

西南土石山区 500 kV 架空输电线路 工程水土保持措施研究

武文一¹, 史玉柱¹, 裴华¹, 梁继业²

(1. 中国电力工程顾问集团 中南电力设计院, 湖北 武汉 430071; 2. 塔里木大学, 新疆 阿拉尔 843300)

摘要: 对 500 kV 架空输电线路施工可能造成水土流失环节进行了分析。在此基础上, 结合工程实例, 针对西南土石山区的生态环境特征, 提出了适合该区输电线路工程实施的水土流失防治措施体系。最后对该区目前 500 kV 输电线路工程水土保持方案编制方面存在的问题提出了相应的建议。研究结果有助于补充和完善西南土石山区 500 kV 架空输电线路水土流失防治措施体系, 也可为该区内同类工程建设提供科学参考。

关键词: 输电线路; 水土保持措施; 西南土石山区

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2011)06-0108-05

中图分类号: S 157.2

Soil and Water Conservation Measures of 500 kV Overhead Power Transmission Lines in Earth-rocky Mountainous Area of Southwestern China

WU Wen-yi¹, SHI Yu-zhu¹, PEI Hua¹, LIANG Ji-ye²

(1. Central Southern China Electric Power Design Institute of China Power Electric Engineering Consulting Group, Wuhan, Hubei 430071, China; 2. Tarim University, Alar, Xinjiang 843300, China)

Abstract: The reasons and characters of soil and water loss that caused by 500 kV overhead power transmission lines(OPTL) construction were analyzed. On the basis of the analysis and combined the project example, a practical soil and water conservation system were presented according to the ecological environment in earth-rocky mountainous area of southwest. And in accordance with the problems that existed in soil and water conservation scheme process of 500 kV OPTL, some related advices were proposed. The research results will be helpful for supplement the soil and water conservation system in 500 kV OPTL in earth-rocky mountainous area of Southwestern China, and meanwhile, provided a reference for the similar project construction in the area.

Keywords: overhead power transmission lines(OPTL); soil and water conservation measures; earth-rocky mountainous area of Southwestern China.

我国电力资源主要集中分布在水力、煤矿资源丰富的西部地区, 而电力负荷则主要分布在经济发达的东部地区^[1-2]。资源分布、人口密度和经济发展的不均衡这一基本国情, 决定了能源必须在全国范围内优化配置与输送, 也决定了大规模的输变电工程建设的必然性。为了开发和利用西部水电和坑口火电电能^[3], 我国实施了“西电东送”工程。500 kV 输电线路属于基础设施, 将改善我国电力资源的输送能力。然而, 工程建设也将破坏地形、地貌和植被, 造成水土流失, 影响区域生态环境质量。西南土石山区土壤侵

蚀区是西电东送南部通道^[2-3]的必经之路(图 1)。西南土石山区具有土层薄、植被茂密、山多坡广等特点。该区独特的自然环境和区域特点, 使得该区的水土流失防治措施在生态弃渣、植被恢复等方面与其它侵蚀区有所不同。500 kV 输电线路建设过程中采取有效、合理的措施防治水土流失, 对于促进输电线路建设与区域环境协调发展, 保障主体工程安全高效地运行都具有十分重要的意义。本研究以南方电网“西电东送”网络完善工程 500 kV 兴仁经独山至桂南(独山至桂南段)输电线路为例, 通过对西南土石山区

收稿日期: 2010-07-05

修回日期: 2011-03-28

资助项目: 新疆建设兵团博士资金项目“人工激活塔里木河上游地区绿洲与沙漠过渡带天然植被土壤种子库研究”(2008JC15); “十一五”林业科技支撑计划子专题“水资源合理利用与植被优化配置技术”(2006BAD26B0902)

作者简介: 武文一(1982—), 男(汉族), 山西省榆次市人, 硕士研究生, 工程师, 研究方向为水土保持与荒漠化防治。E-mail: wuwenyi011@163.com。

500 kV 输电线路施工过程中的水土流失特点与环节进行分析,提出了该区水土保持的综合防治措施体系,以期为该区 500 kV 输变电工程的水土保持防治提供了技术依据。

