

风电场工程项目水土保持措施配置研究

杨丹青¹, 张峰², 武文一³

(1. 北京林业大学 水土保持学院, 北京 100083;

2. 上海环境监测中心项目部现场室, 上海 200030; 3. 中国林业科学研究院 林业研究所, 北京 100091)

摘要: 风能是一种清洁无污染的可再生能源。近年来, 我国的风力发电发展迅速, 风电场建设过程中不可避免地对土壤及植被造成一定的破坏, 人为地加剧了水土流失。概述了风电项目水土保持特点及相应的防治措施。以辽宁省法库柏家沟风电场工程项目为例, 结合风电工程的特点, 根据施工布局特征划分防治分区, 分区布设水土流失防治措施。通过植物措施与工程措施的有机结合, 有效地防止水土流失。

关键词: 风电场; 土壤侵蚀; 水土保持措施

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2008)04-0116-05

中图分类号: S157, X83

Arrangements of Soil and Water Conservation Measures in Wind Electric Power Project

YANG Danqing¹, ZHANG Feng², WU Wenyi³

(1. College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

2. Monitoring Department, Shanghai Environmental Monitoring Centre, Shanghai 200030, China;

3. Research Institute of Forestry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

Abstract: Forced by energy shortage and environmental degradation, recently, wind power as a clean and nonpolluting renewable energy has rapidly developed in China. Implementation of wind electric power project may induce severe soil erosion because soil and vegetation may be destroyed or disturbed in construction period. For effective soil erosion control, the article makes a brief analysis of the characteristics of soil erosion in project construction and presents a series of arrangements of soil and water conservation measures. Soil and water conservation measures in Bojiagou wind electric power project in Liaoning Province are also analyzed. The study is hoped to make a reference for the similar project by the combination of botanic measures and engineering measures.

Keywords: wind electric power; soil erosion; soil and water conservation measure

由于常规能源对环境的严重污染及引发的生态问题, 加上频频爆发的能源危机, 使得众多国家都积极发展新型能源, 以满足日益增长的能源需求, 同时改善生态环境。风力发电是目前最成熟, 最具有规模化开发条件和商业化发展前景的新能源技术之一^[1], 可以应用于全球所有的国家和地区。我国的风力资源丰富, 全国陆地风能资源总储量约 3.2TW, 可开发利用的风能储量为 2TW, 每年可提供的电量约为 4PW # h^[2]。与其它发电技术相比, 风力发电的优势是显而易见的^[3] 6]。

近年来, 我国风力发电发展迅速, 截至 2005 年底, 全国已建成 59 个风电场(不含台湾地区)^[7]。风电场建设过程中会对土壤及植被造成一定的破坏, 导致水土流失。目前, 对其它类型的开发建设项目如采矿、修路、市政建设等引起的水土流失及水土保持措施已经

进行了较深入的研究^[8- 12]。风电场建设对水土流失的影响虽然与上述的开发建设项目有相同处, 但由于风力发电的特性也存在不同之处。本文以辽宁省法库县柏家沟风电场工程项目为例对风电场建设过程中的水土流失特点进行了分析, 探讨植物措施与工程措施的有机结合的水土保持措施配置, 力求形成有效的水土流失综合防治体系, 达到有效防治水土流失的目的。

1 风电场建设中的水土流失特点

风力发电场选址的首要条件必须风能资源丰富, 年平均风速在 5 m/s 以上, 30 m 高处的有效风力时数在 6 000 h 以上, 有效风能密度在 240 W/ m² 以上时才适合建设大型风电场^[3]。因此, 水土流失类型为水力侵蚀与风力侵蚀兼而有之。项目建设期间, 风机基础开挖、安装场地平整、施工道路施工、临时堆土等

施工活动, 将扰动地表, 破坏地表形态, 损坏植被, 导致地表裸露, 土层结构破坏, 使场区内新增一定量的水土流失。

1.1 基础开挖

在风电机组基础开挖前进行的表土清理, 施工过程中的基础开挖和覆土回填等施工工艺都会扰动地表, 破坏微地形, 造成土壤结构的破坏和肥力的下降, 导致新的水土流失的发生。

