



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103823433 B

(45) 授权公告日 2015. 01. 21

(21) 申请号 201410009182. 9

(22) 申请日 2014. 01. 08

(73) 专利权人 国家电网公司

地址 313000 浙江省湖州市湖州经济技术开发区凤凰路 777 号

专利权人 国网浙江省电力公司湖州供电公司

国网浙江德清县供电公司

上海电力学院

(72) 发明人 姚建华 俞京锋 赵俊 毛鸿飞

阮远峰 杨欢红 温杰

(74) 专利代理机构 杭州华鼎知识产权代理事务所 (普通合伙) 33217

代理人 秦晓刚

(51) Int. Cl.

G05B 19/418(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102005736 A, 2011. 04. 06, 全文.

CN 102130506 A, 2011. 07. 20, 全文.

CN 102931625 A, 2013. 02. 13, 全文.

JP 6096125 A, 1985. 05. 29, 全文.

CN 103066572 A, 2013. 04. 24, 全文.

审查员 孙大林

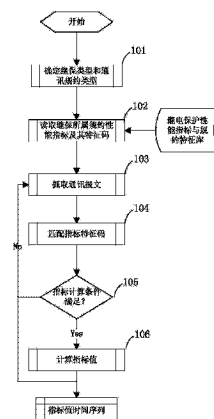
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

一种使用通讯过程分析实现继电保护设备在线监测的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种使用通讯过程分析实现继电保护设备在线监测的方法,包括在线监测指标自动提取和计算以及继电保护装置在线评估两个步骤。本发明针对传统变电站综合自动化继保装置,利用具有通讯能力,并在具体应用中组成自动化通讯网络的特征,通过构建独立于自动化系统的通讯监听机制,并在线提取反映继保设备健康状态的功能性能特征参数,实现继保设备的在线监测。



1. 一种使用通讯过程分析实现继电保护设备在线监测的方法,其特征在于:包括在线监测指标自动提取和计算以及继电保护装置在线评估两个步骤;其中,在线监测指标自动提取和计算的过程为:首先,针对继电保护装置具有的共性通讯功能,构建与时间相关的在线检测指标体系;其次,按设定的时间间隔,计算一次上述在线检测指标体系中的检测指标,累计多日后,形成一个时间序列,该时间序列用  $ET_j$  表示;继电保护装置在线评估的过程为:首先,针对时间序列  $ET_j$ ,用直线去拟合,通过计算拟合直线的斜率,归一化后成为  $-1$  至  $1$  之间的数值,该数值用  $E_i$  表示作为描述对于指标的特征值;然后,多个指标特征值按一定的权重进行加权平均后,形成一个  $0 \sim 1$  之间的无量纲参数,该无量纲参数用  $E_d$  表示,该无量纲参数代表了继电保护装置性能下降的程度,用  $100$  表示继电保护装置处于绝对完好的状态,那么用  $(1-E_d)*100$  来代表继电保护装置的健康度,该健康度用  $H$  表示, $H$  是一个  $0 \sim 100$  之间的值,越接近  $100$  表示继保设备的健康度越好,相反越接近  $0$  表示健康状态越差, $0$  表示设备处于无法工作状态,通过设定健康度的阈值,作为告警条件,当健康度小于该阈值时,产生一个告警,提醒维检修人员,需要对继保设备进行维修维护。

2. 根据权利要求 1 所述的使用通讯过程分析实现继电保护设备在线监测的方法,其特征在于:继电保护装置具有的共性通讯功能包括:

- (1) 周期性地输出继电保护量测值,包括遥测、遥信值;
- (2) 当发生保护跳闸或其他告警事件时,输出带时标的顺序事件记录;
- (3) 执行主站的遥控/遥设命令;
- (4) 响应监控系统的召唤命令,返回继电保护装置的定值或遥测遥信全数据。

3. 根据权利要求 1 所述的使用通讯过程分析实现继电保护设备在线监测的方法,其特征在于:与时间相关的在线检测指标体系包括:

(1) 遥测遥信的平均发送周期,使用不同通讯规约的继电保护,按不同的周期发送遥测和遥信报文;

(2) SOE 平均延时时间,当继电保护装置录得 SOE 后,会主动发送到监控系统,报文发送的时间与 SOE 产生的时间会有一个时间差,多个这种时间差的平均值,构成了继电保护装置 SOE 平均延时监测指标;

