

值班员在变电站设备异常信号辨识中的经验作用研究

周学智 刘利娜

内蒙古电力(集团)有限责任公司鄂尔多斯供电分公司 内蒙古 鄂尔多斯 017000

【摘要】：在变电站设备运维过程中，值班员的经验对异常信号的识别至关重要。值班员通过长期的实践积累，能够迅速判断出设备运行中可能出现的异常信号，进而采取有效的处理措施，防止设备故障的扩展。本文从变电站设备异常信号的类型及辨识难度出发，分析了值班员经验在信号辨识过程中的具体作用。研究表明，值班员的经验不仅能够提高信号辨识的准确性，还能缩短响应时间，减少设备停运风险，为变电站的稳定运行提供有力保障。

【关键词】：变电站；设备异常信号；经验作用；信号辨识；运维效率

DOI:10.12417/2705-0998.26.04.034

引言

值班员作为变电站设备的第一道防线，其在设备异常信号辨识中的作用不容忽视。通过对设备运行状况的细致观察与分析，值班员能够发现早期的异常信号，从而采取有效措施预防故障扩大，确保设备的安全稳定运行。特别是在设备种类繁多、运行环境复杂的变电站中，值班员凭借经验对信号进行辨识，往往能比传统的自动化系统更加灵敏地捕捉到设备的异常情况。因此，研究值班员在设备异常信号识别中的经验作用，能够为提升变电站设备管理和故障处理效率提供实际参考，也为自动化系统的辅助提升提供宝贵的经验数据。

1 值班员经验对设备异常信号辨识的影响

1.1 信号类型与辨识难度分析

变电站设备的异常信号种类繁多，涉及到不同设备和不同故障模式。信号可以是设备运行参数的变化，如电流、电压的波动，也可能是设备发出的声响、振动等物理信号。这些信号的辨识难度与设备的工作状态、故障的类型以及异常信号的频率和强度密切相关。设备发生故障时，异常信号的表现形式和传递机制各不相同，辨识的准确性和及时性受到多种因素的影响。对复杂设备来说，信号的识别通常会面临多重干扰，需依赖经验丰富的值班员进行筛选与判断。

1.2 经验对信号辨识的提高作用

值班员通过多年的实践积累，能够在异常信号的初期阶段及时发现设备潜在问题。不同于自动化系统，值班员依靠个人经验能够迅速识别出微小的异常变化，尤其是在非典型故障发生时，自动化系统可能未能及时察觉到初期的细微变化。值班员对于设备运行规律的熟悉度，使其能凭借感知能力辨别出通常不易察觉的异常信号，从而有效避免设备的严重故障^[1]。经验的积累，使得值班员在面对复杂的故障模式时，能够根据历史数据与现场情况做出快速决策，确保变电站设备的持续稳定运行。

1.3 经验与自动化诊断系统的协同作用

在现代变电站中，自动化诊断系统逐渐成为辅助设备故障

诊断的重要工具，但在面对复杂故障时，自动化系统难以完全替代值班员的直觉判断和经验。值班员在设备出现异常时，能够结合自动化系统提供的数据与报警信息，对故障原因进行多角度分析，弥补系统在数据解读上的局限。经验丰富的值班员能在自动化系统未能完全识别的情况下，通过对信号的深入分析，迅速采取措施，减小设备故障对系统的影响。两者的协同作用，不仅提高了异常信号的辨识准确性，也保障了设备管理的高效性。

2 变电站设备异常信号的常见特征

2.1 常见的设备故障信号类型

变电站设备故障信号通常表现为电气参数的异常波动，电压、电流、频率等信号的突变是最常见的故障指示。负荷不平衡、短路或接地故障等可能导致电流波动，进而引发电压波动。设备内部机械故障也会导致设备产生异常振动和噪声，成为可靠性降低的信号。电气设备的温度、湿度等环境参数的异常，也常常是设备发生故障的先兆，随着设备运行时间的延长，这些设备在工作时的信号模式逐渐出现变化。继电器保护系统和自动化设备监控系统也能生成警报信息，作为信号的补充。这些信号通过一定的传输渠道呈现出不同的故障特征。

2.2 异常信号与正常信号的区分标准

设备的正常运行状态下，电气信号保持在一定的波动范围内，且频率、幅度、相位等变化规律较为稳定。异常信号则表现为超出正常波动范围的突变或长时间的异常波动^[2]。通过信号分析可以区分正常与异常状态。在电流波形出现不规则的波动或出现偏移时，往往是由于设备发生了机械故障或电气故障引起的。对于正常工作中的设备，温度和电压等指标的波动幅度是有限的，而当出现超过设定阈值的波动，或者持续存在超出正常运行范围的信号时，便能判定为异常信号。信号的时间间隔和频率也能够帮助辨别是否属于正常波动。

