

# 输变电设备状态监测与故障诊断技术

周俊成

国网四川省电力公司眉山供电公司

**摘要:**随着电力行业的快速发展,输变电设备状态监测与故障诊断技术变得越来越重要。本文首先介绍了输变电设备状态监测与故障诊断技术的重要性,然后详细阐述了输变电设备状态监测技术和故障诊断技术在电力系统中的应用,包括在线监测系统、红外热像仪、变压器故障诊断等。最后,本文展望了输变电设备状态监测与故障诊断技术的未来发展。

**关键词:**输变电设备; 状态监测; 故障诊断; 在线监测; 红外热像仪; 变压器故障诊断

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2022.08.070

## 一、引言

在电力行业快速发展的背景下,输变电设备作为电力系统的重要组成部分,其状态监测与故障诊断技术对于保障电力系统的稳定性和可靠性具有重要意义。输变电设备在长期运行过程中容易受到各种因素的影响,如设备老化、环境变化等,导致潜在的故障和问题。因此,对输变电设备进行状态监测和故障诊断是预防和解决设备故障的关键手段。

## 二、输变电设备状态监测技术

输变电设备是电力系统中非常重要的组成部分,其状态监测技术对于保障电力系统的安全稳定运行具有重要意义。本节将介绍输变电设备状态监测技术,包括在线监测系统和红外热像仪等监测方法。我们将探讨这些技术的原理、优势以及在输变电设备中的应用情况,为相关领域的研究和应用提供参考。

### (一) 在线监测系统

#### 1. 系统构成与工作原理

在线监测系统是针对输变电设备运行状态进行实时监控的一种技术手段。该系统主要由传感器、数据采集器和数据处理分析器三部分组成。传感器用于监测设备的各项参数,如温度、压力、振动等;数据采集器负责收集传感器的数据并进行初步处理;数据处理分析器则对数据进行深入分析,以诊断设备的运行状态。

工作原理方面,在线监测系统通过传感器对输变电设备的运行状态进行实时感知,并将感知的数据通过数据采集器进行收集和处理。数据处理分析器利用预设的算法对数据进行深入分析,以判断设备的运行状态。若设备出现异常或故障,系统会立即发出警报,以便工作人员及时进行维修和更换。

#### 2. 监测参数与数据分析

在线监测系统主要监测的参数包括设备温度、压力、振动等。其中,设备温度监测主要用于预防设备过热或烧毁,压力监测则用于预防设备因压力异常而损坏,振动监测则可提前发现设备潜在的故障或问题。

数据分析方面,在线监测系统通过采集设备的实时数据,利用预设的算法对数据进行处理和分析。通过比较实时数据与历史数据,可以判断设备是否出现异常或故障。同时,系统还会根据数据分析结果提供相应的维修建议或预警信息。

#### 3. 应用实例与效果评估

在线监测系统在输变电设备状态监测中具有广泛的应用。例如,某电力公司利用在线监测系统对变压器进行了实时监控。通过安装温度传感器和振动传感器,系统能够实时监测变压器的温度和振动情况。当系统发现异常情况时,会立即发出警报并提示维修建议,有效避免了设备损坏和停电事故的发生。

此外,在线监测系统还可以结合其他监测技术,如红外热像仪、油色谱分析等,对输变电设备进行更加全面和准确的监测。通过多种技术的联合应用,可以更好地判断设备的运行状态和潜在问题,为维修和更换提供更加可靠的依据。

### (二) 红外热像仪

#### 1. 红外热像仪的工作原理

红外热像仪是一种利用红外热成像技术对目标进行红外辐射探测的仪器。它通过将目标表面的红外辐射转化为可见光图像,从而实现目标表面温度分布的直观显示。

在输变电设备监测中,红外热像仪主要用于对设备表面温度分布进行实时监控。通过对设备表面的红外辐射进行采集和处理,热像仪可以将设备表面的温度分布转化为图像,以便工作人员对设备进行直观的观察和分析。

#### 2. 输变电设备红外检测方法

在输变电设备监测中,红外热像仪通过常规红外检测和目标跟踪红外检测方法,对设备表面温度分布进行实时监控,以发现设备表面的异常发热或温度变化以及设备内部的潜在故障或问题。同时,结合其他监测技术,如振动监测、油色谱分析等,可以对输变电设备进

行更加全面和准确的监测和分析，有效预防设备故障和停电事故的发生，提高设备的可靠性和安全性。

### 3. 应用实例与效果评估

红外热像仪在输变电设备状态监测中具有广泛的应用价值。例如，某电力公司利用红外热像仪对变压器进行了实时监控。通过使用红外热像仪对变压器表面进行扫描和测量，工作人员能够及时发现并解决变压器表面的异常发热问题，有效避免了设备故障和停电事故的发生。同时，红外热像仪还可以与其他监测技术相结合，提高对输变电设备的监测质量和效率。

