

5G通信网络中的实时监测与故障诊断技术

笪飞鹤

浙江蕙达科技有限公司 浙江 杭州 310000

摘要：本文围绕5G通信网络中的实时监测与故障诊断技术展开研究。阐述研究背景，5G网络高速率、低时延、大连接的特性带来机遇同时也面临诸多挑战，如网络复杂性增加等，凸显研究意义。介绍实时监测技术基础，包括5G网络架构、监测指标体系及数据采集传输机制，阐述关键监测技术，如大数据流量监测等。剖析故障诊断理论方法，从基本理论到传统、智能方法，还探讨故障诊断模型构建、故障定位及预测预防策略。研究成果有望提升5G通信网络稳定性和可靠性，助力其高效运行，但仍存在需深入研究之处，未来可进一步拓展优化。

关键词：5G通信网络；实时监测；故障诊断；智能方法

1 引言

随着信息技术的飞速发展，5G通信网络凭借其高速率、低时延、大连接的特性，正深刻改变着人们的生活与社会的运行模式，广泛应用于智能交通、工业互联网、远程医疗等众多领域。然而，5G网络架构的复杂性以及多样化的业务需求，给网络的稳定运行带来严峻挑战。网络拥塞、信号干扰、设备故障等问题频发，一旦出现故障，将严重影响用户体验和行业应用的正常开展。在此背景下，对5G通信网络中的实时监测与故障诊断技术的研究迫在眉睫。通过有效的实时监测，可及时掌握网络运行状态，获取关键性能指标数据；而精准的故障诊断技术能快速定位故障根源，实现故障的及时修复与预防。这不仅有助于提升5G网络的可靠性和稳定性，也为其持续拓展应用奠定坚实基础。

2 实时监测技术基础

2.1 5G网络架构与监测原理

5G网络采用全新的服务化架构，主要由核心网、接入网和终端设备构成。核心网负责用户数据管理、会话管理以及业务支撑等功能，通过控制面与用户面分离，提升网络处理效率；接入网则包含多种基站，实现无线信号覆盖与用户接入。其监测原理基于对网络各个节点和链路的状态信息收集。例如，在基站中，通过传感器收集设备的运行参数，像功率、温度、信号强度等；在核心网中，利用网络协议分析工具，获取数据流量、传输时延等信息。监测系统将这些信息汇总，依据预先设定的规则和模型，判断网络是否正常运行，一旦参数偏离正常范围，就发出预警信号，为后续的网络优化和故障诊断提供数据基础^[1]。如图1所示：

2.2 监测指标体系构建

构建全面、科学的监测指标体系是5G网络实时监

测的关键。从网络性能角度，包含吞吐量、时延、丢包率等指标。吞吐量反映单位时间内网络传输的数据量，高吞吐量意味着网络能承载更多业务；时延体现数据从发送端到接收端的传输时间，低时延对于实时性业务至关重要，如远程控制。丢包率则衡量数据包在传输过程中丢失的比例，过高会影响数据完整性。从信号质量方面，有信号强度、信噪比、干扰电平。信号强度决定覆盖范围和通信质量，信噪比反映信号与噪声的比例关系，干扰电平体现外界干扰程度。此外，还涉及设备状态指标，如CPU利用率、内存使用率，用来评估设备运行健康状况，确保网络稳定运行。

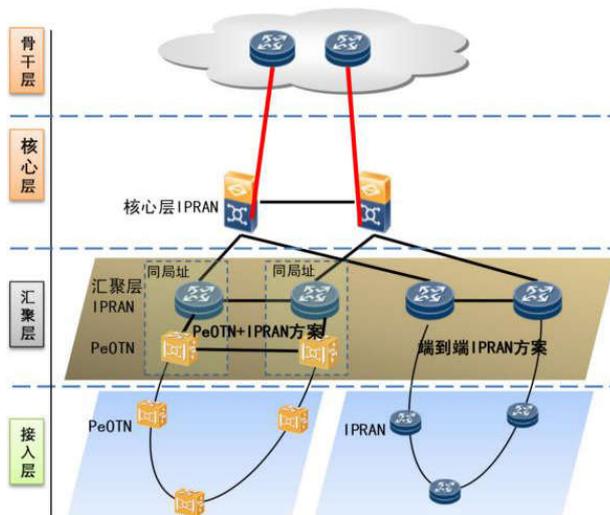


图1 5G承载组网架构

2.3 监测数据采集与传输机制

5G网络监测数据采集手段多样。基站侧借助内置监测模块收集设备状态与无线信号数据，传输网络中通过流量监测探针获取链路流量信息。采集后的数据按类型和优先级分类整理，采用高效可靠的传输机制：关键性

