



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108462252 A  
(43)申请公布日 2018.08.28

(21)申请号 201810098172.5

(22)申请日 2018.01.31

(71)申请人 国网安徽省电力有限公司

地址 230000 安徽省合肥市包河区黄山路9号

申请人 南京国电南自电网自动化有限公司

(72)发明人 叶远波 杨小凡 陈实 谢民

王同文 纪陵 程晓平 邵庆祝

俞斌 王薇

(74)专利代理机构 南京纵横知识产权代理有限公司

公司 32224

代理人 耿英 董建林

(51) Int. Cl.

H02J 13/00(2006.01)

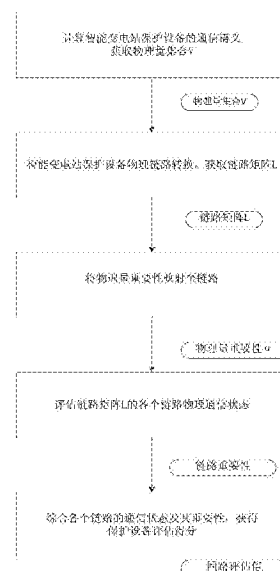
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

## (54)发明名称

基于物理量逻辑映射的智能变电站二次回路状态评估方法

## (57)摘要

本发明公开了一种基于物理量逻辑映射的智能变电站保护设备回路状态评估方法,解决智能变电站保护设备的二次回路采用GOOSE、SV通信方式与物理通信链路间的不对应问题。利用SCD文件及其扩展结构解析出相关物理量对应的通信链路,将物理量采集状态与物理链路通信状态相关联,改善了由于智能变电站保护设备无法直接观测到回路状态而对运行和检修操作带来的困难,具有很强的适用性。



1. 一种基于物理量逻辑映射的智能变电站二次回路状态评估方法, 其特征在于, 包括以下步骤:

- 步骤一、计算智能变电站保护设备的通信语义;
- 步骤二、将智能变电站保护设备物理链路转换为链路矩阵;
- 步骤三、根据物理链路上通信的物理量对应的重要性映射对应的链路重要性;
- 步骤四、评估链路矩阵的各个链路的物理通信状态;
- 步骤五、综合得出智能变电站保护设备评估得分。

2. 根据权利要求1所述的基于物理量逻辑映射的智能变电站二次回路状态评估方法, 其特征在于, 步骤一中,

设智能变电站保护设备的输入和输出的物理量构成物理量集合 $V$ , 用 $V = \{V_1, V_2, V_3, \dots, V_n\}$ 表示, 集合中的第 $i$ 路物理量为 $L_i$ ,  $1 \leq i \leq n$ ,  $n$ 为保护设备输入和输出的物理量的总和。

3. 根据权利要求2所述的基于物理量逻辑映射的智能变电站二次回路状态评估方法, 其特征在于, 所述物理量通过IEC 61850规范描述的SCD文件的Inputs域获得。

4. 根据权利要求1所述的基于物理量逻辑映射的智能变电站二次回路状态评估方法, 其特征在于, 步骤二中,

设物理链路集合为 $L = \{L_1, L_2, \dots, L_m\}$ ,  $m$ 为物理链路数量, 其中的第 $i$ 条物理链路为 $L_i$ ,  $1 \leq i \leq m$ ; 任一条物理链路包含的通信物理设备表示为集合 $P = \{P_1, P_2, P_3, \dots, P_h\}$ ,  $h$ 为通信物理设备数量, 那么有全部物理链路矩阵表示为

$$L = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1h} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2h} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ P_{m1} & P_{m2} & \dots & P_{mh} \end{bmatrix}$$

其中矩阵中的行表示某一条链路, 列表示某物理通信设备是否在此链路中使用; 矩阵中的某一元素 $P_{ij}$ 表示通信物理设备 $j$ 是否是某一物理链路 $i$ 的组成部分, 如果是组成部分则取值为1, 否则取值为0; 其中,  $1 \leq j \leq h$ 。

