

DOI:10.12158/j.2096-3203.2021.04.010

# 输电线路悬索式跨越架抗冲击性能影响规律研究

马勇<sup>1</sup>, 夏拥军<sup>1</sup>, 张恒武<sup>2</sup>, 易南健<sup>2</sup>

(1. 中国电力科学研究院有限公司, 北京 100192;

2. 国网湖南省电力有限公司, 湖南 长沙 410009)

**摘要:**目前悬索式跨越架的设计未考虑动态冲击效应。为了探究悬索式跨越架在不同工程参数下抗导线冲击的影响规律,文中以悬索式跨越架承载索常用的超高分子量聚乙烯绳为例,建立了绳索受冲击的仿真模型。文中研究不同工程参数对跨越架在事故工况下(断线和跑线)的抗冲击性能影响规律,得到基于桁架单元的动力学仿真与试验的最小误差为0.67%。仿真结果表明:因牵引板的作用,断线对跨越架产生的冲击载荷大约为跑线的2~3倍;跨越架冲击载荷随落线高度而增加,但具有一定随机性,其弧垂变化水平在4~4.5 m;中间承载索和绝缘网安全系数较小;1 250 mm<sup>2</sup>导线比630 mm<sup>2</sup>导线的线密度、配套使用的牵引板大,故1 250 mm<sup>2</sup>导线对跨越架的冲击较大。

**关键词:**悬索式跨越架;仿真方法;试验验证;事故工况;抗冲击性能

中图分类号:TM75

文献标志码:A

文章编号:2096-3203(2021)04-0075-08

## 0 引言

近年来,为解决我国能源分布问题,特高压工程开展大规模建设<sup>[1-5]</sup>,但其施工安全性不容忽视。架线施工在跨越高铁、高速公路与重要输电线路时,通常会在导线下方搭设跨越架来保护被跨物<sup>[6-10]</sup>。悬索式跨越架(以下简称跨越架)因比强度大,不受地形影响,故而被广泛应用,但其设计通常基于静力学方法。在实际应用过程中,导线在断线或跑线事故工况下将对跨越架产生高速冲击,采用冲击动力学的方法对跨越架力学行为进行描述更为准确,但该方法会带来巨大的成本与难度。

跨越架的承载索与绝缘网由不同直径的超高分子量聚乙烯(ultra high molecular weight polyethylene, UHMWPE)绳组成,UHMWPE因力学性能优异,成功应用于航空航天、军事与医疗等领域<sup>[11-15]</sup>。国内外研究学者已开展UHMWPE层合板抗冲击性能影响研究,Kromm等人<sup>[16]</sup>对UHMWPE纤维在不同加载速度和温度下进行了拉伸和蠕变试验,Li等人<sup>[17]</sup>研究了UHMWPE纤维层压板在一定应变率范围内的单向拉伸性能,推导了材料强度和弹性模量的动态增长因子,孙非等<sup>[18]</sup>开展了手枪弹对带UHMWPE软防护明胶靶标冲击效应的数值分析。除此之外,Alex J等人<sup>[19]</sup>在分子水平出发研究了基体弹性体的分子动力学对UHMWPE层合板冲击变形的影响。目前,关于跨越架用UHMWPE绳的研究

较少,绳编制结构因与层合板完全不同,材料性质存在差异。陈保家等<sup>[20]</sup>仅通过悬链线公式进行了跨越架承载索线密度与破断力的定性分析。然而现有仿真方法不够成熟,跨越技术参数对跨越架抗冲击影响规律未深入研究<sup>[21]</sup>。

因此,文中通过不同直径UHMWPE绳在一定拉伸速率下的拉伸试验得到其材料属性,提出UHMWPE绳的冲击仿真方法,建立UHMWPE绳在一定冲击载荷下的有限元模型,并通过试验验证仿真方法的正确性。在此基础上,建立跨越架参数化三维模型,系统地开展其在导线断线和跑线事故工况下的动力学响应规律,为今后跨越架基于动力学的设计方法与施工提供指导依据。

## 1 跨越架承载索动力学仿真与试验验证

### 1.1 跨越架的工作原理简介

跨越架保护系统如图1所示。导线在两杆塔间的跨越距离一般为300 m左右,钢丝绳通过一定动力将导线从张力侧通过铁塔引至牵引侧。为防止导线与牵引系统出现故障后砸向被跨物,在导线与被跨物之间搭设跨越架。开展跨越架全尺寸真型试验研究需投入大量时间、人力与财力,且导线与牵引板的高空跌落极具危险性。因此,建立一定跨越距离与落线高度下的承载索动力学仿真模型,并通过试验验证方法的准确性,进而开展跨越架全尺寸模型动力学仿真分析。

### 1.2 承载索仿真模型的建立

#### 1.2.1 模型建立

以常用直径为20 mm的UHMWPE绳作为仿真

收稿日期:2021-02-18;修回日期:2021-05-06

基金项目:国家电网有限公司科技项目“提高悬索式跨越架抗冲击性能的关键技术研究”

