

# 输电线路铁塔纠偏的实例分析

Analysis about Deflexion Rectification of Transmission Line Tower

邹锡兴, 章胜南, 朱伟江, 周宏

(浙江华隆岩土工程有限公司, 杭州 310014)

**摘要:** 某输电线路铁塔产生明显的偏斜, 需要纠偏加固。考虑铁塔各塔脚的受力特征以及在纠偏过程中塔身的变形现象, 分析铁塔偏斜的主要原因, 通过比对不同的纠偏方案, 最后采用更为合理的锚杆静压桩对基础进行加固和抬升纠偏。抬升过程中的监测数据表明, 塔身偏斜是由于塔脚填土不均匀以及塔身受力差异造成的, 同时也间接推断出塔身在线路架设前已有偏斜以及塔身变形产生的塔头的偏移量。施工结果表明纠偏效果较好。

**关键词:** 铁塔; 锚杆静压桩; 纠偏; 抬升

中图分类号: TM754

文献标识码: B

文章编号: 1007-1881(2008)06-0030-03

## 1 铁塔偏斜状况

某110 kV 输电线路铁塔为小角度转角塔, 根开6530 mm × 6530 mm, 采用四个独立基础, 塔高27 m, 基础设计埋深2.0 m。周围由于公园建设, 在西侧两塔脚堆土, 造成西侧两塔脚的基础埋深最深处达3 m以上。期间发现铁塔产生较大的偏斜, 塔头向一侧偏斜达90 cm, 且发现塔身有少许变形, 需要对该塔进行纠偏处理。现场测量各塔脚的相对下沉量及设计相对高差如表1所示(以2号脚为基准), 塔基平面图以及塔脚编号如图1所示。

表1 铁塔各脚的相对高差及埋深

塔脚	1号	2号	3号	4号
高差设计值	4	0	4	6
高差测量值	-13.8	0	0.6	-13.2

假设塔身未变形, 可以根据测量到的各塔脚的高差, 利用相似三角形原理粗略计算塔头的偏斜量:

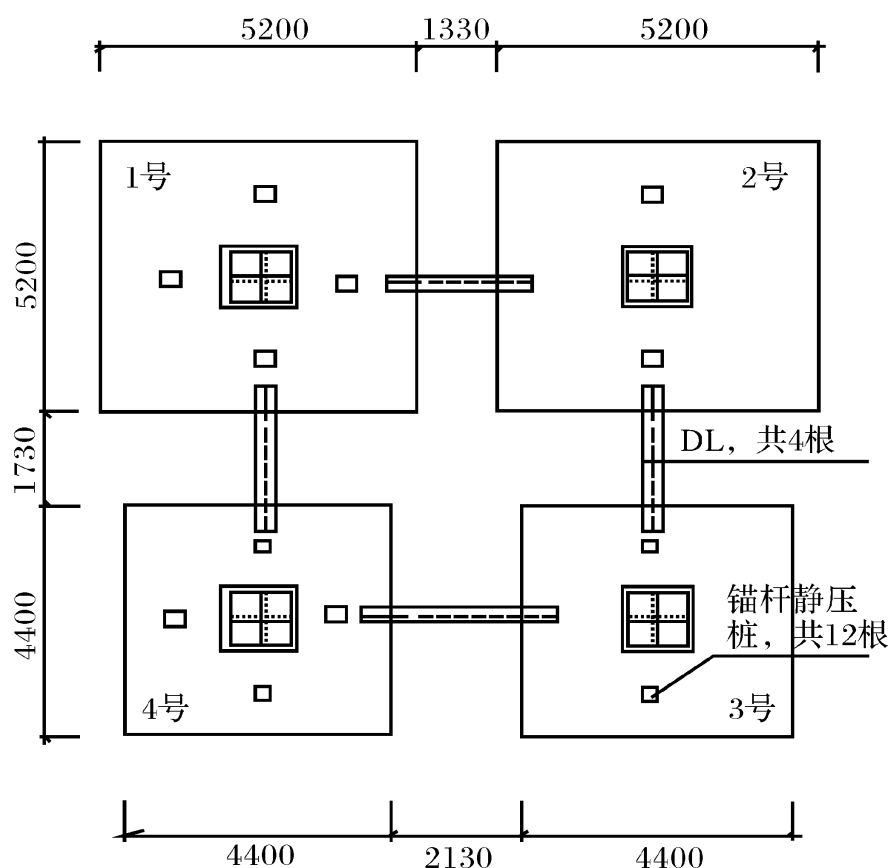


图1 地梁、锚杆静压桩的平面布置图

$$D_{cal} = \frac{H \times (h_1 + h_4) / 2}{L_{12}} = \frac{27 \times (17.8 + 19.2) / 2}{6.53} = 76.5 \quad (1)$$

