

地电位带电作业机器人适配 J 型线夹电动安装工具研究与应用

包益能¹ 詹涛² 王捷² 刘锦雁¹ 杨梓鹏¹

1 国网松阳县供电公司, 浙江 丽水 323400

2 丽水华阳电力有限公司, 浙江 丽水 323400

[摘要]近几年带电作业次数呈明显的增长趋势, 配网带电作业可以最大程度减少停电时间, 提升供电可靠性。其中 85% 属于线路带电搭接引流线工作。配网带电作业是典型的户外高空、高危、高劳动强度的作业, 亟需通过采用先进工具及装备使操作人员远离危险环境, 保障作业人员安全, 减轻劳动强度, 提高工作效率。传统 J 型线夹安装工具使用步骤繁多, 难以适用于带电作业机器人平台。而现有的机器人可操作的线夹为改造后的线夹。改造后的线夹在性能和安全性等方面都比不上传统的 J 型线夹, 所以需要设计发明一款可用于带电作业机器人的 J 型线夹电动安装工具。因此, 本篇文章通过对地电位作业机具、材料、设备、作业方法的研究, 设计了新型适配机器人电动 J 型线夹安装工具, 能实现无人操作, 减少人力成本, 节省时间成本。

[关键词]带电作业; J 型线夹; 电动安装工具

DOI: 10.33142/hst.v6i10.10551

中图分类号: TP242

文献标识码: A

Research and Application of J-shaped Line Clamp Electric Installation Tool Adapted to Ground Potential Live Working Robot

BAO Yineng¹, ZHAN Tao², WANG Jie², LIU Jinyan¹, YANG Zipeng¹

1 State Grid Songyang County Power Supply Company, Lishui, Zhejiang, 323400, China

2 Lishui Huayang Electric Power Co., Ltd., Lishui, Zhejiang, 323400, China

Abstract: In recent years, the number of live line operations has shown a significant growth trend. Live line operations in distribution networks can minimize power outage time and improve power supply reliability. Among them, 85% belong to live line overlapping drainage line work. Live work in distribution networks is a typical outdoor high-altitude, high-risk, and high-intensity operation. It is urgent to use advanced tools and equipment to keep operators away from dangerous environments, ensure their safety, reduce labor intensity, and improve work efficiency. The traditional J-shaped line clamp installation tool has many steps to use and is difficult to apply to live working robot platforms. The existing robot operable line clamps are modified line clamps. The modified line clamp cannot compare with traditional J-shaped line clamps in terms of performance and safety, so it is necessary to design and invent an electric installation tool for J-shaped line clamps that can be used for live working robots. Therefore, this article designs a new type of adaptive robot electric J-shaped line clamp installation tool through the study of ground potential operation tools, materials, equipment, and operation methods, which can achieve unmanned operation, reduce labor costs, and save time costs.

Keywords: live working; J-shaped line clamp; electric installation tools

引言

在实际工作生活中, 各地的电网建设改造、运行维护、故障处理消缺工作避免不了导致停电, 会产生供电不稳定、可靠性下降的影响。丘陵及山区地区由于绝缘斗臂车无法到达, 配网线路地电位带电搭接线路引线作业量较多。配电网线路、设备复杂, 安全隐患多, 对作业人员的安全性和劳动强度都是很大的考验。研究无需作业人员操作的地电位搭接引线机器人, 以减轻劳动强度, 提高安全性, 是当下重点研究方向。随着国家信息化智能化水平的不断提升, 现阶段亟需研发可以适配地电位带电机器人电动的 J 型线夹安装工具来实现线路的无人安全高效带电作业。

对配电网线路地电位带电作业机器人的研究始于上世纪 80 年代, 主要由美国、日本、加拿大等西方发达国家

研究。从国内外地电位带电机器人发展情况看, 用于巡检机器人的行走机构主要有步进式行走机构和轮式行走机构。如何适用不论是通过多只手臂交替移动完成在线爬行的步进式行走机构, 还是依靠由电机驱动的行行走轮与线路之间的摩擦的轮式行走机构, 所以在设计地电位带电机器人电动的 J 型线夹安装工具初期是要重点考虑的, 且是非常必要的。

1 地电位带电作业机器人适配 J 型线夹电动安装工具装置概述

地电位带电作业机器人适配电动 J 型线夹安装末端工具包括线夹夹紧机构、线缆夹紧机构、线夹螺母拆装机以及主体支架, 地电位带电作业机器人适配电动 J 型线夹安装末端工具, 可利用驱动机构自动控制相关部件工作,