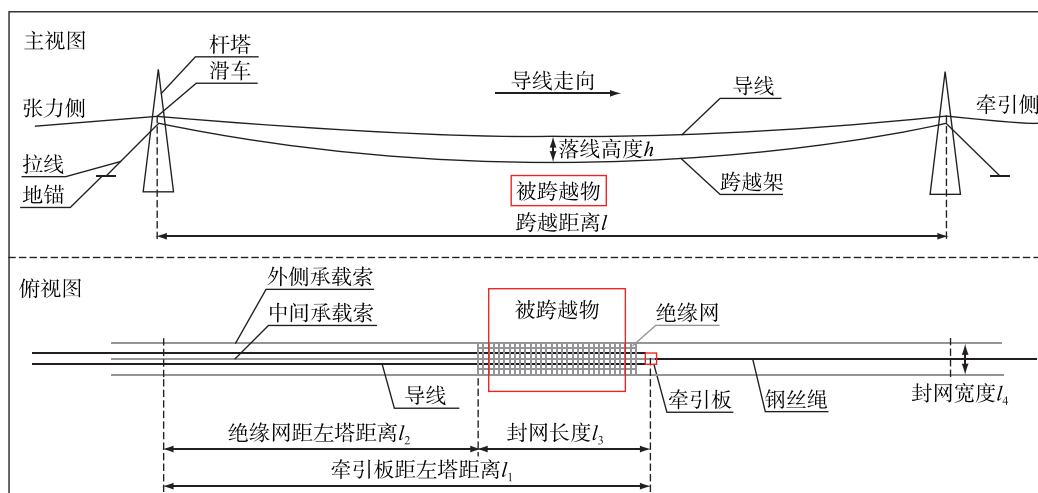


图1 跨越架保护被跨物原理示意

Fig.1 Protection principle sketch of spanning frame

采用承载索,仿真过程基于悬链线理论<sup>[22]</sup>。设承载索的张力为 3 kN,配重与两滑车间的跨距为 100 m,可计算得到承载索的空间位置坐标。在有限元软件中,构造承载索的数值模型,如图 2 所示。承载索两端点与转向滑轮中心点进行铰接,配重块载荷为 750 kg,系统重力场设置为 9.8 m/s<sup>2</sup>,使配重块垂直提升至跌落高度  $h$ ,并自由释放。配重块在跌落  $h$  的高度后将以一定速度带动承载索向下运动,发生阻尼振动,阻尼系数通过真型试验承载索的载荷时程曲线得到为 0.2,接触算法采用常用的惩罚函数法,载荷跌落过程中记录承载索铰接处的应力时程曲线。

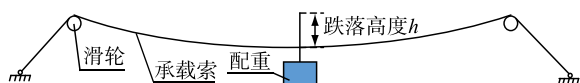


图2 承载索仿真模型

Fig.2 Simulation model of loading cable

### 1.2.2 单元类型

承载索是一根长度约为 150 m、直径为 20 mm 的 UHMWPE 绳,属于典型的大柔度体。承载索在承受横向作用力时,不能承受弯矩作用,故不能选择梁单元。桁架单元只承受轴向拉力,可将承载索简化为有限数量个首尾铰接相连的桁架单元进行求解计算,且桁架单元的计算效率与精度较高。

### 1.2.3 材料属性

UHMWPE 绳具有高度非线性本构关系<sup>[11]</sup>,需开展跨越架外侧承载索、中间承载索与绝缘网用不同直径 UHMWPE 绳(直径分别为 22 mm,20 mm,12 mm)的拉伸性能试验。弹性模量随拉伸载荷的变化而变化。在数值仿真中,无法简单地用一个弹性模量来刻画 UHMWPE 绳的本构关系。因此,模型

计算时应输入图 3 的本构关系。

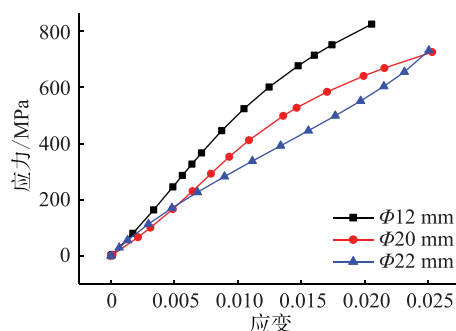
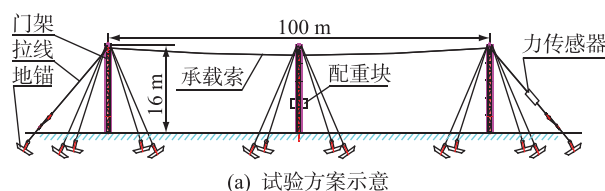


图3 材料属性试验结果

Fig.3 Test results of material properties

### 1.3 试验验证

为验证仿真结果的准确性,根据图 2 所示承载索仿真模型参数制定了相应的真型试验方案,如图 4 所示,其中(a)为试验方案示意图,(b)为试验现场图。



(a) 试验方案示意



(b) 试验现场

图4 验证性试验

Fig.4 Verification test

由图 4 可知,导向滑轮悬挂于门架,门架通过地锚进行锚固。配重块悬挂于中间门架,配重块在自

由落体达到与仿真相同的高度时,将带动承载索进行跌落冲击。此过程通过传感器记录载荷时程曲线,最后对试验数据进行处理得到应力时程曲线。图5为承载索张力时程曲线对比结果。

