

# 有关高压输电线路铁塔组立施工技术的研究

张建业<sup>1</sup> 黄迎亚<sup>2</sup>

1. 河北省送变电有限公司 河北石家庄 050051

2. 河北轨道运输职业技术学院 河北石家庄 050800

**摘要:** 高压输电线路是现代电力系统中不可或缺的组成部分, 而铁塔作为输电线路的支撑结构, 承担着重要的负载和安全保障任务。因此, 铁塔的组立施工技术对于确保输电线路的安全稳定运行具有重要意义。鉴于此, 本文立足于铁塔组立施工技术的重要性, 围绕高压输电线路铁塔组立施工技术的具体应用展开探讨, 以期对相关工作起到参考作用。

**关键词:** 高压输电线路; 铁塔组立; 抱杆

## Research on construction technology of tower erection for high voltage transmission line

Jianye Zhang<sup>1</sup>, Yingya Huang<sup>2</sup>

1. Hebei transmission and transformation Co., LTD Shijiazhuang, Hebei 050051

2. Hebei Railway Transportation vocational and technical College Shijiazhuang, Hebei 050800

**Abstract:** High-voltage transmission line is an indispensable part of modern power system, and the tower, as the support structure of the transmission line, bears the important load and security tasks. Therefore, the construction technology of the tower is of great significance to ensure the safe and stable operation of the transmission line. In view of this, based on the importance of tower construction technology, this paper discusses the specific application of tower construction technology for high voltage transmission lines, in order to play a reference role for related work.

**Keywords:** High-voltage transmission line; The iron tower is set up; Holding rod

### 引言

高压输电线路铁塔组立施工技术作为一项关键的技术, 其在保障高压输电线路正常运转方面发挥着非常关键的作用, 所以, 为了能够进一步提升高压输电线路的运行效率, 就需要在具体开展高压输电线路施工作业的过程中, 加强对铁塔组立技术的研究力度, 为高压输电线路的高效运转保驾护航。但是, 实际高压输电线路施工作业的开展会遇到各种问题, 对此, 要针对这些问题进行深入分析, 加速我国经济发展进程。

#### 1 铁塔组立施工技术的重要性

高压输电线路铁塔组立施工是一项工程项目施工中用到的关键施工技术, 用于安装和组装高压输电线路所需的铁塔结构。这些铁塔发挥着支撑输电线路的作用, 承受着输电线路上的电缆和导线重量, 同时还能够抵御自然灾害和环境因素的影响, 在实际施工中, 应用铁塔组立施工技术的重要性主要体现在以下方面: (1) 提高施工效率。采用先进的铁塔组立施工技术, 可以大幅提高施工效率。相比传统的手工组装, 自动化组装和机器人组装能够更快速、

精准地完成铁塔的组立工作, 节约时间和成本<sup>[1]</sup>。(2) 提升工程质量。铁塔组立是影响线路安全运行的重要环节。采用先进的技术能够保证铁塔的准确安装, 避免因组立不当导致的故障和事故发生, 从而提升工程质量。(3) 降低施工风险。高压输电线路的施工环境复杂, 存在一定的施工风险。先进的铁塔组立技术能够减少人员直接参与施工的机会, 避免了潜在的安全风险, 并提供了更安全、稳定的施工环境。

#### 2 有关高压输电线路铁塔组立施工技术的应用

为确保铁塔组立施工技术的应用效果, 要严格按照施工工艺标准开展施工作业, 如图1所示为高压输电线路铁塔组立施工流程示意图。(见图1)

##### 2.1 吊装前准备

###### 2.1.1 连接吊套和待吊片

连接好待吊塔片和吊套, 并绑扎好控制绳, 在此过程中, 要将吊点用各段主材上承托绳挂板连接相应规格的卸扣进行起吊, 在达到吊高要求后, 如果降低吊点, 为避免塔材变形或者锌层出现磨损情况, 必须用垫软物以及方木

