

机械化施工在输电线路施工过程中的应用

苏畅宇健

云南送变电工程有限公司，云南昆明，650000；

摘要：电力线路点多、线长、分布广，使得其在建设过程中常常面临着人力投入大、质量控制困难、安全风险高、效率低下等问题。伴随着经济和社会飞速发展，一线建筑工人短缺，劳动力成本不断攀升，爆破和深基坑风险系数高等问题，线路工程安全管理、质量管理、效率管理等方面的工作都变得越来越困难，以人力为主，机械辅助的建设模式已经难以维持。因此，国家电网公司在国内倡导并推行机械化施工，推动工程管理和技术革新，从而确保整个输电线路工程建设安全、质量、效率、效益。基于此，本文就主要分析机械化施工在输电线路施工过程中的应用，以期通过合理有效的机械化施工，保质保量完成输电线路施工任务。

关键词：机械化施工；输电线路施工；应用

DOI：10.69979/3060-8767.24.3.002

引言

自2013年起，国家电网公司加强了顶层设计与系统规划，在工程设计、施工建设、施工管理、技术装备和科技创新等方面进行了深入研究，制定了数十项技术导则、企业标准，建设了机械化施工示范工程百余项，初步确定了输电线路工程全过程机械化施工的基础。同时为了推进一体四翼高水平发展，大力推进基础设施六精四化三年行动，确保施工安全、保证项目品质、提高项目进度，已在全国范围内开展全专业、全过程、全地域、全方位的机械化施工，压降人工作业风险，提高电力线路建设品质。基于上述发展建设现状，研究分析机械化施工在输电线路施工过程中的应用，已然成为输电线路工程建设的主要研究方向，并且在持续推进输电线路工程建设和发展中起到不可替代的关键作用。

1 输电线路机械化施工设计

1.1 深化精细化设计

一是通过四图八表的规范化运用，推动专业整合。为了加强设计和施工配合，深入各项目部和施工班组，对施工工艺和工作过程进行深入的了解，并帮助项目总工程师制定一套机械化施工计划。在原来的两图两表基础上，建立四图八表的机械施工系统，并将其与设备相结合，进行多个方案优选。认真研究机械化施工方法，并组织制订具体的施工操作规程。二是加强工程建设组织管理，降低工程建设风险。将作业风险提示、作业必备条件、作业过程中的安全控制在施

工专题报告中加以说明。对于高风险的输电线路建设项目，比如组塔、架线等，明确不能触及的隐患、停工红线。将重点工作中的安全警告录像进行全面宣传，帮助建筑公司将控制措施切实贯彻到工地。三是大力推进新基础应用，提高机械化程度。在电力系统中，要根据当地的实际情况，根据已有的装备建设容量进行基础设计，充分考量杆塔运输需求，对机械进行适当选型；根据项目的经济和时间需求，对施工塔位进行较为合理的选择；对沿线道路进行详尽调研，并研究加强和加宽方案。

1.2 加强数字化设计

一是进行3D建模，以达到视觉化目的，以减少主要错误。根据工程建设中存在的困难，提出采用立体优化路线的方法，准确规划机械进场，引导机械化建设，提升施工效益。实现可视化视觉设计，打破传统的多维度和多角度分析，与真实地貌相结合。二是加强基本资料修正，对临时道路和现有道路进行适当衔接，克服建设临时道路一刀切的问题；根据平原地区水沟、河塘数量众多的情况，采取适当的分区措施，以最大限度地减小对原有地形的损害；对具体的建设计划进行合理安排，既能使交通便利，最大限度地缩短临时道路建设时间，又能最大限度地减小线路建设对当地群众的影响。三是利用全球导航卫星系统，拓宽勘察区域，并与建设计划协调。利用GNSS全球导航卫星系统，将拟合得到的高程资料输入到道亨3D平台中，并与无人机拍摄的图像相融合，构成完备的地理信息系统。在此基础上，对三维测量结果进行修

正,将其误差降至0.1米以下,为实现全程机械结构设计与施工提供的帮助。

2 输电线路机械化施工应用

2.1 基础施工

2.1.1 岩石基础

其有两种类型,分别是岩石嵌固、岩石锚杆,可选用旋挖钻机、锚杆专用钻机等设备。在进行岩土工程勘察时,必须对各种岩基的特性及应用场合进行调查,并根据工程装备特性,选用适合的基础型式。在岩石嵌固基础中,研究不同深度和孔径之比、基础锥度和扩大头的大小等因素对承载力影响。在岩石锚杆基础中,重点研究锚杆直径、长度和数量以及钻孔间距等因素对承载力影响。代极限剪切参数是重要指标,其选取是否合理将影响基础结构的安全与经济性,但现行的设计标准给出了一个相对宽泛的取值区间,需要通过现场荷载实验确定具体数值。

