



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109449853 A

(43)申请公布日 2019.03.08

(21)申请号 201810249477.1

H02J 13/00(2006.01)

(22)申请日 2018.03.23

(71)申请人 国网浙江省电力公司丽水供电公司

地址 323000 浙江省丽水市莲都区中东路699号

申请人 国家电网公司

(72)发明人 赵建文 傅颖 杨成钢 王笑棠

金华芳 屈天天 刘杨 赵汉鹰

林峰 罗旻 韩磊 赵阳 陈扬哲

苏恺 宋艳

(74)专利代理机构 杭州杭诚专利事务有限公司

司 33109

代理人 尉伟敏 占宇

(51)Int.Cl.

H02G 7/16(2006.01)

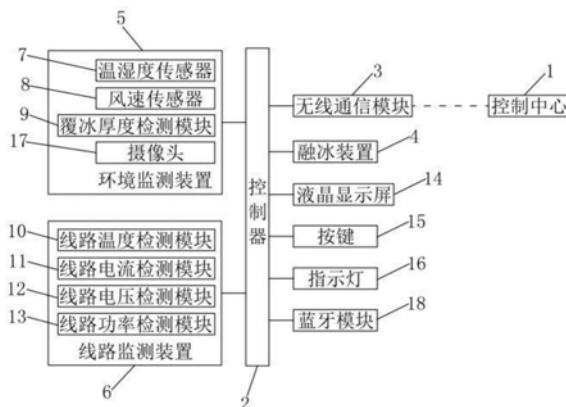
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种配电线路融冰系统及融冰装置选点方法

(57)摘要

本发明公开了一种配电线路融冰系统及融冰装置选点方法。该系统包括控制中心和安装在馈线线路上的融冰终端，融冰终端包括控制器、无线通信模块、融冰装置、环境监测装置和线路监测装置，环境监测装置包括温湿度传感器、风速传感器和覆冰厚度检测模块，线路监测装置包括线路温度检测模块、线路电流检测模块、线路电压检测模块和线路功率检测模块，控制器分别与无线通信模块、融冰装置、温湿度传感器、风速传感器、覆冰厚度检测模块、线路温度检测模块、线路电流检测模块、线路电压检测模块和线路功率检测模块电连接，无线通信模块能够与控制中心无线通信。本发明可以自动实现配电线路融冰，避免覆冰风险，保证系统安全可靠运行。



1. 一种配电线路融冰系统,其特征在于,包括控制中心(1)和安装在馈线线路上的融冰终端,所述融冰终端包括控制器(2)、无线通信模块(3)、融冰装置(4)、环境监测装置(5)和线路监测装置(6),所述环境监测装置(5)包括温湿度传感器(7)、风速传感器(8)和覆冰厚度检测模块(9),所述线路监测装置(6)包括线路温度检测模块(10)、线路电流检测模块(11)、线路电压检测模块(12)和线路功率检测模块(13),所述控制器(2)分别与无线通信模块(3)、融冰装置(4)、温湿度传感器(7)、风速传感器(8)、覆冰厚度检测模块(9)、线路温度检测模块(10)、线路电流检测模块(11)、线路电压检测模块(12)和线路功率检测模块电连接(13),无线通信模块(3)能够与控制中心(1)无线通信。

2. 根据权利要求1所述的一种配电线路融冰系统,其特征在于,所述融冰终端还包括液晶显示器(14)和按键(15),所述控制器(2)分别与液晶显示器(14)和按键(15)电连接。

