



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104979908 A

(43) 申请公布日 2015. 10. 14

(21) 申请号 201510357560. 7

(22) 申请日 2015. 06. 25

(71) 申请人 云南电网有限责任公司电力科学研  
究院

地址 650217 云南省昆明市经济技术开发区  
云大西路 105 号

申请人 云南电网有限责任公司红河供电局  
广州至德电力科技有限公司

(72) 发明人 苏适 李远 唐立军 苏忠阳  
李萍 杨家全 谢青洋

(74) 专利代理机构 昆明大百科专利事务所  
53106

代理人 何健

(51) Int. Cl.

H02J 13/00(2006. 01)

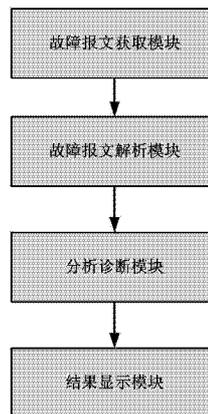
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种变电站网络在线故障分析方法

(57) 摘要

一种变电站网络在线故障分析方法,包括模块设置和实现流程两部分,所述模块设置有四个模块,分别依序连接为:故障报文获取模块、故障报文解析模块、分析诊断模块和结果显示模块;实现流程是通过在线、实时或者变电站的报文信息,然后经过一系列地对报文进行解析、分析,最终确定变电站网络系统是否存在故障,并把结果告知运行人员。本发明可以自动迅速查找出变电站网络故障原因,弥补现有技术需要人工排查故障的缺陷,缩短网络故障确定的时间,提高变电站网络故障处理效率。



1. 一种变电站网络在线故障分析方法,其特征是,包括模块设置和实现流程两部分,所述模块设置有四个模块,分别依序连接为:故障报文获取模块、故障报文解析模块、分析诊断模块和结果显示模块;其中,各模块设置功能是:

故障报文获取模块:利用变电站的网络报文记录分析仪从站内的各种二次设备和网络上获取站内的各种报文数据;网络报文记录仪记载着变电站的所有报文的详细信息,故障报文获取模块利用其在线、实时获取变电站二次系统报文,二次系统报文包括了从合并单元、测控装置、保护装置、智能操作箱、故障录波器、时钟、交换机等设备发出的报文;同时利用该模块与故障报文解析模块的接口把变电站的实时报文发送到后者去;

故障报文解析模块:包括 SV 解析子模块、GOOSE 解析子模块、MMS 解析子模块,当故障报文解析模块收到报文后,先解析报文包头,再利用包头信息判断其属于哪个解析子模块,然后再送往对应的解析子模块,由解析子模块根据该模块内的报文故障模型进行解析;故障报文解析模块对收到的每一个报文进行预处理,通过解析报文获取其包头来判断报文类型,其中变电站主要报文类型包括 SV 报文、GOOSE 报文、MMS 报文,当判断出接收到的报文具体类型时,则送往对应的报文解析子模块,按照各报文的故障模型进行解析报文;

分析诊断模块:分别设有 SV 分析子模块、GOOSE 分析子模块、MMS 分析子模块,这三个子模块与故障报文解析模块中的子模块相对应,其中 SV 分析子模块接收并分析 SV 解析子模块发送过来的数据,GOOSE 分析子模块接收并分析 GOOSE 解析子模块发送过来的数据,MMS 分析子模块接收并分析 MMS 解析子模块发送过来的数据;在分析诊断模块中,各分析子模块处理来自故障报文解析模块的信息过程是一样的;

结果显示模块:一是自动将来自分析诊断模块发送过来的二次网络故障分析结果以多种格式保存下来,形成故障分析历史库,以供运行人员查阅故障原因;二是根据故障类型,将故障分析结果以文本、表格或图形等形式显示出来,故障显示结果包含故障发生的原因、时间、发生故障的设备或位置;

实现流程:通过在线、实时或者变电站的报文信息,然后经过一系列地对报文进行解析、分析,最终确定变电站网络系统是否存在故障,并把结果告知运行人员,其实现流程如下:

(1) 通过网络报文记录仪从变电站的二次系统在线、实时获取站内的各种报文,并把报文发送往报文解析模块;

