

# 综合不停电作业法在 10kV 配电网中的贡献及前景

曹天宇

(中国南方电网云南电网有限责任公司红河石屏供电局, 云南 石屏 662200)

**摘要:**近些年来, 社会主义市场经济的快速发展, 促使人民的生活水平不断提升, 当前我国的主要矛盾是人民日益增长的生活需要与发展不平衡之间的矛盾, 对于供电企业来说, 表现为老百姓对供电可靠性要求越来越严格、越来越高。然而, 在各种客观因素的影响下, 双电源供电在我国的应用范围较窄, 因此, 在配电网中开展综合不停电作业(旁路负荷转供)的方式, 就成了配网检修的重要手段。为了在用户不停电的条件下开展检修方式, 目前关于不停电作业方式的文献报道较多, 本文着重介绍了旁路作业法。旁路作业法是近些年来新兴的检修方式, 该技术的产生促使不停电作业实现了点扩大到面的转变, 并且解决了纯带电作业需要甩负荷的难题, 不仅提升了工作效率, 又在一定程度上减少了作业量, 增加了安全性。鉴于此, 本文通过概述各种不停电作业的方法, 并利用实物图的方式, 展示了主要的作业器材及操作流程, 以期供电企业推广不停电作业技术。

**关键词:**配电线路; 综合不停电作业; 旁路作业法

**中图分类号:** TM84

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1004-7344(2022)35-0025-03

## 0 引言

带电作业是在不停电情况下进行检修的一种作业方法, 带电作业可以有效的避免电力供应中断现象的发生。在信息化、自动化、高科技飞速发展的时代, 社会各界对电能的持续供应的要求更高, 供电企业为了承担社会责任、增加经济受益、增强企业形象等, 提出了不停电概念, 然而, 目前实施的配电网带电作业中, 主要是在负荷侧不带负荷的条件下进行操作, 导致无法满足社会各界和企业对供电可靠性的要求。为实现不停电多负荷开展带电作业, 旁路系统负荷转供的技术孕育而生, 通过开展配电网旁路系统负荷转供作业, 能够及时处理缺陷的同时不停电、不停负荷, 有效提高供电可靠性, 实现对用户连续供电, 提高经济和社会效益<sup>[1]</sup>。

## 1 配电网现状

在当前的配电网中, 10kV 中压配电线路一般直接供给工厂、企业等大、中用户的专变以及通过公变变压器到 0.4kV 低压配电线路, 主要供给一般居民、商店等小用户; 配电系统基本上覆盖率大部分的用户, 能够将电能直接输送至用户, 供应用户使用。然而, 由于供电通道、经济条件等多种因素的干扰下, 增加了双电源供电的推广难度。

## 2 开展不停电作业的必要性

### 2.1 符合用电客户的要求

近年来, 随着社会经济的快速发展, 我国进入信息化、自动化以及高科技时代, 社会各界的用电量增加,

要求供电企业不能中断电能供应, 甚至对电压波动都有着严格的要求。随着科技的发展、人民生活水平的提升以及智能化电器的普及, 使得停电的安排、协调更加困难, 促使供电企业实施综合不停电作业是非常必要的。

### 2.2 符合供电企业自身的要求

实施综合不停电作业有效减少了停电操作, 节省了人力资源和物力资源, 既提高了工作效率, 又提升了作业人员的安全性; 为用户开展不间断供电, 大大缩短了停电时间, 提升了作业人员的技术含量, 进而提升了作业质量; 同时, 有利于避免因停电操作而对临近路线造成的电压波动, 保障了供电的可靠性。对用户提供不间断供电, 不仅为用户提供了优质服务, 也体现了企业的整体业务水平与经济实力, 有利于帮助企业树立正面、健康的形象。

### 2.3 符合供电可靠性的要求

云南电网有限责任公司红河供电局多年来始终坚守“能带则带”“逢停必审”的理念, 13 家县区供电单位已全部成立带电作业班, 实现红河区域内带电作业全覆盖, 有效的将带电作业融入配网运检、消缺、技改、营销等各项业务中, 减少了频繁停电现象, 减轻了供电损失, 有效保障了客户的用电安全性, 为客户提供了优质用电体验。

## 3 开展不停电作业的可能性

配网带电作业技术的迅速发展, 尤其是近年来带

电立杆、带电将直线杆改为耐张杆、带电换变压器高压丝具等复杂带电作业项目的认证和开展,这些为不停电作业的发展提供了技术基础和前提<sup>[9]</sup>。不停电作业需要配备必要的绝缘斗臂车、发电车、旁路移动式环网柜车(移动式箱变)、旁路柔性电缆、旁路负荷开关等特种工器具、特种车辆。而目前云南电网有限责任公司也为红河地区开展不停电作业提供了经济支持和强有力的保障。

