

# 特高压架空输电线路施工工艺分析

刘磊

(湖南省送变电工程有限公司 湖南长沙 410015)

**摘要:**特高压架空输电线路的施工工艺对电力系统的稳定运行及电能的高效传输具有重要作用,同时该输电线路与现代电力工业发展规律和电网技术发展方向契合,具有广阔的发展前景和研究空间。因此加强对特高压架空输电线路施工工艺的研究具有重要现实意义。基于此,本文结合相关技术规范、工艺导则等规定,基于对特高压输电线路发展现状的分析,结合特高压架空输电线路设计结构的特点,对张力放线等关键施工工艺进行分析,以进一步规范施工工艺,提高施工质量。

**关键词:**特高压; 架空输电线路; 施工工艺

现如今随着我国社会经济的飞速发展,工业发展及人们生产、生活对电力能源的需求明显提高,因此加快电力建设,保障电力供应具有重要意义。我国幅员辽阔,由于资源分布特征,绝大多数火力发电基础设施集中建设在西北地区,而大型水电基础设施主要以西南地区为主,因此电网建设通常需要满足长距离输电的要求。在这一背景下,特高压输电技术发展迅速,特高压架空输电线路的施工工艺深受人们关注。因此加强对特高压架空输电线路施工工艺的研究和创新具有重要意义。

## 1. 特高压输电技术发展现状

特高压输电线路(Ultra High Voltage Transmission Line, UHV)主要指电压等级大于1000kV的输电线路,具有大功率输送、高效益及占地面积小等诸多优势<sup>[1]</sup>。近年来随着社会经济的发展,特高压架空输电线路的建设规模明显扩大,对于满足社会经济发展要求具有重要意义,契合电网升级和改造的目标。

特高压电网的主要特点为长距离、大容量、低损耗,架空线路的施工充分体现目前相关领域施工技术水平。施工工艺技术的应用需要具备完备、成熟的理论基础,同时在实践中进行检验,特高压架空输电线路的施工工艺同样以成熟的理论作为基础。在实际施工的过程中,基础工程、组塔工程、架线工程及接地工程等分部分项工程在传统施工工艺的基础上持续优化,例如针对线路途经高原、山区等情况,其采用基础形式具有开挖土方量少、承载性能强、对周围环境影响小等优势。同时线路施工遵循因地制宜的原则,结合不同工程实际和地理环境,积极引进成熟施工工艺,如人工挖孔桩、岩石嵌固、直柱斜插等,具有操作便捷、施工效率高等优势,满足工程进度要求<sup>[2]</sup>。

随着特高压电网建设规模的持续扩大,由于形式的变化,架空输电线路的施工工艺取得明显进步,先进施工技术得到广泛应用,如MP桩施工、主筋直螺纹连接施工、插入式钢管斜柱基础施工等,机械化作业水平明显提高,不但有效减少施工人员的工作量,同时对于提高施工质量和效率具有重要作用。另外,由于我国江海湖泊较多,特高压架空输电线路的施工面临复杂水域环境的挑战。现如今,随着研究的深入,目前特高压架空输电线路大跨越组塔施工技术进步明显,施工中通过运用电梯井架基座的双摇臂自旋转抱杆吊装、内附着式塔吊吊装等技术,有效提高机械化施工程度和工程综合效益<sup>[3]</sup>。总之,受能源和分布不平衡等因素影响,我国特高压电网发展迅速,目前正处于特高压架空输电线路施工技术的关键发展阶段,该施工工艺与电力工业发展规律和电网发展方向相符,具有广阔的发展前景,加强对施工工艺技术研究十分必要。

## 2. 特高压架空输电线路施工工艺分析

### 2.1 基础施工

特高压架空输电线路施工需要满足国家及行业相关技术标准和规定,以确保输电线路的安全、稳定运行,减少事故发生,同时施工工艺的应用还要尽量降低建设和运行成本,以保证投资效益<sup>[4]</sup>。另外,施工工艺技术的应用需要重点考虑国内外前沿、先进技术成果,积极引进先进技术方法,提高线路施工质量。

具体施工过程中,先要明确线路的具体走向,合理选择路径,最大限度减少对土地利用及周围自然生态环境的影响,避免线路经过重要生态自然保护区。杆塔施工是特高压架空输电线路的重点,需要结合线路走向、气候环境等因素,合理选择杆塔类型,确保其强度、稳

