

吉林省风电产业规划类 专利导航报告

主管部门： 吉林省知识产权局

承担单位： 中知珥德知识产权服务（长春）有限责任公司

二〇二三年八月

目 录

报 告 摘 要	1
1. 吉林省风电产业发展特点	1
2. 吉林省风电产业专利布局特点	2
3. 吉林省风电产业发展路径导航	3
第 1 章 风电产业发展现状	6
1.1 风电产业发展概况	6
1.2 全球产业现状	7
1.2.1 风电产业发展趋势	7
1.2.2 风电规模高速增长，海电收获重视	11
1.2.3 政策引导产业发展，美欧先发制人	15
1.3 中国产业现状	19
1.3.1 发展历经五大阶段，迈入稳定增长	19
1.3.2 市场高居全球首位，海陆表现均衡	21
1.3.3 全产业链布局合理，国产程度提升	26
1.3.4 风电政策密集出台，地方积极布局	32
1.3.5 企业市场集中度高，头部企业固定	37
1.4 吉林省产业现状	40
1.4.1 打造城市发展蓝图，规划产业布局	40
1.4.2 风电驶入发展快轨，增速历史新高	42
1.4.3 瞄准中上环节发力，推动风电发展	45
1.4.4 政策聚焦发展痛点，风电前景利好	46
第 2 章 产业发展方向导航	50
2.1 全球专利申请现状	50
2.2 产业结构调整方向	56
2.2.1 全球产业结构调整方向	57
2.2.2 主要国家产业结构调整方向	59
2.2.3 龙头企业产业结构调整方向	61

2.3 技术研发重点及热点	68
2.3.1 专利申请趋势重点及热点方向	68
2.3.2 龙头企业研发重点及热点方向	71
2.3.3 协同创新重点及热点方向	75
2.3.4 中国专利运营重点及热点方向	78
2.4 小结	79
第3章 吉林产业创新能力定位	85
3.1 产业创新环境定位	85
3.2 产业技术结构定位	88
3.3 技术创新能力定位	93
3.3.1 产业链总体技术创新能力定位	93
3.3.2 产业链细分领域技术创新能力定位	95
3.4 企业整合培育定位	97
3.4.1 吉林省风电产业创新主体地位总体定位	97
3.4.2 吉林省风电产业创新主体定位	99
3.5 创新人才储备定位	107
3.6 协同创新情况定位	111
3.7 专利运营实力定位	113
3.8 小结	117
第4章 产业发展路径导航	120
4.1 产业布局结构优化路径	120
4.2 技术创新引进提升路径	124
4.3 企业整合培育引进路径	127
4.3.1 根据区域内企业技术和市场发展特点制定差异性的整合培 育路径	127
4.3.2 结合技术分支特点引进领先创新主体	130
4.4 创新人才引进培养路径	132
4.4.1 本地创新人才培养路径	133
4.4.2 区域外创新人才引进路径	135

4.5 专利协同运用和市场运营路径	137
4.5.1 考虑与技术领先企业、高校院所开展技术合作，突破技术创新瓶颈	138
4.5.2 建立吉林省在风电产业的交互式专利运营机制	141
附录 1 技术分解表	143
附录 2 专利数据来源	144
附录 3 专利检索及查全率、查准率	145

报 告 摘 要

1. 吉林省风电产业发展特点

- ◆ **依托省内西部地光资源优势，积极打造国家级清洁能源基地。**吉林省积极打造国家级清洁能源基地，充分利用西部地区风光资源富集、土地广阔的地域优势，加快实施“陆上风光三峡”“吉电南送等重大工程”，风机和叶片制造、制氢、储能等新能源装备制造项目在吉林加快集聚，形成省内消纳、外送和制氢等千万千瓦级基地，大幅提升吉林省清洁能源开发规模、供给能力和外送能力。
- ◆ **风电产业驶入发展快轨道，增速创历史新高。**吉林省在过去一个阶段加快风电项目建设、挖掘潜力并网以及多侧发力消纳，全省新能源处于高速发展时期。截至 2022 年 9 月末，吉林省风电、太阳能项目装机共 1265 万千瓦（其中风电达到 884 万千瓦），同比增加装机 312 万千瓦，增长率超 30%，增速迎历史新高。风电已成为吉林省发电量第二高的能源类型，发电量在过去几年保持稳定增长。
- ◆ **密集推出系列产业政策，推动产业中上游发展。**近年来，吉林省密集推出风电产业相关政策，《吉林省电力发展“十四五”规划》、《吉林省新能源和可再生能源发展“十四五”规划》、《吉林省新能源产业高质量发展战略规划（2022-2030 年）》等规划文件，均对风电产业发展给予科学性引领并提出重点任务。从产业链情况看，吉林省风能产业链与全国产业链格局基本无异，伴随技术先进、带动作用突出的龙头企业扎根吉林，已基本形成从整机到叶片、塔筒及内构建的风电装备全产业链体系。未来，吉林省将

推动风电开发扩容增效的关键，放在了带动产业链中上游风电装备整机组装、零件制造等产业中上环节上。

2. 吉林省风电产业专利布局特点

- ◆ **具有一定专利储备，近几年技术创新活跃。**吉林省风电产业专利申请量为 1479 件，仅位居全国第 23 位，占全国专利申请总量的 1.1%，与江苏、北京、广东、浙江和山东等主要省市相比差距较大；其中长春市专利布局能力最强，其次是白城市和吉林市。近几年，吉林省加大风电产业研发力度，打造竞争新优势，推动产业转型升级，专利申请量也快速增加，近五年专利申请活跃度高于全国 58.4% 的水平，也高于大部分 TOP10 省/直辖市。
- ◆ **产业覆盖较为完整，产业结构更偏重运维方向。**吉林省在风电产业的专利布局覆盖较为全面，从专利数量上看，技术创新能力和专利竞争能力处于第四梯队水平，发明专利占比和专利有效性占比优于国内优势省/直辖市。整体上在风电产业运维方向的专利布局优势非常明显，在风电场和控制技术方向的产业占比处于中等水平，在风力发电机方向产业占比则明显不足。在各细分技术领域，吉林省在功率控制、调度、维修和数据平台方向拥有一定竞争力。但在风力发电机领域除机舱罩外的各技术方向、控制技术领域的风能气象方向、风电场的风机基础方向、运维领域的监测告警和灾害防护方向实力欠缺。
- ◆ **企业在专利储备中居主导地位，但缺乏竞争力强的创新主体。**吉林省在风电产业上缺乏整体竞争力和专利控制力强的创新主体，尚无申请人跻身全国 TOP10 之列。主要的技术创新主体为企业，但重要企业创新主体的总体专利布局量不足，与全国和全球的重点创新主体的创新能力相比差

距较大，创新能力有待提高，企业专利申请量整体处于全国第四梯队。吉林省大专院校科研能力较为突出，东北电力大学在吉林省风电产业中具有突出的研发优势。

◆ **创新人才储备在全国居中下等水平，具有一定规模的研发团队。**吉林省风电产业的创新人才聚集度不高，数量低于江苏、北京、广东、浙江和山东，创新人才规模较小，发明人平均产出专利量较低，创新人才主要集中在长春市、白城市和吉林市。吉林省在电网、风轮、数据平台、调度和监测告警方向拥有相对较多的创新人才储备。吉林省在风电产业拥有一定规模的创新团队，比较突出的如东北电力大学的严干贵团队、华能吉林发电有限公司镇赉风电厂和华能国际吉林白城风电分公司的邢李方团队等，团队的形成有利于提升技术创新效率。

◆ **产业协同创新不足，缺乏有效商业性专利运营。**吉林省风电产业的合作研发占比相对较高。但协同创新模式以集团内部公司之间的协同创新以及大专院校与其他单位的合作为主，较为单一。吉林省风电产业的专利运营活跃度不高，专利转让的主要专利运营模式，吉林省没有专利实施许可活动，质押融资形式的运营专利数量也较低。除东北电力大学有较多有效专利转让行为外，其余专利转让多为集团内部转让行为。

3. 吉林省风电产业发展路径导航

◆ **强化专利储备布局，提高产业竞争力。**在风电产业的运维方向维持活跃研发，强化运维方向的产业优势；引导企业研发向控制技术和风电场方向适当倾斜，增强吉林省在该领域的产业基础；在此基础上，适量增加风力发电机方向

的专利占比，提高风力发电机领域的专利申请水平，保持产业增长态势。

◆ **在重点产业环节技术赶超，有待发展产业环节技术加强，薄弱产业环节技术引进。**在运维的维修、调度方向以及控制技术的功率控制 and 数据平台等方向，建立适合区域内企业技术研发特点的专业预警数据库以及适合企业特点的重要竞争对手数据库，实现专利技术向实际研发技术的“映射”，推动企业技术发展和创新决策；积极开展专利挖掘，通过形成的专利组合提高知识产权指标，同时提升专利质量和数量。在监测告警方向、控制技术的风能气象及风电场的电网和储能等方向，利用专利分析发现潜在技术切入点，提高研发起点和研发效率。在风力发电机的各技术方向、风电场的风机基础等方向，从专利入手寻找能够进行引进的技术源，弥补自身薄弱技术环节。

◆ **采用分类梯度培育方式促进区域内企业发展，在薄弱环节引进领先企业。**根据区域内企业在产业链所处的环节不同制定不同的路径规划，9家综合型创新主体应从产业链的综合发展入手，通过协同创新方式加大创新深度，增加产品竞争力。3家技术特色型创新主体继续强化固有技术优势，同时加强与综合型创新主体之间的技术研发和创新联合，在共同优势环节合作，在不同优势环节互补。鼓励中小型创新主体研发创新，进行技术二次引进开发，同时提升知识产权意识。针对区域内创新的薄弱点或技术空白领域，引入在该技术领域具备技术研发优势和创新实力领先的申请主体或者与其进行合作，加大对不同技术方向中领先创新主体的引进及合作力度，优化自身产业链条。

◆ **优化创新资源，加快人才梯队建设。**加大本地创新人才培养支持，如东北电力大学的严干贵、李军徽、穆钢等，吉

林省电力有限公司电力科学研究院的吕项羽、李德鑫、田春光等，吉林重通成飞新材料股份公司的李邦鹏、黎明、谢磊等。同时积极引进吉林区域外的技术人才作为将来储备发展的人才库。对研究类的创新实体可以作为专家型人才进行引进，根据人才实际情况建立形式多样的引进机制，例如可以通过鼓励区域内的企业和这些专家人才进行产学研的合作，或是在企业内部及区域内的产业协同创新平台中聘请这些人才为技术顾问等。企业类的技术负责人或创新专家可以通过加大政策倾斜力度，为技术创新人才提供更为灵活的创业环境，从而最终实现风电产业相关项目在吉林省本区域的落地。

◆ **统筹各类资源，实现技术创新突破，取得专利价值最大化。**

中国本土风电产业优势创新主体资源丰富，吉林省企业可考虑与其进行协同创新，提高技术本地化效率。尤其风力发电机的风轮、塔筒等重点细分技术方向及弱势领域考虑与高校院所产学研协同创新，与技术领先企业开展技术合作，加快突破技术瓶颈。此外，吉林省宜协调建立起交互式的专利运营机制，使得专利成果在技术创新的过程中完成转换，形成运营态势，最终贯穿起创新链和产业链，最大程度地盘活专利本身蕴含的资本价值。

第 1 章 风电产业发展现状

1.1 风电产业发展概况

风能作为资源潜力巨大的可再生能源，风力发电可将风的动能转化为机械能再转化为电能，目前技术发展已趋于成熟。在全球低碳经济与能源革命的背景影响下，国际社会在能源安全、异常气候、生态环境保护等领域投入越来越高的关注度。减少化石能源燃烧、加快开发和利用可再生能源在全球范围内已形成共识。

事实上，风电技术起源于 12 世纪的风力机，直到 1888 年第一台风力发电机问世，此后历经长达半个多世纪的探索和发展，风力发电机演变成现在的三叶片、上风向、失速调节型风机。¹严格意义上来说，全球风电产业发展已超 40 年，风电行业技术和产业发展率先在欧洲地区成长。在风电产业的早期发展过程中，欧洲行业相关制造企业与运营企业牢牢掌控着核心技术，并占据着市场主体地位。

¹ 参考文献：<https://www.leadleo.com/report/reading?id=6358e43c061ea16b2165307e>

图表 1 风电技术发展回顾



截至 2021 年末，全球发展风电的国家数量已超过 100 余个，其中美国、中国、英国、丹麦、荷兰、德国、瑞典等国家在风电产业的研究应用方面投入了大量的金钱和人力。²伴随风电技术的不断进步，风电项目度电成本也在持续下降，未来风电必将成为最经济的绿色电力之一。

1.2 全球产业现状

1.2.1 风电产业发展趋势

趋势一：风电机组朝大型化迈进

风电机组大型化可谓是未来风电技术的主要发展方向，更长的叶片带来更多的风能捕捉，获得大幅增加发电的效果，同时也有利于降低风机点位，大幅缩减设备的运营维护成本。以中国为例，根据 CWEA 数据显示，2020 年中国新增陆上

² 参考文献：<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1747713926832085403&wfr=spider&for=pc>

风机的平均容量在 2.6MW 左右，与十年前相比提升了 76%；海上风机的平均容量更是达到 4.9MW，较 2010 年提升超八成，风机的大型化时代悄然而至。³

图 2 风电机组平均风轮直径变化



大型化进程提速的根本原因在于，风机大型化是降低风电的度电成本的有效途径。一方面可摊薄各部件成本，对零部件而言，风电机组的大型化不会导致零部件用量的线性提升，这就有效地降低了采购成本，同时风机数量下降带来的电缆、安装、运营等投入的锐减。另一方面是发电效率的提高，随着叶片尺寸、塔筒高度的提升，在相同风速情况下，叶片更长将获得更大的扫风面积，发电量也相应增大，以提升发电效率的方式降低度电成本。有测算数据验证，对于 100MW 的风电项目，风机单体从 2.0MW 到 4.5MW，静态投资额下降了 14.5%。⁴

趋势二：海上风电迎来增长期

³ 参考文献：https://cj.sina.com.cn/articles/view/7426890874/1baad5c7a0010140cf?finpagefr=p_104

⁴ 参考文献：<https://www.ne21.com/news/show-162555.html>

借助政策支持和发电技术特点匹配风电产业发展路径，海上风电因其巨大的开发潜能收获广泛关注，未来海上风电有望迎来高速增长期。海上风电相较陆上风电具有稳定性高、风速大、易消纳的优势。数据显示，离岸风速普遍比沿岸风速高出 **20%**，且未见明显静风期，在不占用土地资源、减少噪音的同时，发电时间具有明显延长。⁵现今，陆地优质风能资源已基本开发完备的情况下，海上风电作为产业发展趋势是可以预料到的。

根据 IEA 及 IREA 的碳减排路线，如果要在 **2050** 年完成零碳排放目标，海上风电作为全球减碳的有力一环，将大幅扩大风电产业规模以实现减碳目标，详情见下图。⁶未来十年海上风电将迎来强劲增长。**2020-2025** 年全球海上风电新装机容量年均复合增长率将达到 **29.3%**，亚洲和欧洲将作为全球两大区域性海上风电市场，驱动其保持稳定发展。

⁵ 参考文献：<https://news.bjx.com.cn/html/20181012/933395.shtml>

⁶ 参考文献：<https://zhuanlan.zhihu.com/p/566935172>

图表 3 未来海上风电增长预测



趋势三：平准化度电成本（LCOE）持续降低

风电产业走进平价后时代，逼迫全产业链寻求更大将本空间，市场化竞争不断加剧，平准化度电成本（LCOE）持续下降。平准化度电成本指的是对项目生命周期内的成本和发电量进行平准化后计算得到的发电成本。风电补贴退坡，抢装结束后导致风电产业链成本迅速下降，尤其陆上风机价格和建安费用一路回落，成本的下降进而刺激需求的超预期增长，是导致平准化成本下降趋势产生的主要原因。调研发现，2020 年陆上风电 LCOE 为 39USD/MWh，而这个数值在十年前为 89USD/MWh；相应的海上风电 2020 年海上风电 LCOE 为 84USD/MWh，较 2010 年下降了 78USD/MWh。⁷可以想象的是，未来产业平准化度电成本会进一步降低，已在确保其在传统燃油资源的竞争中具备足够优势。

⁷ 参考文献：<https://xueqiu.com/9508834377/192469232>

图表 4 2010-2020 年全球风电产业平准化度电成本变化



1.2.2 风电规模高速增长，海电收获重视

风电产业正处于有史以来最好的发展阶段，根据全球风能理事会（GWEC）公布的《2022 年全球风电报告》统计，2021 年全球新增风电装机 93.6GW，仅比 2020 年的统计值低了 1.8%，同时全年风电累计装机容量达到 837GW，比 2020 年增长了 12.4%。如下图所示，尽管 2021 年全球陆上风电市场发展势头有所减缓，但 72.5GW 的新增装机容量依旧为历史第二高的水平，风电产业市场规模扩大势头强劲。其中 2021 年海上风电新增装机容量超过 21GW，是 2020 年的三倍多，海上风电占比不断攀升。

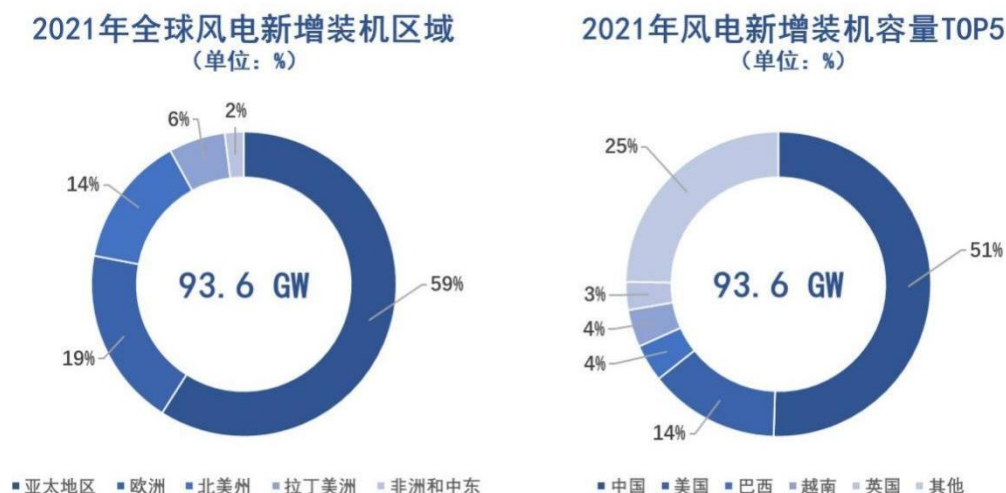
图表 5 2001-2021 年全球风电新增装机容量



资料来源: 全球风能理事会

分区域看, 由于中国(海上)和越南产业相关设施的惊人增长, 亚太地区将长期处于风电行业发展的领先地位, 该区域 2021 年的市场份额与 2020 年几乎持平。欧洲受到陆上风电装机规模高速推动, 其 19% 的占比高于北美洲 (14%), 重新回到全球第二大区域市场的位置。此外, 拉丁美洲、非洲和中北美洲在 2021 年风电新增装机容量的全球市场份额分别达到 6% 和 2%, 占比历史新高。

图表 6 2021 年全球风电新增装机容量区域分布



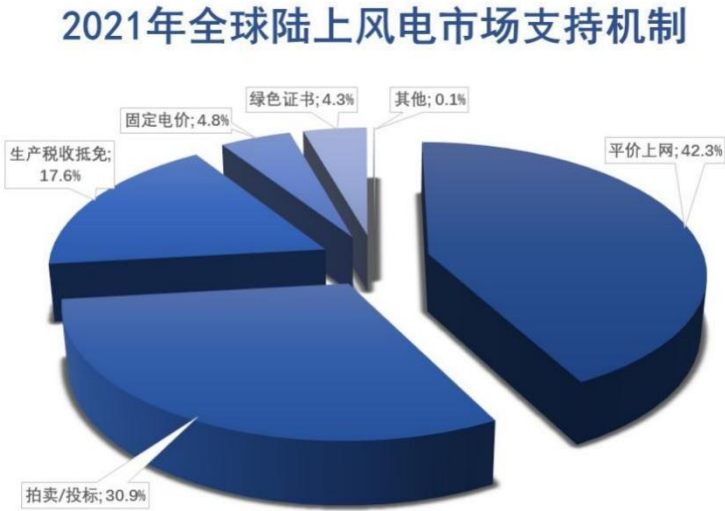
资料来源：全球风能理事会

2021 年全球风电新增装机前五大市场分别是中国、美国、巴西、越南和英国，这五个市场合计占比全球的 75.1%，相较于 2020 年下降了 5.5%，主要原因是中国和美国同比失去了 10%的市场份额，风电产业区域多样性的特点已经显现。在累计风电安装方面，2021 年前五大市场与 2020 年相同，这些市场分别是中国、美国、德国、印度和西班牙，合计占比全球风电设施的 72%，未出现明显下降。

陆上风电市场持续增长，欧州、拉丁美洲以及非洲和中东地区表现抢眼。2021 年全球陆上风电新增装机容量 72.5GW，累计陆上风电装机容量达到 780GW。虽然 2021 年总体装机规模与 2020 年有一定下滑，但欧洲、拉丁美洲以及非洲和中东地区在新增陆上风电安装方面迎来了创纪录的一年，下降的主要原因可总结为世界上两个最大的风力发电市场(中国和美国)的陆上风电开发速度回落。统计发现，

除中国（30.7GW）和美国（12.7GW）外，全球前五大陆上风电市场还有巴西（3.8GW）、越南（2.7GW）和瑞典（2.1GW），中国领先优势巨大。82021 年全球陆上风电市场机制的结构性调整仍在进行中，固定电价（FiT）和生产税收抵免（PTC）作为 2020 年驱动新增装机规模增长背后的两大主要支持机制，如今已被中国的平价上网和拍卖/投标取而代之。

图表 7 2021 年全球陆上风电市场支持机制



资料来源：全球风能理事会

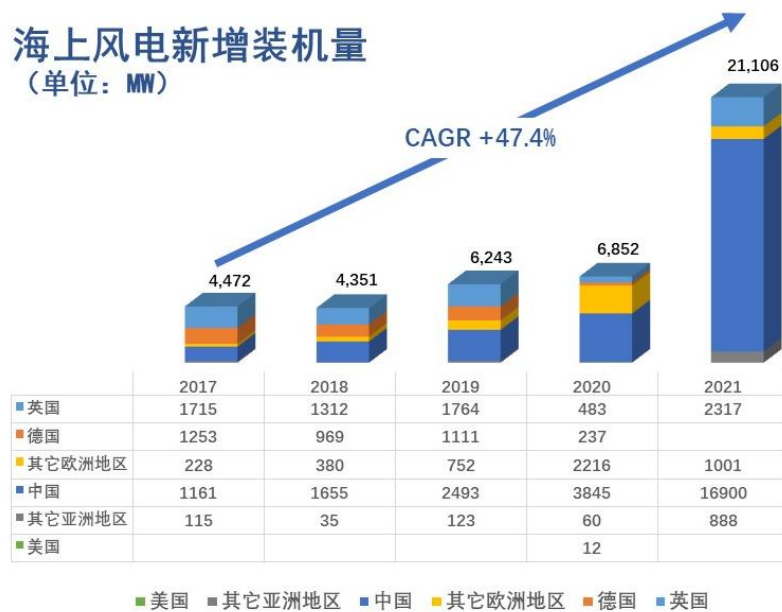
海上风电市场迎新高，中欧新增装机容量占比优势惊人。2021 年，全球范围内海上风电新增装机容量为 21.1GW，达到历史之最。截至 2021 年底，全球海上风电累计装机容量达到 57.2GW。⁹聚焦欧洲海上风电市场，2021 年该区域新增装机容量为 3.3GW，其中英国是欧洲重要的海上风电市场，去年新增装机容量为 2.3GW，丹麦（608MW）、荷兰（392MW）

⁸ 参考文献：<https://news.bjx.com.cn/html/20220706/1238955.shtml>

⁹ 参考文献：<https://bg.qianzhan.com/report/detail/300/221009-a892ea8d.html>

紧随其后。除中国和欧洲之外，越南市场异军突起，以全年 779MW 的新增装机量跃升为第三大海上风电市场。就累计装机容量而言，全球排名前五的国家分别是中国、英国、德国、荷兰和丹麦。

图表 8 2017-2021 年海上风电装机容量变化



资料来源：全球风能理事会

1.2.3 政策引导产业发展，美欧先发制人

美国：美国联邦政府积极布局，各州先后出台政策文件。

美国风电装机进入迅速增长阶段，海上风电发展步伐缓慢。截至 2021 年中，美国仅有罗德岛州 3 万千瓦和弗吉尼亚州 1.2 万千瓦两座海上风电场在运转。数据显示，2020 年美国海上风电新增装机只有 12MW，占全球新增海上风电装机的 0.2%，远低于中欧两大区域。为扭转海上风电发展颓势，

美国联邦政府和各州陆续发布政策支持。2021 年 5 月，美国能源部（DOE）宣布 2030 年将部署 30GW 海上风电机组，这一目标的实现将带动每年 120 亿美元的资本头投资，建设多达 10 个海上风力涡轮机组件和安装船制造厂，以及价值 5 亿美元的港口升级，扩大工作岗位等。通过梳理美国能源部的推进措施，基本可总结为以下三项：DOE 贷款计划办公室宣布为海上风电项目提供 30 亿美元贷款担保；DOE 通过国家海上风能研发联盟向 15 个新研发项目注入 800 万美元投资；DOE 和商务部联合提供 125 万美元补贴计划用于研究海洋可再生能源对渔业和沿海社区的影响，推进沿海社区保护。

图表 9 美国风电产业政策一览

联邦/州	政策规划
联邦政府	可再生能源生产税抵免（PTC）：允许风电设施（海上和陆上）的所有者和开发商在设施投入使用后的 10 年内，每年为上网度电申请联邦所得税抵免。对 2017-2020 年的项目，度电抵免水平取决于项目启动建设时间，并且开工后四年内必须建成投运方可享受政策抵免。
联邦政府	商业能源投资税收抵免（ITC）：针对可再生能源项目投资的联邦所得税抵免。与 PTC 不同，ITC 是指在项目正式投运后，其资本性投资总额的一定百分比可以抵扣项目业主/开发商的应纳税额，相当于为项目提供一次性投资补贴。对 2021 年前破土动工的项目，可以放弃 PTC，申请享受 PTC
联邦政府	2021 年 3 月，政府宣布到 2030 年部署 30GW 的海上风电装机容量——相对于在 2020 年的水平上增加 1000 倍，大致相当于 2020 年全球的总装机容量（约 34.4GW）
联邦政府	2021 年 5 月，历经十余年的拉锯战，政府批准了 Vineyard Wind 海上风电项目，计划装机 803MW，采用美国 GE 可再生能源开发的目前已安装的最大海上风电机组 Haliade-X，单机容量 13MW，预计总装机台数 62 台
马萨诸塞州	2016 年，通过法律要求截至 2027 年该州公用事业公司需采购 160 万千瓦的海上风电装机容量。2018 年，通过立法授权公用事业采购额外的 160 万千瓦海上风电装机容量，即截至 2035 年的采购量达到 320 万千瓦，该目标建议于 2019 年 5 月由州能源资源部提出
马里兰州	2013 年，《海上风能法案》修订该州的可再生能源配额制，将海上风能纳入其中，并以海上风能可再生能源证书的形式为海上风电项目提供财务支持。2019 年 5 月，发布法令，制定 2030 年实现 120 万千瓦海上风电装机容量的发展目标
新泽西州	2018 年 5 月，通过立法将 2030 年海上风电装机容量发展目标从 110 万千瓦提高到 350 万千瓦。2019 年 11 月，发布行政命令将 2035 年的州海上风电装机容量

	量发展目标提高至 750 万千瓦
纽约州	2017 年 1 月，纽约州宣布到 2030 年发展 240 万千瓦海上风电承诺。2019 年 1 月，该州将 2035 年海上风电发展目标提高到 900 万千瓦，并于同年 7 月签署成为法律

资料来源：CWEA，信达证券研发中心

欧洲：各国风电发展齐头并进，政策规划有迹可循。

《巴黎协定》约定，到 2100 年欧盟承诺帮助全球变暖保持在 2℃以内，到 2050 年欧盟二氧化碳排放量将比 1990 年排放水平降低至少 80%。¹⁰实现这项目标需要欧盟系统完全脱碳的同时，大幅增加可再生能源占比。风能成为了欧洲能源转型的发力点，预计到 2050 年，电力将满足欧洲总能源需求的 41%-53%，其中风能将提供一半以上的电力供应，换算下来等于 700GW-120GW 的风电装机容量。欧盟各国以政策为抓手为风电产业谋划方向。

英国风电产业基础扎实，海上风电规模领先全球。英国地理位置上具有四面临海、风速强劲的客观条件，发展海上风电优势得天独厚。英国政府相继出台多项政策和举措促进英国海上风电规模不断铺展，通过包括加大资金投入、吸纳技术人才等手段，在海上风电赛道上展现实力。

图表 10 英国风电产业政策一览

时间	规划内容
2000 年	自由选址、租赁 22 年；单个风场面积不超过 10 平方千米；机组数不超过 30 台
2002 年	指定 3 个开发区域；开发项目 16 个；规划装机容量 6.4GW
2008 年	规划 9 个海域；规划装机容量 25GW
2019 年	到 2030 年，规划装机容量 30GW，提供 2.7 万个高级技术岗位，在英国本土采

¹⁰ 参考文献：<https://baike.baidu.com/item/%E5%B7%B4%E9%BB%8E%E5%8D%8F%E5%AE%9A/19138374>

	购的设备和服务最低比例提高 60%，投资 2.5 亿英镑发展海上风电供应链
2020 年	发布《Future Energy Scenarios 2021》，指出海上风电装机量要在 2030 年达到 40GW，2040 年达到 80GW，2050 年 113GW

资料来源：GWEA，信达证券研发中心

德国能源法案不断修订，探索产业发展新路径。德国在 2017 年推行竞价补贴政策，补贴政策直接导致大量风电企业亏损进而放弃新增装机，当地风电产业发展遭遇阻碍。在 2019 年德国风电彻底进入新阶段，风电发展几近停滞。海上风电方面，2015 年德国海上风电迎来激增，增速一度超越英国，2020 年德国海上风电总装机达到 7.72GW。德国作为能源大国，借助政策法规、补贴保障和市场机制合力，始终在推动可再生能源方面身处领先行列。

