

Study on Soil and Water Conservation and Ecological Restoration Technology of Mountain Wind Farm

Chengxiao Hong

China Electric Construction Group Guizhou Engineering Co., Ltd., Guiyang, Guizhou, 550003, China

Abstract

The construction of mountainous wind farm is of great significance to the development of clean energy, which can bring a variety of impacts on local soil and water and ecological environment. In this paper, the technology of soil and water conservation and ecological restoration of mountain wind farm is studied, and the causes and manifestations of soil erosion and ecological damage are analyzed in detail.

Keywords

mountain wind farm; soil and water conservation; ecological restoration technology

山地风电场水土保持与生态修复技术研究

洪成孝

中国电建集团贵州工程有限公司, 中国·贵州 贵阳 550003

摘要

山地风电场建设对清洁能源发展意义重大, 在建设及运营时, 会给当地水土和生态环境带来多种影响。本文围绕山地风电场的水土保持和生态修复技术进行研究, 详细分析建设中造成水土流失和生态破坏的具体原因、表现, 深入探讨工程、植物等有效技术及其应用, 为山地风电场可持续发展、降低生态负面影响, 提供技术和实践参考。

关键词

山地风电场; 水土保持; 生态修复技术

1 引言

近年来, 我国风力发电发展迅速, 为建设清洁低碳以及安全高效的能源体系发挥了重要作用。伴随风力发电技术水平的不断提升, 风资源相对丰富、地形复杂的山区已经成为陆上风电开发的重要地点, 但其在提供清洁能源的同时也带来了水土流失以及生态环境破坏问题。研究相关技术, 对风电场可持续运营及区域生态稳定保护, 具有重要的现实意义。

2 山地风电场建设对水土和生态的影响

2.1 水土流失问题

2.1.1 建设活动对地表植被的破坏

山地风电场建设前期, 因铺设道路、搭建风机基础与安装设备的需要, 必须对场地开展清理和平整作业, 在此期间, 大量地表植被会被砍伐或铲除。山地植被原本具有保持水土和涵养水源的关键作用, 植被遭破坏后, 土壤就失去了

植被根系对其的固定以及植被冠层对降雨的截留作用。每逢降雨, 雨滴会直接冲击裸露的土壤表面, 原本分散的雨滴动能就转变为对土壤颗粒的冲击力, 致使土壤颗粒更易被水流裹挟带走, 进而引发水土流失现象。

2.1.2 改变地形地貌导致汇流变化

风电场建设进程中, 山地原有的地形地貌会被改变。比如, 修建道路时往往涉及切坡、填方操作, 风机基础建设也会形成一定规模的开挖面和填方区域。这些地形地貌的变化, 会对地表径流的产生和汇流路径产生影响。在原本的地形条件下, 水流能够较为均匀地分散并下渗, 但建设后的地形可能致使水流集中, 流速加快, 集中的水流侵蚀能力更强, 能够携带更多土壤颗粒, 进一步加重了水土流失的程度。

2.1.3 弃渣处置不当引发水土流失

风电场建设期间会产生大量弃渣, 像开挖基础所产生的土石渣、道路修建过程中的废弃土石方等, 倘若这些弃渣得不到妥善处置, 被随意堆放在山坡或沟谷等地, 在降雨和水流的作用下, 弃渣很容易被冲刷流失。弃渣中的土壤颗粒和岩石碎屑流入周边水体或下游地区, 不仅会造成河道淤积、堵塞, 对行洪安全构成影响, 还会破坏周边农田、林地等生态系统。

【作者简介】洪成孝(1990-), 男, 中国海南海口人, 本科, 工程师, 从事风力发电等研究。

2.2 生态破坏问题

2.2.1 对动植物栖息地的破坏

山地风电场建设需占用大量土地资源, 直接导致当地动植物栖息地丧失和破碎化, 许多野生动物依赖特定生态环境生存繁衍, 风电场建设破坏了它们原有的栖息地, 使得其活动范围受到限制, 食物资源减少, 甚至可能致使一些物种迁移或灭绝。对于植物而言, 不同植物群落适应特定的山地生态环境, 风电场建设过程中的植被破坏打破了原有的植物群落结构, 一些珍稀植物可能因生存环境改变而面临生存威胁。

2.2.2 对生态系统服务功能的影响

山地生态系统具备水源涵养、气候调节、土壤保持等多种重要服务功能。风电场建设对生态系统的破坏会削弱这些服务功能。举例来讲, 植被破坏和水土流失会降低山地的水源涵养能力, 使区域内水资源调节能力下降, 可能引发旱季缺水、雨季洪涝等问题。同时, 生态系统的破坏还会影响其气候调节作用, 改变局部小气候环境, 而且, 土壤保持功能减弱会导致土壤肥力下降, 影响周边农田和林地的生产力。

3 山地风电场水土保持技术

3.1 工程措施

3.1.1 拦挡工程

在山地风电场建设时, 开挖所形成的边坡以及弃渣场区域, 因原有植被与土体结构遭受破坏, 在降雨和水流作用下, 很容易出现水土流失。拦挡工程作为一项重要的水土保持工程措施, 能在这些区域设置有效的拦截设施, 降低水土流失风险。

