

# 人工智能在广电网络故障诊断与维护中的实践研究

冯巍枫

平湖市传媒中心 浙江 嘉兴 314200

**摘要:** 本文探讨了人工智能在广电网络故障诊断与维护中的应用,广电网络架构复杂,人工智能通过数据采集与预处理、故障识别与定位、预警与预测等技术,提升了故障诊断的准确性和效率。在维护方面,人工智能实现方案智能生成、资源智能调度及远程维护,降低了维护成本,提高了运维水平。实践案例表明,人工智能系统的引入显著提升了故障诊断速度与准确率,降低了故障发生率,提高了用户满意度。

**关键词:** 人工智能;广电网络;故障诊断;网络维护

## 1 广电网络故障诊断与维护概述

### 1.1 广电网络的基本架构与业务类型

广电网络是一个复杂且庞大的信息传输系统,其基本架构通常由接入网、城域网和骨干网三部分组成。接入网作为连接用户与城域网的桥梁,直接面向广大用户,主要采用光纤同轴混合网(HFC)等技术,负责将电视信号、宽带数据等业务传输到用户端。城域网则是广电网络的区域核心,覆盖整个城市或特定区域,由大量的路由器、交换机等网络设备构成,承担着区域内数据的汇聚、交换和传输任务,确保业务在区域内的高效流转。骨干网是广电网络的全国性或区域性核心枢纽,连接着各个城域网,采用高速光纤传输技术,具备超大的带宽和极强的传输能力,负责实现跨区域的业务传输和互联互通。随着技术的不断进步,广电网络的业务类型也日益丰富。传统的广播电视业务仍是其基础业务,包数字广播等,为用户提供丰富的广播节目。同时,宽带接入业务得到了快速发展,通过广电网络为用户提供高速的互联网接入服务,满足用户上网、视频聊天、在线游戏等需求<sup>[1]</sup>。

### 1.2 广电网络常见故障类型

广电网络运行中受多种因素影响会出现各类故障,从故障发生位置看,有接入网、城域网和骨干网故障。接入网故障最常见,涵盖用户端设备故障,像机顶盒、调制解调器损坏;线路故障,如同轴电缆老化、光纤断裂、接头松动;还有光节点、等设备故障。城域网故障多与网络设备有关,如路由器、交换机故障引发数据转发异常,或网络链路拥堵、中断。骨干网故障相对少,但影响大,主要有骨干传输链路、核心路由器故障;按故障对业务影响程度,分为轻微、一般和严重故障。轻微故障影响小,如画面轻微卡顿,用户基本能正常使用。一般故障使部分业务受影响,如部分用户无法看特

定频道、宽带网速下降,但仍有业务能运行。严重故障会造成大面积业务中断,如某区域所有用户电视信号中断、宽带无法连接,严重影响用户体验和运营。从故障产生原因分,有自然和人为故障。自然故障由自然环境引发,如雷电损坏设备、暴雨淹没线路、高温低温影响设备运行。人为故障包括施工挖断光缆、设备操作配置错误,以及用户私自改动线路设备等。

## 2 人工智能在广电网络故障诊断中的实践

### 2.1 故障数据采集与预处理

故障数据的采集与预处理是人工智能应用于广电网络故障诊断的基础,只有获取高质量的数据,才能确保后续故障诊断工作的准确性和有效性。在故障数据采集方面,借助人工智能技术可以实现全方位、多维度的数据采集。通过在广电网络的各个节点部署传感器、智能监测设备等,实时采集网络设备的运行参数,如设备的温度、电压、电流、端口流量、CPU利用率、内存占用率等;同时采集业务相关数据,如电视信号的强度、误码率、宽带的上下行速率、丢包率等;还可以采集网络拓扑结构数据、历史故障数据等。这些数据通过网络传输到数据中心,为故障诊断提供丰富的原始数据。

然而,采集到的原始数据往往存在一些问题,如数据缺失、噪声干扰、数据格式不一致等,需要进行预处理。数据清洗是预处理的重要环节,对于缺失的数据,可以根据数据的特点采用均值填充、插值法等方法进行补充;对于存在噪声的数据,通过滤波算法、异常值检测算法等去除噪声,减少对后续分析的影响。数据集成则是将来自不同设备、不同系统的分散数据进行整合,形成统一的数据集合,方便进行整体分析。数据转换是将数据转换为适合人工智能算法处理的格式,如进行数据标准化、归一化处理,将categorical数据转换为数值型数据等。通过数据预处理,能够提高数据的质量,为后续的

