



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117351663 A

(43) 申请公布日 2024. 01. 05

(21) 申请号 202311114483.3

(22) 申请日 2023.08.31

(71) 申请人 云南电网有限责任公司普洱供电局
地址 665000 云南省普洱市思茅区茶城大道200号

(72) 发明人 周海成 石恒初 张明祥 陈秋涛
尹昭舜 魏乔所 王飞 杨鹏辉
李学妨 李理 李秀兰 宋哲
张西 宋银松 丁世琼 钱秋明
郑托 王怀策 熊晓川 尹丕祥
黄博

(74) 专利代理机构 北京弘权知识产权代理有限公司 11363
专利代理师 逯长明 占园

(51) Int. Cl.

G08B 21/18 (2006.01)

H02J 13/00 (2006.01)

G08B 31/00 (2006.01)

G06F 18/2135 (2023.01)

G06F 18/2433 (2023.01)

G06F 18/27 (2023.01)

G06Q 50/06 (2012.01)

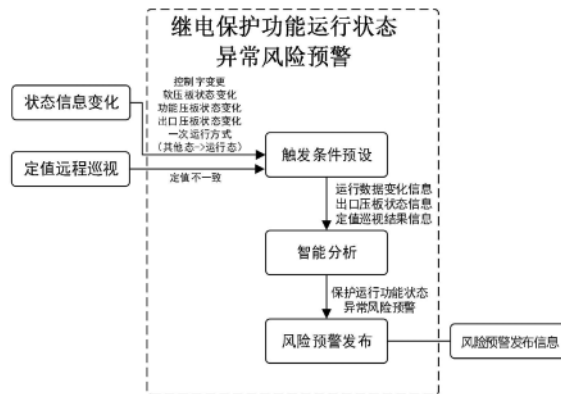
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种继电保护功能运行状态异常风险预警方法及系统

(57) 摘要

本申请提供一种继电保护功能运行状态异常风险预警方法及系统,包括:获取设备的状态信息变化数据和定值变化数据;基于所述状态信息变化数据和定值变化数据,获取所述状态信息变化数据和定值变化数据中的异常数据;基于所述状态信息变化数据和定值变化数据的种类和数量,生成风险分析模型;基于所述异常数据和风险分析模型,获取风险等级阈值;基于所述风险等级阈值,获取设备的风险等级,以解决目前的继电保护设备无法正确判断供电设备的故障类型和等级,导致需要将整个供电设备停机进行维修排查,影响用户正常用电而且维修效率较低的问题。



1. 一种继电保护功能运行状态异常风险预警方法,其特征在于,包括:
 - 获取设备的状态信息变化数据和定值变化数据;
 - 基于所述状态信息变化数据和定值变化数据,获取所述状态信息变化数据和定值变化数据中的异常数据;
 - 基于所述状态信息变化数据和定值变化数据的种类和数量,生成风险分析模型;
 - 基于所述异常数据和风险分析模型,获取风险等级阈值;
 - 基于所述风险等级阈值,获取设备的风险等级。
2. 根据权利要求1所述的一种继电保护功能运行状态异常风险预警方法,其特征在于,所述方法还包括:
 - 基于所述风险等级阈值,获取设备的异常类型。
3. 根据权利要求2所述的一种继电保护功能运行状态异常风险预警方法,其特征在于,所述方法还包括:
 - 基于所述设备的风险等级和所述设备的异常类型,生成预警信息;
 - 基于所述预警信息,将所述预警信息发送至指定设备;所述指定设备为能够接收信息的电子设备或蓝牙设备。
4. 根据权利要求1所述的一种继电保护功能运行状态异常风险预警方法,其特征在于,所述基于所述状态信息变化数据和定值变化数据的种类和数量,生成风险分析模型包括:
 - 基于所述状态信息变化数据和定值变化数据的种类和数量,构建数据矩阵;
 - 基于所述数据矩阵,获取所述数据矩阵的回归投影矩阵;
 - 基于所述回归投影矩阵,获取所述回归投影矩阵的核范数;
 - 基于所述回归投影矩阵,获取第一对角矩阵和第二对角矩阵;
 - 计算所述第一对角矩阵和第二对角矩阵的数值,基于所述第一对角矩阵和第二对角矩阵的数值以及所述核范数,生成权重矩阵;
 - 基于所述权重矩阵和所述数据矩阵,生成矩阵模型;
 - 基于所述矩阵模型,利用PCA模型进行稀疏化处理,生成风险分析模型。
5. 根据权利要求1所述的一种继电保护功能运行状态异常风险预警方法,其特征在于,所述基于所述风险等级阈值,获取设备的风险等级包括:
 - 若所述风险等级阈值小于3,则设备的风险等级为正常;
 - 若所述风险等级阈值大于3且小于7,或所述风险等级阈值为3或7,则设备的风险等级为异常;
 - 若所述风险等级阈值大于7,则设备的风险等级为严重。
6. 根据权利要求4所述的一种继电保护功能运行状态异常风险预警方法,其特征在于,所述矩阵模型为:
 - $X=R'x$;
 - 式中, R' 为权重矩阵, x 为数据矩阵;
 - 所述风险分析模型为:

$$f(X) = \min\|(R^T X - X)^T\| + \beta\|R\| + \gamma \text{tr}\left((RR^T)^{\frac{1}{2}}\right);$$
 - 式中, R 为回归投影矩阵, $\|R\|$ 为回归投影矩阵的核范数, T 为矩阵的转置, β 为非负正

则化系数, γ 为核范数的正则化参数, $\text{tr}()$ 为矩阵的迹。

7. 根据权利要求1所述的一种继电保护功能运行状态异常风险预警方法, 其特征在于, 所述状态信息变化数据包括: 控制字变更数据、软压板状态变化数据、功能压板状态变化数据、出口压板状态变化数据和一次运行方式变化数据。

8. 根据权利要求2所述的一种继电保护功能运行状态异常风险预警方法, 其特征在于, 所述设备的异常类型包括: 控制字定值、软压板、功能硬压板、出口硬压板的保护功能失效; 定值巡视异常, 定值召唤失败, 软压板召唤失败, 功能硬压板召唤失败, 出口硬压板召唤失败。

9. 一种继电保护功能运行状态异常风险预警系统, 应用于上述权利要求1至8中任意一项所述的一种继电保护功能运行状态异常风险预警方法, 其特征在于, 包括:

第一获取模块(1), 用于获取设备的状态信息变化数据和定值变化数据;

第二获取模块(2), 被配置为基于所述状态信息变化数据和定值变化数据, 获取所述状态信息变化数据和定值变化数据中的异常数据;

生成模块(3), 被配置为基于所述状态信息变化数据和定值变化数据的种类和数量, 生成风险分析模型;

第三获取模块(4), 被配置为基于所述异常数据和风险分析模型, 获取风险等级阈值;

第四获取模块(5), 被配置为基于所述风险等级阈值, 获取设备的风险等级。

10. 根据权利要求9所述的一种继电保护功能运行状态异常风险预警系统, 其特征在于, 所述系统还包括:

第五获取模块(6), 被配置为基于所述风险等级阈值, 获取设备的异常类型。

一种继电保护功能运行状态异常风险预警方法及系统

技术领域

[0001] 本申请涉及继电保护技术领域,尤其涉及一种继电保护功能运行状态异常风险预警方法及系统。

背景技术

[0002] 随着经济和各类产业的发展,人们的供电需求不断增长。电力系统作为经济发展的重要保障,其运行的稳定性、可靠性和安全性问题越来越重要。但电力系统从发电到用电的过程具有复杂性和耦合性,这使得其运行的稳定性、可靠性和安全性面临诸多问题和考验。

[0003] 继电保护装置是智能变电站的重要设备之一,它可以有效减轻变电站发生故障时对设备以及其他方面造成的影响,是确保电力系统安全运行的重要保证。当电力系统在运行中,一旦发生故障,智能变电站可以在继电保护装置的保护下发出预警,进而提醒相关技术人员进行检修,减少故障损失。

