

DOI:10. 3969/j. issn. 1674 - 1951. 2019. 07. 003

基于故障信息系统的试验故障报告 识别方法及软件设计

Identification method and software design of testing failure
report based on fault information system

李一泉¹,焦邵麟¹,曾耿晖¹,刘玮¹,屠卿瑞¹,谭乾¹,詹庆才²
LI Yiquan¹,JIAO Shaolin¹,ZENG Genghui¹,LIU Wei¹,
TU Qingrui¹,TAN Qian¹,ZHAN Qingcai²

(1. 广东电网有限责任公司电力调度控制中心,广州 510600; 2. 北京四方继保自动化股份有限公司,北京 100085)
(1. Dispatching Control Center of Guangdong Power Grid Company Limited, Guangzhou 510600, China;
2. Beijing Sifang Automation Company Limited, Beijing 100085, China)

摘 要:电网运行过程中,每天都可能有新建变电站对继电保护装置做入网试验,这些试验数据和真实故障发生时一样,将保护动作相关数据上送到调度端故障信息系统中,并生成电网故障报告。对于调度运行人员来说,只需要关注真实故障产生的电网故障报告,由现场试验产生的电网故障报告需要故障信息系统做有效识别并过滤排除。因此如何通过有效手段识别这些检修试验电网故障报告和真实故障报告数据,尽量避免误推给调度人员就显得非常重要。根据现场运行经验提出了 4 种比较实用的排除试验数据的方法,即检修标记判断方法、相邻间隔信息判断方法、同间隔信息判断法和一次设备信息辅助判断法,并以这些思路开发的故障报告整理软件在某电网公司应用。工程实践表明,该软件的运用大大提升了电网故障报告识别准确率。

关键词:试验故障报告;识别;误报;故障信息系统

中图分类号:TM 77 **文献标志码:**A **文章编号:**1674 - 1951(2019)07 - 0010 - 05

Abstract:During the operation of the power grid, network accessing tests may be made on protective relay devices of new substations everyday. The test data of the protective relay devices will be sent to the fault information system of dispatcher and generate fault report, as they act in a real fault. For dispatching operators, only the real fault report will be notified and those fault reports generated by field tests need to be effectively screened and filtered by fault information system. Therefore, it is very important to identify these fault reports by effective approaches instead of by dispatch operators. Four practical methods for eliminating test data which are judging by maintenance mark, judging by adjacent interval information, judging by information in the same interval and judging by primary auxiliary information, are put forward according to the field operation experience. The software developed upon these judging methods has been applied in a electric power dispatching company. Engineering practice shows that the power grid fault report recognition accuracy is greatly enhanced by the software.

Keywords:test fault report; screening; false alarm; fault information system

0 引言

电网发生故障时,调度工作人员通过故障信息系统能及时获取到故障相关信息以快速定位故障元件及故障发生的原因,对于电网恢复供电及可靠运行至关重要^[1-6]。随着电力系统规模的不断扩大和

电网结构的日益复杂,故障信息系统接入的继电保护及故障信息子站(以下简称保信子站)个数越来越多,在网省调部署运行的故障信息主站系统甚至可能接入数百个变电站的保护装置^[7-10]。电网运行过程中,每天都可能有新建变电站对继电保护装置做入网试验,或者早已投入运行的变电站因间隔扩建、检修需要对继电保护装置进行试验,这些保护的试验数据也将和真实故障发生时一样,将保护动作相关数据上送到调度端故障信息系统并生成电网

故障报告。对于调度人员来说,只需要关注真实故障产生的电网故障报告,由现场试验产生的电网故障报告需要故障信息系统过滤排除。因此如何通过有效手段去识别这些检修试验电网故障报告和真实故障报告数据,尽量避免误推给调度人员就显得非常重要。目前还没有相关文献专门从实用化角度基于故障信息系统的数据来源来分析电网试验故障识别方法,本文重点根据现场运行经验提出了 4 种实用的排除试验故障数据方法,并设计和开发了基于故障信息系统的电网故障报告整理软件。

1 电网故障报告概述

故障信息系统通过保信子站获取变电站内的保护装置信息和集中录波器装置信息,这些信息包括:保护动作事件、保护告警、保护录波简报、保护录波文件、集中录波器录波简报、集中录波器录波文件等。变电站现场做保护试验或真实故障发生时,保护装置将通过保信子站将这些动作信息上送给故障信息系统。变电站配有全球定位系统(GPS)对时装置,继电保护装置和集中录波器上送的这些动作信息数据在上送时会带上时标。

