

架空线路钢管杆经济设计条件的探讨

罗 良

广州鲁洋电力工程设计有限公司 广东广州 510000

摘要: 在城区输电线路中, 钢管杆已经被广泛的应用。影响钢管杆造价的因素很多, 如安全系数, 水平档距, 呼高等。在实际工程中, 由于钢管杆设计人员的随意性, 由此致使设计结果存在较大的差异。为了节省工程投资, 以达到较好的经济目的, 本文就韶关地区, 结合工程实际, 以相应的线路设计数据为模型, 得出钢管杆较经济的设计使用条件。

关键词: 架空线路; 钢管杆; 安全系数; 档距; 呼高

Discussion on the economic design condition of overhead line steel tube

Liang Luo

Guangzhou Luyang Power Engineering Design Co., Ltd. Guangzhou 51000, Guangdong

Abstract: Steel tubular poles have been widely used in urban transmission lines. There are many factors that affect the cost of steel pipe poles, such as safety factors, horizontal span, and height. In practical engineering, there are great differences in design results due to the randomness of steel tube pole designers. In order to save the project investment and achieve a better economic purpose, this paper takes the corresponding line design data as the model in the Shaoguan area, combined with the project practice and obtains the more economical design conditions for the steel pipe pole.

Keywords: Overhead lines; Steel pipe pole; Safety factor; Span; Height

前言:

城市电力线路属于城市市政公用工程管线, 应该与路灯、排水、燃气等工程管线, 以及行道树木等统筹规划和配合。随着韶关市用电量的增长、市政道路的建设以及规划地块的开发等, 越来越多的电力线路需要建设。但由于资金、技术和管理难度因素的影响, 输电线路还是以架空的形式为主。城郊输电线路虽然不长, 但线路走廊狭小, 规划要求高, 跨越与临近建筑物也较多, 传统的角钢塔无法满足其要求。钢管杆以其占地少、基础不影响其他管线的敷设、造型美观、施工安装方便以及与电缆工程相比工程造价低等优点, 得到社会各界的普遍认同及广泛应用。为了节约资源, 本文针对韶关市区110kV双回路钢管杆的设计, 以相应的数据设计模型, 进行数据分析对比, 找出钢管杆的经济设计使用条件及其规律。

1 线路测算模型的建立

1.1 模型的设计条件

本次计算杆塔型式为110kV双回路自立式钢管杆, 导线选用1×JL/G1A-300/40钢芯铝绞线, 地线选用JLB40-100铝包钢芯铝绞线, 气象条件选用韶关市城区气象条件组合(见表1)。考虑城网的交叉跨越较多, 本模型选取导线对地最小距离为10m; 导线安全系数分别取4~10; 直线杆呼高为18m, 21m, 24m三种, 耐张杆呼高取18m, 21m两种。设计基本风速取23.5m/s, 覆冰0mm。

1.2 假定条件

在建立的数字模型中, 为了便于统计分析, 本次计算选取线路长度为5km, 选取耐张杆3基, 选取30~60°杆型, 地型为100%平地; 主材中导线、地线及金具、绝缘子等对工程造价影响较小, 不予考虑; 基础工程对造价也有一定的影响, 下面只做简单的定量比较。为了便于计算, 本模型计算仅针对杆塔数量级重量的变化来衡量线路的经济性。从而选择出较经济的线路档距、经济呼高及安全系数的组合。

2 线路模型计算

本次计算选取杆塔塔头尺寸在韶关市运行已有多年经验，直线塔最长横担为2.5m，上下横担间距为3.8m。由于本次计算假定对地安全距离一定，找出档距、杆塔呼高与安全系数的关系。档距与安全系数的变化对塔头尺寸有一定的影响，为了便于计算，不考虑塔头尺寸的变化。

绝缘子选取通用图纸中的串长，直线串长取2.0m；导线对地最小安全距离取10m^[2]。

2.1 各安全系数下，档距与呼高的关系

直线塔呼高按18m、21m、24m考虑，分别得出对应的最大弧垂为6m、9m、12m。

在导线各安全系数下（4~10），分别计算出最大弧垂下的使用代表档距。

2.2 各安全系数下对应杆塔呼高的水平档距及垂直档距

杆塔水平档距取其对应的代表档距，可适当增加，根据杆塔设计规律，一般取十的整数倍。由于钢管杆主要用于城区，垂直档距可较水平档距增大50~80m^[1]。

各安全系数下对应杆塔呼高的水平档距及垂直档距如下表（m）：

| 安全系数 \ 呼高 | 18m | | 21m | | 24m | |
|-----------|------|------|------|------|------|------|
| | 水平档距 | 垂直档距 | 水平档距 | 垂直档距 | 水平档距 | 垂直档距 |
| 4 | 260 | 320 | 320 | 380 | 380 | 450 |
| 5 | 240 | 300 | 300 | 350 | 350 | 400 |
| 6 | 220 | 280 | 260 | 320 | 300 | 350 |
| 7 | 200 | 250 | 250 | 300 | 280 | 330 |
| 8 | 200 | 250 | 240 | 300 | 280 | 330 |
| 9 | 180 | 230 | 220 | 280 | 260 | 310 |
| 10 | 180 | 230 | 220 | 280 | 250 | 300 |

