

山西省风电产业可持续发展对策研究

闫金顺

吕梁学院 山西吕梁 033001

摘要: 随着可再生能源产业的迅速发展,风电产业日益受到重视。本文通过对风电产业链的分析、山西风电产业的现状以及专利布局的数据统计和分析,提出了山西风电产业可持续发展策略,为山西风电产业持续健康发展提供理论参考与政策建议。

关键词: 山西省; 可再生能源; 风电产业; 可持续发展

引言

山西省,传统上以煤炭资源为主,但近年来由于经济结构调整与环境保护的双重压力,对于新能源的开发与利用越来越受到重视。风电作为其中的重要组成部分,不仅有助于推动地区的经济发展,也对实现国家的“碳达峰、碳中和”战略具有重要意义。然而,面对快速发展的机遇,山西省的风电产业也面临着众多挑战,尤其是在技术创新与产业链优化方面。因此,本文旨在探讨山西省风电产业的发展现状,分析其创新能力,并提出相应的可持续发展策略。

1. 风电产业链组成与特征

1.1 风电产业链组成

风电产业链是风电产业从前期到后期的各个环节组成,具体可以分为以下部分:

风力资源评估: 在建设风电场之前,首先要对选址进行风力资源的评估,确保所在地风能资源充足,以保证风电场的正常运行和发电效率。

风机设计与制造: 根据风力资源评估的结果,风机的设计和制造需要满足特定的技术规格和标准,确保风机的稳定性和长期运行的可靠性。

风机安装: 风机安装是一个技术密集型的工程,需要考虑风机的定位、土地的稳定性以及连接到电网的技术要求。

风电场建设与运营: 包括风电场的规划、基础设施建设、风电机组的安装和电力系统的接入。运营阶段则包括风电电力的生产、传输和销售。

后期维护: 为确保风电场长期稳定运行,需要定期进行风机维护、设备检查和故障排除。

1.2 风电产业链特征

跨学科技术集成: 风电产业链不仅涉及气象学的风力评估,还需要机械工程知识进行风机设计,电气工程知识进行电力系统设计,以及自动化技术进行风电场的智能管理。

投资周期长: 风电产业的投资回报周期相对较长。从项目的启动、风力评估、风电场建设到实际开始产生电力并接入电网,可能需要数年的时间。这也意味着风电投资需要长期的财务承诺和规划。

技术更新速度快: 风电技术在不断进步,无论是风机设计、制造技术还是风电场的管理和运营技术,都在持续地更新和完善。这要求风电企业必须持续关注技术动态,以维持其在产业中的竞争优势。

2. 山西省风电产业链现状

2.1 山西省风电产业链现状

截至2022年年底,山西全省新能源装机容量达4013.52万千瓦,突破4000万千瓦大关,占全省总装机容量的33.23%,其中风电装机2317.81万千瓦、太阳能装机1695.71万千瓦。这些数据显示,山西正在由传统能源大省向新型综合能源大省加快转型,山西省针对风电装备产业的政策支持和行动计划均显示出对风电产业的高度重视。

山西风电装备产业链结构与成果: 山西风电装备产业链上游涵盖了原材料供应和零部件制造,中游主要为风电整机制造,而下游则是风电场的建设、运营和服务。2022年,山西风电装备产业链本土配套率增至45%以上,国产化率提升至95%以上。此外,产业链规模已扩展到66家企业,其中3家为国内领先企业。尽管如此,山西风电产业仍然面临很多挑战,例如产业链的不完整性、发展的不均衡性以及整体竞争力的不足,特别是在叶片、轴承、控制系统、大型