1.2 道路施工

场区内新建及改建施工检修道路都需要对表土进行剥离, 地形起伏较大的路段, 需要采取削高填低的土方开挖和填筑措施。这些施工活动会破坏地表植被, 扰动地表。如果项目实施过程中的临时防护措施不到位或施工工艺不合理都会导致新的水土流失。

1.3 临时设施

临时设施包括临时堆料、施工生产生活、临时施工道路等场所。临时设施的建立也会破坏地表植被引起新的水土流失, 如对施工材料和堆放的表土保护不到位均会造成水土流失; 施工生产生活区生产生活垃圾的不合理倾倒, 生产、生活污水的不合理排放都会对项目区带来不良的环境影响。

1.4 施工作业扬尘

工程施工过程中由于地表植被和表层土壤结构遭到破坏, 土质疏松, 不仅会产生水蚀, 遇到大风天气还会产生扬尘。施工过程中的灰土拌和, 沥青混凝土拌和。平整土地, 道路填筑, 材料运输和装卸在 2 级以上风力作用下就会产生扬尘, 其中最主要的是运输车辆道路扬尘和施工作业扬尘。对下风向的空气造

成了严重的污染, 会直接影响到人们的生产生活^[13]。

2 水土流失防治分区及水土保持措施配置

2.1 水土流失防治分区

根据/谁开发, 谁保护; 谁造成水土流失, 谁负责治理0的原则及5开发建设项目水土保持技术规范6 (SL204) 98)的要求, 将项目区水土保持防治责任范围划分为项目建设区和直接影响区。在风电场建设项目中, 项目建设区指风电场施工建设中永久和临时征用、租用的土地范围。包括风电机组、场内道路、输电线路等征占地和临时设施、临时吊装场地等临时占地; 直接影响区指风电场征、占地范围以外, 由于风电场建设施工和运行造成的水土流失可能对周围村庄、灌草植被等产生直接危害的区域, 可根据项目的具体情况由项目建设区向外扩展一定范围^[14-15]。风电场建设项目通常由风力发电机组、升压站、输电线路、场内道路、弃渣场和临时施工生产生活区构成, 既有点状工程又有线状工程。根据建设项目的施工布局特点和实施便利条件并结合各施工区的功能, 将风电场建设项目的水土流失防治分区划分为升压站区、风电机组及弃渣场区(包括风电机组、临时吊装平台和弃渣场)、施工道路与输电线路区(包括施工检修道路、施工便道及输电线路)、临时施工生产生活区(包括临时生活办公区、材料与设备仓库、混凝土拌合站与堆放场)4个分区, 分别进行水土保持措施评价和防治措施布设。各水土流失防治分区施工特点、水土保持防治重点和主要水土流失因素情况见表1。

表1 分区水土流失特点和防治重点

防治分区	主要特点	水土流失因素	水土保持防治重点
升压站区	基础施工、临时堆土、临时弃土(石)堆放、基础开挖、回填等	临时堆土, 植被破坏, 土体裸露面	临时堆土和开挖沟槽边坡
风电机组及弃渣场区	基础施工、临时堆土、临时弃土(石)堆放、基础开挖、回填等	临时堆土, 树木砍伐, 土体裸露面	风机及箱式变电站周边及临时堆土
施工道路与输电线路区	路面平整、路基挖填、表土剥离、线杆埋设、输电线路架设、基础开挖	临时堆土, 树木砍伐, 土体裸露面	道路路面及边坡的防护, 电缆、杆位周边的临时堆土
临时生产及生活区	机械、人为扰动、施工活动、生活扰动	施工活动, 生活扰动	施工扬尘、排水冲刷临时堆土、堆料

