

# 配网带电作业新型绝缘遮蔽工具优化设计与应用

徐 峰

浙江大有实业有限公司临平分公司 浙江杭州 311199

**摘 要：**本文依据典型配网带电作业的需求，对现有遮蔽工具存在的不足展开分析，提出模块化、智能化的新型绝缘遮蔽工具优化设计方案，并结合实际作业案例进行应用探讨。同时，深度融入“传、帮、带”人才培养机制与科技创新实践，研究显示，经过优化设计的工具在适应性、安全性以及管理效率方面有着较好表现，“传、帮、带”与科技创新举措有力推动了带电作业标准化以及工具系统化的发展，显著提升了配网带电作业的本质安全水平与经济效益。

**关键词：**配电网；带电作业；绝缘遮蔽工具；优化设计；模块化应用；传帮带；科技创新

## 引言

随着城市化进程不断加快以及居民用电需求持续增长，配电网带电作业技术越来越普及，这成为保障电网不停电检修、减少经济损失的关键手段。在带电作业期间，遮蔽工具作为人员和带电体之间关键的绝缘屏障，承担着防护与隔离这两项功能，其设计水平对作业的安全性以及操作便捷性有着直接影响。然而当前广泛运用的传统绝缘遮蔽工具存在诸多问题，比如结构较为单一，适配性欠佳，遮蔽效果也比较有限，难以契合复杂现场环境以及多样化设备的作业需求，急需优化创新。同时，为更好地推动新型绝缘遮蔽工具的发展与应用，“传、帮、带”人才培养机制和科技创新不可或缺。

## 一、配网带电作业遮蔽工具的应用现状

随着国家电网不停电作业比例持续升高，带电作业已然成为配电运维的关键方式之一。为切实防止人体与带电体直接接触，绝缘遮蔽工具在10kV及以下的配网带电作业里被广泛运用，常见的形式有绝缘挡板、遮蔽布以及柔性遮罩等，这些工具一般是用高绝缘性能的橡胶、聚合物或者复合材料制成，还会配合操作杆、支架等构件一同使用，在作业时构建起可靠的电气隔离屏障，以此保障作业人员的人身安全<sup>[1]</sup>。

就使用效果而言，传统遮蔽工具在标准化作业流程里能起到一定的安全保障功效，然而在实际复杂的作业场景当中，却显现出诸多方面的局限。一方面，它的尺寸以及形状是固定的，很难适应异型设备、狭窄空间这类复杂环境，遮蔽的死角比较多。另一方面，工具组件相互之间缺少良好的模块化连接机制，在现场进行组装

时非常繁琐，调整起来也有险阻，这就增加了作业时间以及安全风险。

近些年来，部分地区已经着手尝试引入新材料、新结构的遮蔽产品，并且探索现场适配性设计以及作业便捷性的协同提升，为工具改进积累了实践方面的经验以及技术数据，也为新型遮蔽工具的系统设计以及应用提供了现实层面的基础<sup>[2]</sup>。

## 二、现有遮蔽工具在带电作业中的主要问题分析

当前配网带电作业虽已基本能常态化使用绝缘遮蔽工具，然而在实际作业推进时，现有工具于结构设计、功能适配以及安全性能等方面存在着一些短板。传统工具多采用固定式结构，缺乏灵活调节与组合能力，难以应对变化多端的作业设备和现场空间，比如在遇到导线交叉、设备结构复杂或者杆塔密集的区域，遮蔽工具无法做到无死角覆盖，易形成电气悬空区域，增加作业人员误触风险。这种结构单一且适配性不佳的状况，成为了制约工具安全防护效能提升的关键因素。

当下的遮蔽工具大多依靠人工搭建以及经验判断，缺少标准化、数字化的辅助配置方法，致使现场操作的效率比较低，由于模块之间的连接方式设计得不合理，部分工具在使用的时候会出现滑脱、松动的状况，这增加了操作强度以及重复搭建的风险。另外遮蔽布这类柔性材料在高空、多风或者潮湿的环境中稳定性欠佳，容易被风吹起来或者吸附污物，影响其绝缘性能以及遮蔽效果。

部分工具材料在经过长时间使用以后，出现了老化、变形以及抗电强度下降等状况。然而在当前管理机制当中，与之相关的检修、评估以及替换流程并不完备，存在着以“经验判断”作为主要依据的维护模式，要是

工具性能出现劣化却没有被及时察觉，就很有可能致使电气绝缘失效。另外当前遮蔽工具的种类较多，但行业内还没有形成统一的评价体系以及检测方法，这使得产品质量高低不一，给一线使用和监管给予了较大挑战。

