

输电线路工程机械化施工措施差异化研究

董明 王佳楠 苏震

辽宁省送变电工程有限公司, 辽宁 沈阳 110139

[摘要]输电线路是电网工程建设的重要组成部分, 不同外部环境下的输电线路施工措施和费用构成直接影响到电网工程的效率和经济性。文章详细调研了典型输电线路全过程机械化施工流程、费用列支等情况, 全面分析了不同外部环境下机械化施工措施的差异性和选择依据。在此基础上, 以典型机械化施工输电线路工程为背景, 结合其工程特征, 对机械化施工的机械化率和施工费用进行分析, 并与采用非机械化施工方式进行比较, 验证输电线路工程机械化施工的有效性与经济性。

[关键词]输电线路; 机械化施工; 地形条件; 施工费用

DOI: 10.33142/hst.v2i3.847

中图分类号: F426.92

文献标识码: A

Study on the Differentiation of the Mechanized Construction Measures of the Transmission Line

DONG Ming, WANG Jianan, SU Zhen

Liaoning Transmission and Transformation Engineering Co., Ltd., Shenyang, Liaoning.110139, China

Abstract: Transmission line is an important part of power grid engineering construction, and the construction measures and cost composition of transmission line under different external environments have a direct impact on the efficiency and economy of power grid engineering. In this paper, the mechanized construction flow and cost of typical transmission lines in the whole process are investigated in detail, and the differences and selection basis of mechanized construction measures in different external environments are comprehensively analyzed. On this basis, based on the typical mechanized construction of transmission line engineering, combined with its engineering characteristics, the mechanization rate and construction cost of mechanized construction are analyzed, and compared with the non-mechanized construction mode, the effectiveness and economy of mechanized construction of transmission line engineering are verified.

Keywords: transmission line; mechanized construction; topographic conditions; construction cost

引言

电力的运输线路工程是电网建设的一个重要组成部分, 电网线路的建设质量、建造水平和建造成本直接影响到整个电力系统的建造。不过, 我们实际上可以看到的是, 传统的电线建造方法带来了许多问题, 比如建造环节需要大量的工人人力、建设工序比较复杂、建造的时间耗费也很大。再加上电力系统输电网络的特性, 导致建造环节危险性也比较大, 所以, 传统的电力运输线路建造效率不高, 建造成本也很大。因此, 这种传统的施工建造方式, 越来越不能满足当前社会大规模的电力系统建设和发展的要求^[1]。

在施工建设之前, 必须要对项目所在地的地质条件和周边环境做出科学合理的分析和严谨的论证, 因为针对环境和地质条件的不同, 需要选择更为适合运输线路建设项目实际情况的机械化设备和建造技术。这种设备和技术的选择直接关系到对整个输电线路工程建设的质量和建造所花费的成本。地形风险和施工建造所需要的相关设备和技术必须分析考虑。在不同的地质条件下, 机械化建造方案的磋商、讨论和研究对于后期的项目建设至关重要^[2]。

1 输电线路工程机械化施工的主要工序及关键影响因素

随着电力行业相关技术创新和发展, 传统的人工修建方式逐渐被机械化建造所取代, 机械化建造电力传输线路的技术现已得到广泛的应用和普及。输电线路的机械化建造工艺基本上需要先进性修建临时公路, 然后运输相关的建筑材料, 再从选定的方位挖掘基坑, 在进行灌注混凝土的工作, 等待混凝土养护完毕后建造组塔, 最后就是在组塔之间牵拉电线, 最后在完成剩余的相关测试和其他工作。整个这些建造流程可以划分为基础工程, 组塔建造工程和电线架设工程三个主要的部分, 这三部分的工时占比大约为 5: 3: 2。运输线路的所有的机械化建造过程都受到项目施工所在地的交通条件以及地质环境的影响和制约, 一般来说, 我们把电力网络项目建造的地形条件划分为两类典型的情况: 分别是平原丘陵地带以及河流灌区地带。在整个电力网络传输线路的机械化建造环节, 有具体的施工建设的要求: 在施工前需要严格的勘测项目所在地的地质地貌环境, 确定建造的基本工艺类型和建设相关的参数, 充分的保证机械化建造设计的基本原则是切实合理以及有针对性的。对传输线路的施工方案进行严格的讨论、优化调整, 并将整个建造过程进行细分, 做到标准化配置施工的机械设备和设定好项目建造问题的预先解决方案^[4]。

2 典型输电线路机械化施工工程概况

本文选取牙克石-岭东 500kV 线路工程(牙克石-日本沟标段),自牙克石变电站构架出线,至与下一标段分界点(125#塔)结束,全线采用同塔双回路设计,线路长度 60.7km,共有铁塔基础 141 基,其中双回路直线塔 112 基,耐张塔(含终端塔、换位塔各 1 基) 29 基。基础采用掏挖、板式、灌注桩三种型式。铁塔采用自立式铁塔。导线全部采用 4×JL3/G1A-400/35 型高导电率钢芯铝绞线,地线分左右两侧,左侧采用 OPGW 光缆(牙克石变电站—G22#塔采用 OPGW-150 光缆,G22#塔-G125#塔采用 OPGW-130 光缆),右侧采用普通地线(牙克石变电站—G22#塔采用 JLB40-150 铝包钢绞线,G22#塔-G125#塔采用 GJ-100 镀锌钢绞线)全线交叉跨越情况:绥满高速公路 2 次,220kV 电力线 4 次,110kV 电力线 2 次,35kV 电力线 4 次,10kV 及以下线路 6 次,低压弱电线 5 次。

