



“一带一路”绿色发展国际联盟
2024年政策研究专题报告

“一带一路”项目 绿色发展指南： 陆上风电项目绿色发展指南





“一带一路”绿色发展国际联盟（以下简称联盟）于 2019 年第二届“一带一路”国际合作高峰论坛期间由中外合作伙伴共同启动，是由全球生态环境与可持续发展相关领域的非政府组织、研究机构和企业等共同发起成立的国际性社会团体。截止目前，联盟已有来自 40 余个国家的 170 多家合作伙伴，包括 42 家会员单位。

联盟宗旨：凝聚“一带一路”绿色发展国际共识，开展开放、包容、共赢的“一带一路”绿色发展国际合作和行动实践，助力共建“一带一路”国家实现绿色、低碳、可持续发展。

“一带一路”绿色发展国际联盟 李盼文女士

电话：+86-10-82268281

传真：+86-10-82200535

地址：北京市西城区后英房胡同 5 号

邮编：100035

网址：<http://www.brigc.net/>

邮箱：secretariat@briggc.net



微信公众号



研究团队*

“一带一路”绿色发展国际联盟

蓝 艳 综合及战略规划部主任
于晓龙 综合及战略规划部高级项目主管
花瑞祥 政策研究部高级项目主管

一带一路环境技术交流与转移中心（深圳）

郝明途 主任
王树堂 副主任
易丽莎 总商务师
林 凯 技术转移部研究所所长
廖 璐 技术转移部研究所副所长

中国循环经济协会可再生能源专业委员会

李 丹 执行秘书长
马丽芳 政策研究部主管
李林泽 政策研究部研究员

北京计鹏信息咨询有限公司

汪徐华 绿色发展研究院院长
宋婷婷 绿色发展研究院项目经理
徐子涵 绿色发展研究院项目经理

* 研究团队成员以其个人身份参加研究工作，报告中表达的观点不代表其所在单位及“一带一路”绿色发展国际联盟观点。本研究亦得到了全球风能理事会（GWEC）、金风科技股份有限公司等单位的大力支持。

目 录

执行摘要	i
第一章 全球风电行业高速发展助力“一带一路”绿色低碳发展	2
一、全球风电发展情况回溯	2
二、风电项目支持“一带一路”绿色低碳发展潜力突出	4
三、“一带一路”风电项目投资合作进展回顾	7
第二章 基于环境、社会、治理框架的“一带一路”风电项目影响分析	13
一、环境与资源	13
二、社会影响	16
三、参与企业的内部治理	19
第三章 “一带一路”风电项目绿色发展指南	23
一、“一带一路”风电项目绿色发展关键要素识别	23
二、“一带一路”风电项目绿色评价原则和技术路线	29
三、“一带一路”风电项目绿色评价指标体系	32
第四章 促进“一带一路”风电项目绿色发展的建议	41
一、完善风电项目绿色发展评估体系	41
二、打造风电项目绿色发展的试点示范	41
三、深化产业层面的绿色发展合作交流	42
四、提升企业风险防范和管理能力	42
五、加强绿色金融体系服务支撑	43
参考文献	44
附件 1 风电项目绿色评价指标体系	46
附件 2 各指标的具体说明	51
一、生态环境影响	51
二、社会影响	53
三、企业治理	55
四、资源节约与高效利用	58
附件 3 中国企业投资海外风电项目情况	61

执行摘要



执行摘要

世界气象组织近期发布的《2024 年气候状况最新通报》再次发出红色警报，指出 2024 年 1 月至 9 月间，全球平均地表气温比工业化前平均水平高约 1.54℃，并预警 2024 年极有可能成为有气象记录以来最热的一年。然而，要实现 2℃ 和 1.5℃ 的全球温升控制目标，到 2030 年，全球温室气体排放必须减少 28% 和 42%。气候变化与生物多样性丧失、环境污染等多重危机相互交织，使绿色低碳发展成为当今世界的广泛共识。尽管已有 150 多个国家作出了碳中和承诺，覆盖了全球 88% 的二氧化碳排放、90% 的 GDP 和 85% 的人口，但《联合国气候变化框架公约》第二十八次缔约方大会（COP28）首次全球盘点的结果表明，各国在应对气候变化方面所采取的行动效果仍然远不及预期。

现有研究认为，共建“一带一路”国家（以下或简称共建国家）多为发展中国家，生态环境较为脆弱，生态承载力相对较低，经济发展伴随突出的“高碳排放水平和强度”特征，对气候变化十分敏感。对于这些国家而言，能源转型是应对气候变化最重要的途径之一。风能作为最具规模化开发条件和商业化发展前景的可再生能源之一，储量丰富、分布广泛。风能发电具备技术成熟、成本效益高、资源有效性强等优势，是全球增长最快的可再生能源电力类型。随着成本的进一步优化以及技术的持续更新，未来“一带一路”风电项目有望惠及更多的共建国家，支持其发展绿色经济、重塑能源体系、实现碳中和目标。

中国风电行业始于 20 世纪 50 年代后期，至今已基本形成包含设备制造、联合研发、工程设计与建设、项目投资与运营的全方位国际合作体系，同时具有技术可靠、质量优异、成本适中等技术特点，有助于解决共建国家能源短缺问题，并支持其产业转型升级和绿色低碳发展。尽管风电项目在发电过程中几乎不产生碳排放，具有突出的减排潜力，但是从整个项目全生命周期来看，风电项目在开发、建设、运行甚至退役阶段，仍会对周边环境、土地等自然资源以及社区和当地居民等产生交互影响，甚至诱发风险。从更具前瞻性和国际视野的角度出发，随着环境、社会、治理（ESG）等环境社会责任理念的兴起，海外项目“绿色发展”的内涵已进一步拓展和深化，亟须新的目标、原则、标准推动更高质量的项目实践。

基于这一需求，在一带一路环境技术交流与转移中心（深圳）“‘一带一路’风电项目绿色发展指南研究”项目的支持下，“一带一路”绿色发展国际联盟与有关合作伙伴共同推动了《“一带一路”项目绿色发展指南》第四期研究工作。本研究聚焦陆上风电项目绿

绿色发展，开展了一系列研究、调研与行业访谈，通过梳理中国“一带一路”风电项目投资建设情况，识别并分析风电项目对环境、资源、社会等方面的主要影响，设计并提出了包含“一带一路”风电项目绿色发展关键要素、总体目标、评价原则、技术路线与评价指标体系在内的“一带一路”风电项目绿色发展指南。

“一带一路”风电项目绿色发展关键要素：包括政策法规与标准遵循、自然环境保护措施、环境影响评价、资源节约与利用效率、温室气体排放水平、社区参与与区域贡献度、企业经营可持续性等方面。

“一带一路”风电项目绿色发展总体目标：包括推动风电项目与生态环境的友好发展，构建风电项目的低碳与可持续性发展格局，促进风电项目链条的资源高效利用，强化风电项目的国际合作与交流等方面。

“一带一路”风电项目绿色发展评价原则：包括坚持绿色生态环境保护，采用全生命周期管理，提升指标应用的通用性，明确、完整、可操作，以及信息共享与充分披露五项原则。

“一带一路”风电项目绿色发展评价指标体系：结合环境、社会、治理（ESG）框架，设计三级评价指标。包含生态环境影响、社会影响、企业治理、资源节约与高效利用 4 个一级指标；生态保护、人居环境侵扰、节地等 16 个二级指标；生态敏感区避让、移民安置落实情况、风电设备用地规范性等 46 个三级指标。

随后，本研究进一步提出了支持和促进“一带一路”风电项目绿色发展的 5 条建议，分别是：

建议 1：完善风电项目绿色发展评估体系。制定并发布绿色评估方法和绿色评价标准体系，建立绿色评估综合服务信息库，通过推动共建国家将“绿色评估认证”纳入清洁能源开发规划，鼓励企业自愿披露项目绿色评价结果，加强绿色评估结果的反馈应用。

建议 2：打造风电项目绿色发展的试点示范。打造具有代表性的项目试点、示范并给予一定激励，开展典型案例研究，组织项目观摩和技术交流活动，推广项目经验和绿色发展评估体系。

建议 3：深化产业层面的绿色发展合作交流。深化产业绿色发展合作，通过技术输出、设备供应等方式，帮助更多国家和地区高效开发风能资源。加强人才交流与能力建设，开展产业层面的人力资源开发合作，促进绿色发展理念认同、经验共享和知识传播。

建议 4：提升企业风险防范和管理能力。引导企业提升生态环境风险管理的意识和能力，将生态环境管理融入“一带一路”风电项目建设、运营全过程。强化对企业风险预警和评估的支撑，提高企业的风险识别和应对能力。

建议 5：加强绿色金融体系服务支撑。鼓励金融机构开发适合风电项目特征的绿色金融产品和满足不同阶段融资需求的金融服务方案，探索碳金融、气候债券等创新工具以开辟多元化的融资渠道，支持金融机构将环境、社会风险管理纳入信贷和投资管理全流程。

1

全球风电行业高速发展 助力“一带一路”绿色低碳发展



第一章 全球风电行业高速发展助力“一带一路”绿色低碳发展

在全球绿色低碳发展与能源转型的大背景下，减少化石燃料消耗、加快可再生能源开发利用已成为世界各国的普遍共识。《联合国气候变化框架公约》第二十八次缔约方大会（COP 28）公布了《全球脱碳加速计划》（Global Decarbonization Accelerator），旨在通过三个关键支柱“加速”推动全球脱碳进程：一是快速扩展未来能源系统的规模，二是对现有的能源系统进行脱碳改造，三是解决甲烷和其他非二氧化碳温室气体排放问题。在“快速扩展未来能源系统的规模”目标框架下，已有 116 个国家签署了《全球可再生能源和能源效率承诺》，同意推动到 2030 年将全球可再生能源装机容量增加至三倍，达到至少 11000 吉瓦，并将全球能源效率年均增速提高一倍，由 2% 提高至 4% 以上。

可再生能源主要包括风能、太阳能、水能、生物质能及地热能。其中，风能储量丰富、分布广泛，风力发电具备技术成熟、成本效益高、资源有效性强等优势，是最具规模化开发条件和商业化发展前景的清洁能源发电方式之一。随着成本的进一步优化以及技术的持续更新，未来风电项目将惠及更多的共建国家，支持其发展绿色经济、重塑能源体系、实现碳中和目标。

一、全球风电发展情况回溯

在全球温控 1.5°C 目标及净零排放目标下，越来越多的国家将风电等可再生能源作为本国应对气候变化和绿色低碳转型的关键途径，积极推动风电产业发展和风电项目开发利用。全球风能理事会（GWEC）发布的《全球风电发展报告 2024》显示，2015 至 2023 年，全球风电累计装机容量从 433 吉瓦增长至 1021 吉瓦（见图 1），年复合增长率为 11%，成为继水电、光伏之后全球装机规模第三大的可再生能源品种。目前，全球风电开发仍以陆上风电为主：截至 2023 年底，全球风电累计装机容量中，陆上风电占比约为 92.65%；2023 年全球新增风电装机容量为 116.6 吉瓦，其中陆上风电装机容量为 105.8 吉瓦，占比 90.7%；海上风电装机容量为 10.8 吉瓦，占比 9.3%。2022 年全球可再生能源发电量约 8440 太瓦时，其中风电发电量达到 2098 太瓦时，占比约 24.8%（见图 2），低于水电（占比约 51.3%）但高于光伏（占比约 15.3%），是非水可再生能源的第一大电力来源，也是全球增长最快的电力类型之一。

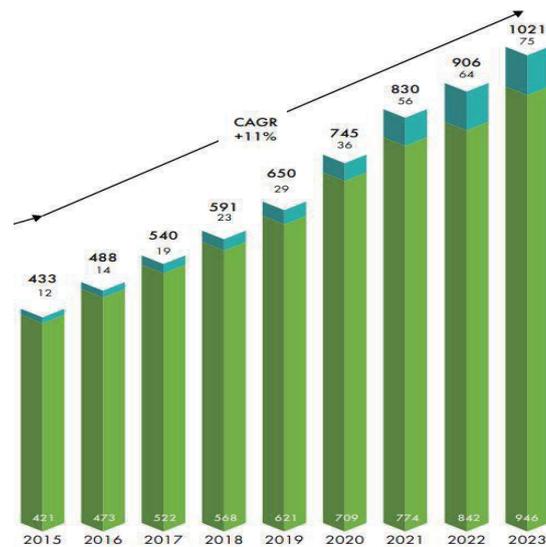


图 1 2015—2023 年全球风电累计装机容量发展情况（单位：吉瓦）

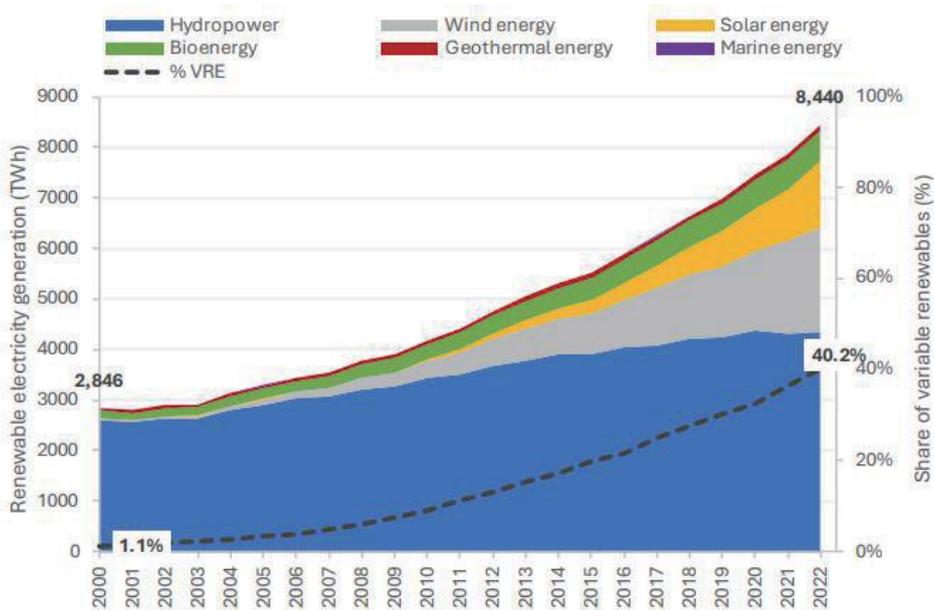


图 2 2000—2022 年全球可再生能源发电量情况（单位：太瓦时）

二、风电项目支持“一带一路”绿色低碳发展潜力突出

（一）风力资源丰富

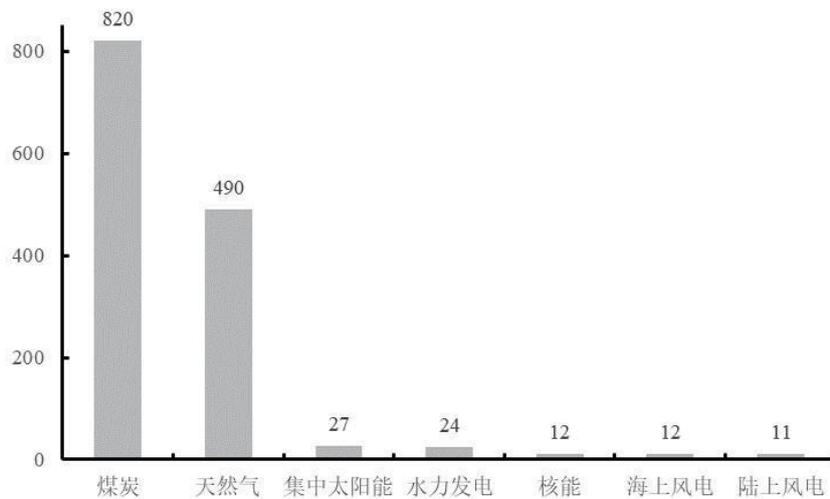
“一带一路”沿线地区风力资源较丰富。据估算，全球可利用风能约为 20000 吉瓦，主要分布在欧洲、东亚、中亚、西亚（阿拉伯半岛地区）、北非（撒哈拉沙漠地区），以及

南非、北美洲和南美洲南部等地区。未来，随着风机技术（如低风速、高海拔地区风电机组技术）的不断完善，更多的共建国家将会具备开发和利用风电的机会。与此同时，“一带一路”沿线地区是全球潜在的经济高增长地区，对能源存在巨大的需求潜力。风电不受燃料价格波动影响，并且能够产生环保效益，可以为共建国家带来清洁、持续、安全的能源保障，有效避免重蹈发达国家“先污染、后治理”的覆辙。根据全球风能理事会（GWEC）的预测，未来，除中国、欧洲和美国继续保持支柱市场地位外，拉丁美洲、非洲及其他亚太地区的共建国家也将保持稳定的市场发展空间。

（二）减排效益显著

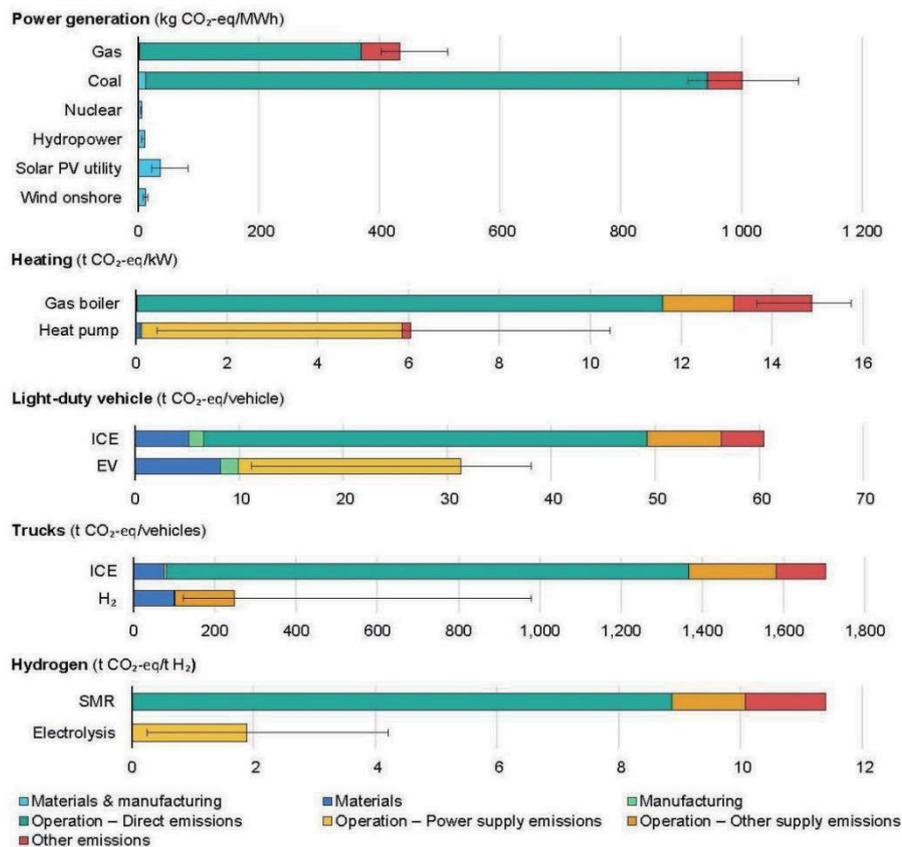
受资金、技术、人才和基础设施发展水平限制，大多数共建国家对低成本化石能源的依赖程度相对较高。现有研究发现，共建国家能源消费以化石能源为主，可再生能源占比较低，区域间一次能源消费结构差异大。根据美国能源信息署数据，除中国外的共建国家一次能源消费总量约占全球能源消费总量的 30%，以石油和天然气为主，其次为煤炭¹。与以上化石能源不同，风电项目除了在设备制造、运输、安装等过程中会产生少量碳排放之外，发电过程中几乎不产生碳排放，在支持共建国家能源绿色低碳转型方面具有突出的减排潜力。联合国政府间气候变化专门委员会报告显示，陆上风电和海上风电二氧化碳排放强度中值分别为 11 克/千瓦时和 12 克/千瓦时，相比之下，光伏发电为 48 克/千瓦时，水电为 24 克/千瓦时，天然气发电为 490 克/千瓦时，煤电为 820 克/千瓦时（见图 3）。国际能源署（IEA）发布的《Energy Technology Perspectives 2023》显示（见图 4），在所有发电技术中，煤电全生命周期二氧化碳排放强度最高，约为 1000 千克/兆瓦时，天然气发电次之，约为 420 千克/兆瓦时。其他发电技术在运行阶段没有碳排放，其排放主要来源于建造阶段。光伏发电全生命周期二氧化碳排放强度约为 40 千克/兆瓦时，风电和水电约为 10 千克/兆瓦时，核电最低，约为 5 千克/兆瓦时。

