

## 10kV 旁路电缆带电作业风险分析及应对措施

朱国福 颜家亮 王永建

云南电网有限责任公司红河供电局, 云南 蒙自 661199

[摘要] 文章通过对 10kV 旁路带电作业开展现状进行分析, 总结出 10kV 旁路电缆带电作业的风险, 在原有的基础上引入精益管理理念, 持续改进, 以创新的思维制定出应对措施, 提升了解决问题的质量, 大大提升了作业人员人身安全和设备安全。

[关键词] 10kV 旁路电缆带电作业; 风险分析; 应对措施

DOI: 10.33142/hst.v2i2.452

中图分类号: TM75

文献标识码: A

### Risk Analysis and Countermeasures of Live Working of 10kV Bypass Cable

ZHU Guofu, YAN Jialiang, WANG Yongjian

Honghe Power Supply Bureau, Yunnan Power Grid Co., Ltd., Yunnan Mengzi, China 661199

**Abstract:** Based on the analysis of the present situation of live operation of 10kV bypass, this paper summarizes the risk of live operation of 10kV by-pass cable, introduces the concept of lean management on the basis of the original, continuously improves, and formulates the countermeasures with innovative thinking. It improves the quality of problem solving and greatly improves the personal safety and equipment safety of operators.

**Keywords:** 10kV bypass cable live operation; Risk analysis; Response measures

#### 引言

红河供电局成立于 1958 年, 截止 2018 年 12 月 31 日, 供电区域覆盖 4 市 9 县, 供电面积 3.29 万平方公里。运行维护 35 千伏及以上变电站 198 座; 10 千伏线路 1113 条、20374 千米。2018 年开展旁路电缆带电作业 421 次, 约占云南电网有限责任公司旁路带电的 50%。

#### 1 10kV 旁路电缆带电作业法简要程序阐述

##### 1.1 概念

旁路带电作业法是指在正常供电线路上旁路并接转供线路, 由转供线路临时替代正常供电线路供电, 从而在对用户不间断供电的情况下实现对正常供电线路的断电检修。

##### 1.2 10kV 旁路电缆带电作业法简要程序阐述

带电作业人员到达作业位置后, 将旁路系统按要求敷设组装完毕, 利用作业平台将旁路电缆引下线接入电力系统, 合上旁路负荷开关, 通流正常, 作业结束。

#### 2 关键步骤中危险点分析

##### 2.1 旁路系统接入电力系统前的关键步骤和危险点

工作班成员根据作业任务到达作业位置后, 首先进行旁路系统的敷设组装。组装好后, 要对旁路系统进行绝缘及通流试验, 易发生危险的关键步骤有:

a. 绝缘检测应逐相进行, 未检测两相可靠接地, 被检测相的其中一端悬空并与接地体保持绝缘, 检测完毕后检测相和兆欧表及时对地放电, 检测值符合送电要求;

b. 通流检测应逐相进行, 未检测两相悬空, 检测相的其中一端可靠接地, 检测完毕后检测相和兆欧表及时对地放电。

##### 2.2 旁路系统接入、退出架空电力系统时的关键步骤和危险点

按相序逐一接入三相旁路引(流)线, 确认引(流)线接入可靠牢固, 并确保接入点绝缘遮蔽, 旁路引(流)线接入时确保与原相序一致。易发生危险的关键步骤有:

当一侧搭接到带电体上, 另一侧等待搭接时, 未搭接的一侧就有短路或触电危险;

或者拆除时, 一侧拆除而另一侧未拆除时, 先拆除的一侧就有短路或触电危险。因为两侧电缆头唯一的开关就是旁路负荷开关, 无明显断开点, 如在作业过程中发生绝缘击穿故障, 将造成不可估量的严重后果。另外, 《中国南方电

网有限责任公司电力安全工作规程》要求，不应在只经断路器或只经换流器闭锁隔离电源的设备上工作。

旁路带电作业需要核相时，一般都是以绝缘绳用捆绑的方式将电缆 T 接头在导线侧进行固定，然后再将电缆 T 接头与导线进行连通，绝缘绳在固定过程中，如遇雨雪等不良天气情况时，易受潮，泄漏电流增大，有安全隐患。

### 2.3 旁路系统接入电力系统中环网柜分支箱时步骤和危险点

10kV 配网电缆线路由于长时间运行使用后，电缆肘型头内硅脂膏老化导致绝缘部分与环网柜、分支箱连接头发生粘连，使 10kV 配网电缆线路采用旁路作业法检修时，拆除环网柜、分支箱电缆肘型头时需对电缆肘型头进行破坏性拆除，导致绝缘性能下降增加旁路电缆安全运行风险。