还可通过遥控器实现无线控制,并根据相应的操作流程,控制各个机构动作并完成相应的功能,安全性高。包括:长臂、短臂、线夹减速电机、主体支架、引线钩、J型线夹、电池、电控扭矩扳手、导向柱下固定座、梅花头、压簧、直线轴承座、导向柱、导向柱固定座、引线钩减速电机,如图1所示。

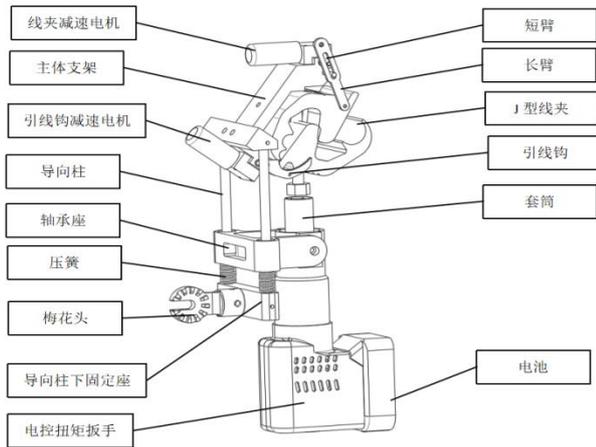


图1 整体示意图

2 研究背景

配网线路不停电作业地电位各项作业过程需人工配合作业,且在杆上作业时较长对体力有较大消耗。通过对配网不停电地电位各种作业研究,设计了地电位带电作业机器人适配J型线夹电动安装工具装置,该J型线夹电动安装工具解决了J型线夹无法通过电动机器人等场景安装的难题,降低了各类型J型线夹的安装要求,与其他的人工作业方法相比能实现无人自动化作业,减少了人力成本,并节省1/2的作业时间,是一种具有较高创新性的地电位带电作业机器人适配J型线夹电动安装工具,具有广阔的应用前景。同时,该装置的使用也可以有效地降低人力、物力成本,为带电作业提供一种新的作业方法。

3 经济社会效益分析

通过地电位带电作业机器人适配J型线夹电动安装工具的研究应用,可实现适用于带电作业机器人平台的要求,解决了改造线夹在性能和安全性等方面都比不上传统的J型线夹难题,所以需要设计发明一款可用于带电作业机器人的J型线夹电动安装工具,提高了带电线路消缺维护检修的工作效率。地电位带电作业机器人适配J型线夹电动安装工具研制成功,不仅可以提高配电输电线路带电作业工作效率,同时也可减少停电时间,节约用电成本。根据测算,在正常情况下每采用一次本工具就可以节约人力成本、停电费用3462元/次,按照近2年的平均使用频次节约约5.68万元。具有较好的经济效益,既可减少停电时间,也可降低停电费用;能够在保证工作安全和施工质量的前提下缩短施工时间;能够在一定程度上提高供电可靠性。

4 安装过程

地电位带电作业机器人适配电动J型线夹安装末端工具包括线夹夹紧机构、线缆夹紧机构、线夹螺母拆装机构以及主体支架,地电位带电作业机器人适配电动J型线夹安装末端工具,可利用驱动机构自动控制相关部件工作,还可通过遥控器实现无线控制,并根据相应的操作流程,控制各个机构动作并完成相应的功能,安全性高。

(1) 先将线夹减速电机和引线钩减速电机安装到主体支架上,随后将引线钩和短臂安装到主体支架的两个侧面,接着将长臂安装至短臂上;

(2) 接上步骤,将主体支架安装至J型线夹上,并将长臂和J型线夹连接,随后将导向柱固定座安装到主体支架上,接着将导向柱固定在导向柱固定座上,然后将直线轴承座、压簧和导向柱下固定座安装到导向柱上,之后将梅花头固定在导向柱下固定座上;

(3) 接上步骤,将直线轴承座固定在电控扭矩扳手上,最后将电池插入电控扭矩扳手的电池仓(注意:梅花头方向和电池方向相反)。

(4) 人员装置协调性,在工作时,电动安装工具操作人员和工具同步配合,确保电动安装工具使用过程的安全可靠。

无线遥控步骤:先将电池插入电控扭矩扳手的电池盒内,运行线夹减速电机转动短臂从而带动长臂,长臂随后将J型线夹上部分打开至合适角度,接着将准备好的线缆放入J型线夹内侧;再把运行引线钩减速电机带动引线钩将线缆夹紧;最后机械臂抓取梅花头将公爵整体提升至合适位置,然后将线路上的电缆放入J型线夹外侧,随后运行线夹减速电机,将J型线夹上部分压住线缆,随后用遥控器控制电控扭矩扳手转动头部套筒,锁紧J型线夹的螺栓。注:主体和长臂安装在J型线夹上部分,如下图2所示。