¹ 朱开伟，谭显春，顾佰和，张建平，孔令斯. “一带一路”共建国家低碳转型路径研究与气候合作建议[J]. 中国科学院院刊，2023，38（9）：1398-1406。



图片来源：联合国政府间气候变化专门委员会

图 3 不同发电技术全生命周期二氧化碳排放强度（单位：克/千瓦时）



图片来源：国际能源署（IEA）发布的 Energy Technology Perspectives 2023。

图 4 主要能源技术全生命周期碳排放强度（单位：千克/兆瓦时）

（三）成本优势突出

共建国家主要为发展中国家，对能源价格的承受能力相对较弱。风电在经历了数十年的成本下降和技术性能改善之后，其经济效益和环境效益均获得实践认可，已成为支持共建国家能源绿色低碳转型的“经济”之选。国际可再生能源署（IRENA）研究表明，在过去的十余年中，陆上风电一直是最具成本优势的可再生能源品种，即便在 2010 年，全球陆上风电的加权平均平准化度电成本（LCOE）约为 0.107 美元/千瓦时，比当时最低的化石燃料成本价（0.056 美元/千瓦时）高出 95%，但仍远低于同期高出化石燃料成本价 2.5~7 倍的海上风电和光伏发电。2022 年，全球新增陆上风电项目的 LCOE 已下降至 0.033 美元/千瓦时，比最便宜的化石燃料成本价低 52%，成本优势更为突出。2010—2022 年全球风电等可再生能源加权平均 LCOE 竞争力变化情况如图 5 所示。2010—2022 年全球陆上风电加权平均总安装成本、容量因数和 LCOE 变化情况如图 6 所示。

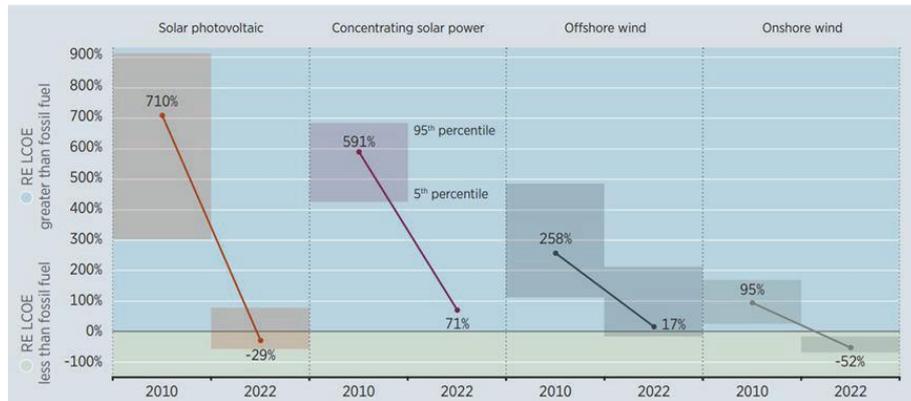


图 5 2010—2022 年全球风电等可再生能源加权平均 LCOE 竞争力变化情况

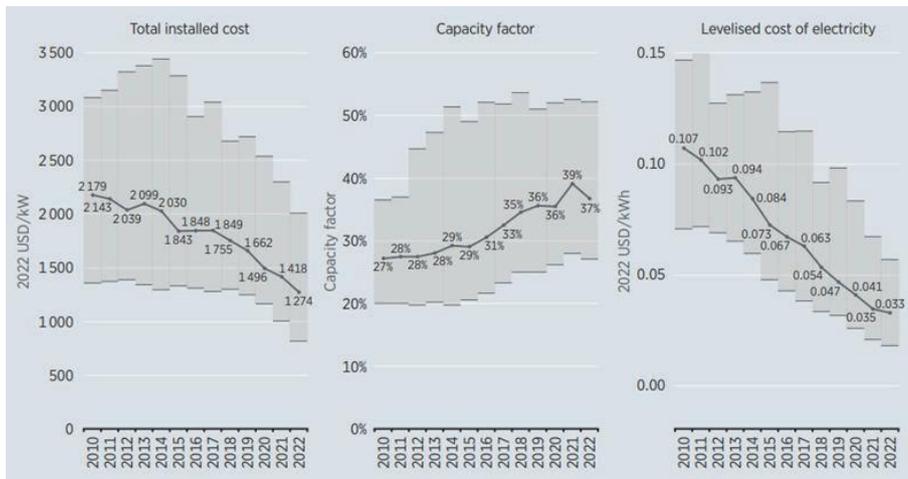


图 6 2010—2022 年全球陆上风电加权平均总安装成本、容量因数和 LCOE 变化情况

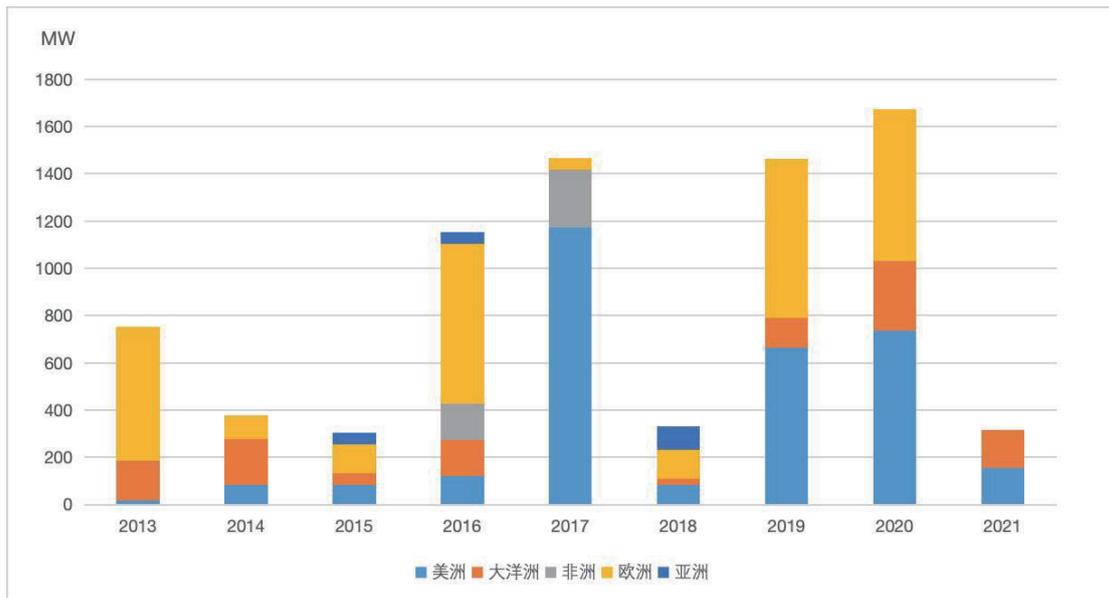
三、“一带一路”风电项目投资合作进展回顾

中国风电行业始于 20 世纪 50 年代后期。“十三五”期间，在《关于建立监测预警机制促进风电产业持续健康发展的通知》《清洁能源消纳行动计划（2018—2020 年）》等多项政策文件引导下，中国的风电产业进入了持续稳定发展阶段，风电装机容量大幅提升，逐渐为全球最大的风电市场。截至 2023 年底，中国风电装机容量达 4.4 亿千瓦，连续 14 年稳居世界第一，占全球风电装机规模的 43%。目前，中国风电产业已建成先进完备、具备国际竞争优势的全产业链体系，带动了一大批可再生能源企业参与国际合作，成为共建“一带一路”合作的亮点。

（一）中国企业投资海外风电项目情况

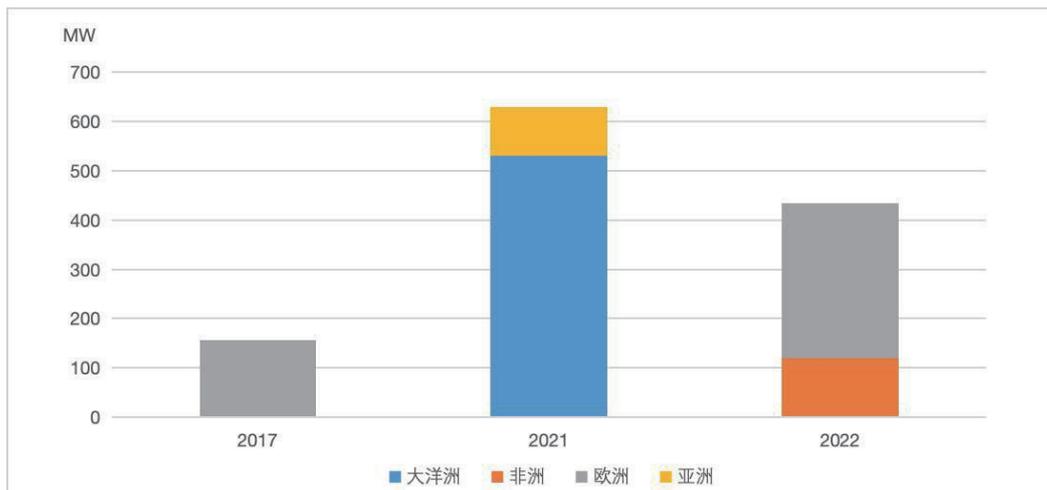
中资企业海外风电项目投资形式多样，主要包括绿地投资、并购投资、“并购+绿地”混合投资、以及设备+EPC 等。经研究梳理，2013—2022 年间，中国企业参与海外风电项目投资累计装机总量达到约 9790 兆瓦（包含运行和在建项目，详见附表 3）。其中，2020 年达到最高值，约 1.7 吉瓦，美洲、欧洲、大洋洲占比分别达到了 44%、38%和 18%（见图 7 和图 8）。截至 2021 年末，中国在美洲、欧洲、大洋洲及非洲投资风电项目的累计规模分别达到了约 3.2 吉瓦、3.1 吉瓦、1.7 吉瓦和 0.45 吉瓦，占比分别为 37%、36%、20%和 5%。美洲市场的主要国家为巴西和阿根廷，中国企业投资的风电项目规模分别达到约 975 兆瓦和 160 兆瓦²；欧洲市场的主要国家包括英国、葡萄牙、德国等，中国企业投资的风电项目规模分别达到约 1.1 吉瓦、400 兆瓦和 290 兆瓦；大洋洲市场的主要国家则为澳大利亚，中国企业投资的风电项目规模达到约 1.5 吉瓦。

² 报告使用的基础分析数据来自于波士顿大学中国电力数据库，由于统计口径以及时效性上的差异，虽然该数据库能够在一定程度上反映中国企业海外风电项目投资情况，但仍难展示海外风电项目的全貌。在项目组实际走访调研中发现，截至 2022 年末，金风科技及远景能源在阿根廷的风电项目投资规模总量已经突破 400MW。



数据来源：作者根据波士顿大学中国全球电力数据库整理

图 7 2013-2021 年中国企业投资海外风电项目情况——在运行项目



数据来源：作者根据波士顿大学中国全球电力数据库整理

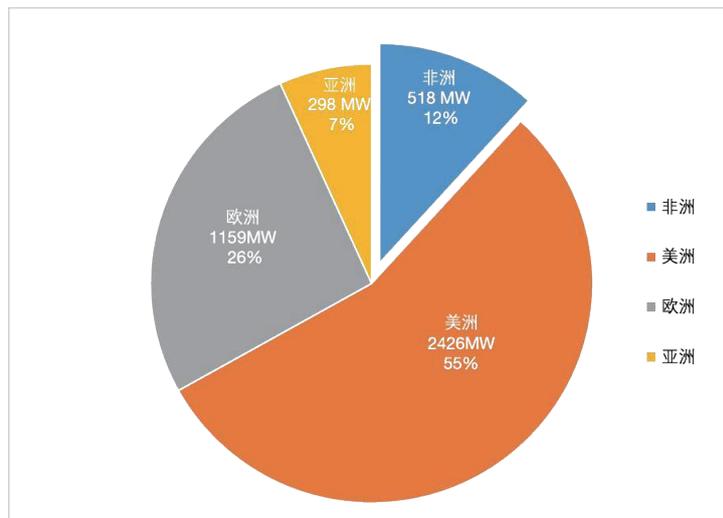
图 8 中国企业投资海外风电项目情况——在建项目

（二）中国企业投资“一带一路”风电项目情况

凭借完备的产业体系、成熟可靠的产品，以及多元化的合作和服务方式，中国风电企业为共建国家提供了技术先进、质量优良、价格适中的丰富产品组合。

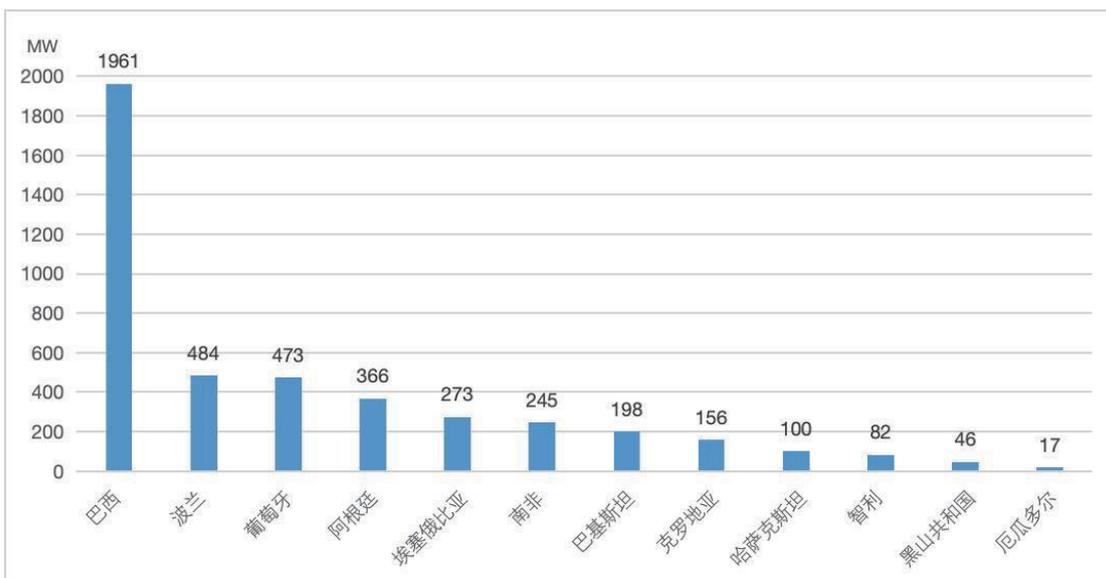
美洲是中资企业在共建国家投资风电项目的第一大区域，风电产能规模约 2.4 吉瓦，占比 55%，主要国家包括阿根廷和巴西，其中巴西也是中国风电企业在“一带一路”沿线

投资的第一大国，规模达到了近 2 吉瓦。在美洲投资的代表企业包括中广核、三峡集团、国家电投、金风科技等。欧洲位居第二位，规模和占比分别达到约 1.16 吉瓦和 26%。项目主要遍布的主要国家波兰、葡萄牙等，代表性企业为三峡集团。非洲是重要的新兴市场，2017 年南非德阿风电项目成为中国在非洲投资建设运营的首个风电项目，标志着中国企业在共建国家风电市场的进一步拓展。当前，中国风电企业在非洲投资项目的产能规模达到了 517 兆瓦，占比约 12%。