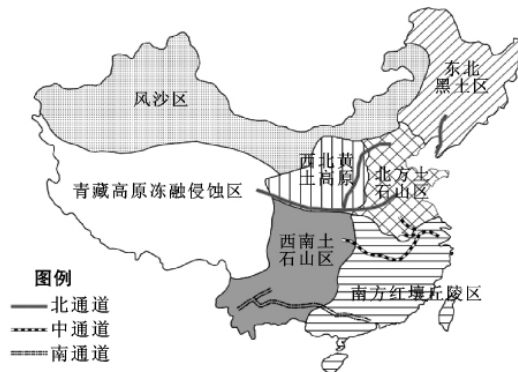


图1 “西电东送”通道走向示意图

1 项目区自然概况

独山—桂南 500 kV 输电线路自西向东穿越贵州高原的独山县、三都县、从江县、榕江县进入广西自治区三江县、融水县,此段线路位于西南土石山区。该段输电线路沿线山岭纵横,地表崎岖,地形以高大山岭、山地为主,局部为丘陵,间有带状河谷平原或盆

地。沿线区域属亚热带季风湿润气候,多阴雨,平均降雨量 1 100~1 400 mm。沿线土壤类型以黄壤、黄棕壤、红壤为主。沿线土层厚度较薄,表土以下分布大量岩石。土壤侵蚀以水力侵蚀为主,滑坡、泥石流等重力侵蚀也非常发育^[4]。沿线自然植被类型属亚热带常绿阔叶林,亚热带常绿针,阔叶混交林。项目区森林资源丰富,主要林种有马尾松、湿地松、杉树、毛竹等。

2 500 kV 输电线路工程水土流失环节分析

输电线路工程为建设类项目,水土流失主要发生在建设期^[5]。建设过程中塔基基础开挖、回填、平整等施工过程必然扰动地表,破坏植被,将加剧水土流失;基础开挖等土方施工会产生弃渣,由于西南土石山区土层薄,弃渣具有“土少石多”的特点,若随意堆放、拦挡措施不到位将形成松散堆积体,极易发生水土流失;塔基施工、运输机械、安装机械和人为活动会对塔基施工区、牵张场区、临时施工道路和人抬道路等临时占地区域的地表和植被造成碾压,破坏扰动区土壤结构,若遇恶劣天气极易发生水土流失^[6]。输电线路工程按施工工艺可分为:土石方工程,运输工程,塔基工程,杆塔工程,架线工程,拆迁工程等^[7]。项目建设可能产生的水土流失影响因素及侵蚀强度分析详见表 1。

表 1 工程建设水土流失影响因素分析

工程区域	产生水土流失的影响因素
土石方工程, 塔基工程, 杆塔工程	塔基区:浇筑杆塔基础,修建边坡,护坡及排水沟等工程均需开挖。工程开挖将使地表开挖面裸露,改变开挖面的坡度、稳定性、土层分布,破坏地表原有植被。塔基临时堆土堆置期间坡面松散,遇恶劣天气,易发生水土流失。塔基施工区:杆塔运至现场进行组立,施工机械堆放,临时堆土及砂石料堆放压占土地,使地面表土破损、破坏原地貌、损坏地表植被。
运输工程	为满足线路施工,部分线路区域可能需要对现有较低等级公路(如农村机耕路)进行修缮。修缮道路需进行少量土方工程,破坏原地貌,损坏地表植被。对于交通不便,需要人力、畜力运输的区域可能需开辟人抬道路。人、畜踩踏地表将造成表土破损,破坏原地貌,损坏地表植被。
架线工程	架线施工和线路走廊受高压线净空距离限制,局部地表植被会被破坏,线路廊道将砍伐高大乔木。牵张机施工过程扰动地表,使地面表土破损,破坏原地貌,损坏地表植被。
拆迁工程	由于线路工程呈线状分布,拆迁较为分散,呈沿线零星分布。水土流失时段主要发生在拆迁过程中,拆迁产生的建筑弃土、弃渣极易发生水土流失。

3 西南土石山区输电线路工程水土保持措施配置

3.1 工程措施配置

3.1.1 塔基区

(1) 挡土(渣)墙设置。在山区,塔位降基、开挖

基面土方破坏了原有土体稳定平衡状态,如遇基础施工区边坡陡峻,易发生崩塌;少数塔位因受线路走廊限制,不可避免地位于土体稳定性较差的地段等。为保证塔基基础稳定,避免重大水土流失事件发生,需对上述区域的塔基设置挡土墙。由于西南土石山区土层薄,塔基施工产生弃渣以石块为主,加之线路沿