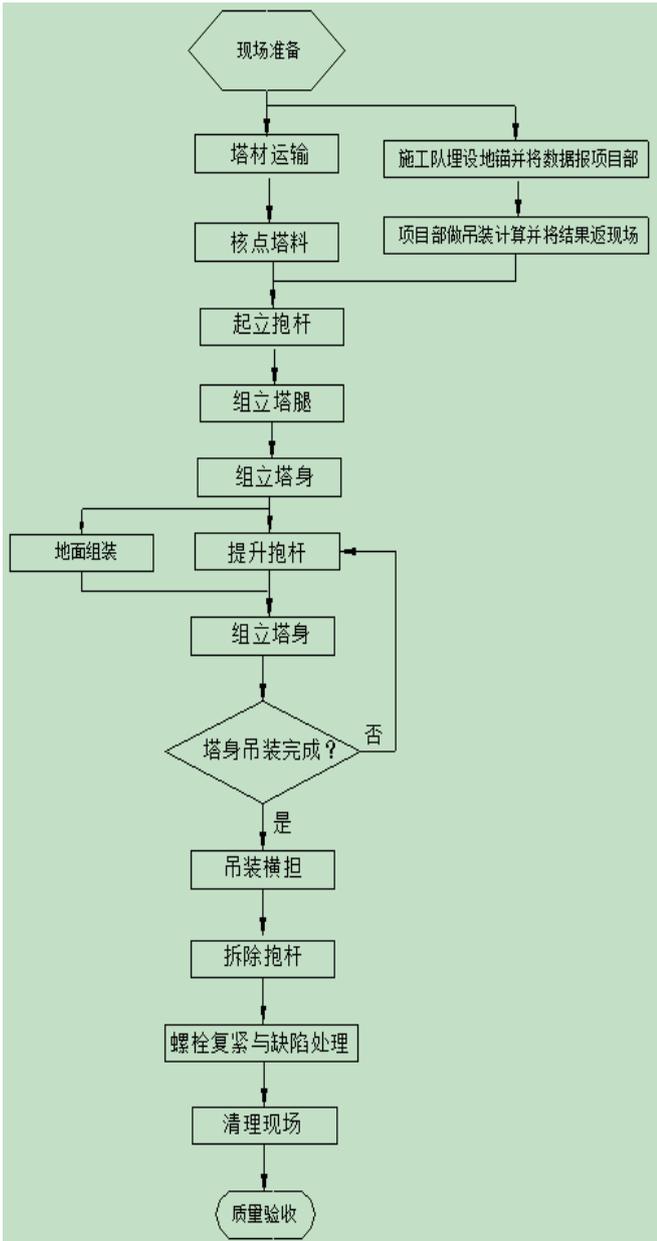


图1 铁塔组立工艺流程图

的方法，而且应该以吊件重心以上的主材节点作为绑扎点，之后再在起吊动滑车上连接吊套。两点起吊，要控制两点在同一高度，而且在起吊不同塔片时，要用到规格不同的吊套，但是要控制起吊绳夹角在 $90^\circ$ 以内。

### 2.1.2 吊装角度的控制

吊装作业的进行，要调整拉线确保抱杆朝着吊件侧适当倾斜，并且要控制倾斜角度在 $10^\circ$ 内，同时要控制起吊绳和垂直方向的夹角在 $15^\circ$ 以内<sup>[2]</sup>。

### 2.1.3 塔片吊装

在进行吊片吊装作业前，要在其上方挂上两个15m速差保护器，并将吊钩锁到塔片下方，在确保塔片就位后，工作人员就能够在速差保护器的作用下完成上部结构以及防坠自锁器主绳的安装作业。

### 2.2 塔腿吊装

抱杆坐地要用到单吊方法，分别进行四个塔脚、塔腿安

装工作。将抱杆底部拉线安装在抱杆球铰底座四个挂孔和立柱间，连接方式如下：抱杆底座挂点 $\rightarrow$ 50kN卸扣 $\rightarrow$  $\phi 16$ 钢丝绳套 $\rightarrow$ 30kN链条葫芦 $\rightarrow$  $\phi 16 \times 4$ m钢丝绳套 $\rightarrow$ 基础立柱。在进行吊装作业前，先调整抱杆使其朝着吊件方向倾斜，并用控制绳控制塔脚就位。在就位后先固定对角线方向外侧的地脚螺帽，先不对其他螺帽进行紧固，并且要将在垫片间留出1-2mm的间隙，便于在进行水平材安装作业时调整塔腿主材倾角。

塔腿的吊装要严格按照主材、水平材以及主斜材的顺序进行，在紧固好螺栓后再将各种辅材补齐。

### 2.3 塔身吊装

面对塔片重量大、根开大、辅材少且无法一次起吊的情况，要用到单吊组装主材的方法。同时，为避免主材内倾，还应设置临时拉线，然后再补装辅材，并紧固已经安装好的螺栓。在没有安装铁塔四周的辅材之前，严禁将临时拉线拆除。在主材单吊环节，要用专业夹具将主材上端连接起来，在主材下端则需要连接防磨靴，起到保护主材表面的作用。

