

电力系统继电保护及自动化装置可靠性研究

张文军

大唐甘肃发电有限公司兰白武新能源事业部, 甘肃 兰州 730070

[摘要] 电力系统继电保护及自动化装置的可靠性对系统稳定至关重要。文章探讨了影响可靠性的因素, 包括设备质量、环境条件和维护人为因素。为提升可靠性, 应强化质量管理与设计优化, 提高环境适应性及抗干扰能力, 建立培训与维护体系。更进一步来说, 应采用先进元件与技术、引入智能自适应算法、实现双重冗余与冗余通信以及采用抗干扰技术。这些综合策略将有助于确保电力系统的稳定运行与可靠供电。

[关键词] 电力系统; 继电保护; 自动化装置

DOI: 10.33142/hst.v6i6.9775

中图分类号: TM77

文献标识码: A

Research on Reliability of Relay Protection and Automation Devices in Power System

ZHANG Wenjun

Lanbaiwu New Energy Business Department of Datang Gansu Power Generation Co., Ltd., Lanzhou, Gansu, 730070, China

Abstract: The reliability of relay protection and automation devices in power systems is crucial for system stability. The article explores the factors that affect reliability, including equipment quality, environmental conditions, and maintenance human factors. In order to improve reliability, quality management and design optimization should be strengthened, environmental adaptability and anti-interference ability should be improved, and a training and maintenance system should be established. Furthermore, advanced components and technologies should be adopted, intelligent adaptive algorithms should be introduced, dual redundancy and redundant communication should be achieved, and anti-interference technology should be adopted. These comprehensive strategies will help ensure the stable operation and reliable power supply of the power system.

Keywords: power system; relay protection; automation device

在现代社会, 电力系统作为基础设施的重要组成部分, 其稳定运行对于社会经济的发展至关重要。而电力系统继电保护及自动化装置作为保障系统安全稳定运行的关键, 其可靠性成为焦点。文章重点探讨影响该装置可靠性的关键因素, 从设备质量、环境条件到维护人为因素, 提出提升可靠性的多方面策略, 旨在为确保电力系统的可靠供电提供理论支持与实践指导。

1 影响电力系统继电保护及自动化装置可靠性的因素

1.1 设备质量与设计合理性

设备质量与设计合理性是影响电力系统继电保护及自动化装置可靠性的关键因素。装置的制造质量和设计合理性直接影响其长期稳定运行和正确执行任务的能力。

首先, 制造质量对装置可靠性至关重要。制造环节中, 如材料选取、工艺控制和装配流程不当, 可能引入隐藏的缺陷, 导致装置在实际运行中频繁出现故障。例如, 焊接不牢固、接触不良等问题可能导致电流传输不稳定, 从而影响继电保护的准确性和稳定性。其次, 设计合理性直接决定装置的性能和适应性。如果设计中未充分考虑电力系统的复杂性和多变性, 可能导致装置无法满足不同工况下的要求, 或者在特定情况下容易误动作。缺乏合理的故障逻辑、不完善的软硬件配合等问题都会使装置在故障处理

和保护触发时出现问题, 从而降低了系统的整体稳定性。另外, 不良制造和设计缺陷可能引发频发的故障和误操作, 对电力系统的运行稳定性产生直接的负面影响。频繁的故障会导致系统的可用性下降, 降低电力系统的供电能力和可靠性, 进而影响到工业生产和人们的生活。误操作则可能导致不必要的电力中断, 影响电力的稳定输送, 甚至可能对设备造成损害, 进一步加大了系统的不稳定因素^[1]。

1.2 环境条件与外部干扰

环境条件与外部干扰是电力系统继电保护及自动化装置可靠性的重要影响因素。周围环境因素如温度、湿度和电磁干扰等直接影响装置的稳定性和性能表现。恶劣的环境条件可能加速装置老化, 降低其寿命和性能。高温、高湿度等极端气候条件可能导致元器件老化、接触不良等问题, 从而影响装置的正常运行。电子元件在高温环境下易产生漏电和短路, 降低了装置的电气性能, 增加了故障的发生率。并且湿度可能导致绝缘性能下降, 引发漏电和短路, 从而影响装置的稳定性和可靠性。同时, 外部干扰如电磁干扰、放射性干扰等也可能影响装置的运行。电力系统周围的电磁干扰来自多种来源, 如通信信号、雷击等, 可能导致装置误动作。放射性干扰则可能引发辐射干扰, 影响装置的正常信号传输和处理, 从而干扰装置的保护逻辑和运行。这些外部干扰可能导致装置误判故障, 造成电

力系统不必要的中断,影响供电的稳定性。

1.3 维护与人为因素

维护与人为因素在电力系统继电保护及自动化装置的可靠性中扮演着关键角色。不良维护和人为误操作往往是导致装置故障的主要因素之一,直接影响装置的性能和电力系统的稳定运行。如果维护不到位,则会引发装置性能下降,进而降低系统可靠性。继电保护及自动化装置作为电力系统的重要组成部分,需要定期维护以确保其正常工作。但是不良的维护实践可能导致内部元器件老化、松动、腐蚀等问题。未及时更换损坏的元件可能影响装置的灵敏度、准确性和稳定性,进而导致误判或漏判故障,严重时可能导致电力系统的不稳定甚至故障。另外,人为误操作也是影响可靠性的重要因素。继电保护及自动化装置的操作复杂,需要操作人员具备专业知识和严格操作纪律。然而人为误操作可能由于操作者对装置的不熟悉、操作过程中的疏忽或错误判断而发生。误操作可能导致装置误动作,误判电力系统状态,造成电力系统的中断或不必要的切除,进而影响电力供应的稳定性。

