

电力工程施工技术

1 000 mm²大截面导线“二牵六”张力放线施工技术

万 华¹, 王剑飞², 杨睿智¹

(1. 国网宁夏电力公司经济技术研究院, 宁夏 银川 750011;

2. 宁夏送变电工程公司, 宁夏 银川 750001)

摘 要: 针对六分裂1 000 mm²大截面导线的施工,采用“二牵六”张力放线施工方法,有效解决大截面导线由于自身重量、体积造成放线张力大的问题。应用结果表明:“二牵六”张力放线施工方法简单易行,施工工效、工艺质量及安全性得到提高,取得的社会效益和经济效益大大优于其它施工方法。

关键词: 特高压; 大截面导线; “二牵六”张力放线

中图分类号: TM752 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-3643(2013)06-0053-07

有效访问地址: <http://dx.doi.org/10.3969/j.issn.1672-3643.2013.06.013>

Construction technology of ‘two drag six’ tension wire stringing for 1000 mm² cross-section conductor

WAN Hua¹, WANG JianFei², YANG RuiZhi¹

(1. Power Economic Technology Research Institute of State Grid Ningxia Power Co., Yinchuan Ningxia 750011, China;

2. Ningxia Transmission & Transformation Engineering Company, Yinchuan Ningxia 750001, China)

Abstract: Aiming at construction of 1 000 mm² cross-section six split conductor, adopts ‘two drag six’ tension wire stringing construction method, solves the problem of stringing large cross-section tension wire caused by its weight and volume. The application results show that the ‘two drag six’ tension wire stringing construction method is simple and easy, improves construction efficiency, quality and safety, the achieved social and economic benefits are better than other construction methods.

Key words: UHV; large cross-section conductor; ‘two drag six’ tension wire stringing

DOI: 10.3969/j.issn.1672-3643.2013.06.013

哈密南—郑州±800 kV 特高压直流输电线路工程为国家“十二五”期间实现新疆送出 30 GW 电力的首个特高压直流建设项目,线路途经新疆、甘肃、宁夏、陕西、山西、河南6省/自治区,该工程在全国范围内首次使用六分裂1 000 mm²大截面导线,

哈—郑线路工程宁1标段施工单位也是在宁夏境内首次使用“二牵六”张力放线方式展放六分裂1 000 mm²大截面导线。

因大截面导线放线张力较大,推荐的同相同步放线方式主要有:“一牵四”+“一牵二”、2×“一牵

收稿日期: 2013-09-18

作者简介: 万华(1980),男,工程师,从事输电线路运行检修及建设管理工作。

表1 导线设计参数

导线型号	结构(根数/直径)/mm		截面积/mm ²		总截面 /mm ²	外径 (mm)	计算 重量 (kg/m)	计算 拉断力 (N)	弹性 系数 (MPa)	线膨胀 系数 /(1.℃ ⁻¹)
	钢芯	铝股	钢芯	铝股						
JL/G2A-1000/80	19/2.34	84/3.89	81.71	998.32	1080	42.79	3.411	242 564	65 200	20.5×10 ⁻⁶
JL/G2A-1000/45	7/2.80	72/4.21	43.1	1002.28	1045.38	42.08	3.1	210 083	60 600	20.5×10 ⁻⁶

三”、3×“一牵二”和“六牵六”等放线施工方法^[1]。上述施工方法是成熟的超高压张力放线施工工艺直接移植到特高压的施工中,简化了特高压张力放线施工工艺的研发和试验,但在放线滑车悬挂、导(牵)引绳展放、导线展放、紧线、附件安装等施工工艺方面却显得很复杂、繁琐。“二牵六”张力放线施工方法就是使用送变电施工企业现有较小规格的张牵设备,实现特高压直流大截面、六分裂导线同步同极一次展放,施工工序简单清晰,减少了架线施工机具和大量的高空作业,缩短了导线在滑车中停留的时间,避免子导线间的鞭击磨损,有效地保证了架线施工质量。

1 导线参数

哈一郑线路工程宁1标段线路全长 111.846 km, 85%为山区地形,导线采用两极六分裂 JL/G2A-1000/80(山区)、JL/G2A-1000/45(平原)钢芯铝绞线;子导线分裂间距为 500 mm。导线设计参数见表1,导线排列方式见图1。

