

电力通信技术智能运维技术探析

沈良¹ 杨明²

1. 联通数据智能有限公司 浙江杭州 310000

2. 杭州众观科技有限公司 浙江杭州 310000

摘要: 本文对智能运维技术在电力通信系统中的应用和发展进行了深入的探讨。随着电网规模的扩大以及通信技术的飞速发展,传统的运维管理模式已经很难满足现代电力通信网络高效可靠运行的要求。本文首先对电力通信技术的基本特点及发展状况进行了分析,指出了目前电力通信运行维护面临的主要问题。在此基础上,对智能运维技术中的关键技术进行了详细的阐述。最后,结合实例,说明智能运维技术在故障预测和性能优化中的应用效果。最后,本文对电力通信系统智能化运维技术的发展趋势进行了展望。研究表明,采用智能运维技术可以有效提高电力通信系统的运行效率与可靠性,是今后电力通信网络运行维护的一个重要趋势。

关键词: 电力通信; 智能运维; 故障预测

引言

随着智能电网建设的深入,电力通信网络作为支撑电网安全稳定运行的关键基础设施,其规模与复杂性日益增加。传统的运行维护模式以人工巡检、经验判断为主,已很难满足现代电力通信网络运行维护的需要。智能运维技术是在这样的背景下产生的,它给电力通信系统的运行管理带来了一场革命。

智能运维技术是将大数据分析、人工智能和物联网等先进技术相结合,实现电力通信网络的实时监控、智能诊断与预测维修。这种新的运行维护模式,不仅可以提高运行效率、减少人力成本,而且可以提前发现潜在的故障,有效地防范系统风险,保证电力通信网络的可靠运行。

本论文的目的在于对电力通信智能运维技术的应用现状、关键技术及发展趋势进行系统的探讨,为相关领域的研究与实践提供借鉴。本文首先对电力通信技术进行了简要的介绍,接着对其技术体系进行了详细的分析,然后用一个实例来说明它的应用效果,最后对未来的发展进行了展望,并给出了一些建议。

作者简介:

沈良(1982.8-),男,汉族,浙江杭州人,本科,研究方向为数据智能相关、通信技术相关。

杨明(1987.6-),男,汉族,浙江杭州人,本科,网络技术咨询服务管理平台,研究方向为信息技术运维服务管理软件。

一、电力通信技术概述

电力通信技术作为现代电力系统的重要组成部分,其发展历程与电力工业的进步息息相关。早期电力通信以电力线载波通信为主,随著科技的进步,相继出现了光纤通信、微波通信和移动通信等多种通讯方式。现代电力通信网已经形成了以光纤通信为主体,多种通信模式共存的混合式网络结构,为电力系统调度自动化、继电保护和计量采集等提供了可靠的通信保障^[1]。

当前的电力通信网络具有以下几个显著特征:一是规模巨大,涵盖了发电、变电、配电、用电等整个电力生产过程;其次,企业必须同时承担生产监控、信息管理和市场交易等多种业务;三是可靠性要求高,尤其是关系到电网安全稳定运行的业务,对通信质量的要求更高^[2]。这些特性给电力通信网的运行管理带来了严峻的挑战。

在运行管理上,传统的运行管理方式主要依赖于常规的巡检、人工测试和经验判断,效率低、响应速度慢。随着智能电网的不断发展,电力通信设备数量急剧增加,网络结构日趋复杂,传统的维护管理模式已经很难满足实际需求^[3]。尤其在故障处理上,传统的被动式运行方式往往会导致故障后果的扩大,对电网的安全运行造成极大的威胁。这就要求电力工业积极探索运用智能运维技术来提高运行效率和质量。

二、智能运维技术基础

(一) 智能运维技术的概念与内涵

智能运维技术是信息技术与通信技术深度融合的创

新型技术体系。在电力通信领域，它涉及通信设备硬件状态监控、网络性能分析与服务质量管控等多层面。其核心目标是确保电力通信网络稳定高效运行，支撑电力系统可靠供电。

与传统运维模式不同，智能运维技术凭借自动化、智能化手段，突破依靠人工经验、事后处理的局限，实现系统与设备全生命周期的实时监测、精准分析和高效处置^[4]。它不仅关注设备当前状态，更能依据历史与实时数据预测潜在问题，提前采取预防措施，减少设备故障对电力业务的影响。

