



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113488901 A

(43) 申请公布日 2021. 10. 08

(21) 申请号 202111038527.X

(22) 申请日 2021.09.06

(71) 申请人 南通莱隆电器成套设备有限公司  
地址 226265 江苏省南通市启东市惠萍镇  
鸿西村(启东市惠萍鸿西冷作设备厂  
内)

(72) 发明人 张神锋 张忠

(51) Int. Cl.  
H02B 3/00 (2006.01)  
G06Q 10/06 (2012.01)  
G06Q 50/06 (2012.01)

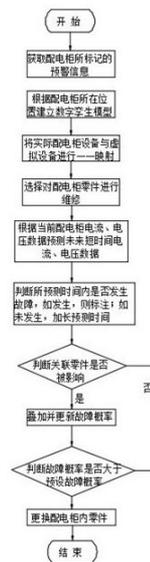
权利要求书3页 说明书9页 附图2页

(54) 发明名称

一种智能配电柜的安全监控系统及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种智能配电柜的安全监控系统及方法,本发明涉及配电柜控制技术领域,该系统包括仿真模型建立模块、预测定位模块、故障概率分析模块和数据存储模块;所述仿真模型建立模块,获取配电柜内各零件的三维坐标数据,并根据配电柜内三维坐标数据建立仿真模型,能够在虚拟配电柜上进行仿真实验;所述预测定位控制模块,获取配电柜内发生预警信号的位置,将预警信号的位置映射在虚拟配电柜模型中,并预测在未来时间段内零件的预警次数,对预警次数高于预设次数的零件进行维修;所述故障概率分析模块,获取零件和相邻零件的状态,分析出零件发生故障的总概率,根据零件发生的总概率对发生预警的零件选择维修或者更换。



CN 113488901 A

1. 一种智能配电柜的安全监控系统,其特征在于:该系统包括仿真模型建立模块、预测定位模块、故障概率分析模块和数据存储模块;

所述仿真模型建立模块,获取配电柜内各零件的三维坐标数据,并根据配电柜内三维坐标数据建立仿真模型;

所述预测定位控制模块,获取配电柜内发生预警信号的位置,将预警信号的位置映射在虚拟配电柜模型中,并预测在未来时间段内零件的预警次数,对预警次数高于预设次数的零件进行维修;

所述故障概率分析模块,获取零件和相邻零件的状态,分析出零件发生故障的总概率,根据零件发生的总概率对发生预警的零件选择维修或者更换;

所述数据存储模块,通过传感器获取配电柜内各零件的数据,并将所获取的数据进行保存;

所述数据存储模块与仿真模型建立模块、预测定位控制模块和故障概率分析模块相连接。

2. 根据权利要求1所述的一种智能配电柜的安全监控系统,其特征在于:所述仿真模型建立模块包括三维坐标获取单元、零件变化位置单元和数据动态显示单元;

所述三维坐标获取单元,获取零件位置的三维坐标信息,并保存至数据存储模块中;

所述零件变化位置单元,根据零件在不同时间段内位置变化的信息,进而分析出零件的状态;

所述数据动态显示单元,若检测到零件为动态变化,将零件动态变化显示在虚拟配电柜上。

3. 根据权利要求1所述的一种智能配电柜的安全监控系统,其特征在于:所述预测定位控制模块包括预警信息定位标记单元、电流参数分析单元、预警次数预测单元、故障标记单元和控制反馈单元;

所述预警信息定位标记单元,获取零件发生预警信号的位置,并对零件位置在虚拟配电柜中标记并显示;

所述电流参数分析单元,通过配电柜内所安装电流表,检测流过预警位置的零件电流信号,若检测到流过零件电流大于安全电流,则对配电柜内零件发生预警次数进行预测;

所述预警次数预测单元,通过预测模型对虚拟配电柜中未来时间段内零件的预警次数进行预测,分析出零件发生故障的概率;

所述故障标记单元,获取零件在未来时间段内的预警次数,若检测到发生预警次数大于预设标准预警次数,对零件进行故障标记;

所述控制反馈单元,将零件故障信息反馈至配电柜中,将信号通过配电柜映射在虚拟配电柜上,分析虚拟配电柜仿真零件的状态。

4. 根据权利要求1所述的一种智能配电柜的安全监控系统,其特征在于:所述故障概率分析模块包括相邻零件状态检测单元、故障概率叠加单元和预测时间调整单元;

所述相邻状态检测单元,获取在零件标准距离范围内的相邻零件,分析出流过相邻零件的电流值,分析电流值是否大于安全电流;若检测到流过相邻零件的电流值大于安全电流,则跳转到故障概率更新单元;

所述故障概率叠加单元,分析相邻零件的故障概率并与零件本身的故障概率相叠加,

得到总故障概率；

所述预测时间调整单元，获取虚拟配电柜中仿真状态下，零件发生故障时间和零件维修时间，得到零件发生故障的概率；若在虚拟配电柜中未检测到零件发生故障的信号，延长预测时间，直至检测到零件故障的信号。

5. 根据权利要求1所述的一种智能配电柜的安全监控系统，其特征在于：所述数据存储模块用于存储配电柜的三维坐标数据、电流表所显示电流数据、配电柜发生故障概率数据和预警次数预测数据。