## 4 开展不停电作业的方式

### 4.1 带电作业的方式

带电作业的方法有直接作业法和间接作业法。

(1)直接作业法:又被称之为绝缘手套作业法,是指作业人员通过绝缘斗臂车或其他绝缘承载用具(比如绝缘检修架、绝缘人字梯等)的帮助下,实现与大地的绝缘,促使作业人员能够直接接近带电体,作业人员穿戴全套绝缘防护用具后可以实现与周围物体的绝缘隔离,并利用绝缘手套和绝缘遮蔽检修和维护带电体,其中主绝缘是斗臂车的绝缘臂和各类绝缘承载用具。是日前常用的电作业方式。

(2)间接作业法:又被称之为绝缘操作杆作业法,是指作业人员按照《电力安全工作规程(线路部分)》,与带电体保持安全距离,佩戴绝缘手套和穿好绝缘靴后,使用绝缘工具进行作业的方式。这类作业法劳动强度高、适用范围小。

### 4.2 综合不停电作业

综合不停电作业法是利用旁路负荷开关、旁路柔性电缆、应急电源车、旁路移动式环网柜车(移动式箱变)等设备辅助,将待检线路或者电气设备同旁路短接,然后再将检修线路及设备退出运行状态,进入停电检修状态。还有一种方法是在检修作业期间为用户转供其他电源,然后再将待检修设备退出运行状态,在不停电条件下开展检修作业,当设备检修或更换完成后再将负荷恢复,退出不停电作业设备或者旁路回路,这时整个检修项目结束。

## 5 旁路系统

### 5.1 简介

旁路作业法属于一种作业方法,是指利用旁路系统设备对需要待检修或者待施工的设备进行旁路分流后,继续向用户提供电能。在开展旁路作业时,需要将旁路系统设备接入线路,确定旁路系统设备与待检修设备共同运行后,将旁路系统设备从线路中隔离出来,并进行停电作业,此次旁路系统会继续向用户提供电能,等到检修工作完成后,旁路系统需要再次接入线路,并拆掉旁路系统。采用旁路系统对设备切除故障的

方法是通过转移负荷电流实现的,因此不需要切除待检修设备所带负荷,对提高用户供电可靠性具有现实意义。开展综合不停电作业法运用旁路系统在配电网负荷转供依赖于旁路系统良好的电气性能,旁路系统主要有旁路柔性电缆和开关设备组成。

## 5.2 旁路作业各项设备展示

### 5.2.1 旁路系统的基本结构

图1为旁路系统的基本结构。

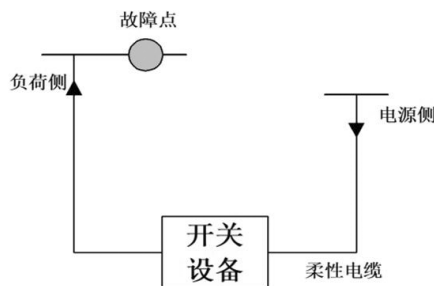


图1 旁路系统的基本结构

### 5.2.2 旁路柔性电缆

在旁路系统中,柔性电缆与旁路负荷开关可迅速组成转供系统,利用旁路开关设备,在待检修区域两侧接入柔性电缆。柔性电缆在旁路系统中是转移负荷电流的通道,相较于普通电缆,柔性电缆具有更好的柔韧性。通过中间接头的连接,旁路柔性电缆可以组成不同的长度,可适用于不同距离的作业需要。轻便快捷的旁路柔性电缆可以在有利于快速处理故障、恢复供电的同时,对转供负荷不造成任何影响,如图2所示。



图2 旁路柔性电缆

### 5.2.3 旁路负荷开关

旁路负荷开关是一项新型作业技术,其有效提高了配电网供电的可靠性。旁路负荷开关包含了多种作业方式,具体如下:①配网常规作业;②带电作业;③旁路作业;④移动电源作业。12kV/24kV工程型旁路负荷开关是一种核心设备,其主要作用是满足旁路综合新型作业技术。旁路负荷开关采用柔性电力电缆,自锁定快速插拔式电缆连接器,旁路开关,移动箱变车等设备,借助积木组合方式构建不同类型的配电单元,向用

户进行旁路供电。不但可以使配电作业人员在不间断供电的背景下进行线路检修,也可以提供临时供电,缩小停电范围,降低停电对用户的影响,提高了供电可靠性。旁路负荷开关采用绝缘及灭弧性能突出的SF<sub>6</sub>气体及先进的主回路结构,能够安全完成合分闸操作,具有操作便捷、安全性高、可靠性强、占据空间面积小、方便运输、对环境适应性强等优势,适用于户外综合不停电检修作业<sup>[9]</sup>,如图3所示。