数据来源：作者根据波士顿大学中国全球电力数据库整理

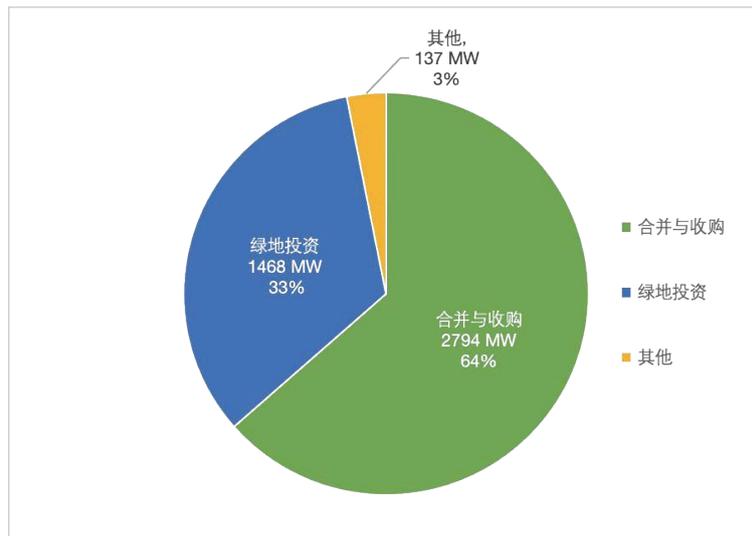
图 9 中国企业在共建国家投资风电项目情况——地区产能分布



数据来源：作者根据波士顿大学中国全球电力数据库整理

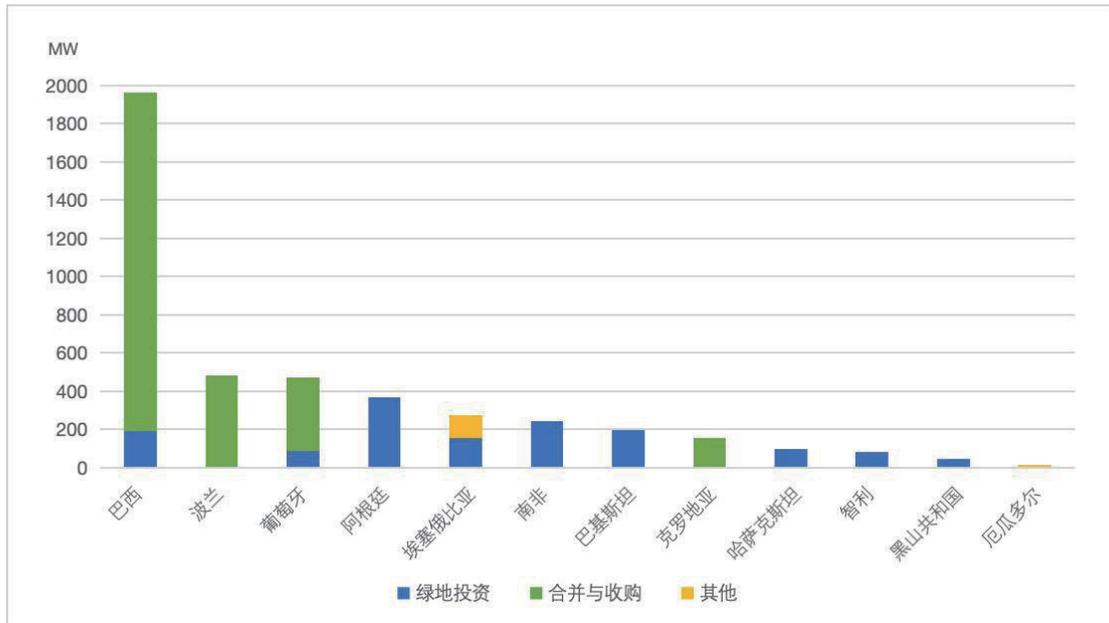
图 10 中国企业在共建国家投资风电项目情况——国别产能分布

从主要投资方式看，中国企业参与共建国家风电项目的投资主要包括绿地投资和并购两种方式，其中，约 64% 风电产能由并购项目产生，约 33% 风电产能由绿地投资项目产生。并购是中国风电企业参与共建国家风电项目投资的最主要方式。通过并购，企业能够在较短时间内实现战略布局，例如，中广核通过收购 Actis 公司的风电业务公司 Atlantic，成功在巴西市场建立了风电布局。近年来中国风电企业在“一带一路”沿线的绿地投资项目逐步增加。如三峡集团在巴基斯坦投资建设的达沃风电场，以及金风科技在阿根廷罗马布兰卡和米拉马尔投资建成 347.65 兆瓦风电项目群。就具体国家而言，由于项目所在国家或地区的政策条件、金融机制和对海外企业投资模式的要求不同，中国企业在各国的项目投资方式差异较大。其中，在巴西、波兰、葡萄牙、克罗地亚等国家以并购方式为主，并购项目占比均在 80% 以上；而在阿根廷、南非、巴基斯坦、哈萨克斯坦、智利等国家几乎全部为绿地投资项目。



数据来源：作者根据波士顿大学中国全球电力数据库整理

图 11 中国企业在共建国家投资风电项目情况——投资方式与风电产能



数据来源：作者根据波士顿大学中国全球电力数据库整理

图 12 中国企业在共建国家投资风电项目情况——具体国家投资方式与产能

2

基于环境、社会、治理框架的 “一带一路”风电项目影响分析



第二章 基于环境、社会、治理框架的“一带一路”风电项目影响分析

从全球范围看，风电领域目前尚未建立起系统、完善、统一的风电项目绿色发展标准和体系，风电项目开发建设项目多参考电力工程普遍采用的环评准则。本研究试图以此为基础，进一步结合环境、社会、治理（ESG）框架，并对“一带一路”风电项目开发运营案例进行简要分析，梳理和总结“一带一路”风电项目在环境与资源、社会影响以及参与企业的内部治理 3 个方面产生的主要影响，为进一步识别项目绿色发展的关键要素提供基础框架。

一、环境与资源

风电项目的建设运营会对周边环境与资源（包括水土资源、动物、植被）等产生一定的影响。风电项目在施工期、运营期等不同阶段，产生的主要生态环境影响有所不同。其中，在施工期，风电项目产生的环境影响包括施工扬尘、施工废水、施工垃圾、生活垃圾、施工噪声、植被破坏和水土流失，当前重点关注的影响为植被破坏和水土流失。在运营期，风电项目产生的环境影响包括噪声、生活废水、固体废弃物、鸟类影响、电磁辐射、阴影、局地气候、植被破坏、水土流失等，当前重点关注的是鸟类影响、噪声和水土流失。

一是大气及水环境影响。大气及水环境影响多存在于风电项目施工期。其中，大气环境影响主要是新建场内公路、塔架基础、电缆沟等土方填挖过程产生的扬尘，以及施工现场机械尾气排放等，它们会对大气环境产生短期或局部的不良影响。随着风电场建设施工结束，这些影响也将消失，不会对大气环境产生较大影响。水环境影响包括生活污水和生产废水。生产废水主要由施工机械冲洗以及机械配修、汽车保养等产生，由于风电场内施工布置较为分散，若废水收集处理工作不到位，将会对当地和周边水域和土壤环境造成污染和破坏。

二是土地利用。风电项目占用土地面积较大，包括风机运行所占用的土地、安装风机塔架、叶片等设备占用的土地，以及保障风机运行而修建道路、敷设电缆等占用的土地，对当地的土地资源利用造成一定压力。特别是许多共建国家中，大量土地资源属私有资产，因此村镇及部落的亿元可能会对风电项目的进展构成较大制约。此外，风电项目的土地利

用还可能破坏当地生态系统，特别是一些敏感的自然保护区或生态脆弱地区。例如，南非政府在进行风电项目建设时，对于是否影响动物迁徙、是否破坏植被、是否造成水土流失，以及是否侵占历史古迹等方面都有明确具体的要求。

三是噪声污染。噪声污染包括风电项目建设施工期由于运输车辆、施工机械等工作造成的噪声，项目运营期由于风电机组叶片旋转过程中与空气产生摩擦造成的噪声，以及发电机、液压系统等其他设备产生的噪声。通常情况下，大型风电场项目多建设在偏远地区，远离居民居住地，施工期噪声对居民影响非常小。对于一些分散式或离居民区较近的风电项目，风电场噪声可能会对居民的听力、睡眠等方面产生较明显的影响，需要进行评估，采取相应保护措施。此外，风电场噪声可能会对野生动物（特别是鸟类）的栖息环境产生一定影响。

四是野生动物生存。建设风机需要占用大量土地，并且需要建设道路和输电线路等基础设施，这些活动可能会破坏野生动物的栖息地，或影响当地野生动物物种数量。此外，风机运行还会影响鸟类等野生动物的栖息与迁徙。因此，风电项目不应建设在生态保护区，并尽量避免建设在生物栖息地，同时要做好相关保护工作。

五是视觉影响。一方面，风电机组叶片在阳光入射方向下，随着叶片转动，会产生光影周期性晃动现象。按目前的风机叶片长度计算，冬至日光影长度可能超过 300 米，随着叶片今后进一步加长，光影长度可能增加至 400 米左右。长期面对这种现象，会使人产生心烦、眩晕等症状，但若非长时间正面面对，则干扰影响程度并不大。考虑到光影影响，风电场选址时会与居民区保持足够的距离，在此情况下，光影不一定会对居民点产生影响。另一方面，风机通常很高，容易对当地景观产生明显影响。例如，苏格兰的刘易斯岛（Isle of Lewis）的居民反对在海岸线上建造风机，以免影响当地自然景观。

六是固体废弃物。风电场建设过程中，修理设备设施、埋设通信电缆和输电电缆、安装塔架和箱式变电站、架设输电线路，以及施工搭建工棚、仓库等临时性建筑物等，均会对地表植被产生一定的破坏作用，进而可能造成土壤侵蚀及水土流失。此外，在风电场生命周期结束后，塔筒、叶片等固体废弃物也应适当进行回收或循环利用，降低对当地环境的影响，也会最大限度降低整个项目生命周期的生态环境影响。

专栏 1：全南天排山风电场——“赣州市水土保持生态文明示范工程”

赣州全南天排山风电场项目位于赣州市全南县北部天排山区域，属于江西省水土流失重点预防保护区，也是全国唯一的水土保持改革实验区。天排山项目包括 50 台单机容量为 2.0 兆瓦的直驱永磁机组，总装机容量为 100 兆瓦，建设总投资为 9.06 亿元，土建工程投资为 2.33 亿元，其中，水土保持工程投资 1.13 亿元（含项目地质灾害防治投资），约占土建工程投资的 48%。

项目秉持“最大程度保护，最小程度破坏，最强力度恢复”的理念，高规格、高标准落实了截排水系统、挂网喷播植草系统等水土保持措施，生态复绿效果显著，让风车融入青山绿水，让云间的风点亮乡村山寨，在风电项目水土保持设施建设方面具有良好的示范效应，被赣州市水利局通报表扬并授予“赣州市水土保持生态文明示范工程”称号。

项目从施工期开始，对水土保持、废水、噪声等进行了严格管理控制。一是采取土石方分层开挖、分层堆放、分层回填和乡土物种植被恢复等措施，并对工人进行安全环保教育；二是严格控制施工时间，确保工程噪声不对居民正常生产生活产生影响；三是集中收集施工废水并进行沉淀等初步处理，然后用于场地洒水抑尘，不外排；四是将施工废弃土石方全部用于场地平整，不外排，同时统一收集生活垃圾并送至当地环卫部门指定填埋场合理处置。

项目运营期间，对各项污染物或环境影响因素采取适当措施，降低和避免生态环境影响。其中，生活污水经地埋式一体化处理设施处理达标后回用于绿化和道路喷洒，冬储夏用，不外排，不对环境造成影响；升压变压器和逆变器运行时产生的噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348—2008）2 类区标准要求，对周围环境的影响小；废旧铅蓄电池和废变压器油等固废经统一回收后定期交由有资质的企业处理。

专栏 2：南非德阿风电场

德阿风电项目位于南非北开普省，是中国发电企业在非洲的第一个集投资、建设、运营于一体的风电项目。项目于 2017 年建成投运，总投资约 25 亿



元，总装机容量为 244.5 兆瓦。项目每年为当地供应稳定清洁电力约 7.6 亿千瓦时，可供约 30 万户家庭使用，有力缓解了当地的能源短缺问题，相当于每年节约标准煤 21.58 万吨，减排二氧化碳 61.99 万吨。

德阿风电项目非常重视自然环境保护工作，以绿色行动维护当地生态平衡。项目参照欧洲最高环境保护标准，对场内道路修建中遇到的动物、风机吊装中遇到的鹰窝、场内植被的恢复等采取完善的保护措施。针对风电场经常有跳羚、鹰鹫等出现的情况，为保护当地野生动物，风电场中每根电线杆塔顶端都安置了栖鸟支架，以减少输电设备对鸟类的伤害。

2021 年起，项目聘请第三方环保机构，针对鸟类、蝙蝠野生动物以及等植被等开展长期和持续的监测，建立了安全健康环境体系和团队，并根据要求配备相关环保设施，确保整个项目的可持续发展。

此外，该项目按照国际自愿减排标准在国际自愿碳减排平台 VERRA 成功注册，是南非首个（也是唯一一个）成功注册的大型可再生能源自愿碳减排项目。截至 2022 年 10 月，这一项目总交易减排额达 308.36 万吨。

二、社会影响

随着风电产业的发展，其在提供就业和创造投资等领域的社会影响和效益愈发明显。根据国际可再生能源署（IRENA）和国际劳工组织（ILO）联合发表的报告³，2022 年全球风电产业提供的就业岗位达到了 140 万个，涵盖项目开发、设备制造、吊装运维等产业众多环节，具备多维性和包容性。除带来就业和投资机会外，落地执行的风电项目在其开发建设和运行过程中，会与项目所在地的政府机关、社会团体、原住民等利益相关方存在交集，并产生相互影响作用。融洽和谐的社会关系可以有效地促进风电项目的开发建设，提高其在当地的接受程度和社会影响力。反之，若项目在履行社会责任方面的意识不强、履责行为不当、履责效果不好，则很容易遭到东道国政府的法律制裁或行政处罚，引发负面的社会影响。⁴

共建国家多为发展中国家，对于发展的需求更加迫切，也更为现实。风电产业作为新

³ IRENA, “可再生能源与就业：2023 年年度回顾”

⁴ 付维维,《应在全局, 境外吸纳灌木投资从策划到实施》, 机械工业出版社, 2020

兴的能源产业，在促进所在国家的社会可持续、公正转型方面可发挥积极作用。然而，开展风电项目建设运营，特别是在海外不同国家的开发过程中，由于投资方和所在国所处的发展阶段、文化背景等存在差异，必将产生诸多社会影响，需有针对性地开展评估。

一是对生活环境的侵扰。风电项目的建设和运营可能会对当地民众的生活质量产生影响，例如，项目建造过程中产生的噪声、尘土、污物，以及对当地生态景观的改变等问题，若不能得到重视和及时处理，会给居民生活带来不便，引起他们的反感，甚至引发社会矛盾，影响社会治安。

二是拉动经济、增加就业。风电是新型的高技术含量产业，建设运营需要大量资金。以国内风电项目为例，2022年陆上风电单位千瓦综合平均造价约5800元，以新增装机容量占比最高的4.X兆瓦机组计，单台风机造价可达2300万~3000万元。风电项目建设可产生拉动投资、创造税收等显著的经济效益。此外，风电项目生产经营活动需要相应的工作人员，在帮助解决当地人员的就业问题、提升人员的工作技能等方面产生社会效益。

三是价值观念和文化风俗沟通。在风电项目开发过程中，由于投资方与项目所在国家或地区在价值观念、文化习俗等方面存在不同，或受交流障碍等因素影响，容易产生社会影响或造成冲突。例如，一些国家或地区的风电项目建设可能与当地的宗教信仰等产生冲突，从而引发当地居民的不满和抵制。此外，由于投资方与当地民众的表达方式不同，也易造成交流表达的错位和误解，进而可能产生冲突。因此，在风电项目开发过程中，投资方需要充分重视当地民众的信仰、文化传统，讲究诚信并互相尊重。

四是社区利益维护。风电项目建设区域各异，项目及其运营企业往往会位于某个特定的社区中，该社区的态度和行为会对项目建设和经营具有实质性的影响。除上述提到的提供就业机会之外，风电项目企业通过积极主动参与社区建设、开展技能帮扶、进行科普宣传，以及支持教育、医疗、文化等社会公益事业的方式，打造和谐融洽的社区关系，也将有效促进风电项目的经营发展。

专栏 3：阿根廷赫利俄斯风电项目群

赫利俄斯（Helios）风电项目群是阿根廷目前最大的风电项目群，由5个独立风电场组成，共安装109台中国金风科技生产的GW3S直驱永磁风力发电机组，总装机容量355兆瓦。项目每年可为阿根廷提供约16亿千瓦时的清



洁能源，满足 36 万户居民的用电需求，相当于每年节约标准煤 80 万吨，减排二氧化碳约 200 万吨。项目为推动阿根廷实现到 2025 年可再生能源发电占比达 20% 的目标，进一步提升阿根廷能源结构中的可再生能源比例，促进能源绿色转型发挥了积极作用。

赫利俄斯风电项目不但在环境管理制度、资源效率等方面开展了大量工作并取得了良好成果，在社会绩效方面，该项目也通过一系列措施，实现了促进社会发展的目标：

一是促进就业。项目团队坚持公平一致的属地化用工原则，严格落实禁止使用童工、禁止强迫劳动、禁止歧视等管理制度，严格遵照阿根廷《劳动法》开展属地化雇员的招聘和管理工作。项目群建设期为当地带来超过 1500 个就业机会，运营期培养了一大批风电机组属地化运维人才，积极践行人员属地化战略，聘请当地优秀人员参与资产管理和风电场运维，履行好企业社会责任。

二是技能培训。项目团队依托其完善的职业技能培训管理体系，在项目建设阶段为当地员工提供系统性的职业培训，帮助当地员工快速掌握风电场工作的各项知识技能。风电项目群投产运营后，项目团队持续扩充属地化运营和维护团队，不断为当地员工提供体系化的培训，一批技术水平较高的本地运维人员逐渐成长起来，成为风电机组运营阶段的主力。

三是社会公益。在支持农村地区教育方面，项目团队为项目所在地学校捐赠取暖器和学生餐厅的桌椅家具，更新学习及生活必备设施，极大地改善了学生的学习环境。项目团队还向阿根廷国家民航管理局和卫生办公室、科研机构、社区消防局、社会公益组织、绿地公园以及免费接纳贫困社区儿童的足球学校等，捐赠集装箱、包装木材、防雨布等可重复利用的物资，主动融入当地社区，为项目所在地和周边地区民众提供力所能及的帮助。

专栏 4：龙源加拿大德芙琳（Dufferin）风电场

德芙琳风电项目位于加拿大安大略省德芙琳县梅兰克森镇（Melancthon），总装机容量 100 兆瓦，可满足 3 万当地居民的用电需求。该项目是中国发电企

业在海外投资建设的第一个风电项目，是一个无先例可循的开拓性项目。⁵

项目所在地自然资源禀赋突出，风力发电的基础条件优越，并且当地政府对开发可再生能源持积极态度，出台了《绿色能源法案》，为可再生能源提供固定上网电价政策。得益于优越的风力资源和积极的电价政策，该风电项目开发极具经济性。

但是，在良好的收益条件下，项目开发建设过程中仍克服了重重问题和障碍。一是项目审批程序苛刻，其中以环评审批（REA）为甚，项目审批过程经历了17轮社区听证会，撰写了18份研究报告以及近10万字的电网申请报告，审批总用时近两年。二是存在“邻避心态”，即当地民众一方面支持发展风电，但又普遍不希望风机立于自家门前，为满足向当地居民征求土地使用权的要求，风场占地规划被迫作出了调整。三是当地民间组织的干涉，当地反风电组织以影响生态环境等为由，向当地环境法庭申请叫停项目，虽最终申诉无效，但造成项目在一段时间内被迫停工。

在项目组的努力之下，项目最终按照既定时间完成了工程建设并顺利投产发电，实现了自主开发、自主建设、自主运营，向世界展示了中国新能源企业的实力和水平。

三、参与企业的内部治理

企业治理是管理和监督企业业务运营的机制，在治理目标和管理措施等方面可以防范和规避企业投资运营风险，从而有效引导企业实现可持续发展。风电项目作为高资产投入行业，企业自身的健康、可持续管理是保障项目生命周期内规避风险，并达到预期目标的基础和关键环节。通常情况下，风电企业可从企业的组织结构、职责分工、决策程序和风险管控等不同方面设立指标要求，加强企业治理。

