

基于智能电网背景的 10 千伏配电线路施工技术优化研究

俞洪亮

杭州交联电力设计股份有限公司, 浙江 杭州 311600

[摘要]当今社会的经济不断发展,用电量也呈现出梯度式迅猛增长态势,满足城市建设供电需求,首先需要保证配电线路施工的有序进行。智能技术在多领域广泛应用,可以提升工作效率与工作安全保障。我国也在全面推进智能电网的普及应用,文内以 10 千伏配电线路施工为例,响应智能电网发展布局,提出具有实践意义的施工技术优化,这将使 10 千伏配电线路施工以高质量标准实现整体施工管理的优化,更好满足城市供电的发展建设需求。

[关键词]智能电网背景; 10 千伏配电线路; 施工技术; 优化

DOI: 10.33142/hst.v8i7.17092

中图分类号: TM744

文献标识码: A

Research on Optimization of Construction Technology for 10 kV Distribution Lines Based on the Background of Smart Grid

YU Hongliang

Hangzhou Jiaolian Power Design Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 311600, China

Abstract: With the continuous development of the economy in today's society, electricity consumption has also shown a rapid growth trend in a gradient manner. In order to meet the power supply needs of urban construction, it is first necessary to ensure the orderly construction of distribution lines. Intelligent technology is widely applied in multiple fields, which can improve work efficiency and ensure work safety. China is also comprehensively promoting the popularization and application of smart grids. Taking the construction of 10 kV distribution lines as an example, this article responds to the development layout of smart grids and proposes practical construction technology optimization. This will enable the construction of 10 kV distribution lines to achieve overall construction management optimization with high-quality standards, better meeting the development and construction needs of urban power supply.

Keywords: background of smart grid; 10kV distribution line; construction technology; optimization

引言

10 千伏配电线路是目前整个配电系统中非常重要的组成部分,提升配电网的安全运行与施工效率保障,需要采取智能化技术支持。施工过程中常遇到多种风险因素,导致施工出现故障问题,也会造成较多的安全隐患遗留问题,智能电网背景下,采用施工技术优化的办法,提升施工安全性保障,提升施工各部门与各环节的监管效率,可以确保施工高质量的完成,实现配电线路施工管理的新生态技术优化转型。

1 10 千伏配电线路施工主要内容

1.1 施工准备阶段

对于 10 千伏配电线路施工的准备阶段,对施工现场进行勘察,此时可以对障碍物、地下管路与通信管线、途经区域的坡度等进行综合分析。在这一施工阶段,对技术要求主要体现在勘测上,施工时既要避免对土地造成严重破坏影响,也应考虑多种地形情况,确保足够的施工安全距离。对配电线路施工的设计图进行确定,记录相关具体参数,也便于监理单位判断设计是否与城市规划相符。进行 10 千伏配电线路施工的相关材料采购准备,确保采购符合国家标准,如变电自动化保护标准 IEC 61850、大型电力系统网络安全标准 NERC CIP 002-009 等,判断有无质量问题,设计详细的施工技术管理办法等。

1.2 施工进行阶段

在 10 千伏配电线路施工阶段,对技术的需要包括通过杆塔基础建设施工,进行深度、位置等依据设计需要开挖。也应保护周边的环境,避免爆破塌方等问题产生。进行基础施工浇筑后的稳定性能检查,注意按照设计的配比需要进行混凝土的使用,便于浇筑后养护。对接地装置进行安置,注意电阻标准执行应低于 10mΩ。注意复杂地形地貌的施工效率与安全保障,加强杆塔的校准与再固定,设置倾斜度监测标准,如应低于 0.5%等。依据施工设计需要进行架线施工,根据线路与地形差异进行筛选展放导线办法,依据气象监测、导线类型等进行弧垂校准。对导线连接并测量压接强度,确保焊符合质量标准要求。对绝缘子、变压器、开关设备、无功补偿装置等有序安装,位置选择应便于维护与检修^[1]。最终在进行施工交付时,采用电气试验的办法,对耐压、绝缘等性能进行测量,确保线路与设备的运行安全。对相关部门、施工部门等人员组织竣工的验收,检查各环节的工程交付质量,提出验收问题的及时反馈调整建议,整改后再行验收检查,直到完成合格交付使用为止。