图表 11 德国风电产业政策一览

时间	政策规划
2004 年	公布修订的《可再生能源法案》，规定海上风电电价为 13 欧分/千瓦时
2008 年	修订《可再生能源法案》，上调海上风电电价至 15 欧分/千瓦时
2010 年	要求 2020 年可再生能源占比由 16% 提高到 35%，到 2030 年提高到 50%，到 2050 年提高到 80%
2014 年	修订《可再生能源法案》，提出到 2020 年实现 6.5GW 海上风电累计装机目标，并将海山风电每阶段 4 欧分/兆瓦时市场管理溢价补贴直接转化为上网电价，是用于 2020 年前并网的发电项目
2020 年	提出 2030 年目标建设 20GW 海上风电
2021 年	修订《德国可再生能源法》和《德国海上风能法》，提出 2030 年前，德国陆上风电、海上风电的装机容量分别增加 71GW、20GW，并制定招标规划

资料来源：GWEA，信达证券研发中心

法国风电装机量保持稳定增长势头。近年，法国积极出台相关政策与规划，2020 年发布的《2030 年国家能源与气候计划（NECP）》，目标到 2030 年风电在全国能源结构中可

再生能源占比 33%，到 2028 年，计划实现 34.7GW 的陆上风电。在《多年度能源计划》中，法国计划在 2020 年至 2028 年增加高达 8.75GW 的海上风电装机总量。¹¹

日本：风电装机规模小，客观条件导致产业发展相对落后。日本风电装机规模较小，截至 2020 年底，日本风电累计装机量仅有 4.37GW，落后于主要国家，不具备竞争性。日本作为岛国虽然风能资源丰富，但开发成本较高，导致海上风电始终处于不温不火的状态，截至 2019 年底仅有 67MW 的示范项目投运。调研发现，阻碍日本风电产业发展的因素包括北海道和东北地区的输电线路落后、进行环境影响测评时间周期长、农田等陆上土地体使用受限。2020 年底，在日本政府-行业海上风电第二次会议上，日本发布海上风电长期目标，计划在 2030 年实现 10GW 海上风电装机量，在 2040 年达到 30-45GW。

1.3 中国产业现状

1.3.1 发展历经五大阶段，迈入稳定增长

我国风力发电始于 20 世纪 50 年代后期，用于解决海岛及偏远地区供电难的问题，主要是非并网小型风电机组的建设。到 70 年代末，我国开始研究并网风电，包括引入国外风电机组建设示范电场。1986 年 5 月，首个示范性风电场马

¹¹ 参考文献：<https://news.bjx.com.cn/html/20200430/1068329.shtml>

兰风力发电场在山东荣成建成并网发电。从第一个风电场至今，我国风电产业基本可分为以下六大阶段：

早期示范阶段（1986-1993 年）：主要利用国外赠款或贷款，建设小型示范风电场，政府的扶持以资金投入为主，用于投资风电场项目和风电机组的技术研发投入。

产业化探索阶段（1994-2003 年）：首次建立了强制性收购、还本付息电价和成本分摊制度，产业体系逐渐构建，投资者利益受到保障，贷款建设的风电场数量开始增多。

产业化发展阶段（2004-2007 年）：主要通过实施风电特许权招标来确定风电场的投资商、开发商和上网电价，通过施行《可再生能源法》机器细则，建立了稳定的费用分摊制度，迅速提高了风电开发规模和本土设备制造能力。

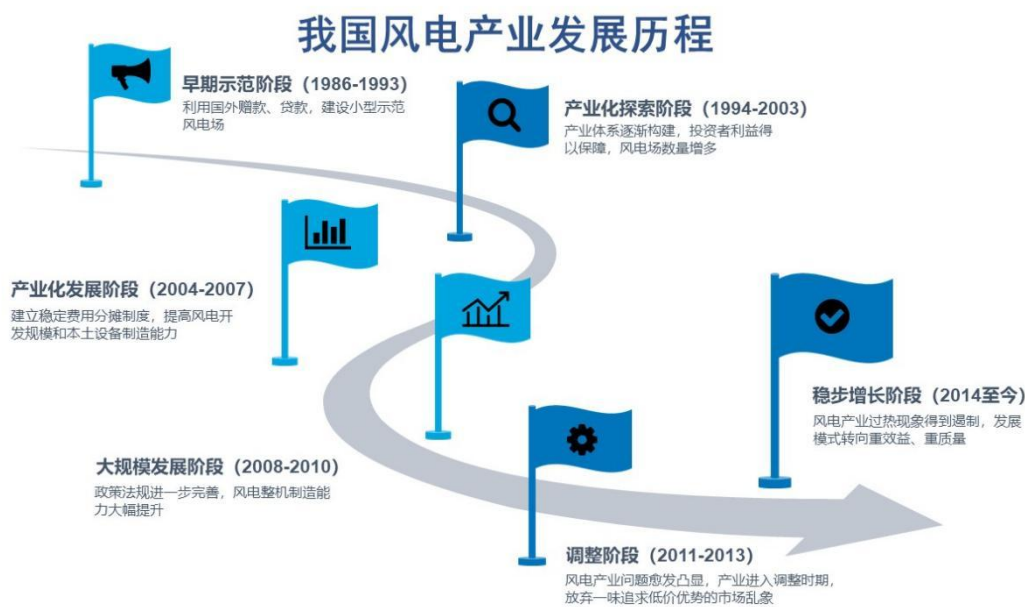
大规模发展阶段（2008-2010 年）：我国风电产业相关政策法规进一步完善，风电整机制造能力大幅提升。在这一阶段，我国提出建设 8 个千万千瓦级风电基地，启动建设海上风电示范项目，是前所未有的高速发展时期。也是在这一阶段，暴露出我国电网建设滞后、国产风电机组质量不足、风电设备产能过剩等问题。

调整阶段（2011-2013 年）：经过高速发展时期，我国风电产业问题愈发凸显，主要包括行业恶性竞争加剧，设备制造产能过剩，越来越多的企业出现亏损；“三北”地区风力资源丰富，装机容量大，但区域消纳能力有限，外送通道建

设落后；风电机组质量难以保障。风电企业宣布退出，倒逼产业放弃一味追求低价优势，转而将重点放到产品质量和服务能力提升上。

稳步增长阶段（2014 年至今）：历经近 40 年的探索与发展，风电产业过热现象得以遏制，发展模式从重规模、重速度到重效益、重质量，我国风电发展已步入持续稳定增长阶段。

图表 12 我国风电产业发展历程回顾



1.3.2 市场高居全球首位，海陆表现均衡

中国已经成为全球风力发电规模最大、增速最快的市场。根据《2021 年中国风电吊装容量统计简报》数据显示，2021 年我国（除港、澳、台地区外）新增装机容量达到 55.9GW，同比增长 2.7%，再上新台阶，其中陆上风电新增装机容量为

4144 万千瓦，占全部新增装机容量的 74.1%，海上风电新增装机容量为 1448 万千瓦，占全部新增装机容量的 25.9%。累计装机容量达到 346.7GW，同比增长 19.2%，始终保持稳定增长势头。¹²

图表 13 2011-2021 年中国新增和累计风电装机容量变化



资料来源：中国可再生能源学会风能专业委员会

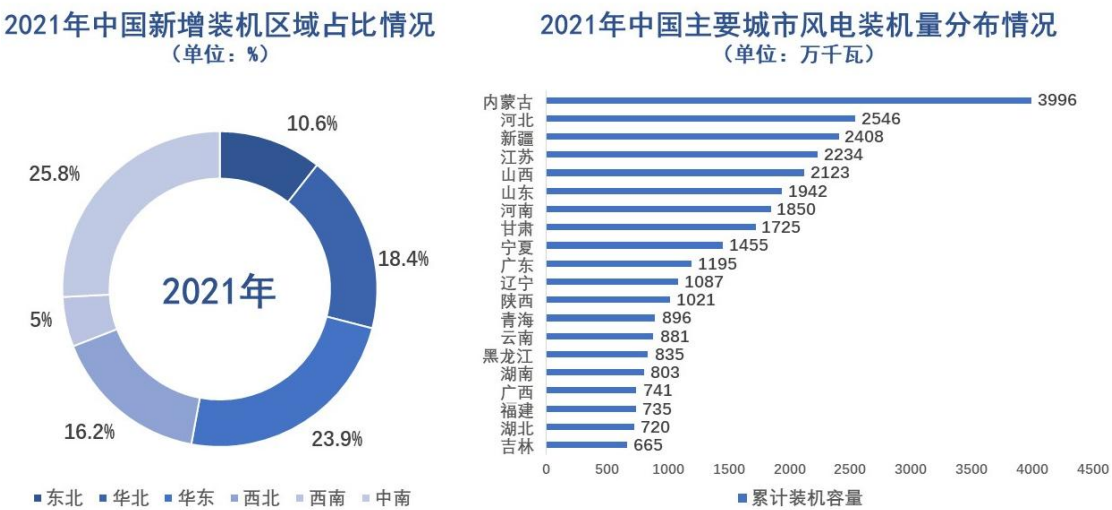
分区域看，2021 年全国六大区域的风电装机容量占比情况为中南 25.8%、华东 23.9%、华北 18.4%、西北 16.2%、东北 10.6%、西南 5.1%。“三北”地区新增装机容量占比达 45%，整体看我国风电产业区域开发布局不断优化，仅西南区域存在一定差距。

与 2020 年数据对比发现，全国六大区域中，三分之二

¹² 参考文献：<https://zhuanlan.zhihu.com/p/550114241>

的区域占比出现增长，分别是中南、华东、东北和西南。¹³分省市看，我国风力发电设备主要集中于地势平坦且开阔、风力资源丰富且远离市区，内蒙古、河北和新疆等地具备上述优势，是我国风电产业发展的优势省份。公开数据显示，2021 年我国有 12 个省份风电装机容量超 100 万千瓦，其中内蒙古风电装机量达 3996 万千瓦，较其它省有一定领先。¹⁴随着陆上风电平价时代来临，海上风电政策推进，作为风电政策重点省份的江苏、广东和浙江装机容量有望快速提升。

图表 14 2021 年中国风电新增装机容量区域分布



资料来源：中国可再生能源学会风能专业委员会

聚焦我国海上风电产业现状，海上较陆地整体风力强，虽然目前整体规模不大，但中央和地方政策相继出台将推动我国海上风电装机规模远超预期，渗透率持续走高。近年海上风电并网装机容量及新增并网装机持续大幅增长。2021 年

¹³ 参考文献：<https://new.qq.com/rain/a/20220423A0033500>
¹⁴ 参考文献：<https://news.bjx.com.cn/html/20221213/1276026.shtml>

爆发海上风电抢装热潮，国内海上风电迅速扩容，直接带动了产业链的扩展升级。根据国家能源局数据披露，2021年，我国海上风电新增装机量达1690万千瓦，是此前累计建成总规模的1.8倍。同时我国海上风电累计装机规模2639万千瓦，超越英国跃居世界第一，渗透率攀升至8.0左右。¹⁵相信由陆上风电政策补贴到海上补贴的过渡和海上风电大叶片演变的助力下，未来我国海上风电发展将迎来黄金时期。

图表 15 2016-2021 年中国海上风电装机容量变化



资料来源：国家能源局、中商产业研究院

在风电装机量持续增长和政策推动的综合背景下，风电发电量在全国发电总量的比例也在逐年攀升，2021年中国风力发电量已占全国发电总量的8.04%，近五年我国风力发电量持续增长。

¹⁵ 参考文献：<https://www.163.com/dy/article/GVP6M2VQ05198SOQ.html>

图表 16 近五年中国风力发电使用情况



资料来源：中商产业研究院

数据显示，2017 年我国风电发电量仅 3057 万千瓦时，到 2021 年风电发电量已超 6500 万千瓦时，同比增长 40.5%。¹⁶平均利用小时数增长表现也十分稳定，我国已从 2017 年 1948 小时增长至 2246 小时，其中福建（2836 小时）、蒙西（2626 小时）、云南（2618 小时）都是利用时长较高的省区。值得注意的是，我国弃风率也处于健康发展的轨道中，风力发电效率收获肯定。“三北”区域是我国过去风电开发的中心，但并网消纳问题一直成为制约产业可持续发展的难题，从 2010 年开始出现弃风限电现象，据国家能源局统计，2016 年我国平均弃风率 17%，达到历史最高点。为减少弃风现象，我国出台系列针对可再生能源的政策并逐步建成特高压输电线路，我国平均弃风率迎来拐点，2020 年我国平均弃风率已降至 3%，较 2016 年下降了 14pct。

¹⁶ 参考文献：<https://caifuhao.eastmoney.com/news/20220823155905775818570>

1.3.3 全产业链布局合理，国产程度提升

我国已将风电产业列为国家战略性新兴产业之一，在产业政策和市场需求驱动的多重作用下，全国风电产实现高速高质量发展，成长为全国为数不多可参与国际竞争并具备领先优势的规模性产业。梳理风电产业链可将其归纳为，上游材料及其零部件，中游负责将零部件组装为风电设备机组，下游包括风电场的建设与管理维护服务。我国风电产业链代表性企业集中于江苏、北京、上海、山东等东部沿海地区。其中风电产业已成为江苏省发展形势良好的新型产业，得益于其地处中国风能资源丰富的区域，为大规模海上风电发展创造了巨大空间。¹⁷

图表 17 我国风电产业链



产业链上游：风力发电上游为风电原材料及零部件，主要包括叶片、轴承、塔筒、主轴、铸件、发电机、齿轮及海

¹⁷ 参考文献：<https://www.qianzhan.com/analyst/detail/220/210203-ca98c144.html>

缆等部分。这些零部件的生产专业性较强，国内企业技术已趋于成熟，一般由风机制造企业向零部件企业定制采购，除个别关键轴承需要进口外，风电设备零部件国内供应完全满足需求侧。

其中叶片是风力发电设备的核心零部件，风电基本原理决定了叶片的设计、材料和工艺，它们直接影响发电装置的性能和功率。通常情况下，叶片是风电整机成本中占比最高的零部件，在 20% 以上。¹⁸叶片近 75% 的成本来自于原材料，主梁和芯材是最核心部分，约占风电叶片原材料成本的 80%。如今，叶片大型化趋势提速，生产更大叶片，使叶片在纤维材料的强度上提出了新的要求。整体看，叶片技术难度较高，存在一定技术门槛，包括中材科技、艾朗科技、天顺风能等龙头企业发挥重要作用。2020 年，风电叶片行业头部 5 家市占率近七成，国内叶片行业正加速向头部集中，行业集中度还将进一步加剧。

风电轴承主要用于联结轮毂和齿轮箱将叶片产生的动能进行传递。我国风机偏航、变桨、发电机轴承及 3MW 级以下的主轴轴承已基本实现国产化，但大兆瓦轴承具有较高的技术壁垒，是风电国产化最低的零部件，现今国产高端轴承的寿命和可靠性较国际现今水平仍存在差距。

¹⁸ 参考文献：<https://www.huxiu.com/article/469608.html>

图表 18 我国风电轴承发展现状



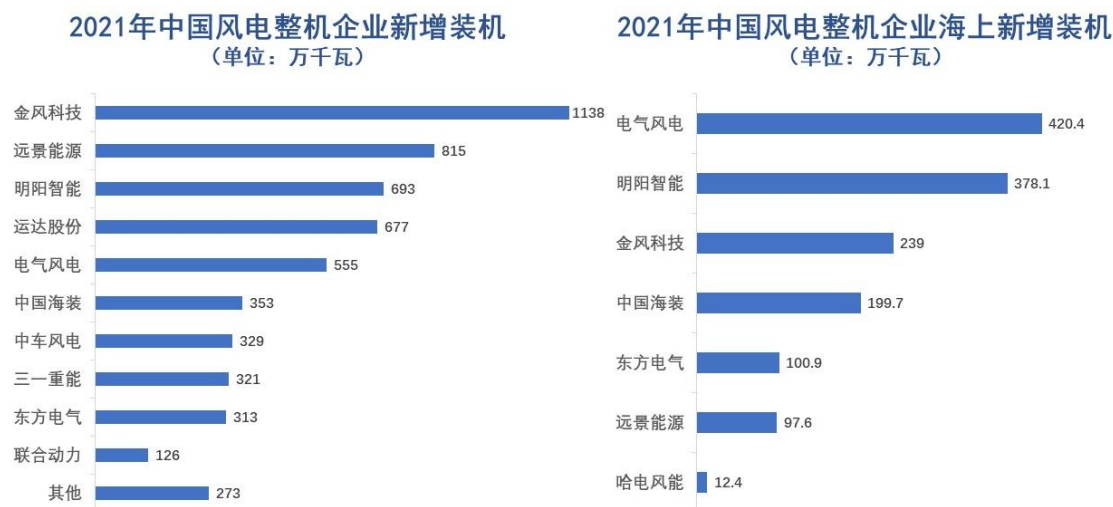
塔筒、主轴以及铸件都来自传统制造行业，使用的原材料主要为钢材和生铁等。塔筒是风电机组的支撑结构，其主要材料是厚板，属于法兰材料，因其生产工艺简单，准入门槛低，所以行业集中度不高，市场呈区域性分散态势。铸件方面，我国铸件生产规模巨大，产量常年位居世界第一，全球风电铸件超八成产能来自中国，国产化率极高。风电主轴在风电整机中用于联接风叶轮毂与齿轮箱，它的原材料为钢锭，钢锭属于特种钢铁，原材料主要是生铁、废钢以及铬铁等。目前我国主轴环节生产技术成熟，国产化程度高，国内供给占全球比重约为 **70%**，竞争格局上形成了金雷股份+通裕重工双寡头格局。¹⁹调研发现，上述原材料的产品价格和盈利能力与原材料价格波动关系紧密。上游原材料价格稳定，将有效提升零部件供应水平拉动中下游风电新增容量快速增长。

¹⁹ 参考文献：<http://www.cpem.org.cn/list100/47992.html>

产业链中游：产业链中游涉及整机设备制造，在这一环节上全球竞争格局分散，而国内则相对集中。我国经过多年的自主研发已成功实现自主品牌的构建。**2021** 年全球风电整机市场份额前十排名中，我国企业占 **6** 席，金风科技、远景能源、明洋智能分列第二、四、七位，**CR5** 刚好一半。我国风电整机格局较集中，**2021** 年新增装机容量 **CR3** 达到 **47.3%**，**CR5** 占比更是超过七成。从发展趋势上看，我国头部企业在资金储备、技术积累、产业链布局方面领先，已在市场竞争中占据优势，短期内地位难以动摇。

海上风电整机技术难度更大，具有更高的竞争壁垒，行业集中程度较陆上风电更甚。目前国内有 **7** 家整机制造企业可提供海上风电装机，**2021** 年海上风电整机企业 **CR3** 超过 **80%**。其中，电气风电、明阳智能、金风科技、中国海装和东方电气累计装机容量均超过 **100** 万千瓦，合计占海上累计装机容量的 **97.5%**。

图表 19 2021 年中国风电整机企业排名



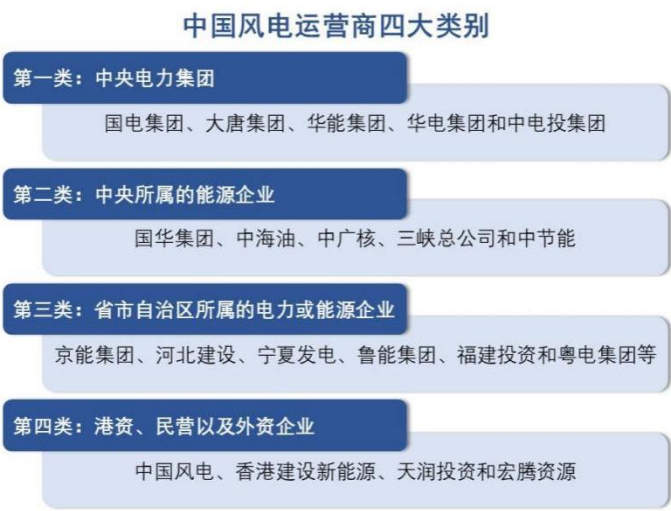
资料来源: Wood Mackenzie

产业链下游: 风电下游涵盖风电场的开发建设以及整机设备的运维服务, 风电运营企业通过利用风能、转换为电能并借助输电线路送入电网。风电运营的生产场所是风电场, 风电场可拆分为 5 个部分, 分别是风力发电机组、道路、集电线路、变电站、监控楼, 在这一环节的成本基本可以归纳为建设成本和运营成本。在风电产业链下游的关联企业以大型国有发电集团为代表, 民营企业占比偏低。这些发电集团在进行电力投资时, 必须配比一定比例的风电能源, 因此波动影响不大, 总体需求平稳增长。²⁰ 目前中国风电开发商主要有四种类型, 分别是中央电力集团、中央所属的能源企业、省市自治区所属的电力或能源企业和港资、民营及外资企业。总体看, 风电行业产业链下游央企与省属企业规模较大, 具有很强的市场开拓能力, 但近年新增装机容量中, 五大集团

²⁰ 参考文献: <https://xueqiu.com/6201584418/202003268>

占比整体呈下降趋势，国企与民营企业参与度正在提升。²¹我国以风电产业为引领的新能源发电投资回报率吸引力逐渐凸显，运营环节中地方国企与民企参与度上扬，具有较强的投资活力和发展潜能。

图表 20 中国风电运营商类别



资料来源：前瞻产业研究院

风电下游也可分为陆上风电和海上风电两部分，随着国内海上风电场建设驶入快轨，我国近年建造了一批专业风电安装船，我国海上风电场主要由中交三航局、南通海建和龙源振华等负责城建，风电机组的运维工作则交由风电场投资方或第三方运维服务商承担。据了解，海上风电产业链下游缺少专业运维船，资金投入不够，在运维船舶方面的花销占比很高，具有一定市场潜力。

²¹ 参考文献：
<https://www.qianzhan.com/analyst/detail/220/201210-715a6c23.html#:~:text=%E9%A3%8E%E7%94%B5%E4%BA%A7%E4%B8%9A%E6%98%AF%E5%8F%AF%E5%BE%AA%E7%8E%AF,%E8%AE%BE%E5%85%B7%E6%9C%89%E9%87%8D%E8%A6%81%E6%84%8F%E4%B9%89%E3%80%82>

1.3.4 风电政策密集出台，地方积极布局

风电政策密集出台，彰显我国大力发展风电产业的决心。2006 年《可再生能源法》的实施，新能源政策就此拉开帷幕。随着我国在环境污染和节能减排方面的愈发重视，风电作为重要的清洁能源，成为国家政策大力支持的新兴产业。政策措施主要涉及人才培养方面，包括建立全国风电技术培训及人才培训基地，为风电从业人员提供技能培训和资质鉴定，与企业、高校、研究机构联合开展人才培养；行业推进方面，先后印发《海上风电开发建设管理办法》、《2030 年前碳达峰行动方案》；技术研究方面，在十二五时期提出重点发展 5 兆瓦以上风电机组整机及关键部件设计、陆上大型风电场和海上风电场设计运营、核心装备不见制造、并网、电网调度和运维管理等关键技术。²²

近年来，我国不断出台相关政策扶持风电产业大力发展，政策的精准落地，成为我国“双碳”目标实现的有力支撑。通过梳理近年政策措施可以看出，我国已给出了以下几个风电发展实施路径：

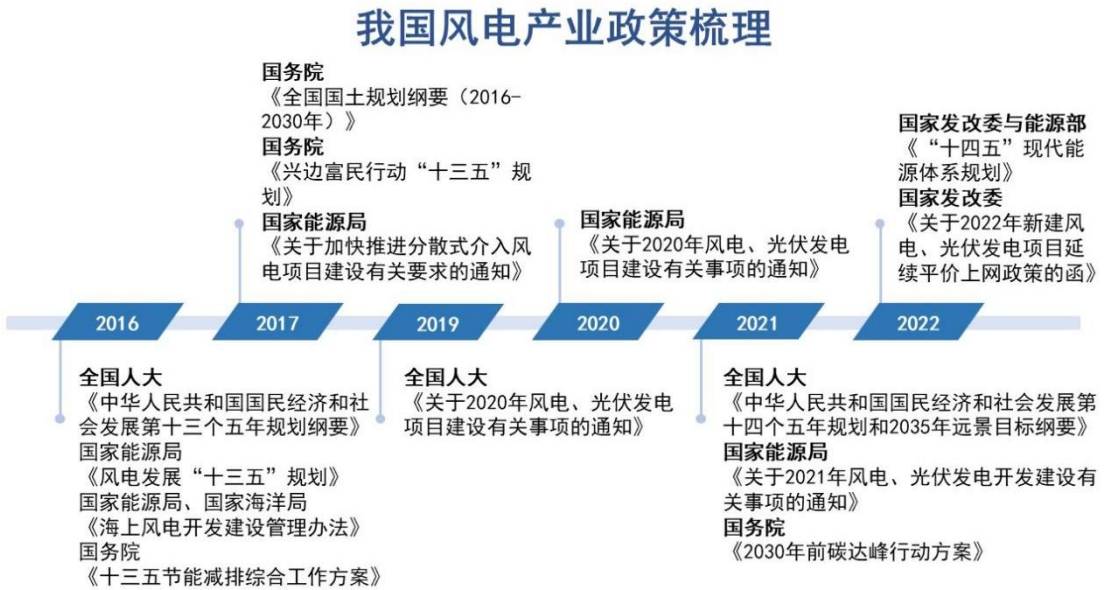
积极构建现代能源体系。2022 年 3 月，两部委联合印发《“十四五”现代能源体系规划》，标志我国正在迈向构建现代能源体系的新阶段。这是继构建以新能源为主体的新型电力系统后，国家再次从能源安全的角度提出的宏大能源转型

²² 参考文献：<https://www.163.com/dy/article/HG16D3SL055360RU.html>

规划。大基地建设、源网荷储一体化，配合高效的新能源消纳体系建设，已成为“十四五”时期的可再生能源发展模式。

加速建设海陆风电基地。国家能源局宣布，第一批以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏基地开工建设超九成，第二批基地项目建设如期启动。《2022 年能源工作指导意见》着重提出要开展深远海风建设示范，稳妥推动海上风电基地建设。大基地建设是保障 2030 年风光装机超过 12 亿千瓦的重要支撑。

图表 21 我国风电产业政策梳理



统一电力市场，规范风电市场交易。2022 年 1 月，国家发改委、能源局发布《加快建设全国统一电力市场体系的指导意见》，《意见》明确到 2025 年全国统一电力市场体系初步建成。将可再生能源纳入市场化交易，会释放市场交易空间，激发消费需求。建立全国统一的电力市场体系，是我国电力市场建设顶层设计的重要一步，是推进风电这一可再生

能源参与市场化交易的关键决策。多层次统一电力市场体系将进一步促进可再生能源消纳，助推风光大发展格局的实现。

加快风电下乡，振兴农村建设。2022 年 6 月，《“十四五”可再生能源发展规划》正式发布，《规划》强调要积极推进风电分布式就近开发，创新风电投资建设模式和土地利用机制，实施“千乡万村驭风行动”，以县域为单位大力推动乡村风电建设，推动 100 个左右的县、10000 个左右的新行政村乡村风电开发。风电将跟随光伏行业脚步，将下乡划入日程，利用风电保障乡村用电问题。

在中央密集发布支持政策的影响下，各地方政府积极响应。2021 年下半年以来，全国省市区先后发布风电发展十四五规划，包括宁夏、广西、内蒙古、吉林、山东、上海等 10 个省、自治区、直辖市颁布了风电政策，其中广西、内蒙古、安徽等 9 省市还出台了年度风电项目建设法案，风电产业发展全国一盘棋，目前共 29 各省市已做出明确的风电新增装机要求，预计在“十四五”期间风电新增装机量累计突破 300GW。同时，海风成为当前沿海各省份的建设重点，包括山东、浙江、广东等地均出台了海风的省补，从沿海各省份海风规划统计，“十四五”期间海风新增装机量预计约 50GW，各省政策瞄准在十四五期间夯实基础。

图表 22 各省风电产业政策规划

省市 (自治区)	政策名称	规划要点
宁夏	《宁夏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》 ²³	建设 1400 万千瓦光伏和 450 万千瓦风电项目、宁东太阳能电解制氢储能及应用示范工程；实施隆基乐叶科技年产 3GW 单晶电池、矽盛光电 4GW 单晶硅棒硅片、中车株洲风机装备制造、威力传动精密传动设备、金晶科技太阳能光伏轻质面板、日盛高新氢能源综合利用等项目
甘肃	《甘肃省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》 ²⁴	到 2025 年，全省风光电装机达到 5000 万千瓦以上，可再生能源装机占能源总装机比例接近 65%，非化石能源占一次能源消费比重超过 30%，外送电新能源占比达到 30%以上
广东	《广东省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》 ²⁵	大力发展海上风电、太阳能发电等可再生能源，推动省管海域风电项目加成投产装机容量超过 800 万千瓦，打造粤东千万千瓦级基地，加快 8 兆瓦及以上大容量机组规模化应用，促进海上风电实现平价上网
贵州	《贵州省分散式风电开发建设“十四五”规划》 ²⁶	规划建设规模为 170 万千瓦的分散式风电场，其中，“十四五”时期重点建设规模 50 万千瓦，“十四五”时期储备风电项目规模 50 万千瓦，远景储备风电项目规模 70 万千瓦
河北	《吉林省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》 ²⁷	到 2025 年，风电、光伏发电装机容量分别达到 4300 万千瓦、5400 万千瓦
河南	《关于进一步推动风电光伏项目高质量发展的指导意见》 ²⁸	争取 2025 年全省可再生能源装机达到 500 万千瓦以上，力争风电光伏发电新增 2000 万千瓦左右，奋力向构建以新能源为主题的新型电力系统目标迈进
海南	《海南省海洋经济发展“十四五规划”（2021-2025 年）》 ²⁹	在东方西部、文昌东北部、乐东西部、儋州西北部、临高西北部 50 米以浅海域优选 5 处海上风电开发示范项目场址，总装机容量 300 万千瓦，2025 年实现投产规模约 120 万千瓦
江苏	《江苏省“十四五”可再生能源发展专项规划》 ³⁰	到 2025 年底，全省风电发电装机达到 2600 万千瓦，其中海上风电并网装机规模达到 1400 万千瓦，力争突破 1500 万千瓦；陆上风电装机规模达到 1200 万千瓦
浙江	《浙江省能源发展“十四五”规划》 ³¹	到 2025 年，风电装机将由目前的 186 万 KW 增长到 630 万 KW，新增 444KW，在全省电力装机中占比达到 4.44%

²³ 参考文献：https://www.nx.gov.cn/zwgk/qzfwj/202103/t20210309_2620843.html

²⁴ 参考文献：https://www.ndrc.gov.cn/fggz/fzlgzgh/dffzgh/202105/t20210519_1280212_ext.html

²⁵ 参考文献：https://www.gd.gov.cn/zwgk/wjk/qbwj/yf/content/post_3268751.html

²⁶ 参考文献：

http://nyj.guizhou.gov.cn/zwgk/xxgkml/zcwj_2/jnwj/ptwj_2/202107/t20210729_69334120.html

