

# 输电线路常规环保处理措施及其费用探讨

肖宇

(中国能源建设集团西南电力设计院有限公司, 成都 610021)

**摘要:** 对输电线路工程常规的环保处理措施及其费用进行了探讨, 计算了植被保护及恢复、塔基固沙、施工弃土处理、排水沟等环保处理措施的费用, 为这些措施的费用匡算、设计方案经济比较等提供参考。

**关键词:** 输电线路; 环境保护; 环保措施; 造价分析

中图分类号: S157

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2017)S1-0158-06

## Discussion on Common Environmental Protection Measures and Costs of Power Transmission Line

XIAO Yu

(China Energy Engineering Group Southwest Electric Power Design Institute Co., Ltd., Chengdu 610021, China)

**Abstract:** This paper discussed the common environmental protection measures and their costs of power transmission line, and worked out the costs of some environmental protection measures, such as vegetation protection and restoration, sand-fixation, waste soil treatment, drainage ditch, etc. This paper provides reference for the estimate of these measures costs and the comparison of designs.

**Key words:** power transmission line; environmental protection; environmental protection measures; cost analysis

输电线路的环境保护越来越受到重视, 加强生态环境保护, 防止生态破坏和环境污染是我们每一个参加工程建设的人员义不容辞的责任。根据输电线路工程的特点, 线路线性分布、点多而分散, 往往经过不同的气象区、地形区或是地质区等, 在不同的地区, 需要因地制宜采用适合当地的环境保护处理措施。

输电线路对环境的影响主要包括电磁辐射影响和线路土建施工对环境的破坏, 电磁辐射的影响可以通过优化路径、尽量避让、提高导线对地距离等方法<sup>[1-4]</sup>来降低, 土建施工的影响可以通过具体的处理措施来减轻。本文将对输电线路工程施工准备阶段采用的环保措施以及施工过程中采用的植被保

护及恢复、塔基固沙、施工弃土处理及排水沟等环保措施及其费用进行探讨。这些环保措施的费用有的只是在工程中涉及到, 没有进行过专项的测算, 本文的分析将为这些处理措施费用匡算、设计方案经济比较等提供参考。

### 1 计费依据

本文采用《电网工程建设预算编制与计算规定(2013年版)》<sup>[5]</sup>以及2013年版的电力建设工程定额<sup>[6-8]</sup>计算费用。措施费用中包含了建筑安装工程费用、材料的价差以及人材机调整费用等。本文计算中选取的主要材料价格如表1所示。

### 2 施工准备阶段常规环保处理措施及其费用

输电线路施工前, 应针对现场实际情况制定环境保护和水土保持目标及有关规章制度, 贯彻执行环境保护和水土保持方面的法律法规。应定期组织

收稿日期: 2016-12-26

作者简介: 肖宇(1980), 男, 重庆市人, 高级工程师, 硕士, 主要从事输电线路工程设计及技术经济等方面的工作 (e-mail) y\_xiao@163.com。

施工人员进行学习，强化环保宣传，树立环境保护标语牌和宣传栏，提升全员环境保护意识。

表 1 主要材料价格表

Tab. 1 Price of main materials

材料名称	单位	价格/元
水泥	t	420
砂	m <sup>3</sup>	90
碎石、砾石	m <sup>3</sup>	70
毛石、块石	m <sup>3</sup>	60
柴草	kg	3
简易围栏	m	30
花杆围栏	m	90
棕垫	m <sup>2</sup>	28
草垫	m <sup>2</sup>	6
彩条布	m <sup>2</sup>	6.5
草籽	kg	10

对施工范围的限制是保护施工区域周边环境的有力措施，应尽量减少施工的占地范围。施工各种临时用地选择原则是尽量利用已有场地或植被稀疏的地段。材料运输尽量利用原有施工道路或在原有路基上拓宽道路。特别注意施工营地的建设和运输车辆的路径规划，设置施工区域围栏<sup>[9]</sup>，将施工和车辆行驶范围限制在规划范围内，减少对施工区域周边地表植被的破坏。设置的施工围栏可分为简易围栏和花杆围栏两种，花杆围栏便于标准化施工，施工结束后花杆可以回收重复利用，并且花杆围栏利于防止动物的破坏，但其一次性投入费用较大。经计算，这两种围栏每米的费用如表 2 所示。

