部件单位用量下降幅度更大，降幅为18.36%；**2018-2020年分别变动+10.60%、-17.75%、-10.26%。

表：三一重能风机零部件价格变动趋势

项目	2020年	2019年	2018年	2017年
齿轮箱	121.36%	94.50%	91.56%	100.00%
回转支承	135.12%	102.18%	103.21%	100.00%
变流器	79.89%	81.97%	82.57%	100.00%
主轴	108.31%	97.67%	102.78%	100.00%
减速机	117.95%	109.59%	107.07%	100.00%
变桨系统	59.28%	65.97%	85.65%	100.00%
轮毂	105.85%	92.37%	90.19%	100.00%
机舱罩	128.88%	121.72%	115.57%	100.00%
主控系统	103.97%	112.92%	101.35%	100.00%
叶片（外采部分）	96.54%	99.61%	86.01%	100.00%
树脂	97.87%	98.55%	107.51%	100.00%
芯材	332.35%	239.76%	139.85%	100.00%
玻纤	117.09%	136.35%	111.44%	100.00%

表：三一重能零部件单位用量变化（剔除价格因素，单位：万元/MW）

项目	2020	2019	2018	2017	CAGR	合计下降幅度
齿轮箱	37.09	45.01	50.96	47.48	-7.90%	-21.89%
发电机	11.93	14.75	17.88	15.91	-9.15%	-25.02%
回转支承	8.27	10.22	11.49	10.67	-8.14%	-22.48%
变流器	10.63	12.47	13.33	12.64	-5.61%	-15.91%
主轴	5.97	7.12	7.95	7.89	-8.89%	-24.36%
减速机	5.64	6.52	6.88	6.19	-3.04%	-8.86%
变桨系统	**9.24**	**10.02**	**9.76**	**8.89**	**1.30%**	**3.95%**
轮毂	5.88	6.72	7.84	7.76	-8.80%	-24.13%
机舱罩	2.82	3.78	4.07	4.35	-13.45%	-35.17%
主控系统	1.99	2.92	3.33	3.08	-13.55%	-35.40%
叶片及主材	27.27	28.69	47.42	43.36	-14.32%	-37.11%
其他	54.39	53.60	64.48	53.64	0.46%	1.39%
总计	181.13	201.84	245.38	221.87	-6.54%	-18.36%
YOY	-10.26%	-17.75%	10.60%			

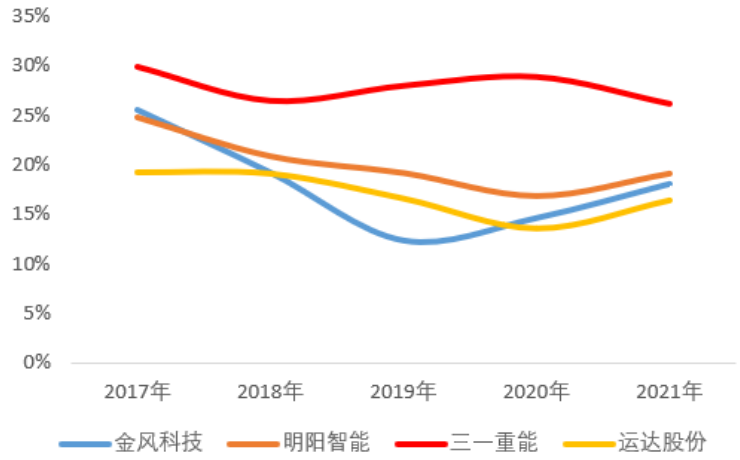
资料来源：三一重能招股说明书、天风证券研究所

- 在大型化趋势之下，主机大部分零部件都有显著降本，在不考虑价格变化情况下，三一重能2019-2020年零部件采购成本分别下降15.56%、4.51%；如剔除价格因素，三一重能2019-2020年零部件单位用量则分别下降17.75%、10.26%。
- I类至IV类风电指导电价在2019年降幅中枢为12.35%、12.20%，由于仍有补贴实际降幅小于该幅度。三一重能依靠大型化，在风机降本幅度上与指导电价降幅较为匹配。其余风机公司的毛利率整体呈现不同幅度下降，我们估计是风机厂商本身消化了一定的招标降价压力。

