

# 简述人工智能在输电线路安全运行中的应用

李 凡 程茁栋

咸宁市国网咸宁供电公司 湖北 咸宁 437100

**【摘要】**：为了保障输电线路的稳定运行，本文对输电线路安全运行中的人工智能技术进行了深入的研究，它包括：多源、异质数据的收集、多源的数据挖掘、电力设备的状态评价、电力系统的智能调度等，并对智能监控系统的发展和进行了详细的阐述，包括对输电线路的实时监控、无线数据传输、远程视频监控等。

**【关键词】**：输电线路；人工智能；运行安全

## Application of Artificial Intelligence in Safe Operation of Transmission Lines

Fan Li, Zhuodong Cheng

Hubei Xianning State Grid Xianning Power Supply Company Hubei Xianning 437100

**Abstract:** In order to ensure the stable operation of transmission lines, this paper conducts an in-depth study on artificial intelligence technology in the safe operation of transmission lines, which includes: The collection of multi-source and heterogeneous data, multi-source data mining, state evaluation of power equipment, intelligent scheduling of power system, etc., and the development and application of intelligent monitoring system are described in detail, including real-time monitoring of transmission lines, wireless data transmission, remote video monitoring, etc.

**Keywords:** Transmission lines; Artificial intelligence; Safe operation

### 引言

近几年，随着智能电网建设的迅速发展，输电线路运行状态及故障诊断技术也在飞速发展，使得输电线路的在线监控智能化程度不断提升，安全可靠，减少了事故的发生。随着智能化输电线路实时监控的不断普及，人工智能技术也日益展现出其旺盛的生机。本文从输电线路中的人工智能技术出发，详细地论述了其在输电线路的安全运行，以供参考。

## 1 输电线路中的人工智能技术

### 1.1 多源异构数据信息采集与处理技术

它在数据融合技术多视角研究的基础上，提出的一种基于支持值转换的多视角函数反融合算法，在非负矩阵的基础上，利用鲁棒多视角函数的语义融合技术，将输配电设备的运行数据与图像进行融合。

### 1.2 多源、异质数据的聚类分析技术

由于输电线路上的设备在使用过程中会产生一些数据，这些数据会对电力系统的运行造成一定的影响，而且随着时间的推移，电力系统的各种数据都可以通过各种途径得到。在采集过程中，即便是在很短的时间里，也能收集到海量的资料。因此，在进一步加大数据集分析的基础上，对多源、异质数据挖掘技术进行深入的研究是十分必要的。通过多个方面的比较，得出了跨平台、多源、异质数据清理技术的优越性如下：首先，该技术的合理运用，可以有效地处理传输线设备的状态信息，并能从容地处理大量的状态信息。其次，基于多源的跨平台数据规划技术在电力系统中的应用也取得了很好的效果，

并对输电线路的带电监测、在线监测等标准化技术进行了较为详尽的试验。在研的课题也比较多，包括电力系统静态特性、总实施状态属性等。

### 1.3 基于大数据分析的输变电设备状态评估技术

在本课题的开展过程中，为保证电力系统的运行质量，可以采用 DS 分析方法，并根据电力系统的实际情况，对输电线路的运行状况进行全面的评价。在本课题的开展过程中，通过各种类型的电力设备的状态信息，对各种数据进行实时的诊断，从而实现了对电力系统的故障状态的快速监控。

### 1.4 输、配电设备的智能化维护策略

在实际的研究工作中，必须做大量的分析工作，并通过对实验结果的分析，得出一组相关的数学模型，以使其能够更好地满足实际的输配电设备的使用要求。这种关联模式能够把各种输配电装置的运行数据与其状态进行密切的联系。本课题所采用的状态模型是基于事件学习的事件驱动，通过云模型的功能实现正常的运行，最后得出了在缺少数据的情况下，如何实现时变装置的可转换<sup>[1]</sup>。

## 2 高效地运用智能技术进行输电线路的运营管理

### 2.1 信息无线传输

无线通讯技术的出现，使整个网络得到了更大范围的覆盖和更快的信号传输。在与输电线路有关的检测点附近安装传感器，实时获取监控数据，并通过无线网络实现远程数据传输和相应监控图像的传输。通过 GRRS 技术，将输电线路的实时监控影像和实时监控数据传输到监控中心，并将实时监控和智能

故障诊断技术相结合,形成统一监测平台,能够顺利实现输电线路智能化控制目标。

## 2.2 监测系统

通过对输电线路的实时监控,可以对输电线路的安全运行、舞动、结冰、隔离器、雷电开关等进行精确的预报和诊断。同时,在输电线路设置多个传感器,可以对线路进行全天候、全过程的监控,从而保证线路的安全,达到对线路进行实时监控的目的。输电线路的实时监控包括了数据通讯与数据采集两大部分。其中,高品质的相机和感测器是实现数据采集的主要手段。它可以实现对输电线路的增容、舞动、覆冰、绝缘和避雷器的全方位监控,并对采集到的数据进行初步的处理,然后在无线网络的帮助下,将整个监控中心的数据传输到整个监控中心。第二个阶段是后端的处理和分析,后端通过人工智能的方法来获取相应的信号,从而得出相应的故障诊断结果。为实现对输电线路的实时监控,建立一个智能监控系统。传感器是监控系统的核心部件,它的主要作用是根据周围的风向、风速、日照、温度、线路温度、电压等级、流量强度、仿真人体的感受进行全面监控。主要包括:红外、远程摄像机测量线路温度、隔离监控、雷电探测中断、舞动、结冰、环境气象变化检测、电流检测等。

