

电力自动化继电保护优化策略分析

张 帅 时运刚

可克达拉银皓化工有限责任公司 新疆克达拉 835219

摘 要: 电力系统继电保护对保证供电可靠性至关重要。传统继电保护面临自动化技术变化带来的挑战。研究继电保护优化策略, 实现继电保护与电力系统全生命周期管理的深度融合, 对提高电网智能化水平具有重要意义。本文归纳继电保护优化的四大策略: 基于故障诊断的定值优化; 基于数据分析的区段设置优化; 基于智能算法的保护协调优化; 基于风险评估的关键设备优先级设置。并介绍四种相应方法。展望未来, 大数据、云计算与人工智能技术将推动继电保护优化向深度发展。

关键词: 继电保护; 优化策略; 故障诊断; 智能算法; 大数据

Analysis on optimal strategy of power automation relay protection

Shuai Zhang Yungang Shi

Kekedala Yin hao Chemical Co., LTD. Kekedala Xinjiang 835219

Abstract: Power system relay protection is very important to ensure the reliability of power supply. Traditional relay protection is facing the challenge brought by the change of automation technology. It is of great significance to improve the intelligent level of power grid to study the optimization strategy of relay protection and realize the deep integration of relay protection and the whole life cycle management of power system. This paper summarizes four strategies of relay protection optimization: value optimization based on fault diagnosis; Section setting optimization based on data analysis; Coordinated optimization of protection based on intelligent algorithm; Priority setting of critical equipment based on risk assessment. Four corresponding methods are introduced. Looking into the future, big data, cloud computing and artificial intelligence technologies will promote the deep development of relay protection optimization.

Keywords: Relay protection; Optimization strategy; Fault diagnosis; Intelligent algorithm; Big data

引言

随着新能源与新技术的广泛应用, 电力系统正加速向更加智能化和低碳化转变。作为保证电网安全稳定运行的最后一道防线, 继电保护系统面临新的机遇与挑战。传统的继电保护系统已无法满足电力系统转型发展的需要, 亟需实现与新型智慧电网的深度融合。

研究继电保护优化策略, 推动继电保护系统向更加智能化、数字化和系统化方向转变, 实现与电力系统全生命周期管理的有机结合, 对保障新能源途径、提高电力系统安全稳定运行水平具有重要意义。这需要结合大数据、云计算、人工智能等新技术, 开展跨学科交叉研究, 探索继电保护优化的新思路与新方法。

本文在分析继电保护面临挑战的基础上, 围绕实现继电保护系统与智慧电网深度融合的重要性, 归纳了继电保护优化的四大策略。然后介绍了常用的优化方法与模型, 包括故障树分析法、逻辑回归模型、遗传算法和马尔科夫过程模型等。最后, 展望了继电保护优化的三个发展方向: 大数据与云计算技术在继电保护优化的应用; 人工智能技术推动继电保护深度优化; 继电保护优化与电力系统全生命周期管理深

度融合。

一、研究背景与意义

随着能源互联网与智慧电网建设的推进, 电力系统正向着更加智能化和数字化方向发展。继电保护作为电力系统安全稳定运行的最后一道防线, 其技术水平与智能化程度决定着电网的安全性与经济性。然而, 传统的继电保护系统大多基于定值选校, 协调性和动态监测能力较弱, 已面临较大挑战。

电力系统继电保护优化策略的研究, 实现继电保护系统与能源互联网、智慧电网的深度融合, 对提高我国电网智能化水平和安全稳定运行能力具有重要的理论与实践意义。通过选校保护定值优化、区段保护设置优化、保护协调优化以及关键设备保护优先级设置等措施, 可以实现继电保护系统的全面优化, 提高继电保护的智能化程度和经济性。

大数据、云计算与人工智能等新技术的发展为继电保护优化提供了新的思路与手段。继电保护数据的深度挖掘与分析可以帮助实现继电保护定值的精确选校; 风险评估与故障预测模型的应用可以实现关键设备与区段的动态保护; 智能算法的使用可以实现不同保护装置之间的动态协调与优化。

