

# 浅谈输电线路工程的基础型式

## Discussion on Basic Type of Transmission Line Engineering

杨建明

Jianming Yang

国网山西送变电工程有限公司 中国·山西太原 030006

State Grid Shanxi Power Transmission & Transformation Co., Ltd., Taiyuan, Shanxi, 030006, China

**摘要:** 论文结合输电线路施工的经验, 针对线路工程基础型式进行了研究, 对相关方案进行总结并得出了相应的结论。

**Abstract:** In this paper, based on the experience of transmission line construction, the basic type of line engineering is studied, the relevant schemes are summarized and the corresponding conclusions are drawn.

**关键词:** 输电线路; 工程; 基础型式

**Keywords:** transmission line; engineering; basic type

**DOI:** 10.12346/peti.v3i3.6321

### 1 引言

根据输电线路安全的重要性和工程特点, 基础选型遵循结合地形、地质特点及运输条件, 综合分析比较, 科学、合理地选择适宜的基础型式。

### 2 基础型式选择

基础型式的选择需要在安全、可靠的前提下, 尽量做到经济、环保, 减少施工对环境的破坏; 充分发挥各种基础型式的特点, 针对不同的地形、地质, 选择不同的基础型式; 充分利用原状土地基承载力高、变形小的良好力学性能, 因地制宜采用原状土基础。对不良地基, 有针对性地提出特殊的基础型式和处理措施<sup>[1]</sup>。

### 3 基础型式介绍

**嵌固式岩石基础。**该基础型式适用于强风化岩石地区, 通过人工开凿, 将地脚螺栓或塔腿主材直接插入基坑, 用混凝土与岩石粘结成一体, 以均匀分布于倒锥体表面的剪切强度的垂直分量之和抵抗铁塔基础上拔力。具有成熟的设计、施工、运行经验。由于该基型充分利用了岩石本身的抗剪强度, 混凝土和钢筋用量都较小, 同时减少了基坑土石方量, 且浇制混凝土不需要模板, 基坑无需回填, 施工费用低, 尤其在交通不便, 机具搬运困难的地区, 采用该基础型式对降

低工程造价和缩短施工工期有重要意义, 可以极大地方便施工, 节约投资, 并有利于保护植被。主要用在强风化及中等风化的硬质岩石地基。

**全掏挖基础。**该基础充分利用了原状土抗拔力大的优势, 提高基础的抗拔、抗倾覆承载能力, 从而节省基础混凝土和钢材的耗量, 同时基坑土方量也大幅降低, 施工过程省去了支模、拆模、回填等工作。该基础方便加高主柱以配合长短腿使用, 可以就地开挖基础, 实现零降基面。斜掏挖基础具有传统直掏挖原状土基础特点, 又具有斜立柱主角钢插入式基础的结构特点, 因而使得基础抗拔和抗倾覆稳定性得到大幅度的提高。斜掏挖基础在降低工程量的同时对地耐力的适应性更强, 具有明显的技术经济优势, 但其主柱采用人工斜掏挖而成, 施工工艺需进一步完善。掏挖基础主要适用于无地下水、坚硬及硬塑的可掏挖成型的一般黏性土和覆盖层较厚的强风化岩基地段。

**板式斜柱基础。**这种基础型式是通用的基础型式之一, 是板式基础的特殊型式。该基础的主要特点是基础立柱坡度与塔腿主材坡度一致, 塔腿主材直接插入底板, 可减少基础柱顶水平力, 降低立柱正截面的强度, 缩小立柱断面。适宜基础浅埋和加大上拔土体而增加基础抗拔能力, 从经济角度宜优先采用此种基础型式, 但基坑开挖土方量较大, 对塔位基面有一定的破坏性。

【作者简介】杨建明(1971-), 男, 中国山西太原人, 本科, 从事架空线路工程、线路施工管理研究。

板式直柱基础。该基础型式是中国传统的基础形式之一<sup>[2]</sup>,其特点是底板宽度与高度不受刚性角的限制,且混凝土耗量较台阶式基础小,自重轻,可减小对地基的下压力。板式基础底板配有钢筋,柔性较大,不易断裂,总体抗地基变形能力强。但底板面积较大,基坑土方量稍高。

人工挖孔基础。人工挖孔基础同全掏挖基础相比,具有埋深较深,底部扩底尺寸较小等特点。这种基础能利用侧壁摩擦力承受上拔荷载,并且深度修正可提高地基的地耐力、增强基础的下压稳定性,可减小塔基发生浅表性垮塌的概率。另外,桩基础露头高度可以灵活调节,减少了基面开方量与护坡量,从而最大限度地减少了对地表植被和周围环境的破坏和污染。这种基础主要用在坡度较陡、场地狭窄、采用其他基础开方量很大的山区塔位,施工时要做好混凝土护壁以保证施工安全。

岩石锚杆基础。该基础型式采用岩石钻孔机械成孔,然后将地脚螺栓直接插入岩孔内,用细石混凝土与基岩粘成一体。这种基础充分利用了岩石自身的强度,具有挖方和弃渣量少,材料运输量小,施工简单,施工周期短,节省投资,不破坏山区岩体和植被的完整性,防止水土流失等特点。但由于其施工场地要相对平整,且只有覆盖层较薄、施工机具容易到达的地方才能使用,所以其应用受客观条件制约。主要用在强风化及微风化的硬质岩石地基。岩石锚杆基础分为岩石直锚式基础和岩石群锚式基础<sup>[3]</sup>。

