

Application of Cableway Construction Technology in Transmission Line Engineering

Huaide DING

Jiangsu Power Transmission Co., Ltd. Jiangsu Nanjing 210000

Abstract

The Tianwan Nuclear Power Plant Phase III ~ Yaohu 500kV Line Engineering Route passes through the Economic Development Zone, High-tech Zone, Haizhou District and Donghai County of Lianyungang City, Jiangsu Province. Among them, the pile number is BT5, BT15~BT18, BT27~BT30, and the 9 towers are located in the hillsides of the Sucheng Street, the Zhongyun Forest Farm and the Yuntai Hillside. There are three places, which are located in the mountains and steep in slope. Material transportation has become a key factor in the construction of the project. For the problem, we have adopted a single cable circulation type ropeway transportation scheme.

Key Words

Lines, Materials, Ropeways, Transportation

DOI:10.18686/dljsyj.v1i2.360

索道施工技术在输电线路工程中的应用

丁怀德

江苏省送变电有限公司, 江苏南京, 210000

摘要

田湾核电站三期~姚湖 500kV 线路工程线路途经江苏省连云港市经开区、高新区、海州区、东海县, 其中桩号为 BT5、BT15~BT18、BT27~BT30 共 9 基塔位分别位于经开区宿城街道旁山坡、中云林场、云台山坡上, 共三处, 地处高山, 坡度陡峭。材料运输成为该工程这几处施工的关键因素。针对问题, 我们采用了单索循环式索道运输方案。

关键词

线路; 材料; 索道; 运输

1.前言

近年来, 我国各项基础设施处在不断的建设中, 尤其是电力行业, 在发展的同时也面临着新的挑战。特高压输电工程, 作为电力行业一个重要的组成部分, 无论是在经济发展还是电力运输中都起着很重要的作用。随着特高压、大规模、高等级的输电线路建设, 越来越多的输电线路穿越高山峻岭。索道运输是一个必然趋势, 且索道运输具备操作简单经济性好的特点。