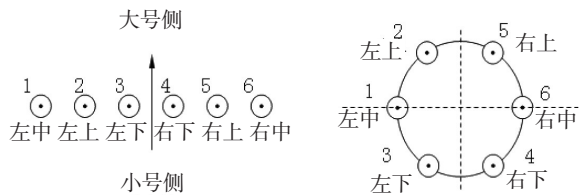


图1 六分裂导线排列

2 “二牵六”放线滑车的设置

2.1 直线塔单滑车的悬挂

在金具六联板 M39 的施工孔上,使用 P-4232G 加强型平行挂板与九轮放线滑车相联,具体联接方式见图2。

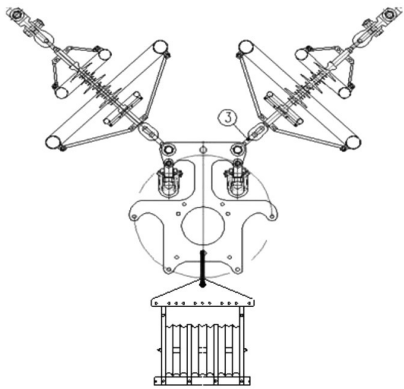


图2 直线塔九轮放线滑车的悬挂

2.2 直线塔单串双滑车的悬挂

垂直档距≥650 m或包络角≥30°的塔位设计均为双V型金具串,无单串悬挂双滑车情况。

2.3 直线塔双串双滑车的悬挂

利用双V金具串悬挂双滑车,滑车之间用100号槽钢连接,具体联接方式见图3。

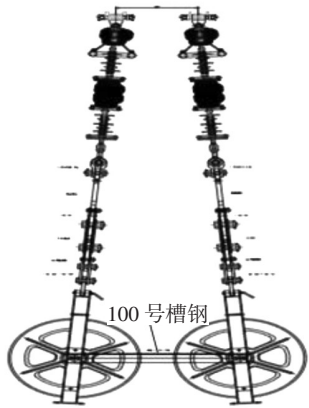


图3 直线塔双串双滑车的悬挂

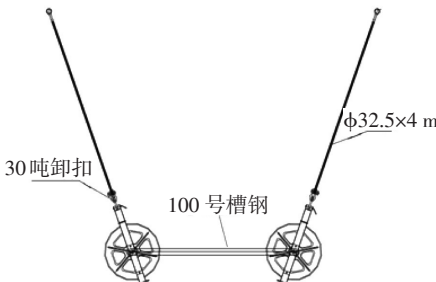


图4 耐张塔滑车的悬挂

2.4 耐张塔滑车的悬挂

用卸扣连接钢丝绳成V字形,具体联接方式见图4。耐张塔全部挂双滑车,两滑车之间用2根100号槽钢连接,通过2只30 t卸扣和 $\phi 32.5 \times 4$ m钢丝绳悬挂于GD挂板上。挂滑车时需注意左转和右转挂法的不同处,钢丝绳应与横担处转角内侧施工孔连接,否则受力后会遮挡挂线孔。

3 主要施工机具的计算选择配置

3.1 “二牵六”张牵场的布置

牵、张机顺线路方向布置,即布置在线路中心线附近并顺线路方向。主牵引机和小张力机设置在牵引场,主张力机和小牵引机设置在张力场,其平面布置示意图见图5。

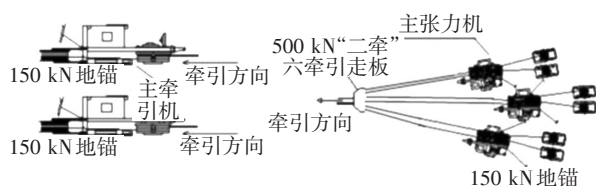


图5 “二牵六”张牵场布置

3.2 “二牵六”施工机具受力计算及选择配置

3.2.1 主张力机的张力计算选择

按照文献[1]要求单根导线额定制动张力可按下式选用:

$$T = K_T T_p$$

式中: T —主张力机单导线额定制动张力,N;