2.1.2 装配式基础

装配式基础适用于绝大多数没有地下水的地基,特别是在交通不便、水资源缺乏的沙漠地带,经济效果最佳。所有组件都是预先在厂内预先制造,品质上有保证,组件的模块化装配,降低了劳动强度,便于工地规范化管理。单个装配式基础可节省成本百分之十二左右,并显著提高施工效益。然而,其关键问题在于设计复杂、理论不够完备,上部受力大时,其基础结构形式、结构自重大,施工不便,对此,在实际使用的过程中应用注意以下五点。第一点是保证上部铁塔结构日常工作,不会产生不利作用;第二点是采用高强度、重量轻的材质,保证预制件在搬运、提升时不会发生扭曲;第三点是尽量简化预制件形式、接头形式,使其便于制作施工;第四点是预制件具有较好的耐久性能,以保证基础使用年限与整个线路结构保持一致;第五点是在保证地基承载力的前提下,最大限度地减小混凝土、钢构件等材料用量,减小土石方施工,达到节约工程成本的目的。

2.1.3 灌注桩基础

就其成孔工艺而言,有正循环泥浆护壁、反循环泥浆护壁,价格低廉,但产生的污泥量大,造成环境污染;还有无循环泥浆护壁、套管护壁,费用较贵,不含泥浆或少量的泥浆污染。在成孔工作中,应该选择综合性能好的旋挖钻机。对于灌注桩承载力,要注意二次清孔质量,并注意底部沉渣厚度。对磨擦桩而言,底端沉渣不宜超过100毫米;对端承桩,底端沉渣不宜超过50毫米。在相同直径灌注桩中,深径比大的具有更好的经济效益,宜采用缩小桩径、增加深度

的方法。在扩底桩中,扩底量过大容易出现塌孔,通常建议扩底直径不宜超过1.5倍桩径。

2.1.4 挖孔类基础

其承载能力高,变形小,与传统的对开挖基础相比,不需要模板支撑和基坑回填,且对周围的环境影响小,适用范围广。该技术适合于不含地下水的粘土、粉土和中风化岩石基础。从旋挖钻机基本特性出发,其立柱直径要控制在0.6-2.0米之间,级差0.2米。在该基础应用过程中,扩底型式是核心问题,直接决定了基础承载力,尽可能地按照小口径、大深度的设计思想进行施工。扩底的时候,其规格从主柱边缘向外控制在0.5倍主柱直径范围内,在湿陷性黄土地区,扩底范围可略减。在山区施工中,要重视基础防护面积,设计合理的防护间距,扩底时要满足不小于1.5的扩大头直径要求。

2.2 铁塔施工

地形平坦的丘陵和平原地区,多采用轮式或履带式起重机;在山区陡峭,交通不便,工作地点有限的地方,通常使用的是抱杆组塔。为了适应工程建设的需要,必须对铁塔进行合理的结构优化,主要包含以下两个方面内容。第一个方面是明确主要设计。在保证杆塔强度、刚度和稳定性的同时,组塔设备、运输条件、吊装实施技术方案等都要与杆塔结构进行有机地联系,努力使其具有合适的受力状态、简单的型式。通过优化,将塔的重量降低到最低,降低其制造、运输、安装和维修工作量,同时还要注意整个过程中的功能与环境和谐。第二个方面是实现最优设计。与所使用的组塔装置相配合,根据所选择的装置特征参数和吊装能力,以及施工机具吊装的技术方案等,对铁塔设计分段进行详细的划分,控制单个构件的重量,设置辅助施工孔。详细的构造要求和辅助施工孔设置方式体现在以下几点。一是精确控制构件长短、重量。为了便于搬运、起吊,如肢宽小于100毫米的角钢长度通常不能大于9米,最大不得大于12米;单个构件自重一般不大于1.5吨,有高低腿的山地塔自重一般不大于3吨。二是预留施工孔。在直线塔中,施工孔设置在地线支架前背面、挂线角钢端头、导线横担端部和根部、“V”串两端部挂线点前后方、“V”串正上方的杆塔横担前后侧等位置;在踏板靴板上预留施工孔,以供施工中的拉线导向滑轮使用;耐张塔在导线和地线悬挂点周围必须设有锚线,紧线工作时预留施工孔,并且在横担下部的主要材料和塔身正面连接板上预留施工孔。以上施工孔,如有需要,须说明其用途,受力极限、应用原理。

