



乡村风电创新开发模式探索及案例分享

国家电投集团风电产业创新中心

风电运营优化研究所

邓屹

2022年 8月 25日

风能专委会CWEA

知识产权声明

本文件的知识产权属国家电力投资集团公司及其相关产权人所有，并含有其保密信息。对本文件的使用及处置应严格遵循获取本文件的合同及约定的条件和要求。未经国家电力投资集团公司事先书面同意，不得对外披露、复制。

Intellectual Property Rights Statement

This document is the property of and contains proprietary information owned by SPIC and/or its related proprietor. You agree to treat this document in strict accordance with the terms and conditions of the agreement under which it was provided to you. No disclosure or copy of this document is permitted without the prior written permission of SPIC.

© SPIC 2020. All Rights Reserved.

风能专委会CWEA

目录 CONTENTS

- 分散式风电定义及乡村风电前景
- 小（微）风机产业特点
- 小（微）风机典型应用场景
- 乡村风电开发建议
- 案例分享

风能专委会CWEA

国家能源局《分散式风电项目开发建设暂行办法》技术要求



“

分散式风电项目是指靠近负荷中心，不以大规模远距离输送电力为目的，所产生的电力就近接入当地电网进行消纳的风电项目。

”

风能专委会CWEA

©SPIC 2020. All Rights Reserved.

4

一、分散式风电定义及乡村风电前景

发展前景



01

农村地区能源资源丰富，乡村风电可开发潜力250GW

《中国县域绿色低碳能源转型发展报告》

——国家电投与西门子

02

充分利用农村地区空间资源，积极发展乡村风电

《关于组织开展农村能源革命试点县建设的通知》

——国家能源局、生态环境部、农业农村部、国家乡村振兴局

03

据不完全统计，有14个省区在“十四五”规划提及分散式风电。

风能专委会CWEA

©SPIC 2020. All Rights Reserved.

5

一、分散式风电定义及乡村风电前景

相关政策

截至2023年4月12日，已有23个省区发布关于2023年乡村振兴有关意见或方案，其中17个省区提及可再生能源、清洁能源或新能源发展。在这17个省区中，山西、湖南、广东、河南、四川五省明确提及发展风电的相关信息，山西、广东明确提出创新发展模式，以县为单位建设分散式风电。浙江出台了新版《浙江省电力条例》，提出分布式光伏发电、分散式风能发电等电力生产企业可以与周边用户按照规定直接交易。



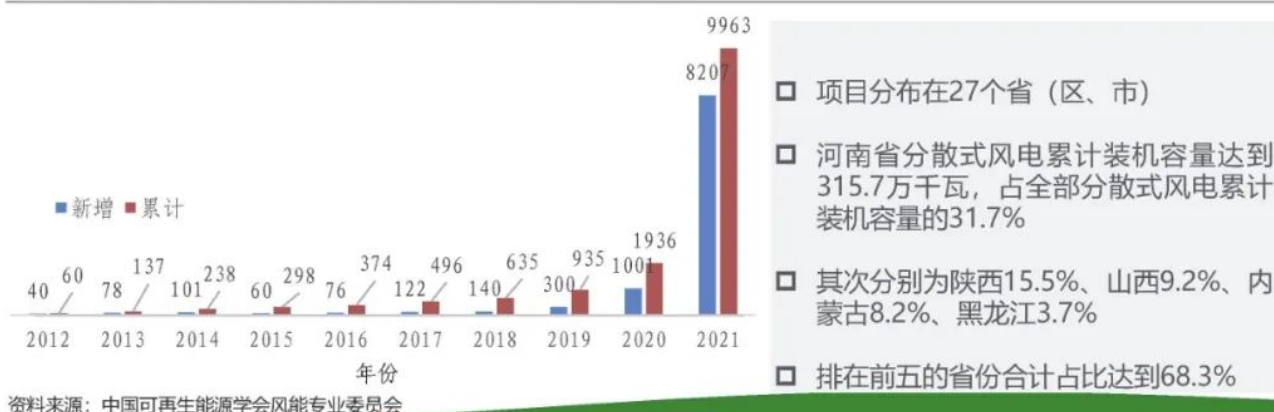
风能专委会CWEA

6

©SPIC 2020. All Rights Reserved.