2.2 水土保持措施配置

在对风电场建设项目进行水土流失防治分区后, 结合工程的特点以及对水土流失影响、区域自然条件、工程的功能分区等, 在综合分析其水土流失特点

和危害的基础上, 将水土保持工程措施和植物措施有机结合, 合理布局, 以期形成完整的水土保持措施防治体系, 实现良好的水土保持防治效果。水土保持措施总体布局见表2。

表 2 水土保持措施总体布局

防治分区	措施类型	水保措施	措施位置
升压站	工程措施	表土剥离	施工扰动地表
	植物措施	种植灌木、撒播种草	升压站内、变电站安全警戒范围外
	临时措施	临时排水措施、临时挡拦、用苫布遮盖	施工区内、临时堆土区
风电机组及 弃渣场区	工程措施	截流沟	风电机组外围
	植物措施	种植灌木、撒播种草	风机、箱式变压器周边
	临时措施	表土剥离、临时挡拦、用苫布遮盖	施工区内、临时堆土区
	工程措施	场地平整、覆土复垦	施工扰动地表
	临时措施	表土剥离、临时挡拦、用苫布遮盖	临时堆土区
弃渣场	植物措施	种植灌木、撒播种草	弃渣顶面及坡面
	临时措施	临时挡拦、用苫布遮盖	弃渣场
道路和输电 线路防治区	工程措施	排水沟	道路两侧
	植物措施	道路绿化、种草护坡	道路两侧边坡
	工程措施	覆土复垦	杆塔基础周边
	植物措施	种植灌木、撒播种草	杆塔基础周边
施工生产及生活防治区	工程措施	场地平整、复垦	施工扰动地表
	植物措施	种植灌木、撒播种草	施工扰动地表
	临时措施	临时遮盖、临时排水沟、临时沉淀池	临时堆土堆料周边、临时排水沟出口

由于风电场建设过程中存在风力侵蚀,建议将施工期选择在风量小的季节。施工期间如遇大风天气可适量洒水,以减少扬尘污染。在植被恢复初期,植物措施没有发挥功能,应对这些区域进行覆盖,以减少风力对地表的侵蚀,同时还可减少风蚀对种子和幼苗的危害,提高植物的成活率,使植物措施尽快发挥功能。覆盖材料可以选择超薄无纺布,这是一种可以自行分解的材质,无需回收且不会造成环境污染。

2.2.1 升压站区 在升压站基础开挖前剥离的表土应集中堆放于升压站内的一角,待升压站施工结束后覆土进行场区的绿化。表土堆放区的周围及临时弃土的周围用编织袋装土筑坎进行临时拦挡,为防止大风扬尘,需用苫布遮盖。升压站基础的开挖量较大,需采取临时排水措施,在施工中的临时堆土和开挖沟槽边坡处应布设临时土质排水沟^[16]。施工结束后应及时对场地进行覆土平整实施植物措施。

根据升压站的平面布置和各功能区的特点,可采用多种植物混合配置的方式进行绿化美化。但考虑到安全因素,升压变压器及构架周围采取绝缘措施铺卵石。离变压器较远的空地(变电站安全警戒范围外)可进行绿化,可以种植草坪,草坪内点缀一定数量的圆顶绿篱,草坪边缘可种植矩形绿篱。再远一些的地方及通往升压站的道路两边种些不易长高且落叶少的树木,树木间播撒草种。

2.2.2 风电机组及弃渣场区 在风电机组基础开挖和临时吊装平台平整之前,应先进行表土剥离。剥离

的表土及风电机组建设过程中产生的弃土弃渣为避免远距离运输可就近弃于风电机组周围。弃土弃渣堆置体是水土流失程度和强度最大的侵蚀单元,如不采取措施极易产生水土流失^[17],可在堆置体周围用编织袋装土筑坎进行临时拦挡并用苫布遮盖^[16]。

风电机组区的植被恢复以种草为主,在风机、箱式变压器周围及临时吊装场地播撒草籽,草坪中随机点缀一些低矮灌木。草坪周围种植绿篱,绿篱外设截流沟,将水引入通往风机道路的排水沟中。这样布设措施既可以满足风电机组区防治水土流失的要求,又考虑到景观需要,营造一个错落有致的人造景观。绿化时风机基础到通往风机的道路之间需留一定面积的空地用水泥硬化,为以后风机检修的机械车辆进出提供方便。