当前，为适应国际市场需求，特别是金融机构等的投资条件要求，“一带一路”海外风电投资企业已经准备开展或已开展企业可持续发展管理工作。然而，受各种条件影响，在可持续发展方面，风电企业的自身能力建设并不完善。一是，企业开展可持续发展管理仍处于初期阶段；二是，项目的管理者和运营者缺乏系统性规划，不利于对项目进行管理；

⁵ 于欢，《中国能源报》，2014年11月24日，第03版

三是，部分企业关注重点落在项目开发建设的数量和短期盈利水平上，对可持续发展的重视程度不够，对其必要性和紧迫性认识不足，止于满足绿色低碳、生态环保的最低标准，缺乏长远规划的动力；四是，企业对项目绿色投资开发建设的目标管理、运营评估和考核监督缺少有效抓手和实施途径。

为避免由于企业管理所造成的企业运营和项目生产风险，企业需在以下方面加强可持续发展措施的实施：一是完善规章制度，确保合规经营。针对风电项目开发运营特点，制定项目建设工作计划，分配专业管理人员并明确职责，组织开展业务培训，保证企业遵守相关法规和监管要求，保障正常运营及合法性。二是提高生产运营效率。通过设置更加精细、合理的生产和经营指标，优化设备性能，采用先进信息技术，探索新运营模式等，降低企业和项目成本、提高效益。三是完善环境风险防控。风电项目的开发和运营过程都可能产生环境影响，存在一定风险。企业应针对不同阶段建立有效的应对和管控措施，包括风电场开发前期的环境风险评估、建设和运营过程中的应急预案机制、应急演练等，以防范和化解相应风险。四是增强企业形象。企业应编制环境、社会影响和企业管理报告并披露，使公众了解项目特点、对当地造成的潜在影响及减缓措施，保持与利益相关者磋商沟通渠道的畅通，传递可持续发展理念，建立良好声誉。

专栏 5：澳大利亚牧牛山风电场

牧牛山风电场位于澳大利亚东南部的塔斯马尼亚州中央高地南侧，是中国电建集团进入发达国家开展可再生能源业务的首个“先行先试”项目，总装机容量 148.4 兆瓦。项目年发电量相当于约 63500 个当地家庭的用电量，使该州的可再生能源发电量占比增加约 5%，为该州到 2022 年实现可再生能源完全自给自足的目标做出了重大贡献。

该项目致力于在整个建设、运营直至退役的过程中，确保实施过程的负责任和合规性。项目企业通过下列措施，实现了整体管理，妥善处理了项目对社会及环境的影响，从而推动了项目的可持续发展：

- 制定具体的管理计划。
- 制定有针对性的程序和流程。
- 与当地社区和政府机构协商。

- 持续进行审查和监测，以确保符合规划批准、达到要求的绩效目标、识别需要改进的领域，以及制定适用的纠正措施。

专栏 6：国内外风电企业制度管理经验

中国能建：作为中国最大的风电开发商之一，中国能建高度重视企业规章制度的建设，制定了《中国能建风电生产安全管理规定》和《中国能建安全生产红线管理办法》，并广泛推广执行。这些规章制度在保障风电项目建设和运营过程中的安全和稳定性方面发挥了重要作用。同时，中国电建完善的规章制度体系为其可持续发展奠定了坚实的基础。

Ørsted：Ørsted 是一家丹麦风电开发商，也全球领先的风电企业之一，制定了《Ørsted 环境管理手册》和《Ørsted 可持续发展报告指南》，并不断更新完善。这些规章制度有助于持续提升Ørsted 在环境、社会和治理方面的表现。

3

“一带一路”风电项目 绿色发展指南



第三章 “一带一路”风电项目绿色发展指南

一、“一带一路”风电项目绿色发展关键要素识别

要素的识别对指南开发过程中了解风电项目绿色发展的本质、内在关系等起到重要作用。在第二章分析了风电项目绿色发展关键影响和内涵的基础之上，本章对国内外风电项目评价指标情况进行梳理与分析，可以更全面、准确地识别、归纳出风电项目绿色发展的关键要素。

（一）国内外风电评价指标现状

遵循国内和/或国际实践规范，制定风电项目绿色开发建设评价标准，是指导海外风电项目开发建设，防范和化解投资风险、贯彻绿色发展理念的重要举措。

当前，适用于风电等可再生能源项目的配套评价标准建设仍滞后于产业的高速发展进度，全球对风电项目绿色发展也尚无统一的认定和标准。但是，参照国际环境影响评价协会（IAIA）对环境影响评价的普遍性定义——即在进行重大项目决策前，识别、预测、评估及缓解开发活动的生物物理、社会和其他相关影响的过程，可以看出，近几十年来国际环境影响评价正从单一的生态环境影响评价向社会影响评价延伸，并更多地关注利益相关方的参与，从而保障充分识别拟建项目的潜在影响，避免或减缓负面效应。

从风电项目开发实施情况看，中国风电企业在进行海外项目投资时，面临着各国不同的环境评估审批要求和法规标准。这些差异大致可以将投资项目分为两类，依据是所在国的法规成熟度和标准的普遍接受度。

一类是在具备成熟环境法规和标准的国家投资开发的项目。这些国家包括了欧盟、美国等已经建立了比较完善的法规体系的国家，其在环境、社会影响的方面进行了广泛的研究，并制定了一定的与风电项目有关的标准，且往往等同或高于国际标准，另外也包括了风电发展较早的一些国家和地区，如巴西、泰国等。风电企业在开发这类项目时，必须密切关注并严格遵守相关法规条款，确保项目建设和运营顺利，并有效规避潜在风险。

另一类是在法规政策尚未完善的国家和地区投资开发的项目。通常这些国家为发展中国家或风电项目开发起步较晚的国家，即使有些国家会借鉴国际已有法规体系或标准作为参考，但存在较大差距。在开发此类项目时，中国风电企业已经开始由最初的仅满足东道国最低污染防控标准的做法，转变为积极推广“绿色发展”理念，并参照国际通行标准、

酌情采取更高标准的做法。这种转变在降低项目风险方面具有显著效果。

（二）国内外风电评价指标对比

目前，国外已有的风电绿色发展相关评价标准主要包括了以世界银行发布的《风力发电的环境、健康和安全指南》为代表的国际贷方（包括多边开发银行、遵循赤道原则的银行等金融机构）广泛采纳或认可的国际组织标准，以及欧盟等发达国家和地区自行制定和实施的相关法规政策和标准；国内的风电绿色发展评价标准包括环境、国土等法律法规，风电项目开发建设环评制度，以及地方政府发布的风电项目建设导则等政策、国内行业组织发布的行业指标（如中国可再生能源学会发布的《风电场绿色评估指南》）。相关信息汇总如表 1 所示。

表 1 国内外已有风电项目相关法规、指标关键标准对比

序号	对比内容 主要领域	国外法规	国际组织指南 世界银行《风力发电的环境、健康和安 全指南》	中国标准	国内行业指标 《风电场绿色评估指南》	代表性指标值对比情况	所涉及项目 生命周期阶段
1	水土资源保护	欧盟《环境影响评价指令》，基于污染者付费原则对风电项目等对水和土地的损害等作出规定，以防治和补救环境损害	对风机基础、电缆、其他辅助设施可能导致的水质侵蚀加剧、径流增加和地表水沉积等制定标准	《中华人民共和国水土保持法》《中华人民共和国水污染防治法》等，对水土资源保护作出有关规定	选址符合水土保持规划，并设置防治水土流失指标	1. 国内《风电场绿色评估指标》（T/CRES0005—2020），要求水土保持措施（工程、植物、临时措施等）与设计成果完成率在90%以上 2. 世界银行要求，风电项目须参照《通用环境、健康和安 全指南》中的具体检测、评估和降低风险措施执行	选址期、设计期、施工期、运行期
2	生物多样性	欧盟《鸟类指令》和《栖息地指令》，均对动植物物种及其栖息地保护作出规定。对特殊保护区域产生不利影响的计划或项目只能在某些条件下获得批准：必须进行适当的评估，并且必须让公众有机会参与 南非《国家环境管理法》，对是否会对鸟类等动物的生存环境造成影响、是否会破坏生物多样性、建设期间是否会破坏植被和侵占历史遗迹等有规定	针对风电场可能导致的生物栖息地退化、碰撞死亡和运行干扰等问题，提出了相应的指南和标准	《中华人民共和国自然保护区条例》、《国家林业和草原局关于规范风电场项目建设使用林地的通知》等法规，规定自然保护区、鸟类主要迁徙通道和迁徙地等为风电项目禁止建设区域	要求避让生态保护红线区，减少森林砍伐，站场外观、塔筒等与周围自然环境融合	1. 欧盟《鸟类指令》（EEC/79/409）共确认193种濒危鸟类，4000多个特别保护地；《栖息地指令》（EEC/92/43）共认定18000个保护区 2.2023年7月，国内首次全面完成生态保护红线划定，除国家重大项目外，风电项目开发建设必须避让 3.世界银行标准中，描述了风电场对鸟类、蝙蝠等可能存在的影响，以及建议采取的预防和控制措施	选址期、设计期、施工期、运行期
3	资源节约与高效利用	/	/	1.符合《电力工程项目建设用地指标（风电场）》（建标〔2011〕209号）中关于风电机组及配套设施用电规范的要求 2.《福建省三明市绿色企业及绿色项目评价认定办法》《宜兴市绿色项目	要求在节地、节水、节能和节材方面采取有效措施，提高利用效率	1.用地指标数值可参考《风电场绿色评估指标》（T/CRES0005—2020）中“5.2量化指标”的数值要求 2. 节水方面，参照《城市居民生活用水标准（2023年版）》（GB/T 50331—2002），日均生活用水不大于100升；参照《风电场绿色	设计期、施工期、运行期



B&R
ETTC



“一带一路”绿色发展国际联盟
一带一路环境技术交流与转移中心（深圳）

序号	对比内容 主要领域	国外法规	国际组织指南 世界银行《风力发电的环境、健康和安 全指南》	中国标准	国内行业指标 《风电场绿色评估指南》	代表性指标值对比情况	所涉及项目 生命周期阶段
				认定管理办法》等地方政策,对绿色项目定义中提出推动资源节约高效利用的条件要求		评估指标》(T/CRES0005—2020),使用用水不大于400升/立方米; 3.节材方面,参照《风电场绿色评估指标》(T/CRES005—2020),建筑损耗率不大于2%	
4	施工环境影响控制	欧盟《环境影响评价指令》将土地、土壤、水和空气作为环境影响的重要因素	规定施工与运行期噪声限制	参考《中华人民共和国大气污染防治法》《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》《建设项目环境影响评价分类管理目录》等相关法规政策执行	对施工现场扬尘等采取防控措施,对现场噪声设置限值	1.世界银行:项目地不超过70分贝/小时;生活区日间不超过55分贝/小时,夜间不超过45分贝/小时。 2.国内:工作场所接触限值为85分贝/小时;生活区日间不超过50分贝/小时,夜间不超过分贝/小时	施工期
5	有害物和废弃物处理	罗马尼亚《环保法》对项目开发中的污染控制、废物处理等作出专项规定	/	参照《工程施工废弃物再生利用技术规范》(GB/T 50743—2012)《国家危险废物名录》《危险废物污染防治技术政策》等执行	对施工现场化学物品等有害物质的储存、保管与使用和防护提出要求	需参照具体标准中的详细描述执行	施工期、运行期
6	温室气体排放	欧盟《可再生能源指令》要求绿色风电必须满足温室气体排放水平要求	/	《福建省三明市绿色企业及绿色项目评价认定办法》《宜兴市绿色项目认定管理办法》等地方政策,对绿色项目定义中提出应对气候变化的条件要求	对所选用材料、设备作出温室气体排放要求。核算项目运行期减排量	参照《风电场绿色评估指标》(T/CRES0005—2020),量化指标标准为1053吨二氧化碳当量/兆瓦	施工期、运行期
7	人居环境	德国、法国、英国、丹麦等国家风机距离居民区最小距离、最高噪声、阴影闪烁时间等均有具体规定	对叶片运行故障导致叶片“抛出”和叶片结冰抛出,以及风机运行对航空、雷达等的干扰提出要求	/	对运行期噪声、叶片光影影响提出指标要求,落实监测监管措施	1.法国、德国、奥地利等国家规定,阴影闪烁限值为30小时/年 2.风电场距居民区最小距离的规定:法国、西班牙为500米,德国为400米,奥地利、荷兰、土耳其为250~2000米不等,英国则根据噪声模拟评估和视觉影响综合考虑而定	设计期、施工期、运行期

序号	对比内容 主要领域	国外法规	国际组织指南 世界银行《风力发电的环境、健康和安 全指南》	中国标准	国内行业指标 《风电场绿色评估指南》	代表性指标值对比情况	所涉及项目 生命周期阶段
8	区域贡献	巴基斯坦根据国家环境影响评估规定，所有风电项目都要接受风电场的初步环境检查，其中包括对当地经济，文化环境、社区健康和安 全等方面的检查规定	/	/	/	无具体贡献指标数值要求	运行期
9	企业经营管理	/	对风电场执业健康和安 全（包括高空作业、偏远地区 作业等）提出要求	/	/	按照世界银行标准，要求涉及事 故的项目人员数量目标定为0	建设期、运行 期
10	信息披露	欧盟《可持续金融信息披露条 例》，提高金融产品可持续性的 透明度，帮助投资者作出更 明智的投资决策	/	/	/	无指标要求	运行期

（三）“一带一路”风电项目绿色发展的关键要素与总体目标

1. “一带一路”风电项目绿色发展的关键要素

国内外已有的与风电项目相关的评价指标大都包括环境影响、温室气体排放、资源利用、社会责任等方面。其中，国内部分地方开展绿色项目评价认定时，规定绿色项目是指具有显著的改善环境、应对气候变化和推动资源节约高效利用等效益的项目，进而围绕相关领域开展评价认定；而国际机构或政府的标准中将社会责任或可持续性等也包括在内。例如，欧盟《可再生能源指令》要求绿色风电必须满足特定的可持续性标准和环境标准，其中包括风电项目的建设地点、资源利用率、温室气体排放水平等要求。

作为全球风电产业的重要参与方，共建国家的风电项目可借鉴或遵循全球已有风电评价指标体系，并结合绿色低碳发展趋势的新要求，对相关指标进行适当补充和完善。简而言之，“一带一路”风电项目绿色发展关键要素应包括以下几方面：

- 1) **政策法规与标准遵循**。项目应符合国家和地方的环保法规要求，遵守风电行业标准准则和绿色低碳发展的政策导向。
- 2) **自然环境保护措施**。项目选址应充分考虑地质地形、生态系统等环境因素，避免对敏感生态系统的破坏；施工建设运营阶段应做好水土资源保持、植被保护及恢复等保护措施。
- 3) **环境影响评价**。项目应注意对施工阶段产生的扬沙、废弃物等环境污染的防控，同时严控风机产生的噪声水平和风机布局产生的光影对周边居民和野生动物的生活或生存所产生影响，并进行评估。
- 4) **资源节约与利用效率**。项目应在节地、节水、节能和节材等方面采取有效措施，减少非必要浪费，提高利用效率。
- 5) **温室气体排放水平**。项目应对选用的材料、设备作出温室气体排放要求，核算项目运行期减排量。
- 6) **社会参与与区域贡献度**。项目应邀请当地利益相关方参与决策过程，并提供就业岗位、税收收入，支持当地公共服务和基础设施建设。
- 7) **企业经营可持续性**。项目应建立企业规章制度体系和风险防控体系，优化运营模式，提升安全性、稳定性和盈利能力。

2. “一带一路”风电项目绿色发展总体目标

在“一带一路”倡议框架下，为构建生态环境友好、低碳可持续、资源高效利用的绿色发展体系，“一带一路”风电项目需致力于实现以下绿色发展总体目标：

一是推动风电项目与生态环境的友好发展。确保风电项目的开发、建设与运营、退役全生命周期对生态环境的影响最小化，维护和恢复生态系统的稳定性和完整性，保护项目所在区域物种多样性和生态功能，确保风电项目与自然环境和谐共生。

二是构建风电项目的低碳与可持续性发展格局。采用先进的低碳技术和材料，减少二氧化碳等温室气体排放。推动风电项目与低碳经济深度融合，促进经济增长与环境保护的良性循环和可持续发展。

三是促进风电项目链条的资源高效利用。提高风电项目中土地资源、水资源和其他资源的利用效率，减少资源的消耗和浪费，提升风电设备的能效和可靠性，降低运营成本，推动建设绿色生产、绿色消费和绿色供应链。

四是强化风电项目的国际合作与交流。将绿色发展的理念融入“一带一路”风电项目投资建设之中，提升产业合作的绿色化程度，推动共建国家绿色转型。

二、“一带一路”风电项目绿色评价原则和技术路线

（一）“一带一路”风电项目绿色评价的基本原则

“一带一路”风电项目绿色评价原则，旨在根据对风电项目关键影响因素和评价需求的分析，为构建具有引导性、广泛性和可靠性的综合评价指标体系作出核心规则要求，以绿色可持续的方式最大限度推动共建国家风电项目的开发建设，同时实现经济效益、环境效益和社会效益的协调发展。具体原则条款包括：

原则一：坚持绿色生态环境保护

将生态环境保护、降低温室气体排放作为项目所在国家和地区、开发企业和其他利益相关方的首要决策因素，密切关注项目对气候、环境和社会方面的潜在影响，确保项目的生态环境友好性和可持续性。

原则二：采用全生命周期管理

评价指标体系应涵盖项目规划、设计、建设、运营和退役全生命周期，突出不同阶段的评价特征和要求，建立起以生态环境友好为导向的项目综合管控评价模式。

原则三：提升指标应用的通用性

充分考虑不同共建国家发展的独特性，抓住关键性和共性问题设定评价指标，并通过广泛的推广和应用，扩大影响范围。特殊情况或条件下，可考虑提出更为严格的评价指标内容和参考数值。

原则四：明确、完整、可操作

评价指标应具有明确的含义和数据统计基础，确保评价的可操作性和实用性。应尽可能对各项评价指标进行量化，难以量化的指标应采取定性分析，保证评价的完整性。

原则五：信息共享与充分披露

完善或建立项目绿色评价信息共享和披露机制，加强有效沟通并接受利益相关方的监管，确保绿色评价有效执行。

（二）“一带一路”风电项目绿色评价的技术路线

建立绿色评价指标体系是进行风电项目绿色评价工作的基础。建立指标评价体系时要综合考虑每个时期建设所产生的影响因素，并且考虑评价指标在“一带一路”范围内的普适性，选择有代表性、可量化、易获取的指标，综合设计提出“一带一路”风电项目适用的绿色评价技术路线。