K_T —被牵放导线的额定拉断力,N, JL/G2A-1000/80导线的额定拉断力为266.43 kN;

T_p —选择主张力机单导线额定制动张力的系数。钢芯铝绞线时, $K_T=0.12 \sim 0.18$ 。

$$\begin{aligned} T &= (0.12 \sim 0.18) \times 266.43 \\ &= 31.94 \sim 47.9 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

主张力机导线轮槽底直径应满足

$$D \geq 40d - 100 = 40 \times 42.9 - 100 = 1616 \text{ (mm)}$$

每极导线选用2×70 kN张力机3台。

选用2×70 kN张力机持续张力可达到50 kN,槽底直径为1 700 mm,满足放线要求。

3.2.2 主牵引机的牵引力计算选择

“二牵六”2台主牵引机额定牵引力合力为

$$P \geq m K_p T_p$$

式中: P —主牵引机的额定牵引力,N;

m —同时牵放子导线的根数;

K_p —选择主牵引机额定牵引力的系数。钢芯铝绞线时 $K_p=0.2 \sim 0.3$;

T_p —被牵放导线的保证计算拉断力,N。

$$P \geq 6 \times (0.2 \sim 0.3) \times 266.43 = 319.72 \sim 479.58 \text{ (kN)}$$

每台牵引机出力为 $(319.72 \sim 479.58)/2 = 159.86 \sim 239.79 \text{ (kN)}$

“二牵六”专用走板有平衡钢丝绳,能保证2台牵引机出力一致,选用280 kN牵引机持续牵引力可达到250 kN,满足要求。

3.2.3 牵引绳的破断力计算选择

“二牵六”牵引绳选择可用下式:

$$Q_p \geq 4 \ 520mW$$

式中: W —导线单位长度重力,N/m。

$$Q_p \geq 4 \ 250 \times 6 \times 34.11 = 925.063 \text{ (kN)}$$

每根绳分配的破断力为

$$925.063/2 = 462.5 \text{ (kN)}$$

28号防捻钢丝牵引绳破断力为590 kN,2根28号防捻钢丝牵引绳满足要求。

3.2.4 导引绳的破断力计算选择

“一牵二”28号防捻钢丝牵引绳的三级导引绳破断力为:

$$P_p \geq 0.25 Q_p = 0.25 \times 590 = 147.5 \text{ (kN)}$$

2根牵引绳所需的三级导引绳破断力为:

$$147.5 \times 2 = 295 \text{ (kN)}$$

因此三级导引绳选用24号防捻钢丝绳,破断力为360 kN满足要求。

24号防捻钢丝导引绳二级导引绳选择:

$$P_p \geq 0.25 Q_p = 0.25 \times 360 = 90 \text{ (kN)}$$

因此二级导引绳选用16号防捻钢丝导引绳,破断力为160 kN满足要求。

16号防捻钢丝导引绳初级导引绳:

$$P_p \geq 0.25 Q_p = 0.25 \times 180 = 40 \text{ (kN)}$$

因此初级导引绳选用 $\phi 10$ 迪尼玛绳,破断力为94.3 kN满足要求。

3.2.5 小牵引机的牵引力计算选择

24号防捻钢丝二级导引绳“一牵二”28号防捻钢丝牵引绳的牵引机选择:

$P \geq 1/8 Q_p = 0.125 \times 590 = 73.75 (\text{kN})$ 。

2根引绳所需的牵引力: $73.75 \times 2 = 147.5 (\text{kN})$

选用180 kN牵引机持续牵引力可达到150 kN, 满足要求。

3.2.6 小张力机的张力计算选择

按照展放28号防捻钢丝牵引绳选择:

$t \geq 1/15 Q_p$

式中: t — 小张力机的额定制动张力, N。

$t = 1/15 \times 590 = 39.3 (\text{kN})$

选用60 kN张力机持续张力可到达50 kN, 满足放线要求。

3.2.7 放线滑车的选择

放线滑车轮槽底径不小于导线直径的20倍^[1], 导线采用1 040 mm轮径的九轮放线滑车。

通过上述受力计算, 根据目前施工单位现有施工机具优化选择配置如下:

大牵引机选用2台280 kN拖挂式, 张力机选用3台2×70 kN拖挂式, “二牵六”走板选用2套特殊定制机具, 轮径1 040 mm组合式九轮放线滑车90只, 无线远程操作控制系统1套, $\phi 28$ 防捻牵引钢丝绳300 000 m, $\phi 30$ “二牵六”平衡绳80 m, DHG-28抗弯连接器68只, 280 kN旋转连接器6只。

3.3 主要工器具的受力计算选择配置

3.3.1 连接器

(1) 旋转连接器应与走板、导引绳、牵引绳及导线配套, 其许用荷载不应小于引绳破断力的1/3^[1]; 旋转连接器的许用荷载应不小于导线最大放线张力。具体选用规格见表2。

(2) 抗弯连接器用在同规格引绳之间的连接, 其许用荷载不应小于引绳破断力的1/3^[1]。具体选用规格见表2。

表2 旋转连接器、抗弯连接器规格

绳索规格	抗弯连接器规格/t	旋转连接器规格/t
$\phi 16$ 防捻钢丝导引绳	8	8
$\phi 24$ 防捻钢丝牵引绳	18	18
$\phi 28$ 防捻钢丝牵引绳	25	25
$\phi 30$ 防捻钢丝牵引绳	28	28

3.3.2 放线滑车受力计算

根据文献[2]规定, JL/G2A-1000/80导线

最大垂直档距按1 023 m计算。

“二牵六”滑车最大荷载:

$6 \times 34.11 \times 1\,023 = 209.38 (\text{kN})$

选择额定载荷为300 kN九轮放线滑车受力满足要求。

3.3.3 “二牵六”直线塔挂具的选择

悬垂联板与九轮放线滑车连接卸扣的选择^[2]:

(1) 包络角 $< 30^\circ$ 或垂直档距 < 650 m塔位挂单滑车。

“二牵六”滑车最大荷载为:

$6 \times 34.11 \times 650 = 133.03 (\text{kN})$

按3.0安全系数计算, 选用P-4232G加强型平行挂板悬挂单滑车满足要求。

(2) 包络角 $\geq 30^\circ$ 或垂直档距 ≥ 650 m塔位挂双滑车。

垂直档距在650~1 023 m之间, “二牵六”架线滑车总荷载在133.1~209.4 kN之间, 单滑车最大受力为 $209.38/2 = 104.69 (\text{kN})$

按3.0安全系数计算, 每个单滑车选用P-4232G加强型平行挂板悬挂满足要求。

3.3.4 “二牵六”耐张塔挂具的选择

(1) 卸扣的选择

耐张塔横担前后侧挂单滑车或者是双滑车均为2套挂具成V形相连接, 经计算耐张塔导线放线滑车最大荷载为185.08 kN, 则1套挂具承受的最大荷载为 $185.08/2 = 92.5 (\text{kN})$, 选择30 t卸扣满足要求^[3]。

(2) 钢丝绳的选择

耐张塔横担前后侧挂双滑车为2套挂具成V型相连接, 经计算耐张塔导线放线滑车最大荷载为185.08 kN, 则一套挂具承受的最大荷载为 $185.08/2 = 92.5 (\text{kN})$, 按4.0安全系数计算^[3]:

“二牵六”选择 $\phi 32.5$ 钢丝绳($\phi 32.5$ 钢丝绳允许承载力153.4 kN, 选用结构为6×37股, 公称抗拉强度为1 870 MPa的钢丝绳)。

3.3.5 附件安装提线系统受力计算

提线安装时提线工器具取动荷系数为1.2^[3]。

按最大垂直档距校核, 单线最大垂直荷载为:

$34.11 \times 1\,023 \times 1.2 = 41.873 (\text{kN})$ 。

每根导线选用1只6 t手扳葫芦提线, 满足

要求。

选用 $\phi 19.5(6 \times 37)$ 钢丝绳公称抗拉强度为1 870 MPa,按4.0安全系数计算承载力为55.2 kN,满足要求。

4 “二牵六”张力放线施工流程

“二牵六”导线展放流程如下: $\phi 10$ 迪尼玛绳 $\rightarrow \phi 16$ 防捻钢丝导引绳 $\rightarrow \phi 24$ 防捻钢丝导引绳2根 $\rightarrow \phi 28$ 防捻钢丝牵引绳 $\rightarrow 6$ 根子导线。

