

旁路电缆作业用新型电缆中间接头的研究与应用

在配电网系统中推广应用旁路电缆作业技术,可以有效解决常规作业方法无法解决的技术难题,能够在不停电或短暂停电的情况下完成应急抢修、临时供电等作业项目。在开展电缆旁路作业技术应用研究时,常常需要普通电缆与旁路电缆实现复杂现场环境下的快速电气连接,而现有的国内外旁路作业设备中,尚没有这样的专用接头。因此,研发适用于旁路电缆作业用的新型电缆中间接头,可快速完成旁路柔性电力电缆与旁路柔性电力电缆在各种环境下的快速连接加长,应用于10kV旁路电缆综合作业,可大幅增加旁路电缆敷设长度,降低旁路电缆作业工程量,增加可检修范围,节省作业时间,为在配电网系统中广泛推广旁路电缆作业技术提供了保障。

黄旭 刘兆领 刘 惊/国网天津市电力公司
文彬彬/武汉里得电力科技股份有限公司

0 引言

10 kV配电网电缆线路覆盖面大,网络复杂,设备多样,现场环境特殊,计划检修和故障抢修工作量大,不可避免地会造成用户停电。以往国内电网企业多采用“一拉一条线,一停一大片”的检修做法,已不能满足当前社会的用电需求。用户对不间断供电的期望越来越高,尤其是敏感负荷要求一刻都不能中断。在这种情况下,提高供电可靠率成为供电企业的重要任务。目前国内电网企业已经开始重点推广带电作业、旁路电缆作业等方式对配电网设备进行检修工作,目的是逐步实现对用户的不间断供电^[1-3]。

旁路电缆作业技术是包含了常规带电作业、旁路电缆作业和移动电源供电等多种作业技术。其利用柔性电力电

缆、快速插拔式电缆连接器、旁路负荷开关、移动箱变车、移动环网柜车和自动放缆车等设备以积木组合方式搭建出不同的配电单元,跨越配电网线路的检修线路段,实现旁路供电,使配电作业人员可以在不间断供电的状态下,完成线路的计划检修工作;另外,对于较难处理的架空线路故障和电缆线路故障抢修,可采取该技术进行临时供电,缩小停电范围,减少对用户的停电影响^[4]。

旁路电缆作业技术早期应用于10 kV架空线路检修项目中,实现了对用户不停电作业。然而,随着国内城市电缆化程度的提高,经济发达城市的配电网系统主要以电缆线路为主。为了适应配电网建设发展的需要,必须大力拓展旁路作业技术应用于电缆线路的探索与研究。本文研究的是一种内置计数式10 kV柔性电缆中间接头,具体是在现有10 kV柔性电缆中间接头中内置触动机机械计次器和显示装置,实现插拔计次功能;内置通流200 A电流测试器和显示装置,实现电流实时监控功能^[5]。

为了克服传统柔性电缆中间接头使用时,不能及时连接装置使用情况的问题,设计一种内置计数式10 kV柔性电缆中间接头,该装置可以实现中间接头插拔计次功能,实时反映柔性电缆中间接头使用情况。为了实时监控旁路电缆工作过程中连接装置的连接状况,设计一种内置电流显示的10 kV柔性电缆中间接头,该装置可实现中间接头通流时电流显示功能,可实时反映柔性电缆中间接



黄旭/工程师

关键词/Keywords

旁路电缆作业·
电缆中间接头·
电缆线路·

头使用情况。

1 电缆中间接头的设计

电缆线路旁路电缆作业一般是利用旁路电缆及相关设备在现场快速搭接一条旁路供电线路，跨接待检修或抢修电缆线路段或设备，通过倒闸使旁路线路代替原线路向用户供电。同时，施工人员对处于停电状态下的原电缆线路待检修段或设备进行维护、检修和更换。根据旁路电缆作业技术原理，使用原有的旁路中间接头，由于电缆接头在反复插拔中会产生机械磨损，中间接头可插拔次数会受到限制，一旦中间接头在发生质量缺陷时继续带电使用，将严重影响柔性电缆线路的安全运行。正常工作过程中电流过大，会对设备有所损害，需要及时调整处理方案，无法监控作业过程中的正常工作状况，往往会因为进出线供电单元之间距离间隔太远，旁路电缆线路需要敷设很长的距离，需要旁路电缆作业的设备数量多，造成安全隐患。

研制的带拔插计次、电流显示的旁路中间接头，操作方便、简单，增加了拔插计数显示和工作电流显示功能，更方便统计设备使用次数和设备维修周期，同时电流显示，为现场作业的安全性和故障检测提供了极大的便利，提高了工作效率，减少了停电时间，可以获得一定的社会效益，具有推广利用的价值。

此种作业方式需要通过电缆转换接头实现原有进出电缆直接在现场各种复杂环境下，能够快速完成与旁路电缆设备的电气连接，并保持绝缘连续，共同组成临时旁路电缆供电线路。

为实现上述中间接头插拔计次功能，本发明在原有中间接头的基础上内置了触动机械计次器和显示装置，该装置安装在中间接头两端套管内侧，内有触动机械装置与套管内电缆外绝缘层插入通道接触，每当电缆外绝缘层插入中间接头时将会触发机械装置动作并反映在显示装置上，从而实现中间接头插拔计次。

为实现上述中间接头插拔计次功能，在原有中间接头的基础上内置一个交流AC感应线圈、

PCB板和液晶显示屏，该装置安装在中间接头两端的套管上，交流AC感应线圈套在橡胶中间接头上，PCB和液晶显示屏嵌入中间接头上下两个外壳内，让液晶显示屏突出在铝合金外壳上，以便实时观察电流的显示。

