

电力电网设备故障诊断与智能维护技术研究

王 光

国网天津市电力公司城东供电分公司, 天津 300000

[摘要]随着电力系统规模不断拓展,运行工况也变得愈发复杂,在这种情况下,电力电网设备长时间处于高负荷以及多扰动的环境当中运行,其故障出现的风险以及运维的难度都有所增加。传统的那种以人工巡检还有定期检修作为主要运维方式的做法,在故障响应的速度、诊断的精度以及资源配置的效率等方面已经体现出不足之处,很难契合现代电网安全、高效且智能运行方面的种种需求。文章从设备的运行特性以及常见的故障情况着手,去剖析故障产生的原因及其给电网所带来的影响,同时对传统诊断的方法、在线监测的技术以及基于大数据和人工智能的智能诊断方法展开探讨,另外还针对设备状态的监测、寿命的预测以及智能维护决策等关键的技术展开研究,进而构建起电力电网设备故障诊断与智能维护的整体技术框架。通过研究可以发现,智能化的诊断与维护能够提高设备运行感知的能力以及运维决策的科学性,对于保障电网安全稳定地运行有着极为重要的意义。

[关键词]电力电网设备;故障诊断;智能维护

DOI: 10.33142/hst.v8i11.18304

中图分类号: TM726.3

文献标识码: A

Research on Fault Diagnosis and Intelligent Maintenance Technology for Power Grid Equipment

WANG Guang

Chengdong Power Supply Branch of State Grid Tianjin Electric Power Company, Tianjin, 300000, China

Abstract: With the continuous expansion of the power system scale, the operating conditions have become increasingly complex. In this situation, the power grid equipment operates in a high load and multi disturbance environment for a long time, and the risk of faults and the difficulty of operation and maintenance have increased. The traditional approach of using manual inspection and regular maintenance as the main operation and maintenance methods has shown shortcomings in terms of fault response speed, diagnostic accuracy, and resource allocation efficiency, making it difficult to meet the various needs of modern power grid safety, efficiency, and intelligent operation. The article starts with the operating characteristics of equipment and common fault situations to analyze the causes of faults and their impact on the power grid. At the same time, it explores traditional diagnostic methods, online monitoring technologies, and intelligent diagnostic methods based on big data and artificial intelligence. In addition, key technologies such as equipment status monitoring, life prediction, and intelligent maintenance decision-making are studied to construct an overall technical framework for power grid equipment fault diagnosis and intelligent maintenance. Through research, it can be found that intelligent diagnosis and maintenance can improve the ability of equipment operation perception and the scientificity of operation and maintenance decisions, which is of great significance for ensuring the safe and stable operation of the power grid.

Keywords: power grid equipment; fault diagnosis; intelligent maintenance

引言

电力电网属于现代社会极为重要的基础设施,其安全程度、可靠状况以及连续运转情况,会对国民经济以及社会稳定产生直接影响。伴随新能源接入的比例不断上升、电网结构变得愈发复杂以及用电负荷持续增长,设备出现老化的现象、性能逐渐退化以及突发故障等问题一天比一天更为凸显出来。以往那种单纯依靠人工经验并且依靠定

期检修所形成的运维模式,很难做到及时且准确地将设备的真实状态反映出来,容易导致维护工作出现滞后的情况或者产生过度检修的现象,这无疑会增加运维方面的成本,进而对电网安全构成影响。近些年来,传感技术、通信技术、大数据以及人工智能都取得了长足发展,这就给设备故障诊断以及智能维护开辟了全新的路径。通过针对运行数据展开持续不断地采集活动以及运用智能方式进行分

析,能够达成设备状态评估的目的、实现故障预测的要求以及对维护决策予以优化的效果,已然成为现代电网运维领域极为重要的一个发展方向。鉴于此,本文针对电力电网设备故障诊断以及智能维护技术展开系统性的研究,以此为智能运维给予相应的理论支持以及技术方面的支撑。

1 电力电网设备运行特性及常见故障分析

1.1 电力电网设备的组成与运行特点

电力电网设备涉及发电、输电、变电以及配电等诸多环节,设备种类繁多,结构颇为复杂,并且在空间分布方面较为广泛,不同运行环境之间存在明显差异。发电设备一般会长期处于高负荷运行的状态下,对于稳定性和连续性有着较高的要求;输电以及配电设备分布在野外或者城市环境当中,容易受到气候条件以及外界干扰等因素的影响;变电设备属于电网的关键节点,其运行状况直接与区域电网的安全稳定相关联。从整体的角度来讲,电力电网设备呈现出运行时间较长、负荷波动比较频繁、工况复杂以及对可靠性要求极高等特点,这些特点使得设备一旦出现故障,往往会给电网运行带来连锁反应,增加故障诊断以及维护工作的复杂程度。

1.2 电力电网设备常见故障类型

电力电网设备种类繁多,包括发电设备、输电设备、变电设备、配电设备等。这些设备在运行过程中可能出现多种故障类型,主要包括:绝缘故障,绝缘材料老化、受潮、污秽等原因导致绝缘性能下降或失效,引起相间短路、对地短路等故障;机械故障,设备零部件因磨损、疲劳、腐蚀等原因发生变形、断裂、脱落等故障;电气故障,电气回路出现开路、短路、接触不良等问题,导致设备无法正常运行或损坏;热故障,设备因过负荷、散热不良等原因导致温度异常升高,引起绝缘材料加速老化、元器件损坏等故障。