2.3 信号出现的时间与频率特征

信号的时间分布和频率特征直接影响对设备故障的诊断与定位。在正常运行情况下，设备的信号波动具有一定的周期

性和规律性，不会出现剧烈波动或持续的异常变化。一旦设备发生故障，信号通常表现为突发性变化或者持续异常波动。故障信号的时间特征主要体现在其发生频率、持续时间及波动周期上。频繁且突发的信号波动往往指示着设备的短时故障，而长时间、周期性变化则可能是设备老化或系统逐步损坏的表现。在分析这些特征时，结合信号的频率、持续时间以及发生的时间点，有助于识别故障的性质和具体位置，从而采取及时的措施。

3 值班员经验在异常信号识别中的决策过程

3.1 决策影响因素分析

值班员在做出决策时，面临多重影响因素。设备的运行状态和历史故障记录对于决策有着重要指导作用。经验丰富的值班员能够根据设备的历史数据，评估当前信号是否为典型故障的前兆，或者是设备的正常波动。同时，值班员的知识储备和应急处理能力也直接影响决策质量。对于同一异常信号，不同值班员根据其经验水平和对设备特性的了解，可能做出不同的反应。环境因素，如变电站的负荷情况和外部天气，也对信号的辨识和决策有着不可忽视的影响。在设备复杂度较高或运行环境特殊的情况下，值班员的直觉判断往往能弥补自动化系统的不足，帮助决策更加精准。

3.2 经验与设备状态的匹配关系

值班员在异常信号识别过程中，凭借多年的经验能够迅速将信号与设备状态相匹配。当设备出现异常时，经验丰富的值班员能够根据具体的故障信号，推测出可能的故障原因^[3]。当电流或电压波动与设备负载变化不符时，值班员通常能够迅速识别出设备是否发生了过载或损坏的可能性。值班员对于设备运行中的各类常见信号特征具有深刻的理解，他们能够根据设备的运行环境、使用年限等信息，有效判断信号与设备状态之间的关系。这种匹配关系帮助值班员从大量信号中快速筛选出需要关注的异常信号，从而提高决策效率和响应速度。

3.3 决策过程中对信号的优先级排序

在异常信号识别和决策过程中，信号的优先级排序至关重要。值班员在面对多重异常信号时，会根据信号的严重性、对设备安全性的影响以及故障可能扩展的速度进行优先级评估。经验丰富的值班员能够快速识别哪些信号具有更高的风险，哪些信号可能只是暂时的干扰。电流突变可能意味着电气设备的短路，而较为缓慢的电压波动则可能只是设备老化的正常现象。基于对设备特性的了解，值班员将信号按照其可能对系统安全造成的影响大小进行排序，将最紧急的问题优先处理，从而确保变电站设备的持续安全运行。这种优先级排序方法是基于多年经验和对设备的深入了解形成的，具有很高的实用价值。

4 提升值班员信号辨识能力的对策

4.1 经验积累与培训机制的建立

提升值班员的信号辨识能力，经验积累是至关重要的。为了确保每位值班员能在面对不同类型的设备故障时做出及时反应，应当建立完善的培训机制，涵盖设备运行规律、故障诊断方法以及常见异常信号的识别标准。系统性的培训内容不仅包括理论知识，还应通过实践操作进行强化，组织定期的现场模拟故障演练，使值班员在实践中积累经验，提升其快速判断能力。通过制定清晰的培训课程和评估标准，可以有效提升新员工的学习效率和经验积累速度。设备故障案例的定期分析和分享会，能够使值班员从过往的故障中汲取教训，增强故障应急响应能力。这些培训不仅仅针对设备本身，还包括应急处理流程和团队协作能力，帮助值班员提升对复杂故障的综合处理能力。

4.2 引入辅助工具提升辨识精度

引入辅助工具可大幅提高值班员对异常信号的辨识精度。随着技术的发展，现代变电站已逐渐配备先进的监控系统和信号分析工具，这些工具可以实时采集设备运行数据并对异常信号进行预警。在此基础上，智能化辅助工具能够根据大量历史数据建立故障模型，通过数据挖掘算法自动识别出潜在的故障信号，并通过直观的界面呈现给值班员，帮助他们更快地定位问题源^[4]。这类工具不仅能提高异常信号的识别速度，还能减少人为错误，提高辨识的准确性。基于机器学习的自动诊断系统在多次学习中能逐渐优化信号判断规则，使其能应对更复杂的异常模式。虽然自动化工具具有显著优势，但结合值班员的经验，将这些工具与人工判断相结合，能够实现设备故障诊断的最佳效果。