(3) 遥控命令平均执行时间,遥控命令的执行,采用查询/应答的通讯过程完成,这两条命令间有一个时间差,多个这类命令的时间差的平均值,构成了继电保护装置遥控命令平均执行时间监测指标;

(4) 召唤命令平均响应时间,召唤命令采用查询/应答过程完成,通过计算多个召唤命令的查询响应时间差的平均值,获得召唤命令平均响应时间指标,如果有多种召唤命令,设置多个对应的平均响应时间监测指标。

4. 根据权利要求 1 所述的使用通讯过程分析实现继电保护设备在线监测的方法,其特征在于:计算  $ET_j$  的值采用监听后台监控系统与继电保护之间的实时通讯报文的方式,利用指标与通讯报文具有关联关系,针对不同的指标采用不同的计算逻辑自动地进行计算。

5. 根据权利要求 1 所述的使用通讯过程分析实现继电保护设备在线监测的方法,其特征在于:将  $ET_j$  拟合计算  $E_i$  采用线性回归方法,以获取  $ET_j$  的时标作为 X-轴点, $ET_j$  值作为 Y-轴点,采用标准的线性回归方法,计算拟合直线的斜率,并将斜率转换为角度,再通过求正弦值的方式,转换为  $E_i$ 。

6. 根据权利要求 1 所述的使用通讯过程分析实现继电保护设备在线监测的方法,其特征在于:将多个指标特征值  $E_i$  合成一个健康度指标  $H$  采用加权平均的方式,按如下步骤进行:

(1) 计算加权平均值  $E = \sum C_i E_i$ , 其中  $C_i$  为加权平均系数;

(2) 按  $H = (1 - E) * 100$  的公式计算出继电保护装置的健康度。

7. 根据权利要求 6 所述的使用通讯过程分析实现继电保护设备在线监测的方法,其特征在于:加权平均系数  $C_i$  有以下两种方法获得:

(1) 根据人工判断各指标对健康度的重要性,预先设定;

(2) 在一个初始值的基础上,采用人工神经网络方法,赋予系统自动调整的能力,推演出各加权平均系数。

## 一种使用通讯过程分析实现继电保护设备在线监测的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及继电保护设备在线监测技术。

### 背景技术

[0002] 状态检修是目前电气设备维检修工作方式变革的重要发展方向,实现状态检修的关键要素之一是实现电气设备状态的在线监测和状态评估。在电力系统中,一次设备(如变压器、断路器、电容器等等)的在线状态监测技术和方法已日趋成熟,在线监测系统逐渐成为中高压输变电设备的标准配置,而以微机继电保护和综合测控装置为代表的智能设备(IED)状态监测技术才刚刚起步,目前主要的检测手段大多停留在停电模式下的离线检测,如利用周期性或者发生故障后的检修期,采用特定的检测仪器对智能设备的交流测量系统、直流操作与信号系统、逻辑判断系统、通信系统和屏蔽接地子系统及元件等进行离线检测。

[0003] 随着微机保护和微机自动装置自诊断技术的发展,特别是数字化智能变电站技术的发展完善,为智能设备的状态监测奠定了坚实的技术基础。目前对综合自动化变电站而言,实施状态监测的主要手段是利用保护装置内各模块具有的自诊断功能及其输出的状态展开。例如,利用装置厂商提供的诊断程序,对装置的电源、CPU、I/O 接口、A/D 转换、存储器等插件进行巡查诊断,采用比较法、编码法、校验法、监视定时器法、特征字法等故障测试的方法,自动测试每一台设备和部件。然而,由于缺乏统一的综合自动化智能设备在线状态监测的行业标准,各厂商保护和测控等智能设备自诊断功能和输出标准不统一,这些自诊断信息的应用主要为离线方式的检修和检定提供辅助自动手段,部分作为告警信号,进入 SCADA 系统,不能很好的满足智能设备在线状态监测和评估的需要。

[0004] 智能设备的重要特征之一是其具有通讯能力,在变电站综合自动化系统中,继保、测控等智能设备采用工业总线技术,与运动设备及后台监控计算机一起组成自控通讯网络,变电所监控功能的发挥完全依赖于这个网络中的各个元素功能的正常发挥。事实上,系统中涉及的继保、测控以及运动等智能设备的功能或性能发生故障,将直接体现在自动化系统通讯网络相关通讯性能参数的变化中,如网络流量、误码率以及延时时间等等,因此,维检修人员常常通过特定的工具分析通讯报文,判断相关通讯特征与预期的行为差异,进而评估自动化系统的工作状态以及寻找故障发生的原因。虽然有些 SCADA 系统的通讯功能已经可以自动提取相关的通讯特征参数,但仅限于 SCADA 系统自身的性能分析。