（二）智能运维技术涉及的关键技术

1. 物联网技术在电力通信设备监测中的应用

物联网技术通过传感器与网络连接设备，实现物理设备与互联网的互联互通，为电力通信设备监测助力^[5]。在关键节点的通信基站与变电站设备中，可部署多种传感器。

基站设备加装温度、湿度和烟雾传感器，实时监测运行环境；设备主体安装电压、电流传感器，监测电力参数。采集到的数据借助射频识别（RFID）技术和 ZigBee 等无线通信技术传至监控中心，运维人员可随时通过互联网查看，实现 24 小时实时监控与预警^[6]。

2. 大数据分析数据挖掘技术

电力通信网络规模扩大、设备增多，产生海量数据，大数据分析数据挖掘技术应运而生。大数据技术利用 Hadoop 和 Spark 等框架，高效存储和处理不同格式、来源的运维数据。

数据挖掘技术则能从海量数据中提取价值。聚类分析可依设备运行状态相似性划分群组，找出潜在故障模式；关联规则挖掘能发现运行指标内在关联，为预测和预防设备故障提供依据^[7]。

3. 人工智能算法在故障诊断与预测中的应用

机器学习和深度学习作为人工智能核心分支，在电力通信故障处理中作用关键。机器学习算法借助历史故障数据构建诊断模型，如 SVM、朴素贝叶斯等算法，依据实时监测数据判断设备故障状态与类型。

深度学习中的 CNN 能有效处理光通信网络故障诊断，从海量数据中自动提取特征，精准定位故障。基于深度学习的时间序列预测算法，如 LSTM，能学习设备运行时序数据的长期依赖关系，预测性能变化趋势，提前预警^[8]。

4. 云计算技术对电力通信运维的支持

云计算技术为电力通信运维提供强大计算与存储资

源。弹性计算能力使可根据需求动态分配资源，应对复杂任务；云存储成为可靠存储中心，运维人员能随时访问管理数据。

此外，云计算支持多租户模式，降低成本；高可靠性和安全性通过冗余存储、多重备份保障数据安全，为电力通信运维稳定运行提供支撑。

（三）智能运维系统的架构体系

1. 感知层、网络层、应用层的功能与构成

智能运维系统架构分为感知层、网络层和应用层。感知层是基础，由传感器、RFID 设备、仪表等组成，在各节点采集设备运行与环境参数，如基站中传感器监测温度、湿度、功耗等，为分析决策提供原始数据^[9]。

网络层负责数据传输与上下发，由多种通信网络构成，需具备高可靠性、高带宽与安全性，确保数据实时准确传输，保障电力通信要求。

应用层是核心，由运维管理平台、数据分析平台、智能诊断系统等软件构成。运维人员可在此层进行设备监测、故障预警、网络规划等操作，实现智能运维管理。

2. 各层之间的交互关系

三层相互协作形成有机整体。感知层数据经网络层传输，网络层对数据加密纠错，保障数据完整安全，防止被窃取或篡改。

数据到达应用层后经分类整理分析处理，应用层还会根据需要向网络层发送控制指令，如调整采集频率、通信链路等。同时，应用层可为感知层提供新算法和模型指导优化升级，如提出精准校准要求，提升数据采集质量，确保系统稳定运行。

三、智能运维技术应用案例

（一）设备状态监测与故障预警

将智能传感技术应用于大型电力公司电力通信网中，实现对通信设备关键参数的实时监控。例如，在通信基站的光学发送器、接收器上都装有高精度光学功率、温度传感器。利用智能运维系统，将传感器采集到的数据实时传送至监控中心。

采用数据分析算法，对所收集的数据进行分析和处理。在正常工作状态下，光源输出光功率稳定在某一范围内，器件的温度也处于正常范围。如果光功率波动太大，温度过高，智能运维系统就会发出警告。在一次实际运行中，某台光学发射机的光功率逐渐衰减，智能运维系统通过对比分析历史数据与实时数据，在光发射机发生故障前的几个小时内，准确地将故障预警信息发送给操作人员。根据预警信息，运维人员及时赶赴现场，更换