能指标数据,像故障告警这类实时性要求高的,用低时延传输协议,快速送达监测中心;大量历史性能数据则批量传输,降低网络带宽占用。传输时利用加密技术保障数据安全,防止被窃取或篡改。数据传输至监测中心后,会集中存储处理,用于后续分析挖掘,为网络运维和故障诊断提供有力支撑。

3 实时监测关键技术

3.1 基于大数据的流量监测技术

5G网络流量具有海量、多变的特点,基于大数据的流量监测技术成为关键。此技术借助分布式采集系统,从5G网络各个节点收集流量数据,再利用大数据存储与处理平台,如Hadoop、Spark等,对这些数据进行高效分析。通过构建流量模型,能够准确刻画不同时段、不同区域的流量分布特征,实时监测流量异常。例如,在高峰时段,依据模型预测流量范围,一旦实际流量超出预警阈值,系统立即发出警报,帮助运维人员快速定位流量突增的来源,及时采取流量调控措施,保障网络在高负载下仍能稳定运行,避免因流量过载导致网络拥塞或服务中断^[2]。

3.2 高精度信号质量监测技术

信号质量直接影响5G通信的性能和用户体验。高精

度信号质量监测技术利用先进的监测设备和算法,对信号强度、信噪比、误码率等关键指标进行精确测量。通过多天线技术和信号处理算法,能实现对信号的多角度监测,有效区分有用信号与干扰信号。例如,在复杂电磁环境中,运用自适应滤波算法,实时滤除干扰信号,准确获取真实信号质量数据。监测系统还会将实时信号质量数据与预设标准进行比对,一旦发现信号质量下降,立即分析原因,如基站故障、信号遮挡等,为后续优化调整提供依据,确保5G网络信号稳定、通信可靠。

3.3 网络设备状态实时监测技术

5G网络由大量的基站、核心网设备等组成,实时掌握这些设备状态至关重要。该技术通过在设备中植入监测模块,收集设备的CPU使用率、内存占用、温度、电压等运行参数。利用物联网技术将这些数据传输至统一管理平台,借助数据分析工具,对设备状态进行实时评估。一旦设备出现异常,如CPU使用率过高、温度过高等,系统自动触发预警机制。运维人员可根据预警信息,及时判断设备故障类型和严重程度,采取相应措施,如远程重启、软件升级或硬件更换等,保障网络设备正常运行,从而确保5G网络整体的稳定与高效^[3]。如表1所示:

表1 网络设备状态实时监测图

设备类型	设备ID	温度(°C)	电压(V)	风扇转速(rpm)	运行状态	告警信息
基站gNB-1	101	45	48	2000	正常	无
基站gNB-2	102	55	47.5	2200	正常	无
核心网服务器-1	201	60	230	3000	正常	无
核心网服务器-2	202	75(阈值70°C)	220	3500	异常	温度过高告警

4 故障诊断理论与方法

4.1 故障诊断基本理论

故障诊断是通过监测、分析设备或系统运行状态,识别异常并确定故障性质、部位和原因。在5G通信网络中,故障诊断基本理论融合信号处理、模式识别和人工智能知识。基于信号处理,从网络信号提取信号强度、频率等特征参数,经滤波、变换凸显异常。模式识别将网络特征模式化,构建特征库,对比实时数据判断故障。人工智能理论如神经网络、专家系统,利用历史故障数据训练模型,让其自主学习故障特征实现智能化诊断,为5G网络稳定运行提供理论基础。

4.2 传统故障诊断方法概述

传统故障诊断方法在5G通信网络故障排查中发挥过重要作用。基于规则的诊断方法,依据专家经验和领域知识制定一系列规则,当监测到的网络参数触发相应规则时,判断出现对应故障。例如,若信号强度持续低于

设定阈值,按规则判定为信号传输故障。基于模型的方法则建立网络的数学模型,通过比较实际运行数据与模型预测值来诊断故障,像利用状态空间模型描述网络状态,一旦实际状态偏离模型预测,便识别出故障。还有基于统计的方法,对大量历史监测数据进行统计分析,设定正常运行的统计边界,超出边界则判定为故障。不过,这些方法在应对5G网络复杂多变的故障时,存在适应性差、诊断效率低等局限^[4]。