表：I类至IV地区风电指导电价变化（单位：元/kWh）

资源区	2018年标杆电价	2019年指导电价	2020年指导电价	各类资源区包含的区域
陆风				
Ⅰ类	0.4	0.34	0.29	内蒙古自治区除赤峰市、通辽市、兴安盟、呼伦贝尔市以外的其他地区；新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市、伊犁哈萨克族自治区、克拉玛依市、石河子市
YOY		-15.00%	-14.71%	
Ⅱ类	0.45	0.39	0.34	河北省张家口市、承德市；内蒙古自治区赤峰市、通辽市、兴安盟、呼伦贝尔市；甘肃省嘉峪关市、酒泉市；云南省
YOY		-13.33%	-12.82%	
Ⅲ类	0.49	0.43	0.38	吉林省白城市、松原市；黑龙江鸡西市、双鸭山市、七台河市、绥化市、伊春市、大兴安岭地区；甘肃省除嘉峪关市、酒泉市以外其他地区；新疆维吾尔自治区除乌鲁木齐市、伊犁哈萨克族自治州、克拉玛依市、石河子市以外其他地区；宁夏回族自治区
YOY		-12.24%	-11.63%	
Ⅳ类	0.57	0.52	0.47	除Ⅰ、Ⅱ、类资源区以外的其他地区
YOY		-8.77%	-9.62%	
资源区	2018年标杆电价	2019年指导电价	2020年指导电价	各类资源区包含的区域
海风				
近海	0.85	0.8	0.75	-
YOY		-5.88%	-6.25%	
潮间带	0.75	竞价方式确定，不得高于项目所在资源区陆上风电指导价		-

图：主要风机主机厂的风机设备业务毛利率变化（单位：%）



本周专题2.4：降本优势二——自制核心零部件，产品自主可控性更强

- **核心零部件自主可控，有效缓解保供压力：**风电机组主要零部件包括叶片、齿轮箱、发电机、变流器、变桨系统、主控系统、轮毂、主轴、机舱罩、减速机、回转支承等。其中，叶片（成本占比20%左右）是捕获风能的主要部件，发电机（成本占比8%左右）是能量转换的核心，公司生产风电机组涉及的叶片、发电机主要为自产，并具备部分其他核心零部件的设计能力，相较于核心零部件全部依赖外购的竞争对手而言产品自主可控性更强、综合成本更低；同时公司也与各大主要零部件一线厂商建立了良好稳固的合作关系。2019年以来，受风电抢装潮影响，风电行业上游供应链压力增加，齿轮箱、叶片等零部件均不同程度地呈现供不应求的局面，公司自制叶片及发电机一定程度上能够进一步实现降本增效，有效缓解保供压力。
- **自三一集团内部采购多种原材料及服务，实现供应链一体化降本：**公司背靠装备制造业龙头三一集团，能够从其他“三一系”兄弟企业以相对低的价格采购所需要的风机零配件及吊装服务。2021 年公司主要自三一重能联营企业德力佳传动科技采购齿轮箱（增速机）、自索特传动设备有限公司采购轴承、自浙江三一铸造有限公司和三一装备有限公司采购轴承座、自湖南中泰设备工程有限公司采购吊装服务，合计占当期营业成本的 6.98%。
- **此外公司产品重要部件均选用行业“第一梯队”优质品牌：**公司供应商体系涉及行业内国内外主流供应商，根据公司产品定位，主要部件供应商多由国际或国内具有领先品牌的企业组成，从而打造安全、高效、稳定的供应链，提高采购产品质量，降低生产成本。公司是斯凯孚、舍弗勒、威能极、采埃孚等国际一流供应商的重要合作伙伴，同时整合国内最优供应链资源，打造高品质风电产品。

图：2021年公司自三一集团主要采购零部件及服务情况

关联公司	采购零部件	营业成本占比
德力佳传动科技	齿轮箱（增速机）	5.88%
索特传动设备有限公司	轴承	0.01%
浙江三一装备有限公司	轴承座	0.18%
湖南中泰设备工程有限公司	吊装服务	0.91%
合计		6.98%

图：公司部分供应商展示

- **风机制造企业生产效率的高低对于风机成本具有重要影响。**公司基于优化设计方案、提升自动化程度、建设了行业内首条“脉动式”智能柔性生产线、保障供应链稳定，实现了行业一流的制造效率。
- **在产品研发设计方面，**公司实现自下而上的穿透设计，做到了整机叶片一体化设计。同时通过数字孪生与设计仿真的应用，实现了研发、工艺、生产的设计协同，在平价时代的大环境下，大大缩短了大兆瓦机型的研发周期，降低了生产时间及制造成本。
- **在生产效率方面，**公司始终把智能制造作为企业核心发展策略，利用自动化、精益化、数字化和智能化技术，通过灯塔工厂的建设、产线布局的优化改造、自动化设备及工业机器人的大量运用，打造出整机、发电机及叶片工厂多个智能生产单元和全自动化物流体系；在极大减少人工作业的同时提高了生产效率，缩短了生产周期，降低了生产成本。

