

旋拧式绝缘子固定装置的研制

张文斌 徐晨 陈颖 王建中 张支莹 杜斌

国网嘉兴供电公司; 嘉兴恒创电力集团有限公司华创信息科技分公司

DOI:10.12238/etd.v6i1.11699

[摘要] 为提高绝缘子安装效率和固定稳定性,本文通过借鉴“台虎钳”装置的设计原理,结合紧固件压力紧固技术和球窝固定原理,设计并制作一种由绝缘主体、压块、紧固螺栓和防松部件组成的固定装置。通过室内握力测试验证装置的紧固能力和稳定性。研究表明,该装置能够有效提高绝缘子安装效率,确保固定稳定,且具有较好的耐久性和稳定性。本研究为电力系统绝缘子固定提供新的解决方案,具有广泛的应用前景。

[关键词] 旋拧式; 绝缘子; 固定装置; 研制

中图分类号: TM216+.1 **文献标识码:** A

Development of Twisted Insulator Fixing Device

Wenbin Zhang Chen Xu Jie Chen Jianzhong Wang Zhiying Zhang Bin Du

State Grid Jiaxing Power Supply Company; Jiaxing Hengchuang Electric Power Group Co., Ltd. Huachuang Information Technology Branch

[Abstract] In order to improve the efficiency and stability of insulator installation, this article draws on the design principle of the "tiger clamp" device, combines fastener pressure tightening technology and ball and socket fixing principle, and designs and manufactures a fixing device consisting of an insulation body, pressure block, fastening bolt, and anti loosening component. Verify the fastening ability and stability of the device through indoor grip strength testing. The research results indicate that the device can effectively improve the efficiency of insulator installation, ensure stable fixation, and has good durability and stability. This study provides a new solution for fixing insulators in power systems, which has broad application prospects.

[Key words] screw type; Insulator; Fixed device; development

引言

绝缘子作为电力系统中至关重要的部件,其稳定可靠的固定是确保电网安全运行的关键。然而,传统的绝缘子固定装置在安装效率、紧固稳定性以及操作便捷性方面存在诸多不足,难以满足现代电力系统对高效、安全、便捷维护的迫切需求^[1]。鉴于此,旋拧式绝缘子固定装置的研制显得尤为重要。本研究通过借鉴日常使用的“台虎钳”装置中螺纹旋拧摩擦力紧固的技术原理,创新性地设计并开发一款旋拧式绝缘子固定装置。该装置不仅能够有效提高绝缘子的安装效率,还能显著增强固定的稳定性和安全性,为电力系统的稳定运行提供有力保障。

1 装置设计关键技术

本文装置是一种应用于10kV线路的绝缘子便捷固定装置,统一作业标准,有效的降低绝缘子固定作业的用时,同时还能避免绝缘子绑扎线与导线产生涡流导致的绑扎线加速腐蚀现象,提高线路安全性及效益^[2]。本文装置设计主要用到以下关键技术:(1)紧固件压力紧固技术:仅用一个螺栓完成绝缘子的固定,

适用多种型号的常用电缆线,同时其相同规格的力矩螺栓结构保证安装的一致性。(2)球窝固定原理技术:设备使用全向包围绝缘子的设计,提供6个自由度上的支撑力,配合隐藏式的压块设计,对绝缘子的固定效果可达到设计的最大握力值,足以绝缘子和电缆线不产生相对位移。

2 装置总体设计

2.1 装置整体结构设计

在电力系统维护中,绝缘子的稳定固定至关重要。借鉴日常广泛使用的“台虎钳”装置,我们创新性地设计一款旋拧式绝缘子固定装置,该装置巧妙融合“螺纹旋拧摩擦力紧固”的技术原理,旨在实现快速、稳固的绝缘子安装与固定。此装置由以下四大核心模块构成:(1)主体部分作为装置的骨架,采用高强度绝缘材料,既保证装置的稳固性,又确保良好的绝缘性能^[3]。(2)压块。压块设计精巧,与绝缘子形状紧密贴合,通过螺纹连接与主体相连,便于旋拧操作,实现快速夹紧。(3)紧固螺栓。紧固螺栓是装置中的关键力量传递者,采用细牙螺纹设计,增加旋拧过

程中的摩擦力,使得紧固更加可靠。同时,螺栓材质经过严格筛选,确保其在各种环境下都能保持稳定的力学性能。(4)防松部件。防松部件则采用先进的碟型垫片设计,有效防止螺栓因振动或长期负载而松动。装置整体结构图如图1所示。