### 3 应对措施

研制《带电作业用旁路电缆固定隔离组合工具》解决感应电、短路、泄露电流大的问题。针对 2.1 和 2.2 条所描述的风险点，红河供电局带电作业中心研制出了一套《带电作业用旁路电缆固定隔离组合工具》其中包括支架（如下图 1 所示）和挂钩（如下图 2 所示）两部分：

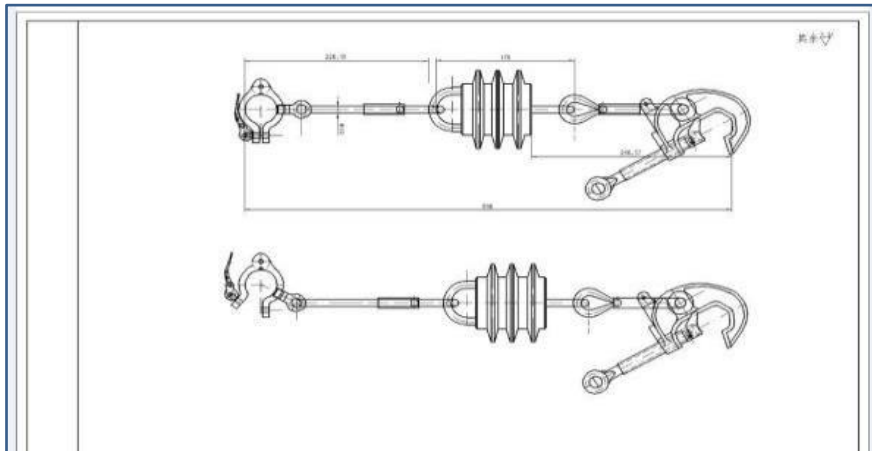


图 1：支架工具

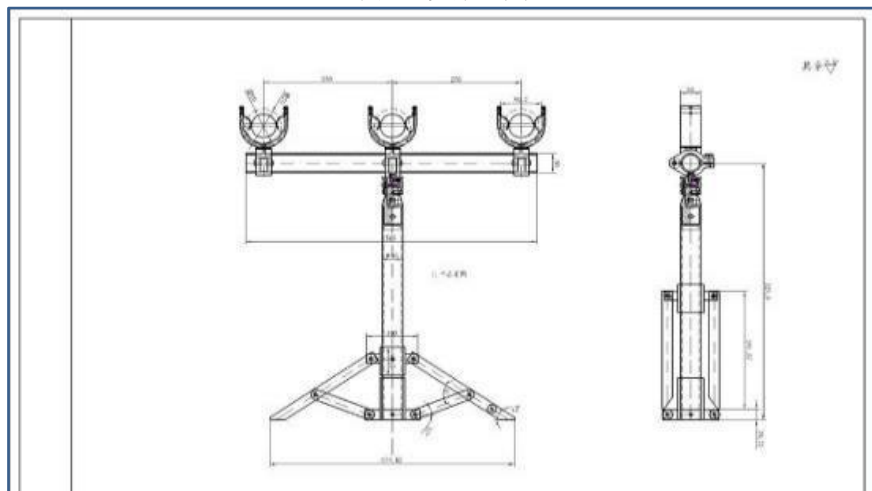


图 2：挂钩工具

支架工具包括立柱，设置于立柱上端、与立柱构成 T 字形的横杆，三个间隔设置于横杆上、且开口朝上的 U 形架，两对称设置于 U 形架开口处内侧的弧形簧片，设置于立柱下端的固定套，滑动套装置于立柱上、位于固定套上方的活动套，至少三根呈环状设置、上端分别与活动套铰接的支撑杆，以及一端与支撑杆的杆部铰接、另一端与固定套铰接的斜撑杆；横杆与立柱通过铰接结构连接，能快速插拔，利于运输和携带，U 形架通过卡箍与横杆连接，稳定性强不易松动。

挂钩工具包括复合绝缘子、活动扣、拉钩、绝缘绳等，通过拉环连接于绝缘子一端的拉钩，通过拉绳连接于绝缘子串另一端的的活动卡扣还包括设置于拉钩开口侧的方形螺杆，通过弹簧销与方形螺杆端部连接的压块，此种设计安装

速度快，绝缘性能可靠。

此套工具彻底解决了 2.1 和 2.2 所描述的“脱空、隔离、绝缘、泄露”问题，同时方便搬运，最大限度的保证作业人员和设备的安全。作业现场示意图如下图（图 3）所示：