1.3 设备故障成因及其对电网运行的影响

电力电网设备故障往往是多种因素共同作用产生的结果,其中内在因素有设备自身材料老化、结构存在缺陷以及制造质量方面的问题,而外部因素则包含运行环境情况、负荷出现变化以及人为操作等方面的情况。设备在长期运行期间,其性能会慢慢退化,要是没有有效的状态监测举措以及维护办法,那么就很容易引发各类故障。设备故障发生后,不但会造成局部供电出现中断的现象,而且还可能引起电压产生波动、系统保护采取动作甚至出现大面积停电的事故,进而对电网的安全以及供电的可靠性带来不利的影响。所以,深入且细致地去分析设备故障产生的原因以及其影响的机理,这在开展故障诊断以及智能维

护的相关研究当中是非常重要的基础。

2 电力电网设备故障诊断技术研究

2.1 传统故障诊断方法及其局限性

在往常的时候,传统电力电网设备出现故障要进行诊断,主要是依靠人工去巡检,还有定期开展各类试验,另外就是凭借经验来分析并做出判断。这些办法在电网刚开始发展的阶段,确实起到了不小的作用。然而随着设备的数量变得越来越多,复杂程度也一天天增加起来,那么这些传统办法的局限性就越来越明显了。人工巡检受到人的经验以及工作强度的束缚,所以很难及时把那些隐蔽性故障给找出来。定期检修大多是以时间周期作为依据的,对于设备实际的运行状态,它没办法精准地反映出来,如此一来就很容易造成维护资源的浪费,或者出现故障被遗漏的情况。除此之外,传统的方法在碰到复杂工况以及多源故障信息的时候,其诊断的效率和准确性都存在一定的欠缺,已经难以符合现代电网对于快速响应以及精细化管理方面的需求了。

2.2 基于在线监测的故障诊断技术

在线监测技术会于电力电网设备的关键部位去布置传感器,如此一来便能达成对电压、电流、温度、振动等一系列运行参数的实时采集,进而给故障诊断给予连续且客观的数据方面的支撑。与传统的方式相比较而言,在线监测是能够及时将设备运行状态所呈现出来的变化趋势给捕捉到的,还可以提前把潜在的异常情况给发现出来,进而为故障预警以及状态评估给出相应的依据。借助对监测数据展开的分析,便能够实现对设备运行状态的动态化掌握,以此提升故障诊断所具备的时效性以及准确性。不过,随着监测数据规模不断地变得越来越大,怎样才能高效地去处理以及利用这些海量的数据,这也给故障诊断技术提出了更高的要求。

2.3 基于大数据与人工智能的故障诊断方法

大数据以及人工智能技术的引入,给电力电网设备故障诊断带来了全新的思路与方法。借助对历史运行数据以及实时监测数据展开深度挖掘的方式,能够识别出设备的运行规律以及故障特征,达成对复杂、多源且多类型故障的智能识别以及精准分类。人工智能算法在应对海量且多维度的数据时,可自动提取关键特征,大幅度削减人为判断误差给诊断结果所带来的影响,同时提高诊断的准确性、稳定性以及响应速度。而且,这类方法具备自学习以及自适应的能力,能够随着运行数据的持续积累不断地去优化诊断模型和参数,即便是在电网运行环境多变、负荷波动频繁以及外部扰动复杂的状况下,它依旧能够维持较高的

预测与识别能力。凭借与设备状态监测、寿命预测等技术相结合的优势,基于大数据和人工智能的故障诊断不但能够实现故障的快速定位以及分类,而且还能够为后续的维护决策给予科学依据,进而从整体上大幅提升电力电网的运行安全性、可靠性以及运维效率。

3 电力电网设备智能维护技术与运维模式

3.1 设备状态监测与健康评估技术

设备状态监测乃是智能维护当中极为关键的基础环节,借助对电力电网设备运行数据展开持续不断的采集工作,实现实时的传输,并且开展细致入微的分析,如此便能够较为完整且动态地对设备的健康状况予以评估。健康评估技术把设备的实际运行状态以及历史运行特征当作依据,针对设备性能退化程度给出量化的描述,同时进行趋势方面的分析,进而能够为维护决策给予科学且能够量化的参考依据。和传统的那种以时间为导向的定期维护方式作比较,依靠状态监测所开展的健康评估,能够更为精确地反映出设备真实的运行状况,能够及时察觉到潜在的异常情况以及隐性的故障,这对于实现维护资源的合理安排以及优化调度是很有帮助的。与此这项技术还能够和寿命预测以及智能维护决策相互结合起来,进而形成一种闭环管理的方式,以此提升运维管理的科学属性以及针对性,从而为电力电网能够安全稳定地运行给予稳固的技术支撑与保障。