表 2 施工区域围栏费用

Tab. 2 Cost of construction fence

措施名称	施工费用	材料费用
简易围栏	34.72	30.00
花杆围栏	103.97	90.00

### 3 施工阶段常规环保处理措施及其费用

#### 3.1 植被保护及恢复

输电线路工程施工作业场地一般可以划分为塔基施工场地、牵张场、跨越施工场地、材料站、施工简易道路等。在地表植被较好的地区施工时，不可避免会对这些区域的地表植被等产生影响，为减小影响，在需要堆放材料、设备、工器具等的区域

或者车辆运输路径上可铺设草垫或棕垫等进行隔离，尽量缩小作业活动范围，防止施工活动破坏地表植被，如图 1 和图 2 所示。



图 1 施工道路围栏及草垫隔离

Fig. 1 Construction walkway fence and petate protection



图 2 彩条布隔离

Fig. 2 Colored cloth protection

在施工建设过程中，必须采取措施对遭受破坏的地表植被进行全面修复。特别是在生态环境脆弱的地区，由于其自身修复能力低下，一旦扰动，在自然状态下恢复进程缓慢，并且恢复周期较长。植被恢复应结合当地条件采取措施，按照“适树植树，适草植草”原则，从当地优良的乡土树种、草种中选择适合的品种。

在草原植被区，施工结束后，对于因机械碾压和人员踩踏造成秃斑的区域，进行土地整治、施肥，使土壤粗细均匀、形成 20 cm 左右的疏松土层，便于出苗。随后撒播草籽，灌溉。对于植被恢复难度相对较大的草原地区，如高寒草原区，完成播种后，用无纺布或草席覆盖，以有效保持土壤湿度和温度，待大部分出苗后再行移取。

在灌丛植被区，此类地区应同时兼顾灌木植物和草本植物的恢复。施工前，先连根整株挖出施工区域内的灌丛植物，移至低洼处或塑料薄膜上进行独立养护。待工程结束填方后，根据灌木植株数量按一定间距进行回栽。对灌木回栽后的裸地，应随

即补播草种。

在草甸植被区,基于草甸本身发育形成草毡层的生物学特性,可以采取原生草皮迁移方式进行植被恢复。其它植被较好的地区也可采用这种方式。先将施工区域的原生草皮进行剥离,移至它处进行养护,待工程完成回填后,再将草皮移回原处,适当加以维护就可存活,达到恢复地表植被的目的,如图3和图4所示。对剥离回植恢复效果差的地区采用培植的方法进行植被恢复。经计算,施工植被保护及恢复费用如表3所示。



图3 草皮剥离

Fig. 3 Turf stripping



图4 草皮回铺

Fig. 4 Turf putting back

表3 施工植被保护及恢复费用

Tab. 3 Cost of vegetation protection and restoration 元/m<sup>2</sup>

措施名称	施工费用	材料费用	备注
草垫隔离	8.90	6.78	草垫考虑13%损耗
棕垫隔离	37.23	31.64	棕垫考虑13%损耗
彩条布隔离	9.05	7.35	彩条布考虑13%损耗
土地整治	2.83	—	—
撒播种草	6.29	0.08	按撒播80 kg/hm <sup>2</sup> 考虑
灌木移栽及回植	8.03	—	—
草皮起挖及回植	16.22	—	—

注:表中材料均未考虑运输。

### 3.2 塔基固沙

在沙漠地区,鉴于风沙活动对输电线路塔基的掏蚀和掩埋,同时由于风蚀和风积效应会导致

沙丘地貌的变化给设计带来的不确定性,无疑会影响线路的安全稳定,因此在铁塔基面采取固沙措施,来延缓或消除铁塔基面的地貌变化是十分必要的。这时如果采取一些环保措施来达到固沙作用,就不仅是保护生态的需要,也是工程安全的需要。

