

电气工程及其自动化中继电保护技术的运用研究

田起良

河北科技大学理工学院，北京，102209；

摘要：随着电气工程及其自动化在各个领域的广泛应用，保障其安全、稳定运行至关重要。而继电保护技术扮演一个重要角色，实时监测电气设备运行参数，一旦发现故障可迅速定位，采取隔离措施。本文先分析了继电保护技术的基本原理和重要作用，其次从电力系统、工业自动化生产、智能建筑电气系统等方面深入探究，最后阐述继电保护技术的应用问题，对此也提出了一系列优化策略，致力于提升继电保护技术应用水平，不仅保障电气系统稳定运行，更为相关研究提供参考资料。

关键词：电气工程；自动化控制；继电保护技术；应用问题；优化方法

DOI：10.69979/3041-0673.25.09.014

引言

科技发展背景下，电气工程及其自动化控制已经成为现代工业、能源供应诸多领域运转的关键。从复杂的电力系统到诸多工业生产场景、智能化建筑设施等，电气工程及其自动化控制涉及的领域愈加广泛。而继电保护技术作为一种前沿方法，能保证电气系统安全、稳定运行，但电气系统运行期间，会面临短路、过载、过电压等情况，一旦发生故障不仅损坏电气设备，还会影响供电稳定性，严重情况对人员安全带来威胁。所以相关人员有必要清楚继电保护技术的作用，深入探索继电保护技术在电气工程及其自动化应用路径，精准检测故障，及时采取隔离与保护方法，从根本上降低故障带来的不好影响。

1 继电保护技术的基本原理

1.1 故障检测原理

继电保护技术主要是对电力系统中电气量（如电流、电压、功率等）进行监测以检测故障，正常运转的时间段里，电气量处在特定的稳定区间，若发生故障的时候，如出现短路故障，会引起电流急剧变大、电压突然降低等异常变动，继电保护装置采用预先制定的算法和阈值，对这些电气量变化的实时分析，一旦检测到超出正常范畴的变化，便认定也许存在故障情况^[1]。

1.2 保护动作原理

当继电保护装置找出故障后，会按照预先编排的保护逻辑展开动作，其动作的方式一般是跳闸和发出信号两种，对于极大影响电力系统安全的故障，如母线短路、主变压器出现短路等，继电保护装置会马上向断路器下

达跳闸指令，切断故障线路、设备的供电电源，阻止故障进一步发展；而对于某些程度相对较轻、暂时不干扰系统整体运行的异常情形，如过负荷这种情况，将会发出告急信号，提示运行人员及时采取恰当措施予以处理。

2 电气工程及其自动化中继电保护技术的具体运用

2.1 电力系统中的运用

首先，输电线路保护。输电线路是电力系统的根基，覆盖范围比较广，易受自然环境与人为因素影响，如大风、冰雪，外力破坏、误操作等，最终发生故障。因此，电路保护、距离保护等各种继电保护技术经常应用在输电线路保护中，如长距离输电线路中，可采用距离保护技术精准确定故障距离，结合各个故障种类、位置，科学设置保护动作时限，加大对线路的选择性保护效果。为预防雷击过电压损害线路，可以安装一定的电压保护装置，如避雷器等，能够与继电保护装置协同工作，全面维护输电线路的安全性、稳定性。其次，变压器保护。变压器是电力系统中的关键设备，其稳定运行非常关键，可采用差动保护手段，重点比较变压器各侧电流大小、相位情况，深入检测变压器中的匝间带路、相间短路等问题。同时也可利用瓦斯保护方法，监测变压器中的气体实际状况，一旦变压器发生故障，出现气体的时候，会触动瓦斯继电器动作，第一时间发出预警信息，或者直接开启跳闸回路，确保变压器与系统切除，更好的配合差动保护，使变压器保护更稳定、可靠^[2]。最后，发电机保护。电力系统中，发电机也是不能忽视的重点，一边使用差动保护监测发电机定子绕组相间短路故障，另一边也会布置电流保护、过电压保护等诸多保护手段。