4.3 智能故障诊断方法原理

智能故障诊断方法是解决5G通信网络复杂故障的有效途径,神经网络是其中关键。它模仿生物神经元,构建含输入层、隐藏层、输出层的模型。把5G网络监测数据输入,隐藏层负责特征提取与非线性变换,输出层给出诊断结果。经大量故障样本训练,神经网络可自主学习复杂故障模式。深度学习里的CNN和RNN也常用于5G故障诊断,前者擅处理图像,分析网络拓扑图;后者长

于处理时间序列数据，分析网络性能指标。模糊逻辑、遗传算法等智能技术与神经网络结合，能进一步提升诊断的准确性和效率。

5 故障诊断技术应用

5.1 故障诊断模型构建与训练

故障诊断模型构建与训练是实现5G通信网络高效故障诊断的关键环节。首先，基于5G网络架构和故障类型，选择合适的建模方法，如深度神经网络、支持向量机等。收集大量历史故障数据以及正常状态下的网络运行数据，这些数据涵盖网络流量、信号强度、设备参数等多维度信息。对数据进行清洗、标注，去除噪声和错误数据，明确故障类型标签。利用标注好的数据进行模型训练，设置合适的训练参数，如学习率、迭代次数等。通过反复训练，使模型不断学习数据中的特征和规律，提高对故障的识别能力。在训练过程中，采用交叉验证等方法评估模型性能，及时调整模型参数，确保模型的准确性、泛化能力和稳定性，为准确诊断5G网络故障提供有力支撑。

5.2 故障定位与隔离技术实现

故障定位与隔离技术旨在快速准确地确定5G网络故障发生的位置，并将故障部分与正常部分隔离开来，减少故障影响范围。利用监测数据和构建好的故障诊断模型，通过信号分析、路径追踪等手段，对疑似故障区域进行逐步排查。例如，当出现信号异常时，通过分析信号传播路径上各节点的数据，确定信号衰减或干扰发生的具体节点。对于确定的故障节点或链路，采取相应的隔离措施。如在软件层面，通过配置策略禁止故障设备参与网络业务；在硬件层面，可通过物理断开连接等方式实现隔离。同时，向网络管理系统发出警报，详细报告故障位置和类型，以便运维人员及时进行修复，保障网络其他部分正常运行^[5]。

5.3 故障预测与预防策略

故障预测与预防策略是提升5G通信网络可靠性的前瞻性手段。借助机器学习算法对历史故障数据和实时监

测数据进行分析，挖掘网络运行状态的潜在变化趋势和故障发生的前兆特征。例如，通过对网络流量、设备温度等参数的长期监测和分析，建立故障预测模型，预测可能发生的故障时间和类型。基于故障预测结果，制定针对性的预防策略。对于可能出现的设备过热故障，提前优化设备散热系统或调整设备运行参数；对于网络拥塞风险，采用流量调度、负载均衡等技术进行预防。定期对网络进行健康检查和维护，及时更新设备固件和软件版本，消除潜在故障隐患，降低故障发生概率，保障5G通信网络稳定运行。

6 结语

本研究聚焦5G通信网络的实时监测与故障诊断技术，明确了关键监测指标，构建数据采集传输体系，引入大数据、高精度监测技术，梳理故障诊断理论与方法，成功搭建诊断模型，实现故障定位、隔离与预测。这些成果提升了5G网络稳定性，为运营商和用户提供可靠保障。但研究仍存在局限，如故障诊断模型对罕见复杂故障适应性不足，监测技术在特殊场景下精度有待提升。未来可从优化模型结构、融合多源数据及研发新型监测算法等方向深入，助力5G网络在各领域安全、高效地发展，推动通信行业迈向新高度。

参考文献

- [1]余飞翔.基于5G通信技术的配电网设备故障诊断与预测研究[J].通信电源技术,2024,41(14):209-211.
- [2]秦毅玮,卢旭鑫,谢宝兴,朱建磊,吴天鹏,张海波.5G通信技术在新能源场站中的应用研究[J].信息记录材料,2025,26(2):105-107.
- [3]熊光明.5G通信技术在配电网监测与控制中的应用研究[J].通信电源技术,2024,41(5):179-181.
- [4]邢焕智,李培龙,冯敬.基于5G通信技术的智能配电网实时监测与控制[J].通信电源技术,2024,41(10):157-159.
- [5]于潇.基于5G通信技术的UPS系统故障诊断研究[J].通信电源技术,2024,41(21):135-137.