

特高压交流输电线路装配式耐张线夹研制

况月明¹, 彭旺¹, 周振洲¹, 李超², 张静华²

(1. 国家电网有限公司特高压建设分公司, 北京 100052; 2. 江苏双汇电力发展股份有限公司, 江苏 扬州 225200)

摘要:在特高压输电线路架线施工过程中,采用装配式耐张线夹不仅可以提高工作效率和高空作业安全性,而且能避免传统的压缩型耐张线夹过压、欠压和压接不到位的问题。装配式耐张线夹采用楔型结构,其安装过程简便,仅需要扭力扳手即可完成,提高了安装效率,确保了线夹与导线之间的紧密连接,保障了电力系统的稳定运行。

关键词:特高压交流输电;装配式耐张线夹;楔型结构

中图分类号:TU 755 **文献标志码:**A **文章编号:**1006-348X(2024)05-0018-04

0 引言

2007年,我国第一条特高压交流输电线路工程晋东南-南阳-荆门正式开工建设,至今已经建成了几十条特高压交、直流输电线路工程。当前,特高压交、直流输电线路的耐张线夹普遍采用压接型耐张连接方式。但在实际施工中,由于压接作业需要在高空完成,且通常在悬挂的柔性简易作业平台上进行,这导致了施工作业过程存在较大的安全风险;压接施工的质量稳定性也受到挑战,在输电线路的运行过程中曾出现一些问题。随着电力需求的不断增长,特高压电网工程正处于大规模建设的关键阶段,压接型耐张线夹作为关键元件广泛应用于各类输电线路,其数量需求巨大,压接型耐张线夹的安装过程已成为输电线路质量和安全管控的薄弱环节,因此提升耐张线夹的施工质量,降低高空压接的安全风险,已成为亟待通过技术更新来解决的课题。

针对以上问题,文中研制了一种新型的耐张线夹,突破了传统压接型耐张线夹的局限,安装过程无需进行压接,显著提升了施工效率和连接可靠性。文中主要介绍JL/G1A-630/45-45/7钢芯铝绞线配套的装配式耐张线夹,该线夹设计独特,内部采用楔形结构,能够在输电线路运行中实现越拉越紧的效果,从而确保对导线的握力达到95%RTS(额定拉伸强度)

的标准要求。

1 国内外装配式耐张线夹的使用情况

上世纪90年代,楔型结构耐张线夹已在欧洲得到广泛的认可和推广。据2019年的权威文献报道,世界著名的金具制造商德国RIBE公司所生产的楔型耐张线夹,在欧洲及其他地区已累计使用超过50万只,并展现出了极高的运行安全性和可靠性,德国在400 kV超高压输电线路广泛采用了楔型耐张线夹作为重要的连接装置^[1];在亚洲地区,菲律宾和日本等国家也相继引入了楔型耐张线夹技术,虽然主要使用的是导线截面较小的型号(小于630 mm²),但已广泛应用于220 kV及以下电压等级的电力线路中,有效提升了电力传输的效率和安全性;在我国电力线路的三跨改造工程中,楔型耐张线夹也作为备选方案得到了应用^[2]。随着电力技术的不断进步和电力需求的持续增长,楔型耐张线夹将在全球范围内得到更广泛的应用和发展。

2 多分裂导线用装配式耐张线夹简介

2.1 总体结构

装配式耐张线夹分三部分组成:导线夹紧件、连接件、引下线夹。结构简图如图1所示。

收稿日期:2024-06-05

作者简介:况月明(1972),男,本科,高级工程师,从事特高压工程建设管理工作。

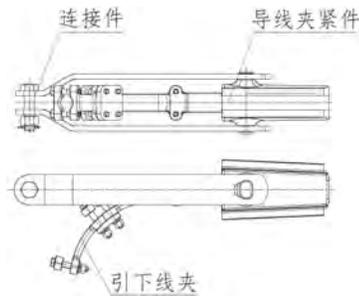


图1 多分裂装配式耐张线夹结构简图

2.2 结构设计

为确保连接牢靠、操作方便、质量可靠,导线夹紧件采用成熟的楔型结构,且楔型角度不大于5度,连接结构采用稳定性较好的双板,引流结构按照导线分裂数确定线夹的角度,引流部件与线夹本体采用螺栓紧固连接,产品部件通用性、互换性好。