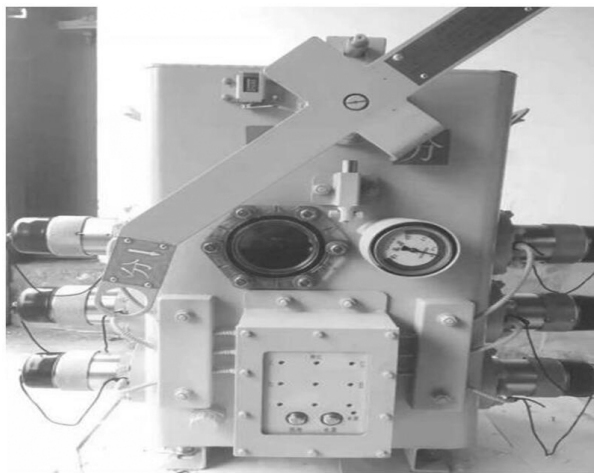


图3 旁路负荷开关

## 6 旁路系统接入与退出的技术要点

### 6.1 核相

#### 6.1.1 物理核相

一般物理核相是在不带电的情况下核对两侧电缆相序是否正确。

带电作业中对旁路系统的物理核相方法有摇表或万用表测绝缘、核对旁路负荷开关核相指示灯等。

#### 6.1.2 高压核相

高压核相是在两条线路都带电的情况下,在旁路系统接入的两侧线路通过信号发射器发出的电压相角差信号进行对比,用核相仪对两条线路进行核对,确保旁路两侧相位相同,如图4所示。

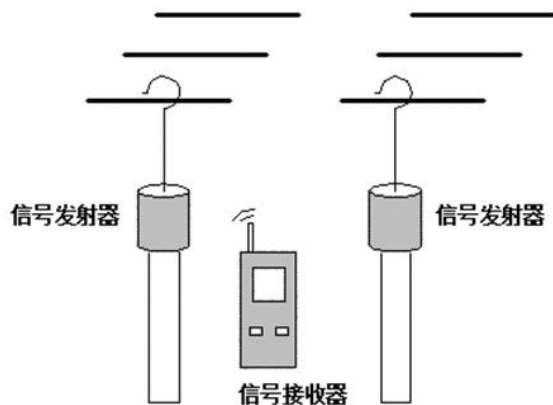


图4 核相

### 6.2 合环条件判断

若在开展负荷转供作业时,旁路系统在接入配电网系统后形成合环网,在开展作业前需对合环条件进行分析判断,如果不能满足合环条件不能直接进行合环转供<sup>[4]</sup>。满足合环运行的条件如下。

(1)合环点电压相序一致、相位一致。

(2)电压差小于5%。在进行合环操作时,如果电压幅值相差过大,合环时会产生较大的冲击电流,引起保护误动,损坏电力设备,合环点电压差尽量小,所以互供的两条10kV线路电压差要小于5%。

### 6.3 设备检测通流情况检查

#### 6.3.1 绝缘电阻检测

旁路搭建之前通过绝缘电阻测试仪,对三相导线的相间绝缘电阻进行测试,绝缘电阻阻值大于700MΩ。

#### 6.3.2 通流检测

(1)开关设备两侧旁路电缆未接入电源和负荷时,合上开关设备,通过绝缘电阻测试仪测试三相接地电阻或单相接地电阻,阻值为零时,旁路系统通流正常。

(2)旁路搭建完毕并合上开关设备,用钳型电流表测量各回旁路电缆电流,以检测旁路系统送电后的通流情况<sup>[9]</sup>。

## 7 不停电作业的发展前景

近年来,科学技术水平的提升,随之而来的是技术人员加深了对不停电作业技术的认知程度,在不懈的钻研、探索下,将会持续提升不停电作业的技术水平,不断拓宽综合不停电作业的应用范围,这势必对供电企业目前的管理、规划和设备带来一系列的革新。相信在不远的将来,综合不停电作业将彻底取代传统停电作业方式,让供电可靠性达到一个崭新的高度。

### 参考文献

- [1] 史兴华.配电网带电作业技术与管理[M].北京:中国电力出版社,2010.
- [2] 胡毅.配电网带电作业技术[M].北京:中国电力出版社,2002.
- [3] 王明春.10kV 电缆带电作业旁路系统[J].农村电气化,2006(9):20-21.
- [4] 谭鹏飞,何志军.桥接法和旁路作业在配网不停电作业中的应用探讨[J].通讯世界,2021,28(5):138-139.
- [5] 杨国练,王静.配网不停电作业培训方法及技巧研究[J].电力系统装备,2021(24):123-125.

作者简介:曹天宇(1995—),男,哈尼族,云南绿春人,本科,助理工程师,主要从事配电网带电作业等相关工作。