二、继电保护优化的主要策略

继电保护优化的主要策略包括：基于故障诊断技术的选校保护定值优化、基于数据分析的区段保护设置优化、基于智能算法的保护协调优化以及基于风险评估的关键设备保护优先级设置等。

1. 基于故障诊断技术的选校保护定值优化。选校保护定值是实现选区分级保护和选举保护装置、参数设定的核心技术。研究历史故障数据与电力系统运行原理，采用专业的故障诊断模型与方法，可以准确识别不同故障类型对保护定值的影响规律。结合故障发生机理与发展进程，选择与优化各种保护装置的定值与参数，实现保护定值的精确与动态选校，大大提高继电保护装置的选择性和灵敏度。这种方法可以最大限度避免误差选择和漏选故障，保证故障及时被检出与隔离，对系统稳定运行具有重要支撑作用。

2. 基于数据分析的区段保护设置优化。区段保护设置直接决定继电保护的可靠性与经济性。对积累的大量历史运行与故障数据进行深入分析，采用专业的数据分析模型，如回归模型、决策树模型等，可以准确识别不同故障事件对区段保护范围和装置配置的影响规律。这为区段保护设置的优化提供理论依据。结合系统架构与运行特点，优化区段保护范围，合理配置区段保护装置，实现区段保护设置的动态调整，可以最大限度减少由于区段保护设置不当导致的误差动作或漏选故障。这大大提高继电保护装置的经济性与可靠性，对系统安全稳定运行具有重要支撑作用。

3. 基于智能算法的保护协调优化策略。不同保护装置之间需要高效协调，以避免相互影响造成的误操作或漏操作。采用专业的智能算法，如遗传算法、人工神经网络等，可以针对区域保护与基元保护、主从保护之间相互影响关系，实现它们动态协调与优化。这可以最大限度减少协调盲区，防止不同保护装置动作不协调导致系统过度脱网或异常运行，全面提高继电保护系统的性能。

4. 基于风险评估的关键设备保护优先级设置。关键设备如发电机、变压器等，其保护设置优先级最高，这直接决定系统安全稳定运行。但是，不同设备的重要性会因电力系统运行状态的变化而动态变化。采用专业的风险评估方法，如马尔科夫过程模型等，可以对关键设备的运行状态与故障概率实时进行动态评估。根据风险评估结果，动态调整不同关键设备的保护装置优先级，可以最大限度减少高风险设备出现故障的概率，确保其安全稳定连续运行。这为系统关键设备的安全运行提供理论保障，对系统安全稳定运行具有重要支撑作用。马尔科夫过程模型可以建立关键设备运行状态

间的转移概率矩阵，实现其运行状态与故障概率的动态评估。根据评估结果，可以合理设置关键设备保护装置的优先级，保证高风险设备的快速隔离，并确保低风险设备不会因保护误动作而脱网。这可以动态平衡系统安全运行与经济运行之间的关系，实现整体运行效率的最优。

三、常用的继电保护优化方法与模型

根据继电保护的四大策略，主要的方法与模型包括：故障树分析法、逻辑回归模型、遗传算法及马尔科夫过程模型。

1. 故障树分析法及其在选校保护定值优化中的应用。故障树分析法可以分析各种故障的产生机理与发展过程，用以指导保护定值的选校。构建故障树模型，分析不同故障类型对保护定值的影响，可以实现保护定值选校的精确化与动态优化。

2. 逻辑回归模型及其在区段保护设置优化中的应用。逻辑回归模型可以评估各种因素对结果的影响程度。对历史故障数据与区段保护设置信息进行建模，可以识别不同区段、设备和故障类型对保护设置的影响，为区段保护范围和装置类型的优化提供理论支持。