5. 根据权利要求1所述的基于物理量逻辑映射的智能变电站二次回路状态评估方法, 其特征在于, 步骤三中,

第 $i$ 条物理链路 $L_i$ 上通信的物理量集合为 $V_x$ ,  $V_x \subseteq V$ ,  $V$ 为智能变电站保护设备的所有采集、开出物理量;  $V_x$ 中的各个物理量对应的重要性为 $W_x$ , 则此链路的重要性为 $\sum_{i=0}^x W_x$ ,  $x$ 为此条物理链路上的物理量数量。

6. 根据权利要求1所述的基于物理量逻辑映射的智能变电站二次回路状态评估方法, 其特征在于, 步骤四中, 评估的状态参数包括链路上各个物理设备的光强、环境温度和/或设备运行电压偏离率。

7. 根据权利要求1所述的基于物理量逻辑映射的智能变电站二次回路状态评估方法, 其特征在于, 步骤五中, 将各个链路权重进行正则化, 转换为 $[0, 1]$ 的权重指标。

8. 根据权利要求7所述的基于物理量逻辑映射的智能变电站二次回路状态评估方法, 其特征在于, 采用以下公式进行正则化,

某一条链路 $L_k$ 的权重为 $\beta_k = \frac{\sum_{i=0}^n W_i \eta_i}{n}$ ，其中 $W_i$ 为某一物理量 $i$ 的重要性； $\eta_i$ 为该物理量是否在链路 $L_k$ 上传输，若传输则取1，若不传输则取0， $n$ 为保护设备输入和输出的物理量总数，整个二次回路的评估得分为 $\sum_{i=0}^k \beta_i \alpha_i$ 。

## 基于物理量逻辑映射的智能变电站二次回路状态评估方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及软件智能变电站保护设备评估的技术领域,尤其涉及一种将特有的GOOSE、SV通信报文语义映射为物理量来进行智能变电站保护设备回路状态评估方法。

### 背景技术

[0002] 变电站智能保护设备在线监测技术近年来得到了长足进步,由于智能变电站具有良好的自身态势感知优势,可以获取大量的自身状态,同时国家电网公司及南方电网公司均以企业标准的方式规范化、标准化了保护设备采集及自身状态数据的表示方法。这些数据为评估智能变电站的保护设备状态提供了有力的支撑。

[0003] 然而随着变电站的发展,特别是智能变电站的使用之后,电力保护设备进一步实现了功能分布化、网络化,其中保护传统的硬接线回路不复存在,传统的硬件回路被逻辑上的虚回路代替,采样和控制功能被分布到智能终端、合并单元等其他设备中去,保护本体的采集和跳闸功能通过通信方式实现。

[0004] 目前国内外的包括智能站在内的保护设备回路状态评估方法,往往只针对于保护回路的物理链路情况进行分析。对于传统的变电站,由于物理回路的电流、电压对应的即反映要采集的物理量如线路电压、电流等电气量,或者为经过变换器转换为电压、电流传输的油温、气压等非电气量,这些物理量为保护设备分析被保护的电力一次设备及系统的状态提供了可能。值得注意的是,物理回路电缆与要采集的电器量或非电器量之间一一对应,即一条电缆对应一路物理量。从而考察其传输采集物理量的可靠性,可以等同对应为考察唯一对应物理电缆的传输可靠性。

[0005] 智能变电站取消了物理电缆传输,而采用了光纤通信,其物理量采用IEC60870的GOOSE (Generic Object Oriented Substation Event)、SV (Sample Value) 通信报文的方式进行传输,智能变电站的光纤物理回路与其传输的物理量之间的关系变为一对多或多对一的关系。

### 发明内容

[0006] 一种基于物理量逻辑映射的智能变电站二次回路状态评估方法,解决智能变电站保护设备的二次回路采用GOOSE (Generic Object Oriented Substation Event通用面向对象的变电站事件)、SV (Sample Value采样值) 通信方式与物理通信链路间的不对应问题,从而将物理量与通信链路状态进行关联,实现改善了由于智能变电站保护设备无法直接观测到回路状态而对运行和检修操作带来的困难。

[0007] 为了实现上述目的,本发明通过如下技术方案来实现:

[0008] 一种基于物理量逻辑映射的智能变电站二次回路状态评估方法,其特征在于,包括以下步骤:

[0009] 步骤一、计算智能变电站保护设备的通信语义;

[0010] 步骤二、将智能变电站保护设备物理链路转换为链路矩阵;

[0011] 步骤三、根据物理链路上通信的物理量对应的重要性映射对应的链路重要性；

[0012] 步骤四、评估链路矩阵的各个链路的物理通信状态；

[0013] 步骤五、综合得出智能变电站保护设备评估得分。

[0014] 步骤一中，

[0015] 设智能变电站保护设备的输入和输出的物理量构成物理量集合 $V$ ，用 $V = \{V_1, V_2, V_3, \dots, V_n\}$ 表示，集合中的第 $i$ 路物理量为 $L_i, 1 \leq i \leq n$ ， $n$ 为保护设备输入和输出的物理量的总和。

[0016] 所述物理量通过IEC 61850规范描述的SCD文件的Inputs域获得。

[0017] 步骤二中，

[0018] 设物理链路集合为 $L = \{L_1, L_2, \dots, L_m\}$ ， $m$ 为物理链路数量，其中的第 $i$ 条物理链路为 $L_i, 1 \leq i \leq m$ ；任一条物理链路包含的通信物理设备表示为集合 $P = \{P_1, P_2, P_3, \dots, P_h\}$ ， $h$ 为通信物理设备数量，那么有全部物理链路矩阵表示为

$$[0019] \quad L' = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1h} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2h} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ P_{m1} & P_{m2} & \dots & P_{mh} \end{bmatrix}$$

[0020] 其中矩阵中的行表示某一条链路，列表示某物理通信设备是否在此链路中使用；矩阵中的某一元素 $P_{ij}$ 表示通信物理设备 $j$ 是否是某一物理链路 $i$ 的组成部分，如果是组成部分则取值为1，否则取值为0；其中， $1 \leq j \leq h$ 。

[0021] 步骤三中，

[0022] 第 $i$ 条物理链路 $L_i$ 上通信的物理量集合为 $V_x, V_x \subseteq V$ ， $V$ 为智能变电站保护设备的所有采集、开出物理量； $V_x$ 中的各个物理量对应的重要性为 $w_x$ ，则此链路的重要性为 $\sum_{i=0}^x w_x$ ， $x$ 为此条物理链路上的物理量数量。

[0023] 步骤四中，评估的状态参数包括链路上各个物理设备的光强、环境温度和/或设备运行电压偏离率。

[0024] 步骤五中，将各个链路权重进行正则化，转换为 $[0, 1]$ 的权重指标。

[0025] 采用以下公式进行正则化，

[0026] 某一条链路 $L_k$ 的权重为 $\beta_k = \frac{\sum_{i=0}^n w_i n_i}{n}$ ，其中 $w_i$ 为某一物理量 $i$ 的重要性； $n_i$ 为该物理量

是否在链路 $L_k$ 上传输，若传输则取1，若不传输则取0， $n$ 为保护设备输入和输出的物理量总数，整个二次回路的评估得分为 $\sum_{i=0}^k \beta_i \alpha_i$ 。

[0027] 将物理量采集状态与物理链路通信状态相关联。改善了由于智能变电站保护设备无法直接观测到回路状态而对运行和检修操作带来的困难，具有很强的适用性。

[0028] 本发明所达到的有益效果：

[0029] 本方法提出了一种利用GOOSE、SV语义分析获取对应物理量，再通过虚实链路转换将各路物理量对应所属的通信链路，从而将物理光纤的状态及其传输的通信报文状态结

合,并考虑不同的物理量的重要性从而得出适合智能站的保护设备二次回路状态评估方法。

[0030] 本专利充分考虑到智能变电站的保护设备的物理通信链路与逻辑通信报文对应的物理量的关系。利用通信语义分析,获取物理量,将传统保护二次回路的状态评估扩展到智能变电站保护设备的二次回路状态评估,从而改善了由于智能变电站保护设备无法直接观测到回路状态而对运行和检修操作带来的困难。