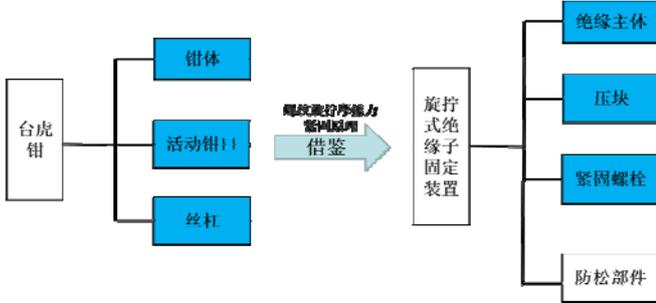


图1 装置整体结构图

2.2 装置技术参数设置

借鉴台虎钳的相关参数,及参照相关标准,结合各模块的实际技术参数需求,对两者加以集成,将装置各模块技术参数设置如表1所示。

表1 装置各模块技术参数

序号	模块部件	选择参数汇总
01	绝缘主体	2mm厚材料绝缘电阻 $\geq 8M\Omega$
		抗拉强度 $\geq 100MPa$
02	压块	同等接触面,1000N作用下,最大轴向静摩擦力 $\geq 500N$
03	紧固螺栓	螺栓提供紧固扭矩 $\geq 25N \cdot m$
04	防松部件	防松力矩 $\geq 15N \cdot m$
		力矩稳定性(偏差值越小防松力矩稳定性越好)

3 装置模块设计制作

在本文装置的研发过程中,将装置划分为四个核心模块:绝缘主体、尼龙压块、细牙紧固螺栓和碟型垫片^[4]。每个模块都承载着装置稳定、安全、高效运行的重任。接下来,将详细阐述每个模块的设计制作流程,从规格尺寸的确定到建模设计,再到加工制作和选型采购,每一步都力求精益求精,以确保旋拧式绝缘子固定装置的卓越性能。

3.1 绝缘主体设计制作

绝缘主体设计目标如下:(1)玻纤增强尼龙主体实际尺寸满足设计要求,加工误差在 $\pm 1.0mm$ (宽度、高度), $\pm 0.5mm$ (直径);(2)玻纤增强尼龙主体抗拉强度 $\geq 100MPa$ 。为实现以上设计目标,相关技术人员需从以下几个方面入手:首先,根据所需固定绝缘子尺寸,以及导线直径确定主体的设计尺寸。如:将绝缘主体的宽度、高度、直径分别设置为105mm、100mm、 $\Phi 146mm$ 。其次,

在材料选择上,本文选用尼龙作为绝缘主体的全绝缘材料。该绝缘材料选用完全杜绝了金属成分的存在,从而从根本上避免了涡流问题的产生。这一设计不仅提升了产品的安全性,还使其更加绿色环保,符合现代电力行业的可持续发展要求。最后,本文装置加工制作过程中,采用注塑工艺,确保主体形状的一致性和精度^[5]。同时,通过数控加工对主体进行精细打磨和切割,以达到设计要求的尺寸和形状。此外,为增强主体的表面光洁度和防腐性能,还对主体进行滚丝和酸洗处理,进一步提升其整体品质。

3.2 尼龙压块设计制作

在本文装置中,尼龙压块是负责直接压紧绝缘子的关键部件^[6]。为确保其既能有效压紧绝缘子,又能与装置主体完美配合,先确定出以下装置设计目标:(1)尼龙压块加工尺寸满足设计要求,加工误差在 $\pm 1.0mm$;(2)1000N作用下,压块与电缆最大轴向静摩擦力 $\geq 500N$ 。为实现以上设计目标,相关技术人员需做好以下几点:首先,根据所需固定导线直径,以及绝缘子的型号尺寸,将本文装置的尼龙压块的长度、宽度、厚度分别设计为65mm、30mm、10mm。其次,为确保压块能够适应35mm²至240mm²不同大小的导线,并能不同角度下有效夹紧和固定导线,引入了压板弧度算法。在设计压板的弧度时,需依据图纸确定压板的结构。考虑到压块需具备大小通用性,压板的弧度设计需兼顾不同尺寸导线的夹紧需求。同时,结合圆弧形质,确定出压板的弧度计算公式,即:

$$L = r\theta \tag{1}$$

其中 L 表示圆弧的弧长, r 表示圆弧的半径, θ 表示圆弧的弧度

以某型号尼龙压块为例,当导线规格为35mm²时,我们设定压板的半径 r 为20mm,弧度 θ 为60度,此时压板与导线的接触长度 L 恰好满足夹紧需求。而当导线规格增大至240mm²时,需相应调整半径 r 和弧度 θ ,确保压板仍能有效夹紧导线。最后,加工压块材料。由于尼龙PA66材料具有优异的机械性能、耐磨性、耐热性和耐化学腐蚀性,非常适合用于制作承受一定压力和摩擦的部件,本文选用尼龙PA66材料,并采用一体注塑工艺进行加工。具体加工步骤如下:将注塑温度设定在260~290℃之间,模具温度保持在80℃左右,注射压力则根据压块的具体尺寸和形状进行调整。通过这些精确的工艺控制,成功制作出符合要求的尼龙PA66压块,有效地提升本文装置整体性能。