固沙处理措施可采用大粒径材料覆盖地基,隔绝风沙活动,如采用不易风蚀的砾石等将地基完全覆盖;也可采用草方格等进行风蚀防护,降低风速,以达到固沙的目的。

草方格防护工程应用已非常成功,将地基采用麦草或芦苇方格固定,其规格可为1 m,草头出露高度可为200~300 mm。草方格防护如果降水较多,所布置的麦草或芦苇方格容易腐烂而失去防护作用,一般经5~8年就必须重新设置,但如果该地区自然条件比较优越,一旦格状沙障发挥作用,格内会有植物生长,发挥植物固沙作用,草方格沙障更新的周期就会更长。

砾石防护是将砾石平铺在塔基周围,厚度50~150 mm,覆盖面积根据铁塔根开而定,但不得小于35 m。砾石防护因砾石坚实耐久、抗风蚀能力强,在无人破坏的状态下,可长期有效。经计算,草方格防护和砾石防护费用如表4所示。

表4 塔基固沙费用

Tab. 4 Cost of sand-fixation 元/m<sup>2</sup>

措施名称	施工费用	材料费用	备注
草方格固沙	14.47	3.00	考虑柴草用量1 kg/m <sup>2</sup>
砾石压盖	29.99	7.70	砾石厚度按100 mm考虑

注:表中材料均未考虑运输。

### 3.3 施工弃土处理

输电线路工程塔位地形千变万化,基面施工、铁塔基础的开挖、接地沟槽的开挖等都会产生大量的弃土,尽管在设计中采取了很多手段来减少土石方开挖,如长短腿设计、高低基础的运用、采用原状土基础类型、优化基础尺寸等<sup>[4,10-11]</sup>,但是仍然会遇到弃土处理的问题。对施工弃土的有效处理能防止水土流失,避免弃土危及塔位安全稳定。弃土处理应结合工程实际情况,在不同的地区因地制宜采取不同的处理措施。

例如对位于开阔平地的塔位,应根据铁塔根开和弃土方量,适当抬高基础的外露高度,将弃土堆

放于基础的塔基范围内, 并堆放成龟背型, 防止积水。对于部分地形较陡且附近无合适的弃土堆放位置的塔位, 应选择合适的位置修筑弃土挡墙, 一处堆放不下, 可采用分处堆放。对于部分地形较陡且附近无合适的弃土堆放位置的塔位, 而塔位附近也没有合适的修筑挡墙的位置时, 应将所有弃土外运。

从弃土处理的费用来说, 定额中规定当弃土堆放于塔基范围内或在塔基周边 100 m 范围内时, 不考虑弃土处理费用; 当堆放位置超过 100 m 时, 按超过 100 m 以上部分计算弃土运输费用, 经过计算, 弃土运输的费用如表 5 和表 6 所示, 表中的人力运距步距增加是指人力运距每增加或减少 0.2 km 时, 费用的增加或减少值。表中的汽车运距步距增加是指汽车运距每增加或减少 5 km 时, 费用的增加或减少值, 一旦采用了汽车运输相应就会产生装卸费用。

从表 5 和表 6 可知, 弃土外运费用呈线性增加, 其他运距下的费用可利用插值法或步距增加(减少)值计算得到。在相同人力运距下, 采用汽车运输后, 费用将会比仅采用人力运输在装卸费用和汽车的运输费用上有所增加。

部分塔位需要修筑挡墙来堆放弃土, 弃土挡墙施工简单方便, 可利用地形较好地处理弃土, 一般采用浆砌块石或 C15 素混凝土砌筑。弃土挡墙的基脚要置于原状土一定深度内, 以保证挡墙的稳定。挡墙的砌筑由土石方开挖和砌筑两部分组成。本文在计算弃土挡墙费用时, 分不同的土质类别, 土石方开挖量按挡墙体积的 1/3 计算。