4.1 展放导引绳

(1)本工程采用人工方式展放 $\phi 10$ 迪尼玛绳作为初级导引绳, $\phi 10$ 迪尼玛绳导引绳每盘1 000 km。

(2)根据放线区段长度选择导引绳的布放线档,若多为山地,则导引绳的布线长度考虑加长配置。

导引绳展放一般由货车运至塔位中心后,再由人工分别从塔位中心向两侧展放。

(3)导引绳过滑车及跨越架时须采用棕绳引渡,通过带电跨越架时必须使用绝缘绳引渡。

(4)导引绳展放应由专人负责,保持展放区段的通讯畅通。展放时跨越架处和行人通道处均应设专人监护并配置应急处理的工器具。严禁导引绳拖磨越线架封顶网绳。

(5)抗弯连接器的圆弧侧应朝向牵引场。

(6) $\phi 10$ 迪尼玛绳与 $\phi 16$ 防捻钢丝绳的联接选用8 t的抗弯连接器和8 t的旋转连接器。

4.2 展放牵引绳

牵引绳采用小张力机与小牵引机进行张力展放。

4.2.1 小张力机与小牵引机现场布置

(1)在张力场,将导引绳卷入小牵引机轮槽,缠满轮槽后,引入尾部收线架绳盘上(导引绳进入小牵引机轮槽时,进口在内侧,绕向由内向外,上进上出)。

(2)在牵引场,待放牵引绳盘置于牵引绳卷车或牵引绳轴架车上,拉出绳头在小张力机上顺槽缠满后,引出牵引绳与导引绳相连(牵引绳进入小张力机轮槽时,上进上出,出口在内侧)。

(3)牵引绳出口和导引绳进口处需安装好接

地滑车。

4.2.2 展放牵引绳操作要求

(1)小牵引机、小张力机在启动前,操作人员按“牵张机操作规程”进行常规检查和试运转。

(2)现场指挥检查各监护点人员的到位情况,并通知沿线各监视点检查跨越架、导引绳间的连接、导引绳在放线滑车中的位置、场地布置及机械锚固等情况。

(3)现场指挥在确认放线区段内无问题后通知小张力机开机展放,小牵引机开机牵引。

(4)张力展放时,小张力机和小牵引机在调整张力时,应保证引绳对地距离不小于5.0 m、对跨越架顶不小于2.0 m,并使卷车尾部张力控制在1~2 kN。

(5)牵放过程中,导引绳余线处应设专人监护,待余线全部抽完、导引绳全部升空后,应暂停牵引,通知上扬塔位处的监护人员安装压线滑车。

(6)牵张场换盘操作;当牵引绳的绳盘(牵引场)上只剩4~5圈时,应及时通知小牵引机停牵,小张力机停机,然后在小张力机与卷车间进行锚线,倒出牵引绳盘上的剩余线绳,绳头与换上满盘的绳头用抗弯连接器连接,倒卷收回余线再拆除锚线,完成一次牵引绳换盘。张力场导引绳的换盘操作可参照执行。

(7)当牵引绳展放到至小牵引机约5 m时,应停止牵引,在牵张场分别采用引绳卡线器通过导线锚固钢丝绳套将牵引绳锚固,牵张机倒车,使接头不受力后,在牵引机侧拆除导引绳与牵引绳间的旋转连接器,至此,一极牵引绳全部展放完成。

4.3 展放导线

4.3.1 牵引场操作准备

(1)调整牵引机方向,使之对正牵引方向。

(2)对牵引机进行锚固,收紧锚固牵引机的手扳葫芦,使地锚受力。

(3)启动牵引机引擎,空载运行1~2 min。

(4)将牵引绳引入卷扬轮,入轮方向由内向外上进上出,在卷扬轮上绕8~9圈后,经导向滚轮进牵引绳盘,收紧余线。

(5)在牵引机前牵引绳上装好保安接地滑车。

4.3.2 张力场操作准备

(1)调整张力机方向,使之对正展放方向。

(2)对张力机进行锚固,收紧固定张力机的手扳葫芦,使地锚受力。

(3)启动张力机引擎,空载试机。

(4)将第一组6盘导线吊装于导线卷车上,按要求调整刹片位置。

(5)将 $\phi 16$ 尼龙绳分别缠绕在张力轮槽内,每条绳绕满轮槽,绕的方向是:左旋制造的导线入轮方向为左上进,右上出;右旋制造的导线则相反。在张力轮槽内绕满后,绳头的一端在张力机进线侧,另一端在出线侧。

