

配电带电作业用硬质绝缘遮蔽罩的应用之探讨

文 / 张锦秀 EPTC 带电作业专家工作委员会 委员

张锦秀，大学学历，高级工程师，国网上海市电力公司设备部线路主管。长期从事线路工作，专长于线路运行、检修、带电作业、防雷、防污闪等专业。曾荣获4次国家电网公司科技进步奖、19次获得上海市电力公司科技进步奖，8项国家专利。



在配电线路上采用封闭式硬质绝缘遮蔽罩，人体不直接接触导体，避免了使用软质遮蔽罩作业人员可能会引发人体接触两个不同电位的隐患；且安装方便，安全可靠，破损率低，如有破损也可检查外观及时地发现问题；制作方便、成本低。硬质绝缘遮蔽罩也有自身的缺点：一是遮蔽功能比较单一，往往需要多个遮蔽罩组合使用；二是很难遮蔽弯曲导线；因此，需要不断开发各类分体、整体式硬质绝缘遮蔽罩，推动在配电带电作业中采用封闭式硬质绝缘遮蔽罩为主、软质遮蔽罩为辅，二者有机结合，科学、合理地组建带电作业绝缘遮蔽体系，与个人绝缘防护用具共同构筑一道作业人员辅助绝缘的双重保护防线的发展目标。

配网带电作业用硬质绝缘遮蔽罩的应用价值

配电线路带电作业不同于输电线路，输电线路由于电压高、场强大，对地距离和相间距离都很大，在进入电场和脱离电场时主要是解决场强问题。配电线路带电作业电压较低，主要是安全距离和防止电击电

流问题。

配电线路上进行带电作业采用绝缘手套作业法时，由于在作业范围窄小，电气设备布置密集，安全距离即空气间隙小是主要的制约因素，为保证作业人员对相邻带电体或接地体的有效隔离，无论作业人员与接地体和相邻带电体的空气间隙是否满足规定的安



图 1 封闭式硬质绝缘遮蔽罩

全距离，作业前均需对人体可能触及范围内的带电体和接地体进行绝缘遮蔽，必要时在适当位置还应装设绝缘隔板等限制作业人员的活动范围。主要用在带电作业人员与不同电位设备发生擦过接触时，起绝缘遮蔽或隔离保护作用，绝缘遮蔽罩或绝缘隔离挡板，可以弥补空气间隙的不足。因为遮蔽罩或挡板与空气组合形成组合绝缘，延伸了气体的放电路径，因此可提高放电电压值。作业前应选择相应电压等级的遮蔽罩，并应与个人绝缘防护用具并用。

当前在配电带电作业中使用的绝缘遮蔽罩主要分为两大类：软质绝缘遮蔽罩和硬质绝缘遮蔽罩。

软质遮蔽罩一般采用橡胶类和软质塑料类绝缘材料制成。根据遮蔽对象的不同，在结构上可以做成硬壳型、软型或变形型，也可以为定型的或平展型的。根据遮蔽罩的不同用途，可以分为不同的类型。

硬质绝缘遮蔽罩一般采用环氧树脂、工程塑料、橡胶及聚合物等绝缘材料制成。目前的硬质绝缘遮蔽罩有：导线遮蔽罩、耐张悬式绝缘子遮蔽罩（连线夹）、直线绝缘子遮蔽罩、跌落式熔断器遮蔽罩、电杆（包括 Ω 形）遮蔽罩、直线横担遮蔽罩、耐张横担遮蔽罩

及各种绝缘隔离挡板等。这些硬质绝缘遮蔽罩的应用对减少作业环节，改善了带电作业的环境条件，扩展了作业的安全保护区域，防止事故的发生，起到了切实可行的安全措施。

封闭式硬质绝缘遮蔽用具作为人体与设备间的绝缘防护，可以解决配电线路净空距离较小的问题，提高作业的安全性。对带电部件设置绝缘遮蔽用具时，应严格按照规定的顺序进行安装和拆除，绝缘遮蔽罩的接合处应有不小于 15cm 的重合部分。作业位置周围如有接地拉线和低压线等设施，亦应使用绝缘挡板或其他绝缘遮蔽工具对周边物体进行绝缘隔离。拆除遮蔽用具时，与设置遮蔽的顺序相反。

