

对地区电网故障诊断系统中信息纠错的研究

邓国新¹, 赵冬梅², 张旭²

(1. 华北保定电力职业技术学院电气工程系, 河北 保定 071051; 2. 华北电力大学电气与电子工程学院, 北京 102206)

摘要: 针对 SCADA 系统中误发的保护信息, 提出了一个建立信息纠错模型的构想。此模型利用故障信息、异常信息和状态量变化信息, 进行三者之间的互相分析纠错过滤。为了建立此模型, 提出了一种定时收取 SCADA 信息与触发式记录 SCADA 相结合的信息记录方式, 有效弥补了以往定时记录 SCADA 信息的不足, 使得获取状态量变化信息成为可能。信息纠错模型与地区电网故障诊断系统相配合, 在一定程度上弥补了故障诊断系统无法识别误发、丢失信息的不足。

关键词: 信息纠错; 故障诊断; 地区电网

Research of informations identification on the fault diagnosis system for regional power grid

DENG Guo-xin¹, ZHAO Dong-mei², ZHANG Xu²

(1. North China Baoding Electric Power Voc. & Tech. College, Baoding 071051, China;

2. North China Electric Power University, Beijing 102206, China)

Abstract: In order to identify the fault information sent out by SCADA system, a identify-fault-information model is created by the paper. Accident information, abnormal information and status-changing information are used in the model. The model analyses these three parts information and identify their validity. In order to create the model, a new method to receive SCADA information in a fixed time and trigger-record SCADA information is devised. The new method makes up the deficiency of the old one, to record SCADA information in a fixed time. It makes it possible to record the status-changing information. Using the identify-fault-information model in the fault diagnosis system for the regional power grid makes up the deficiency of identifying the fault information.

Key words: information identification; fault diagnosis; regional power grid

中图分类号: TM734 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2009)01-0050-05

0 引言

电力系统特别是输电网络的故障不可避免。故障发生后, 如何快速判断故障、处理故障成为运行人员所要面对的严峻问题。地区电网故障诊断系统^[1,2]应用专家系统人工智能技术, 在电网发生故障时, 对调度接收到的保护动作信息与开关动作信息进行分析, 从而得出故障诊断结果, 确定故障设备。经过在兰州电网的两年实际运行, 基本满足现场需要, 能够得出合理的诊断结果。

然而, 地区电网故障诊断系统也暴露出了一些不足。从现场运行情况看, 调度侧接收到的保护动作信息误发的情况很多, 比如某个变电站无规律频发“变压器差动保护动作”, 还有的时候上传的保护动作信息丢失, 使得故障信息不全。信息的误发和丢失, 造成故障诊断系统误启动或者不启动, 反而给现场运行人员带来了一些干扰。如何准确判断接

收到的信息的真伪缺失, 故障诊断系统没有妥善的解决办法。针对这个问题, 本文提出了一种基于遥信量、遥测量以及相互之间的关系的信息纠错模型, 通过这个模型的建立, 对接收的各种信息进行过滤匹配筛选, 从而确定信息的真伪。

1 信息纠错模型的构成

当电网发生故障时, 首先反映的是电网各节点电压、支路电流(或功率)等电气量的变化, 之后是保护装置依据电气量信息对故障的判断生成的保护动作信息, 然后是由保护跳开相应的开关来隔离故障的断路器动作信息^[3]。参见图 1。

换句话说, 可利用的信息包括: 电气量信息、开关信息、保护信息、开关和保护所带时标的事件顺序记录信息。通过对这些信息的充分分析, 是否能建立一个信息相互纠错的模型, 本文对此提出了一些自己的观点。考虑到现实情况下, 安装故障录