### 三、新型绝缘遮蔽工具的优化设计与应用策略

当前配网带电作业遮蔽工具存在结构单一、适配性差以及材料老化等问题，工具设计需优先朝着模块化以及多功能集成方向优化，构建标准化连接接口以及可拆卸组合单元，能让遮蔽工具拥有依据不同作业场景灵活组装与调整的能力，以此提升工具对异型设备和特殊空间的适应性，借助轻质复合材料，像高强度绝缘玻纤复合板、热塑性聚合物等，在保证电气绝缘性能的减轻整体重量，提高操作便捷程度。在结构设计里引入人因工程理念，优化把手布局、重心平衡以及安装方式，减轻作业人员负担，降低高空操作风险<sup>[3]</sup>。

为提高现场作业效率以及提高工具遮蔽效果，考虑把智能化元素融入新型遮蔽工具系统。比如说，可以在工具的关键部位嵌入带电感应报警装置或者设置色彩提示标识，以此实现对带电体的实时提醒，将作业指导系统和数字建模相结合，可达成遮蔽方案的预设以及仿真部署，提高现场布置的准确性。另外借助射出成型技术和模块化定制平台，达成遮蔽单元的快速生产以及现场个性化适配，依靠“通用件+定制件”双轮驱动的方式，构建适应不同地区、不同线路特点的工具选型库以及快速更换机制。

在工具使用管理方面要强化全生命周期管理理念，建立一个动态数据库系统，这个系统要包含入库检验、周期检测、性能评估以及退役替换等方面内容，以此来实现对工具状态的可视化监控，对于各类新型遮蔽工具的推广应用，还应配套开展标准化培训、技术比武以及使用反馈机制，保证作业人员可充分掌握工具性能，形成“使用—反馈—改进”这样的良性循环<sup>[4]</sup>。

### 四、“传、帮、带”机制在配网带电作业中的实践

#### （一）“传、帮、带”的重要性

在配网带电作业领域，“传、帮、带”机制是保障作业经验传承、技术水平提升以及人才队伍建设的重要举措。配网带电作业具有较高的专业性和危险性，新员工若仅依靠理论学习，难以快速掌握复杂的实际操作技能和应对突发情况的能力。通过“传、帮、带”，经验丰富的老师傅能够将多年积累的作业技巧、故障处理经验以及安全注意事项等传授给新员工，帮助他们少走弯路，快速成长为合格的作业人员。同时，这种机制也促进了

团队成员之间的交流与合作，营造了良好的学习氛围，提升了整个团队的凝聚力和战斗力。

#### （二）“传、帮、带”的具体实施

在新型绝缘遮蔽工具的推广应用过程中，“传、帮、带”机制发挥了重要作用。

首先，制定了明确的师徒结对计划，由经验丰富、技术精湛的老员工担任师傅，与新员工结成对子。师傅不仅在日常工作中手把手教导新员工如何正确使用新型遮蔽工具，还会结合实际作业案例，详细讲解工具的特点、适用场景以及操作要点。例如，在复杂的导线交叉作业场景中，师傅会向徒弟展示如何根据现场情况选择合适的模块化遮蔽单元进行组合，以实现无死角遮蔽。在遇到高空强风环境时，师傅会传授徒弟如何利用新型遮蔽工具的防风设计，如增设固定卡扣、加重底座等方式，确保遮蔽工具的稳定性。

其次，定期组织经验分享会和技术研讨会。在分享会上，师傅们会将自己在新型遮蔽工具过程中遇到的问题、解决方法以及心得体会与大家分享，新员工可以提出自己的疑问和见解，共同探讨解决方案。通过这种交流方式，新员工能够快速积累经验，同时也促进了师傅对自身技术的总结和提升。在技术研讨会上，团队成员会针对新型遮蔽工具在设计和应用中存在的不足进行讨论，提出改进建议，为工具的优化升级提供思路。例如，某次技术研讨会上，团队成员针对智能化遮蔽工具的报警延迟问题展开深入讨论，最终提出通过优化传感器算法和升级通信模块来缩短报警响应时间。

此外，建立了“传、帮、带”考核机制。通过定期对徒弟的技能水平进行考核，检验“传、帮、带”的效果，并将考核结果与师傅和徒弟的绩效挂钩。对于表现优秀的师徒组合，给予一定的奖励，激励大家积极参与“传、帮、带”活动，提高人才培养的质量和效率。同时，还设立了“传、帮、带”成果展示平台，鼓励师徒将在新型遮蔽工具应用过程中形成的创新成果、优秀案例进行展示和推广，进一步激发团队的创新活力。

### 五、科技创新推动配网带电作业发展

#### （一）科技创新的方向

科技创新是推动配网带电作业发展的核心动力。在新型绝缘遮蔽工具的研发过程中，科技创新主要围绕材料创新、结构创新和智能化创新三个方向展开。在材料创新方面，不断探索新型绝缘材料的应用，如具有更高绝缘性能、更强耐老化能力和更轻量化的纳米复合材料，以提高遮蔽工具的性能和使用寿命。在结构创新方面，

