

# 一种带电作业工具绝缘修复技术与装置的研究

方 敏 滕德军 刘国礼 袁国泰

(广东立胜电力技术有限公司, 广东 佛山 528000)

摘要: 带电作业需求逐渐增加, 因作业环境恶劣, 易导致绝缘工具绝缘漆局部磨损和脱落, 形成安全隐患。而当前绝缘工具主要依赖于进口, 且销售方不提供售后服务。出于对带电作业工人的人身安全考虑, 一旦绝缘工器具, 特别是最常用的绝缘防护服、绝缘毯、绝缘披肩等出现绝缘漆局部磨损或脱落, 只能报废和闲置。基于此, 本文拟研发一种绝缘工具自动修复磨损装置, 采用往复机与流水线协同控制技术, 结合不同规格工器具的支撑以及人工辅助局部打磨和喷涂过程, 实现对闲置工器具的绝缘漆修复, 为企业节省成本, 并提高工器具的使用寿命。

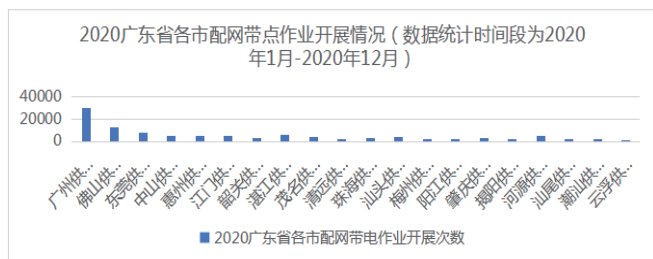
关键词: 带电作业; 绝缘工具修复; 安全防护

## 一、带电作业工具绝缘设备的现有问题与技术分析

### (一) 需求分析

随着中国的经济建设不断发展, 社会对供电量的需求也不断地攀升, 因此为了减少停电所带来的巨大经济损失, 保证用户能够安全地用电, 供电企业的带电作业次数也日益增加。如表1所示, 2020年期间, 广东省各市开展带电作业项目次数共计为103625次, 各市平均开展带电作业项目次数为5182次, 其中广州市开展带电作业项目次数为29871次。从图表数据可知: 经济条件越好的地区, 供电保障需求越高, 所开展的年均带电作业次数越多。

表1 广东省各市2020年度配网带电作业项目开展数据



### (二) 国家政策为导向

中华人民共和国国家发展和改革委员会中颁布《电力可靠性监督管理办法(修订征求意见稿)》中提到供电企业应加强供电可靠性管理, 减少停电时间、次数和范围, 优化电力营商环境。鼓励电力企业建立完善的设备可靠性评价体系, 将设备可靠性指标纳入电力设备采购技术条件或招投标评价体系。此外, 中华人民共和国国务院颁布《电力供应与使用条例》中提到加强电力供应与使用的管理, 保障供电、用电双方的合法权益, 维护供电、用电秩序, 安全、经济、合理地供电和用电。由此可见, 国家正积极鼓励供电企业在安全可靠的情况下, 进行不停电维修工作, 从而保障用户能够安全可靠用电。

### (三) 社会现状

以上表1.1的数据可得知, 广东省各供电局的带电次数较频繁, 但随之而来的安全问题也不容忽视。为了确保带电作业人员的安全, 作业过程绝缘工器具是必备的防护设备。据调查发现, 目前供电企业带电作业部门都面临共性问题:

#### 1. 绝缘工器具易损耗

目前供电企业防护类工具, 主要是绝缘服、绝缘披肩、绝缘毯。带电作业主要为户外工作, 由于工况复杂, 环境恶劣, 容易造成工器具局部绝缘漆磨损, 形成绝缘漆局部脱落。出于安全考虑, 一旦绝缘工器具出现局部的绝缘漆脱落或磨损, 只能报废和闲置处理。

#### 2. 绝缘工器具替换成本高

目前, 国内带电作业行业的工器具大多依靠进口, 价格昂贵。

以广东片区带电作业部门年均作业次数为依据, 企业每支队伍每年开展带电作业约有500次, 每年因工作原因造成绝缘损坏事故, 需要更换的4套绝缘服、4件绝缘披肩、30件绝缘毯, 结合市场价格统计, 每支队伍每年因为绝缘工具磨损和绝缘漆脱落需更换新的绝缘工具的成本约5万元。如按每年有20支队伍开展带电作业计算, 每年需支出工器具采购成本约100万元。表明绝缘服的替换成本对于供电企业的每年支出占比较高。