6. 一种智能配电柜的安全监控方法，其特征在于：该方法包括如下步骤：

A01：获取配电柜预警数据，记录并保存；

A02：采集配电柜内各零件的三维坐标并建立三维坐标模型，构建仿真模型，得到虚拟配电柜；

A03：获取配电柜各零件静态和动态时的三维坐标并与虚拟配电柜模型双向映射；从而了解配电柜各零件的状态；

A04：定位配电柜内零件预警位置，检测并判断经过该零件的电流是否大于安全电流；若检测到流过该零件的电流大于安全电流，对零件进行标记并维修；

A05：获取流过所标记零件的电流数据，根据电流数据预测未来时间段内零件的预警次数；若检测到预测未来时间段的预警次数大于预设标准次数时，分析零件是否发生故障；若检测到零件发生故障，记录该故障概率并跳转到步骤A06；若未检测到零件发生故障，延长预测时间段并更新故障率；

A06：检测相邻零件的电流是否大于安全电流，若检测到相邻零件电流大于安全电流，叠加步骤A05内的电流并更新故障概率，并跳转到步骤A07；若检测到关联零件电流小于安全电流，保存故障概率，并跳转到步骤A07；

A07：分析故障概率是否大于预设标准故障概率，若检测到故障概率大于预设标准概率，则更换配电柜内零件。

7. 根据权利要求6所述的一种智能配电柜的安全监控方法，其特征在于：在所述步骤A05中，获取 $T = \{t_1, t_2 \dots t_n\}$ 时间点内流过零件的电流数据集为 $I = \{i_1, i_2, \dots, i_n\}$ ，检测到 $i_k > i$ 时，表示所检测零件内的电流大于标准电流，需要检测预警次数；检测到在时间点 $T = \{t_1, t_2 \dots t_n\}$ 内产生预警次数平均集为 $W = \{w_1, w_2, w_3 \dots w_n\}$ ；

根据公式：

设定直线方程为 $W = kt + b$ ； $k$ 为斜率， $b$ 为截距；

$$\text{分别对 } k、b \text{ 求导并计算，具体公式为：} \begin{cases} \frac{df}{dk} = \sum_{o=1}^n [w_o - kt_o - b]t_i = 0 \\ \frac{df}{db} = \sum_{o=1}^n [w_o - kt_o - b] = 0 \end{cases}$$

通过代入时间 $t$ ，分析出在未来时间段 $T_i - T_j$ 内所发生预警次数 $W_i - W_j$ ，当检测到预警次数 $W_i - W_j > WB$ 时，需要核对零件发生故障的概率；

其中， $n$ 是指数据项， $t_n$ 是指第 $n$ 天， $t_i$ 是指第 $i$ 天， $i_n$ 是指第 $n$ 天流过零件的电流， $i_k$ 是指第 $k$ 天流过零件的电流， $i$ 是指安全电流， $w_n$ 是指第 $n$ 天的预警次数， $w_i$ 是指第 $i$ 天的预警次数， $o$ 是指次数， $WB$ 是指预设标准预警次数。

8. 根据权利要求6所述的一种智能配电柜的安全监控方法,其特征在于:在所述步骤A05-A06中,获取配电柜内零件发生预警的位置数据和信号,检测到零件发生预警次数大于预设标准预警次数,获取零件发生故障的概率为 $P_1$ ;获取与该零件相邻位置零件的状态,若检测到 $I_{相邻} > i$ 且接收到预警信号时,表示相邻零件受到影响,则确定相邻零件的故障概率为 $P_2$ ,其中相邻所满足条件为 $U_{I_{相邻}} - U \leq Ui$ ,其中 $U_{I_{相邻}}$ 是指相邻零件的三维坐标, $U$ 是指零件的三维坐标, $Ui$ 是指预设标准距离, $I_{相邻}$ 是指流过相邻零件的电流;

根据公式:

$$P_{总} = P_1 + P_2;$$

$$P_2 = (0,1) \quad V_2 = 1;$$

在预警信号 $V_2=1$ 时,设定相邻零件位置A和B,若相邻零件位置A与零件位置的距离差小于相邻零件位置B与零件位置的距离差,则相邻零件位置A的 $P_2$ 取值接近于1,相邻零件位置B的 $P_2$ 取值处于(0,1)之间,且相邻零件位置B的故障概率小于相邻位置A的故障概率;

检测到零件本次发生故障的时间为 $t_b$ ,获取此零件本次进行维修的时间为 $t_o$ ,若未在仿真模型中检测到本次发生故障的时间段,则延长仿真预测时间段,直至仿真获取得到零件发生故障的信号,并记录发生故障的时间段;

$$P_1 = \frac{|t_b - t_o|}{365} * 100\% ;$$

其中, $P_1$ 是指零件发生故障的概率,是指相邻零件发生故障的概率,是指相邻零件的预警信号;

若检测到发生故障的概率 $P_{总}$ 大于预设标准概率时,不再对零件进行维修,选择更换配电柜内零件。

9. 根据权利要求6所述的一种智能配电柜的安全监控方法,其特征在于:在所述步骤A02-A03中,获取在时间点 $T=\{t_1, t_2, \dots, t_n\}$ 内零件若干顶点的三维坐标集合为 $Z=\{z_1, z_2, z_3 \dots z_m\}$ ;

