

基于大数据的电力金具寿命预测与维护策略

赵佚铭 蔡 成

中国电建集团河南电力器材有限公司, 河南 漯河 462000

[摘要]随着电力系统持续发展,电力金具作为输电线路里极为关键的支撑以及连接部件,它的运行状况会直接对电网的安全性与稳定性产生影响。运用基于大数据的寿命预测办法,可以充分借助设备在运行进程里所累积起来的多源数据,针对金具的健康情况展开量化剖析,进而给科学制定维护策略给予依据。全面且细致地分析电力金具运行数据的采集以及处理方式,搭建起由大数据推动的寿命预测模型,并且给出了依据预测结果而形成的状态评估体系与维护策略优化方案。研究得出的结果显示,凭借数据驱动所做的预测以及智能化开展的维护工作,能够提高电力金具的运行可靠性以及运维效率,为电网安全稳定运行给予技术方面的有力支撑。

[关键词]电力金具; 寿命预测; 大数据分析; 维护策略

DOI: 10.33142/hst.v8i9.17697

中图分类号: TM7

文献标识码: A

Life Prediction and Maintenance Strategy of Power Fittings Based on Big data

ZHAO Yiming, CAI Cheng

PowerChina He'nan Electric Power Equipment Co., Ltd., Luohe, He'nan, 462000, China

Abstract: With the continuous development of the power system, power fittings, as crucial support and connecting components in transmission lines, have a direct impact on the safety and stability of the power grid due to their operational status. The use of big data based life prediction methods can fully leverage the multi-source data accumulated by equipment during operation to quantitatively analyze the health status of metal fittings, and provide a basis for scientifically formulating maintenance strategies. Comprehensively and meticulously analyze the collection and processing methods of operational data for power fittings, establish a life prediction model driven by big data, and provide a state evaluation system and maintenance strategy optimization plan based on the prediction results. The research results show that data-driven prediction and intelligent maintenance work can improve the operational reliability and efficiency of power fittings, providing strong technical support for the safe and stable operation of the power grid.

Keywords: power fittings; life prediction; big data analysis; maintenance strategy

引言

电力金具属于输电线路以及变电设施的关键构成部分,其对于保障线路的机械稳定性以及电气连续性而言,有着无可取代的重要作用。伴随电网规模持续拓展以及运行环境变得日益复杂,传统的那种凭借定期检修或者依靠经验来做出判断的维护模式,已经很难契合电力金具高效开展运维工作的实际需求了。大数据技术在不断发展,这就给电力金具寿命预测开拓出了全新的路径。通过去采集设备的运行参数、所处的环境条件还有以往的历史故障信息,并且把这些采集到的信息与先进的算法模型相互结合起来,便能够达成对金具寿命加以量化预测以及对其状态予以评估的目标,进而能够为更加科学且精准的运维决策给予有力的支持。本文着重针对基于大数据的电力金具寿命预测方法以及维护策略展开系统的探讨,借助理论层面的分析与方法论方面的内容相结合的方式,为电力设备管理工作提供一定的参考依据。

1 电力金具寿命预测与数据基础

1.1 电力金具在电网运行中的作用

电力金具在电网运行期间有着支撑、固定以及导电连

接等多种功能,其性能和输电线路的安全、稳定紧密相关。金具得承受机械载荷,像导线的重量、风荷载还有冰雪荷载,并且要确保长期电气性能稳定,以达成电流输送的可靠性标准。在运行时,电力金具会受环境因素影响,比如温度变化、湿度、腐蚀性气体以及振动等,这些因素会让金具慢慢老化、性能下降。所以,对电力金具展开科学管理以及寿命预测,能提前发现潜在风险,降低故障发生率,还能通过合理规划维护和更换计划,实现资源的优化配置,保障电网长期稳定运行。