定性合格。同时结合输电容量、线路长度、气候等明确导线类型，满足电气和机械性能要求。绝缘子和金具需要结合线路电压等级、环境条件等进行选择，确保绝缘性能和机械强度合格。另外，接地系统对于线路的稳定运行具有重要作用，合理设置接地系统有助于减少风险隐患。基础施工的过程中，杆塔需要具备较强的承载性能、抗震性能，施工时加强质量控制，保证基础稳定可靠。杆塔的安装则需要严格按照相关规程规定进行，保证施工质量，结合实际情况明确不同类型杆塔的安装方法<sup>[5]</sup>。导线架设是线路基础施工的重要一环，施工时要严格按照相关规范要求，保证导线张力、弧垂等参数契合设计要求，避免其出现损坏。安装绝缘子和金具时，需要做好清洁、防污措施，避免影响其质量性能。

### 2.2 张力放线

特高压架空输电线路具有长距离输送的特点，所以线路主要使用单相分裂的形式，以强化其输送能力，且线路导线的横截面积较大，单位重量增加，整个施工阶段系统承受的应力也明显增加，伴有一定的风险，因此张力放线是特高压架空输电线路施工的重点，对施工质量有较高的要求，需要合理选择相关设备和器具，保证施工质量。

张力放线施工工艺的主要内容包括引绳展放和地线、导线的张力展放。多数情况下，初次张力放线主要采用人工引绳铺放的方法，施工时需要引绳长进行计算，明确引绳总盘数，计算公式如下：

$$M = K \times \text{int} \left( \frac{s \times l}{l_y} \right)$$

本公式中引绳总盘数由 M 表示，所需根数为 k，长度系数为 s（通常取 1.3-1.5），区段距离为 l（单位：km），单盘线绳长为  $l_y$ （单位：km）。通过公式对引绳长度进行计算，根据相应标准分成小盘，之后进行人工引绳展放，沿相线的方向在地面进行铺放，铺至铁塔位置后，施工人员牵引上塔，穿过滑车后持续牵引，同时将绳的首尾连接，完成展放作业。

无人机展放技术在无人机基础上研究改进形成，具有效率高、成本低、抗风性能强等优势，在目前输变电施工中十分常用。因为特高压架空输电线路施工需要安装放线装置，因此该项技术较为常用<sup>[6]</sup>。基于对技术特点的分析，引绳展放时需要明确施工要点：（1）确保起降场地面积合理，通常需要将较大面积的平坦空地作为起

降场地；（2）每次使用无人机前需要做好相关构件的检查工作，如起降轮、主框架、动力系统、引绳等，消除风险隐患；（3）使用前对风力情况进行检测，如果风速过大要避免飞行，同时避免穿越高压线、建筑物等区域<sup>[7]</sup>。

引绳展放施工作业结束后，需要借助专用设备进行地线和导线的展放。多数情况下，导线的布置形式以多分裂形式为主，对 800kV 或 1000kV 的特高压线路而言，以 8 分裂或 6 分裂的布置形式最为常见，无论采用何种形式，张力展放施工的过程中，均需要按照水平排列方式进行施工。

导线张力展放的过程中，施工人员多需要借助张力和牵引机进行展放，在牵引绳与一头牵通固定后，采用大牵引机进行处理，另一头与走板直接连接。针对导线的线头，需要采用网套进行缠绕处理，确保其与连接器的有序连接，明确走板连接效果理想后，施工指挥人员对走板水平腾空进行指挥作业。同时，施工人员还需要严格控制导线的牵引速度。线盘施工结束后，预先降低牵引的速度，避免出现脱线情况，展放线盘后需要采用网套将导线的首尾连接，同时可采用铁丝进行绑扎处理，明确线盘导线稳定连接后方可缓慢牵引过轮，之后采取固定措施，进行接续管的安装。除此之外，导线张力展放施工的过程中还需要掌握以下施工要点：（1）如果走板、接续管需要通过放线滑车，应预先降低牵引的速度，避免出现异常；（2）牵引机轮不可经过接续管、走板等；（3）经过张力轮时导线会形成一定的扭力，所以要采用两套单头网套，中间需要连接旋转连接器；（4）放线时应遵循先张后牵的原则，停机时要遵循先牵后张的原则；（5）施工人员操作张牵机设备时要做好安全防护措施，站在绝缘防护垫上进行操作，同时确保设备连接的稳定接地，避免感应电流。

地线张力展放与导线并无明显差异，主要差异性体现在地线展放仅需一根线，同时地线的直径更小，因此无需连接走板，能够满足直接牵引的要求，或者在导线张力展放分线时仅需牵引<sup>[8]</sup>。另外，实际施工过程中需要注意，因为地线的直径较小，采用常规紧线器锚固容易出现跑线等问题，因此目前多选择 OPGW 光缆紧线器进行相关操作。同时由于直径较小，地线通常无需通过走板，能够与牵引绳直接连接，具体连接时采用常规网套的连接效果欠佳，通常需要采用死扣连接方式。