球铁铸件以及机舱罩等零部件的生产领域仍然存在空白。

2.2 山西风电产业链的核心竞争力与挑战分析

2.2.1 竞争优势

资源优势：山西的高原地形和风速条件为风电装备提供了良好的工作环境，有利于风电设备的长时间运行和高效率发电。

政策支持：山西省政府对风电产业给予了大量的政策扶持和资金支持，为企业带来了稳定的发展环境。

产业集聚：山西省吸引了一批风电装备制造企业和上下游配套企业，形成了完整的产业链条，增强了整体竞争力。太重集团作为链主企业在山西风电装备产业链上起到了龙头作用，与之共同推进产业链建设的还有大唐山西发电公司、华能山西能源等13家重点企业。山西风电装备的重点项目：山西省正在利用其北部的忻州、大同和朔州等地的优质风能资源，建设风能基地。2023年，山西发布了4项风电装备产业链的重点项目，如明阳新能源风电高端装备制造产业基地项目，山西宝航重工的风电法兰生产线二期项目，鑫万吨重工的风电塔架法兰及高合金锻件改扩建项目以及江淮重工的新能源装备产业基地二期项目等。目前，山西初步实现上游风力发电机5000台、风电齿轮箱6000台、塔筒300套、风电锻件主轴1000支、风电锻件30万吨、35kV及以下系列电力电缆的制造能力，实现中游风电整机1500台制造能力，但仍存在产业链不完整、发展不均衡、整体竞争力不足等问题，缺乏叶片、轴承、控制系统、大型球铁铸件、机舱罩等零部件生产企业

2.2.2 劣势与挑战

技术研发：虽然山西在风电装备制造方面有一定的基础，但与国际先进水平相比，仍存在一定的技术差距。

市场竞争：随着风电产业的快速发展，国内外企业纷纷入局，市场竞争日趋激烈。

后期运维服务：风电设备的长期运行需要高效的维护和服务，这方面的能力仍需加强。

在山西风电产业链中，太重集团、大唐山西发电公司、华能山西能源等核心企业起到了龙头作用，但他们在发展中也面临着一些技术、市场和服务方面的挑战。面对这些挑战，企业和政府需要紧密合作，不断创新和完善，以确保山西风电产业的持续、健康和高质量发展。

综上所述，山西省风电产业链在得到政府政策支持的同时，也展现出了强大的成长潜力和发展前景。但要持续推进产业的高质量发展，还需不断完善和优化产业链，提升核心技术和竞争力。

同时，也展现出了强大的成长潜力和发展前景。但要持续推进产业的高质量发展，还需不断完善和优化产业链，提升核心技术和竞争力。

3. 从专利布局看山西风电产业创新能力

3.1 山西风电产业专利检索研究

专利检索策略：基于山西风电产业相关技术关键词，结合CPC (Cooperative Patent Classification) 和IPC (International Patent Classification) 分类系统进行检索。针对山西省内相关企业、研究机构从2013年至2023年的专利申请进行检索，共检索到山西风电产业相关的643项专利。

技术布局分析：其中，风机技术有206项，占32.04%，风电控制技术有161项，占25.5%，其余为配套技术和其他相关技术，占比42.46%。

从数据中可以看出，山西在风机技术和风电控制技术方面的发展需求较大，风机技术的发展速度最快，而风电控制技术被视为关键瓶颈技术。

3.2 与其他主要风电产业发达地区的对比

表1 山西省其他主要风电产业发达地区风电产业专利数的对比

标项 / 地区	山西 (项)	内蒙古	福建	江苏
专利申请量	643项	984项	621项	7452项
有效专利	322项	456项	248项	3207项
无效专利	321项	528项	373项	4245项
产业链企业规模	150人 / 企业	180人 / 企业	140人 / 企业	260人 / 企业

3.3 山西风电产业创新能力分析

从山西风电主要企业的产业技术水平切入分析，山西的风电产业明显地展现了其日益增强的技术研发与创新力量。

以太重集团为例，这家企业在过去5年内投入了2亿元用于技术研发，并成功地获得了150项核心技术专利。比较与之前的数据，可以明显看出技术研发的投入增长了30%，而专利数量也增长了40%。这不仅证明了太重集团对技术创新的重视，也展现了其在风电产业中的领先地位。

4. 山西风电产业可持续发展对策

4.1 创新产业技术

风电机组大型化带来诸多制造挑战，这些新的挑战往往就是产业技术的创新需求所在，例如，高性能轴承材料制备及其结构设计、超长风电叶片气弹耦合模拟与分析技术、非回转体非等厚度纤维曲线铺放技术、超大型箱体铸件绿色铸造技术等。山西省风电产业要实现可持续发展，必须通过

创新产业技术来提高核心竞争力，只有不断革新风电产业技术，才能使山西风电产业在激烈的市场竞争中实现可持续发展。

4.1.1 关键技术重点突破

风力发电机是风电产业中的核心设备，提高风电叶片的捕风效率、优化变桨调速控制技术、改善机组制造装配精度等，是实现风力发电机高效发电和与可靠运行的关键所在；风电场的规划与布局对风能资源利用效率影响巨大，关键技术包括风资源准确评估技术和风机阵列效应优化技术；风电并网需要确保电网系统的安全性、平稳性，包括消纳风电的热-电联合优化规划及运行控制技术等；风电机组运维技术对服役寿命影响较大，关键技术涵盖无人值守远程监测与故障诊断智能算法等。

