

Discussion on the Application of Relay Protection Safety Technology in Electrical Automation System

Zhenkai Yan

Liaoning Datang International New Energy Co., Ltd., Jinzhou Thermal Power Branch, Jinzhou, Liaoning, 121011, China

Abstract

Electrical automation plays a pivotal role in modern production automation, with system safety and stability becoming increasingly critical. In electrical automation systems, relay protection technology serves as a critical safeguard. It enables precise fault detection through real-time monitoring of electrical parameters and automatically activates protective measures to ensure equipment integrity. This paper analyzes the application of relay protection technology in electrical automation systems, examines its safety requirements, and explores optimization strategies based on relay protection principles, providing valuable insights for reference.

Keywords

Relay protection safety technology; Electrical automation; Fault handling; Application

继电保护安全技术 在电气自动化系统中的应用探讨

闫振恺

辽宁大唐国际新能源有限公司锦州热电分公司, 中国·辽宁 锦州 121011

摘要

电气自动化在现代生产的自动化运行中有着十分重要的应用, 系统运行的安全与稳定也越发受到重视与关注。在电气自动化系统运行中, 继电保护安全技术的应用有着关键的支撑作用, 能够基于对电气运行参数的实时监测对故障进行精准识别, 自动触发相应的保护动作来对设备进行保护。文章基于继电保护原理, 结合电气自动化系统的继电保护安全需求, 对继电保护安全技术 在电气自动化系统中应用及相关优化思路进行了有效分析与探讨, 以供参考。

关键词

继电保护安全技术; 电气自动化; 故障处理; 应用

1 引言

电气自动化系统在现代工业生产与社会生活中的作用十分凸显。作为电力与设备自动化控制的结合体, 电气自动化系统运行的高效性、精准性都会对生产效益产生直接影响。电气自动化系统的运行环境通常较为复杂, 并且在设备老化、外界环境干扰、人为操作失误等诸多因素影响下, 线路短路、设备过载等故障也较为常见, 进而出现系统停机, 甚至引发严重安全事故等问题。而继电保护安全技术 在电气自动化系统故障处理方面有着十分重要的作用, 包括故障的瞬时响应、快速隔离、自动修复等, 能够为系统的安全运行提供有力保障。在电气自动化系统运行的自动化、智能化不断深入发展的背景下, 加强对继电保护安全技术应用的研究、探索, 在提高系统运行可靠性方面有着十分重要的现实意义。

2 继电保护基本原理

在电气自动化系统运行过程中, 继电保护安全技术的应用核心在于以系统运行关键参数的实时监测数据与预设阈值比对差异为依据, 对异常情况、故障类型进行准确判断, 在最短的时间内触发保护机制。继电保护的应用结构主要包括测量组件、逻辑元件、执行体系, 各部分高效协同、互相配合, 实现对电气系统的有效保护。其中测量组件主要负责对电流、电压、频率等电气参数的采集, 以电信号的形式传输给逻辑单元; 逻辑元件根据接收的电信号分析, 与故障特征进行比对, 进而明确具体故障问题; 执行体系以逻辑单元的故障指令为依据执行故障预警、线路切断等具体的保护动作^[1]。电气自动化系统中继电保护安全技术的应用核心在于对系统运行的正常状态、故障状态、异常状态的准确区分, 进而灵敏地、快速地做出可靠的保护动作, 以降低系统故障影响。继电保护有着严格的选择性要求, 保护装置的动作只能针对故障环节发生作用, 非故障环节运行不受影响。同时保护动作的响应要灵敏、快速, 即便是轻微的故障信号也能够精准识别, 快速反应, 避免出现故障漏判、响应迟滞等对

【作者简介】闫振恺(1998-), 男, 中国甘肃兰州人, 本科, 助理工程师, 从事电气工程及其自动化研究。

设备造成严重损坏。电气自动化系统正常运行工况下，继电保护不会出现误动作，而一旦故障发生则能做出可靠动作，以此保障继电保护的应用效果。

3 电气自动化系统继电保护安全需求

3.1 保障设备安全

电气自动化系统的运行涉及发电机、变压器、断路器等诸多精密设备的使用，保障这些设备的安全自然也成了这一复杂系统运行的核心目标。若这些设备的运行发生短路、过载等问题，设备的核心部件将会在超额电流、电压的冲击下出现损坏。因此，保障设备安全是电气自动化系统对继电保护安全技术应用的刚性需求^[1]。