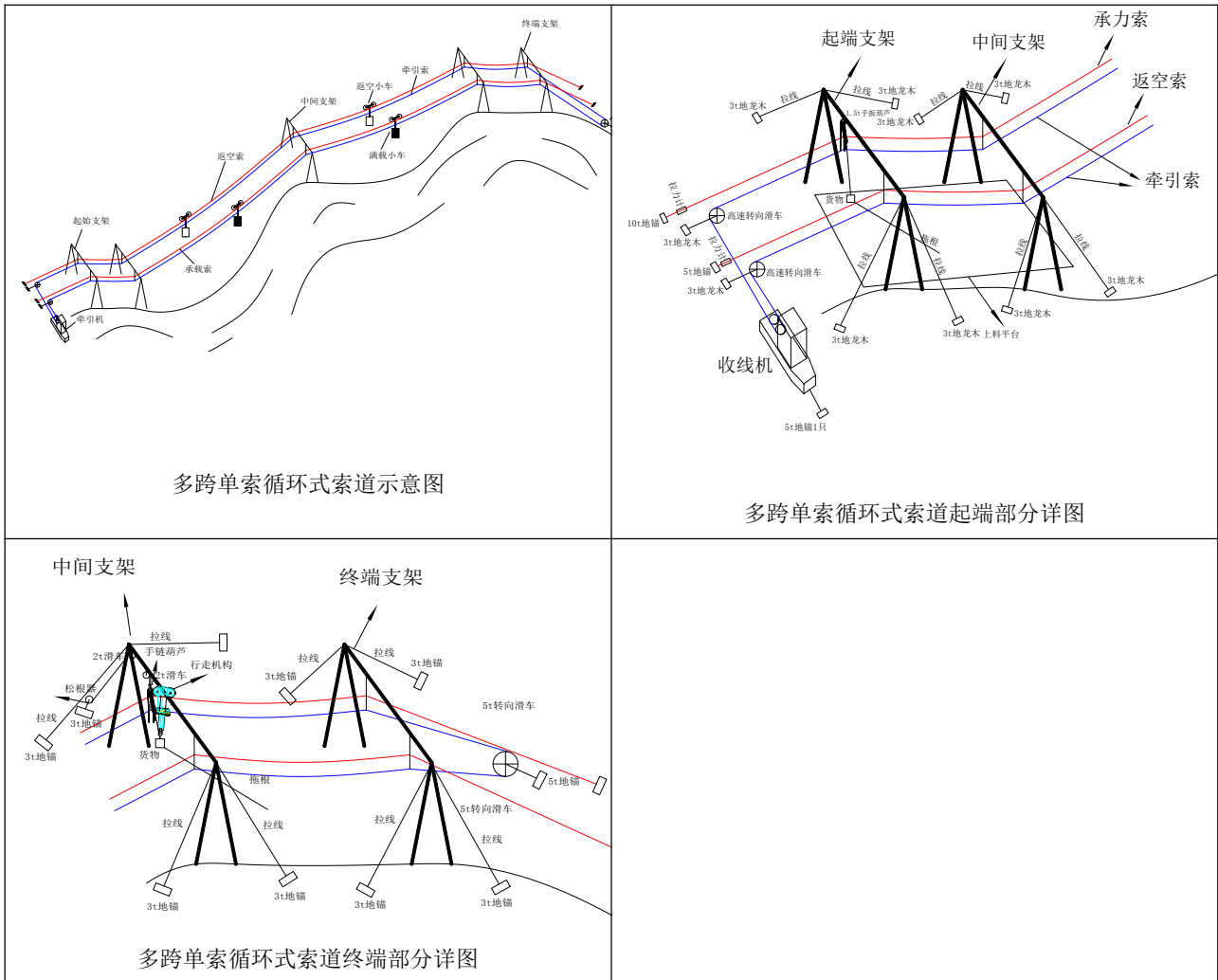
2.施工方案简介

结合现场地形、现有运输条件、施工组织安排及经济效益等方面来综合考虑, 本工程山上基础施工、铁塔

组立施工、架线施工材料运输采用多跨单索循环式索道。

多跨单索循环式索道包括支架部分(含起端支架、中间支架、终端支架)、承载索和返空索部分(含承载索、返空索、两端锚固系统)、环状牵引索部分(含牵引索、牵引索转向系统)、动力部分(小收线机)、行走机构部分、承载索和返空索支撑器部分共六部分。

多跨循环式索道运输具有运输量大、施工效率高、运输距离远、适用范围广等特点, 在整个索道系统中累计运输重量不超过 2t, 中间支架一般不超过 7 个, 每跨跨度一般不超过 600m, 弦倾角不超过 45°, 全长一般不超过 3000m 的远距离物料运输。



3. 索道选择原则

3.1 路径

① 索道沿线要避免与新建的电力线路、通信线、公路交叉。

② 能利用线路通道搭设的尽量选择线路通道, 减少林木砍伐, 植被破坏;

③ 索道要尽量连续, 减少周转, 支架要力求利用山包凸出位置设立;

④ 索道应尽量走直线, 如有转角, 角度应尽可能小, 转角角度不宜超过 6°, 最大不得超过 12°。

⑤ 相同条件下, 取高差较小的路径;

3.2 两端场地

① 装货点尽量靠近大运输车辆能到达的位置;

② 索道装卸点要尽量靠近塔位, 减少二次转运, 但

也要考虑到基础浇制的场地布置, 防止互相冲突。索道驱动装置宜设置在起点处, 若现场无法满足卸货条件, 通知项目部施工技术科, 根据实际情况分析解决;

③ 两端场地严禁建在有滑坡、塌方、洪水等灾害易发生的区域。

4. 索道荷载计算

4.1 承载索 (返空索) 的验算与选择

承载索有多个荷载作用, 间距为 S 时, 其最大水平张力按公式 3-1 计算:

$$T = \frac{Q}{8 \times f \times S / l^2 \times \cos^2 \beta - k_1 \times k \times S}$$

