

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良影响。

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短路、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制绕组相间短路故障, 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级核对,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. 电力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)。