

10kV 带电作业常用工器具应用与维护管理分析

郑云进

福州亿力电力工程有限公司长乐区分公司, 福建 福州 350200

DOI:10.61369/EPTSM.2026050020

摘 要 : 10kV 带电作业是配网检修的关键技术, 其安全性高度依赖工器具的可靠应用与规范管理。本文系统阐述了带电作业常用工器具的类型、材料特性及适用条件, 详细分析了使用前、中、后的操作规范, 深入探讨了日常保养、定期试验及缺陷处理等维护管理措施。同时, 明确了库房存储、温湿度控制及运输防护的具体要求, 并基于全寿命周期理念, 提出了台账建立、使用周期控制及报废更新标准。通过全流程规范化管理, 可有效延长工器具寿命, 降低作业风险, 为 10kV 带电作业安全提供坚实保障。

关 键 词 : 10kV 带电作业; 工器具管理; 应用规范; 维护保养; 全寿命周期

Analysis of the Application, Maintenance, and Management of Common Tools Used in 10kV Live Working

Zheng Yunjin

Fuzhou Yili Electric Power Engineering Co., Ltd. Changle District Branch, Fuzhou, Fujian 350200

Abstract : 10kV live working is a key technology in distribution network maintenance. Its safety highly depends on the reliable use and proper management of tools and equipment. This paper systematically describes the types, material properties, and applicable conditions of commonly used tools for live working. It also details the operating procedures before, during, and after use, and discusses maintenance measures such as regular inspections, periodic testing, and defect handling. Additionally, specific requirements for storage, temperature and humidity control, and transportation protection are outlined. Based on the concept of the whole life cycle, standards for record-keeping, usage period management, and disposal are proposed. Through standardized management throughout the entire process, the lifespan of tools and equipment can be extended, operational risks reduced, thereby providing a solid foundation for the safety of 10kV live working.

Keywords : 10kV live working; tool management; application specifications; maintenance; life cycle

引言

10kV 配电网处于电力系统的末端, 直接面对用户, 它的供电可靠性十分关键。带电作业可在不断电的情况下执行检修、接火等任务, 是改善供电可靠性的主要手段。但是, 带电作业工器具会直接接触到高压带电体, 其性能状况直接影响到作业人员的安全以及设备的稳定运行。在实际操作过程中, 由于工器具管理不善而产生的隐患屡屡出现, 比如绝缘工具受潮、机械损伤未能及时察觉等情况。所以, 系统地整理 10kV 带电作业中常用工器具的应用重点及其保护管理策略, 构建起包含全寿命周期的标准化体系, 对保障作业安全、提升维护效率有着非常重要的工程应用价值。

一、带电作业工器具概述

(一) 常用工器具类型

10kV 带电作业包含多种工器具, 按照功能划分, 可归为四类, 即绝缘遮蔽用具、操作杆具、个人防护装备以及辅助检测仪器。其中, 绝缘遮蔽用具包含绝缘毯、绝缘管、绝缘挡板等, 它们用来包裹带电体或者接地体。操作杆具主要是各类绝缘操作杆, 如拉闸杆、验电杆之类。个人防护装备覆盖绝缘手套、绝

缘靴、绝缘服以及安全帽等等, 这些属于作业人员的最后一道屏障。辅助检测仪器则包含高压验电器、绝缘电阻检测仪等, 其作用在于核实作业环境是否安全。这些工具相互协作, 共同建立起完整的作业安全链条。

(二) 工器具材料与结构特点

绝缘材料对于带电作业工器具而言非常关键, 常常利用环氧树脂玻璃纤维加强复合材料来制作绝缘杆件。这种材料具备较高的机械强度、良好的电气绝缘性能, 而且比较轻便。绝缘手套、

作者简介: 郑云进 (1995.12-), 男, 汉族, 福建省莆田市仙游县人, 本科, 助理工程师, 研究方向: 10kv 带电作业, 0.4kv 带电作业。

绝缘毯之类的柔性防护用品大多选用天然橡胶或者合成橡胶，并且会加入抗臭氧、抗紫外线的成分来推迟老化现象发生。从结构设计来讲，绝缘操作杆采取分段拼接的形式，接口部位设置有锁紧装置，从而确保连接稳固牢靠。绝缘遮蔽用具的表面一般会有防滑纹路，边缘经由圆弧过渡来减小电场畸变情况。有些新型工具内置了金属网屏蔽层，一旦出现意外击穿，就能引导泄漏电流，进而优化安全裕度。