故障识别与定位、预警与预测等工作奠定坚实的基础<sup>[2]</sup>。

## 2.2 故障识别与定位

故障识别与定位是广电网络故障诊断的核心环节，人工智能技术在这一环节发挥着重要作用，能够提高故障诊断的效率和准确性。在故障识别方面，传统的方法主要依靠人工经验进行判断，准确性较低且效率不高。而人工智能技术中的机器学习算法，如支持向量机（SVM）、决策树、神经网络等，可以对经过预处理的故障数据进行训练，构建故障识别模型。通过将实时采集到的网络数据输入到模型中，模型能够自动识别出故障的类型，如线路故障、设备故障、信号干扰等。例如，利用神经网络模型对电视信号的误码率、信号强度等数据进行分析，能够快速准确地识别出信号传输过程中是否存在故障以及故障的大致类型；在故障定位方面，基于人工智能的方法能够实现更加精准的定位。结合网络拓扑结构数据和故障相关数据，利用图神经网络、贝叶斯网络等算法构建故障定位模型。当故障发生时，模型可以根据故障特征数据以及各网络节点之间的连接关系，快速推断出故障发生的具体位置。例如，当某一区域用户反映电视信号中断时，通过将该区域的网络设备运行数据、线路状态数据等输入到故障定位模型中，模型能够分析出是光节点故障、线路断裂还是放大器故障等，并准确指出故障发生的具体地点，为维修人员提供明确的指引，大大缩短了故障排查的时间。

## 2.3 故障预警与预测

故障预警与预测能够帮助广电网络运维人员提前发现潜在的故障隐患，做到防患于未然，从而减少故障的发生频率和对业务的影响。人工智能技术通过对历史故障数据和网络运行数据的分析，能够实现有效预警与预测。在故障预警方面，通过构建预警模型，实时监测网络设备和业务的运行状态，当发现某些参数超出正常范围或出现异常变化趋势时，模型能够及时发出预警信号。例如，当某一网络设备的温度持续升高并接近阈值时，预警模型会发出预警信息，提醒运维人员及时进行检查和处理，避免设备因过热而发生故障；故障预测则是基于历史数据对未来可能发生的故障进行预测，利用时间序列分析算法、回归分析算法等，对网络设备的运行参数、业务指标等数据进行分析，建立预测模型。通过模型可以预测出设备未来可能出现故障的时间、概率以及可能发生的故障类型。

# 3 人工智能在广电网络维护中的实践

## 3.1 维护方案智能生成

传统的广电网络维护方案制定往往依赖于运维人员

的经验，不同的运维人员可能会制定出不同的方案，且方案的合理性和有效性难以保证。人工智能技术的应用使得维护方案能够智能生成，提高了维护方案的科学性和针对性。通过对历史维护数据、故障处理案例、设备手册等数据的分析和学习，构建维护方案生成模型。当故障发生或需要进行预防性维护时，将故障信息、设备信息等输入到模型中，模型能够结合相关数据自动生成维护方案。维护方案不仅包括具体的维修步骤，还包括所需的工具、材料、人员技能要求等内容<sup>[3]</sup>。例如，当确定某一光节点发生故障时，维护方案生成模型会根据该光节点的型号、故障类型以及历史维修记录，生成详细的维护步骤，如如何拆卸设备、更换哪些部件、如何进行调试等，同时列出所需的螺丝刀、替换部件等工具和材料，以及要求维修人员具备的相关技能。模型还会根据实际情况对维护方案进行优化，如在保证维护效果的前提下，选择成本较低、耗时较短的方案，提高维护工作的效率和经济性。

## 3.2 维护资源智能调度

维护资源的合理调度是确保广电网络维护工作顺利进行的关键，人工智能技术能够实现维护资源的智能调度，提高资源的利用效率。维护资源包括维修人员、维修车辆、工具设备、备件等。通过构建维护资源调度模型，实时掌握各类资源的分布情况、使用状态等信息。当需要进行维护工作时，模型根据维护任务的紧急程度、故障地点、所需资源类型等因素，对资源进行优化调度。例如，当某一区域同时发生多起故障时，调度模型会根据故障的严重程度、影响范围等确定任务的优先级，优先调度资源处理紧急且严重的故障。同时，结合维修人员的位置、技能水平等因素，为每个故障任务分配最合适的维修人员，并规划最优的行驶路线，减少人员的往返时间。对于工具设备和备件，模型会根据维护任务的需求以及各仓库的库存情况，合理调配资源，确保维修人员能够及时获取所需的资源，避免因资源短缺而影响维护工作的进度。

