

四川电网配电网交流融冰方法应用研究

曹 军, 邓元实

(国网四川省电力公司电力科学研究院, 四川 成都 610072)

摘 要: 四川电网冬季配电网线路融冰需求较为迫切。通过综述在四川电网运用较为广泛的配电网线路交流融冰方法的技术原理、特点、适用范围, 经对比, 现有交流融冰方法由于融冰电流无法调节, 因而存在较大适用局限性; 变压器串联交流融冰方法作为其有效补充, 提高了现有交流融冰方法的适用性; 电容串补交流融冰方法可以调节交流融冰电流, 具有较广的工程应用价值。

关键词: 配电网线路; 交流融冰

Abstract: AC ice - melting is in a great demand of distribution network in Sichuan power grid. The principle, characteristics and application scope of AC ice - melting method which is used commonly in Sichuan power grid are summarized. Through comparison, the existing AC ice - melting method has some limitations due to the fixed ice - melting current. As a beneficial supplement to AC ice - melting, the AC ice - melting using transformers in series improves the applicability of the existing method. The AC ice - melting using series capacitor compensation has a wider application prospect because of its adjustable ice - melting current.

Key words: distribution network; AC ice - melting

中图分类号: TM75 文献标志码: A 文章编号: 1003 - 6954(2017) 04 - 0059 - 02

DOI: 10.16527/j.cnki.cn51-1315/tm.2017.04.012

0 引 言

在冬季, 四川盆地周边山区及高海拔、高寒地区的配网线路易受寒潮影响引起不同程度覆冰, 线路结冰现象较为普遍。根据国网四川电科院设备状态评价中心对2015年冬季至2016年春季四川电网配电网覆冰情况的统计, 共有凉山、宜宾、资阳、泸州、阿坝、甘孜、广安、雅安等供电公司共计20条配网线路因冰跳闸, 停电总时长超过了305 h, 造成居民停电共计24 514户, 影响了工农业生产活动和居民日常生活。

下面结合四川电网配电网交流融冰作业特点, 对目前运用较多的几种主要交流融冰技术进行了论证, 比较当前适用的几种融冰方法, 并针对配电网线路特点, 给出适用的融冰方法。

1 四川电网配电网融冰方法概述

1.1 现有交流融冰方法

线路交流融冰是将三相输电线路短路连接, 利

用流经线路的大电流产生的热量融化线路覆冰。线路原理如图1所示。

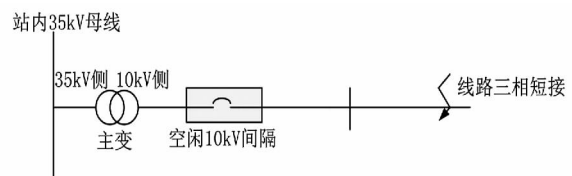


图1 变压器串联交流融冰原理图

针对配电网线路, 一般选择线路出线变电站内10 kV开关间隔作为融冰电源。设融冰电压为 U , 线路阻抗为 $R + jX$, 线路长度为 L 。由于交流融冰电流值是固定值, 因此在融冰前, 需对待融冰线路进行交流融冰可行性分析计算, 即要求满足^[1]

$$I_{\min} \leq \frac{U \times 10^3}{\sqrt{3} \times [(R + jX) \times L]} \leq I_{\max} \quad (1)$$

确保融冰电流处于最小融冰电流与最大融冰电流值之间, 待融冰的覆冰段需在可融冰范围内, 方可进行交流融冰。

表1为环境温度 $-5\text{ }^\circ\text{C}$ 、导线覆冰层温度 $0\text{ }^\circ\text{C}$ 、环境风速 5 m/s 、线路覆冰厚度 10 mm 条件下, 采用现有交流融冰方法适用导线参数和可融冰线路长度范围。

表1 交流融冰方法适用的导线参数和可融冰线路长度范围^[1]