[0005] 目前,已经有研究和应用,利用变电站通讯网络性能指标,如网络流量、误码率等,来反推构成自动化通讯网络的智能设备的性能,但这些指标为通用的网络性能指标,没有与智能设备的功能特点关联,虽然能部分反映智能设备的性能,但不能用作智能设备在线检测的技术指标。数字自动化变电站标准 IEC61850 的 GOOSE 通讯协议中,定义了反映继电保护设备的功能性能指标,已经被一些研究和应用用作继电保护智能设备的在线检测的指标,但对于大多数传统变电站而言,非 IEC61850 标准的微机继电保护等智能设备,还缺乏在线检测的指标体系,以及在线自动计算和评估指标体系的方法,从而导致实施这类继

保设备在线检测的手段缺乏,还没有建立起相关的在线监测应用系统。

## 发明内容

[0006] 本发明所要解决的技术问题就是提供一种使用通讯过程分析实现继电保护设备在线监测的方法,减轻人工分析通讯报文、评估智能设备性能缺陷的工作强度,缩短工作时间并提升评估和判断装置故障的准确度,有效地消除继保等智能设备潜在的安全隐患,降低因二次设备缺陷导致的停电风险,有利于提升供电系统的可靠性。

[0007] 为解决上述技术问题,本发明采用如下技术方案:一种使用通讯过程分析实现继电保护设备在线监测的方法,包括在线监测指标自动提取和计算以及继电保护装置在线评估两个步骤;其中,在线监测指标自动提取和计算的过程为:首先,针对继电保护装置具有的共性通讯功能,构建与时间相关的在线检测指标体系;其次,按设定的时间间隔,计算一次上述在线检测指标体系中的检测指标,累计多日后,形成一个时间序列,该时间序列用  $ET_j$  表示;继电保护装置在线评估的过程为:首先,针对时间序列  $ET_j$ ,用直线去拟合,通过计算拟合直线的斜率,归一化后成为  $-1$  至  $1$  之间的数值,该数值用  $E_i$  表示作为描述对于指标的特征值;然后,多个指标特征值按一定的权重进行加权平均后,形成一个  $0 \sim 1$  之间的无量纲参数,该无量纲参数用  $E_d$  表示,该无量纲参数代表了继电保护装置性能下降的程度,用  $100$  表示继电保护装置处于绝对完好的状态,那么用  $(1-E_d)*100$  来代表继电保护装置的健康度,该健康度用  $H$  表示, $H$  是一个  $0 \sim 100$  之间的值,越接近  $100$  表示继保设备的健康度越好,相反越接近  $0$  表示健康状态越差, $0$  表示设备处于无法工作状态,通过设定健康度的下限值,作为告警条件,当健康度小于该阈值时,产生一个告警,提醒维检修人员,需要对继保设备进行维修维护。

[0008] 优选的,继电保护装置具有的共性通讯功能包括:

[0009] (1) 周期性地输出继电保护量测值,包括遥测、遥信值;

[0010] (2) 当发生保护跳闸或其他告警事件时,输出带时标的顺序事件记录;

[0011] (3) 执行主站的遥控/遥设命令;

[0012] (4) 响应监控系统的召唤命令,返回继电保护装置的定值或遥测遥信全数据。

[0013] 优选的,与时间相关的在线检测指标体系包括:

[0014] (1) 遥测遥信的平均发送周期,使用不同通讯规约的继电保护,按不同的周期发送遥测和遥信报文;

[0015] (2) SOE 平均延时时间,当继电保护装置录得 SOE 后,会主动发送到监控系统,报文发送的时间与 SOE 产生的时间会有一个时间差,多个这种时间差的平均值,构成了继电保护装置 SOE 平均延时监测指标;

[0016] (3) 遥控命令平均执行时间,遥控命令的执行,采用查询/应答的通讯过程完成,这两条命令间有一个时间差,多个这类命令的时间差的平均值,构成了继电保护装置遥控命令平均执行时间监测指标;

[0017] (4) 召唤命令平均响应时间,召唤命令采用查询/应答过程完成,通过计算多个召唤命令的查询响应时间差的平均值,获得召唤命令平均响应时间指标,如果有多种召唤命令,设置多个对应的平均响应时间监测指标。