3.2 设备寿命预测与预测性维护技术

寿命预测技术会综合分析设备运行数据、历史故障记录以及性能退化特征,以此来科学地估测设备剩余的使用寿命,它是达成预测性维护的关键手段。预测性维护依据故障发生前的状态变化和退化趋势,提前制定维护计划,借此规避突发故障可能引发的停运风险和安全隐患。此技术可减少非计划停运的次数,提高设备的利用率,还能优化检修周期,降低因过度检修而产生的资源浪费与运营成本。并且,结合多维度的数据分析以及模型预测方法,寿命预测能为运维管理提供量化的依据,让维护策略更为精准且科学,有益于实现对电力电网设备全生命周期的管理和优化,进而既能保障设备的可靠性与供电安全,又能提升整体运维的效率和经济性。

3.3 智能维护决策与运维模式优化

智能维护决策乃是建立在状态监测以及寿命预测基础之上的,其本质是对维护策略展开综合优化的一个过程。当引入智能决策模型之后,便能够全面且综合地去考量设备所处的状态、存在的运行风险还有运维成本等诸多因素,进而制定出更为合理的维护方案。智能维护决策促使运维

模式从以往的经验驱动逐步转变为数据驱动,这对于提升电网运维管理的整体水准而言是很有帮助的,能够达成安全性与经济性之间的协调统一状态。

4 基于大数据和人工智能的故障诊断与智能维护框架构建

4.1 故障诊断与智能维护框架总体设计

基于大数据和人工智能构建的故障诊断与智能维护框架,把设备运行数据当作核心要素,整合数据采集、清洗与预处理、特征分析、模型构建以及决策支持等各个功能模块,达成故障诊断与维护管理在高度一体化与协同化方面的目标。此框架不但着重于数据驱动以及智能分析,而且对多源异构数据的融合与动态更新给予了充分考量,可实时察觉设备运行状态以及异常趋势,给运维人员给予完整且精准的监控信息与决策依据^[1]。与此借助对历史数据和实时数据展开的深度挖掘与建模工作,框架能够完成故障预测、风险评估以及维护策略优化,助力从被动响应转向主动预防以及预测性维护,进而大幅提升电力电网运维管理在科学性、智能化程度以及整体运行可靠性方面的情况,为电网安全稳定运行给予系统性的技术支撑与保障。

4.2 设备运行数据采集与预处理方法

数据采集以及预处理在构建智能诊断与维护框架方面属于极为关键的一个环节。借助多源传感器还有信息系统来采集设备运行期间的相关数据,而后针对这些数据展开清洗、融合以及标准化等一系列处理操作,如此一来便能够促使数据质量得以提升,进而给后续的分析工作筑牢可靠的基础^[2]。科学合理且恰当的数据预处理方法,对于减少噪声干扰而言是很有帮助的,同时也有助于让模型分析所得到的结果在准确性以及稳定性这两个层面上都实现一定程度的提升。

4.3 故障诊断与智能维护模型构建

在高质量的数据基础之上,借助构建故障诊断以及智能维护方面的模型,能够达成对电力电网设备运行状态的全方位智能分析,进而为科学决策给予有力的支持。此模型把历史运行经验同实时监测数据相结合,而且还充分挖掘多源异构数据的价值,像设备运行参数、环境信息还有外部扰动因素等,以此来对潜在故障风险做出精准的评估,并且制定出具有针对性的维护策略以及执行方面的建议。当该模型得以应用时,运维人员便能实时且清晰地知晓设备的健康状况以及故障的发展趋势,如此一来,在确保电网安全以及设备可靠性的条件之下,可促使维护决策朝着主动化与精准化的方向发展^[3]。并且,这个模型能够依靠数据的持续积累以及算法的不断优化来实现自身的更新

与改进,使得故障诊断以及维护策略能够契合电网运行环境所发生的动态变化,从而从整体层面大幅提升电力电网运维管理的智能化程度,推动运维模式从传统的被动响应逐步转向主动预防以及预测性维护的全新转型。

5 结语

电力电网设备故障诊断以及智能维护技术对于保障电网安全且稳定地运行有着极为重要的支撑作用。本文针对电力电网设备的运行特性、故障诊断的方法还有智能维护技术展开了较为系统的探究,同时还构建起一个基于大数据以及人工智能的技术框架。相关研究明确显示,智能化技术加以应用之后,能够颇为有效地提升设备状态感知方面的能力,同时也让维护决策具备更强的科学性,进而为电网运维模式实现转型给予强有力的支

撑。在未来,伴随着相关技术持续不断地发展以及应用程度的不断加深,电力电网设备智能运维的水平将会进一步提升,从而为电力系统能够安全并且高效地运行筑牢坚实的基础。

[参考文献]

- [1]陈汝巍,盛芸.电力电网设备故障诊断与智能维护技术研究[J].中国设备工程,2025(7):155-157.
- [2]杨帆.智能电网电力设备故障诊断与恢复技术[J].光源与照明,2025(9):137-139.
- [3]王正方.智能电网环境下电力设备状态监测与故障诊断研究[J].光源与照明,2025(5):107-109.

作者简介:王光(1982.1—),单位名称:国网天津市电力公司城东供电分公司。