2.2.3 道路和输电线路区 道路两侧可布设防护林,防护林外侧设排水沟。沿道路走向在地形低洼处和填、挖方量较大的路段,设立急流槽,急流槽下方设消力池,消力池再接排水沟。这样布设措施将雨水沿自然坡度排到道路两边的沟道中,避免雨水对路基及边坡的冲刷。

输电线路由场内输电线路和接入电网的场外输电线路组成。考虑到输电线路的架设会增加对项目区地表的扰动,建议在可能的条件下应考虑将场内输电线路沿公路两侧布设。如此布设,输电线路区的植被恢复将在场内道路的植被恢复中一并考虑。出于对场外输电线路的安全考虑,避免火灾隐患的发生,

根据5电力设施保护条例6及5电力设施保护条例实施细则6的规定, 输电线路区的植被恢复应采取几种草种混播的方式, 可选用低矮的灌木, 但在线路保护区内不宜种植高大的乔木。

2.2.4 临时生产生活区 临时生产生活区使用前先进行表土清理工作, 待施工结束经覆土平整后恢复植被。根据需要在临时堆土、堆料周边和生活区设置临时排水措施, 排水措施采用人工开挖土质排水沟, 在排水口附近设临时沉淀池, 区内的排水先经过沉淀池处理后再排出, 以减少对周边的影响。施工结束后对场地进行覆土平整后根据原有的土地利用类型进行植被恢复。

2.3 施工工序

水土保持工程施工时序安排对其防治效果影响很大, 弃土弃渣堆置场应先挡后弃, 填方边坡应及时防护到位; 临时生产生活区应先修建临时排水系统。

局部地表施工完成后, 应及时恢复植被。若施工时序安排不当, 将不能有效预防施工中产生的水土流失。

3 柏家沟水土保持防治措施配置

该工程位于法库县柏家沟镇梁大沟村周围的低缓丘陵区, 工程占地总面积 31.00 hm², 其中永久占地 15.45 hm², 临时占地 15.55 hm², 占地类型主要为疏林地、坡耕地及荒草地, 土壤主要以棕壤为主。土壤侵蚀以水蚀为主, 兼有风蚀, 土壤侵蚀强度为轻度水蚀。

该工程与已建的和平风电场共用一座升压站, 并且为减少扰动土地面积, 未设单独的弃土弃渣场, 而是将工程基础开挖的弃土就近填筑于场内道路。因此, 可将该工程的水土流失防治分区划分为风电机组区、施工道路与输电线路区和临时施工生产生活区, 具体的水土保持配置措施配置如图 1 所示。