1.2 大数据在设备运维中的应用价值

大数据技术在设备运维方面的应用已然成为现代电网管理的关键支撑所在。借助对海量运行数据展开采集、存储、处理以及分析等一系列操作,能够达成对设备健康状况较为全面的评估目的。就电力金具管理而言,大数据一方面可捕捉到实时的状态信息,另一方面还能够联合历史运行数据,进而挖掘出潜在的退化趋向以及异常模式。凭借基于大数据的分析手段,其能突破传统经验判断所存在的局限性,达成量化评估以及预测的效果,由此为维护策略给予科学层面的依据。并且,数据驱动的方法可以助

力模型实现持续的优化与更新,促使运维管理从原本的被动响应逐步转变为更为积极的主动预测,以此提升运维的效率以及经济方面的特性。借助大数据的应用,电力金具的运行状态、故障风险还有寿命周期均能够获得精确的量化处理,为智能化运维以及决策支持筑牢基础。

1.3 数据采集与特征提取方法

电力金具寿命预测要靠高质量的运行数据,数据采集涉及金具自身机械电气参数,还有温度、湿度、风速、振动、电流负荷等环境信息,用传感器网络、智能巡检设备和历史运行记录结合采集,保证数据全面且连续,采集完要提取特征,把原始数据变成能用于模型分析的指标,这个过程有信号滤波、异常值处理、归一化操作,消除噪声和量纲差异,经过特征工程能提取出像应力变化率、电阻变化趋势、环境影响因子等反映金具退化状态的关键指标,给寿命预测模型提供高质量输入,保障预测结果准确可靠。

2 大数据驱动的使用寿命预测模型

2.1 预测模型的理论基础

电力金具寿命预测的关键在于构建能体现其退化规律以及故障风险的理论模型。预测模型依据设备寿命理论、可靠性工程还有统计学原理来搭建,把金具性能衰退的过程当作是随机或者半随机的过程,借助建立数学函数或者概率分布的方式来描述其状态随着时间推移的演变规律。在实际的应用场景当中,常常会采用寿命分布模型、回归分析以及状态空间模型等这些方法,把环境影响、机械应力、电流负荷等诸多因素纳入到模型里面,进而形成一个综合考量多种因素的评价体系。理论基础是否稳固,这既决定了预测模型的准确程度,也为后续的算法挑选以及模型训练给予了科学层面的依据。通过对金具性能退化的影响因素以及它们的作用机制予以明确,模型便能在大数据的有力支撑之下达成寿命预测的量化目标以及具备可解释的特性,使得设备管理者可以依据科学的预测结果来做运维方面的决策。

2.2 算法选择与模型构建

在明确了理论基础之后,挑选那些适合在大数据环境下运用的预测算法,进而构建起与之相应的模型。在诸多常用算法当中,像支持向量机、随机森林还有神经网络这类机器学习方法都可纳入考量范围,还可以把长短期记忆网络(LSTM)这样的深度学习方法结合起来,以此来针对时序数据展开建模工作。在选择算法的时候,其原则就是要能够充分地将金具运行数据所呈现出的非线性特征以及复杂的关联关系给捕捉到,并且还得具备不错的泛化能力以及稳定性。而在构建模型的过程中,得把采集所得的金具运行数据进行一番特征选择以及工程方面的处理操作,把其中的关键指标当作输入项,进而建立起映射的关系,达成对输入与寿命预测输出之间函数拟合的目的。与此在整个模型构建的过程里,务必要充分地把数据的规

模以及算法的复杂程度这些因素都考虑进去,借助交叉验证以及参数调优等一系列手段,来保证模型既能够在训练数据上完成拟合,又能够在面对未知数据的时候依旧能够维持预测的准确性,从而为后续开展的状态评估给予一个较为可靠的数值方面的基础支撑。