导线型号	线路参数 /($\Omega \cdot \text{km}^{-1}$)	临界融冰电流 /A	最大融冰电流 /A	融冰线路长度范围 /km	融冰最小容量 /MVA
LGJ-25	1.26 + j0.399	102.0	118.9	38.57 ~ 44.96	1.51 ~ 2.40
LGJ-35	0.9 + j0.389	125.3	355.9	17.37 ~ 49.36	0.76 ~ 17.50
LGJ-50	0.63 + j0.379	165.5	491.7	16.67 ~ 49.82	0.96 ~ 25.30
LGJ-70	0.45 + j0.368	202.8	613.8	16.99 ~ 51.42	1.15 ~ 32.17
LGJ-95	0.332 + j0.356	238.7	724.4	17.19 ~ 52.17	1.36 ~ 38.07

表2 变压器串联方法配电网线路交流融冰快速可行性分析参考^[1]

导线型号	线路参数 /($\Omega \cdot \text{km}^{-1}$)	临界融冰电流 /A	最大融冰电流 /A	融冰线路长度范围 /km	融冰最小容量 /MVA
LGJ-25	1.26 + j0.399	102.0	118.9	10.5 ~ 12.24	0.42 ~ 0.67
LGJ-35	0.9 + j0.389	125.3	355.9	4.73 ~ 13.44	0.21 ~ 4.89
LGJ-50	0.63 + j0.379	165.5	491.7	4.56 ~ 13.57	0.27 ~ 7.08
LGJ-70	0.45 + j0.368	202.8	613.8	4.62 ~ 14.00	0.32 ~ 9.00
LGJ-95	0.332 + j0.356	238.7	724.4	4.68 ~ 14.21	0.38 ~ 10.65

2.2 变压器串联的交流融冰方法

当采用站内10 kV开关间隔作为融冰电源,若采用上述2.1节所述方法,在线路合适位置短接后,如融冰电流超过了线路最大融冰电流,则可尝试变压器串联的融冰方法。

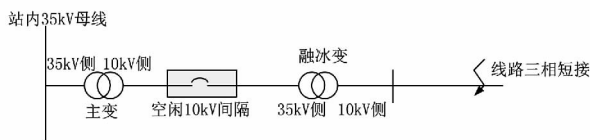


图2 变压器串联交流融冰原理图

变压器串联方法的主要思想是降低融冰电源电压,从而降低融冰电流。即准备1台35 kV备用变压器(后文称为融冰变压器)并运输至站内,融冰变压器的35 kV侧接入10 kV电源,二次侧则降压输出2.86 kV融冰电压,此时融冰电流将减小。如图2所示。

设融冰电压为 U ,线路阻抗为 $R + jX$,线路长度为 L ,融冰变压器二次侧短路阻抗为 $R_{短}$ 。由于交流融冰电流值是固定值,因此在融冰前,需对待融冰线路进行交流融冰可行性分析计算,即要求满足^[1]

$$I_{min} \leq \frac{U \times 10^3}{\sqrt{3} \times [(R + jX) \times L + R_{短}]} \leq I_{max} \quad (2)$$

确保融冰电流处于最小融冰电流与最大融冰电流值之间,待融冰的覆冰段需在可融冰范围内,方可进行交流融冰。

表2为环境温度 -5°C 、导线覆冰层温度 0°C 、

环境风速 5 m/s 、线路覆冰厚度 10 mm 条件下,采用变压器串联的交流融冰方法适用导线参数和可融冰线路长度范围。

1.3 电容串联补偿的交流融冰方法

上述两种配电网线路交流融冰方法的融冰电流均无法调节,只要不满足式(1)、式(2)的关系,则无法使用交流融冰,使得交流融冰方法存在较大的局限性。因此,只要融冰电流大小可调,则交流融冰将适用于更多的配电网线路。可以利用电容串联补偿的方法实现阻抗匹配控制电流,如图3所示。交流融冰电源始终是10 kV。当线路距离过长时,利用电容的容抗抵消输电线路的感抗;当线路距离较短时,采用“过补偿”使输电线路呈容性。最终使输电线路总的阻抗保持在一定范围内,进而使融冰电流在导线的融冰电流范围内,达到将输电线路覆冰融化的目的。

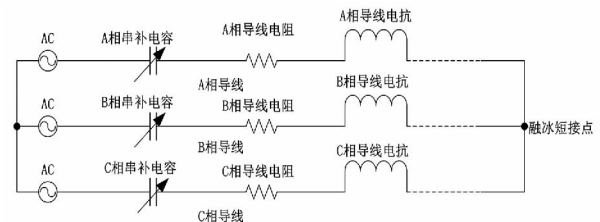


图3 电容串联补偿的交流融冰

根据仿真计算,补偿电容值在 $100 \sim 300\ \mu\text{F}$ 之间可满足四川电网配电网线路交流融冰补偿需求。

(下转第73页)