## 附图说明

[0031] 图1是本发明的流程图。

## 具体实施方式

[0032] 下面结合附图对本发明作进一步描述。以下实施例仅用于更加清楚地说明本发明的技术方案,而不能以此来限制本发明的保护范围。

[0033] 结合图1所示,本发明的方法包括以下具体步骤:

[0034] 步骤一、计算智能变电站保护设备的通信语义

[0035] 设智能变电站保护设备的输入和输出的物理量(如开关位置、电压值、电流值等)构成物理量集合 $V$ ,用 $V = \{V_1, V_2, V_3, \dots, V_n\}$ 表示。集合中的第 $i$ 路物理量为 $L_i, 1 \leq i \leq n, n$ 为保护设备输入和输出的物理量的总和。其中物理量可以通过IEC 61850规范描述的SCD文件(变电站配置描述文件)的Inputs域获得。

[0036] 步骤二、智能变电站保护设备物理链路转换为链路矩阵

[0037] 物理链路集合为 $L = \{L_1, L_2, \dots, L_m\}$ ,集合中的第 $i$ 条物理链路为 $L_i, 1 \leq i \leq m, m$ 为物理链路数量。每条链路,包括所有通信的物理环节,即从采集单元通信端口到传输光纤到交换机端口到智能变电站保护设备端口的全部环节。将这些通信物理设备表示为集合 $P = \{P_1, P_2, P_3, \dots, P_h\}$ ,集合中的元素表示从此物理链路所经过的通信设备, $h$ 为通信物理设备数量。那么有全部物理链路矩阵表示为

$$[0038] \quad L^* = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1h} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2h} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ P_{m1} & P_{m2} & \dots & P_{mh} \end{bmatrix}$$

[0039] 其中矩阵中的行表示某一条链路,列表示某物理通信设备是否在此链路中使用。矩阵中的某一元素 $P_{ij}$ 表示通信物理设备 $j$ 是否是某一物理链路 $i$ 的组成部分,如果是组成部分则取值为1,否则取值为0。其中, $1 \leq j \leq h$ 。

[0040] 步骤三、将各物理量对应的重要性映射至对应的链路

[0041] 智能变电站的过程层及间隔层一般采用星形网络结构,这种结构保证了两点间的物理网络路径唯一性。装置的每一个关联的GOOSE或SV数据集之间的虚链路可以唯一拓扑映射到唯一一条物理链路上。设其中第 $i$ 条物理链路为 $L_i$ ,其上通信的物理量集合为 $V_x$ ,

$V_x \subseteq V$ ,各个物理量的重要性为 $w_x$ ,则此链路的重要性可表示为 $\sum_{x=0}^x w_x$ , $x$ 为此条物理链路上的物理量数量。

[0042] 步骤四、评估链路矩阵L'的各个链路物理通信状态

[0043] 设第i个链路的物理通信状态的物理通信状态评分为 $\alpha_i$ 。本步骤可以采用传统的对于链路的评估方法,评估的参数为链路上各个物理设备的光强、环境温度、设备运行电压偏离率等。在整条链路上的各个设备进行整合可以得到物理链路的健康度,整合方法一般有取评估最小值和取各个设备的平均评估得分值。本专利涉及评估链路矩阵L的各个链路物理通信状态这一步骤,但不涉及对物理链路的通信状态的评估的算法,实质上本专利即为对物理链路和物理量一一对应的传统回路评估方法的扩展,对于物理链路本身的评估方式可以选用一种适用于工程实际链路的评估方法。

[0044] 步骤五、综合得出保护设备评估得分

[0045] 将各个链路权重进行正则化,即用下面的公式,转换为[0, 1]的权重指标。某一条

链路 $L_k$ 的权重为 $\beta_k = \frac{\sum_{i=0}^n W_i \eta_i}{n}$ , 其中 $W_i$ 为某一物理量i的重要性、 $\eta_i$ 为该物理量是否在链路 $L_k$

上传输若传输则取1,若不传输则取0。 $n$ 为保护设备输入和输出的物理量总数,于是整个

二次回路的评估得分为 $\sum_{i=0}^k \beta_i \alpha_i$ 。

[0046] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明技术原理的前提下,还可以做出若干改进和变形,这些改进和变形也应视为本发明的保护范围。