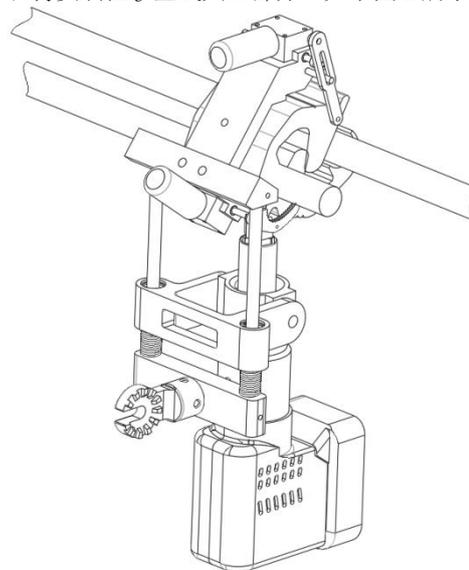


图2 安装结构图

5 需要进一步探索的问题

(1) 改进设备和安装规范, 使本装置适应于各种各样的机器人场景进行应用;

(2) 如何利用输配电信息进行机器人路径规划, 满足电动安装工具的使用;

(3) 双机器人使用场景的协同作业的对本安装工具的影响和实现;

(4) 开展带电作业机器人配合本安装工具的相关标准制定与性能测试方法研究;

(5) 智能感知技术带电作业机器人在本安装工具领域的应用;

(6) 地电位作业如何使用带电作业机器人适配 J 型线夹电动安装工具;

(7) 110kv 以上线路如何解决电磁干扰问题。

6 功能及特点

(1) 地电位带电作业机器人适配 J 型线夹电动安装工具在国内外高压输配电线路的机器人应用方面均以自动巡检和除冰作为主要作业功能, 重点解决机器人在输电线路上的行走、越障、监测、除冰等问题, 也可涉及防震锤、间隔棒带电更换、耐张线夹螺栓带电紧固等检修作业。

(2) 地电位带电作业机器人适配电动 J 型线夹安装末端工具, 旨在提供一种能够便捷的固定 J 型线夹和快速的锁紧 J 型线夹的螺栓, 从而有效提高 J 型线夹的安装效率, 适应大中小三大类 J 型线夹, 降低操作人员的劳动强度的 J 型线夹安装装置;

(3) 地电位带电作业机器人适配电动 J 型线夹安装末端工具具有结构简单、易于制造, 安全可靠, 便于操作等优点, 增加压簧, 使系统而更加稳定运行, 使 J 型线夹螺杆和电控扭矩扳手筒始终有比较好的接触和配合;

(4) 装置适用于多种环境;

(5) 梅花头处可外接机械臂、机器人等工具, 可适用多种场景;

(6) 本发明的装拆线夹方法, 采用电动、遥控的执行方式, 不仅提高了拆装工具自动化水平和可靠性, 而且减少了工人绝缘杆手动操作安装的劳动强度, 简化了人工绝缘杆操作的复杂性, 大大提高了操作的安全性。该装置已在国家电网某电网公司应用, 并取得了良好的效果。

(7) 专用化: 基于带电作业的复杂空间环境, 高绝缘强度要求和高空作业的低质量负载要求, 传统的人工作业不适合应用于该领域, 发展带电作业机器人适配 J 型线夹电动安装工具是本领域的技术趋势。

(8) 智能化: 基于多传感器、多媒体和虚拟现实以及临场感技术, 实现带电作业机器人适配 J 型线夹电动安装工具的虚拟遥操作和人机交互。带电作业效率、可靠性、安全性大幅度提升。

(9) 模块化: 为适应多种不同带电作业, 机器人系

统往往采用模块设计, 不断提高共用技术模块在机器人系统中的占比, 可以满足多种带电作业环境的需求, 同时大大降低机器人系统应用和维护成本, 带电作业机器人适配 J 型线夹电动安装工具的持续研究优化显得非常必要。

(10) 标准化: 带电作业机器人适配 J 型线夹电动安装工具相关标准的建立, 使带电作业机器人操作的规范化。

7 带电作业机器人适配 J 型线夹电动安装工具的关键技术

带电作业机器人适配 J 型线夹电动安装工具安装完成后, 首先确定关闭动力装置。完成地电位搭接是本文另一个需要解决的技术难点。包括设计地电位搭接装置、地电位后电场环境的分析和改善措施。地电位搭接装置不仅要能够与导线紧密接触, 又要弹性连接, 通过带电作业机器人适配 J 型线夹电动安装工具的作用下, 能够和机器人在导线上一起滑动。

开发输配电线路运行无人化、智能化维护检修系统已经是电力行业的一个重要课题。这种具有广阔应用前景的是机器人、传感器、机械制造、绝缘、建模、控制、图像分析、传输等多学术研究领域的综合性课题。基于带电作业机器人适配 J 型线夹电动安装工具的带电检修作业技术发展可以分为以下 4 个阶段:

阶段一: 早期阶段。戴着特制绝缘装备的操作人员直接对电气设备进行带电检修维护作业。该种方式下的作业存在较大的安全隐患, 基本上都停止了。

阶段二: 初期阶段。表现在绝缘工器具的应用。通过绝缘工具间接地操作人员穿绝缘装备进行线路带电作业, 要求操作人员具备丰富的现场经验, 尤其是大都在户外高空进行作业, 劳动强度大, 不仅工作时间长, 而且容易发生人身触电等意外事故。基本上都停止了。

阶段三: 绝缘斗臂车应用阶段。与之前两个阶段相比, 该种方式下的带电检修作业有了较大的进步, 操作人员不用直接对电气设备进行带电检修作业, 而是在绝缘斗臂车上进行带电检修作业。目前仍有一些地区使用。

阶段四: 为机器人应用阶段。利用高度智能化的机器人进行带电检修作业, 不仅保证了操作人员的人身安全, 还进一步提高了带电检修工作的效率和操作流程的规范性, 适合大范围的推广应用。

该装置使用便捷、操作简单、安全可靠。在用于带电作业机器人的 J 型线夹电动安装工具的机器人等作业时, 根据现场的实际情况, 可迅速完成相应功能, 根据需要, 可定位到相应任意位置。同时, 该装置具有电动功能且操作便捷安全不需要人工的特点, 节省操作人员的时间, 减轻了工作人员的工作量。降低了作业人员发生安全事故的风险。该装置应用效果明显, 有利于电网的安全稳定运行。该装置可以快速、安全、便捷地完成工作任务, 保证了电网运行的安全性和可靠性。该装置与带电作业方法相结合,

可有效提高作业效率。在开展带电作业时,使用该装置可有效提高工作效率,缩短作业时间。该装置运行稳定可靠,维护量少。由于该装置重量轻、操作简单、安全可靠,因此在运行过程中能够有效降低维护量与故障率,保证了电网设备人员的安全。

8 结语

本文介绍的一种用于可用于带电作业机器人的 J 型线夹电动安装工具,其安全性、可靠性、经济性、便捷性等性能突出,功能强大,包括长臂、短臂、线夹减速电机、主体支架、引线钩、J 型线夹、电池、电控扭矩扳手、导向柱下固定座、梅花头、压簧、直线轴承座、导向柱、导向柱固定座、引线钩减速电机等部件组成,该新型装置能够通过无线装置之间的联动,实现无线操作的可能,能够有效地减少了操作人员的工作时间和压力,从而减小了装置可能发生与作业人员触电、机械性伤害等风险。此外,带电作业机器人的 J 型线夹电动安装工具还具有以下优点:(1)带电作业机器人的 J 型线夹电动安装工具操作简单、可以通过人机联动,能够有效地保证操作人员的安全;(2)带电作业机器人的 J 型线夹电动安装工具结构简单、能够有效地降低工作人员的劳动强度,成本低廉、制作方便、使用方便;(3)带电作业机器人的 J 型线夹电动安装工具使用简便,有效地缩短了作业时间安全高效。

[参考文献]

- [1]张运楚,梁自泽,谭民. 架空电力线路巡线机器人的研究综述[J]. 机器人,2004,26(5):467-473.
 - [2]吴功平,戴锦春,郭应龙,等. 具有自动越障功能的高压线巡线小车[J]. 水利电力机械,1999(1):46-49.
 - [3]王吉岱,甄静,刘笑辰,等. 输电线路巡检机器人仿生结构研究[J]. 机械设计与制造,2017(3):103.
 - [4]吴功平,戴锦春,郭应龙,等. 输电导线机械破损的红外检测与故障诊断[J]. 仪器仪表学报,1999,20(6):571-574.
 - [5]王婷,吴功平. 穿越式巡线机器人自动上下线装置设计[J]. 机械设计与制造,2017(3):18.
- 作者简介:包益能(1975.12—),男,毕业于华东理工大学电气工程及其自动化专业,国网松阳县供电公司城区供电中心主任助理,高级技师;詹涛(1992.8—),男,毕业于华东理工大学电气工程及其自动化专业,丽水华阳电力有限公司,助理工程师;王捷(1987.5—),男,毕业于华东理工大学电气工程及其自动化专业,丽水华阳电力有限公司带电作业班安全员,工程师;刘锦雁(1992.2—),男,毕业于东北电力大学电气工程及其自动化专业,国网松阳县供电公司主任助理,工程师;杨梓鹏(1996.6—),男,毕业于浙江工业大学土木工程专业,浙江省松阳县供电公司,助理工程师。