(2) 报文解析模块对收到的报文进行预处理,判断所收到的报文类型,然后送往对应的报文解析子模块;

(3) 各报文解析子模块中通过对比各报文故障模型,然后解析出判断网络系统是否存在故障所需的信息,再送往分析诊断模块;

(4) 分析诊断模块中的各子模块对收到的解析信息逐一判断该值是否存在异常,若该值属于异常,则进一步查找该异常信息所对应的故障,分析出现该故障的原因,并保存该子模块对故障的分析结果;若该信息没问题,则对下一个解析信息进行判断,直到所有解析信息被分析完毕;

(5) 各子模块对收到的解析信息分析完毕后,把分析结果送往结果显示模块;

(6) 结果显示模块把网络系统故障分析结果保存至故障分析历史库,同时根据故障情况以不同的形式把结果显示出来。

## 一种变电站网络在线故障分析方法

### 技术领域

[0001] 本发明属变电站,尤其是智能变电站智能电网在线分析方法技术领域。

### 背景技术

[0002] 智能变电站是智能电网建设的重要组成部分,其一个重要的特征是二次信息网络化传输,从而取代了传统的二次接线方式。变电站二次信息的网络化传输模式使站内各种设备间的信息共享水平和互操作水平与传统模式相比较得到大幅度提高和改善,为实现智能电网的发展呈现出良好的发展前景。但该方式下,变电站二次系统的保护采样、跳合闸、启动、闭锁等环节的动作性能和可靠性在一定程度上都取决于网络信息的传输。当前,国内外对变电站通信网络正展开相关研究,但缺乏相关成熟的技术,特别在变电站通信网络异常及故障情况下,二次设备如何区分所接收的报文正确与否,是保证二次设备能正确、可靠运行的关键。但目前站内各种通信报文的故障模型梳理不够清晰,给二次系统的运行带来非常大的风险。因此,为了使二次系统能安全可靠运行,对变电站网络在线故障分析的研究显得十分的必要和迫切。

[0003] 为实现变电站的在线监测,目前主要采取的一种技术是评估变电站二次系统的在线状态。该技术通过采集二次设备在线状态(包括保护、测控、合并单元、智能操作箱、时钟、故障录波器、通信设备等)和二次网络在线状态给对象数据库,其中对象数据库存放着来自被监测二次设备的待分析数据和历史数据。然后通过利用二次系统在线评估信息子站将对象数据库中的信息与专家知识库中的条件进行匹配筛选,最后专家知识库根据匹配结果给出评估的结论。该技术虽然能够区分出二次系统故障,但却没有自动对故障原因加以分析,必须依赖有经验的运行人员对故障分析才能查出故障原因,给变电站运行、故障恢复工作等带来诸多不便。并且由于站内报文数量庞大,若每一报文都详尽解析,则需要花费大量的时间,不利于故障情况下的恢复工作和对故障的分析。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的正是为了克服上述现有技术存在的缺陷,根据目前智能变电站网络监控系统特点,提出一种变电站网络在线故障分析方法,以自动迅速查找出变电站网络故障原因,弥补现有技术需要人工排查故障的缺陷,缩短网络故障确定的时间,提高变电站网络故障处理效率。

[0005] 本发明的目的通过如下技术方案实现:

[0006] 一种变电站网络在线故障分析方法,包括模块设置和实现流程两部分,所述模块设置有四个模块,分别依序连接为:故障报文获取模块、故障报文解析模块、分析诊断模块和结果显示模块;其中,各模块设置功能是:

[0007] 故障报文获取模块:利用变电站的网络报文记录分析仪从站内的各种二次设备和网络上获取站内的各种报文数据;网络报文记录仪记载着变电站的所有报文的详细信息,故障报文获取模块利用其在线、实时获取变电站二次系统报文,二次系统报文包括了从合

并单元、测控装置、保护装置、智能操作箱、故障录波器、时钟、交换机等设备发出的报文；同时利用该模块与故障报文解析模块的接口把变电站的实时报文发送到后者去；

[0008] 故障报文解析模块：包括SV解析子模块、GOOSE解析子模块、MMS解析子模块，当故障报文解析模块收到报文后，先解析报文包头，再利用包头信息判断其属于哪个解析子模块，然后再送往对应的解析子模块，由解析子模块根据该模块内的报文故障模型进行解析；故障报文解析模块对收到的每一个报文进行预处理，通过解析报文获取其包头来判断报文类型，其中变电站主要报文类型包括SV报文、GOOSE报文、MMS报文，当判断出接收到的报文体具体类型时，则送往对应的报文解析子模块，按照各报文的故障模型进行解析报文；