3. 根据权利要求1所述的一种配电线路融冰系统,其特征在于,所述融冰终端还包括若干个指示灯(16),所述控制器(2)与指示灯(16)电连接。

4. 根据权利要求1或2或3所述的一种配电线路融冰系统,其特征在于,所述环境监测装置(5)还包括摄像头(17),所述摄像头(17)与控制器(2)电连接。

5. 根据权利要求1或2或3所述的一种配电线路融冰系统,其特征在于,所述融冰终端还包括蓝牙模块(18),所述蓝牙模块(18)与控制器(2)电连接。

6. 根据权利要求1或2或3所述的一种配电线路融冰系统,其特征在于,控制器通过环境监测装置、线路监测装置采集数据,计算出融冰电流-时间关系曲线,控制融冰装置输出相应的电流融冰,融冰电流-时间关系曲线的特征表达式为:

$$I_r^2 R_0 T_r = \frac{\Delta t}{R_{T0} + R_T} T_r + 10 g_0 db + \frac{0.045 g_0 D^2}{R_{T0} + R_T} \left( R_T + 0.22 \frac{R_{T0}}{L_n \frac{D}{d}} \right) \Delta t,$$

其中,  $R_{T0} = \frac{L_n \frac{D}{d}}{273\lambda}$ ,  $I_r$ 为融冰电流,  $R_0$ 为0℃时的导线电阻,  $T_r$ 为融冰时间,  $\Delta t$ 为导体温度

与外界气温之差,  $g_0$ 为冰的比重,  $b$ 为冰层厚度,  $D$ 为导体覆冰后的外径,  $R_{T0}$ 为等效冰层传导热阻,  $d$ 为导线直径,  $L_n$ 为导线长度,  $\lambda$ 为导热系数,  $R_T$ 为对流及辐射等效热阻。

7. 一种配电线路融冰系统的融冰装置选点方法,用于权利要求1所述的一种配电线路融冰系统,其特征在于,包括以下步骤:

S1: 进行潮流计算,根据潮流计算结果分析不同地点的线路的电压和电流;

S2: 采集各地的实际环境数据、无功功率因素和有功功率因素,找出满足融冰装置投放条件的地点;

所述融冰装置投放条件为:线路的首末段电压都不超过10.7V且融冰装置与主馈线首端的距离小于设定值 $L_n$ 且线路电流满足环境温度下线路所属导线类型的融冰电流值、保线电流值;

S3: 选择好融冰装置投放地点后,仿真出模拟场景下的情况,验证此选点是否合适。

8. 根据权利要求7所述的一种配电线路融冰系统的融冰装置选点方法,其特征在于,根据融冰电流-时间关系曲线特征表达式计算出 $L_n$ ,融冰电流-时间关系曲线特征表达式如

下：

$$I_r^2 R_0 T_r = \frac{\Delta t}{R_{T0} + R_T} T_r + 10 g_0 d b + \frac{0.045 g_0 D^2}{R_{T0} + R_T} \left( R_T + 0.22 \frac{R_{T0}}{L_n \frac{D}{d}} \right) \Delta t ,$$

其中， $R_{T0} = \frac{L_n \frac{D}{d}}{273\lambda}$ ， $I_r$ 为融冰电流， $R_0$ 为0℃时的导线电阻， $T_r$ 为融冰时间， $\Delta t$ 为导体温度与外界气温之差， $g_0$ 为冰的比重， $b$ 为冰层厚度， $D$ 为导体覆冰后的外径， $R_{T0}$ 为等效冰层传导热阻， $d$ 为导线直径， $L_n$ 为导线长度， $\lambda$ 为导热系数， $R_T$ 为对流及辐射等效热阻。

## 一种配电线路融冰系统及融冰装置选点方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电力系统技术领域,尤其涉及一种配电线路融冰系统及融冰装置选点方法。

### 背景技术

[0002] 丽水市地处山区,在08年冰灾时,受损严重。2008年1月13日起,一场罕见的冰灾害突袭中国南方。据统计,冰灾致使丽水市区莲都区电网1座35千伏变电所全所失电、35千伏线路杆塔(断)倒17基、10千伏线路杆塔(断)倒283基、低压线路杆(断)倒256基、供电线路断线累计200多公里。一时间,莲都区205个自然村、23027户、共7万8千多人受断电之苦,而丽水市缙云县部分配网线路位于海拔更高的山区,受灾更为严重。