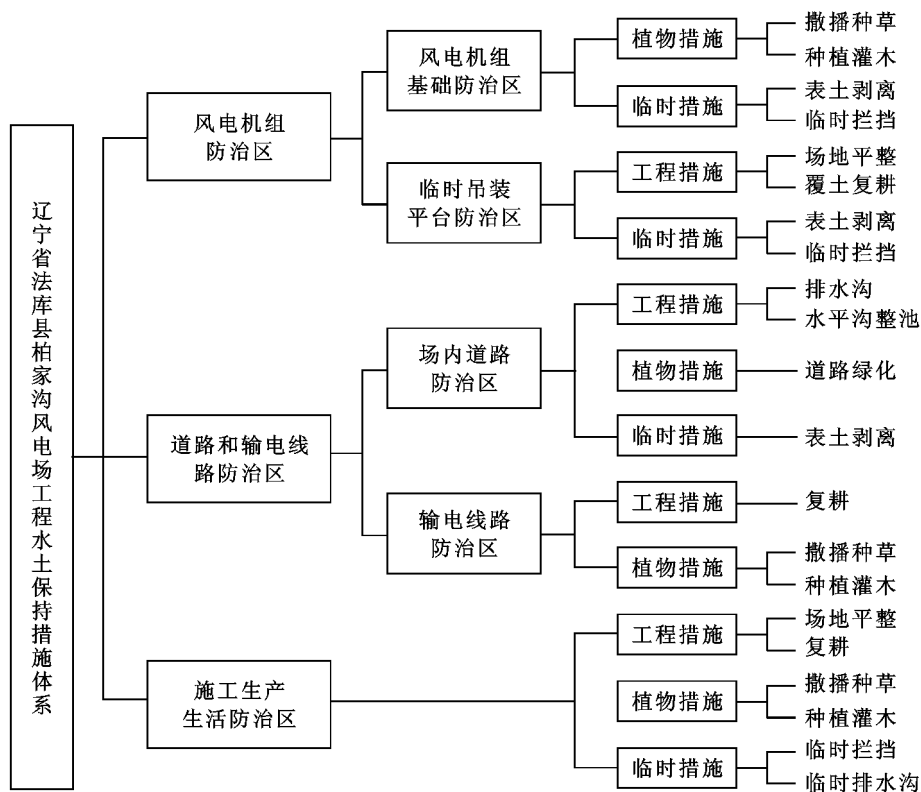


图 1 辽宁省法库县柏家沟水土保持防治措施体系框图

3.1 风电机组防治区

3.1.1 工程措施 由于本项目在建设中占用了大量坡耕地, 造成了耕地数量的减少, 本方案拟设计将 33 个吊装平台在进行场地平整后, 覆盖表土进行复耕(表土来自吊装平台、道路建设中的表土剥离)。

3.1.2 植物措施 在风电机组基础开挖回填后, 设计种植灌木和撒播种草结合进行。灌木和草种采用

当地乡土树种, 灌木选用胡枝子, 草种选用草地早熟禾和紫羊茅进行混播^[18]。

3.1.3 临时措施 主体工程建设过程中, 在风电机组基础开挖前和临时吊装平台进行平整前, 以及道路施工中需进行表土剥离, 表土剥离厚度根据占地类型确定。将剥离的表土临时堆放在临时占地内, 为防治因临时堆土造成新的水土流失, 同时考虑到堆土量较

小(每个临时堆土场面积 127.5 m²)及风蚀等因素,设计对临时堆土采取用苫布遮盖措施。

3.2 道路和输电线路防治区

3.2.1 工程措施 本项目共新建和改建场内道路 16.1 km。道路建设中个别路段由于原地貌起伏较大,需要进行一些挖填,以保证道路坡度不会太大。在道路内侧设置夯实土质排水沟,排水沟断面下底宽 0.3 m,深 0.3 m,边坡比 1 B1^[19]。在排水沟终点和低洼地段设置简易消能池,共设置 12 个。输电线路区待线路架设完毕后对原土地利用类型为耕地的部分占地重新恢复为耕地。

3.2.2 植物措施 在道路两侧栽植乔木进行绿化,输电线路区待线路架设完毕后根据原土地利用类型采用适当的植被措施,对原为林地和荒草地的用地采用灌草结合进行植被恢复。乔灌草均采用当地乡土树种,乔木选用刺槐和油松按 2 B1 混交,灌木选用胡枝子,草种选用草地早熟禾和紫羊茅进行混播。

3.2.3 临时措施 道路施工前进行表土剥离,剥离表土运往风电机组区,用于临时吊装平台复耕使用。道路建设中因小部分地势起伏较大,需进行路基土方开挖和回填。施工过程中在填方边坡的坡脚设置临时挡土措施。

3.3 施工生产生活区

3.3.1 工程措施 本项目在施工结束后清除施工场地内碎石、砖块等施工残留物,场地平整后进行植被恢复。对施工生产生活区占地需按恢复植被要求进行平整翻松。

3.3.2 植物措施 施工生产生活区整治后对原占地类型为荒草地的部分进行植被恢复。本着适地适树的原则,选择灌草种。灌木选用胡枝子,草种选用草地早熟禾和紫羊茅进行混播。