故障信息系统接收到动作信息后,根据一、二次设备关联关系以及动作信息中所带的时标进行分组打包,属于同一个一次设备、所带的时标差值在一定范围内的保护动作信息和集中录波器信息整合成一个故障报告。

故障报告中含有保护动作信息即认为保护发生了动作。而故障报告中如果只有集中录波器信息,却没有保护动作信息,一般认为是保护未动作,会被过滤掉。

真实故障产生的电网故障报告,本文统一称为真实故障报告;现场保护试验产生的故障报告,本文统一称为试验故障报告。

从这些有保护动作的故障报告中识别出哪些是保护试验故障报告,哪些是真实故障报告,试验故障报告不需要向调度人员推送故障告警,只有真实故障报告才需要向调度人员推送。这就需要对这些动作数据进行特征分析,或者从试验方法的角度去寻找排除试验故障报告的方法。

2 电网故障报告状态判断方法

针对上述问题,本文提出以下 4 种电网故障报告对应状态的判断方法。

2.1 检修标记判断方法

一般来说,当变电站内的保护装置带有检修压板时,在现场试验之前,试验人员如果投入了检修压

板,在试验过程中,保护装置上送的动作信息就可以附带检修质量码再上送到故障信息系统。

故障信息系统整合电网故障报告的过程中,发现有一个或多个保护动作信息带有检修质量码,就可以将该故障报告判为试验故障报告。

如果保护装置投入了检修压板,但未对动作信息置检修质量码,就可以由故障信息系统去识别检修压板状态。如果故障报告整合过程中,有某个保护的检修压板状态为投入,则认为此故障报告为试验故障报告。

2.2 相邻间隔信息判断方法

当变电站内的保护装置不带有检修压板时,保护装置上送的动作信息无法附带检修质量码,故障信息系统也无法通过获取保护装置的检修压板来识别试验故障报告时,可以通过试验方法去寻找保护试验动作和真实故障引起保护动作的区别。

变电站现场试验时,为了避免影响到其他间隔的正常运行或者试验分析,试验人员一般是对各个间隔分开做试验,每次只对一个间隔上的各个保护做加量试验,从而分析其动作逻辑是否正确。因此变电站试验时,只有一个间隔上的保护装置会发生启动或者动作,而其他间隔上的保护装置因为未加故障量,而不会有任何影响,也就不会有启动或者动作。

而电网真实运行时,如果某个间隔上发生故障,也会对相邻间隔造成一定的影响,很可能引起站内相邻间隔上的保护发生启动甚至动作。

根据这一差别,本文提出相邻间隔信息判断方法,故障信息系统在整合一个故障报告时,可以对其他相近时间段内的故障报告进行遍历,检索是否有同一变电站内的其他间隔上保护的動作信息。对于线路故障而言,同一故障报告中,可能包含两侧变电站的保护动作信息,那么两侧变电站中只要有其中一侧变电站的保护含有启动或动作信息,则认为该故障报告可能是真实故障报告。反之,如果两侧变电站中没有任何其他间隔的保护装置的启动或动作信息,则认为是试验故障报告。

2.3 同间隔信息判断方法

对于 220 kV 及以上电压等级的线路,会配有 2 套或 2 套以上的不同型号的主保护。而变电站现场试验时,一般只对单台主保护进行加量试验,不会同时对多台主保护进行试验。因此如果电网故障报告中,线路其中一侧变电站内有 2 套甚至 2 套以上的主保护有动作数据,则认为是真实故障产生的电网故障报告。

另外,现场做试验时,一般只会同时联调线路两

侧第 1 套保护,或同时联调线路两侧的第 2 套保护,而不会出现线路本侧变电站调试第 1 套保护,对侧变电站调试第 2 套保护或断路器保护的情况,因此线路本侧变电站有主一保护动作数据,而线路对侧变电站有主二保护或断路器保护动作数据,则也判为真实故障。

本判据只针对故障一次设备为线路的情况,其他一次设备故障仍采用之前的方法。

2.4 一次设备信息辅助判断方法

除上述通过故障信息系统本身获取的信息来判断是否真实故障产生的电网故障报告方法以外,故障信息系统还可以通过从调度自动化系统的其他监控系统中导入相关一次设备的数据来进行辅助判断。

