

变电站110kV 避雷器安装专用新型工具的应用

俞新旭

(无锡供电公司, 江苏 宜兴 214200)

摘 要: 本文主要阐述研制出一种 110kV 避雷器安装专用新型工具, 从而解决运行变电站内受周围带电设备影响而无法使用吊车吊装时引发的安全、操作不灵活等一系列难题。

关键词: 110kV 变电站; 避雷器; 专用新型工具

0 引言

近年来, 随着全市 110kV 变电所的新增, 110kV 避雷器的安装和更换工作也相应增加, 仅 2012 年一年新增和更换 110kV 避雷器就有 20 余组。在施工中, 我们出现过: 难以在规定时间内完成 110kV 避雷器新装或更换任务的情况, 施工速度较慢, 而且存在不安全的隐患, 既影响本企业的经济效益, 也影响社会效益。那么用什么科学的方法可以缩短现场作业的时间, 又可以提高施工安全系数呢?

1 原 110kV 避雷器安装的方式

1.1 吊车起吊安装

110kV 基建间隔吊装避雷器, 因其安全距离较大, 一般可以使用吊车起吊安装。但是吊车起吊安装有条件限制, 大部分情况是不具备这一条件的。

1.2 人工直立桅杆起吊安装:

1.2.1 新增或停电更换避雷器

110kV 间隔新增或停电更换避雷器, 因其周围间隔带电, 为保证安全距离, 所以一般也采用人工单根直桅杆更换。

1.2.2 室内更换避雷器

110kV 室内避雷器更换, 因无法使用吊车, 一般采用人工单根直桅杆更换。

2 原 110kV 避雷器安装遇到的问题

2.1 吊车起吊安装

在基建工程中, 因周围没有带电设备, 一般可以使用吊车起吊安装。但是在扩建、技改等工程中, 由于吊装间隔与周围带电设备之间的安全距离往往不够, 无法使用。同时, 吊车起吊安装过程中辅助工作较多, 存在着人为操作吊车因素及吊车机械性

能因素方面的安全隐患^[1], 而且作业时间并不短。

2.2 人工单根直桅杆起吊安装

在无法使用吊车起吊安装的现场, 一般采用人工单根直桅杆起吊安装方式, 但该方法操作麻烦, 吊装时有可能发生避雷器碰撞桅杆的现象, 施工时间较长, 配备的施工人员较多, 劳动强度大, 同时单人登高次数较多, 安全系数不高。

3 解决方案

3.1 提出方案

如何缩短 110kV 避雷器的更换时间, 提高施工安全系数, 最关键要在吊装方法上改进。通过对不同方案施工特点及安全系数等因素综合考虑, 研制一种 110kV 避雷器更换专用新型工具, 从而提高施工速度和安全系数。

3.2 方案构想

新工具使用旋转式桅杆作业方式^[2], 采用了中相基杆为独臂桅杆的固定点, 桅杆靠根部连接万向转铰旋转^[3], 分别吊装左右两相避雷器, 在吊装中相避雷器时, 桅杆与中相固定基杆平行竖直, 上端抱箍与桅杆筒体连接, 在起吊避雷器后, 靠根部连接万向转铰直立旋转, 完成更换工作。桅杆安装一次, 就可以更换三相避雷器。在安全方面, 避雷器吊装后, 不会与桅杆发生碰撞, 起吊手拉葫芦安装于桅杆下部, 突破了原有吊装方式, 单人登高次数减少, 达到提高施工安全系数的目的, 如图 1 吊装示意图、图 2 工具结构图所示。