### 2.2.1 监测专家系统

ES具有灵活性、透明性、启发性等特点,是目前人工智能领域中最活跃的一个研究方向。输电线路相关在线监测是一种基于人机界面、推理机制、解释机制、数据库和知识库五大类的技术。其具体表现为生成性,知识来源于领域科学与现场实践的共有条件。监控系统建立了模块化机械的知识库,使各模块化机械设备在各自的位置上相互独立,实现了对各模块的有效协同控制。在监控系统的运行中,首先要启动远端监控模块,获取现场可视化的影像,然后启动安全运行、舞动监测、覆冰监测、避雷器等模块,通过对各个模块的分析,进行综合的分析和综合判断。同时,该系统还能对输电线路的故障进行早期诊断,为电力设备的维护工作提供了有效的依据<sup>[2]</sup>。

### 2.2.2 绝缘子监测

绝缘子是一种绝缘控制设备,它可以支持电线绝缘。在工业、自然环境等环境中,会在绝缘材料表面沉积一层污渍,当绝缘材料被电压影响时,会产生闪络。同时,环境污染也将对电力系统的安全运行产生直接的影响。可见绝缘子的质量是影响线路安全运行的关键因素,必须保证绝缘子的机械强度和良好的绝缘特性。漏电流的大小可以较好地反映出绝缘子体表的脏污情况,而较适宜于在线检测的漏电电流。在绝缘子漏电检测系统问世后,通过在绝缘子体表安装电流传感器,实现了对漏电的实时监控。利用无线网络将监测数据成功地传送到监控中心,利用智能技术和漏电数据,对绝缘子表面的脏污情况进

行正确的诊断,并发出预警信号。

### 2.2.3 避雷装置的监控

在使用避雷器后,由于阀门老化、内部受潮等原因造成的故障,严重时会发生各种爆炸。在日常维修中,有关技术人员应该定期对防护罩的表面进行检查,并对其进行相应的漏电和绝缘电阻测试。在绝缘电阻发生击穿、跌落的情况下,必须及时进行更换,保证其工作状态一直良好。比如,金属氧化锌避雷器具有良好的防护能力,重量轻,耐污染,性能稳定等优点。在输电线路,可以有效地降低线路的过载,从而大幅度地减少因雷击造成的短路。在正常工作电压时,通过该开关的电流很低。在遭受时,电阻器的电阻会急剧下降,释放出冲击能量,从而使输电线路的绝缘受到冲击。在日常维修中,应定期对避雷器的陶瓷外壳进行清洗,并对其绝缘电阻、漏电进行测试,若发现其绝缘电阻有显著降低或失效,应立即进行替换,以保证其工作状态。利用人工智能技术,可以将检测漏电的传感器与避雷器的相应位置连接,通过对避雷器表面的漏电进行全方位的取样,及时获取监控数据,通过无线网络将收集到的信息传递给监控中心,利用智能技术对避雷器的状态和性能进行分析,并及时进行故障预测和诊断<sup>[3]</sup>。

### 2.2.4 覆冰监测

当周围环境气温在零摄氏度以下时,在电线上形成一种白色或半透明的冰层,这就是输电线路上的覆冰。在我国,输电线路覆冰的分布较为普遍,通过多年的分析,业内专家认为,天气、季节、海拔、线路走向、线路自身等都会对线路覆盖率产生重要的影响。因此,对其影响因素及覆冰的形成机制进行深入的研究,将有助于覆冰的预报。电力系统的覆冰面厚度测量有两种方式:测量和成像。线路监测系统主要是通过机械负荷计算、线路视频监控、坡度变化曲线等技术手段来实现对线路冰情的全面监测。其中,电压传感器、微气象传感器、前端智能摄像机等是其重要组成部分。利用无线通讯网络向监控中心传送实时监测数据,并对冰的状态进行诊断、分析,对冰的厚度、演化趋势进行预报,进而为其提供预警,并提出了相应的防冻、除冰措施,对确保了线路的安全运行具有重要意义。应用人工智能技术,基于线路视频监控技术、力学载荷计算、倾角变化曲线垂技术,可对输电线路覆冰进行实时监控。该系统主要包括智能前端摄像机、微型气象传感器、牵引力传感器等。利用GPRS/CDMA/3G网络,将覆盖层冰的相关资料与现场影像资料传送给监控中心,由人工智能对覆盖冰层进行分析、诊断,进而计算出覆盖冰层的厚度及发展趋势,并向监控中心发送预警信号。

