

Case study on fault analysis and treatment of relay protection

Ren Wang

State Grid Zaozhuang Power Supply Company, Zaozhuang, Shandong, 277000, China

Abstract

Relay protection is a key guarantee for the safe operation of the power system, and its reliability is directly related to the stability and security of the power grid. However, in actual operation, the relay protection device may cause failure due to hardware failure, software problems or external factors, resulting in false operation and rejection of protection. This paper analyzes the basic principle and function of relay protection, summarizes the common fault types, and analyzes the fault analysis methods and treatment measures combined with actual cases. The results show that the reliability of relay protection devices can be improved by means of scientific fault diagnosis process and effective preventive and optimization measures. The research in this paper provides theoretical support and practical guidance for the fault treatment and optimization of power system relay protection.

Keywords

relay protection; Fault analysis; Fault handling; Case studies; Electric power system

继电保护故障分析与处理案例研究

王任

国网枣庄供电公司, 中国 · 山东 枣庄 277000

摘 要

继电保护对于电力系统安全运行而言是关键保障, 其可靠性直接关联着电网的稳定性以及安全性, 不过在实际运行的时候, 继电保护装置有可能因为硬件出现故障、软件存在问题或者外部因素引发故障, 导致保护出现误动、拒动等情况, 本文针对继电保护的基本原理以及功能展开分析, 归纳常见故障类型, 同时结合实际案例剖析故障分析方法与处理措施。研究结果显示, 借助科学的故障诊断流程以及有效的预防优化措施, 可提高继电保护装置的可靠性, 本文的研究为电力系统继电保护的故障处理和优化给予了理论支持与实践指导。

关键词

继电保护; 故障分析; 故障处理; 案例研究; 电力系统

1 引言

电力系统身为现代社会关键的基础设施, 它安全稳定地运行对于经济发展以及人民生活来讲十分关键, 继电保护属于电力系统里不可缺少的部分, 它的主要功能是当系统出现故障的时候, 可迅速且精准地切除故障设备, 以此来防止事故扩大, 不过继电保护装置在实际运行过程中, 有可能因为多种缘由出现故障, 使得保护功能失效或者出现误动作, 引发严重的电力事故。针对继电保护故障展开分析与研究有关键的理论和实践价值, 本文凭借剖析继电保护的基本原理与功能, 归纳常见故障类型, 并且结合实际案例探讨故障分析方法与处理措施, 为电力系统继电保护的故障处理以及优化给予参考。

2 继电保护基本原理与功能

2.1 继电保护的基本概念

继电保护所涉及的技术, 是借助继电器以及与之相关的各类设备, 针对电力系统里出现的异常状况展开检测并做出响应, 它的主要任务在于, 当电力系统遭遇故障之时, 可快速地将出现故障的设备切除掉, 以此来避免事故范围扩大, 保证那些没有出现故障的设备可以维持正常运行状态。继电保护装置会对电流、电压等电气量实施监测, 据此判断系统是不是处于异常状态, 然后依据预先设定好的逻辑来执行相应动作^[1]。

2.2 继电保护的分类与功能

继电保护按照保护对象以及保护范围的差异, 可划分成主保护、后备保护以及辅助保护这几种类型, 主保护指的是针对保护对象实施直接保护的装置, 它有动作速度较快、可靠性较高的特点, 后备保护是在主保护出现失效状况时发挥作用的装置, 其动作时间相对较长, 辅助保护乃是为主保

【作者简介】王任 (1983–), 男, 中国山东枣庄人, 硕士, 副高级工程师, 从事继电保护专业研究。

护与后备保护给予支持的装置^[2]。继电保护所拥有的主要功能涉及故障检测、故障隔离以及故障恢复这几个方面。

2.3 继电保护装置的组成与工作原理

继电保护装置一般是由测量单元、逻辑单元以及执行单元共同构成的，其中测量单元承担着采集电流、电压等各类电气量的工作，逻辑单元会依据采集得来的数据展开故障判断，执行单元会按照逻辑单元给出的指令去执行相应的操作，继电保护装置的工作原理是借助对电气量的实时监测与分析，以此来判断系统是不是处于故障状态，并且依据预先设定好的逻辑实施动作^[3]。

3 继电保护常见故障类型

3.1 硬件故障

继电保护装置出现硬件故障是致使保护系统失效的关键因素之一，硬件故障主要囊括继电器故障、接线错误以及电源问题这几个方面，继电器作为继电保护装置的核心构成部件，其一旦发生故障，便有可能致使保护装置无法开展工作，常见的继电器故障包含触点烧毁、线圈断路以及机械卡滞等情况^[4]。触点烧毁一般是因为继电器长时间运行或者负载过大所引发的，线圈断路或许是由于线圈绝缘老化或者外部短路造成的，机械卡滞则和继电器的机械结构设计以及维护工作存在不当之处有关，这些故障会对保护装置的正常动作产生影响，以及可能造成设备损坏或者使事故范围扩大，接线错误是继电保护装置发生故障的另一个较为常见的原因。

