

# 电力系统继电保护动作的故障分析

赵清峰 杨慧娟

国网河南省电力公司焦作供电公司

**[摘要]**经济的发展,社会的进步推动了我国电力系统发展建设的步伐。继电保护在电力系统中的主要工作是检测系统运行时出现的异常与故障,如果电力系统在运行过程中出现故障或者存在异常,继电保护动作能够及时对故障和异常进行检测,并且发出警报,还可以将发生故障的地区分离开来,从而保证电力系统的安全与稳定。当电力系统处于正常的运行状态时,继电保护系统能够在一定程度上对电力设备与线路进行检测,如果检测到故障则能够自行发出跳闸指令,以保证电力系统和使用者的安全。

**[关键词]**电力系统;继电保护动作;故障分析

**[DOI]** 10.12252/j.issn.2096-627X.2021.12.1741

## 引言

继电保护隐性故障是一种永久性缺陷,对保护装置的可靠性造成了严重冲击。电网的稳定性因隐性故障存在而变差,影响社会效益。

## 1 电力系统继电保护动作的故障分析

### 1.1 继电保护中的设备故障

要维持电力系统正常运转,继电保护要具备细致性以便有效监控电力系统出现的异常和故障,这就需要较好的继电保护装置作为支撑。其中,继电保护设备中存在的问题大多数是由于质量不佳等引起的,由于继电保护主要任务为监测电力系统故障,不同的电力系统所能承受的负荷也不尽相同,不同的继电保护设备对电压、电流等有着不同的限制,所以在进行选择和使用继电保护设备的过程中就需要全面地考虑其工作的强度和负荷,确保继电保护装置和电力系统的实际标准是相符合的。如果继电保护设备出现问题不仅会造成检测不准确,还会导致继电保护动作不受控制,更严重的情况是出现和系统设计不符的误动,进一步影响整个电力系统的安全与稳定。在建设继电保护系统时,要以变电系统运行的指标作为依据,制定科学的方案,有效降低不良影响。同时,在继电系统装配时,如果该系统与其他各类线路间的关联度较低,很容易出现断路现象。与此同时,在装配继电保护设备阶段,要防止越级跳闸的情况,但是,因为某些客观因素,使得各区域继电器参数很难完全规避这一问题。

### 1.2 继电器触点出现故障

继电器在继电保护装置中处于核心地位,其在发现和排除系统故障方面有着极为重要的作用,如果继电器出现故障,将可能导致继电保护系统难以正常运行。而继电器触点是整个继电保护装置中较为薄弱的部位,需要相关部门和人员给予足够的重视。在继电保护系统实际运行过程中有很多因素会对继电器触点的安全产生影响,例如,触电材料、继电保护设备适用的电力系统、继电器所承受电流与电压等。此外,继电器所处环境、配置、工作频率等也会对继电器触点有一定影响,导致继电器触点出现故障。而且如果某个条件和设计预定值存在不相符的情况也可能导致继电器触点故障。

## 2 应对电力系统继电保护动作故障的措施

### 2.1 系统角度的隐性故障辨识法

从系统的角度出发对同源冗余数据进行比对发现隐性

故障。投入运行的继电保护设备,部分在运行过程中因各种因素会出现故障,通过对整个电网系统中各继电保护设备的历史故障信息进行统计分析,从系统的角度对某型号或某制造商产品在历史上的运行情况进行数据挖掘,可辅助识别分析判断得出某产品是否具备家族性缺陷等异常因素。通过对历史故障进行多维度分类统计,找出影响二次设备运行的关键因素,为二次设备的隐性故障辨识提供决策依据,统计的内容包括:(1)按重要性统计:即统计危急告警、重要告警、一般告警的次数及所占比重;(2)按影响范围统计:包括装置本体、外部回路、通道告警、系统告警等告警次数及所占比重,进一步还可以按影响范围的详细分类维度进行统计;(3)按告警详细分类统计:如统计CPU插件异常、定值异常、开出告警等的告警次数及所占比重。此外,还可以结合其他维度,对上述3类指标做进一步分类统计:(1)按二次设备厂家:如南瑞、四方、许继、南自等厂家的二次设备平均每装置告警指标(包括重要性指标、影响范围指标、告警详细分类统计指标等,下同);(2)按装置型号:如RCS-931、CSC103B等,统计每种型号平均每装置的告警指标。统计上述信息后,按照一定指标进行划分,确定存在故障的继电保护设备,再根据隐性故障的分类及原因,对隐性故障进行辨识。