经计算, 弃土挡墙的费用如表 7 和表 8 所示。表中是人力运距为 0.6 km, 汽车运距为 20 km 情况下的费用, 人力运距步距增加是指人力运距每增加或减少 0.2 km 时, 费用的增加或减少值; 汽车运距步距增加是指汽车运距每增加或减少 5 km 时, 费用的增加或减少值; 其他运距下的费用可利用插值法或步距增加(减少)值计算得到。

从表 7 和表 8 可知, C15 素混凝土弃土挡墙的费用是浆砌块石弃土挡墙的 2.3 ~ 2.5 倍。浆砌块石弃土挡墙费用较省, 但其刚度较低、易变形, 挡土高度较低, 承载力较低; 当施工所在地区缺少块石或对弃土挡墙结构强度有要求, 而浆砌块石挡墙达不到时, 应采用素混凝土挡墙。因此弃土挡墙型式的选择应结合实际工程综合考虑。

### 3.4 排水沟

输电线路工程中处理不好排水, 就容易造成塔位处排水不畅而出现塌方、水土流失的现象, 进而危及塔位的安全稳定和长期运行, 因此, 加强排水是输电线路设计中不可或缺的重要部分。

塔位有坡度时, 为防止上山坡侧汇水面的雨水、山洪及其它地表水对基面的冲刷影响, 均需在塔位上坡侧, 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, 将上方汇水引向离塔位较远的下边坡, 以减少对塔基的冲刷。排水沟的长度要足够长, 绕过整个塔基, 将出水口设在山脊外侧。排水能力即排水沟的宽度、深度都要足够, 出水口还应做成散水状, 以防止水流过于集中冲出沟槽。

排水沟一般采用浆砌块石或 C15 素混凝土砌筑。排水沟的砌筑由土石方开挖和砌筑两部分组成。本文在计算费用时, 分不同的土质类别, 土石方开挖量按排水沟体积的 1.8 倍计算。

经计算, 排水沟的费用如表 9 和表 10 所示。表中是人力运距为 0.6 km, 汽车运距为 20 km 情况下的费用, 人力运距步距增加是指人力运距每增加或减少 0.2 km 时, 费用的增加或减少值; 汽车运距步距增加是指汽车运距每增加或减少 5 km 时, 费用的增加或减少值; 其他运距下的费用可利用插值法或步距增加(减少)值计算得到。

从表 9 和表 10 可知, C15 素混凝土排水沟的费用是浆砌块石排水沟的 1.8 ~ 2.4 倍, 因此在有条件的地方尽量采用浆砌块石排水沟较为经济。

## 4 结论

本文对输电线路工程常规的环保处理措施及其费用进行了探讨, 计算了植被保护及恢复、塔基固沙、施工弃土处理、排水沟等环保处理措施的费用, 为这些措施的费用匡算、设计方案经济比较等提供参考。

本文分不同的地形情况、土质类别, 给出了弃土外运、弃土挡墙以及排水沟在不同人力运距和汽车运距下的费用。通过对弃土挡墙和排水沟采用浆砌块石或 C15 素混凝土材料进行比较, 对弃土挡墙而言, 虽然采用浆砌块石费用较省, 但其型式的选择应结合实际情况综合考虑; 对于排水沟而言, 建议在有条件的地方尽量采用浆砌块石排水沟。

表5 弃土外运费用(不考虑汽车运输)

Tab. 5 Cost of transporting waste soil without considering the automobile transportation

元/m<sup>3</sup>

人力运距	0.2 km	0.4 km	0.6 km	人力运距步距增加
平地	59.4	118.8	178.1	59.4
丘陵	70.7	141.5	212.2	70.7
山地	116.2	232.4	348.5	116.2
高山	144.6	289.1	433.7	144.6
峻岭	173.0	345.9	518.9	173.0
泥沼	82.1	164.2	246.3	82.1
河网	59.4	118.8	178.1	59.4

