电力断路器的诊断技术

Diagnostic Technology of Power Circuit Breakers

黄祥

Xiang Huang

中国南方电网有限责任公司超高压输电
公司

中国·贵州 兴义 562400

EHV Transmission Company, China Southern

Power Grid Co., Ltd.,

Xingyi, Guizhou, 562400, China

【摘要】目前已有的电力系统故障诊断解析模型的建立,是以保护断路器顺利运营为基础,并不成体系化。基于此,希望正确诊断故障设备,并且识别拒动或误动的保护和/或断路器的错误警报。相关软件系统开发并投入使用,对实践中出现的电力系统故障进行仿真测试。

【Abstract】At present, the existing analytical model of power system fault diagnosis is based on the smooth operation of protection circuit breaker, and is not systematic. Based on this, it is hoped that the fault equipment will be correctly diagnosed, and the false alarms of the protection and/or circuit breakers that refuse to operate or malfunction will be identified. Relevant software systems are developed and put into use, and the power system faults in practice are simulated and tested.

【关键词】故障诊断;解析模型;诊断技术

【Keywords】fault diagnosis; analytical model; diagnostic techniques

【DOI】10.36012/peti.v1i2.861

1 引言

如果有电力系统出现故障的情况,断路器应当配置保护动作跳开,切除系统中的故障设备,缩小停电区域,确保整个电力系统顺利工作。但是,一旦保护和/或断路器出现拒动或误动,就会让停电范围进一步变大。这样就会变得相当棘手,需要在很短的时间内对大量警报信号进行处理分析,这对调度员来说非常不易,特别是有时候警报信号还是错误的。所以,建立保护和断路器拒动或误动的电力系统故障诊断方法,可以快速定位故障,同时保障整个系统顺利工作运行。本文正是为了解决这一核心问题。迄今为止,有两大类的故障诊断方法已经在实践中得到某些实际应用,包括以专家系统为基础的方法与以解析模型为基础的方法两种。同时,近年来这个阶段,关于电力系统的故障诊断方法,还出现了诸如数据挖掘技术、模糊集、人工神经网络、Petri 网等先进的智能方法,都

加快了这一领域的研究进程。同时电力系统故障诊断方法还有以解析模型为基础的。

基本思想如下:故障假说是停电范围内囊括的所有一次设备之间组合不同发生不同故障,构建一个表现断路器和保护实际情况与预算状态之间不同的目标函数,接着利用 Tabu 算法或遗传算法,类似的优化技术,对最能合理的解释进行分析探究,形成接收断路器与保护动作警报的故障假说。

2 故障诊断数学模型基本框架

以解析模型为基础的电力系统故障诊断方法十分具有借鉴价值,把问题变成对无约束的整数规划的求解,数学基础需要非常严密,当然也十分包容一些错误,有时候警报会漏掉或者失误的情况下,也能在一定程度上保证该诊断结果具有较高的准确性。就当前中国的电力系统故障诊断解析的建设发展情况来看,故障假说模式是当前已知模式中准确性最高、技

故障分析 Fault Analysis

术水平较好的检测诊断技术,该技术可以在设备出现多个故障时,及时诊断分析出每一个故障的产生原因及相应的解决措施。在此背景下,如果现实中发现设备产生故障,断路器有拒动的影响,极有可能是故障假说情形,若进行不合理处理,会导致诊断结果误差较大。当前现有的电力系统故障诊断解析模式在构建全新的解析模式下,来进行故障诊断过程,是一个集保护与断路器拒动或误动的电力系统故障诊断,其诊断结果较为可靠。

3 故障假说

假定停电区域识别后,发现其中共有 n 个设备 $d_1, d_2, \dots, d_n$ 。这些停电设备对应配置了一个保护集合,具体是 $\{r_1, r_2, \dots, r_n\}$,故障发生前,和事后停电的设备关联的全部断路器的构成集合是 $\{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ 。计及断路器与保护拒动或误动后,故障假说向量的基本形式为:

$$H=[D, F, M] \quad (1)$$

式中, $D=[d_1, d_2, \dots, d_n]$; $d_k=1$ 或 $d_k=0$ 分别表示停电范围内,第 k 个设备发生了故障或者依然保持正常; $F=[f_{r_1}, f_{r_2}, \dots, f_{m_r}, f_{c_1}, f_{c_2}, \dots, f_{c_n}]$; $f_{r_i}=1$ 或 $f_{r_i}=0$ 分别表示保护 r_i 是正常的还是误动的; $f_{c_j}=1$ 或 $f_{c_j}=0$ 分别表示断路器 c_j 是正常的还是误动的; $M=[m_{r_1}, m_{r_2}, \dots, m_{r_n}, m_{c_1}, m_{c_2}, \dots, m_{c_n}]$; $m_{r_i}=1$ 或 $m_{r_i}=0$ 分别表示保护 r_i 是正常的还是拒动的; $m_{c_j}=1$ 或 $m_{c_j}=0$ 分别表示断路器 c_j 是正常的还是拒动的。