[0018] 优选的,计算  $ET_j$  的值采用监听后台监控系统与继电保护之间的实时通讯报文的

方式,利用指标与通讯报文具有关联关系,针对不同的指标采用不同的计算逻辑自动地进行计算。

[0019] 优选的,将  $ET_j$  拟合计算  $E_i$  采用线性回归方法,以获取  $ET_j$  的时标作为 X-轴点, $ET_j$  值作为 Y-轴点,采用标准的线性回归方法,计算拟合直线的斜率,并将斜率转换为角度,再通过求正旋值的方式,转换为  $E_i$ 。

[0020] 优选的,将多个指标特征值  $E_i$  合成一个健康度指标  $H$  采用加权平均的方式,按如下步骤进行:

[0021] (1) 计算加权平均值  $E = \sum C_i E_i$ ,其中  $C_i$  为加权平均系数;

[0022] (2) 按  $H = (1 - E) * 100$  的公式计算出继电保护装置的健康度。

[0023] 优选的,加权平均系数  $C_i$  有以下两种方法获得:

[0024] (1) 根据人工判断各指标对健康度的重要性,预先设定;

[0025] (2) 在一个初始值的基础上,采用人工神经网络方法,赋予系统自动调整的能力,推演出各加权平均系数。

[0026] 优选的,在线检测指标体系自动提取和计算过程包含以下 6 个步骤:

[0027] 步骤 101 确定继电保护装置的类型和规约类型,通过配置的方式,预先定义;

[0028] 步骤 102 根据继电保护装置的类型和规约类型,从预定义的“继电保护装置指标和规约特征库”中读取相关指标、指标对应的规约特征码以及计算方式;

[0029] 步骤 103 抓取通讯报文,抓取方式可以采用通讯监听的方式,并对抓取到的报文按规约帧格式,形成完整帧,对每帧按抓取时间打上时间戳;

[0030] 步骤 104 与在线监测指标对应的规约特征码进行匹配,匹配成功,记录下匹配帧的时间戳;

[0031] 步骤 105 按指标计算方式,判断是否满足指标计算条件,如果不满足,则返回 103 步,继续抓取报文,如果满足,则进入 106 步;

[0032] 步骤 106 计算指标值,将计算得到的值打上计算时刻时标,作为一个时间序列点,保存到指标时间序列中,并返回步骤 103,继续计算下一个时间序列指标点。

[0033] 优选的,继电保护装置在线评估的过程包含以下 4 个步骤:

[0034] 步骤 201 以当前时刻计算得到的时间序列为输入计算指标时间序列的特征值;

[0035] 步骤 202 计算指标特征值的加权平均系数,计算方法为采用预先输入的加权平均系数或者根据历史数据通过神经网络方法推演学习得到的动态加权平均系数;

[0036] 步骤 203 将各个指标特征值按对应的加权平均系数,计算加权平均值,并将其格式化成为 0 ~ 100 之间的健康值;

[0037] 步骤 204 按预先设定的告警阈值,判断健康值是否越限,如果越限,则产生告警,并通知运行维护人员。

[0038] 优选的,步骤 204 中告警通知的方式,采用后台人机界面通知的方式或者采用短信告警的方式。

[0039] 本发明针对传统变电站综合自动化继保装置,利用具有通讯能力,并在具体应用中组成自动化通讯网络的特征,通过构建独立于自动化系统的通讯监听机制,并在线提取反映继保设备健康状态的功能性能特征参数,实现继保设备的在线监测,为常规综合自动化变电站继电保护装置等二次设备在线监测系统构建,提供了一种全新的实施方法。

[0040] 通过本发明的使用,解决了(1)常规综合自动化变电所继电保护设备状态监测困难的问题;(2)由于继保等智能设备性能下降不能及时发现,导致继保和测控等智能设备功能以及整个变电所监控功能不能正常发挥的问题。

[0041] 采用本发明后的有益效果:(1)通过通讯监听分析,在线自动提取反映装置功能性能的相关通讯参数,可以极大地减轻人工分析通讯报文、评估智能设备性能缺陷的工作强度,缩短工作时间并提升评估和判断装置故障的准确度;(2)通过7\*24小时对变电所智能设备的连续监测和分析,可以及时地发现继保等智能设备存在的性能缺陷,并通过告警机制通知维检修人员,可以有效地消除继保等智能设备潜在的安全隐患,降低因二次设备缺陷导致的停电风险,有利于提升供电系统的可靠性。