[0003] 现有的防冰、除冰方法虽然多种多样,但普遍能耗大、安全性低,到目前为止,尚无一成熟、有效而经济的方法应用于工程实践。

### 发明内容

[0004] 本发明为了解决上述问题,提供了一种配电线路融冰系统及融冰装置选点方法,其可以自动实现配电线路融冰,避免覆冰风险,保证系统安全可靠运行。

[0005] 为了解决上述问题,本发明采用以下技术方案予以实现:

[0006] 本发明的一种配电线路融冰系统,包括控制中心和安装在馈线线路上的融冰终端,所述融冰终端包括控制器、无线通信模块、融冰装置、环境监测装置和线路监测装置,所述环境监测装置包括温湿度传感器、风速传感器和覆冰厚度检测模块,所述线路监测装置包括线路温度检测模块、线路电流检测模块、线路电压检测模块和线路功率检测模块,所述控制器分别与无线通信模块、融冰装置、温湿度传感器、风速传感器、覆冰厚度检测模块、线路温度检测模块、线路电流检测模块、线路电压检测模块和线路功率检测模块电连接,无线通信模块能够与控制中心无线通信。

[0007] 在本技术方案中,融冰终端通过无线通信模块与控制中心无线通信,将环境监测装置和线路监测装置采集到的数据上传到控制中心。

[0008] 覆冰厚度检测模块检测线路覆冰厚度,温湿度传感器检测环境温湿度、风速传感器检测环境风速,线路温度检测模块检测线路温度,线路电流检测模块检测线路电流,线路电压检测模块检测线路电压,线路功率检测模块检测有功功率、无功功率、功率因数。

[0009] 控制器通过环境监测装置、线路监测装置采集数据。当线路覆冰厚度超过设定值时,控制器根据检测数据计算出融冰电流,控制融冰装置输出相应的电流融冰。

[0010] 作为优选,所述融冰终端还包括液晶显示器和按键,所述控制器分别与液晶显示器和按键电连接。液晶显示器和按键作为人机交互界面。

[0011] 作为优选,所述融冰终端还包括若干个指示灯,所述控制器与指示灯电连接。

[0012] 作为优选,所述环境监测装置还包括摄像头,所述摄像头与控制器电连接。摄像头采集周围环境图像数据及线路覆冰图像数据。

[0013] 作为优选,所述融冰终端还包括蓝牙模块,所述蓝牙模块与控制器电连接。工作人员可通过智能手机与融冰终端通信控制其工作,无需通过按键操作。

[0014] 作为优选,控制器通过环境监测装置、线路监测装置采集数据,计算出融冰电流-时间关系曲线,控制融冰装置输出相应的电流融冰,融冰电流-时间关系曲线的特征表达式为:

$$[0015] \quad I_r^2 R_0 T_r = \frac{\Delta t}{R_{T0} + R_T} T_r + 10 g_0 d b + \frac{0.045 g_0 D^2}{R_{T0} + R_T} \left( R_T + 0.22 \frac{R_{T0}}{L_n \frac{D}{d}} \right) \Delta t,$$

[0016] 其中,  $R_{T0} = \frac{L_n D}{273 \lambda}$ ,  $I_r$ 为融冰电流,  $R_0$ 为0℃时的导线电阻,  $T_r$ 为融冰时间,  $\Delta t$ 为导体温度与外界气温之差,  $g_0$ 为冰的比重,  $b$ 为冰层厚度,  $D$ 为导体覆冰后的外径,  $R_{T0}$ 为等效冰层传导热阻,  $d$ 为导线直径,  $L_n$ 为导线长度,  $\lambda$ 为导热系数,  $R_T$ 为对流及辐射等效热阻。

[0017] 本发明的一种配电线路融冰系统的融冰装置选点方法,用于上述的一种配电线路融冰系统,包括以下步骤:

[0018] S1:进行潮流计算,根据潮流计算结果分析不同地点的线路的电压和电流;

[0019] S2:采集各地的实际环境数据、无功功率因素和有功功率因素,找出满足融冰装置投放条件的地点;