对中相基杆受力进行分析计算^[4], 如图 3 所示。

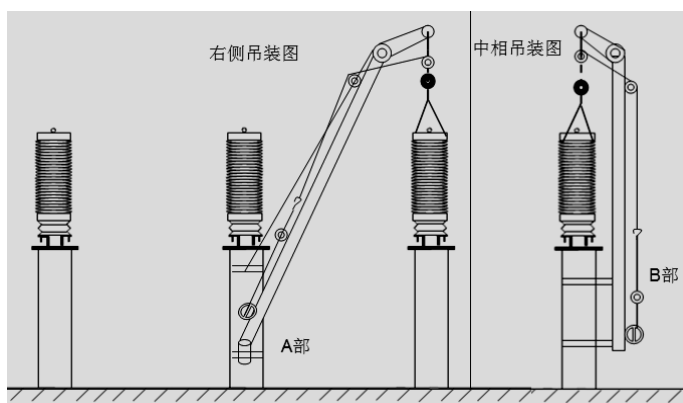


图 1 吊装示意图

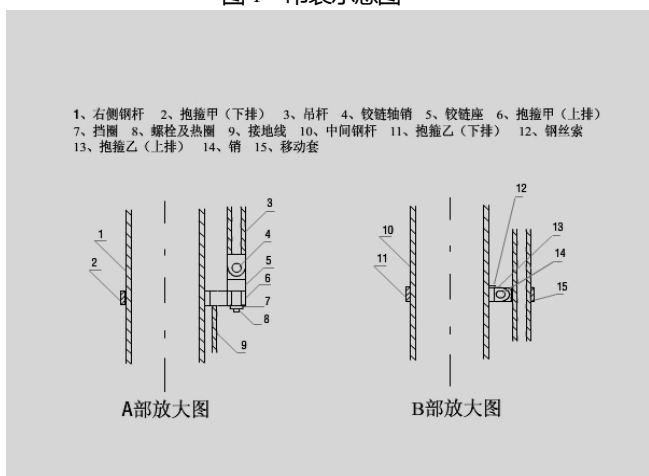


图 2 新工具结构图

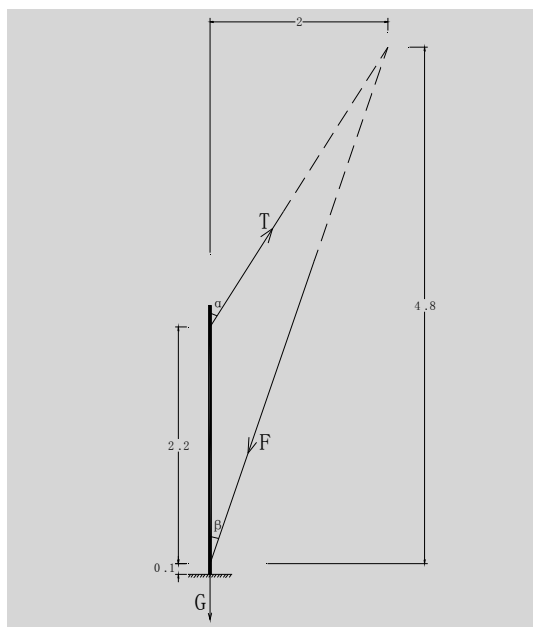


图 3 中相基杆受力分析图

中相基杆受力分析计算:

(1) 对基杆受力分析:

钢丝绳拉力: $T = G_{\text{避雷器}} = 190 \times 9.8 = 1.862(\text{kN})$

$\alpha = \arctg(2/(4.8-2.2)) = 37.57^\circ$

$\beta = \arctg(2/4.8) = 22.62^\circ$

桅杆压力:

$F = T * (\cos(\alpha - \beta) + \cos\beta) + G_{\text{桅杆}} * \cos\beta = 3.87(\text{kN})$

基杆本身重力:

$G_{\text{基杆}} = \pi * ((D/2) + (d/2)) / 2 * t * h_1 * \rho * g = 1.07(\text{kN})$

基杆受压力: $N = T * \cos\alpha - F * \cos\beta - G = -3.17(\text{kN})$

所以, 基杆只受地面支撑力 3.17kN。

(2) 基杆根部所受弯矩:

① 基杆受压:

$K = D/t = 300/5 = 60 \quad f = 215\text{N/mm}^2$

$Kf = 24100 / f = 24100/215 = 112$

$K < Kf$

取钢材 $f_a = 215\text{N/mm}^2$ (Q235)

② 基杆弯矩 M

$M_x = T * \sin\alpha * L_x - F * \sin\beta * L_x = 2.46(\text{kN} \cdot \text{M})$

$M_y = 0$

③ 压应力

$\delta_y = -N/A = 3.17 * 1000 / 4633.85 = 0.684(\text{N/mm}^2)$

④ 弯应力

$\delta_{wx} = M_x * t / I_x = 2.46 * 1000 * 5 / 50422071$

$= 2.439(\text{N/mm}^2)$

$\delta_{wy} = M_y * t / I_y = 0$

⑤ 合应力 δ :

$\delta = \delta_y + \delta_{wx} + \delta_{wy} = 3.123(\text{N/mm}^2) < f = 215\text{N/mm}^2$

⑥ 基杆安全系数: $K = 215/3.123 = 68.8$

由以上分析, 可以得出要实现旋转式桅杆作业方式, 要满足两个条件:

(1) 由于避雷器约重 180kg, 桅杆受力要达到至少 200kg 的抗弯强度。

(2) 桅杆起吊避雷器后, 根部连接万向转轴, 可以转向 180° 。

3.3 方案实施

通过对新工具实现旋转式桅杆作业方式进行可行性分析, 将桅杆根部将采用与万向转轴连接, 桅杆变幅可以靠缆风绳调节, 由于避雷器重量轻, 桅杆根部受力较小, 经模型试验, 桅杆载重旋转灵活, 满足要求。为此, 对新工具的各部件进行严密甄选, 结合抗拉强度及经济成本综合分析, 通过试验确定各部件组成如下:

(1) 桅杆主体制作: 采用 $\Phi 68 \times 4.5 \times 5200\text{mm}$ 的 20# 无缝钢管作为桅杆主体^[5], 其抗弯强度为 480MPa, 抗拉强度为 500kg, 承重安全系数达到了 2.8 以上, 满足要求, 桅杆主体设计如图 4 所示。

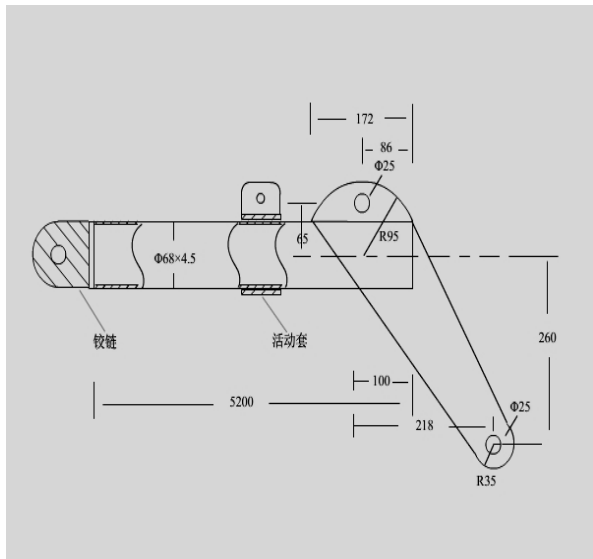


图 4 桅杆主体设计图

(2) 采用 8mm 的 45#钢半圆连接板作为桅杆变幅调节板, 经破坏性拉力试验 500 kg 两次, 无任何变形扭曲现象, 满足要求。

(3) 采用合金钢 (0.5t) 滑轮合金钢 (0.5t) 吊钩作为桅杆顶部的承重夹具, 经破坏性承重拉力试验 500kg 两次, 滑轮及吊钩无出现任何变形现象, 满足要求。

(4) 采用 45#中碳钢 (调质处理) 抱箍作为桅杆固定及接口, 经破坏性承重试验 500kg 两次, 抱箍本体无任何变形现象, 满足要求, 抱箍本体设计图纸, 如图 5 所示。

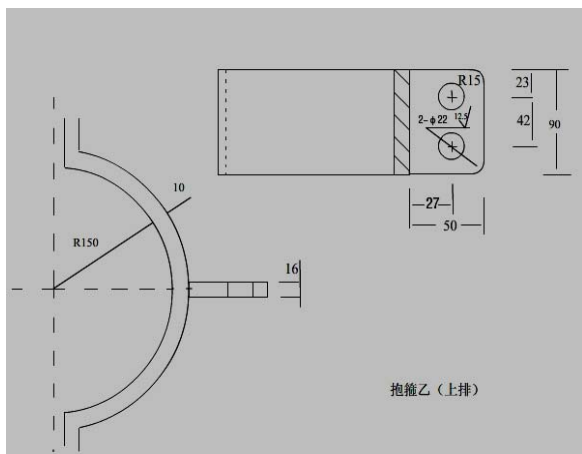


图 5 抱箍本体设计图

(5) 采用 45#中碳钢铰套加配合铰链座作为组合万向转轴, 经试验, 其承受扭曲力大, 摩擦力小, 安全系数达 5.2, 配合使用最大扭曲力达 1000kg, 万向转轴设计图纸, 如图 6 所示。

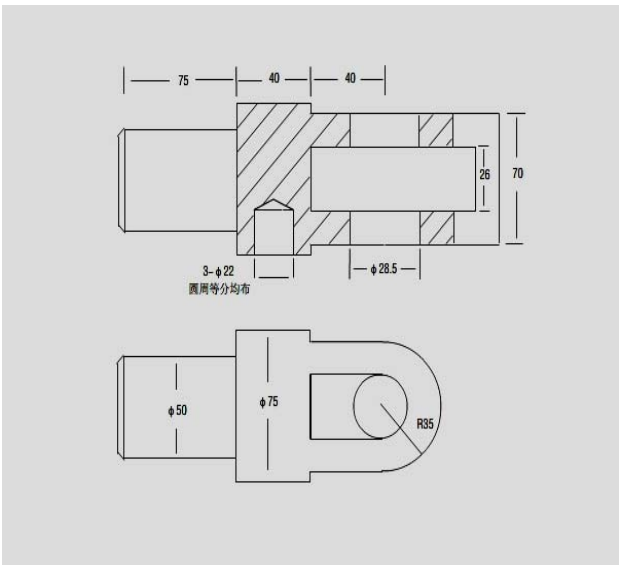


图 6 万向转轴设计图

3.4 新工具的试用

(1) 进行了旋转式桅杆的承重试验^[6], 实物为重 400kg 的高压电缆盘, 结果获得了成功, 承重安全系数达到了 2.1 以上, 检查部件完全正常。

(2) 对 110kV 避雷器的更换过程进行了模拟操作, 替代物是 1 只重 200kg 的 220kV 单节避雷器。模拟操作过程简节流畅, 达到了预想的效果, 新工具试用, 如图 7、图 8 所示。