[0009] 分析诊断模块：分别设有SV分析子模块、GOOSE分析子模块、MMS分析子模块，这三个子模块与故障报文解析模块中的子模块相对应，其中SV分析子模块接收并分析SV解析子模块发送过来的数据，GOOSE分析子模块接收并分析GOOSE解析子模块发送过来的数据，MMS分析子模块接收并分析MMS解析子模块发送过来的数据；在分析诊断模块中，各分析子模块处理来自故障报文解析模块的信息过程是一样的；

[0010] 结果显示模块：一是自动将来自分析诊断模块发送过来的二次网络故障分析结果以多种格式保存下来，形成故障分析历史库，以供运行人员查阅故障原因；二是根据故障类型，将故障分析结果以文本、表格或图形等形式显示出来，故障显示结果包含故障发生的原因、时间、发生故障的设备或位置。

[0011] 实现流程：通过在线、实时或者变电站的报文信息，然后经过一系列地对报文进行解析、分析，最终确定变电站网络系统是否存在故障，并把结果告知运行人员，其实现流程如下：

[0012] (1) 通过网络报文记录仪从变电站的二次系统在线、实时获取站内的各种报文，并把报文发送往报文解析模块；

[0013] (2) 报文解析模块对收到的报文进行预处理，判断所收到的报文类型，然后送往对应的报文解析子模块；

[0014] (3) 各报文解析子模块中通过对比各报文故障模型，然后解析出判断网络系统是否存在故障所需的信息，再送往分析诊断模块；

[0015] (4) 分析诊断模块中的各子模块对收到的解析信息逐一判断该值是否存在异常，若该值属于异常，则进一步查找该异常信息所对应的故障，分析出现该故障的原因，并保存该子模块对故障的分析结果；若该信息没问题，则对下一个解析信息进行判断，直到所有解析信息被分析完毕；

[0016] (5) 各子模块对收到的解析信息分析完毕后，把分析结果送往结果显示模块；

[0017] (6) 结果显示模块把网络系统故障分析结果保存至故障分析历史库，同时根据故障情况以不同的形式把结果显示出来。

[0018] 本发明通过利用网络报文记录仪在线获取变电站的报文，实时、在线对报文进行分析，再对解析后的报文加以分析来区分该报文对应的设备或者操作是否存在问题，若存在问题再自动迅速查找出变电站网络故障的原因，能够迅速查找出变电站网络系统的故障，缩短网络系统故障排查时间，并能自动分析故障发生的原因，确定故障发生源点，弥补现有技术需要人工排查故障的缺陷，缩短了网络故障确定的时间，节省了解析报文时间，提高了变电站网络系统故障处理的效率，为智能变电站对网络系统故障的处理提供了一种有

效的处理方法。

### 附图说明

- [0019] 图 1 为本发明结构示意图；  
[0020] 图 2 为报文解析模块示意图；  
[0021] 图 3 为分析诊断子模块的分析处理过程示意图；  
[0022] 图 4 为网络系统在线故障分析的流程图。