式中:  $D_{cal}$  为抬升前计算的塔身未变形时的塔头水平位移;  $H$  为铁塔设计标高;  $h_1$  为1号脚相对2号脚的累计下沉量;  $h_4$  为4号脚相对2号脚的累计下沉量;  $L_{12}$  为1号脚和2号脚水平距离。

实际测量的塔头向西偏移90 cm。所以可以推算出由于塔身变形造成塔头向西偏移  $90 - 76.5 = 13.5$  cm。

塔基土层共6层。1层为人工填土，厚2.70 m；2层为粉质粘土，厚约8.30 m；3层为淤泥与粉细砂互层(千层土)，厚6.00 m；4层为淤泥，厚7.00 m；5层为淤泥质粘土，厚11.10 m；6层为砂砾石。层面埋深35.10 m。

## 2 纠偏方案的选定

纠偏有抬升和迫降法2种方法，迫降法可以迫降2和3号脚，但需要较大的工作区间，由于该塔位于公园内不容易施工，也会增加土方的开挖量。同时迫降后仍然需要对地基进行加固，将对1、4号脚产生影响。而抬升法需要的工作区间相对较小，土方开挖量也较少。选用锚杆静压桩进行纠偏和加固，纠偏和加固的目的可以同时达到。

根据表1各塔脚的相对高差情况，设计抬升1和4号脚。两脚设计抬升量分别为17.8 cm和19.2 cm，并根据抬升情况适当增加抬升量。抬升力为基础的重量、铁塔的重力、侧壁土摩擦力以及基础底面吸力。考虑到抬升的实际情况，抬升1、4号脚时设计4处压桩孔，2和3号塔脚设计两处压桩孔，短桩桩长2.0 m，抬升脚短桩断面尺寸0.3 m × 0.3 m，非抬升脚0.25 m × 0.25 m。设计单桩承载力40 t，压桩深度设计25 m并以现场压桩力确定。各独立基础之间相对位移大于10 cm时设置地梁。地梁、锚杆静压桩的平面布置图如图1所示。

工程施工流程图如图2。施工中应对塔身以及塔脚进行监测，防止塔脚由于基础以上土体挖除、载荷卸除而引起各独立基础的升降以及塔身可能产生变形。

## 3 施工过程

土方开挖结果表明，1-4号脚的实际埋深分别320 cm、153 cm、142 cm和281 cm。即1、4号脚的埋深远大于2和3号脚。压桩结果表明当压桩长度在25 m左右时达到设计的压桩力。抬升过程中，当1、4号脚的抬升量分

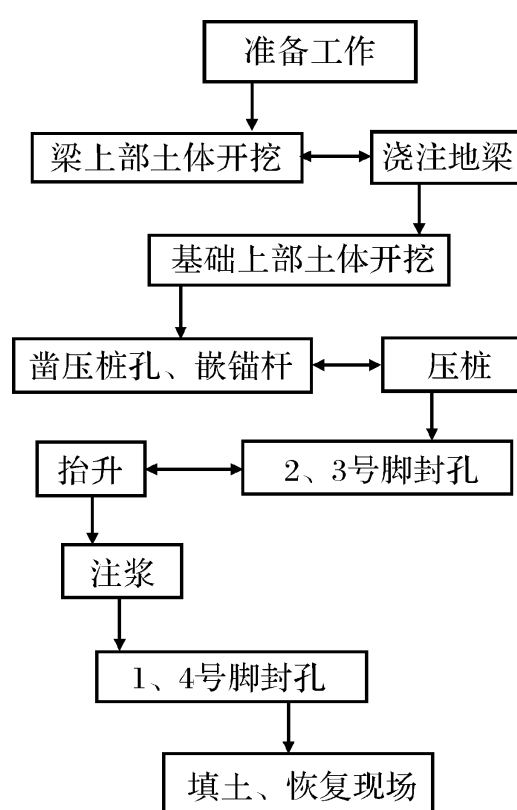


图2 施工方案流程图

注：“ ”箭头表示以时间先后从上自下的施工顺序，箭头“\”的两个工序可以同时或循环进行。

别在13.1 cm和12.6 cm时发现塔身上部变形加大，于是停止抬升。观察1、4号脚侧相邻的铁塔，发现悬摆偏向该塔，进过现场量测调整了该侧导向的长度。之后继续抬升，最终抬升量为1号脚19.6 cm，4号脚19.9 cm，分别大于设计抬升值1.8 cm和0.7 cm，塔头向反方向偏斜5.0 cm。