[0020] 所述融冰装置投放条件为:线路的首末段电压都不超过10.7V且融冰装置与主馈线首端的距离小于设定值 $L_n$ 且线路电流满足环境温度下线路所属导线类型的融冰电流值、保线电流值;

[0021] S3:选择好融冰装置投放地点后,仿真出模拟场景下的情况,验证此选点是否合适。

[0022] 作为优选,根据融冰电流-时间关系曲线特征表达式计算出 $L_n$ ,融冰电流-时间关系曲线特征表达式如下:

$$[0023] \quad I_r^2 R_0 T_r = \frac{\Delta t}{R_{T0} + R_T} T_r + 10 g_0 d b + \frac{0.045 g_0 D^2}{R_{T0} + R_T} \left( R_T + 0.22 \frac{R_{T0}}{L_n \frac{D}{d}} \right) \Delta t,$$

[0024] 其中,  $R_{T0} = \frac{L_n D}{273 \lambda}$ ,  $I_r$ 为融冰电流,  $R_0$ 为0℃时的导线电阻,  $T_r$ 为融冰时间,  $\Delta t$ 为导体温度与外界气温之差,  $g_0$ 为冰的比重,  $b$ 为冰层厚度,  $D$ 为导体覆冰后的外径,  $R_{T0}$ 为等效冰层传导热阻,  $d$ 为导线直径,  $L_n$ 为导线长度,  $\lambda$ 为导热系数,  $R_T$ 为对流及辐射等效热阻。

[0025] 本发明的有益效果是:(1)可以自动实现配电线路融冰,避免覆冰风险,保证系统安全可靠运行。(2)融冰装置被安装在最优位置。

附图说明

[0026] 图1是本发明的一种电路原理连接框图。

[0027] 图中:1、控制中心,2、控制器,3、无线通信模块,4、融冰装置,5、环境监测装置,6、线路监测装置,7、温湿度传感器,8、风速传感器,9、覆冰厚度检测模块,10、线路温度检测模块,11、线路电流检测模块,12、线路电压检测模块,13、线路功率检测模块,14、液晶显示屏,15、按键,16、指示灯,17、摄像头,18、蓝牙模块。

### 具体实施方式

[0028] 下面通过实施例,并结合附图,对本发明的技术方案作进一步具体的说明。

[0029] 实施例:本实施例的一种配电线路融冰系统,包括控制中心1和安装在馈线线路上的融冰终端,融冰终端包括控制器2、无线通信模块3、融冰装置4、环境监测装置5和线路监测装置6,环境监测装置5包括温湿度传感器7、风速传感器8和覆冰厚度检测模块9,线路监测装置6包括线路温度检测模块10、线路电流检测模块11、线路电压检测模块12和线路功率检测模块13,控制器2分别与无线通信模块3、融冰装置4、温湿度传感器7、风速传感器8、覆冰厚度检测模块9、线路温度检测模块10、线路电流检测模块11、线路电压检测模块12和线路功率检测模块13电连接,无线通信模块3能够与控制中心1无线通信。

[0030] 融冰终端通过无线通信模块与控制中心无线通信,将环境监测装置和线路监测装置采集到的数据上传到控制中心。

[0031] 覆冰厚度检测模块检测线路覆冰厚度,温湿度传感器检测环境温湿度、风速传感器检测环境风速,线路温度检测模块检测线路温度,线路电流检测模块检测线路电流,线路电压检测模块检测线路电压,线路功率检测模块检测有功功率、无功功率、功率因数。

