「运维」

# 10 kV配电线路带电作业及安全防护

文/武汉巨精机电有限公司　黄　涛

*10 kV线路带电作业是提高电网系统供电可靠性的重要手段。在做好安全防护及监督，确保安全措施到位的前提下，用带电作业方式开展检修和维护工作，以提高供电可靠性，有效推动10 kV配电线路带电作业工作健康有序开展。*

## 10 kV配电线路带电作业的分类简介

电能的生产来源于发电厂，发电厂将发出的电能通过升压变压器将电压由发电机出口电压升至高电压，然后经电力线路输送到电力网，电力线路是供电系统中的重要组成部分，担负着输送电能和分配电能的重要任务。

常用带电作业项目按照作业难易程度，可分为4类。第一类为临近带电体作业和简单绝缘杆作业法项目；第二类为简单绝缘手套作业法，包括断接引线、更换直线杆绝缘子及横担等；第三类为复杂绝缘杆作业法和复杂绝缘手套作业法项目；第四类为综合不停电作业项目，包括直线杆改耐张杆并加装柱上开关或隔离开关、柱上变压器更换、旁路作业等。

## 电缆终端引线的连接

### 1. 人员配置及防护用品的配备

电缆终端引线的连接属于带电作业中的第二类，即绝缘手套作业法。本操作需3人进行工作配合，包括工作负责人（兼工作监护人）、斗内电工（1号电工）和地面电工（2号电工），绝缘斗臂车操作工由1号电工兼任，工具防护用品配备如表1 所示。

表1　工具配备一览表（包括个人防护用具）

| 分　　类 | 工器具或车辆 | 数量 |
|---|---|---|
| 特种车辆 | 绝缘斗臂车 | 1辆 |
| 个人绝缘防护用具 | 10 kV绝缘手套 | 1副 |
| | 防护手套 | 1副 |
| | 斗内安全带 | 2副 |
| 绝缘遮蔽用具 | 导线遮蔽罩 | 3套 |
| | 电缆头隔离罩 | 1套 |
| | 绝缘挡板 | 1块 |
| 绝缘工器具 | 绝缘操作棒 | 1根 |
| | 绝缘绳（$\phi$12 mm × 15 m） | 1根 |
| | 消弧器（包括绝缘跨接线） | 1套 |
| | 0.6 m 绝缘操作杆 | 1根 |
| 其他主要工器具 | 双钩线夹 | 1套 |
| | 绝缘导线剥皮刀 | 1把 |
| | 断线剪（短） | 1把 |
| | 电力楔型线夹安装枪 | 1把 |
| | 2 500 V及以上兆欧表或绝缘测试仪 | 1套 |

### 2. 作业前的准备及作业过程

（1）工具储运和检测

作业前需领用绝缘工具、安全用具及辅助器具，应核对工器具的使用电压等级和试验周期，绝缘工器具，应检查外观完好无损。工器具运输前，各种工器具应存放在工具袋或工具箱内，金属工具和绝缘工器具应分开装运，以防止相互碰

擦造成外表损坏。

（2）现场操作前的准备

作业前，工作负责人应按带电作业工作票内容与当值调度员联系，并应得到调度许可。确认该搭接的电缆的开关母刀、线刀在拉开位置，出线电缆符合送电要求，架空线路的开关重合闸停用。工作负责人核对线路名称、杆号正确，工作负责人检查被搭接电缆符合送电条件。绝缘斗臂车进入合适位置，并可靠接地；根据道路情况设置安全围栏、警告标志或路障。工作负责人召集工作人员交待工作任务，对工作班成员进行危险点告知、交待安全措施和技术措施，确认每一个工作班成员都已知晓，检查工作班成员精神状态是否良好，人员是否合适。根据分工情况整理材料，对安全用具、绝缘工具进行检查，绝缘工具应使用兆欧表或绝缘测试仪进行分段绝缘检测，绝缘电阻值不低于700 MΩ。查看绝缘臂、绝缘斗良好，调试斗臂车。1号电工戴好绝缘手套和防护手套，进入绝缘斗内，挂好保险钩，做好操作准备。

（3）操作步骤

准备工作完毕后，1号电工将绝缘斗调整至线路下方与电缆过渡支架平行处，并与有电线路保持0.4 m以上安全距离，检查电缆登杆装置应符合验收规范要求，用验电器判断电缆无电，然后对其进行放电，并用仪表测试电缆是开路状态。1号电工将绝缘斗调整至内侧导线下，得到工作监护人许可后对内侧导线套好绝缘套管，做好绝缘遮蔽措施，如是绝缘导线，应在搭头处将导线绝缘层皮剥除。1号电工用绝缘操作杆测量三相引线长度，根据长度做好搭接的准备工作（绝缘导线引线需剥皮），并对三相电缆过渡支架做好绝缘遮蔽措施。1号电工将绝缘斗调整到外侧导线下，展开外侧电缆引线，分别对导线、引线搭接处涂上电力脂，用刷子清除搭接处导线上的氧化层，直至符合接续要求。1号电工检查消弧器上的消弧装置和小闸刀处于拉开位置，将消弧器挂在外侧导线上，并将跨接线与同相位电缆过渡支架上端接线端子连接牢固，检查无误，经工作监护人确认同意后，先将小闸刀合上，然后将消弧器放在合上位置。装有双钩线夹的短绝缘操作杆先将引线线头夹紧，然后手握绝缘操作杆将另一头钩在带电导线上，并拧紧，装好楔型线夹，用专用楔型线夹枪进行安装，并检查线夹安装符合要求后，拆除绝缘操作棒。