²⁷ 参考文献：https://www.ndrc.gov.cn/fggz/fzlgzgh/dffzgh/202106/t20210611_1283092.html

²⁸ 参考文献：<https://www.pvmeng.com/2021/04/30/18818/>

²⁹ 参考文献：http://lr.hainan.gov.cn/ywdt_312/zwdt/202106/t20210608_2991346.html

³⁰ 参考文献：http://fzggw.jiangsu.gov.cn/art/2022/7/11/art_83783_10531644.html

³¹ 参考文献：https://www.zj.gov.cn/art/2022/5/19/art_1229505857_2404396.html

山东	《山东省能源发展“十四五”规划》 ³²	以海上风电为重点，积极推进风电开发。到 2025 年，风电装机达到 2500 万千瓦
广西	《广西加快发展向海经济推动海洋强区建设三年行动计划（2020-2022 年）》 ³³	截至 2022 年末，力争年产风电装备装机容量 1GW 以上，初步建成海上风电装机容量 0.5GW 以上；列入 2021 年保障性并网陆上风电建设方案的项目共有 56 个，共计 24814.5MW；列入 2021 年保障性光伏发电项目建设方案的项目共有 47 个，共计 4660MW
四川	《四川省“十四五”光伏、风电资源开发若干指导意见》 ³⁴	到 2025 年底建成光伏、风电发电装机容量各 1000 万千瓦以上
内蒙古	《关于印发自治区国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要的通知》	到 2025 年，新能源成为电力装机增量的主体能源，新能源装机比重超过 50%

资料来源：各省市网站

四省率先推出海风补贴，省补加速推动海上风电向平价过渡。2022 年 11 月，上海市出台《上海市可再生能源和新能源发展专项资金扶持办法》，办法明确对于深远海海上风电项目和场址中心利安距离大于等于 50 公里近海海上风电项目奖励标准为 500 元/KW，根据项目建设规模给予投资奖励，分 5 年拨付，每年拨付 20%。单个项目年度奖励金不超过 5000 万元，对场址中心离岸距离小于 50 公里近海海上风电项目，不再给予奖励。至此，上海成为自广东、山东和浙江后第四个推出海风补贴的省级行政区，上海也是首个针对深远海海风项目提出补贴的省级行政区。海上风电建设作为产业发展绝对重心，各地推出的补贴政策，一方面在现阶段帮助提升海上风电项目经济性，另一方面将持续刺激产业链各环节进一步降本增效，保证风电产业可持续发展。

³² 参考文献：http://www.shandong.gov.cn/art/2021/9/6/art_100623_39080.html

³³ 参考文献：http://www.gxzf.gov.cn/zfwj/zzqrmzfbgtwj_34828/2020ngzbwj_34844/t6486169.shtml

³⁴ 参考文献：<https://guangfu.bjx.com.cn/news/20210621/1159181.shtml>

图表 23 四省海上风电补贴政策

地区	日期	政策/会议	补贴内容
广东省	2021.06	《促进海上风电有序开发和相关产业可持续发展的实施方案》 ³⁵	2018 年底前已完成核准、在 2022 年至 2024 年全容量并网的省管海域项目，对 2025 年起并网的项目不再补贴；补贴标准为 2022 年、2023 年、2024 年全容量并网项目每千瓦分别补贴 1500 元、100 元、500 元
山东省	2022.04	山东省政府新闻办	2022-2024 年建成并网的“十四五”海上风电项目，分别按照每千瓦 800 元、500 元、300 元的标准给予补贴。补贴规模分别不超过 200 万千瓦、340 万千瓦、160 万千瓦。2023 年底建成并网的海上风电项目，免于配建或租赁储能设施
浙江省	2022.07	《关于 2022 年风电、光伏项目开发建设有关事项的通知》 ³⁶	2022-2023 年，全省享受海上风电省级补贴规模分别按 60 万千瓦和 150 万千瓦控制、补贴标准分别为 0.03 元/千瓦时和 0.015 元/千瓦时。以项目全容量并网的第二年开始，按等效年利用小时数 2600 小时进行补贴。2021 年底前已核准项目，2023 年底未实现全容量并网将不再享受省级财政补贴
上海市	2022.11	《上海市可再生能源和新能源发展专项资金扶持办法》 ³⁷	对深远海海上风电项目和场址中心离岸距离大于等于 50 公里近海海上风电项目奖励标准为 500 元/kW，根据项目建设规模给予投资奖励，分 5 年拨付，每年拨付 20%。单个项目年度奖励金额不超过 5000 万元。对场址中心离岸距离小于 50 公里近海海上风电项目，不再奖励

资料来源：各省市市政府网站

1.3.5 企业市场集中度高，头部企业固定

2021 年，中国新增装机主要分布在金风科技、远景能源、明阳智能、运达股份，四家企业新增装机容量占全国市场份额的 59%，其中仅金风科技占比就达到五分之一，国内风电企业市场集中度高，并有向更为集中化发展的趋势。2021 年，中国累计装机分布在金风科技、远景能源、明阳智能和联合动力，与新增排名变化不大，四家企业累计装机量超过全国的一半，其中金风科技占比为超四分之一。

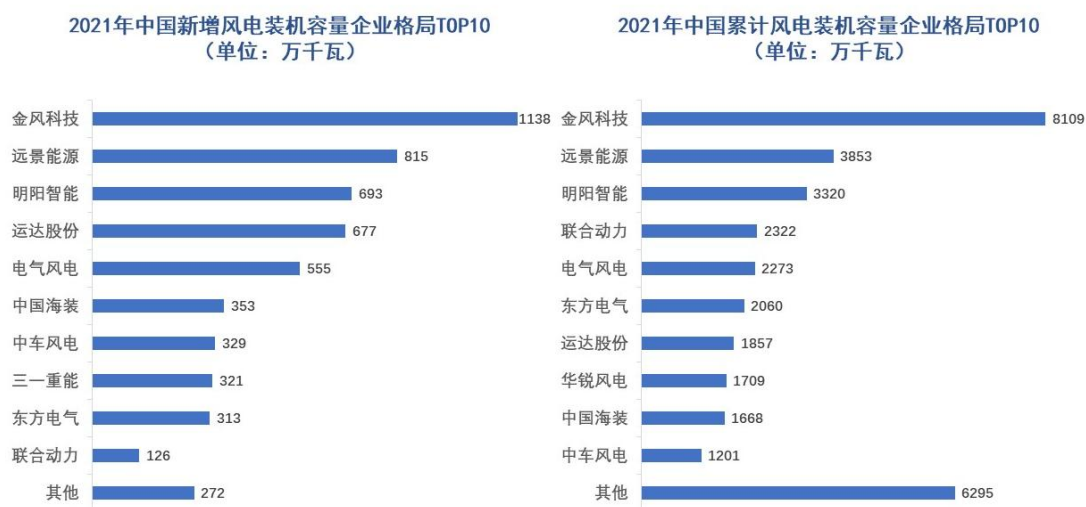
³⁵ 参考文献：https://www.gd.gov.cn/zwgk/wjk/qbwj/yfb/content/post_3316639.html

³⁶ 参考文献：<https://mguangfu.bjx.com.cn/mnews/20220705/1238578.shtml>

³⁷ 参考文献：https://fgw.sh.gov.cn/fgw_ny/20211101/bfc8ea8c28874b42a64b200bd9acc186.html

³⁸本节将对部分企业作出简要介绍。

图表 24 2021 年中国风电整机企业格局



资料来源：智研咨询

(1) 新疆金风科技股份有限公司是一家国内领军、全球领先的风电整体解决方案提供商，以强大科研创新和最佳业务实践，将可再生能源的效率提升至新高度。金风科技已实现全球风电累计装机容量超 92GW，在运维服务量超 56GW，逾 46,000 台运行风电机组，业务遍及全球 6 大洲、38 个国家。面向全球能源转型目标，金风科技将可再生能源与数字化技术深度融合，积极构建面向新型电力系统的零碳解决方案，在源、网、储、荷各能源环节进行优化和再造，创新能源资产管理模式，以更加智慧的能源互联网全面助力“碳中和”。³⁹金风科技具备海风先发优势、产品技术优势、盈利能力优势，连续十余年获国内新增市场占有率头名。

³⁸ 参考文献：<https://new.qq.com/rain/a/20220817A04GPC00>

³⁹ 参考文献：<https://www.goldwind.com/cn/about/detail/>

(2) 明阳智慧能源集团股份有限公司成立于 2006 年，总部位于广东中山。致力于打造清洁能源全生命周期价值链管理与系统解决方案的供应商。在 2022 年全球新能源企业 500 强中位居第 15 位，稳居全球海上风电创新排名第一位。明阳智能主营业务包括新能源高端装备、兆瓦级风机及核心部件的开发设计、产品制造、运维服务、新能源投资运营。目前明洋智能主要战略客户包括中广核、三峡、华能、大唐等大型国有电力集团，投运遍布全国 700 多个风力发电场项目，产品远销至全球各地。⁴⁰

(3) 远景能源科技集团聚合全球可再生与智慧能源技术创新实力，以智能风电为切入，通过创造性的技术与设计，把能源科技打造为让人类生活更美好的产品，让充足、低价、安全的清洁能源走近人们的生活。远景能源收获的订单覆盖中国、法国、墨西哥、印度、越南、阿根廷等国家和地区。业务布局涵盖智能风机、智能风场、分布式风电、智慧储能等领域。⁴¹

(4) 上海电气风电集团股份有限公司主营业务为风力发电设备设计、研发、制造和销售以及后市场配套服务，同时推进风资源开发和服务业务，实现各块业务联动。电气风电在发展历程中创下多项中国及世界第一：2015-2021 年，海上风电新增装机量连续 7 年全国第一；2016 年、2021 年，

⁴⁰ 参考文献：<http://www.myse.com.cn/gsgk/index.aspx>

⁴¹ 参考文献：<https://www.envision-group.com/cn/rd.html>

海上风电新增装机量全球第一，截至 2021 年底海上风电市场占有率达到 33.6%。电气风电在全球布局有 6 大研发中心、10 个制造基地、7 个海陆服务大区。⁴²

1.4 吉林省产业现状

1.4.1 打造城市发展蓝图，规划产业布局

吉林省积极打造国家级清洁能源基地，充分利用西部地区风光资源富集、土地广阔的地域优势，加快实施“陆上风光三峡”“吉电南送等重大工程”，风机和叶片制造、制氢、储能等新能源装备制造项目在吉林加快集聚，形成省内消纳、外送和制氢等千万千瓦级基地，大幅提升吉林省清洁能源开发规模、供给能力和外送能力。从新能源发展总体格局看，吉林省落实“一主六双”高质量发展战略，依托区域资源和产业基础，打造“三区多园一高地”的新能源产业发展蓝图。

三区：指的是吉林中部新能源科技装备和示范应用核心区、西部生产供应和装备制造基地地区、东部调峰调频和应急保障拓展区。

中部新能源科技装备和示范应用核心区，范围覆盖长春市、吉林市、四平市（不含双辽市）、辽源市。集成科研力量和牢固的制造业基础，促进创新链和产业链融合，聚焦关键领域和“卡脖子”环节权力攻关，形成具有全国影响

⁴² 参考文献：我们的企业 (shanghai-electric.com)

力的新能源产业创新策源地，在省中部建设一批新能源科技装备特色产业园区。深度挖掘绿色电力和绿色氢能替代应用潜力，加快建立以高效、绿色、循环、低碳为重要特征的现代工业体系，大幅提高清洁供暖比例，探索新能源高比例消纳应用模式。

图表 25 吉林省新能源产业发展总体布局



西部生产供应和装备制造基地地区。范围覆盖白城市、松原市、双辽市。挖掘风光和土地资源富足特点，深入实施“陆上风光三峡”工程，推进建设“吉电南送”特高压通道，打造西部国家级清洁能源基地，打响国家松辽新能源基地核心区品牌。在省西部构建“中国北方氢谷”“中国北方云谷”和“绿电”示范产业园区、新能源装备制造产业园区，发展风能、太阳能、氢能等产业集群，建设清洁、低碳、安全、高效的现代能源产业基地。

东部调峰调频和应急保障拓展区。范围覆盖通化市、白

山市、延边州、梅河口市。利用“三江”流域山区丰富水力资源优势，打造千万千瓦级抽水蓄能电站集群有效支撑吉林电网乃至东北电网调峰调频需要。开发分布式光伏、浅层地热能等新能源品种，开展分布式能源应用示范。促进新能源与生态环保高度融合，促进东部区域产业实现绿色转型。

多园：指的是打造一批新能源制备制造特色产业园区，包括长春经济技术开发区，中韩（长春）国际合作示范区，白城、松原和双辽“绿电”示范园区，吉林辽源高新技术产业开发区，吉林通榆经济开发区等，以及依托各地经开区、高新区和工业集中区推行“区中园”和“园中园”概念，形成一批产值过亿、特色鲜明、配套完善的现代化园区，支撑新能源产业发展。

产业高地：指的是长春新能源科技装备特色产业高地。作用长春现代化都市圈制造业基础和科研资源优势，强化国家区域创新中心、长春新区、汽开区等国家级开发平台功能，主力新能源产业核心技术攻关，促进产业链、创新链、人才链、资金链、供应链、服务链有机结合，形成产学研用协同、打通全产业链。

1.4.2 风电驶入发展快轨，增速历史新高

根据国家统计局数据统计，2021年吉林省发电量累计值为959.6亿千瓦时，相比2020年增长近15亿千瓦时，同比

增长 1.58%。整体看，从 2015 年到 2021 年，吉林省发电量逐年上升，同比增长率有所波动。从发电结构看，2021 年吉林省风力发电量达到 118.9 亿千瓦时，占比 12.39%；火力发电量为 729.3 亿千瓦时，占比 76%；水力发电量为 82.4 亿千瓦时，占比 8.59%；太阳能发电量为 29.0 亿千瓦时，占比为 3.02%。风电已成为吉林省发电量第二高的能源类型，发电量在过去几年保持稳定增长。⁴³2021 年，全省风电光伏利用率为 97.62%，新能源利用水平显著提高。

图表 26 吉林省发电情况一览



资料来源：国家统计局

吉林省统计局公布数据，2022 年前三季度，吉林省风力发电量、太阳能发电量分别同比增长 82.7%和 54.2%。吉林省在过去一个阶段加快风电项目建设、挖掘潜力并网以及多侧发力消纳，全省新能源处于高速发展时期。截至 2022 年 9 月末，吉林省风电、太阳能项目装机共 1265 万千瓦（其中

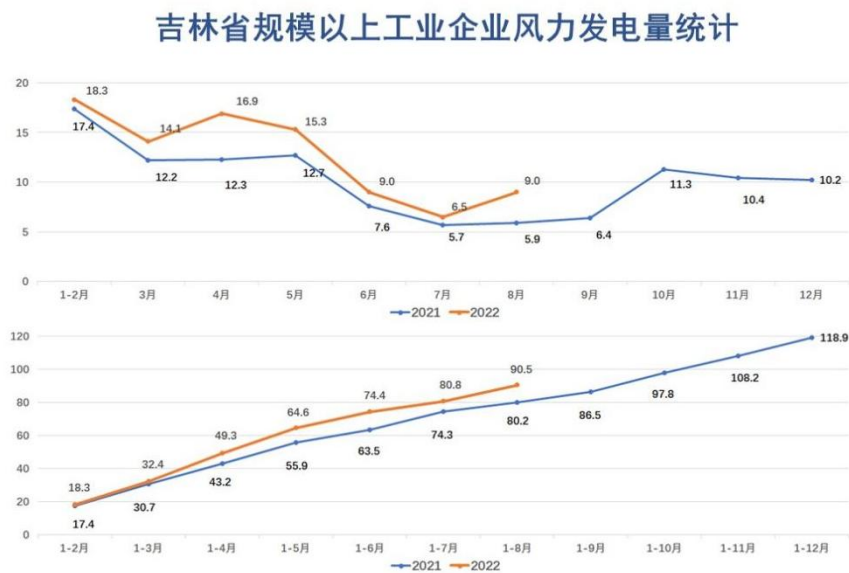
⁴³ 参考文献：<https://www.huaon.com/channel/distdata/782055.html>

风电达到 **884** 万千瓦), 同比增加装机 **312** 万千瓦, 增长率超 **30%**, 增速迎历史新高。⁴⁴

进入 2022 年, 吉林省规模以上工业企业风力发电量继续保持增长。2022 年 8 月, 吉林省规模以上工业企业风力发电量同比增长 **47.5%**, 达到 **9.0** 亿千瓦时, 增速较 2021 年同期高 **38.9** 个百分点, 较同期全国高 **19.3** 个百分点, 约占同期全国规模以上企业风力发电量 **462.6** 亿千瓦时的比重为 **1.9%**。同时 2022 年 1-8 月, 吉林省规模以上工业企业风力发电量同比增长 **7.1%**, 达 **90.5** 亿千瓦时, 增速较 2021 年同期低 **11.8** 个百分点, 较同期全国低 **2.5** 个百分点, 约占同期全国规模以上企业风力发电量 **4373.2** 亿千瓦时的比重为 **2.1%**。

45

图表 27 吉林省规模以上工业企业发电量统计



资料来源：吉林省统计局

⁴⁴ 参考文献：<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1748916084381166816&wfr=spider&for=pc>

⁴⁵ 参考文献：https://www.cir.cn/R_QiTaHangYe/2022-11

1.4.3 瞄准中上环节发力，推动风电发展

吉林省风能产业链上下游基本与全国产业链格局无异，伴随技术先进、带动作用突出的龙头企业扎根吉林，已基本形成从整机到叶片、塔筒及内构建的风电装备全产业链体系。上游包括叶片碳纤、玻纤、新型钢材等原材料，也有塔筒、叶片、发电机、轴承、主机、控制系统等风电机组关键零部件，以及大功率机组及部件、100 米级及以上叶片、叶片材料循环再生等技术研究；中游涉及大型风电基地，分散式、中低速风电开发和乡村风电开发；下游则涵盖工业、商业、居民用电和风电替代，“绿电”园区风电直供，特高压外送风电，风电制氢，风电运营和装备维修维护部分。据了解，吉林省将推动风电开发扩容增效的关键，放在了带动产业链中上游风电装备整机组装、零件制造等产业中上环节上，力争到 2025 年，风电装机容量累计达到 2200 万千瓦以上，风电装备产业规模达到 150 亿元。

图表 28 吉林省风电产业链全景图



从区域出发，吉林省已规划出风电发展的总体布局。将以西部白城、松原、双辽为中心，深度挖掘区域风能资源和土地资源的优势，突出大型风电基地和装备制造产业一体化布局、规模化发展，集中建设一批采用大型高效风电机组的先进平价基地。在长春、吉林、四平、辽源、延边等中东部地区，特色开展分散式、中低速风电项目，实现风电灵活开发和就近并网。发挥技术研发优势和制造业基础优势，探索高比例消纳应用场景和模式，打造风电科技装备特色产业园区和新能源消纳核心区。

1.4.4 政策聚焦发展痛点，风电前景利好

近年，吉林省在建风电装机是以前十几年的总和，吉林省在新能源产业发展正处于发力期。2022年下半年，省政府先后发布《吉林省电力发展“十四五”规划》、《吉林省新能

源和可再生能源发展“十四五”规划》、《吉林省新能源产业高质量发展战略规划（2022-2030年）》等规划文件，对风电产业发展给予科学性引领并提出重点任务。总的看，吉林省政策规划主要围绕风电产业以下几个痛点：

关键技术寻求破局。从原材料和关键零部件环节下功夫，补强风电整机、关键零部件等产品的自主研发能力，在工艺技术和检验检测步骤跻身国内先进水平。加强叶片碳纤、玻纤及新型钢材等原材料方面研发，顺应风电产业技术发展趋势。加强大功率风电机组设备的技术攻关，推动风电发电机向大功率迈进。

深挖风能资源潜力。有序实施“陆上风光三峡”重点工程，扩大西部地区的风电装机规模，积极组织省内多地的风电项目建设。充分开发风能资源，对规模较大、已完成外送能力建设的续建项目予以支持。积极推进乡村风电开发进程。

瞄准高端装备制造。把握风电发展方向，完成现有风电生产基地升级改造。将优势技术适配到风电领域，擦亮风电机组国产化名片。夯实吉林产业相关企业储备，提升龙头骨干企业、核心配套产品、锻长板重点领域、补短板突破环节的全产业链水平，特色发展大中小企业集群。

扩大风电消纳空间。探索风电消纳渠道，策动省内消纳、外送消纳和制氢消纳协作体系。在省内区域，借助西部绿色直供电示范工厂和示范园区，引导风电的终端应用，实现对

传统能源替代工作。在省外区域，构建“资源联合开发、绿电定向输送”的合作机制，强化吉林跨省电力输送能力。依托国家级绿氢规模化供应基地，实现风电就地制氢消纳通道。

图表 29 吉林省近年风电政策一览

日期	政策/会议	内容要点
2019. 01	《关于进一步优化区域协调发展空间布局的意见》	打造白城国家级高载能高技术基地。依托白城丰富的风能、太阳能，大力发展风电、光伏发电。充分利用电力优势，发展以高新技术支撑的高载能产业，重点建设储能产业和数据灾备基地
2020. 04	《2020 年风电、光伏建设通知》 ⁴⁶	明确了四个重点支持的方向，分别是西部地区新能源基地建设、传统电力企业转型发展、带产业项目和自愿参与市场交易化的项目。其中，通知中明确白城、松原等地区风光资源丰富、未利用土地多，是重点支持地区
2021. 03	《吉林省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》 ⁴⁷	结合吉林省“陆上三峡”工程建设，适时启动“吉电南送”特高压电力外送通道工程，打造松辽清洁能源基地，配套建设 300 万千瓦风电项目
2021. 07	吉林省委十一届九次全体会议 ⁴⁸	坚定不移推进绿色低碳发展。着力构建清洁低碳安全高效的能源体系，大力发展清洁能源，打造国家级新能源基地和绿色能源示范区。全力推进吉林“陆上风光三峡”、“吉电南送”特高压通道等重大能源项目建设，全力推进落实“11125”新能源发展重点任务，即“一个基地、一条通道、一条产业链，两个园区，五大工程”。
2022. 02	《关于支持我省西部地区建设国家级清洁能源基地的若干举措》 ⁴⁹	按照国家建设“松辽新能源基地”的目标任务，全力支持西部地区扩大风电、光伏发电等清洁能源开发规模，省内新能源建设计划指标向西部地区予以重点倾斜
2022. 08	《吉林省碳达峰实施方案》 ⁵⁰	推动风电、太阳能发电大规模开发和高质量发展，充分发挥我省西部地区丰富的风光资源和盐碱地、河滩地等未利用土地资源的优势，全力推进西部国家级清洁能源生产基地建设，实施“陆上风光三峡”工程，新增跨省跨区通道可再生能源电量比例原则上不低于 50%。到 2030 年，风电、太阳能发电装机容量达到 6000 万千瓦左右，生物质发电装机容量达到 160 万千瓦左右
2022. 11	《吉林省电力发展“十四五”规划》	“十四五”期间，稳步推进白城地区特高压直流配套风电基地建设，扩大西部白城、松原、四平双辽本地消纳风电规模。在中东部地区因地制宜开展分散式风电项目建设。积极推动吉林西部白城、松原地区风电就地制氢、分级消纳，实现风电制氢规模化发展，推动风电就地消纳。预计到 2025 年，全省风电装机达到 2200 万千瓦

⁴⁶ 参考文献：http://nyj.jl.gov.cn/tzgg/tzgg/202006/t20200615_7272387.html

⁴⁷ 参考文献：http://xxgk.jl.gov.cn/szf/gkml/202103/t20210330_7983210.html

⁴⁸ 参考文献：<https://news.bjx.com.cn/html/20210804/1167668.shtml>

⁴⁹ 参考文献：http://xxgk.jl.gov.cn/zcbm/fgw/xxgkmlqy/202202/t20220221_8398577.html

⁵⁰ 参考文献：http://xxgk.jl.gov.cn/szf/gkml/202208/t20220801_8528190.html

2022. 11	《吉林省新能源和可再生能源发展“十四五”规划》 ⁵¹	大力推进风电建设。充分发挥西部地区风资源优势、土地资源优势 and 并网条件优势，以白城、松原、四平西部地区为重心，大力提升风电基地开发规模，加快推进鲁固直流配套 300 万千瓦风电基地建设，稳步推进“吉电南送”特高压输电通道配套风电基地建设。在长春、吉林、延边等中东部地区因地制宜开发分散式风电项目，实现风电灵活开发、就近并网。力争到 2025 年，全省风电装机达到 2200 万千瓦
2022. 12	《吉林省新能源产业高质量发展战略规划（2022—2030 年）》 ⁵²	加快实施“陆上风光三峡”工程，推动风电开发扩容增效，带动中上游风电装备整机组装、零件制造等产业发展壮大。到 2025 年，风电装机容量累计达到 2200 万千瓦以上，风电装备产业规模达到 150 亿元

资料来源：吉林省政府官网

⁵¹ 参考文献：http://xxgk.jl.gov.cn/szf/gkml/202208/t20220824_8550117.html

⁵² 参考文献：http://xxgk.jl.gov.cn/szf/gkml/202212/t20221201_8641987.html

第 2 章 产业发展方向导航

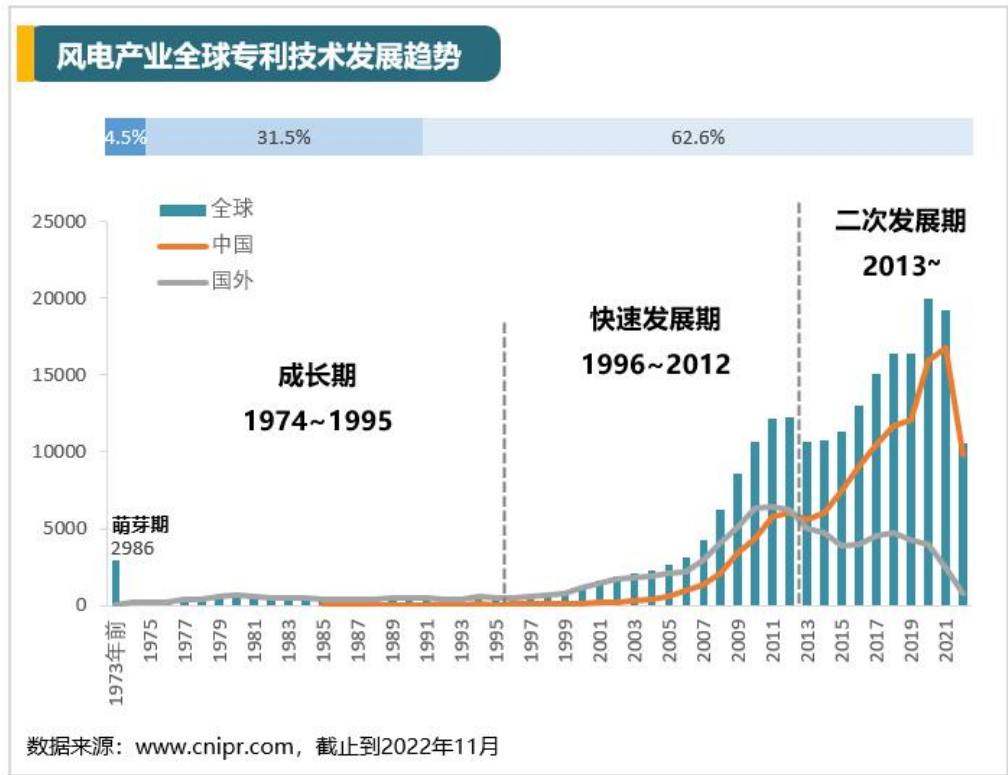
本节以全景模式揭示风电产业发展的整体趋势与基本方向，从风电产业结构调整方向、技术发展重点及热点方向着手，通过专利布局揭示产业结构调整方向、技术发展重点方向和研发热点方向。

2.1 全球专利申请现状

本节对风电产业的全球专利申请情况进行分析，具体包括全球专利的申请趋势、专利主要国家分布情况以及各技术分支的专利申请情况等。通过上述专利分析介绍，能够对风电产业的发展现状和专利申请趋势有整体的把握。

截至到 2022 年 11 月 30 日，全球风电产业专利申请超过 22.8 万件，产业萌芽期后，总体可以分为 3 个发展阶段。

图表 30 风电产业全球及主要国家/地区专利申请趋势



（1）成长期（1974~1995）

1973 年以前，风电产业年专利申请量不足 100 件，一直处于萌芽阶段。1974 年开始，风电产业年专利申请量超过 200 件，进入成长期，专利申请量稳定增长，年均专利申请增长率为 6.0%，该阶段的全球专利申请总量占目前风电产业专利积累量的 4.5%。这一阶段日本风电产业处于领先地位，专利申请数量远超其他地区，德国、美国和俄罗斯在风电产业也拥有一定优势。

（2）快速发展期（1996~2012）

1996~2012 年间，风电产业专利申请数量相对于前一阶段增长明显，年均专利申请增长率为 21.0%。该阶段，专利

申请量持续快速增长，到 2010 年时年专利申请量即突破 10000 件，2012 年专利申请量达到 12275 件。这一阶段，世界各发达国家均大力发展风电产业，中国、美国和韩国风电产业专利申请数量增长尤为突出，逐步超越日本，成为全球风电产业专利优势明显的国家。

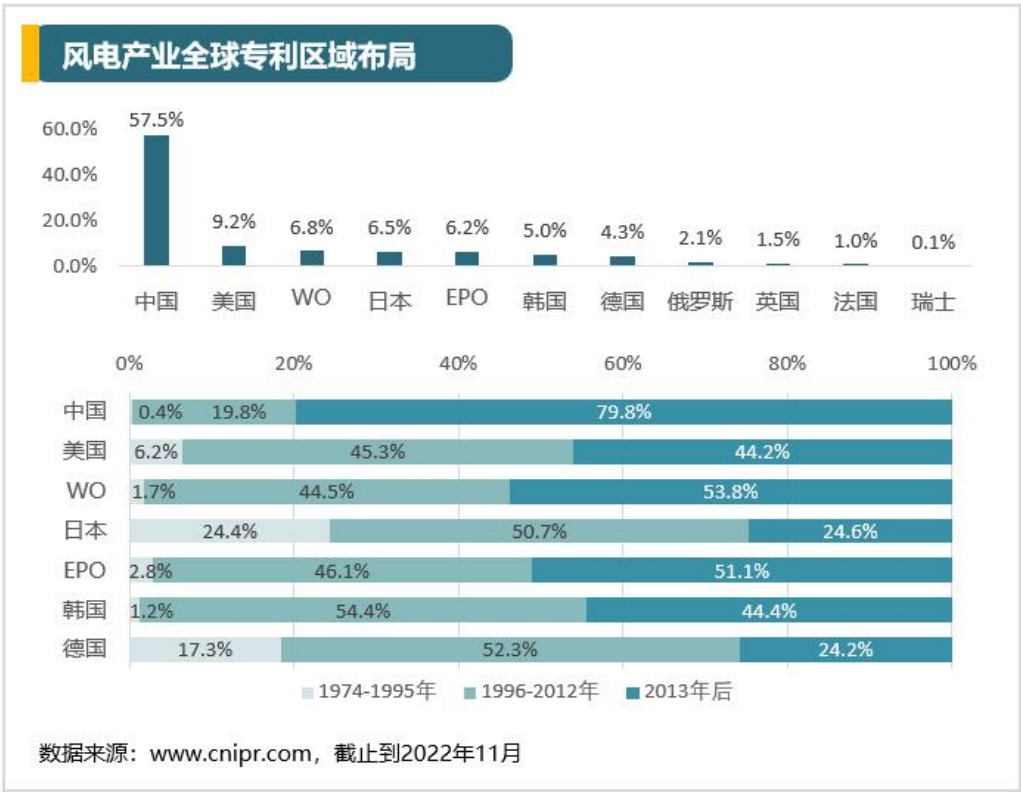
（3）二次发展期（2013 至今）

此阶段，风电产业的专利申请量呈现高位发展的趋势，虽然专利申请增长率有所减小（8.0%），但年专利申请量在 1 万至 2 万之间，偶有震荡。这一阶段，国外风电产业专利申请数量下降明显，但中国风电产业专利申请则非常突出，年均专利申请增长率为 15.1%，远超其他国家和地区。2021 年中国风电产业专利申请量达到 16753 件，是 2013 年的近 3 倍。

