

特高压淮南—上海输变电工程新施工技术的应用

鲁俊荣¹, 宋念达¹, 宋丹¹, 熊化吉², 严行健³

(1.江苏省宏源电力建设监理有限公司,江苏南京 210036;2.江苏省送变电公司,江苏南京 210028;
3.江苏省电力公司,江苏南京 210024)

摘要:1000 kV 特高压淮南—上海输变电国家重点工程的地形和地质条件十分复杂,给施工带来了困难。针对该工程,采用了新型旋挖钻机、新式索道运输机和具有过载保护功能机动绞磨等3项新技术,解决了施工难题,取得了较好的经济效益和社会效益。

关键词:特高压;输变电工程;施工;新技术

中图分类号:TM752

文献标志码:B

文章编号:1009-0665(2014)01-0060-03

建设1000 kV特高压淮南—上海输变电工程,对于推动和提高我国输变电施工技术升级,带动国内相关科研、设计部门的技术创新,提高电力及相关的整体技术和综合实力,都具有重要意义。该工程施工过程中,采用新型旋挖钻机、新式索道运输钢管塔和具有过载保护功能机动绞磨新技术,减轻了施工劳动强度,提高了施工效率。

1 工程概况

1000 kV 淮南—上海输电线路工程是国家电网特高压骨干网架的重要组成部分,是我国首条1000 kV同塔双回路输电工程。线路起自安徽淮南变电站,止于上海沪西变电站,线路总长度为2×647 km,铁塔1411基。在特高压线路中使用的钢管塔技术,可以大大增强塔身结构性能、强度、刚度,实现同塔双回路甚至多回路架设,缩小线路所需的走廊宽度,节约土地资源。

该工程线路经过安徽、江苏、浙江、上海等4个省市,地形和地质条件十分复杂,主要地形有河网、山地丘陵、水田等,而钢管塔重型构件最大单件达到直径1 m、长度12 m、质量5 t,给施工带来了困难。

2 新施工技术的应用

2.1 新型旋挖钻机在淮河大跨越灌注桩中的应用

2.1.1 淮河大跨越项目背景及新型旋挖钻机的特征

该工程淮河大跨越项目位于安徽省淮南市东北方向15 km,左岸跨越位于淮南市潘集区高皇镇汤渔湖行洪区内,右岸跨越位于淮南市大通区洛河镇洛河洼行洪区内。跨越段属于淮河冲击平原区,跨越塔所在的2个行洪区地形平坦开阔,现均为农田。基础根据杆塔基础的设计载荷、水文和工程地质,该大跨越杆塔确认选用灌注桩^[1]。

R-415型新型旋挖钻机作为灌注桩中的一种施工工艺设备,已越来越广泛地应用到桩基工程中。与其他钻孔灌注桩相比,其成孔方式、适用范围及在环境保护等方面均有一定的优势。旋挖钻机还可配挂长螺旋钻、地下连续墙抓斗、振动桩锤等,实现其多种功能。适应的地层主要为:黏性土、粉土、砂土、碎石土、全风化基岩及人工填土。具有大扭矩动力头和自动内锁式伸缩钻杆的钻机,可以适应微风化岩层的施工^[2]。结合该工程淮河大跨越项目具体情况,决定采用旋挖钻孔作为灌注桩的施工设备。

2.1.2 旋挖桩成孔施工过程中常见问题及解决方法

(1) 易出现孔壁坍塌,发生埋钻现象,在砂性土、饱和软土及厚度较大的卵石层中经常发生。遇到这些地层时,可采取加深护筒以及使用优质泥浆解决。新型旋挖机钻头直径略大于护筒直径,正好适用工艺施工要求,保证成孔过程中孔壁的稳定。

(2) 旋挖钻进成孔后,孔底沉渣较厚,有的工程沉渣厚度甚至达到6 m,清孔难度很大。由于砂性土层易受扰动的影响,如果不采用合适的旋挖钻头,很难保证有效施工。该机改用双层底的旋挖钻头,解决了这一施工难题。