2.3 材料及工艺

选用无磁损材料,减少线路损耗,导线夹紧件和引下线夹采用铝合金固态模锻工艺,材料选用6082并进行T6处理,连接部件采用Q345R板材,强度高。

3 装配式耐张线夹特点

装配式耐张线夹具有如下特点:

1) 损耗小:单个压接型耐张线夹有3个电阻接触点,而装配式耐张线夹只有与之配套的跳线接续线夹1个电阻接触点,电阻接触点减少,输电线路电能传输的损耗也随之减少。

2) 免维护:装配式耐张线夹无引流板发热问题,杜绝了接触面未进行光洁处理、电力复合脂风干,甚至金具压接不到位等问题的影响。

3) 施工便捷:无需专用工器具安装,一把扭力扳手即可完成安装,降低了劳动强度,大大缩短了施工作业时间。

4) 安全可靠:装配式耐张线夹适用于各类环境,无需担忧现场高压压接质量问题,更无需采用X光内部探测。

4 装配式耐张线夹及配套跳线接续线夹研制

4.1 技术要求

1) 装配式耐张线夹符合DL/T757标准要求,

握力不小于导线额定拉断力的95%,不大于导线计算拉断力的90%^[3]。JL/G1A-630/45-45/7导线配套的装配式耐张线夹的握力 ≥ 142.7 kN,线夹强度不小于导线额定拉断力的105%^[4],线夹强度取 ≥ 160 kN。

2) 装配式耐张线夹耐疲劳振动性能不低于压接型耐张线夹。

3) 跳线接续线夹握力不小于所握导线额定拉断力的20%,取握力 ≥ 32.1 kN。

4) 跳线接续线夹电气负荷性能:跳线接续线夹的载流量不小于被接续导线的载流量,与导线接续处两端点之间的电阻不大于同样长度导线电阻的1.1倍^[5]。

5) 装配式耐张线夹及跳线接续线夹电晕熄灭电压 ≥ 815 kV,无线电干扰水平不超过58 dB。

4.2 装配式耐张线夹、跳线接续线夹图样

装配式耐张线夹如图2所示。图中1-19分别为上楔子、下楔子、线夹本体、滑盖、夺盖、挂板、引下线夹、连接板、螺栓、防松垫片、螺栓、螺母、闭口销、螺栓、平垫、弹垫、螺母、螺栓。

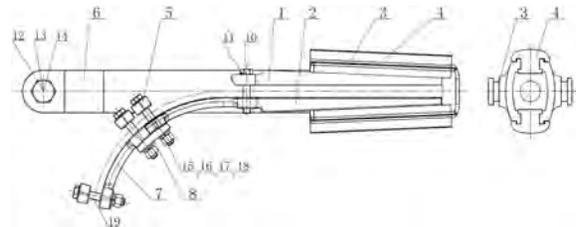


图2 多分裂装配式耐张线夹结构图

跳线接续线夹如图3所示。图中1-8分别为线夹本体、线夹压盖一、线夹压盖二、线夹压盖三、螺栓、螺母、弹垫、平垫。

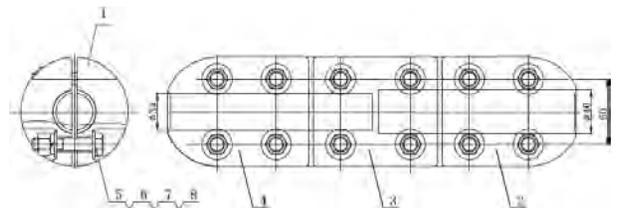


图3 跳线接续线夹图

装配式耐张串及跳线接续线夹安装如图4所示。耐张串图原则上应保持与特高压交流1000 kV通用设计一致,装配式耐张线夹替代压接型耐张线夹。配套的跳线扩径导线接续线夹安装在距离屏蔽环下方约400 mm处。

