

电力线缆剥线装置的新型结构与优化研究

刘伟 施敬萍

浙江嘉越能源科技有限公司

DOI:10.12238/jpm.v6i7.8204

[摘要] 电力线缆构成现代电力系统的核心组件，作为电能传输主干，其性能状况直接影响电网的安全稳定。为优化线缆利用效能并保障运维安全，剥线装置的应用具有关键作用。该装置利用精密剥离技术，安全高效地移除线缆外绝缘层，为后续的金属导体连接或检测提供必要条件，显著提升作业效率，并有效降低人工操作风险。剥线装置的应用不仅优化了线缆处理流程，更在绝缘材料回收利用层面体现价值，契合循环经济的可持续发展理念。基于此，本文主要论述了电力线缆剥线装置的重要性和新型结构设计，并给出了一些优化措施，为相关从业人员提供参考。

[关键词] 电力线缆剥线装置；新型结构设计；优化研究

Research on new structure design and optimization of power cable stripping device

Liu Wei Shi Jingping

Zhejiang Jiayue Energy Technology Co., LTD.

[Abstract] Power cables are the core components of modern power systems, serving as the main transmission lines for electrical energy. Their performance directly impacts the safety and stability of the power grid. To optimize cable utilization and ensure safe operation and maintenance, the application of stripping devices is crucial. These devices use precision stripping technology to safely and efficiently remove the outer insulation of cables, providing essential conditions for subsequent metal conductor connections or inspections, significantly enhancing work efficiency and effectively reducing the risks associated with manual operations. The use of stripping devices not only optimizes cable processing procedures but also highlights the value of recycling and reusing insulation materials, aligning with the principles of sustainable development in the circular economy. This article discusses the importance and innovative design of power cable stripping devices, along with some optimization measures, to provide valuable references for professionals in the field.

[Key words] power cable stripping device; new structure design; optimization research

电力线缆剥线作业是电力工程施工与设备制造中的重要环节，其质量直接影响连接可靠性与系统安全。当前部分剥线装置在精度控制、碎屑管理及操作防护方面存在不足，易导致剥皮深度偏差、绝缘残留或效率低下，甚至引发安全隐患。针对这些实际问题，本研究聚焦于电力线缆剥线装置的新型结构与优化，通过深入分析剥线机理，创新性地改进关键部件布局与功能结构。

一、电力线缆剥线装置的工作原理

电力线缆剥线装置的工作原理如下：操作人员将待处理的电线电缆推送至装置的夹持机构，该机构牢固固定线缆主体。装置内部的核心切削单元随即启动，该单元通常包含固定刀具与可调刀具。固定刀具确保切割基准位置的稳定，可调刀具则根据预设的剥皮厚度要求，精确调节切入深度。在夹持机构与驱动系统的协同作用下，线缆按设定长度被牵引前进，同时旋

转或线性运动的刀具精准切入线缆外周的绝缘或护套材料层，形成环切。完成切割后，装置配置的剥皮轮（通常由弹性橡胶或耐磨金属材料构成）开始工作。剥皮轮通过其特定的结构设计或施加的夹持力，作用于已被环切的绝缘层，利用摩擦力或机械分离作用，将切断的绝缘材料段从金属导体芯线上强力分离并移开。

二、电力线缆剥线装置的重要性

电力线缆剥线装置在现代电力工程施工与维护作业中具有不可替代的关键作用，其核心价值在于显著提升作业效率、严格保障线缆处理质量与操作安全性，并有力促进资源回收利用与环境保护。该装置通过精密的机械设计或自动化控制，能够快速、精准地剥离电缆外护套、绝缘层或屏蔽层，相比传统手工剥线方式，效率可提升数倍，显著缩短施工周期，降低人工劳动强度与时间成本。更为重要的是，装置剥离过程具备高度可控性，能精确设定切割深度，有效避免因操作不当造成的导体损伤、切口不平整或绝缘层残留等问题，从根本上确保了电缆连接点的电气性能稳定可靠，极大降低了因剥线质量缺陷引发的接触不良、局部过热甚至短路起火等安全隐患，为电力系统的长期安全稳定运行提供了坚实保障。