4.3 经验与技术结合的最佳实践

为了提升值班员的信号辨识能力，最佳的实践应是将经验与技术有机结合。经验丰富的值班员在面对设备故障时，能够依赖对设备运行特性的深刻理解，迅速判断出信号背后的潜在问题。单纯依靠人工经验在处理复杂故障时存在一定的局限性。技术手段的引入为值班员提供了更多的参考依据，能够在大量数据中提取出有价值的信息，减少因人为因素造成的判断偏差。在实际操作中，值班员应学会使用自动化诊断系统提供的数据分析结果，辅助其经验判断，同时将技术工具的反馈与自身的工作经验进行对比和验证。通过这种融合，不仅能提升设备故障的诊断效率，还能减少因经验不足或信息缺乏带来的误判。技术和经验的有机结合，能够提升故障识别的准确度，进而确保变电站设备的稳定可靠运行。

5 变电站设备异常信号辨识的未来发展趋势

5.1 智能化系统对经验作用的补充

智能化技术的不断进步，变电站设备的异常信号辨识逐渐

依赖于智能化系统的支持。这些系统可以通过实时监控设备的运行数据,利用大数据分析技术对信号进行分类和识别,及时识别设备可能出现的故障并提前发出预警。尽管智能化系统的诊断速度和准确性日益提高,但经验依然在辨识过程中扮演着至关重要的角色。经验丰富的值班员能够对系统反馈的信息进行快速验证与判断,特别是在处理系统无法准确识别的复杂故障时。智能化系统为值班员提供了更为精准的诊断工具,而经验则帮助他们系统的判断进行合理评估与调整,确保设备故障得到及时、有效的处理。智能化系统与值班员经验的协同作用将成为未来变电站设备信号辨识的重要趋势。

5.2 大数据与机器学习在信号分析中的应用

大数据和机器学习技术正逐步渗透到变电站设备的异常信号分析中,提升了信号辨识的精准度和效率。通过采集和分析海量设备运行数据,机器学习算法能够识别出潜在的设备故障模式并进行预测。这些技术能够从大量历史数据中提取出规律性的信息,并对未来可能出现的异常信号进行提前预警。大数据分析帮助构建设备的健康模型,实时监测设备运行状态,进而通过数据挖掘技术发现信号变化中的微小异常^[1]。随着算法的不断优化和学习,机器学习能够更加精准地处理复杂的设备故障信息,大幅提升信号辨识的自动化水平。结合这些技术的应用,变电站的设备管理将实现更高效、精准的预测与故障

防范。

5.3 系统化培训与经验管理的结合

未来,变电站设备的异常信号辨识将越来越依赖于系统化的培训与经验管理机制。随着技术的不断更新和设备复杂度的提升,单纯依靠个体经验可能无法全面应对所有的设备故障情况。系统化的培训机制将结合最新的设备技术、故障诊断方法以及大数据分析工具,使值班员能够快速掌握故障识别技巧并适应智能化系统的应用。通过制定标准化的培训课程和经验管理制度,可以将经验的积累与传承融入日常管理中,实现跨岗位、跨设备的经验共享。同时,经验管理平台可以将值班员在处理故障中的成功案例进行系统化整理,并通过数据化管理提升经验的利用效率。这样的结合将促使变电站设备的运维工作更加精细化和高效,减少人为错误的发生,并提升故障响应速度。

6 结语

值班员在变电站设备异常信号辨识中的经验作用不可忽视。随着智能化系统的引入和数据分析技术的发展,经验与技术的结合将进一步提升信号辨识的效率与准确性。未来,经验积累与技术创新将共同推动变电站设备运维管理的优化,为确保电力系统的安全稳定运行提供有力保障。

参考文献:

- [1] 曹士保,张顺,李生鹏,高科碧.考虑变电站信号交叠的设备异常状态巡检方法[J].计算机仿真,2025,42(5):302-306.
- [2] 魏迎澳,徐建,李英豪,胡浩特.基于改进 YOLOv11n 模型的变电站设备及生产行为异常检测[J].湖北民族大学学报(自然科学版),2025,43(1):41-46.
- [3] 苟大斌,钱维熙.基于红外图像识别的变电站电气设备异常运行预警方法[J].电工技术,2025(4):201-203.
- [4] 张舸,吴奇珂,黎翔,刘奇,程培军.基于边缘计算技术的变电站二次设备异常判定[J].电子器件,2025,48(1):164-169.
- [5] 冯驰域,池荣辉,周文越,曹桓,王子驰.基于声纹识别的变电站设备运行状态监测方法[J].中国新技术新产品,2025(14):8-10.