(3) 在卵砾石、强(中)风化岩层及较硬的黏土层中,钻进效率比较低。对于卵砾石与强(中)风化岩层,该机改用多用钻头,灵活方便,也能在微风化基岩中进行施工。

(4) 桩孔存在局部缩颈现象,这与地基土层的特性以及泥浆的性能等因素有关。当地基土层为流塑状的软土及松散的砂性土,采用与套筒等径钻头和套管跟进、再用优质泥浆灌注等方法加以解决。

综上所述,杆塔基础作为输电线路的重要组成部分,其造价、工期和劳动消耗量在线路工程中占很大比例。建议杆塔基础尽可能采取合理的结构形式,减少基础所受的水平力和弯矩,改善基础受力状态;其次尽可

能充分利用原状土地基承载力高、变形小的良好力学性能,因地制宜采用原状土基础。灌注基础适用于地下水位高的黏性土和沙土等基础,不足之处是施工需要大型机具,施工工艺要求较高,费用昂贵,建议尽可能少用^[3]。

2.2 新式索道运输钢管塔重型构件新技术的应用

该工程线路经过淮河平原地区,沿线河、沟渠、塘湖均比较发达,呈零星分布,地形较平坦,以粉质黏土为主,局部夹杂粉及淤泥质土,地下水位埋深为0~2 m。其中有14基塔位于汤渔湖行洪区,5基塔位于洛河行洪区中,地质情况分类为:普土76.5%,水坑3.7%,泥坑19.8%,交通极为不便。目前在特高压铁塔运输方面还没有相关经验,钢管塔构件等材料在河网等地区的运输必需采用运输钢管塔重型构件等新技术。

在输电线路施工中,交通方便地区常用的塔材运输方案一般为车辆运输。而该工程钢管塔运输则需要增加其他运输方案,主要有索道运输、河道索道运输新技术。

2.2.1 索道架设工艺

索道运输的优点是利用其空中运输优势,可以完全不受地面地形的影响。缺点是投入的工器具、人力较多,架设索道的时间也较长,成本很高。其架设工艺如图1所示。

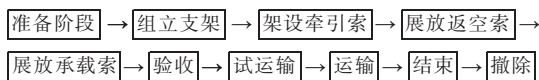


图1 索道架工艺

为了保证索道运输安全,必须对整个索道系统进行受力计算。索道运输受力如图2所示。

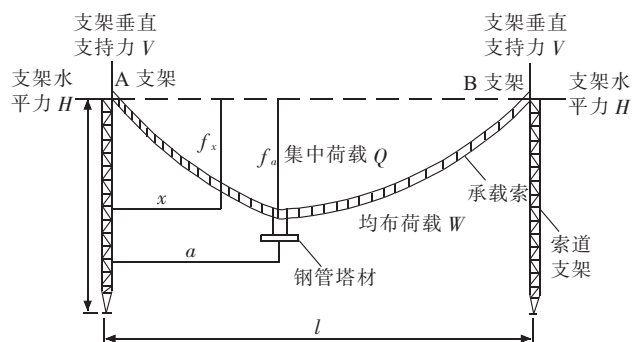


图2 运输索道受力示意图

一般认为索道两侧支架为等高,当钢管运输至离支架A距离为 a 时,承载索距离支架A距离 x 处的孤垂为:

$$f_x = \left(\frac{Q}{H} \cdot \frac{l-a}{l} \right) x + \frac{H}{\omega} \left[\operatorname{ch} \frac{l\omega}{2H} - \operatorname{ch} \frac{(\frac{l}{2} - x)\omega}{H} \right] \quad (1)$$