(6)将第一组6盘导线的线头拉出盘外,切除散股部分,套上单头网套连接器并锁紧,网套连接器尾部用铁丝绑扎,每道绑扎20圈,两道间距150 mm左右。(注:所有网套连接器夹持导线长度不得小于导线直径的30倍,其末端应用12号铁丝密扎20圈。)

(7)慢速启动张力机,使导线绕进张力机轮,并引出张力轮10~15 m,每根导线在张力轮上绕5圈,6根导线头拉出长度应平齐。

4.3.3 导线与牵引绳的连接方式

导线→网套连接器→8 t旋转连接器→5 m $\phi 17.5$ 钢丝绳→8 t旋转连接器→“二牵六”组合走板→100 m $\phi 28$ 防捻平衡钢丝绳→28 t旋转连接器(此旋转连接器做明显标志)→ $\phi 28$ 防捻钢丝牵引绳,导线与牵引绳连接如图6所示。

4.3.4 牵放前的检查

(1)线盘架上的导线长度是否符合布线表的要求。

(2)跨越架的位置是否安全牢固。

(3)线盘的位置和方向是否正确,线轴是否调平,线盘架的锚固是否牢靠。导线与张力轮缘及导线相互间有无磨擦。

(4)各岗位工作人员是否全部到岗,各处通讯

联络是否畅通。

(5)导线与其他物体不可避免的接触是否用耐磨的缓冲垫物隔离。

(6)机械无载启动,空载运转后,检查是否符合规程要求,需对液压油预热的机械,起动前应进行温车。

(7)各受力系统连接情况,锚固大牵、张机的手扳葫芦受力是否均匀适度。

(8)牵引绳是否在所有放线滑车上均位于正确槽位。

(9)卷车至张力机之间和张力机出口20 m处导线压接地面应用帆布铺垫,防止导线触地受损伤。

4.3.5 “二牵六”牵张设备的操作

“二牵六”2台主牵引机应尽可能采取联机同步控制,由一个机手控制操作,以减少2人分别操作不同步而带来的2根主牵引绳的“迈步”现象。若条件不具备,则牵引场平面布置时,2台大牵引机宜尽量靠近,以相距10 m以内为宜,同时应设置专人协调、指挥2台大牵引机的同步操作,该指挥人员所处位置应在牵引机的侧前方,并保证视野开阔,能同时控制2台大牵引机的同步工况。

4.3.6 牵引系统的控制

(1)张力机导线尾部张力应控制在150~200 kg。

(2)牵引系统的牵放速度,起始速度50 m/min左右,正常速度以70~80 m/min为宜。

(3)导线与地面及被跨越物的距离:一般地段导线离地面3 m;人员及车辆较少通行的道路不搭设跨越架时,导线离路面5 m;导线或平衡锤离跨越架及吊桥顶面1.0 m。

(4)由于子导线之间的张力差造成走板倾斜时,应令张力机调整子导线的张力,保证走板水平。

(5)过转角塔时:当走板离放线滑车约30 m左

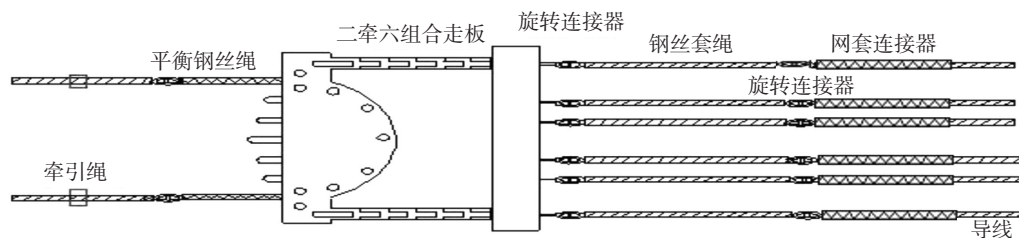


图6 导线与牵引绳连接

右时,应减慢放线速度,让走板平稳通过滑车,以免走板与滑车发生冲击;同时应注意调整导线张力,使走板倾斜度与转角滑车一致,也可在导线上拴绳控制走板的倾斜度以保证走板顺利通过滑车,走板通过滑车后即可加快牵引速度。