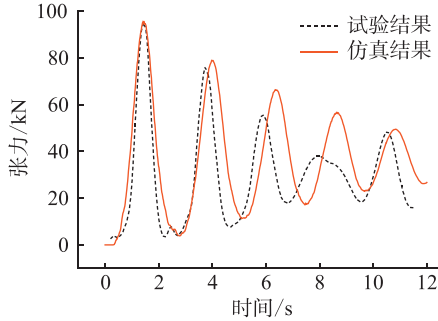


图5 承载索张力时程曲线对比结果  
Fig.5 Comparison of tension time history curves of loading cable

由试验结果可知最大应力峰值误差为0.67%。前2个时间周期内,试验得到的应力幅值、振动周期与仿真结果一致性较好。2个时间周期后,试验结果的应力幅值和周期均小于仿真结果,这是由于试验过程中门架晃动耗散了部分动能。通过试验得到仿真与试验结果一致性较好,仿真方法可作为承载索及跨越架动力学响应规律分析。

## 2 跨越架动力学规律研究

### 2.1 计算工况

影响跨越系统的主要参数为导线截面、跨越距离与落线高度。目前特高压直流与交流线路工程常用导线分别为1 250 mm<sup>2</sup>钢芯铝绞线与630 mm<sup>2</sup>钢芯铝绞线,分裂数为6或8,但一般采用一牵二放线。根据安规要求,确定跨越距离为100~500 m,落线高度为5~30 m。为研究跑线和断线两种工况下跨越技术参数对跨越架的影响,分析工况见表1。

### 2.2 模型建立

为进行模型的快速建立,通过自主研发的参数化建模软件输入导线截面、跨越距离与表2中几何

表1 计算工况

Table 1 Calculating condition

序号	事故工况	落线高度/m	跨越档距/m	导线截面/mm <sup>2</sup>	承载索张力/kN
1	断线事故 跑线事故	5, 10, 15, 20, 25, 30	300	1 250	5
2	断线事故 跑线事故	10	100, 200, 300, 400, 500	1 250	5
3	断线事故 跑线事故	10	300	630 1 250	5

参数,可快速生成三维模型,如图6所示。断线工况即为牵引板走到跨越档中部,钢丝绳断开,导线与牵引板一同跌落冲击;跑线工况即为牵引板走到跨越档的邻档,导线断开,将断点设置于距离滑车5 m的位置,断点左侧为牵引板与导线,断点右侧为钢丝绳。当导线在此处断开后,跨越档的整档导线会冲击跨越架,这是跑线条件下的最危险工况。

表2 跨越架的结构参数值

Table 2 Structural parameters of spanning frame

序号	参数	数值
1	放线方式	一牵二
2	展放导线型号	1 250/70, 630/80
3	展放导线破断力/kN	294.23
4	放线张力/kN	53
5	一牵2走板重量/kg	100
6	绝缘网宽度/m	12
7	绝缘网长度/m	60
8	绝缘网弧垂/m	15
9	Φ20主承载索	UHMWPE绳
10	Φ22主承载索	UHMWPE绳
11	Φ12绝缘网绳	UHMWPE绳
12	绝缘网绳间距/m	2

### 2.3 结果分析与讨论

#### 2.3.1 跨越架弧垂变化规律分析

因仿真过程设定的是牵引板与导线冲击跨越

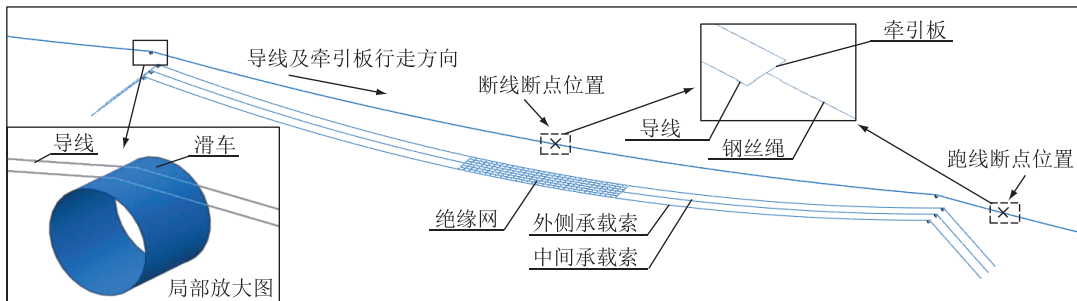


图6 跨越架冲击系统三维模型

Fig.6 3D Model for impact system of spanning frame

架中间位置,因此弧垂变化主要取决于中间承载索。分析整个冲击过程可知,首先牵引板冲击中间承载索到极限位置,如图 7(a)所示。随后,牵引板从中间承载索上滑落,带动导线缠绕绝缘网,如图 7(b)所示,因牵引板的高速滑落具有随机性,导致跨越架的弧垂最大弧垂具有一定的随机性。