## 3.3 远程维护与智能操控

随着广电网络规模的不断扩大，传统的现场维护方式不仅成本高、效率低，而且在一些偏远地区或复杂环境下实施难度较大。人工智能技术支持下的远程维护与智能操控为解决这一问题提供了有效途径。通过在网络设备中嵌入智能芯片和传感器，实现对设备的远程监测和控制。运维人员可以通过远程监控平台实时查看设备的运行状态、参数指标等，当发现设备出现轻微故障或异常时，可以通过远程操控的方式对设备进行参数调

整、重启、配置更新等操作,无需前往现场即可解决问题。例如,当某一路由器出现端口流量异常时,运维人员可以通过远程监控平台登录到该路由器,查看端口的详细信息,并通过远程操控调整端口的配置参数,解决流量异常问题。对于一些需要进行复杂操作的维护工作,还可以结合虚拟现实(VR)、增强现实(AR)等技术,为现场维修人员提供远程指导。运维专家可以通过远程传输的实时图像和数据,为现场人员提供精准的操作指引,提高维护工作的准确性和效率。

#### 4 人工智能在广电网络故障诊断与维护中的实践案例研究

##### 4.1 实践案例背景介绍

浙江省广电网络公司业务拓展,网络覆盖范围扩大、用户增多、架构复杂。传统故障诊断与维护方式难满足需求,存在故障处理不及时、维护效率低等问题,导致用户投诉率上升,影响公司服务质量与市场竞争力。该公司广电网络遍布全省多地,设备众多,业务涵盖数字电视、宽带接入等。引入人工智能技术前,故障诊断依赖人工巡检和用户报修,维护方案制定与资源调度靠人工完成,耗时费力且准确性和效率低。为改善状况,提升网络运维智能化水平,构建高效、智能的故障诊断与维护系统成为公司的迫切需求。

##### 4.2 系统部署与实施过程

系统部署实施时,公司先全面分析需求,明确故障自动识别定位、预警预测、维护方案智能生成等功能目标。据此制定详细方案,涵盖硬件部署、软件平台开发、数据采集与预处理机制建立等;硬件上,在关键节点和重要设备部署传感器与智能监测设备,实时采集数据,还升级了数据中心服务器和存储设备。软件方面,开发了集成多个模块的故障诊断与维护平台,故障诊断模块采用多种机器学习算法,维护管理模块具备智能生成方案和调度资源等功能。数据采集与预处理建立完善机制,经清洗等提高质量。系统测试后优化调整,试运

行完善后正式投入使用<sup>[4]</sup>。

##### 4.3 实践效果评估与分析

人工智能广电网络故障诊断与维护系统投入使用后成效显著。故障诊断上,能快速准确识别定位故障,准确率提高约60%,定位时间缩短70%以上,极大提高了处理效率。故障预警与预测方面,可提前发现隐患并预警,预警准确率达85%以上,半年内故障发生率下降约40%,业务中断时间缩短,用户满意度提升。维护工作中,维护方案制定时间大幅缩短,方案合理有效;资源调度提高利用效率,维修人员出行成本降低约30%,整体效率提升50%以上;远程维护解决故障占比达35%,减少现场维护,降低成本。从经济效益看,虽前期有投入,但长期降低了故障处理等成本,提升了服务质量,增强市场竞争力。

##### 结束语

综上所述,人工智能技术在广电网络故障诊断与维护中的应用,显著提高了网络运维的智能化水平。随着技术的不断进步和应用场景的拓展,人工智能将在广电网络运维中发挥更加重要的作用。未来,应继续关注人工智能技术的最新进展,不断优化和完善广电网络运维系统,为用户提供更加优质、高效的网络服务。

##### 参考文献

- [1]谭秦红,田应信.基于人工智能的通信网络入侵检测系统设计[J].长江信息通信,2022,35(12):189-191.
- [2]赵巍,张智森,肖佳康,徐静怡,文照华,刘泽华.基于人工智能的5G通信网络运维规划方法[J].长江信息通信,2022,35(03):219-222.
- [3]肖逸伦,邹丹,童春笋.适应大规模新能源和充电桩接入的新型配电网规划优化策略[J].大众用电,2025,40(04):60-62.
- [4]周润云.智能算法在配电网项目负荷预测中的应用[J].集成电路应用,2025,42(04):164-165.