

高压输电线路铁塔组立施工方法探讨

田东宁

中国电建集团四川工程有限公司 四川 成都 610000

【摘要】：高压输电线路工程中，铁塔组立是主要施工工序，施工工艺、操作规程、质量控制水平都会对输电线路运行稳定性及安全寿命造成影响。目前高压输电线路的覆盖范围越来越大，施工场景也由原来的平原、山地、丘陵等复杂的地形中出现。为了提高铁塔组立施工的质量、安全系数和施工效率，本文结合高压输电工程施工实践经验，系统整理出目前主流的铁塔组立施工方法，对各种施工工艺的施工流程、技术要点及适用场合进行详细的阐述，并且通过工程实例对比来评价不同的施工方法，最后总结施工过程中出现的常见问题以及相应的质量控制措施，为高压输电线路铁塔组立标准化、精细化施工提供技术支持。

【关键词】：高压输电线路；铁塔组立；施工工艺；质量控制；安全管理

DOI:10.12417/2811-0528.26.20.039

1 引言

电力能源是国民经济发展的基本支撑，铁塔组立施工属于高空高危作业，施工工序繁杂，包含吊装、拼装、螺栓紧固、垂直度调整等诸多环节，很容易受到地形、气象、设备性能等各方面的影响。传统的粗放式施工方式容易造成塔身偏移、螺栓紧固不牢、构件拼装错位等问题，而且存在着高空坠落、构件坠落、吊装倾覆等安全隐患。因此，对各种铁塔组立施工方法的技术特点进行深入研究，改善施工流程，加强全过程质量安全控制，对于提高高压输电线路工程的建设水平，降低运维成本有十分重要的现实意义。

2 主流铁塔组立施工方法及工艺要点

2.1 整体组立法

整体组立法是在地面完成铁塔整体拼装，调试无误后用大型吊车一次吊装就位的施工方法。该方法主要的流程有场地平整、地面整体拼装、构件检查调试、吊车就位、整体吊装、对位安装、基础固定、设备撤离。施工期间，地面拼装时要严格控制塔身结构尺寸，保证构件拼接紧密、对齐准确，螺栓初步紧固后统一校验扭矩。吊装时选用额定起重量不小于最大荷载1.2倍的吊车，合理设置吊点，保证吊装受力均匀，防止塔身变形。

该施工方法操作简便、施工速度快，高空作业量小，安全风险低，成型后的塔身整体性好、偏差小。主要适用于地形平坦、施工场地开阔、杆塔高度和重量较小的低压及常规高压输电铁塔施工，在平原地区电网改造工程中应用较多。其不足之处在于对施工场地及吊装设备要求较高，在山地、丘陵等场地受限区域不能使用，大型铁塔整体吊装困难、成本高。

2.2 分段组立法

分段组立法是将铁塔按照结构特点分为塔腿、下段塔身、中段塔身、上段塔身、横担等各个单元，从上到下逐段吊装的施工方法，是高压输电铁塔常规施工工艺。施工流程为塔腿吊装固定、下段塔身拼装、逐段提升拼装、横担及附属构件安装、整体调平调直、螺栓终拧紧固。

施工核心要点为严格控制单段吊装重量，常规工况下单段构件重量不超过五吨，防止吊装超载。每段拼装完成后及时调整垂直度，单节塔身垂直度偏差控制在千分之三以内，确认合格后进行上段施工。螺栓安装按先粗拧后终拧顺序进行，按规范扭矩标准紧固，不得漏拧、虚拧。该方法适用范围广，可以适应大多数地形以及常规高度的高压铁塔施工，设备投入成本低，高空作业量大，施工周期长，对操作人员技术熟练度要求高。

2.3 内悬浮抱杆组立法

内悬浮抱杆组立法是复杂地形高压铁塔施工的主要工艺，依靠塔身内部的悬浮抱杆作为吊装载体，配合外拉线固定抱杆稳定性，逐段完成塔身拼装工作。施工流程为抱杆组立、塔腿拼装、下段塔身组装、抱杆提升、上段塔身逐段施工、横担安装、抱杆拆除、整体验收。

施工过程中需要重点控制抱杆稳定控制，设置两道腰环固定抱杆，保证抱杆垂直受力，外拉线地锚按照方案埋设，保证锚固承载力满足施工工况。每次提升抱杆之前要全面紧固已安装的塔身螺栓，补齐辅材构件，保证塔身整体刚度。该方法不需要大型吊装设备，场地适应性强，可以满足山地、陡坡、林区等复杂地形高塔组立施工的要求，是山区高压输电线路工程的首选工艺。缺点为施工工序多、工期长、现场管理控制难度大、人员操作精度高。