（三）性能与适用条件

各类工具都存在确切的电气与机械性能指标。绝缘操作杆的额定电压等级对应10kV系统，其工频耐压试验标准往往是45kV/1min，泄漏电流不可超越规定值。绝缘手套存在不同机械等级，要符合耐电压12kV的要求。就适用条件而言，所有工具须要在干燥、清洁的环境中使用，环境相对湿度一般不要高于80%，温度范围常常限制在-25℃到+55℃之间。如果超出这个范围，就会致使材料性能大幅下降。而且，在雨雪、浓雾天气时应避开开展带电作业，除非工具具有相应的防水防潮等级。

二、工器具应用规范

（一）使用前检查要点

使用前的检查是保障工器具安全投入作业的关键步骤。操作人员首先要核对工器具的电压等级以及试验标签，确认其是否在有效期内。接着执行外观检查，查看绝缘杆表面是否有裂纹、分层或者划伤的情况。绝缘手套要通过充气来检查是否存在微小针孔。对于金属部件，则着重检查是否存在锈蚀、松动或者变形现象，也要验证活动部件是否灵活，如操作杆的接头锁紧功能应当正常，绝缘遮蔽用具的搭扣也要完好无损。而且还要用干净的干布擦拭工器具表面，清除可能存在的污渍或者潮气。只要有一处异常，就表明这个工具不能被使用。

（二）作业中操作要求

作业过程中规范操作会直接左右工器具的绝缘性能。操作人员需佩戴符合等级要求的绝缘手套与绝缘靴，并在作业点下方铺设绝缘垫。使用绝缘操作杆时，手不可越过握柄处的护环，要维持有效的绝缘距离。杆具应与带电体形成指定的角度，规避沿面放电现象。绝缘遮蔽用具由近到远，先带电体后接地体执行覆盖，搭接宽度不低于规定值，以防止产生间隙放电通道。更换作业位置的时候，不能扔掷或者拖拽工器具，以免造成机械损伤。还要随时留意听、闻、看，察觉到异常放电声音或者异味就马上停止作业并离开。

（三）使用后现场处置

作业完毕之后，现场处置工作非常关键。操作人员要把用过的工器具按照类别分开存放，不能把绝缘工具和金属工具混放而造成划伤。对于那些沾有油污、灰尘的绝缘杆以及防护用具，应该先用无绒布蘸专用清洁剂轻轻擦拭，绝对不能用强溶剂。绝缘手套的内外表面都要清洁干净，并让它自然晾干，不能用烘干的方式。所有的工器具都应该整齐地放在专门的软质工具袋或者支架上，不可以直接放在地上。现场负责人要清点一下工具的数量，

防止有些东西遗留在带电的地方。做完初步清洁之后，工器具就要及时送回仓库，接受更为专业的保养处理。

三、工器具维护管理

（一）日常清洁与保养

日常清洁保养对于延长工器具的使用寿命来说是非常关键的基本环节。每次使用完毕以后，要用不会掉毛的柔软布料沾取中性洗涤剂或者专门的绝缘清洁剂，缓缓地擦拭像绝缘杆、绝缘毯这样的工具表面，清除上面沾有的灰尘、盐分或者油渍。擦拭的时候最好是朝着一个方向慢慢移动，不要来回反复摩擦，容易产生细小的划痕。对于橡胶类的用品，在清洗干净之后要抹上专用的滑石粉，可以避免单位黏连在一起，而且还能吸走多余的水分。要仔细查看金属接头处是否涂抹了薄层绝缘润滑脂，既防止生锈又确保装配顺畅。在保养期间还要留意工器具的存放状况，一旦察觉到存在变形、永久性压痕之类的反常情况就立即实施隔离措施。所有的保养工作都务必在干燥又无尘的环境中执行。

