

基于全过程机械化施工下输电线路水保措施设计研究

王远, 刘治中

湖北省电力规划设计院有限公司, 湖北 武汉 430072

摘要 : 随着输电线路工程的建设工作开展, 往往读者对自然环境的扰动和破坏, 尤其是水土流失问题日益突出。本文基于全过程机械化施工方式, 对输电线路工程的水土保持措施设计进行了研究。通过科学合理的规划和设计, 采取预防为主、综合治理、因地制宜、分类施策和经济合理、便于实施的原则, 设计了针对塔基永久占地、临时占地和临时道路等关键因素的水土保持措施。文中的措施可以有效降低水土流失风险, 保护生态环境, 为输电线路机械化施工设计水保措施设计提供科学参考, 有利于促进输电线路工程水土保持可持续发展。

关键词 : 输电线路工程; 全过程机械化施工; 水土保持措施; 设计研究

Research on the Design of Water and Soil Conservation Measures for Transmission Lines under the Whole-process Mechanized Construction

Wang Yuan, Liu Zhizhong

Hubei Electric Power Planning and Design Institute Co., Ltd. Wuhan, Hubei 430072

Abstract : This article conducts an in-depth study on the design of water and soil conservation measures for transmission line projects based on the whole-process mechanized construction method adopted at transmission tower locations. Through scientific and rational planning and design, following the principles of prevention first, comprehensive treatment, adaptation to local conditions, classified implementation, economic rationality, and easy implementation, water and soil conservation measures targeting key factors such as the permanent and temporary land occupation of tower bases and temporary roads have been designed. The measures in the article can effectively reduce the risk of soil erosion, protect the ecological environment, provide a scientific reference for the design of water and soil conservation measures in the mechanized construction of transmission lines, and help promote the sustainable development of water and soil conservation in transmission line projects.

Keywords : ultra high voltage lines; full-process mechanization; water and soil conservation; design research

引言

输电线路工程的建设对于远距离的电力输送需求具有重要意义。然而, 在工程建设过程中, 地表扰动、植被破坏和水土流失等问题日益凸显, 对生态环境造成了严重影响。全过程机械化施工作为一种高效、快速的施工方式, 虽然能够提高施工效率, 但也会加剧地表扰动和水土流失。因此, 科学合理地设计水土保持措施, 对于保护生态环境、减少水土流失具有重要意义。

输电线路工程在施工过程中, 塔基基础开挖、临时道路修建、施工区及牵张场地平整等活动, 都会对沿途周围的地理环境和水土造成一定程度的破坏。因此, 输电线路工程的水土保持措施设计需要充分考虑工程特点, 确保措施的有效性和针对性。

全过程机械化施工下水土保持措施设计原则主要采取以下方式: 预防为主, 综合治理: 在设计水土保持措施时, 应坚持预防为主的原则, 通过科学合理的规划和设计, 减少地表扰动和植被破坏, 降低水土流失风险^[1-3]。同时, 采取综合治理措施, 如植被恢复、工程防护等, 促进生态环境的恢复和保护。因地制宜, 分类施策: 根据不同地区的自然条件、气候特点和水土流失情况, 因地制宜地设计水土保持措施。对于易发生水土流失的地区, 应采取更加严格的防护措施, 如设置挡土墙、护坡等工程措施。经济合理, 便于实施: 水土保持措施的设计应考虑经济性和合理性, 确保措施的实施成本在可控范围内。同时, 措施的设计应便于施工和操作, 提高工作效率。

一、水保设计防治措施体系

本文以某省网220kV工程为例, 根据《生产建设项目水土

流失防治标准》(GB 50434-2018), 项目全部执行水土流失防治标准一级标准。根据降水量、土壤侵蚀强度、地形等因素差异

经调整后得出本工程设计水平年防治目标值为: 水土流失治理度

作者简介:

王远(1986-), 男, 安徽阜阳人, 硕士研究生, 研究方向为输电铁塔结构稳定等;
刘治中(1993-), 男, 湖北鄂州人, 硕士研究生, 研究方向为输电线路数值模拟。

97%，土壤流失控制比1.0，渣土防护率96%，表土保护率90%，林草植被恢复率97%，林草覆盖率为25%。本工程水土流失防治标准执行全线整体的水土流失防治标准一级标准。

按照预防和治理相结合的原则，坚持局部与整体防治、单项防治措施与综合防治措施相协调、兼顾生态效益与经济效益，按分区进行措施总体布置。本工程水土流失防治措施体系如下表所示。

表1 本工程水土流失防治措施体系表

防治区	措施类型	水土流失防治措施
塔基区及塔基施工区	工程措施	挡土墙、堡坎、截排水沟及消能顺接措施、表土剥离及回覆、土地整治、耕地恢复
	植物措施	撒播草籽、栽植灌木
	临时措施	填土编织袋拦挡、防尘网苫盖、泥浆沉淀池、彩旗绳限界、彩条布铺垫
牵张场区	工程措施	土地整治、耕地恢复
	植物措施	撒播草籽、栽植灌木
	临时措施	彩条布铺垫、彩旗绳限界、铺垫钢板
跨越施工场地	工程措施	土地整治、耕地恢复
	植物措施	撒播草籽、栽植灌木
	临时措施	彩旗绳限界
施工道路区	工程措施	表土剥离及回覆、土地整治、耕地恢复
	植物措施	撒播草籽、栽植灌木
	临时措施	填土编织袋拦挡、防尘网苫盖、彩旗绳限界