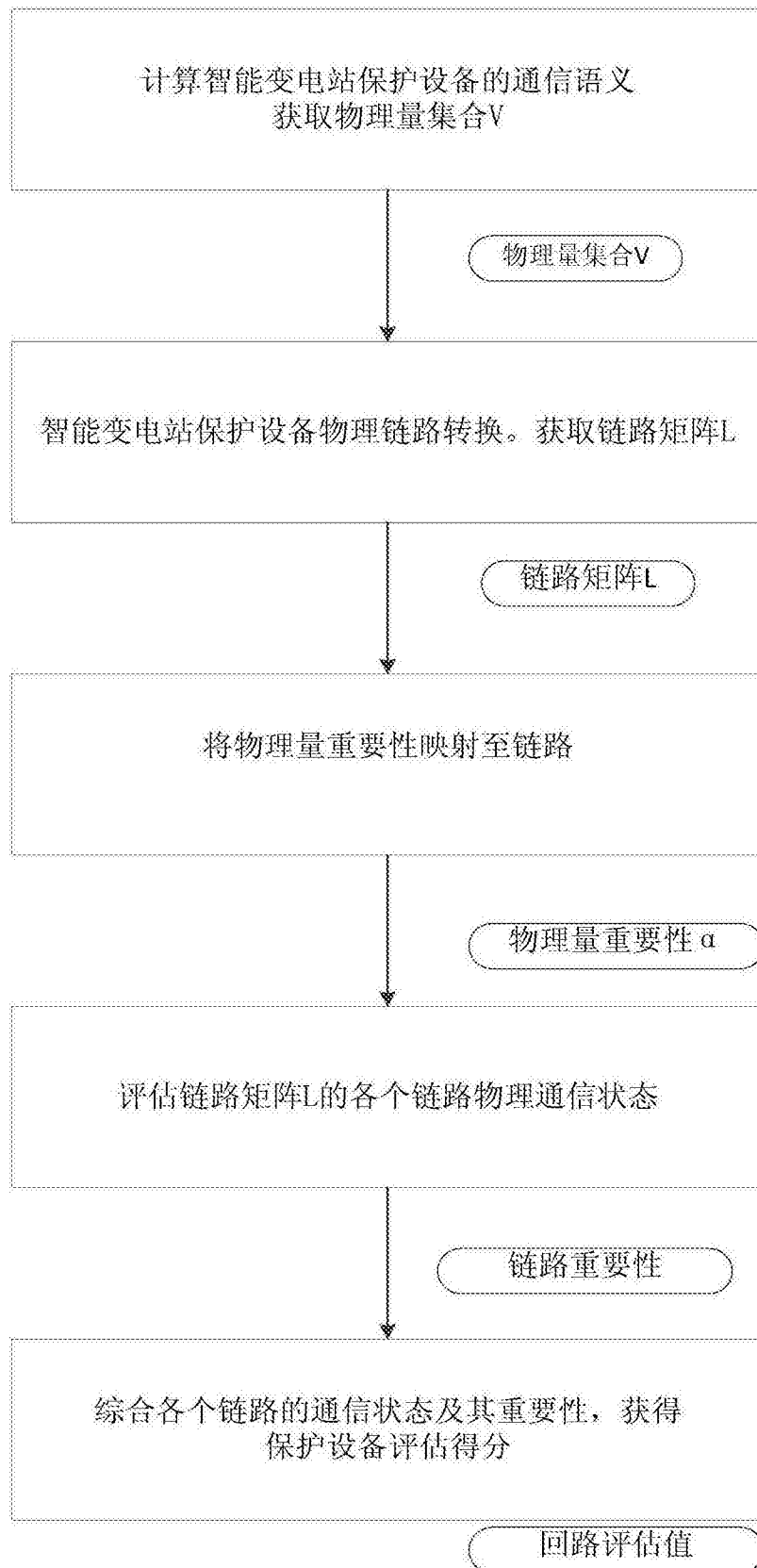


图1