根据公式:

在时间段 $\{t_1 - t_v\}$ 中,获取得到在 $t_1$ 时间点零件的坐标为 $\{z_{11}, z_{21}, z_{31} \dots z_{m1}\}$ ,获取得到在 $t_v$ 时间点零件的坐标为 $\{z_{1v}, z_{2v}, z_{3v}, z_{4v}\}$ ,零件顶点之间的坐标距离为

$$H_1 = \sqrt{(z_{11} - z_{1v})^2 + (z_{21} - z_{2v})^2 + (z_{31} - z_{3v})^2 + \dots + (z_{m1} - z_{mv})^2} ;$$

在时间段 $\{t_v - t_g\}$ ,获取得到在 $t_v$ 时间点零件的坐标为 $\{z_{1v}, z_{2v}, z_{3v}, z_{4v}\}$ ,获取得到在 $t_g$ 时间点零件的坐标为 $\{z_{1g}, z_{2g}, z_{3g} \dots z_{mg}\}$ ,零件顶点之间的坐标距离为

$$H_2 = \sqrt{(z_{1v} - z_{1g})^2 + (z_{2v} - z_{2g})^2 + (z_{3v} - z_{3g})^2 + \dots + (z_{mv} - z_{mg})^2} ;$$

若检测到 $H_1 - H_2 = 0$ ,则表示零件状态为静态;

若检测到 $|H_1 - H_2| > 0$ 时,则表示零件状态为动态,仿真模型在建立时需要加入零件的动态坐标。

## 一种智能配电柜的安全监控系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及配电柜控制技术领域,具体为一种智能配电柜的安全监控系统及方法。

### 背景技术

[0002] 配电柜是所有配电系统中的末级设备,但却是配电系统的核心,配电柜能够有效的对负荷提供保护、监视和控制,配电柜内包括有继电器、熔断器、指示灯、按钮开关和万能转换开关等;

虽然配电柜是配电系统中的末级设备,但是配电柜是最容易坏且需要经常维护的系统产品,维修人员在接收到配电柜内零件发生故障时,往往并不能够确定是将零件更换或者是维修,无法判断零件在维修过后零件能够维护的时间,因此往复对同一个零件进行维修较为繁琐,也不能使得维修人员直观的了解到配电柜各零件的工作状态;

现有技术中,设置了数字孪生模型对配电柜进行映射模拟,能够了解到配电柜的异常状态。虽然,能够通过数字孪生模型了解到配电柜的异常状态,并对此进行解决,但是并不能够预见到通过此方法来解决配电柜异常化所坚持的时间和效果,因此,需要对此进行改善。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种智能配电柜的安全监控系统及方法,以解决上述背景技术中提出的问题。

[0004] 为了解决上述技术问题,本发明提供如下技术方案:一种智能配电柜的安全监控系统及方法,该系统包括仿真模型建立模块、预测定位模块、故障概率分析模块和数据存储模块;

所述仿真模型建立模块,获取配电柜内各零件的三维坐标数据,并根据配电柜内三维坐标数据建立仿真模型,从而得到虚拟配电柜,能够在虚拟配电柜上进行仿真实验;

所述预测定位控制模块,获取配电柜内发生预警信号的位置,将预警信号的位置映射在虚拟配电柜模型中,并预测在未来时间段内零件的预警次数,对预警次数高于预设次数的零件进行维修,从而分析出零件是否发生故障;

所述故障概率分析模块,获取零件和相邻零件的状态,分析出零件发生故障的总概率,根据零件发生的总概率对发生预警的零件选择维修或者更换;

所述数据存储模块,通过传感器获取配电柜内各零件的数据,并将所获取的数据进行保存,以便于及时从数据存储模块中进行调取;

所述数据存储模块与仿真模型建立模块、预测定位控制模块和故障概率分析模块相连接。

[0005] 进一步的,所述仿真模型建立模块包括三维坐标获取单元、零件变化位置单元和数据动态显示单元;

所述三维坐标获取单元,获取零件位置的三维坐标信息,并保存至数据存储模块中;

所述零件变化位置单元,根据零件在不同时间段内位置变化的信息,进而分析出零件的状态;

所述数据动态显示单元,若检测到零件为动态变化,将零件动态变化显示在虚拟配电柜上,以便于能够及时观察到零件状态的变化。

[0006] 进一步的,所述预测定位控制模块包括预警信息定位标记单元、电流参数分析单元、预警次数预测单元、故障标记单元和控制反馈单元;

所述预警信息定位标记单元,获取零件发生预警信号的位置,并对零件位置在虚拟配电柜中标记并显示;

所述电流参数分析单元,通过配电柜内所安装电流表,检测流过预警位置的零件电流信号,若检测到流过零件电流大于安全电流,则对配电柜内零件发生预警次数进行预测;

所述预警次数预测单元,通过预测模型对虚拟配电柜中未来时间段内零件的预警次数进行预测,分析出零件发生故障的概率;

所述故障标记单元,获取零件在未来时间段内的预警次数,若检测到发生预警次数大于预设标准预警次数,对零件进行故障标记;