3.2 软件故障

继电保护装置出现软件故障时同样会对保护系统的正常运行产生严重的不良影响，软件故障主要涉及逻辑错误、参数设置不当以及通信故障这几个方面，逻辑错误作为软件故障里核心的问题之一，说不定致使保护装置没办法准确判断故障状态，常见的逻辑错误包含算法错误、参数设置错误以及逻辑设计缺陷等。算法错误一般是因为软件设计或者调试过程中存在人为失误所造成的，参数设置错误和保护装置的定值配置或者阈值设定存在关联，逻辑设计缺陷或许是由于软件架构不合理或者功能模块不完善所引发的，参数设置不当是继电保护装置软件故障的又一个关键原因，参数设置不当可能致使保护装置无法正常动作，像是定值设置错误、时间设置错误或者阈值设置错误等情况^[5]。

3.3 外部因素导致的故障

继电保护装置所处的运行环境以及所面临的使用条件，同样有可能对其性能造成重大影响，由外部因素引发的故障，主要覆盖环境因素以及电力系统异常这两个方面，环境因素乃是继电保护装置出现故障的一个关键源头，它有可能致使装置无法正常工作，常见的环境因素包含温度过高、湿度过大以及电磁干扰等情况^[6]。

4 继电保护故障分析方法

4.1 故障现象描述与记录

开展继电保护故障分析工作时，要先对故障现象细致描述并记录，故障现象描述覆盖故障发生时间、地点、设备类型及故障表现等方面，像故障发生时间能让分析人员知晓故障是否和特定运行状态或外部条件相关，故障发生地点利于明确故障具体位置与影响范围，设备类型及故障表现可为后续故障诊断提供关键线索^[7]。

4.2 故障诊断流程

故障诊断在继电保护故障分析里占据核心地位，一般囊括初步检查以及详细分析与测试这两个步骤，初步检查作为故障诊断的起始步骤，重点包含对继电保护装置的外观状况检查、电源情况检查以及接线状况检查等，外观检查可察觉出明显可见的机械损伤或者元件损坏，电源检查可判定电源系统是不是处于正常工作状态，接线检查则可找出接线错误或者接触不良之类的问题。借助初步检查，可迅速排除一些较为十分突出的故障原因，为后续的详细分析指引方向。

4.3 常用故障分析工具与技术

继电保护故障分析要借助专业工具与技术，以此提升分析的精准程度与效率，继电保护测试仪属于测试继电保护装置性能的专业工具，依靠继电保护测试仪，可模拟各类故障状态，对装置的动作特性以及可靠性展开测试，比如测试仪可模拟短路故障、接地故障或者过载故障等情况，测试装置于不同故障状态下的动作情形^[8]。仿真软件是用来模拟电力系统运行状态以及继电保护装置动作过程的工具，借助仿真软件，可以剖析装置在不同故障状态下的动作状况，找出潜藏的故障缘由，例如仿真软件可模拟电力系统的电压波动、频率偏差或者谐波干扰等，分析装置于不同运行状态下的动作特性，数据分析工具是针对继电保护装置的运行数据进行分析的工具。

5 继电保护故障处理案例研究

5.1 案例一：继电器误动作分析

在某变电站继电保护装置运行阶段，频繁出现误动作情况，致使设备频繁跳闸，经对故障现象详细描述与记录，分析人员发觉误动作现象主要于系统正常运行之时发生，且并无明显外部干扰以及系统异常状况，初步检查时发现，继电器的触点存在烧毁情形，使得装置无法正常动作，分析与测试显示，触点烧毁是因继电器长期运行以及负载过大所造成的^[9]。处理举措囊括更换损坏的继电器，并且对继电器的负载能力给予重新评估与调整，处理结果为：更换继电器后，装置恢复正常运行，误动作现象随之消失。

5.2 案例二：接线错误导致的保护失效

在某变电站的继电保护装置运行之时，当系统出现故障状况时，该装置没能做出正确动作，使得故障范围扩大，

经过对故障现象进行详细描述并记录下来后,分析人员察觉到保护失效现象主要出现在系统故障期间,而且装置没有发出任何动作信号,初步检查可以发现,装置的接线存在错误情况,这致使装置无法正确采集电气量。展开分析以及测试可说明,接线错误是因为安装过程中出现了人为失误造成的,处理措施囊括重新接线,并且对接线规范开展严格审核以及培训,处理结果是:重新接线以后,装置恢复到正常运行状态,保护功能也得以恢复。