线的弃渣大部分地段位于中高山区,山高坡陡,如随意堆放,将可能影响土体稳定,诱发水土流失及地质灾害。西南土石山区交通不便,为避免土方倒运过程中破坏沿线植被和产生新的水土流失,弃渣无法远运。对于坡度较陡的塔位,弃渣就地堆置,并采用浆砌石挡渣墙对弃渣实施拦挡。值得注意的是,与其它区域不同,对于周围地形相对平坦的塔位,由于弃渣构成“石多土少”的特点,弃渣堆土稳定性差,如弃渣就地堆置仍需设置挡渣措施或就近寻找地势低洼处填埋覆土^[8]。渣土堆放顺序为先堆石方,再覆土,对渣土平整、压实后,再进行绿化。

(2) 截排水沟及消能设施。线路沿线多为中高山区,山高坡陡,为防止坡面上游汇积的雨水、山洪及其它地表水对塔基的冲刷,应依山势设置环状排水沟,以拦截和排除周围山坡汇水面内的地表水。大多数情况下只需开设 1 道截水沟,当汇水面范围很大时,需开设 2 道截水沟,且截水沟横断面尺寸应加大。

为了将塔基基面雨水及时排走,防止雨水冲刷和下渗对塔基基础产生破坏,需在塔基基面及挡土墙坡脚处等区域设置排水沟;为减少排水对自然沟道的冲刷,排水沟出口应接消力池,用于降低水能。消力池采用浆砌石砌筑,消力池末端与自然沟道衔接。

(3) 土埂。水田在西南土石山区大部区域均有分布,线路架设不可避免会在水田中立塔。为便于施工,施工区四周需采用土质边埂挡水。该区地势相对平坦,施工结束后,将多余土石方,集中平整于塔基下方,覆土绿化,土埂也可对弃渣起到一定的拦挡作用。

(4) 土地整治。施工结束后,对弃渣区要进行绿化。对植被绿化区域进行土地整治,杂物清理、土壤翻垦等,可达到改善立地条件、保持水土和促进林草生长的作用。

(5) 临时堆土防护措施。塔基开挖时,部分用于回填的土方由于基础浇筑、养护等施工工艺的要求,不能及时回填,需临时堆放。为防止雨水冲刷临时堆土产生水土流失,必要时需在塔基区附近设置临时堆土点。考虑到西南土石山区土壤特征,临时堆放的弃渣为松散堆积物,稳定性差,为保证弃渣稳定,需对临时堆土进行草袋装土拦挡,并遵循“先拦后弃”的原则;为防止临时堆土遇大风、暴雨等恶劣天气发生水土流失,应采用苫布、土工布等对堆土表面进行遮盖防护。

3.1.2 临时施工区 为了方便塔基施工和架线需临时征占部分土地用作塔基施工区、牵张场区和施工道路区。

(1) 土地整治。塔基施工区、牵张场区、施工道路区等施工区域,受施工人员的扰动和施工机械碾压的影响,该区土壤结构和地表植被将受到严重破坏。待施工结束后,需对施工迹地等植被恢复区域进行土地整治,进行杂物清理、覆土及土壤翻垦等,从而达到改善立地条件、保持水土和促进林草生长的作用,为后期绿化、复耕做准备。

(2) 临时排水沟。500 kV 输电线路牵张场区面积较大,加之西南土石山区降雨量较大,时段集中,为保证雨季能及时将场区雨水排走,牵张场区需修筑临时土质截、排水沟。排水沟末端设置沉沙池并及时清淤。

输电线路临时施工道路一般是在原有农用机耕路的基础上稍加改造而成,为保证施工道路在汛期不被雨水冲刷破坏,根据施工道路周围地形,施工期对部分施工道路地段设立单侧临时土质排水沟。

3.2 水土保持植物措施配置

(1) 立地条件分析。工程位于贵州省东南部,属亚热带季风湿润气候。山地立体气候明显,垂直差异大于水平差异,气候温和,雨量充沛。线路沿线以山区和丘陵为主,线路多在山区立塔,该区土层较薄,立地条件较差。

(2) 绿化树草种选择。根据“适地适树,因地制宜”的原则,通过对当地乡土树种和草种的生长情况、生态学和生物学特性进行分析和比选,确定了适宜于本项目区立地条件的树种和草种。

