

The Process of Manufacturing the Insulating Supporting Stick for Standing Pole in 10kV Living Work

ZHANG Yue-chao, GUO Ying-sheng

(Pingdingshan Power Supply Company, Henan, 467001, China)

zhangyclucky@126.com

Abstract: To enhance the safety of standing pole in 10kV living work, and to solve the problem that the labor intensity is big and stability difference. To enhance the efficiency of living work vehicle and the level of standardization, we design and manufacture the insulating supporting stick. According to the different arrangement of conductor trace line, the writer designed three types insulating supporting stick; then begun to standardized design, select material, calculate strength of materials based mathematical model. The writer introduces the fundamental, desire and according of designing and manufacturing insulating supporting stick; actualize complexion of technical design and application complexion of insulating supporting stick practice.

Key words: Electrical engineering; living work; standing pole in living work; Insulating supporting stick

10kV 线路带电作业带电立杆多功能支杆的研制

张月超, 郭营生

(平顶山供电公司, 平顶山市, 河南省, 中国 467001)

zhangyclucky@126.com

【摘要】为了提高 10kV 线路带电立杆作业的安全性, 解决作业人员劳动强度大, 作业稳定性差的问题, 提高带电作业车的使用效率, 提升标准化作业水平, 设计研制了 10kV 线路带电作业带电立杆多功能支杆。文章介绍了多功能支杆的设计研制依据、原则和要求, 技术设计的实施情况, 针对导线的不同排列方式完成了 3 种形式支杆的结构设计, 通过建立力学计算数学模型, 进行设计定型、选材、部件尺寸的材料力学计算、强度允许值的取用, 并介绍了多功能支杆的技术特点以及在实际中的应用情况。

【关键词】电气工程; 带电作业; 带电立杆; 支杆

1 引言

不断提高用户供电可靠性是供电企业的重要任务, 带电作业是提高供电可靠性指标的有效手段之一。河南省电力公司平顶山跨区带电作业协作中心, 负责豫南地区带电作业协作工作, 开展 10kV 线路带电作业已有 10 余年的历史, 无论是开展时间、作业项目、作业质量都处于较先进的水平。带电作业的广泛开展为平顶山供电公司入选全国 20 家“供电可靠性金牌企业”做出了贡献。

带电立杆是 10kV 线路带电作业中一项较为复杂的项目。带电立杆过程中需要拉开线路的两侧边线, 同时顶开中相导线, 使导线与电杆、作业人员保持足够安全距离。以前, 此项工作通常的做法是由地面辅助人员利用晃绳拉开边相导线, 带电作业车吊起中相导线, 然后立杆。这种作业方法存在的问题是: 地面作业人员劳动强度大, 由于作业人员个体差异等问题导致稳定性不好, 安全性不高; 另外, 需要带电作业车长时间吊起中相导线, 带电作业车使用效率较低^[1]。

为了解决这些问题, 决定研制一套多功能支杆, 运用于 10kV 线路带电立杆作业, 扩大带电立杆作业的范围, 充分发挥带电作业车的作用, 提高了作业安全性, 降低作业人员的劳动强度, 提升标准化作业水平, 缩短带电立杆时间, 提高工作效率。

2 设计研制依据

根据带电作业工具基本技术要求与设计导则、带电作业用绝缘杆通用技术条件、配电线路带电作业技术导则等国家标准和带电作业工具预防性试验规程、试验导则、质量保证导则、使用的一般要求等电力行业标准, 设计、研制《10kV 线路带电作业带电立杆多功能支杆》^[2-9]。

3 设计研制的原则和要求

(1) 根据 10kV 线路带电立杆现场工作需要, 研制 3 套支杆, 适用于单回线路三角形排列、水平排列、鼓形排列等 3 种导线排列方式, JKLYJ-300mm² 及以下绝缘导线、LGJ-240mm² 及以下裸导线。