一、分散式风电定义及乡村风电前景

国内分散式风电发展现状



“

2021年迎来较大增长，累计装机规模达9963MW，同比增长414.6%。

风能专委会CWEA

乡村风电的优点包括：

- (1) 一般无须新建升压站和道路、项目占地面积小、建设周期短；
- (2) 项目单体规模较小，便于利用城市、乡村闲散土地资源来提升风资源利用率；
- (3) 距离负荷侧较近，便于消纳；
- (4) 政策密集支持，乡村风电+乡村振兴相结合是未来发展的重要方向；
- (5) 通过“自发自用，余电上网”模式，可获得高于集中式的上网电价；
- (6) 和光伏等其他分布式发电具有较好的兼容性和互补性。

©SPIC 2020. All Rights Reserved.



风能专委会CWEA

8

一、分散式风电定义及乡村风电前景

可选机型



©SPIC 2020. All Rights Reserved.

小（微）型机组

分为水平轴和垂直轴两类，水平轴单机容量通常涵盖100W至400kW，垂直轴一般小于5kW。

小（微）风机输出电压可灵活适配220/380/690V交流以及各等级直流电。

兆瓦级机组

当前陆上风机功率已经逐步由3MW时代迈入4~5MW时代。输出电压一般为交流690V，通过升压接入更高等级升压站。也可通过变流-变压上移，减少线损。



风能专委会CWEA

9

一、分散式风电定义及乡村风电前景

存在的问题

兆瓦级项目前期开发手续基本和集中式相同，单位容量分摊成本高。部分地区分散式规划出台滞后，缺乏明确的开发指导思路和项目审批机制。综合以上因素，各单位对于乡村风电开发的积极性不高。

1.项目经济性

分散式风电单个项目规模较小，与集中式风电相比，分散式风电在测风、前期运输、基础设施建设、吊装等非技术方面成本分摊难度大，单位千瓦投资较高，后期运维的难度和成本同样不容小觑。导致分散式风电项目的投入产出比相对较低，在收益率方面存在一定劣势。

2.选址要求

为便于就近消纳，分散式风电项目一般选址靠近居民密集区域，噪声、光影污染、倒塔距离、防火净距等指标对机组性能及选址有着更高的要求。

3.风资源评估

分散式风电项目对风资源评估准确度要求更高，但由于很难树立测风塔进行长周期测风，且受表面粗糙度影响风资源数据的修正复杂，导致初始风资源评估数据准确度不足。

4.并网要求

通常分散式项目所接入的电网支撑强度不高，对项目并网接入的条件和能力要求更高。

5.政策执行

各地审核部门对于分散式风电政策理解存在不同程度的偏差，在占用配额、接入审批、余电上网等方面仍存在审批推进困难的情况。



风能专委会CWEA

©SPIC 2020. All Rights Reserved.

10

一、分散式风电定义及乡村风电前景

存在的问题

与兆瓦级机组项目相比之下，**小（微）型机组**分散式项目在政策导向、应用场景、产业基础、商业模式等方面存在较大差异。

1.单位造价

小（微）风机主机、逆变器供应商较少，市场缺乏竞争力，行业研发投入少，质量良莠不齐，导致造价高、投资方信心不足。目前几十千瓦级设备成本约为每瓦6到8元，如加配电控变桨、抗台风保护和数字化监控等系统，单价将超过15元。小（微）型风电制造商多为民营企业，产业规模严重限制资金和技术上的投入，形成投入少、价格高、品质低的恶性循环。