[0004] 传统的继电保护设备预警技术虽然能够对设备的运行状态和故障进行监督和预警,但是存在着几个问题:第一,当系统报警时,证明设备已经发生故障,但是不清楚设备故障的类型和等级,只能将整个变电站停机维修进行排查;第二,继电保护装置正常运行过程会产生大量物理参数,而对处理这些数据依赖于专家经验;需要从事运维的专家根据经验对故障进行分析,进而做出判断和诊断。但是现代化的预警系统要求在故障发生之前进行准确的预警与诊断,由于网络技术和信号处理技术的发展,继电保护设备每时每刻都在产生海量的信息,如果仅仅依靠专家,无法处理继电保护设备产生的全部信息,导致无法正确判断故障的类型和等级,降低了维修的效率。

发明内容

[0005] 本申请实施例提供了一种继电保护功能运行状态异常风险预警方法及系统,以解决现有的继电保护设备无法正确判断供电设备的故障类型和等级,导致需要将整个供电设备停机进行维修排查,影响用户正常用电而且维修效率较低的技术问题。

[0006] 本申请第一方面提供了一种继电保护功能运行状态异常风险预警方法,包括:

[0007] 获取设备的状态信息变化数据和定值变化数据;

[0008] 基于所述状态信息变化数据和定值变化数据,获取所述状态信息变化数据和定值变化数据中的异常数据;

[0009] 基于所述状态信息变化数据和定值变化数据的种类和数量,生成风险分析模型;

[0010] 基于所述异常数据和风险分析模型,获取风险等级阈值;

[0011] 基于所述风险等级阈值,获取设备的风险等级。

[0012] 在一些实施例中,所述方法还包括:

[0013] 基于所述风险等级阈值,获取设备的异常类型。

[0014] 在一些实施例中,所述方法还包括:

- [0015] 基于所述设备的风险等级和所述设备的异常类型,生成预警信息;
- [0016] 基于所述预警信息,将所述预警信息发送至指定设备;所述指定设备为能够接收信息的电子设备或蓝牙设备。
- [0017] 在一些实施例中,所述基于所述状态信息变化数据和定值变化数据的种类和数量,生成风险分析模型包括:
- [0018] 基于所述状态信息变化数据和定值变化数据的种类和数量,构建数据矩阵;
- [0019] 基于所述数据矩阵,获取所述数据矩阵的回归投影矩阵;
- [0020] 基于所述回归投影矩阵,获取所述回归投影矩阵的核范数;
- [0021] 基于所述回归投影矩阵,获取第一对角矩阵和第二对角矩阵;
- [0022] 计算所述第一对角矩阵和第二对角矩阵的数值,基于所述第一对角矩阵和第二对角矩阵的数值以及所述核范数,生成权重矩阵;
- [0023] 基于所述权重矩阵和所述数据矩阵,生成矩阵模型;
- [0024] 基于所述矩阵模型,利用PCA模型进行稀疏化处理,生成风险分析模型。
- [0025] 在一些实施例中,所述基于所述风险等级阈值,获取设备的风险等级包括:
- [0026] 若所述风险等级阈值小于3,则设备的风险等级为正常;
- [0027] 若所述风险等级阈值大于3且小于7,或所述风险等级阈值为3或7,则设备的风险等级为异常;
- [0028] 若所述风险等级阈值大于7,则设备的风险等级为严重。
- [0029] 在一些实施例中,所述矩阵模型为:
- [0030] $X=R'x$;
- [0031] 式中, R' 为权重矩阵, x 为数据矩阵;
- [0032] 所述风险分析模型为:
- [0033]
$$f(X) = \min\|(R^T X - X)^T\| + \beta\|R\| + \gamma \text{tr}\left((RR^T)^{\frac{1}{2}}\right);$$
- [0034] 式中, R 为回归投影矩阵, $\|R\|$ 为回归投影矩阵的核范数, T 为矩阵的转置, β 为非负正则化系数, γ 为核范数的正则化参数, $\text{tr}()$ 为矩阵的迹。
- [0035] 在一些实施例中,所述状态信息变化数据包括:控制字变更数据、软压板状态变化数据、功能压板状态变化数据、出口压板状态变化数据和一次运行方式变化数据。
- [0036] 在一些实施例中,所述设备的异常类型包括:控制字定值、软压板、功能硬压板、出口硬压板的保护功能失效;定值巡视异常,定值召唤失败,软压板召唤失败,功能硬压板召唤失败,出口硬压板召唤失败。
- [0037] 本申请提供了一种继电保护功能运行状态异常风险预警系统,应用于上述第一方面中任意一项所述的一种继电保护功能运行状态异常风险预警方法,包括:
- [0038] 第一获取模块,用于获取设备的状态信息变化数据和定值变化数据;
- [0039] 第二获取模块,被配置为基于所述状态信息变化数据和定值变化数据,获取所述状态信息变化数据和定值变化数据中的异常数据;
- [0040] 生成模块,被配置为基于所述状态信息变化数据和定值变化数据的种类和数量,生成风险分析模型;
- [0041] 第三获取模块,被配置为基于所述异常数据和风险分析模型,获取风险等级阈值;

