

变电站电力系统故障诊断方法优化

刘立伟

杭州汉邦电力工程设计有限公司 浙江杭州 311200

DOI: 10.12238/ems.v7i5.13251

[摘要] 变电站电力系统故障诊断方法优化对保障电力稳定供应至关重要。通过改进故障特征提取、诊断模型构建及算法优化等方面,能提高诊断准确性与效率。阐述现有方法不足,提出针对性优化策略,经模拟验证优化后方法的有效性,为变电站电力系统可靠运行提供有力支持。

[关键词] 变电站; 电力系统; 故障诊断方法; 优化

引言:

变电站作为电力系统关键环节,其故障诊断方法的优劣影响着电力供应质量。随着电网规模扩大与复杂度提升,传统诊断方法逐渐难以满足需求。因此,对变电站电力系统故障诊断方法进行优化研究具有重要现实意义,可有效提升电力系统安全性与稳定性。

1. 现有故障诊断方法分析

1.1 传统方法概述

传统的故障诊断方法在电力系统有着广泛的应用基础。这些方法往往基于经验和一些基本的电气原理。例如,基于阈值的诊断方法,通过设定特定电气参数的阈值范围来判断系统是否出现故障。当测量到的电压、电流等参数超出设定的阈值时,就判定可能存在故障。还有基于规则的诊断方法,这种方法依赖于专家制定的一系列规则。这些规则是根据长期对电力系统运行状况的观察和总结得来的,比如在某种特定的电路连接方式下,如果某个元件的温度升高到一定程度,同时电流出现异常波动,按照规则就可能判定该元件存在故障。另外,基于模型的诊断方法也较为常见,它构建电力系统的数学模型,通过比较实际运行数据与模型预测数据之间的差异来发现故障。

1.2 存在的问题与局限

传统故障诊断方法存在着多方面的问题与局限。首先,基于阈值的诊断方法对阈值的设定要求非常严格。如果阈值设置不合理,可能会导致误判或者漏判。例如,由于电力系统运行环境复杂多变,不同季节、不同负载情况下电气参数的正常波动范围可能不同,固定的阈值难以适应这种变化。其次,基于规则的诊断方法严重依赖专家知识,专家制定的规则可能无法涵盖所有可能出现的故障情况。随着电力系统规模的扩大和复杂度的增加,新的故障类型不断涌现,原有的规则难以对这些新型故障进行有效诊断。

1.3 对电力系统的影响

传统故障诊断方法的局限性对电力系统有着多方面的影响。在故障检测准确性方面,由于其可能存在的误判和漏判情况,会使电力系统面临潜在的安全风险。例如,误判可能导致不必要的维修操作,浪费人力和物力资源,而漏判则可能使小故障发展成大数据,进而引发停电事故,影响电力供应的可靠性。在故障响应速度上,传统方法的低效率会导致故障处理时间延长。对于一些关键的电力设施,如变电站等,长时间的故障处理可能会对整个区域的电力供应造成严重影响,甚至会影响到依赖电力的其他基础设施的正常运行,如通信网络、交通信号灯等。从电力系统的运维成本来看,传统方法由于可能的误判而导致的非必要维修,增加了运维成本。

2. 故障诊断方法优化策略

2.1 故障特征提取优化

故障特征提取是故障诊断的关键环节。优化故障特征提取能够提高诊断的准确性和效率。在传统的故障特征提取中,往往只关注一些基本的电气参数,如电压、电流的幅值等。而优化后的特征提取则需要考虑更多的因素。首先,要考虑信号的时频特性。电力系统中的故障信号通常是复杂的非平稳信号,通过时频分析方法,如小波变换等,可以将信号在时间和频率两个维度上进行分析,从而提取出更丰富的故障特征。例如,小波变换能够将信号分解成不同频率段的子信号,每个子信号中可能包含着与故障相关的特定信息,如故障发生瞬间的高频脉冲信号等。其次,要考虑多源数据的融合。现代电力系统中,除了电气参数数据外,还有设备运行状态数据、环境数据等。