在配电线路带电作业中，绝缘工具（绝缘杆、斗臂车或绝缘平台）和作业间隙作为主绝缘，绝缘遮蔽用具为辅助绝缘，只适用于在带电作业人员发生意外短暂碰撞时，即擦过接触时，起绝缘遮蔽或隔离的保护作用，绝缘防护用具为后备绝缘。形成主绝缘 + 辅助绝缘 + 后备绝缘的多重防护。

对于绝缘遮蔽用具的使用，需要注意以下几点：一是只用于配电线路带电作业；二是设备绝缘遮蔽用



图2 软质绝缘遮蔽

具应与人体安全防护用具并用；三是遮蔽用具的设置及拆除遮蔽的顺序应正确。

带电作业项目中绝缘遮蔽方式的选择趋势

当前使用的软质遮蔽罩一般采用橡胶类和软质塑料类绝缘材料制成。根据遮蔽对象的不同，在结构上根据遮蔽罩的不同用途，可以分为不同的类型。但在遮蔽时，它虽然可以对不规则的设备和装置进行绝缘遮蔽，由于它的材质和形状，决定了它的安装形式，尤其是在遮蔽带电体和接地体之间的设备时，即人体手不可避免地会引起从带电体到接地体的延伸，这样对有些作业人员可能会引发人体接触两个不同电位的隐患。不管是由橡胶类和软质塑料类绝缘材料制作而成的软质熔断器遮蔽罩，还是悬式绝缘子（绝缘毯）等遮蔽措施，都会出现这种情况。如果对全部耐张横担用软质遮蔽使用的绝缘毯则数量多、损耗多，且工作量大，安全系数也低。而使用封闭式硬质绝缘遮蔽罩对以上三种设备进行绝缘遮蔽，就不会发生人体接触两个不同电位的问题，且作业方便，消除了违章作业和事故隐患。

通过近几次国网和全国带电作业竞赛项目的绝缘遮蔽工具来看，硬质绝缘遮蔽罩的使用逐渐在被不少单位所采用。从目前经常开展的直线杆改耐张杆、直线杆改耐张杆加柱上开关、带负荷更换柱上开关等复杂项目实际效果，不管是安装的安全性还是安装效果，充分体现了硬质遮蔽罩的优势。因此，可以预见，今后在一些复杂项目的作业中，采用封闭式硬质绝缘遮蔽罩和常用的绝缘导线套管相结合，是以后复杂项目绝缘遮蔽的一种趋势。

在配电线路上采用封闭式硬质绝缘遮蔽罩，尤其是在复杂项目中作业的优点有：

一是在采用绝缘手套作业法进行绝缘遮蔽时，一般人体可不直接接触导体，尤其在对耐张绝缘子遮蔽时，人体也不会接触两个不同的电位，而且安装方便，安全可靠。

以更换耐张杆绝缘子为例，根据图1、图2所示，同样在耐张横担及绝缘子上进行绝缘遮蔽，封闭式硬质遮蔽罩，图1单面（导线绝缘套管外）硬质遮蔽罩只要三个步骤（绝缘子及线夹罩、横担上面覆盖罩、下面封闭罩）即可完成，图2软质遮蔽需要6-7块绝



图3 封闭式硬质绝缘遮蔽罩

缘毯、绝缘夹及很多个动作才能完成。在对耐张绝缘子遮蔽时，有可能会发生人体同时接触两个不同电位的隐患，如碰到横担角钢尖端部分和绝缘子及线夹开口销钉，有时还会损伤绝缘毯；而封闭式硬质遮蔽罩却不会存在以上问题，安全系数高；在安装时间上，硬质遮蔽罩要比软质遮蔽要快得多。

二是在采用绝缘杆作业法时，也可使用绝缘操作杆比较快捷、方便地装、拆硬质绝缘遮蔽罩，也不会引起导线的晃动。图3、图4均为绝缘杆作业法硬质导线遮蔽罩照片，图3中白色的为国产封闭式硬质绝缘遮蔽罩，图4中橘红色的为进口的硬质遮蔽罩，但在安装遮蔽罩时，进口遮蔽罩需要专用的绝缘杆安装，而且在安装和拆除需要用一定的力，尤其在拆除遮蔽罩时，如果用力较大，容易引起导线的明显晃动。国产的硬质遮蔽罩则无需专用操作杆，只需要能锁住结构，甚至勾头也能安装，且安装方便，除了遮蔽罩自身重量外，不需要用力安装，也不会引起导线晃动。