5.3 案例三:软件逻辑错误引起的误判

在某变电站继电保护装置运行时,频繁出现误判故障情况,致使设备频繁跳闸,分析人员将故障现象详细描述并记录下来后,发现误判现象主要出现在系统正常运行阶段,并且当时不存在十分突出的外部干扰或者系统异常,经过初步检查,发现装置的软件逻辑存在缺陷,使得装置不能正确判断故障状态。分析与测试显示,逻辑错误是软件设计过程中人为失误导致的,处理措施有修改软件逻辑,同时对软件设计重新审核并测试,处理结果是,修改软件逻辑后,装置恢复正常运行,误判现象也消失了^[10]。

5.4 案例四:环境因素导致的保护装置故障

在某变电站的继电保护装置运行期间,频繁出现故障状况,致使设备无法正常运转,经由对故障现象给予详细描述和记录,分析人员发觉故障现象主要出现在高温环境之时,并且装置并无十分突出的外部干扰或者系统异常情况,初步检查后发现,装置的环境温度过高,使得装置无法正常工作。分析以及测试显示,环境温度过高是因为装置安装环境恶劣以及散热条件欠缺所导致的,处理办法覆盖改善装置安装环境,同时对装置的散热系统进行优化与调整,处理结果是,改善安装环境后,装置恢复正常运行,故障现象也随之消失。

6 继电保护故障预防与优化

6.1 故障预防措施

要降低继电保护装置出现故障的概率就需要采取有效的预防举措,定期开展维护以及检查工作是预防故障的关键办法,可及时察觉并消除潜在的故障隐患,提升装置的可靠程度,比如说,定时对继电器的触点、线圈以及机械结构实施检查与维护,可避免触点被烧毁、线圈出现断路或者机械出现卡滞等故障。参数的优化与校准同样是预防故障的关键措施,可保证装置于不同运行状态下可准确动作,提高保护的精确性,例如定期针对装置的定值、时间以及阈值进行优化与校准,可防止因参数设置不合理而引发误动或者拒动的情况。

6.2 继电保护系统优化

要提升继电保护系统的整体性能,对该系统给予优化是必要之举,硬件升级作为优化系统的关键手段,可提高装置的抗干扰能力以及运行稳定性,比如将继电器的负载能力与机械结构给予升级,便能提升装置的可靠性以及使用寿命,软件改进同样是优化系统的关键举措,可提高装置的逻辑判断能力与动作可靠性。举例来说,对软件算法以及逻辑设计进行改进,可提高装置的故障判断准确性以及动作速度,系统集成与协同是优化系统的又一关键手段,可提高系统的整体运行效率与安全性,例如把继电保护装置和其他电力系统设备进行集成与协同,可达成系统的智能化与自动化运行。

7 结论

本文针对继电保护故障展开分析,并研究了相关处理案例,总结出继电保护装置常见的故障类型、分析方法以及处理措施,研究结果显示,借助科学的故障诊断流程以及有效的预防优化举措,可提升继电保护装置的可靠性,未来随着电力系统规模持续扩大以及技术不断发展,继电保护技术会面临更多挑战与机遇。要强化继电保护技术的研究和应用,为电力系统安全稳定运行给予更可靠的保障。

参考文献

- [1] 韩俊京.智能变电站继电保护系统的应用研究[J].水电水利,2022,5(12):163-165.
- [2] 吴昊.基于继电保护的隐性故障诊断策略研究[J].自动化应用,2023,64(22):62-64.
- [3] 杨鹏杰,张克宇,徐宇,等.继电保护和安全稳定控制系统隐性故障分析[J].电气技术与经济,2023(07):294+306.
- [4] 周若萌.基于深层知识的继电保护隐性故障识别方法[J].自动化应用,2022(04):130-132.
- [5] 杨鹏杰,张克宇,徐宇,等.继电保护和安全稳定控制系统隐性故障分析[J].电气技术与经济,2023(07):294+306.
- [6] 邱玉成,闫星.电力系统继电保护的隐性故障分析[J].电子技术,2023,52(02):214-215.
- [7] 余光海.基于残差决策的主网继电保护隐性故障检测[J].电子设计工程,2022,30(21):109-112+117.
- [8] 赵之瑜,王若漪,陆心澄,等.电力系统继电保护隐性故障的研究[J].中国设备工程,2021(19):68-69.
- [9] 吴达嵩.继电保护的隐性故障模型分析[J].电子技术,2021,50(01):184-185.
- [10] 赵广旭,穆小亮,黄小燕.基于继电保护隐性故障的电力系统连锁故障分析[J].信息系统工程,2019(04):109.