### 具体实施方式

- [0023] 本发明涉及的主要缩略语和关键术语定义如下：  
[0024] SV:Sampled Values,采样值；  
[0025] GOOSE:Generic Object Oriented Substation Event,面向通用对象变电站事件；  
[0026] MMS:Manufacturing Message Specification,制造报文规范；  
[0027] SCD:Substation Configuration Description,变电站配置描述文件。  
[0028] 见图 1,图 2,图 3,图 4,一种变电站网络在线故障分析方法,包括模块设置和实现流程两部分,所述模块设置有四个模块,分别依序连接为:故障报文获取模块、故障报文解析模块、分析诊断模块和结果显示模块。各模块之间连接关系的示意图如图 1 所示。各模块组成及功能如下：  
[0029] 故障报文获取模块:利用变电站的网络报文记录分析仪从站内的各种二次设备和网络上获取站内的各种报文数据;网络报文记录仪记载着变电站的所有报文的详细信息,故障报文获取模块利用其在线、实时获取变电站二次系统报文,二次系统报文包括了从合并单元、测控装置、保护装置、智能操作箱、故障录波器、时钟、交换机等设备发出的报文;同时利用该模块与故障报文解析模块的接口把变电站的实时报文发送到后者去。  
[0030] 故障报文解析模块:包括 SV 解析子模块、GOOSE 解析子模块、MMS 解析子模块,当故障报文解析模块收到报文后,先解析报文包头,再利用包头信息判断其属于哪个解析子模块,然后再送往对应的解析子模块,由解析子模块根据该模块内的报文故障模型进行解析;故障报文解析模块对收到的每一个报文进行预处理,通过解析报文获取其包头来判断报文类型,其中变电站主要报文类型包括 SV 报文、GOOSE 报文、MMS 报文,当判断出接收到的报文体具体类型时,则送往对应的报文解析子模块,按照各报文的故障模型进行解析报文。由于站内报文数量庞大,若每一报文都详尽解析,则需要花费大量的时间,不利于故障情况下的恢复工作和对故障的分析,为节省解析报文时间,提高效率,本发明提出了一种按照各报文的故障模型进行解析报文的方法,报文解析模块示意图如图 2 所示。

#### [0031] 1)SV 解析子模块

[0032] 目前在变电站的 SV 报文根据 IEC61850 通信协议可分两种格式,分别为 IEC61850-9-1 格式和 IEC61850-9-2 格式,故 SV 故障模型也相应地分为两种。对于 IEC61850-9-1 格式的 SV 报文,其故障模型内容主要包括组播地址、APPDI、逻辑设备名、采样频率、采样值、报文中的状态字、采样计数器数值等等,因此,若该子模块判断的报文属于 IEC61850-9-1 格式,则对报文进一步解析从而获取上述内容。对于 IEC61850-9-2 格式的

SV 报文,其故障模型内容主要包括组播地址、报文包头信息、采样值、报文中的计数器数值、报文发送时延等等,因此,可按上述的内容来解析该格式的 SV 报文,进而获取相应的信息。

### [0033] 2)GOOSE 解析子模块

[0034] 变电站内的各 IED 设备依靠 GOOSE 报文实现了多种自动化功能,如保护的信息交换、闭锁功能等等,在变电站正常运行情况下,GOOSE 报文数据量并不大,而一旦发生故障,则其数据量急剧增大,因此不需对每一报文进行彻底解析,而只需按照能够区分网络是否存在故障的故障模型解析,即能满足分析、查找故障原因所在的需求。GOOSE 报文故障模型主要包含以下四个方面的内容:

[0035] a. GOOSE 通信中断:在 SCD 文件中所配置的最短传输时间为 minTime,稳定传输时间为 maxTime。当两个 GOOSE 报文的传输时间间隔大于  $(\max\text{Time} \times 4 + \min\text{Time})$  这个数值时,可认为 GOOSE 通信中断。

[0036] b. 报文数量:从 GOOSE 报文的心跳规律来看,当变电站内的 GOOSE 报文数量急剧增大,达到或者大于 SCD 文件设定值的 3 倍时,则可认为变电站存在网络故障。

[0037] c. GOOSE 报文的符合性:在 IEC61850 规约中,GOOSE 报文的序号 StNum 和序列号 SqNum 的规律如下:装置重启时 StNum 和 SqNum 值都为 1;无新事件时 StNum 值保持不变,而 SqNum 值增加 1;当 StNum 值达到最大时,SqNum 值变为 1。通过此规律可判断每个 GOOSE 报文是否符合要求。

[0038] d. 与 SCD 文件的一致性:在 SCD 文件中,都配置了 GOOSE 报文的应用标志 APPID、控制块引用 Control Block Reference、数据集应用 DataSetReference、配置版本 Config Revision 等等,若 GOOSE 报文的这些信息与 SCD 文件不一致时,则可认为 GOOSE 报文出现故障。