经工作监护人确认同意后，1号电工将消弧器的消弧装置调整于拉开位置，然后再拉开小闸刀，将消弧器跨接线从电缆头上取下，并挂在消弧器上，最后将消弧器操作杆从导线上取下。其余二相引线搭接按以上方法进行。三相引线搭接，可按由复杂到简单、先难后易的原则进行，先远（外侧）后近（内侧），或根据现场情况先中间、后两侧（图1 所示为带电作业施工现场）。

图1　带电作业施工现场

搭头工作结束后，拆除绝缘套管，绝缘斗退出有电工作区域，专业人员返回地面，工作负责人对完成的工作作一个全面的检查，符合验收规范要求后，记录在册并召开收工会进行工作点评后，宣布工作结束。工作完毕后，汇报当值调度工作已经结束，工作小组撤离现场。

3. 安全措施及注意事项

（1）作业中的关键点

工作前应得到调度许可，被搭接电缆的线路出线开关、母刀和线刀处于拉开位置，搭接电缆处于可送电状态；送架空线路的开关重合闸已停用。消弧器安装前应检查消弧装置和小闸刀处于拉开位置，消弧器挂上导线后，先将小闸刀合上，然后将消弧器放在合上位置；搭接完成后，先将消弧器的消弧装置调整于拉开位置，然后再拉开小闸刀，将消弧器跨接线从电缆头上取下，并挂在消弧器上，最后将消弧器操作杆从导线上取下。在搭接中相引线时，作业人员应位于中相与遮蔽相导线之间。接触带电导线前应得到工作监护人的认可，同时，要注意带电导线与横担及邻相导线的安全距离，严禁人体同时接触两个不同的电位。第一相搭头与带电导线连接后，其余引线（包括导线）应视为有电。

（2）气象条件及作业环境

带电作业应在良好天气下进行。在特殊情况下，必须在恶劣天气进行带电抢修时，应组织有关人员充分讨论并编制必要的安全措施，经本单位分管生产领导（总工程师）批准后方可进行。作业现场和绝缘斗臂车二侧，应根据道路情况设置安全围栏、警告标志或路障，防止外人进入工作区域，夜间作业进行带电搭接应有足够的照明。

（3）安全距离及遮蔽措施

作业用绝缘工具都应经过摇测，绝缘电阻应不低于700 MΩ，工作时绝缘斗臂车的绝缘有效长度应保持1 m，在带电作业时，应保持对地不少于0.4 m，对邻相导线不少于0.6 m的安全距离；如不能确保该安全距离时，应采用绝缘挡板、管、布及其他绝缘遮蔽措施。在搭接中相引线时，与边相导线安全距离不够，应对边相导线加绝缘套管或遮蔽罩、绝缘毯，同时做好电缆过渡支架的绝缘遮蔽措施。

4. 操作杆作业法优势及特点

（1）操作杆作业法优势

1）安全性。操作杆从很程度上加大了安全作业距离，而且现有操作杆工具在原有的基础上也加长了长度，能确保了人身安全。

2）时效性。目前一些地方由于交通原因，绝缘斗臂车及其他绝缘平台不能到达的地方，可采用操作杆作业法来完成所需的带电工作。

3）多样性。作业环境要求更低，应用更广泛，可结合绝缘斗臂车，绝缘平台操作，对地形、环境的要求更低。

（2）操作杆作业法的特点

1）劳动强度较大。操作杆作业法对操作电工的体力要求非要大，由于操作杆的重量，以及电工的操作工位，不能如同手套作业法，使得操作过程得消耗电工很大体力，使得他们的劳动程度大大增加。

2）具有一定局限性。目前操作杆作业法主要开展的是带电断接引，其他项目用操作杆作业需要相对来说比较消耗人力，而且操作难度也非常大。

综上所述，操作杆作业法是目前安全系数非常高的一种作业方式，也是国内外推荐的一种作业方式。我们应在现有的基础上，引进国外先进的操作杆理念与相应的操作工具，同时也要根据国内情况，研发自身合适的工具，来减少操作者的劳动强度，减少操作的复杂程度。各公司也应制定好规范化的作业流程，使作业过程更安全、更可靠。

## 结束语

带电作业已成为保障电网安全、经济、可靠运行和向用户不间断供电、提高城市供电可靠性的一种行之有效的技术手段。随着近几年来先进安全工器具的出现，地电位操作杆作业法更加成熟与完善，所以，需要管理者从制度、流程上进一步规范化，从而进一步提高带电作业的安全性。**EA**

（收稿日期：2017.06.09）

（编辑：白文亭）

### 斯凯孚（SKF）利用世界一流的技术进入数字化制造领域

2017年6月12日，随着全新的、自动化和数字化生产流程在哥德堡球面滚子轴承工厂正式启动，斯凯孚（SKF）在瑞典的业务得到全面改进。新的生产单元是斯凯孚集团首批投入运营的生产单元，也是公司新一代制造技术项目的一部分。

“这一生产流程在轴承行业是完全独特的，同时也给我们树立了新的制造标准，我们会将这一标准推广到集团其他众多的工厂。 我们将更高效地利用我们的产能，提高全球竞争力以及服务客户的灵活性，因此这个项目计划至关重要，”斯凯孚集团制造总裁 Luc Graux 说道。

在数字技术的帮助下，生产过程中的整个价值链都互联起来，从产线上的零部件输入直至产品交付到最终用户手中。 此外，为了提高效率，新一代移动设施与制造过程也结合了起来。

新生产单元的项目经理 Sten Karlsson 表示：“新的生产单元将为我们开辟新的可能性，帮助我们缩短交货时间，提高生产效率以及灵活性。”

与此同时在德国施韦因福特、美国的 Flowery Branch ，类似的投资项目也计划进行。

哥德堡工厂每年生产超过百万颗轴承。 其中大部分用于出口。 产品用于诸如采矿、钢铁、造纸、风力发电机、火车变速箱、风机和泵等重工业。