此外，良好的剥线作业使不同材质的护套、绝缘层等部件能够被彻底分开，给后面的分类回收处置带来了极大的方便，推动了铜、铝这些金属导体还有塑料、橡胶这类高分子物质的循环使用，既节省了稀少的矿石原料，也减轻了固体垃圾给自然环境造成的负担，彰显出电力行业朝着绿色、持续方向改变的实际行动。所以，高效、准确、安全的电力线缆剥线设备乃是改进行业技术水准，保证工程质量与安全，承担起环保责任必不可少的工具。

三、电力线缆剥线装置的新型结构设计

（一）装置结构概述

本新型电力线缆剥线装置采用先进的模块化结构设计理念，核心由三大功能模块构成：切割单元、夹持单元与剥离执行单元。切割单元的核心部件选用高硬度合金材质刀具，具备优异的耐磨性，确保在长期处理电力线缆绝缘层时维持稳定的切割性能。该刀具采用特殊刃口构型与优化的切割角度设计，旨在高效切断各类绝缘材料的同时，最大限度地降低对内部金属导体的潜在损伤风险。夹持单元则运用气动技术，通过高响

应的气动执行元件提供可靠的中等夹持力输出，确保对不同规格的电力线缆，实现稳固且无滑移的抓持。其夹持行程具备可调范围，以适应线缆外径的变化。

高精度可编程电机驱动的剥离执行单元可提供卓越的运动控制与灵活性，其剥离速度可在较宽范围内调节，从而适应不同绝缘材料的特性及工艺要求，确保剥离效果精准且一致。装置整体融入智能控制系统，这个系统能够按照线缆直径以及材质特点精准地调节夹持单元的力道，并且具备随时检查自身状态的功能。此功能能动态反馈刀具的工作状态以及剥离进程的相关信息，这样就能有效地防止由于过度剥离而引发的导体损伤问题，突出改进了整个剥线流程在安全方面，自动化程度以及应对电力线缆多种化需求的整体实力。

（二）剥切刀具的设计与研制

在新型电力线缆剥线装置的设计当中，剥切刀具是否准确又普遍适用是关键所在，经过对电力线缆绝缘层剥离特点展开细致探究之后，着重改良了刀具的构造样式及其选用材料，最后挑选出一种特别适合这类剥线操作的刀具种类。这种刀具主要采用硬度非常高的一种特殊合金材料来打造，极大地加强了刀具的耐磨损程度，使得它即便长时间反复加工电力线缆也能保持锐利的切割能力以及相对稳定的使用寿命，刀具自身还存在一些革新之处，那就是把它设计成两侧共同发挥作用的双刃切割机构。这个机构依靠精细的机械传动及操控结构做到两侧刀刃一同前进，并带有单独的进退刀调整装置还有刀具切入深度调节旋钮，以此保障两侧切割深度一致而且可调，进而达到高效又均匀地去除绝缘层的目的，最大限度地保障内部导体不受损害。

为加强装置的实用性并改进其操作便捷性，专门开发出一种切割执行单元，其能够围绕电力线缆自身的轴线旋转。该单元借助内置机械传动装置，使刀具围绕静止线缆做360度切割运动。这一革新设计完全去掉了传统操作里操作人员必要手动转动整个装置或者线缆的步骤，极大地简化了操作流程。用户只要固定好装置主体，这个旋转切割机构就能自动执行环绕切割动作，这明显缩减了操作所要花费的时间，也减轻了体力上的损耗，对于电力线缆的剥线来说，变得更为省时省力，非常适用于现场作业或者需频繁操作的情况。

四、电力线缆剥线装置的优化

（一）采用传感器技术，提高剥线精度

在电力线缆剥线装置的优化过程中，采用高精度传感器技术是提升剥线精度和一致性的核心手段。传统的剥线动作常常依靠机械限制或者操作人员的经验，这样就很容易受到线缆尺寸细微差别、刀具损耗或者安装偏斜等因素的影响，造成剥线深度不够稳定，有时会因为剥得太浅而不能把导体完全暴露出来从而影响连接，而有时又会因为剥得过深而损害到内部构造使线缆强度下降。