挡土墙是拦挡工程的关键部分, 它可有效阻挡边坡土体下滑, 防止水土流失。在选择挡土墙类型时, 需要综合考虑边坡高度、坡度以及岩土性质等因素。常见的挡土墙有重力式挡土墙和悬臂式挡土墙。重力式挡土墙依靠自身重力维持稳定, 结构简单, 施工便利, 适合用于高度较低、地基条件较好的边坡, 其施工成本相对较低。悬臂式挡土墙由立壁、墙趾板和墙踵板构成, 借助底板上填土的重量来保证墙体稳定, 在对土地占用要求严格的区域应用较多。

拦渣坝的主要作用是拦截弃渣, 避免弃渣被水流冲走而破坏周边环境。在设计拦渣坝时, 要充分考虑流域的降水量、降水频率、河流流量等水文条件, 以及弃渣量等因素, 确保拦渣坝具备足够的稳定性和拦渣能力, 防止因拦渣坝失效致使弃渣流失, 对周边生态环境造成破坏^[1]。

3.1.2 排水工程

一个完善的排水系统对于减少山地风电场水土流失至关重要。排水工程包含截水沟、排水沟等设施。

截水沟通常设置在开挖边坡上方, 用于拦截山坡上部流下来的水, 使其不进入开挖区域, 从而减少水流对边坡的

冲刷。确定截水沟位置时, 要依据山坡地形走势和水流方向合理规划。

排水沟用于排除建设场地内的积水, 将雨水有序引导至排水出口。在设计排水工程时, 需根据风电场建设区域的地形地貌和汇水面积, 科学确定截水沟和排水沟的位置、断面尺寸及坡度。截水沟和排水沟的断面尺寸要能满足最大降雨量时的排水需求, 避免排水不畅导致积水; 合理的坡度设置能保证水流有合适流速, 既不会排水过慢, 也不会对沟道造成冲刷破坏, 确保排水顺畅, 避免因积水和水流冲刷引发水土流失。

3.1.3 土地整治工程

土地整治工程是对风电场建设中受破坏土地进行平整、覆土等处理, 为后续植被恢复创造条件。

风机基础、道路等建设区域工程结束后, 需对场地进行平整, 填平坑洼地带, 消除水土流失隐患。场地平整时, 要注意土地平整度和排水坡度的设置, 保证排水顺畅^[2]。

同时, 对平整后的土地进行覆土, 覆土厚度要依据植被恢复要求和当地土壤条件确定, 一般要满足植物生长对土壤厚度和养分的需求。通过土地整治工程, 可改善土地物理性状, 提高土地生产力, 促进植被自然恢复或人工种植。

3.2 植物措施

3.2.1 植被恢复规划

在山地风电场建设前, 应制定详细的植被恢复规划。规划要考虑当地的气候条件, 如气温、降水、光照, 土壤条件, 包括土壤类型、酸碱度、肥力, 以及风电场建设对植被的破坏情况。

选择植物种类时, 要挑选适合当地生长的乔木、灌木和草本植物, 合理搭配构建多层次植被群落, 以更好地发挥保持水土、涵养水源等生态功能。

合理安排植被恢复时间和顺序, 一般先种植草本植物, 因为草本植物生长速度快, 能快速覆盖地表, 减少水土流失; 待草本植物生长一段时间, 对地表起到保护作用后, 再逐步引入灌木和乔木, 形成稳定的植被生态系统。

3.2.2 植物品种选择

选择合适的植物品种是山地风电场植被恢复成功的关键。优先选择当地乡土植物品种, 它们对当地自然环境适应性好, 生长繁殖快, 抗逆性强, 比如耐旱、耐寒、耐瘠薄。

在山区, 乔木可选择马尾松、刺槐等。马尾松耐旱, 根系发达, 能固定土壤; 刺槐具有固氮能力, 可改善土壤肥力。灌木可选择胡枝子、荆条等, 胡枝子耐阴、耐寒、耐干旱瘠薄, 荆条适应性强。草本植物可选择狗牙根、白三叶等, 狗牙根蔓延能力强, 能快速覆盖地表; 白三叶可保持水土, 还有一定的观赏价值, 可考虑种植豆科等具有固氮作用的植物, 增加土壤肥力, 促进其他植物生长。

3.2.3 植被种植与养护

植被种植时, 要根据不同植物特性选择合适的种植方

法。草本植物可采用撒播、条播方式，撒播适用于种子小、生长快的草本植物，能快速覆盖大面积土地；条播利于控制种植密度和分布。灌木和乔木一般采用穴植方法，根据植物根系大小和生长特性，合理确定种植穴深度和直径。种植后要加强养护管理，包括浇水、施肥、除草、病虫害防治等。干旱季节及时浇水，满足植物水分需求，不同植物不同生长阶段对水分需求不同，需合理浇水。合理施肥可提高植物生长速度和抗逆性，注意肥料种类和施肥量，避免污染环境。定期除草，减少杂草与种植植物竞争养分、水分和阳光。加强病虫害监测，及时防治，确保植被健康生长^[9]。