### 2.2 继电器触点故障管理策略

继电器触点虽然在整个装置中是比较重要的部位,但是,较为脆弱,所以相关工作人员要重视继电器触点故障问题,了解引起继电器触点故障的因素并进行管理。对于材料质量引起故障这一问题,相关人员在选择设备时要格外注意触点的质量,避免出现材质缺损或者性能不佳的情况。为了避免继电器设备与电力系统不符合,电流、电压异常导致故障,工作人员在选择设备时,要将电力系统的电流与电压值作为标准,从而避免继电器触点出现故障。对于环境等因素导致的故障,相关部门要进行全面的防护与管理,针对继电保护设备所处环境中的湿度开展检测,若空气湿度太高要采取除湿措施,避免继电器触点生锈。

### 2.3 大规模光伏接入条件下的继电保护配置影响

对于大规模光伏接入后的电网故障电气特性,光纤电流差动保护作为线路的主保护,基本不受其影响,仍能维持较好的选择性、灵敏性、速动性以及可靠性。大规模光伏接入情况下,光伏出线发生短路故障,当电流速断保护作为主保

护时, 由于光伏电站提供的短路电流受到控制, 被限制在1.5倍额定电流以下, 保护的整定值设置较为困难, 影响到继电保护的可靠性。大规模光伏接入情况下, 光伏出线发生短路故障, 当距离保护作为主保护时, 由于光伏电站的低电压穿越特性, 故障的电压和电流受到影响, 从而影响短路阻抗的计算, 使保护的选择性和可靠性受到影响。光伏出线发生短路, 对光伏电站本身也会造成一定的影响, 使光伏电站母线电流, 逆变器电流增大。光伏电站内配置的逆变器过电流保护及解列保护, 可以在逆变器输出电流过大时使逆变器退出运行, 从而保障光伏电站的安全稳定运行。

#### 2.4 智能化继电保护自动测试系统的评价

由于电力电子技术、网络通信技术、计算机技术的快速发展, 网络化、计算机化、智能一体化和数字化逐渐成为继电保护技术发展的新目标。由于智能化继电保护技术还需要进一步研究, 因此目前继电保护测试包括人工测试和自动测试。在人工测试过程中, 所有的操作过程皆需测试人员参与, 测试人员所拥有的专业技术、个人实际经验及工作状态会导致测试的结果有着较大的不确定性, 存在测试盲区、自动化测试程度较低、测试耗时较长, 测试工作的反复性高, 易导致因检测人员疲劳而检测错误等缺点。很多时候, 微小的错误不容易被察觉, 也不会影响电网的正常运行。但当电网发生故障, 需要继保装置做出正确的跳闸动作时候, 这种错误可能会引起继保装置拒动, 进而扩大故障范围, 影响电网的稳定运行。自动测试的保护逻辑功能能够自动生成报告, 且智能化程度高, 人工干预少。不仅可以大大提高定检工作效率, 减轻现场工作人员的工作强度, 同时也可以有效地避免因为人为因素而导致的各类定检问题, 测试报告的标准格式能够自动生成, 测试过程透明化, 测试系统具备良好的可扩展性, 实现对保护定检工作流程的标准化和规范化。自动测试系统更加快速, 并能够连续工作。测试时, 不仅快速、连续、高效, 还对测试数据准确度要求高。对不同系统的性能, 设备技术熟练, 运行时基本不会出现错误, 能保证电网安全稳定运行。与人工测试评估结果进行对比分析, 自动测试系统能够满足实际使用需要。但是, 自动测试往往离不开人工测试的支撑和帮助, 两者互补是保护的最终目的。