2.2 诊断模型构建改进

对诊断模型构建进行改进是提高故障诊断效果的重要策略。传统的诊断模型构建存在诸多不足,改进后的模型构建需要更加注重模型的适应性和准确性。在构建诊断模型时,首先要采用更合理的建模方法。例如,基于数据驱动的建模方法越来越受到重视。这种方法不需要深入了解电力系统内部的复杂物理机制,而是直接从大量的历史数据和实时数据中挖掘数据之间的关系,构建诊断模型。以支持向量机(SVM)为例,它可以通过对大量故障数据和正常数据的学习,找到一个最优的分类超平面,将故障样本和正常样本区分开来。其次,要考虑模型的结构优化。对于复杂的电力系统故障诊断,单一结构的模型可能难以满足要求。可以采用混合模型,如将神经网络模型和模糊逻辑模型相结合。神经网络具有强大的学习能力,能够处理复杂的非线性关系,而模糊逻辑模型则擅长处理不确定性和模糊性问题。两者结合可以优势互补,提高诊断模型的准确性和适应性。此外,模型构建过程中要充分考虑电力系统的动态特性。

2.3 算法优化与创新

算法在故障诊断中起着核心作用,优化和创新算法有助于提高故障诊断的性能。在传统的故障诊断算法中,很多算法存在计算复杂度高、收敛速度慢等问题。首先,对于一些传统的优化算法,如遗传算法,可以进行改进优化。遗传算法是一种基于生物进化原理的随机搜索算法,在故障诊断中用于寻找最优的诊断参数等。改进后的遗传算法可以采用自适应的交叉概率和变异概率,根据算法的运行状态动态调整这些概率值,从而提高算法的搜索效率,避免过早收敛。其次,引入新兴的人工智能算法也是一种创新策略。例如,量子算法在故障诊断中的应用具有很大的潜力。量子算法基于量子力学原理,具有并行计算能力强等优点。在电力系统故障诊断中,量子算法可以快速处理大量的故障数据,找到故障的根源。另外,群智能算法如粒子群优化算法也可以进一步优化。粒子群优化算法模拟鸟群觅食行为,通过粒子之间的信息共享来寻找最优解。

3. 优化方法的实现与验证

3.1 系统架构设计

设计一个合理的系统架构是实现优化故障诊断方法的基础。在构建这个系统架构时, 需要考虑多个层面的因素。首先是数据采集层, 这一层要确保能够全面、准确地采集电力系统中的各种数据。包括从变电站、输电线路、配电设备等各个环节采集电压、电流、功率等电气数据, 同时也要采集设备的运行状态数据, 如设备的温度、振动情况等, 以及环境数据, 如温度、湿度等。为了实现全面的数据采集, 可以采用多种传感器技术, 并且要确保传感器的精度和可靠性。其次是数据传输层, 采集到的数据需要及时、稳定地传输到数据处理中心。

3.2 模拟实验设置

为了验证优化后的故障诊断方法的有效性, 需要精心设置模拟实验。在实验场景的构建上, 要尽可能模拟真实的电力系统运行环境。首先, 根据实际电力系统的拓扑结构建立仿真模型。这个仿真模型要包含各种电力设备, 如发电机、变压器、输电线路等, 并且要准确模拟它们之间的电气连接关系。然后, 在仿真模型中设置不同类型的故障, 这些故障要涵盖电力系统中常见的故障类型, 如短路故障、断路故障、设备老化故障等。对于每种故障类型, 要设置不同的故障参数, 如故障发生的位置、故障的严重程度等。在数据采集方面, 要按照与实际系统相同的数据采集频率和精度来采集实验数据。并且, 要在实验中加入噪声等干扰因素, 以模拟真实环境中的不确定性。

3.3 结果分析与评估

对模拟实验的结果进行深入的分析与评估是判断优化故障诊断方法优劣的关键。首先, 从诊断准确性方面进行分析。对比传统方法和优化方法对不同故障类型的诊断正确次数。对于优化方法, 如果其在各种故障类型下的诊断正确次数明显高于传统方法, 说明优化方法在准确性上有显著提升。例如, 在短路故障诊断中, 传统方法可能由于受噪声干扰或者故障特征提取不全面而导致诊断错误, 而优化方法通过改进特征提取和算法优化, 能够更准确地识别短路故障。其次, 从诊断效率方面进行评估。计算两种方法完成一次诊断所需要的平均时间。如果优化方法的诊断时间明显短于传统方法, 说明其在效率上有优势。这在处理电力系统突发故障时非常重要, 能够更快地响应故障, 减少停电时间。再者, 从故障定位的精度方面进行考察。比较两种方法对故障发生位置的定位误差, 优化方法如果能够更精确地定位故障, 有助于维修人员更快地找到故障点, 减少维修时间和成本。