波设备的变电站很少, 或者即便安装了故障录波器但是事故录波信息并没有主动上传到调度, 从通用性实时性出发, 不对故障录波信息加以考虑。

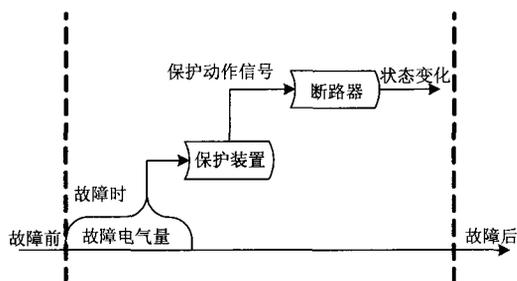


图1 电网故障时的相关信息

Fig.1 Informations of power grid fault

1.1 信息的分类

为实现电网故障时、故障后调度侧接收到的信息的应用有效性, 按其性质和信息应用对象可分为三类: 故障信息, 异常信息和状态信息。这其中, 故障信息和异常信息属于遥测量, 状态信息属于遥测量。考虑到电网故障时重合闸的情况, 断路器跳闸时、重合闸后不同时刻所发信息的不同, 这三类信息又被打上相应的时标。

1.1.1 故障信息

反映电网故障设备、故障跳闸等。

1) 断路器信息: 断路器分、合状态变化等。如正常跳闸、开关偷跳、多个开关同时跳闸属于断路器跳闸时的信息, 用符号 D_1 来表示。而重合闸属于断路器重合闸后的信息, 用符号 D_{ch} 来表示。

2) 保护出口动作信息: 主要包括主保护或后备保护动作启动断路器跳闸等。如距离 I 段动作、零序 I 段、母差保护动作等属于主保护信息, 用符号 B_1 来表示。而失灵动作、复压过流等保护则属于后备保护, 用符号 B_2 来表示。合闸后加速动作信息则属于断路器重合闸后的信息, 用符号 B_{ch} 来表示。

3) 保护出口动作总信号: 对保护出口动作信息的一个汇总信息, 如距离动作总信号、高频动作总信号等等。保护出口动作总信号与保护出口动作信息可以进行相互分析。

1.1.2 异常信息

1) 断路器相关: 主要是断路器控制回路和操作机构等的异常情况。比如控制回路断线对应断路器跳闸和重合闸的情况, 用符号 D_{vc} 来表示。而弹簧未储能、压力低闭锁重合闸等对应重合闸的情况, 用符号 D_{cnc} 来表示。

2) 保护相关: 主要反映保护装置及相关回路异常情况监视信息的变化。如保护装置故障、保护装

置直流消失; 或二次设备及回路发生问题导致保护拒动的监视信号, 如 TV 断线导致距离保护退出; 或接口装置异常、通道故障、微机系统 (RAM、EPROM) 故障、开出异常 (跳合闸光耦继电器异常)、数采系统错误等可能造成保护误动的设备缺陷。用符号 B_{vc} 来表示。

1.1.2 状态信息

主要是遥测模拟量信息, 如线路开关上流过的电流、功率, 母线上的电压。电网故障发生前、后状态信息的变化用符号 A 来表示。

1.2 各类信息之间的关系

1.2.1 故障信息之间的关系

保护出口动作信息与对应的断路器动作信息, 是一个因果关系的逻辑, 保护出口动作是引起断路器动作的原因, 保护在前, 断路器在后, 二者之间还有一个时间上的先后分别。而且, 这种动作逻辑关系不是一一对应的, 而是一种多对多的关系。比如: 一个断路器可能直接对应多个保护设备, 也就是说有多个保护设备可以触发其动作, 比如: 母线差动保护与失灵保护都可以触发同一个断路器的动作; 而一个保护设备也会对应多个断路器, 比如: 变压器的主保护就会触发多个断路器的动作等等。

多个保护出口动作信息之间, 则存在着备用和时间上的各种配合关系。比如变压器的差动保护和重瓦斯保护, 保护对象都是变压器的本体, 当变压器内部故障时, 两个保护装置出口同时动作的几率很大。而失灵保护作为线路距离保护等主保护的后备保护, 当主保护无法启动或者断路器因故无法断开时动作来隔离事故区域, 这两者之间则存在着时间先后的关联关系。