电网调度能力管理系统(EMS)获取到故障发生时的开关变位事件顺序记录(SOE)信息,信息只在真实故障发生时才会生成。因此故障信息系统如果能获取到 EMS 的 SOE 信息,在整合电网故障报告时,收到拓扑相联的相近时间段内的开关变位 SOE 信息,则认为该电网故障报告是真实故障产生的。

3 电网故障报告整理软件设计思路

如图 1 所示,电网故障报告整理软件从消息总线上获得消息,如保护事件、保护告警、保护分散录波、集中录波器录波等,并将这些消息转化为符合故障处理的标准数据,最后在人机界面上做可视化展示。

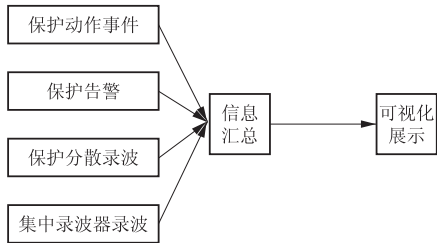


图 1 电网故障整合主要信息示意

Fig.1 Main information integration of grid fault

除此之外,电网故障报告整理软件还负责召唤录波文件的命令下发、故障告警等。故障报告的处理逻辑部分通过设计单独模块来完成,该模块负责按照定义规则完成故障信息的整合等工作,并提供接口函数,供使用方使用,其主要内容包括:故障整合规则,故障简报形成规则等。

软件的逻辑处理方式通过消息总线实现信息采集,在一次、二次设备关联关系、拓扑信息、事件信息的关联基础上,采用本文第 2 节提及的 4 种电网故障报告状态判断方法,即检修标记判断方法、相邻间

隔信息判断方法、同间隔信息判断方法和一次设备信息辅助判断方法,对故障信息进行整理和分析。具体来说,故障整合软件流程如图 2 所示,其详细规则如下。

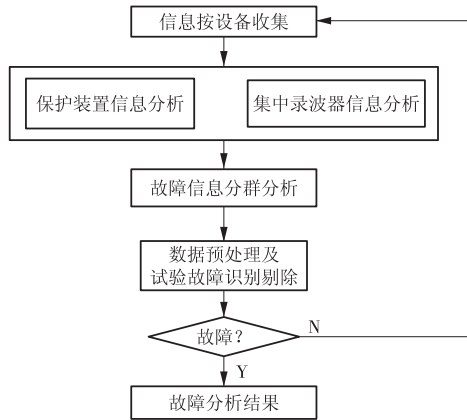


图 2 故障整合软件处理流程

Fig.2 Software processing flow of fault integration

(1)信息按设备收集。从消息总线收到的保护动作事件消息、保护告警消息、保护录波消息、故障录波器录波消息根据二次设备所关联的一次设备进行收集。从消息总线收到一次设备 SOE 事件消息,根据一次设备进行收集。相同的一次设备或二次设备,且动作时间差在允许时间段内收集到一起,整理成一个故障报告数据包。

(2)按设备分析。将故障报告数据包逐一进行分析,分析故障报告数据包中是否有出口、重合闸等信息,并从保护事件信息中提取故障零时刻、动作相别、故障相别、测距等信息。

对于只有保护启动事件,没有保护动作出口事件的故障报告数据包,缓存在内存中一定时间段后进行故障报告数据包自动删除;而对于既有保护启动事件,又有保护动作出口事件的故障报告数据包,才可以进行下一步分析。

(3)故障信息分群分析。信息分群是在一次设备、二次设备信息收集并分析的基础上,按一次设备、二次设备的空间关联关系,再结合接收时间、所带时标进行关联合。将属于同一个一次设备、动作时间或接收时间差在允许范围内的故障数据包关联到一起。

(4)保护/开关行为分析。定时对故障报告数据包中的录波波形文件进行分析,对比收集到的动作信息,分析故障相别、动作相别、重合闸动作、测距等数据是否正确。

(5)测试故障报告过滤。由于现场试验时大量的保护动作信息数据也会上送,所以有必要对故障报告数据包进行数据预处理,区分收到的保护动作相关信息是现场试验,还是现场发生了真实故障。

当保护装置被置为检修态,或者收到的保护事件、告警消息、质量码为测试态时,将故障报告数据包判为测试态,进行过滤删除。

当一次设备保护动作出口时,该一次设备所在厂站(对于线路是两侧厂站)的其他一次设备并无保护装置的启动和出口信息时,认为是现场试验上送的数据,并将故障报告数据包判为测试态,并存储入历史数据库。