同样假设塔身未变形的条件下塔头向反方向的偏斜量为：

$$D_{\text{last}} = \frac{27 \times (19.6 - 13.8 + 19.9 - 13.2) / 2}{6.53} = 25.8 \text{ cm}$$

由此可以得出塔身变形产生的塔头偏斜为  $25.8 - 5 = 20.8$  cm，由于抬升监测不到位造成的塔头向西侧偏移量为  $20.8 - 13.5 = 7.3$  cm。

工程施工结束后还要做好塔身沉降、偏斜以及变形的监测工作。恢复现场后，桩、土以及铁塔还要经历应力调整期，这种应力调整可能会引起塔脚的部分下沉，但预计下沉量会很小，不会影响塔身的正常工作。但由于季节温差的变化，导线对塔头的拉力可能会造成塔身上部的再次变形，因此在施工结束后还要做好各种监测工作，特别是对塔身变形的监测，防止塔身在导线应力作用下再次向西偏斜。

## 4 塔身偏斜原因探讨

由于塔基基础相对较小，从压桩力分布来

看说明地层分布均匀。但由于公园建设后1 号和4 号脚堆土较厚, 对基础的压力可能引起基础的不均匀下沉。以2 号脚为基准, 其他三只脚均相对下沉, 3 和4 号脚在内侧受压, 另外线路设计中导线对塔身的拉力1、4 号脚侧大于2、3 号脚侧, 从相对沉降量来看, 1、4 号脚的相对沉降量远远大于3 号脚, 说明1、4 号脚基础所受压力大于3 号脚。抬升过程中在1 和4 号脚低于2 号脚时发现塔头开始向1 和4 号侧扭曲, 此时两脚的抬升量分别为13.1 cm 和12.6 cm。对线路的测量和踏勘表明1、4 号脚侧线路导线张力已经大于设计值。说明在线路安装前塔头或许已经向1、4 号脚侧偏斜。

综上所述, 认为使铁塔产生向西偏斜原因有2 个: 由于公园建设在塔基地表不均匀堆土; 西侧导线对塔头的拉力造成铁塔上部少量变形以及导线拉力的垂直分量增加了该侧塔脚基础的压力, 而且在线路架设前铁塔已经产生偏斜, 但偏斜并不十分严重。现场的抬升监测表明架设线路前1 和4 号脚的下沉量约为8 ~ 10 cm, 由此造成塔头向西偏斜约18 ~ 25 cm。塔身变形引起塔头向西偏斜, 纠偏之前的偏斜量可能为13.5 cm, 抬升过程引起的塔身偏斜约7.3 cm。两种因素造成1 和4 号脚分别相对2 号脚下沉17.8 cm 和19.2 cm, 基础下沉和塔身变形引起塔头向西侧偏斜达90 cm 之多。

## 5 结语

输电线路在原基础上采用锚杆静压桩进行加固和纠偏无需停电, 处理效果较好。同时在纠偏加固过程中也发现了新问题。

抬升结果表明设计纠偏方案合理, 达到了纠偏的要求。地基处理效果较好。

另外, 施工结束后仍然需要做好塔身沉降、偏斜以及变形的监测工作。

## 参考文献:

- [1] 邝梦明. 220 kV 四端线012 号铁塔基础纠偏技术分析[J]. 广东电力, 2002, 15(1): 67 - 69.
- [2] 方锐, 吴明. 锚杆静压桩加固与顶升纠偏技术在公路工程中的应用[J]. 浙江交通职业技术学院学报, 2002, 3(4): 12 - 15.
- [3] 浦耀文. 锚杆静压桩设计与施工质量控制[J]. 西部探矿工程, 2006, (6): 25 - 26.
- [4] 卢玉南. 锚杆静压桩的设计与施工[J]. 广西土木建筑, 2000, 25(3): 101 - 103.
- [5] 崔岩. 浅谈锚杆静压桩地基加固与施工监理[J]. 山西建筑, 2006, 32(11): 79 - 80.

收稿日期: 2008 - 04 - 10

作者简介: 邹锡兴(1978 -), 男, 浙江杭州人, 工程师, 从事电力线路设计工作。

(本文编辑: 陆莹)