

斜柱基础顶面及塔座板倾斜处理的研究及应用

房向日¹, 王伟煌², 刘宏滨¹

(1. 中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司, 广州 510663; 2. 广东天联电力设计有限公司, 广州 510663)

摘要: 中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司研发的新型等截面斜柱基础主柱顶面及塔腿座板倾斜处理的研究及应用是为降低送电线路基础造价, 并解决施工、运行和维护中的问题。其成果在国内输电行业处领先地位, 由于在结构上的创新和理论上的突破且解决了工程应用问题, 获2007年度电力工程设计专有技术。

关键词: 基础主柱; 主柱顶面; 塔腿座板; 地脚螺栓

中图分类号: TU470

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2016)S1-0148-03

Research and Application on Tilting Top Surface and Tower Leg Base Plate of Inclined Footing Foundation

FANG Xiangri¹, WANG Weihuang², LIU Hongbin¹

(1. China Energy Engineering Group Guangdong Electric Power Design Institute Co., Ltd., Guangzhou 510663, China;

2. Guangdong Tianlian Electric Power Design Co., Ltd., Guangzhou 510663, China)

Abstract: The research and application on tilting column top surface and tower leg base plate developed by Guangdong Electric Power Design Institute is to reduce the foundation cost of transmission lines and resolve construction, operation and maintenance problems. The results were initiated first in domestic transmission line industry. According to structure innovation and theoretical breakthrough, it has solved the engineering problems breakthrough, and obtained power engineering design proprietary technology in 2007.

Key words: foundation column; top surface of the column; tower leg base plate; anchor bolt

中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司近年来对架空送电线路铁塔基础在优化设计过程中遇到的关键技术进行了专门研究, 经方案论证提出了新型等截面斜柱基础, 如图1所示, 此种基础型式已在架空送电线路工程中得到应用^[1], 实践证明效果显著, 在国内同行业处领先地位。其主要特点是铁塔与基础主柱的连接采用传统的地脚螺栓连接方式, 基础主柱顶面、塔腿座板采用倾斜处理后与铁塔主材垂直从而使铁塔基础作用力直接传入基础的底部, 使基础受力状况得到改善。



图1 等截面斜柱基础

Fig. 1 Constant section inclined column foundation

1 基础主柱顶面、塔腿座板倾斜处理方案

通过基础柱顶面及塔腿座板的倾斜处理使基础主柱顶面、塔腿座板与铁塔主材垂直, 实现塔腿主材与基础主柱的连接采用传统的地脚螺栓连接方式, 且地脚螺栓不用火曲的目的。这样的处理使铁塔基础作用力直接传入基础的底部, 基础受力得到改善。由于垂直于基础主柱方向的作用力的减少,

收稿日期: 2016-02-01

作者简介: 房向日(1964), 男, 广东广州人, 高级工程师, 学士, 主要从事电力电网设计研究工作(e-mail) fangxiangri@gedi.com.cn。

不但使基础侧向的倾覆稳定性得到显著提高, 基础主柱截面积也可减小, 只要适当加大基础埋深, 充分利用土体重抵抗上拔力, 就可使其与同条件下其它基础相比减少混凝土约达 35% 以上, 同时解决了铁塔主材斜插式基础诸多问题^[2]。

2 关键技术及主要创新点

通过图 2, 说明等截面斜柱基础的关键技术及主要创新点有以下几点^[3]。

2.1 关键技术

铁塔基础作用力直接传入基础的底部, 使基础受力状况得到了改善。可以减少垂直于基础主柱方向的作用力约 50%, 而基础轴向作用力仅增加 1%~2%, 使基础主柱、底板受力状况得到改善, 结构型式先进。