式中: f_x 为钢管运输至离支架A距离为 a 时,承载索距离支架A距离 x 处的孤垂; Q 为钢管产生的集中荷载;

l 为运输索道档距; ω 为承载索单位长度自重。式(1)主要用于验算承载索对地面障碍物的安全距离,当 x 为 a 时,即为验算钢管悬挂点处的孤垂。承载索的最大张力 N 出现在支架悬挂点,其值为:

$$N = \sqrt{V^2 + H^2} \quad (2)$$

其中 V 为支架垂直支持力,A支架处为 V_A ,B支架处为 V_B ,计算公式为:

$$V_A = Q \frac{l-a}{l} + H \operatorname{sh} \frac{l\omega}{2H} \quad (3)$$

$$V_B = Q \frac{a}{l} + H \operatorname{sh} \frac{l\omega}{2H} \quad (4)$$

2.2.2 河道采用索道运输钢管塔

该工程经过河网地区较多,考虑重型钢管运输无法通过一般型桥梁,而绕道距离较远,因此需要采取有效合理的重型钢管过河方案。当河流跨度在50 m以内时采用河道索道进行过河运输是较为经济的运输方案。河道索道运输的整体示意如图3所示。河道架设工艺和普通索道架设工艺类似。

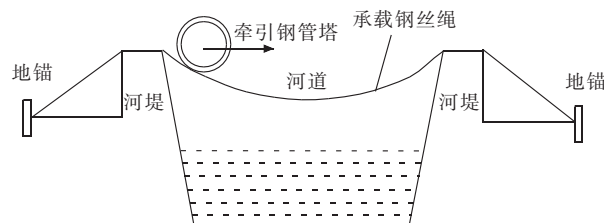


图3 河道索道运输钢管塔示意

由于该索道运输方案跨越档距较小,钢丝绳的重量和运输的钢管相比为较小的量,为了简化计算并且偏于安全,钢丝绳的自重按集中荷载的方式作用在中点。当钢管运输至中点时,索道系统简化的受力如图4所示。

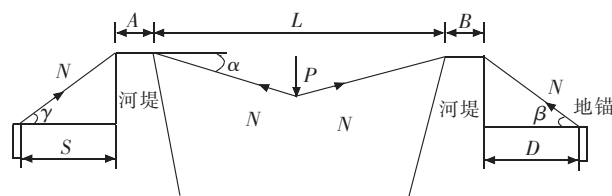


图4 河道索道系统受力分析

首先根据钢管的质量由多少根承载索共同承担,按照不平衡系数1.2进行分配,即:

$$P = 1.2 \frac{G}{n} + G' \quad (5)$$

式中: P 为作用在钢丝绳中间的集中荷载总值; G 为钢管自重; n 为索钢丝绳总根数; G' 为单根承载索钢丝绳在 L 档距范围内质量。从图4可以看出,钢丝绳的轴线张力 N 为:

$$N = \frac{P}{2 \sin \alpha} \quad (6)$$

承载索的总长度 $L_{\max}$:

$$L_{\max} = \frac{L}{\cos \alpha} + A + B + \frac{S}{\cos \gamma} + \frac{D}{\cos \beta} \quad (7)$$

地锚的水平抵抗力 H 为:

$$H = \max(N \cos \gamma, N \cos \beta) \quad (8)$$

地锚的数量抗拔力 T 为:

$$T = \max(N \sin \gamma, N \sin \beta) \quad (9)$$

实际使用参数值大于以上计算,使用情况很好。

河道索道运输方案由于其投入的工器具、设备较为简单,运输方便,因此在大型设备无法进入的一般跨河运输可以优先考虑。由于其局限性,一般用于跨度不大于 50 m 的河流,同时,河流两岸的地质条件也必须满足索道地锚承载力的需要。

2.3 具有过载保护功能机动绞磨的应用

由于该工程的特殊性,设备单件超长超重,吊装困难,高空作业多,防护要求高;大跨度、大重量、超高度的构架吊装组立等关键工序的施工难度大,安全风险高;从环境的角度来看,施工条件恶劣,线路 38% 多为山区丘陵,27% 为河网泥沼,给现场安全施工带来很大难度。在该工程中使用更加灵活的机动绞磨配上过载保护装置,为钢管塔组立、吊装、牵引和紧线施工等关键工序从装备上提供了安全保障。

目前国内的普通机动绞磨一般都没有过载保护功能,机动绞磨在启吊和牵引时,操作人员对钢丝绳受力等不安全因素较难估计,凭经验来操作掌控。如果经验不足,在操作时就会造成事故隐患,轻则毁物,重则伤人,所以机动绞磨的安全使用在施工安全中非常重要。