图 7 新工具底部实物图



图 8 新工具吊装实物图

4 效果检查

将研发的旋转式桅杆用于实际的生产中，使用该方法吊装了 5 组 110kV 避雷器，效果甚佳，如图 9、10、11、12 所示。



图 9 220kV 典巷变 110kV 竹舍间隔避雷器吊装现场



图 10 220kV 典巷变 110kV 竹舍间隔避雷器吊装现场



图 11 220kV 典巷变 110kV 竹舍间隔避雷器吊装现场



图 12 220kV 典巷变 110kV 竹舍间隔避雷器吊装现场
对相关变电所 110kV 间隔避雷器吊装情况进行了统计，如表 1 所示。

表 1 110kV 间隔避雷器吊装情况统计

地点	时间	避雷器 1 组	单只 重量	单组更换 时间/h	单人登 高次数/次
220kV 百家变	2012-9-11	110kV	190	1	6
220kV 百家变	2012-9-13	110kV	190	1	6
220kV 典巷变	2012-11-3	110kV	190	0.9	6
220kV 宜兴变	2012-11-8	110kV	190	0.9	6
220kV 陶都变	2012-11-27	110kV	190	1	6

前后目标值对比如图 13、图 14 所示。

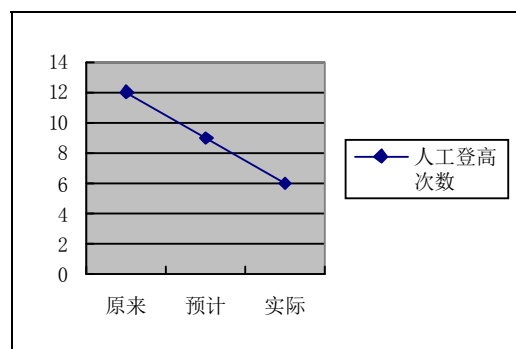


图 13 时间目标值对比图

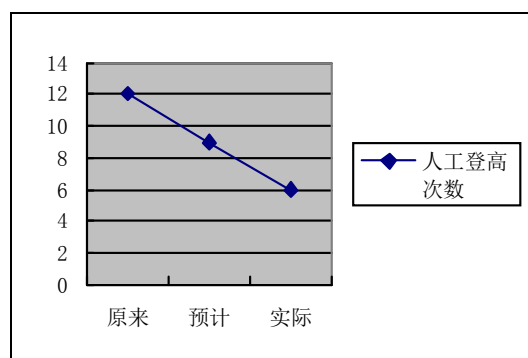


图 14 人工登高次数目标值对比图

从以上两个图可以看出,在单组 110kV 避雷器更换施工中,整个更换工作只用了 1 小时便顺利完成,登高次数仅为 6 次,超额完成了当初既定的目标值。

5 结论

新型避雷器更换专业工具的研制缩短了工作时间,旋转式桅杆在实际使用中,安装方便,承重旋转灵活,吊装效果十分显著,施工安全系数也有了很大提高,从而确定了新工具完全可以替代原有的吊装方法。但也存在着由于变电所 110kV 避雷器构支架直径不统一,给安装抱箍时带来难题。下阶段工作,我们将对旋转式桅杆进行不断改进,使之能成为可以吊装 220kV 避雷器以及更重更复杂的电气设备。

参考文献:

[1] 谢笑云.110kV 线路避雷器安装的高处作业风险控制[J].

电力安全技术,2012(10):64-65.

[2] 李志成.桅杆式起重机吊装技术的应用[J].工程机械与维修,2005(6):146-147.

[3] 张浩民,黄义仿,周新光.500kV/30m 动臂桅杆起吊应用的试验测试[J].起重运输机械,2000(5):25-27.

[4] 刘京杭,李国建.起重吊装用独脚桅杆计算长度系数的确定[J].机械工程师,2012(9):155-156.

[5] 莫金永.辅助吊装用钢构架的受力分析与计算[J].石油工程建设,2008,34(3):41-45.

[6] 周新光,王育梅,焦志斌.自制动臂桅杆起吊应力测试与分析[J].机械研究与应用,2009,22(2):52-54.

作者简介:

俞新旭(1968—),男,江苏宜兴人,工程师,从事变电检修工作,E-mail: S8366@126.com。