（二）定期试验与检测

定期试验对于验证工器具绝缘性能是否合格十分关键。按照电力行业标准，绝缘操作杆、验电器等硬质绝缘工具需每12个月执行一次工频耐压试验。绝缘手套则要每6个月做一次电气试验，并且还要开展机械性能抽检。绝缘毯、绝缘管等遮蔽用具的试验时间6个月，试验内容除了耐压之外，也要包含外观检查和尺寸测量。试验完毕之后，应该在工具本体上贴上不易褪色的试验标签，上面写明试验日期、有效期限以及试验人员编号。针对大量储存的工器具，应当形成试验到期提醒机制，提前一个月告知送去检测，防避免出现超期使用的状况。

（三）缺陷识别与处理

准确识别出缺陷之后，可以有效地防止不合格的工器具进入作业现场。绝缘杆类工具存在一些常见的瑕疵，如表面有碳化痕迹、纤维发生分层或者变白、握持部分变得松动等，只要察觉到这些情况，就应该马上予以报废处理。当绝缘手套出现老化发黏、产生裂纹、存在穿孔现象或者拉伸后的永久变形超出规定范围的时候，也要判定为报废。对于只是表面有些许划痕或者弄脏的情况，可以先通过清洁的方式加以修复，然后再做一次试验，如果合格了就可以再次投入使用。每一件工器具所存在的各种瑕疵都要被记录在其个人档案里面，这样做利于随时掌握它的质量变化状况。负责这项工作的专职管理人员会作出相应的处理决定，而且还要采用破坏性的手段来处理那些已经报废的工具，比如说把绝缘杆截断或者扎破手套，从而避免有人错拿过来使用。

四、工器具存储与运输

（一）库房存储要求

工器具库房需专间专用，并要维持环境清洁，不得存放其他杂物物品或者化学药品。绝缘工具要分类悬挂或者放在专门的绝缘工具架上，防止相互挤压变形。绝缘手套应成对装进布袋，平

放在抽屉式货架里，不可折叠或者堆压。操作杆要垂直悬挂，下端距离地面至少200毫米，以防止吸潮。库房门口应当设置防鼠挡板，窗户要装上纱网。金属工具和绝缘工具要分区域存放，以防意外碰触而产生刮痕。每个存放点要有清楚的标记，标明工具的名称、规格以及编号，能方便快捷地拿取和归还。

（二）温湿度控制措施

库房管理把温湿度控制当作核心技术要求。库房内要设置带有自动记录功能的温湿度计，温度最好维持在10℃到30℃这个范围，相对湿度不能大于60%。要想做到这一点，库房得要有除湿机或者空调设备，在潮湿季节要持续运行。干燥剂应当按时更换或者执行再生处理。存放大绝缘手套的封闭柜子里可以再放些硅胶干燥剂。当温湿度超出标准的时候，不能做工器具的出入库工作。此外，库房要避免阳光直射，窗帘要用遮光材料制成，紫外线会促使橡胶和环氧树脂材料老化。供电中断时要有备用的除湿计划。

（三）运输防护规范

工器具在运输过程中的防护不可漠视。运输车辆需具备防雨、防震功能，车厢底板要铺上绝缘橡胶垫。绝缘操作杆应存放在专用的硬质圆筒或者分段包装盒里，筒内要用柔软的缓冲材料衬垫。绝缘手套、绝缘靴则应放在工具袋里单独存放，不能和金属锐器一同运输。在装卸的时候要轻拿轻放，绝对不能抛掷。长途运输时，不要让工器具长时间处于高温车厢之中，如果必要，可以采取保温措施。到了作业现场之后，首先要将工器具放在通风的地方静置15分钟，等到它们的温度和环境达到均衡之后再打开箱子使用，规避因温差太大而造成表面结露的情况发生。

五、工器具全寿命管理

（一）台账与档案建立

全寿命管理要求给每件工器具创建专属的身份标识并形成完整的电子档案。台账内容需涵盖工具名称、规格型号、出厂编号、生产厂家、购进日期、原始试验报告等基本要素。在此基础上，档案要动态记载每次使用、保养、试验、维修以及缺陷处理的详细情况。可以将条形码或者RFID标签贴在工具本体上，再用手持终端快速扫码记录。档案系统要设置权限分级，只有管理人员才能修改核心数据。所有的记录都要定期备份，保存期限不得