2.3 架线施工

在输电线路中,输电线路铺设是非常关键的步骤,必须保证其安全、高效地敷设。在工程实践中,运用各种先进的机械化装备与工艺,能够使得整个工程铺设速度和质量得到极大的改善。无人旋翼机展放技术具有效率高、精度高、安全可靠等优点,是一种新型的作业方法。其采用事先设定好的航路,携带引导索,按照预定路线开导引绳;其自带的GPS定位技术,能够保证导引绳展放线路精确可靠,极大地提升前期铺设工作效率。接下来进入微牵、微张引渡二级导引绳环节。这一步的核心是采用微牵、微张装置展开二级导引绳的牵引、张紧,从而为下一步的线路铺设打下良好基础。在该方案中,微牵机采用高精密的控制方式,将导引绳从无人旋翼机展放位向下一作业点牵引;微张机通过其自身的张力调节装置,使导引绳能维持合适的张力状态,不会出现松弛和拉紧现象。另外,小牵引机在架线施工中也被广泛应用,由液压系统带动,能实现高功率的牵引作业。当液压装置启动后,置于预先设定的小牵引机,以平稳的力度,将导线逐渐拉至合适的位置,并与所要敷设的导线端相连接。该装置张力控制系统,实现了在线监控与调节,保证了导线在敷设期间不被损坏,同时保证了导线的直线度和稳定性。接下来采用大牵引机展开导线的张力展放,其主要有牵引机、张力机,牵引机能够将导线从一个塔位牵引到下一个,保证导线按预定轨迹展放。张力机则是在导线就位后,进行分段调节,以满足所需张力。为了保证输电线路稳定与安全,张力机必须对各区段的张力进行动态监控与调节,以保证各区段的张力平均分配,防止出现局部应力过大或过松现象。其中张力机的自动化控制系统可以通过对所采集到的数据进行在线调节,从而保证导线在铺放期间始终处于良好的张力状况。

2.4 接地施工

为了保证施工安全、平稳运行,接地建设至关重要。浅埋放射性接地设备是常用的一种接地方法,其是根据浅层土层的电阻率较小,采用放射状装备接地,降低接地阻力。在实际工程中,首先要确定接地网选址,保证与其它电气装置距离,这样才不会受到电磁影响,然后通过勘察确定浅层土层的导电性、地下水埋深。接地极一般采用镀锌钢材、铜材,具体尺寸、数目要视具体情况、接地电阻而定。在工程建设中,浅层土层剖面深度基本控制在0.5-1.5米之间。开挖后,应按照设计需要,沿放射方向布设接地极,间隔距离一般为3-5米,并可视工程实际情况、设计需求调节放射线长度,一

般控制在10-20米之间。为了保证接地极安全可靠,在接地极和地线连接之间焊接,在焊缝上喷涂抗腐蚀物质,以提高其使用寿命。其次,接地沟挖掘是接地工程中的关键环节,主要使用的有定向钻机、垂直钻机、履带式开沟机等。一般情况下,接地沟挖掘既需要机械设备,也需要人工配合。为了保证作业柔性,尽量采用比较小型的机器挖掘,尽量减少对周围环境的干扰。开挖深度按接地网设计需要而定,通常控制在0.5-1.5米之间,沟槽宽度控制在0.3-0.5米之间。在施工期间,要保证沟槽底部平坦度,防止产生积水和塌方。对于高水位区域,必须及时进行有效排水,以保证工程正常运行。在施工结束后,根据设计需要,在接地沟中敷设接地线,一般采用铜线、镀锌钢线,敷设时要注意防止电缆发生弯折。接地线安装完毕后,应及时用细土或沙土覆盖,以保证地线和土层完全贴合。同时为了降低电阻率,必须一层一层地压实。

3 结语

总之,在输电线路施工中应用机械化施工方法,是提高施工效益,减少施工成本的关键所在,在现在和未来的输电线路工程施工中都具备非常明显的施工优势,要持续加强对机械化施工方法的创新研究和推广应用,同时施工过程中加强技术监管、质量监管,加强施工组织协调,确保各个施工环节有效衔接,确保机械化施工设备和方法应用到位,在预期的施工周期内高效率高质量完工,确保工程最终建设成果。

参考文献

- [1] 汤杰波,王卫华. 输电线路工程全过程机械化施工方案研究[J]. 低碳世界, 2024, 14(11): 68-70.
- [2] 曹彦斌,于志红,刘洋,等. 输电线路全过程机械化施工专项设计研究[J]. 吉林电力, 2024, 52(05): 33-39.
- [3] 蒲劭彤,王锐,何松洋,等. 基于路网分级规划的输电线路机械化施工技术研究[J]. 山西建筑, 2024, 50(09): 92-95+187.
- [4] 鲁勇,王怡文,李俊杰,等. 输电线路全过程机械化施工设计管理[J]. 中国电力企业管理, 2023, (30): 48-49.
- [5] 彭昆,架空输电线路机械化施工关键技术研究及应用. 江西省,中国电建集团江西省电力设计院有限公司, 2023-06-09.