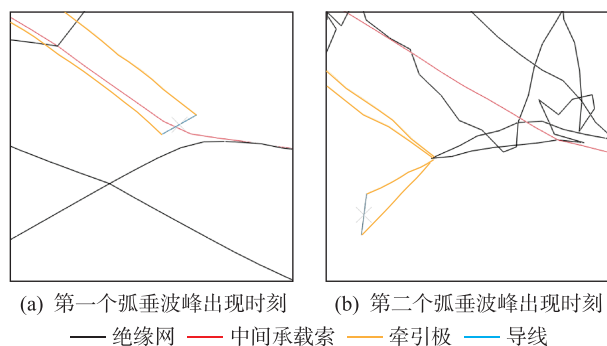


图 7 牵引板在跨越架上的滑落过程应力云图  
Fig.7 Slipping process of traction plate on spanning frame

整体而言,弧垂变化均出现 2 次波峰,牵引板下压承载索到极限位置导致第一次波峰出现,如图 7(a)所示。牵引板滑落与绝缘网缠绕后继续下降,导致第二次波峰,如图 7(b)所示。通过提取仿真结果中不同落线高度、跨越距离与导线类型中间承载索的弧垂变化,如图 8 所示。

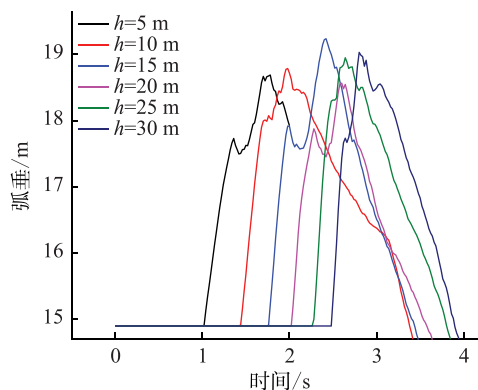
由图 8(a)的弧垂最大波峰可知,弧垂随落线高度的增加有增加趋势,但在冲击过程中,牵引板会在承载索上出现随机性滑移,导致规律变化不明显,具有一定随机性,但整体而言,随落线高度的变化,弧垂变化在 4 m 左右。由图 8(b)可知,弧垂最大值随跨越距离的变化无明显规律。由图 8(c)可知,1 250 mm<sup>2</sup>钢芯铝绞线比 630 mm<sup>2</sup>钢芯铝绞线导致的跨越架弧垂要大,这是由大截面导线线密度与牵引板重量较大所致。

### 2.3.2 跨越架受力变化规律分析

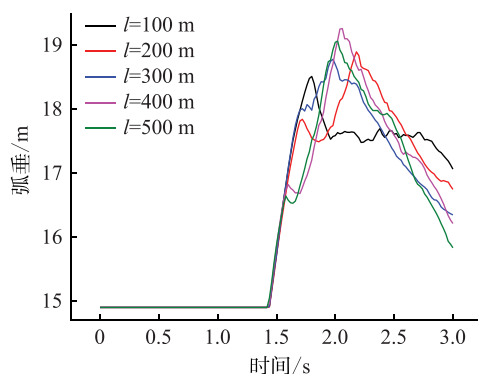
(1) 跨越架受力随时间变化。在导线断线撞击过程中,跨越架动力学响应如图 9 所示。

由图 9 可知,外侧承载索、中间承载索与绝缘网绳受力呈震荡增加然后减小的趋势。在导线断线撞击之前,承载索自重产生的初始张力值保持不变;导线冲击跨越架时,因冲击震荡导致承载索张力在 1 s 内呈波动增加;导线完成撞击后,承载索张力逐渐减小,最后稳定在由导线与牵引板自重产生的张力状态。

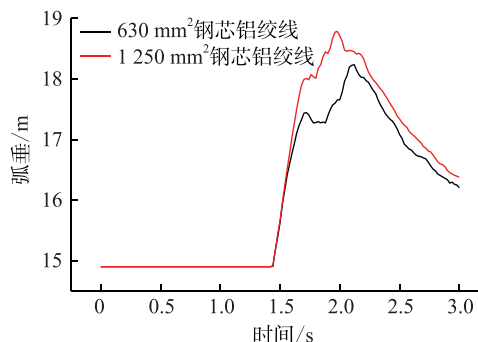
(2) 落线高度的影响。依据表 1 中工况 1,当落线高度从 5 m 到 30 m 时,跨越架各部件荷载结果见图 10 与图 11。



(a) 不同落线高度下跨越架弧垂变化时程曲线



(b) 不同跨越距离下跨越架弧垂变化时程曲线



(c) 不同导线类型的跨越架弧垂变化时程曲线

图 8 跨越技术参数对跨越架弧垂变化影响规律  
Fig.8 Effect of spanning technical parameters on sag change of spanning frame