2 10 千伏配电线路施工问题因素

2.1 配电线路施工的安全问题

10 千伏配电线路施工中,技术操作人员需要高空作

业,此时不按照安全防护措施进行保护装备的使用,便会造成安全风险,发生高处跌落、半空重伤等情况。且 10 千伏配电线路施工时,施工的技术人员有机会接触到带电的线路设备,这与施工前的停电检查与施工时的验电标准遵守等未履行有关,会增加触电事故的发生风险,尤其高发于施工后定期对线路的检修中^[2]。高处施工也可能不按规定要求进行物品摆放,导致高处材料坠落,致使下方的施工技术人员受伤,如扳手掉落砸伤地面指挥人员等。电气设备起火也是较为严重的安全隐患问题,电气设备短路便会形成电火花,导致火灾的进一步形成,不仅会延误工程进度,还会造成人员损伤与资源的浪费。这些与施工技术人员的安全意识和管理层的多部门监管问题等均有关联。

2.2 配电线路施工的质量问题

在施工的初期阶段,对杆塔等基础质量监管,可以避免倾斜、坍塌等事故的发生,也为进一步施工打下基础,但实际施工过程中,受技术、安全意识等监管缺乏,会导致基础建设强度低于制定标准,而出现施工交付后投入运行不久即产生倾斜问题,导致后期维护成本的增加。这与杆塔的垂直度和导线的受力性有关,杆塔平衡稳定无法适应长期运行需要,导致质量的不过关。施工过程中的小缺陷,在常年受到日晒雨淋而得不到检修、鸟类的破坏等情况下,都会造成配电线路运行出现意外,也可能与架线时对气候等多种影响因素条件的变化考量不彻底有关,导致导线的使用寿命缩短,断线后极易引发电火灾^[3]。对变压器、开关装置等施工最后安装不当,也会影响设备的正常运行,在检修时也会增加检修的难度。需要工程部提前对相关施工问题进行分析,加强质量监管,以提升最终交付质量。

2.3 配电线路施工的进度问题

物供部对相关施工需要的设备与材料提供不及时,便会导致施工进度延误,这与采购、运输等多个环节有关,加强物供部对相关供应商的问题环节监管,能够一定程度上避免工程延期问题,但这种延误工程问题也较为常见。从管理层面分析,施工组织的项目经理与其他管理部门的协调工作出现失误,对施工技术人员安排配置不合理,可能导致施工进度的延误,同一时间安排的施工场地进入人员过度,也会造成拥挤,产生施工的影响,设备的安装顺序管理不到位,也会造成人员与资源使用的浪费。施工进度受外部的影响也较大,一方面雨雪恶劣天气等影响高空施工场景,会导致施工的暂停,尤其是春秋多雨季节;另一方面施工场地的外部协调管理工作不到位,也会受到市政、通信、土地所有者等阻挠,导致施工停止与整改^[4]。这一系列问题与工程管理部门协调管理密切相关。

3 10 千伏配电线路施工优化的智能应用

3.1 施工规划优化算法

3.1.1 内容与思路

施工规划优化算法在施工前即根据以往配电线路施工经验、施工环境分析等多种因素进行最优的施工规划优化设计,采用地理信息系统进行算法的优化,将施工地点的地形

障碍问题、土地资源合理利用问题、施工的成本控制问题等进行及早发现与提出更为科学的设计策略。这是一种最优规划方案的智能算法,通过对权重分析计算,将综合施工可能遇到的问题进行测算的办法,能在早期的寻优中迅速找到合适的解决方案。通过节点计算形成 pheromone 参数判断可靠性,生成路径 visibility 参数评估设计优化“能见度”。