3 钢管杆计算

根据上述规律，为了适当的减少杆塔的计算工作量，我们适当的减少安全系数，按照韶关市区的气象条件进行了钢管杆的计算，共计算了5安全系数下（4、5、6、8、10）塔3种呼高的15个杆型和耐张塔2种呼高的10个杆型。

钢管杆计算软件我们选取北京道亨公司的钢管杆设计软件，本软件已经在各设计院及钢管杆生产厂家广泛使用。参考国家电网及南方电网相关的钢管杆的典型设计杆塔^[3]，我们归纳出：

直线杆稍径一般为300mm左右，耐张杆稍径略大；

直线杆斜率一般为1/70~1/75；

转角及终端杆斜率：0~30° 为1/55左右；30~60° 为1/40~1/50；60~90° 为1/35~1/40^[4]。

钢管杆计算过程中，稍径及斜率的规定对钢管杆重量的影响较大，因此，本次计算参考典型设计的数值，能够较准确的优选出各安全系数下各种呼高杆塔的经济重量。

各安全系数下对应呼高的钢管杆重量如下表（kg）：

| 安全系数 \ 呼高 | 直线杆 | | | 耐张杆（60） | |
|-----------|--------|--------|--------|---------|---------|
| | 18m | 21m | 24m | 18m | 21m |
| 4 | 5131.5 | 5745.7 | 7375.6 | 15047.4 | 19129.5 |
| 5 | 4122.8 | 5440.6 | 6887.7 | 12559.2 | 16157.2 |
| 6 | 3981.7 | 5075.7 | 6385.2 | 10882.6 | 13481.6 |
| 8 | 3939.3 | 4735.1 | 6205.1 | 8579.9 | 10821.1 |
| 10 | 3748.4 | 4656.9 | 5806.3 | 7375.4 | 9463.5 |

4 计算模型内杆塔使用情况

本次计算选取线路长度为5km，地形为100%平地，不考虑交叉跨越。故排杆时，我们可简单的选取对应杆塔呼高时的代表档距，按耐张段等分立塔，最后统计出不同安全系数下，各种呼高杆塔组合的使用重量。

不同安全系数下，各种杆塔呼高组合情况：

| 组合情况 | 杆塔型号 | 呼高（m） | K=4 | | K=5 | | K=6 | | K=8 | | K=10 | |
|------|------|-------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|------|--------|
| | | | 数量 | 塔重（T） | 数量 | 塔重（T） | 数量 | 塔重（T） | 数量 | 塔重（T） | 数量 | 塔重（T） |
| 一 | 直线 | 18 | 18 | 137.51 | 20 | 120.13 | 23 | 124.22 | 26 | 128.12 | 29 | 130.83 |
| | 耐张 | 18 | 3 | | 3 | | 3 | | 3 | | 3 | |
| 二 | 直线 | 21 | 14 | 137.83 | 15 | 130.08 | 18 | 131.81 | 21 | 131.9 | 23 | 135.5 |
| | 耐张 | 21 | 3 | | 3 | | 3 | | 3 | | 3 | |
| 三 | 直线 | 24 | 12 | 145.9 | 14 | 144.89 | 15 | 136.22 | 17 | 137.95 | 19 | 138.71 |
| | 耐张 | 21 | 3 | | 3 | | 3 | | 3 | | 3 | |

通过对上述5种安全系数下杆塔组合的各组数值进行对比分析,当安全系数取5时,杆塔总重量较小,其中组合一杆塔重量最小,为120.13吨;组合二次之,为130.08吨。但组合一使用杆塔数量为23基,组合二数量为18基。综合考虑杆塔施工费、基础工程等费用,组合二比组合一的经济性更好。此时,杆塔呼高为21m,代表档距为280m左右。

5 结论

在线路的实际设计过程中,由于受交叉跨越距离要求、地形地貌等外部环境的影响,线路的水平档距和杆塔呼高都随着改变,其工程造价会与理想线路模型造价有所出入。但是通过对上述数据的对比分析我们得出如下结论,可具有一定的参考性。

结论:

(1) 在以平地为主的城市电网110kV钢管杆线路设计中,在耐张塔不太多的情况下,推荐选取钢管杆的设

计使用条件为:呼高21m,安全系数为5,经济档距为280m左右。

(2) 安全系数的变化,对耐张杆重量的影响更为明显,当线路中转角杆较多时,我们可适当的增大安全系数,来降低工程造价。

(3) 当安全系数取值较大时,相应的增大直线杆呼高,工程造价会相对应的较低。

参考文献:

[1] 电力工程高压送电线路设计手册[M].第2版.张殿生.北京:中国电力出版社,2002.

[2] 110kV ~ 750kV 架空送电线路设计技术规范. GB 50545-2010.

[3] 国家电网公司输变电工程通用设计-110(66)kV 输电线路分册.中国电力出版社,2011.

[4] 110kV 钢管杆设计的几点思考.沈才元,章志鸿.华东电力.2003.