(2) 支杆实现功能：支撑开两边相导线、顶起中相导线、保持三相导线线间距离，满足带电作业安全性要求。

(3) 支杆力学性能可靠，机械强度、绝缘强度满足要求；重量轻巧，装拆方便，操作性能良好。

(4) 每一种支杆的重量不超过 25kg，支杆荷载不小于 800kg。

(5) 编制使用说明书和标准化作业指导书，方便操作使用，用于实际工作，实现标准化作业。

4 技术设计实施

为了满足带电立杆的要求，针对作业现场实际情况和带电立杆作业的特点，研制出 10kV 线路带电作业带电立杆多功能支杆。符合带电作业工具的技术标准和要求，并适合现场作业使用。

4.1 结构设计

为满足 10kV 线路带电立杆作业的需要，多用途支杆必须能够同时支撑三相导线。针对三角形排列、水平排列和鼓形排列等 3 种导线排列方式，分别设计相对应的支杆形式。三角形支杆用于导线三角形排列，一字形支杆用于导线水平排列、山字形支杆用于导线鼓形排列。

为满足绝缘性能和机械性能的要求，采用的基本材料为铝合金金属构件和环氧树脂管材。铝合金轻巧坚固，自重轻，强度高；环氧树脂具有较高的压缩与拉伸强度，长期暴露在高温条件下仍能保持良好的力学性能、良好的绝缘性能和耐紫外光老化性能等。

为满足导线不同排列方式的不同线间距离可调，设计中采用丝杠进行导线线间距离的调整；采用线夹固定导线，防止导线滑脱。

每一种支杆的重量均不超过 25kg，支杆荷载不小于 800kg，金属联结包箍与环氧树脂管联结紧密牢固，绝缘强度和机械强度均满足要求。

支杆结构组成：

(1) 三角形支杆主要组成部分为：上臂、左臂、右臂、金属联结包箍，丝杠（带活动手柄），导线固定线夹等 6 大部分，见图 1；

(2) 一字形支杆主要组成部分为：左臂、右臂、金属联结包箍，丝杠（带活动手柄），导线固定线夹等 5 大部分，见图 2；



Figure 1. Triangular shape of insulating supporting stick
图 1. 三角形支杆



Figure 2. Line shape of insulating supporting stick
图 2. 一字形支杆

(3) 山字形支杆主要组成部分为：上臂、中臂、下臂、侧上臂、侧下臂、金属联结包箍，丝杠（带活动手柄），导线固定线夹等 8 大部分，见图 3。



Figure 3. Hill shape of insulating supporting stick
图 3. 山字形支杆

4.2 力学计算

研制多功能支杆，在基本确定了使用材料后，按照中华人民共和国国家标准：《带电作业工具基本技术要求与设计导则 GB/T 18037-2000》和《带电作业用绝缘杆通用技术条件 GB13398-92》，通过建立力学数学模型，进行设计定型、选材、部件尺寸的材料力

学计算、强度允许值的取用。

(1) 基本假设与计算条件。

10kV 配网常用的主干线以 JKLGYYJ-240/40 绝缘导线为主，所以选取 JKLGYYJ-240/40 绝缘导线为参考对象进行计算。JKLGYYJ-240/40 架空绝缘导线是在 LGJ-240/40 裸导线外包覆交联聚乙烯绝缘层的导线。

导线受力计算时不考虑绝缘层分担的拉力，仅考虑钢芯铝绞线承担整根导线的拉力；参数选择时外径按照实际外径取值，承力截面按照 240/40 钢芯铝绞线截面取值；10kV 线路直线杆塔采用针式瓶绑扎固定导线，计算时两直线杆之间按照耐张考虑，导线按照悬链线计算；高差小于 10%，不考虑高差的影响；导线安全系数 6.0，气象条件取平顶山地区典型气象条件，即最大风速 30m/s，最大覆冰 10mm、最低温度-20℃、最高温度+40℃；计算工况温度取-10℃。