[0042] 第四获取模块,被配置为基于所述风险等级阈值,获取设备的风险等级。

[0043] 在一些实施例中,所述系统还包括:

[0044] 第五获取模块,被配置为基于所述风险等级阈值,获取设备的异常类型。

[0045] 本申请实施例提供一种继电保护功能运行状态异常风险预警方法及系统,包括:获取设备的状态信息变化数据和定值变化数据;基于所述状态信息变化数据和定值变化数据,获取所述状态信息变化数据和定值变化数据中的异常数据;基于所述状态信息变化数据和定值变化数据的种类和数量,生成风险分析模型;基于所述异常数据和风险分析模型,获取风险等级阈值;基于所述风险等级阈值,获取设备的风险等级,以实现继电保护设备可以正确判断供电设备的故障类型和等级,可以有针对性的对故障点进行维修无需将整个供电设备停机进行维修排查,不影响用户正常用电。

附图说明

[0046] 为了更清楚地说明本申请的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,对于本领域普通技术人员而言,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0047] 图1为本申请中继电保护功能运行状态异常风险预警方法流程图;

[0048] 图2为本申请中继电保护功能运行状态异常风险预警系统的结构示意图。

[0049] 附图标记说明:

[0050] 1-第一获取模块;2-第二获取模块;3-生成模块;4-第三获取模块;5-第四获取模块;6-第五获取模块。

具体实施方式

[0051] 为了使本技术领域的人员更好地理解本申请中的技术方案,下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请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申请一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,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,都应当属于本申请保护的范围。

[0052] 由于在一些技术中,继电保护设备无法正确判断供电设备的故障类型和等级,导致需要将整个供电设备停机进行维修排查,影响用户正常用电而且维修效率较低,为了解决该技术问题,本申请提供了一种继电保护功能运行状态异常风险预警方法及系统,下面对继电保护功能运行状态异常风险预警方法及系统进行说明:

[0053] 由图1可知,本申请提供了一种继电保护功能运行状态异常风险预警方法,包括:获取设备的状态信息变化数据和定值变化数据;所述状态信息变化数据包括:控制字变更数据、软压板状态变化数据、功能压板状态变化数据、出口压板状态变化数据和一次运行方式变化数据;获取供电设备的状态信息变化数据和定值变化数据;基于所述状态信息变化数据和定值变化数据,获取所述状态信息变化数据和定值变化数据中的异常数据;所述异常数据为当所述状态信息变化数据和设定的正常运行数据不一致时或定制变化数据的定值不一致时,自动筛选出不一致的数据信息;而所述不一致的数据信息自动触发预设的预警条件,基于所述状态信息变化数据和定值变化数据的种类和数量,生成风险分析模型;所

