

山区风电场新型筒承式风机基础设计及生态环境效益分析

陈晓琳,尹武君,张体强

(四川电力设计咨询有限责任公司,四川 成都 610041)

摘要:文中以重庆某山区风电场工程为依托,创新性提出适用于陡峻山区风电场的新型筒承式风机基础。通过对比分析,新型筒承式风机基础较常规扩展基础在占地和植被的影响、土石方开挖量、弃土量的影响和对水土流失量的影响等生态环境效益方面具有显著的优势。筒承式风机基础实现了对生态环境的最少破坏,能够有效减少永久占地面积、土石方开挖量和弃土量、水土流失量,为建设“生态风电”提供良好的示范。

关键词:山区风电场;筒承式;风机基础;生态环境效益

中图分类号:X 36 文献标志码:A 文章编号:1003-6954(2022)04-0040-04

DOI:10.16527/j.issn.1003-6954.20220408

Design for New Tube-supported Wind Turbine Foundation of Wind Farms in Mountainous Areas and Analysis on Its Ecological and Environment Benefits

CHEN Xiaolin, YIN Wujun, ZHANG Tiqiang

(Sichuan Electric Power Design & Consulting Co., Ltd., Chengdu 610041, Sichuan, China)

Abstract:Based on a wind farm project in a mountainous area in Chongqing, a new type of tube-supported wind turbine foundation suitable for wind farms in steep mountainous areas is creatively proposed. Through calculation and comparative analysis, the new type of tube-supported wind turbine foundation has more significant advantages in ecological and environmental benefits than the conventional expanded foundations, such as the impact on land occupation and vegetation, soil and rock excavation volume, spoil volume and the amount of soil erosion, which can realize the minimal ecological destruction, effectively reduce the permanent area covered, the oil and rock excavation volume, spoil volume and the amount of soil erosion, and provide a good demonstration for the construction of "ecological wind power".

Key words: wind farm in mountainous areas; tube-supported type; wind turbine foundation

0 引言

在碳达峰与碳中和背景下,加速推进清洁能源发展是未来中国能源建设的主要路径和方向。风力发电在提供清洁能源的同时也带来一定程度的生态破坏和水土流失^[1-2]。中国幅员辽阔、地形复杂多样,随着大容量低风速风机的研制成功,越来越多的山区风能具备经济上的开发优势和技术上的开发条件,成为陆上风电开发的重点^[1,3]。但是,山区风电场具有地形复

杂、海拔高、气候恶劣和生态环境脆弱等特点^[4-6],植被破坏后恢复难度大,在开发过程中引起的生态破坏和水土流失尤为突出。下面以重庆市某山区风电工程为依托,创新性提出适用于陡峻山区风电场的新型筒承式风机基础,并对其产生的生态环境效益进行了分析,其研究对建设“生态风电”创新模式具有重要的意义。

1 山地风电场生态环境影响特点

1) 生态环境脆弱,恢复困难

风电场的生态环境影响主要是施工期永久占地

和临时占地对地表原有生态系统的破坏^[7]。风机基础、升压站等永久占地将会导致地表植被完全损失,且一般是不可逆的;吊装场地、施工道路等临时占地也会一定程度上碾压地表植被,影响区域内植被覆盖度和植物群落组成,使区域植被生产能力降低。同时,由于山区生态环境脆弱,植被一旦被破坏则恢复困难^[8]。但是,山地风电场建设后植被恢复覆盖率往往不达标,常出现青山挂白的现象,生态恢复的代价极高。

2) 施工扰动大,水土流失严重

风电场基建开挖、临时堆放土石方等施工活动将不可避免地扰动原有地貌,建设过程中点、线、面扰动并存,施工作业面大,使原生地表的覆盖物和土壤结构遭受严重破坏,土壤抗蚀性降低,加剧土壤侵蚀强度,且恢复难度大^[9]。风电场建设过程中本身会产生大量的土石方,基础开挖和填筑等施工活动严重影响了土层的稳定性,进一步加剧水土流失。