式中:

Q——集中荷载, N; S——行走小车之间距离;

β ——高差角; k——承载索的强度安全系数, 不小于 2.5;

k_1 ——承载索单位长度重量对其破断拉力之比， $1/m$ ； f ——承力索在重载下的档距中点最大弛度， m ，承载索在承重情况下，档距中点的最大弧垂应不小于档距的 4%，但不大于档距的 8%； l ——档距； T ——承力索在多个负载作用下， N ，最大水平张力。

4.2 牵引索的验算与选择

牵引索承受的最大拉力按公式 3-2 计算。

$$\sum P = P_1 + P_2 + P_3$$

(公式 2)

式中：

P_1 ——集中荷载 Q 在牵引索方向的分力，按照公式 3-3 进行计算。

$$P_1 = 4 \times \frac{f}{l} \times \cos^2 \beta \times \left(1 + \frac{h}{4 \times f} \right) \times Q$$

(公式 3)

P_2 ——载重滑车沿承载索滚动时摩擦力，此分力按照公式 3-4 进行计算。

$$P_2 = \mu_e \times Q \times \cos \beta \quad \text{其中 } \mu_e = \frac{\mu}{10} + \frac{\mu'}{r}$$

(公式 4)

式中：

μ 为滑车轴摩擦系数， $\mu = 0.02$ ； μ' 为滑车与承力索摩擦系数， $\mu' = 0.06$ ； r 为滑轮的半径， $r = 20$ 。

4.3 支架的选择和验算

支架上的总压力 $N_{\text{总}}$ 是验算支架受力的依据。双人字柱支架的每个撑杆下压力 N 按照公式 3-5 进行计算。

$$N = 1 / \cos(\gamma/2) \times (G/4 + Q/2 + H/2 \times \tan \alpha + g) / 2$$

(公式 5)

式中：

G ——承载索和返空索重量； H ——承载索和返空索的水平张力产生的垂直下压力； g ——支架拉线对支架的垂直下压力，由于支架为双人字架结构，不考虑打拉线，故取 $g = 0$ ； α ——承载索和返空索后侧固定拉线与地平面间的夹角，此处取值为 45° ； γ ——人字形支柱两支柱间的张角，以 $30^\circ \sim 40^\circ$ 为宜，此处取值为 30° 。

4.4 地锚抗拔力的计算

$$T_0 = \frac{V_t \rho_0}{K_1} \geq T \sin \theta$$

$$V_t = h[ld + h(d+l)tg\alpha + \frac{4}{3}h^2tg^2\alpha]$$

式中：

T_0 ——地锚抗拔力， N ； V_t ——拔出土的体积， m^3 ；

ρ_0 ——土壤计算容重，； T ——上拔牵引力， N ； K_1 ——土壤稳定安全系数； h ——地锚有效埋深； d ——地锚宽度； l ——地锚长度； α ——土块的抗拔角 20° ； θ ——马道角。

5. 索道架设技术

5.1 地锚埋设

地锚是索道系统的重要组成部分，地锚埋设的好坏直接影响到索道运行的安全。地锚坑的位置应避免不良的地理条件，如受力侧前方有陡坎及新土的地方。

5.2 支架安装

支架为分段结构，重量较轻，直接采用人力搬运到支架的组立位置上去。测设支架拉线坑位置，拉线按八字拉线布置，支架组立后拉线对地夹角不大于 45° ，拉线坑深粘性土质条件下不小于 $2m$ ，埋设抗拔力为 $3t$ 的地龙木，支架的每个人字腿利用其抱杆帽整体组装好。支架组立好后，调整支架腿底脚，尽量使支架腿底脚受力良好，横梁处于水平状态，并将支架腿上的拉线移至横梁上的拉线孔重新安装并调整好，支架腿内侧的拉线拆除，支架组立好装上支撑器。