4 山地风电场生态修复技术

4.1 生态修复理念与目标

山地风电场生态修复遵循自然生态规律，以恢复受损生态系统的结构和功能为核心，实现生态系统的可持续发展。其目标包括恢复植被覆盖，提高植被群落的多样性和稳定性，增强生态系统的抗干扰能力；改善土壤质量，增强土壤的保水保肥能力，为生态系统健康运行奠定基础；恢复生态系统的服务功能，如水源涵养、气候调节、生物多样性保护等，减少旱涝灾害，改善局部气候，保护生物生存环境，维持生态平衡。通过生态修复，使风电场建设区域的生态环境逐步恢复到建设前的状态，或者达到一个稳定、健康的生态平衡，实现风电场建设与生态环境保护的协调发展。

4.2 生态修复技术方法

4.2.1 土壤改良技术

土壤改良是山地风电场生态修复的重要环节。风电场建设会破坏土壤结构、降低肥力，需采用物理、化学和生物等方法进行改良。

物理方法有深翻、平整土地。深翻可打破土壤紧实层，改善通气性和透水性，促进植物根系生长；平整土地能减少水土流失，便于植被种植和养护。化学方法通过施加土壤改良剂来实现。例如施加石灰调节酸性土壤酸碱度；施加石膏改善土壤结构，增加孔隙度；施加有机肥、复合肥提高土壤肥力，为植物生长提供养分^[4]。

生物方法利用微生物菌剂、固氮植物等改善土壤微生物群落结构。微生物菌剂含有多种有益微生物，可分解土壤有机物，促进养分转化和循环；固氮植物如豆科植物，能增加土壤氮素含量，改善肥力状况。

4.2.2 生态廊道建设

生态廊道建设对连接破碎化的生态栖息地、促进生物迁移和扩散意义重大。在山地风电场区域，可利用现有的河流、山谷、道路绿化带等建设生态廊道。在生态廊道内种植多种植物，形成连续的植被带。植被带为野生动物提供迁徙通道，使其能在不同栖息地间自由移动，寻找食物和繁殖场所，同时也为野生动物提供栖息空间，增加生物生存空间。此外，生态廊道能促进不同生态系统间物质和能量交换，如

河流廊道可将上游养分输送到下游，促进下游生态系统发展。通过生态廊道建设，增强生态系统的连通性和稳定性，保护生物多样性，促进生态系统健康发展^[5]。

4.2.3 生物多样性保护与恢复技术

保护和恢复生物多样性是山地风电场生态修复的重要目标。可通过建立自然保护区、保护珍稀物种栖息地等措施，保护现有的生物多样性，为生物提供稳定的生存环境，防止栖息地破坏。对于受损生物栖息地，可采用人工辅助恢复方法。如种植珍稀植物，增加种群数量，恢复栖息地生态功能；投放濒危动物，但需充分考虑动物生存环境和生态平衡。此外，通过监测生物多样性变化评估生态修复效果。定期监测生物种类、数量、分布等，及时了解修复成效，根据监测结果调整修复措施，确保生物多样性得到有效保护和恢复。

4.2.4 道路边坡修复

道路开挖或填筑形成的土质边坡在植被恢复前展开土地整治，采用带状整地，带宽 50cm 以上，沿等高线进行整地以及覆土。土质边坡坡度需要小于 45°，选择草灌混播或撒播草种配合穴植灌木；坡度大于 45°，需要选择植生袋或三维植被网等适宜植被恢复技术。岩质边坡坡度如果小于 60°，选用客土喷播技术，坡面规整的还可以选用植生袋技术；坡度大于 60°，可以选用植被混凝土或速藤屏技术展开生态修复。

5 结语

综上所述，在山地建设风电场，保障区域生态安全、让风能资源能一直被合理利用，关键在于做好水土保持和生态修复，这是一项耗时很长且复杂的工作。建设山地风电场时，开挖、平整山体等施工操作，经常引发水土流失和生态环境被破坏的问题，有必要采用有效的应对办法，比如修筑挡土墙、设置排水沟等工程措施，同时栽种适宜本地生长的植物，运用科学的生态修复技术，以此降低建设活动对生态环境造成的负面影响，推动生态系统恢复。由于不同地区的山地风电场，其自然条件和建设特征各有差异，相关人员需要根据实际情况，制定合适的水土保持与生态修复方案，并且在实践当中持续总结经验，不断优化技术和措施。

参考文献

- [1] 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, 2021, 31(4): 18-23.
- [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, 2021(12): 37-39.
- [3] 王丽. 风电场建设项目生态环境影响分析及保护措施[J]. 广东化工, 2022, 39(12): 120-121.
- [4] 陈俊松, 文毅. 山地风电场水土流失特点及防治对策[J]. 亚热带水土保持, 2022, 28(4): 51-53.
- [5] 王瀚文, 杨智勇. 随县风电场边坡生态修复工程实例分析[J]. 广东化工, 2020, 47(05): 133-134.