图：三一重能智能工厂

图：三一重能智慧供应链

- **布局大兆瓦风机产品研发，顺应风电行业发展趋势：**在风电平价上网政策的驱动下，主要风电企业大兆瓦风机技术研究进展如火如荼，行业内主流竞争对手如金风科技、明阳智能、运达股份、电气风电等均积极布局大兆瓦风机研发。大兆瓦机组可以大幅提高发电量，节约运维成本。尽管目前成本较高，但随着技术推动，大兆瓦机组成本将会变得越来越低。在风电行业发展的大背景下，公司已在逐步布局 4MW、 4.5MW 产品生产。本项目实施后，公司拟新增研发海上 6-10MW 新型风机及 90m 以上叶片技术，将进一步完善公司大兆瓦产品序列，丰富公司产品种类，使得公司产品结构更加满足市场的需求。
- **扩大大兆瓦风机生产，提升公司市场地位：**目前我国陆上风力发电机的单机容量已从2-3 兆瓦为主的机型发展成为3 兆瓦及以上机型，随着技术的不断升级，风力发电机的大型化有望成为未来的主流趋势。通过募投项目将实现大兆瓦风力发电机的扩大生产，进一步提升承接并迅速完成客户订单的能力，从而进一步提高公司在行业市场中的竞争优势，提升公司行业市场地位。

表：公司募集资金重点投向科技创新领域的具体安排

项目名称	重点投向科技创新领域的具体安排
新产品与新技术开发项目	整机设计技术开发和海上 6-7.XMW、8-10.XMW产品研发；4-10.XMW 双馈异步发电机及大功率 4 极双馈异步发电机和新型叶片技术研发，并研究 EN-GJS-500 等新材料在风电机组的应用等。
新建大兆瓦风机整机生产线项目	为配合公司大兆瓦风机开发，满足大兆瓦风机批量投产的需要，项目资金将用于建设大兆瓦风机总生产厂房。
生产线升级改造项目	通过配置自动化装备、智能化集成测试与检测设备、自动化配送与转运装备，打造智能制造管理系统和智慧物流系统，以期实现公司发电机产品智能化、柔性化发展。
风机后市场工艺技术研发项目	拟投资于风机后市场工艺技术的研发、设备购置和安装，为公司新技术、新产品的持续研发与更新升级奠定基础。
三一张家口风电产业园建设项目	通过新建生产厂房及配套设施，引进先进的生产线及检测设备，扩充人员团队，提高公司风电叶片智能化、柔性化生产能力和效率，提升公司产品竞争力，从而满足客户的需求，为公司未来持续较快发展奠定产能基础。

资料来源：三一重能招股说明书、三一重能官网、天风证券研究所

风险提示

风险提示：

1）风电行业政策调整的风险；

2）下游投资不及预期；

3）行业竞争加剧；

4）原材料价格波动等；

5）本报告具有一定主观性，仅供参考：本报告测算部分为通过既有假设进行推算，仅供参考。

分析师声明

本报告署名分析师在此声明：我们具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，本报告所表述的所有观点均准确地反映了我们对标的证券和发行人的个人看法。我们所得报酬的任何部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体投资建议或观点有直接或间接联系。

一般声明

除非另有规定，本报告中的所有材料版权均属天风证券股份有限公司（已获中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）及其附属机构（以下统称“天风证券”）。未经天风证券事先书面授权，不得以任何方式修改、发送或者复制本报告及其所包含的材料、内容。所有本报告中使用的商标、服务标识及标记均为天风证券的商标、服务标识及标记。

本报告是机密的，仅供我们的客户使用，天风证券不因收件人收到本报告而视其为天风证券的客户。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但天风证券对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的信息、意见等均仅供客户参考，不构成所述证券买卖的出价或征价邀请或要约。该等信息、意见并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。客户应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专家的意见。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，天风证券及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告出具日的观点和判断。该等意见、评估及预测无需通知即可随时更改。过往的表现亦不应作为日后表现的预示和担保。在不同时期，天风证券可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。

天风证券的销售人员、交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。天风证券没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。天风证券的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

特别声明

在法律许可的情况下，天风证券可能会持有本报告中提及公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。因此，投资者应当考虑到天风证券及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突，投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

投资评级声明

类别	说明	评级	体系
股票投资评级	自报告日后的6个月内，相对同期沪深300指数的涨跌幅	买入	预期股价相对收益20%以上
		增持	预期股价相对收益10%-20%
		持有	预期股价相对收益-10%-10%
		卖出	预期股价相对收益-10%以下
行业投资评级	自报告日后的6个月内，相对同期沪深300指数的涨跌幅	强于大市	预期行业指数涨幅5%以上
		中性	预期行业指数涨幅-5%-5%
		弱于大市	预期行业指数涨幅-5%以下

THANKS