2.3.1 过载保护系统构成

JM-50C 机动绞磨的基本参数。额定负载/牵引速度:50 kN/4.5 m, 20 kN/11m; 动力配置:汽油机(9.6 kW);手拉启动。电子拉力传感器额定负载:50 kN;工作环境要求:能防水、防震、防尘。

该系统主要由机动绞磨、电子拉力传感器、显示和控制仪器、直流电驱动的执行机构、直流电源以及相关的连接附件等组成。其中仪表、执行机构和直流电源安装在机动绞磨上,执行机构通过连杆与机动绞磨的离合器进行连接;电子拉力传感器串接在机动绞磨的拉环与地锚之间。机动绞磨过载保护系统整体原理如图 5 所示。

2.3.2 系统工作原理

由输入装置,可对机动绞磨过载保护系统设定过载保护值。电子拉力传感器串接在机动绞磨的拉环和地锚之间,可检测绞磨所承受的负载,传感器的输出信号送至系统测量控制模块,经信号处理后转化为数字量,一方面送至显示装置,实时显示拉力数值,同时送

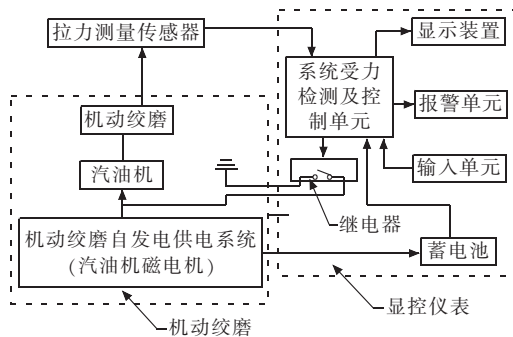


图 5 机动绞磨过载保护系统整体原理

至逻辑模块进行判断处理。如逻辑模块判断拉力值大于预定过载保护值,则一方面发报警信号报警,另一方面发动机信号值电动执行机构,电动执行机构动作,驱动离合器,分离机动绞磨的动力机构和绞磨本身达到保护自助。

该设备直接应用于同塔双回路线路施工,消除了事故隐患,确保了安全生产。

3 结束语

该工程在淮河大跨越灌注桩中采用了新型旋挖钻机;在重型钢管塔构件不可运输的环境中成功应用了索道运输新技术;在吊装、牵引等施工过程中成功使用具有过载保护机动绞磨新技术。这 3 项新技术为该工程淮河大跨越灌注桩、钢管塔运输和组立施工及紧线施工等关键工序从装备和技术上提供了安全保障,促进了国内送电施工技术水平的提高,为电网施工技术的进一步发展打下了坚实的基础。

参考文献:

- [1] 国家电力公司东北电力设计院. 电力工程高压送电线路设计手册[M]. 2 版. 北京:中国电力出版社,2012:21-25.
- [2] 钟玉龙. 旋挖钻机主要技术参数的选择及在桩孔施工中的钻头选用[J]. 安装,2006(5):46-47.
- [3] 严行健,付 慧. 特高压输电线路工程部分关键技术[J]. 江苏电机工程,2006,25(S):1-6.

作者简介:

- 鲁俊荣(1974),男,江苏宝应人,工程师,从事送变电工程施工技术研究工作;
- 宋念达(1987),男,安徽宿州人,助理工程师,从事输变电技术及管理研究;
- 宋 丹(1985),男,安徽宿州人,助理工程师,从事输变电技术及管理研究;
- 熊化吉(1971),男,江苏宿迁人,高级工程师,从事工程施工监理和设备监理工作;
- 严行建(1945),男,湖南长沙人,高级工程师,从事输变电技术研究工作。

(下转第 64 页)

任何相互联通的路径,独立性明显^[3],将单段母线发生故障甚至爆炸时对二段母线的的影响降到了最低,避免了由母联柜隔离挡板击穿引起的停电范围扩大到二段母线的重大事故的发生。