例如,一旦发电机发生失磁问题,失磁保护会产生相应动作,防止发电机失磁产生异常工作,损坏设备,严重情况对电力系统产生直接影响。

2.2 工业自动化生产中的运用

工业自动化生产过程中,各类电机都是生产线中的关键设备,保证其稳定运行非常关键。除了热继电器应对过载、熔断器应对短路,还有欠压保护继电器发挥效果,一旦供电电压发生异常时,欠压保护继电器会第一时间采取动作,强制停止电机运转,规避低电压情况下,电机不能正常运行产生的堵转现象,降低对电机的影响,维护电机稳定运行^[3]。针对配电柜来说,不仅分配电能,还控制电路通断,尤其在配电柜内部有过流保护装置,如果某一条支路发生电流过载,如因线路短路、设备故障造成的电流加大,过流保护装置会在第一时间跳闸,精准切断故障支路,预防故障电路对诸多元件带来影响,如配电柜内开关、母线等,降低对正常支路供电的影响,维护电气控制系统的稳定状态。另外,自动化生产中涵盖的一些控制电机、电动阀门等,也都装置了对应的继电保护装置,分别从电压、电流等角度开展监测、保护,尽可能降低因电气故障带来的生产中断,真正为企业生产铸就一个稳固的安全防线^[4]。

2.3 智能建筑电气系统中的运用

照明系统中为避免因线路故障、电压波动等引发问题,会配备过流保护继电器与欠压保护继电器。一旦出现电流过载,如因局部线路短路使电流超出正常范围,过流保护继电器会迅速切断电路,防止灯具因长时间过流而损坏;当电压过低时,欠压保护继电器及时动作,避免灯光闪烁、昏暗甚至熄灭,保障照明的正常稳定,方便人员在建筑内的活动,如图1。与此同时,空调系统方面,其压缩机等关键部件容易出现过载、缺相之类的故障。过载保护装置能实时监测运行电流,一旦过载便即刻关停空调,防止电机烧毁等损坏情况;缺相保护继电器可敏锐察觉供电缺相问题,及时启动保护,避免因缺相导致的压缩机异常运转,确保空调系统平稳运行,维持室内舒适的温湿度环境^[5]。另外,电梯系统更是有多重继电保护,除了超载、超速保护外,还有相序保护,若供电相序出现错乱,相序继电器会动作,防止电梯因相序异常引发失控等危险情况。同时,平层保护装置能精准控制电梯平层停靠,保障乘客进出安全,这些继电保护装置协同作用,全方位保障了电梯安全可靠运行,也让智能建筑能更好地服务于人们的生活与工作。



图1 欠压保护继电器及时动作图

3 继电保护技术应用中面临的问题

3.1 保护装置的可靠性问题

继电保护装置自身也许存在硬件出现的故障,如电子元件老化、报废等情形,造成保护功能失去效用或错误动作,软件方面也许是因为程序存在漏洞、算法设计不科学等原因,无法精准地检测与判断故障,降低保护装置可靠水平,而且在复杂的电磁环境里面,保护装置易受电磁干扰的干扰,进一步造成该装置工作性能变差,增加误动作、拒动出现的几率。

3.2 保护定值的准确性问题

继电保护定值的设定需要综合考虑电力系统的运行方式、设备参数、故障类型等多方面因素。然而,随着电力系统的不断发展变化,如电网结构的扩展、新增设备的接入等,原有的定值可能不再适应新的运行工况,若不能及时对定值进行准确调整,就可能出现保护装置误动或拒动的情况,无法有效发挥保护作用^[6]。

3.3 与其他系统的协调性问题

在电气工程及其自动化中,继电保护技术需要与电力系统中的其他自动化系统,如监控系统、调度系统等相互配合协调工作。但实际应用中,可能存在通信协议不兼容、数据交互不及时准确等问题,影响了整个电力系统的自动化运行水平,无法实现对故障的快速、高效处理。

4 继电保护技术应用的优化策略

4.1 提高保护装置的可靠性

从硬件角度,不仅要选用质量上乘、可靠性好的电子元件,还必须跟优质供应商构建起长期合作关系,从开端上把控质量,定期对装置进行维护与检测期间,应当制定周全的维护计划及检测标准,按照元件使用寿命、运行环境等方面因素,合理确定老化部件的更替周期,