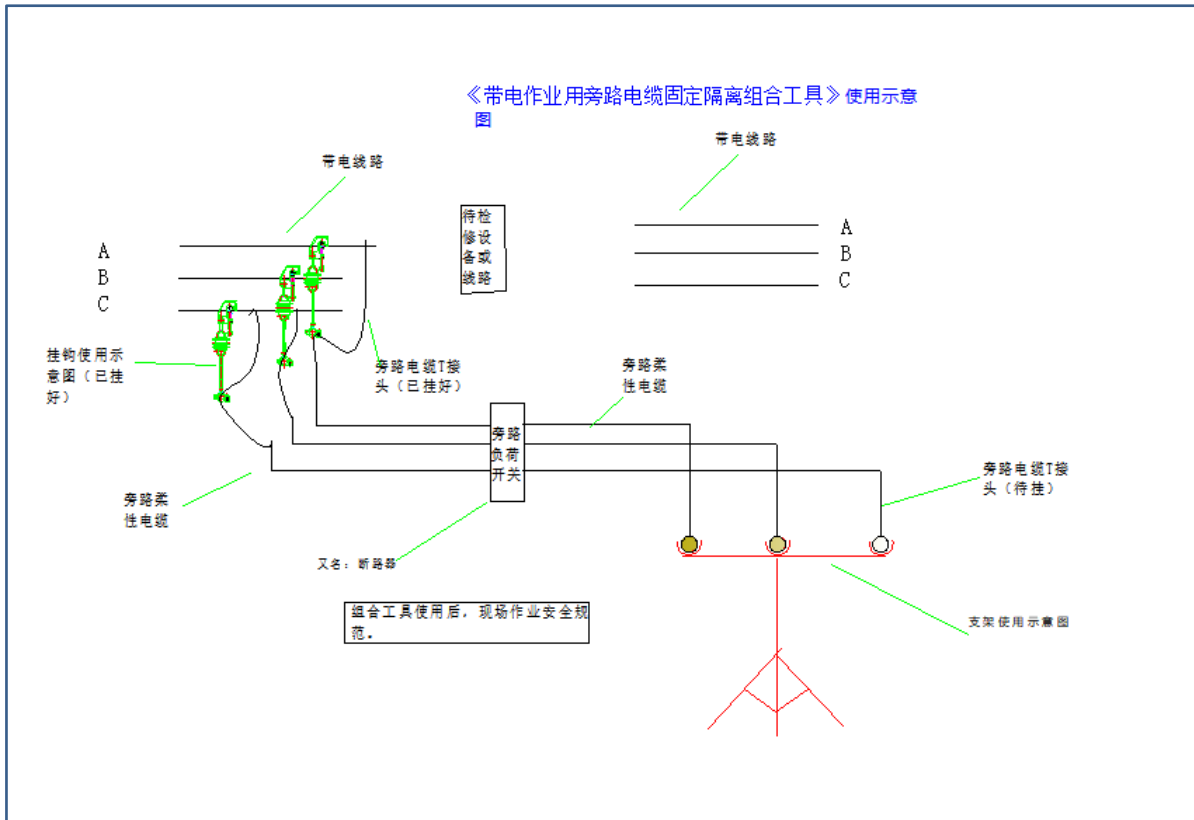


图 3：《带电作业用旁路电缆固定隔离组合工具》使用示意图

研制《10kV 环网柜、分支箱电缆拆除气压辅助工具》解决拆除问题，保护绝缘。

针对 2.3 发现的 10kV 环网柜、分支箱电缆连接肘型头拆除问题，红河供电局带电作业中心创新小组开展了 10kV 环网柜、分支箱电缆拆除气压辅助工具的研制，研制出的气压辅助拆除工具，既能使电缆肘型头快速与环网柜、分支箱接头分离，又不破坏电缆肘型头绝缘性能。如左图 4。