3.1.2 算法公式与流程

应用 Dijkstra 算法,设置多点参数权重评估,实现最短距离的测算,优化最优路径。设 $G=(V, E)$, V : 集合, E : 集合, $(u, e) \in E$, 权重 $w(u, v)$ 。设 $d(e)$ 起点 s 至点 e 为最短路径距离,初始 $d(s)=0$,其它点 e , $d(e)=\infty$,具体步骤: 优先队列 Q 初始化,多点参数接入 Q ,各点优先级是 d 值。 Q 不为空,取 Q 中最小值 d 作为点 x 。与 x 的相邻点 e ,当 $d(u)+w(u,e) < d(e)$ 时,则 $d(e)=d(u)+w(u,e)$,将 e 优先级变为 $d(e)$ 。算法重复以上步骤至 Q 为空,最终结果 d 值为起点-各点的最优距离。施工规划优化算法程序流程图如图 1。

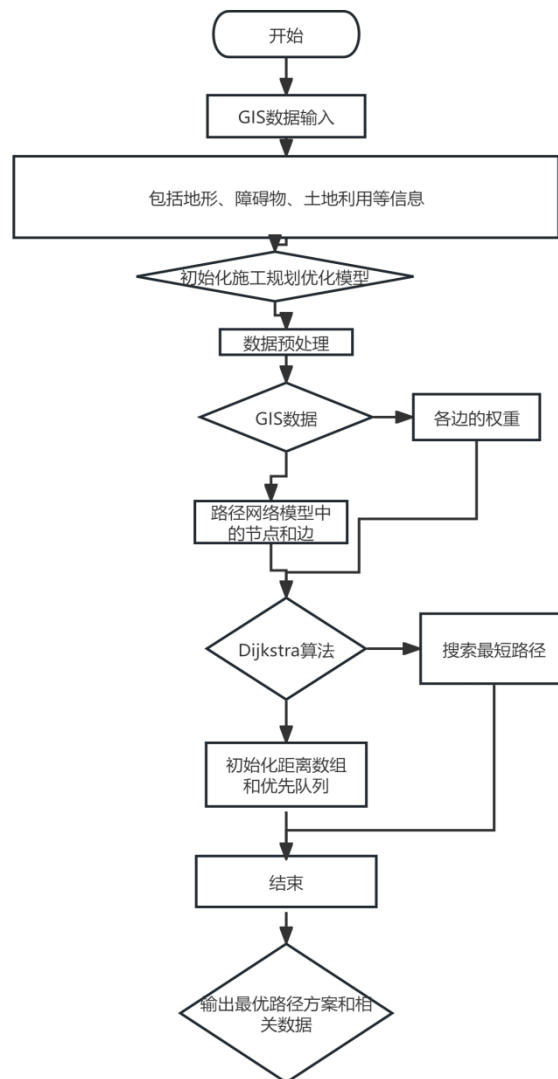


图 1 施工规划优化算法程序流程图

3.2 施工进度优化算法

3.2.1 内容与思路

施工进度的优化算法通过对项目管理中技术部门的实施监控数据进行分析,根据施工的设计与规划,进行动态的进度调整预算,便于对整体工期与阶段性工期达成情况加以把控,从而缩短整体工期,提升 10 千伏配电线路施工的效率。通过对 10 千伏配电线路施工项目的多个技术工序进行拆分,形成技术配合逻辑顺序,对历史的施工数据智能化整合,对资源的合理配置与本次施工条件进行持续分析,最终形成资源合理配置使用的技术管理优化,确保施工进度的有序进行。