5.3 架设牵引索

人力展放牵引索钢丝绳，放牵引索时双环头展放，便于以后利用牵引索展放返空索和承载索。在人力展放过程中，当牵引索到达支架时，将绳索放入支撑器的下滑车内，继续向前展放，牵引索展放完成后在终端安装反向滑车并利用收线机前的牵引索转向滑车地锚及手拉葫芦对牵引索进行收紧，然后在收线器前进行插接，使其环状连通。

5.4 展放返空索

在起始端用 5 个马鞍夹头把返空索绳头和牵引索固定，同时要给固定处的返空索加配旋转连接器，防止两绳互相缠绕。将要展放的返空索缠绕在缓松器上，用人工控制慢速往出送，用收线机(绞磨)慢速牵引。当返

空索绳头接近中间支架时,要派人将马鞍夹头通过支撑器滑轮,并将返空索置入滑车。把返空索拉到终端后和地锚套连接,回头用马鞍夹头固定,把返空索从各支架的滑车移入支撑器。返空索紧线时,起始端的支撑器旁边重新挂滑车,索道终端的支架不重新换滑车,然后利用滑车进行返空索的收紧。滑车挂在支撑器鞍座槽等高的附近,并将返空索移入滑车内,利用滑车组和收线机把返空索收紧并固定在地锚上。

5.5 展放承载索

返空索安装好后,返空索和牵引索就已经构成一个简易的索道,就可以把行走滑车挂在返空索上,再在行走滑车上挂上承载索,用缓松器控制,把承载索牵引到终端,在各支架把它归位到支撑器。在终端将承载索和地锚套固定。按照返空索安装的方法把承载索收紧,固定在地锚上。

6. 索道架设施工及拆除注意事项

6.1 索道架设施工注意事项

①采用钢丝绳作为承载索和返空索时,由于钢丝绳的伸长较大,运行时,需要不断收紧钢丝绳,为了方便,在承载索和地锚之间加装 10 吨链条葫芦进行长度调节。

②用牵引索机械展放返空索和承载索时,严禁返空索和承载索直接从线盘上放出,必须加装缓松器,防止线盘失控伤人。

③砍伐通道时,一定要派专人进行监护,提前判断好树倒的方向,并选择好人员撤离路线,防止树倒伤人。

④施工时,要防止钢丝绳扭结,影响钢丝绳的使用寿命,展放钢丝绳时,钢丝绳一定要用绳盘+摇篮架(坐地式放线盘)配合使用,严禁直接将钢丝绳从绳盘上解圈。

6.2 索道拆除注意事项

①当有多级索道时,必须先拆除上一级索道,将上一级索道的设备、索运回后,再拆除下一级索道。

②如果收线机安装在高处时,要在山上平台拆除前,先拆运高处收线机,并在低处安装一台绞磨,将高处的收线机用索道运下山。

③承载索和返空索的拆除在起始端先用手扳葫芦将承载索和返空索和地锚套子的连接 U 型环卸掉,用手扳葫芦慢慢松出去,在钢丝绳张力减小后,将钢丝绳和绞磨连接,再在终端用手扳葫芦将钢丝绳松出,用尼龙绳控制将钢丝绳松至基本落到地面无力后,在起始端用绞磨机将钢丝绳抽回,盘在线盘上。

④牵引索的拆除把循环牵引索的插接处用收线机拉到收线机旁,然后利用手扳葫芦和卡线器使接头处不受力,并在原来插接处把牵引索切断,用手扳葫芦慢慢放松牵引索,手扳葫芦行程不够时,可以改用绞磨,等到牵引索不受张力以后拆下卡线器,然后用收线机把牵引索不断收回,并缠绕到线盘上。

⑤拆除索道时,严禁在不松张力的情况下,直接把绳索剪断。

参考文献

- 《架空索道工程技术规范》(GB 50127-2007)
- 《货运架空索道安全规范》(GB 12141-2008)
- 《电力建设安全工作规程 第 2 部分: 电力线路》(DL 5009.2-2013)
- 《架空输电线路施工专用货运索道》(Q/GDW 11189-2014)
- 《输电线路工程货运架空索道运输施工工艺导则》(Q/GDW 1418-2014)