根据旁路电缆作业的特点和作业现场施工条件，旁路电缆中间接头带拔插计次和电流显示的设计要考虑以下几个问题。

1) 作业场地狭小，不规范；原线路电缆预留长度不够。所以旁路电缆中间接头的体积设计要尽量减小。

2) XLPE电缆弯曲半径大，与旁路电缆转换接头连接时，要考虑连接后接口处的横向机械应力尽量小。如果横向机械应力太大，会造成接口变形，引发事故，所以旁路电缆中间接头的形状设计尤为关键。

3) 考虑现场运行环境复杂，可能会出现缆线走廊积水，所以旁路电缆中间接头设计要考虑防水密封。

2 旁路电缆转换接头的设计方案

依据设计原则，设计方案选择了自锁定快速插拔式旁路电缆中间接头的设计，如图1所示。旁路电缆转换接头另一端的结构如图2所示。

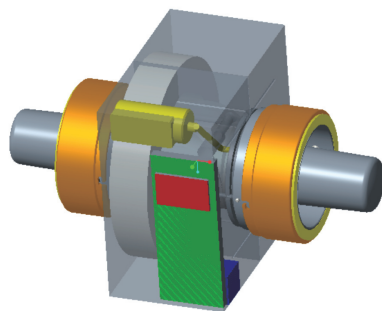


图1 自锁定快速插拔式旁路电缆中间接头

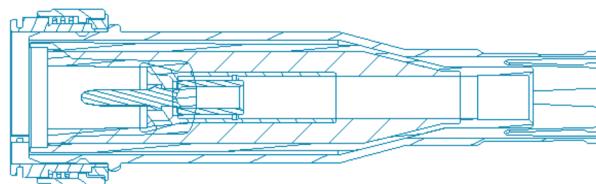


图2 旁路电缆转换接头另一端的结构

3 旁路电缆中间接头的电气性能试验

由XLPE电力电缆、旁路柔性电力电缆、自锁定快速插拔式旁路电缆终端及旁路电缆中间接头构成组合试品。为了保证旁路电缆中间接头的性能，电气性能试验依据IEC 60502标准和GB/T 12706标准完成型式试验。部分试验结果如下表所示。

表 部分型式试验项目及试验结果

序号	试验项目	要求	试验方法	试验结果
1	工频电压试验	AC 39 kV, 5 min	GB/T 16927.1 第 4 条 和 I N C	不击穿, 不闪络
			61442: 1997, 第四章或第五章	
2	局部放电试验	在AC 15 kV 下, ≤ 10 pC	GB/T 7354, IEC 60885—2, IEC 61442: 1997	≤ 10 pC
			第七章	
3	温升试验	导体通200 A 电流, 导体温度不大于55 K		≤ 55 K

从上表的试验结果来看, 所设计的旁路电缆中间接头电气性能符合标准要求, 能够满足现场长期安全可靠运行的需要。

4 结束语

通过对配电网旁路电缆作业技术的理论及应用研究, 提出了配电网电缆线路旁路电缆作业技术新思路, 介绍一种新型的旁路电缆中间接头的设计、研制及应用。

1) 旁路电缆中间接头, 选用三元乙丙橡胶作主要绝缘材料, 外屏蔽采用不锈钢和铝合金材料, 两端设计成自锁定快速插拔式连接接口, 可应用于10 kV旁路电缆作业中XLPE电力电缆与旁路柔性电力电缆的现场快速电气连接, 并保持绝缘连续。

2) 旁路电缆中间接头与自锁定快速插拔式旁

路电缆终端绝缘配合的过盈值、复合界面压强值的理论计算和试验验证基本一致, 保证了旁路电缆转换接头安装后电气性能安全可靠。

3) 旁路电缆中间接头在配电网电缆线路旁路作业中应用, 大幅增加了旁路电缆敷设距离, 有效地提高了作业范围, 减少了旁路作业施工人员和工作量, 提高了旁路作业施工效率。

4) 旁路电缆中间接头的成功应用为旁路电缆作业技术在配电网电缆线路计划检修和故障抢修项目中实施提供了新的思路, 为国内电网企业实现配电网不停电作业奠定了基础。

5) 旁路电缆中间接头的带拔插计次功能的引用, 可有效地避免中间接头过度使用, 严重影响柔性电缆线路的安全运行, 可让旁路不停电作业装置更加安全可靠地临时使用。

6) 旁路电缆中间接头的电流显示功能的引用, 有效监测了接头设备使用情况, 避免电流过大对设备造成影响, 同时能正确反馈旁路是否正常的不停电作业中。

参考文献

- [1] 张锦秀, 蓝耕, 范云刚, 等. 柔性电缆插拔式快速终端和接头绝缘结构分析[J]. 高电压技术, 2005, 31 (1): 25-26.
- [2] 罗俊华, 张丽, 滕乐天. 电场应力控制锥的数值分析[J]. 广东电缆技术, 2003 (1): 8-10.
- [3] 戴征宇, 姜芸, 罗俊华. 预制型电缆附件沿面放电试验研究[J]. 高电压技术, 2002, 28 (9): 7-8.
- [4] 史济康, 曹家, 罗俊华, 等. XLPE电力电缆中间接头复合介质沿面放电研究[J]. 高电压技术, 2001, 27 (4): 52-53.
- [5] 盛名良. 关于聚合物电缆终端中的绝缘界面问题[J]. 广东电缆技术, 2003 (3): 2-6.

(收稿日期: 2017-03-21) **EA**