1.2.2 故障信息与异常信息之间的关系

同一种保护装置的这两类信息之间是一种互斥的关系, 比如距离保护动作和 TV 断线的关系。每一个故障信息都存在一个或几个相对应的异常信息, 正常情况下两者不可能同时存在。如果同时存在, 则必有一真一伪。

1.2.3 故障信息与状态信息之间的关系

故障信息存在, 是引起状态信息变化的原因, 两者也是一个因果关系的逻辑。故障信息在前, 状态变化在后。由状态信息的变化, 可以反向推理验证故障信息是否为真。

1.3 信息纠错的实现逻辑

故障信息、异常信息本身以及二者之间, 有一定的因果联系、控制逻辑, 但还不足以形成完备的信息纠错模型。基于实际的运行经验: 当电网事故发生的时候, 调度值班员除了接收到开关跳闸的故

障信息，另外一个直观的现象就是在调度画面上看到跳闸开关上流过的电流、功率归零。在此，我们引入状态信息的变化。通过SCADA系统对与动作保护相关的开关在电网故障时的模拟量测量值的记录，得出故障前后两个采样周期内的测量值的变化。如果第一个采样周期内的测量值不为零而第二个采样周期内的测量值为零，则可判断此测量信息对应的断路器跳闸。还考虑到断路器重合闸成功的情况下前后两次的测量值可能没有变化，故把重合闸动作信息与遥测模拟量的变化一起综合考虑。

故障信息、异常信息与状态信息的变化三者一起进行相互分析纠错过滤。

主要目的是为了判定保护动作信息和断路器动作信息的真伪，故无保护动作和断路器动作的情况不做研究。

信息纠错的判定法则如下：

1) 同一时刻只考虑同一类装置有一个误发信息及一个丢失信息的情况。这种假设满足实际系统的运行需要。

2) 若同时存在互斥关系的信息 A、B，则通过信息 C 与 A、B 的关系，来判定信息 A、B 的真伪。

3) 多个断路器同时跳闸时，认为跳闸断路器对应的共同的保护装置出现动作。

基于这三条信息纠错的判定法则，对于收取到的各类信息，就可以判定其真伪。

图2以接收到一条线路距离 I 段动作信息 B_1 为例，来表明判定信息真伪的流程。

2 信息纠错模型的实现及在地区电网故障诊断系统中的应用

信息纠错模型的实现，与监视SCADA上传信息的程序的取样时间密切相关。因为模型中采用了SCADA不同采样周期的遥测模拟量进行比较，如何保证电网故障发生时不丢失任一传送上来的遥测、遥信值，是信息纠错模型实现的难点。

现有的大多数关于电网故障诊断的文献，对诊断程序获取SCADA上传信息时的时间长度设置语焉不详。如果设置为定时间长度记录SCADA信息，只记录给定时间内上传的SCADA信息，当给定时间内同时有保护动作和断路器动作信息时，则判断为电网有故障发生。这种时间设置有一定的弊端：一是可能出现给定时间内故障信息获取不全的问题，故障过程中的保护动作信息与断路器动作信息分别被两个时间段记录，在断路器拒动的情况下这种问题出现的几率最大，故障信息获取不全对诊断结果的正确性肯定有影响；二是对本文引入的遥测模拟量的变