运用先进的设计理念和制造工艺，开发更加合理、便捷的模块化结构，提高工具的适配性和操作效率。在智能化创新方面，结合物联网、大数据、人工智能等技术，实现遮蔽工具的智能化监测、预警和管理，提升作业的安全性和可靠性。

## （二）科技创新的实践案例

以某地区电力公司为例，该公司在新型绝缘遮蔽工具的研发中积极开展科技创新实践。在材料创新上，与科研机构合作，研发出一种新型纳米复合绝缘材料，该材料的绝缘性能比传统材料提高了30%，同时重量减轻了20%，有效提升了遮蔽工具的便携性和安全性。在结构创新方面，采用3D打印技术制造出具有独特结构的模块化遮蔽单元，这些单元可以根据不同的作业需求快速组装和拆卸，大大提高了作业效率。在智能化创新方面，为遮蔽工具安装了智能传感器，能够实时监测工具的绝缘状态、受力情况等参数，并通过无线通信技术将数据传输到监控中心。当检测到异常情况时，系统会及时发出预警，提醒作业人员采取相应措施，有效预防了安全事故的发生。

此外，该公司还积极探索科技创新与行业标准的融合。在新型遮蔽工具研发过程中，参考国际先进标准和行业规范，制定了企业内部的新型绝缘遮蔽工具技术标准和检测规范。同时，参与行业标准的修订工作，将公司在新型遮蔽工具研发和应用过程中的创新成果和实践经验融入到行业标准中，推动整个行业的技术进步和规范化发展。例如，将智能化遮蔽工具的监测数据标准、报警阈值设定等内容纳入行业标准，为其他企业的产品研发和应用提供参考。

该公司还建立了科技创新激励机制，鼓励员工积极参与新型绝缘遮蔽工具的研发和改进工作。对于提出创新性想法和解决方案的员工，给予物质奖励和精神表彰，并将其成果纳入绩效考核，激发了员工的创新积极性，推动了配网带电作业技术的不断发展。

## 六、新型绝缘遮蔽工具应用的经济效益分析

新型绝缘遮蔽工具的优化设计与应用，不仅提升了作业的安全性和效率，还带来了显著的经济效益。

一方面，由于新型遮蔽工具的适配性和操作便捷性大幅提高，作业时间得以缩短。据统计，在采用新型工具后，单次配网带电作业平均时长减少约30%，这意味着在相同时间内，作业团队能够完成更多的带电作业任务，直接增加了企业的业务量和收入。

另一方面，新型遮蔽工具的长使用寿命和低维护成本也降低了企业的运营成本。传统遮蔽工具因材料老化、结构损坏等问题，需要频繁更换和维修，而新型遮蔽工具采用的新材料和模块化设计，使其使用寿命延长了约50%，维修频率降低了40%。此外，智能化监测系统能够提前预警工具故障，避免因工具损坏导致的作业中断和设备损坏，进一步减少了潜在的经济损失。

从社会经济效益角度来看，新型绝缘遮蔽工具保障了电网的稳定运行，减少了停电时间，提高了供电可靠性，为居民生活和企业生产提供了稳定的电力支持，促进了社会经济的发展。据估算，每年因减少停电带来的社会经济效益可达数千万元。

## 结语

配网带电作业对于作业工具的专业性以及可靠性提出了更为严格的要求，新型绝缘遮蔽工具在设计时，除了要解决传统工具适配性欠佳、效率较低的问题之外，还应当顺应智能化以及标准化的发展趋向，构建起高性能且安全可靠的工具体系。同时，“传、帮、带”人才培养机制和科技创新在推动新型绝缘遮蔽工具的应用和发展中发挥着至关重要的作用。通过“传、帮、带”，实现了作业经验的传承和人才的快速成长；借助科技创新，不断提升了工具的性能和作业的智能化水平；而新型工具的应用更带来了显著的经济效益。在未来的工作当中，需要强化对遮蔽工具关键结构参数以及性能指标的系统研究，进一步完善“传、帮、带”机制和科技创新体系，加强经济效益评估与优化，以此推动技术标准建设以及产业协同创新，提升配网带电作业的本质安全水平以及现代化作业能力。

## 参考文献

- [1] 韩君孝. 配电网带电作业工器具的创新与应用[D]. 兰州交通大学, 2020.
- [2] 张捷华, 陈晓青, 李慧峰, 等. 10kV配电网地电位带电拆搭引线遮蔽用具及操作工具的应用[J]. 电工技术, 2020, (12): 115-116.
- [3] 张凯. 配网带电作业绝缘遮蔽工具的研究与应用[J]. 电气技术与经济, 2018, (04): 17-19.
- [4] 葛昭, 孙瑜择, 叶青. 配电网带电作业中优化设计的绝缘遮蔽用具应用分析[J]. 通讯世界, 2017, (19): 215-216.