对于塔片根开小的情况，可不对两吊点间有水平材的塔片使用补强起吊方法。对于两吊点间没有水平铁的塔片或者存在交叉的斜材，要用到绑钢管或者杉杆补强法<sup>[3]</sup>。

在起吊塔片时，起吊方向要以地形为依据来确定，通常需要在铁塔侧面布设各塔型塔身吊片。塔片上部靠近塔身在就位点下方摆正组装，不得用抱杆从远处拖拽塔片。

塔片在离地时，由于吊件起吊角度及辅材长度等因素，可能会造成辅材变形，为防止辅材变形，需在起吊塔片主材下端各安装一个“假腿”，待所吊装的塔片完全离开地面后，将“假腿”拆除后方可继续起吊。

当吊片和地面之前的距离大约为0.2m时应及时停止起吊作业，并且要对各受力部位进行全面检查，经检查无误后才能够继续起吊。提升环节，应确保控制绳松紧适宜。塔片就位应遵循先低侧后高侧的原则。而低侧螺孔就位，需要在主材两侧各穿入一个螺栓，之后将绞磨放松并调整就位后再穿入螺栓；在塔片就位过程中，如果回松过头，应将控制绳收紧，不能直接提升，并且要用撬棍先撬动就位一侧，确保塔片活动后再拆除螺栓，之后进行提升，以免因吊绳超载而使吊绳拉断。

### 2.4 横担吊装(根据实际塔型、重量，进行分段吊重)

#### 2.4.1 耐张塔横担、地线支架，直线塔下、中横担吊装

(1)耐张塔横担、地线支架，直线塔下、中横担均采用整体吊装，调节拉线使抱杆略微向吊件侧倾斜，由上向下依次吊装各横担(不包括直线塔上横担及地线支架)；吊装下层横担时，磨绳从上层横担穿过，必要时拆除部分辅材，防止磨绳磨损镀锌层。

(2)横担整体(耐张塔地线支架)吊装采用四点绑扎

方式起吊，内侧吊套连接方式：50kN起吊滑车→50kN卸扣→ $\phi 16 \times 4\text{m}$ 钢丝绳套→30kN手扳葫芦→ $\phi 16 \times 2\text{m}$ 钢丝绳套缠绕主材；外侧用 $\phi 16 \times 6\text{m}$ 钢丝绳套直接将吊件与起吊滑车吊环上的50kN卸扣连接。四个吊套连接完成后，将抱杆吊钩收紧，检查四个吊套的受力情况，保证受力合理。

#### 2.4.2 直线塔上横担及地线支架吊装

(1) 直线塔上横担与地线支架为一个整体，采取前后片吊装的方式，吊装完一侧后起吊系统不拆除以稳定吊片，吊装另一侧并安装完辅材后，拆除吊套和补强钢管。

(2) 分片吊装时，采用两点绑扎方式，采用两条 $\phi 16 \times 4\text{m}$ 钢丝绳套。

#### 2.5 抱杆提升

在完成抱杆吊装高度范围内的铁塔安装作业后，将所有塔材装齐，并确保螺栓处于紧固状态后才能够提升抱杆。

在提升抱杆时，要用到两道以上腰环，而且要控制腰环间距离使其大于6m，同时，必须确保最上部腰环位于已组塔身的最上方。等到打好所有腰环而且完成所有螺栓紧固工作后，才能够提升抱杆。

在塔身两对角位置的辅助抱杆支撑件上都需要挂一个50kN提升滑车， $\phi 16$ 磨绳在50kN提升滑车和抱杆底部朝地滑车间穿引形成2倍滑车组，以50kN主绞磨提升抱杆，提升过程中要用顶部落地拉线来控制抱杆，使抱杆处于平衡状态。提升环节要由专人在地面做好腰环和抱杆的监护工作。而且随着抱杆不断向上提升，要缓慢放松拉线，确保抱杆处于垂直状态，并且要控制四方拉线受力，严禁受力过大。将抱杆提升到一定高度后，高空作业人员即可进行高空作业，并在辅助抱杆支撑组件上固定定长为 $\phi 22$ 承托绳，提升系统回落，抱杆承托绳受力，承托绳对抱杆夹角 $\leq 45^\circ$ 。