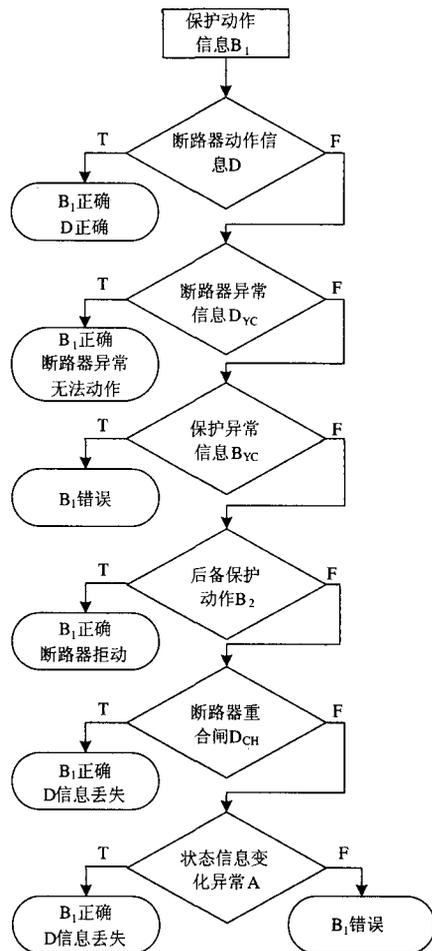


图2 举例说明信息纠错流程图

Fig.2 A sample of informations' identification flow chart

化记录更是无能为力，SCADA中的遥信信息是变位刷新，而遥测信息则是定时刷新，时间跨度更大，更不容易跟踪记录。

现有SCADA系统，遥测量数据采样时间设置一般最长不超过5 s，而且每次数据采样时，在上传调度主机的数据表中对上一次采样的数据都有记录。而电网故障发生后，即便考虑到开关拒动和重合闸，5 s内一般故障也可隔离完毕。

基于此事实，针对定时长记录SCADA信息的不足，本文设计了一种定时长收取与触发式记录相结合的信息记录方式。当电网没有故障发生时，诊断监视程序以定时长的方式收取SCADA上传的遥信信息，遥信信息不予记录；一旦监视程序接收到保护出口动作信息时，即转为触发式记录方式，记录下此时动作保护对应的保护对象设备的“上次遥测模拟量”、“此刻遥测模拟量”，把此时长内收取到的遥信信息也记录下来。如果有断路器动作和保护出口动作信息同时存在，则可断定故障发生，即可

启动故障诊断程序。如果仅有保护出口动作信息存在, 则继续收取并记录下一时长内SCADA的遥信信息, 并延时5 s后再次记录动作保护对应的保护对象的“此刻遥测模拟量”。第一个时长记录下的遥信信息和第二个时长收取的遥信信息以及前后相隔5 s记录的三个遥测值, 构成了信息纠错模型的全部。把这个信息纠错模型与判定法则进行比较, 即可分析是否确有故障发生还是有信息误发。

信息纠错模型建立和工作的流程如图3。

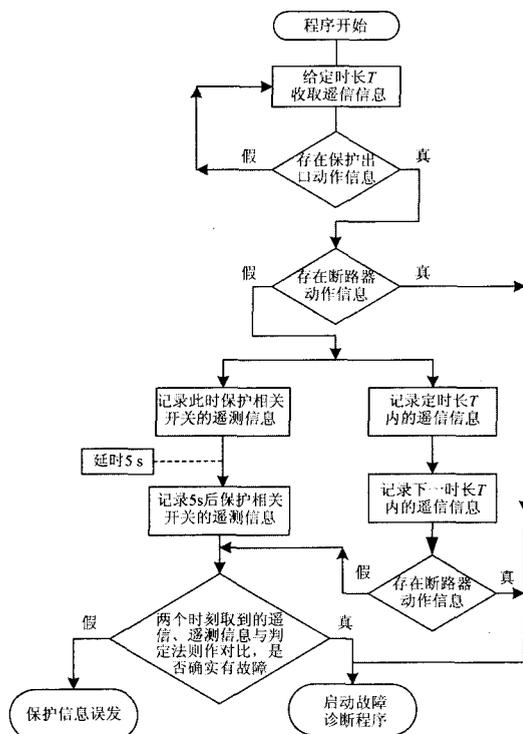


图3 信息纠错模型的建立和工作

Fig.3 Model's creation and working to identify information

3 信息纠错模型的实际应用

利用新建立的信息纠错模型, 在兰州电网和齐齐哈尔电网的地区电网故障诊断系统中进行了测试。

兰州电网在实际运行中, 某变电站总是误发“某母线差动保护动作”信息, 有时一小时多达数十条。这给运行人员造成了很大困扰。把信息纠错模型引入兰州电网的故障诊断系统中后, 由诊断程序来自动识别误发的保护出口动作信息, 确保了每次误发信息均被正确识别。