的整体误差减小,当在各相接入 $0.1\ \Omega$ 的阻抗时,整体误差最小约为 0.5% ,当各相接入 $0.3\ \Omega$ 的阻抗时,整体误差最小约为 0.4% 。可见通过优化,使该三相四线电能计量装置的整体计量准确性最大提高了约 0.2% 。

从以上分析可知,通过改变电流互感器二次负荷可以实现对电能计量装置的整体计量性能优化。试验中仅以改变电流互感器二次负荷阻抗为例来实现对电能计量装置整体计量性能的优化,若同时改变电流互感器和电压互感器的二次负荷,对电能计量装置整体计量性能的优化效果将更好。因此,通过改变互感器二次阻抗的方式,可以实现配电网电能计量装置整体误差的优化,从而提高了电能计量的准确性。

4 结 语

提出了一种基于互感器误差特性的配电网电能计量装置整体误差优化的方法,即通过改变互感器二次负荷的方式实现整体误差优化,并应用所提出的优化方法开展对电能计量装置整体误差的优化试验,实现了电能计量装置整体误差的优化,证实了优化方法的可行性,为改善电能计量装置的整体计量性能提供了初步探索。

(上接第60页)

2 结 论

四川电网穿越高海拔地区的配电网线路分布广,冬季抗冰融冰工作需求较为迫切。通过阐述了3种常见的配电网交流融冰方法,明确了各种方法适用范围,得出了以下结论:

1) 现有交流融冰方法由于融冰电流无法调节,因而存在较大适用局限性。变压器串联交流融冰方法作为其有效补充,提高了现有交流融冰方法的适用性。

2) 电容串联补偿的交流融冰方法通过电容补偿使线路阻抗与融冰电压相匹配,满足待融冰线路融冰电流、融冰功率的要求。该方法可在配电网交

参考文献

- [1] SD 109-1983 电能计量装置校验规定[S].
- [2] 郑志受,王立新,瞿清昌. 高压电能计量器具的室内校准与检定[J]. 计量技术, 2013, 57(7): 40-43.
- [3] 郭琳云,尹项根,卜正良,等. 10 kV 配电网的电能整体计量技术研究[J]. 水电能源科学, 2009, 27(5): 212-215.
- [4] 郭琳云,徐芝贵,张乐平,等. 高压电能计量装置整体误差校验台[J]. 电测与仪表, 2010, 47(1): 18-21.
- [5] 岳长喜,候兴哲,章述汉,等. 10 kV 高压电能计量装置整体校验台的校准[J]. 电测与仪表, 2010, 47(7A): 132-136.
- [6] 宋伟,李顺昕,王思彤,等. 高压计量整体误差现场校验技术研究与应用[J]. 水电能源科学, 2012, 30(8): 168-172.
- [7] 李前,章述汉,陆以彪,等. 数字电能计量系统现场检定技术研究[J]. 电测与仪表, 2010, 47(10): 25-28.
- [8] 林国营,周尚礼,孙卫明,等. 数字化变电站电能计量装置检验技术[J]. 电力系统及其自动化学报, 2011, 23(3): 145-149.

作者简介:

杨 敏(1959),高级工程师,长期从事电能计量管理工作。

(收稿日期:2017-03-14)

流融冰工作中推广使用,具有一定的工程应用价值。

参考文献

- [1] 邓元实,宋静文,张燃,等. 变压器串联的配网线路交流融冰方法研究与应用[J]. 四川电力技术, 2016, 39(6): 29-31.
- [2] 雷洪才,陆家政,李波,等. 可调电容串联补偿式交流融冰装置在湖南电网的应用[J]. 湖南电力, 2009, 29(5): 28-29.
- [3] 朱远,周秀东,李波,等. 配网交流融冰仿真分析及工程应用研究[J]. 湖南电力, 2015, 35(6): 32-34.

作者简介:

曹 军(1958),高级技师,从事电网一次设备评价与管理。

(收稿日期:2017-03-02)