

# 川藏联网输变电工程的水土保持措施探讨

杨建霞

(四川电力设计咨询有限责任公司,四川 成都 610021)

**摘要:**为了防治川藏联网输变电工程产生的水土流失,本文结合项目区的特殊生态环境及水土流失特点,对藏区水土保持措施布设中需重点关注的方面进行分析探讨,提出应水土流失源头控制,水土流失过程控制,恢复植被,做好景观协调。

**关键词:**西藏;输变电工程;水土保持;弃渣;植被

**中图分类号:**S157

**文献标志码:**A

**文章编号:**1000-582X(2014)S2-152-4

2013年5月,国家启动了西藏昌都电网与四川电网联网输变电工程(简称川藏联网输变电工程),主要目的是将四川甘孜电网的富余电力送入昌都电网,从根本上改变昌都地区的供电状况和格局,结束西藏昌都电网长期孤网运行的历史,提高藏区电网供电的可靠性,同时也可以为昌都和甘南地区的金沙江、澜沧江、怒江和玉曲河等流域梯级水电站的施工用电负荷提供可靠的接入点和充足的电力保障,推动这些地区水电开发的前期工作进度,为藏区经济发展提供有力支持。

表 1 项目组成一览表

变电站工程		巴塘 500kV 变电站、昌都 500kV 变电站、 玉龙 220kV 变电站、邦达 220kV 变电站		
行政区		四川省	西藏自治区	
乡城~巴塘~昌都	长度(km)	2×193.6	2×324.4	
输电线路工程	500kV 线路塔基数(基)	734	1306	
	邦达~昌都~玉龙	长度(km)	—	2×252.5
	220kV 线路塔基数(基)	—	1121	
	110kV 输电线路塔基数(基)	—	2×9	
	杆塔型式	自立铁塔,包括直线塔、转角塔。 斜柱式基础、掏挖基础、人工挖孔桩基础、大板基础、钻孔灌注桩基础、岩石嵌固基础、椎柱基础		34

## 1 概况

### 1.1 工程概况

本工程的组成包括变电站和输电线路两部分。占地类型主要为林地和草地。工程基础开挖土石方  $9.8 \times 10^5 \text{ m}^3$ ,基础回填土石方  $7.2 \times 10^5 \text{ m}^3$ ,基础土方  $2.6 \times 10^5 \text{ m}^3$ ;表土剥离土方  $9 \times 10^4 \text{ m}^3$ ,表土回覆土方  $9 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。工程总占地面积和土石方挖填量均较大,且有 2/3 位于西藏自治区境内,工程建设扰动较大。

### 1.2 项目区概况

本工程地貌类型主要为藏东川西高山高原区。项目区地处青藏高原的东南部,以高山峡谷地貌类型为主,海拔在 3 302~5 150 m 之间,形成了山地物质运动的巨大能量梯度,也产生了地貌上明显的垂直地带性。

#### 1.2.1 气候条件

海拔高,气温低,年均气温  $4.5 \sim 16.1 \text{ }^\circ\text{C}$ ,气温年较差大,热量条件差,年均  $\geq 10 \text{ }^\circ\text{C}$  的积温为 3 000~4 000  $^\circ\text{C}$ ,植物生长季节短。

#### 1.2.2 降水

该区域降水少、年降水分布不均,年均降水量为 233.0~570.0 mm,年均蒸发量为 1 602.0~1 800.0 mm,降雨集中在雨季,其余季节气候干旱,风沙严重。

#### 1.2.3 土壤植被

沿线土壤类型主要为高山草甸土、亚高山草甸

土、山地褐土、山地棕壤、山地暗棕壤等,特别是高山或亚高山草甸土,土壤发育程度低,石砾化、沙化严重,有机质含量低;沿线植被区域属山地灌木丛林区、青藏高原高寒草甸、草原区,其植物群落具有对外界干扰抵御能力低、自身稳定性差、易退化、不易恢复等特点,特别是高原高寒草甸、草原区,植被覆盖率低,生态系统结构简单。