2 筒承式风机基础的特点

2.1 设计依托工程概况

筒承式风机基础的设计以重庆某山区风电场工程为依托,该风电场属于典型的山区风电场,东侧存在高耸陡崖,且存在岩土崩塌失稳的不良地质作用。风电机组机位需距离东侧陡崖满足一定安全距离,大多数机位均移动至西侧的山坡下。采用常规方法需向下开挖边坡形成风机基础及吊装平台,从而导致风电机组机位的东侧、东北侧、东南侧普遍存在约10~30 m左右的高边坡。常规风机基础将会导致开挖面积增大,大量增加土石方开挖量和渣土量,造成严重的生态破坏,且后期恢复难度极大。

2.2 筒承式风机基础的特点

中国陆上风机基础主要结构形式包括扩展基础、梁板基础、桩基础、锚杆基础,其中扩展基础(如图1所示)和桩基础应用最多,但是上述基础不能很好地解决不同地形高差的风机基础问题,导致开挖面大、开挖土石方多、生态环境破坏严重等问题。

参照重庆地区吊脚楼建筑及火力发电厂烟囱特征,针对特殊的陡峻山区地形特点,首次创新性地提

出适用于陡峻山区地形的筒承式风机基础,其具体的基础形式如图2所示。筒承式风机基础可分为上、中、下3个部分:上部为圆形承台,圆形承台内预埋风机塔筒基础环或预应力锚栓,圆形承台顶部为与风机塔筒底部连接的圆柱台;中部为适应于调整坡地高差的圆环筒,圆环筒位于圆形承台边缘下部,圆环筒与上部圆形承台采用刚接连接;下部为在设计持力层上部、适应于坡地高差调节的圆环形基础。

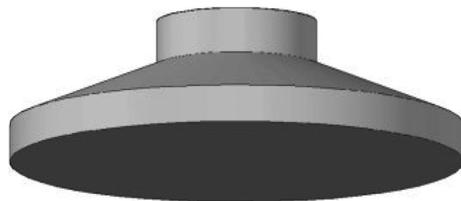


图1 常规扩展风机基础

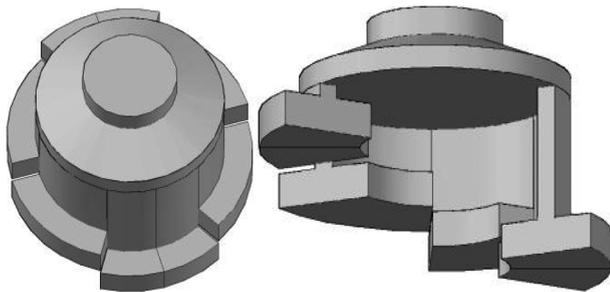


图2 筒承式风机基础

筒承式风机基础已在重庆某山区风电场工程进行应用,共6台风机(基础编号为6号、9号、16号、20号、23号、29号机位)采用筒承式风机基础。

3 筒承式风机基础的生态环境效益分析

风电场在建设过程中对生态环境的影响,主要体现在风机基础开挖等施工活动干扰和扰动原地貌,造成植被破坏和水土流失^[6]。以重庆某山区风电场工程为例,将常规的方案1(大开挖平台+扩展风机基础)与所设计的新型方案2(高低吊装平台+筒承式风机基础)就对占地和植被的影响、对土石方开挖量和弃土量的影响以及对水土流失量的影响等方面进行比较分析。

3.1 对占地和植被的影响

风电场风机基础占地属于永久占地,永久占地面积将对原有植被造成破坏,改变原有土地利用类

型。现将方案 1 与方案 2 的永久占地面积、生物损失量进行对比分析,如表 1 和表 2 所示。

由表 1 可知,6 台风机机组均采用方案 2,较常规的方案 1 可有效减少因风机基础及平台施工开挖面积和永久征地面积,减少面积高达 8896 m²,减少比例为 36.2%。