### 2.2.5 舞动监测模块

线路舞动会导致线路断线、硬件损耗、铁塔倒塌、线路跳闸、大规模停电等。输电线路的舞动是由于大气动力不稳而产

生的一种具有较大幅度的低频自振。当前,对输电线路舞动研究多从起跳机制、导线机械构造等几个基本问题入手,对于已经出现或有舞动现象的线路,应及时进行防舞设计,并采用防舞器等措施。应用人工智能技术,传输线的状况可以通过将周围的气象传感器、振幅传感器或者将视频传感器安装到塔柱上,来实现实时监测。在驰振发生时,传感器将实时监测的数据通过 Gprs/cdma/3G 传输到监控中心,实现对驰振事故的智能诊断与预警。

### 2.2.6 线路运行监测

通过对输电线路进行合理的在线监控,可以改善线路的状态维护,同时,在铁塔和线路上适当地安装多种传感器,以便于对线路的运行状况和工作状况进行综合监控。输电线路采用在线监测的方式,可以实时地采集到监测数据,并将数据通过无线网络发送到监控中心,通过智能技术对输电线路的状态、性能和潜在的故障进行诊断。输电线路的建设必须进行科学、合理的规划,特别是在电力紧缺的情况下,进行电力系统的动态增容是非常必要的。总体而言,钢丝的最高温度是 70℃,而在 70-90℃ 范围内,钢丝的大力学强度基本上没有变化,由 70-90℃ 上升至 80-90℃ 时,可以大幅度地提高管线的输送能力。同时,要保证线路的正常使用,就需要加强线路的日常检查、维修保养,及时发现故障,从而对线路的维护有重要的作用。输电线路在线监控系统的研制将直接影响到电力线的运行维护。应用人工智能技术,通过在电线和铁塔上设置各种传感器,可方便地监控导线的工作状况(导线温度、额定电压、电流强度)以及周围环境,并通过 GPRS/CDMA/3G 网络传输到监控中心,过智能设备对线路的性能、状态和存在的潜在故障进行诊断<sup>[4]</sup>。

## 3 人工智能在输电线路运行中应用的不足与改进措施

近几年,随着我国社会经济的迅速发展和用电量的迅速增

加,各地区都在建设智能输电线路,以期通过智能输电线路的方式进行能源资源的优化分配。将人工智能技术引入到电力调度自动化系统中,可以有效地改善电力系统的运行稳定、安全,同时也能在最短的时间内发现和解决电力系统的问题。随着人类社会的飞速发展,人工智能技术必然会得到进一步的发展。

### 3.1 构建分布式人工智能算法

从人工智能的发展历程来看,早期的专家系统、模糊逻辑、ANN 等都是以事件的演变为基础的,以理论为主导。随着输电线路智能化的发展,电力系统的信息量以几何倍数的速度增长,同时也大大提高了数据结构的复杂度,同时也需要提升人工智能的运算能力。因此,当前的深度学习算法应以数据为驱动的,它需要海量的多源、异质数据。

### 3.2 优化输电线路的“数物联用”理念

尽管基于深度学习的人工智能方法更适用于现代通信线路的分析和处理,但是,它的可信度还受限于算法的解释能力,因此,它对数据的不正确也很敏感。今后,对能量系统进行智能化的分析与评价,将会从依赖数据转向依靠数据。研究的出发点依然是以传送原则为基础,寻求物理模型与资料结构的联系,以及增加传输线路数目。在此基础上,将对象整合的概念、数据结构与机构模型之间的关系,有效地运用于分布式人工智能算法及能源系统智能平台<sup>[5]</sup>。

## 4 结语

总之,输电线路的运行时间比较长,很容易发生意外,如果大量的故障信息,很容易引起工作人员的恐慌,给工作人员带来很大的压力。在这种情况下,将人工智能技术应用到电力系统中,可以迅速地发现故障的根源和位置。而且,在输电线路的运行中,存在着各种故障,人工智能技术可以迅速地解决问题,加快电力的恢复,提高输电系统的稳定性。

## 参考文献:

- [1] 石延辉,杨洋,洪乐州,廖毅.基于人工智能的超高压输电线路智能巡检系统的研究[J].信息系统工程,2021(10):137-140.
- [2] 庞鹏,谭明,邱冠英,刘煌宇.高压直流输电线路继电保护技术[J].电子技术与软件工程,2021(09):225-226.
- [3] 黑嘉欣.基于人工智能的柔直线路故障定位方法研究[D].北京交通大学,2020.
- [4] 刘城欣.结合人工智能技术的输电线路路径规划方法研究[D].华中科技大学,2020.
- [5] 颜肃,张玮亚,李宏仲,王磊.基于人工智能的输电线路故障快速诊断方法研究[J].电力系统保护与控制,2019,47(19):94-99.