本标段线路沿线地形复杂,地形比例为平地 6.92%,河网泥沼 5.71%,一般山地 71.97%,高山大岭 15.4%,沿线林区较为密集,塔位海拔高度在 680—970 米之间。

根据这个项目建设的现场勘察研究分析,同时参照了国家电力网络公司在输电网络建设环节的相关文件规定,加上项目建设的实际情况,和施工工艺选择的基本形式,共有 140 余个电力塔干部分被选定出来,选择的地形基本都是平原和丘陵的区域。整个工程项目建设采用全机械化工艺手段,首先进行了全机械化工艺的施工方案设定,修建了临时公路和塔杆搭建部位的清理工作,完成钢筋基础处理,挖掘电力塔杆搭建的基坑,起重机提升装配钢筋笼,混凝土泵输送混凝土浆,电力塔建造完工后土方回填,最后是挖掘接地槽,进行电线的铺设工作。

3 典型输电线路机械化施工措施选择

电力工程的电力输送线路机械化建造施工方式的选择与项目所在地的地形条件密切相关,同时也取决于输电线路的建造顺序,以及项目的实际情况、结构措施的选择和基础。整个项目机械化施工的过程被记录和分析。

3.1 临时道路修建

根据施工项目的现场调查结果来看,项目施工地的山坡、河床和低洼地带仅有小的起伏,海拔落差不大,有利于整个电力网络的建造过程的机械化施工工作,但项目所在地的地形还有以下的几个特征:(1)山坡的田地土壤中,土壤不平整,有一些凹洞和小土坡。涂层表面的水含量比较大。在这种地形的建造环境下,施工建造的机器通常无法到达电力塔的位置,进行挖掘基础的工作,虽然履带式的挖掘机可以适应这种地形环境,到达电力塔的施工方位,但只能进行最初的基础挖工作,随后的混凝土车、运输车、起重机等机械化建造设备还是没办法进入场地进行施工。(2)河床河道,水资源极为丰富,河床的土壤非常软烂,机械设备基本上没办法涉水通过,所以必须在河道上修建道路,才可以保证机械设备的通行。(3)在山区的山谷中,由于周围的山脉连绵,交通不便,而山谷往往由于地势低洼形成积水区域,这片土地土壤很松软而且厚,水量比较大,机械设备进入施工也有很大的困难。

山坡和丘陵的斜坡符合旋转钻机的施工要求,同时,由于电力塔比较接近现成的公路,因此并不需要再额外的修建临时公路,项目建设施工所用到的机械设备都可以比较顺利的应用,纳入整个建造过程,极大的减少了项目投资,减少项目施工安全隐患,有效地加快了项目建设效率,缩短了建造的时间^[5]。

3.2 物料加工与运输

根据国家电力网络的施工要求规定,整个项目建设过程中的所有机械化建造流程的施工材料运输有四种规定形式:轮胎运输、履带运输、直升机运输和索道运输。轮胎运输车辆可在郊区村庄的公路和坡度低于 20 度的平地上使用,在山区和交通不便的轮胎不适用的环境,如山丘和盆地,以及坡度超过 20 度的地区,在运输车辆选择时,可以使用履带式运输车辆运输施工材料。坡度在 35 度以上的山区、深谷等不可能建造道路的地形条件下,可以使用索道或者直升机的方式运输施工材料。该项目所使用的主要运输方式如下:在郊区村庄的公路和坡度低于 20 度的平地上使用轮胎运输车辆,在山区和交通不便的轮胎不适用的环境,如山丘和盆地,以及坡度超过 20 度的地区,运输车选择使用履带式运输车辆运输施工材料。坡度在 35 度以上的山区、深谷等不可能建造道路的地形条件下,采用索道或者直升机的方式运输施工材料^[6]。

3.3 基础施工

考虑到该项目的实际地形和地质条件,建议选择地基建造的类型如下:(1)在山区,直线塔应优先考虑原始挖掘地基,而耐张塔应优先考虑挖掘地基、挖孔桩基础。(2)海拔比较低的山区地带,岩石基础或埋在岩石中的电力塔可用岩石锚杆基础或岩石嵌固基础,其余的塔可挖掘或挖孔桩。(3)农业用地和高原丘陵等地区,根据现场研究观测的结果来看,土壤中的水含量比较大,直线塔建议使用大开挖挖掘地基,耐张塔建议使用浇注的方法制造地基(4)河流湿地,建议不管是什么类型的电力塔,都采用混凝土浇注的方式建造地基。根据这个电力输送网络建设项目的实际建造情况,对需要在建造环节使用的建筑机械设备进行了细致严格的审查,并分析了建筑设备的基本类型和操作方法。