3.2 保障系统稳定

现代电气自动化系统的运行大多采用的是联网运行模式，各个环节之间有着十分密切的联系，即便是某个局部故障也会引发系统的连锁反应。因此，必须实现对故障的快速处理，才能避免系统运行出现大面积停机的现象发生。继电保护安全技术的应用则需要实现对故障的精准识别、隔离，保障其他部分运行不受影响，以维持系统运行的整体稳定性。

3.3 保障人员安全

电气自动化系统的线路、设备等发生故障，是引发触电、火灾等安全事件发展的重要原因，对操作、使用等相关人员的生命安全造成严重威胁。继电保护安全技术的应用需要确保能够在故障发生的第一时间切断故障线路的电源，以降低触电、火灾等安全事故发生的风险，保障人员安全。

3.4 精准保护

电气自动化系统的智能化发展，对继电保护的精准性、协同性需求越发重视。继电保护安全技术的应用需要实现与系统更高的实时联动性，确保保护装置与自动化控制体系之间的高效协同，精准处理故障问题。同时，结合电力负荷动态变化对保护参数进行自适应调节，以免由于负荷波动而引发保护装置的误动作、拒动作。此外，光伏并网等形式的新能源电力接入会使得电气自动化系统运行特性发生一系列变化，继电保护安全技术的应用需要结合新能源并网引发的波动性、间歇性，进行精准保护的合理挑战，确保电气自动化系统的运行安全。

4 继电保护安全技术电气自动化系统中的应用

4.1 发电侧的继电保护

在电气自动化系统中，发电侧是能源的输出源头，需要确保发电机、相关辅助设备运行的稳定，才能确保系统较好的运行质量。转子绕组故障、定子绕组短路、发电机过载等，都是电气自动化系统发电侧常见故障类型，需要借助针对性的继电保护安全技术予以妥善处理。比如，利用纵差动

保护技术对定子绕组短路故障进行针对处理，在监测发电机定子绕组两侧电流差值的基础上与预设阈值进行对比，以此作为短路故障判定依据。在准确确定短路故障的基础上快速触发断路器的切断故障回路动作，以免定子绕组烧毁和故障影响范围进一步扩大。利用匝间短路保护技术应对转子绕组故障，在监测发电机气隙磁场不平衡变化的基础上对匝间故障进行准确识别，进而在第一时间做出保护动作^[2]。针对发电机运行过载，则借助过负荷保护技术对发电机输出电流进行实时监测，对超额电流进行预警，并触发跳闸指令，保护系统运行连续与设备安全。对于发电机失磁的问题，则需采用针对性的失磁保护技术，对发电机励磁电流、点电压等的变化情况进行监测，以此作为失磁故障判定依据，在此基础上对发电机和系统进行自动解列，规避了发电机失磁转速异常而导致设备损坏的问题。可见，在电气自动化系统的发电侧运行过程中，继电保护技术的应用实现与发电机的自控模块的深度联动，以全流程自动化的故障监测、故障诊断、故障处理，为电气设备运行的安全、稳定提供保障。

4.2 输电侧的继电保护

电气自动化系统中各个设备联合协同作用的发挥需要借助电力线路连接完成功能的匹配。而电气自动化系统的电力线路具备分布范围广、运行环境复杂等特点，并且极易遭受暴风雨雪等因素影响而发生故障。继电保护安全技术的应用则是能够实现对这些线路故障的快速识别，完成故障的隔离，保护正常线路的运行安全。线路短路、线路过载、接地故障等都是常见的输电侧运行问题，对此也有着相应的技术应用予以保护。比如，高频距离保护技术的应用，能够基于对线路两端电气参数的实时监测，以获得的高频信号为依据实现两端保护装置的高效协同，对处于保护范围的故障位置进行精准判断，为故障的隔离、处理提供依据。该技术的应用还具备较好的抗干扰能力，即便是在长距离的输电线保护中也有着较好的应用效果。纵联差动保护技术在电气自动化系统输电侧中的应用，主要是基于对输电线路两端电流大小、相位的比对，以对比差异作为线路故障的判断依据。这一技术的应用具备响应速度快且选择性强的特点，能够实现故障线路和相邻线路的有效隔离，避免故障影响范围扩大。零序电流保护技术在应对线路接地故障方面有着较为显著的效果，以接地故障发生时产生的零序电流信号为依据对接地故障的类型、位置予以准确识别，并及时切断故障线路，避免故障影响范围的进一步扩大，在中性点直接接地的系统类型中有着较好的适用性^[4]。结合对输电线路分布电容、电感等特性的考虑，针对超高压输电线路采用继电保护装置与避雷器相结合的保护方式，加强对线路的保护强度。除此之外，先进信息技术、传感技术等的应用还赋予了电气自动化系统输电侧继电保护技术远程联动的功能，能够将各个区域保护装置信息进行汇集、共享，提高保护系统运行的协同效益，更好地保障输电线路故障处理的精准性、高效性。