参考已有评价标准和风电项目所在地实际情况，本项目选取三级指标对“一带一路”风电项目全周期进行绿色评价。其中，一级指标包括生态环境影响、社会影响、企业治理、资源节约与高效利用四个方面；每个一级指标下包含多个二级指标，从不同的影响方面进行评价，共计选取生态保护、人居环境侵扰、节地等 15 个二级指标；每个二级指标下又包含多个三级指标，详细评价风电项目的具体建设运行情况，共计选取生态敏感区避让、移民安置落实情况、风电设备用地规范性等 46 个三级指标。

生态环境影响一级指标反映风电项目建设运行期环境污染处理和景观恢复情况，考虑对风电项目所在地的生态保护、环境影响和资源利用，选用生态敏感区避让、声环境质量监测等指标进行评价；社会影响一级指标反映风电项目建设运行对社会各利益相关方的影响情况，考虑人居环境侵扰、民生保障情况、公众参与情况等，选用移民安置落实情况、民族特点及风俗习惯等指标；企业治理一级指标反映风电项目投资企业的综合情况，考虑投资企业管理、生产、经营和安全风险情况，选用环境风险防控体系建设完善程度、企业盈利能力、企业安全风险管理等指标；资源节约与高效利用一级指标反映风电项目设计建

设期资源节约利用情况，涉及节地、节水、节能和节材情况，选用风电设备用地规范性、综合厂用电率等指标进行评价。具体评价体系构建路线如图 13 所示。

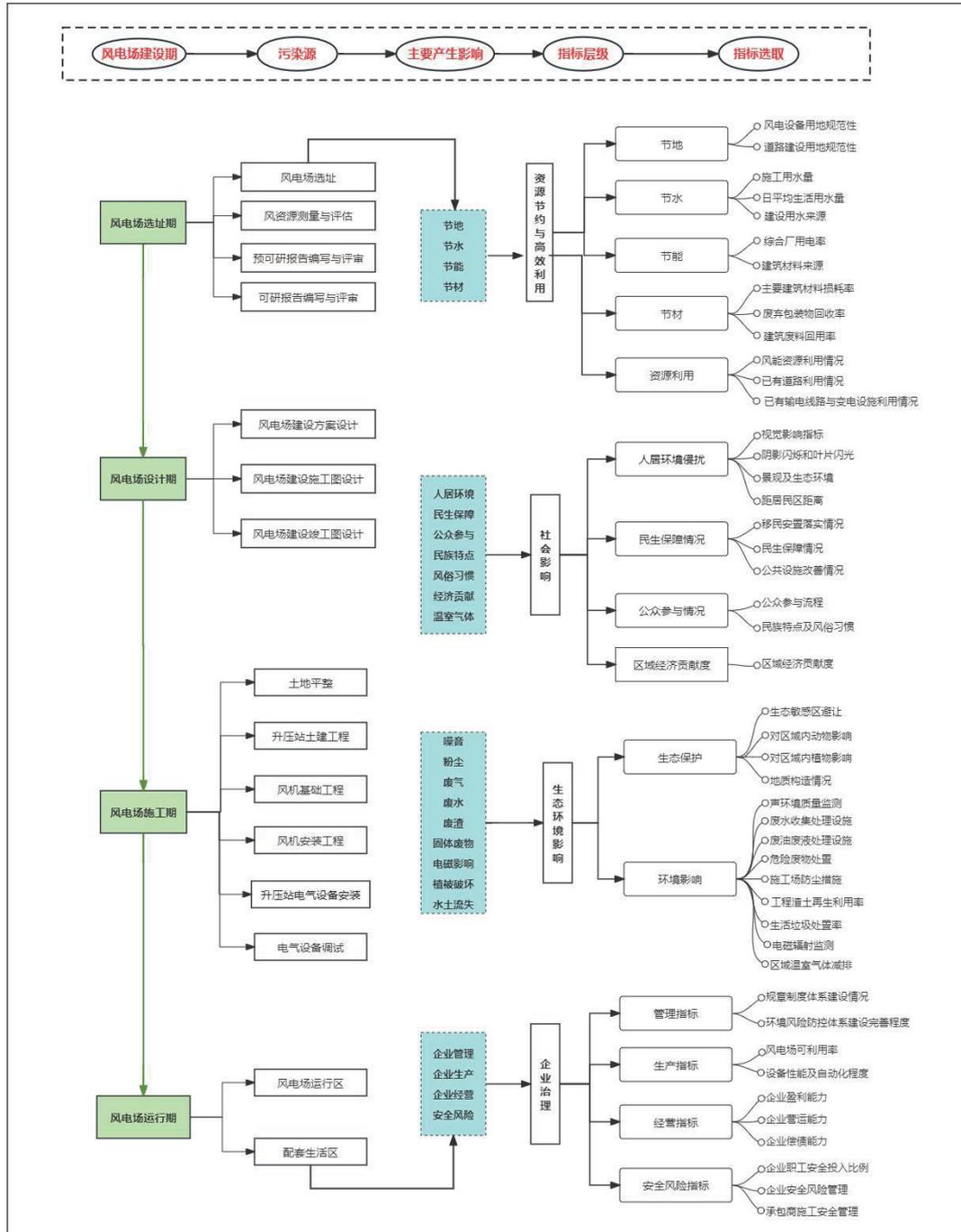


图 13 “一带一路”风电项目绿色评价指标体系构建路线

关于评价指标体系应用的进一步说明

为了提高评价指标体系的兼容性和适用范围，“一带一路”风电项目绿色发展评价体

系中有关指标的设计和选取突出“普适性原则”，即尽量弱化不同国家、地区差异化的政策环境、技术水平、社会经济发展基础对项目绿色评价的影响。因此，在评价指标选取和数据获取的代表性、时效性和可靠度方面，存在一定的局限性。

此外，相较于环境影响评价（EIA）、环境风险评估（ERA）等环境管理工具，“一带一路”风电项目绿色发展评价的内容和方法相对简便、已操作，更适用于对项目整体的绿色发展情况进行评价。在实践中，如有在此基础上，进一步就具体项目进行细化评估的需求，可通过进一步细化评价指标、增加区域或国别特征指标、增加特定加分指标等方式，深入全面地刻画项目的绿色发展特征。但同时需注意，这一操作可能会增加评价工作的技术难度，并在一定程度上，削弱评价结果的可比性。请读者根据实际需求进行灵活调整。

三、“一带一路”风电项目绿色评价指标体系

（一）生态环境影响

风电项目在建设过程中会产生大量的施工粉尘、废气、噪声、施工废水、废土石等。道路修建、场地平整、基础开挖等施工活动均会对生态环境造成影响，包括植被破坏、土地占用、水土流失等。风电项目在建设过程中必须充分考虑对生态环境的保护，及时修复对当地产生的不可避免的影响，保护生态环境，实现人与自然的和谐共生。同时，风电项目选址时要避让国家或当地已划定的生态保护红线区域，或避让野生保护动物栖息地、觅食地，保护当地的生物多样性。因此，在进行风电项目绿色评价时，选用生态环境影响作为一级指标，评价风电项目建设过程中是否采取了生态保护、降低环境影响、资源有效利用措施，减少对当地环境的影响。

（1）生态保护

风电项目建设会对当地的生态系统产生影响，新修道路、风电设备、输电线路等设施的建设会占用当地的植被和野生动物的栖息地，破坏当地的生态平衡和生物多样性，风电设备运行也可能对当地的鸟类造成影响。如果风电项目建设过程中不注重生态保护和修复，会对当地的生态系统造成不可避免的损害。因此，风电项目建设时要注意生态敏感区避让，减少对区域内动植物的影响。

生态敏感区避让。生态敏感区包括各类保护区、生物多样性脆弱区等，是为了保护生态环境和生物多样性而设立的区域，是重要的环境保护方式。风电项目的生态敏感区通常

会涉及环境评估、政府审批、社会公众参与等多个环节，需要投入大量时间和精力。因此，风电项目选址和设计时必须避让国家或当地已划定的生态保护红线区域，避让野生保护动物栖息地、觅食地，积极采取措施，保护生态环境和生物多样性。

（2）环境影响

风电项目建设过程中会对当地环境产生影响，产生大量的施工粉尘、废气、噪声、施工废水、废土石等，一些环境影响会随着风电项目建设完成而结束，但风电项目运行期所产生的大气、声、水、固体废物、电磁等环境影响是长期性的，伴随着项目投运一直存在。因此，风电项目排放的大气、声、水等污染物要遵循国家或地区的严格要求，降低对当地居民生活质量和健康的影响，促进风电项目建设更加环保、高效和可持续。

声环境质量监测。风电项目在建设和运营中，噪声是一个重要的环境影响因素，对周边居民生活和野生动物生存会产生一定的负面影响。对于人类，长期暴露于高噪声环境下可能会导致听力受损、睡眠障碍、心理疾病等问题。对于野生动物，噪声可能会干扰它们的沟通、繁殖、觅食等行为，甚至导致它们的迁徙受阻。因此，风电项目建设和运行区要安装隔音措施，遵守国家或当地环境噪声排放限值要求，减少对周边居民和野生动物的负面影响，提高项目的社会接受度和可持续性。

固体废弃物处理。风电项目在建设和运营过程中会产生大量的固体废弃物，包括施工废弃物、风机叶片废弃物、机组零部件废弃物等。这些废弃物的处置方式对风电项目的环境影响和经济成本都有很大的关系。固体废弃物处理不当，可能会污染周围的土壤、水源和生态环境，并对人类健康和安全产生负面影响。例如，废弃的风机叶片可能含有玻璃纤维等有害物质，如果不妥善处理，可能会造成环境污染，甚至影响人类健康和安全。因此，要做好回收利用计划，合理利用固体废弃物，尤其是对于危险固体废物，一定要安全处置、综合利用及安全贮存。

区域温室气体减排。风电项目对区域温室气体减排的贡献主要体现在以下几点：第一，减少化石燃料消耗。风电是清洁能源，使用风电可以替代传统的化石燃料，从而减少化石燃料的消耗，进而减少二氧化碳等温室气体的排放。第二，降低电力行业温室气体排放强度。电力行业是温室气体排放的重要来源之一，使用风电可以降低电力行业的温室气体排放强度，为全球应对气候变化做出贡献。第三，推动清洁能源发展。风电是清洁能源之一，使用风电可以推动清洁能源的发展，促进全球能源转型和碳中和目标的实现。因此，应在

生态环境影响指标中加入区域温室气体减排指标。

（二）社会影响

通过社会影响评估，可以全面了解风电项目对当地社会的潜在影响，有助于确定项目的可行性和可能引发的社会冲突；可以帮助识别可能受到负面影响的利益相关方（包括当地居民、原住民和其他社区群体），通过与他们进行合作和协商，并采取相应的保护措施，更好地解决潜在的冲突，并确保他们从风电项目中获益；可以识别出潜在的社会冲突，并制定相应的管理策略，确保项目开发和运营过程中的社会稳定和可持续发展，有助于增加项目的可信度，并提高当地社会对风电项目的接受度。因此，在社会影响指标中选取人居环境侵扰、民生保障情况、公众参与情况、区域经济贡献等指标进行评价，能够科学、公正地评价风电项目是否能够实现绿色可持续发展，同时促进经济社会发展和社区融合。

（1）人居环境侵扰

在施工期间，施工区域的开挖与填筑、占用土地、铲除地表植被等一系列施工活动，形成大量裸露边坡、土坑、物料堆放场地等劣质景观。这些景观破坏了原来的自然景观，导致与周围自然景观不相协调，严重影响了自然景观的美感。在施工过程中，各种施工运输车辆频繁穿梭于施工区域，形成了多条通向施工场地和周边的道路，这些道路分割了原本连续的自然生态环境，使自然景观被分割，严重影响其价值。在风电场运营期间，当太阳从风机后面掠过并投下阴影时，会产生阴影闪烁现象。若住宅位于风力发电场附近或与其呈特定朝向时，这种阴影闪烁可能会成为一个问题，因为风机叶片反射的阳光可能投射到附近的住宅上，对居住环境造成影响。此外，风机产生的光影效果还可能使人感到眩晕并出现不适症状，尤其是高速公路旁的风机，其光影变化可能会对过往车辆的驾驶构成安全隐患，影响安全驾驶。因此，在社会影响指标中应考虑阴影闪烁、景观及生态环境影响等因素。

（2）民生保障情况

在民生保障中，重点考虑移民安置和当地居民就业情况。雇佣当地员工可以给当地社区带来多重好处。首先，可以提供就业机会，降低当地居民的贫困率，提高其生活质量。其次，当地员工了解当地的文化、语言和习惯，有利于促进项目与当地居民的沟通和相互理解，避免文化冲突和误解。此外，雇佣当地员工还可以促进技能传承和培训，提高当地居民的技能水平，为当地的经济发展和可持续发展做出贡献。反之，可能会导致当地居民

出现失业和生计问题，增加社会不稳定因素，同时也可能导致项目与当地居民之间的文化冲突和误解，影响项目的顺利实施和发展。因此，在民生保障情况中应考虑移民安置落实情况、当地居民就业情况以及公共设施改善情况等因素影响。

（3）公众参与情况

公众参与作为社会治理的一种手段，能够提升决策的科学性和公平性，增强项目的社会接受度。风电项目的公众参与应贯穿项目规划、环境影响评价、项目建设、运营管理等各个环节，确保公众有机会参与项目决策，并能够就项目的影响与决策者进行有效的沟通和交流。因此，在构建风电项目绿色评估指标体系时，应加入公众参与情况指标。

民族特点及风俗习惯。在风电项目建设和运营过程中，如果没有充分考虑当地的民俗习惯和文化特点，可能会导致当地居民的反对和抗议。这些反对和抗议可能会对项目的顺利进行产生负面影响，甚至可能导致项目停工或被迫撤离。因此，在风电项目的建设和运营过程中，必须充分尊重当地的民俗习惯和文化特点，并进行有效的沟通和协商，确保项目顺利进行。需要注意的是，风电项目涉及的当地风俗习惯和民族特点可能会因地区和文化差异而有所不同，在具体的项目中需要进行详细的研究和分析，确保项目建设和运营不会对当地社区和生态环境造成负面影响。

（三）企业治理

风电项目建设后的运营状况和效益应从管理指标、生产指标、经营指标以及安全风险指标四个方面进行评估。对这些指标进行评估分析，可以帮助评估风电项目的运营情况和效益，为进一步优化风电项目的运营模式提供科学依据。

（1）管理指标

在风电项目运转的过程中，风电企业所采取的数据分析和安全管理措施，以及风电项目的安全管理措施、人员管理措施和技术监督管理措施等，都属于影响风电项目经济运行的管理因素。大部分风电企业自身的安全管理措施和理念并不达标，风电项目运行过程中，经常会出现各种危险事故，风电项目的安全性和稳定性也因此受到了严重的影响。因此，应在管理指标中加入规章制度体系建设情况、环境风险防控体系建设完善程度等指标。

规章制度体系建设情况。规章制度体系的完善程度直接关系到风电企业在环境、社会和治理（ESG）方面的表现。完善的规章制度体系可以提升企业和项目的管理和运营水平，减少风险和漏洞，并增强企业和项目的社会形象和投资价值。反之，可能导致企业和项目

存在安全隐患、环境问题等风险，进而影响企业和项目的可持续发展和投资价值。从投资者的角度看，规章制度体系的完善程度也是投资风电企业和项目时需要考虑的因素之一。投资者倾向于投资那些 ESG 表现好、规章制度体系完善的风电企业和项目，因为这些企业和项目具有更长期的价值和更高的投资回报。

（2）生产指标

根据风电机组可利用率的高低，对风电机组的作用进行综合评价，从而掌握风力发电系统的发电量、发电效率及成本等情况，进而有效提高风电机组可利用率，才能实现有效、经济、可靠的发电效益。风电设备性能及其自动化的发展可以提高运行效率、降低运行成本，增强风电机组运行的稳定性和可靠性，降低人工干预，提高数据的管理效率，对于风电项目的可持续发展具有重要意义。因此，应在生产指标中加入风电场可利用率、设备性能及自动化程度等指标。

（3）经营指标

经营指标对于企业的经营运营和管理起着至关重要的作用。只有正确、科学地选择和运用经营指标，并合理使用评价方法科学地进行评估，才能为企业制定更加合理高效的经营策略，提高企业的竞争实力。经营指标的选择应该基于企业生产、经营和管理实践的经验 and 基础，确保其能够全面、准确、客观地反映企业经营状况和效益。根据经营指标数据可以制定相应的经营策略和决策，提高企业竞争力。因此，应在管理指标中加入企业盈利能力、企业营运能力及企业偿债能力等指标。

（4）安全风险指标

风电项目运过程中，安全是首要考虑的问题，安全性、稳定性是确保风电项目正常工作的首要条件，工作人员必须按照考核标准进行风电项目管理，企业应加大对员工的培训力度，培养大量的专业人才，提高团队的工作效率，才能适应社会对风电项目的需求。因此，安全风险指标中应考虑企业职工安全投入比例、企业安全风险管理和承包商施工安全管理三个影响因素。

企业职工安全投入比例。企业职工安全投入比例是衡量企业关注职工安全程度的一个指标，对于风电企业来说，同样非常重要。这个指标可以反映企业在职工安全方面的投入和管理水平，高比例的投入通常意味着企业注重职工安全，并采取了一系列措施保障职工安全。具体来说，高比例的企业职工安全投入可以带来以下几个方面的好处：第一，降低

职工伤亡和工伤事故的发生率。通过加强职工安全投入，企业可以改善职工的工作环境和劳动条件，降低职工发生意外伤害的风险，减少工伤事故的发生率。第二，提高职工的工作效率和生产能力。职工安全投入比例高的企业通常会为职工提供更好的工作环境和条件，让职工在更加安全的工作环境中工作，从而提高职工的工作效率和生产能力。第三，提升企业的社会形象和品牌价值。企业职工安全投入比例高，可以彰显企业的社会责任感和品牌形象，提升企业和社会上的美誉度和竞争力。

（四）资源节约与高效利用

资源节约与高效利用在国内风电项目开发建设中已获得充分重视，是体现风电项目绿色发展水平的一项重要指标。“一带一路”沿线共建国家众多，国情差异较大，在资源节约和高效利用方面的需求和效果也不尽相同，但这仍是一项不可或缺的引领性指标，可激励项目向更加绿色低碳的目标迈进。

具体来看，风电项目建设需要大规模的基础设施建设，如新建道路、风力发电机组、变电站等，这些都需要占用大量的土地、水资源和材料。风电项目建设过程中必须考虑如何更高效、更持续地利用资源，提高风电设备的效率和寿命，优化风电项目的运行管理，降低风电项目建设和运行成本。因此，在进行风电项目绿色评价时，选用资源节约与高效利用作为以及指标，研判风电项目建设过程中是否采取了节地、节水、节能和节材措施，以促进资源的可持续利用。