二、水土保持措施研究

(一) 工程措施

工程措施有浆砌石护坡，挡土墙，排水沟，挡土墙，表土剥离与回覆，土地整治等，具体措施如下：

(1) 挡土墙：在山丘区进行铁塔基础开挖时，所产生的余土应优先用于塔基面四周的平整工作。若铁塔处于山包或斜坡之上，且塔位四周是下坡侧为陡坡，需在堆土的下方修筑一道挡土墙。其目的在于阻拦余土，防止其滚落，从而有效遏制水土流失现象的发生。需特别注意，严禁在挡土墙周边堆放大量施工材料以及停放重型机械，防止因荷载过大引发安全隐患^[4-6]。

(2) 在排水沟塔位完成施工后，塔基区域内的植被会大幅减少，同时地表往往留存一定数量的松散土石。若遭遇强降雨天气，就会有较大的汇水面积，依据地形地貌特征，在塔基上方塔腿外侧五至八米的地方修筑排水沟，用于防止汇水对塔基地表土石的冲刷，产生水土流失问题。

(3) 土地整治：土地整治包括临时堆土、余土表面的土地整治。基坑开挖时应将表层的熟土和下部的生土分开堆放；土地整治时，应将熟土覆盖在表层，根据原土地类型，尽量恢复其原来的土地功能（农田）或恢复植被（宜草、宜林的非农田，撒播草籽，施工单位在植被恢复时应调研塔位所在地区适用的植被和草籽类型，因地制宜地选用该地区适用的草籽类型进行植被恢复，且草籽播撒应尽量选择雨水较充沛的时间）^[7]。

(4) 表土剥离及回覆：土方开挖前，对开挖扰动区域根据现状土层分布及后期植被建设需要，适当合理地进行表土剥离。对于山丘区塔位及山丘区施工道路区，表土剥离厚度以10cm为标准。对于平原区塔位，表土剥离厚度以30cm为标准。剥离方式采用人工剥离的作业方式。施工结束后将剥离的表土回覆至需要植被恢复和耕地恢复区域。

(5) 耕地恢复：对于线路建设过程中占用的田地、园地等，施工后进行整理、回填，使用施肥，机械耕翻等措施满足作物的生长。

(二) 植物措施

施工结束后，对于塔基永久占地区域，应采用撒播草籽的方式进行植被恢复；对于施工场地（塔基施工区、牵张场施工区、跨越施工区、施工道路区等）临时占用的非耕地区域，应根据原始地形地貌，采用撒播草籽、林地恢复等植物措施进行植被恢复。

1. 撒播草籽：施工完成后，应首先对塔基永久占地及施工临时占地为草地的区域进行土地整治，在土地整治区域采用撒播草籽的方式进行植被恢复。施工单位在植被恢复时应调研塔位所在地区适用的植被和草籽类型，因地制宜地选用该地区适用的草籽类型进行植被恢复，且草籽尽量采用多草种混播，均按1:1比例混合播撒，撒播密度为80kg/hm²。根据本地自然环境件，可选择三叶草、百喜草草籽等。

2. 林地恢复：施工完成后，应首先对塔基施工区、牵张场区、跨越施工场区、施工道路临时占地为林地的区域进行土地整治，在土地整治区域采取种植灌木恢复林地植被。本标段地形以陇岗、丘陵为主，主要树种多为低矮灌木，乔木；灌木树种适宜栽植密度20株/100m²，乔木树种适宜栽植密度15株/100m²，通常选择春季造林^[8]。

(三) 临时措施

1. 彩条旗围护：为防止施工人员及车辆跨越施工场地租地范围作业，采取先围栏后进场，防止施工造成大面积的地表扰动。在施工初期，施工单位应采取在施工场地周围、施工道路两侧设彩条旗限界措施，部分彩条旗可重复利用。

2. 彩条布铺垫：在施工期间，应在材料堆放场地和设备占压场地铺垫彩条布，减少清理渣土时对原地貌的扰动。铺垫用料根据堆土面积计算，按照1.2~3的倍数进行铺垫。为减少对地表的扰动，在牵张场内机械布置区、导线集放区等区域铺设一定数量的彩条布，以减少地表扰动，满足施工结束后耕地恢复或土地整治需要。

3. 填土编织袋拦挡：塔基临时堆土防护措施：临时堆土大体呈棱台形堆放在塔基两侧，平均堆土高度为2.5m，边坡比控制在1:1，坡顶、坡面采用苫布临时覆盖，堆土四周坡脚处用编织袋装土对苫布进行压盖以防土工布被大风吹起，编织袋规格为长×宽×高=0.8m×0.6m×0.4m，编织袋装土主要利用塔基开挖出的临时堆土，施工结束后将编织袋清理干净，袋中的土方回填利用^[9]。