所述控制反馈单元,将零件故障信息反馈至配电柜中,将信号通过配电柜映射在虚拟配电柜上,分析虚拟配电柜仿真零件的状态。

[0007] 进一步的,所述故障概率分析模块包括相邻零件状态检测单元、故障概率叠加单元和预测时间调整单元;

所述相邻状态检测单元,获取在零件标准距离范围内的相邻零件,分析出流过相邻零件的电流值,分析电流值是否大于安全电流;若检测到流过相邻零件的电流值大于安全电流,则跳转到故障概率更新单元;

所述故障概率叠加单元,分析相邻零件的故障概率并与零件本身的故障概率相叠加,得到总故障概率;

所述预测时间调整单元,获取虚拟配电柜中仿真状态下,零件发生故障时间和零件维修时间,得到零件发生故障的概率;若在虚拟配电柜中未检测到零件发生故障的信号,延长预测时间,直至检测到零件故障的信号。

[0008] 所述数据存储模块用于存储配电柜的三维坐标数据、电流表所显示电流数据、配电柜发生故障概率数据和预警次数预测数据。

[0009] 进一步的,一种智能配电柜的安全监控方法,该方法包括如下步骤:

A01:获取配电柜预警数据,记录并保存;

A02:采集配电柜内各零件的三维坐标并建立三维坐标模型,构建仿真模型,得到虚拟配电柜;各零件包括断路器、箱体、电缆、电压表、电流表、熔断器、汇流表等

A03:获取配电柜各零件静态和动态时的三维坐标并与虚拟配电柜模型双向映射;从而了解配电柜各零件的状态;

A04:定位配电柜内零件预警位置,检测并判断经过该零件的电流是否大于安全电流;若检测到流过该零件的电流大于安全电流,对零件进行标记并维修;

A05:获取流过所标记零件的电流数据,根据电流数据预测未来时间段内零件的预警次数;若检测到预测未来时间段的预警次数大于预设标准次数时,分析零件是否发生故障;若检测到零件发生故障,记录该故障概率并跳转到步骤A06;若未检测到零件发生故障,延长预测时间段并更新故障率;

A06:检测相邻零件的电流是否大于安全电流,若检测到相邻零件电流大于安全电流,叠加步骤A05内的电流并更新故障概率,并跳转到步骤A07;若检测到关联零件电流小于安全电流,保存故障概率,并跳转到步骤A07;

A07:分析故障概率是否大于预设标准故障概率,若检测到故障概率大于预设标准概率,则更换配电柜内零件。

[0010] 在所述步骤A05中,获取 $T=\{t_1, t_2 \dots t_n\}$ 时间点内流过零件的电流数据集为 $I=\{i_1, i_2, \dots, i_n\}$ ,检测到 $i_k > i$ 时,表示所检测零件内的电流大于标准电流,需要检测预警次数;检测到在时间点 $T=\{t_1, t_2 \dots t_n\}$ 内产生预警次数平均集为 $W=\{w_1, w_2, w_3 \dots w_n\}$ ;

根据公式:

设定直线方程为 $W=kt+b$ ;k为斜率,b为截距;

分别对k、b求导并计算,具体公式为:

$$\begin{cases} \frac{af}{ak} = \sum_{o=1}^n [w_o - kt_o - b]t_i = 0 \\ \frac{af}{ab} = \sum_{o=1}^n [w_o - kt_o - b] = 0 \end{cases}$$

通过代入时间t,分析出在时间段 $T_i - T_j$ 内所发生预警次数 $W_i - W_j$ ,当检测到预警次数 $W_i - W_j > WB$ 时,需要核对零件发生故障的概率;

其中,n是指数据项, $t_n$ 是指第n天, $t_i$ 是指第i天, $i_n$ 是指第n天流过零件的电流, $i_k$ 是指第k天流过零件的电流,i是指安全电流, $w_n$ 是指第n天的预警次数, $w_i$ 是指第i天的预警次数,o是指次数,WB是指预设标准预警次数。

[0011] 在所述步骤A05-A06中,获取配电柜内零件发生预警的位置数据和信号,检测到零件发生预警次数大于预设标准预警次数,获取零件发生故障的概率为 $P_1$ ;获取与该零件相邻位置零件的状态,若检测到 $I_{相邻} > i$ 且接收到预警信号时,表示相邻零件受到影响,则确定相邻零件的故障概率为 $P_2$ ,其中相邻所满足条件为 $U_{I_{相邻}} - U \leq Ui$ ,其中 $U_{I_{相邻}}$ 是指相邻零件的三维坐标,U是指零件的三维坐标, $Ui$ 是指预设标准距离, $I_{相邻}$ 是指流过相邻零件的电流;

根据公式:

$$P_{总} = P_1 + P_2;$$

$$P_2 = (0,1) \quad V_2 = 1;$$

在预警信号 $V_2=1$ 时,设定相邻零件位置A和B,若相邻零件位置A与零件位置的距离差小于相邻零件位置B与零件位置的距离差,则相邻零件位置A的 $P_2$ 取值接近于1,相邻零件

位置B的 $P_2$ 取值处于(0,1)之间,且相邻零件位置B的故障概率小于相邻位置A的故障概率;