（1）节地

风电项目建设需要占用大量的土地资源，初期往往需要开辟大量的土地建设通行道路，同时，风电机组、机组变电站和集电线路等设施也需要在土地上建设。特别是在一些风能资源丰富但土地资源相对紧张的地区，土地的节约与高效利用就显得尤为重要。因此，在建设道路和搭建风电设备时要严格遵照国家规定，充分考虑道路建设和风电设备搭建用地规范性。

（2）节水

风电项目建设需要消耗一定的水资源，不仅需要用水进行设备冷却、清洗等操作，还需要保证员工的生活用水，必须要考虑水资源的节约与高效利用。如果风电项目建设不注重保护生态环境和合理利用水资源，可能会引发一系列的水资源问题，如地下水水位下降、河流断流等。因此，在风电项目建设和运行要注意合理利用水资源，施工用水量、日平均

生活用水量和建设用水来源要遵循国家或当地要求。

建设用水来源。风电项目施工建设前应向建设单位或施工总承包单位应提出取水许可申请，稳定施工用水来源，确保风电项目建设过程中有充足的水资源供应，同时也可以避免对当地的水资源造成过度开采和浪费。同时，风电项目建设用水要选用地表水，不取用地下水。地表水供应量大，且相对稳定，可以满足风电项目建设用水的需求。地下水的储量相对较少，且分布不均。过度开采地下水可能会导致地下水位下降，甚至出现地下水枯竭的情况，影响当地生态环境和居民生活用水。

（3）节材

材料是风电项目建设的基础，从风力发电机组、输电线路到变电站等基础设施的建设，都需要消耗大量的钢材、铝合金等材料，风电项目建设应选用国家提倡的建筑材料，不使用国家、行业 and 地方政府禁止和限制使用的建筑材料及制品，应采用高强度、轻质、耐腐蚀等新型材料，提高风电设备的效率和寿命，降低维护成本。因此，风电项目建设要合理地设计风电设备的结构和布局，减少建筑材料浪费，增加建筑废料回用率，提高建设效率。

（4）节能

风电项目建设需要消耗一定的能源，在建设过程中，需要进行设备制造、运输、安装等操作，这些过程都需要消耗大量的能源。在风电项目建设过程中采用先进的节能技术与设备，可以提高风电设备运行效率，降低能源消耗和运行成本，优化风电项目的运行管理。因此，风电项目建设过程中，要对项目运行进行合理调度和控制，降低综合厂用电率。

综合厂用电率。综合厂用电率是指风电发电机组维持自身运行所消耗的电力与风电项目总发电量的比值。综合厂用电率是衡量风电项目电能利用效率的重要指标之一。它的高低直接关系到风电项目的经济效益和可持续发展能力。通常情况下，综合厂用电率越低，说明风力发电机组的发电效率越高，风电项目的电能利用率越高，同时也意味着风电项目的经济效益越好。因此，降低综合厂用电率是风电项目的一项重要工作，可以通过技术改进、设备更新等方式实现。

（5）资源利用

风电项目建设要充分利用当地的自然资源，在选址期，要对拟建设地区的风能资源情况进行评估，选择风功率密度等级大的地区进行建设，合理利用当地的自然资源。施工道路尽可能在现有道路的基础上布置规划，降低道路建设工程量，尽量减少对土地、植被的

破坏和占用，项目内的检修专用道路两侧应进行绿化，减少水土流失面积。同时，风电项目建设要合理利用已有的输电线路和变电设施，避免重新规划和建设电力传输系统，以降低投资成本。

4

促进“一带一路”风电项目 绿色发展的建议



第四章 促进“一带一路”风电项目绿色发展的建议

随着全球绿色低碳发展以及“一带一路”绿色能源合作的持续深化，“一带一路”风电项目将迎来更广阔的发展前景。为支持“一带一路”风电项目绿色发展，强化项目层面的环境管理技术支撑，支持有关项目自主加强对生态、环境、社会等风险因素的评估管理，激发中资企业海外可持续发展潜力，提升“一带一路”风电项目绿色发展品质，基于上述研究和项目实施期间开展的行业调研，聚焦“一带一路”清洁能源产业技术合作发展需求，本研究就支持和促进“一带一路”风电项目绿色发展提出以下建议：

一、完善风电项目绿色发展评估体系

一是开发绿色评估方法和绿色评价标准体系。鼓励行业协会等机构制定并发布与国际接轨的绿色评估方法和绿色评价标准体系，引入全生命周期评价方法，充分融入环境、气候、社会、企业治理等多方面考量，以更高水平、更具韧性、更可持续的风电项目支持东道国经济社会发展和绿色低碳转型，同时提高中国企业境外项目投资建设的长期影响和综合效益。

二是建立绿色评估综合服务信息库。除覆盖传统的投资数据外，还应包括生态环境信息、社会经济数据、政策法规信息、传统和非传统风险等多维度信息。通过大数据和人工智能技术，提高数据的时效性、准确性和可获取性，为决策者提供全面、精准的信息支持。在保护敏感信息的前提下，向企业、研究机构等相关方开放适当的数据接口，促进信息的有效流通和利用。

三是加强绿色评估结果的反馈应用。通过政府间合作，推动共建国家将“绿色评估认证”纳入清洁能源开发规划，在项目审批、资金支持等方面给予优先考虑。鼓励中国金融机构将有关绿色评估结果纳入风险评估和信贷决策流程，为绿色项目提供相对优惠的融资条件。鼓励企业自愿披露项目绿色评价结果，以增强企业透明度，同时接受社会监督。

二、打造风电项目绿色发展的试点示范

一是开发试点示范，加强政策激励。积极推动在共建国家选择具有代表性的风电项目作为绿色发展的试点或示范，并制定针对性的激励政策。具体措施可包括：为示范项目所需设备提供进口关税优惠和通关便利；组建专家团队，就项目涉及的土地使用、环境保护

等方面的政策法规提供咨询服务；将示范项目纳入双边投资合作重点支持领域，使其能够优先获得绿色金融支持；协助项目申请双多边开发性金融机构的优惠贷款。

二是总结项目案例，推广实践经验。开展“一带一路”风电项目绿色发展案例研究，系统总结绿色发展最佳实践，展示绿色发展综合效益，为后续项目提供参考。依托一带一路环境技术交流与转移中心（深圳）、中国-东盟环保技术与产业合作交流示范基地等合作平台，组织示范项目观摩和技术交流活动，推广示范项目经验和绿色发展评价体系。

三、深化产业层面的绿色发展合作交流

一是深化产业绿色发展合作。充分发挥中国风电行业在制造能力和产业链完整性方面的领先优势。通过技术输出、设备供应等方式，帮助更多国家和地区高效开发风能资源，为全球低碳转型提供“中国方案”。探索建立联合技术中心，聚焦风电领域的前沿技术和共性难题，推动技术成果转化和交流合作。鼓励中国企业与当地企业组建合资公司或建立战略联盟，深化产业链合作，促进技术转化和本土产业培育。

二是加强人才交流与能力建设。在南南合作、全球发展倡议、共建“一带一路”倡议等框架下，组织开展风电领域专业技术培训和能力建设活动，开发联合培养项目、技术人员互访计划等，加强环保管理、污染防治、绿色能源等领域的人才交流，促进绿色发展理念认同、经验共享和知识传播。

四、提升企业风险防范和管理能力

一是加强环境风险管理。引导企业提升生态环境风险管理的意识和能力，将生态环境管理融入“一带一路”风电项目建设、运营全过程。支持企业完善相关管理内控制度，制定科学的应急响应机制，加强规范和约束自身行为的同时，提升项目对环境突发事件的处置能力。

二是强化风险预警和评估支撑。持续关注全球经济形势及其对风电行业的潜在影响，组织专家团队定期开展风险评估，为企业提供经贸投资风险分析。鼓励企业采取多元化融资策略，优化资金结构，增强财务韧性。组织开展法律、文化、技术等非环境风险管理培训，指导企业提高风险识别和应对能力，为“一带一路”风电项目绿色发展营造稳定、安全的运营环境。

五、加强绿色金融体系服务支撑

一是创新绿色金融服务类型。鼓励金融机构开发适合风电项目特点的绿色金融产品，提供覆盖项目全生命周期的金融服务方案，满足风电项目在不同阶段的融资需求。积极探索碳金融、气候债券等创新工具，为风电项目开辟多元化的融资渠道。

二是融入环境社会风险要素。开发环境风险评估模型和工具，提高风险评估的科学性和准确性，支持金融机构将环境、社会风险管理纳入信贷和投资管理全流程。帮助金融机构更好地识别、评估和管理风电项目的环境社会风险。

参考文献

- [1] IEA (International Energy Agency). Energy Technology Perspectives 2023[EB/OL]. January 2023. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/a86b480e-2b03-4e25-bae1-da1395e0b620/EnergyTechnologyPerspectives2023.pdf>.
- [2] IRENA. Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2023[EB/OL]. September 2023. <https://www.irena.org/Publications/2023/Sep/Renewable-energy-and-jobs-Annual-review-2023>.
- [3] The World Bank. Environmental, Health, and Safety Guidelines for Wind Energy[EB/OL]. August, 2015. <https://documents1.worldbank.org/curated/zh/498831479463882556/pdf/110346-WP-FINAL-Aug-2015-Wind-Energy-EHS-Guideline-PUBLIC.pdf>.
- [4] George C. Ledec, Kennan W. Rapp, Roberto G. Aiello. Greening the Wind- Environmental and Social Considerations for Wind Power Development[M]. The World Bank, 2011.
- [5] European Parliament and Council of the European Union. Directive 2011/92/EU of the European Parliament and of the Council of 13 December 2011 on the assessment of the effects of certain public and private projects on the environment (codification) [Z].
- [6] European Parliament and Council of the European Union. Directive 2009/147/EC of the European Parliament and of the Council of 30 November 2009 on the conservation of wild birds (Codified version) [Z].
- [7] Council of the European Union. Council Directive 79/409/EEC of 2 April 1979 on the conservation of wild birds[Z].
- [8] Council of the European Union. Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora[Z].
- [9] 朱开伟, 谭显春, 顾佰和, 张建平, 孔令斯. “一带一路” 共建国家低碳转型路径研究与气候合作建议[J]. 中国科学院院刊, 2023, 38 (9) :1398-1406.
- [10] 付维维. 应在全局, 境外吸纳灌木投资从策划到实施[M]. 机械工业出版社, 2020.
- [11] 于欢. 龙源加拿大德芙琳项目并网发电[N]. 中国能源报, 2014.11.24 (03) . http://paper.people.com.cn/zgnyb/html/2014-11/24/content_1502764.htm
- [12] GB/T50331-2002. 城市居民生活用水标准[S].

- [13] T/CRES0005-2020. 风电场绿色评估指标[S].
- [14] 全国人大常委会. 中华人民共和国水土保持法（2010修订）[Z]. 2010-12-25.
- [15] 中华人民共和国国务院. 中华人民共和国自然保护区条例（2017修订）[Z]. 2017-10-07.
- [16] 全国人大常委会. 中华人民共和国大气污染防治法（2018修正）[Z]. 2018-10-26.
- [17] 全国人大常委会. 中华人民共和国水污染防治法（2017修正）[Z]. 2017-6-27.
- [18] 全国人大常委会. 中华人民共和国土壤污染防治法[Z]. 2018-8-31.
- [19] 全国人大常委会. 中华人民共和国固体废物污染环境防治法（2020修订）
[Z]. 2020-04-29.
- [20] 三明市人民政府办公室. 福建省三明市绿色企业及绿色项目评价认定办法
[Z]. 2021-07-13.
- [21] 宜兴市人民政府办公室. 宜兴市绿色项目认定管理办法[Z]. 2022-11-10.
- [22] 世界气象组织. 随着升温暂时达到 1.5° C，2024 年有望成为有记录以来最热的一年
[EB/OL]. 2024-11-11. <https://wmo.int/zh-hans/media/news/suizheshengwenzanshidadao15degc2024nianyouwangchengweiyoujiluyilaizuiredeyinian>.
- [23] 新华社. 世界气象组织：2024 年或成有记录以来最热年份
[EB/OL]. 2024-11-12. <http://www.news.cn/world/20241112/100c7e968aca47dda9dddd3b1762ec0e/c.html>.
- [24] 联合国新闻. 2024 年新闻[EB/OL]. 2024-09. <https://news.un.org/zh/story/2024/09/1131476>.
- [25] 新华社. 我国建成具备国际竞争优势的新能源全产业链体系
[EB/OL]. 2024-10-23. <http://www.news.cn/fortune/20241023/bf5d35e4811141d2a2>.
- [26] 冯聪聪. 观察 | 高比例新能源时代已到来[N]. 中国能源新闻网,
2024-07-22. https://www.cpn.com.cn/news/zngc/202407/t20240721_1721273.html.
- [27] 联合国环境规划署. 全球危机相互叠加，全世界必须采取前瞻性方法来保护人类和地球健康[EB/OL]. 2024-07-15. <https://www.unep.org/zh-hans/xinwenyuziyuan/xinwengao-52>.
- [28] 清华大学. 2024 全球碳中和年度进展报告[R]. 2024 年 10
月. <https://www.ideacarbon.org/static/pdf.js/build/generic/web/viewer.html?file=https://www.ideacarbon.org/media/kindeditor/2024/10/1cc6e898-8ceb-11ef-affd-00163e00081c.pdf>.

附件 1 风电项目绿色评价指标体系⁶

一级指标	二级指标	三级指标	分值	评分标准	备注
生态环境影响（44分）	生态保护（16）	生态敏感区避让	4	风电场选址过程中避让国家和当地已划定的生态保护地，且避让野生保护动物栖息地、觅食地（含饮用水水源）和迁徙路线，得4分； 风电场选址过程中没有避让国家或当地已划定的生态保护红线区域，或侵占野生保护动物栖息地、觅食地（含饮用水水源）或迁徙路线，得0分。	
		对区域内动物的影响	3	风电场建设没有对地区物种的种群与数量（除候鸟外）产生影响，得3分； 风电场建设对地区物种的种群与数量（除候鸟外）产生严重影响，得0分。	
			3	风电场建设没有在候鸟觅食和迁徙必经通道上，或在通道上不对候鸟迁徙产生影响，得3分； 风电场建设在候鸟觅食和迁徙必经通道上，采取了鸟类保护措施，对候鸟迁徙产生轻微影响，得2分； 风电场建设在觅食和候鸟迁徙必经通道上，没有采取措施，对候鸟迁徙产生了重要影响，得0分。	
		对区域内植物的影响	3	风电场建设没有对区域内林地、草地产生影响，或在区域内进行了针对性植被恢复或植被补偿措施，得3分； 风电场建设没有对区域内林地、草地产生严重影响，并没有在区域内进行针对性植被恢复或植被补偿措施，得0分。	
		地质构造条件	3	风电场建设前进行地质灾害评估，分析泥石流、滑坡、崩塌、移动沙丘等地质灾害对选址的影响，进行地质地形条件、场地稳定性和工程建设适宜性评估，根据评估结果，开展相应工程措施，得3分。	
	环境影响（28）	声环境质量监测	3	风电场施工期遵守国家或当地环境噪声排放限值，得1分； 风电场运行期遵守国家或当地环境噪声排放限值，得1分； 生活区噪声应该遵守国家或当地环境噪声排放要求限值，得1分。	地区如没有设定标准，则参照世界银行设定标准，施工和运行期均不超过70 dB（A） ² /h；生活区日间不超过55 dB（A） ² /h，夜间不超过45 dB（A） ² /h
		废水收集处理设施	3	风电场具备完善的废水收集处理设施，得3分； 风电场不具备废水收集处理设施，得0分。	
		废油废液处理设施	3	油品储存区、危废暂存间有防渗、防泄漏的处理设施，得3分； 风电场没有设置油品泄露、防渗、应急处置设施，得0分。	

⁶ 该体系包括三级指标层，其中一级指标层4项，二级指标层15项，三级指标层46项。由于评价指标的选取面临地域性、时效性、数据获取和质量要求等局限性和不确定性，本评价指标体系突出“普适性原则”。在指标体系的实际使用阶段，可以采取有效措施，通过提高指标涵盖的颗粒度，体现区域特征，提高数据时效性等措施，进行差异性、动态性的指标调整，以构建更加全面、具体的指标体系。

一级指标	二级指标	三级指标	分值	评分标准	备注
		施工扬尘措施	3	风电场在施工区设置扬尘、抑尘措施，得3分； 风电场在施工区没有设置有扬尘、抑尘措施，得0分。	
		危险废物处置率	3	风电场范围内产生的危险废物被及时安全处置、综合利用及安全贮存，得3分； 风电场范围内产生的危险废物没有被及时安全处置、综合利用及安全贮存，得0分；	
		生活垃圾处置率	3	生活区现场设置生活垃圾收集区域，遵守国家或当地垃圾分类标准，对生活垃圾进行回收处理，处理大于80%，得3分；小于80%，得0分。	
		工程渣土再生利用率	3	工程渣土应分类堆放和运输，其再生利用应遵守国家或当地标准。利用率大于80%，得3分；小于80%，得0分。	
		电磁辐射监测	3	电磁辐射值遵守国家或当地电磁辐射监测标准，得3分； 电磁辐射值不遵守国家或当地电磁辐射监测标准，得0分。	
		区域温室气体减排	4	1) 选用绿色制造的建筑材料、装饰材料及电气材料、电缆等，得1分； 2) 风电场运行期结束后对相关设备和材料进行合理处置，制定处置计划，得1分。 3) 进行风电机组碳足迹盘查，得1分； 4) 核算风电场运行期温室气体减排量并符合当地标准，得1分。	
社会影响 (22分)	人居环境 侵扰(10)	视觉影响	4	减少所选场址上附属建筑的存在，得1分； 在工程设计上，保持涡轮机的统一尺寸和设计，得1分； 给涡轮机涂上统一的颜色，通常与天空相匹配(浅灰色或淡蓝色)，同时遵守航空标志法规航行标识规定，得1分； 未在涡轮机上使用字母、公司徽章、广告或图案等，得1分。	
		阴影闪烁和叶片闪光	2	在风力涡轮机建设选址时，避免位于狭窄带内的住宅，得1分； 在风力涡轮机塔架上涂上非反射涂层，以避免塔架反射，得1分。	
		景观及生态环境	2	在风电场规划选址时，从所有相关角度考虑涡轮机的视觉影响，考虑周围景观特征，得1分； 在工程建设过程中，及时在清理过的土地上重新种植本地植物，进行景观美化措施，得1分；	
		距居民区距离	2	单台风力发电机组与居民区距离大于200m；大型风电场与居民区距离大于500m，得2分；	
	民生保障 情况(5)	移民安置落实情况	2	分为不涉及移民和涉及移民：不涉及移民的，得2分； 涉及移民的：已全面落实移民安置政策的，得2分；已基本落实移民安置政策的，得1分；未落实移民安置政策的，得0分。	
		民生保障情况	2	承担扶贫任务或资助贫困户、给当地居民提供就业机会、分享投资收益、为当地居民提供优惠电量，得2分；	