风电场建设对植被的影响主要集中在建设过程中,永久占地和临时占地对植被造成破坏,尤其是风础永久占地将直接破坏地表植被,导致植被完全损失^[10]。由表 2 可知,方案 2 的永久和临时扰动地表面积更少,永久和临时占地造成的生物损失量较方案 1 分别减少 106.85 t、172.08 t,总损失量较方案 1 减少 43.1%。由此可见,相同地形条件下,筒承式风机基础减少扰动地表优势明显,在控制水土流失方面效果更佳,更有利于项目区生态环境的保护。

3.2 对土石方开挖量和弃土量的影响

对采用方案 1 与方案 2 的土石方开挖量和弃土量变化情况进行对比分析,说明新型基础在减少土石方工程量的优势,计算结果见表 3。

由表 3 可知,6 台风机机组均采用方案 2 较常规的方案 1 可有效减少因风机基础及平台施工开挖的土石方量(300 695 m³),减少比例为 73.2%。通过分析不同基础形式弃土量可以看出,采用筒承式风

机基础后,风机及风机平台弃土量减少 303 860 m³,减少比例为 75.1%。从生态环保角度分析,土石方开挖量和弃土量的减少,从根源上减少了水土流失的来源,有利于水土保持和生态环境保护。同时,弃土量的减少可减少工程弃土场的数量,进而减少因布置弃土场扰动地表和破坏植被的面积,达到减少水土流失、保护生态环境的目的。

3.3 对水土流失量的影响

结合重庆某山区风电场工程区域地形地貌特征、土壤质地和植被覆盖情况等情况,按照 SL 190—2007《土壤侵蚀分类分级标准》土壤侵蚀强度分级表,水土流失强度以轻度、中度为主。根据 SL 773—2018《生产建设项目土壤流失量测算导则》推荐公式计算方案 1 与方案 2 的水土流失量见表 4。

由表 4 可知,6 台风机机组采用方案 1 和方案 2 水土流失总量分别为 174 t、110 t,新增水土流失量分别为 116 t、73 t,方案 2 较方案 1 的水土流失总量和新增流失量减少比例分别为 36.8%、37.1%。这主要是筒承式风机基础贴合陡峻地形的特点进行了高低基础和高低平台的设计,有效减少了地表扰动面积和土石方开挖量,从而大大减少了水土流失量,在控制水土流失方面有积极作用。

表 1 筒承式风机基础和扩展风机基础永久占地面积对比

机位	方案 1(大开挖平台+扩展风机基础)面积/m ²		方案 2(高低吊装平台+筒承式风机基础)面积/m ²		增减量(方案 2-方案 1)/m ²	增减百分比/%
	方案 1	方案 2	方案 1	方案 2		
6 号	5045	3498	5045	3498	-1547	-30.7
9 号	4117	2798	4117	2798	-1319	-32.0
16 号	4082	2395	4082	2395	-1687	-41.3
20 号	3538	2672	3538	2672	-866	-24.5
23 号	3594	2238	3594	2238	-1356	-37.7
29 号	4232	2111	4232	2111	-2121	-50.1
合计	24 608	15 712	24 608	15 712	-8896	-36.2

表 2 筒承式风机基础和扩展风机基础生物量损失量对比

占地性质	植被类型	占地面积/hm ²		单位面积生物量/(t·hm ⁻²)	损失生物量/t		增减量(方案 2-方案 1)	增减百分比/%
		方案 1	方案 2		方案 1	方案 2		
永久占地	林地	2.460 8	1.571 2	120.11	295.57	188.72	-106.85	-36.2
	林地	2.920 0	1.490 0	120.11	350.72	178.96	-171.76	-49.0
临时占地	草地	0.150 0	0.080 0	4.58	0.69	0.37	-0.32	-46.4
	合计	5.530 8	3.141 2		646.98	368.05	-278.93	-43.1