2008 年后，中国风电产业相关政策法规进一步完善，风电整机制造能力大幅提升。受益于国家和地方政策的支持和产业实际应用良好效益，目前中国已经成为全球风力发电规模最大、增速最快的市场。2021 年中国新增装机容量达到 55.9GW，占全球新增风电装机容量的 59.7%。中国风电产业相关技术正在以前所未有的速度追赶日美等发达国家，涌现了一批风电龙头企业，在世界范围积极投身风电项目建设。伴随着产业迅猛发展，中国专利申请量也呈爆发式增长，专

利积累数量已位居全球第一，占比高达 57.5%，远超其他国家和地区，成为目前全球最主要的专利布局国家。而之前专利布局优势较大的国家，如美国、日本、韩国和德国等，近十年专利申请均呈下降趋势，尤其是日本，近十年专利量占比不足其风电产业总体专利数量的 25%。德国专利布局量虽也有较大降低，但欧专局在风电产业的专利布局数量则大幅增加，显示出风电产业技术优势较大的德国企业在通过欧专局专利申请途径在全欧洲进行专利布局。

图表 31 风电产业专利技术分布国/地区



从风电产业各技术分支的专利申请情况来看，二级技术分支中，风力发电机专利积累数量最大，达到 101338 件，占风电产业专利量的 44.3%；控制技术和风电场相关专利数

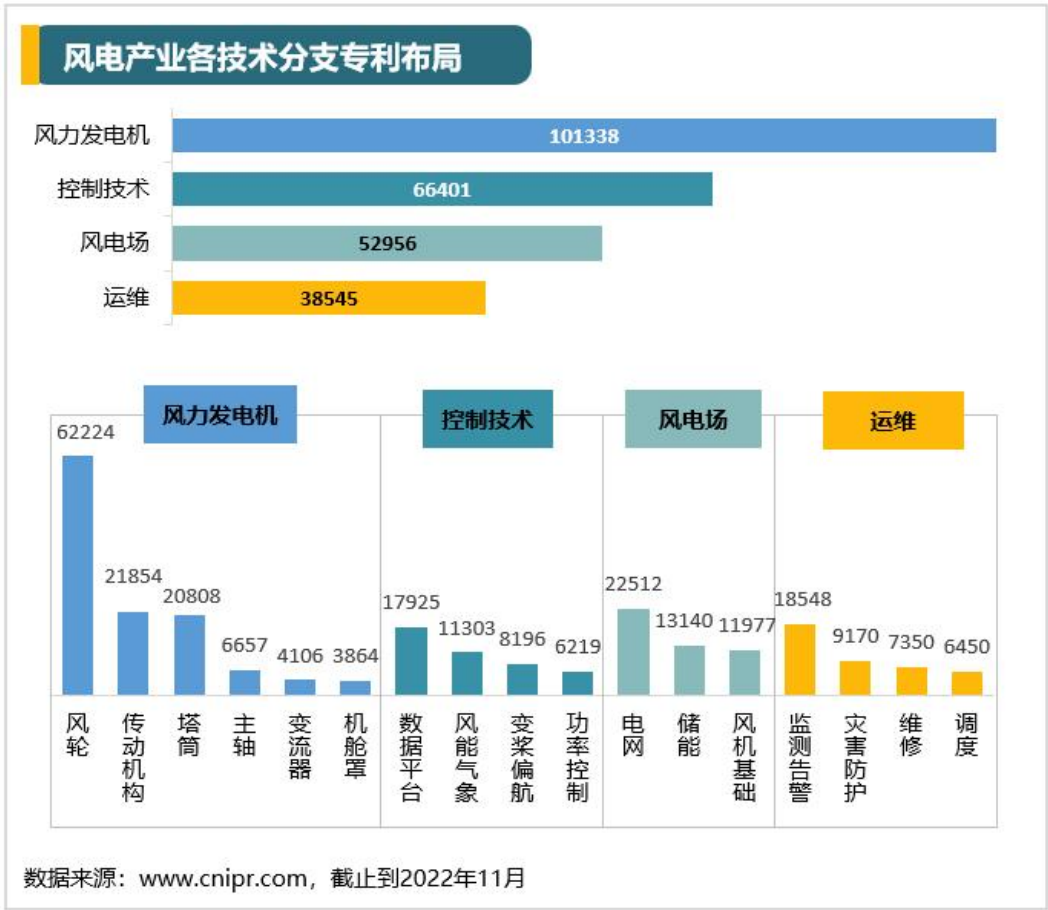
量相差不大，分别为 66401 件和 52956 件，占风电产业专利量的 29.0%和 23.2%；运维相关专利数量最少，为 38545 件，占风电产业专利量的 16.9%。

风电产业的风力发电机领域专利中，以叶片为主要部件的风轮相关专利数量最大，达到 62224 件，占风力发电机领域专利的 61.4%；以齿轮箱为主要部件的传动机构相关专利有 21854 件，占风力发电机领域专利的 21.6%；塔筒相关专利数量与传动机构专利数量相差不大，为 20808 件，占风力发电机领域专利的 20.5%；风力发电机领域主轴、变流器和机舱罩相关专利数量均不高，分别为 6657 件、4106 件和 3864 件，分别仅占风力发电机领域专利的 6.6%和 4.1%和 3.8%。

风电产业控制技术领域专利中，数据平台相关专利数量最多，达到 17925 件，占控制技术相关专利的 27.0%。该方向专利包括数据采集，算法及分析，软件平台，预测模型等等，是风电产业运行保持最佳状态的基础，因而受关注度最高，专利布局数量最大。控制技术中的风能气象专利数量也较多，达到 11303 件，该方向专利以风能测定和气象研究为基础，为提高风电发电效率打下基础。控制技术中也包含一定数量的变桨偏航及功率控制方向相关专利，二者数量相差不大，分别为 8196 件和 6219 件。风电机组如果要产生大量的电能，则需要正确定位。首先，机舱必须移动到面向主风面的位置，这就需要依靠偏航系统进行控制；同时，必须

根据风速等因素正确调整桨叶角度，这就需要依靠变桨系统
进行控制，因而变桨偏航控制系统是风电以最佳状态运行的
必要条件。而功率控制技术则为实现风力发电系统单位发电
功率所需成本最小化的目标提供有效的解决方法。由此变桨
偏航控制技术及功率控制技术在风电产业控制技术中也就
显得尤为重要。

图表 32 风电产业各技术分支专利申请情况



风电产业风电场领域专利中，以电网相关专利数量最多，
达到 22512 件，该方向专利以电网并网技术、各种地面电网
设备、缆线等内容为主，是风电场向外稳定送电的工作基础。

在风电场配置储能装置，可以降低发电计划偏差、减少弃风限电、提供调峰、调频等辅助服务，是风电场可持续稳定发展的重要内容，因而储能相关专利也较多，达到 13140 件。以风力发电机组在风电场基础建设为主的风电场中风机基础相关专利数量也较大，达到 11977。

风电场正式运营后，运维就显得尤为重要。运维技术主要包括运营过程中的监测告警、灾害防护、维修和电网输电调度等内容。监测告警技术是风电机组和风电场正常运营的保障，其相关专利数量最多，达到 18548 件，占运维技术的 48.1%；以防雷、防冰、防火、防漏电等为主要内容的灾害防护技术相关专利有 9170 件，占运维技术的 23.8%；以日常维护、维修及清洁为主要内容的维修技术相关专利有 7350 件，占比 19.1；以电网调度、风电消纳为主要内容的调度技术相关专利有 6450 件，占运维技术的 16.7%。

2.2 产业结构调整方向

专利申请数量可以反映产业结构情况，因而从专利申请数量的变化情况也可以看出产业结构调整的方向，当专利申请占比升高时，显示该方向是产业研发主体的关注热点，是产业结构调整的方向。

本节将从全球产业结构调整情况、主要国家产业布局、龙头企业（申请人已按同属集团进行合并）专利产出三

个方面出发，从不同角度分析其产业结构调整情况，了解产业发展重点及潜在方向。

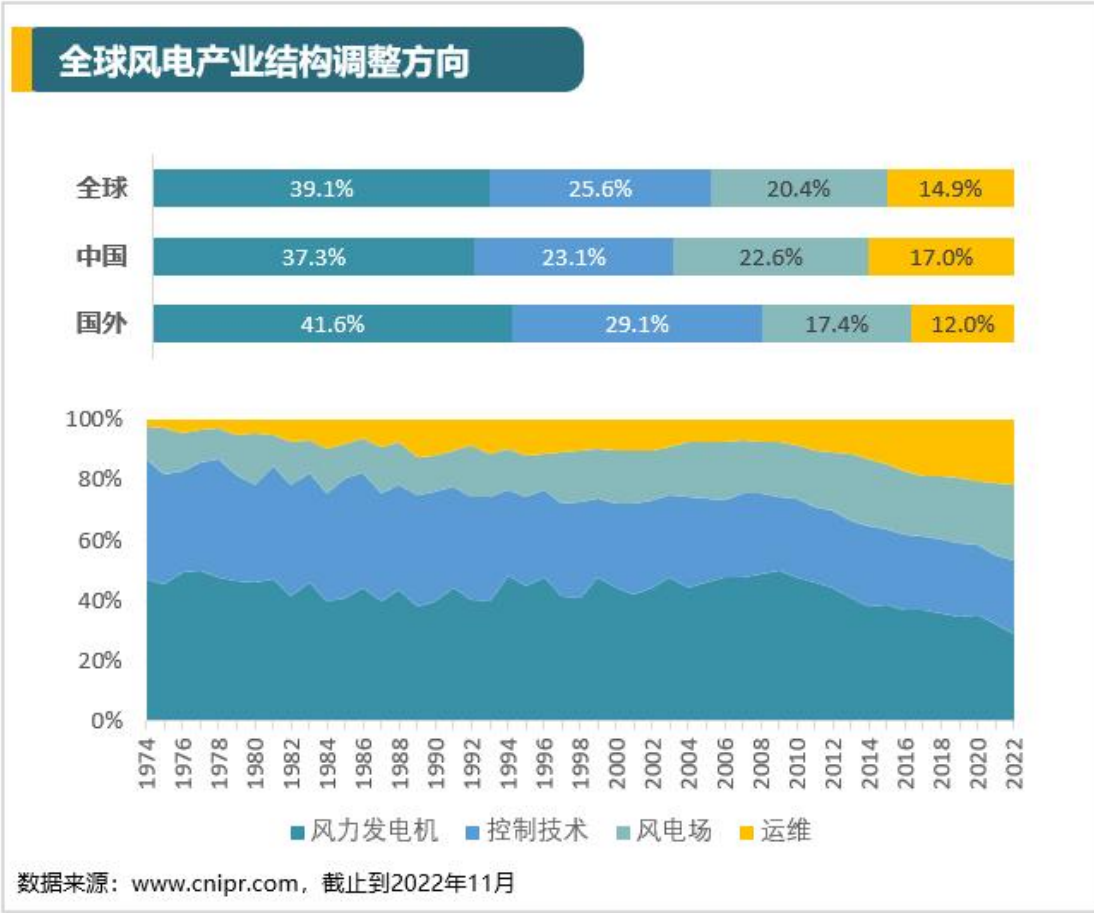
本报告将风力发电机划分为产业前端，涉及控制技术的划分为产业中端，涉及到风电场和运维的技术划分为产业后端。

2.2.1 全球产业结构调整方向

通过研究风电产业国内、国外各个技术领域的专利布局数量，可以反映全球产业结构变化情况，从而对风电产业结构的未来趋势做出分析判断，有利于产业发展和专利布局。

从全球、中国、国外的产业结构分布来看，风电产业的产业结构中，产业前端风力发电机是核心设备，专利占比均在 40%左右，其中国外最高为 41.6%，中国较低为 37.2%。产业中端控制技术专利占比也超过 25%，中国在该领域的专利占比仍明显低于国外。产业后端风电场和运维专利占比中，中国明显高于国外，显示出中国风电产业更为重视风电场和运维相关技术。

图表 33 风电产业全球产业结构调整方向

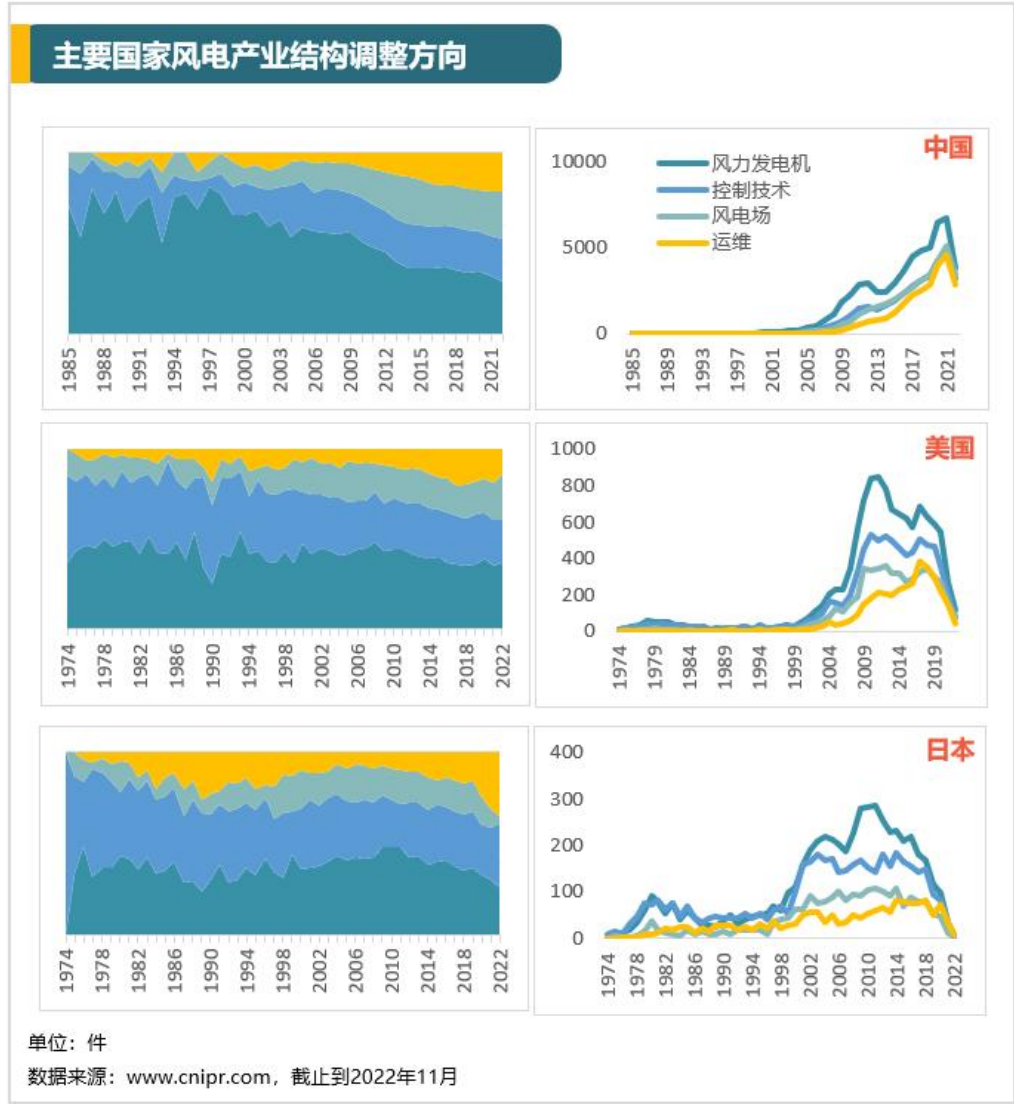


从技术分支的专利变化情况来看，风力发电机和控制技术相关技术的专利占比逐步下降，风电场和运维的专利占比大幅上升。显示出风电产业技术在由前端及中端（风力发电机和控制技术）向后端（风电场和运维）倾斜，产业结构的变化揭示了风电产业在风力发电机、控制技术制造达到高水平的情况下，创新主体更加注重风电场和运维来提高风电质量和竞争力，产业已进入成熟发展期。

2.2.2 主要国家产业结构调整方向

通过研究风电产业主要国家专利布局的数量，可以反映主要国家的产业结构变化情况。

图表 34 风电产业主要国家风电产业结构调整方向



1974 年风电产业开始进入成长期后，日本是风电产业专利布局的主要力量，布局的专利技术主要集中在风力发电机和控制技术领域；上个世纪 80-90 年代，日本风电产业开始向风电场和运维技术倾斜；2000 年后，风力发电机又重新成

为风电产业专利布局的主要构成，风电场专利布局也增加明显，是该阶段产业结构调整的重要方向。近十年来，运维技术相关专利占比增加明显，成为日本目前产业调整的重要方向。

2000年后，美国风电产业开始迅速发展，专利布局数量增长明显，至2006年后专利布局数量即已超过日本。快速发展初期，美国风电产业以风力发电机和控制技术专利布局为主，专利占比均维持在40%左右。近十年来，美国风电产业中运维技术专利布局占比增长明显，成为美国目前产业调整的重要方向，而控制技术专利占比逐渐下降，维持在35%左右。

中国风电产业起步较晚，至2006年开始才进入风电产业快速增长期，但增长速度非常快，且一直处于快速增长状态，年均增长率达到26.1%。中国风电产业结构中，风力发电机是初期创新的主要内容，占比达到50%左右，其次是控制技术，该领域专利布局占比约25%。2010年后，中国风电产业结构向风电场和运维领域倾斜，专利布局占比分别从2010年前的15%左右和5%左右增长到近年来的28%和25%左右，且运维技术的专利布局占比仍在持续提高中。

总体来看，近年来包括中国在内的主要国家风电产业结构均向风电场和运维技术领域倾斜，表明风电产业已经进入

技术成熟期，风力发电机和控制技术的技术已经较为稳定，在没有突破技术出现的情况下，该方向研发数量已趋平衡，产业内技术研发更活跃于风电场建设和运维技术领域。

2.2.3 龙头企业产业结构调整方向

风电产业在国家层面、技术层面、企业层面具有很强的集聚特性，具有明显的垄断特征。优势企业产业专利布局结构、专利布局结构变化往往代表了产业发展的重要方向，通过对比分析产业内龙头企业专利布局情况有助于我国企业从宏观层面把握产业发展的方向。

全球风电产业 TOP10 企业中，德国公司有 2 家，美国、丹麦和日本公司各 1 家，中国企业有 5 家。德国西门子 (Siemens) 公司申请量最高，为 7018 件，美国通用电气 (GE) 公司专利申请量为 6943 件，排名全球第二位，丹麦维斯塔斯 (Vestas) 公司专利申请量为 6067 件，排名全球第三位。从各龙头企业申请趋势看，欧美企业均在 2006 年至 2012 年间有过一次专利布局高峰期，从 2013 年开始经历 3 至 4 年整理期后，在 2017 年左右重新开始积极在风电产业布局专利。中国企业则大体从 2010 年开始一直持续在风电产业领域积极布局专利，一直处于快速增长期阶段；而日本企业专利布局高峰则在 2010 年左右，2012 年后专利布局数量持续减少。由此可见，风电产业企业的产业已由日本企业向欧洲、

美国、中国企业方向转移。

图表 35 风电产业代表性行业领先者（TOP10）总体情况

序号	申请人	专利量	申请趋势	近五年占比
1	西门子(Siemens,DE)	7018		41.7%
2	通用电气(GE,US)	6943		31.7%
3	维斯塔斯(Vestas,DK)	6067		36.2%
4	国家电网	5464		63.9%
5	金风科技	3903		66.4%
6	Enercon公司(DE)	3425		40.8%
7	三菱重工(Mitsubishi,JP)	2545		9.9%
8	明阳智慧能源	1422		69.1%
9	国家能源集团	1418		53.5%
10	华能集团	1392		97.1%

单位：件
数据来源：www.cnipr.com，截止到2022年11月

2004 年，西门子成功收购了丹麦 Bonus 能源公司，开始跻身全球主要风机供应商行列。2016 年，西门子又将当时排名全球第五的西班牙歌美飒（Gamesa）收入囊中，两者在主要市场和产品组合上形成互补，2022 年西门子能源公司收购西门子歌美飒剩余股权，西门子歌美飒成为西门子全资子公司。2021 年新增装机容量 8.64 GW，位居全球第三位⁵³。

⁵³ <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1728723571379637446&wfr=spider&for=pc>

美国通用电气（GE）公司于 1892 年创办，一百多年来，通用电气逐渐成长为美国工业巨头，其于 2002 年开始进入风电业务领域。得益于美国本土市场装机的迅猛增长，2020 年通用公司风电新增装机容量达到 13.53 GW，位居该年全球第一位⁵⁴。2021 年，新增装机容量有所降低，但也达到 8.30 GW，位居全球第五位。

丹麦企业维斯塔斯（Vestas）的历史最早可追溯到 1898 年，迄今已有 124 年。上世纪 70 年代，二次石油危机爆发，维斯塔斯开始看到风机作为替代型清洁能源的潜力。1979 年，维斯塔斯出售并安装了第一台风力发电机，由此正式踏上了风机制造之路，逐渐成为风电产业龙头企业。2021 年维斯塔斯新增装机容量 15.2GW，位居全球第一。

德国 Enercon 公司由工程师 Aloys Wobben 带领其团队于 1984 年创立，被誉为风能产业研究和发展的助推先锋力量。它作为全球研制兆瓦级风力发电机的领先企业，至 2004 年已安装了超过 7300 个风力发电机。Enercon 公司 2009 年装机总量仅次于维斯塔斯，位列全球第二，该公司同时也是德国目前最大的风机制造企业。但 Enercon 公司目前尚未进入中国市场。

三菱重工是日本领先的风电机组制造公司，其市场开拓重点在欧洲，该公司在海上风电领域拥有极大优势，三菱重

⁵⁴ https://m.thepaper.cn/baijiahao_11664566

工运用其拥有的桥梁等技术，率先使 5 兆瓦级风力发电机达到实用水平。2014 年，三菱重工与维斯塔斯合作成立三菱重工维斯塔斯海上风电合资公司（MVOW），共同开发海上风电市场。

得益于中国本土不断增长的风电装机容量，中国本土企业金风科技、明阳智慧能源 2021 年新增风电装机容量也分别达到 12.4 GW 和 7.53 GW，跻身全球十大风电整机制造商行列。

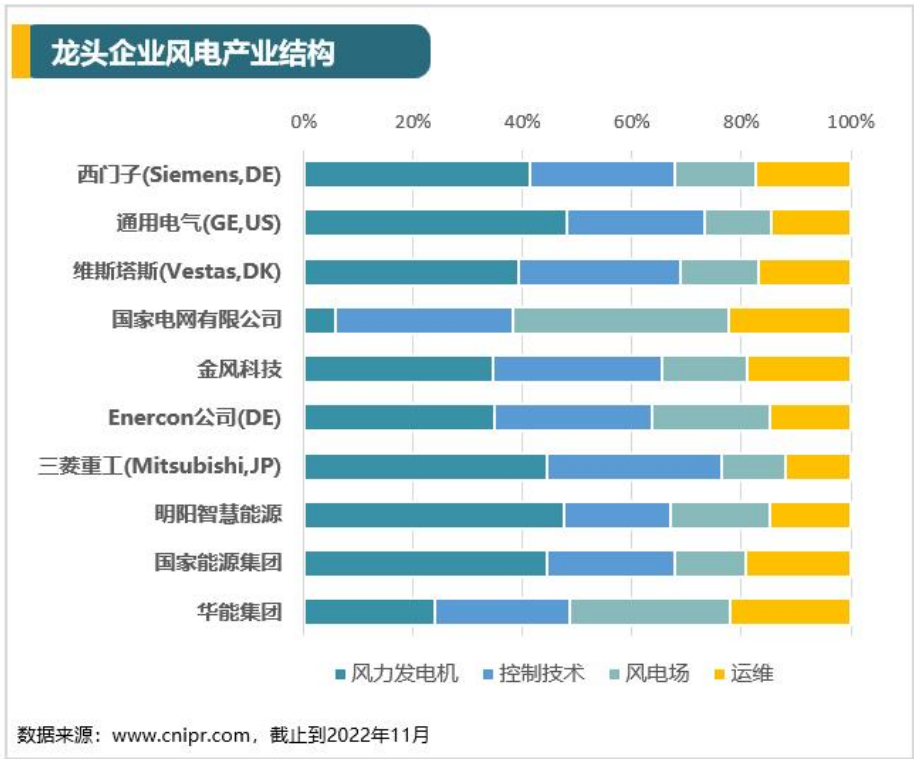
风电产业下游涵盖风电场的开发建设以及整机设备的运维服务，风电运营企业通过利用风能、转换为电能并借助输电线路送入电网。得益于中国不断增长的风电装机容量，以风电场开发及运营为主要业务的中国本土大型能源集团在风电产业的专利布局也非常突出。

综合专利申请实力、市场调研信息，本报告选取以下企业作为分析的重点，包含西门子(Siemens)、通用电气(GE)、维斯塔斯(Vestas)、国家电网、金风科技、Enercon 公司、三菱重工(Mitsubishi)、明阳智慧能源、国家能源集团、华能集团。

从龙头企业产业结构看，西门子、通用电气、维斯塔斯、金风科技、Enercon 公司、三菱重工、明阳智慧能源和中国国家能源集团均将风力发电机作为其核心业务方向，在风电

场和运维领域专利布局相对较少。中国国家电网公司和华能集团的核心业务则在风电场领域，在风电场领域专利布局最多，此外，这两家公司在运维领域专利布局也较多。除核心业务外，各公司都较为重视控制技术的专利布局，将控制技术作为次重要的专利布局技术方向。

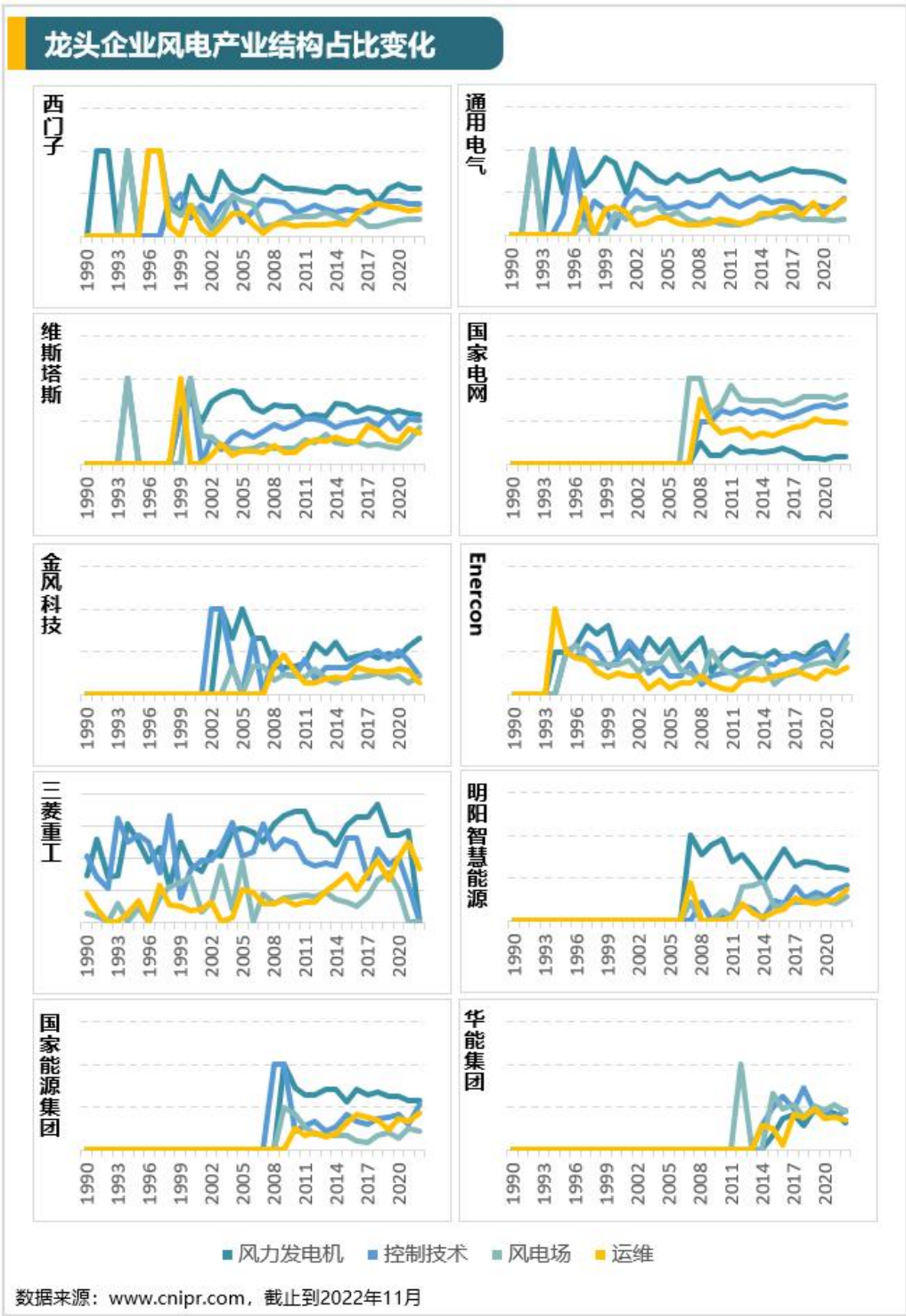
图表 36 风电产业龙头企业（TOP10）产业结构情况



从龙头企业产业结构调整方向来看，国外企业中，西门子以风力发电机起步，后逐步在风电场、控制技术、运维等领域布局专利，近年来西门子在风力发电机和控制技术领域保持较大专利布局力度外，逐渐减少了风电场的专利布局数量，而在运维领域增大了专利布局力度。通用电气在风力发电机和控制技术领域一直保持较大专利布局力度，在运维领