2 提升电力系统继电保护及自动化装置可靠性的核心要素

2.1 质量管理与设计优化

质量管理与设计优化是提升电力系统继电保护及自动化装置可靠性的关键因素。它们直接决定了设备的性能、寿命和稳定性,对于电力系统的正常运行至关重要。

第一,质量管理是确保装置可靠性的基石。这包括建立全面的质量控制体系,从供应链管理到生产流程的每个环节都需要严格控制。原材料的选择至关重要,应选用高质量、符合标准的材料,以减少材料导致的故障风险。制造过程中,工艺流程的优化可以降低生产中的不良率,提高装置的整体质量。同时不断改进设计也是关键,通过反馈机制,及时发现和解决设计缺陷,确保产品符合最新的技术标准和用户需求。第二,装置设计的合理性直接关系到其可靠性。采用可维护性设计是其中的一项重要策略,包括易于维修和更换的组件布局,以及标准化的零部件,以降低维护成本和时间。此外引入可靠的元件和先进的技术是设计优化的关键。使用经过验证的元件和高可靠性的技术,如红外传感器、智能控制系统等,可以提高装置的性能和稳定性。例如,在继电保护装置中,采用电子式互感器和优化的数据分析算法,能够更精确地检测电力系统中的故障,降低误动作的风险^[2]。

2.2 环境适应性与抗干扰能力

环境适应性与抗干扰能力是提升电力系统继电保护及自动化装置可靠性的重要因素。装置应能够在不同的环境条件下稳定运行,同时抵御外部干扰,确保长期稳定性和可靠性。

第一,环境适应性是关键。不同工作环境可能带来温

度、湿度、腐蚀等挑战,因此装置需要采取相应的防护措施。密封性设计可以防止湿气和灰尘侵入,冷却系统可以控制温度,防腐涂层可以延长装置寿命。此外考虑到户外环境,装置应具备耐候性,以抵御紫外线辐射、大气污染等因素的影响,保障长期可靠运行。第二,抗干扰能力至关重要。电磁干扰、噪声和突发电压波动可能导致误动作或损坏装置,影响其可靠性。装置应采用电磁屏蔽技术,减少外界电磁辐射的影响,保持内部稳定工作。而且噪声滤波器可以减少干扰信号对装置的影响,提高信号识别的准确性。抗干扰算法的应用可以识别并过滤掉非预期的输入,防止误动作。

2.3 培训与维护体系

培训与维护体系对提升电力系统继电保护及自动化装置可靠性至关重要。这两个方面的举措可以确保操作人员熟悉设备操作,以及在必要时进行紧急处理,同时也能有效降低维护与人为因素引发的风险。

第一,培训计划的建立至关重要。操作人员需要深入了解装置的工作原理、操作流程和应急处理程序。培训应包括正常运行情况下的操作,以及在故障或紧急情况下的处理方法。这样的培训计划有助于操作人员迅速、准确地响应各种情况,降低误操作的风险。第二,维护体系的建立和健全同样至关重要。维护包括定期检查、维修、备件管理和故障排除等环节。定期检查可以发现潜在问题并进行预防性维护,确保装置长期稳定运行。维修需要高效、及时,以减少装置停机时间。而备件管理是确保备用零部件随时可用的关键,特别是对于关键部件。故障排除则需要高效的故障诊断和修复过程,以减少电力系统的停电时间。

3 提升电力系统继电保护及自动化装置可靠性的应用措施

3.1 先进元件与技术应用

先进元件与技术应用在提升电力系统继电保护及自动化装置可靠性方面具有关键作用。这些创新性元件和技术不仅提高了装置的性能,还增加了其抗干扰和耐用性,有效应对了不断变化的电力系统环境和工作条件。因此在实施过程中,以下几点则显得尤为重要:

①采用高可靠性元件如固态继电器和可编程逻辑控制器(PLC),大幅提高了继电保护装置的可靠性。传统的电磁继电器容易受到电磁干扰和机械磨损的影响,容易发生故障。而固态继电器具有更长的使用寿命,对电磁干扰更具抵抗力,大大降低了故障率。可编程逻辑控制器(PLC)则具备灵活性,可根据需要自由配置,提高了适应不同电力系统的能力。

②应用红外热成像和振动传感等新技术,实现了在线监测和故障预测。红外热成像技术可以检测设备温度异常,提前发现潜在的过载或热点问题,从而采取必要的措施,避免设备损坏。振动传感器则能检测到设备的机械振动异