述基于所述状态信息变化数据和定值变化数据的种类和数量,生成风险分析模型包括:基于所述状态信息变化数据和定值变化数据的种类和数量,构建数据矩阵 x ;所述数据矩阵 x 为:

$$[0054] \quad x = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix};$$

[0055] 式中, m 为采集的数据的数量, n 为采集的数据的种类;

[0056] 基于所述数据矩阵 x ,获取所述数据矩阵的回归投影矩阵 R ;

[0057] 基于所述回归投影矩阵 R ,获取所述回归投影矩阵的核范数 $\|R\|$;所述核范数 $\|R\|$ 为:

$$[0058] \quad \|R\| = \sum_{i=1}^n \sqrt{\sum_{j=1}^m R_{ij}^2};$$

[0059] 式中, R_{ij} 为回归投影矩阵的第 i 行第 j 列;

[0060] 基于所述回归投影矩阵 R ,获取第一对角矩阵 A 和第二对角矩阵 B ;所述第一对角矩阵 A 为:

$$[0061] \quad A = \sum_{i=1}^r \frac{1}{\left\| \left[(R_i)^T x_i - x_i \right]^T \right\|_2};$$

[0062] 式中, R'_i 为权重矩阵的第 i 行, x_i 为数据矩阵的第 i 行, T 为矩阵的转置;

[0063] 所述第二对角矩阵 B 为:

$$[0064] \quad B = \sum_{i=1}^r \frac{1}{\left[R'_i (R_i)^T \right]^{\frac{1}{2}}};$$

[0065] 计算所述第一对角矩阵和第二对角矩阵的数值,利用所述第一对角矩阵和第二对角矩阵的数值计算逆矩阵的数值,所述逆矩阵的数值为:

$$[0066] \quad (\alpha B + x A x^T)^{-1} = (\alpha A)^{-1} - (\alpha A)^{-1} (\alpha B) (I + x^T (\alpha A)^{-1} x A)^{-1} x^T (\alpha A)^{-1};$$

[0067] 式中, α 为回归投影矩阵 R 的核范数 $\|R\|$ 的参数;

[0068] 基于所述逆矩阵的数值以及所述核范数 $\|R\|$,生成权重矩阵 R' ;所述权重矩阵 R' 为:

$$[0069] \quad R' = (\alpha A)^{-1} - (\alpha B)^{-1} x A \cdot [I + x^T (\alpha B)^{-1} x A] x^T (\alpha B)^{-1};$$

[0070] 基于所述权重矩阵和所述数据矩阵,生成矩阵模型 X ;所述矩阵模型 X 为:

$$[0071] \quad X = R' x;$$

[0072] 基于所述矩阵模型 X ,利用PCA模型进行稀疏化处理,生成风险分析模型。所述风险分析模型为:

$$[0073] \quad f(X) = \min \| (R^T X - X)^T \| + \beta \| R \| + \gamma \text{tr} \left((R R^T)^{\frac{1}{2}} \right);$$

[0074] 式中, β 为非负正则化系数, γ 为核范数的正则化参数, $\text{tr}()$ 为矩阵的迹。

[0075] 基于所述异常数据和风险分析模型,获取风险等级阈值;基于所述风险等级阈值,

获取设备的风险等级；将所述异常数据输入至所述风险分析模型，获取风险等级阈值；所述基于所述风险等级阈值，获取设备的风险等级包括：若所述风险等级阈值小于3，则设备的风险等级为正常；即 $f(X) < 3$ ；若所述风险等级阈值大于3且小于7，或所述风险等级阈值为3或7，则设备的风险等级为异常；即 $3 \leq f(X) \leq 7$ ；若所述风险等级阈值大于7，则设备的风险等级为严重；即 $f(X) > 7$ 。根据所述风险等级，维修人员可以判断出设备是否发生故障，通过所述风险等级获取到故障的类型即异常和严重，通过故障类型选择合适的维修工具有针对性进行处理。

