配网抢修场景下电缆肘型头快速拆除工具研发与应用

王　雄　彭铁栓
内蒙古电力（集团）有限责任公司薛家湾供电分公司　内蒙古　鄂尔多斯　010300

摘　要：配网抢修开展电缆肘型头拆除作业，会受到现场环境、部件构造、抢修时限多重条件约束，撬棍、扳手一类通用工具易产生施力失控、部件划伤、人力消耗偏大等问题，本文结合各类抢修工况梳理工具研发设计思路，阐述工具夹持就位、牵拉分离的整套作业形式，围绕不同现场环境说明工具使用方式与管控要求。依靠专用机械结构优化拆解操作，化解狭小空间作业阻碍，提升配网抢修过程电缆附件拆除环节作业质量。

关键词：配网抢修；电缆肘型头；拆除工具；机械结构；现场实操

引言：配网故障处置过程，电缆肘型头拆除属于高频作业内容。抢修点位分布范围广，柜内狭窄空间、夜间弱光、户外恶劣天气都会对现场操作形成干扰。肘型头长期运行后出现锈蚀粘连，通用工具很难完成平稳拆解。不当操作容易损伤绝缘结构，催生新设备缺陷，拉长故障复电周期。正视现场各类现实矛盾，开发适配抢修场景的专用拆除工具，改良部件分离操作模式，削减人力撬动带来的各类隐患。

1 配网抢修作业中电缆肘型头拆除的现实工况

1.1 抢修场景下电缆肘型头拆除作业的作业条件

配网抢修大多发生在故障突发之后，作业地点分布在街巷、小区、户外杆塔周边区域。现场作业空间参差不齐，部分作业点位被线缆、箱体构件挤占，留给操作人员的活动空间十分有限[1]。抢修现场周边时常存在带电设备，作业开展要做好隔离防护。外界天气变化会直接作用现场操作，雨雪、大风都会干扰人员开展作业。故障出现时间没有固定规律，夜间抢修属于较为常见的情况，现场光照条件会受到很大限制。作业开展需要依托有限场地完成部件拆解，现场很难搭建大规模辅助工装。部分作业点位地面凹凸不平，工具摆放缺少稳固支撑，进一步抬高现场操作难度。外部环境形成的客观条件，直接左右肘型头拆除作业的开展。

1.2 现有拆除作业执行过程存在的操作难点

常规拆除依靠撬棍、扳手这类通用工具完成拆解。肘型头和套管结合位置咬合紧密，外力撬动很难把控施力方向。施力角度出现偏差，容易磕碰周边电缆以及柜体内部其他部件。人力输出的作用力很难保持稳定，拆解过程耗费大量体力。狭小空间内，工具转动、发力都会受到阻挡。部件发生锈蚀、粘连之后，单纯依靠人力很难实现分离。操作人员手部发力点位受限，反复撬动会提升作业风险。长时间高强度作业，操作人员手部容易出现打滑，进一步放大现场操作隐患。原有操作模式下，拆解动作很难做到简单高效。

1.3 肘型头自身结构带来的作业约束

肘型头依靠内部嵌套结构和套管实现装配，接触面经过长期运行会出现锈蚀、积垢。内部橡胶部件长期受压，会发生形变膨胀，增大部件之间抱紧力度。整体外形呈弯折状态，可夹持的有效部位较少。外部橡胶绝缘层硬度偏低，直接夹持容易造成表层破损。内部连接部位隐藏在壳体以内，无法直接观察内部咬合状态。不同批次出厂的肘型头外形存在细微差别，进一步抬高夹持定位的操作门槛。结构本身的构造特点，会加大现场分离拆解的操作难度。

1.4 抢修作业时限约束对拆除操作提出的要求

配网抢修以恢复供电作为核心目标，故障处置需要压缩整体作业时长。肘型头拆除属于故障处置当中的关键步骤，拆解耗时会占用整体抢修的时间窗口。故障影响范围涉及用户侧，作业推进不能出现无意义的耗时拖延。拆除环节不能出现部件损伤，一旦造成新的损坏，会衍生额外处置工作。拆解操作还要兼顾人员人身安全，不能为追求速度简化必要操作。故障处置链条环环相扣，拆解卡顿会向后传导，拖累后续换件与复电流程。拆除环节的操作效率与操作质量，直接影响整套抢修任务的推进节奏。

2 电缆肘型头快速拆除工具的研发设计思路

2.1 工具研发需要匹配的现场作业约束条件

工具开发要立足于配网抢修的实际现场。作业空间狭小，工具整体外形不能过于庞大笨重，方便人员携带进入柜体内部开展操作。户外抢修环境多变，工具零部件要可以抵御潮湿、灰尘带来的侵蚀。操作人员佩戴绝缘手套开展作业，部件表面不能设置过于精细的操控结构。工具输出的作用力需要可控，防止力量过载破坏肘

