

Analysis of Automatic Control and Relay Protection Strategies in Power Safety Systems

Xueyang Wang

Guizhou Zhijin Pingyuan Clean Energy Co., Ltd., Bijie, Guizhou, 552100, China

Abstract

With the increase of the scale of the power grid, the complexity of the power grid is becoming higher and higher, and the safety of the power grid has become an important factor affecting the stable development of the social economy. In the process of ensuring the stable and reliable operation of the power system, automatic control and relay protection are its core technologies. This article will deeply analyze the strategies of automatic control and relay protection, clarify their importance, technical principles, application scenarios, explore their collaborative relationships, challenges and countermeasures, and predict their future development directions, in order to provide theoretical and practical basis for improving the safety and reliability of the power grid.

Keywords

power safety system; Auto-Control; Relay protection; Collaborative relationship; development trend

电力安全系统中的自动控制与继电保护策略分析

王学阳

贵州织金平远清洁能源有限责任公司, 中国·贵州 毕节 552100

摘要

随着电网规模的增大, 电网的复杂程度越来越高, 电网的安全性已成为影响社会经济稳定发展的重要因素。在保证电力系统稳定可靠运行的过程中, 自动控制和继电保护是其核心技术, 本文将对自动化控制和继电保护的策略进行深入的剖析, 阐明它们的重要性、技术原理、应用场景, 探索它们之间的协作关系、面临的挑战和对策, 并对其今后的发展方向进行预测, 以期为提高电网的安全性和可靠性提供理论和实际依据。

关键词

电力安全系统; 自动控制; 继电保护; 协同关系; 发展趋势

1 引言

在当今社会, 电力已经成为人们生活中不可缺少的一种资源, 电网安全稳定运行事关国家能源安全、经济社会发展、人民生活幸福。但是电网在运行中会遇到各种危险, 如短路、过载和设备故障等, 如果不能得到有效的解决, 将会导致大范围停电和设备损坏, 甚至威胁到人类的生命财产。自动化控制和继电保护是电网安全的一道重要防线, 它能对电网的运行状况进行实时监控, 迅速处置各种突发事件, 保证电网的稳定运行, 因此对自动控制和继电保护技术进行深入研究是非常必要的。

2 电力安全系统中的自动控制策略

2.1 自动控制的重要性

电力系统是一种由发电、输电、配电等多个环节组成

的复杂动态系统, 同时也受负载波动的影响。基于此, 智能电网的新型智能电网控制方法, 通过对电网电压、频率、有功、无功等进行在线监测, 实现对电网运行状态的动态调整。采用自适应控制技术, 能够保证电网电压、频率的稳定性, 改善电网的供电质量, 优化电网配置减少电网运行费用。在电网运行过程中, 能够对各种干扰、故障进行快速响应, 提高电网的供电可靠性, 比如当负载急剧上升引起的系统频率降低时, 该自动控制器可以快速地调整机组的输出功率, 从而将系统的频率重新调整到正常的范围, 避免因频率过低引发系统崩溃。

2.2 常见自动控制技术与原理

自动发电控制 (AGC): AGC 在电网自动化中占有举足轻重的地位, 它以维护电网的频率稳定性和保证不同地区之间的电能交换为主要目的。

自动电压控制 (AVC): AVC 的功能是将电网中各个结点的电压控制在容许的范围之内, 并确保供电品质。AVC 通过对各个节点的电压、无功等进行监控, 并依据电压控制

【作者简介】王学阳 (1987-), 男, 中国重庆人, 本科, 工程师, 从事发电厂电气检修研究。

策略与优化算法,实现对机组励磁电流、变压器分接位置以及无功补偿装置投入等的自动调整。

基于模型预测控制(MPC)的自动控制技术:模型预测控制技术是一种基于系统动力学模型,预测未来时段的输出,基于预报值与控制目标,实现最优控制。

3 电力安全系统中的继电保护策略

3.1 继电保护的关键作用

继电保护是保证电网安全运行的关键,它的首要任务是对电网出现故障或异常情况进行快速准确的检测,并发送跳闸信号,将有故障的装置从电网中移除,并向操作人员发送报警信息,以便及时处置。作为一种新型的继电保护装置,它能有效地阻止故障的扩展,从而防止设备的损伤和大范围的断电,从而保证电网的安全、稳定、可靠地运行,延长设备的使用寿命。比如当线路出现短路故障时,继电保护装置可以快速发现故障电流的异常增加,快速断开线路两端的开关,避免短路电流对线路及其它设备的危害^[1]。