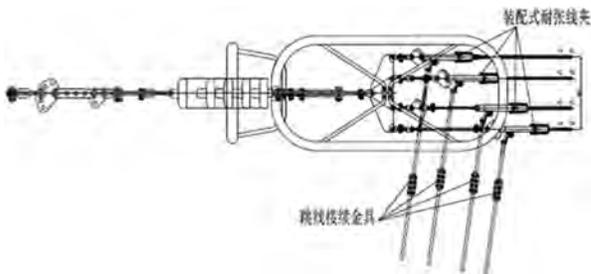


图4 1 000 kV 特高压装配式耐张串局部图

5 装配式耐张线夹及配套的跳线线夹试验

5.1 装配式耐张线夹握力、强度试验

1) 试验方法:GB/T2317.1 电力金具试验方法第1部分:机械试验。

2) 试验设备:液压卧式拉力试验机。

3) 判断标准:6套装式耐张线夹进行握力试验,握力值达到151 kN时,线夹与导线未产生滑移,符合要求;3套装式耐张线夹进行强度试验,强度试验值达到160 kN的1.2倍192 kN时,试件变形未破坏,符合要求。

5.2 装配式耐张线夹疲劳振动试验

1) 试验方法:装配式耐张线夹与液压型耐张线夹进行振动疲劳对比试验,参照导线疲劳试验标准GB/T40819方法A,导线张力为25%RTS,试验采取线夹固定形式,使用同盘导线,保证对比试验条件一致。

2) 试验设备:试验安装照片如图5所示。

3) 判断标准:三组安装装配式耐张线夹,一组安装压接型耐张线夹,每组导线振动 3×10^7 次后^[6],拆卸耐张线夹,检查线夹夹持部位导线外层并对导线剥层检查,均未发现铝单线及镀锌钢线断股。二种结构的耐张线夹导线无明显损伤,符合要求。

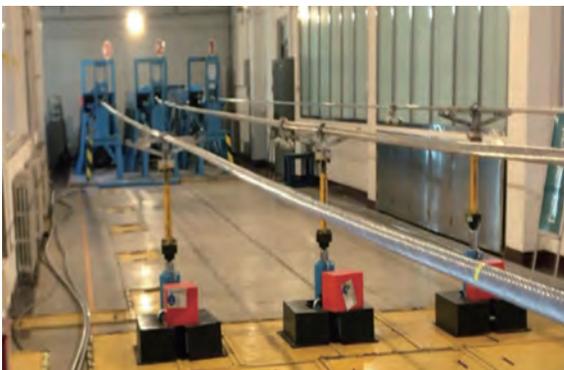


图5 耐张线夹振动疲劳试验布置图

5.3 跳线接续线夹电阻温升热循环、握力试验

1) 试验方法:GB/T2317.3 电力金具试验方法第3部分:热循环试验。

2) 试验设备:直流稳压电源、直流电位计、扭矩扳手、温升电流发生器。试验导线:JL/G1A-630/45-45/7、JLK/G1A-725(900)/40-39.9。参照导线:JL/G1A-630/45-45/7 螺栓拧紧力矩:59 N·m。线夹试验回路照片如图6所示。



图6 跳线接续线夹电阻、温升热循环试验布置图

3) 判断标准:

标准要求线夹的电阻值不大于金具等长的参照导线电阻值的1.1倍,实际测量结果中,试件电阻与等长参照导线电阻的比值分别为0.5、0.5、0.47、0.51,符合要求。