引进精密的感应部件以后，可以做到对剥线刀片切入深度的即时动态监测，这个传感器一直追踪着刀片同线缆表面之间的相对方位，并立即将准确无误的深度资讯传达给装置的控制系统。控制系统按照预先设定好的目标剥线深度来对比从传感器那里得到的即时数据，如果发现实际剥线深度有所偏移，控制系统就能立刻发出调节命令，让执行机构去微调刀片的位置。这种闭合回路的操控模式使得刀片在整个剥线进程中，即便碰到不同批次的线缆外径公差、刀具慢慢钝化，或者有轻微的震动干扰等情况，也能够一直准确地保持在设定的切入深度上，明显提升了单根线缆剥线深度的精确程度，而且很好地保证了批量处理时每根线缆剥线深度的高度一致。

（二）优化排屑系统，提高剥线质量

在电力线缆剥线装置不断完善时，有效管理剥线过程中出现的绝缘层碎屑属于提高整个作业质量的重要部分，考虑到绝缘碎屑容易在剥线区域积聚并且影响到刀具正常工作的状况，装置改良着重规划出高效的碎屑排出路径。采用负压吸取或者定向气流吹送这类积极排屑手段之后，就可以在执行剥线操作之际，把被剥掉的绝缘碎屑快速地从刀具的工作区以及线缆表层即时移走，保证这些碎屑没有机会堆积在重要位置上。这样一种动态化的碎屑消除方法可以避免因碎屑堆叠而引发的刀具受阻、割裂时存在过大的阻力情况或者剥除深度不够精确的现象发生，进而维持着剥开行为的连贯性和准确度。

要进一步从根源上缩减碎屑形成数量并且改良排屑状况，可以在剥线步骤启动之前加入针对线缆外表的预处理部分，利用清洁刷或者低压气流事先去除线缆外皮或许粘附有的尘土或者松散的微粒物质。这样既能够间接改善每次剥线时的准确程度以及线缆末端表面的干净程度，又可以避免由于碎屑存留

引发刀具出现不正常损耗或者机器需反复停下来做清洁工作之类的麻烦事发生，进而给整个剥线流程带来更为高效且可靠的保障作用，促使剥线品质得到全面提升。

（三）加强防护设计，保障人身安全

电力线缆剥线装置改良期间，加强安全防护举措对保护操作员安全十分关键，装置中高速运转的刀具与传动机构存在一定的危险性，要着重改进的地方就是创建起有效的物理隔绝构造。通过在刀具运作范围，转动组件以及全部有挤压或者剪切危险的活动机构四周增添结实牢靠的防护罩或者防护挡板，可以阻止操作员的手指或者身体其他部分在正常操作或者发生意外的时候直接接触到危险区。

要进一步加强防护级别，可以在设备的重要入口位置安上非接触式的光电感应装置，像安全光栅之类的，当检测到人的肢体踏入危险区域的时候，就会立刻向机器发出停机指令，这样就能做到主动防护。除了这些硬件上的防护设施要完备之外，还要重视对操作人员的安全教育和管理，一定要经过系统的培训，让操作人员明白设备的工作原理、潜在危险点以及正确的操作流程，使其具备一定的风险辨识能力及自我保护意识。

总结

综上所述，电力线缆剥线装置的结构设计与优化之路，是一个不断发展和适应时代变化的过程。展望未来，应继续致力于该装置的智能化升级，例如引入自动调节剥线力度和自适应线缆直径等功能，以进一步提升其适用性和可靠性。同时，积极探索新材料和新工艺的应用，以优化装置的耐用性和降低生产成本，使其能够更好地满足日益增长的市场需求。

参考文献

- [1]张铜，夏益青，徐善军，等.10kV 配网带电作业机器人智能剥线工具的设计与应用[J].制造业自动化，2021.
- [2]刘新福 王爱民 周义 李绍华 赵永波.可视化地电位带电作业电动剥线器的研制[J].电力系统装备，2022(1):190-192.
- [3]徐达，黄栋斐，吴光明，等.浅谈一种线缆自动剥线机的设计[J].中国设备工程，2024(22):133-135.

作者简介：刘伟，出生年月：1981 年 8 月，男，汉族，籍贯：浙江省嘉兴市，学历：专科，研究方向：电气系统及其自动化。