3.2 继电保护装置的构成与工作机理

继电器一般由测量段、逻辑段、执行段等组成。其中测试部分主要是对电网中的电量进行采集,如电流、电压、功率等,然后把这些数据转化成可供保护设备处理的信号。在此基础上,逻辑单元依据测量单元给出的信号和预设的保护逻辑与运算法则,分析、判定电力系统的工作状况,判断其有没有出现故障。执行部分在逻辑部分判断出故障后,发出跳闸指令或报警信号,控制断路器跳闸或启动报警装置。例如,在电流保护装置中,测量部分采集线路电流,当电流超过设定的动作值时,逻辑部分判断为故障,执行部分则向断路器发出跳闸信号,切除故障线路。

3.3 继电保护的类型与适用范围

电流保护是继电保护中最基础的一种,它主要包含过流保护和电流速断保护,过流保护是指在线路或设备发生过载、短路等故障时,在规定的时间内,通过一定时间的延时将发生故障的设备切除。电流速断保护是用来对电网附近的短路故障进行快速切除,其动作迅速,但其作用距离较小,仅能对线路总长度的70-80%进行保护,电流防护主要用于电力装置,如输电线、变压器一i及电机等。

电压保护是通过改变电压来进行故障诊断的,常用的有低压保护与过电压保护两种。低压保护是指当电网出现短路或其它情况时,为确保关键设备的安全生产而采取的一种保护措施;过电压保护是指在电网中,防止过电压的产生,从而使电力设备免受过电压的危害。电力系统中广泛应用的是电力系统、变电站的母线保护和电机等装置。

差动保护是一种根据被保护装置两端电流之差进行判断的方法,该方法能够快速准确地切除被保护装置内的短路故障,且对外部故障没有反应,具有较高的选择性和灵敏度。差动保护广泛应用于变压器、发电机、母线等重要电力设备

的保护,例如变压器差动保护通过比较变压器两侧电流的大小和相位,当两侧电流差值超过整定值时,保护装置立即动作并且切除变压器,防止故障扩大。

3.4 继电保护的整定计算与校验

继电保护整定计算主要包括动作电流的计算、动作时间的计算和动作阻抗的计算,整定计算是指在电网运行模式、设备参数以及故障类型等方面,依据相应的整定原理及规程来确定。如过流保护整定计算时,应根据某一可靠系数使其避开被保护装置的最大负载电流,为了确保保护动作的选择性,操作时间必须与步进式的时序特征相匹配^[2]。

继电保护设备在投入使用之前,必须对其进行校验以保证其工作性能达到规定的标准。检查内容主要是对保护设备的操作精度、灵敏度和可靠性进行分析,通过对各类故障进行仿真,验证保护装置的动作性能、动作时间的合理性、在多种扰动情况下的可靠性。另外,还要检查二次回路,保证接线正确、接触良好,进而避免二次回路发生故障而造成的误动作和拒动。

4 自动控制与继电保护的协同关系

4.1 协同工作的必要性

电网故障是一种复杂多变的故障,单纯依靠自控或继电保护手段很难对其进行有效的处理,自动控制以维护系统的正常工作为目标,通过调整装置的操作参数实现电网的稳定、经济运行。然而,继电保护的重点是对出现故障的设备进行快速切除,在实际生产过程中,由于各种故障的出现,使得整个系统的工作状态发生很大的改变,这就要求自动控制与继电保护协同工作。比如在电网出现短路故障时,继电保护快速切断故障线路后,电网中的潮流分布将发生变化,并有可能引起电压、频率的波动,这时,自动控制装置必须对发电机的功率进行适时的调节,并对无功补偿设备的投入进行调整,恢复系统的稳定运行^[3]。因此自动控制与继电保护的协同工作是提高电力系统稳定性和可靠性的必要手段。

4.2 协同工作的模式与实现方式

自动化控制与继电保护系统是经由通讯网络进行信息共享的,继电保护设备将故障信息、设备状态信息等传送到自控系统,而自控系统则将系统的运行参数、控制策略等信息反馈到继电保护装置。比如当继电保护发现一条线路发生故障时,就会向自控系统发出故障信息,然后由自控系统依据故障状态来调整生产计划及无功补偿方案,并向继电保护装置反馈新的运行参数,使继电保护装置能够再次执行定值校验与动作判定。

从功能上讲,该系统实现自动控制与继电保护的协同工作,当系统发生较小的异常时,自控设备应首先采取调整措施,尽可能地让系统恢复正常运转;当出现异常状态时,继电保护设备会快速动作对故障进行切除。比如在电网频率发生微小变化时,AGC通过调节机组输出,使电网的频率保