检测到零件本次发生故障的时间为 $t_b$ ,获取此零件本次进行维修的时间为 $t_o$ ,若未在仿真模型中检测到本次发生故障的时间段,则延长仿真预测时间段,直至仿真获取得到零件发生故障的信号,并记录发生故障的时间段;

$$P_1 = \frac{|t_b - t_o|}{365} * 100\% ;$$

其中, $P_1$ 是指零件发生故障的概率,是指相邻零件发生故障的概率,是指相邻零件的预警信号;

若检测到发生故障的概率 $P_{总}$ 大于预设标准概率时,不再对零件进行维修,选择更换配电柜内零件。

[0012] 在所述步骤A02-A03中,获取在时间段 $T = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$ 内零件若干顶点的三维坐标集合为 $Z = \{z_1, z_2, z_3 \dots z_m\}$ ;

根据公式:

在时间段 $\{t_1 - t_v\}$ 中,获取得到在 $t_1$ 时间点零件的坐标为 $\{z_{11}, z_{21}, z_{31} \dots z_{m1}\}$ ,获取得到在 $t_v$ 时间点零件的坐标为 $\{z_{1v}, z_{2v}, z_{3v} \dots z_{mv}\}$ ,零件顶点之间的坐标距离为

$$H_1 = \sqrt{(z_{11} - z_{1v})^2 + (z_{21} - z_{2v})^2 + (z_{31} - z_{3v})^2 + \dots + (z_{m1} - z_{mv})^2} ;$$

在时间段 $\{t_v - t_g\}$ ,获取得到在 $t_v$ 时间点零件的坐标为 $\{z_{11}, z_{21}, z_{31} \dots z_{m1}\}$ ,获取得到在 $t_g$ 时间点零件的坐标为 $\{z_{1g}, z_{2g}, z_{3g} \dots z_{mg}\}$ ,零件顶点之间的坐标距离为

$$H_2 = \sqrt{(z_{1v} - z_{1g})^2 + (z_{2v} - z_{2g})^2 + (z_{3v} - z_{3g})^2 + \dots + (z_{mv} - z_{mg})^2} ;$$

若检测到 $H_1 - H_2 = 0$ ,则表示零件状态为静态;

若检测到 $|H_1 - H_2| > 0$ 时,则表示零件状态为动态,仿真模型在建立时需要加入零件的动态坐标。

[0013] 与现有技术相比,本发明所达到的有益效果是:

本发明通过设置仿真模型建立模块,通过获取配电柜内三维坐标数据,建立虚拟配电柜,从而建立仿真模型;本方法对预警零件进行仿真模拟,能够及时分析出当前对预警零件进行维修是否能够解决根本问题,保证了零件的长久使用,不再需要反复的检修,保证整个配电柜的正常运行;本方法对预警次数进行预测,能够分析出所预测的预警次数是否会导致配电柜发生故障,从而预测出零件发生故障的概率;通过对相邻零件的故障概率进行分析,能够判断出通过使用预先确定好的检修方法是否会导致相邻零件被破坏,判断预先设置的方法对整个配电柜是否起到保护作用。

## 附图说明

[0014] 附图用来提供对本发明的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与本发明的实施例一起用于解释本发明,并不构成对本发明的限制。在附图中:

图1是本发明一种智能配电柜的安全监控系统及方法的步骤示意图;

图2是本发明一种智能配电柜的安全监控系统及方法的模块组成示意图。

## 具体实施方式

[0015] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0016] 请参阅图1-2,本发明提供技术方案:一种智能配电柜的安全监控系统及方法,该系统包括仿真模型建立模块、预测定位模块、故障概率分析模块和数据存储模块;

所述仿真模型建立模块,获取配电柜内各零件的三维坐标数据,并根据配电柜内三维坐标数据建立仿真模型,从而得到虚拟配电柜,能够在虚拟配电柜上进行仿真实验;

所述预测定位控制模块,获取配电柜内发生预警信号的位置,将预警信号的位置映射在虚拟配电柜模型中,并预测在未来时间段内零件的预警次数,对预警次数高于预设次数的零件进行维修,从而分析出零件是否发生故障;

所述故障概率分析模块,获取零件和相邻零件的状态,分析出零件发生故障的总概率,根据零件发生的总概率对发生预警的零件选择维修或者更换;

所述数据存储模块,通过传感器获取配电柜内各零件的数据,并将所获取的数据进行保存,以便于及时从数据存储模块中进行调取;

所述数据存储模块与仿真模型建立模块、预测定位控制模块和故障概率分析模块相连接。

[0017] 进一步的,所述仿真模型建立模块包括三维坐标获取单元、零件变化位置单元和数据动态显示单元;

所述三维坐标获取单元,获取零件位置的三维坐标信息,并保存至数据存储模块中;

所述零件变化位置单元,根据零件在不同时间段内位置变化的信息,进而分析出零件的状态;

所述数据动态显示单元,若检测到零件为动态变化,将零件动态变化显示在虚拟配电柜上,以便于能够及时观察到零件状态的变化。

[0018] 进一步的,所述预测定位控制模块包括预警信息定位标记单元、电流参数分析单元、预警次数预测单元、故障标记单元和控制反馈单元;

所述预警信息定位标记单元,获取零件发生预警信号的位置,并对零件位置在虚拟配电柜中标记并显示;