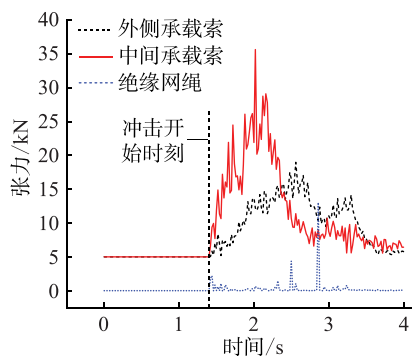


图 9 导线冲击下跨越架动力学响应  
Fig.9 Dynamic response of spanning frame under impact

由图 10(a)与图 11(a)可知外侧承载索张力、

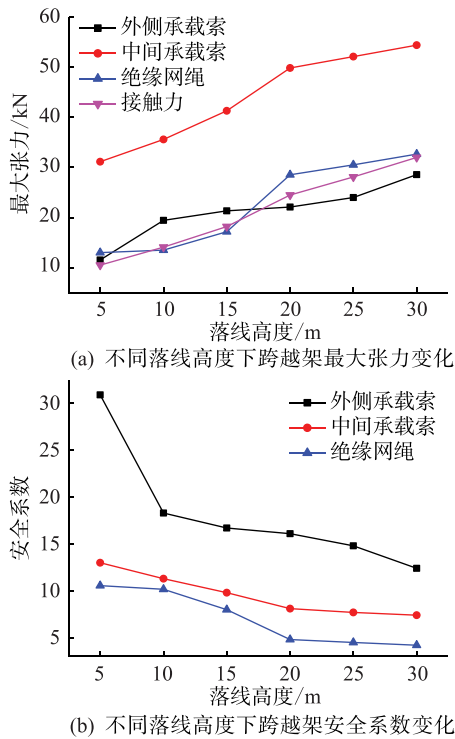


图10 断线工况不同落线高度下跨越架动力学响应

Fig.10 Dynamic response of spanning frame in different falling heights under wire breaking condition

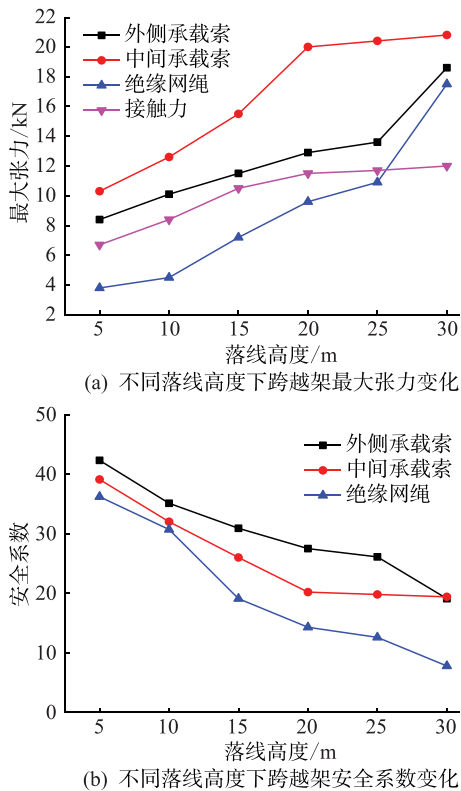


图11 跑线工况不同落线高度下跨越架动力学响应

Fig.11 Dynamic response of spanning frame in different falling heights under wire running condition

中间承载索张力、绝缘网绳张力与接触力随落线高度的增加而单调增大,并非线性关系,这是因为导

线与跨越架属于高速冲击,输入条件的轻微扰动会造成输出结果较大的扰动,模型中落线高度不同造成牵引板在跨越架上的初始撞击位置会稍有不同,故呈现出结果的非线性增加。

由图 10(b)与图 11(b)可知,断线工况下,安全系数随落线高度的增加而呈非线性减小,外侧承载索的安全系数最大,中间承载索安全最小。

(3) 跨越距离的影响。依据表 1 工况 2,当跨越距离从 100 m 到 500 m 时,断线和跑线工况下,跨越架各部件荷载结果见图 12 与图 13。

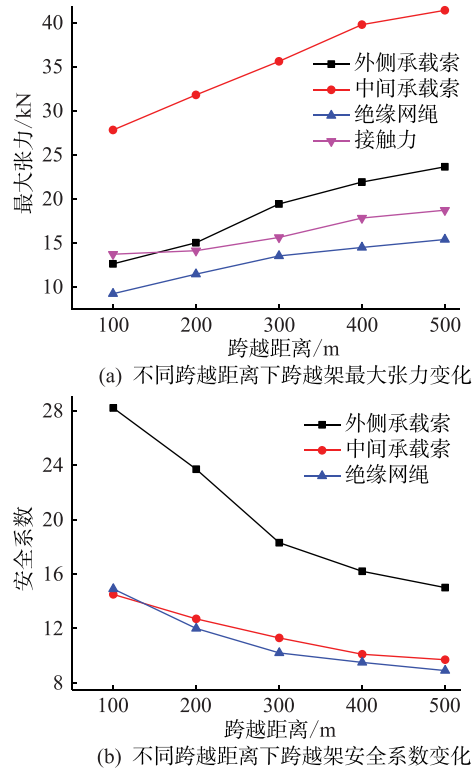


图12 断线工况不同跨越距离下跨越架动力学响应

Fig.12 Dynamic response of spanning frame in different spanning distances under wire breaking condition

由图 12 和图 13 可知,外侧承载索张力、中间承载索张力、绝缘网绳中的张力与接触力随跨越距离的增加,不同跨越距离影响下的张力和安全系数变化趋势与在不同落线高度影响下的趋势相似,但张力变化范围要小于落线高度,即跨越架动力学响应对落线高度的敏感度更高。