表6 弃土外运费用

Tab. 6 Cost of transporting waste soil

元/m<sup>3</sup>

汽车运距	5 km	10 km	15 km	汽车运距步距增加	其中: 装卸费用
人力运距	0.6 km	0.6 km	0.6 km		
平地	248.9	261.4	273.9	12.5	58.2
丘陵	283.0	295.5	308.0	12.5	58.2
山地	421.8	436.8	451.8	15.0	58.2
高山	514.5	537.0	559.5	22.5	58.2
峻岭	599.7	622.2	644.7	22.5	58.2
泥沼	317.0	329.6	342.1	12.5	58.2
河网	248.9	261.4	273.9	12.5	58.2

表7 浆砌块石弃土挡墙费用

Tab. 7 Cost of retaining wall using mortar and rubble

元/m<sup>3</sup>

地形	普通土	坚土	松砂石	泥水	岩石(爆破)	岩石(人工)	人力运距步距增加	汽车运距步距增加	其中: 材料价格
平地	410.8	412.4	414.3	415.9	446.0	468.9	52.4	0.5	109.6
丘陵	453.2	454.8	456.8	458.5	489.8	514.0	62.4	0.5	109.6
山地	590.3	592.0	594.1	595.9	628.4	653.9	103.5	0.6	110.7
高山	691.9	693.8	696.1	698.0	732.9	761.0	128.8	0.9	110.7
峻岭	780.1	782.1	784.4	786.4	822.5	851.9	154.1	0.9	110.7
泥沼	519.8	521.5	523.6	525.4	557.9	583.4	72.5	0.5	109.6
河网	423.1	424.7	426.7	428.4	459.7	483.9	52.4	0.5	109.6

表8 C15素混凝土弃土挡墙费用

Tab. 8 Cost of retaining wall using plain concrete

元/m<sup>3</sup>

地形	普通土	坚土	松砂石	泥水	岩石(爆破)	岩石(人工)	人力运距步距增加	汽车运距步距增加	其中: 材料价格
平地	1 016.9	1 018.5	1 020.4	1 022.0	1 052.1	1 075.0	110.4	2.7	252.1
丘陵	1 112.6	1 114.3	1 116.3	1 118.0	1 149.3	1 173.5	131.5	2.7	252.1
山地	1 431.2	1 432.9	1 435.0	1 436.8	1 469.3	1 494.8	223.4	3.4	259.0
高山	1 666.5	1 668.4	1 670.6	1 672.5	1 707.5	1 735.6	278.0	5.0	259.0
峻岭	1 862.7	1 864.6	1 867.0	1 869.0	1 905.1	1 934.5	332.7	5.0	259.0
泥沼	1 272.7	1 274.4	1 276.5	1 278.3	1 310.8	1 336.3	152.6	2.7	252.1
河网	1 049.3	1 050.9	1 052.9	1 054.6	1 085.9	1 110.1	110.4	2.7	252.1

表 9 浆砌块石排水沟费用

Tab. 9 Cost of drainage ditch using mortar and rubble

元/m<sup>3</sup>

地形	普通土	坚土	松砂石	泥水	岩石(爆破)	岩石(人工)	人力运距步距增加	汽车运距步距增加	其中: 材料价格
平地	435.9	444.2	454.5	463.2	625.8	749.4	52.4	0.5	109.6
丘陵	479.9	488.6	499.4	508.6	677.6	808.2	62.4	0.5	109.6
山地	618.6	627.8	639.1	648.6	824.2	961.8	103.5	0.6	110.7
高山	723.5	733.5	745.8	756.1	944.7	1 096.5	128.8	0.9	110.7
峻岭	813.3	823.8	836.5	847.3	1 042.3	1 201.1	154.1	0.9	110.7
泥沼	549.8	559.0	570.3	579.8	755.4	893.0	72.5	0.5	109.6
河网	449.8	458.6	469.4	478.5	647.5	778.1	52.4	0.5	109.6