保障硬件时刻处在最优运行状态。在软件设计这个范畴，除严格进行算法的测试、验证外，需设立软件更新办法，马上修补新查出的漏洞，适应电力系统的发展需求，如电磁屏蔽，除采用屏蔽电缆、设置电磁屏蔽罩，还能对装置的安装位置及布线做优化处理，远离强电磁的干扰源，同时把接地处理工作做好，最大程度削减外界电磁干扰，从各方面保障继电保护装置可靠运行，使装置能够精准地发挥故障监测及保护作用^[7]。

4.2 精准设定保护定值

为达成保护定值的精准调校，首先要搭建全面又完善的电力系统参数实时监测体系，采用智能传感器、在线监测设备等，实时收集电网各节点的电压、电流、功率等核心参数，精准掌握电网结构经扩建、改造出现的变化，如图2所示。同时新设备接入引发的参数更新情形，采用先进的计算模式，如基于人工智能的智能算法方式，采用专业的电力系统仿真软件，对不同运行工况下有概率出现的故障场景做模拟剖析，按照模拟分析结果对保护定值进行动态、恰当的调整和优化，加强定值设定工作的管理把控，打造严格的定值审核次序，安排专业人员开展多层次核对，把责任具体落实到人，最大程度防止因人为疏漏、操作失误等因素。

引起的定值错误，保障继电保护动作精准无误且可靠。



图2 电网监测与数据收集图

4.3 加强系统间的协调配合

应强化电力系统里各自动化系统的配合协同，首先要做的任务是统一通信协议，对现存通信标准加以梳理，制订统一规章，排除不同系统因协议差异而形成的数据传输阻碍。基于这个基础，用心搭建制式化的数据交互平台，采用稳定的数据传输技术及加密办法，保证继电保护系统、监控系统、调度系统等的数据可实时、精准地交互共享^[8]。此外也要构建并完善协同工作机制，精准界定各系统在故障发生前、中、后各阶段的具体职责

及相应工作流程，推动各系统开展常态化的联合调试及联合作业活动，对各类故障场景做模拟演练，依靠这些举动，不断推动各系统间协作磨合，切实增进整个电力系统的协同运转能力，保障故障产生时能快速、整齐有序地响应，最大程度削减故障的影响程度。

5 结束语

综上所述，探索继电保护技术在电力系统、工业自动化生产等领域的应用研究可知，其凭借精准故障检测、隔离保护作用，为电气设备安全、系统安全运行搭建一条坚固防线。但面对越来越复杂的电气环境、智能化发展所需，工作人员要对继电保护技术应用投入更多关注，期望其朝着智能化、网络化方向创新，为电气工程及其自动化控制提供可靠的保护功能，促进各行业电气系统安全运行。

参考文献

- [1]翟二龙. 基于综合自动化控制技术的智能变电站继电保护技术研究[J]. 建设科技, 2024, (S1): 39-41.
- [2]曹满宇, 王永超, 杨畅. 浅析 220 kV 智能变电站中的继电保护与控制[J]. 通讯世界, 2024, 31(03): 81-83.
- [3]杨子润, 陈康, 周亚军, 杜勇, 杜国辉. 基于计算机技术的电气自动化控制系统设计研究[J]. 中国新通信, 2023, 25(18): 56-58.
- [4]刘文华. 电力自动化继电保护相关安全管理问题探析[J]. 通信电源技术, 2018, 35(12): 204-205.
- [5]韩少卫, 朱德亮, 姚晖, 陈允凯, 苏建明. 智能变电站继电保护装置程序化测试系统的研究[J]. 电子技术与软件工程, 2018, (09): 132-133.
- [6]袁振华, 李彬. 基于电气工程中的继电保护自动化运行及其维护措施探讨[J]. 电气技术与经济, 2023, (10): 341-343.
- [7]李彬, 袁振华. 电气工程中电气继电保护的常见故障及维修策略分析[J]. 电气技术与经济, 2023, (10): 344-347.
- [8]韦帅余, 赵董. 电气工程中电力综合自动化系统与变电站继电保护研究[J]. 电气技术与经济, 2023, (06): 103-105.

作者简介: 田起良 (1989.09-)，男，汉族，河北省邯郸市武安市人，本科，研究方向: 以前从事变电站继电保护调试工作 (2015年6月-2023年10月)，现在从事风速仪测试风洞实验室工作 (2023年10月至今)。