综上,项目区属于生态脆弱区,生态环境抗外界干扰能力弱,一旦受到工程干扰破坏便难以恢复。



图1 工程区概况

## 2 水土流失特点

项目区属藏东川西高山高原区,地表物理风化强烈,化学分化较弱,第四纪松散堆积物深厚,为水土流失提供了大量物源;降雨量少,但多暴雨,汇流面积大,地表植被稀疏、沟壑纵横,客观上为水土流失提供了条件。

根据《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》(办水保[2013]188号)以及各省区水土流失重点防治区的公告,本工程项目区经过了1个国家级重点预防保护区(金沙江岷江上游及三江并流国家级水土流失重点预防

区),以及1个省级水土流失重点预防保护区(四川省金沙江上游预防保护区),2个省级水土流失重点治理区(西藏自治区怒江、金沙江中上游治理区)。工程沿线土壤侵蚀类型以水力侵蚀和冻融侵蚀为主,其中水力侵蚀强度以轻度侵蚀和中度侵蚀为主,冻融侵蚀强度以轻度侵蚀为主,山地灌木丛林区原地貌土壤侵蚀模数为 $2\ 000\sim 2\ 800\ \text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ,高寒草甸区原地貌土壤侵蚀模数为 $5\ 000\sim 5\ 200\ \text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

## 3 工程水土保持现状

随着工程水土保持理念的宣传和贯彻,输变电工程主体设计中已考虑了相应的水土保持功能,主要体现在:(1)变电站站内道路及广场进行了硬化、站区四周设置护坡挡墙、站内外设置排水系统、站内配电装置区铺设碎石,有效减小站区水土流失影响。(2)杆塔基础大部分位于山地灌木丛林区,采用全方位高低腿设计,以减少土方开挖量和破坏植被的面积;导线架设采用张力放线技术和高塔高跨,减少走廊内树木砍伐数量或避免砍伐;合理确定基面范围,优先考虑原状土基础,采用适合当地地质条件的塔基等措施,有效减少损坏水土保持设施面积和弃土弃渣量;塔基设置挡墙、护坡、排水沟,有效减小水土流失影响。

根据“三同时”原则,主体工程在设计、施工时考虑了部分水土保持措施,但是存在覆盖区域和时间段的局限性,关注重点主要为变电站、塔基等主体工程,忽略了施工道路、弃渣场、施工生产生活区等配套施工区域在施工准备期、施工期及自然恢复期的水土保持措施布设。

## 4 水土保持措施布设的思考与探讨

为了有效地治理工程建设产生的水土流失,应在主体设计的基础上,针对藏区环境特点因地制宜布设水土保持措施,建立切实有效的项目区水土保持防治体系,从水土流失源头的控制、重点流失区域的过程控制以及施工结束后迹地景观的恢复着手,探讨有效地水土保持措施布设方式。

### 4.1 水土流失源头控制

工程水土流失的源头在于工程扰动,包括人员、机械的活动,施工材料及开挖土的临时堆置,渣场设置等施工占地因素。在工程施工布置时必须严格遵从“保护优先,减少扰动”的原则,明确“最小的破坏就是最大的保护”的基本原则,在配套施工区域的场地选择中,应结合工程实际,尽量控制占地范围,特别是临时占地面积。

表 2 施工扰动范围控制

序号	类别	控制措施
1	人机活动范围	在施工便道及生产生活区周边设置铁丝网防护栏等临时防护措施,控制施工人员、机械的活动范围,减少对周边的扰动
2	材料、临时堆土范围	建筑材料、临时开挖方尽量堆放于变电站、塔基、施工道路等永久占地范围内,不扩大工程扰动范围
3	弃渣处理	工程挖填难以平衡的永久性弃渣,应分析堆放于塔基基面或附近低洼场地的可行性,尽量少设置渣场,减少工程临时占地面积