少于工器具报废之后的三年。完善的台账为统计分析给予数据支撑，有助于识别质量问题的规律。

（二）使用周期控制

使用期限控制意在科学划定工器具的服役时间，防止出现超龄疲劳使用的状况。各类工器具的设计使用寿命存在差异，环氧树脂绝缘杆通常不会超过8年，橡胶绝缘手套的期限在12到18个月之间，绝缘毯大约为5年。实际操作时要综合考量使用频率、环境因素以及以往的检测成果来动态调整这个期限。负责人员应当定时统计每种工具的使用数量及其累计带电作业时延，针对频繁使用的工具就要缩减更换的时间间隔。一旦同一种工具接连两次检测时关键指标呈大幅下滑态势，即便尚未到期，也要提前执行降级应用或者直接淘汰处理。有关使用期限控制方面的数据需每年重新审查一遍，从而创建起寿命预测模型。

（三）报废与更新标准

明确的报废标准属于做到工器具健康流转的终点环节。有如下情形之一便应当予以强制报废：绝缘试验时出现击穿或者泄漏电流超标；外观存在不可修复的贯穿性裂纹、穿孔或者严重变形；已超出最大的储存时限或者使用年限标准；材料产生明显老化现象，如橡胶变脆、发粘或者树脂粉化；曾经遭受过严重的过电压或者过电流冲击。报废审批需由技术负责人予以确认，并在台账上记录报废缘由与日期。报废的工具应马上破坏其关键部分，譬如剪断绝缘杆或者划破手套，之后按照环保要求实施分类处理。年度更新方案要遵照报废数量和库存短缺量来制订，以保证工器具的配备符合作业需求。

六、结语

10kV带电作业工器具的规范管理是保障作业安全与效率的核心环节。从工器具的选型、使用、维护到存储运输，直至最终报废，每一个阶段都有明确的技术要求和操作准则。建立覆盖全寿命周期的管理体系，不仅能够显著延长工器具的有效服役时间、降低更换成本，更能从源头上减少因工器具失效引发的安全事故。实际工作中，应强化人员培训，落实检查责任，并借助信息化手段实现台账动态管理。只有将标准规范内化为日常行为习惯，才能真正发挥工器具的防护效能，为10kV配网带电作业的广泛开展筑牢安全基石。

参考文献

- [1] 陈俊, 纪海平. 基于PLC的10kV带电作业熔断器智能防跌落装置设计[J]. 电气技术与经济, 2025, (06): 238-240.
- [2] 李佳辉, 吴佳龙. 基于DDPG算法的220kV带电作业末端装置自动化控制系统[J]. 电子设计工程, 2025, 33(12): 52-55+61.
- [3] 方继红. 10kV配电线路带电作业的风险及其防控策略研讨[J]. 光源与照明, 2022, (01): 228-230.
- [4] 曾小平. 输电线路带电作业实训系统的开发与应用[D]. 福州大学, 2017.
- [5] 田桂珍. 输电线路带电紧固耐张线夹组合工具的应用研究[J]. 云南电力, 2016, (02): 41-42.
- [6] 代兵, 薛警卫, 刘永亮. 带电作业半开放斗内热流场耦合仿真与结构优化[J]. 中国机械, 2025, (36): 84-87.
- [7] 陈有斌. 带电作业中的消弧开关替代旁路开关应用分析[J]. 电子技术, 2025, 54(12): 242-243.
- [8] 王俊豪, 孙智滨, 赵品贤, 等. 一种新型不停电作业绝缘辅助装置[J]. 电力与能源, 2023, 44(05): 467-472.
- [9] 陈冬冬, 谢斌. 基于滑模变结构的中药提取浓缩装置自动控制系统设计[J]. 九江学院学报(自然科学版), 2026, 41(01): 32-37. DOI: 10.19717/j.cnki.jjcn.2026.01.005.
- [10] 秦磊, 何晓龙. 35kV带电作业绝缘防护组间隔隙的放电特性研究[J]. 电子设计工程, 2026, 34(03): 156-160+167. DOI: 10.14022/j.issn1674-6236.2026.03.033.