故障部件，防止通信中断对电力调度等业务造成的严重影响。

（二）智能巡检机器人应用

某地区电力通信站规模庞大，机房设备数量多，分布广，因此对其进行了分析和研究。为提高巡检的效率与精度，提出了一种智能化巡检机器人。

该机器人装备有高清晰度摄像机，红外线热成像以及各种传感器。它能根据预先设定的巡视线路，实现对机房的自动巡视。在巡检时，摄像头可对设备的外观进行拍照，并利用图像识别技术来判定设备有无物理损伤，如外壳有无裂纹，指示灯状态是否正常等。红外线热成像仪则是用来探测仪器的发热状况。例如，在对通讯交换机进行巡检时，由于接触不良、过载等原因，该机器人可以检测出交换机内部的一些电路板局部过热。当发现异常时，机器人会及时向运维中心反馈相关信息，运维人员可依据巡检结果，对设备进行有针对性的检测与维修，降低人工巡检工作量，降低误报概率^[10]。

（三）基于大数据的网络优化与资源管理

在省域电力通信网管理系统中，采用智能运维技术对网络流量、带宽利用率、设备负荷等数据进行采集。

本项目拟利用大数据分析平台，深入挖掘海量数据。研究表明，在某些业务高峰时段，电力通信网的带宽利用率过高，甚至达到了饱和状态。智能运维系统在分析历史数据与实时业务需求的基础上，对网络资源进行优化。在适当限制非重要流量流量的同时，合理地调整部分流量，引导流量在利用率较低的线路上传输。另外，在网络资源管理上，根据设备的使用年限、性能指数等数据，对设备进行更新、扩容规划。对临近使用年限、性能衰退显著的设备，应及早进行更换，以保证电力通信网的可靠稳定运行。

四、智能运维技术发展趋势

展望未来，电力通信系统的智能化和自动化程度将进一步提高。首先，深入应用人工智能技术是一种重要趋势。在此基础上，本项目提出一种基于深度学习算法的运维系统，该系统具有更强的自主学习与决策能力，以应对更加复杂的运维场景。特别地，强化学习技术的运用，可以让系统在持续与环境互动的情况下，不断地优化维护策略，实现真正意义上的自治运行。

随着5G的普及，智能运维面临着新的机遇。5G网络具有高带宽、低时延等特点，能够支持更多的智能终端接入，提高数据的实时性。结合边缘计算技术，对运

行数据进行就近处理与分析，提高响应速度。另外，5G网络切片技术可以为不同运营服务提供差别化的网络服务保障。

结论

电力通信智能化运维技术代表着未来运维管理的发展趋势，它的应用将对传统运维模式产生深刻的影响。分析表明，智能运维技术可以有效地解决目前电力通信网络运营中存在的诸多问题，对提高运营效率、降低运营成本和保证系统安全性具有重要意义。随着技术水平的不断提高、应用范围的不断扩大，电力通信系统的智能化运营将会越来越重要。

然而，智能运维技术在实际应用中还面临着数据质量差、算法可靠性差、人才匮乏等问题。要实现这一目标，需要电力企业、科研院所、政府等多部门通力合作，共同推进技术创新与标准制定。未来，随着新一代信息技术的融合发展，电力通信的智能化和自动化程度也将进一步提高，为智能电网的建设提供有力支撑。

参考文献

- [1] 彭蔚.面向电力通信设备智能运维的知识图谱应用[J].无线互联科技, 2024, 21(23): 64-68.
- [2] 张道朴.电力通信智能运维技术研究[J].中国新通信, 2024, 26(17): 4-6.
- [3] 胡文贞.电力信息通信数据智能运维技术的应用[J].电子元器件与信息技术, 2024, 8(08): 145-147.
- [4] 任昊.电力通信系统智能运维技术研究[J].张江科技评论, 2024, (06): 95-97.
- [5] 冶凯莉, 刘富贵, 庞玉琼.通信电源监控系统在电力通信中的运用[J].中国宽带, 2024, 20(06): 91-93.
- [6] 张梦凡, 史普鑫, 孟繁林, 张贵, 耿琳.电力通信网络智能运维故障诊断系统研究[J].自动化仪表, 2024, 45(02): 8-12+18.
- [7] 张晓宇.电力通信企业一体化运维管理[J].现代企业文化, 2023, (26): 29-32.
- [8] 侯丽芳.基于物联网的电力通信智能移动运维系统设计[J].光源与照明, 2023, (08): 93-95.
- [9] 温育靖.电力信息通信数据智能运维技术的应用[J].中国宽带, 2023, 19(05): 165-167.
- [10] 陆文卿.电力通信技术智能运维技术研究[J].现代工业经济和信息化, 2023, 13(04): 98-100.