因为材料为环氧树脂管材，而且是塑性材料，故作出如下假设：其材料变形为线性；材料连续均匀，完全弹性，各向同性；不考虑杆材和管材开洞处的应力集中。

(2) 数学模型。

三角形支杆按简支梁建立模型，一字形支杆相当于轴心受压杆件，山字形支杆也按简支梁建立模型。

按照档距 60 米，导线三角排列，档距中间加杆；档距 100 米，导线三角排列，档距中间加杆；档距 60 米，导线垂直排列，档距中间加杆这 3 种形式进行计算。

4.3 技术特点

结构形式特别：针对导线排列方式，分别设计相对应的三角形、一字型、山字形支杆；采用铝合金构件与环氧树脂管材套丝结合，内部套丝。

活动部件方式新颖：丝杠在环氧树脂管材内套丝，手动操作扳手，丝杠活动，带动支杆伸缩。

重量轻：通过合理设计整个支杆总重控制在 25kg 以内，便于携带使用。

组装方便：采用螺丝连接方式进行组合，拆装方便。

适用范围广：可以使用在 10kV 线路三角形排列、水平排列、鼓形排列等多种排列方式，在现场工作中适用性好，操作方便。

高稳定性：通过支撑杆控制线间距离，导线之间的距离可以做到精确可控，且不受外界因素影响。

改变了作业方式：解决了现场人用绝缘绳拉开导

线的不安全方式，同时解决了绝缘绳固定点受环境限制的问题。

自主研发：没有生产厂商制作同类产品，市场上没有相同功能产品。

5 使用

通过对多功能支杆的多次现场实际应用、试验和试运行，达到了设计要求。将多功能支杆实际运用于带电立杆作业工作，达到了使用要求，所考虑的现场作业有关的实用效能都能够实现，得到了带电作业人员的认可。

多功能支杆的现场运用见图 4。

根据需要对多功能支杆改进并定型，编制操作规程、使用说明书和标准化作业指导书。



Figure 4. Insulating supporting stick in use
图 4. 支杆的现场运用

6 结论

自主研发成功的 10kV 线路带电作业带电立杆多功能支杆投入使用后，提高了作业安全性，扩大了带电作业范围，优化了带电作业程序，减少了带电作业人数，平均每次减少带电作业时间 31 分钟，减轻了带电作业人员的劳动强度，提高了工作效率。

本项目达到了研制目的，10kV 线路带电作业带电立杆多功能支杆的使用可以产生良好的经济效益和社会效益，提高供电可靠性，为平顶山供电公司成功获得国家“供电可靠性金牌企业”荣誉称号贡献了力量。

2010 年 1 月，该项目通过了河南省电力公司科技评审，达到了国内领先水平。该多功能支杆易于操作，使用方便，具有良好的推广应用前景。

References (参考文献)

- [1] Hu Yi, Technical Manuals of distribution lines live working [M].

- Beijing: Electric Power Industry Press, 2006.30-33.
胡毅, 配电线路带电作业技术手册[M].北京: 电力工业出版社, 2006.30-33
- [2] GB/T 18037-2008. Technical requirements and design guide for live working tools[S].
GB/T 18037-2008.带电作业工具基本技术要求与设计导则[S].
- [3] GB 13398-92. General technical conditions of Insulating poles for live working tools[S].
GB 13398-92.带电作业用绝缘杆通用技术条件[S].
- [4] GB 13398-2008. Insulating hollow tubes and foam-filled tubes and solid rods for live working [S].
GB 13398-2008.带电作业用空心绝缘管、泡沫填充绝缘管和实心绝缘棒[S].
- [5] GB/T18857-2002. Technical specification of distribution lines live working [S].
GB/T18857-2002. 配电线路带电作业技术导则[S].
- [6] DL/T976-2005. Preventive test code of tools devices and equipment for live working [S].
DL/T976-2005.带电作业工具、装置和设备预防性试验规程[S].
- [7] DL/T878-2004. Test guide of the insulating tool for live working [S].
DL/T878-2004. 带电作业用绝缘工具试验导则[S].
- [8] DL/T972-2005. Live working-quality assurance plans applicable to tools devices and equipment[S].
DL/T972-2005. 带电作业工具、装置和设备的质量保证导则[S].
- [9] DL/T877-2004. Live working-Minimum requirement for the utilization of tools, devices and equipment [S].
DL/T877-2004. 带电作业工具、装置和设备使用的一般要求[S].