

喀斯特山区输电工程铁塔高低腿布置解决方案

王华 周斌

(中国电建集团贵州工程有限公司, 贵州 贵阳 550002)

【摘要】随着我国经济的高速发展, 电力需求越来越大, 电力输电线路的等级也随之提升, 输电线路工程也相应增多。然而, 山区地形的复杂地势给输电工程的规划、设计, 工程建设和维护带来了许多挑战。山区地形的起伏和不规则性使得输电线路工程铁塔基础选址、工程施工、材料运输变得困难。基于此, 本文以贵州省境内典型的喀斯特山区地形的特点, 阐述山区地形的铁塔高低腿布置, 根据案例分析提出喀斯特山区地形的铁塔高低腿的解决方案, 以供参考。

【关键词】喀斯特山区; 铁塔高低腿; 布置; 施工优化

引言: 输电线路工程中的铁塔作为核心支持设施, 其稳固和安全性不能忽视, 尤其在地势复杂和状况变化的喀斯特山区地带。由于喀斯特地形的不规则性和地质条件的复杂化, 铁塔的设计和建设面临着许多问题。传统的铁塔平脚的组合方法在应对这类特殊地势时常无法适从, 导致工作效率降低、费用增长, 对环境破坏较大, 甚至会对工程品质产生负面影响。因此, 寻找一个增强山区地形铁塔高低脚组合效果的方法对于实际应用而言极富价值。

一、喀斯特山区地形的特点

(一) 地形起伏多变, 喀斯特地貌显著

位于中国西南部的贵州省具有连绵起伏的山区地形, 以其多变的地貌特征极具特色。尤为显眼的喀斯特地貌广布其中, 是这里无法忽视的自然奇观。由于天然的溶蚀作用, 喀斯特地貌构成了溶洞、天坑、石林等多姿多彩的地表与地下形式, 这种复杂地形对于电力输送工程的规划和铁塔的建设自然提高了难度, 设计人员需对地形有充分的了解, 精心规划电力线路。

(二) 地势险峻, 施工难度大

贵州山区的另一个显著特点是地势险峻, 山高谷深。这样的地理条件给电力输送工程带来了不小的挑战。施工团队在进行工程施工时, 需要克服复杂的地形条件, 如陡峭的山坡和不稳定的地质结构。这不仅增加了施工的难度, 也对施工安全提出了更高的要求。因此, 工程设计和施工方案必须考虑到这些因素, 确保工程的顺利进行。

(三) 气候多变, 影响工程建设

除了地形因素外, 贵州山区的气候条件也是影响输电线路工程建设的重要因素。该地区气候多变, 多雨湿润, 雾气较大, 零冻结冰等。这种气候条件对铁塔的稳定性和耐久性提出了更高的要求。在设计和建造铁塔时, 必须考虑到防腐、防潮、安全系数等因素,

选择适合的基础形式和铁塔结构, 以确保铁塔能够在恶劣的气候条件下稳定运行。

(四) 生态环境保护的挑战

进行电力输送工程建设的同时, 不能忽视对贵州山区生态环境的保护。因为这一地区生态环境较为脆弱, 生物多样性丰富, 因此相关部门在工程施工中, 必须采取适当的防护措施, 最小化对生态环境的破坏。在一定程度上, 这包括合理的规划施工路线, 避免损坏自然保护区和重要生态功能区, 并在施工过程中采取诸如水土保持、植被恢复等环保措施, 确保保护当地自然环境和生态系统。

二、山区丘陵地形的铁塔高低腿配置的重要性

(一) 适应地形变化

在构建电力输送工程的过程中, 因应地貌调整是一个矛盾的关键, 特点就在于, 喀斯特山区的地貌众多且变化无常, 给工程建设的布点和设立带来了严峻的考验, 而在这里, 铁塔的高低腿间配置, 无疑是裂解这一难题的法宝, 基于高低腿间组立的铁塔构造, 能够依照地貌的高低起伏, 应变地调整铁塔的巍峨和腿间的配置方式。这样一来, 无论位于峻险的山坡或者斜坡的丘陵地带, 铁塔设计都能够默契地适应地貌的变化, 保证工程建设的安全性和稳定性, 不仅提高了工程的可靠性, 也降低了由于地貌因素引起的安全风险。此外, 高低腿间组立的铁塔还能适应不同地域的需求而进行差异性设计配置。在地质地形条件极差的条件下合理配置塔型和铁塔呼高, 完成资源合理的分配。

(二) 采用一种组塔施工工艺来提高高低腿组塔效益

在山区丘陵地形中, 提高高低腿设计的合理性至关重要, 这不仅涉及到工程效率和成本控制, 还直接关系到项目后续的运营安全性。因此, 可以采用一种创新的组塔施工工艺方法, 即在传统的半边腿组立方