域专利布局占比近年来有所增加。维斯塔斯早期在风力发电机领域拥有更多专利布局，近年来在风力发电机和控制技术领域保持稳定的专利布局力度，另外在风电场和运维领域增大了专利布局力度。Enercon 公司在 2010 年前保持较大风力发电机专利布局占比，近十年来 Enercon 公司在风力发电机领域专利占比略有减少，在控制技术和运维方向专利占比有所提高。三菱重工一直在风力发电机和控制技术领域积极布局，近十年来除在风力发电机和控制技术领域保持活跃布局外，在运维方向的专利布局力度有所增加。

图表 37 风电产业龙头企业产业结构调整方向



国内企业中，国家电网一直在风电场和控制技术领域保持较大专利布局力度，近年来在运维领域专利布局力度有所增加。金风科技早期专利布局重点在风力发电机和控制技术

领域，后再风电场和运维领域专利布局力度也有所增加。明阳智慧能源和中国国家能源集团早期专利布局重点均在风力发电机领域，后在风电场领域也增加专利布局，近年来均在控制技术和运维领域专利布局力度增加明显。华能集团专利布局重点在风电场领域，近年来除保持在风电场领域的布局力度外，在运维领域增加了布局力度。

总体来看，国内外各公司除在自己主营业务和产品领域保持较大专利布局力度外，均在运维领域增加了专利布局力度，显示出各公司除重视风力发电机组建设，提高产品及业务质量外，均越来越重视风电场日常运营维护以及产品和业务售后服务工作。

2.3 技术研发重点及热点

本节通过风电产业链的各技术领域的专利布局及趋势分析、行业领先者的技术研发重点及热点、协同创新方向以及中国专利运营热点方向的分析，了解风电产业的重要技术及未来的热点发展方向。

2.3.1 专利申请趋势重点及热点方向

为了解风电产业链的各技术领域的关注程度及发展趋势，重点方向以专利布局总量为评价指标，热点方向以近五年专利申请量进行评价以及近五年活跃度综合评价。

从风电产业的专利布局重点方向来看，中国和国外在风力发电机中的重要技术方向均是风轮，风轮主要包括叶片、轮毂和整流罩，其中又以叶片的研发最受关注，中国和国外涉及风轮技术的专利申请分别有 31487 件和 30737 件，是风力发电机领域专利布局数量最多的方向。风力发电机领域中中国和国外传动机构和塔筒专利布局数量也均较多，远超过其他三个技术方向，是风力发电机领域次重要技术方向。控制技术领域中，中国和国外涉及数据平台的专利申请数量均最多，分别达到 9579 件和 8346 件。数据平台相关技术包括数据采集，算法及分析，软件平台，预测模型等等，是风电产业运行保持最佳状态的基础，因而受关注度最高，专利布局数量最大，是控制技术领域的重点技术方向。控制技术领域中的风能气象专利数量也较多，中国和国外分别达到 7681 件和 3622 件，是控制技术的次重要技术方向。风电场领域，中国和国外涉及电网的专利申请数量均最多，分别达到 15386 件和 7126 件，是风电场领域最为重要的技术方向。在运维领域，中国和国外监测告警技术专利申请数量均最多，分别达到 12099 件和 6449 件，远超其他方向，是运维领域最为重要的技术方向。

从风电产业近五年的专利布局重点方向来看，中国和国外近五年的专利布局重点和整体专利布局的重点方向基本一致。

图表 38 风电产业各技术领域细分方向专利申请趋势-
研发重点和热点方向

技术方向		中国			国外		
		专利总量	近五年专利量	近五年占比	专利总量	近五年专利量	近五年占比
风力发电	风轮	31487	16298	51.8%	30737	6404	20.8%
	传动机构	12384	7204	58.2%	9470	1777	18.8%
	主轴	4753	2091	44.0%	1904	299	15.7%
	变流器	2454	1248	50.9%	1652	341	20.6%
	机舱罩	2530	1509	59.6%	1334	302	22.6%
	塔筒	11506	7246	63.0%	9302	2319	24.9%
控制技术	风能气象	7681	4776	62.2%	3622	838	23.1%
	功率控制	2807	1724	61.4%	3412	771	22.6%
	变桨偏航	5307	3029	57.1%	2889	642	22.2%
	数据平台	9579	7372	77.0%	8346	2689	32.2%
风电场	风机基础	7001	5015	71.6%	4976	1184	23.8%
	电网	15386	9550	62.1%	7126	2026	28.4%
	储能	7550	4646	61.5%	5590	1272	22.8%
运维	监测告警	12099	8871	73.3%	6449	2597	40.3%
	灾害防护	5920	4021	67.9%	3250	1144	35.2%
	维修	4274	3514	82.2%	3076	1294	42.1%
	调度	5042	3779	75.0%	1408	404	28.7%

单位：件

数据来源：www.cnipr.com，截止到2022年11月

从风电产业专利近五年的活跃度来看，中国风力发电机领域中的热点方向为塔筒、机舱罩和传动机构，近五年专利活跃度均在 60%左右；国外风力发电机领域中的热点方向为塔筒和机舱罩，近五年专利活跃度分别为 24.9%和 22.6%。中国和国外控制技术领域活跃度最高的方向均为数据平台，专利活跃度分别达到 77.0%和 32.2%。中国在风电场领域的热点方向为风机基础，近五年专利活跃度分别为 71.6%；国外在风电场领域的热点方向为电网，近五年专利活跃度分别为 28.4%。中国运维领域研发最为热点的方向为维修和调度，

近五年活跃度分别为 82.2%和 75.0%；国外运维领域研发最为热点的方向为监测告警和维修，近五年活跃度分别为 40.3%和 42.1%。

2.3.2 龙头企业研发重点及热点方向

风电产业具备突出的高集中度和垄断特征，在专利申请方面，以西门子、通用电气、维斯塔斯为首的 TOP 10 创新主体专利申请量占据本领域专利申请总量的比例达到 17.3%。综合专利申请与市场经营状况，本节选取西门子、通用电气、维斯塔斯、国家电网、金风科技、Enercon 公司、三菱重工、明阳智慧能源、国家能源集团、华能集团 10 家企业进行专利布局重点和布局热点的分析，以期通过研究龙头企业专利布局特点总结本领域技术研发的重点和热点方向。

图表 39 风电产业龙头企业专利布局重点方向

技术方向	西门子	通用电气	维斯塔斯	国家电网	金风科技	Enercon	三菱重工	明阳智慧	国家能源	华能集团
风轮	2636	3817	2696	291	757	1137	1032	409	497	323
风力发电机构	432	524	383	125	185	167	310	221	186	66
主轴	129	77	123	37	71	19	177	42	126	9
变流器	124	133	134	101	186	67	32	55	18	20
机舱罩	161	72	234	12	141	28	134	56	76	45
塔筒	859	764	867	142	665	433	288	304	142	184
风能气象	192	235	260	678	327	122	137	77	105	164
功率控制	168	228	319	658	110	83	157	13	30	44
变桨偏航	238	338	419	82	531	26	195	157	151	55
数据平台	695	695	861	2196	386	277	340	66	97	249
风机基础	247	285	265	52	155	175	85	182	34	277
电网	827	704	963	3259	427	590	212	127	139	235
储能	136	127	149	1134	58	111	91	22	25	102
监测告警	757	838	844	531	686	365	220	169	217	330
灾害防护	488	345	448	123	198	197	102	73	97	120
维修	366	303	375	77	114	88	105	56	82	35
调度	143	123	172	1779	53	114	16	20	36	88

单位：件
数据来源：www.cnipr.com，截止到2022年11月

龙头企业专利布局基本围绕企业的主营产品进行，西门子、通用电气、维斯塔斯、Enercon 公司、三菱重工、中国国家能源集团均在风力发电机的风轮方向布局最多数量的专利。其中通用电气在风轮方向的专利布局数量达到 3117 件，占其风电产业领域专利比重高达 55.0%；Enercon 公司布局比重相对较小，但也达到 33.2%。国家电网在其主营业务电网方向布局专利达到 3259 件，占其风电产业领域专利的 59.6%。

总体来看，在研发重点方向上，风力发电机领域，10 家龙头企业均在风轮方向布局了最多数量的专利，8 家龙头企

业将塔筒作为次重要技术方向进行专利布局，三菱重工和国家能源集团 2 家企业则将传动机构作为次重要技术方向进行专利布局。控制技术领域，7 家龙头企业均在数据平台方向布局了最多的专利，作为其最为重要的技术方向；而我国的金风科技、明阳智慧能源以及国家能源集团则更为重视变桨偏航技术，在该方向布局了最多专利。风电场领域，8 家龙头企业均将电网作为最重要的技术方向，布局了最多的专利，而明阳智慧能源和华能集团则在风机基础方向布局了最多的专利，将其视为最重要的技术方向。运维领域，9 家企业均将监测告警作为最重要的技术方向，在监测告警方向布局的专利数据最多，而国家电网则在调度方向布局了最多的专利，将其作为最重要的技术方向。

从研发热点方向来看，在风力发电机领域，通用电气、金风科技、Enercon 公司、三菱重工和华能集团 5 家龙头企业近五年均在变流器方向保持活跃的研发；西门子、维斯塔斯、金风科技、国家能源集团以及华能集团 5 家龙头企业近五年均在塔筒方向保持较为活跃的研发；明阳智慧能源近五年则在风轮领域保持非常明显的研发活跃度，在风轮领域仍保持较活跃研发的还有西门子公司、国家能源集团以及华能集团。

在控制技术领域，除西门子、维斯塔斯和国家能源集团外，其余 7 家龙头企业均将功率控制作为近五年的研发热点。

而在风能气象和数据平台方向则各有 6 家龙头企业在近五年维持较为明显的研发活跃度。

在风电场领域，除西门子、通用电气和 Enercon 公司外，其余龙头企业均将储能作为近五年研发热点，近五年专利布局活跃度均较高。通用电气和 Enercon 公司则在电网方向保持较高的专利布局活跃度。

在运维领域，除国家电网外，其余 9 家龙头企业均将监测告警作为近五年的研发热点，专利布局活跃度均较高；而运维领域的维修方向也是龙头企业近五年研发较为活跃的方向，除金风科技和华能集团外，有 8 家龙头企业在维修方向保持较为活跃的专利布局。

图表 40 风电产业龙头企业专利布局热点方向

技术方向		西 门 子	通 用 电 气	维 斯 塔 斯	国 家 电 网	金 风 科 技	Ener con	三 菱 重 工	明 阳 智 慧	国 家 能 源	华 能 集 团
风 力 发 电 机	风轮	42.4%	33.3%	32.5%	54.6%	65.4%	42.7%	12.4%	77.3%	58.4%	98.1%
	传动机构	26.9%	32.3%	36.8%	46.4%	71.4%	51.5%	5.8%	62.9%	47.8%	98.5%
	主轴	24.8%	44.2%	43.1%	48.6%	35.2%	68.4%	1.1%	47.6%	30.2%	88.9%
	变流器	32.3%	42.9%	32.1%	52.5%	70.4%	59.7%	31.3%	27.3%	22.2%	100.0%
	机舱罩	38.5%	41.7%	39.3%	16.7%	61.0%	25.0%	2.2%	62.5%	30.3%	100.0%
	塔筒	47.7%	26.8%	45.9%	43.0%	68.7%	37.2%	11.8%	58.6%	54.2%	98.4%
控 制 技 术	风能气象	51.0%	28.1%	43.8%	58.0%	68.5%	41.0%	10.2%	87.0%	61.9%	95.1%
	功率控制	23.8%	45.2%	35.1%	60.6%	75.5%	56.6%	18.5%	92.3%	46.7%	100.0%
	变桨偏航	33.2%	32.8%	40.6%	30.5%	71.6%	42.3%	2.1%	84.1%	46.4%	96.4%
	数据平台	53.8%	36.4%	39.7%	70.9%	85.5%	47.3%	13.5%	90.9%	81.4%	96.0%
风 电 场	风机基础	30.8%	30.9%	33.6%	55.8%	63.9%	16.6%	11.8%	49.5%	32.4%	100.0%
	电网	33.1%	41.3%	35.4%	67.3%	67.9%	53.7%	7.5%	76.4%	41.0%	97.0%
	储能	41.2%	26.0%	42.3%	71.7%	70.7%	38.7%	28.6%	100.0%	56.0%	98.0%
运 维	监测告警	65.3%	44.7%	44.4%	49.9%	74.5%	49.9%	21.4%	89.9%	72.8%	98.5%
	灾害防护	66.2%	38.8%	45.5%	58.5%	53.5%	39.6%	30.4%	61.6%	45.4%	100.0%
	维修	68.9%	52.1%	61.6%	72.7%	67.5%	64.8%	22.9%	89.3%	85.4%	97.1%
	调度	27.3%	36.6%	37.2%	76.3%	83.0%	50.0%	31.3%	80.0%	44.4%	98.9%

数据来源：www.cnipr.com，截止到2022年11月

2.3.3 协同创新重点及热点方向

协同创新被认为是产业共性技术、关键技术研发的一种有效组织形式，将风电产业链的各细分技术领域协同创新所涉及到的专利申请进行统计分析，以期发现本领域研发的重点和热点。

从风电产业的专利布局重点方向来看，中国和国外在风力发电机中协同创新最重要的技术方向均是风轮，中国和国外涉及风轮技术的专利申请分别有 2271 件和 4751 件，是风力发电机领域专利协同创新数量最多的方向。风力发电机领

域中中国和国外传动机构和塔筒专利协同创新数量也均较多，远超过其他三个技术方向，是风力发电机领域次重要技术方向。控制技术领域中，中国和国外涉及数据平台的专利协同创新数量均最多，分别达到 3023 件和 1136 件，是控制技术领域的重点技术方向。风电场领域，中国和国外涉及电网的专利协同创新数量均最多，分别达到 4130 件和 1081 件，是风电场领域最为重要的技术方向。在运维领域，中国协同创新数量最多的是调度领域，而国外在监测告警方向的专利协同创新数量最多，显示出中国运维领域最为重要的技术方向是调度，而国外运维领域最为重要的技术方向是监测告警。

从风电产业近五年的专利协同创新重点方向来看，中国和国外近五年的专利协同创新重点和整体专利协同创新的重点方向基本一致。

图表 41 风电产业各技术方向协同创新分析

技术方向		中国			国外		
		协同创新专利 总量	近五年 协同创	近五年 活跃度	协同创新专利 总量	近五年 协同创	近五年 活跃度
风力发 电机	风轮	2271	1113	49.0%	4751	449	9.5%
	传动机构	817	400	49.0%	1438	149	10.4%
	主轴	306	125	40.8%	318	19	6.0%
	变流器	277	144	52.0%	272	24	8.8%
	机舱罩	166	98	59.0%	227	2	0.9%
	塔筒	1067	603	56.5%	1347	76	5.6%
控制 技术	风能气象	1260	831	66.0%	460	46	10.0%
	功率控制	843	552	65.5%	524	45	8.6%
	变桨偏航	500	293	58.6%	456	27	5.9%
	数据平台	3023	2272	75.2%	1136	170	15.0%
风电场	风机基础	1034	828	80.1%	795	112	14.1%
	电网	4130	2773	67.1%	1081	125	11.6%
	储能	1558	1085	69.6%	863	129	14.9%
运维	监测告警	1583	1100	69.5%	753	131	17.4%
	灾害防护	525	337	64.2%	434	62	14.3%
	维修	340	274	80.6%	361	76	21.1%
	调度	1997	1517	76.0%	233	41	17.6%

单位：件

数据来源：www.cnipr.com，截止到2022年11月

从风电产业专利近五年协同创新活跃度来看，中国风力发电机领域中协同创新的热点方向为塔筒和机舱罩，近五年专利活跃度均超过 56%；国外风力发电机领域中的热点方向为传动机构和风轮，近五年专利活跃度均超过 9%。中国和国外在控制技术领域协同创新活跃度最高的方向均为数据平台，专利活跃度分别达到 75.2%和 15.0%。中国在风电场领域协同创新的热点方向为风机基础，近五年专利活跃度分别为 71.6%；国外在风电场领域的协同创新热点方向为储能和风机基础，近五年专利活跃度分别为 14.9%和 14.1%。中国运维领域协同创新最为热点的方向为维修和调度，近五年活跃度分别为 80.6%和 76.0%；国外运维领域协同创新最为热

点的方向为维修，近五年活跃度分别为 21.1%。

2.3.4 中国专利运营重点及热点方向

通过了解中国风电产业各技术领域的专利运营信息，可以发现中国区域内该领域企业所关注的热点技术，从另一个侧面反映出技术的发展方向。

涉及专利运营的专利通常情况下属于产业内比较新的专利技术，可以说这些专利的运营动向也代表了专利运营的热点。

图表 42 风电产业中国专利运营重点和热点方向

技术方向		中国专利运营总量	近五年专利运营量	近五年活跃度
风力发电	风轮	2694	901	33.4%
	传动机构	1214	533	43.9%
	主轴	409	94	23.0%
	变流器	221	46	20.8%
	机舱罩	197	52	26.4%
	塔筒	881	345	39.2%
控制技术	风能气象	486	184	37.9%
	功率控制	190	46	24.2%
	变桨偏航	466	122	26.2%
	数据平台	396	198	50.0%
风电场	风机基础	377	165	43.8%
	电网	1103	337	30.6%
	储能	518	197	38.0%
运维	监测告警	699	325	46.5%
	灾害防护	459	204	44.4%
	维修	305	231	75.7%
	调度	241	92	38.2%

单位：件
数据来源：www.cnipr.com，截止到2022年11月

从风电产业的中国专利运营重点方向来看，在风力发电

机领域中，风轮是最为重要的技术方向，中国专利运营数量达到 2694 件，除风轮外，传动机构和塔筒的专利运营数量也较多，是次重点技术方向。控制技术领域，风能气象和变桨偏航方向的中国专利运营数量均较多，分别达到 486 件和 466 件，是中国专利运营重要技术方向。风电场领域，电网方向中国运营专利数量最多，达到 1103 件，是风电场领域中国专利运营最为重要的技术方向。在运维领域，监测告警技术的中国运营专利数量最多，是该领域最为重要的技术方向。

从风电产业近五年的中国专利运营重点方向来看，近五年的专利运营重点和整体专利运营的重点方向基本一致，但在控制技术领域，数据平台方向近五年专利运营数量增长较明显，成为该领域新的专利运营重点方向。

从中国风电产业专利运营近五年的活跃度来看，风力发电机领域的热点方向为传动机构、塔筒和风轮；控制技术领域的热点方向为数据平台及风能气象；风电场的热点方向为风机基础和储能；运维领域的热点方向为维修。

2.4 小结

1. 全球专利申请趋势：风电产业的专利申请量呈现快速发展的趋势，受益于国家和地方政策的支持和产业实际应用良好效益，目前中国已经成为全球风力发电规模最大、增

速最快的市场。因此中国风电产业专利申请非常突出，远超其他国家和地区。而之前专利布局优势较大的国家，如美国、日本、韩国和德国等，近十年专利申请均呈下降趋势，尤其是日本，近十年专利量占比不足其风电产业总体专利数量的25%。从风电产业各技术分支的专利申请情况来看，风电产业专利布局焦点在风力发电机领域，其次在控制技术和风电场领域，运维相关专利数量最少。

2. 全球产业结构调整方向：风电产业技术整体在逐渐由前端及中端（风力发电机和控制技术）向后端（风电场和运维）倾斜，风力发电机和控制技术相关技术的专利占比逐步下降，风电场和运维的专利占比大幅上升。包括中国在内的主要国家风电产业结构也呈现相同趋势，国内外各龙头企业除在自己主营业务和产品领域保持较大专利布局力度外，也均在运维领域增加了专利布局力度，表明目前风电产业在风力发电机、控制技术制造达到高水平的情况下，创新主体更加注重风电场和运维来提高风电质量和竞争力，产业已进入成熟发展期。

3. 产业重点和热点方向：

（1）专利申请趋势重点和热点方向：在专利布局重点方面，中国和国外的风轮均是风力发电机领域专利布局数量最多的方向，是该领域最为重要的技术方向，而中国和国外传动机构和塔筒专利布局数量也均较多，远超过其他三个技

术方向，是风力发电机领域次重要技术方向；控制技术领域中，中国和国外最为重要的技术方向均为数据平台，而风能气象是控制技术的次重要技术方向；风电场领域，中国和国外涉及电网的专利申请数量均最多，是风电场领域最为重要的技术方向；在运维领域，中国和国外监测告警技术专利申请数量均最多，远超其他方向，是运维领域最为重要的技术方向。在专利布局热点方面，中国风力发电机领域中的热点方向为塔筒、机舱罩和传动机构，国外风力发电机领域中的热点方向为塔筒和机舱罩；中国和国外控制技术领域活跃度最高的方向均为数据平台；中国在风电场领域的热点方向为风机基础，国外在风电场领域的热点方向为电网；中国运维领域研发最为热点的方向为维修和调度，国外运维领域研发最为热点的方向为监测告警和维修。

（2）龙头企业研发重点和热点方向：在专利布局重点方面，风力发电机领域，10家龙头企业均在风轮方向布局了最多数量的专利，8家龙头企业将塔筒作为次重要技术方向进行专利布局；控制技术领域，7家龙头企业均将数据平台作为最为重要的技术方向；风电场领域，8家龙头企业均将电网作为最重要的技术方向；运维领域，9家企业均将监测告警作为最重要的技术方向。在专利布局热点方面，在风力发电机领域，各有5家龙头企业近五年在变流器方向和塔筒方向保持较为活跃的研发；在控制技术领域，有7家龙头企

业将功率控制作为近五年的研发热点，而在风能气象和数据平台方向则各有 6 家龙头企业在近五年维持较为明显的研发活跃度；在风电场领域，7 家龙头企业均将储能作为近五年研发热点；在运维领域，9 家龙头企业均将监测告警作为近五年的研发热点，在维修方向也有 8 家龙头企业近五年研发较为活跃。

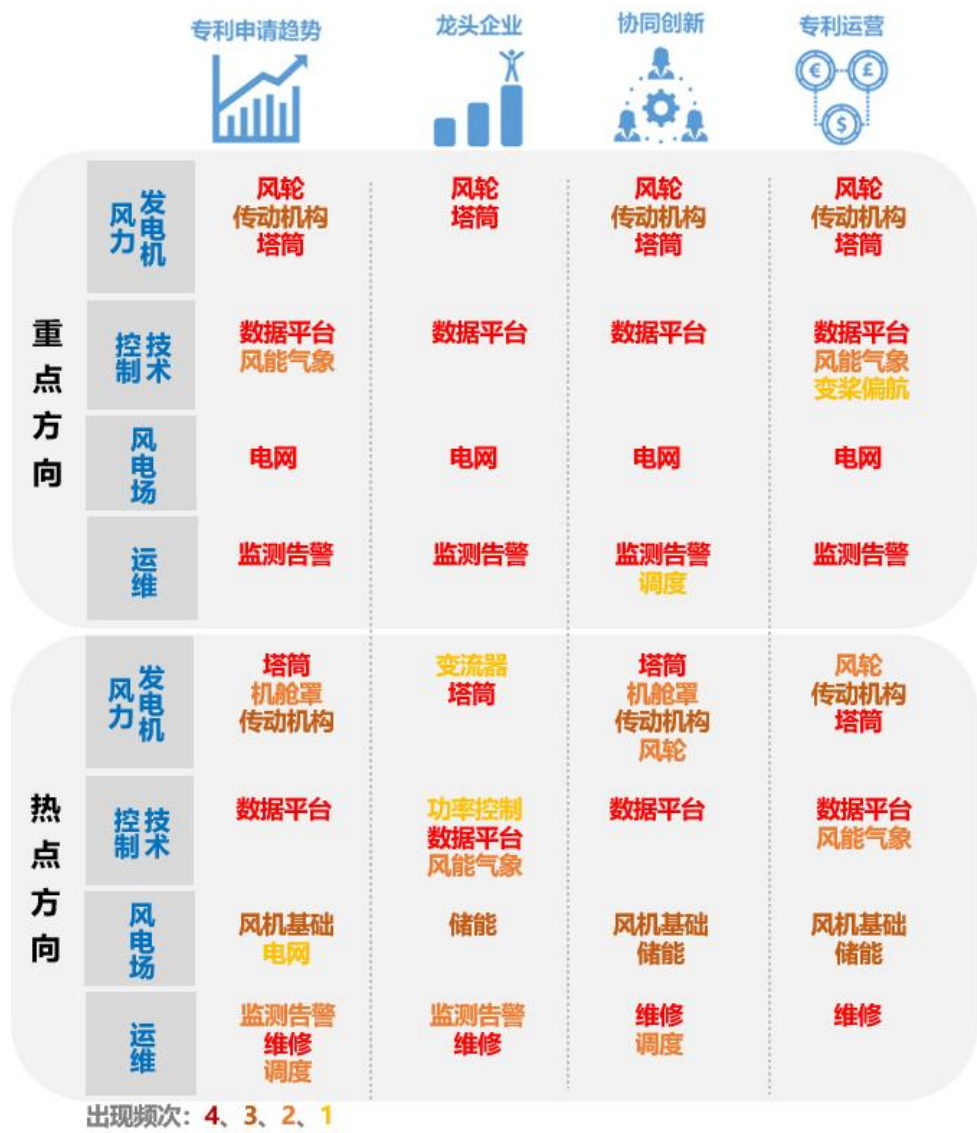
（3）协同创新重点和热点方向：在风力发电机领域中，中国和国外协同创新最重要的技术方向均是风轮，传动机构和塔筒是风力发电机领域次重要技术方向；控制技术领域中，中国和国外的数据平台均是最为重要的技术方向；风电场领域，中国和国外涉及电网的专利协同创新数量均最多，最为重要的技术方向；在运维领域，中国运维领域最为重要的技术方向是调度，而国外运维领域最为重要的技术方向是监测告警。中国风力发电机领域中协同创新的热点方向为塔筒和机舱罩，国外的热点方向为传动机构和风轮；中国和国外在控制技术领域协同创新活跃度最高的方向均为数据平台；中国在风电场领域协同创新的热点方向为风机基础，国外在风电场领域的协同创新热点方向为储能和风机基础；中国运维领域协同创新最为热点的方向为维修和调度，国外运维领域协同创新最为热点的方向为维修。

（4）中国专利运营重点和热点方向：在风力发电机领域中，风轮是最为重要的技术方向，除风轮外，传动机构和

塔筒的专利运营数量也较多，是次重点技术方向；控制技术领域，风能气象和变桨偏航方向是中国专利运营重要技术方向，而数据平台方向近五年专利运营数量增长较明显，是该领域新的专利运营重点方向；风电场领域，电网方向是风电场领域中国专利运营最为重要的技术方向；在运维领域，监测告警技术是该领域最为重要的技术方向。风力发电机领域的热点方向为传动机构、塔筒和风轮；控制技术领域的热点方向为数据平台及风能气象；风电场的热点方向为风机基础和储能；运维领域的热点方向为维修。

产业重点和热点方向总体情况见下图。

图表 43 风电产业重点和热点总体情况



第3章 吉林产业创新能力定位

3.1 产业创新环境定位

本章节重点聚焦吉林省风电产业在全球和我国产业链的基本定位。本章节立足吉林省风电产业现状，以专利信息对比分析为基础，将吉林省风电产业的技术、人才、创新主体等要素资源在我国产业链中进行定位，明确吉林省风电产业发展定位。

图表 44 吉林省风电产业创新实力总体定位

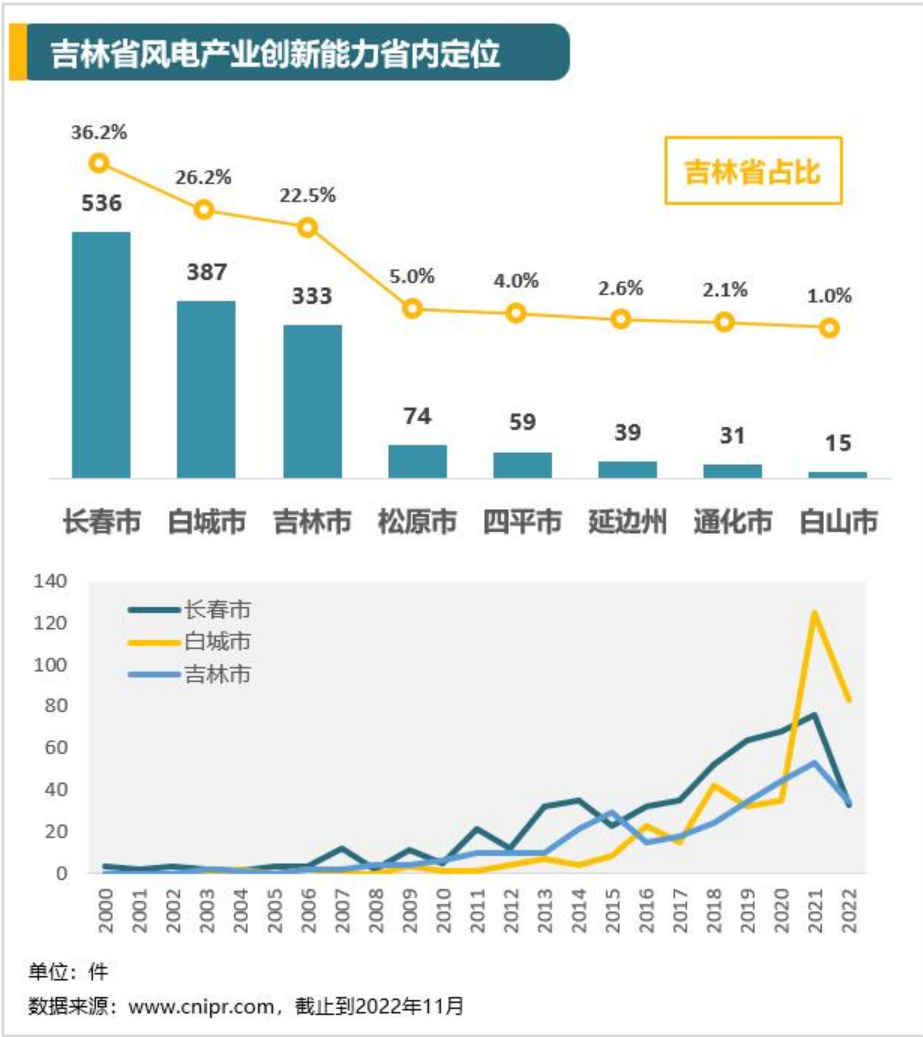


国内省市年专利申请数据结果见上图，从吉林省所处的宏

观创新环境来看，吉林省风电产业的专利申请量为 1479 件，居全国第 23 位，占全国专利申请总量的 1.1%，专利申请总量和占比均不具备优势。

从吉林省风电产业专利申请趋势看，吉林省自 2007 在风电产业领域有较为明显的专利申请增长，2018 年后年专利申请量突破 100 件，近五年年专利增长率达到 28%，风电产业在吉林进入快速增长阶段。近五年专利申请活跃度高于全国 58.4% 的水平，也比大部分 TOP10 省市要高，显示出近年来吉林省风电产业发展势头较好。