4.3 配电侧的继电保护

在电气自动化系统中配电侧和终端直接相连，配电侧的运行质量直接关系到用户的用电安全，继电保护安全技术的应用需要在实现对配电线路、变压器、配电设备等故障的精准处理的同时保障用电的连续、安全，其中配电线路故障、变压器故障、电容器故障、电容过载等都是较为常见的配电故障类型。针对配电线路故障，可采用电流速断保护实现对严重短路故障的快速跳闸处理，借助过电流保护应对轻微短路故障，两者相结合能够提高配电线路故障处理的灵敏性与选择性，降低误动作发生的概率。在配电变压器故障处理方面，则主要采取瓦斯保护和纵差动保护相结合的方式进行处理，前者通过对变压器油箱内绕组短路、铁芯过热等故障产生的瓦斯量进行监测，以此作为触发保护动作的依据；而后者则主要通过监测变压器绕组、引出线短路故障，保护变压器核心部件的安全，两者的有效结合实现对配电变压器的全面保护^[5]。在配电电容器组的保护方面，电压保护技术、过电流保护技术、失压保护技术都较为常用，能够发挥对电容器在电压、电流异常状态下的保护作用，确保较好的功率因素补偿效果。除此之外，剩余电流保护技术的应用能够通过检测对配电线路漏电电流的检测，对于预设阈值触发电源切断的保护动作，有效避免触电事故的发生。总的来说，继电保护安全技术是电气自动化系统配电侧运行安全中的关键保障，能够结合用户负荷变化进行动态调节，构建配电自动化联动体系，实现对系统故障的自动定位和自动隔离，有效降低停电时长，提高电气自动化系统的使用体验。

5 优化继电保护安全技术是电气自动化系统中应用的相关思路

5.1 加强技术升级

强化智能化技术应用对继电保护装置进行智能化改造，融合大数据、人工智能等先进技术，构建故障数据库与故障预测模型，实现对故障类型、位置等的精准判断与预警，实现前瞻性的故障保护。同时，加强对数字化继电保护装置的应用推广，提高继电保护与电气自动化系统的数字化联动，提高信号传输与响应的可靠性。

5.2 提高系统协同

进一步加强继电保护、电气自动化，以及其他模块之

间的协同配合，基于统一通信协议构建高效的数据共享平台，实现信息实时交互，以确保故障发生之时各模块动作同步，提高故障处理效率以及进一步提高继电保护的适应性。

5.3 重视设备选型与升级

综合考虑电气自动化系统运行特征以及继电保护安全需求，选择稳定、兼容、智能化的继电保护设备，对老旧设备进行全面升级改造。完善继电保护设备运维管理制度，落实运维内容与职责，加大人员培训力度，保障设备良好地运行状态。同时注意加强运维数据分析，总结设备运行规律，不断优化运维管理。

5.4 强化新能源的适应性对接

以新能源发电的波动性、间歇性特征为切入点，对继电保护参数进行优化设置，以适应新能源接入带来的电流、电压波动影响，避免出现继电保护的误动作。加强对继电保护安全技术是混合电力系统中的应用研究，为新能源在电气自动化系统中的接入应用安全提供保障。

6 结语

综述可知，在电气自动化系统中继电保护安全技术是其安全运行的核心保障。相关人员需要准确把握电气自动化系统继电保护安全需求，结合系统运行的各个环节做好相应的技术应用措施，充分发挥继电保护安全技术是保障电气自动化系统运行故障处理的重要作用，并持续加强对继电保护安全技术应用的深入探索，不断完善电气自动化系统的继电保护体系，为进一步提高电气自动化系统运行的安全、稳定提供保障。

参考文献

- [1] 张永全.继电保护安全技术是电气自动化系统中的应用[J]. 2025.
- [2] 马金辉,柳东,李亚平.继电保护安全技术是电气自动化系统中的应用[J].自动化应用, 2025, 66(4):270-272.
- [3] 陈凯.电气自动化系统继电保护安全技术应用分析[J].电子测试, 2021, 000(022):107-108.
- [4] 谢丹 常帅 朱斌斌.电气自动化系统中的继电保护技术分析[J]. 2025.
- [5] 朱兴隆,沈尖锋,潘铭航,等.电气自动化系统继电保护安全技术的应用研究[J].通信电源技术, 2020.