#### 4.2 水土流失过程控制

在施工扰动区域内,人为因素和水力、风力等自然因素共同作用,水土流失在所难免。项目区位于藏东以水力侵蚀和冻融侵蚀为主的区域<sup>[2]</sup>,伴有少量的风力侵蚀。冻融侵蚀主要是土壤中含水的部分在结冰—融化—结冰的反复作用下,造成土层松动、崩解,松动的土层在水力作用下产生水蚀,其动力源实质上还是水力<sup>[3]</sup>。

根据工程经验,水力、风力在工程施工过程中最容易造成水土流失的是临时堆土和弃渣。由于堆放物多为剥离表土及废土废料,结构疏松,颗粒细小,在降雨、风等外营力侵蚀作用下易产生水土流失。

##### 4.2.1 临时堆土场防护措施

防治水力侵蚀的措施主要为遮盖、截流、排水、消能、沉沙,即在堆土表面设置遮挡措施,避免降雨冲刷,如铺盖防雨布,堆土坡脚利用表土装填编织袋进行压盖,在周边设置截排水沟、消力池、沉沙池等,截留区域外来水,排走区域内汇水,消除汇水动能,沉积裹挟泥沙。防风措施主要为避风、挡风,临时堆土、砂石材料等应堆置于背风面,并采取遮挡、临时压盖等措施,防止土工布在风力作用下移位。

##### 4.2.2 弃渣处理

输电线路工程的开挖点较多,单个塔基开挖点弃渣量并不大,如果每个塔基开挖点设置一个人工弃渣场,将增加工程的投资。如果把多个塔基开挖点的弃渣集中运输到人为修建的弃渣场,由于输电线路塔位分散,多位于山坡或山脊,须新修或者拓宽施工便道,会大量增加地表扰动面积,增加转运工程量,造成更大的水土流失隐患。因此,需因地制宜的选择弃渣处理方式。

合理的弃渣处理是施工过程中水土流失控制很重要的环节,要结合项目建设的实际情况及项目建

设区的地形地貌、水文地质、气象、交通条件等各个因子,并遵循“因地制宜,综合利用,可持续发展,技术可行,经济合理”的原则<sup>[4]</sup>进行采用。

表 3 弃渣处理

工程条件	弃渣处理措施
低洼地带的塔基	弃渣尽量在塔基占地范围内就地处理,尽量避免弃渣外运
利用天然地形条件	以线路附近的天然洼地、采砂(石)坑、可回填的坑塘等作为首选
坡地塔基	(a)渣场尽量选择在地质结构稳定的避风坡面,应以荒地为主; (b)填渣方式根据后期有无林草措施而存在差异,在需要恢复植被的区域,填渣方式为先填粗石渣、细石渣,再填土渣,轻微压实,表面覆盖先期剥离的表层熟土;在无法进行植被恢复的裸岩、山脊地区,填渣方式则是先填土渣和细渣,然后填粗石渣并压实,利用大块石渣的压盖功能防止降雨和大风带走细小的土石颗粒; (c)渣场采用挡墙、截流、排水、消能、沉沙等工程防护措施。
人为设置渣场	

#### 4.3 植被恢复

植被是对水蚀、风蚀、冻融侵蚀均有防治作用的一种通用水土保持设施,可以覆盖裸露地表,减少土壤冻结的深度,固定土壤细小颗粒,减轻冻融侵蚀、水蚀和风蚀。因此,保护表土资源和现有植被,及时高效的对工程扰动区域进行植被恢复,是工程施工后期必不可少的水土保持措施。

##### 4.3.1 保护表土

对于高原生态脆弱地区,表土一旦被破坏,生态也就没有恢复的可能,特别是对有机质含量相对较高的草甸表土,它是高原土壤千百年进化和积累的宝贵成果,保护和利用尤为重要。因此,施工期对塔基、施工道路和施工生产生活区等存在开挖破坏的区域首先进行可利用表土的剥离,然后存放于塔基侧、道路沿线和施工区域内的表土堆放场进行临时防护,待基础工程完工后回覆到植被恢复区,为植物生长创造良好的立地条件。