表 10 C15 素混凝土排水沟费用

Tab. 10 Cost of drainage ditch using plain concrete

元/m<sup>3</sup>

地形	普通土	坚土	松砂石	泥水	岩石(爆破)	岩石(人工)	人力运距步距增加	汽车运距步距增加	其中: 材料价格
平地	1 033.6	1 042.0	1 052.3	1 061.0	1 223.6	1 347.1	110.4	2.7	252.1
丘陵	1 130.1	1 138.9	1 149.7	1 158.8	1 327.9	1 458.5	131.5	2.7	252.1
山地	1 449.5	1 458.7	1 470.0	1 479.5	1 655.1	1 792.7	223.4	3.4	259.0
高山	1 686.4	1 696.4	1 708.7	1 719.0	1 907.6	2 059.3	278.0	5.0	259.0
峻岭	1 883.4	1 893.8	1 906.6	1 917.3	2 112.4	2 271.2	332.7	5.0	259.0
泥沼	1 291.0	1 300.2	1 311.5	1 321.0	1 496.6	1 634.2	152.6	2.7	252.1
河网	1 066.8	1 075.6	1 086.4	1 095.5	1 264.5	1 395.1	110.4	2.7	252.1

## 参考文献:

- [1] 李震宇. 交流特高压线路工程建设中的环境保护措施 [J]. 电力建设, 2010, 31(9): 34-38.  
LI Z Y. Environmental protection measures during construction of uhvac transmission line pilot project [J]. Electric Power Construction, 2010, 31(9): 34-38.
- [2] 陈伟, 魏化军, 温如春, 等. 高压交流、直流输电线路环境电场对比研究 [J]. 电力科技与环保, 2014, 30(1): 1-4.  
CHEN W, WEI H J, WEN R C, et al. Comparison research on the electric fields of high-voltage AC and DC transmission line [J]. Electric Power Technology and Environmental Protection, 2014, 30(1): 1-4.
- [3] 齐建召, 张国华. 500 kV 同塔双回输电线路电磁环境的影响因素分析 [J]. 河北电力技术, 2011, 30(3): 32-34.  
QI J Z, ZHANG G H. Electromagnetic environmental influence factors analysis on 500 kV double circuit transmission line [J]. Hebei Electric Power, 2011, 30(3): 32-34.
- [4] 王高益. 输电线路的环保设计 [J]. 四川电力技术, 2007, 30(5): 52-54+60.  
WANG G Y. Environmental design of transmission line [J]. Sichuan Electric Power Technology, 2007, 30(5): 52-54+60.
- [5] 国家能源局. 电网工程建设预算编制与计算规定(2013年版) [M]. 北京: 中国电力出版社, 2013.
- [6] 国家能源局. 电力建设工程预算定额(第四册 输电线路工程 2013年版) [M]. 北京: 中国电力出版社, 2013.
- [7] 国家能源局. 西藏地区电网工程预算定额(第三册 输电线路工程 2013年版) [M]. 北京: 中国电力出版社, 2013.
- [8] 中华人民共和国水利部. 水土保持工程概算定额 [M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2003.
- [9] 陈永贵, 罗布次仁, 次仁尼玛. 高海拔高寒地区输电线路施工环保措施 [J]. 电力建设, 2012, 33(5): 97-101.  
CHEN Y G, LUO B C R, C R N M. Environmental protection method for power transmission line construction in high-altitude alpine regions [J]. Electric Power Construction, 2012, 33(5): 97-101.
- [10] 刘生奎. 750 kV 永白输电线路杆塔及基础设计中的环保措施 [J]. 电网与清洁能源, 2012, 28(4): 52-56.  
LUI S K. Measures of environmental protection in design of foundation and steel tower for the 750 kV Yongdeng-Baiyin transmission line [J]. Power System and Clean Energy, 2012, 28(4): 52-56.
- [11] 陈建军. 架空送电线路山地基础的水土环保设计 [J]. 广东电力, 2014, 27(5): 109-112.  
CHEN J J. Fundamental design for soil and water environmental protection for overhead power transmission lines in mountainous region [J]. Guangdong Electric Power, 2014, 27(5): 109-112.

(责任编辑 郑文棠)