4.1.2 科技研发平台建设

产业科研平台建设有利于集中优势力量针对性解决产业技术难题。建设省级风能利用技术研发中心，推进产学研结合，加速从基础研究到技术成果的转化，降低研发的时间和成本。以市场需求为核心导向，实时掌握风电市场的最新需求和技术趋势，确保研发方向与市场需求高度契合，针对风电产业的共性基础理论与技术，组织专家团队进行重点攻关，推动技术创新突破，提升山西风电产业链的科技价值含量和核心竞争力。

4.2 培育专业人才

4.2.1 开设风电专业

统筹省内高等教育资源，开设风电工程、风能技术、风电装备制造等相关本科、专科专业，确保高等教育资源与风电产业需求的紧密结合。组织产业内的专家和技术骨干参与课程体系设置和教学资源开发，增强教学的实践性和针对性；在“链主”和其他重要企业设立实习、实训基地，为学生提供实地操作和项目参与的机会，加深理论知识与实际应用的结合；设立风电产业专项奖学金或助学金，鼓励优秀学生选择风电、投身风电，为山西省风电产业发展培育、输送优质的专业人才。

4.2.2 持续教育培训

对于已经在风电产业工作的员工，提供定期的技术培训和进修机会，确保人才的技能与产业发展保持同步。与研究机构合作，开展专题研讨会、技术交流会等，为专业人员提供更新知识和技术的平台。鼓励“链主”企业设立研发中

心和创新实验室，吸引和聚集行业内的顶尖人才。加大对“链主”企业在技术创新、技术改造和成果转化方面的财政、税收等政策支持，确保这些企业在产业链中的主导和引领地位。为“链主”企业提供人才培训和引进的政策优惠，鼓励其与国内外知名研究机构和高校合作，进行人才交流和技术合作。

4.3 优化产业结构

4.3.1 保持战略定力

以习近平新时代中国特色社会主义思想为行动的核心指导，确保国家战略、发展规划与技术研发方向紧密结合。严格遵循“碳达峰、碳中和”战略，深刻认识到风电作为清洁能源的核心地位，保持战略定力，持续推动《山西省风电装备产业链2023年行动方案》落实，确保山西省风电产业战略的稳定性与延续性。

4.3.2 调整产业布局

根据山西各区域的产业特点和资源特征，精准划分不同的产业功能区，确保各个环节得以最大程度地利用当地优势，整合区域内的资源，例如能源、物流、技术与人才等，使各地区在风电产业链中发挥其独特作用；做好宏观调控，优化产业布局，形成产业互补和联动，避免产业链局部产能过剩或供求紧张，实施“建链、延链、补链、强链”行动，推动上下游配套企业发展，着力强化产业链协作，持续推动产业链质效提升。

5. 结语

在可再生能源日益受到全球关注的大背景下，风电产业显得尤为关键。本文深入剖析了风电产业及其在山西的发展状况，揭示了山西风电产业的优势与挑战，提出了技术创新、人才培养、结构优化、政策引导等可持续发展对策。期待本文研究成果能够助力山西风电产业持续健康发展，为山西经济结构转型发挥作用、为实现“双碳”战略目标做出贡献。

参考文献

- [1] 宗雪,刘佰琼,顾云娟等.基于综合集成法的江苏省潮间带风电产业可持续发展评价[J].海洋环境科学,2019,38(03):427-434.
- [2] 赵福艳,李家春.探求未来风电产业可持续发展之路[J].风能,2016(02):24-25.
- [3] 王征.警示!欧洲风电产业链的可持续发展危机[J].

风能,2022(10):49-52+48.

[4] 陈玉宏,岑海堂.内蒙古风电产业可持续发展战略研究[J].科技创新导报,2017,14(21):86-88.

作者简介:

闫金顺,男,1986.10出生,硕士,讲师,研究方向为

风能利用技术。

基金支持:山西省科技战略研究专项(项目编号:202204031401126);

吕梁市重点研发项目(项目编号:2022GXYP11);