持稳定；当频率继续降低，并满足继电保护的要求时，该设备会按预先设定的程序对一些负载进行切除，从而确保了系统的平稳运行。

4.3 协同案例分析

以某区域电网为例，指出在夏季用电高峰期，因负荷的急剧增长造成电网电压的降低。自动电压控制系统首先检测到电压异常，即通过对电网中各机组的励磁电流进行快速调整，使电网中的无功功率得以提高，并使一些无功补偿装置投入运行。但是随着电力系统负载的快速增加，电力系统中的一条线路发生过载，造成线路的绝缘老化，从而发生短路故障。继电保护装置能迅速发现短路电流，并能在很短的时间内将两端的开关断开，在这种情况下，电力系统的功率分配会发生再分配，某些节点的电压会进一步降低。由此通过对继电保护的判断，对其它机组进行快速的功率调节，并对其进行无功补偿，从而对系统的运行模式进行再优化，使系统电压和频率逐渐恢复稳定，避免事故的进一步扩大。

5 面临的挑战与应对策略

5.1 技术难题

在电力系统中，由于高电压设备的运行和电力电气设备的运转，会产生许多的电磁干扰。这些电磁干扰可能会影响自动控制和继电保护装置的正常工作，导致保护装置误动或拒动，自动控制信号传输错误等问题。在变电站中，开关分合闸时会产生强电磁脉冲，对周围继电保护及自控装置的次级回路造成扰动，从而影响其检测与控制的准确性。

在电网自动化水平不断提升的今天，要求在自动控制与继电保护之间进行海量的数据信息传递。但是通讯网络中会出现数据传输时延、丢包等现象，这会影响自控与继电保护的协调工作，特别是在处理紧急故障时，数据传输的延迟可能导致继电保护装置不能及时收到自动控制系统的协调信号，或者自动控制系统不能及时获取继电保护的故障信息，从而延误故障处理时机^[4]。

5.2 运行维护问题

随着电网自动化与继电保护技术的发展，对运行检修人员提出了更高的要求，但是，当前一些运营维修人员对新技术新设备的认识与理解不足，缺少所需的专业知识与技术，很难对自动化控制与继电保护系统中发生的故障进行正确的判断与处理。比如，在对新一代智能化继电保护设备进行调试与维修时，有些工作人员对其工作原理、操作方式不

够了解，造成设备调试不到位或不能及时处理故障等问题。

5.3 应对措施与建议

为了增强自控、继电保护设备的抗干扰性，必须加强 EMC 的研究与应用，如采取屏蔽和滤波等技术手段降低对设备的电磁干扰；优化通讯网络结构，以高速可靠的通讯方式减少资料传送时延，提升资料传送的可靠性；加强对继电保护设备的研究与改进，增强其性能与可靠性，运用自适应保护技术、人工智能技术等来降低保护设备的误动与拒动的几率。

同时，加强对操作维修人员的技术培训，并定期举办专门的技术培训，使他们能够更好地理解和掌握自控与继电保护新技术、新设备。在实践中进行实践训练与个案研究，增强人员的实际操作能力和故障处理能力，例如可以组织人员到先进的电力企业进行学习交流，借鉴其先进的运行维护经验和技术。

另外，制定一套完整的设备更新与维修方案，对设备的升级进行科学的规划，并逐渐地将陈旧的设备进行淘汰，使用性能先进、可靠性高的新的自动控制与继电保护装置。强化设备的日常巡视与维修，并建立设备操作文件将设备的工作状况与故障信息记录下来，以便进行维修与升级。

6 结语

电力安全系统中的自动控制与继电保护策略是保障电力系统稳定运行的核心技术。本文从自动化与继电保护的重要性、技术原理、应用场景、协作关系、面临的挑战与对策等方面，对其在电力保障体系中的地位与意义进行深入的研究。因此在今后的发展中，将以智能化和数字化为主，并与新兴的电力科技进行更密切的结合，加强对自动控制与继电保护策略的研究和应用，对于提高电力系统的安全性、可靠性和经济性具有重要的推动作用，将为现代社会的可持续发展提供坚实的电力保障。

参考文献

- [1] 陆顺.电力安全系统中的自动控制与继电保护策略分析[J].电子技术(上海),2023,52(12):121-123.
- [2] 王增平,林一峰,王彤,等.电力系统继电保护与安全控制面临的挑战与应对措施[J].电力系统保护与控制,2023,51(06):10-20.
- [3] 王挺,王书迪.电力系统安全自动控制与继电保护措施研究[J].光源与照明,2024,(08):171-173.
- [4] 徐亚洲,姜波.电力自动化系统中的安全控制策略分析[J].集成电路应用,2024,41(08):104-105.