2.4 双平臂抱杆组立法

双平臂抱杆组立法是机械化程度较高的一种新式组塔工艺，以落地式双平臂抱杆为载体，采用双侧平臂同时吊装构件的方式实现铁塔分层拼装。该设备自带升降、吊装、调位系统，可以实现塔身构件精准对位，最大起升高度可达 150 米，可以满足超高、大吨位高压铁塔施工的要求。

施工核心要点就是正确安装抱杆设备，使抱杆垂直、水平，合理设置腰环固定装置，防止设备偏移。双侧吊臂吊装时保证受力均匀，控制起吊速度，平稳完成构件对位拼装。该工艺机械化程度高、施工精度高、安全稳定性好，可以大大减少人工高空作业量，施工效率比传统的工艺要高得多，主要适用于超高压、特高压大型铁塔组立施工，缺点是设备租赁和安装成本高，前期准备时间长。

3 工程案例对比分析

3.1 案例工程概况

为了量化检验不同的铁塔组立施工方法实际应用效果，准确比较各种工艺的好坏以及适用场景，本次选取了 4 个不同的地形、不同的电压等级、不同的塔型高压输电线路施工现场作为实测案例，包括平原开阔场地、常规丘陵场地、山地复杂场地、山地大型施工场地四种典型工况，涵盖了 35kV、110kV、220kV、500kV 主流高压输电铁塔类型。四项案例工程施工标准、验收规范、人员配置、安全管控标准统一，只有施工工艺不同，可以排除外界因素的影响，客观地反映出各种施工方法的施工效率、施工质量、施工安全性、施工成本特性，为工程施工工艺选择提供真实的依据。

3.2 多维度施工数据对比

本次对比以单塔完整施工周期为统计基准，从施工周期、质量合格率、安全事故率、相对施工成本四个方面进行对比分析，质量合格率以国网输电工程验收标准为准，包括塔身垂直度、构件拼装精度、螺栓紧固质量、塔身整体稳定性等验收指标，安全事故率统计范围包含高空隐患、吊装风险、设备故障等各种施工异常问题，具体对比数据如下表所示。

参考文献:

[1] 高瑾,杨臣剑,支建东,等.临近高压输电线路的铁塔组立施工技术 & 安全管控[J].电力安全技术,2026,28(1):46-51.
[2] 高贵成.高压输电线路铁塔基础施工技术研究[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(21):124-126.
[3] 高健,伍小慧.某特高压输电线路铁塔塔材断裂原因分析[J].机械研究与应用,2025,38(2):150-151+155.

表 1 多维度施工数据对比

施工方法	应用场景	铁塔规格	单塔施工周期 /d	施工质量合格率/%	安全事故率/%
整体组立法	平原开阔场地	35kV 常规铁塔	1.5	99.8	0
分段组立法	一般丘陵场地	110kV 中型铁塔	3.0	99.2	0.12
内悬浮抱杆组立法	山地复杂场地	220kV 高塔	5.0	98.9	0.18
双平臂抱杆组立法	山地大型工地	500kV 超高压铁塔	4.0	99.7	0.05

3.3 施工工艺综合选型

从四类案例施工数据和应用场景出发，结合铁塔组立施工工艺选型要以因地制宜、按需适配、兼顾效益和安全为基本原则。平原开阔场地、中小型常规铁塔优先采用整体组立法，最大限度提高施工效率、降低施工风险和成本；丘陵及地形中等复杂区域、110kV 常规塔型优先采用分段组立法，兼顾施工适应性和工程性价比；山地、陡坡、林区等场地受限区域的 220kV 高塔施工优先采用内悬浮抱杆组立法，突破地形施工限制；超高压、特高压大吨位超高铁塔重点工程采用双平臂抱杆组立法，保证施工精度和安全性，满足高标准工程建设要求。

4 结语

高压输电线路铁塔组立施工属于技术性、系统性、安全性要求很高的核心工序，施工方法的选择、施工工艺的执行、全过程的质量安全控制是保证工程品质的重要因素。在实际工程建设中，要根据施工现场地形、杆塔参数、工程标准等实际情况，因地制宜选择合适的施工方法，严格执行标准化施工流程，加强全过程质量安全控制，积极引进先进的施工技术、设备，不断改进施工工艺，有效地解决传统施工中存在的质量问题、安全隐患，提高高压输电线路铁塔组立施工水平，保证高压输电网的安全、稳定、长效运行。