### 附图说明

[0042] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步描述:

[0043] 图1为继保装置在线监测指标提取流程图;

[0044] 图2为继保装置状态评估流程图。

### 具体实施方式

[0045] 本发明主要解决的技术问题是提供一种继电保护性能指标在线计算和评估的方法,其包括在线监测指标自动提取和计算以及继电保护装置在线评估两个步骤;其中,在线监测指标自动提取和计算的过程为:首先,针对继电保护装置具有的共性通讯功能,构建与时间相关的在线检测指标体系;其次,按设定的时间间隔,计算一次上述在线检测指标体系中的检测指标,累计多日后,形成一个时间序列,该时间序列用 $ET_j$ 表示;继电保护装置在线评估的过程为:首先,针对时间序列 $ET_j$ ,用直线去拟合,通过计算拟合直线的斜率,归一化后成为-1至1之间的数值,该数值用 $E_i$ 表示作为描述对于指标的特征值;然后,多个指标特征值按一定的权重进行加权平均后,形成一个0~1之间的无量纲参数,该无量纲参数用 $E_d$ 表示,该无量纲参数代表了继电保护装置性能下降的程度,用100表示继电保护装置处于绝对完好的状态,那么用 $(1-E_d)*100$ 来代表继电保护装置的健康度,该健康度用 $H$ 表示, $H$ 是一个0~100之间的值,越接近100表示继保设备的健康度越好,相反越接近0表示健康状态越差,0表示设备处于无法工作状态,通过设定健康度的下限值,作为告警条件,当健康度小于该阈值时,产生一个告警,提醒维检修人员,需要对继保设备进行维修维护。

[0046] 出于通用性和自动计算的考虑,在线监测指标体系选择需要与继电保护设备的功能和采用的通讯协议关联,能反应时间变化属性,并适合采用通讯监听的方式,从监听的通讯报文中自动持续提取。基于这种思路,本发明首先针对继电保护常用的通讯协议,建立了在线监测指标与相关通讯报文特征码之间的关联关系,通过匹配抓取相关报文的特征码,自动计算在线监测指标,形成指标的时间序列,如图1所示。针对每个指标的时间序列,采用特定的评估算法,计算时间序列的特征值,对于多个指标的特征值,采用加权平均的方法计算反映继电保护设备健康状态的健康度,并按预先设定的阈值,当健康度超出阈值产生告警,以达到继保装置运行状态预计的效果。如图2所示。

[0047] 上述继电保护性能指标在线计算和评估的方法中,在线监测指标自动提取和计算以及继电保护装置在线评估两个步骤具体为。

[0048] 如图 1 所示,在线监测指标自动提取和计算过程包含以下 6 个步骤:

[0049] 步骤 101 确定继电保护装置的类型和规约类型,通常通过配置的方式,预先定义;

[0050] 步骤 102 根据继电保护装置的类型和规约类型,从预定义的“继电保护装置指标和规约特征库”中读取相关指标、指标对应的规约特征码以及计算方式。

[0051] 步骤 103 抓取通讯报文,抓取方式可以采用通讯监听的方式,并对抓取到的报文按规约帧格式,形成完整帧,对每帧按抓取时间打上时间戳。

[0052] 步骤 104 与在线监测指标对应的规约特征码进行匹配,匹配成功,记录下匹配帧的时间戳。

[0053] 步骤 105 按指标计算方式,判断是否满足指标计算条件,如果不满足,则返回 103 步,继续抓取报文,如果满足,则进入 106 步。

[0054] 步骤 106 计算指标值,将计算得到的值打上计算时刻时标,作为一个时间序列点,保存到指标时间序列中(保存点数操作预先设定的点时,去掉最先保存的点),并返回步骤 103,继续计算下一个时间序列指标点。

[0055] 如图 2. 所示,继电保护装置在线评估的过程包含以下 4 个步骤:

[0056] 步骤 201 以当前时刻计算得到的时间序列为输入,计算指标时间序列的特征值,计算方法可以是标准的线性回归方法,也可以是其它线性拟合方法;

[0057] 步骤 202 计算指标特征值的加权平均系数,计算方法可以是简单采用预先输入的加权平均系数,也可以是根据历史数据通过神经网络方法推演学习得到的动态加权平均系数。