3.3.3 临时措施 在施工建设期,施工生产生活区周围上坡方向设计临时土质排水沟,减少因降雨径流对场地的冲刷,排水沟下底宽 0.3 m,深 0.3 m,边坡 1 B1。

4 结语

根据风电场工程建设和生产特点,可确定建设施工期间水土流失重点为风机区基础开挖作业面、施工检修道路、吊装场基础开挖作业面等,植被恢复期水土流失的防治重点为临时生产生活区、风机吊装场地和进站道路两侧等植被未完全发挥功能的区域。水土流失类型是风力侵蚀和水力侵蚀兼而有之。因此,风电场建设项目不但与其它类型的开发建设项目一

样要配置防治水蚀的水土保持措施,还应采取洒水、遮盖等措施减少风蚀引起的水土流失。

正确合理地配置水土保持措施,既维持了土地的生产力,有效地利用和保护土地资源,同时也为项目建设安全施工运行服务,保护了当地的生态环境,创造了优美、舒适的工作环境,对当地经济的发展起到积极的推动作用。

[参 考 文 献]

- [1] 韩庆华. 创新能源战略 发展风电产业[J]. 经济纵横, 2007(5): 41) 43.
- [2] 施鹏飞. 从世界发展趋势展望我国风力发电前景[J]. 中国电力, 2007, 36(9): 54) 62.
- [3] 赵大庆, 王莹, 韩玺山. 风力发电场的主要环境问题[J]. 环境保护科学, 2005, 31(3): 66) 67.
- [4] 张斯迪, 刘毅. 我国风力发电的应用前景[J]. 商界, 2005 (10): 67) 68.
- [5] 施鹏飞. 风力发电的进展和趋势[J]. 中国电力, 2002, 35 (9): 86) 90.
- [6] 叶昌林. 风力发电的前景探讨[J]. 东方电气评论, 1997, 11(3): 182) 184.
- [7] 鲁华永, 袁越. 可再生能源发电介绍[J]. 江苏电机工程, 2007, 26(2): 81) 84.
- [8] 马斌, 张壮志, 张宗孝, 等. 高等级公路水土保持方案研究[J]. 水土保持研究, 2006, 13(4): 1) 3.
- [9] 苏彩秀, 黄成敏, 唐亚, 等. 工程建设中产生的水土流失评估研究进展[J]. 水土保持研究, 2006, 13(6): 168) 174.
- [10] 李文银, 王治国, 蔡继清. 工矿区水土保持[M]. 北京: 科学出版社, 1996.
- [11] 甘枝茂, 孙虎, 甘锐. 黄土高原地区城郊型侵蚀环境及其特征[J]. 水土保持学报, 1999, 5(2): 39) 43.
- [12] 赵纯勇, 杨华, 孔德树, 等. 南方山地丘陵城市水土流失及对策研究[J]. 中国水土保持, 2002(6): 28) 29.
- [13] 王帅杰. 扬尘污染防治理论初探[J]. 安全与环境工程, 2006, 13(3): 9) 12.
- [14] 赵永军. 水土流失防治责任范围的界定[J]. 中国水土保持, 2005(1): 21) 23.
- [15] 赵永军. 水土流失防治责任范围的界定(续)[J]. 中国水土保持, 2005(2): 19) 20.
- [16] 张国亮. 开发建设项目水土保持临时防护措施应用[J]. 中国水土保持, 2006(8): 10) 11.
- [17] 孙虎, 唐克丽. 城镇建设中人为弃土降雨侵蚀实验研究[J]. 水土保持学报, 1998, 4(2): 29) 35.
- [18] 孔东莲, 郭小平, 赵廷宁. 华北地区边坡生态防护植物选择[J]. 林业调查规划, 2006, 31(4): 31) 34.
- [19] 项元和, 李国萍. 内蒙古锡林郭勒草原区胜利一号露天煤矿外排土场水土流失防治方案[J]. 中国水土保持科学, 2006(4): 71) 77.