[0076] 在该实施例中，所述方法还包括：基于所述风险等级阈值，获取设备的异常类型。所述设备的异常类型包括：控制字定值、软压板、功能硬压板、出口硬压板的保护功能失效；定值巡视异常，定值召唤失败，软压板召唤失败，功能硬压板召唤失败，出口硬压板召唤失败。如下图所示，若风险等级阈值为4.0，则风险等级为异常，根据所述风险等级以及风险等级阈值获取异常类型为出口硬压板召唤失败，风险为出口硬压板信息未知，保护功能存在隐患，处理方法则通过检查保护出口硬压板召唤失败原因，并及时进行召唤功能缺陷的消缺处置。

[0077]

序号	风险值	保护运行异常类型	风险描述	风险等级	处理方法
1	9.0	控制字定值	保护功能失效	严重	检查保护控制字定值投退情况，分析保护功能应用能力
2	8.3	软压板	保护功能失效	严重	检查保护功能硬压板投退情况，分析保护功能应用能力
3	7.9	功能硬压板	保护功能失效	严重	检查保护控制字定值投退情况，分析保护功能应用能力
4	9.1	出口硬压板	保护动作行为失效	严重	检查出口硬压板投退情况，分析保护功能应用能力
5	7.2	定值巡视异常	保护可能功能失效	严重	检查保护异常定值项是否影响保护运行功能，分析保护功能应用能力
6	5.0	定值召唤失败	定值信息未知，保护功能存在隐患	异常	检查保护定值召唤失败原因，并及时进行召唤功能缺陷的消缺处置
7	5.6	软压板召唤失败	软压板信息未知，保护功能存在隐患	异常	检查保护软压板召唤失败原因，并及时进行召唤功能缺陷的消缺处置
8	6.3	功能硬压板召唤失败	功能硬压板信息未知，保护功能存在隐患	异常	检查保护功能硬压板召唤失败原因，并及时进行召唤功能缺陷的消缺处置
9	4.0	出口硬压板召唤失败	出口硬压板信息未知，保护功能存在隐患	异常	检查保护出口硬压板召唤失败原因，并及时进行召唤功能缺陷的消缺处置

[0078] 在该实施例中,所述方法还包括:基于所述设备的风险等级和所述设备的异常类型,生成预警信息;基于所述预警信息,将所述预警信息发送至指定设备;所述指定设备为能够接收信息的电子设备或蓝牙设备。通过获取所述预警信息,维修人员可以第一时间获取到设备是否发生故障以及故障类型和等级,从而第一时间对设备进行维修以及选取合适的维修工具,提高维修效率。

[0079] 本申请提供了一种继电保护功能运行状态异常风险预警方法及系统,首先通过从获取的设备的控制字变更数据、软压板状态变化数据、功能压板状态变化数据、出口压板状态变化数据、一次运行方式变化数据以及定值变化数据中筛选出异常数据,再将异常数据输入至风险分析模型,获取风险等级阈值,通过所述风险等级阈值获取设备的风险等级;通过所述风险等级阈值再获取设备的异常类型;通过设备的风险等级和异常类型,第一时间获取到维修设备的处理方法,从而通知维修人员第一时间携带合适的维修工具对供电设备的故障点进行修复,无需将整个供电设备断电处理查询故障点的所在位置,从而节省了维修的时间,提高维修效率。

[0080] 由图2可知,本申请第二方面提供了一种继电保护功能运行状态异常风险预警系统,应用于上述任意一实施例所述的一种继电保护功能运行状态异常风险预警方法,包括:第一获取模块1,用于获取设备的状态信息变化数据和定值变化数据;第二获取模块2,被配置为基于所述状态信息变化数据和定值变化数据,获取所述状态信息变化数据和定值变化数据中的异常数据;生成模块3,被配置为基于所述状态信息变化数据和定值变化数据的种类和数量,生成风险分析模型;第三获取模块4,被配置为基于所述异常数据和风险分析模型,获取风险等级阈值;第四获取模块5,被配置为基于所述风险等级阈值,获取设备的风险等级。上述系统在执行上述方法时各部分的作用效果可参见上述方法实施例,在此不予赘述。