##### 4.3.2 保护现有植被

高原上,植被生长困难,对工程开挖区内长势较好的连片草地或草甸可进行直接剥离回铺利用,有利于快速恢复工程区植被;在施工人员、机械占压扰动区域,对已有植被则应采取铺设棕垫、土工布等隔离保护措施,这些区域施工时间较短,短时期的遮蔽

一方面不会影响植物的存活,另一方面也避免了清除表层植被引发的更剧烈地表扰动,待施工结束后清除遮蔽物,经过较短时间,植被即可自然恢复。

#### 4.3.3 人工恢复植被,通常采用的是人工撒播草种

撒播草种应根据适地适草的原则和项目区的地形、土壤、气候、降水等因素选择耐寒、耐瘠薄、繁殖容易、根系发达、抗逆性强、防风防沙、保土性好且生长迅速的草种,如该区域生长的建群种——耐寒中生莎草科植物高山嵩草、针茅、羊茅、固沙草、披碱草等。撒播期集中在每年3月中下旬至8月,9月以后气温降低,撒种草种存活期短,水土保持效益不明显,10月至次年3月,气温降至冰点以下,不宜撒播草种。此外,人工恢复植被,种草是基础,抚育是关键,应根据草种的生长周期制订相应的管护措施,提高撒播草种成活率,特别是冬季的保暖措施和干旱季节的灌溉措施。

此外,由于藏区特殊的气候环境,并非所有区域的草皮、草原都能够人工恢复成功。根据多年的经验,在4 000 m以上地区撒播草籽以及铺草皮的植物措施均很难成活,即使植草后当年夏天成活,在冬天的大风及低温条件下,草皮也会全部死亡。因此,对于输变电路工程中的植物措施,建议在3 500 m以下的地区积极实施,3 500—4 000 m地区则要在进行水热条件分析论证后再设计,而在4 000 m以上区域,在目前技术经济条件下不建议大面积地采用草皮剥离、撒播草籽以及种植灌木等措施,切实有效的植被恢复措施还有待研究和思考。

#### 4.4 景观协调

川藏联网工程区地广人稀,自然景观原始壮丽,工程建设包括水土保持工程都应注意与周边景观的协调,展现人类工程与自然景观的和谐之美。

1)在采取排水沟和挡土墙等常规护渣措施时,可以在排水沟沟沿和挡土墙外立面及顶端铺设一层

草袋,待草袋中的草籽发芽,可以使工程区域很好的与周边环境融于一体,与项目区生态景观格局相协调。

2)设置于低洼地带的弃渣场,填渣高度应低于弃渣场周围地形,后期铺上剥离的表土,地面标高应尽量和周围地形一致,这样既保。

3)施工结束后拆除临时拦挡措施,将防雨布、土工布、棕垫、编织袋等全部回收,既可以用于后续工程建设,又避免对环境产生污染,有利于工程迹地恢复和景观协调。

## 5 结 语

川藏联网输变电工程在藏区面临着特殊环境因素带来的水土流失危害,需要根据工程扰动区域的地形、土壤类型、气候、降水等因素进行有针对性的水土保持措施布设,控制水土流失源头,因地制宜的处理弃渣,积极恢复植被,并注意与周围景观的协调,保护藏区水土资源,使人类工程与自然景观在藏区和谐共生。

#### 参考文献:

- [1] 范昊明,蔡强国. 冻融侵蚀研究进展[J]. 中国水土保持科学,2003,1(12):50-54.
- [2] 赵会林,鲁新蕊,樊祥船. 西藏地区水土流失现状及防治对策[J]. 中国水土保持科学,2012,10(3):120-122.
- [3] 高宝林,周全. 西藏公路的建设特点及水土保持设计思路[J]. 中国水土保持,2014,1(12):31-33.
- [4] 熊波,陈学华,罗勇. 高压输电线路建设项目生态弃渣探讨[J]. 中国水土保持,2008,7(12):17-19.
- [5] 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.

(编辑 彭建国)