齐齐哈尔电网在实际运行中, 调度侧总是接收到某保护通道异常信息, 在一次电网故障诊断测试中, 保护出口动作信息与此保护通道异常信息发生了冲突。引入信息纠错模型后, 正确判断出了误发

的通道异常信息。

4 结论

本文设计了一个信息纠错模型, 通过对故障信息、异常信息与状态信息的变化三者进行分析, 能够识别出 SCADA 系统误发或者丢失的保护出口动作信息或者断路器动作信息。此模型与应用专家系统的地区电网故障诊断系统相配合, 在一定程度上弥补了原系统无法识别误发信息的不足。当然, 在通用性和完备性方面此模型还有一些欠缺, 通过对各种信息之间的深入分析, 纠错的能力能得到进一步的加强。

参考文献

- [1] 许君德. 地区电网故障诊断实用化研究与实现[D]. 北京: 华北电力大学, 2006.
XUN Jun-de. The Practical Research and Realization of Fault Diagnosis for the Regional Power Grid[D]. Beijing: North China Electrical Power University, 2006.
- [2] 许君德. 基于双数据源的地区电网故障诊断实用化应用[J]. 电力系统自动化, 2006, 30(13): 68-72.
XUN Jun-de. Dual Data Source Based Fault Diagnosis Application of the Regional Power Network[J]. Automation of Electric Power Systems, 2006, 30(13): 68-72.
- [3] 徐青山. 电力系统故障诊断及故障恢复[M]. 北京: 中国电力出版社, 2007.
XU Qing-shan. Electric Power System Diagnosis and Restoration[M]. Beijing: China Electric Power Publishing, 2007.
- [4] 赵伟, 白晓民, 丁剑, 等. 基于协同式专家系统及多智能体技术的电网故障诊断方法[J]. 中国电机工程学报, 2006, 26(20): 2-8.
ZHAO Wei, BAI Xiao-min, DING Jian, et al. A New Fault Diagnosis Approach of Power Grid Based on Cooperative Expert System and Multi-agent Technology[J]. Proceeding of the CSEE, 2006, 26(20): 2-8.
- [5] 陈玉林, 陈允平, 孙金莉, 等. 电网故障诊断方法综述[J]. 中国电力, 2006, 38(5): 27-31.
CHEN Yu-lin, CHEN Yun-ping, SUN Jin-li, et al. A Survey of Power System Fault Diagnosis[J]. China Electric Power, 2006, 38(5): 27-31.
- [6] 高翔, 张沛超, 章坚民. 电网故障信息系统应用技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 2006.
GAO Xiang, ZHANG Pei-chao, ZHANG Jian-min. Application Technology of the Power Grid Fault System[M]. Beijing: China Electric Power Publishing, 2006.