[0081] 由图2可知,所述系统还包括:第五获取模块6,被配置为基于所述风险等级阈值,获取设备的异常类型。上述系统在执行上述方法时各部分的作用效果可参见上述方法实施例,在此不予赘述。

[0082] 以上的具体实施方式,对本申请实施例的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,所应理解的是,以上仅为本申请实施例的具体实施方式而已,并不用于限定本申请实施例的保护范围,凡在本申请实施例的技术方案的基础之上,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包括在本申请实施例的保护范围之内。

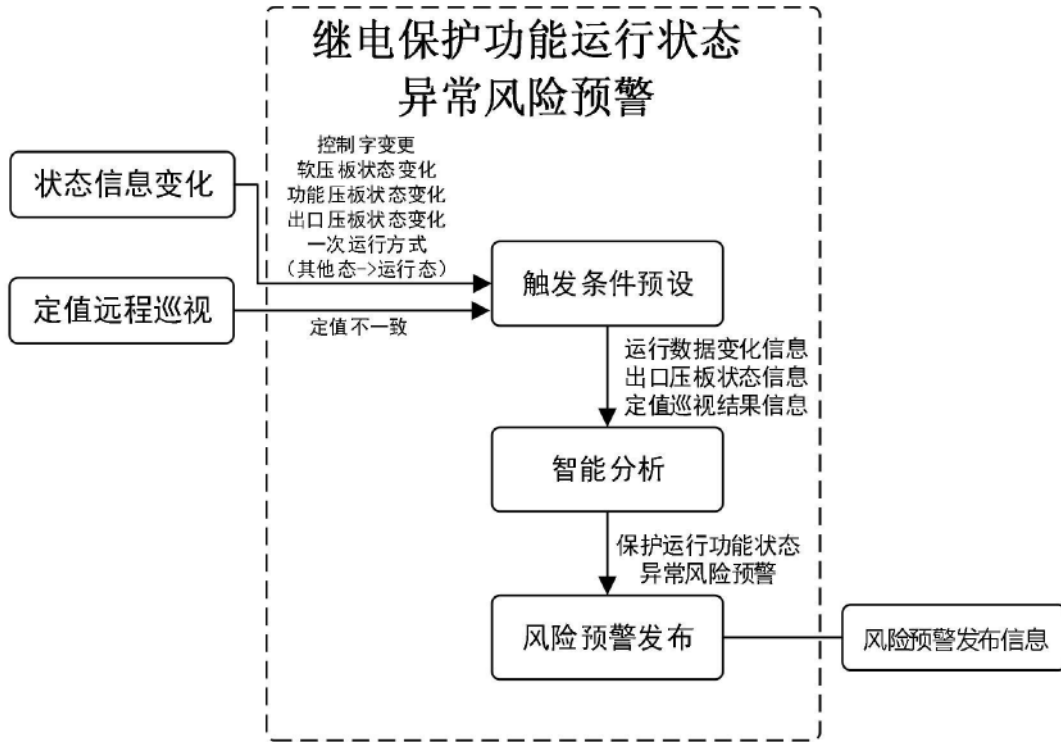


图1

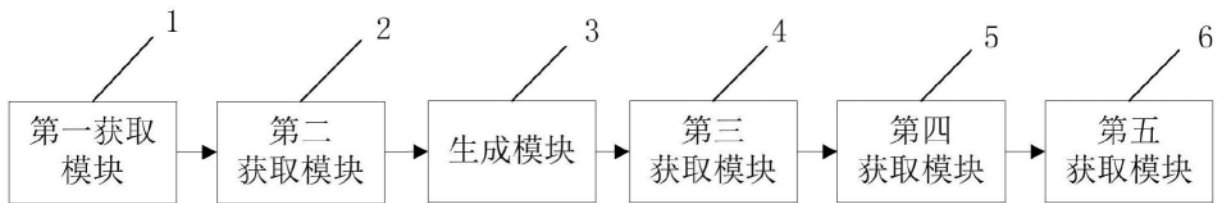


图2