2.发电能力

受塔杆高度制约，小（微）型风力发电机组轮毂高度处的风资源较差，影响同机位点的发电量。另一方面，受成本压力，许多大型风电机组先进技术很难应用于小（微）风机，致使机组的风能利用率较低。

3.政策支持

与光伏项目发展初期政策对比，小（微）型风电目前没有国家补贴，“余电上网”政策不明晰，影响国内投资商的信心。

4.疫情影响

受疫情影响，用电企业电力需求下降，导致分散式小（微）型风电项目取消或迟滞。国际市场受经济下滑及贸易保护影响，多个国家加严了产品准入制度，导致我国多数中小风电产品出口大幅下降，进一步制约了产业发展。



风能专委会CWEA

©SPIC 2020. All Rights Reserved.

11

兆瓦级机组和小（微）型机组对比



	兆瓦级机组	小（微）型机组
单机容量[千瓦]	> 3000	< 400
轮毂高度[m]	> 100	< 60
EPC每瓦造价[元]	约6	约16
施工和运行对环境影 响	大	小
基础露出地面面积 [m ²]	> 20	< 10
运输	可能存在限宽、限高要求， 或需要新建道路	运输便利
安装	需求大型吊装设备	小型吊装设备即可
等效小时数	> 2000	< 2000

相对而言兆瓦级机组具有更好的效率和经济性，而小（微）型机组具有更好的灵活性和环境友好性。风能专委会CWEA

©SPIC 2020. All Rights Reserved.

12

二、小（微）风机产业特点

产业趋势和特点



资料来源：中国农机工业协会风能设备分会 智研咨询整理

©SPIC 2020. All Rights Reserved.

装机
增长率
11.29%

发电量
增长率
14.45%

1

单台占地面积小，征地相对容易，有些场景甚至无需征地

2

应用场景灵活，夜晚发电，能适应从田间到园区的各种场景

3

安装和运输相对方便，一般无需专门修建运输道路

4

对环境影响较小

风能专委会CWEA

13

三、小（微）风机典型应用场景



乡村振兴



户用光伏结合



县域开发



智慧路灯



JMRH



智能微电网



风能专委会CWEA

©SPIC 2020. All Rights Reserved.

14

四、乡村风电开发建议



总体原则

紧盯政策落地

积极对接当地主管部门，紧盯相关政策在当地的落地情况。结合近期相关政策的发布，建议重点关注的省区有：浙江、广西、广东、吉林。

“先找网，后找风”

从就近接入原则和输电线路成本考虑，建议遵循“先找网、后找风”的原则。为扩大装机规模，应尽量选择变电站数量较多的区域。

项目测算宜保守

由于乡村风电项目的风资源数据获取成本高，影响前期评估准确度，导致项目投运后发电量与预期可能存在较大差距。在项目经济性评价、装机容量规划方面宜保守。

宜选择成熟低风速机型

乡村风电项目一般位于低风速区域，风资源条件较差，项目地形条件不宜太复杂，风电机组选型应特别关注低风速性能，宜采用较成熟的低风速机型。

分散接入集中管理

结合乡村风电接入特点，采取分散接入、集中管理的运维模式。多个风场从多个分散的接入点接入后，实施集中式管理。

明确项目需求

结合项目各方需求，统筹设计，定制化编制方案。

风能专委会CWEA

15

湖州综合智慧零碳电厂



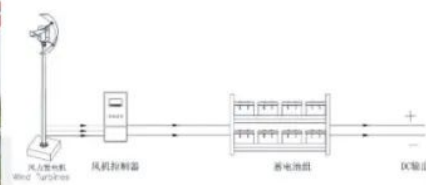
©SPIC 2020. All Rights Reserved.



风光互补路灯——选用10台单机容量为2kW的垂直轴机组，每台机组搭配2块550W光伏组件，通过智能控制器接入。

17

中央研究院样板间项目



“ 共安装3台2kW水平轴机组，14台500W机组，各自通过一台10kWh储能电池并入一段48V直流母线。 ”

风能专委会CWEA

©SPIC 2020. All Rights Reserved.