2.3 模型训练与优化

将采集到的电力金具运行数据进行预处理,包括数据清洗、归一化等操作,以提高数据质量和模型训练效率。然后,将数据划分为训练集、验证集和测试集。利用训练集对选定的模型进行训练,通过不断调整模型参数,如神经网络的权重和阈值,使模型在训练集上达到较好的预测性能。验证集用于评估模型的泛化能力,防止模型过拟合。在模型训练过程中,还需进行优化。通过采用随机梯度下降等优化算法,调整模型参数更新步长,可以有效加快模型的收敛速度。同时,通过正则化方法如 L1、L2 正则化,约束模型复杂度,可进一步提高模型的泛化能力和预测准确性,确保模型能准确预测电力金具的寿命。还要确保模型在实际应用当中是可靠的,这就需要对测试集独立去做验证工作,同时结合性能指标来对模型效果展开全面且细致的评估,进而为后续的电力金具维护策略给予科学方面的依据。

3 基于预测结果的状态评估体系

3.1 状态评估指标与标准设定

依据寿命预测所得到的结果来着手建立起电力金具的状态评估体系,这无疑是达成科学维护目标的一个极为关键的环节所在。该状态评估指标体系务必要将金具涉及的机械方面的特性、环境方面的特性以及电气方面的特性都涵盖进去,具体而言,像应力出现的变化情况、电阻发生的变动状况、腐蚀达到的程度以及振动呈现的情形等诸多维度的指标均需包含其中,并且要综合考量其运行环境以及历史故障数据等方面的情况来给这些指标赋予相应的权重。在标准设定这件事上,应当把寿命预测模型所输出的内容当作基础,进而把金具的状态划分成健康、警示以及临近失效这几个不同的等级,借助明确具体的数值或者是以百分比形式呈现出来的区间来界定处在不同状态下的阈值。这样的一套指标体系,一方面能够对金具的健康状况予以量化处理,另一方面也为制定维护策略给出了科学层面的依据,它可以在日常开展运维工作的过程当中实现对设备状态的实时监测以及风险评估,如此一来便能够让电网运行的可靠性与安全性得以提升。

3.2 状态等级划分与评估方法

状态等级划分这一环节,在将预测结果转变为具有可操作性的运维决策方面,称得上是极为关键的一步。通过针对各个评估指标展开详尽且细致的综合分析,便能够把电力金具的实际运行状态划分成若干个不同的等级,分别是优良等级、一般等级、警示等级以及危险等级,进而达

成量化管理的目的。在开展实际评估工作的过程中,可以选用诸如加权评分这样的方式,还有模糊综合评价的方法,亦或是多指标决策的相关手段,以此来对不同类型的数据加以统一的处理操作,最终获取到金具综合健康指数。与此把状态等级和健康指数借助可视化技术展示出来,呈现给从事运维工作的相关人员,如此一来便有利于他们更为直观地去判断设备所存在的风险情况。科学合理的状态评估方法,一方面能够在第一时间精准识别出潜在的各种问题,另一方面还能够为维护计划以及检修策略提供有效的指导,从而促使维护工作从以往的被动维护模式逐步转变为更加主动的预测性维护模式。

4 电力金具维护策略制定与实施

4.1 场景化维护策略设计

不同运行场景制定维护策略,这是提升电力金具管理效率的关键办法,也是保证电力系统稳定运行的重要保障。依照预测模型以及状态评估得出的结果,可以针对常规运行、极端环境还有故障初期等不一样的场景去制定差异化的策略,以此来保证维护措施和实际运行需求能高度契合。在常规运行场景当中,维护策略可以着重于定期巡检、在线状态监测以及数据分析,要确保设备始终处在健康的状态,能及时察觉到早期出现的退化迹象^[1]。在极端环境或者高负荷条件之下,得增加重点监测、预防性维护以及紧急检修的频次,与此同时还要结合环境参数以及运行负荷去预估可能出现风险的区域,采取具有针对性的措施来及时处理潜在的问题。对于故障初期的场景,能够凭借实时监测和预测报警系统快速识别出异常情况,提前调度维护资源展开干预,降低故障扩散的程度以及造成的损失。借助这种场景化的设计,维护措施能够更为科学地对人力、物资和技术资源进行配置,达成资源的优化分配,而且能大幅度降低非计划停机以及意外故障发生的概率,进而为电力系统给予持续的安全保障以及高效的运行支持。并且这种方法也为维护计划的动态调整提供了数据方面的支撑,让运维管理能够在不同的运行条件下灵活做出响应,强化整体运维体系的适应性以及可靠性。