4. 优化方法的应用与展望

4.1 在变电站的应用场景

在变电站中, 优化后的故障诊断方法有着广泛的应用场景。变电站是电力系统中的关键节点, 其设备众多且运行状况复杂。首先, 对于变电站中的变压器, 优化的故障诊断方法可以实时监测变压器的油温、油位、绕组温度等参数, 并通过特征提取和诊断模型准确判断变压器是否存在内部短路、绝缘老化等故障。例如, 通过融合油温数据和电气参数数据, 能够更精准地发现变压器内部潜在的故障隐患。其次, 对于变电站中的断路器, 优化方法可以分析断路器的分闸时间、操作机构的状态等数据, 及时检测出断路器是否存在拒动、误动等故障。这对于保障变电站的安全可靠运行至关重要, 因为断路器的正常操作是变电站正常运行的关键环节。再者, 在变电站的母线保护方面, 优化的故障诊断方法可以快速识别母线的短路故障, 并精确确定故障位置。通过对母线电流、电压等数据的实时分析, 结合先进的诊断算法, 能

够在最短的时间内发现故障并采取相应的措施, 避免故障扩大影响整个变电站的运行。此外, 优化方法还可以对变电站中的二次设备, 如继电保护装置、测控装置等进行故障诊断。这些二次设备的正常运行对于变电站的自动化控制和保护功能有着重要意义, 优化的诊断方法能够及时发现二次设备的故障, 保障变电站的智能化运行。

4.2 对电力系统发展的作用

优化的故障诊断方法对电力系统的发展有着不可忽视的作用。在提高电力系统可靠性方面, 通过更准确、快速地诊断故障, 可以及时采取措施修复故障, 减少停电事故的发生频率和持续时间。这对于现代社会对电力高度依赖的情况来说至关重要, 能够保障工业生产、居民生活等各方面的正常用电。在提升电力系统的智能化水平方面, 优化方法采用了先进的算法和技术, 如深度学习、量子算法等, 这些技术的应用与电力系统的智能化发展相契合。例如, 优化方法可以实现对电力系统的自动监测和智能诊断, 无需人工过多干预, 提高了电力系统的自动化程度。在降低运维成本方面, 由于优化方法能够更准确地诊断故障, 避免了不必要的维修操作, 减少了设备的误判和过度维修。同时, 及时准确的故障诊断能够防止小故障发展成重大故障, 延长了设备的使用寿命, 从而降低了设备的更换成本和整体运维成本。此外, 优化的故障诊断方法还可以促进电力系统的可持续发展, 通过保障电力系统的稳定运行, 提高能源利用效率, 减少因故障导致的能源浪费, 这对于应对全球能源危机和环境保护有着积极的意义。

4.3 未来研究方向

虽然优化后的故障诊断方法已经取得了一定的成果, 但仍有许多未来的研究方向值得探索。首先, 在故障特征提取方面, 需要进一步探索如何从海量数据中提取更具代表性和区分性的故障特征。随着电力系统规模的不断扩大和数据量的急剧增加, 如何挖掘数据中更深层次的故障信息是一个挑战。例如, 如何从电力系统的非结构化数据, 如设备运行时的声音、图像数据中提取有效的故障特征。其次, 在诊断模型构建上, 要研究如何构建更加通用、准确的诊断模型。目前的诊断模型虽然在一定程度上提高了诊断性能, 但对于不同类型的电力系统和不同的运行环境, 模型的适应性还需要进一步提高。可以探索基于多模态数据融合的模式构建方法, 将更多类型的数据纳入模型, 提高模型的泛化能力。再者, 在算法优化方面, 要继续探索新兴算法在故障诊断中的应用潜力。例如, 随着量子计算技术的不断发展, 如何更好地将量子算法应用于电力系统故障诊断, 提高诊断的效率和准确性。例如, 如何将故障诊断与电力系统的调度、负荷预测等技术相结合, 实现电力系统的整体优化运行, 这也是未来研究的一个重要方向。

结束语:

变电站电力系统故障诊断方法优化工作取得一定成果。优化后的方法在准确性与效率上有显著提升, 能更好适应电力系统发展需求。后续需持续深入研究, 不断完善优化策略, 为电力系统安全稳定运行提供更坚实的技术保障。

【参考文献】

- [1]刘世林, 李刚. 变电站继电保护回路故障诊断技术研究[J]. 电气技术与经济, 2024, (11): 56-58+62.
- [2]陈丹, 李佳怡, 任大江, 等. 220~750kV 变电站二次系统故障诊断方法[J]. 人工智能科学与工程, 2024, (02): 61-68.
- [3]刘建文, 颜勇, 林桂柯, 等. 提高变电站电力系统自动化技术途径研究[J]. 中国设备工程, 2023, (20): 231-233.