常,有助于发现机械故障。这些技术的应用可以在故障发生之前提供及时的警示,减少了停电时间和损失^[3]。

3.2 智能自适应算法

智能自适应算法在提升电力系统继电保护及自动化装置可靠性方面发挥着关键作用。这些算法能够使装置根据环境变化和工作状态的实时情况自动调整参数,以提高其灵敏度、稳定性和准确性,特别是在复杂多变的电力系统环境下。以下几点为该措施的实施方式:

①模糊逻辑是一种广泛应用于自适应算法的技术。它模拟了人类模糊的决策过程,可以处理模糊和不确定性信息。在电力系统中,模糊逻辑可被用于根据各种环境变量和传感器数据来调整继电保护装置的参数。例如,当环境温度升高时,模糊逻辑可以自动调整过载保护的動作时间,以确保设备不过热。

②神经网络是另一种强大的自适应算法。它可以通过学习和训练来识别电力系统中的模式和异常。神经网络可以分析大量的数据,包括电流、电压和频率等参数,以预测潜在的故障或异常情况。这种智能算法的应用可以实现更快速的故障检测和更准确的决策。

③智能自适应算法还可以应对电力系统中的复杂工作状态。例如,当电力系统的负荷发生变化或存在不稳定因素时,这些算法可以自动调整继电保护装置的動作閾值和时间延迟,以确保系统的稳定性。这种能力对于电力系统的可靠性至关重要,因为它能够在各种工作条件下保护设备免受损坏或过载。

3.3 双重冗余与冗余通信

双重冗余与冗余通信是提升电力系统继电保护及自动化装置可靠性的关键策略。这些方法旨在确保在面对设备故障或通信中断等不可预测的情况下,系统仍能够保持基本的功能和连通性。具体来说,该措施分为以下几点:

①双重冗余的硬件结构是一项重要的措施。这意味着在继电保护及自动化装置中引入备用电源和冗余处理单元。备用电源可以在主电源故障时提供电力,确保设备持续运行。冗余处理单元则意味着装置具备多个处理器或控制单元,当一个出现故障时,其他单元可以无缝接管。这种硬件冗余能够显著减少设备故障对系统整体性能的影响,提高了可用性和可靠性。

②冗余通信路径也是一项关键策略。通信在电力系统中至关重要,因为各个装置需要及时交换信息以协调保护动作和自动化控制。采用多种通信路径,如有线和无线通信,可以提高信息传递的可靠性。当一个通信路径发生故障或受到干扰时,系统可以自动切换到另一可用路径,确保信息的连通性。这种冗余通信策略有助于防止信息丢失和误动作,从而提高了系统的可靠性和稳定性。

3.4 抗干扰技术

抗干扰技术是提升电力系统继电保护及自动化装置可靠性的至关重要的因素。这些技术旨在降低外部电磁干扰对装置正常运行的不利影响,确保其在复杂电磁环境中依然可靠运行。所以以下几点实施则起到至关重要的作用:

①电磁屏蔽是一项关键的抗干扰技术。电力系统周围存在着各种电磁辐射源,如高压输电线路、电弧炉、无线通信设备等,它们都可能对继电保护及自动化装置产生电磁干扰。通过在装置外壳或电路中引入电磁屏蔽材料,可以有效隔离外部电磁干扰,减少其对内部电路的影响。这有助于维持装置的正常工作状态,提高其可靠性。

②噪声滤波是另一项重要的抗干扰技术。电力系统中存在各种噪声源,如电流互感器噪声、电压浪涌等。这些噪声可能干扰到装置的传感器和控制回路,导致误动作或错误判断。通过在信号处理中引入滤波器,可以有效地去除这些噪声,使装置更加稳定和可靠。

③最重要的是抗干扰算法的应用。现代继电保护及自动化装置通常配备了智能算法,以提高其对复杂电磁环境的适应能力。这些算法可以分析输入信号中的噪声和干扰,并根据环境变化自适应地调整装置的参数和决策,以保持其灵敏度和稳定性。这种智能化的抗干扰技术使得装置能够更好地适应不断变化的电力系统条件^[4]。

4 结语

在电力系统中,继电保护及自动化装置的可靠性对系统的稳定运行至关重要。通过质量管理、环境适应性、培训维护体系等措施,提升装置性能;引入先进元件、智能自适应算法、双重冗余与抗干扰技术,增强装置适应能力与稳定性。这些综合措施将有助于确保电力系统持续稳定运行,满足日益复杂的电能需求。

【参考文献】

- [1]孙杰.电力系统继电保护及其自动化装置可靠性研究[J].科技资讯,2022,20(21):39-42.
 - [2]施剑.电力系统继电保护自动化装置可靠性研究[J].技术与市场,2021,28(10):128-129.
 - [3]王瑞梅,张晓娜,孟昱,等.电力系统中的继电保护设备及其自动化可靠性研究[J].通信电源技术,2020,37(6):35-36.
 - [4]王凯,李婉卿,周大迁.关于电力系统中的继电保护设备及其自动化可靠性研究[J].电子测试,2019(1):127-128.
- 作者简介:张文军,男,毕业院校:兰州工业学院,专业:自动化,当前就职单位:大唐甘肃发电有限公司兰白武新能源事业部,职务:技术员,职称级别:助理工程师。