### 2.3 紧线施工工艺

导线、地线张力展放后需要借助收紧装置对导线、地线的弧垂进行调整,确保其满足施工设计要求。紧线施工工艺具体包括耐张塔紧线、直线塔紧线等。紧线施工前,施工人员需要将分布在不同放线档的多余导线、地线抽回,确保导线、地线弧垂比合理,为后续施工作业的顺利进行夯实基础。具体施工过程中,当同一放线区段需要经过多个耐张段,需要对全部区段内耐张段进行预紧线,确保不同耐张段的弧垂在标准范围内。导线和地线的预紧线操作主要在张力场或牵引场进行。预紧线操作过程中,需要合理设置紧线段,通常选择张力放线的施工段,同时合理选择操作塔,主要为牵张场周围的直线塔<sup>[9]</sup>。如果上一个放线区段将耐张塔作为分界,需要在同一侧耐张塔软挂结束后,在另一侧进行导线和地线的预紧线操作。如果上一个放线区段的分界为直线档,对导线、地线进行预紧操作时,需要和升空操作共同进行。

紧线施工时施工人员需要明确紧线的原则,施工作业将耐张段作为单位,先要在耐张段一侧的耐张塔施工,之后在另一侧塔进行紧线施工。如果紧线经过多个耐张段,需要对不同段分别处理。通常先处理与紧线操作塔距离远的耐张段,遵循由远及近的原则,或者对同一紧线段内多个耐张段同时处理<sup>[9]</sup>。除此之外,牵张场地为直线档时,需要注意导线、地线临锚施工工艺。导线、地线的临锚施工工艺较多,需要结合工程实际合理选择。本线临锚是常用方法,导线通过牵张场地周围操作塔的放线滑车,同地面上的地锚进行直接锚固<sup>[10]</sup>。另外,还可以选择过轮临锚、反方向临锚等方式。

#### 2.4 组塔施工

组塔施工是电力输送路线施工的重点,目前常用的铁塔形式较多,工程施工阶段常用内悬浮外拉线抱杆组塔、落地摇臂抱杆组塔、塔式起重机组塔等。施工人员应结合施工现场的地形条件、铁塔形式等合理选择施工方案,保证施工质量。塔式起重机组塔能够减少组塔施工的高空作业量,有效提高抱杆的提升高度,进而提高施工效率,与传统抱杆组塔施工相比优势显著。

#### 结语

新形势下,随着社会经济的飞速发展,电力作为重要的能源对于推动社会经济的发展具有重要的作用,随着电力建设步伐的加快,特高压输电技术趋于成熟,发

展迅速,800kV和1000kV以上的特高压输电技术已成为目前十分常用的输电形式,未来随着设备的更新和技术的完善,特高压架空输电线路的施工工艺也势必更加成熟、完善、安全、高效。因此相关人员需要加强对施工工艺的研究,注重工艺方法的创新,以保障施工质量,为电能的高效、稳定传输提供支持。

#### 参考文献:

- [1] 王奕博. 输电线路施工临近带电线路的预防感应电措施——以由河南送变电建设有限公司承建的±800千伏特高压直流线路为例[J]. 模型世界,2021(20):62-64.
  - [2] 周建军,龚涛,向越. 750 kV交流输电线路工程承压水地区基础选型及施工方法研究[J]. 山西电力,2022(3):30-34.
  - [3] 周鹏,苏勇. 特高压架空输电线路张力放线施工技术[J]. 科技资讯,2022,20(7):52-54.
  - [4] 杨嘉妮,何成,唐杰. 超特高压架空输电线路基于自主巡检技术的图像自适应曝光技术研究[J]. 应用能源技术,2021(12):28-30.
  - [5] 汪以文,杨少春,单长孝,等. 架空输电线路张力架线施工技术应用研究[J]. 科技创新导报,2021,18(28):38-40.
  - [6] 杨博,孙成贤,王宁宁,等. 特高压直流线路限制操作过电压用无间隙避雷器的安装方式[J]. 电力科学与技术学报,2021,36(4):188-195.
  - [7] 王春林,靳义奎,王凯林,等. 特高压直流输电线路大截面导线压接施工关键技术研究与应用[J]. 青海电力,2020,39(1):67-70.
  - [8] 王晓京,胡文华,张景锋,等. 1000kV特高压交流输电线路输送能力与电压降关系计算[J]. 中国勘察设计,2021(z1):94-98.
  - [9] 陈麒任,罗楚军,李健,等. 特高压交流输电线路电气不平衡度及换位研究[J]. 四川电力技术,2020,43(1):17-21.
  - [10] 赵琦,胡科,聂荣镇. 特高压输电线路全过程机械化施工技术应用[J]. 湖北电力,2022,46(6):26-33.
- 刘磊(1989.6-)男 汉族 本科 湖南长沙人 中级工程师