4. 灌注桩基础施工期间，会伴随钻渣浆的产生。为妥善处理

生成的钻渣，在基础施工启动前，应于灌注桩外侧特定位置构筑泥浆池。同时，在泥浆池的外侧增设沉淀池，以便对施工进程中产生的钻渣浆实施沉淀与固化处置作业，从而有效控制钻渣可能引发的各类施工与环境问题。本工程待工程完工后，泥浆进行沉淀干化后，采用就地深埋进行处置。泥浆池及沉淀池采用半挖半填方式，其尺寸根据钻渣泥浆量确定，池壁开挖坡比控制在1:0.5，以保持边坡的稳定。

（四）施工临时道路

1. 山丘区：施工时优先采用原有道路，当无道路可利用时，可结合人力、索道等较为环保的方式进行运输，不宜新增临时道路。当确需新增临时道路时，道路宽度应尽量限制在3.5米以内，且选择较为平缓、开方量小的方案，建议该方案由建设管理单位组织专项审查。2. 平原区：施工期间临时道路两侧设置彩条旗进行围护，对于施工道路区占用耕地，不产生大量表土剥离和土石开挖、回填工程量，只需就地进行路面就地平整即可。施工道路施工完成后应在清除地表临时建筑、建筑垃圾的基础上进行土地整治。施工道路的土地整治应根据原土地类型、立地条件及植被恢复要求等综合确定。对施工道路区需要后期恢复绿化区域进行土地整治，改善施工迹地的理化性质，以满足后期植被生长环境要求。

（五）余土处理

余土处理措施包括就地平摊和外运综合利用两种方式。（1）平地段的铁塔基础施工，若塔位处于农田之中，余土应在原地铺平摊开，不过堆土的高度要控制在500毫米以内，以防对农田耕作造成不良影响。而要是塔位在非农田区域，余土能够全部于原

地进行平摊处置，倘若有必要，还可以修筑挡土墙来稳固土体。待施工全部结束之后，需及时开展植被恢复工作，使周边生态环境尽快得到修复与改善。（2）丘陵、山地段：结合塔位地形、地质条件及塔位坡度，可将余土在塔基内平摊堆放或堆成龟背型（堆放土石边缘按1:1.5放坡），堆土下坡向坡脚采用植生袋装土拦挡，并在施工结束后进行植被恢复。施工中必须先修筑余土挡土墙，完成后方可进行塔基平整、基面开方等土石方工程的施工，将余土随挖随运到余土挡土墙内堆放，并确保基础顶面出露至少0.2m。外运综合利用时，应将余土运出影响塔位安全的区域，依据安全性、环保性及合理性的原则，明确余土去处及利用方式，确保不产生新的水土流失情况，并取得综合利用协议。协议中应包含余土利用地点、利用方式及水土流失防治责任主体等主要内容^[10]。

三、结论

本文基于全过程机械化施工的特点，对输电线路工程的水土保持措施设计进行了深入研究。通过科学合理的规划和设计，采取预防为主、综合治理、因地制宜、分类施策和经济合理、便于实施的原则，设计了针对塔基永久占地、临时占地和临时道路等关键因素的水土保持措施。这些措施的实施可以有效降低水土流失风险，保护生态环境，促进输电线路工程的可持续发展。未来，建议进一步加强对输电线路工程水土保持措施的研究和实践，推动输电线路工程建设的绿色发展。同时，加强与相关部门的沟通和协作，共同推动水土保持工作的深入开展。

参考文献

- [1] 郭晓俊. 输电线路工程山区塔基水保措施经验总结 [J]. 机电工程技术, 2019, 48(04):193-196.
- [2] 吴健, 白晓春, 李睿, 等. 环水保制约因素对输变电工程选址选线的影响及解决途径 [J]. 中国水土保持, 2020,(07):21-23.
- [3] 邓丽, 喻培元, 李辉, 等. 高压输电线路工程生态环境保护工作探析 [J]. 绿色科技, 2019,(24):160-162.
- [4] 尹晓静, 魏建群. 输电线路工程水保方案编制技术问题浅析 [J]. 水土保持应用技术, 2008,(03):40-42.
- [5] 吴博文, 刘汉生. 输电线路工程水土保持监测实践及防治效果 [J]. 中国水土保持, 2015,(03):62-64.
- [6] 刘斌, 徐舟, 潘文烽, 等. 大型水利水电工程水土保持监测的实践与思考——以大藤峡水利枢纽工程为例 [J]. 人民珠江, 2023, 44(S2):372-379.
- [7] 郭晓俊. 输电线路工程山区塔基水保措施经验总结 [J]. 机电工程技术, 2019, 48(04):193-196.
- [8] 张军, 蒋佳欢. 输电线路工程环境影响及其防治措施 [J]. 价值工程, 2023, 42(03):44-46.
- [9] 潘明九, 丰佳, 王文龙, 等. 山丘区输电线路工程水土流失特征及治理技术对比研究 [J]. 水土保持研究, 2023, 30(01):47-53.
- [10] 周晓新. 输变电工程的水土流失特点及防治措施 [J]. 山西水土保持科技, 2021,(03):30-32+36.