该区常用的乔木树种有:香樟、马尾松、麻栎、枫香、杉木、栎树等;常用的灌木树种有:板栗、柑橘、枇杷、紫穗槐、小叶黄杨、余甘子、小叶女贞、夹竹桃等;草种通常选用:香根草、黑麦草、狗牙根、皇竹草、百喜草等。

(3) 不同土地利用类型植被恢复措施。施工结束后,水土保持方案应根据原有的土地利用类型,提出具体的水土保持措施。

林地的植被恢复措施主要根据《110~500 kV 送电线路设计技术规程》和《电力设施保护条例实施细则》^[9-10],500 kV 架空电力线路导线在最大弧垂或最大风偏后与树木之间的安全距离均为 7 m;同时在架空线路保护区范围内(即线路边导线两侧 20 m 范围内)不得种植高大的乔木。因此,在线路保护区范围内需进行绿化的区域以种草为主。在线路保护区范围之外,对施工临时占用林地的区域可植苗造林。施工结束后要进行植被恢复,可根据沿线不同气候及土壤特点选择不同树草种。乔木主要选用:香

樟、马尾松、杉木、麻栎、枫香;灌木选用余甘子、夹竹桃等。造林规格为 3 m×3 m。树木选择时,应选择与原有林区林种一致的树种。对林间空地撒播草种,草种选用百喜草、皇竹草等。

园地的植被恢复主要是对施工临时占用的园地,在施工完成后要进行植被恢复,树种可根据沿线当地气候及土壤特点选择,种植间距以 2.0 m 为宜。山区原有园地种植植物以板栗、柑橘、枇杷等为主,植被恢复时优先选用上述乡土树种。耕地的整治主要是针对西南土石山区耕地土层薄,立地条件差;山区耕地比较分散,面积小,土地资源宝贵等特点进行布设。

项目建设应加强对耕地保护,线路塔基定位时应尽量避免让耕地,对于不可避免占用的耕地,施工结束后对该区进行土地整治,再交由当地农民耕作,该地类不采取其它植被绿化措施。

草地的恢复措施主要是针对施工结束后对原有占地为草地及荒地的区域,在施工完成后要进行植被恢复。草种可根据沿线气候及土壤特征选择当地适宜生长的草籽播撒,选用草种以当地乡土草种为主,如百喜草、皇竹草、香根草、狗牙根等。

独山—桂南 500 kV 输电线路工程水土保持措施配置防治体系详见表 2。

表 2 独山—桂南 500 kV 输电线路工程水土保持措施配置体系

防治分区	措施类型	措施布设
塔基	工程措施	截排水沟,消力池,土埂,挡渣墙,土地整治,浆砌石挡土墙,浆砌石基面排水沟。
	植物措施	撒播种草,植草护坡。
	临时措施	苫布遮盖,草袋拦挡,草袋拆除。
塔基施工区	工程措施	土地整治。
	植物措施	撒播种草,植苗造林。
牵张场	工程措施	土地整治。
	植物措施	撒播种草,植苗造林。
	临时措施	临时排水沟、临时沉沙池。
简易施工道路	工程措施	土地整治。
	植物措施	撒播种草,植苗造林。
	临时措施	临时排水沟。
人抬道路	工程措施	土地整治。
	植物措施	撒播种草。

4 西南土石山区输电线路工程水土保持措施配置相关问题探讨

输电线路建设跨距长、施工点分散的特点^[11],决定了水土流失防治措施应具有针对性,若照搬其它线路工程的防护措施,势必会造成既浪费投资,又不能很好地控制水土流失^[7]。

4.1 工程措施探讨

(1) 拦渣措施。西南土石山区土层较薄,基础开挖余土以石渣为主。由于交通不便,弃渣无法远运。该区弃土(石、渣)堆放及防护应充分考虑滑坡及泥石流问题^[12]。弃渣应遵循“先拦后弃”的原则,避免弃渣向下坡侧滚落,对下坡面植被造成破坏并引发新的水土流失。临时弃渣点应依地形设置,为保证弃渣稳定,应设置挡渣墙等拦渣措施。由于该区弃渣特点为石多土少,弃渣为松散堆积物,弃渣稳定性差,因此平