3.2.2 算法公式与流程

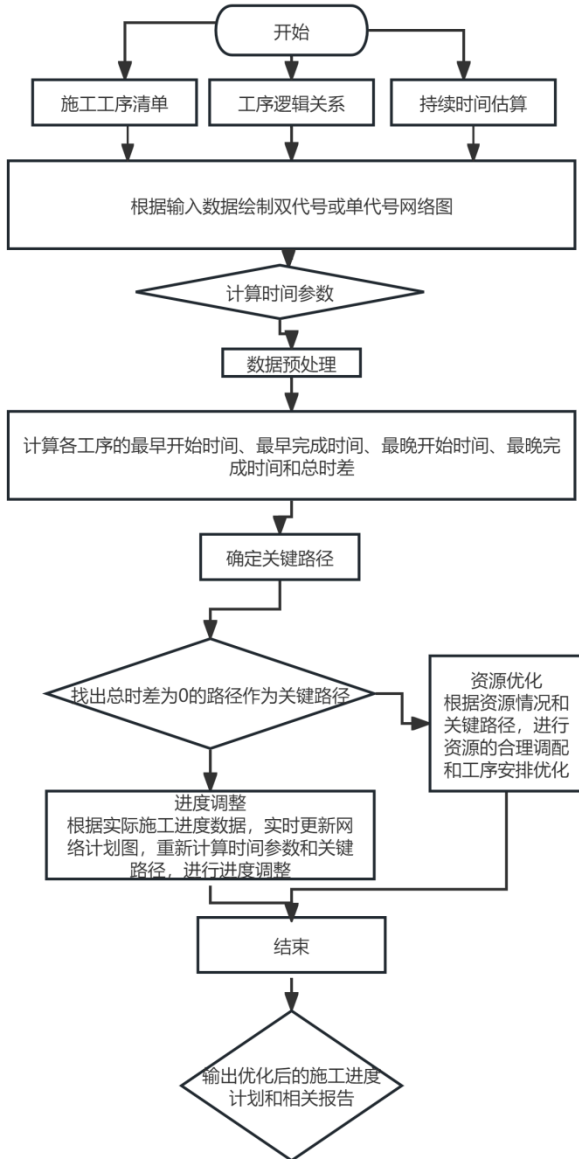


图 2 施工进度优化算法程序流程图

每个技术工序的时间进度计算:输入最早技术工序开始时间 $ES(i)$: $ES(i)=\max\{EF(x)\}$, x 为 i 的前一技术工序,

$EF(x)$ 为技术工序 x 的最早完成预估时间。最早技术工序完成时间 $EF(i)=ES(i)+持续时间(i)$ 。最晚技术工序完成时间 $LF(i)$ 中 $LF=总工期$; 其它技术工序, $LF(i)=\min\{LS(x)\}$, x 为 i 的最后一技术工序, $LS(x)$ 为技术工序 x 的最晚开始时间 $LS(i)=LF(i)-持续时间(i)$ 。总时差为 $TF(i)=LS(i)-ES(i)$ 。施工进度优化算法程序流程图如图 2。

3.3 智能决策与责任系统

10 千伏配电线路施工的技术优化离不开多施工部门、工种的投入配合,将责任部门或负责人进行有针对性的智能决策与责任系统使用培训与应用优化,是保障技术优化的关键。通常 10 千伏配电线路施工的相关人员主要涉及项目经理、物供部、工程部等,具体的智能决策与责任系统应用如下:

3.3.1 项目经理的智能系统应用

对项目经理的智能系统培训,通过智能电网的相关推广与智能化、信息化、分级互动化管理等产业技术革命进行统筹学习,对大数据的施工风险预算、资源调配算法、进度动态监管、质量优化监测等进行培训学习。可以通过对预测智能算法进行风险因素的提前识别,如恶劣天气、特殊复杂地形等施工风险,从而对整体施工技术优化与施工调整进行调整管理。采用智能化决策系统,对施工的进度动态监管、成本配置优化、跨部门联系协作等多平台进行使用培训,如根据材料价格波动数据进行成本的控制预算学习,借助建筑信息模型对 10 千伏配电线路施工场地进行模拟优化等。采取跨部门调度培训,提升各技术部门的统筹管理能力,将技术紧缺、资源配置不合理等问题进行评估,合理利用系统分析调用。最终在培训中,提升项目经理的智能化技术应用统筹管理能力。以下是项目经理智能决策与责任系统的应用表:

表 1 项目经理智能决策与责任系统的应用表

序号	应用内容	智能建议
1	进度智能监管:对计划与实际施工进度偏差值测算	调整施工顺序、生成全新计划、调动物供部资源供给
2	多部门资源调动:依据动态智能监管技术,对库存、场地、技术等实际情况查看	优先调用闲置库存、设备租赁建议、项目预算成本动态评估
3	风险预测与应对:施工气象环境对工程延误的影响预测	设置多种风险预案与调整应对建议

