

数字化技术辅助输电线路机械化施工方案设计研究

刘洪峰

(鄂州电力集团有限公司电网建设分公司 436000)

摘要: 随着时代发展,电力成为一种重要能源。电网工程建设持续推进,传统以人力为主的施工方式已经无法满足需求,推动机械化施工实施,改变以“人力为主、机械为辅”的施工现状,成为现阶段主要目标。输电线路施工是电力工程建设的重要组成部分,从实际来看,存在设计、施工衔接不流畅等问题,基于此,文章从数字化技术应用角度入手,探究输电线路机械化施工方案设计要点和注意事项,通过系统化分析,旨在为输电线路实现自动化、机械化发展提供更多支持。

关键词: 数字化技术;输电线路;机械化施工;方案设计

Abstract: With the development of the times, electricity has become an important energy source. The construction of power grid engineering continues to advance, and the traditional manpower-based construction method can no longer meet the demand, and promoting the implementation of mechanized construction and changing the construction status quo of "manpower-based, mechanically supplemented" has become the main goal at this stage. Transmission line construction is an important part of power engineering construction, from the actual point of view, there are problems such as poor connection between design and construction, based on this, this paper starts from the perspective of digital technology application, explores the key points and precautions of transmission line mechanized construction scheme design, and aims to provide more support for the automation and mechanization development of transmission lines through systematic analysis.

Key words: digital technology; transmission lines; mechanized construction; Scheme design

引言: 随着电力行业的快速发展,输电线路的施工和维护成为至关重要的一环。传统的人工施工和维护方式已经无法满足现代输电线路工程的需求。因此,输电线路的机械化施工逐渐成为研究的热点。然而,在输电线路机械化施工过程中,面临着许多复杂的问题,例如线路的选址、线路的布局、杆塔的基础设计、材料的选用等。这些问题的解决需要借助数字化技术来进行辅助设计和优化。本文主要探讨数字化技术在输电线路机械化施工方案设计中的应用研究,以期输电线路机械化施工提供有效的技术支持。

1 数字化技术在输电线路机械化施工重点应用概述

随着时代发展,数字化技术日益成熟和先进,在输电线路施工方面,三维数字化技术应用较为广泛,例如高精度航测影像、数字高程模型等,发挥不可忽视的作用。除此之外,BIM技术、GIS基数、三维可视化技术等也得到广泛应用。依托数字化技术,可以智能化收集输电线路走廊地形、地貌,从而自动生成三维现场环境,通过模拟实际环境,对输电线路施工规划、设计、指挥等有更为直观的了解,可以大幅度提升效率和保证施工质量^[1]。一般情况下,输电线路机械化施工架构设计如下图1所示。

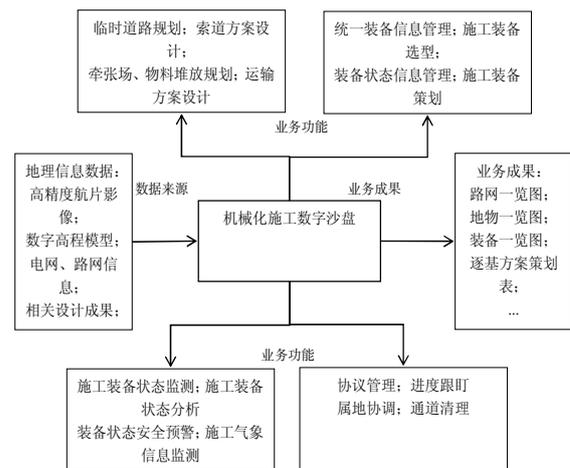


图1 机械化施工数字沙盘图示

围绕现阶段输电线路施工需求分析,机械化施工过程中,应用数字化技术的关键在于全方面收集信息数据和营造良好的协同环境。也就是确保设计、施工等环节有效衔接,数据高效集成和实现共享,可以对各环节产生的数据进行统筹管理。同时,细化管理流程,并实施扁平化管理,确保各参建单位的工作过程依托紧密的数据流实现紧密结合。除此之外,想要保证机械化施工方案得以实现,构建完善的“数据库”也是重点,例如构建施工装备库,发挥3D GIS+BIM技术等优势,直观模拟输电线路施工过程,动态调整施工方案,及时发现存在的风险并做出处理,这对于实现施工现场远程智能调度、

智能监管有积极作用。

2 研究案例分析

文章以某省 xx 市某 330kV 工程为例,该输电线路施工工程总体长度为 28.8km,地形较为复杂,包括山地等地势,总共由 78 座基塔组成。施工现场经过勘测,总体 67% 的区域为山地,33% 的区域为平地,山地地形特殊需要加以关注,曲折系数为 1.07。结合相关资料来看,该工程大运 11km,小运为 0.2km,研究区域如下图 2 所示。