法和内悬弧抱杆组塔的基础上，融入新的技术手段，以显著提升施工效益。首先，在施工前的地形勘测和分析阶段，利用先进的无人机技术和三维地形建模软件，对地面硬度、坡度以及土壤稳定性进行精确评估，不但能够确保塔基位置的准确选择，还能为后续的塔杆长度和受力分析提供有力支持。其次，在塔基施工过程中，采用高强度、耐腐蚀的新型材料，以提高塔基的稳固性和耐久性，并且通过优化塔基结构设计和施工工艺，降低对地基的破坏，减少施工对周边环境的影响。在塔杆组立阶段，采用半边腿组立方法，并结合内悬弧抱杆组塔技术，基于精确计算塔杆的长度和角度，确保铁塔在竖立后能够与地形相适应，保持平衡。同时，利用先进的起重设备和工具，提高施工效率和质量。此外，还要引入智能化监控系统 and 数据分析技术，对施工过程进行实时监控和数据分析，及时发现和解决施工中存在的问题，还能为施工决策提供有力支持，确保施工质量和进度得到有效控制。

（三）设计优化路径

在山区丘陵地形中，铁塔的高低腿配置的提升具有至关重要的意义，设计优化路径的考量不仅关乎线路运行的稳定性和可靠性，还需要综合考虑诸如避开基本农田、生态红线期、自然保护区等区域，以及减少耐张铁塔的用量和铁塔的小运距离等因素。在现实情况下，如果选择在地形较为优越的地段建设铁塔，可能会面临占用基本农田或者穿越生态红线期、自然保护区等敏感地区的问题。为了避免对生态环境的影响，只能将铁塔位置设计在地形较差的位置，这种地形可能需要大量的降方开挖，为了在这样的地形中建设铁塔，常常采用高低腿配置的设计方案。高低腿是根据现场地形的实际情况进行设计的一种方案，在地形起伏较大的地段使用高低腿组立，可以减少对地形的干扰和破坏。这种设计既可以满足铁塔的稳定性要求，又可以降低建设成本，提高施工效率。因此，在设计铁塔的优化路径时，需要充分考虑地形特点、生态环境以及建设成本等因素，采用高低腿配置等灵活的设计方案，以实现铁塔建设的可持续发展和生态环境的保护。

（四）对环境的保护及保证施工的安全性

在山区丘陵地形中建立铁塔时，将铁塔的配置方式设计为高低腿结构，可以在工作效益和环境保护方面发挥重要作用，减少基础施工中大量的土方工程和开挖，可以有效减少对环境造成的破坏。传统的铁塔设计方式可能需要大规模的土方工程和开挖，这样会破坏山区丘陵地形的自然景观，破坏土壤结构，甚至引发土壤侵蚀和水土流失等环境问题，而采用高低腿组立方式，可以减少对土地的开挖和破坏，从而更好地保护山区丘陵地形的生态环境，保持地形的稳定性和生态平衡。此外，传统的组立方式可能需要大型机

械设备和复杂的操作，容易受到地形限制和不稳定因素的影响，增加了事故发生的概率，而采用高低腿配置方式，可以采用更加灵活和高效的方法，减少对地形的依赖，提高施工的安全性。

三、山区丘陵地形的铁塔高低腿布置工效提升方案

（一）案例分析

1. 背景介绍

在山区丘陵地带，由于地形起伏不定，铁塔基础的建设往往面临着不均匀的地基承载力和复杂的地形条件。为了适应这种地形，铁塔设计时常采用高低腿的形式，即一部分塔腿比其他部分更长，以确保铁塔的稳定性。然而，这种设计在施工时会带来额外的难度，影响组立功效。

2. 目标设定

本案例的目标是提出一套提升山区丘陵地形铁塔高低腿配置的方案，通过优化设计、施工技术和管理方法，以减少施工时间、降低成本并确保施工安全。

步骤一：地形与土壤调查 首先，进行详细的地形和土壤调查，收集以下数据：

地形高差：测量预定铁塔位置的地形高差，记录最大、最小和平均高差值。

土壤类型：确定土壤类型（如粘土、砂土、岩石等）及其分布情况。

土壤承载力：进行土壤承载力测试，获取不同深度的承载力数据。

步骤二：设计方案优化 根据调查结果，对铁塔设计方案进行优化：

高低腿长度：根据地形高差确定合理的高低腿长度，确保铁塔稳定性。

基础设计：选择合适的基础类型（如扩展基础、桩基础等），并进行尺寸和材料强度的设计计算。

步骤三：施工技术改进 针对高低腿组立的特点，改进施工技术：

预制组件：尽可能使用预制的铁塔组件，减少现场加工时间。

吊装设备：某种小型机具的吊装方式（如抱杆配合牵引绞磨的方法）。

施工顺序：制定合理的施工顺序，优先组立关键部位。

步骤四：施工管理优化 优化施工管理流程：

施工计划：制定详细的施工计划，包括时间节点和资源分配。

质量控制：实施严格的质量控制措施，确保施工质量。

安全管理：加强安全培训和监督，预防施工风险。

步骤五：效果评估与总结 通过以下指标评估施工

效果:

施工周期: 记录实际施工周期与计划的对比。

成本控制: 统计施工成本与预算的差异。

安全事故: 记录施工过程中的安全事故次数。

表 1 案例分析表格

指标	优化前数据	优化后数据	改善百分比
施工周期	120 天	90 天	-25%
成本控制	20%	-5%	-25%
安全事故次数	3 次	0 次	-100%

(二) 山区丘陵地形的铁塔高低腿设计工效提升策略

1. 地形与土壤调查

在复杂的山区和丘陵地段实施铁塔的建设工程, 要确保后续设计和施工的有序推进, 实施一项深度翔实的地形与土壤调查无疑是首要任务, 这份调查对铁塔的规划设计与实地施工将产生深远影响。运用高精度测量技术, 可以准确捕捉到预测铁塔地点的地形高差数据, 这些数据不仅揭示了地形的最高、最低高差, 还直观呈现了平均值, 为确定高低腿的尺寸提供了科学支撑, 进而为铁塔的稳固性和安全性增添了保障。从黏土到砂土, 再到岩石等众多土壤类型, 它们的承载力存在着显著的差异。因此, 对于土壤承载力的全面测评, 并由此获取不同深度范围内的承载力数据, 对于铁塔基础的稳健性和可靠性起到了关键作用, 唯有透过深度掌握土壤性态, 才有可能设计出既适合实际施工, 又具有严密安全性的基础结构。

2. 设计方案优化

地形与土壤调查完成后, 针对收集到的数据和信息对铁塔的设计方案进行优化就成为接下来关键的任务。此一步骤关乎组立效率的提升。在设计阶段, 恰当地确定高低脚的长短至关重要, 这不仅可以根据地形的起伏变动, 也能在一定程度上降低施工难度, 提升整体施工效率。设计团队需要对地形高差予以充分考虑, 据此规划出既能满足稳固性需求, 又不会无端增加施工的难度的高低腿长。这样的设计方案既尊重了地形特点, 也彰显了工程设计的理论性与实用性。同时, 基础设计的优化同样不能忽视, 合适的基础选择对于铁塔的安全运行起到决定性的影响。扩散基础或桩基础的选择必须建立在对土壤承载力和地形条件的全面评估之上。设计团队需要进行严谨的尺寸以及材料强度计算, 以确保基础结构的牢固, 进而供应整个铁塔结构所需的支撑力。

3. 施工技术改进

面对山区丘陵地形的特殊性, 施工技术的改善是提升施工效率的重要一环, 可以实施一系列的策略来

优化施工流程, 以适应地形的复杂性。首先, 工厂里制作的预制部件可以大幅减少现场加工时间, 提升施工效率, 而且在受到严格质量标准管控的工作环境中, 预制部件的质量层层有保证。相比传统的现场施工, 预制部件的使用不仅能节省施工时间, 同时也能降低工人的劳作强度, 提高施工经济效益。其次, 在复杂的地形中施工, 需要根据现场的实际情况采用相应的运送材料方式, 合理的运送方式, 可以更好地适应复杂的地形环境。例如, 履带吊凭借其强大的爬坡力和稳定性, 能在陡峭的山坡上顺利进行高效的吊装作业; 而直升机吊装则能利用其悬停能力和空中机动性, 在山区中精确执行组装和运输任务。

(三) 施工管理优化

在崎岖的丘陵山地布置铁塔的建设项目中, 提升施工管理过程的有效性是解决困难的关键, 施工管理的优化是保障工程速度和质量的基本手段, 这要求在每个细节环节都能做到精准的规划和控制。首先, 拟定一份精准而详尽的施工计划是必须完成的首要任务, 不仅需要对施工的时间节点进行规划, 也需要对资源分配进行高效的布局。通过执行精心设计的计划, 能够让工程如同精密的机械一样, 运转有条不紊, 从而避免那些可能导致混乱和延迟项目的情况发生。而且, 在进行施工期间, 需要对施工过程进行持续地监督, 发现并解决问题, 以确保工程的质量始终达到预设的标准, 甚至是超出预设的标准。然而, 不能疏忽了安全管理的重要性, 因为在任何一项施工项目中, 安全始终是最重要的配置。为此, 加固安全培训和监督的职责。需要通过定期的安全教育课程和实地的安全演习, 来让工人增强对潜在危险的了解, 并为他们提供应对突发事件的必要知识和技巧。

结束语

综上所述, 因为科技的快速发展和管理观念的进步, 相信能通过科技的力量和不断地探寻, 来改善施工的技术, 提升工作的效率, 更好地适应复杂地形带来的挑战, 确保电力系统的稳定运作, 满足社会发展的需求。期望更多的学者和工程师的参与和贡献, 共同推动丘陵山地铁塔建设的进步, 为人类的电力事业奉献更大的力量。

参考文献:

- [1] 王新平, 李志强, 朱晓东等. 高低压输电铁塔分体式防护大板抗地表变形性能研究 [J]. 工业建筑, 2023, 53(11): 196-206+233.
- [2] 许顺德. 输电塔高低腿逆向配置方法研究 [J]. 南方能源建设, 2022, 9(S1): 125-131.
- [3] 黄伟健. 500kV 鲲鹏线同塔四回路高低腿基础施工技术探讨 [J]. 广东科技, 2012, 21(07): 36+39.