表3 筒承式风机基础和扩展风机基础开挖量和弃土量对比分析表

机位	方案1(大开挖平台+扩展风机基础)		方案2(高低吊装平台+筒承式风机基础)		增减量(方案2-方案1)		增减百分比/%	
	开挖方量/m ³	弃土量/m ³	开挖方量/m ³	弃土量/m ³	开挖方量/m ³	弃土量/m ³	开挖方量	弃土量
6号	96 284	95 244	25 946	24 396	-70 338	-7084 8	-73.1	-74.4
9号	92 742	91 702	16 439	14 889	-76 303	-76 813	-82.3	-83.8
16号	42 135	41 095	13 430	11 880	-28 705	-29 215	-68.1	-71.1
20号	57 978	56 938	22 097	20 547	-35 881	-36 391	-61.9	-63.9
23号	57 675	56 330	22 000	20 040	-35 675	-36 290	-61.9	-64.4
29号	64 161	63 121	10 368	8 818	-53 793	-54 303	-83.8	-86.0
合计	410 975	404 430	110 280	100 570	-300 695	-303 860	-73.2	-75.1

表4 筒承式风机基础和扩展风机基础水土流失量对比分析

机位	方案1(大开挖平台+扩展风机基础)		方案2(高低吊装平台+筒承式风机基础)		增减量(方案2-方案1)		增减百分比/%	
	水土流失总量/t	新增流失量/t	水土流失总量/t	新增流失量/t	水土流失总量/t	新增流失量/t	水土流失总量	新增流失量
6号	36	24	25	16	-11	-8	-33.6	-33.3
9号	29	19	20	13	-9	-6	-31.0	-31.6
16号	29	19	17	11	-12	-8	-41.4	-42.1
20号	25	17	19	12	-6	-5	-24.0	-29.4
23号	25	17	16	10	-9	-7	-36.0	-41.2
29号	30	20	15	10	-15	-10	-50.0	-50.0
合计	174	116	110	73	-64	-43	-36.8	-37.1

4 结 论

新型筒承式风机新型基础与传统的扩展风机基础相比,有效减少了风机基础永久和临时占地面积,降低了植被破坏和生物损失量,减少了土石方开挖量和弃土量,从而减小了水土流失量,实现了对生态环境的最小影响。新型筒承式风机基础,主要适用于地形复杂、生态环境脆弱、植被恢复困难的陡峻山区风电场,该风机基础的创新设计改善了生态环境影响,有效缓解了山区风电工程建设的痛点和难点,为建设“生态风电”提供了良好的示范。

参考文献

[1] 张荣,陈正洪,孙朋杰.山地风电场开发过程中水土流失相关问题研究进展[J].气象科技进展,2020,10(1):47-53.

[2] 梁改革,郝连安,徐洪霞,等.山地风电场工程水土保持与生态景观设计初探[J].中国水土保持,2016(12):37-39.

[3] 张华,刘志远,朱晓玲.山地风电场微观选址复核的研究[J].现代电力,2014,31(4):19-23.

[4] 史东瑞.山地风电场道路设计、施工及运行风险要素分析[J].电力勘测设计,2004,37(1):4-5.

[5] 张帅领,张磊,程艳红,等.河南省平原风电和山地风电差异性研究[J].电力勘测设计,2019(S1):249-252.

[6] 钱怡伶.湖南山地风电场开发对区域环境的影响及生态恢复措施研究[J].中国资源综合利用,2018,36(4):117-119.

[7] 李国庆,李晓兵.风电场对环境的影响研究进展[J].地理科学进展,2016,35(8):1017-1026.

[8] 魏科技,王伟,周训华,等.风力发电场环境影响评价分析[J].环境科学与管理,2013,38(2):168-171.

[9] 柴亚凡,周波,罗进选,等.河西走廊风电场道路建设探讨[J].中国水土保持,2018(7):41-43.

[10] 段有爱,段禾祥.滇西北亚高山地区风电场植被保护与恢复对策[J].环境科学导刊,2016,35(S1):6-7.

作者简介:

陈晓琳(1986),女,硕士,高级工程师,从事新能源项目环境影响评价及竣工环保验收工作。

(收稿日期:2021-12-20)