原和丘陵等地势相对平缓的区域也建议设置拦渣措施。

(2) 排水措施。为保证施工道路在汛期不被雨水冲刷破坏,根据施工道路周围地形对简易施工道路设置临时排水沟。部分水土保持方案从减少扰动面积和少占耕地的角度出发,将临时排水沟设置为矩形排水沟。实际上,由于临时排水沟为土质,如将排水沟设置为矩形,排水沟边坡不易保持稳定,边坡水土流失严重;实际施工时,沟槽开挖需考虑放坡等因素,矩形断面排水沟设计不尽合理。从实际防护效果和施工角度出发,该区排水沟应设计为梯形排水沟。

(3) 土地整治。土地整治主要是对施工扰动区域进行杂物清理、土壤翻垦等。西南土石山区土壤开挖难度较大,土地整治应按三类土、四类土执行。同时,针对不同施工区域的施工特点,土地整治定额也应有所区别。这一点目前很多方案编制设计人员并

未对不同施工区的土地整治分区对待。对于机械碾压及陡坡石质山区等土方开挖难度相对较大的施工区域,土地整治可适当选用较高标准的定额。

4.2 植物措施探讨

水保措施要符合开发建设项目的行业标准。输电线路工程的特殊性,决定了其对水土保持植物措施有特殊的要求。根据《110~500 kV 送电线路设计技术规程》和《电力设施保护条例实施细则》规定^[9-10],500 kV 架空电力线路导线在最大弧垂或最大风偏后与树木之间的安全距离均为 7 m;同时在架空线路保护区范围内(即线路边导线两侧 20 m 范围内)不得种植高大的乔木。因此在线路保护区范围内需进行绿化的区域以种草为主。在线路保护区范围之外才可栽植相对较高的乔木。对林地的植被恢复设计中,必须考虑导线与树木之间的净空最小距离,在满足此前提下才可以进行植苗造林的水保措施设计。许多非电力行业的工程设计人员对电力行业标准把握不准,多数在实施输变电项目的植被恢复措施设计时,按地类来恢复植被。因此,在输变电工程水保方案编制过程中,植物措施设计和植物种类选择中应充分考虑输电线路的安全因素。

在草种的选择上,应以乡土草种为首选。狗牙根具有繁殖快,生命力强等特点,是西南土石山区重要的水土保持草种。但该草不能用在与耕地接壤的施工区域,因为该草生长旺盛,可能会与农作物抢水、抢肥,不利于农作物生长。这一点在植物措施配置时也应给予重视。

[参 考 文 献]

- [1] 周小谦. 我国“西电东送”的发展历史、规划和实施[J]. 电网技术, 2003, 27(5): 1-5, 36.
- [2] 高虎. 西部丰富的水电资源与西电东送[J]. 中国能源, 2003, 25(10): 41-44.
- [3] 陈文福. 贵州西电东送的绩效评估[J]. 决策参考, 2005(5): 59-61.
- [4] 中华人民共和国国家标准. (GB50433—2008) 开发建设项目水土保持技术规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 2008.
- [5] 郭索彦、苏仲仁. 开发建设项目水土保持方案编写指南[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2009.
- [6] 贺亮, 李光伟, 刘国东, 等. 500 kV 输电线路水土流失及综合防治[J]. 亚热带水土保持, 2007, 19(4): 48-51.
- [7] 孙中峰, 蔡建勤, 王愿昌, 等. 山西省输电线路工程水土保持方案相关问题探讨[J]. 水土保持通报, 2008, 28(5): 21-24.
- [8] 田育新, 李正南, 周刚, 等. 开发建设项目借土场、弃渣场的分类、选择及防治措施布局[J]. 水土保持研究, 2005, 12(2): 149-153.
- [9] 中华人民共和国国家经济贸易委员会. (DL/T 5092—1999P) 110~500kV 架空送电线路设计技术规程[S]. 北京: 中国电力出版社, 1999.
- [10] 国务院生产办公室, 公安部. 电力设施保护条例实施细则(公安部令第 8 号)[Z]. 北京: 中国电力出版社, 1999.
- [11] 张萌, 吴飞. 输变电线路工程的水土保持[J]. 上海电力学院学报, 2008, 24(2): 111-113, 118.
- [12] 赵永军. 开发建设项目水土保持方案编制技术[M]. 北京: 中国大地出版社, 2007.