3.3.2 物供部的智能系统应用

对物供部资源库进行智能管理系统与供应链系统的培训应用,通过智能系统对材料库存状态进行记录,采用智能算法,对项目进度生成材料需求与供应数据对照表,应用智能算法对材料采购价格走势进行分析,保障供需前提下,选择最佳成本控制的采购阶段,以确保成本的合理控制。对相关供应合作数据进行整理培训,对 10 千伏配电线路施工中各技术工种的耗材需求统计,智能规划库存设计,避免缺乏资源支持,也应避免囤货导致资金链断裂^[5]。以下是物供部智能决策与责任系统的应用表:

表 2 物供部智能决策与责任系统的应用表

序号	应用内容	智能建议
1	智能库存管理：通过物联网对库存物资实时监管，对物资运输各环节监管	设置预警系统，智能筛选采购，生成交付经理系统报告
2	供应链调动：对施工资源合作供应商履约能力智能预警，保障供应稳定	触发预警启动智能寻找替代供应商系统，保障供应链稳定
3	成本控制：利用价格分析系统，对施工电缆等需求量采购	反馈成本变化，协调预算调整

3.3.3 工程部的智能系统应用

对工程部的智能系统培训，对各种智能传感仪器的使用办法进行培训，学习数据的采集与评估建议应用途径。如倾斜度传感器的使用，设置系统自动触发的报警阈值，对相关问题进行分析，如基础沉降等。对施工技术的特殊工艺要求进行智能化培训学习，如施工现场的评估方案智能化动画生成演示，选择更适宜的坡度位置等进行吊车等组立设备的安置。提升施工的效率。对安全风险预警系统应用学习，采用智能视频监控设备，对高空作业人员的未规范佩戴安全设备等问题行为监控与及时警报推送，便于施工安全的保障，对安全隐患量化分析。以下是工程部智能决策与责任系统的应用表：

表 3 工程部智能决策与责任系统的应用表

序号	应用内容	相关具体内容	智能建议
1	施工质量监管：对施工数据收集，自动记录检测质量问题	导线弧垂、接地电阻超标、基杆塔基础沉降超标	生成质量问题责任识别，推送相应责任负责班组，暂停施工作业并提出解决方案
2	技术工艺调整：根据现场环境进行智能化技术工艺调整	强风环境的架线施工（拖地变为张力放线）、坡度变化的设备调用	生成调整方案，计算设备需要与人力调用，生成全新施工方案
3	安全防控管理：传感监控联动，智能识别隐患问题	区域围栏设置问题、高空作业保护不规范问题等	立即触发警报，自动上传监测照片或录像，安全全员规定整改

4 结语

智能电网将高效配电线路施工、成本合理控制、降低客户用电成本、开发再生资源合理利用等作为电网未来发展的新趋势。对于 10 千伏配电线路施工技术的优化借助智能化算法与信息技术系统的应用，能够及早识别施工中的安全隐患问题，提出动态化监管调整建议，通过高效、安全的施工监管，帮助技术管理质量的提升，更利于实现配电线路施工监管效能的提高，加强多部门联系合作，实现施工技术的优化创新培训，推动电力市场的蓬勃发展。

【参考文献】

- [1]冯锋天.10kV 配电网线路智能化设计研究[J].通讯世界,2023,30(1):64-66.
- [2]许胜.10kV 配电网智能化技术在线路故障处理方面的应用探究[J].科技资讯,2024,22(17):100-102.
- [3]徐希源,刘超,郭雨松,等.电网台风灾害"损失预测-灾损感知-应对处置"关键技术及应用[J].中国科技成果,2024,25(13):53-54.
- [4]陈赓,董梁.5G 通信技术在输配电线路运行故障检测中的应用[J].通信电源技术,2024,41(16):134-136.
- [5]王晨曦,张晓燕,靳灿.10kV 配电线路线损分析及降损措施[J].农村电工,2024,32(10):52-53.

作者简介：俞洪亮（1995.6—），男，浙江水利水电学院，电气工程及其自动化，杭州交联电力设计股份有限公司，配电室设计，助理工程师。