[0058] 步骤 203 将各个指标特征值按对应的加权平均系数,计算加权平均值,并将其格式化成为 0 ~ 100 之间的健康值。

[0059] 步骤 204 按预先设定的告警阈值,判断健康值是否越限,如果越限,则产生告警,并采用合适的方式通知运行维护人员。告警通知的方式,可以采用后台人机界面通知的方式,也可以采用短信告警的方式。

[0060] 基于通用性的考虑,本发明首先针对继电保护装置具有如下的共性通讯功能:

[0061] (1) 周期性地输出继电保护量测值,包括遥测、遥信值。

[0062] (2) 当发生保护跳闸或其他告警事件时,输出带时标的顺序事件记录(SOE)。

[0063] (3) 执行主站的遥控 / 遥设命令;

[0064] (4) 响应监控系统的召唤命令,返回继电保护装置的定值或遥测遥信全数据。

[0065] 构建了与时间相关的在线检测指标体系。包括:

[0066] (1) 遥测遥信的平均发送周期。使用不同通讯规约的继电保护,可能按不同的周期发送遥测和遥信报文,如采用 IEC103 的通讯规约,遥测报文周期性地发送,而遥信等需要通过总召唤再返回。而北京四方公司的 CSC2000 通讯协议,则通过不同的通讯报文,周期性发送遥测和遥信数据,在这种情况下,需要针对发送报文类别,构建多个平均发送周期监测指标。

[0067] (2) SOE 平均延时时间,当继电保护装置录得 SOE 后,会主动发送到监控系统,报文发送的时间与 SOE 产生的时间(SOE 的时标)会有一个时间差,多个这种时间差的平均值,构成了继电保护装置 SOE 平均延时监测指标。

[0068] (3) 遥控命令平均执行时间,遥控命令的执行,一般采用查询 / 应答的通讯过程完



成,这两条命令间有一个时间差,多个这类命令的时间差的平均值,构成了继电保护装置遥控命令平均执行时间监测指标。

[0069] (4) 召唤命令平均响应时间,与控制命令类似,召唤命令一般采用查询/应答过程完成,通过计算多个召唤命令的查询响应时间差的平均值,可获得召唤命令平均响应时间指标,与遥测/遥信平均发送周期指标一样,如果有多种召唤命令,可设置多个对应的平均响应时间监测指标。

[0070] 正常情况下,继电保护装置的这些指标会在一个基准值附近变化。如果按一定的时间间隔,比如 1 天,计算一次上述指标,累计多日后,便可形成了一个时间序列(用  $ET_j$  表示),放在“时间-指标值”坐标系中,其变化趋势应接近一条平稳的直线。如果这些指标持续上升的话,意味着继电保护装置的性能下降,健康度降低。因此,针对指标值的时间序列,可以用直线去拟合,通过计算拟合直线的斜率,归一化后成为  $(-1, 1)$  之间的数值(用  $E_i$  表示),作为描述对于指标的特征值。多个指标的特征值,可以按一定的权重进行加权平均后,形成一个  $0 \sim 1$  之间的无量纲参数(用  $E_d$  表示),这个参数代表了继电保护装置性能下降的程度,如果用 100 表示继电保护装置处于绝对完好的状态,那么可以用  $(1-E_d)*100$  来代表继电保护装置的健康度(用  $H$  表示)。 $H$  是一个  $0 \sim 100$  之间的值,越接近 100 表示继保设备的健康度越好,相反越接近 0 表示健康状态越差,0 表示设备处于无法工作状态。因此,可以通过设定健康度的下限值,如设定为 60 作为告警条件,当健康度小于该阈值时,产生一个告警,提醒维检修人员,需要对继保设备进行维修维护了。通过这种方法,达到对继电保护装置在线检测的目的。

[0071] 在上述在线检测实施过程中,还有三个问题需要解决:

[0072] 第一、如何自动计算  $ET_j$  的值?

[0073] 第二、如何拟合指标时间序列,得到  $E_i$  ?

[0074] 第三、如何选择  $E_i$  的权重,以合成健康度  $H$  ?