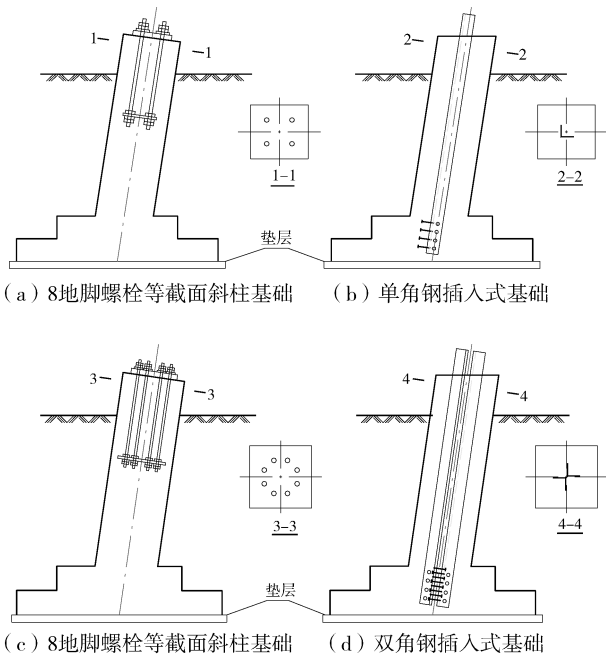


图 2 等截面斜柱基础与插入角钢基础图

Fig. 2 Constant section inclined column foundation & double angle steel inserted foundation

由于垂直于基础主柱方向的作用力的减少, 不但使基础侧向的倾覆稳定性得到显著提高, 基础主柱截面积也可减小, 只要适当加大基础埋深, 充分利用土体重抵抗上拔力, 就可使其与同条件下其它基础相比减少混凝土量约达 35%。

由于垂直于基础主柱方向的作用力的减少, 使基础偏心荷载减小, 基础底板应力接近均匀, 基础

底板尺寸大大减少, 与同条件下传统板式基础相比可降低基坑挖方量。

2.2 主要创新点

将常规的插入角钢基础通过基础柱顶面及塔腿座板的倾斜处理使基础主柱顶面、塔腿座板与铁塔主材垂直, 实现塔腿主材与基础主柱的连接采用传统的地脚螺栓连接方式, 且地脚螺栓不用火曲。其目的是: (1) 适用于输电线路各种电压等级的各种塔型的开挖基础和原状土基础; (2) 基础施工不受斜插式角钢加工周期的制约、施工工艺易控制, 有效缩短建设周期^[4]。

3 与当前国内同类技术综合比较

新型等截面斜柱基础由于结构合理、指标优异, 近几年来在送电线路工程中得到广泛应用, 已经是一种比较成熟的基础型式。

以我院设计完成的 500 kV 长沙至揭阳 II 回输电线路双角钢, 8 地脚螺栓的 SZ348 为例^[5], 主材为双角钢 $2 \times L200 \times 16$; 基础作用力(标准值): 上拔 $T=1\ 622\ \text{kN}$, $P_x=286\ \text{kN}$, $P_y=272\ \text{kN}$; 下压 $N=2\ 216\ \text{kN}$, $P_x=369\ \text{kN}$, $P_y=350\ \text{kN}$, 在硬塑的粘土地质条件为计算依据, 具体如表 1 所示。

表 1 不同基础型式的技术指标对比表

Tab. 1 Comparison of technical indexes

基础型式	埋深×底板宽× 主柱宽/m	C20/ m ³	C7.5/ m ³	基础钢 材/kg	挖土方 量/m ³
等截面斜柱基础	3.9×4.6×1.0	13.25	1.10	2 172	82.50
插入式基础	4.0×4.3×0.8	13.74	0.97	1 427	73.96
直柱板式基础	3.5×5.0×1.0	19.95	1.30	2 024	87.50
刚性台阶基础	3.2×5.2×1.4	32.76	0	283	86.50
掏挖式基础	计算无解	—	—	—	—
挖孔桩	9.5×1.6×1.6	27.94	0	992	26.94

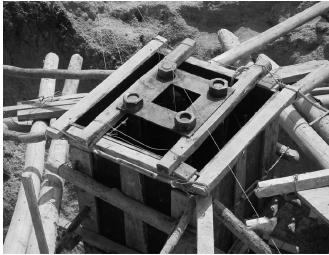
由表 1 可知, 等截面斜柱基础与插入式基础混凝土指标接近, 而比其他基础型式节省了 33.5%~60%, 基础钢筋指标比刚性台阶基础和掏挖基础高, 而比直柱柔性基础低, 由于混凝土指标是影响基础造价的主要因素, 综合来说, 新型等截面斜柱基础的经济指标最优。