#### 2.5 继电保护分层马尔可夫模型及其检修策略

继电保护作为电力系统安全运行的第一道防线, 起到至关重要的作用。继电保护的可靠性较高, 但在实际工作过程中, 也时有拒动和误动事件的发生。继电保护的这种非正常动作事故会引起局部停电, 还会造成电力系统崩溃, 甚至故障范围的进一步扩大。因此, 定期对继电保护进行检修, 提高其可靠性, 是电网公司的重要工作, 也是电网安全运行的基础。随着保护线路修复率的增大, 保护年均经济损失在减小, 继电保护最佳检修周期可延长。线路修复时间的缩短, 可大大减小停电所带来的经济损失, 其影响较大, 在百万范围内浮动。实际上, 检修公司应在线路故障后尽快检修恢复供电, 从而减小经济损失, 也可减少定期检修的频率, 提高保护的可靠性。对继电保护进行可靠性分析, 建立保护线路和保护系统完整的状态马尔可夫模型, 作如下合理的假设:

(1) 对保护线路、保护系统进行检修, 能修复所有故障以至

其能够正常运行, 且不会引入新的故障。(2) 继电保护系统在预防性检修和自检成功失效后, 若要恢复至正常, 须停电检修。(3) 当保护线路出现故障后, 须被隔离。(4) 当保护线路出现故障后, 若此条线路的继电保护系统拒动, 则相邻的后备保护必须动作隔离故障, 引起故障范围扩大。(5) 通常来说, 后备保护是十分可靠的。目前, 我国大部分电力公司采用每4年一次的定期检修。当继电保护存在故障隐患而未到检修周期却不能及时检修(称为欠修)时, 此时若电力系统发生故障, 继电保护不能可靠地切除故障; 而当继电保护状态良好而进行检修(称为过修)时, 不仅会造成资源的浪费, 还会降低保护的可靠性。采用分层建立涉及保护对象故障率、保护自检成功率、保护误动率、保护拒动率、线路修复率和保护系统修复率的继电保护马尔可夫模型, 利用该模型分析了不同影响因素对继电保护检修决策的影响。结果表明, 保护对象故障率、保护自检成功率、保护拒动率、保护对象修复率和保护系统修复率对最佳检修周期和年均检修成本影响较大; 保护误动率只影响着检修成本, 对最佳检修周期影响较小。对继电保护定期检修是为了提高保护的可靠性, 降低其正常工作中的误动频率与拒动频率, 从而减少误动带来的经济损失与拒动带来的经济损失。因此, 寻找继电保护最佳检修周期TJX的问题, 即在满足可靠性的基础上, 求解继电保护周期内经济损失S最小化问题。

#### 结语

电力系统已经成为人们日常生活中必不可少的设施, 而继电保护系统对电力系统正常运行有着重要作用, 所以相关部门要不断对其进行研究, 以促进继电保护的发展。继电保护是利用各种专业设备来对电力系统进行全面的分析研究, 从而了解电力系统的运行状况, 并有针对性地采取保护措施。为此, 相关电力部门更应做好继电保护工作, 不断进行研究分析和改革创新, 采取高效故障解决措施, 促进电力行业健康发展。

#### 参考文献

- [1] 李为线. 电力系统继电保护动作的故障分析[J]. 通信电源, 2020, 37(5): 179-180, 194.
- [2] 王玥. 电力系统继电保护动作的故障分析[J]. 建筑技术与设计, 2020, (17): 2509.
- [3] 李文辉. 电力系统继电保护动作故障分析[J]. 中国设备工程, 2017, (18): 44-45.
- [4] 马宏明, 程志万, 彭晶, 等. 基于振动检测与线圈试验技术的高压断路器线圈烧毁防治[J]. 云南电力技术, 2016, 44(3): 103-105.
- [5] 李浩, 林湘宁, 喻银, 等. 基于连续时间马尔可夫链的继电保护装置动作行为预测模型[J]. 中国电机工程学报, 2018, 38(S1): 121-128.
- [6] 侯雨伸, 王秀丽, 张玥, 等. 考虑维度重要性的电力系统可靠性评估拟蒙特卡洛方法[J]. 电力系统自动化, 2016, 40(16): 31-37, 158.
- [7] 王洪彬, 徐亨, 童晓阳, 等. 基于结构熵权法与故障树的智能变电站保护系统扰动度在线评估方法[J]. 电网技术, 2019, 43(5): 1772-1787.