图表 45 吉林省风电产业创新实力省内定位



从吉林省内各城市的申请占比上看，长春市的风电产业的专利申请量在吉林省居首位，申请总量占吉林省专利申请量的 36.2%；白城市的申请数量为 387 件，占吉林省专利申请量的 26.2%；吉林市的申请数量为 333 件，占吉林省专利申请量的 22.5%。三个城市在省内有较大优势，共占吉林省风电产业 84.9%，属于第一梯队。其他城市与长春、白城和吉林市相比相差较大。

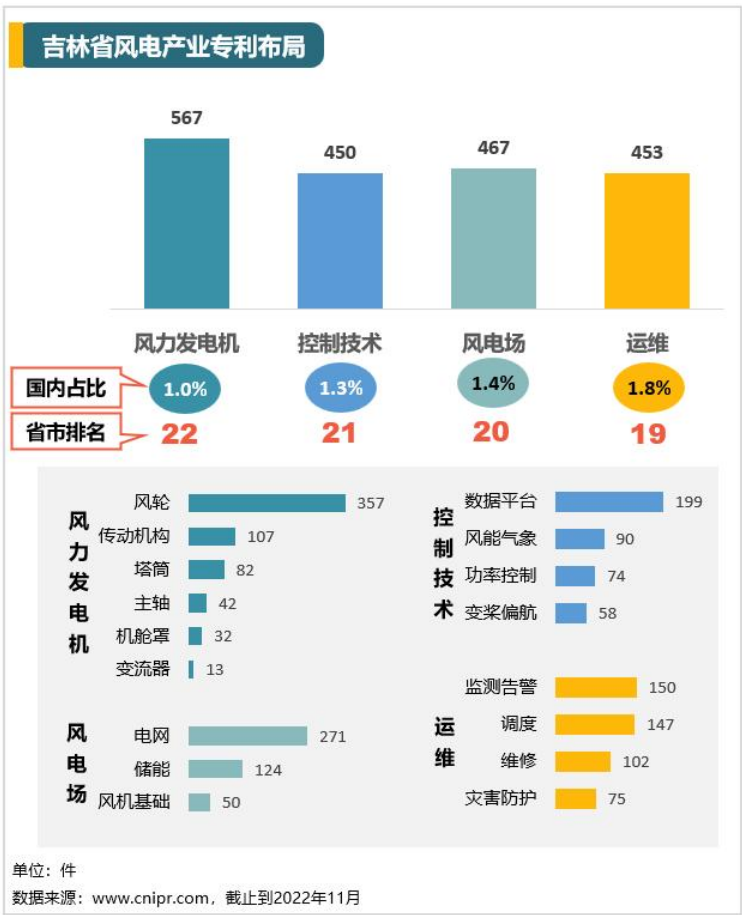
自 2007 年以来，吉林风电产业的年专利申请量呈现波动

增长的趋势，长春和吉林市专利申请较早，2015 年左右即形成较好的发展势头，白城市自 2016 年开始发力，在风电产业专利申请较为明显，但白城市后发有力，1021 年时，年专利申请量已经超过长春和吉林市。总体看来，长春、白城和吉林市的风电产业在全省产业环境下优势较为明显。

总体来说，吉林风电产业的整体创新实力在全国不具备优势。长春、白城和吉林市占全省申请量比重远超其他城市，近五年创新活跃度增加明显。

3.2 产业技术结构定位

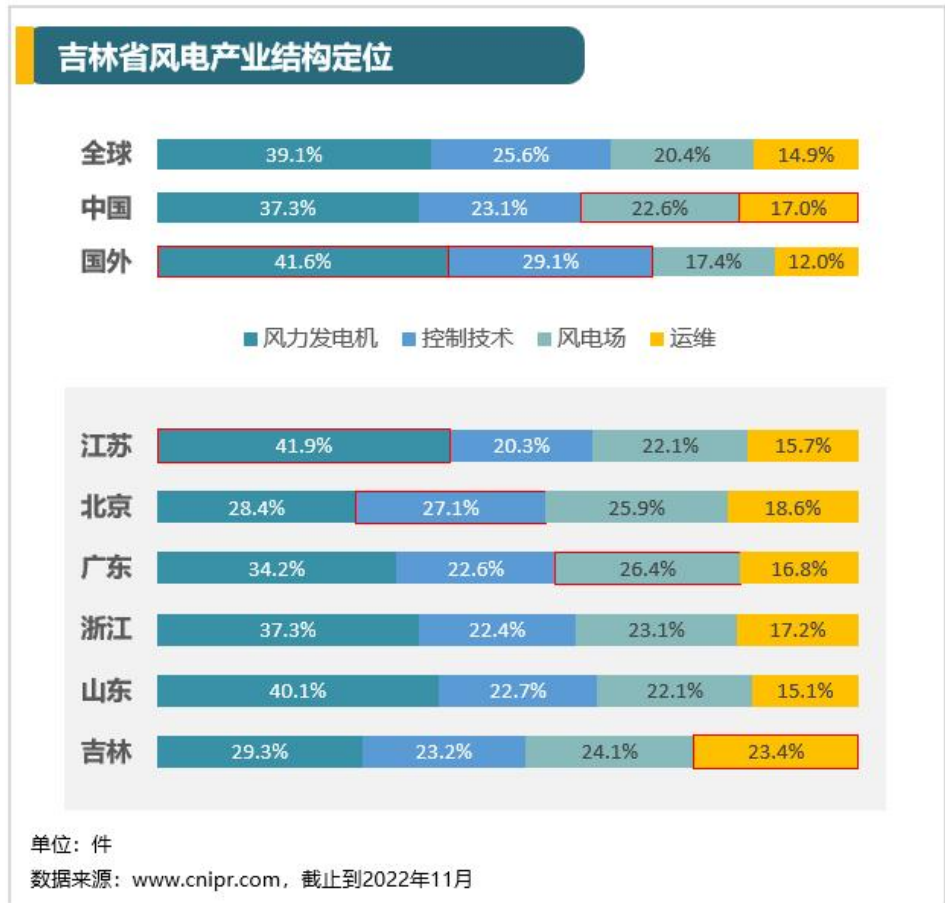
图表 46 吉林省风电产业发展方向分析



从吉林省风电产业结构发展变化情况看,吉林省目前风电产业风力发电机领域的布局专利较多,有 567 件,控制技术、风电场和运维领域的专利布局数量相差不大,分别为 450 件、467 件和 453 件。从国内占比情况来看,风力发电机国内占比最低,只有 1.0%,运维方向国内专利占比最高,达到 1.8%,控制技术和风电场领域的专利国内占比相差不大,分别为 1.3%和 1.4%。风电产业四个技术方向在省/直辖市中排名中均处于第 19-22 位左右,整体产业较为均衡,无明显优势产业结构。

吉林省风电产业在风力发电机领域的优势技术方向为风轮,专利布局达到 357 件;在控制技术领域的有所方向为数据平台,专利布局数量为 199 件;在风电场领域的优势技术方向为电网,专利布局数量为 271 件,在运维领域的优势方向为监测告警和调度,专利布局数量分别为 150 件和 147 件。

图表 47 吉林省风电产业结构对比



从产业结构来看，全球风电产业四个技术分支方向比例约为 2.6:1.7:1.4:1，即风力发电机占较大优势，控制技术和风电场相差不大，运维占比较少。中国整体的产业结构与全球、国外的产业结构基本类似，其中风电场和运维方向在产业中占比略高于全球和国外该占比，产业中风力发电机和控制技术占比则略低于全球和国外占比。

吉林省在风电产业运维方向的专利申请量占比为 23.4%，高于中国整体运维方向的占比 6.4 个百分点，也远高于国内主要风电优势省市在该方向的专利布局占比；吉林省在风电场方向的专利布局占比为 24.15%，也略高于中国整体风电场

方向的专利布局占比，与国内主要风电优势省市相比处于中等水平；吉林风力发电机方向专利布局占比为 29.3%，远低于中国整体和大部分风电优势省市；吉林省在控制技术方向的专利布局与中国整体相差不大，与风电优势省市相比也处于中等水平。

图表 48 吉林省风电产业专利布局结构调整对比
(2002-2022)



从吉林省产业结构发展变化情况看，从 2002 年到 2006 年期间，吉林省风电产业的三个技术方向中风力发电机方向占比为 83.3%，控制技术、风电场及运维方向占比相同。2007 年至 2011 年期间和 2012 年至 2016 年期间产业结构均有相似的变化趋势，即风力发电机方向占比明显减小，控制技术、风电场和运维方向占比逐渐增大。2017 年至 2022 年期间，风力发电机、控制技术及风电场方向占比均有所减少，而运维方向占比有明显增加。

对标其他省/直辖市及中国整体情况，不同年份期间产业结构随时间的占比变化趋势基本相同。中国整体产业结构变化中，风力发电机专利布局占比一直在减小，而运维技术方向专利布局则一直在增加，风电场方向在 2016 年前一直处于增长趋势，但 2017 年后，其产业专利布局占比有一定向下微调，在控制技术方向产业专利布局占比则一直没有太大变化，一直保持在 23% 左右。吉林省与产业优势省相比，在运维方向上的专利布局占比趋势类似，均是专利布局明显增加，并在近年对运维方向的布局明显高于江苏省等风电产业优势省。在风力发电机方向，吉林省一直下降的趋势与风电产业优势省相似，但占比下降趋势更加明显，近五年占比虽较北京略高，但明显低于江苏、广东、浙江、山东。吉林控制技术方向的趋势与江苏、北京类似，均为 2016 年前有一定增长，2017 年后则向下略有微调，该技术方向在广东、浙

江和山东省则一直处于稳定增长趋势。在风电场方向，吉林占比也呈现 2016 年前有一定增长，2017 年后则向下略有微调的趋势，与风电产业优势省产业专利布局变化情况相似。

总体来看，吉林省整体上在风电产业运维方向的专利布局优势非常明显，在风电场和控制技术方向的产业占比处于中等水平，在风力发电机方向产业占比则明显不足。与风电产业优势省相比，吉林省近年来明显进一步降低了风力发电机方向占比，增加了运维方向占比。

3.3 技术创新能力定位

3.3.1 产业链总体技术创新能力定位

图表 49 吉林省风电产业总体创新能力对比分析（专利数量&专利质量）

对标国内 重点省市	专利数量评价指标		专利质量评价指标				
	总量	全国 竞争度	发明专利量	发明专利 占比	有效专利 量	有效专利 占比	有效发明 专利量
中国整体	131474		68421	52.0%	55402	42.1%	19257
江苏	20075	15.3%	9647	48.1%	8925	44.5%	2347
北京	15284	11.6%	9274	60.7%	7153	46.8%	3441
广东	10632	8.1%	4912	46.2%	4792	45.1%	1248
浙江	8692	6.6%	4317	49.7%	3317	38.2%	1236
山东	7316	5.6%	3006	41.1%	3052	41.7%	783
吉林	1479	1.1%	704	47.6%	711	48.1%	193

单位：件
数据来源：www.cnipr.com，截止到2022年11月

与中国整体情况相比，吉林省的发明占比低于全国平均水

平的 52.0%约 4.4 个百分点，有效专利占比高于中国整体的 42.1%约 6 个百分点，发明专利数量和有效发明数量约为全国总量的 1.0%。

对标国内重要省/直辖市，吉林省的风电产业专利申请总量占比 1.1%，远低于前五位的江苏（15.3%）、北京（11.6%）、广东（8.1%）、浙江（6.6%）和山东（5.6%）的占比，处于国内风电产业专利申请量的第四梯队。从专利质量的相关指标来看，吉林省的发明专利占比高于山东和广东，低于江苏、北京和浙江，有效专利占比高于各风电产业优势省/直辖市，有效发明专利数量则低于各风电产业优势省/直辖市。

总体来看，吉林省的风电产业技术创新能力和专利竞争能力处于第四梯队水平，发明专利占比好于部分优势省/直辖市，专利有效性占比高于中国整体水平以及各优势省/直辖市。

3.3.2 产业链细分领域技术创新能力定位

图表 50 吉林省风电产业细分领域技术创新能力对比分析

技术方向		吉林省竞争力				全国近五年活跃度	重点省市专利量				
		专利申请量	全国排名	全国占比	近五年活跃度		江苏	北京	广东	浙江	山东
风力发电	风轮	357	22	1.1%	58.0%	51.8%	4691	3275	2171	1822	1616
	传动机构	107	24	0.9%	77.6%	58.2%	2140	1151	796	936	706
	主轴	42	22	0.9%	59.5%	44.0%	747	491	316	409	373
	变流器	13	24	0.5%	100.0%	50.9%	299	394	263	157	134
	机舱罩	32	18	1.3%	90.6%	59.6%	496	307	116	97	140
	塔筒	82	24	0.7%	72.0%	63.0%	1503	1681	825	576	751
控制技术	风能气象	90	22	1.2%	61.1%	62.2%	984	1456	530	479	378
	功率控制	74	10	2.6%	59.5%	61.4%	404	653	171	116	111
	变桨偏航	58	19	1.1%	89.7%	57.1%	721	975	282	296	301
	数据平台	199	15	2.1%	75.9%	77.0%	1153	2281	704	458	380
风电场	风机基础	50	23	0.7%	88.0%	71.6%	866	893	666	596	358
	电网	271	17	1.8%	73.4%	62.1%	2082	2887	1147	763	726
	储能	124	17	1.6%	66.1%	61.5%	1167	1057	672	470	395
运维	监测告警	150	21	1.2%	88.7%	73.3%	1433	2145	885	806	517
	灾害防护	75	22	1.3%	74.7%	67.9%	822	747	459	354	315
	维修	102	13	2.4%	94.1%	82.2%	708	408	297	280	177
	调度	147	12	2.9%	74.8%	75.0%	549	1120	351	231	233

单位：件

数据来源：www.cnipr.com，截止到2022年11月

在风力发电机领域中，吉林省以风轮、传动机构和塔筒为布局重点，以上细分技术专利数量较多，但是在省/直辖市排名中均仅位居 20 位左右，在国内占比也仅有 1%左右。控制技术领域中，吉林省以数据平台为布局重点，专利申请量为 199 件，在该领域中，吉林省在功率控制和数据平台方向具有相对优势，国内排名分别为第 10 位和 15 位，国内专利占比也均超过 2%。风电场领域中，吉林省的布局重点在电网方向，该细分领域方向专利布局数量最多，在国内排名 17

位，国内专利占比为 1.8%，细分领域创新能力属于中等水平。运维领域中，吉林省以监测告警和调度为布局重点，专利申请量在 150 左右，在该领域中，吉林省在维修和调度方向具有相对优势，国内排名分别为第 13 位和 12 位，国内专利占比也均超过 2%。

从近五年活跃度来看，吉林省在风力发电机领域的变流器、机舱罩方向近五年活跃度较高，90%以上专利均为近五年所布局；在控制技术领域的变桨偏航方向、风电场的风机基础方向、在运维领域的监测告警和维修方向近五年专利活跃度较高，远高于全国整体水平。这些近五年专利布局活跃的方向可能是未来发展方向。

对比其他优势省/直辖市的相关专利布局情况，江苏省和北京市在各技术方向的细分领域均具有较大优势，其中江苏省在风轮、传动机构、主轴、机舱罩、储能、灾害防护和维修方向专利布局数量最多；北京市在变流器、塔筒、风机基础、电网、监测告警、调度以及控制技术领域的 4 个细分技术方向实力很强，专利布局数量最多，去胶设备专利数量也全国领先，总体实力雄厚。

总体来看，吉林省在风电产业的专利布局覆盖较为全面，在功率控制、调度、维修和数据平台方向拥有一定竞争力。但在风力发电机领域除机舱罩外的各技术方向、控制技术领

域的风能气象方向、风电场的风机基础方向、运维领域的监测告警和灾害防护方向实力欠缺。近年来吉林以及在以上的变流器、风机基础和监测告警方向开始发力专利布局。

3.4 企业整合培育定位

3.4.1 吉林省风电产业创新主体地位总体定位

图表 51 吉林省风电产业创新主体总体对比分析

对标国内重点省市	专利申请量			创新能力			创新主体数量	申请人集中度
	企业	大专院校	科研机构	企业	大专院校	科研机构		
中国整体	89590	20815	2536	68.1%	15.8%	1.9%	19257	14.4%
江苏	15173	3145	198	75.6%	15.7%	1.0%	5740	13.1%
北京	12428	1909	1055	81.3%	12.5%	6.9%	4568	50.4%
广东	7283	919	178	68.5%	8.6%	1.7%	3507	22.9%
浙江	5501	1367	98	63.3%	15.7%	1.1%	3367	23.2%
山东	4349	1189	99	59.4%	16.3%	1.4%	3119	16.0%
吉林	771	447	8	52.1%	30.2%	0.5%	557	48.3%

单位：件

数据来源：www.cnipr.com，截止到2022年11月

吉林省风电产业共有 557 位创新主体⁵⁵，包括企业、大专院校、科研院所和个人。吉林主要的技术创新主体为企业，其中企业申请专利占 52.1%，大专院校的创新能力占比,30.2%，科研单位创新能力占比为 0.5%，申请人集中度为 48.3%。

对标国内重点省/直辖市，吉林省的企业专利申请量处于第四梯队，低于江苏、上海、广东、北京和浙江的企业专利

⁵⁵ 包括共同申请人

申请量，吉林省的企业专利申请量占比远低于中国整体、江苏、北京、广东、浙江和山东。吉林省的大专院校创新能力占比远高于中国整体、江苏、北京、广东、浙江和山东，科研单位创新能力占比低于中国整体、江苏、北京、广东、浙江和山东。吉林的创新主体规模远小于国内重点省/直辖市，但申请人集中度却仅低于北京，远高于江苏、广东、浙江和山东。

国内重点省、直辖市中江苏、上海、广东的企业申请量占比都较高，产业化具有明显优势；吉林的大专院校的专利申请数量虽然不多，但是占比却远高于其他省/直辖市，结合申请人数和申请人集中度可见吉林的风电产业的创新能力主要集中在重点企业和大专院校。

江苏的创新主体规模远高于其他省、直辖市，但申请人集中度不高，可见产业化程度较高；北京创新主要集中在企业，且申请人集中度较高，所以产业主要集中在大型企业，此外，北京则是大专院校和科研单位的创新能力较为突出，尤其是科研单位创新占比居全国首位，且申请人集中度较高，可见北京属于研发能力较强的区域。吉林企业申请占比不高，但大专院校专利占比居全国首位，且申请人集中度较高，可见吉林研发能力也较强。

总体看来，吉林省风电产业的主要的技术创新主体为企

业，但企业专利申请量处于全国第四梯队，不过大专院校科研能力非常突出。整体创新能力处于第四梯队，申请人集中度非常高。

3.4.2 吉林省风电产业创新主体定位

图表 52 吉林省风电产业 TOP10 创新主体对比分析



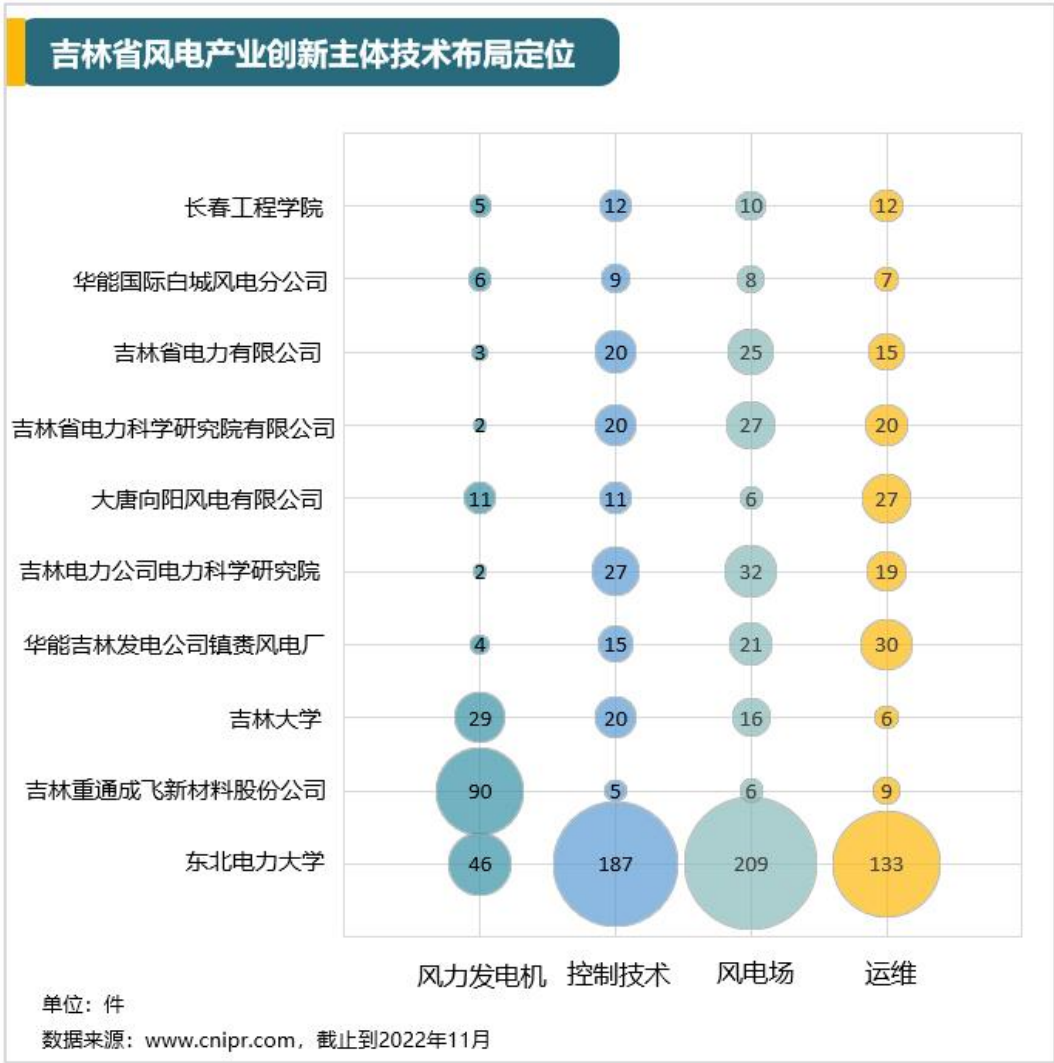
吉林省风电产业 TOP10 创新主体包括东北电力大学、吉林重通成飞新材料股份公司、吉林大学、华能吉林发电有限公

司镇赉风电厂、国网吉林省电力有限公司电力科学研究院、大唐向阳风电有限公司、吉林省电力科学研究院有限公司、国网吉林省电力有限公司、华能国际电力开发公司吉林白城风电分公司、长春工程学院。其中隶属于长春市的创新主体最多，有 5 位，隶属于白城市的创新主体也较多，有 4 位，隶属于吉林的创新主体有 1 位，是专利申请量最大的东北电力大学。

对比吉林的风电产业 TOP10 创新主体与中国 TOP10 情况。吉林省产业 TOP10 创新主体未在中国风电产业重点申请人中出现，并且申请人的专利拥有量与全国重要申请人的专利申请量差距较大。中国重要申请人中以企业为主，吉林省的 TOP10 申请人有 3 位为大专院校，7 位为企业，吉林省风电产业研发和技术转化能力可依托于东北电力大学、吉林大学、长春工程学院的强劲实力，另外吉林风电产业企业参与度也相对较高，有利于全面产业化发展。

总体来看，吉林省的重要企业创新主体的总体专利布局量不足，与全国和全球的重点创新主体的创新能力相比差距较大，创新能力有待提高。创新能力突出的主体包括大专院校和企业，企业参与度较高，研发和技术转化基础也较好利于全面产业化发展。

图表 53 吉林省风电产业创新主体技术布局定位



从吉林重点创新主体在风电产业链各技术领域的专利布局来看，东北电力大学布局相对均衡，在各技术领域布局全面，重点集中在控制技术、风电场和运维领域。吉林重通成飞新材料股份公司的重点布局领域为风力发电机，同时在另外三个技术方向也有少量专利布局。吉林大学在各技术方向均有一定布局，在风力发电机方向相对较多。其他 TOP10 申请人的专利申请量没有明显的优势方向和数量，但大多数申请人在运维、风电场和控制技术方向有一定专利储备。

总体看来，吉林省的重点创新主体分别在产业链上中下游有专利布局，技术覆盖相对全面。其中东北电力大学、吉林重通成飞新材料股份公司、吉林大学有明显的优势技术方向布局，其他申请人布局较少，大多数申请人在运维、风电场和控制技术方向有一定专利储备。

图表 54 吉林省风电产业创新主体细分技术布局分析

技术方向	东北电力大学	吉林重通成飞新材料	吉林大学	华能吉林发电有限公司镇赉风电厂	吉林省电力有限公司电力科学研究院	大唐向阳风电有限公司	吉林省电力科学研究院有限公司	国网吉林省电力有限公司	华能国际吉林白城风电分公司	长春工程学院	
风力发电	风轮	30	90	24	1	2	2	2	2	2	
	传动机构	6		3	1		2		3	1	
	主轴	3			1		3			1	
	变流器	5					1			1	
	机舱罩	3		2			2		2		
	塔筒	8					3	1	1	1	
控制技术	风能气象	45		4		5	2	4	6	1	2
	功率控制	56		3	1	8		3	6		3
	变桨偏航	3		2	3		6			5	1
	数据平台	128	5	8	11	18	1	12	17		6
风电场	风机基础	1	4		3		1				
	电网	147	2	10	7	19	6	15	22	4	5
	储能	76		7		11		12	2		3
运维	监测告警	15	2	4	19	6	10	9	6	2	5
	灾害防护	5	6		4		6			2	1
	维修	1	1	4	8	3	11	3	1	4	1
	调度	112		1	1	13		11	10		5

单位：件

数据来源：www.cnjnr.com，截止到2022年11月

单位：件

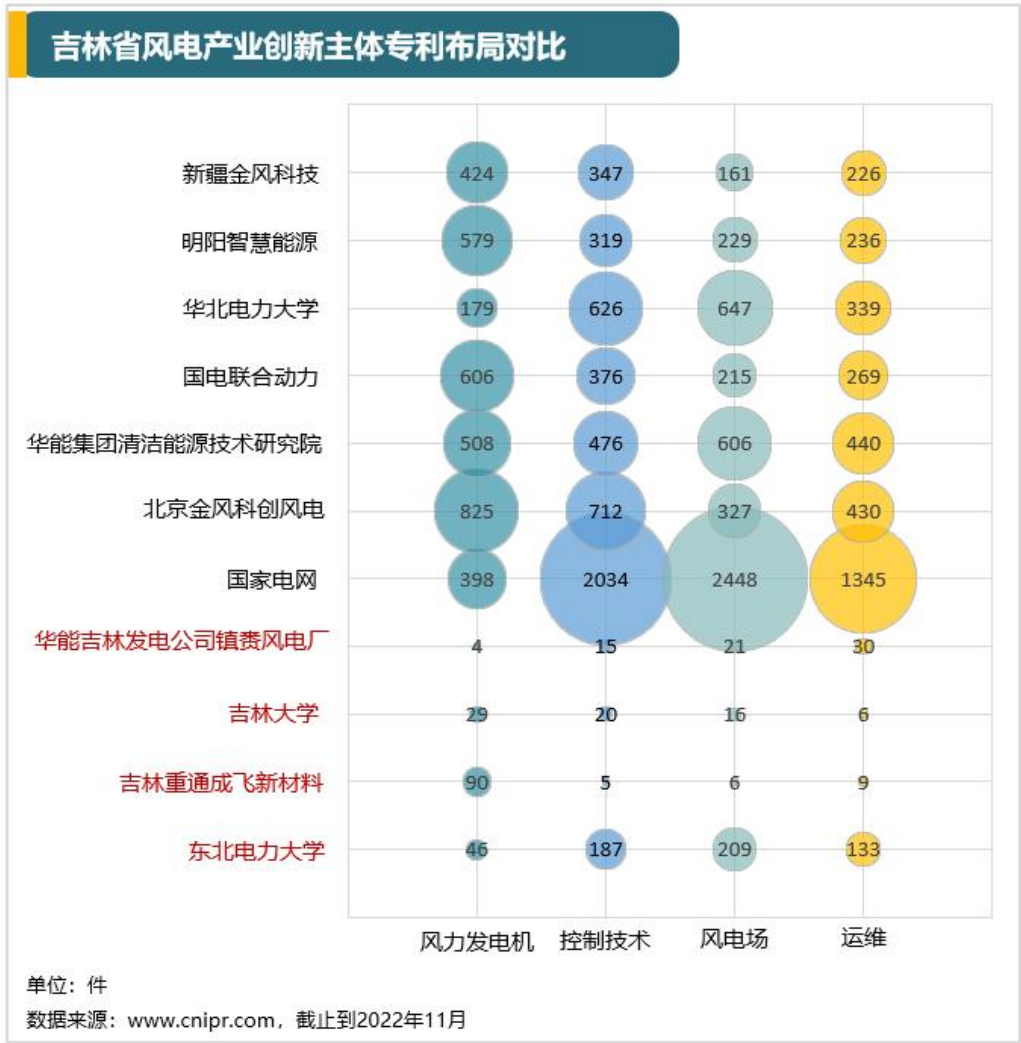
数据来源：www.cnipr.com，截止到2022年11月

吉林重点创新主体在风电产业的专利技术主要集中于风力发电机中的风轮、控制技术中的数据平台、风电场中的电网、运维中的监测告警和维修等方向，各重点创新主体在这些方向均具备一定专利储备。

东北电力大学专利布局较为全面，在各技术分支的各细分

领域均有专利布局，其中在风电场的电网和储能方向、控制技术的数据平台、功率控制和风能气象方向、运维的调度方向、风力发电机的风轮方向均有较大专利申请量。除东北电力大学外，其他重点创新主体均有相对优势技术方向，也存在较多技术空白方向。明显空白技术方向包括风力发电机领域除风轮以外的细分方向、风电场的风机基础方向。