[0075] 针对第一个问题,本发明采用监听后台监控系统与继电保护之间的实时通讯报文的方式,利用指标与通讯报具有关联关系,针对不同的指标采用不同的计算逻辑自动地进行计算。以北京四方公司继电保护通讯规约 CSC2000 为例,继保装置正常运行后,会按设定的周期,比如 10 秒,周期性的上发全遥测、全遥信或遥测遥信混合报文。CSC2000 协议通过“报文类型码 0x30”+“数据类型码”来区分这类报文,对于全遥信,数据类型码为 0x07,对于全遥测,数据类型码可以是 0x20 ~ 0x2F 或者 0x30 ~ 0x3F,而对于遥测/遥信混合报文,数据类型码可以是 0x40 ~ 4E 或者 0x50 ~ 0x5F 或者 0x60 ~ 60F。有关过程如下:

[0076] 1.1 系统持续地抓取通讯报文,并自动对报文类型和数据类型码进行匹配,当匹配到一条周期上送报文时,系统作一个标记,并记录接收到的时标值,

[0077] 1.2 如果前面已匹配到一条相同类型的报文,且中间没有插入命令/SOE/召唤报文,则用最近报文的时标-上一个同类报文的时标得到一个监测指标计算中间点值,并将该值临时保存起来。

[0078] 1.3 在一个预先设定的周期,如 1 小时,内按第 1.2) 步会计算得到多个指标中间值,将这些值计算做算术平均,即形成了在给定时刻的指标值  $ET_j$ 。

[0079] 由于通讯监听技术是成熟技术,因此上述过程完全可以无须人工干预由系统自动完成。对于使用不同通讯规约,类型不同的继电保护装置,可以将指标与通讯规约报文特征

码以及计算方式预先组织好,保存在“继电保护性能指标与规约特征库”中,这样前述的指标在线提取和计算方法就具有通用性了。

[0080] 针对将 $ET_j$ 拟合计算 $E_i$ 的问题,可以有很多方法,本发明采用线性回归方法,以获取 $ET_j$ 的时标作为X-轴点, $ET_j$ 值作为Y-轴点,采用标准的线性回归方法,计算拟合直线的斜率,并将斜率转换为角度,再通过求正弦值( $\sin$ )的方式,转换为 $E_i$ 。这是一个-1到1之间的值,对于 $<0$ 的情形,舍去变成0,这样,该值越大,表示针对该指标的性能下降越快,这可以很好地反映继电保护装置的性能状态。

[0081] 针对将多个指标特征值 $E_i$ 合成一个健康度指标H的问题,本发明采用加权平均的方式,按如下步骤进行:

[0082] 2.1 计算加权平均值 $E = \sum C_i E_i$ ,其中 $C_i$ 为加权平均系数,可以(1)根据人工判断各指标对健康度的重要性,预先设定;(2)也可以在一个初始值的基础上,采用人工神经网络方法,比如BP神经网络计算方法,赋予系统自动调整的能力,推演出各加权系数。