图 2 研究工程项目所在区域图示

该输电线路施工过程中,运用数字化技术搭建智能化平台,并结合周围环境、道路规划等,科学规划施工方案,如道路起点、终点、宽度等,然后结合上述几项基础参数,以基础地理信息等获得数据信息,利用最短路径算法、物料所在地等,优化运输路径,确定施工物料运输方案^[2]。

同时,由于路网密度只思考 IV 级别以上的道路,但实际上还有低于该级别的道路存在,因此,临时道路的修筑善于结合路网密度,但其对路网通达性的提升无法进行定量评价。依托数字化技术辅助道路施工规划后,以基塔位置为基准点,统计基塔和道路之间距离,最终结果如下表 1 所示。结合表 1 数据可知,应用数字化技术后,道路可达性指标 $V=0.814$ 提升到 $V=1.0$,运输道路的通达性有了显著提升,相较传统提升 22.9%。

表 1 基塔塔位和道路之间的距离统计总结表

不同距离区间内的塔基数/m	数字化设计前	数字化设计后
0-50	43	78
50-100	6	-
100-200	17	-
200-300	5	-
300-400	3	-
400-500	4	-
总计	78	78

3 数字化技术辅助输电线路机械化施工方案设计分析

3.1 运输方案规划

随着输电线路全过程机械化施工持续推进,运输是不可忽略的重要组成,也是机械化设计思考的重点。遵循科学性、经济性原则,最大限度利用已有道路、结合实际环境因地制宜、临时道路修建避免破坏环境是关键。数字化技术应用时,需要合理搭建数字化协同环境,以电网信息模型(GIM)为核心实现资源可视化和数据共享,以杆塔

为基础,结合临时道路信息、交叉跨越等,全方位梳理施工全过程,智能化测定环境高程,结合逐级基塔绘制数据、垂直高差、倾斜角等数据参数,计算路宽、长度、转弯半径等,并将其输入数字化工作平台中,通过智能化分析判断,形成完整的道路修筑方案,这是保证运输方案科学合理、效率高、成本低的有效策略^[3]。

3.1.1 路网密度评价

评价施工利用道路路网时,路网密度经常被看做基本指标。依据该指标,结合物料运输、设备进场等要求,可以反映道路规划、利用情况。路网密度计算评价指标见下述公式所示。

$$\rho_{路} = \sum K_i \times l_i / S$$

上述公式中: l_i 代表各级别施工道路长度; K_i 代表各级施工道路对路网密度影响权重(一般情况,II级道路按照 0.9 计算,III级道路按照 0.7 计算,IV级道路按照 0.5 计算);S 代表走廊通道范围内面积。

围绕上述公式 1 可知,路网密度会受到道路长度和道路等级的影响,在保证其余条件相同条件下,道路越长、级别越高,路网密度越高,反之,则路网密度越小。

3.1.2 路网通达性评价

施工道路分级可以利于施工机械设备等进入施工现场,以物料运输车为例,由于该设备较为大型、重量较大,所以对运输道路有一定要求,如果忽略这一点,很容易出现意外。基于此,以道路路网可达性作为评价指标,评价道路至基杆塔的可到达能力,系统性做出分析,可以更好辅助施工。路网通达性指标定量分析计算公式如下所示:

$$V = \frac{\sum S_i \times p_i}{n}$$

上述公式中: S_i 代表第 i 个基塔通流能力(计算时,以距离塔位点 500m 距离为考察范围,距离塔位 50m 以内,按照 1 取值;距离塔位 50—100m,按照 $\frac{5}{6}$ 取值;距离在 100—200m 范围内,按照 $\frac{4}{6}$ 取值;距离在 200—300m 范围内,按照 $\frac{3}{6}$ 取值;距离在 300—400m 范围内,按照 $\frac{2}{6}$ 取值;距离在 400—500m 范围内,按照 $\frac{1}{6}$ 取值); P_i 代表第 i 个基塔通流容量(计算时,以通行到基塔最近点道路宽度为考察对象,路宽大于 12m,按照 1 取值;路宽在 8—12m 范围内,按照 $\frac{3}{4}$ 取值;路宽在 4—8m 范围内,按照 $\frac{2}{4}$ 取值;路宽为 4m 时,按照 $\frac{1}{4}$ 取值);n 代表塔基数。

3.2 机械化施工装备库的设计

输电线路机械化施工过程中,应用装备种类多样、数量繁多,且不同工序应用设备性能差异较大。同时,不同性能的装备适用条件存在差异,为了满足施工现场环境需求,需要酌情进行思考,这都导致预先规划设计时面临挑战。基于此,为了解决这一问题,以数字化技术为基础,将常用的装备类型、型号、参数、适用条件等输入工作平台中,并将施工现场环境信息如地质条件、地形、道路信息等融入其中,实现智能化统一管理,然后在实际应用时,以平台统计信息为基础,结合专家意见,便可以高效选择适宜装备完成施工^[4]。为了达成上述目标,依托数字化技术构建统一装备信息库、装备状态信息库是关键。