4 应用及推广

我院研究的新型等截面斜柱基础已应用于南方电网公司、广东电网公司多个工程中^[6], 如表 2 所

示。实践证明此种基础具有良好的经济和社会效益,为今后在国内推广应用取得宝贵经验。

新型等截面斜柱基础工程实例^[7]如图3所示。



(a) 施工验收



(b) 浇筑验收



(c) 投产验收

图3 工程实例

Fig. 3 Engineering example

5 结论

表2 实际工程应用表

Tab. 2 Applied engineering list

项目名称	地址	规模	投产时间
500 kV 长沙至揭阳 II回输电线路 广东电网公司	梅州	4×400 导线最大设计 风速 $V_{\max} = 35$ m/s 双回路	2005. 12
500 kV 台山电厂 至香山输电线路 广东电网公司	中山	4×720 导线最大设计 风速 $V_{\max} = 40$ m/s 双回路	2005. 12
500 kV 肇庆至 花都输电线路 南方电网公司	广州	4×720 导线最大设计 风速 $V_{\max} = 32$ m/s 双回路	2006. 6
500 kV 港城至 茂名输电线路 广东电网公司	湛江	4×720 导线最大设计 风速 $V_{\max} = 40$ m/s 双回路	2006. 11
220 kV 兴达电厂至 兴宁站输电线路 广东电网公司	梅州	2×300 导线最大设计 风速 $V_{\max} = 25$ m/s 双回路	2006. 5

通过对“新型等截面斜柱基础主柱顶面及塔腿座板倾斜处理的研究及应用”,得出如下结论:

1)掌握了等截面斜柱基础柱顶面及塔腿座板的倾斜处理技术。基础柱顶面及塔腿座板倾斜处理适用于输电线路各种电压等级的各种塔型的开挖基础和原状土基础。等截面斜柱基础能大幅度降低基础混凝土用量约达35%,施工不受斜插式角钢加工周期的制约、施工工艺易控制,能有效缩短建设周期,社会及经济效益显著。

2)解决了传统的斜插板式基础的施工麻烦的难题。传统的斜插式基础与塔腿主材的连接可采用主材直接插入主柱或者将地脚螺栓火曲后进行施工。此两种方法均有相当的局限性,前者受到插入角钢加工周期的制约、施工工艺易难控制,后者则由于地脚螺栓要火曲,对于高强钢材此项工艺不容易控制,而且火曲也带来加工周期的增大。

上述工程投运以来运行情况良好,实践证明新型等截面斜柱基础通过主柱顶面及塔腿座板倾斜处理能有效缩短建设周期,确保工程如期完成,并符合技术先进、安全可靠、经济适用的要求,为降低工程造价起到重要作用,在国内同行业处领先地位,社会效益显著等诸多优点,在超高压送电线路工程具有良好的应用前景。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. 架空送电线路基础设计技术规定: DL/T 5219—2005 [S]. 北京: 中国电力出版社, 2005.
- [2] 刘宏滨, 李敏生, 房向日, 等. 超高压送电线路新型等截面斜柱板式基础承载力试验 [J]. 电力建设, 2009, 35(10): 37-39, 70.
LIU H B, LI M S, FANG X R, et al. Bearing capability test of new plate type foundation with equal section column used in EHV transmission line [J]. Electric Power Construction, 2009, 35(10): 37-39, 70.
- [3] 刘宏滨, 何天胜, 房向日, 等. 新型等截面斜柱基础上拔水平承载力试验研究 [J]. 电力勘测设计, 2013, 68(2): 58-64.
- [4] 郭金根, 刘宏滨. 送电线路等截面斜柱基础的设计及应用 [J]. 广东输电与变电技术, 2009, 53(4): 66-68.
- [5] 谢斌. 等截面斜柱基础在送电线路工程中的应用 [J]. 红水河, 2008, 27(2): 58-64.
- [6] 杨超. 浅谈500 kV港茂输电铁塔等截面斜柱基础的施工 [J]. 电力建设, 2006, 27(9): 27-29, 32.
- [7] 孙德新, 任同济, 刘宪敏, 等. ±800 kV云广直流等截面斜柱基础施工工艺 [J]. 江西电力, 2008, 32(6): 27-29, 32.

(责任编辑 黄肇和)