针对装置时间不同步、保护传控装置或保护常常不上送测试态标志、开关拒动后备保护动作、备自投动作等问题,结合系统实际运行情况,根据时间规则、遥测遥信信息、保护事件信息、录波分析信息、多端信息等进行故障分析,综合判断,进行时空预处理以及对试验故障有效识别并剔除的故障智能分析。

采用多源数据,对时间同步问题进行预处理,去除原来对时间的过多依赖的问题,对设备的数据预处理来分析远后备保护关系和屏蔽保护测试时上送的信息,并对分析结果形成故障简述。装置级和电网级故障报告整合的判断流程分别如图 3、图 4 所示。

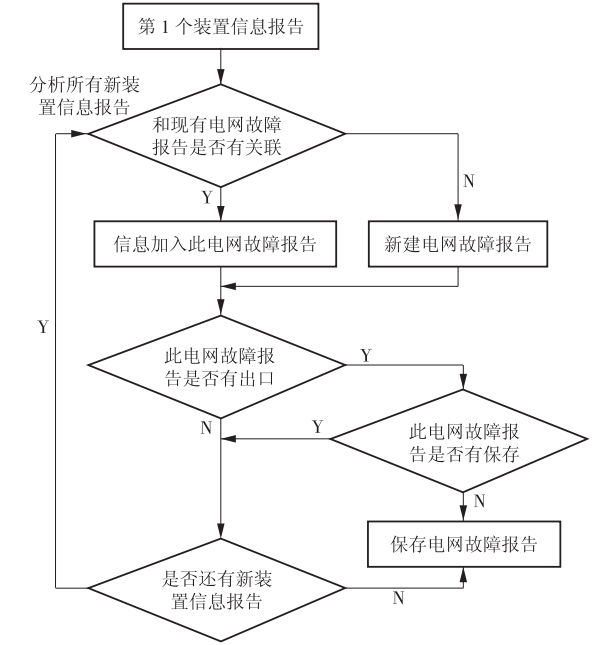


图 3 装置级故障报告整合判断流程

Fig.3 Device-level fault report integration judgment process

故障信息依据以上故障整理规则进行分析、整理成独立故障包以后,需要依据故障简报形成规则生成故障简报。故障简报形成规则如下:提取动作零时刻、一次设备名称、故障相别、动作相别、测距信息,形成简要的故障报告描述,简报格式为:[时间][一次设备][故障相别]故障。动作相:[动作相别]。测距:[变电站][测距值]。

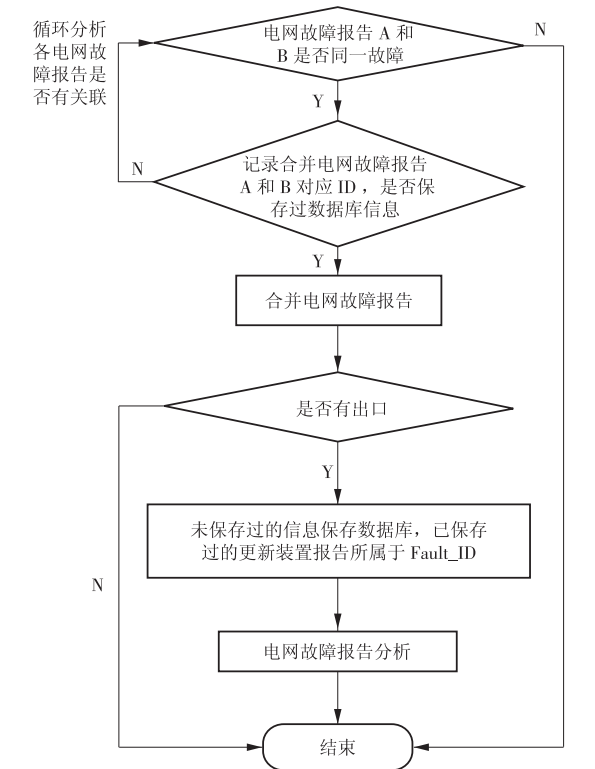


图 4 电网级故障报告整合判断流程

Fig.4 Grid-level fault report integration judgment process

4 工程应用情况

本文设计开发的电网故障报告整理软件系统 2016 年 12 月在某电网公司上线运行,运行情况良好(见表 1),2016 年 12 月至 2018 年 6 月试验故障次数 89 次,真实故障 322 次,系统推送故障次数 334 次,月最大误报率为 7.14%,平均误报率约为 2.92%。