在开闭所整体更换开关柜时,分离式排放的开关柜因具有双母联开关,在整体更换时可减少双回路重复停电,增加供电可靠率。合并式排放的开关柜在整体更换时,在考虑工作量以及减少停电范围的基础上需要申请停电3次,其中包括一次双回路同时停电。更换合并式排放的开关柜步骤如下:申请二段母线进线开关拉开,更换二段母线开关柜并断开母联柜与母排的搭接部分并拆除原有母联铜排;申请一段母线进线开关拉开,更换一段母线开关柜及母联部分;申请双回路进线同时停电,搭接母联柜。而整体更换分离式开关柜只需拉开母联,及相对应母线段的进线开关即可开展开关柜更换工作。

开闭所内部开关柜的土建基础固定,在更换设备尤其是在抢修时需要考虑设备的大小与基础的匹配程度。开闭所更换某一段母线开关柜时,开关柜合并式排放的基础长宽对设备的影响远大于分离式排放,有时必须调用相同厂家的同型号的开关柜用于拼装。由于寻找与基础匹配的备品备件从而导致抢修工作无法在第一时间开展,这一问题在目前开闭所抢修改造工作中愈显突出。而开闭所采用分离式排放开关柜时,两段

基础相互独立,尤其是在初次投建时留有一定裕度的情况下,两段开关柜可以搭接各类厂家的不同柜型,在将来开闭所扩建时也减少了土建基础的二次投入。

3 结束语

综上所述,开闭所开关柜分离式排放有利于减少开闭所内双回路之间的不良影响,在单回路发生故障时,最直接地保护二段母线的正常供电,在开闭所整体更换工程中减少双回路停电,可显著提高用户供电可靠率。分离式排放可减少开闭所原有基础对于开关柜的选型影响,可以避免抢修过程中备品备件的不匹配,大大缩短停电时间,在设备改造过程中也可以灵活拼接不同型号的柜型。因此,建议采用分离式排放开关柜,以降低开闭所整体故障率,提高供电可靠率。

参考文献:

- [1] 张大立. 城市中压配电网接线与开闭所配置[J]. 电网技术, 2007,31(7):83-86.
- [2] 卢志刚,陈金阳. 基于负载率的配电网变电站与开闭所规划[J]. 电网技术,2009,33(6):63-69.
- [3] 李荣峰. 试论提高城市配电网供电可靠性[J]. 广西电业,2005(1):73-75.

作者简介:

沈 忱(1989),男,江苏南京人,助理工程师,从事配网设备运行检修管理工作。

The Impact of Switchgear's Arrangement in Switch Station on the Operation and Maintenance of Distribution Network

SHEN Chen

(Nanjing Power Supply Company, Nanjing 210019, China)

Abstract: This paper analyzes and compares the impact of switchgear's arrangement in 10 kV (20 kV) distribution network's switch station on the operation and maintenance of the distribution network in recent years. Through the analysis of daily power failure and the comparison of switchgear's two kinds of arrangements, separation type switchgear is recommended to reduce overall failure rate of switch station. Also the arrangement of separation type switchgear can also avoid double-loop power failure at the same time, which narrows the scope of power failure and improves power supply reliability rate.

Key words: switch station; arrangement; bus-tie

(上接第 62 页)

Application of New Constructive Technology in the Ultra-high Voltage Huainan-Shanghai Power Transmission and Transformation Project

LU Junrong¹, SONG Nianda¹, SONG Dan¹, XIONG Huaji², YAN Xingjian³

(1. Hongyuan Electric Power Construction Supervision Co. Ltd., Nanjing 210036, China;

2. Jiangsu Electric Power Transmission & Transformation Corporation, Nanjing 210028, China;

3. Jiangsu Electric Power Company, Nanjing 210024, China)

Abstract: The complexity of topographical and geological conditions of the 1000kv ultra-high voltage Huainan-Shanghai power transmission and transformation project brings great challenges to construction. Three new technologies, namely new rotary drilling rig, new conveyor, and overload protected motor-drive grinding, are adopted to tackle with the difficult encountered in the project. The utilization of these three new technologies brings remarkable economic and social benefits.

Key words: ultra-high voltage; transmission and transformation project; construction; new technology