- [7] 黄文涛, 王伟杰, 赵学增, 等. 从不完备数据中获取诊断规则的粗糙集方法[J]. 电力系统自动化, 2005, 29(14): 49-54.
HUANG Wen-tao, WANG Wei-jie, ZHAO Xue-zeng, et al. Extracting Optimal Generalized Decision Rules for Fault Diagnosis from Incomplete Data Based on Rough Set[J]. Automation of Electric Power Systems, 2005, 29(14): 49-54.
- [8] 孙静, 秦世引, 宋永华. 一种基于 Petri 网和概率信息的电力系统故障诊断方法[J]. 电力系统自动化, 2003, 27(13): 10-14, 23.
SUN Jing, QIN Shi-yin, SONG Yong-hua. A Fault Diagnosis Method for Power System Based on Petri nets and Probability information[J]. Automation of Electric Power Systems, 2003, 27(13): 10-14, 23.
- [9] 赵爽, 任建文, 周明. 分层式电网故障诊断系统的设计与实现[J]. 电力系统自动化, 2003, 27(19): 65-68.
ZHAO Shuang, REN Jian-wen, ZHOU Ming. Design and Realization of a Delaminated Fault Diagnosis System for Power System[J]. Automation of Electric Power Systems, 2003, 27(19): 65-68.
- [10] 吴琼, 刘文颖, 杨以涵. 智能型地区电网调度决策支持系统的开发与实现[J]. 电力系统自动化, 2006, 30(12): 79-83.
WU Qiong, LIU Wen-ying, YANG Yi-han. The Development and Realization of Intelligent Decision Support System for Power Grid Dispatching[J]. Automation of Electric Power Systems, 2006, 30(12): 79-83.
- [11] 毕天姝, 倪以信, 杨奇逊. 人工智能技术在输电网络故障诊断中的应用述评[J]. 电力系统自动化, 2000, 24(2): 11-16.
BI Tian-shu, NI Yi-xin, YANG Qi-xun. An Evaluation of Artificial Intelligent Technologies for Fault Diagnosis in Power Network[J]. Automation of Electric Power Systems, 2000, 24(2): 11-16.
- [12] 党德育, 沈晶. 一种电网调度中心的故障信息识别方法[J]. 电力系统自动化, 2002, 26(18): 54-56.
DANG De-yu, SHEN Jing. An Alarm and Faultmessage Filtering Approach for Power Dispatching Center[J]. Automation of Electric Power Systems, 2002, 26(18): 54-56.
- [13] 廖志伟, 孙雅明. 数据挖掘技术及其在电力系统中的应用[J]. 电力系统自动化, 2001, 25(11): 62-66.
LIAO Zhi-wei, SUN Ya-ming. Data Mining Technology and Its Application on Power System[J]. Automation of Electric Power Systems, 2001, 25(11): 62-66.
- [14] 廖志伟, 孙雅明. 基于事件序列数据挖掘原理的高压输电系统故障诊断(一)模型与算法[J]. 电力系统自动化, 2004, 28(4): 22-27.
LIAO Zhi-wei, SUN Ya-ming. A New Data Mining Approach for Fault Diagnosis of HV Transmission Line System Based On Sequence of Events(Part One) Model and Method[J]. Automation of Electric Power Systems, 2004, 28(4): 22-27.
- [15] 文福拴, 韩祯祥. 计及报警信息时间特性的故障诊断模型[J]. 电力系统自动化, 1999, 23(7): 6-9, 19.
WEN Fu-shuan, HAN Zhen-xiang. A New Fault Diagnosis Model Capable of Dealing with the Temporal Information of Alarm Messages[J]. Automation of Electric Power Systems, 1999, 23(7): 6-9, 19.

收稿日期: 2008-03-05; 修回日期: 2008-04-28

作者简介:

邓国新(1975-), 男, 工程师, 从事人工智能在电力系统中的应用研究与电气实践教学; E-mail: newquaker@163.com

赵冬梅(1965-), 女, 博士, 教授, 研究方向为电力系统智能技术;

张旭(1975-), 男, 讲师, 研究方向为人工智能在电力系统中的应用。

许继高压直流输电换流阀及控制保护系统

许继自“七五”以来一直承担着国家直流输电控制和保护设备国产化攻关项目。2002年以前为舟山和嵊泗高压直流工程提供了优良的国产化设备; 2002年以来在国家支持下, 依托三峡和贵广工程, 公司坚持自主创新, 成功研制出具有自主知识产权的 DPS-2000 高压直流输电控制保护系统。公司承担的连接西北和华中电网的国家第一个灵宝背靠背网联网工程于 2005 年 7 月正式投入商业运行。国务院三峡工程建设委员会灵宝直流输电工程验收委员会专家组的终验报告给出了高度评价, “许继掌握了核心技术, 形成自主知识产权, 具有独立设计、开发和调试直流控制保护系统的能力。” 2005 年 6 月, 公司签署了第一个“以中方为主”的贵广二回工程 6.57 亿元的供货合同。2006 年 8 月中标世界最大的高岭背靠背直流工程。2007 年 6 月签订了世界首个特高压云广 ± 800 kV 直流工程价值 10.56 亿元的供货合同。