「运维」

低压带电作业防触电护套研究

文/广东电网有限责任公司佛山供电局　刘　琳

研究出低压带电作业防触电护套，按照人体低压带电作业的习惯和主要危险点，针对突出部位加以设计防护护套，一定程度上对人体的保护及绝缘隔离作用，保证工作人员生命安全，同时避免了防电弧服使用不便和透气困难的难题。

《Q/CSG 51001—2015 中国南方电网有限责任公司电力安全工作规程（低压不停电作业）》16.5.2.2规定：作业人员应穿绝缘鞋和全棉长袖工作服，戴低压绝缘手套或帆布手套、安全帽和护目镜，站在干燥的绝缘物上进行。因此必须避免带电作业时人与设备带电部分直接接触，确实做好防范人身触电措施，这也是低压在电力系统生产作业时在不停电作业基础上保障作业人员人身安全的一项重要措施。

在近十几年来，防电弧服作业作为电力系统低压带电作业时防范作业人员出现人身触电等安全事故的普遍方法，存在操作不方便、作业过程中作业人员汗水较多等问题，不符合人机功效的弊端越来越明显，人身触电事故时有发生，安全生产局面严峻。因此，研制一种新型低压带电作业防护服迫在眉睫，低压带电作业防触电护套改变了传统带电作业防护服穿戴模式，针对重点部位加以防护，提高了穿戴效率和人机功效，并且有效降低了低压带电作业触电人身安全事故的发生概率，正是本项目研究的意义所在。

问题分析

带电作业是指在电力系统生产作业过程中，在保持不停电的情况下，对线路和设备进行检修。带电作业之所以能在电力系统中被广泛采用，是因为其最大特点是能保证作业不间断供电。因此带电作业需要采用正确的工作方法、使用合适的工具及必要的安全措施来确保作业人员的人身安全。

具体到低压带电作业，这是指采用不停电的方式在对地电压250 V及以下的低压设备或低压线路上进行工作。对那些工作本身不需要使用停电手段和没有偶然触及带电部分的危险作业，作业人员便可以使用绝缘辅助的安全用具直接接触带电体及在带电设备外壳上工作。

交流220 V电压远远高于安全电压最大值标准值即36 V，因此我们所说的低压并不能等于安全工作电压。更重要的是，人体电压阻抗一般仅为约2 kΩ，而接触220 V电压时预计通过人体的电流至少达到100 mA以上，远超出人体触及电源时能够自主摆脱的约10 mA电流的标准，因此触电220 V电源对人的危害非常严重，足以引起死亡。据相关资料统计，低压触电所导致的死亡人数占了总触电死亡人数的比例高达85%以上。在低压带电作业时一定要做好自己的绝缘，就是使自己和大地隔开，不要让电流从人体直接流入大地就可以了，因为人体允许流过的电流只有1 mA左右，如果让低压电直接从人体流入大地，那么人体肯定是受不了的。

在低压带电作业过程中，鉴于作业场地或空间较为狭小而导致带电体之间、带电体与地之间绝缘距离小，或是作业人员在作业时的错误操作，均可引起触电事故。因此在低压带电作业时必须有专人进行监护。在带电低压设备上工作时，规定作业人员应该穿全棉长袖工作服、绝缘鞋，以及戴绝缘手套、安全帽和护目眼镜。长袖

工作服可防止同时触及带电和接地体引起的短路和灼伤事故。

低压带电作业防护服是在电力系统进行不断电作业的时候，对人体起到保护及绝缘隔离作用的防护服。低压带电作业防护服的主要作用有两个：一是防止工作人员在作业过程中由于不小心触碰到带电线路导致触电事故发生；二是保护工作人员不受到电弧的伤害。

但是由于低压带电作业防护服操作不方便，且作业过程中工作人员的汗水较多，不符合人机功效，穿戴比例非常低。

表1　某供电局2003年至2017年低压带电作业触电部位统计表

触电部位	灼伤次数/次	主要原因
头部	3	未佩戴安全帽
手肘	29	（工作服）防护不足
肩膀	21	（工作服）防护不足
臀部	2	（工作服）防护不足
膝盖	17	（工作服）防护不足
脚踝	2	未穿绝缘鞋
合计	74	

由上表可知，在穿绝缘鞋、全棉长袖工作服、戴绝缘手套、安全帽的条件前提下，造成低压带电作业触电的主要部位有三个，分别是手肘（29次）、肩膀（21次）和膝盖（17次）。原因就是在操作过程中这三个部位是最容易触及带电部位从而与地形成回路造成触电的症结。2016年8月某供电局低压抢修更换低压柜出线开关时，作业人员左肘误碰带电母排造成严重的灼伤触电，经鉴定为5级伤残。

血的教训不能单纯归因于现场管理不规范、违章作业等管理因素，本文一改传统防护服的不足和弊端，创造性提出了“低压带电作业防护套”概念，采取“哪里高风险触电就防护哪里”的思路进行对症下药，从而降低低压带电作业的触电风险。

对策研究

本文借鉴采用10 kV配网带电作业绝缘工具中的绝缘毡，将其裁缝为披肩、护肘和护膝形式，以魔术贴进行固定，方便使用，针对特定环境低压带电作业任一选取相应的护具，实现了低压防触电的因地制宜，对症下药，如下图所示。