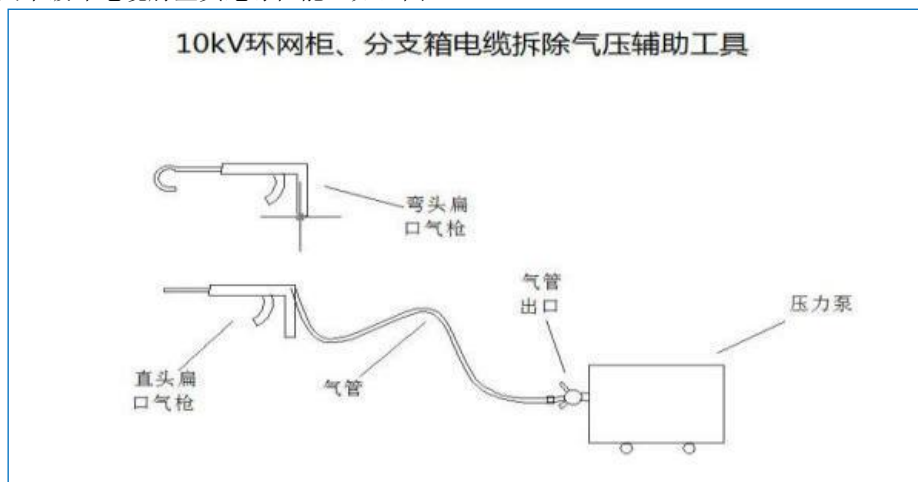


图 4《10kV 环网柜、分支箱电缆拆除气压辅助工具》初期 CAD 设计图

本项目研制的电缆拆除气压辅助工具(如图 5 所示，左图)包括压力泵、管接头、气管和气枪，管接头与压力泵的出口连接，气管的一端与管接头连接，气管的另一端与气枪连接，气枪包括枪身、枪管和扳机，枪身内具有空腔，枪身上设有与空腔连通的第一接口和第二接口，第一接口与气管连接，第二接口与枪管的一端连接，枪管的另一端具有

能够伸入所述电缆肘型头与环网柜/分支箱接头之间的间隙的枪头，空腔内还设有能够密封第二接口的阀门，阀门与扳机连接。



图5 电缆拆除气压辅助工具

拆除辅助工具电源使用 220V 常用电，目前带电作业库房均配有 220V 发电机，解决了作业时的电源问题。

按照设计，压力泵所产生气体既能使电缆肘型头快速与环网柜、分支箱接头分离，又不破坏电缆肘型头机械性能和绝缘性能；压力泵出口设计有三个出口，能满足三个气枪同时工作，工作效率高；气枪头设计有两种枪头，一种是扁口弯头，一种是扁口直头，以便于在狭小不便于操作的空間中进行工作，适应能力强。

## 4 结论

### 4.1 措施应用成效明显，解决问题彻底。

此套组合工具在多个作业现场得到实际应用，经现场验证使用，项目成果符合作业现场实际要求，安装使用方便，设计合理，创新性强。一是达到了使电缆肘型头快速与连接头分离，大大提高拆除效率，并确保了电缆肘型头和连接头的完整性，不会破坏电缆插头的绝缘性能的效果。即保证了 10kV 配网电缆线路采用旁路作业法检修时接入旁路系统的原电缆肘型头的绝缘性能，又保障了作业人员的人身安全，还降低了作业人员劳动强度，提高了工作效率。二是能支撑固定电缆头，防止电缆头对人体发生感应电伤害、中间连接断路器击穿后的触电伤害，防止电缆头发生相间短路或接地短路，并设计有接地端口，可以在工作结束后对电缆的残余电荷进行放电，同时解决了目前旁路作业中负荷开关存在的击穿风险，确实起到隔离防触电的效果，保证了人身和设备安全。三是能快速对电缆侧进行绑扣，另一端采用挂钩，直接挂在需要固定的位置，方便快捷，省时省力，作业人员操作简便，基本无触电短路风险。整体采用绝缘设计，防潮性能好，安全系数明显提高。推广前景巨大。全国开展 10kV 旁路带电作业的单位皆可应用，成果将大力提升现场安全管理水平，降低人身设备风险，直接产生安全效益，保证人身和设备安全，环境适应能力强，占地面积小，基本不受地形限制。

### 4.2 精益管理，总结、优化，持续改进，提升解决问题的质量

相比《多功能柔性电缆头防触电安全固定装置的研究》、《10kV 环网柜、分支箱电缆拆除气压辅助工具的研制》、《柔性电缆 T 接头与导线快速连接固定装置的研制》三篇论文，本文引入精益管理理念，有明显的总结优化、持续改进效果，解决问题的质量大大提高，措施更加合理，工具运用更加符合作业要求和人机工效要求。下步，将根据旁路系统中的负荷开关（断路器）使用情况，开展旁路系统中负荷开关（断路器）的试验研究。

#### [参考文献]

- [1]GB/T 18037-2008 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[Z]. 2009-08-01
- [2]Q/CSG 210001-2015 中国南方电网有限责任公司电力安全工作规程[Z]. 2015-10-04
- [3]夏宇涛. 配电线路带电作业换接写流线技术研究[J]. 中国科技纵横, 2017, 8(2): 156.

作者简介：作者 1 朱国福，(1984-)，男，山东定陶县人，大学本科学历，工程师，高压线路带电检修技师，从事带电作业管理和检修工作。作者 2 颜家亮，(1987-)，男，贵州思南人，大学本科学历，工程师，从事输电与带电作业管理工作。作者 3 王永建，(1979-)，男，云南个旧人，大专学历，高压线路带电检修高级技师，从事配电带电作业一线检修工作。