[0032] 控制器通过环境监测装置、线路监测装置采集数据。当线路覆冰厚度超过设定值时,控制器根据检测数据计算出融冰电流,控制融冰装置输出相应的电流融冰。

[0033] 融冰终端还包括液晶显示器14和按键15,控制器2分别与液晶显示器14和按键15电连接。液晶显示器和按键作为人机交互界面。

[0034] 融冰终端还包括若干个指示灯16,控制器2与指示灯16电连接。

[0035] 环境监测装置5还包括摄像头17,摄像头17与控制器2电连接。摄像头采集周围环境图像数据及线路覆冰图像数据。

[0036] 融冰终端还包括蓝牙模块18,蓝牙模块18与控制器2电连接。工作人员可通过智能手机与融冰终端通信控制其工作,无需通过按键操作。

[0037] 控制器通过环境监测装置、线路监测装置采集数据,计算出融冰电流-时间关系曲线,控制融冰装置输出相应的电流融冰,融冰电流-时间关系曲线的特征表达式为:

$$[0038] \quad I_r^2 R_0 T_r = \frac{\Delta t}{R_{T0} + R_T} T_r + 10 g_0 db + \frac{0.045 g_0 D^2}{R_{T0} + R_T} \left( R_T + 0.22 \frac{R_{T0}}{L_n \frac{D}{d}} \right) \Delta t,$$

[0039] 其中,

$$[0040] \quad R_{T0} = \frac{L_n \frac{D}{d}}{273\lambda};$$

[0041]  $I_r$ ——融冰电流；

[0042]  $R_0$ ——0℃时的导线电阻；

[0043]  $T_r$ ——融冰时间；

[0044]  $\Delta t$ ——导体温度与外界气温之差；

[0045]  $g_0$ ——冰的比重(一般按雨淞取0.9)；

[0046]  $b$ ——冰层厚度；

[0047]  $D$ ——导体覆冰后的外径；

[0048]  $R_{T0}$ ——等效冰层传导热阻；

[0049]  $d$ ——导线直径；

[0050]  $L_n$ ——导线长度；

[0051]  $\lambda$ ——导热系数,对雨淞 $\lambda=2.27 \times 10^{-2}$ ,对雾淞 $\lambda=0.12 \times 10^{-2}$ ；

[0052]  $R_T$ ——对流及辐射等效热阻,对雾淞  $R_T = \frac{1}{0.04D + 0.84(VD)^{3/4}}$ ,对雨淞

$R_T = \frac{1}{0.09D + 0.22 + 0.73(VD)^{2/3}}$ ,其中V为风速；

[0053] 根据上述公式,在外界气象条件(风速、气温)以及覆冰厚度已知的情况下,可以得到融冰电流大小与融冰所需时间的关系曲线,在进行融冰操作时,可以利用本公式,通过起始融冰电流推算基本融冰时间。

[0054] 本实施例的一种配电线路融冰系统的融冰装置选点方法,用于上述的一种配电线路融冰系统,包括以下步骤:

[0055] S1:进行潮流计算,根据潮流计算结果分析不同地点的线路的电压和电流；

[0056] S2:采集各地的实际环境数据、无功功率因素和有功功率因素,找出满足融冰装置投放条件的地点；

[0057] 所述融冰装置投放条件为:线路的首末段电压都不超过10.7V且融冰装置与主馈线首端的距离小于设定值 $L_n$ 且线路电流满足环境温度下线路所属导线类型的融冰电流值、保线电流值；

[0058] S3:选择好融冰装置投放地点后,仿真出模拟场景下的情况,验证此选点是否合适。

[0059] 根据融冰电流-时间关系曲线特征表达式计算出 $L_n$ ,融冰电流-时间关系曲线特征表达式如下:

$$[0060] \quad I_r^2 R_0 T_r = \frac{\Delta t}{R_{T0} + R_T} T_r + 10 g_0 d b + \frac{0.045 g_0 D^2}{R_{T0} + R_T} \left( R_T + 0.22 \frac{R_{T0}}{L_n \frac{D}{d}} \right) \Delta t,$$