所述电流参数分析单元,通过配电柜内所安装电流表,检测流过预警位置的零件电流信号,若检测到流过零件电流大于安全电流,则对配电柜内零件发生预警次数进行预测;

所述预警次数预测单元,通过预测模型对虚拟配电柜中未来时间段内零件的预警次数进行预测,分析出零件发生故障的概率;

所述故障标记单元,获取零件在未来时间段内的预警次数,若检测到发生预警次数大于预设标准预警次数,对零件进行故障标记;

所述控制反馈单元,将零件故障信息反馈至配电柜中,将信号通过配电柜映射在虚拟配电柜上,分析虚拟配电柜仿真零件的状态。

[0019] 进一步的,所述故障概率分析模块包括相邻零件状态检测单元、故障概率叠加单元和预测时间调整单元;

所述相邻状态检测单元,获取在零件标准距离范围内的相邻零件,分析出流过相邻零件的电流值,分析电流值是否大于安全电流;若检测到流过相邻零件的电流值大于安全电流,则跳转到故障概率更新单元;

所述故障概率叠加单元,分析相邻零件的故障概率并与零件本身的故障概率相叠加,得到总故障概率;

所述预测时间调整单元,获取虚拟配电柜中仿真状态下,零件发生故障时间和零件维修时间,得到零件发生故障的概率;若在虚拟配电柜中未检测到零件发生故障的信号,延长预测时间,直至检测到零件故障的信号。

[0020] 所述数据存储模块用于存储配电柜的三维坐标数据、电流表所显示电流数据、配电柜发生故障概率数据和预警次数预测数据。

[0021] 进一步的,一种智能配电柜的安全监控方法,该方法包括如下步骤:

A01:获取配电柜预警数据,记录并保存;

A02:采集配电柜内各零件的三维坐标并建立三维坐标模型,构建仿真模型,得到虚拟配电柜;各零件包括断路器、箱体、电缆、电压表、电流表、熔断器、汇流表等

A03:获取配电柜各零件静态和动态时的三维坐标并与虚拟配电柜模型双向映射;从而了解配电柜各零件的状态;

A04:定位配电柜内零件预警位置,检测并判断经过该零件的电流是否大于安全电流;若检测到流过该零件的电流大于安全电流,对零件进行标记并维修;

A05:获取流过所标记零件的电流数据,根据电流数据预测未来时间段内零件的预警次数;若检测到预测未来时间段的预警次数大于预设标准次数时,分析零件是否发生故障;若检测到零件发生故障,记录该故障概率并跳转到步骤A06;若未检测到零件发生故障,延长预测时间段并更新故障率;

A06:检测相邻零件的电流是否大于安全电流,若检测到相邻零件电流大于安全电流,叠加步骤A05内的电流并更新故障概率,并跳转到步骤A07;若检测到关联零件电流小于安全电流,保存故障概率,并跳转到步骤A07;

A07:分析故障概率是否大于预设标准故障概率,若检测到故障概率大于预设标准概率,则更换配电柜内零件。

[0022] 在所述步骤A05中,获取 $T=\{t_1, t_2 \dots t_n\}$ 时间点内流过零件的电流数据集为 $I=\{i_1, i_2, \dots, i_n\}$ ,检测到 $i_k > i$ 时,表示所检测零件内的电流大于标准电流,需要检测预警次数;检测到在时间点 $T=\{t_1, t_2 \dots t_n\}$ 内产生预警次数平均集为 $W=\{w_1, w_2, w_3 \dots w_n\}$ ;

根据公式:

设定直线方程为 $W=kt+b$ ;k为斜率,b为截距;

分别对k、b求导并计算,具体公式为:

$$\begin{cases} \frac{\partial f}{\partial k} = \sum_{i=1}^n [w_i - kt_i - b]t_i = 0 \\ \frac{\partial f}{\partial b} = \sum_{i=1}^n [w_i - kt_i - b] = 0 \end{cases}$$

通过代入时间t,分析出在时间段 $T_i - T_j$ 内所发生预警次数 $W_i - W_j$ ,当检测到预警次数 $W_i - W_j > WB$ 时,需要核对零件发生故障的概率;

其中,  $n$  是指数据项,  $t_n$  是指第  $n$  天,  $t_i$  是指第  $i$  天,  $i_n$  是指第  $n$  天流过零件的电流,  $i_k$  是指第  $k$  天流过零件的电流,  $i$  是指安全电流,  $w_n$  是指第  $n$  天的预警次数,  $w_i$  是指第  $i$  天的预警次数,  $o$  是指次数,  $WB$  是指预设标准预警次数。

[0023] 通过设置直线方程  $W=kt+b$ ; 能够分析得到预警次数与时间的关系, 通过此公式能够预测得到预警次数的概率, 在此设置直线方程, 是因为预警次数与时间呈线性关系, 通过该方法简单且预测准确度高;

通过对公式 
$$\begin{cases} \frac{df}{dk} = \sum_{i=1}^n [w_i - kt_i - b]t_i = 0 \\ \frac{df}{db} = \sum_{i=1}^n [w_i - kt_i - b] = 0 \end{cases}$$
 求导, 能够求解得到最逼近的且符合实际情况