立柱承台群锚基础。对于基础作用力较小的直线塔,地质条件为基岩裸露的微风化岩石,岩石锚杆基础可采用直锚型式,即将地脚螺栓直接锚入岩石中。直锚式基础在覆盖层较薄、作用力小的地段可以很好适用,计算时也常常忽略水平力弯距的影响,但对于作用力较大的铁塔,若采用直锚基础,一般需增加地脚螺栓,调整塔脚板,且在坡度较陡地区,直锚基础使用也受到地形的限制。立柱承台群锚式基础由承台(立柱)、锚筋共同组成受力本体,锚筋可承受弯距叠加产生的附加上拔力,通过合理布置基础立柱,还可以减少水平力产生的弯距影响。承台群锚基础可适用的地质地形范围也广,通过调节立柱高度,可适用有一定覆盖层的岩石地区,也可适用坡度较陡的地段。

承台群锚基础型式。立柱承台锚杆基础能有效减少基础材料耗量,方便加高基础主柱以配合铁塔长短腿的使用,达到减少开方保护环境的目的。与传统承台群锚基础相比,优化的立柱承台群锚基础可采用不同立柱型式,能有效减少水平弯矩,由此减少水平弯矩对锚杆的附加上拔力。斜插角钢式由于直接将塔腿主材埋入基础内,取消塔脚板、地脚螺栓,可节约钢材。

目前,常用的主材锚固方式包括粘结锚固、承压板锚固、端部锚材锚固及组合锚固方式。采用斜插角钢式,可避免由于基础作用力过大导致地脚螺栓布置不下的问题。斜柱斜顶式采用地脚螺栓与塔脚板连接,相比斜柱平顶式,可以避免地脚螺栓的火曲,与斜柱平顶基础相比,不但有利于地脚螺

栓的传力,而且可减少地脚螺栓的工程量。同时,可以减轻塔脚板的加工难度。采用原斜柱平顶基础时,塔脚板和塔腿主材相连接时,需要考虑铁塔坡度的要求来放样,当采用斜柱斜顶基础时,塔脚板和塔腿主材成 $90^\circ$ 夹角,不受铁塔坡度的影响,从而避免了烦琐的加工放样,提高铁塔加工质量和周期。承台的群锚岩石锚杆基础,在山区岩石较完整的地段推荐大量使用岩石锚杆基础,不仅经济效益显著,而且可节约材料运输周期,加快施工进度,工程建设效益明显。经对地质条件充分论证后,在岩石较完整地段,扩大岩石锚杆基础使用范围,可采用较成熟的岩锚钻机进行机械化施工。直柱偏心式采用地脚螺栓与塔脚板连接,相比直柱式,主柱偏心的措施能减少弯距引起锚杆的附加上拔力。直柱偏心式相比斜插角钢式、斜柱斜顶式而言,施工工艺简单,容易操作,支模找正方便<sup>[4]</sup>。

铁塔高低腿与基础高低主柱相结合。全方位长短腿铁塔与高低主柱基础配合使用,实现零基面设计。对山区输电线路的自然环境保护、植被保护、减少水土流失具有重要意义。山区线路每个塔位的微地形是不同的,一基塔四个塔腿处在不同高程是常常遇到的事情,铁塔长短腿的使用,由于不能做到无级调整,往往只能达到基本上同原自然地形、地貌吻合,会留下一定范围的高差需要用基础主柱高度去调整。铁塔全方位长短腿与不等高基础、下沉基础的配合使用,有效地解决了前期工程中出现的小簸箕问题,做到少开或不开基面,达到近乎完美的环保效果。高低主柱基础,高低主柱基础与全方位长短腿配合,基础立柱级差可随地形取值,弥补铁塔长短腿级差与地形之差别,施工较为灵活,可进一步降低塔基土石方量,基本实现“零”基面,减少植被破坏,保护生态环境。

## 4 结语

从造价、土方量和施工难度看,在丘陵地带、无腐蚀地基土的情况下,可考虑掏挖基础及人工挖孔桩基础;土质地基条件下,直线塔平地或交通便利地段推荐采用板式斜柱基础;耐张塔、山地或露头较高塔基采用人工挖孔基础;岩石地基条件下,山地或露头较高塔基采用人工挖孔基础;部分岩石出露地段可采用岩石嵌固和岩石锚杆基础。

## 参考文献

- [1] 李永祥,张西,周吉安.750kV输电线路戈壁碎石土地基直柱掏挖基础试验[J].电力建设,2010,31(9):22-25.
- [2] 郝广涛,张逸,林清华,等.基于输电线路利用率和连锁过载线路数量的关键输电线路辨识[J].武汉大学学报(工学版),2021(5):429-437.
- [3] 曾二贤,冯衡,胡星,等.输电线路掏挖基础的孔壁稳定性分析及判别[J].电力建设,2010,31(8):17-20.
- [4] 程永锋,邵晓岩,朱全军.我国输电线路基础工程现状及存在的问题[J].电力建设,2002(3):32-34.