3.3 细牙紧固螺栓的设计制作

细牙紧固螺栓设计制作目标如下:第一,将螺栓提供紧固扭矩设置25N.m以上;第二,紧固螺栓顶端绝缘螺帽,将绝缘螺帽交流瞬间击穿强度控制在15kV以上。为实现以上设计制作目标,相关技术人员需做好以下几点:首先,根据架空绝缘导线截面,本文装置主体主线槽尺寸,以及电力金具使用螺栓的相关标准,将紧固螺栓长度、直径分别设计为95mm、14mm,同时,将其样式设计为细牙,六角螺帽。其次,进行紧固螺栓加

工制作。螺栓整体采用紧一体注塑的方式,确保结构的完整性和稳定性。在材料选择上,螺杆部分采用铝合金材料,这种材料不仅重量轻,而且具有良好的机械性能和耐腐蚀性,能够满足螺栓在高强度环境下的使用需求。同时,为增强螺栓的耐用性和稳定性,顶部六角螺帽部分选用低吸水、机械性能稳定的PBT树脂,这种材料能够有效抵抗外界环境对螺栓的影响,延长其使用寿命。

3.4 碟型垫片设计制作

本文所设计的碟型垫片防松力矩应超过15N·m,为实现这一设计目标,相关技术人员根据紧固螺栓的规格和性能需求,精心确定碟型垫片的采购型号。经过综合考量,选择NFE25-511这一型号,它以其优异的防松性能和稳定的机械性能而著称。其次,根据实际需求,在网上采购多个NFE25-511碟型垫片,具体型号为M6*14。这一型号的垫片不仅尺寸精准,而且与紧固螺栓完美匹配,确保安装后的稳定性和可靠性。在材料选择上,选用弹簧钢65Mn作为碟型垫片的材质。这种材料不仅具有高强度和良好的弹性,还能有效抵抗腐蚀和磨损,从而延长垫片的使用寿命。

4 装置室内握力测试

4.1 测试目的

本文装置室内握力测试目的是验证装置在紧固绝缘子时的握持能力和稳定性,确保其能满足实际使用中的力学要求。通过测试,我们可以评估装置的紧固效果、耐用性以及在不同条件下的性能表现,为后续的产品优化和实际应用提供数据支持。

4.2 测试方法

在本次测试中,需要用到以下测试方法:(1)准备测试设备:采用专业的握力测试仪,确保测试结果的准确性和可靠性。(2)安装绝缘子:将绝缘子正确安装在旋拧式绝缘子固定装置中,确保安装位置准确、紧固螺栓已旋紧。(3)进行握力测试:启动握力测试仪,对装置施加逐渐增加的握力,直至达到预设的测试值或装置出现松动、损坏等情况。(4)记录数据:在测试过程中,实时记录握力值、装置状态以及任何异常情况。

4.3 测试结果

在本次试验中,本文装置室内握力测试结果如表2所示,从表2中的数据可以看出,本文装置在室内模拟本文装置安装后握力值实测分别为1.98kN以及2.16kN,均满足相关标准要求值,这表明本文装置握力测试合格。

表2 装置室内握力测试结果

样品编号	装置室内握力			
	标准要求值(kN)	实测值(峰值)kN	判定	备注
1	≥1.8	2.16	合格	导线滑移
2	≥1.8	1.98	合格	导线滑移

5 结束语

本文成功研制一款旋拧式绝缘子固定装置,该装置借鉴“台虎钳”的螺纹旋拧摩擦力紧固原理,通过创新设计实现绝缘子的快速、稳定固定。在装置设计过程中,相关技术人员深入研究紧固件压力紧固技术和球窝固定原理技术,并将这些技术巧妙地应用于装置的主体、压块、紧固螺栓和防松部件等模块中。通过精确的建模设计和严格的加工制作,我们确保装置的高质量和可靠性。在室内握力测试中,本文装置展现出优异的紧固能力和稳定性,充分验证其设计的合理性和有效性。

[基金项目]

嘉兴恒创电力集团有限公司省管产业单位双创项目《一种绝缘子便捷绑扎装置的研制》项目编号:2023-KJZZ-HC-015。

[参考文献]

- [1]温惠婷,张建峰.更换架空线路耐张绝缘子托瓶架固定装置的研制[J].农村电气化,2022(12):66-69.
- [2]罗金,何金,杨军.一种绝缘子上导线固定装置的设计与应用[J].集成电路应用,2022,39(6):244-245.
- [3]李茂林,王靖靖,江静,等.一种移动式双回线路引线固定绝缘子安装支架的设计[J].电子技术,2024,53(5):166-167.
- [4]孙君强,林雨珊,修子超,等.便携式绝缘子爬电距离测量工具研究[J].模型世界,2024(10):31-33.
- [5]杨超然,牛志,熊坤,等.一种悬式绝缘子可移动耐压试验平台的研制与应用[J].电力设备管理,2023(10):289-291.
- [6]陈润宇,吴飞鹏.一种便携式10kV绝缘隔离挡板固定装置的研制[J].中国高新科技,2022(4):38-39.

作者简介:

张文斌(1969--),男,汉族,浙江省嘉兴市人,嘉兴供电公司秀洲供电分公司,大专,工程师。