(4) 导线截面的影响。依据表 1 的工况 3,在断线和跑线工况下,导线截面在  $630 \text{ mm}^2$  和  $1250 \text{ mm}^2$  2 种情况下,跨越架各部件荷载结果如图 14 与图 15 所示。

由图 14 和图 15 可知, $1250 \text{ mm}^2$  钢芯铝绞线导致的跨越架各部件的最大张力要大于  $630 \text{ mm}^2$  钢芯铝绞线导致的相应最大张力,这是由于大截面导线

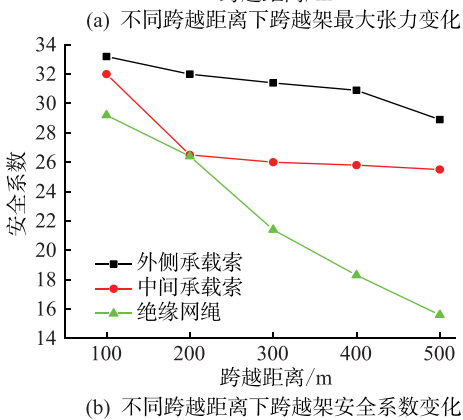
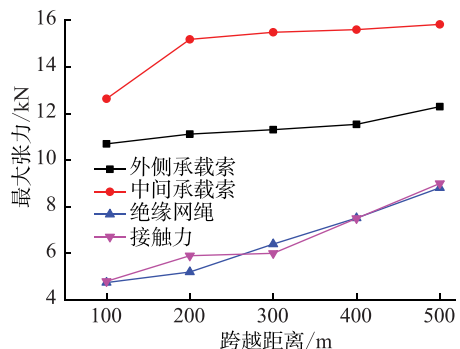


图 13 跑线工况不同跨越距离下跨越架动力学响应

Fig.13 Dynamic response of spanning frame in different spanning distances under wire running condition

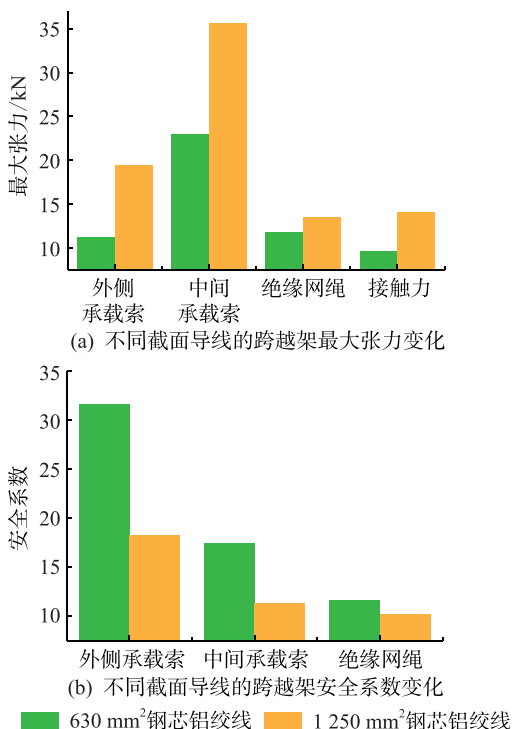


图 14 断线工况不同截面导线的跨越架动力学响应

Fig.14 Dynamic response of spanning frame in different wire types under wire breaking condition

线密度与牵引板重量较大所致,且中间承载索承受张力最大,从安全系数角度考虑,跨越架在设计过程中,应优先考虑绝缘网和中间承载索。

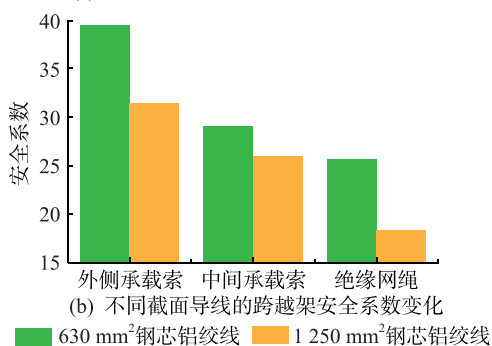
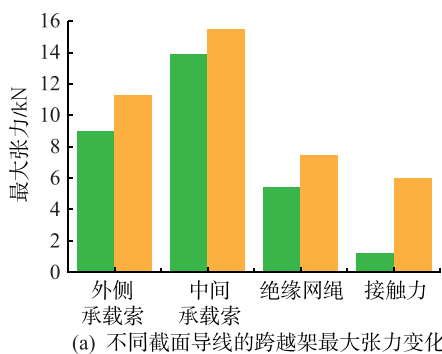


图 15 跑线工况不同截面导线的跨越架动力学响应

Fig.15 Dynamic response of spanning frame in different wire types under wire running condition

### 3 结论

文中通过对比承载索动力学仿真模型与试验结果,确定了跨越架动力学仿真方法,通过跨越架参数化建模程序开展了主要跨越技术参数对跨越架动力学的响应规律,得到结论如下:

(1) 建立了基于桁架单元的承载索动力学仿真方法,通过了试验验证,仿真的最小误差为 0.67%,此方法可用于跨越架的动力学仿真分析。

(2) 断线工况增加了牵引板的冲击,其对跨越架产生的冲击载荷为跑线的 2~3 倍。因此,跨越架在设计或校核时,应着重考虑断线工况的影响。

(3) 跨越架冲击载荷随落线高度和跨越距离的增加而增加,且落线高度的影响大于跨越距离。中间承载索和绝缘网安全系数较小,跨越架在设计或校核时,应优先考虑这 2 个部件。

(4) 1250 mm<sup>2</sup>钢芯铝绞线较 630 mm<sup>2</sup>钢芯铝绞线的线密度、牵引板重量大,故前者对跨越架冲击较大,因此,跨越架在设计或校核时应重点考虑导线截面和牵引板的影响。

(5) 冲击过程中,牵引板会在跨越架上滑落,跨越架弧垂随落线高度的增加有增加趋势,但也具有一定随机性,其弧垂变化水平在 4~4.5 m,故跨越架在设计或校核时应考虑弧垂变化的裕度。

文中通过跨越架的小尺度试验验证了仿真模

型的可行性,进而通过仿真模型开展了悬索式跨越架的全尺寸模型受力分析,这对悬索式跨越架的使用具有重要指导意义。今后将开展悬索式跨越架的全尺寸模型试验,进一步优化仿真模型精度。

#### 参考文献:

- [1] 刘振亚,张启平. 国家电网发展模式研究[J]. 中国电机工程学报,2013,33(7):1-10,25.  
LIU Zhenya,ZHANG Qiping. Study on the development mode of national power grid of China[J]. Proceedings of the CSEE, 2013,33(7):1-10,25.
- [2] 刘振亚. 中国特高压交流输电技术创新[J]. 电网技术,2013,37(3):567-574.  
LIU Zhenya. Innovation of UHVAC transmission technology in China[J]. Power System Technology,2013,37(3):567-574.
- [3] 刘泽洪,郭贤珊,乐波,等.  $\pm 1100$  kV/12 000 MW 特高压直流输电工程成套设计研究[J]. 电网技术,2018,42(4):1023-1031.  
LIU Zehong, GUO Xianshan, YUE Bo, et al. System design of  $\pm 1100$  kV/12 000 MW UHVDC transmission project [J]. Power System Technology,2018,42(4):1023-1031.
- [4] 王伟. 特高压直流输电控制保护系统实时仿真技术的研究及应用[J]. 电力系统保护与控制,2019,47(15):142-147.  
WANG Wei. Research and application of real-time simulation technology for UHVDC control and protection system[J]. Power System Protection and Control,2019,47(15):142-147.
- [5] 陈宏君,文继锋,谭林丰,等. 特高压直流控制保护程序智能校核软件设计[J]. 电力系统保护与控制,2019,47(10):173-179.  
CHEN Hongjun, WEN Jifeng, TAN Linfeng, et al. Intelligent check software design for UHVDC control protection program [J]. Power System Protection and Control,2019,47(10):173-179.
- [6] 林芳,刘利林,汤哲,等. 特高压直流工程中碳纤维复合芯导线选型研究[J]. 智慧电力,2020,48(9):96-101.  
LIN Fang, LIU Lilin, TANG Zhe, et al. Selection of carbon fiber composite core conductor in UHVDC engineering[J]. Smart Power,2020,48(9):96-101.
- [7] 冯长有,姚伟锋,江叶峰,等. 特高压直流运行风险评估技术研究及应用[J]. 智慧电力,2020,48(7):30-37.  
FENG Changyou, YAO Weifeng, JIANG Yefeng, et al. Study and application of UHVDC operation risk evaluation[J]. Smart Power,2020,48(7):30-37.
- [8] 郭名文,樊艳芳,耿山,等. 特高压直接地极周边断裂结构对地表电位分布的影响研究[J]. 电力系统保护与控制,2019,47(2):73-79.  
GUO Mingwen, FAN Yanfang, GENG Shan, et al. Study on the effect of fracture structure adjacent to ground electrodes of UHVDC power transmission lines on earth surface potential distribution[J]. Power System Protection and Control,2019,47(2):73-79.
- [9] 陈乐,余振球,王俊生,等. 特高压直流输电系统金属旁通支路运行工况分析与对策[J]. 电力系统自动化,2020,44(2):228-234.  
CHEN Le, SHE Zhenqiu, WANG Junsheng, et al. Analysis and countermeasures of operation conditions of metallic-bypass branch in UHVDC transmission system[J]. Automation of Electric Power Systems,2020,44(2):228-234.
- [10] 石亮,龚景阳,王伟,等. 输电线路架线用特殊跨越架的研发[J]. 华东电力,2014,42(9):1757-1760.  
SHI Liang, GONG Jingyang, WANG Wei, et al. Development of special crossing frame for transmission line stringing[J]. East China Electric Power,2014,42(9):1757-1760.
- [11] CHEN L, FANG Q, ZHANG L, et al. Numerical investigation of a water barrier against blast loadings[J]. Engineering Structures,2016,111:199-216.
- [12] CHEN Li, FANG Qin, FAN Junyu, et al. Responses of masonry infill walls retrofitted with CFRP, steel wire mesh and laminated bars to blast loadings[J]. Advances in Structural Engineering,2014,17(6):817-836.
- [13] LI Z, CHEN L, FANG Q, et al. Experimental and numerical study of unreinforced clay brick masonry walls subjected to vented gas explosions[J]. International Journal of Impact Engineering,2017,104:107-126.
- [14] 叶斌斌,韩建国,潘鹏,等. 芳纶纤维和超高分子量聚乙烯纤维制备工程用纤维/水泥复合材料的适用性[J]. 复合材料学报,2019,36(1):245-253.  
YE Binbin, HAN Jianguo, PAN Peng, et al. Applicability of aramid fiber and ultra-high molecular weight polyethylene fiber for engineered fiber/cement composites [J]. Acta Materialia Compositae Sinica,2019,36(1):245-253.
- [15] MAKSIMKIN A V, SENATOV F S, ANISIMOVA N Y, et al. Multilayer porous UHMWPE scaffolds for bone defects replacement[J]. Materials Science and Engineering: C,2017,73:366-372.
- [16] KROMM F X, LORRIOT T, COUTAND B, et al. Tensile and creep properties of ultra high molecular weight PE fibres[J]. Polymer Testing,2003,22(4):463-470.
- [17] CHEN L, ZHENG K, FANG Q. Effect of strain rate on the dynamic tensile behaviour of UHMWPE fibre laminates[J]. Polymer Testing,2017,63:54-64.
- [18] 孙非,马力,朱一辉,等. 手枪弹对带 UHMWPE 软防护明胶靶标冲击效应的数值分析[J]. 振动与冲击,2018,37(13):20-26.  
SUN Fei, MA Li, ZHU Yihui, et al. Numerical analysis for impact effects of a pistol bullet on a gelatin target covered with UHMWPE fiber armor[J]. Journal of Vibration and Shock,2018,37(13):20-26.
- [19] HSIEH A J, CHANTAWANSRI T L, HU W G, et al. New insight into the influence of molecular dynamics of matrix elastomers on ballistic impact deformation in UHMWPE composites [J]. Polymer,2016,95:52-61.
- [20] 陈保家,李智丽. 索道式跨越架中断绳对架体的冲击力计算研究[J]. 河北农机,2016(5):69-70.