3. 遗传算法及其在保护协调优化中的应用。遗传算法是一种高效的优化算法。应用遗传算法实现区域保护与基元保护、主保护与备用保护等不同保护装置之间的动态协调优化，可以最大限度减少协调盲区，提高系统性能。

4. 马尔科夫过程在关键设备保护优先级设置中的应用。马尔科夫过程模型可以根据状态转移矩阵评估系统状态变化的动态性。建立关键设备的马尔科夫模型，评估设备在不同运行状态下的风险变化，为关键设备保护优先级的动态设置提供理论基础，保证设备的安全稳定运行。

四、继电保护优化策略发展方向与展望

随着电力系统向更加智能化、数字化和互联互通方向发展，继电保护优化策略也将向更深层次发展。

1. 大数据与云计算技术在继电保护优化中的融合应用。大数据与云计算技术可以实现海量数据的存储与计算，为继电保护优化提供技术支持。通过建立继电保护大数据平台，采集和分析更加全面与准确的继电保护数据，可以实现继电保护参数与设置的精细化优化，预测并预防各种故障，大大提高继电保护的智能化水平。

2. 人工智能技术推动继电保护的深度优化。人工智能技术，如知识图谱、机器学习与深度学习等，可以模拟和扩展人类的智能，实现对继电保护知识与数据的深度理解与分析。

这可以实现继电保护定值选校的高精度优化、动态自适应的区段保护设置、保护装置实时协调与重构,甚至实现基于知识图谱的智能化故障诊断与决策,大大增强继电保护的自主性与智能化。

3.继电保护优化与电力系统全生命周期管理的有机衔接。继电保护优化要与电力系统规划、设计、运行维护等全生命周期管理有机结合。通过建立统一的数据库和仿真平台,对电力系统全生命周期数据进行分析,可以实现继电保护方案的前瞻性研究,并与系统规划、设计等相结合,为电力系统建设提供理论指导,同时也为继电保护的优化与管理提供技术支撑,实现电力系统全生命周期智能化管理。

五、结束语

随着智慧电网建设的推进与新技术的发展,继电保护系统正面临新的挑战与机遇。研究继电保护优化策略,实现与电力系统全生命周期管理的深度融合,对构建智能电网,保证电力系统安全高效运行具有重要意义。

本文首先阐述了继电保护优化研究的背景与意义,提出实现继电保护系统与智慧电网深度融合的重要性。然后,归纳分析了继电保护优化的四大策略:基于故障诊断的选校保护定值优化;基于数据分析的区段保护设置优化;基于智能算法的保护协调优化;基于风险评估的关键设备保护优先级

设置。进而,分别介绍了故障树分析法、逻辑回归模型、遗传算法和马尔科夫过程模型四种方法及其应用。最后,展望了继电保护优化发展的三大方向:大数据与云计算技术在继电保护优化中的应用;人工智能技术推动继电保护深度优化;继电保护优化与电力系统全生命周期管理深度融合。

综上,继电保护优化策略的研究对于新型智能电网建设具有重要理论与实践意义。随着相关技术的发展,继电保护系统将实现高度的智能化、数字化和系统化,推动电力系统安全稳定运行水平的提高。未来,继电保护领域还需要加强跨学科交叉研究,在理论、技术与实践上实现创新发展。

参考文献:

- [1]袁杰. 电力自动化继电保护优化策略分析[J]. 集成电路应用, 2023, 40(01): 220-221.
- [2]赵永红. 电力自动化继电保护安全策略分析[J]. 集成电路应用, 2022, 39(06): 154-155.
- [3]史晓清. 电力自动化继电保护安全管理优化策略探讨[J]. 电气技术与经济, 2021, (02): 74-76.
- [4]王凤鲲. 电力自动化继电保护安全管理策略分析[J]. 科技与创新, 2017, (23): 84-85.
- [5]刘翠霞,郭本朋. 电力系统继电保护自动化策略分析[J]. 电子制作, 2013, (13): 64.