3.2.1 统一装备信息库建设

参照相关规范文件要求,按照类别代号、组别代号、特征代号、主参数、更新代号为基础,对信息库进行统一命名,便于相关人员分门别类快速筛选所需信息,或者依据信息检索对应装备,同时,构建信息库时,还需要将装备适用环境、适用工序、技术参数等对应输入其中,从而便于施工人员选择^[5]。

3.2.2 装备状态信息库建设

对全域机械设备信息进行管理,以机械唯一编码为依据,按照装备状态、位置信息、维修保养等进行分类,与统一装备信息库实现信息共享和关联,便于及时更新、增减、删改相关信息。

3.2.3 辅助设备选型

构建信息库的主要目的是便于统计机械设备装备信息,从而辅助相关人员依据实际需求,选择最适宜的装备。因此,合理利用信息库,辅助设备选型是机械化装备库构建的重要原则。应用时,需要结合设计信息、勘测信息等,实现逐基塔位、逐级工序机械化施工装备智能化选择,从人力和机械两方面入手,确保给出最优机械设备应用方案^[6]。

3.3 施工装备状态监测

数字化技术辅助输电线路机械化施工时,施工装备状态监测也是重点任务。依托可视化技术等打造数字化云控中心,确保深基坑一体机、液压摇臂抱杆、智能牵张机等处于正常状态对保证施工质量极为重要。在对施工装备状态检测时,整体流程如下图3所示。



图3 施工装备状态监测流程图示

结合图3来看,主要包括施工装备运行状态监测、状态分析预警、运行情况查询统计三大项内容,第一,运行状态监测主要目的是借助传感器等对深基坑一体机

等设备的运行指标进行监测,如温度、湿度、一氧化碳量等,通过收集相关数据保证其正常稳定运行;对于液压摇臂抱杆设备,善于借助无线倾角测量技术、分布式无线拉力传感技术等对倾角、拉线承托绳拉力等进行监测;在架线时,借助传感器收集牵张机作业信息等,可以有效保证施工安全性和质量。第二,施工装备运行状态分析预警主要作用是依托装备运行参数,科学设置超限阈值,依托数字化技术,一旦超出范围,立即向相关人员示警,这对于保证安全性极为有利。第三,施工装备运行情况查询统计,借助数字化监测技术,可以全方位收集统计的各装备运行信息,此时便于维修保养时查询历史记录,并且更为灵活、高效筛选数据^[7]。

3.4 无障碍开工

数字化技术的应用,促使输电线路施工实现无障碍管理,在施工前期,可以及时发现存在的安全隐患和风险,及时采取有效措施加以处理,如辅助通道重大障碍补偿协议、工程用地手续办理程序完善等,依托无障碍管理体系,可以确保各项协议按照进度如期完成,避免影响后续施工。

结语

综上所述,文章结合实际案例,验证了应用数字化技术辅助输电线路机械化施工方案设计的有效性和可行性。科学应用数字化技术,可以有效地解决输电线路机械化施工中潜藏的安全风险,提高施工效率和质量,降低施工成本。在应用数字化技术时,合理构建数字化平台,建设信息数据库,并借助传感器等智能化设备,采集装备运行状态,设置超限阈值,实现自动化示警是主要内容。

参考文献:

- [1] 骆云飞,杨刚,雷红霞,等.基于移动GIS的输电线路工程可研设计辅助工作系统[J].电力大数据,2022,25(9):76-83.
- [2] 曾华荣,杨旗,马章峰,等.基于多元、多维数据的输电线路覆冰处置辅助决策系统设计[J].电力大数据,2022,25(5):43-52.
- [3] 杨世强,金哲,闻铖,等.三峡高海拔山区直升机辅助500 kV输电线路放线施工应用[J].湖北电力,2021,45(6):52-56.
- [4] 徐文宝,周建华.基于改进模糊层次综合评判法的输电线路舞动预警[J].电力工程技术,2021,40(5):107-113.
- [5] 李腾,胡元潮,高晓晶,等.输电线路杆塔辅助接地网降阻效率及影响因素研究[J].水电能源科学,2021,39(4):165-169.
- [6] 王涛,邓晨成,刘志松.基于GIS的输电线路三维辅助设计系统的研究[J].海峡科技与产业,2021,34(3):59-61.
- [7] 胡元潮,李腾,安韵竹,等.输电线路杆塔分布式辅助接地网散流与结构优化研究[J].三峡大学学报(自然科学版),2020,42(5):88-94.