图表 55 吉林省风电产业重点申请人技术创新能力对比分析



对标中国重点申请人的二级技术方向，东北电力大学在控

制技术、风电场、运维方向有一定的专利布局优势。吉林重通成飞新材料在风力发电机方向有一定专利储备。吉林大学在风力发电机、控制技术和风电场方向相对具有一定优势。华能吉林发电有限公司镇赉风电厂的专利布局优势在控制技术、风电场、运维方向。中国重点申请人在各技术方向均有大量专利布局，专利布局优势非常明显。相对来说，国家电网的专利布局更倾向于风电场和控制技术方向，运维方向也有较多专利布局。北京金风科创风电的专利布局更多在于风力发电机和控制技术方向，在风电场和运维领域也拥有一定专利布局。华能集团清洁能源技术研究院的专利布局较为均衡，相对在风电场和风力发电机领域拥有更多专利布局。国电联合动力是国家能源集团在风电领域最为重要的专利申请来源，其专利布局重点主要在风力发电机方向。华北电力大学在控制技术和风电场方向拥有更为明显的专利布局优势。明阳智慧能源和金风科技的专利布局重点均在于风力发电机方向，此外在控制技术方向专利布局也相对较多。

图表 56 吉林省风电产业重点申请人细分领域技术创新能力对比分析

技术方向		东北电力大学	吉林重通成飞新材料	吉林大学	华能吉林发电镇赉风电厂	国家电网	北京金风科创风电	华能清洁能源技术研究院	国电联合动力	华北电力大学	明阳智慧能源	新疆金风科技
风力发电机电机	风轮	30	90	24	1	187	311	299	307	131	274	161
	传动机构	6		3	1	85	70	58	132	34	132	58
	主轴	3			1	34	34	3	91	9	18	14
	变流器	5				56	81	19	13	13	14	39
	机舱罩	3		2		9	69	43	44	5	35	34
	塔筒	8				100	326	161	126	22	177	161
控制技术	风能气象	45		4		443	159	134	88	127	67	54
	功率控制	56		3	1	403	30	38	26	95	12	17
	变桨偏航	3		2	3	61	260	48	105	31	130	123
	数据平台	128	5	8	11	1236	125	175	82	420	60	54
风电场	风机基础	1	4		3	21	55	260	26	4	90	25
	电网	147	2	10	7	1875	176	196	116	452	94	101
	储能	76		7		599	12	90	20	134	21	13
运维	监测告警	15	2	4	19	347	312	283	158	74	149	160
	灾害防护	5	6		4	62	89	111	53	28	41	40
	维修	1	1	4	8	34	39	27	49	8	49	27
	调度	112		1	1	982	14	70	34	243	16	11

单位：件

数据来源：www.cnipr.com，截止到2022年11月

对标中国重点申请人的三级技术细分方向，东北电力大学的优势布局方向为电网、数据平台、储能、调度和功率控制方向，其专利申请量均小于两位中国重点申请人，和其他重点申请人持平，东北电力大学在这些细分技术方向位于国内第二梯队。吉林重通成飞新材料虽然在风轮领域拥有较为突出的专利布局，吉林大学和华能吉林发电镇赉风电厂分别在风轮和监测告警方向拥有一定优势，但与中国重点申请人相比，差距仍较大。同时，除东北电力大学外，其余吉林重点申请人与中国重点申请人相比，均存在技术覆盖不全，专利

申请量较少的问题。

中国重点申请人中，国家电网的专利布局重点在风电场的电网方向以及控制技术的数据平台方向，此外，其在运维的调度及监测告警方向、风电场的储能方向、控制技术的风能气象和功率控制方向均具有较大专利优势。北京金风科创风电在风力发电机的塔筒和风轮方向、运维的监测告警方向、控制技术的变桨偏航方向均布局较多专利，此外，其在控制技术的风能气象和数据平台方向也拥有一定专利优势。华能清洁能源技术研究院在风力发电机的风轮方向、运维的监测告警方向、风电场的风机基础方向拥有较多专利。国电联合动力的专利布局方向在风力发电机的风轮方向拥有最多专利布局。华北电力大学在风电场的电网方向及控制技术风数据平台方向拥有突出的专利优势。明阳智慧能源、新疆金风科技均和北京金创科技专利布局重点类似，专利布局重点也在风力发电机的风轮方向，此外其在塔筒、变桨偏航、监测告警领域也有较多专利布局。

总体来看，吉林省的风电产业重点申请人创新能力与国内重点企业相比，在二级技术的风力发电机方向专利布局数量明显不足，总体专利布局数量较少。在三级技术方向上吉林重点申请人的优势细分技术方向仅为电网、数据平台、储能、调度和功率控制方向，在这些技术方向东北电力大学位于第二梯队，但其他重点申请人均存在技术覆盖不全，专利

申请量较少的问题。

3.5 创新人才储备定位

产业创新发展创新人才是关键，专利发明人即为产业技术创新人员。本部分从专利发明人数量的角度，将吉林省风电产业与重点省/直辖市进行对标分析，进而对吉林省风电产业技术创新人才储备情况进行定位。

吉林省风电产业的发明人数为 3010 人，占全国发明人总数的 2.0%，发明人平均产出专利数量为 0.49 件。对标重点省/直辖市，吉林省的风电产业创新人才聚集度不高，低于江苏、北京、广东、浙江和山东，创新人才规模较小，发明人平均产出专利量较低。

图表 57 吉林省风电产业创新人才总体对比分析

国内重点省市	创新人才规模 (人数)	专利量 (件)	发明人平均 产出	创新人才全国 比重
中国整体	147755	131474	0.89	
江苏	21986	20075	0.91	14.9%
北京	19657	15284	0.78	13.3%
广东	14032	10632	0.76	9.5%
浙江	11533	8692	0.75	7.8%
山东	12649	7316	0.58	8.6%
吉林	3010	1479	0.49	2.0%
省内重点城市	创新人才规模 (人数)	专利量 (件)	发明人平均 产出	创新人才省内 比重
长春市	1437	536	0.37	47.7%
白城市	564	387	0.69	18.7%
吉林市	893	333	0.37	29.7%

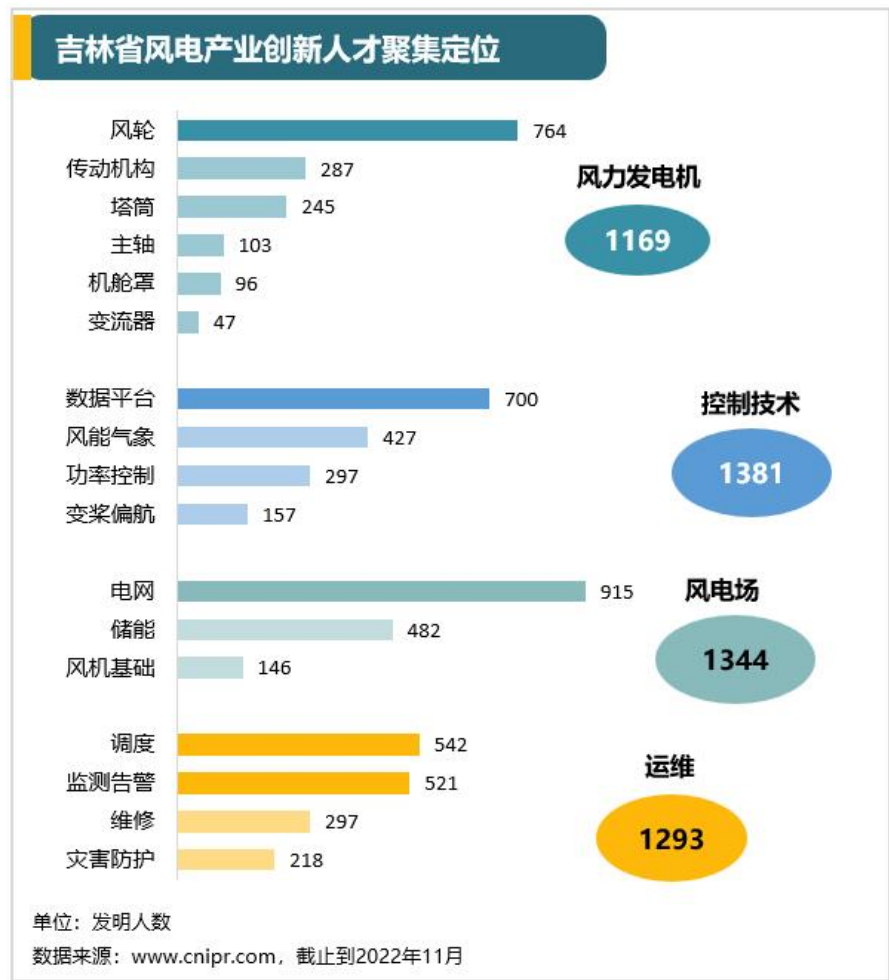
数据来源：www.cnipr.com，截止到2022年11月

对标国内重点省/直辖市，从创新人才数量来看，江苏、北京、广东、浙江、山东的发明人数要远多于吉林，创新团队规模比较大，与吉林差距比较明显。从发明人平均产出专利数量看，重点省/直辖市也均高于吉林，这表明吉林省的创新团队规模小，研发产出能力也不够强。从创新人才占全国创新人才比重来看，吉林的创新人才比重远小于国内重点省/直辖市，其中以江苏省的人才数量占全国人才比重最高，达到 14.9%，比吉林的该比例高出近 13 个百分点。

对比吉林省内的三个主要的人才聚集地长春市、白城市和吉林市，其中长春市人才规模最大，专利发明人有 1437 人，其次吉林市专利发明人有 893 人，位居第二位，但二者专利数量并未高于白城较多，因此发明人平均产出长春市和吉林市均为人均 0.37 件，白城市为人均 0.69 件，高于吉林省发明人平均产出，与中国重点省市中的北京、广东、浙江和山东相差不大。长春市、白城市和吉林市创新人才在省内比重分别为 47.7%、18.7%和 29.7%，合计超过 96.1%，说明吉林的创新人才主要集中在这三个城市。

总体看来，吉林省风电产业的创新人才聚集度不高，数量低于江苏、北京、广东、浙江和山东，创新人才规模较小，发明人平均产出专利量较低。吉林的创新人才主要集中在长春市、白城市和吉林市。

图表 58 吉林省风电产业本地创新人才聚集技术领域



吉林省风电产业创新人才在风力发电机、控制技术、风电场和运维领域的发明人数量相差不大。在各领域方向的具体细分技术均有分布和聚集，其中风力发电机方向的6个细分技术创新人才数量为1169人，控制技术的4个细分技术创新人才数量为1381人，风电场的3个细分技术创新人才数量为1344人，运维的4个细分技术创新人才数量为1293人。风力发电机方向的创新人才主要集中在风轮技术领域，为764人。控制技术中在数据平台细分技术有较多人才分布，风电场中的电网领域人才数量明显高于其他的技术分支，运

维中的调度和监测告警细分技术有相对较多的人才分布。

总体看来，吉林省风电产业的创新人才在产业各技术方向均有聚集和分布，各技术方向人才数量相差不大。在二级技术细分中人才分布较多的技术方向为电网、风轮、数据平台、调度和监测告警方向。

图表 59 吉林省风电产业重点创新人才所属单位及技术领域



数据来源: www.cnipr.com, 截止到2022年11月

上图是吉林省风电产业 TOP10 的重点发明人所属单位及

技术领域，可以看出，吉林省的重点发明主要来自东北电力大学、吉林省电力有限公司电力科学研究院、吉林省电力科学院有限公司、华能吉林发电有限公司镇赉风电厂、华能国际吉林通榆风电分公司、华能国际吉林白城风电分公司、华能清能通榆电力有限公司。其中东北电力大学的创新人才数量最多，达到 794 人，远超其他重要申请人。发明人专利申请量排名第一的是东北电力大学的严干贵，涉及专利数量达到 58 件，其次为华能吉林发电有限公司镇赉风电厂和华能国际吉林白城风电分公司的邢李方，东北电力大学的李军徽涉及的专利数量也较多。总体上企业发明人的专利产出量高于大专院校和科研单位的专利产出量。

3.6 协同创新情况定位

本部分主要是通过将吉林省风电产业各细分领域协同创新情况与国内重点省/直辖市进行对标分析，进而对吉林省风电产业专利协同创新情况进行定位。

图表 60 吉林省风电产业协同创新情况总体对比

对标国内重点省市	协同专利量	专利总量	协同创新占比	全国协同专利总量比重
中国整体	14118	131474	10.7%	
江苏	1492	20075	7.4%	10.6%
北京	3593	15284	23.5%	25.4%
广东	1045	10632	9.8%	7.4%
浙江	695	8692	8.0%	4.9%
山东	721	7316	9.9%	5.1%
吉林	241	1479	16.3%	1.7%

单位：件
数据来源：www.cnipr.com，截止到2022年11月

吉林省风电产业中，涉及协同创新的专利有 241 件，占吉林省风电产业专利总量的 16.3%，这一比例低于北京，但高于江苏、广东、浙江和山东；吉林省风电产业协同专利量占全国协同创新专利总量的比重为 1.7%，远低于其他省/直辖市。北京的协同创新专利占比和占全国协同创新专利总量的比重显著高于其他省/直辖市，分别为 23.5%和 25.4%。

图表 61 吉林省风电产业协同创新情况竞争城市对比

对标国内重点省市	各技术方向协同创新量				各技术方向协同创新占比			
	风力发电机	控制技术	风电场	运维	风力发电机	控制技术	风电场	运维
中国整体	4223	5921	7112	4172	7.5%	17.0%	20.9%	16.3%
江苏	457	618	816	425	5.2%	14.6%	17.6%	12.9%
北京	825	1905	2178	1266	13.1%	31.8%	37.9%	30.7%
广东	252	371	523	231	6.7%	14.8%	17.8%	12.4%
浙江	172	246	367	193	5.1%	12.2%	17.7%	12.5%
山东	197	309	328	206	6.4%	17.6%	19.2%	17.7%
吉林	59	97	128	94	10.4%	21.6%	27.4%	20.8%

单位：件
数据来源：www.cnipr.com，截止到2022年11月

从涉及的产业技术来看，对比国内重点省/直辖市，吉林在各技术方向的协同创新数量均低于其他重点省/直辖市，而北京在各技术方向均有大量协同创新，远超其他省市。从协同创新占比来看，吉林省在风电场的协同创新占比更高，达到 27.4%，其次在控制技术和运维方向也有较高比例的协同创新专利。这与中国和其他省市的情况相似。

吉林省风电产业协同创新的模式较为集中，主要体现为集团内部公司之间的协同创新以及大专院校与其他单位的合作。如国家电网在吉各公司之间协同创新，华能集团在吉各公司之间协同创新，吉林重通成飞新材料股份有限公司与其母公司重庆通用工业集团及其各省市分公司之间的协同创新等。大专院校和其他单位的合作主要集中在东北电力大学与其他单位合作上，东北电力大学 271 件风电产业专利申请中有 60 件是合作申请，除东北电力大学外，吉林大学也有 8 件合作专利申请。

总体来看，吉林省风电产业的合作研发占比相对较高。但协同创新模式以集团内部公司之间的协同创新以及大专院校与其他单位的合作为主，较为单一。

3.7 专利运营实力定位

专利运营主要包括专利许可、转让、质押融资、作价入股等活动，本部分主要是通过将吉林省风电产业各细分技术领

域专利申请权或专利权转移（以下简称“转让”）、专利许可、专利质押情况与国内重点省/直辖市进行对标分析，进而对吉林省风电产业专利运营情况进行定位。

图表 62 吉林省风电产业专利运营情况对比

对标国内重点省市	专利运营 (件数)	运营专利占专利总量比重	运营类型 (次数)		
			转让	许可	质押
中国整体	9767	7.4%	15073	769	1651
江苏	1305	6.5%	2337	156	198
北京	1056	6.9%	1949	112	105
广东	1122	10.6%	1704	75	201
浙江	892	10.3%	1217	81	106
山东	529	7.2%	656	26	216
吉林	94	6.4%	101	0	16

数据来源：www.cnipr.com，截止到2022年11月

吉林省风电产业中，涉及专利运营活动（即发生过转让、实施许可、质押专利运营活动）的专利共有 94 件，占吉林省风电产业专利总量的 6.4%，该指标低于中国整体 7.4% 的水平，与江苏、北京、广东、浙江和山东也有较大差距，专利运营活跃度较低。重点省/直辖市中，广东和浙江专利运营最为活跃，运营专利占专利总量的比重均超过 10%。吉林风电产业专利运营中，以转让方式运营最多，转让次数为 101 次，质押 16 次，没有专利实施许可活动。

图表 63 吉林省风电产业专利运营实力对比

对标国内 重点省市	各技术方向专利运营数量				各技术方向专利运营占比			
	风力 发电机	控制技术	风电场	运维	风力 发电机	控制技术	风电场	运维
中国整体	4721	2408	2188	1571	8.4%	6.9%	6.4%	6.1%
江苏	677	297	305	201	7.7%	7.0%	6.6%	6.1%
北京	456	380	371	228	7.3%	6.3%	6.5%	5.5%
广东	535	198	224	153	14.1%	7.9%	7.6%	8.2%
浙江	375	205	146	144	11.2%	10.2%	7.1%	9.3%
山东	220	115	130	85	7.1%	6.6%	7.6%	7.3%
吉林	31	29	34	31	5.5%	6.4%	7.3%	6.8%

单位：件
数据来源：www.cnipr.com，截止到2022年11月

从吉林省风电产业各技术方向的专利运营情况来看，风电场方向的专利运营较为活跃，风力发电机方向的运营相对较少。全国重点省/直辖市中，广东省在风力发电机方向的运营活动较为突出，运营占比达到 14.1%；浙江在风力发电机和控制技术的运营活动也较为活跃，专利运营占比均超过 10%。

图表 64 吉林省风电产业专利运营榜单（转出方）

主要转让人	转让专利数量
东北电力大学	17
华能国际电力开发公司吉林通榆风电分公司	12
华能国际电力开发公司吉林白城风电分公司	12
大唐中电(吉林)新能源发电有限公司双辽分公司	3
吉林重通成飞新材料股份公司	3
长春工程学院	3
主要出质人	出质专利数量
长春市摩擦材料有限公司	7
长春博超汽车零部件股份有限公司	7
吉林省泽源能效工程有限公司	1
吉林省安亿家热能计量有限责任公司	1

单位：件
数据来源：www.cnipr.com，截止到2022年11月

上表为吉林省风电产业专利运营活动涉及的主要转出方。转让人包括高校如东北电力大学，有企业如华能国际电力开发公司吉林通榆风电分公司及白城风电分公司；出质人均为企业。但每个高校或企业的转出专利数量不多，最高的东北电力大学转出专利为 17 件，占其所申请专利的 6.3%。

图表 65 吉林省风电产业专利运营榜单（转入方）

主要受让人	转入专利数量
华能吉林发电有限公司镇赉风电厂	24
东北电力大学	15
长春工程学院	3
吉林重通成飞新材料股份公司	3
大唐中电(吉林)新能源发电有限公司	3
主要质权人	出质专利数量
吉林省众信科技信用担保有限公司	8
东北中小企业信用再担保股份有限公司吉林分公司	5
中国进出口银行	2
吉林省众信科技信用融资担保有限公司	1

单位：件
数据来源：www.cnipr.com，截止到2022年11月

上表为吉林省风电产业专利运营活动涉及的主要转入方。受让人包括高校如东北电力大学和长春工程学院，也有企业，如华能吉林发电有限公司镇赉风电厂；质权人主要为银行、融资担保公司，质权人种类较为丰富，但是质押专利数量较少。

总体来看，吉林省风电产业的专利运营活跃度不高，专利转让的主要专利运营模式，吉林省没有专利实施许可活动，质押融资形式的运营专利数量也较低。运营的主要技术方向

为风电场方向，专利转让最多的高校为东北电力大学，转让最多的企业为华能国际电力开发公司吉林通榆风电分公司及白城风电分公司。质权人为银行和融资担保公司。

3.8 小结

1. 吉林省风电产业的专利申请量为 1479 件，居全国第 23 位，占全国专利申请总量的 1.1%，吉林风电产业的整体创新实力在全国不具备优势。长春、白城和吉林市占全省申请量比重远超其他城市，三者专利储备共占吉林省风电产业的 84.9%，吉林省近五年专利申请活跃度高于全国水平，也比大部分 TOP10 省市要高，近五年创新活跃度增加明显。

2. 吉林省整体上在风电产业运维方向的专利布局优势非常明显，在风电场和控制技术方向的产业占比处于中等水平，在风力发电机方向产业占比则明显不足。与风电产业优势省相比，吉林省近年来明显进一步降低了风力发电机方向占比，增加了运维方向占比。

3. 吉林省的风电产业技术创新能力和专利竞争能力处于第四梯队水平，发明专利占比好于部分优势省/直辖市，专利有效性占比高于中国整体水平以及各优势省/直辖市。吉林省在风电产业的专利布局覆盖较为全面，在功率控制、调度、维修和数据平台方向拥有一定竞争力。但在风力发电机领域除机舱罩外的各技术方向、控制技术领域的风能气象方

向、风电场的风机基础方向、运维领域的监测告警和灾害防护方向实力欠缺。近年来吉林以及在以上的变流器、风机基础和监测告警方向开始发力专利布局。

4. 吉林省风电产业的主要的技术创新主体为企业，但企业专利申请量处于全国第四梯队，不过大专院校科研能力非常突出。整体创新能力处于第四梯队，申请人集中度非常高。吉林省的重要企业创新主体的总体专利布局量不足，与全国和全球的重点创新主体的创新能力相比差距较大，创新能力有待提高。创新能力突出的主体包括大专院校和企业，企业参与度较高，研发和技术转化基础也较好利于全面产业化发展。吉林省的重点创新主体分别在产业链上中下游有专利布局，技术覆盖相对全面。其中东北电力大学、吉林重通成飞新材料股份公司、吉林大学有明显的优势技术方向布局，其他申请人布局较少，大多数申请人在运维、风电场和控制技术方向有一定专利储备。吉林省的风电产业重点申请人在二级技术的风力发电机方向专利布局数量明显不足，总体专利布局数量较少。在三级技术方向上吉林重点申请人的优势细分技术方向仅为电网、数据平台、储能、调度和功率控制方向，在这些技术方向东北电力大学位于第二梯队，但其他重点申请人均存在技术覆盖不全，专利申请量较少的问题。

5. 吉林省风电产业的创新人才聚集度不高，数量低于江苏、北京、广东、浙江和山东，创新人才规模较小，发明人

平均产出专利量较低。吉林的创新人才主要集中在长春市、白城市和吉林市。企业发明人的专利产出量高于大专院校和科研单位的专利产出量。吉林省风电产业的创新人才在产业各技术方向数量相差不大。在二级技术细分中人才分布较多的技术方向为电网、风轮、数据平台、调度和监测告警方向。

6. 吉林省风电产业的合作研发占比相对较高。但协同创新模式以集团内部公司之间的协同创新以及大专院校与其他单位的合作为主，较为单一。

7. 吉林省风电产业的专利运营活跃度不高，专利转让的主要专利运营模式，吉林省没有专利实施许可活动，质押融资形式的运营专利数量也较低。运营的主要技术方向为风电场方向，专利转让最多的高校为东北电力大学，转让最多的企业为华能国际电力开发公司吉林通榆风电分公司及白城风电分公司。质权人主要为银行和融资担保公司。

第4章 产业发展路径导航

经过多年发展，吉林省风电产业无论在产业上还是专利上都得到了较大发展，在快速发展的同时，吉林省同样遇到了一些问题亟待解决，以提升吉林省风电产业竞争力。本章主要是在上述分析的基础上，结合吉林省产业实际情况，围绕产业结构、企业培育、创新人才引进培养、专利运营等方面，从专利的角度，科学谋划风电产业发展路径，为吉林省风电产业创新发展政策和决策的制定提供支撑。

4.1 产业布局结构优化路径

随着科技进步，科技创新在产业竞争中已处在越来越重要的地位。专利是实现科技研发向现实生产力转化一个重要关口，是最贴近生产力的知识产权表现形式。有效发挥专利在产业结构调整中的作用，有利于提高企业技术创新能力和研发投入效率，增强企业市场竞争能力，实现产业的可持续发展。

吉林省在医药产业的专利积累量为 1479 件，在全国城市排名第 23 位，与排名前五位的江苏省、北京市、广东省、浙江省和山东省在专利储备数量上还有较大差距。但吉林省近五年专利申请活跃度较高，达到 67.5%，明显高于全国整体情况（58.4%），与前十省市相比，仅低于河南省，可以看出吉林省已经在风电产业技术研发活动上发力，进入发展

快车道。产业的良性发展离不开产业结构调整优化。鉴于本报告第二章的分析内容，吉林省风电产业结构调整优化路径可从产业结构比例和产业结构优化方向两方面进行，具体如下。

综合本报告第二章的内容，经过汇总全球、风电产业主要国家和龙头企业产业结构变化情况可以发现，在风电产业中，风力发电机是最为重要的产业构成，控制技术及风电场是次重点方向。而从产业调整方向来看，运维是近年来风电产业结构调整方向，此外，控制技术和风电场产业专利占比相对较为稳定，风力发电机产业专利占比有下降趋势。

而吉林省在风电产业运维方向的专利申请量占比为23.4%，高于中国整体运维方向的占比6.4个百分点，也远高于国内主要风电优势省市在该方向的专利布局占比；吉林省在风电场方向的专利布局占比为24.15%，也略高于中国整体风电场方向的专利布局占比，与国内主要风电优势省市相比处于中等水平；吉林风力发电机方向专利布局占比为29.3%，远低于中国整体和大部分风电优势省市；吉林省在控制技术方向的专利布局与中国整体相差不大，与风电优势省市相比也处于中等水平。

因此，建议吉林省在风电产业的运维方向维持活跃研发，强化运维方向的产业优势；引导企业研发向控制技术和风电场方向适当倾斜，增强吉林省在该领域的产业基础；在此基

基础上，适量增加风力发电机方向的专利占比，提高风力发电机领域的专利申请水平。

此外，吉林省在把握产业结构发展总体方向，针对自身的优劣势，结合产业整体发展方向外，有轻有重，有缓有急，具体从以下方向的细分领域优化产业结构：

图表 66 吉林省风电产业结构优化方向（参考）

补链	风力发电机		重点方向： 风轮、塔筒 次重点方向： 传动机构、机舱罩、变流器
强链	控制技术		重点方向： 数据平台、风能气象 次重点方向： 功率控制、变桨偏航
	风电场		重点方向： 电网 次重点方向： 风机基础、储能
固链	运维		重点方向： 监测告警 次重点方向： 维修、调度

吉林省在风力发电机领域与其他区域相比专利布局占比显著较小，技术储备亟待提高，这个领域是吉林省在风电产业中需要进行补链的技术领域。具体来说，风轮是全球及各主要国家、龙头企业、协同创新和专利运营的重点方向，而吉林省在该领域专利布局占比仅为 29.3%。吉林省在风力发电机领域的风轮方向有相对较多的专利布局，也有数家企业专注于该方向的研发及生产，具有一定发展基础，而风轮也是全球风电发展的重点方向，吉林省可以以该方向为基点，加强风力发电机领域产品研发力度。除风轮外，塔筒也是风

力发电机领域的重点方向，传动机构、机舱罩和变流器是风力发电机领域的次重点方向，吉林省也应对这几个方向重点关注，引导创新主体加强研发和专利布局力度。

吉林省在控制技术和风电场领域的专利布局与江苏、北京等优势地区差距也明显，但产业占比相对合理，鉴于风电场是风电产业的次重要产业调整方向，而控制技术在风电产业中是较为重要的技术方向。因此，吉林省应将控制技术和风电场作为风电产业的强链方向。在控制技术领域，吉林省应着重加强数据平台、风能气象方向的研究和专利储备。数据平台及风能气象是全球及各主要国家、龙头企业在控制技术领域的重点方向，也是近年来发展的热点方向，吉林省在这两个领域的专利布局分别在全国排第 15 位和 22 位，吉林省近五年活跃度也低于全国，吉林省需要对这两个领域的发展重点关注。

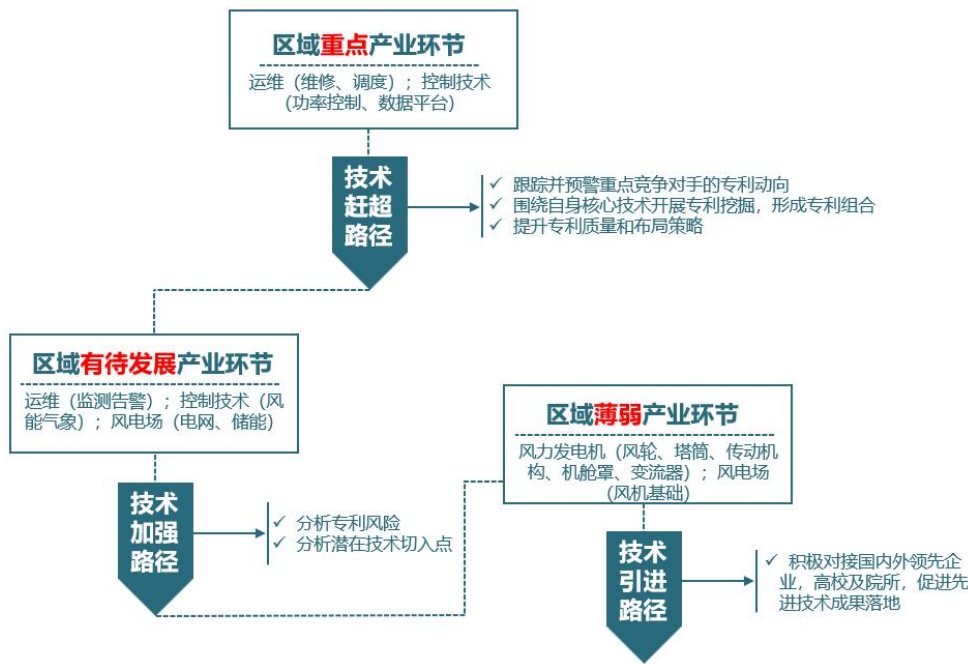
吉林省在运维领域具有较大优势，专利产业占比远超国内其他优势省/直辖市，吉林省在该领域发展前景明朗。因此运维是吉林省在风电产业中应进行固链发展的领域。具体来说，在运维领域，应着重加强监测告警的技术研发和专利布局。不论是从全球整体专利申请趋势上看，还是从龙头企业的产业方向引领情况来看，包括协同创新及专利运营重点方向看，监测告警均是运维领域的重点及热点，因此吉林省要加强运维领域的发展，需要首先在监测告警方向发力。除

监测告警外，维修和调度也是全球在运维领域的热点方向，是需要关注的重点。

4.2 技术创新引进提升路径

本部分是利用专利实现技术创新和引进提升路径的规划，主要从区域重点产业环节的技术赶超路径、区域有待发展产业环节的技术加强路径、以及区域薄弱产业环节的技术引进路径等四方面来阐述。