B&R
ETTC



“一带一路”绿色发展国际联盟
一带一路环境技术交流与转移中心（深圳）

一级指标	二级指标	三级指标	分值	评分标准	备注
	公众参与情况 (5)	公共设施改善情况	1	改善了公共照明、公共道路、教科文卫设施以及应急供电等公共设施，得 1 分；	
		公众参与	3	公众参与符合程序合法性、形式有效性、对象代表性和结果真实性的要求，得 1 分； 关注公众参与反对意见及落实情况，对持反对意见的公众应进行回访，得 1 分。 对环境敏感、反对人数较多的项目，必要时召开座谈会、听证会，并做好公众的解释工作，对公众提出的合理环保诉求及时予以解决，得 1 分。	
		民族特点及风俗习惯	2	在风电项目建设和运营之前，提前调研当地的风俗习惯、民族特点以及宗教信仰，得 1 分； 在风电项目建设和运营过程中，充分考虑当地的民俗习惯和文化特点，并进行有效的沟通和协商，避免当地居民的反对和抗议，得 1 分。	
	区域经济贡献度 (2)	社会贡献率	2	指企业对社会贡献总额与资产平均总额的比率。指标值 $s \geq 6\%$ ，得 2 分； $s < 6\%$ ，不得分。	参考：《SLT752-2020 绿色小水电评价标准》
企业治理 (14)	管理指标 (4)	规章制度体系建设情况	2	1) 是否配备现场管理组织机构，制定方案，按计划完成并总结； 2) 是否组织人员参加风电项目建设相关业务培训； 3) 是否建立环境突发事件应急响应机制。 以上条件每满足一项得 1 分，累计不超过 2 分；均未满足的，得 0 分。	
		环境风险防控体系建设完善程度	2	1) 开展风电场环境风险评估，并编制完善的风电场环境风险应急预案； 2) 建立专业环境应急救援队伍，储备必要的环境应急物资和装备； 3) 组织对环境应急预案进行专项培训，定期开展应急演练； 以上条件每满足一项得 1 分，累计不超过 2 分；均未满足的，得 0 分。	
	生产指标 (4)	风电场可利用率	2	统计某个时间段内风力发电机组实际发电量与可能发电量的比例。 整个风电场机组平均可利用率应不低于 95%，单台机组可利用率不低于 90%，得 2 分；不符合不得分。	
		设备性能及自动化程度	2	1) 达到无人值班或少人值守等自动化要求，得 0.5 分； 2) 开展风电机组远程控制或集中控制、集中运维，得 0.5 分； 3) 达到运行管理信息化，办公自动化或安全生产管理信息化要求，得 1 分；	
	经营指标 (3)	企业盈利能力	1	统计风电场的销售净利率。 $y \geq 5\%$ ，得 1 分； $0 < y < 5\%$ ，得 0.5 分； $y \leq 0$ ，得 0 分。	
		企业营运能力	1	统计风电场流动资产周转率。 $T \geq 2\%$ ，得 1 分； $T < 2\%$ ，得 0 分。	
		企业偿债能力	1	统计风电场的资产负债率。 $z \leq 70\%$ ，得 1 分； $70\% < z \leq 80\%$ ，得 0.5 分； $z > 80\%$ ，不得分。	
	安全风险指标	企业职工安全投入	1	定期发放劳动防护用品，得 0.5 分； 定期对员工进行职业健康检查，并针对员工健康问题采取相应的措施加以解决，	

一级指标	二级指标	三级指标	分值	评分标准	备注
	(3)	比例		得 0.5 分。	
		企业安全风险 风险管理	1	企业配备安全生产管理人员，并对员工进行安全教育培训，得 1 分。	
		承包商施 工安全管 理	1	建立承包商施工安全准入制度，规范承包商施工作业前能力准入评估、施工作业过程中安全监督和竣工后绩效评价，得 1 分。	
资源节约 与高利用 效 (20 分)	节地 (3)	风电设备 用地规范 性	1.5	风电场风电设备用地在建设过程中符合国家或当地规定，得 1.5 分； 风电场风电设备用地在建设过程中不符合国家或当地规定，得 0 分。	遵循节约和集约利用土地的原则，优化比选设计方案，宜使用未利用土地，少占或不占耕地。
		道路建设 用地规范 性	1.5	风电场新建道路在建设过程中符合国家或当地规定，得 1.5 分； 风电场新建道路在建设过程中不符合国家或当地规定，得 0 分。	
	节水 (4)	施工用水 量	1	施工用水量遵守国家或当地用水规定，得 1 分； 施工用水量不遵守国家或当地用水规定，得 0 分。	
		日平均生 活用水量	1	日平均生活用水量遵守国家或当地用水标准，得 1 分； 日平均生活用水量不遵守国家或当地用水标准，得 0 分。	遵守国家或当地的日平均生活用水量标准，如果没有此类标准，则遵守世界水资源组织平均数据，人均生活用水量低于 200 升。
		建设用水 来源	2	风电场在施工建设前建设单位或者施工总承包单位应提出取水许可申请，得 1 分； 风电场在施工建设中取用地表水，不取用地下水，得 1 分。	
	节能 (3)	综合厂用 电率	2	指统计周期内风电场内损耗占发电量的比例。用电率小于 10%，得 2 分；大于 10%，得 0 分。	可根据风电场建设地国家或地区情况进行适当调整
		建筑材料 来源	1	宜选用本地生产的建筑材料，减少材料运输过程中的能源消耗，本地材料选取比例大于 50%，得 1 分；小于 50%，得 0 分。	
	节材 (3)	主要建筑 材料损耗 率	1	风电场建设中应减少材料的损耗率。损耗率小于 10%，得 1 分；大于 10%，得 0 分。	
		废弃包装 物回收率	1	风电场在建设过程所产生的废弃包装物应及时进行回收处理。回收率 50%以上，得 1 分；小于 50%，得 0 分。	
		建筑废料 回用率	1	风电场在建设过程所产生的水泥、电缆、混凝土、钢材等建筑废料，应及时进行回收利用。回用率不低于 80%，得 1 分；小于 80%，得 0 分。	
	资源利用 (7)	风能资源 利用情况	3	风电场建设前应提前评估项目区风能情况，风功率密度等级大于 6 级，得 3 分； 等级 5 级，得 2.5 分；等级 4 级，等级得 2 分；等级 3 级，得 1.5 分；等级 2 级， 1 分；等级 1 级，0 分。	



B&R
ETTC



“一带一路”绿色发展国际联盟

一带一路环境技术交流与转移中心（深圳）

一级指标	二级指标	三级指标	分值	评分标准	备注
		已有道路利用情况	2	施工道路尽可能在现有道路的基础上布置规划，增加已有道路利用，降低道路建设工程量，充分利用已有建设道路，得 2 分；没有利用已有道路，得 0 分。若风电场附近没有可利用道路，则不作为考核内容。	
		已有输电线路与变电设施利用情况	2	风电场建设要合理利用已有的输电线路和变电设施，降低投资成本，提高电力传输的效率。充分利用已有输电线路和变电设施，得 2 分；没有利用已有输电线路和变电设施，得 0 分。 若风电场附近没有可利用输电线路和变电设施，则不作为考核内容。	

附件 2 各指标的具体说明

一、生态环境影响

(一) 生态保护

(1) 生态敏感区避让

风电场项目选址避让国家已划定的生态保护红线区域和野生保护动物栖息地、觅食地（含饮用水水源）或迁徙路线，优化项目布局，维护区域内的生态价值和保护生物多样性，满足生态环境保护相关的国家法律法规和地区相关政策要求。

(2) 对区域内动植物的影响

风电场的建设过程中需要砍伐大量的树木和清除灌木丛等植被，从而破坏植物的栖息地，威胁到植物的生存，容易对当地的生态系统造成不可逆转的损害。

风电场建设施工期施工机械噪声和人员活动噪声是对动物影响的主要影响因素。项目投入运行后风机林立，场内架空集电线路纵横交错，对区域景观影响较大，且增加了区域鸟类活动时的撞线风险。

(3) 地质构造条件

风电建设项目对地质条件也有一定的要求。在复杂的地质条件下，可能造成原来建设项目的设计方案无法实施，需重新制定设计方案，或者方案可以实施，增加施工难度，增加潜在风险。地质风险情况可以从地质构造、水文地质条件等方面去衡量。风电机高度较高，体积较大，需要考虑水文地质条件是否会给风电机的基础部位造成影响，带来安全隐患。风电机安装比较复杂，并且会用到很多大型机械设备，协作完成风电机的安装，所以，需要考虑风电项目所在地的地形条件，是否有利于风电机的安装。

(二) 环境影响

(1) 声环境质量监测

风电场在建设和运行期间要对噪声进行监测，要遵守国家或当地环境噪声排放限值。

(2) 废水收集处理设施

风电场是否具备完善的废水集中处理设施，且以下三个指标均达标：1、废水处理设施完好率 95%以上；2、废水处理设施运行率 95%以上；3、废水处理设施年负荷率与企业

年实际生产负荷率一致。

废水处理设施完好率：

$$R1 = \frac{C1}{C2} * 100\%$$

式中，C1 表示完好的废水处理设施总台数，个；C2 表示全部废水处理设施总台数，个。废气处理设施总台数包括在用的，备用的，停用的，以及正在检修的全部废水处理设施。

废水处理设施运行率：

$$R2 = \frac{t1}{t2} * 100\%$$

式中，t1 表示废水处理设施运行总时长，小时；t2 表示企业主要生产设施运行总时长，小时。

（3）施工场防尘措施

风电场在建设初期场地平整和道路建设时会产生大量的扬尘，风电场在施工区要配备设置扬尘、抑尘措施。

（4）废油废液处理设施

风电场在建设和运行期间会产生废油废液，风电场要配备油品储存区、危废暂存间有防渗、防泄漏的处理设施。

（5）危险废物处置

风电场在建设和运行期间会产生危险废物，风电场范围内要做到对所产生的危险废物进行安全处置、综合利用及安全贮存。

（6）生活垃圾处置率

统计实际生活垃圾产生量和处理量，体现是否满足处置目标。

（7）工程渣土再生利用率

工程渣土应分类堆放和运输，其再生利用应符合现行国家或地区标准。

（8）电磁辐射达标率

风电场运营期升压站电气设备及集电线路附近，因电压、电流而产生工频电场及工频磁场，站内各种电气设备可能会局部电晕放电，进而产生无线电干扰，通过出线顺着导线

方向及通过空间垂直方向朝外传播。风电场的无线电干扰负荷国家电磁环境控制限值标准。

(9) 区域温室气体减排

- 1) 宜选用绿色制造的建筑材料、装饰材料及电气材料、电缆等；
- 2) 风电场运行期结束后应对相关设备和材料进行合理处置，制定处置计划，计划中应明确处置设备和材料种类，各设备和材料处置方式及处置量；
- 3) 宜进行风电场碳足迹盘查；
- 4) 应根据各国标准核算风电场运行期温室气体减排量。

二、社会影响

(一) 人居环境侵扰

(1) 视觉影响指标

- 1) 应减少所选场址上附属建筑的存在，包括减少围栏设置、减少道路、埋设项目内的电线以及拆除无法使用的涡轮机等；
- 2) 在工程设计上，应保持涡轮机的统一尺寸和设计（例如，旋转方向、涡轮机类型和塔架旋转方向、涡轮机和塔架类型以及高度）；
- 3) 应给涡轮机涂上统一的颜色，通常与天空相匹配（浅灰色或淡蓝色），同时遵守海洋和航空标志法规航行标识规定；
- 4) 不宜在涡轮机上使用字母、公司徽章、广告或图案等；

(2) 阴影闪烁和叶片闪光

- 1) 在风力涡轮机建设选址时，应避免位于狭窄带内的住宅；
- 2) 应在风力涡轮机塔架上涂上非反射涂层，以避免塔架反射；

(3) 景观及生态环境

- 1) 在风电场规划选址时，应从所有相关角度考虑涡轮机的视觉影响，应考虑周围景观特征；
- 2) 在工程建设过程中，应及时在清理过的土地上重新种植本地植物，并进行景观美化措施。

施工期，施工区域的开挖与填筑、占用土地、铲除地表植被等一系列施工活动，形成大量裸露边坡、土坑、物料堆放场地等一些劣质景观，破坏了原来的自然景观，造成与周

围自然景观不相协调，严重影响自然景观美感。另外，施工过程中，各种施工运输车辆在施工区域行驶所形成的通向施工场地和外围的道路，形成许多廊道，分割自然生态环境，使自然景观破碎，影响自然景观价值。

（4）距居民区距离

风电场与居民区的距离应大于 500 米。

（二）民生保障情况

（1）移民安置落实情况指标

移民应采用移民安置落实情况指标进行评价，分为不涉及移民和涉及移民。涉及移民的，分为已全面落实移民安置政策的、已基本落实移民安置政策的和未落实移民安置政策的。

注：移民安置政策涉及移民补偿补助资金、住房、土地调整划拨等。

（2）民生保障情况

- 1) 应承担扶贫任务或资助贫困户；
- 2) 应给当地居民提供就业机会；
- 3) 分享投资收益；
- 4) 提供优惠电量。

（3）公共设施改善情况

应改善公共照明、公共道路、教科文卫设施以及应急供电等公共设施。

（三）公众参与情况

（1）公众参与情况

公众参与应符合程序合法性、形式有效性、对象代表性和结果真实性的要求；关注公众参与反对意见及落实情况，对持反对意见的公众应进行回访；对环境敏感、反对人数较多的项目，必要时召开座谈会、听证会，并做好公众的解释工作，对公众提出的合理环保诉求及时予以解决，尤其是被风电场建设分割的村镇及距离工程线位较近的学校、居民应重点关注。

（2）民族特点及风俗习惯

- 1) 在风电项目建设和运营之前，应提前调研当地的风俗习惯、民族特点以及宗教信

仰。

- 2) 在风电项目建设和运营过程中，应充分考虑当地的民俗习惯和文化特点，并进行有效的沟通和协商，避免当地居民的反对和抗议。

风电项目涉及到的当地风俗习惯和民族特点可能会因地区和文化差异而有所不同，因此在具体的项目中需要进行详细的研究和分析，以确保项目的建设和运营不会对当地社区和生态环境造成负面影响。

(四) 区域经济贡献

采用社会贡献率指标进行评价。

计算公式如下：

$$S = \frac{G}{T} * 100\%$$

其中，S 表示社会贡献率，%；

G 表示近一年风电场年度社会贡献总额，万元；

注：社会贡献总额主要包括工资、劳保退休统筹及其他社会福利支出、利息支出净额、应交增值税、营业税金及附加（产品销售税金及附加）、应交所得税及其他税、净利润等。

T 表示近一年风电场年度资产总额（包括流动资产和非流动资产），万元。

三、企业治理

(一) 管理指标

(1) 规章制度体系建设情况

- 1) 应配备风电建设项目专兼职管理人员并明确职责，制定年度风电项目建设工作计划，按计划完成并总结；
- 2) 组织人员参加风电项目建设相关业务培训；
- 3) 应建立环境突发事件应急响应机制。

(2) 环境风险防控体系建设完善程度

- 1) 开展风电场环境风险评估，编制完善的风电场环境风险应急预案；
- 2) 建立综合性或专业环境应急救援队伍，储备必要的环境应急物资和装备；
- 3) 组织对环境应急预案进行专项培训，定期开展应急演练。

（二）生产指标

（1）风电场可利用率

风电场可利用率=风力发电机组实际发电量/可能发电量*100%

风力发电机组可利用率是指某个时间段内风力发电机组实际发电量与这段时间内可能发电量之比。可能发电量通常由风能资源评价、发电机组装机容量和其它限制因素来确定。可利用率越高，说明风力发电站的运行越稳定、安全、高效。

整个风电场机组平均可利用率应不低于 95%，单台机组可利用率不低于 90%。

（2）设备性能及自动化程度

- 1) 应达到无人值班或少人值守等自动化要求；
- 2) 宜开展风电机组远程控制或集中控制、集中运维；
- 3) 应达到运行管理信息化，办公自动化或安全生产管理信息化要求。

（三）经营指标

（1）企业盈利能力

用销售净利率来衡量企业盈利能力。

计算公式如下：

$$Y = \frac{J}{X} * 100\%$$

式中，y 表示销售净利率；

J 表示近一年的风电场年度净利润，万元；

X 表示近一年的风电场年度销售收入，万元。

（2）企业营运能力

用流动资产周转率来衡量。

计算公式如下：

$$T = \frac{X_f}{Z_f} * 100\%$$

式中，T 表示流动资产周转率；

X_f 表示风电场营业收入净额，万元；

Z_f 表示风电场流动资产平均余额，万元。

（3）企业偿债能力

用资产负债率来衡量。

计算公式如下：

$$Z = \frac{T_f}{T_z} * 100\%$$

式中，Z 表示资产负债率

T_f 表示近一年风电场年度负债总额（包括长期负债和流动负债），万元；

T_z 表示近一年风电场年度资产总额（包括流动资产和非流动资产），万元。

（四）安全风险指标

（1）企业职工安全投入比例

企业职工健康安全投入比例是衡量企业关注职工健康安全程度的一个指标，这个指标可以反映企业在职工健康安全方面的投入和管理水平，高比例的投入通常意味着企业注重职工健康安全，并采取了一系列措施来保障职工的身体安全和健康。目前，关于企业职工健康安全投入比例的具体数据没有统一的标准。不同的企业根据自身的实际情况和需求，可能会有不同的职工健康安全投入比例。

（2）企业安全风险管理

- 1) 企业应配备安全生产管理人员，并具备与本企业所从事的生产经营活动相适应的安全生产和职业卫生知识与能力。
- 2) 企业应建立健全安全教育培训制度，按照有关规定进行培训。培训大纲、内容、时间应满足有关标准的规定企业安全教育培训应包括安全生产和职业卫生的内容企业应明确安全教育培训主管部门，定期识别安全教育培训需求，制定、实施安全教育培训计划，并保证必要的安全教育培训资源。
- 3) 企业应如实记录全体从业人员的安全教育和培训情况，建立安全教育增训档案和从业人员个人安全教育培训档案，并对培训效果进行评估和改进。