型头绝缘外壳[2]。工具整体重量控制在合理区间，长时间手持操作不会加重人员负担。工具零部件尽量简化，减少现场拆装调试消耗的时间。柜体内部粉尘堆积，活动构件需要预留间隙，避免杂物卡滞造成动作卡顿。

2.2 工具主体结构的构型设计方向

主体结构承担夹持、传力的基础功能，整体构型参照肘型头弯折外形开展构思。主体框架选用强度足够的材质，承受拆解过程产生的拉力。框架内部预留足够避让空间，作业过程避开周边电缆、柜体构件。整体采用分体式的框架构想，方便从侧面套入肘型头外部。框架外形做收敛处理，适配环网柜内部狭窄的作业腔体。主体构件减少凸起棱角，规避作业时剐蹭电缆绝缘层。框架尺寸留有调整余量，能够适配常用规格肘型头的外形轮廓。框架本体保留拆装自由度，遇到障碍物时可以调整局部构件位置完成就位。

2.3 工具夹持与施力机构的设计逻辑

夹持机构用来固定肘型头外壳，夹持点位选在强度较高的外壳区域。夹持部位设置防护垫层，避免刚性挤压划伤橡胶绝缘表层。夹持结构可以调整开合幅度，适配不同外径的肘型头外壳。施力机构输出分离需要的拉力，把旋转动作转化为直线牵拉动作。传动环节保持运行顺滑，降低人力输入需要付出的力量。施力过程拉力输出平稳，不会出现瞬间冲击。夹持机构和施力机构相互联动，夹持牢靠之后才可以输出拆解拉力。传动配合部位预留少量活动余量，抵消部件形变带来的位置偏移，保障力的正常传递。

2.4 工具适配现场操作的细节设计考量

工具表面做防滑处理，佩戴绝缘手套也可以完成转动、锁紧等操作。关键操作部件设置清晰的限位位置，操作人员凭手感就可以判断到位状态。零部件尽量采用一体化加工，减少零散小配件，规避现场出现零件掉落。工具表面做防锈处理，适应户外潮湿环境。整体结构便于收纳，抢修转运阶段可以放入工具箱包。摒弃复杂调试步骤，拿到工具后简单摆放就可以投入作业。构件边缘做圆滑处理，手套穿戴状态下，降低勾挂扯破绝缘防护用品的概率。

3 电缆肘型头快速拆除工具的作业实现形式

3.1 工具就位与夹持定位的操作方式

开展拆除作业前，先清理肘型头周边杂物，留出工具安放的活动范围。分体式框架从侧面朝向肘型头推进，使框架主体包裹住肘型头外壳。调整框架摆放角度，避开柜体内电缆与其他元器件，保证工具不被周边构件阻挡。推动夹持部件向外壳靠拢，找准外壳强度较高的夹持区域。缓缓收紧夹持结构，让垫层紧贴肘型头外表面，把控夹紧力度，避免挤压损伤橡胶绝缘层[3]。确认夹持部位没有发生偏移，框架整体摆放稳固。作业前简单晃动框架，核验夹持咬合状态，排除虚夹带来的打滑隐患。

3.2 肘型头分离施力的作业实现途径

定位夹持工作结束以后，启动施力部件开展分离操作。转动传动部件，旋转运动经过机构转换生成直线方向的牵拉作用力。拉力顺着框架传导至已经夹紧的肘型头外壳，持续向脱开方向施加外力。部件粘连较为严重时，保持稳定的施力状态，依靠持续拉力逐步克服结合面的咬合阻力。作业过程留意部件状态，观察肘型头与套管之间缝隙产生的变化。缝隙逐步扩大之后，继续维持平稳拉力，直至两者完全脱开。脱开瞬间放缓操作节奏，控制肘型头移动轨迹，防止磕碰周边带电部件。

3.3 工具在不同作业空间内的操作模式

环网柜内部腔体狭窄，作业时优先选用工具主体部分，减少外置附属构件占用空间。柜体内部空间受限，操作人员手部活动范围有限，依靠工具传动结构放大作用力，不用大幅度摆动手臂开展作业。户外开放式作业点位，周边遮挡较少，可以完整展开整套工具构件，按照标准流程完成夹持与牵拉。部分点位存在柜体隔板阻挡，调整框架摆放角度，选择可行的侧向安放路径。地面条件较差的户外点位，依托柜体箱体分担部分工具重量，减轻手部承载负荷。

3.4 工具操作过程的安全防护设计体现

工具本体结构上设置防护要点，降低现场作业带来的各类风险。夹持位置搭配缓冲垫层，隔绝硬质构件直接接触绝缘壳体，防止绝缘层出现破损。施力环节设置力量上限，避免拉力超出部件承受范围，造成部件崩裂。框架棱角全部做钝化处理，作业过程降低剐蹭周边线缆的概率。整体结构不出现容易脱落的细小零件，防止零件掉落落入柜体内形成隐患。构件表面不设置尖锐缺口，避免作业中割破操作人员的绝缘防护手套。