图表 67 技术创新引进路径



上图是吉林省风电产业技术创新引进路径，本报告通过吉林省在此产业环节中的专利发展特点进行分析。

从区域重点产业环节角度看，吉林省在运维的维修、调度方向以及控制技术的功率控制和数据平台方向等，虽然具

备很多的专利申请量（说明具备一定的技术积累和创新实力），但与国内优势省/直辖市相比还是存在不小的差距。

针对这一环节，针对这一环节的各项技术发展路径，宜采用多种方法实现技术赶超。首先，应该鼓励区域内相关的企业根据的自身的技术发展战略，以本次专利导航项目获得的专利数据作为数据基础，建立**适合本企业技术研发特点的专业预警数据库**以及**适合企业特点的重要竞争对手数据库**，并通过预先对专利数据库的加工，实现专利技术向实际研发技术的“映射”，不但使企业研发技术人员非常容易地捕捉到专利数据中蕴含的创新点，从而做到动态地调整研发方向，减少研发成本的浪费，还能帮助企业决策人员及时地观察到竞争对手产品产出对本企业的影响，以便从战略角度对公司的技术发展和创新决策做出正确的判断。

此外，吉林省企业要围绕自身的核心技术开展专利的挖掘，通过形成的专利组合提高自身知识产权指标的提升，同时提升专利质量和数量，企业创新能力和核心竞争能力的体现，是企业在该行业身份及地位的象征。如吉林省风电产业专利技术优势较大的企业吉林重通成飞新材料股份公司，可以在本专利导航报告基础上开展企业运营类微导航分析，针对自身优势技术进一步细分，实现技术研发和专利布局指引，进一步进行专利挖掘，构建高价值专利池，巩固在细分领域的核心竞争力。

从区域有待发展产业环节角度看，吉林省在风电产业运维领域的监测告警方向、控制技术的风能气象及风电场的电网和储能方向呈现出专利申请数量较少的态势，从一定程度上看技术创新力度有待进一步发展和完善。

针对这类环节的各项技术发展路径，宜采用多种方法实现技术加强。首先可以利用专利分析寻找潜在的技术切入点。具体到实际情况，如可以分析具有专利控制力的企业的技术内容，以便提高研发起点和研发效率，从前面相关章节（见“2.3.2 节龙头企业研发重点方向及热点”内容）可以知道，在运维领域的监测告警方向，通用电气、维斯塔斯、西门子和金风科技等研发主体的技术创新实力突出，控制技术的风能气象环节国家电网、金风科技创新优势更明显，在风电场的电网和储能方向可考虑国家电网、维斯塔斯和西门子等企业的研发实力值得研究。

从区域薄弱产业环节角度看，吉林省在风力发电机的各技术方向、风电场的风机基础方向的专利布局数量处于相对薄弱的水平，技术配置的缺失性特征以及亟待提升特征明显。

针对这类环节的各项技术发展路径，宜采用多种途径实现技术引进。首先可以考虑从专利入手寻找能够进行引进的技术源。通过 2.3.2 节中对龙头企业研发重点方向及热点的讨论可以看出，通用电气、西门子、维斯塔斯以及金风科技等创新主体在风力发电机领域各技术方向的专利申请量较

高，具备明显的技术创新优势，而通用电气、西门子、维斯塔斯以及国内的华能集团、明阳智慧能源、金风科技等在风电场的风机基础方面具备研发优势，可以考虑从这些公司引进相关的技术，以弥补自身在此方面的不足。

4.3 企业整合培育引进路径

本节内容是专利导航下的企业整合培育引进路径，一般从如下两方面入手进行考虑：首先是企业培育与整合路径，根据区域内企业在产业链所处的环节不同制定不同的路径规划；其次是外部企业的引进与合作路径，针对区域内创新的薄弱点或技术空白领域，引入在该技术领域具备技术研发优势和创新实力领先的申请主体或者与其进行合作。

4.3.1 根据区域内企业技术和市场发展特点制定差异性的整合培育路径

根据创新主体目前的经营规模[此处的经营规模是以企业的注册资本金为指标进行分析。]和专利水平，本章将创新主体分成综合型创新主体、技术特色型创新主体、以及中小型创新主体四类[此分类方式仅为分析创新主体整合培育路径所设立，与创新主体市场排名等因素无关。]进行阐述。

图表 68 吉林省内风电产业主要企业分类

企业名称	专利数量 (件)	注册资本 (万元)	布局技术领域
吉林重通成飞新材料股份公司	93	47765.5268	风力发电机
华能吉林发电有限公司镇赉风电厂	57	---	运维;风电场
国网吉林省电力有限公司电力科学研究院	43	---	风电场;控制技术
大唐向阳风电有限公司	43	67590	运维
吉林省电力科学研究院有限公司	40	7000	风电场;控制技术;运维
国网吉林省电力有限公司	30	2161696	风电场;控制技术;运维
华能国际吉林白城风电分公司	25	---	风电场;控制技术;运维
华能国际吉林通榆风电分公司	20	---	运维;风力发电机
镇赉华兴风力发电有限公司	19	14000	风力发电机;运维;风电场
蒙东协合镇赉第一风力发电有限公司	19	7500	风电场;运维;风力发电机
中材科技(白城)风电叶片有限公司	17	10000	风力发电机
蒙东协合镇赉第二风力发电有限公司	16	7500	运维;风力发电机;控制技术
华能四平风力发电有限公司	15	44883.5	运维
华能清能通榆电力有限公司	15	129858.41	风电场
华能陇东能源有限责任公司	14	30000	风电场
中航百安新能源电力有限公司	14	16704.2	风力发电机
前郭县成瑞风能有限公司	14	13075	风力发电机
华能通榆团结风力发电有限公司	13	21268	运维
大唐东北电力试验研究院有限公司	12	5000	运维;风电场

综合型创新主体：华能吉林发电有限公司镇赉风电厂、国网吉林省电力有限公司电力科学研究院、吉林省电力科学研究院有限公司、国网吉林省电力有限公司、华能国际吉林白城风电分公司、华能国际吉林通榆风电分公司、镇赉华兴风力发电有限公司、蒙东协合镇赉第一风力发电有限公司、蒙东协合镇赉第二风力发电有限公司 9 家企业专利布局技术领域较为全面，专利布局数量相对较多，可见其研发和生产覆盖多个环节，“大而全”的特征明显，但创新深度不够，属于综合型创新主体。建议这 9 家企业可以从产业链的综合发展入手，通过协同创新方式加大创新深度，增加产品竞争力。如华能吉林发电有限公司镇赉风电厂、国网吉林省电力

有限公司、华能国际吉林白城风电分公司、华能国际吉林通榆风电分公司、镇赉华兴风力发电有限公司、蒙东协合镇赉第一风力发电有限公司、蒙东协合镇赉第二风力发电有限公司这几家公司可以和国网吉林省电力有限公司电力科学研究院及吉林省电力科学研究院有限公司等研究型主体联合研发，以自身业务需要为切入点，依托研究型主体创新优势，实现研发多点开花，扩展研发广度，实现产业链综合发展。

技术特色型创新主体：吉林重通成飞新材料股份公司、大唐向阳风电有限公司、中材科技(白城)风电叶片有限公司3家企业优势在于特定技术类型的研发和创新，创新环节具有“小而精”的特点。

对于技术特色型创新主体，建议企业培育路径从以下两种方式选择：一是继续强化其固有技术优势，例如对于吉林重通成飞新材料股份公司来说，可以继续增强其在风力发电机尤其是风轮方面的技术优势，通过深度专利微导航分析，找出技术切入点，实现针对性研发，高效专利挖掘，形成叶片领域高价值专利池，巩固核心技术优势。二是从区域整体角度，还可以加强综合型创新主体和技术特色型创新主体之间的技术研发和创新的联合，形成“大而全+小而精”的优势互补效应，既要在共同优势环节合作，又要在不同优势环节互补。如中材科技(白城)风电叶片有限公司与吉林重通成

飞新材料股份公司合作，在风轮技术领域研发形成材料和叶片生产优势互补。

中小型创新主体：华能四平风力发电有限公司、华能清能通榆电力有限公司、华能陇东能源有限责任公司、中航百安新能源电力有限公司、前郭县成瑞风能有限公司、华能通榆团结风力发电有限公司、大唐东北电力试验研究院有限公司 7 家公司，由于自身规模原因，在研发实力上较大型创新主体有一定的差距，但灵活性上有一定的优势，所以，这类主体一般从鼓励研发创新、技术二次引进开发以及提升知识产权意识三方面进行考虑，具体到吉林省的情况，以华能四平风力发电有限公司为例，其路径应该首先保持目前在运维方面的优势，此外，还要充分将研发成果积极申请专利，利用知识产权的手段实现对自身创新成果的保护。

4.3.2 结合技术分支特点引进领先创新主体

除了上节中对本地创新主体进行培育和整合外，吉林省还可以加大对不同技术方向中领先创新主体的引进及合作力度，以达到优化自身产业链条的目的。

下表是根据风电产业技术分解表中不同技术分支国内企业及研究型创新主体名单。

图表 69 吉林省风电产业领先企业及技术引进名单

技术领域	国外企业	国内企业	国内研究型创新主体
风力发电机	西门子(Siemens,DE) 维斯塔斯(Vestas,DK) Enercon公司(DE) 三菱重工(Mitsubishi,JP) 日立公司(Hitachi,JP) 诺德克斯(Nordex,DE)	北京金风科创风电设备有限公司 国电联合动力技术有限公司 明阳智慧能源集团股份公司 中国华能集团清洁能源技术研究 院有限公司 新疆金风科技股份有限公司 南京高速齿轮制造有限公司	西安热工研究院有限公司 大连理工大学 华北电力大学 重庆大学 天津大学 浙江大学
控制技术	维斯塔斯(Vestas,DK) 通用电气(GE,US) 西门子(Siemens,DE) Enercon公司(DE) 三菱重工(Mitsubishi,JP) 日立公司(Hitachi,JP)	国家电网有限公司 北京金风科创风电设备有限公司 国电联合动力技术有限公司 中国华能集团清洁能源技术研究 院有限公司 新疆金风科技股份有限公司 明阳智慧能源集团股份公司	华北电力大学 中国电力科学研究院 清华大学 浙江大学 河海大学 重庆大学
风电场	维斯塔斯(Vestas,DK) 西门子(Siemens,DE) 通用电气(GE,US) Enercon公司(DE) 三菱重工(Mitsubishi,JP) 日立公司(Hitachi,JP)	国家电网有限公司 中国华能集团清洁能源技术研究 院有限公司 北京金风科创风电设备有限公司 明阳智慧能源集团股份公司 国电联合动力技术有限公司 浙江运达风电股份有限公司	华北电力大学 中国电力科学研究院 天津大学 清华大学 重庆大学 浙江大学
运维	维斯塔斯(Vestas,DK) 西门子(Siemens,DE) 通用电气(GE,US) Enercon公司(DE) 三菱重工(Mitsubishi,JP) 日立公司(Hitachi,JP)	国家电网有限公司 中国华能集团清洁能源技术研究 院有限公司 北京金风科创风电设备有限公司 国电联合动力技术有限公司 明阳智慧能源集团股份公司 新疆金风科技股份有限公司	华北电力大学 西安热工研究院 中国电力科学研究院 清华大学 东北电力大学 浙江大学

从技术引进及合作实现的角度看，企业类的创新主体引进可以依靠制定针对性的扶持政策，从资金、人才、土地、税收等方面给予支撑，既能依靠这些企业提高本区域技术创新的整体级别，还能利用这些企业多产品线的特点带动本地区相关技术的发展，实现集群化的效果。国内研究型创新主体（高校及研究所）可以采用与本区域企业进行产学研合作的方式进行引入。

如，结合吉林省在产业链中补链的需要，可以首先引进风力发电机领域的优势企业。国外企业西门子、维斯塔斯、

Enercon 等，以及国内企业北京金风科创风电设备有限公司、国电联合动力技术有限公司、明阳智慧能源集团股份公司等在风力发电机领域均具有较大优势。吉林省相关部门可以和这些企业接洽，吸引这些企业在吉林创建子公司，不仅能解决吉林省风电产业在风力发电机领域的产业结构不足，达到产业链补链的目的，也使风电产业在地区内形成协调发展的环境。

又如风电场和控制技术领域是吉林省在产业链中固链的产业环节，在这些领域除引进国内外优势企业外，还可寻求国内技术领先的研究型创新主体进行技术升级，如华北电力大学、中国电力科学研究院、清华大学、天津大学等，通过专利转让或实施许可进行技术的产业转化，也可以通过协同创新方式获得研究型创新主体的技术指引，进一步提升本省企业技术创新能力。

4.4 创新人才引进培养路径

本节内容是专利导航创新人才的引进和培养路径，涵盖如下两方面的内容，首先是创新人才培养路径，一般是指优先支持本区域产业发展的创新人才，鼓励相关创新人才向产业的关键环节的靠拢，尤其是支持创新实力强（例如拥有核心专利技术）的研发人才；其次是从区域外引进创新人才，既要从产业的薄弱环节或空白领域入手寻找创新人才，也要

对具有创新实力强（例如拥有核心专利技术）的研发人才实施相应的引进或合作策略。

4.4.1 本地创新人才培养路径

通过 3.5 节中对吉林省在风电产业中的创新人才情况进行定位分析，本报告整理了本地化的研发人才（团队），从而构建出适合此领域发展的创新人才库，作为未来技术创新过程中的重要培养支持对象。

图表 70 吉林省风电产业本地创新人才培养清单

发明人	专利量	隶属申请人	研发技术领域
严干贵	58	东北电力大学	风力发电机;风电场;控制技术;运维
李军徽	43		
穆钢	38		
崔杨	38		
蔡国伟	36		
李国庆	22		
杨茂	21		
赵钰婷	20		
刘闯	20		
吕项羽	30	国网吉林省电力有限公司电力科学研究院	风电场;控制技术;运维
李德鑫	28		
田春光	22		
邢李方	46	华能吉林发电有限公司镇赉风电厂/吉林白城风电分公司	控制技术;运维;风电场
燕振元	29		
孟欣	27		
葛瑩	23		
王宏伟	22		
张俊东	21		
李邦鹏	23	吉林重通成飞新材料股份公司	风力发电机
黎明	22		
谢磊	21		
唐臣	19		
熊杰	18		
张立英	14	华能清能通榆电力有限公司	风电场
赵广赫	14		
张明杰	13		
王献文	13		

从创新人才所在主体的类型角度来看，吉林省本区域主要的研发力量来源于东北电力大学和一些企业，出现了一大批优秀的技术研发人才（团队）。例如东北电力大学的严干贵、李军徽、穆钢等，其研发方向在风电产业的各技术方向都有涉及；吉林省电力有限公司电力科学研究院的吕项羽、李德鑫、田春光等，其主要研发方向为风电场、控制技术、运维；华能吉林发电有限公司旗下的各发电厂及分公司等拥有同一批研发团队，包括邢李方、燕振元、孟欣、葛鏊的团队在控制技术、运维、风电场方面有一定的研究成果；吉林重通成飞新材料股份公司的李邦鹏、黎明、谢磊等，其主要研发方向为风力发电机；华能清能通榆电力有限公司的张立英、赵广赫等，该团队研究方向集中在风电场方向。

应加大在风电场、控制技术、运维领域的研发投入，促使本地创新人才可以向这些领域集聚，培育和聚集一批与新技术发展相配套的数据平台、风能气象、电网、储能等领域技术人才。充分利用东北电力大学、国网吉林省电力有限公司电力科学研究院等科研和教育资源，优化风电产业相关学科和研发项目设置，强化校企合作带动高质量人才培养，打造创新人才培养基地。实施本土人才国际化发展战略，举荐本地领军人才赴境外考察、参加境外研修项目、到国际组织任职等，加强国际交流和合作。

4.4.2 区域外创新人才引进路径

下表是吉林区域外部产业引进/合作创新型人才的专利申请情况，本节主要从企业以及研究机构等层次积极引进吉林区域外的技术人才作为将来储备发展的人才库。

本领域的创新实体在各个子领域都聚集了相当多的技术创新人才，例如在风力发电机领域，国电联合动力技术有限公司的袁凌和储景春获得专利最多，中国华能集团清洁能源技术研究院的郭小江也有较多的研发成果，优利康达（天津）科技有限公司的盖秀春、南京安维士传动技术股份有限公司的吴伟强等也有较为突出的研发能力。在控制技术领域，国电联合动力技术有限公司的潘磊参与研发的专利技术最多，甘肃省电力公司风电技术中心的汪宁渤、赵龙、路亮等在控制技术领域也有较为突出的技术研发能力，苏州能健电气有限公司的傅建民、北京金风科创风电设备有限公司的马磊等研发能力也较为突出，中国华能集团清洁能源技术研究院的郭小江、蔡安民在该领域也有较为突出的专利申请量。在风电场领域，天津大学的练继建、张浦阳和丁红岩均拥有较强的专利技术研发水平，东北大学的刘鑫、中国电建集团华东勘测设计研究院的闫姝和孙杏建等在该领域也有较为突出的表现。在运维领域，西安热工研究院有限公司的赵勇表现最为突出，中国华能集团清洁能源技术研究院的林伟荣、

焦冲、张立英、郭辰以及国电联合动力技术有限公司的蔺雪峰研发能力也非常突出。

图表 71 吉林省风电产业区域外创新人才引进清单

技术领域	发明人	专利申请量	隶属单位
风力发电机	袁凌	210	国电联合动力技术有限公司
	褚景春	206	国电联合动力技术有限公司
	郭小江	144	中国华能集团清洁能源技术研究院
	盖秀春	107	优利康达(天津)科技有限公司
	吴伟强	104	南京安维士传动技术股份有限公司
	李英昌	104	国电联合动力技术有限公司
	廖恩荣	95	南京高传机电自动控制设备有限公司
控制技术	潘磊	160	国电联合动力技术有限公司
	汪宁渤	146	甘肃省电力公司风电技术中心
	傅建民	132	苏州能健电气有限公司
	马磊	125	北京金风科创风电设备有限公司
	赵龙	120	甘肃省电力公司风电技术中心
	郭小江	120	中国华能集团清洁能源技术研究院
	蔡安民	112	中国华能集团清洁能源技术研究院
	路亮	103	甘肃省电力公司风电技术中心
风电场	练继建	194	天津大学
	刘鑫	181	东北大学
	闫姝	122	中国华能集团清洁能源技术研究院
	张浦阳	121	天津大学
	孙杏建	117	中国电建集团华东勘测设计研究院
	丁红岩	115	天津大学
	姜贞强	115	中国电建集团华东勘测设计研究院
	朱荣华	105	广东明阳风电产业集团有限公司
运维	赵勇	103	西安热工研究院有限公司
	林伟荣	81	中国华能集团清洁能源技术研究院
	焦冲	75	中国华能集团清洁能源技术研究院
	蔺雪峰	68	国电联合动力技术有限公司
	张立英	68	中国华能集团清洁能源技术研究院
	郭辰	66	中国华能集团清洁能源技术研究院

在引进路径的方式选择方面，研究机构（高校）类的创新实体可以作为**专家型人才**进行引进，根据人才实际情况建立形式多样的引进机制，例如可以通过鼓励区域内的企业和这些专家人才进行产学研的合作，或是在企业内部及区域内

的产业协同创新平台中聘请这些人才为技术顾问等。而企业类的技术负责人或创新专家可以通过加大政策倾斜力度，为技术创新人才提供更为灵活的创业环境，从而最终实现风电产业相关项目在吉林省本区域的落地。如国电联合动力技术有限公司袁凌、褚景春和潘磊，优利康达（天津）科技有限公司的盖秀春，苏州能健电气有限公司的傅建民等。

科技人才尤其是高端科技人才是否拥有自主知识产权是人才引进时需要考虑的重要因素，中国风电产业中专利储备实力较强的高校、领先企业的重要发明人可作为**高层次创新人才引进**。如控制领域具有较强研发能力的中国华能集团清洁能源技术研究院的郭小江和蔡安民，以及风电场领域具有较强研发能力的闫姝、中国电建集团华东勘测设计研究院孙杏建和姜贞强。企业博士后工作站、企业技术中心等可作为高层次人才引进基地。如国电联合动力技术有限公司的李英昌，北京金风科创风电设备有限公司的马磊，以及甘肃省电力公司风电技术中心的赵龙等均是拥有突出专利技术的高端人才。

4.5 专利协同运用和市场运营路径

专利协同运用是引导并支持市场主体利用市场化、集群化、联盟化、协作化等手段吸引并整合专利资源，实现专利的集中管理、集成运用，依托专利资源，优化配置政策资源、技术资源、人力资源、金融资源等，为产业发展提供支撑的

一种重要方式。专利协同创新是专利协同运用的前提和必要条件。

实现专利的价值是开展专利工作的最终目的，通过专利的许可、转让、融资、作价入股、构建专利池等专利运营工作，已成为实现专利价值的必由之路。提高专利运营能力，充分实现技术创新价值，将专利这一无形财产有形化，使企业从技术创新和专利运营中尝到甜头、得到实惠，是提高技术创新和专利申请积极性的重要途径。

4.5.1 考虑与技术领先企业、高校院所开展技术合作，突破技术创新瓶颈

吉林省风电产业中，涉及协同创新的专利占比高达16.3%，仅低于北京，高于全国及大部分风电优势省/直辖市，但吉林省风电产业协同创新中，主要是集团内部的协同创新，合作研发对象较国内重点高校和研究机构数量偏少，开展不足，与国内其他重点高校和科研机构的协同创新开展还有待提高。

中国本土风电产业优势创新主体既有企业，也有研究型创新主体，企业中有如北京金风科创风电设备有限公司、国电联合动力技术有限公司、中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司、明阳智慧能源集团股份公司、新疆金风科技股份有限公司等均是本土风电产业技术领先企业，创新能力突

出；而以华北电力大学、中国电力科学研究院、清华大学、西安热工研究院等为代表的高校院所在风电产业也拥有较大技术优势。吉林省要进一步发展风电产业，除参考 4.3.2 部分内容引进领先企业和技术外，还可考虑与其进行协同创新，提高技术本地化效率。最后，建议吉林省在重点细分技术方向及弱势领域考虑与高校院所产学研协同创新，与技术领先企业开展技术合作，加快突破技术瓶颈。

图表 72 吉林省风电产业协同创新潜在对象

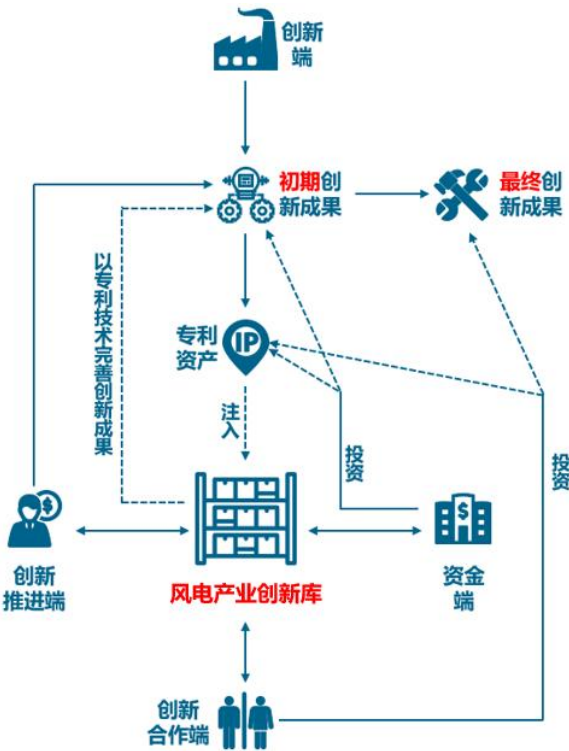
技术领域		国内企业	国内研究型创新主体
风力发电	风轮	北京金风科创风电设备有限公司 国电联合动力技术有限公司 中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司 明阳智慧能源集团股份公司 无锡同春新能源科技有限公司 新疆金风科技股份有限公司	华北电力大学 内蒙古工业大学 中国科学院工程热物理研究所 西安热工研究院有限公司 河海大学 南京航空航天大学
	塔筒	北京金风科创风电设备有限公司 明阳智慧能源集团股份公司 中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司 新疆金风科技股份有限公司 国电联合动力技术有限公司 广东明阳风电产业集团有限公司	天津大学 大连理工大学 重庆大学 西安热工研究院有限公司 曲阜师范大学 上海交通大学
控制技术	数据平台	国家电网有限公司 中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司 北京金风科创风电设备有限公司 国网甘肃省电力公司 北京华能新锐控制技术有限公司 国电联合动力技术有限公司	华北电力大学 中国电力科学研究院 清华大学 河海大学 东北电力大学 东南大学
	风能气象	北京金风科创风电设备有限公司 国家电网有限公司 中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司 国电联合动力技术有限公司 明阳智慧能源集团股份公司 浙江运达风电股份有限公司	华北电力大学 中国电力科学研究院 浙江大学 华北电力大学(保定) 河海大学 东南大学
风电场	电网	国家电网有限公司 中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司 北京金风科创风电设备有限公司 国网甘肃省电力公司 国电南瑞科技股份有限公司 国电联合动力技术有限公司	华北电力大学 中国电力科学研究院 清华大学 东北电力大学 东南大学 华北电力大学(保定)
运维	监测告警	北京金风科创风电设备有限公司 中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司 国家电网有限公司 新疆金风科技股份有限公司 国电联合动力技术有限公司 明阳智慧能源集团股份公司	西安热工研究院 华北电力大学 上海电机学院 浙江大学 中国电力科学研究院 华北电力大学(保定)

4.5.2 建立吉林省在风电产业的交互式专利运营机制

吉林省风电产业的专利运营活跃度不高，运营专利仅占风电产业相关专利总量的 6.4%，低于中国整体水平，也低于主要风电产业优势省/直辖市。专利转让是吉林省风电领域主要专利运营模式，质押融资形式运营专利数量较低，没有专利实施许可，企业之间的转让活动也主要为企业内部公司之间的转让，商业性转让欠缺。

吉林省宜协调建立起交互式的专利运营机制，使得专利成果在技术创新的过程中完成转换，形成运营态势，最终贯穿起创新链和产业链，最大程度地盘活专利本身蕴含的资本价值。

图表 73 建立吉林省风电产业交互式专利运营机制



具体来说，交互式专利运营机制应首先建立一个以专利为主导的风电产业创新库，并借助此产业创新库，将创新端（研发机构）、资金端（产业基金）、创新合作端（产业联盟）、以及创新推进端（专利投资基金）进行有效整合，形成一种各端密切联系的方案，从而完成创新链和产业链的无缝衔接。

在此机制方案中，创新端主要包括了企业以及研发机构（例如大学、研究所等），负责技术研发并输出初期的创新成果，然后利用专利投资基金，对初期创新成果进行更多的研发支持和法律保护，将初期创新成果进一步“包装”成高质量的专利资产，并将该专利资产注入到此产业创新库中，创新库整合这些专利资产中包含的技术信息，继续完善初期创新成果中的技术缺陷和不足，最终协助创新端将初期创新成果变成相对完善的最终创新成果。其次，通过此产业创新库与产业基金之间的衔接，引导产业基金对创新端的初期创新成果和专利资产进行投资，并借助公司化运营的方式完成产业化的目标。再次，将此产业创新库与产业联盟进行衔接，引导联盟中的创新主体（企业）对最终创新成果和专利资产进行进一步的投资，成立企业，而创新端中的实体可以以专利资产入股的方式参与到企业经营中，最终实现其研究成果的资本化和产业化。

附录 1 技术分解表

本项目主要根据风电产业特点，并结合吉林省发展重点进行技术分解，具体将风电产业分为风力发电机、风电场、控制技术、运维 4 个部分，详见下表。

图表 74 风电产业技术分解表

一级	二级	三级
风电产业	风力发电机	风轮
		传动机构
		主轴
		变流器
		机舱罩
		塔筒
	风电场	风机基础
		电网
		储能
	控制技术	风能气象
		功率控制
		变桨偏航
		数据平台
	运维	监测告警
		灾害防护
		维修
		调度

附录 2 专利数据来源

专利数据范围：本项目用于分析的专利数据以九国两组织具体为中国（CN）、美国（US）、英国（GB）、日本（JP）、德国（DE）、法国（FR）、瑞士（CH）、俄罗斯（前苏联）（RU（SU））、韩国（KR）、欧专局（EP）、世界知识产权组织（WO）的发明和实用新型的专利文摘数据为主，辅以其它非专利文献资料。

专利数据来源：专利数据来源于 CNIPR 中外专利数据库服务平台。

专利数据检索截止日期：2022 年 11 月 30 日。

数据说明：由于专利公开的时限性，2020、2021、2022 年提出申请的部分专利文献还没有公开，因此该年的数据不完整，实际的专利申请文献数据可能略大于本课题检索到的数据。同时，由于专利申请（专利）的法律状态发生变化时，专利公报的公布及检索数据存在滞后性的原因，本文提供的法律状态信息仅供参考。

附录3 专利检索及查全率、查准率

(1) 专利数据检索

本项目在风电产业所涉及的技术范围内制定检索策略，采用“三层面、三阶段”检索策略，“三层面”分别是指技术主题层面、技术分支层面和重要竞争对手层面，分别针对三层面构建不同的检索方式，相互补充去重。“三阶段”是由初步检索、全面检索和补充检索三个阶段构成，针对中文数据库和外文数据库分别单独进行检索，从而避免由于数据库自身特点造成的检索数据遗漏。

初步检索阶段：初步选择关键词和分类号以及关注的主要竞争对手进行检索，对检索到的专利文献关键词和分类号进行统计分析，并抽样对相关专利文献进行人工阅读，提炼关键词，初步检索阶段还要进行的就检索策略的调整、反馈，总结各检索要素在检索策略中所处的位置，在上述工作基础上制定全面检索策略。

全面检索阶段：选定精确关键词、扩展关键词、精确分类号和扩展分类号作为主要检索要素，充分利用截词符和算符，在中文和外文数据库进行全面而准确的检索。

补充检索阶段：在全面检索的基础上，统计本领域重要申请人，进行补充检索，保证重要申请人检索数据的全面和完整。此外，根据情况，适当引入同族专利、引证专利等对

专利数据进行进一步补充。

(2) 专利数据处理

采取批量分析和人工阅读相结合的方式对专利数据进行筛选，其中，批量分析是指对分析分类号、申请人等情况进行分析，去掉不相关分类号、申请人的专利。

(3) 专利数据查全率及查准率

全面而准确的检索结果是专利分析的基础，查全率用来评估检索结果的全面性，即评价检索结果涵盖检索主题下所有专利文献的程度，查准率用来衡量检索结果的准确性，即评价检索结果是否与检索主题密切相关。本项目中对检索结果查准率的评估是通过在某领域抽取一定数量的专利，计算专利样本中相关专利所占比例，所得结果即为专利查准率；查全率是选取领域相关度较高的企业，检索结果中该企业相关专利数量与该企业相关专利实际数量的比值，即为查全率。