(6)导线走板临近牵引绳压线滑车时,应停止牵引,将牵引绳压线滑车拆除。

5 取得的效益

(1)“二牵六”张力展放大截面导线在放线滑车悬挂、导(牵)引绳展放、导线展放、紧线、附件安装等施工工艺方面比文献[1]中推荐的“一牵四”+“一牵二”、2×“一牵三”、3×“一牵二”和“六牵六”等放线施工方法简单明了,而且取得的经济效益显著。

①在施工机具选择方面,充分有效地利用了施工企业现有设备,降低了施工企业设备采购成本,按照一个标段节约1台张力机(310万元/台)和1台牵引机(220万元/台)来计算,节约采购成本530万元。

②“二牵六”牵引导线时,2根并行分牵引绳同时受力,其组合走板在运行状态下始终不会翻转,极大地提高了导线牵引速度并缩短了架线施工时间,降低了项目成本,其中节约人工费用按照16个放线段,每个放线段施工用时7天,并配备2个高空技工(日工资300元/人)计算: $16 \times 300 \times 2 \times 7 = 6.72$ 万元。

(2)同极同步采用2根并行分牵引绳由1个双牵引走板牵引,2台牵引机在有线远程操作系统控制下,一次同步并行牵引同极6根子导线,有效提高了施工工效;而且放线结束后可以立即进行紧线施工,及时进行附件安装,减少了大量的高空作业,降低了安全风险,取得了良好的社会效益。

(3)缩短了导线在滑车中停留的时间,避免了导线间的鞭击磨损,避免了导线补修或返工换

线^[4-5]。

6 结论

(1)“二牵六”导线展放时采用九轮放线滑车,该滑车的悬挂和使用与常规方法相比较,减少了辅助设备,同时确保六根子导线均处在同一水平面上,便于后期紧线、弛度观测等工作。

(2)一次同步展放同极6根子导线,有效提高了施工工效,同时安全风险大大降低。

(3)“二牵六”导线展放是采用2台牵引机同步操作,这将导线牵引力一分为二,降低了每台牵引机牵引荷载,在地形条件容许下可以增加放线段长度,减少牵引场、张力场转场次数,大幅提高了导线展放工作效率,施工成本大大降低。

(4)“二牵六”张力放线施工方法同步展放六分裂1 000 mm²大截面导线相比其他放线方法,取得的经济、社会和技术效益显著。

(5)我国今后的特高压线路工程中大截面导线的应用越来越广泛,而且导线截面也将会不断增大,哈-郑特高压线路工程宁夏段首次采用“二牵六”张力展放同极六分裂大截面导线的施工方法,使宁夏本土施工单位又掌握了一种大截面导线展放的施工方法,这为今后的特高压线路工程建设奠定了坚实的基础。同时哈-郑特高压线路工程架线施工的顺利完成,充分论证了参建单位在施工前大量的理论计算和工器具的正确选择,也证明了该施工方法的安全性、工艺质量和工效大大优于其它施工方法。

参考文献:

- [1] QGDW 260—2009, ±800 kV 架空输电线路张力架线施工工艺导则[S].
- [2] 李博之.高压架空输电线路施工技术手册—架线工程计算部分[M].北京:中国电力出版社,2010.
- [3] 岑阿毛.输配电线路施工技术大全[M].昆明:云南科技出版社,2004.
- [4] DL/T 5235—2010, ±800 kV 及以下直流架空输电线路工程施工及验收规范[S].
- [5] DL/T 5236—2010, ±800 kV 及以下直流架空输电线路工程施工质量检验及评定规程[S].