（3）承包商施工安全管理

建立承包商施工安全准入制度，规范承包商施工作业前能力准入评估、施工作业过程中安全监督和竣工后绩效评价，预防和遏制承包商发生安全事故。

四、资源节约与高效利用

（一）节地

（1）风电设备用地规范性

风电场风电设备用地在建设过程中要符合国家或当地规定，遵循节约和集约利用土地的原则，优化比选设计方案，宜使用未利用土地，少占或不占耕地。

（2）道路建设用地规范性

风电场工程用地分为永久用地和临时用地。对外交通道路和运行期检修道路用地为永久用地，施工期施工道路用地为临时用地。对外交通道路路基宽度和运行期检修道路路基宽度都应遵循国家或地区的规定。施工期施工道路路基宽度由施工期所选用的起重设备类型及型号确定。运行期检修道路与施工期施工道路结合使用时，用地面积不应重复计算。

（二）节水

（1）施工用水指标

风电场在施工过程中要配有计量器具，统计施工过程中所利用的水资源量。用水量要符合当地规定。

（2）人均日生活用水量

人均日生活用水量指风电场施工期和运行期工人平均每天的生活用水量。

（3）建设用水来源

风电场在施工建设前建设单位或者施工总承包单位应提出取水许可申请。在建设过程增加非常规水的利用，或直接从江河、湖泊、水库取用地表水、从污水处理厂取用再生水，减少或不从地下水取水。

（三）节能

（1）风电场综合厂电率

指统计周期内风电场内损耗占发电量的比例。计算公式如下：

$$\text{综合厂用电率}(\%) = \frac{\text{发电量} - \text{购网电量} - \text{上网电量}}{\text{全厂发电量}} * 100\%$$

通常情况下，风力发电机组需要一定的电力支持来完成自身的运行，因此在风电场的实际发电中，除了向电网输送的电能外，还需要额外消耗一定的电能。综合厂用电率就是

对这一额外消耗的电能与风电场总发电电量的比值。综合厂用电率是衡量风电场电能利用效率的重要指标之一。它的高低直接关系到风电场的经济效益和可持续发展能力。通常情况下，综合厂用电率越低，说明风力发电机组的发电效率越高，风电场的电能利用率越高，同时也意味着风电场的经济效益越好。因此，降低综合厂用电率是风电场的一项重要工作，可以通过技术改进、设备更新等方式来实现。

（2）建筑材料来源

风电场工程建设中宜选用本地生产的建筑材料，减少材料运输过程中的能源消耗。

（四）节材

（1）主要建筑材料损耗率

计划备料、限额领料，合理下料、减少废料产生量、合理利用边角余料，设定材料损耗率指标，有效减少材料损耗并避免浪费。

（2）废弃包装物回收率

指风电场范围内所产生废弃包装物回收的数量与当年废弃包装物总产生量的比值。其计算公式如下：

$$\text{建筑废料回收率} = \frac{\text{建筑废料回收的数量}}{\text{建筑废料总产生量}} * 100\%$$

（3）建筑废料回用率

指风电场范围内所产生的水泥、电缆、混凝土、钢材等建筑废料被回收处理的数量与当年建筑废料总产生量的比值。其计算公式如下：

$$\text{废弃包装物回收率} = \frac{\text{废弃包装物回收的数量}}{\text{废弃包装物总产生量}} * 100\%$$

（五）资源利用

（1）风能资源利用情况

一些地区的风能资源可能存在季节性的变化，风能资源的情况，可以从风电建设项目所处的地区的气候情况去考虑，可以知道风能资源的季节性规律。此外，还要对风电场选址地区，风能资源情况进行测量。风能资源的情况，可以从年平均风速、风功率密度、一年中可利用风能的时长、风速的相对稳定性、风向的稳定性和有无破坏性的风速等方面去衡量。

（2）已有道路利用情况

风电场建设需要运输大量的设备和材料，特别是风电机组，风电机组的体积大造价高，对交通运输的要求较高，良好的交通运输条件才能保证设备和材料的运输，风电项目设备一般需要通过，高速、国道、省道、和乡道等，也可能需要对部分道路进行改进。

施工道路尽可能在现有道路的基础上布置规划，降低道路建设工程量，尽量减少对土地、植被的破坏和占用，风场内的检修专用道路两侧进行绿化，以减少水土流失面积。

（3）已有输电线路与变电设施利用情况

风电场建设要合理利用已有的输电线路和变电设施，避免重新规划和建设电力传输系统，以降低风电场投资成本。已有的输电线路和变电设施能更快地将风力发电输送到电网，提高电力传输的效率。同时能够减少占用大量土地，减轻对环境造成影响。

附件3 中国企业投资海外风电项目情况

风电场项目名称	项目规模	项目状况	国家	地区	投资类型	中国企业
Garcia Del Rio 风电场	10 MW	运行中	阿根廷	美洲	绿地投资	远景能源
Loma Blanca 风电场	一期 51 MW	运行中	阿根廷	美洲	绿地投资	金风科技
	二期 51MW					
	三期 51 MW					
	六期 102 MW					
Vientos De Miramar 风电场	100 MW	运行中	阿根廷	美洲	绿地投资	金风科技
Musselroe 风电场	168 MW	运行中	澳大利亚	大洋洲	绿地投资	神华集团
Morton's Lake 风电场	20 MW	运行中	澳大利亚	大洋洲	合并与收购	中国广核集团
White Rock 风电场	175 MW	运行中	澳大利亚	大洋洲	合并与收购	金风科技
Nelson North 风电场	47 MW	运行中	澳大利亚	大洋洲	绿地投资	国家电投
Codrington 风电场	18 MW	运行中	澳大利亚	大洋洲	合并与收购	国家电投
Taralga 风电场	一期 27 MW	运行中	澳大利亚	大洋洲	合并与收购	国家电投
	二期 42 MW					
	三期 38 MW					
Yambuk 风电场	30 MW	运行中	澳大利亚	大洋洲	合并与收购	国家电投
Yaloak 风电场	29 MW	运行中	澳大利亚	大洋洲	绿地投资	国家电投
Crowlands 风电场	126 MW	运行中	澳大利亚	大洋洲	绿地投资	国家电投
Cattle Hill 风电场	144 MW	运行中	澳大利亚	大洋洲	合并与收购	金风科技
Moorabool 风电场	一期 150 MW	运行中	澳大利亚	大洋洲	绿地投资	金风科技
	二期 162 MW					
Agua Doce 风电场	9 MW	运行中	巴西	美洲	合并与收购	三峡集团
Horizonte 风电场	5 MW	运行中	巴西	美洲	合并与收购	三峡集团
Tramandai 风电场	一期 62 MW	运行中	巴西	美洲	合并与收购	三峡集团
	二期 6 MW					
	三期 2 MW					
Baixa Do Feijao 风电场	一期 30 MW	运行中	巴西	美洲	绿地投资	三峡集团
	二期 30 MW					
	三期 30 MW					
	四期 30 MW					
Bons Ventos 风电场	50 MW	运行中	巴西	美洲	合并与收购	国家电网
Campo Dos Ventos 风电场	一期 29 MW	运行中	巴西	美洲	合并与收购	国家电网
	二期 32 MW					

**B&R
ETTC**

“一带一路”绿色发展国际联盟

一带一路环境技术交流与转移中心（深圳）

风电场项目名称	项目规模	项目状况	国家	地区	投资类型	中国企业
	三期 29 MW					
	四期 27 MW					
Canoa-Quebrada 风电场	59 MW	运行中	巴西	美洲	合并与收购	国家电网
Costa Branca 风电场	21 MW	运行中	巴西	美洲	合并与收购	国家电网
Enacel 风电场	32 MW	运行中	巴西	美洲	合并与收购	国家电网
Atlantica 风电场	一期 30 MW	运行中	巴西	美洲	合并与收购	国家电网
	二期 30 MW					
	三期 30 MW					
	四期 30 MW					
Eurus 风电场	一期 24 MW	运行中	巴西	美洲	合并与收购	国家电网
	二期 6 MW					
	三期 24 MW					
	四期 6 MW					
	五期 8 MW					
Icarazinho 风电场	55 MW	运行中	巴西	美洲	合并与收购	国家电网
Juremas 风电场	21 MW	运行中	巴西	美洲	合并与收购	国家电网
Lagoa Do Mato 风电场	4 MW	运行中	巴西	美洲	合并与收购	国家电网
Macacaos 风电场	21 MW	运行中	巴西	美洲	合并与收购	国家电网
Morro Dos Ventos 风电场	一期 29 MW	运行中	巴西	美洲	合并与收购	国家电网
	二期 29 MW					
	三期 29 MW					
	四期 29 MW					
	五期 24 MW					
	六期 29 MW					
Paracuru 风电场	25 MW	运行中	巴西	美洲	合并与收购	国家电网
Pedra Cheirosa 风电场	48 MW	运行中	巴西	美洲	绿地投资	国家电网
Pedra Preta 风电场	21 MW	运行中	巴西	美洲	合并与收购	国家电网
Santa Clara 风电场	一期 30 MW	运行中	巴西	美洲	合并与收购	国家电网
	二期 30 MW					
	三期 30 MW					
	四期 30 MW					
	五期 30 MW					
	六期 30 MW					
Taiba-Albatroz 风电场	17 MW	运行中	巴西	美洲	合并与收购	国家电网
Santa Monica 风电场	10 MW	运行中	巴西	美洲	合并与收购	国家电网
Santa Ursula 风电场	28 MW	运行中	巴西	美洲	合并与收购	国家电网

风电场项目名称	项目规模	项目状况	国家	地区	投资类型	中国企业
Sao Benedito 风电场	29 MW	运行中	巴西	美洲	合并与收购	国家电网
Sao Domingos 风电场	25 MW	运行中	巴西	美洲	绿地投资	国家电网
Sao Martinho 风电场	14 MW	运行中	巴西	美洲	合并与收购	国家电网
Dimas 风电场	29 MW	运行中	巴西	美洲	合并与收购	国家电网
Mataraca Millenium 风电场	10 MW	运行中	巴西	美洲	合并与收购	国家电投
Aura Mangueira 风电场	一期 28 MW	运行中	巴西	美洲	合并与收购	中国广核集团
	二期 28 MW					
	三期 24 MW					
	四期 10 MW					
	五期 16 MW					
	六期 14 MW					
	七期 18 MW					
	八期 14 MW					
Aura Mirim 风电场	一期 30 MW	运行中	巴西	美洲	合并与收购	中国广核集团
	二期 15 MW					
	三期 9 MW					
	四期 9 MW					
Campo Formoso 风电场	30 MW	运行中	巴西	美洲	合并与收购	中国广核集团
Cristalândia 风电场	一期 30 MW	运行中	巴西	美洲	合并与收购	中国广核集团
	二期 30 MW					
	三期 30 MW					
Eurus 风电场	24 MW	运行中	巴西	美洲	合并与收购	中国广核集团
Lagoa Do Barro 风电场	一期 27 MW	运行中	巴西	美洲	合并与收购	中国广核集团
	二期 27 MW					
	三期 27 MW					
	四期 27 MW					
	五期 24 MW					
	六期 27 MW					
	七期 27 MW					
Queimada Nova 风电场	9 MW	运行中	巴西	美洲	合并与收购	中国广核集团
Renascença 风电场	30 MW	运行中	巴西	美洲	合并与收购	中国广核集团
Dufferin 风电场	一期 17 MW	运行中	加拿大	美洲	绿地投资	国电集团
	二期 17 MW					
	三期 3 MW					
	四期 5 MW					
	五期 13 MW					



风电场项目名称	项目规模	项目状况	国家	地区	投资类型	中国企业
	六期 27 MW					
Punta Sierra 风电场	82 MW	运行中	智利	美洲	绿地投资	国家电投
Meerwind 风电场	288 MW	运行中	德国	欧洲	合并与收购	三峡集团
Villonaco 风电场	17 MW	运行中	厄瓜多尔	美洲	仅政策性银行	/
Barchin 风电场	28 MW	运行中	西班牙	欧洲	合并与收购	华电集团
Adama 风电场	153 MW	运行中	埃塞俄比亚	非洲	外国直接投资+政策性银行	中国电力
Monts-Du-Lomont 风电场	一期 14 MW	运行中	法国	欧洲	绿地投资	远景能源
	二期 16 MW					
Maerdy 风电场	24 MW	运行中	英国	欧洲	绿地投资	远景能源
Carn Hill 风电场	14 MW	运行中	英国	欧洲	合并与收购	中国广核集团
Rusholme 风电场	25 MW	运行中	英国	欧洲	合并与收购	中国广核集团
Glassmoor 风电场	12 MW	运行中	英国	欧洲	合并与收购	中国广核集团
Green Rigg 风电场	36 MW	运行中	英国	欧洲	合并与收购	中国广核集团
Monnaboy 风电场	12 MW	运行中	英国	欧洲	绿地投资	中国广核集团
Cregganconroe 风电场	14 MW	运行中	英国	欧洲	合并与收购	中国广核集团
Inishative 风电场	11 MW	运行中	英国	欧洲	绿地投资	中国广核集团
Afton Reservoir 风电场	50 MW	运行中	英国	欧洲	合并与收购	国家开发投资集团
Beatrice Offshore 风电场	588 MW	运行中	英国	欧洲	绿地投资	国家开发投资集团
Brenig 风电场	38 MW	运行中	英国	欧洲	绿地投资	中国广核集团
Cloghboola 风电场	46 MW	运行中	爱尔兰	欧洲	合并与收购	中国广核集团
Faughary 风电场	6 MW	运行中	爱尔兰	欧洲	合并与收购	中国广核集团
Roosky 风电场	4 MW	运行中	爱尔兰	欧洲	合并与收购	中国广核集团
Skrine 风电场	5 MW	运行中	爱尔兰	欧洲	合并与收购	中国广核集团
Ballybay 风电场	14 MW	运行中	爱尔兰	欧洲	绿地投资	中国广核集团
Foyle 风电场	10 MW	运行中	爱尔兰	欧洲	绿地投资	中国广核集团
Laterza 风电场	14 MW	运行中	意大利	欧洲	合并与收购	中国广核集团
Castellaneta 风电场	16 MW	运行中	意大利	欧洲	合并与收购	中国广核集团
Villa Castelli 风电场	20 MW	运行中	意大利	欧洲	合并与收购	中国广核集团
Mozura 风电场	46 MW	运行中	黑山共和国	欧洲	绿地投资	国家电投
Dzilam De Bravo 风电场	70 MW	运行中	墨西哥	美洲	绿地投资	远景能源
Reynosa 风电场	443 MW	运行中	墨西哥	美洲	合并与收购	国家电投
Progreso 风电场	90 MW	运行中	墨西哥	美洲	绿地投资	远景能源
Jhampir 风电场	一期 50 MW	运行中	巴基斯坦	亚洲	绿地投资	三峡集团
	二期 50 MW					
	三期 50 MW					

风电场项目名称	项目规模	项目状况	国家	地区	投资类型	中国企业
Dawood Banbhore 风电场	50 MW	运行中	巴基斯坦	亚洲	绿地投资	中国电力
Jedrychowice 风电场	54 MW	运行中	波兰	欧洲	合并与收购	三峡集团
Rzepin 风电场	58 MW	运行中	波兰	欧洲	合并与收购	三峡集团
Ilza 风电场	54 MW	运行中	波兰	欧洲	合并与收购	三峡集团
Linowo 风电场	48 MW	运行中	波兰	欧洲	合并与收购	三峡集团
Margonin 风电场	120 MW	运行中	波兰	欧洲	合并与收购	三峡集团
Pawlowa Golancz 风电场	80 MW	运行中	波兰	欧洲	合并与收购	三峡集团
Korsze 风电场	70 MW	运行中	波兰	欧洲	合并与收购	三峡集团
Acor 风电场	20 MW	运行中	葡萄牙	欧洲	合并与收购	三峡集团
Alto Do Talefe 风电场	12 MW	运行中	葡萄牙	欧洲	合并与收购	三峡集团
Cabeco Da Rainha 风电场	一期 10 MW	运行中	葡萄牙	欧洲	合并与收购	三峡集团
	二期 6 MW					
	三期 8 MW					
	四期 9 MW					
	五期 14 MW					
	六期 6 MW					
Cadafaz 风电场	10 MW	运行中	葡萄牙	欧洲	合并与收购	三峡集团
Fonte Da Mesa 风电场	10 MW	运行中	葡萄牙	欧洲	合并与收购	三峡集团
Fonte Da Quelha 风电场	12 MW	运行中	葡萄牙	欧洲	合并与收购	三峡集团
Malhanito 风电场	58 MW	运行中	葡萄牙	欧洲	绿地投资	三峡集团
Negrelo-Guilhado 风电场	10 MW	运行中	葡萄牙	欧洲	合并与收购	三峡集团
Ortiga 风电场	12 MW	运行中	葡萄牙	欧洲	合并与收购	三峡集团
Padrela Enernova 风电场	8 MW	运行中	葡萄牙	欧洲	合并与收购	三峡集团
Pena Suar 风电场	一期 10 MW	运行中	葡萄牙	欧洲	合并与收购	三峡集团
	二期 6 MW					
Raia-Pousafoles 风电场	28 MW	运行中	葡萄牙	欧洲	绿地投资	三峡集团
Safra 风电场	42 MW	运行中	葡萄牙	欧洲	合并与收购	三峡集团
Salgueiros-Guilhado 风电场	8 MW	运行中	葡萄牙	欧洲	合并与收购	三峡集团
Serra Do Barroso 风电场	一期 18 MW	运行中	葡萄牙	欧洲	合并与收购	三峡集团
	二期 10 MW					
Serra Do Mu 风电场	一期 10 MW	运行中	葡萄牙	欧洲	合并与收购	三峡集团
	二期 12 MW					
	三期 2 MW					
Terra Fria 风电场	96 MW	运行中	葡萄牙	欧洲	合并与收购	三峡集团
Vila Nova 风电场	一期 20 MW	运行中	葡萄牙	欧洲	合并与收购	三峡集团
	二期 6 MW					

**B&R
ETTC**

“一带一路”绿色发展国际联盟

一带一路环境技术交流与转移中心（深圳）

风电场项目名称	项目规模	项目状况	国家	地区	投资类型	中国企业
Markbygden 风电场	644 MW	运行中	瑞典	欧洲	绿地投资	中国广核集团
De Aar Mulilo 风电场	一期 101 MW	运行中	南非	非洲	绿地投资	国电集团
	二期 144 MW					
Stockyard Hill 风电场	530 MW	建设中	澳大利亚	大洋洲	绿地投资	金风科技
Aysha 风电场	120 MW	建设中	埃塞俄比亚	非洲	仅政策性银行	/
Moray East Offshore 风电场	313 MW	建设中	英国	欧洲	绿地投资	三峡集团
Senj 风电场	156 MW	建设中	克罗地亚	欧洲	合并与收购	北方工业
Zhanatas 风电场	100 MW	建设中	哈萨克斯坦	亚洲	绿地投资	国家电投

数据来源：波士顿大学，中国全球电力数据库，作者整理，统计截至 2022 年 12 月 31 日