18

广东公司徐闻项目



共安装4台2kW垂直轴机组和4台风光互补路灯，垂直轴机组并入220V段，路灯离网运行，为站内提供照明。

风能专委会CWEA

19

©SPIC 2020. All Rights Reserved.

五、案例分享

国家电投花吐古拉镇综合智慧能源项目



本项目机型为4.0MW-156机组，轮毂中心高度为92m，2022年并网，平均风速6.01m/s，等效小时数2900小时。

该项目在26个申报同类型乡村振兴综合智慧能源项目评比中脱颖而出，被评为综合智慧能源优秀示范项目。

风能专委会CWEA

20

©SPIC 2020. All Rights Reserved.

国家电投吉林乡村振兴风电项目



图们市发展和改革局文件

安图县人民政府

图们市

关于

2023

关于

图们市

图们市

图们市

图们市

图们市

图们市

图们市

图们市

图们市

图们市

汪清县发展和改革局文件

汪清县发展和改革局文件

汪清县发展和改革局文件

汪清县发展和改革局文件

汪清县发展和改革局文件

汪清县发展和改革局文件

汪清县发展和改革局文件

汪清县发展和改革局文件

汪清县发展和改革局文件

汪清县发展和改革局文件

汪清县发展和改革局文件

汪清县发展和改革局文件

汪清县发展和改革局文件

汪清县发展和改革局文件

汪清县发展和改革局文件

汪清县发展和改革局文件

汪清县发展和改革局文件

汪清县发展和改革局文件

汪清县发展和改革局文件

汪清县发展和改革局文件

汪清县发展和改革局文件

汪清县发展和改革局文件

汪清县发展和改革局文件

汪清县发展和改革局文件

汪清县发展和改革局文件

汪清县发展和改革局文件

汪清县发展和改革局文件

汪清县发展和改革局文件

汪清县发展和改革局文件

汪清县发展和改革局文件

汪清县发展和改革局文件

汪清县发展和改革局文件

汪清县发展和改革局文件

汪清县发展和改革局文件

汪清县发展和改革局文件

汪清县发展和改革局文件

汪清县发展和改革局文件

汪清县发展和改革局文件

汪清县发展和改革局文件

汪清县发展和改革局文件

汪清县发展和改革局文件

项目平均风速7m/s，等效小时数3200小时。

- 引入美学设计，将风力发电设施融入乡村景观中，使其与周围环境协调一致。
- 融入教育和旅游体验，为游客提供有关清洁能源和可持续发展的信息。
- 多功能利用：结合风散风电特点，在乡镇周边建造充电站，为电动车提供便利；同时太阳能板集成到风力发电设施中，实现多种可再生能源的协同利用。

©SPIC 2020. All Rights Reserved.

21

国家电投河北廊坊大城项目



©SPIC 2020. All Rights Reserved.

本项目机型为2.2MW 和2MW 机组，风轮直径131米，轮毂中心高度为120m，2020年并网，平均风速5.9m/s，等效小时数2311小时。

项目投产后，每年为当地纳税约1405万元，助力地方实现乡村振兴。

风能专委会CWEA

22

国家电投富源西风电项目



©SPIC 2020. All Rights Reserved.

本项目机型为6.25MW/192和6.25MW/182机组，轮毂中心高度为110m，2023年并网，平均风速5.9m/s，等效小时数2311小时。

项目建设期将带动地方约49.58亿元投资，每年为当地上缴税收1亿元以上；项目建设期可带来3000个就业岗位，项目生产运营期每年可为当地提供至少

风能专委会CWEA

23

国家电投去敖伦风电项目



©SPIC 2020. All Rights Reserved.

本项目机型为3.2MW-145/90机组，轮毂中心高度为90m，2020年并网，平均风速6.19m/s，等效小时数2830小时。

风能专委会CWEA

24