三是绝缘性能好和耐水性优异。

四是与绝缘毯相比较，硬质绝缘罩的破损率低。如有破损，在检查外观时，能及时地发现问题。

五是与进口和国产绝缘软质遮蔽罩相比成本低，能根据不同要求（除了引线外）制作方便。封闭式硬质绝

缘遮蔽罩的缺点有：一是由于硬质遮蔽罩体积较软质遮蔽罩大，且不宜重叠，需装箱运输，复杂项目遮蔽罩箱子较多；二是与绝缘毯相比，遮蔽功能比较单一。

带电作业用封闭式硬质绝缘遮蔽罩的发展前景和需要研究的方向

中国的带电作业尤其是配电带电作业已经有60多年的历史了。经过60多年的推广、普及、应用和提高，已在全国电力系统中得到了广泛的开展。带电作业技术对于保证电网安全、可靠运行，减少电能损失以及不间断向用户供电和提高电网经济效益等方面都发挥了极为重要的作用。

配电带电作业工器具从无到有，从笨重到轻便、种类较多，但纵观带电作业工器具，进口绝缘工具还是占很大比例。

经过近几次的配网带电作业项目交流，对推动配网带电作业项目开展及带电作业工器具推广使用起到了很大的交流作用。

绝缘材料在带电作业中有非常重要的地位，是确保作业人员人身安全和电气设备安全的物质基础。绝缘电阻、介质损耗、绝缘强度是检验绝缘材料电气性



图4 进口硬质绝缘遮蔽罩

能的主要项目，带电作业工器具的绝缘材料必须是绝缘电阻大、介质损耗小、绝缘强度高的材料。

当前我们大多数硬质绝缘遮蔽罩所采用的热塑性工程塑料中有聚丙烯（PPE）、聚丙烯（PP）、聚乙烯（PE）、聚苯乙烯（PS）等材料制作，也有采用环氧树脂板制作而成的，但相对来讲，采用工程塑料板材制作的遮蔽工具，重量轻、易加工，而工程塑料中，而采用聚丙烯（PPE）板材制作定形封闭式硬质绝缘遮蔽罩在介电性能、机械性能及耐水性方面是比较适合的。

聚丙烯简称PPE（也叫聚苯醚）是一种综合性能优良的热塑性工程塑料，突出的是电绝缘性、良好的机械性能及热性能、耐水性优异。

随着带电作业项目难度的不断增加，对绝缘遮蔽工具的要求也越来越高，对作业遮蔽措施的安全性也提出更高的要求。而封闭式硬质遮蔽工具的应用，正是在这种复杂项目、复杂条件下逐渐被得到采用。通过实践证明，在有些复杂性项目上，硬质绝缘遮蔽工具的安全性要强于软质遮蔽工具，而且安装更方便。

毋庸置疑，硬质遮蔽工具还有需要改进的地方。由于各省市、各地区线路装置设备不同，如何达到带电作业硬质遮蔽工具的“轻便化”、“标准化”、“系列化”还是受到一定的影响。这就需要有关方面针对

目前绝缘遮蔽工具状况，充分发挥带电作业专家组的作用，集全国带电作业工具的优点，根据不同情况，制订出切实有效的若干标准，力求相对统一和能适合于不同装置的绝缘遮蔽工具。

从配电带电作业来看，尤其是GB/T 18857-2019《配电线路带电作业导则》中增加了20kV、35kV线路项目带电作业的标准，对绝缘遮蔽工具的耐压有了更高的要求，也为下一步开展35kV线路带电作业项目提供了可靠的依据。目前，试验电压40kV、耐受电压50kV的绝缘遮蔽工具大多数以进口为主，也有供电部分自行开发的工具，而硬质绝缘遮蔽工具却能弥补这个不足，相对来讲，硬质遮蔽罩只要材料选择恰当，适当增加爬距和厚度及合理空间，在制作耐压50kV的硬质绝缘遮蔽罩研制相比较软质绝缘遮蔽工具要容易得多，而且安全作业也能得到可靠的保障。同时要研制适合10kV、35kV引流线类带电作业硬质绝缘遮蔽罩，以更适合硬质绝缘遮蔽在配电作业中的广泛应用。

当然，随着配电带电作业向变电不停电作业检修方面拓展，像站内绝缘杆作业法带电清扫，带电拆、接（开放式仓位）母排上的分支排作业，结合硬质绝缘遮蔽工具的研制（封闭式仓位除外），使变电站有关设备向不停电检修作业延伸。■