表 1 电网故障报告情况统计
Tab.1 Statistics of grid fault reports

时间	试验故障次数	真实故障次数	系统推送告警次数	误报率/%
2016-12	2	12	13	7.14
2017-01	0	14	14	0.00
2017-02	0	13	13	0.00
2017-03	6	10	11	6.25
2017-04	7	16	17	4.35
2017-05	5	18	19	4.35
2017-06	8	20	22	7.14
2017-07	9	19	20	3.57
2017-08	10	16	16	0.00
2017-09	8	15	15	0.00
2017-10	6	17	18	4.35
2017-11	2	13	13	0.00

续表

时间	试验故障次数	真实故障次数	系统推送告警次数	误报率/%
2017 - 12	0	22	22	0.00
2018 - 01	0	21	22	4.76
2018 - 02	0	24	24	0.00
2018 - 03	5	20	20	0.00
2018 - 04	6	14	15	5.00
2018 - 05	6	15	16	4.76
2018 - 06	9	23	24	3.13

5 结束语

本文基于故障信息系统,从实用化的角度,提出了 4 种判断试验故障报告和真实故障报告的方法,即检修标记判断方法、相邻间隔信息判断方法、同间隔信息判断方法和一次设备辅助判断方法,通过以上判断方法的综合运用,并以此思路构建设计了电网故障报告整理软件系统。该系统在某电网公司于 2016 年 12 月上线运行以来,运行情况良好,有效避免了大量试验产生的电网故障报告误推送给调度运行人员(由试验故障报告引起的真实故障平均误报率不超过 2.92%),为调度人员及时找到真实故障产生的电网故障报告,快速定位故障位置、分析故障原因提供了非常有效的手段。

参考文献:

[1]贾旭东. 继电保护故障信息系统的应用研究[D]. 北京:华北电力大学,2011.

[2]杨俊峰. 继电保护故障信息系统在保山电网的应用[D]. 昆明:昆明理工大学,2015.

[3]刘志超,黄俊,承文新. 电网继电保护及故障信息管理系统的实现[J]. 电力系统自动化,2003,27(1):72-75.

[4]刘华,白义传. 河南电网继电保护故障信息系统建设[J]. 电力系统自动化,2006,30(9):84-87.

[5]黄礼文,谢民,谢红福. 智能调度中的故障信息管理系统实用化研究[J]. 安徽电力, 2011,4(1):39-41.

[6]段天元,樊艳芳,常喜强,等. 基于新疆继电保护故障信息系统的思考与深化应用[J]. 四川电力技术, 2014,37(3):1-6.

[7]申盛召. 基于新疆电网继电保护故障信息系统研究及应用[D]. 乌鲁木齐:新疆大学, 2014.

[8]陈绍亮. 基于 B/S/C 模式的电网故障信息管理系统的设计与实现[D]. 成都:电子科技大学,2013.

[9]郭迎辉. 继电保护及故障信息处理系统的研究[D]. 北京:华北电力大学,2012.

[10]乔宇峰. 内蒙古电网继电保护故障信息系统的研究[D]. 天津:天津大学,2010.

(本文责编:齐琳)

作者简介:

李一泉(1979—),男,江苏泰州人,高级工程师,工学博士,从事电力系统继电保护相关研究及管理工作(E-mail:1282520@qq.com)。

中英文摘要编写要求

- (1)应按照摘要编写的 4 个要素(论文的目的、方法、结果、结论)进行编写。目的:研究、研制、调查等的前提、目的、所涉及的主题范围。方法:所用的原理、理论、条件、对象、材料、工艺、结构、手段、装备、程序等。结果:实验、研究的结果、数据,被确定的关系,观察得到的效果、性能等。结论:结果的分析、研究、比较、应用,提出的问题等。
- (2)摘要编写应内容充实,中文摘要一般为 150~250 字,英文摘要应完整体现中文摘要内容。
- (3)摘要应尽可能取消或减少课题研究的背景信息;出现的数据应是最重要、最关键的数据;非公知公用的缩略语、略称、代号等,在首次出现时必须写出中、英文全称;不得简单重复题名中已有的信息;除实在无法变通以外,一般不列数学公式,不出现插图、表格;不用引文,除非该文献证实或否定了他人已出版的著作。
- (4)摘要编写用第三人称。建议采用“对……进行了研究”“报告了……现状”“进行了……调查”等记述方法,不使用“本文”“作者”等作主语。