[0039] 因此,在 GOOSE 报文解析子模块,当收到报文时,只需解析满足用来判断上述的 GOOSE 报文故障模型所需的信息,即 APPID、Control Block Reference、DataSetReference、Config Revision、StNum、SqNum、报文的发送时间、心跳报文的发送频率等等。

### [0040] 3)MMS 解析子模块

[0041] MMS 报文故障模型由 MMS 初始化、应用层的通信过程不完整、MMS 通信中断、和报文不符合通信协议、MMS 网络异常这五方面组成。其中初始化主要体现在 MMS 报文所使用的服务类型,通信过程不完整和通信中断需要从 MMS 报文的数据属性和数据集来判别,报文是否符合通信协议需要解析报文的整体结构,再对照 SCD 文件的报文模型来判断,MMS 网络异常则通过报文传输时间间隔、链路建立与中断超时、网络流量等来确定。因此,在该子模块需要解析的报文内容包括:报文包头,报文时标、报文大小、服务类型,数据属性、数据集和整体报文结构。

[0042] 当各报文解析子模块解析完其所收到的报文后,将解析的结果发送往分析诊断模块,再由分析诊断模块对报文进一步进行分析处理。

[0043] 分析诊断模块:分别设有 SV 分析子模块、GOOSE 分析子模块、MMS 分析子模块,这三个子模块与故障报文解析模块中的子模块相对应,其中 SV 分析子模块接收并分析 SV 解析子模块发送过来的数据,GOOSE 分析子模块接收并分析 GOOSE 解析子模块发送过来的数据,MMS 分析子模块接收并分析 MMS 解析子模块发送过来的数据;在分析诊断模块中,各分析子模块处理来自故障报文解析模块的信息过程是一样的,如图 3 所示,可描述为:①对解

析模块所解析后发送过来的信息进行编号,总共分成 $N$ 份, $N$ 为变量,不同子模块内 $N$ 值可不一样;②逐一对这 $N$ 份信息进行判断,判断该信息的值是否异常;③对于出现异常值的信息,则进一步查找该异常信息所对应的故障,并分析出现该故障的原因,如在SV分析子模块中,发现电流采样值比正常情况下大,则可根据报文包头查找其源MAC地址,进而确定发出该SV报文的合并单元所连接的设备出现故障;④查找出系统故障后,保存子分析模块的分析结果,故障分析结果包括故障描述、故障发生的原因、时间、发生故障的设备或位置;⑤当在子分析模块中对解析的报文经过一轮的分析诊断,即对 $N$ 份信息都完成分析后,把所有故障分析结果发送往结果显示模块。

[0044] 结果显示模块:有两个功能,一是自动将来自分析诊断模块发送过来的二次网络故障分析结果以多种格式保存下来,形成故障分析历史库,以供运行人员查阅故障原因;二是根据故障类型,将故障分析结果以文本、表格或图形等形式显示出来,故障显示结果包含故障发生的原因、时间、发生故障的设备或位置等。

[0045] 本发明方法的实现流程如下:

[0046] 根据以上方法原理的描述,一种变电站网络在线故障分析方法的实现流程主要是通过在线、实时或者变电站的报文信息,然后经过一系列地对报文进行解析、分析,最终确定变电站网络系统是否存在故障,并把结果告知运行人员,其流程图如图4所示,具体实现流程如下:

[0047] (1) 通过网络报文记录仪从变电站的二次系统在线、实时获取站内的各种报文,并把报文发送往报文解析模块;

[0048] (2) 报文解析模块对收到的报文进行预处理,判断所收到的报文类型,然后送往对应的报文解析子模块;

[0049] (3) 各报文解析子模块中通过对比各报文故障模型,然后解析出判断网络系统是否存在故障所需的信息,再送往分析诊断模块;

[0050] (4) 分析诊断模块中的各子模块对收到的解析信息逐一判断该值是否存在异常,若该值属于异常,则进一步查找该异常信息所对应的故障,分析出现该故障的原因,并保存该子模块对故障的分析结果;若该信息没问题,则对下一个解析信息进行判断,直到所有解析信息被分析完毕;

[0051] (5) 各子模块对收到的解析信息分析完毕后,把分析结果送往结果显示模块;