[0083] 2.2 按 $H = (1 - E) * 100$ 的公式计算出继电保护装置的健康度。

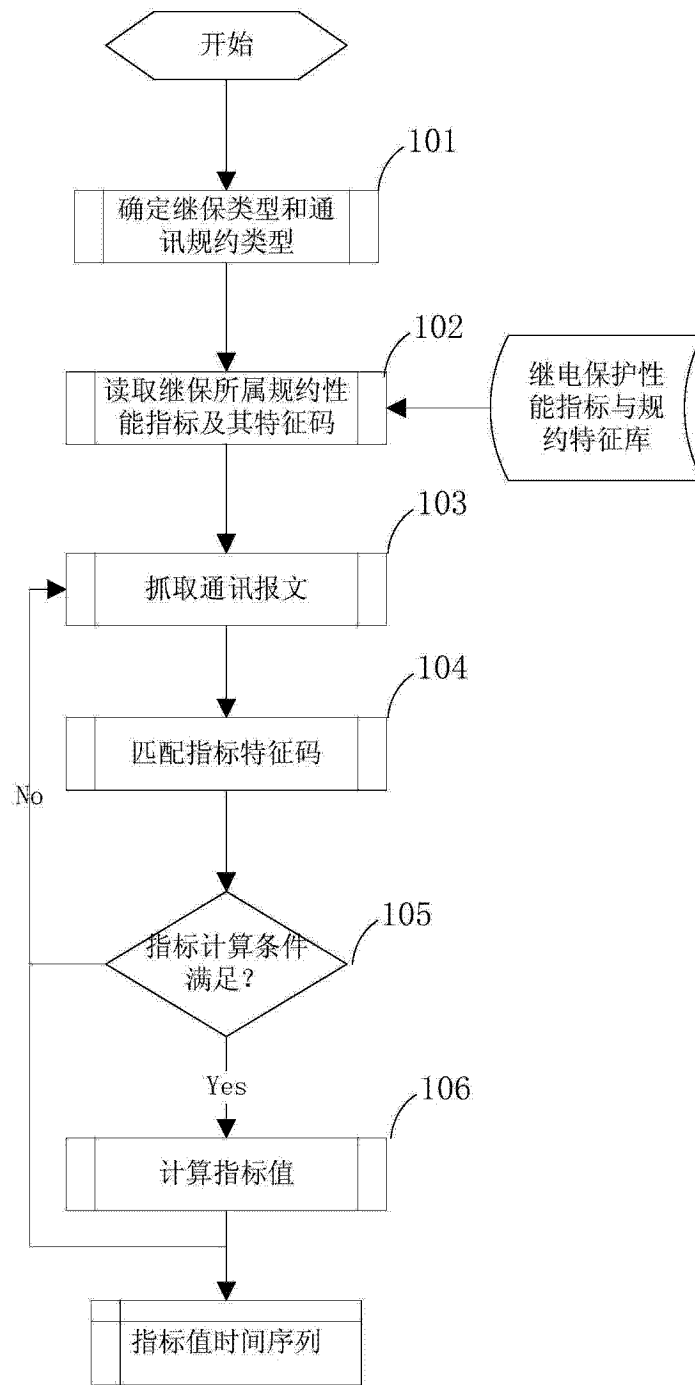


图 1

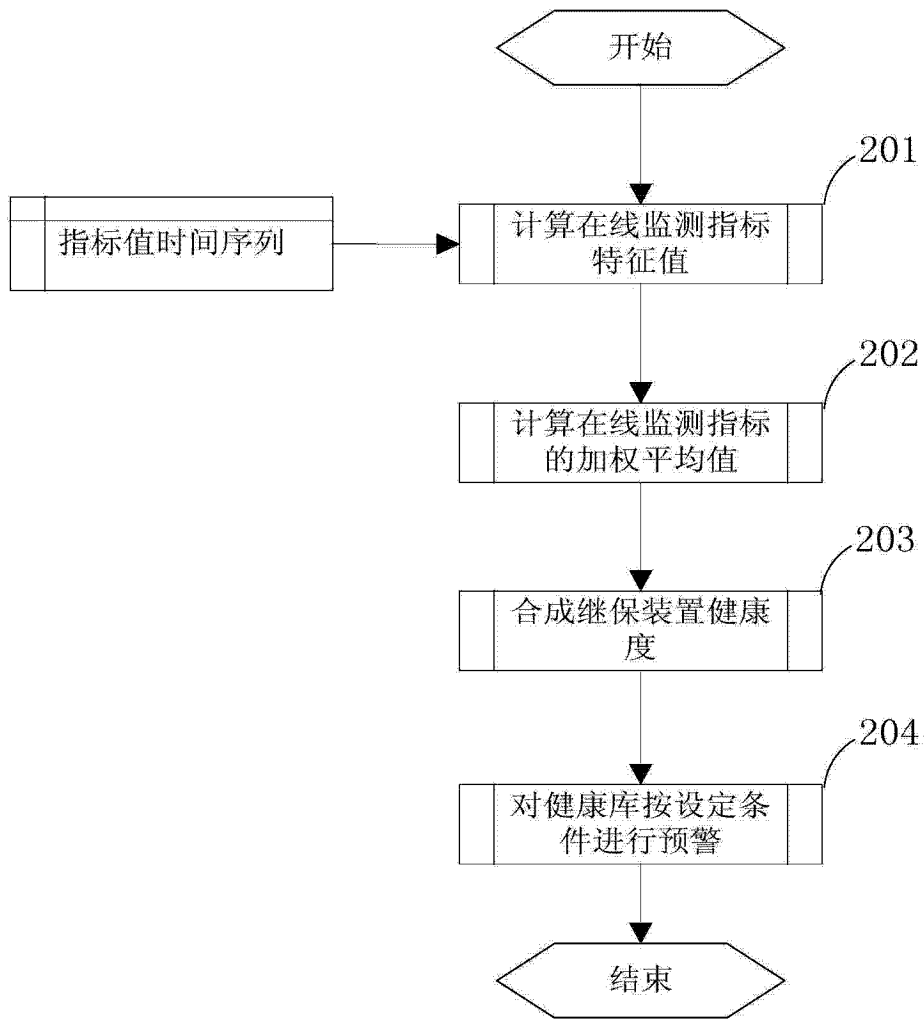


图 2