#### 3. 绝缘工器具修复困难

据调查, 目前国内外生产绝缘服、绝缘披肩及绝缘毯的厂家, 均不提供绝缘漆修复的服务, 导致出现一些比较小磨损可以通过绝缘漆修复处理而再次使用的绝缘工具只能报废或闲置处理, 造成了大量的浪费。

因此, 基于上述问题分析和调研结果, 本文期望研发出一项工器具绝缘漆修复技术, 在确保工器具安全性能的前提下, 为社会及企业带来可观的经济效益。

## 二、技术分析

目前我们针对带电作业工具绝缘设备掉漆引起的损耗问题, 做了以下测试:

①绝缘服、绝缘披肩、绝缘毯的底层材料属于EVA材质, 绝缘工器具由多层绝缘树脂制成, 表面层与软塑料相似, 憎水性强, 防潮性好, 沿面闪络电压高, 柔韧性与橡胶相当, 质地较柔软易被金属刮蹭; 内衬层质地柔软, 层间击穿电压高。可用相应的水性油漆进行修复, 通过合理的绝缘油漆配比, 可实现绝缘功能。

②采用人工局部刷漆、自然晾干的方式进行绝缘漆修复, 修复后的工器具通过了耐压测试。

③我们研究并解决了绝缘服、绝缘披肩、绝缘毯的平整支撑以及机械传动系统传送, 以及喷枪喷涂的问题, 且考虑了油漆喷雾的回收问题, 整个过程能在固定的操作空间完成。通过以上实验证明, 通过有效的补刷绝缘漆, 修复后的工器具能延长使用3-4年。

## 三、工器具绝缘漆智能修复技术的设计方法

### (一) 关键技术

#### 1. 往复机与流水线的协同控制技术

该绝缘修复装置采用了往复机技术, 实现了绝缘工器具的传递, 避免了在修复过程中人员对绝缘工器具的接触。当需要进行绝缘工器具修复时, 可通过往复机运送到防护架内进行绝缘修复; 当油漆自然干燥后, 可通过往复机运送到人员中。

#### 2. 不规则物料的支撑技术

该绝缘修复装置拟针对防护器具的不同造型设计支撑平台, 采用充气式模型支持绝缘服和绝缘披肩, 利用吸附平板支撑绝缘毯, 确保防护用品能平整无褶皱的被支撑起来, 为均匀喷涂做好准备;

### 3. 喷涂材料均匀喷涂的控制技术

针对平整支撑的防护用品,拟采用智能化喷涂机器,根据用品的造型设置喷涂路径,实现绝缘服、绝缘披肩和绝缘毯全面无

死角、均匀的喷漆,降低企业成本的同时,确保此类用品能继续安全使用。

### (二) 设备设计

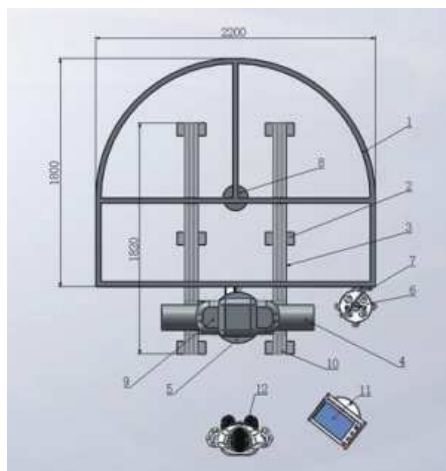
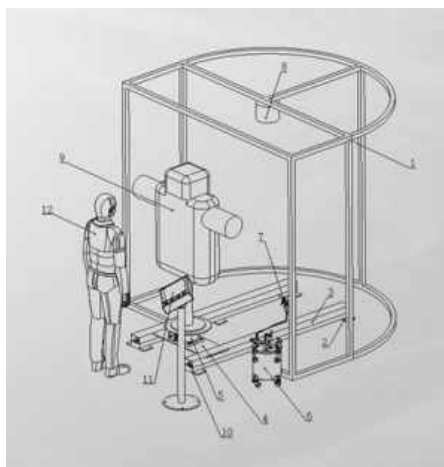