低压带电作业防触电护套包括披肩、护肘、护膝等以人体部位设计而成的防护用具。材质由橡胶或其他绝缘柔性材料制成的穿戴用具，保护作业人员接触带电导体和电器设备时免遭电击。

技术原理：

1）借鉴中压带电作业防护服及传统防电弧服的取材特质，直接用其选材进行防护套，耐压试验等电气性能符合本文研究需要。

2）由本文问题分析已有事故及按照人体低压带电作业的习惯和主要危险点，找出需要防护的重点部位手肘、肩膀和膝盖，先期第一批设计防护护套。

3）使用卡扣式结构（魔术贴）实现固定，破解特别部位的固定难题，符合人机功效，实用性强，利于后续推广。

4）因地制宜的局部防护，克服了作业人员传统防电弧服的使用不便和透气困难问题。

保存试验：

低压带电作业防触电护套按照带电作业所要求的工具保管以及试验执行设计。首先规定防触电护套应放置于通风良好、清洁干燥、备有红外线灯泡或恒温设施的专用房间内进行存放。其次在运输过程中，应放置在专用工具袋、工具箱和工具车内以防损伤或受潮。最后在使用前要进行认真仔细的检查，确保绝缘工具必须完好无损。

图　防护套示意图

低压带电作业防触电护套规定应定期进行电气试验，还需要每年一次进行预防性试验及检查性试验，其中两次试验间隔期为半年。低压带电作业防触电护套的电气试验项目及标准操作冲击试验宜采用250/2 500 μs的标准波，以无一次击穿、闪络为试验合格。另一方面，工频耐压试验以无击穿、无闪络及过热为合格。高压电极应将该护套垂直悬挂，并使用直径不小于30 mm的金属管进行试验。接地极的对地距离为1.0～1.2 m。接地极及接高压电极（无金属时）处以50 mm宽金属箔缠绕。在试验时，试品间距不小于500 mm，单导线两侧均压球直径不小于200 mm，均压球距试品不小于1.5 m。此外还要求应将每一套试品进行试验，不得拆分进行。

使用方法如下。

1）选择护套：使用前根据待执行带电作业设备或线路，选择作业需要的防触电护套；（如配电柜内更换设备，建议穿戴护肘和披肩，如线路工作，建议穿戴护膝、护肘和披肩）。

2）外观检查：在使用前，要进行认真仔细的检查，在试验有效期内必须完好无损，如有破损或绝缘降低，禁止使用。

3）正确穿戴：作业过程中规范穿绝缘鞋、全棉长袖工作服、戴绝缘手套、安全帽等，然后将防触电护套固定在相应部位，收紧魔术贴至合适位置护套全面保护重点部位，并不易脱落滑动为宜。

4）整理储存：使用完毕后，脱下防触电护套并将其整理好放至专用工具袋、工具箱和工具车内以防受潮和损伤。

结束语

低压带电作业防触电护套相较于传统防电弧服，轻便简单，防护效果极佳，不增加作业人员不适感，符合人机功效设计，实现了对症下药、因地制宜地防范低压触电风险，大大提高了工作效率，保证人员生命安全。低压带电作业防触电护套自2018年初在佛山供电局试点应用以来，据反馈数据得出提高工作效率约67%以上，应用效果良好。无论在可靠性、安全性、经济性、操作性等方面都不失为一种值得电力行业全面推广的新工具。

更成熟化的产品才能经受行业的考验，更适合于大规模转化生产，因此低压带电作业防触电护套下一步计划将完善工业设计及产品化推广流程，尽快在电力行业中产生应有价值，也为行业低压带电作业的安全增添一分有力的保障。**EA**

（收稿日期：2018.02.04）

（编辑：白文亭）

罗克韦尔自动化推出全新数据驱动型服务，可有效预防关键资产故障导致的意外停车

为帮助客户鉴别和防范关键资产停车事件，罗克韦尔自动化宣布推出全新的预测性维护即服务产品。该服务以客户的关键资产为应用对象，从传感器、控制系统和智能机器等互联技术获取数据并进行分析。借助 FactoryTalk Analytics 分析平台和机器学习技术，罗克韦尔自动化工程师能够判断运行状态是否正常，同时构建数据模型，以帮助预测、监控故障，降低故障发生的几率，从而促成预测性维护的实现。

罗克韦尔自动化远程监控和分析产品经理 Phil Bush 说道：“通过收集并分析大量的历史数据，我们现在可以预见在未来的哪个时间点可能会发生故障，这使得最终用户能够有预见性地解决问题，最大限度地减少对生产运营的影响，而不再像以往束手等待故障的发生，然后在紧迫匆忙中排除故障。”

该全新服务对于石油和天然气等行业的重要性尤为突出，在这些行业中，关键资产的正常运行时间决定着企业的盈亏。这一重要性还体现在需要连续执行生产运营的关键机器上。此外，原始设备制造商 (OEM) 可在某一资产上实施这项服务，利用预测功能延长正常运行时间，并将应用成果推广到所有类似的客户资产上。

借助这项服务，客户可以监控预测并分析警报细节，而无需另外构建自己的数据模型或设计自己的解决方案。罗克韦尔自动化将为客户提供数据收集、机器学习和工程设计等方面的支持，以构建模型、验证和监控模式及预测，并随着数据集的发展持续更新这些模型。