的函数, 不会导致在预测预警次数时产生误差, 导致配电柜产生异常信号却并未检测得到, 保证了预测模型的精度和准确性。

[0024] 在所述步骤A05-A06中, 获取配电柜内零件发生预警的位置数据和信号, 检测到零件发生预警次数大于预设标准预警次数, 获取零件发生故障的概率为  $P_1$ ; 获取与该零件相邻位置零件的状态, 若检测到  $I_{相邻} > i$  且接收到预警信号时, 表示相邻零件受到影响, 则确定相邻零件的故障概率为  $P_2$ , 其中相邻所满足条件为  $U_{I_{相邻}} - U \leq Ui$ , 其中  $U_{I_{相邻}}$  是指相邻零件的三维坐标,  $U$  是指零件的三维坐标,  $Ui$  是指预设标准距离,  $I_{相邻}$  是指流过相邻零件的电流;

根据公式:

$$P_{\text{总}} = P_1 + P_2;$$

$$P_2 = (0.1) \quad V_2 = 1;$$

在预警信号  $V_2=1$  时, 设定相邻零件位置A和B, 若相邻零件位置A与零件位置的距离差小于相邻零件位置B与零件位置的距离差, 则相邻零件位置A的  $P_2$  取值接近于1, 相邻零件位置B的  $P_2$  取值处于 (0, 1) 之间, 且相邻零件位置B的故障概率小于相邻位置A的故障概率;

检测到零件本次发生故障的时间为  $t_b$ , 获取此零件本次进行维修的时间为  $t_o$ , 若未在仿真模型中检测到本次发生故障的时间段, 则延长仿真预测时间段, 直至仿真获取得到零件发生故障的信号, 并记录发生故障的时间段;

$$P_1 = \frac{|t_b - t_o|}{365} * 100\% ;$$

其中,  $P_1$  是指零件发生故障的概率,  $P_2$  是指相邻零件发生故障的概率,  $V_2$  是指相邻零件的预警信号;

若检测到发生故障的概率  $P_{\text{总}}$  大于预设标准概率时, 不再对零件进行维修, 选择更换配电柜内零件;

通过设置  $P_{\text{总}} = P_1 + P_2$ , 为了验证当前解决方法对零件进行维修是否正确, 在此对相邻零件的故障概率进行了检测, 从而避免当前零件会对周边零件造成影响, 其中设置了

$P_2 = (0,1)$   $V_2 = 1$  是为了分析出相邻零件是否接收到预警的信号,在检测到预警信号时,则代表相邻零件受到波及且受到影响,由于相邻零件的故障概率计算方法与本零件的方法相同;因此,只对本零件的故障概率进行了验证;

$$P_1 = \frac{|t_b - t_o|}{365} * 100\%, \text{在验证本零件的故障模型中,设置了 } t_b, t_o \text{ 判断在仿真模}$$

型试验中发生故障的天数;在分母上设置了365天,判断出在一年(365天或者366天)中零件所发生的故障概率;如果检测到故障概率大于预设标准概率,则能够分析得到当前对零件的维修方式并不准确,应该对零件采取更换,来减小维修人员反复检修零件的繁琐度。

[0025] 在所述步骤A02-A03中,获取在时间段  $T = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$  内零件若干顶点的三维坐标集合为  $Z = \{z_1, z_2, z_3 \dots z_m\}$ ;

根据公式:

在时间段  $\{t_1 - t_v\}$  中,获取得到在  $t_1$  时间点零件的坐标为  $\{z_{11}, z_{21}, z_{31} \dots z_{m1}\}$ , 获取得到在  $t_v$  时间点零件的坐标为  $\{z_{1v}, z_{2v}, z_{3v} \dots z_{mv}\}$ , 零件顶点之间的坐标距离为

$$H_1 = \sqrt{(z_{11} - z_{1v})^2 + (z_{21} - z_{2v})^2 + (z_{31} - z_{3v})^2 + \dots + (z_{m1} - z_{mv})^2};$$

在时间段  $\{t_v - t_g\}$ , 获取得到在  $t_v$  时间点零件的坐标为  $\{z_{1v}, z_{2v}, z_{3v} \dots z_{mv}\}$ , 获取得到在  $t_g$  时间点零件的坐标为  $\{z_{1g}, z_{2g}, z_{3g} \dots z_{mg}\}$ , 零件顶点之间的坐标距离为

$$H_2 = \sqrt{(z_{1v} - z_{1g})^2 + (z_{2v} - z_{2g})^2 + (z_{3v} - z_{3g})^2 + \dots + (z_{mv} - z_{mg})^2};$$

若检测到  $H_1 - H_2 = 0$ , 则表示零件状态为静态;

若检测到  $|H_1 - H_2| > 0$  时,则表示零件状态为动态,仿真模型在建立时需要加入零件的动态坐标;

通过对比零件在不同时间段内的坐标,能够判断出配电柜内零件的状态,具体是静态或者是动态,能够在仿真模型中更加清晰的了解到零件的状态。

[0026] 实施例:获取在时间点  $T = \{t_1, t_2, t_3\}$  内零件若干顶点的三维坐标集合为  $Z = \{z_1, z_2, z_3, z_4, z_5, z_6\}$ ;