标准要求线夹的温升不大于参照导线的温升。实际测量结果中温升电流1480 A,参照导线温升132.6℃,线夹温升分别为66.8℃、63.6℃、62.2℃和68.2℃,符合要求。

标准要求线夹初始电阻值与初始电阻平均值的差值不应超过平均值的30%。实际测量结果中比值分别为0.01、0.00、0.05、0.03,符合要求。

标准要求在后0.5 N(N为热循环次数,本次试验N=100)次热循环中,线夹的平均电阻不得大于初始电阻值的1.5倍^[7]。实际测量结果中后50次热循环中线夹的平均电阻与初始电阻的比值分别为1.27、1.06、1.22、1.22,符合要求。

标准要求握力 ≥ 32.1 kN,紧固件扭矩59 N·m。三组试验握力达到39.0 kN时,线夹与导线未产生滑移,符合要求。

5.4 装配式耐张串及跳线接续金具电晕、无线电干扰试验

1) 试验布置

试验布置如图7所示,起晕位置如图8所示。



图7 1 000 kV 装配式耐张串及跳线接续线夹试验布置图



图8 起晕位置照片

2) 试验结果

可见电晕和无线电干扰电压试验结果见表1。

表1 可见电晕和无线电干扰试验数据

序号	检测项目	标准要求	检测结果	评价
1	可见电晕电压试验	熄灭电压: >699 kV	熄灭电压:849.7 kV	符合要求
2	无线电干扰电压试验	规定电压:699 kV	试验电压:744.3 kV	符合要求
		无线电干扰电平 ≤ 58 dB	无线电干扰电平:51.3 dB	
		无线电干扰电压 ≤ 800 μ V	无线电干扰电压:367.3 μ V	

由表1可知,试验电压提升到均压环起晕时,装配式耐张线夹和跳线接续线夹均未见起晕。装配式耐张线夹和跳线接续线夹的可见电晕和无线电干扰数据符合1 000 kV特高压工程要求。

6 结语

装配式耐张线夹结构和原理与传统的压接型线夹完全不同,避免了压接型线夹的缺点。装配式与压

接式的耐张线夹各种因素对比见表2。

表2 装配式与压接式的耐张线夹对比

	欠压、过压、压接不到位	引流板发热	安装效率	X光检测	热循环试验	安装工具
压接式	存在	存在	效率低	需要	需要	压接设备
装配式	无	无	效率高	不需要	不需要	扭力扳手

由表2可知,研制的JL/G1A-630/45-45/7钢芯铝绞线用装配式耐张线夹、跳线接续线夹,通过一系列的试验验证,各项性能指标达到预期效果,结构合理,性能优良。

综上所述,装配式耐张线夹将适用于 630 mm^2 及以下截面的所有型号导线,若在今后的特高压及常规超高压工程中大面积使用,将取得极大的社会效益和经济效益,不断推进电网线路工程耐张金具的变革和发展。

参考文献:

- [1] 薄通. 楔型耐张线夹在超高压线路中的应用[J]. 电力金具, 2007(2): 1-4.
- [2] 中国电机工程学会. 架空输电线路安全备用线夹技术条件: T/CSEE 0128—2019[S]. 北京: 中国电力出版社, 2019.
- [3] 中国电力企业联合会. 电力金具通用技术条件: GB/T 2314—2008[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [4] 国家能源局. 耐张线夹: DL/T 757—2021[S]. 北京: 中国电力出版社, 2021.
- [5] 国家能源局. 接续金具: DL/T 758—2021[S]. 北京: 中国电力出版社, 2021.
- [6] 中国电器工业协会. 架空线缆微风振动疲劳试验方法: GB/T 40819—2021[S]. 北京: 中国标准出版社, 2021.
- [7] 中国电力企业联合会. 电力金具试验方法 第3部分热循环试验: GB/T 2317.3—2008[S]. 北京: 中国标准出版社, 2021.