[0052] (6) 结果显示模块把网络系统故障分析结果保存至故障分析历史库,同时根据故障情况以不同的形式把结果显示出来。

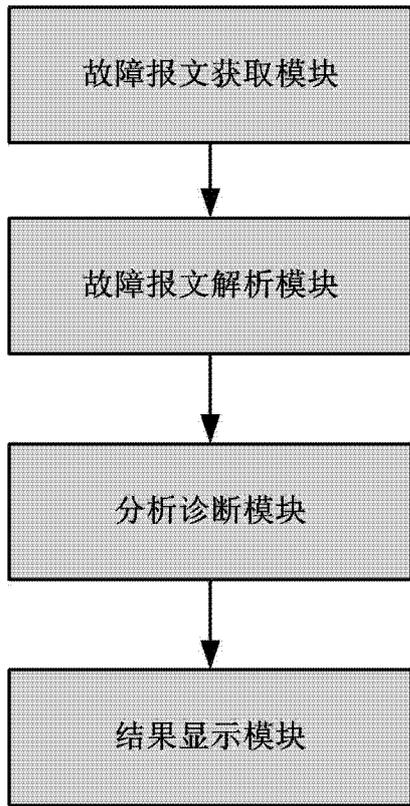


图 1

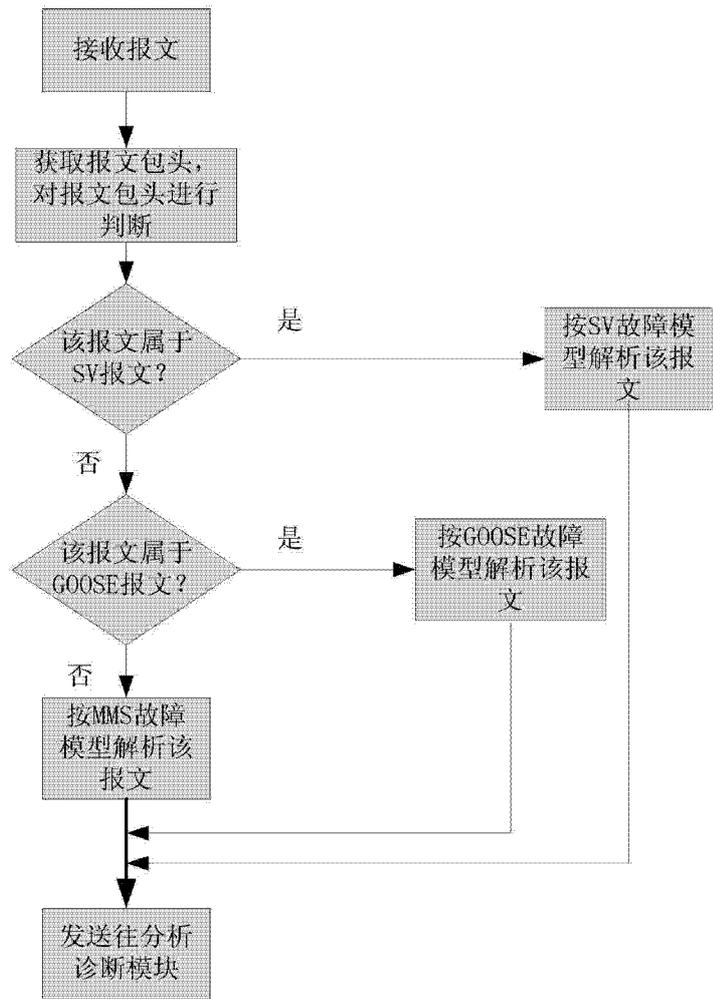


图 2

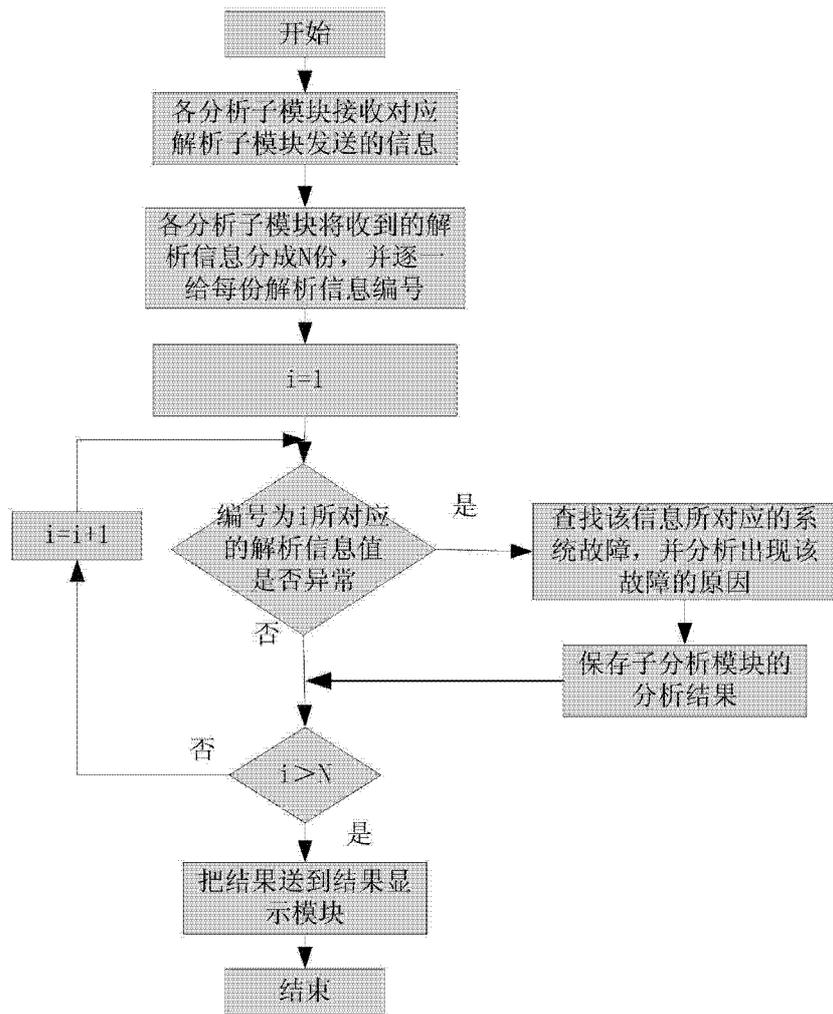


图 3

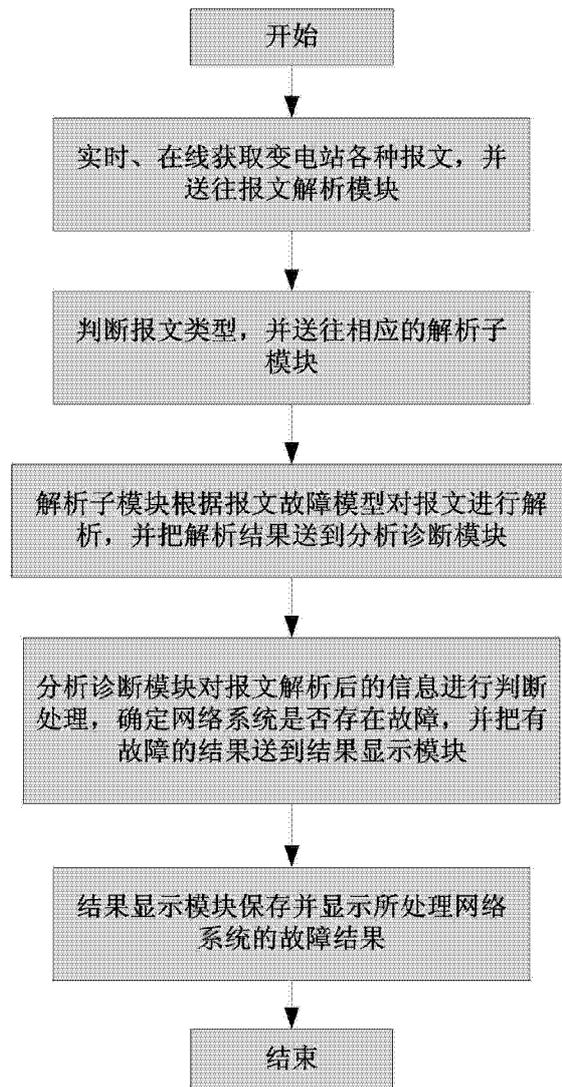


图 4