在时间段  $\{t_1 - t_2\}$  中,获取得到在  $t_1$  时间点零件的坐标为  $\{z_{11}, z_{21}, z_{31}, z_{41}, z_{51}, z_{61}\} = \{(50, 40, 70), (50, 0, 70), (100, 80, 70), (120, 80, 70), (70, 0, 90), (70, 60, 90)\}$ , 获取得到在  $t_v$  时间点零件的坐标为  $\{z_{1v}, z_{2v}, z_{3v}, z_{4v}, z_{5v}, z_{6v}\} = \{(50, 40, 70), (50, 0, 70), (100, 80, 70), (120, 80, 70), (70, 0, 90), (70, 60, 70)\}$ , 零件顶点之间的坐标距离为

$$H_1 = \sqrt{(z_{11} - z_{1v})^2 + (z_{21} - z_{2v})^2 + (z_{31} - z_{3v})^2 + (z_{41} - z_{4v})^2 + (z_{51} - z_{5v})^2 + (z_{61} - z_{6v})^2} = 0;$$

因此,分析得到零件为静态;

在时间段  $\{t_2 - t_3\}$  中,获取得到在  $t_1$  时间点零件的坐标为  $\{z_{11}, z_{21}, z_{31}, z_{41}, z_{51}, z_{61}\} = \{(50, 40, 70), (50, 0, 70), (100, 80, 70), (120, 80, 70), (70, 0, 90), (70, 60, 90)\}$ , 获取得到在  $t_v$  时间点零件的坐标为  $\{z_{1v}, z_{2v}, z_{3v}, z_{4v}, z_{5v}, z_{6v}\} = \{(50, 60, 70), (50, 0, 70), (120, 80, 70), (120, 80, 70), (70, 10, 90), (70, 80, 70)\}$ , 零件顶点之间的坐标距离为

$$H_1 = \sqrt{(z_{11} - z_{1v})^2 + (z_{21} - z_{2v})^2 + (z_{31} - z_{3v})^2 + (z_{41} - z_{4v})^2 + (z_{51} - z_{5v})^2 + (z_{61} - z_{6v})^2} > 0 ;$$

因此,分析得到零件为动态。

[0027] 需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。

[0028] 最后应说明的是:以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,对于本领域的技术人员来说,其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

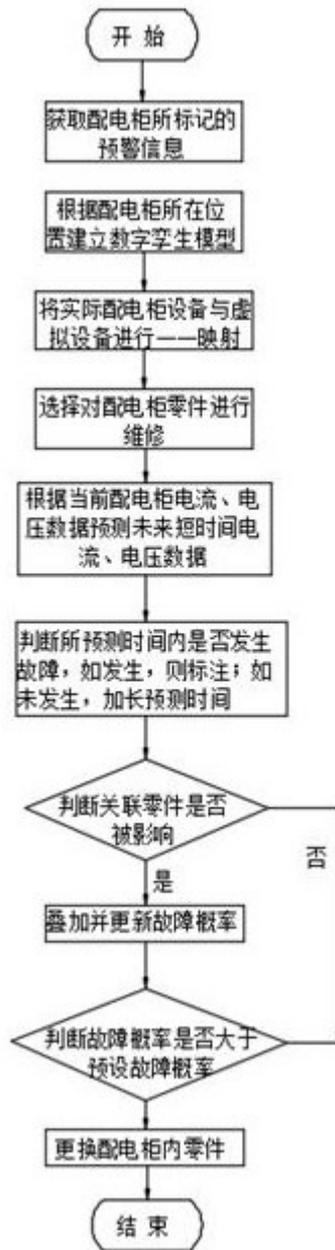


图1

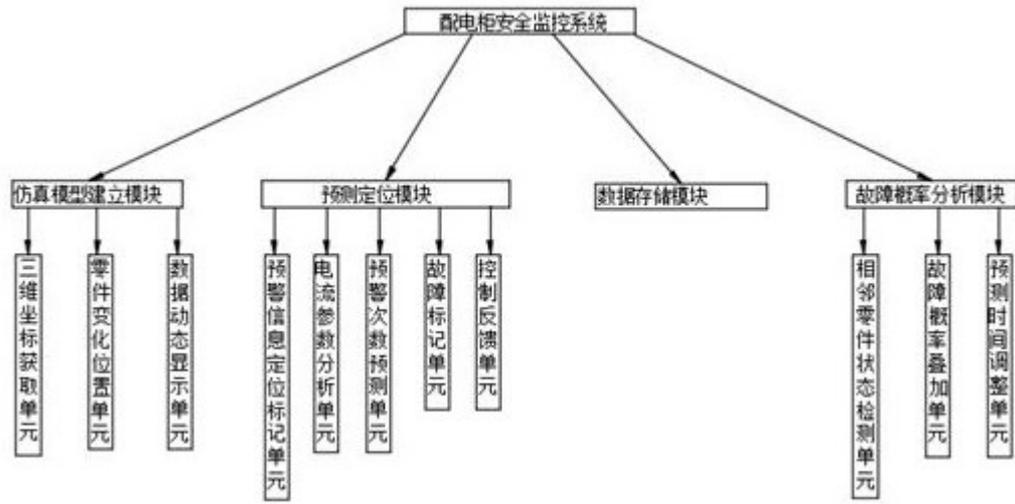


图2