4.2 预测性维护与风险防控

基于寿命预测的维护策略,其关键之处在于预测性维护^[2]。具体来讲,就是凭借提前对金具退化走向以及潜在风险加以识别,进而制定出与之相应的检修及更换方案。风险防控方面,涉及针对高风险设备给予优先维护,对关键指标展开持续监测,并且制定故障应急处理预案。预测性维护可降低突发故障所造成的损失,同时也能让运维资源配置得到优化,达成经济与安全效益两方面的提升。把预测得出的结果同维护管理系统相结合,便能形成闭环管理,实现从数据采集、状态评估一直到维护决策这一整套

流程的把控,从而为电力金具实现长期可靠运行给予科学方面的依据。

4.3 策略实施效果与持续优化

维护策略在实施之时,要依据实际运行状况来不断加以优化。借助对维护所取得的结果展开分析,像设备故障率、巡检时发现的问题比率以及维修的响应时间这类指标,能够对策略的效果予以评估,从中找出潜在存在的不足之处^[3]。在优化进程里,可以综合新采集到的数据以及模型更新后的结果,对维护计划以及巡检的频次做出动态的调整,达成策略的迭代升级。持续不断地优化,一方面有益于提升电力金具的运行可靠性,另一方面也能让维护效率以及经济性得以提高,促使整个运维管理体系维持在最佳的状态之中。构建起数据反馈的机制并且搭建智能化的分析平台之后,维护策略便能形成自我完善的循环,保证预测能够和实际应用紧密地结合起来。

5 结语

本文全面且细致地探讨了依托大数据所开展的电力金具寿命预测及维护策略相关事宜。其内容涉及数据采集以及特征提取方面的工作、寿命预测模型的具体构建过程、状态评估体系的建立情况,还有维护策略的制定以及实施的整个流程。借助对金具运行数据展开的深入剖析以及针对模型所做的优化举措,便能够达成对设备寿命较为精准的预测效果,进而给科学维护以及资源合理配置给予较为可靠的参考依据。依照预测结果来构建的状态评估体系以及具有场景化特点的维护策略,能够在很大程度上提高电力金具在运行期间的可靠性程度,使得故障出现的比率得以降低,并促使运维管理从原本的被动响应模式逐步转变为更具前瞻性的主动预测模式。在未来,随着大数据以及人工智能技术不断地向前发展,电力金具寿命预测模型将会变得愈加智能化且更为精细化,这无疑会给电力系统的安全且稳定运行持续不断地提供技术层面的有力支撑,与此同时也会推动电力设备运维朝着智能化以及科学化的方向不断发展进步。

【参考文献】

- [1]蒋秋亮,胡根,吴高群.基于大数据的电力金具寿命预测与维护策略[J].信息与电脑,2025,37(5):38-40.
- [2]钱乐建,陈彬,陈煦,等.电力金具应力分析与寿命预测的计算机仿真方法[J].信息与电脑,2025,37(14):151-153.
- [3]吴秀琴,易成,易坚.电力金具腐蚀行为的数值模拟与防护策略[J].信息与电脑,2025,37(14):154-156.

作者简介: 赵佚铭(1997.12—),男,毕业院校:广州大学华软软件学院,所学专业:电子信息工程,当前就职单位:中国电建集团河南电力器材有限公司,职务:技术员,职称级别:助理工程师。