[0061] 其中,

$$[0062] \quad R_{T0} = \frac{L_n \frac{D}{d}}{273 \lambda};$$

- [0063]  $I_r$ ——融冰电流；
- [0064]  $R_0$ ——0℃时的导线电阻；
- [0065]  $T_x$ ——融冰时间；
- [0066]  $\Delta t$ ——导体温度与外界气温之差；
- [0067]  $g_0$ ——冰的比重(一般按雨淞取0.9)；
- [0068]  $b$ ——冰层厚度；
- [0069]  $D$ ——导体覆冰后的外径；
- [0070]  $R_{T0}$ ——等效冰层传导热阻；
- [0071]  $d$ ——导线直径；
- [0072]  $L_n$ ——导线长度；
- [0073]  $\lambda$ ——导热系数,对雨淞 $\lambda=2.27 \times 10^{-2}$ ,对雾淞 $\lambda=0.12 \times 10^{-2}$ ；
- [0074]  $R_T$ ——对流及辐射等效热阻,对雾淞  $R_T = \frac{1}{0.04D + 0.84(VD)^{3/4}}$ ,对雨淞

$$R_T = \frac{1}{0.09D + 0.22 + 0.73(VD)^{2/3}}$$

其中V为风速；

- [0075]  $L_n$ 为导线长度对达到融冰电流有一定的要求,故在选择融冰装置安装地点时,需要考虑到融冰装置与主馈线的首端距离。



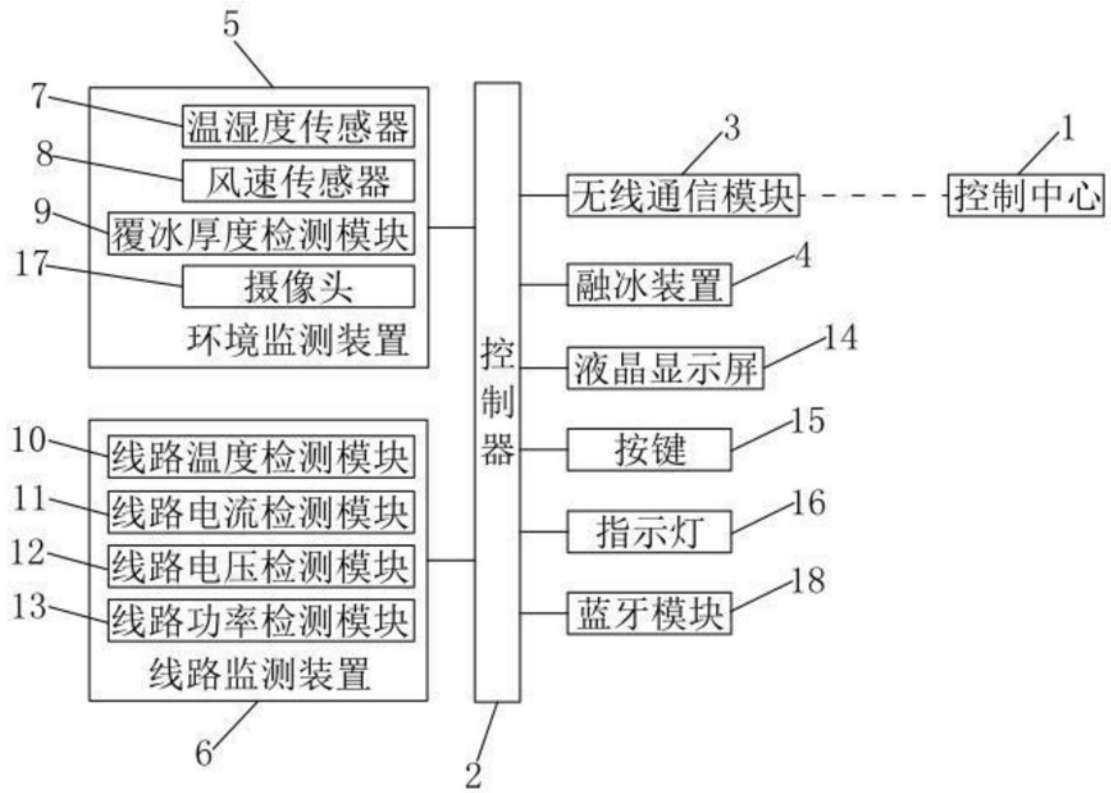


图1