图1 绝缘修复设备的结构图

1. 防护架 2. 导轨架 3. 导轨防护 4. 横板 5. 旋转盘 6. 绝缘油漆罐 7. 喷枪 8. 尾气真空阀 9. 人体模特 10. 导轨 11. 操作台 12. 操作人员

### (三) 总体修复方法流程

① 在修复绝缘工器具之前,操作人员首先需要用磨砂纸对绝缘工器具的绝缘位置进行打磨,目的是防止后期喷涂过后,导致油漆效果不均匀。

② 操作人员需要用酒精和小苏打或者工业中性试剂对绝缘工器具进行清洗,然后将其自然晾干3至5天。其中绝缘工器具在清洗期间,不得与油、酸、碱及腐蚀性物质接触。

③ 将待修复的绝缘工器具放置在充气式支撑模型上,然后启动操作台上的开启导轨装置,将绝缘工器具运送到防护架中,操作员通过控制喷枪进行对绝缘工器具的局部磨损处进行喷漆修复,其中操作人员用到的水性油漆的纯净水与油漆的比例为1:2。

④ 当油漆自然干燥3~5天后,操作人员可再次启动中操作台上的开启导轨装置,将修复好的绝缘工器具运送出来。

⑤ 操作人员再将修复好的绝缘工器具进行耐压测试。当产品合格后,可给技术人员使用。

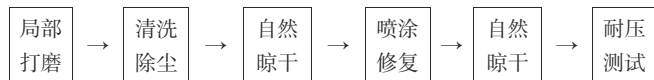


图2 绝缘工器具修复的流程

### 四、本技术方案优点

本技术方案有以下优点:

① 安全性有保障。大量预实验表明:绝缘漆修复方案能确保修复后的工器具安全使用。我们针对绝缘服、绝缘披肩及绝缘毯的材质进行了分析,并选取了一款水性绝缘漆,通过人工喷涂,自然干燥等过程,并对修复后的工器具进行了耐压测试,结果表明:对局部绝缘漆脱落或磨损的防护类工器具进行绝缘漆修复是可行的,该方案确实延长了绝缘工器具的使用寿命。

② 经济性的客观。大量调研统计发现:绝缘漆修复方案,能大大节省带电作业企业的工器具采购成本。此外,还能以接受同行绝缘漆修复服务的形式,收获直接效益,并能在拓宽企业业务的同时提高企业影响力。从而有利于降低供电企业替换绝缘工具造成的成本支出。

③ 时效性的必要。中国带电作业技术虽已逐渐普及,但带电作业必备的工器具,目前以欧美、日韩进口为主,国产化带电作业工器具的研制必须积极推进。在确保带电作业安全的前提下,降低带电作业成本,提高设备使用率,是满足和确保高质量供电需求的必经之路,也势在必行。

### 五、小结

针对目前带电作业工具绝缘设备的易损耗,替换成本高,修复困难等问题,在保证安全可靠的绝缘性能的前提下,我们研发出一项损耗的绝缘工具自动修复技术,实现了绝缘工器具的局部磨损修复。通过一系列的耐压实验可证实修复后的绝缘工器具的安全可靠性,因此有利于减少企业对购买新的绝缘工器具的成本支出,为企业以及社会带来大量可观的经济效益。

### 参考文献:

- [1] 徐硕,王炜,王树军,李铁军.输电线路带电作业安全防护的研究[J].电气时代,2018(10):70-71.
- [2] 刘琳.低压带电作业防触电护套研究[J].电气时代,2018(07):84-86.
- [3] 徐炎炎,孙凯飞,侯琳,等.10kV配电线路带电作业用绝缘服的研发现状[J].棉纺织技术,2020,48(4):4.
- [4] 周巧芬.绝缘服布料:CN103738016A[P].2014.
- [5] 杨伟辉,郝旭东,褚志强,等.35kV带电作业绝缘防护及遮蔽用具的研发及应用[J].中国电力(技术版),2015(006):69-72.
- [6] 高世德.绝缘服试验装置的改进[J].电工材料,2016(3):4.

### 作者简介

方敏(1988-),男,大学专科,广东立胜电力技术有限公司,工程师;

腾德军(1986-),男,大学本科,广东立胜电力技术有限公司,工程师;

刘国礼(1987-),男,大学本科,广东立胜电力技术有限公司,工程师;

袁国泰(1986-),男,大学本科,广东立胜电力技术有限公司,工程师。