CHEN Baojia, LI Zhili. Calculation of impact force of suspension rope on frame body [J]. Hebei agricultural machinery, 2016(5):69-70.

[21] 夏拥军, 胡院生, 万建成, 等. 导线冲击悬索式跨越架的动力学分析研究[J]. 机械设计, 2018, 35(S1):137-141.

XIA Yongjun, HU Yuansheng, WAN Jiancheng, et al. Dynamic simulation analysis research of wire impact the Hanging Cross Frame [J]. Journal of Machine Design, 2018, 35(S1):137-141.

[22] 钮永华, 王志华, 夏顺俊. 架空线路用货运索道承载索数值模拟分析[J]. 电力建设, 2014, 35(8):62-66.

NIU Yonghua, WANG Zhihua, XIA Shunjun. Numerical simu-

lation analysis of load cable for cargo cableway of overhead line [J]. Electric Power Construction, 2014, 35(8):62-66.

作者简介:



马勇

马勇(1990),男,硕士,工程师,从事架空输电线路跨越架数值仿真分析与试验工作(E-mail:ustb\_peter@126.com);

夏拥军(1977),男,博士,研究员级高级工程师,从事输电线路跨越架的设计研究、有限元数值分析等相关工作;

张恒武(1967),男,学士,高级工程师,从事输电线路施工机械,输电线路施工工作。

## Impact behavior influence rules of suspension spanning frame in transmission line

MA Yong<sup>1</sup>, XIA Yongjun<sup>1</sup>, ZHANG Hengwu<sup>2</sup>, YI Nanjian<sup>2</sup>

(1. China Electric Power Research Institute, Beijing 100192, China;

2. State Grid Hunan Electric Power Co., Ltd., Changsha 410009, China)

**Abstract:** The dynamic impact effect is not considered in the design of the suspension spanning frame in previous work. In order to explore the impact resistance law of the suspension spanning frame under different engineering parameters, the impact simulation model of the ultra high molecular weight polyethylene (UHMWPE) rope used in the load-bearing cable of the suspension spanning frame is established in this paper. The influence of different engineering parameters on the impact resistance of the suspension spanning frame under accident conditions of broken wire and running wire is studied. Research results show that the minimum error between the dynamic simulation based on truss element and the experiment is 0.67%. The simulation results show that the impact load of broken wire on the suspension spanning frame is about 2~3 times that of the running wire due to the appearance of the traction plate. The impact load of the suspension spanning frame increases with the height of the fall wires, but the law of the change has some randomness. The sag changed is 4~4.5 m. Besides, the safety factor of the middle cable and the insulation net is smaller than other parts of the suspension spanning frame. The linear density and the traction plate mass of the 1 250 mm<sup>2</sup> conductor is larger than that of the 630 mm<sup>2</sup> conductor. Therefore, the 1 250 mm<sup>2</sup> conductor has larger impact on the suspension spanning frame.

**Keywords:** suspension spanning frame; simulation method; test verification; accident condition; impact resistance

(编辑 李栋)