4 目标函数的基本形式

目标函数 $E(H)$ 表示故障假说 H 的合理让人能信服的程度, $E(H)$ 越小,故障假说 H 就越可以相信。所以,考虑把故障诊断问题变成求解 $E(H)$ 的最小值的故障假说。下面分为两个情况讨论。第一种情况:如果 H 的故障假说是有矛盾的,那么 H 一定是错误的。这个时候,目标函数考虑取比较大的数值,这样矛盾的故障假说怎么样也不可能是最优解。举个例子,这个时候选择 $E(H)=100\ 000$ 。第二种情况:假设 H 的故障假说是合理的,那么可以选择下面的目标函数:

$$\begin{aligned} E(H) &= w_1 \sum n_{r_i} = 1 |\Delta r_i(H)| + \sum n_{c_j} = 1 |\Delta c_j(H)| + w_2 |H| \\ &= w_1 \sum n_{r_i} = 1 |r_i - r_i^*(H)| + \sum n_{c_j} = 1 |c_j - c_j^*(H)| + w_2 \sum nk \\ &= 1 |d_k| + \sum n_{r_i} = 1 (|f_{r_i}| + |m_{r_i}|) + \sum n_{c_j} = 1 (|f_{c_j}| + |m_{c_j}|) \quad (2) \end{aligned}$$

式中, $\Delta r_i(H)$ 是第 i 个保护的预算情况和现实情况的差别程

度, $\Delta r_i(H) = r_i - r_i^*(H)$; $\Delta c_j(H)$ 是第 j 个断路器的预算情况和现实情况的差别程度, $\Delta c_j(H) = c_j - c_j^*(H)$; r_i 是第 i 个保护的现实情况, $r_i=0$ 或 $r_i=1$ 分别表示其处于还没有动作或是动作状态; c_j 是第 j 个断路器的现实情况, $c_j=1$ 或 $c_j=0$ 分别表示它们的状态是跳闸或未跳闸; $r_i^*(H)$ 和 $c_j^*(H)$ 分别表示 r_i 和 c_j 的预算情况; w_1 和 w_2 分别为对应警报差别程度指标与故障假说最小化指标的权值,且 w_1, w_2 可以取 $w_1=100$ 和 $w_2=1$ ^[1]。

式(2)有两个部分:①警报差异度指标 $\sum n_{r_i} = 1 |\Delta r_i(H)| + \sum n_{c_j} = 1 |\Delta c_j(H)|$ 。这部分体现出断路器与保护的预算情况和现实间的不同。②故障假说最小化指标 H 。其在目标函数中的作用显著,警报差别程度一致的时候,故障设备、拒动或误动的断路器与保护越少,故障假说 H 越能够使人信服。

5 断路器失灵保护

由于不同电压等级的电力系统所配置的保护断路器失灵装备不一样,所以说,对于不同断路器产生失灵的状况,就要采取不同的措施。不同电压等级的电力系统,在断路器产生故障情况的具体体现如下:在小于不超过 220kV 断路器产生失灵的情况时,通常保护其上一级的设备或者是线路断路器,这样来达到消除故障的目的;如果其系统超过 220kV,对产生失灵的断路器通常要为其配备专门的失灵保护措施装置。由于不同的电压系统所需要的解决措施不一样,所以要重视对不同情况的分析,制订出不同的解决措施,如果采用统一的失灵保护措施,这不仅对于电力诊断器的质量提升有阻碍作用,也不利于该诊断技术的不断优化发展^[2]。

6 结语

目前,电力系统故障诊断以解析模型为基础,构建了全新的数学模型。诊断故障设备再也不是难点,并且识别拒动或误动断路器与保护,同时查找错误警报也成为了可能。经过实践系统的故障案例测试,该发展模型准确,方法有效,可以满足实际工程的使用需求。

参考文献

- [1]文福松,韩祯祥.基于覆盖集理论和 Tabu 搜索方法的电力系统警报处理[J].电力系统自动化,2017,21(2):18-23.
- [2]翁汉,毛鹏,林湘宁.一种改进的电网故障诊断优化模型[J].电力系统自动化,2017,31(7):66-70.