4 电缆肘型头快速拆除工具的现场应用场景及要点

4.1 柜内狭小腔体环境下的工具应用

环网柜、分支柜内部腔体紧凑拥挤，是工具投入频次最高的作业场景。柜内排布多层电缆、接线端子以及各类附属元器件，可用操作空间被大量设备压缩。开展拆解作业时只保留工具主体框架，卸下全部外接附属配件，最大限度压缩工具整体占据空间。作业人员手臂伸入柜体内部，依靠传动机构放大输出拉力，省去大幅度摆臂撬动的动作，减少触碰周边线缆的概率。遇到柜内

多组肘型头并列排布的工况，完成单组部件夹持拆解之后再挪动框架，防止框架剐蹭相邻接头。柜内照明条件普遍偏弱，要借助柜体自带照明设备，反复核对夹持位置贴合程度，杜绝虚夹打滑问题[4]。部件完成分离后按照装配相反顺序撤出整套构件，撤出过程留意周边障碍物，不对柜内其余电缆接头造成触碰扰动。

4.2 部件锈蚀粘连工况下的工具应用

肘型头长期运行，接触面堆积锈蚀产物与硬质积垢，橡胶部件受热膨胀之后进一步加大抱紧程度，拆解阻力会出现明显上升。工具就位并且夹持锁紧之后，保持匀速平缓转动传动部件，拒绝短促、爆发式的转动操作。传动机构持续输出稳定拉力，依靠持续外力慢慢消解锈蚀层带来的咬合束缚。单次施力没有生成明显缝隙，维持现有夹持状态持续施加拉力，等待粘连接触面逐步松脱。作业阶段不改动已经定位完毕的夹持点位，避免外壳受力点位偏移，引发橡胶绝缘外壳局部开裂。缝隙逐步显现之后依旧保持原有施力节奏，不加快转动速度，直至两件部件实现完全分离。分离完成后检查肘型头外壳完整状态，确认绝缘层没有出现挤压、撕裂类损伤。

4.3 户外露天抢修点位的工具应用

小区室外环网柜、街巷路边分支箱都属于露天抢修点位，现场会直面扬尘、雨水、夜间光照不足等外界条件。作业启动前简单清理工具传动啮合部位，扫落表面附着泥沙，避免硬质颗粒进入构件间隙，造成传动卡滞。遭遇雨雪天气，采用简易遮挡方式防护金属传动构件，减少水汽渗入配合缝隙，降低构件锈蚀概率。夜间抢修作业，调整外部辅助光源照射角度，把视线聚焦在夹持接触区域，确认框架安放到位再执行锁紧操作。地面坑洼不平的点位，把工具部分重量交由柜体外壳承接，降低手臂长时间负重带来的疲劳感。整套拆解工作结束，擦拭干净工具表面沾染的泥水、灰尘，检查活动构件运转状态，再收纳进工具箱包内部。

4.4 工具现场应用过程中的管控要点

工具投入各类抢修现场，整套操作动作需要适配现场设备实际状态。正式执行夹持之前，清理肘型头外壳表面浮尘、固化污垢，保障防护垫层和外壳充分贴合。夹持力度控制到外壳无肉眼可见形变即可，过度锁紧会对橡胶外壳形成不可逆挤压伤害。作业全程观察工具整体状态，构件出现异常形变、异响，立刻停止施力动作，松开夹持结构，重新核查框架就位以及夹持贴合情况[5]。单次拆解任务结束，查看防护垫层磨损程度，垫层出现硬化、开裂就要及时处置，不继续投入后续作业。全部抢修工作收尾，清理构件缝隙滞留的污垢，检查框架、传动部位完好程度，完成妥善存放，维持工具后续作业性能。

结束语

电缆肘型头快速拆除工具需要适配配网抢修复杂多变的现场条件。工况梳理、结构设计、功能实现都要贴合柜内与户外点位实际操作。不同作业场景下选用对应的操作方式，落实现场各项管控要求，依托一线作业反馈持续优化构件细节。将专用工具融入现有抢修处置流程，减少传统拆解模式带来的操作隐患，压缩附件拆解占用时长，维持配网故障处置工作有序开展。

参考文献

[1]朱杰,左宇翔,李富强,等.10kV肘型电缆终端电动拆卸装置的研制[J].消费电子,2026(11):128-130.

[2]段常坤,刘亚东,严英杰,等.配网环网柜肘型头早期故障动态特性[J].高电压技术,2025,51(2):742-752.

[3]赵腾飞,聂永杰,孙宬.10kV环网柜电缆肘型头故障分析[J].山西电力,2022(3):26-29.

[4]马海涛,牛海清,黄世杰,等.基于温度计算的肘型电缆接头压接状态评估方法[J].工业仪表与自动化装置,2024(4):75-80.

[5]罗津.肘型电缆终端头快速拆卸辅助装置的研制[J].电力系统装备,2026(2):173-175.