#### 2.6 抱杆拆除

在完成铁塔组立工作后，便可将抱杆拆除。(1) 在收紧抱杆提升系统时，要同时将四根拉线放松，等到承托绳放松没有张力后才能够将其拆除，在四根拉线和提升系统的相互配合下使抱杆降落，并将抱杆头部降到横担顶部。

(2) 利用一根主抱杆的起吊磨绳作为降落抱杆的降落磨绳。其一端头利用50kN卸扣锁在塔顶主材的承托板上，另一端头经抱杆顶部节点处悬挂的50kN动滑车（悬挂动滑车的 $\phi 16$ 钢丝绳V套与抱杆接触处衬垫方木和麻袋片，防止割伤钢丝绳）和对角方向承托板上悬挂的50kN定滑车后，引下经塔中心转向至绞磨。(3) 收紧磨绳，拆除四根拉线和抱杆提升系统。拉线和抱杆提升系统拆除时，需用 $\phi 15$ 尼龙绳逐根绑牢系下至地面，严禁直接抛扔。(4) 在抱杆根部绑上 $\phi 16$ 控制绳，控制抱杆沿塔中心缓慢下落，不得磕碰塔材。(5) 当抱杆降落到地面（绞磨不能松）后，将拟拆除的最下节抱杆上端头用四根 $\phi 15$ 尼龙绳固定在塔身的四根主材上（作为人员拆除抱杆节间螺栓时的稳固绳），

然后用一根 $\phi 16 \times 1.5\text{m}$ 短钢丝绳套和50kN卸扣将抱杆的下节与上节紧密连接。高空人员拆除抱杆上、下节的连接螺栓返回地面后，再拆除四根 $\phi 16$ 稳固绳。整个过程都绞磨必须始终带力。

### 3 高压输电线路铁塔组立施工中质量通病防控策略

#### 3.1 铁塔构件变形，镀锌层磨损等质量通病防治

(1) 在塔件运输和装卸环节，要采取防磨损以及防变形措施。(2) 在塔材进入到施工现场之前，要详细检查供应商提供的材料。(3) 吊装作业要用钢丝绳吊套进行，并且要对镀锌层进行防磨损处理。(4) 塔材起吊环节，要确定好吊点位置，如果塔片过宽，则需要用到补强木，在绑扎吊点位置用到圆木并做好衬垫处理。(5) 在铁塔组立环节，如遇构件连接难度较大的问题，要深入分析导致问题出现的原因，严禁因强行组装而导致构件变形。

#### 3.2 螺栓不匹配质量通病防治技术措施

(1) 对螺栓规格、等级以及数量的核对和验收，要严格按照相关规范要求进行。(2) 铁塔组立现场，为避免螺栓混放导致螺栓错用，就需要用有标识的容器对螺栓做到科学分类。(3) 对于因特殊原因临时代用的螺栓，要详细记录并及时更换满足质量要求的螺栓。

#### 3.3 螺栓紧固通病防治技术措施

(1) 设计单位要严格控制螺栓紧固力矩范围，而且螺栓紧固工作的进行不得使最大力矩超过紧固力矩最小值的120%。(2) 防止螺母以及紧固工具擦伤塔材锌层。做好以套筒进行螺栓紧固作业，在用该工具进行螺栓紧固工作时，要详细检查螺帽底的光洁度，并采取防止螺栓转动的措施。(3) 交叉铁用到的垫块应该和间隙相匹配，并且所用垫片不能超过2个；同时要使脚钉紧固，严禁脚钉螺母外侧螺丝外露。(4) 严格执行责任制进行螺栓紧固作业，并跟踪检查螺栓紧固质量。

#### 结语

总而言之，在高压输电线路施工中，铁塔组立是其中一项重要内容，实际施工工作的开展，要重点关注塔型、铁塔自身特点以及铁塔重量等各项指标，并且要考虑到交通环境以及作业地形带来的影响。所以，要求相关工作人员必须熟练掌握高压输电线路铁塔组立施工技术要点，最大限度提升铁塔组立施工质量。

#### 参考文献：

- [1] 王茂奎. 高压输电线路施工技术与检修方法[J]. 农村电气化, 2019, (04): 14-16.
- [2] 李良元. 架空高压输电线路工程设计及施工要点分析[J]. 低碳世界, 2016, (29): 54-55.
- [3] 孙大伟. 电力系统高压输电线路施工关键技术分析[J]. 通讯世界, 2016, (15): 155-156.