3.4 铁塔组立

电力塔的建造必须充分的考虑建筑施工现场的地质地貌情况、现场交通条件、建筑机械的配置和其他因素，并结合技术和经济分析以及人机工程学来进行机械设备的合理选择。这些塔的组合方式主要分为两类：整体组立和分解组立。整体组立必须在地面上形成塔，然后再在塔的基础底层上安装，其优点如下：因为事先安装好的塔，安装质量高，操作效率高，安装比较简单。其缺点是建造需要的施工场地面积很广，而且对于施工地面的平整性要求很大。分解组立包括将塔的部分组件拆分开，吊装提升到一定的海拔高度在进行空中组装，从而在地形上具有广泛的适应性，减少了对建筑设备的需求，简单的工具即可完成安装工作。缺点是，组装过程需要有许多高海拔的施工作业，导致施工的安全难以保证。对起重机的要求很高，根据项目的特点，除了非常空的场地外，主要使用分解组立方法来形成电力塔。

3.5 架线施工

空中电力线路的建造可使用无人驾驶飞机、飞艇、直升机和其他飞行设备，架设好空中的电力运输线路后，然后用相关的器械设备将电力线缆安装接地。安装线缆的机械化装置可以减少高空工作人员的作业，避免人为改变和损坏电力线缆，同时也保证了施工人员的人身安全，减少生产事故的发生。对于电力系统项目周边的环境也降低了破坏，并显著的提高了线缆安装工作的效率。线缆安装工作需要严格的勘探施工项目所在地的地质地貌和周边的环境，通过比较分析选择更为适合、更有针对性的建造工程施工的方法。

3.6 接地装置敷设

在地面上挖掘电力塔的接地槽通常是必要的，以便在电力塔周围形成一个封闭的环形水平射线结构，埋深 0.6m，沟宽 0.4m，单基塔接地槽的土石方量在 40~65m³，方量较大，但是由于接地的沟槽比较狭窄，尺寸很小无法集中在一个大的区域进行挖掘，挖掘工作难度比较大，常规的挖掘机等大型挖掘设备没办法进行挖掘作业。除了由于地形和交通原因而在当地开辟的电缆运输小段以外，还建议采用一种机械化建筑系统，配备特别的挖掘机和定向钻头，从而缩短电缆建造的时间。

3.7 机械化施工应用率

根据机械化建造过程中每个工艺流程的系数、完整机械化建筑物的数量和半机械化建筑物的数量、每个工艺的机械化率和整个工艺过程的机械化率可以计算出建筑物的数量。

4 典型输电线路机械化施工经济性分析

机械化建筑与常规建筑之间的经济比较因项目的条件而不同，而且与项目的土地和交通条件密切相关。影响机械化建造施工的主要因素是地质条件、运输条件、地形、项目施工工艺的基本类型、机械设备费用和人工费用等等。影响费用的因素包括基本建设费用、塔的建造费用、青苗的赔偿费用、道路建设费用、机械运转费用和远距离运输等等费用。

结束语

在本发明中，对电力系统的输电线路机械化建造过程中的每个过程的决定因素进行了全面分析，其中包括典型电力传输线路的机械化建造、机械化测量等等。对机械化建造施工和传统输电线路建造施工费用的估计和比较表明，机械化输电线路的建造可大大降低电力网络基础设施的建造费用。通过使用合理的机械化建造的机械设备，进行科学的机械设备的配置和组织，以实现整个电力输送网络机械化建造过程的成本效益。

[参考文献]

- [1]雷振华. 输电线路工程实施机械化施工方案的工程造价研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2018(23): 10-11.
- [2]胡昕. 架空输电线路全过程机械化施工方案分析[J]. 低碳世界, 2018(07): 102-103.
- [3]晋继恒. 输电线路工程机械化施工探讨[J]. 山西建筑, 2018, 44(13): 97-98.
- [4]张爱虎, 苏小青, 李峰. 110 kV 输电线路机械化施工方案的深化应用[J]. 江西电力, 2018, 42(02): 29-32.
- [5]荀石坤. 架空输电线路工程施工机械化率评价方法研究[J]. 中国新技术新产品, 2017(23): 79-80.
- [6]杨洋, 鄢秀庆, 刘翔云, 李澄宇, 李力, 李陈. 山区输电线路全过程机械化施工设计方案研究[J]. 四川电力技术, 2017, 40(05): 78-83.

作者简介：董明（1981.4.29-），男，汉，辽宁省沈阳市，本科学士，助理工程师，输配电及用电工程，施工机械装备调配。王佳楠（1986.2.11-），男，汉，辽宁省本溪市，本科学士，工程师，输配电及用电工程，施工机械装备技术。苏震（1988.6.7-），男，汉，辽宁省沈阳市，本科学士，工程师，输配电及用电工程，施工机械装备技术。