## 三、输变电设备故障诊断技术

输变电设备在电力系统中扮演着举足轻重的角色，其故障诊断技术对于保障电力系统的安全稳定运行至关重要。本节将介绍输变电设备故障诊断技术，包括变压器故障诊断、电缆故障诊断以及其他故障诊断技术。

### （一）变压器故障诊断

#### 1. 变压器故障类型及原因

变压器是电力系统中的重要设备，其故障可能会影响电力系统的稳定性和可靠性。常见的变压器故障包括：绕组故障、铁芯故障、油路故障、开关故障等。这些故障的主要原因可能包括制造缺陷、维护不当、使用环境恶劣等。

#### 2. 变压器故障诊断方法

变压器故障诊断是维护电力系统稳定和可靠的关键环节。通过综合运用电气测试、油样分析、声学监测和热成像等技术，可以有效地诊断出变压器的潜在故障。首先，通过电气测试，测量变压器的电压、电流和电阻等电气参数，可以判断其是否在正常范围内，从而初步评估变压器的运行状态。其次，油样分析可以通过对变压器油的化学成分进行分析，检测是否有异常物质或化学反应，以进一步判断变压器的内部情况。此外，安装在变压器周围的声学传感器可以捕捉异常声音，如放电和嗡嗡声等，从而根据声音的特征判断是否存在某些故障。最后，通过红外热像仪对变压器进行表面温度分布监测，可以发现异常发热或温度变化，进一步印证变压器的潜在故障。这些技术的综合应用可以帮助维修人员及时、准确地诊断出变压器的故障，并采取有效的维修措施，确保电力系统的稳定性和可靠性。

### 3. 应用实例与效果评估

例如，某电力公司采用声学监测方法对所辖的变压器进行故障诊断。他们安装了声学传感器网络，并设置了异常声音的阈值。当传感器捕捉到异常声音时，系统会自动报警并通知维修人员。经过一段时间的运行，维修人员发现这种方法能够及时发现变压器的潜在故障，并采取有效的维修措施，有效提高了电力系统的稳定性

和可靠性。

### （二）电缆故障诊断

#### 1. 电缆故障类型及原因

电缆是电力系统中重要的传输介质，其故障可能导致电力中断或其他严重后果。常见的电缆故障包括：短路、断路、接触不良等。这些故障的主要原因可能包括制造缺陷、使用环境恶劣、过度磨损等。

#### 2. 电缆故障诊断方法

电缆故障诊断是保障电力系统和通信线路正常运行的重要环节。通过采用电阻测量、电容测量、声学监测和视觉监测等方法，可以有效地诊断出电缆的故障。首先，电阻测量是通过测量电缆两端的电阻值来判断是否有断路或短路故障。如果电阻值超出正常范围，则说明电缆存在故障。其次，电容测量是通过测量电缆的电容值来诊断接触不良或其他电气故障。如果电容值异常，则可能是由于接触不良或电气损伤导致的问题。此外，声学监测是通过声学传感器捕捉电缆周围的异常声音，如放电和嗡嗡声等，以判断是否有故障。这些声音通常是由于电缆内部绝缘材料劣化、导体断裂等原因引起的。最后，视觉监测是通过安装在电缆周围的摄像头进行实时监控，及时发现异常情况。这种方法可以直观地观察到电缆的状态和周围环境的变化，从而帮助维修人员及时发现潜在的故障。这些技术的综合应用有助于准确诊断电缆的故障，并为维修工作提供有力的支持和指导。

### 3. 应用实例与效果评估

例如，某城市电力公司在市区内采用了视觉监测方法对电缆进行故障诊断。他们安装了大量的摄像头对电缆进行实时监控，并设置了异常行为的阈值。当摄像头捕捉到异常行为时，系统会自动报警并通知维修人员。这种方法能够及时发现电缆的潜在故障，并采取有效的维修措施，有效提高了电力系统的稳定性和可靠性。

### （三）其他故障诊断技术

#### 1. 声学诊断技术

这种技术主要通过捕捉和识别设备发出的声音或振动信号来判断其运行状态是否正常。如果设备出现故障，其发出的声音或振动信号往往会出现异常。例如，可以听到变压器发出嗡嗡声，如果声音变得尖锐或音量突然增大，这可能表明变压器存在故障。这种技术通常需要经验丰富的操作员才能准确判断设备运行状态。

#### 2. 化学诊断技术

对于一些具有特殊化学性质的设备，可以使用化学诊断技术来判断其运行状态。例如，可以通过分析变压器油的化学成分来判断其是否正常。如果油中某种化学成分超标或出现新成分，这可能表明变压器存在故障或

维护不良。这种技术需要专门的化学分析设备和训练有素的分析人员才能完成。

### 3. 视觉诊断技术

视觉诊断技术是通过观察设备的外观和运行状态来判断其是否正常的一种方法。例如，可以观察变压器的外观是否有变形、变色等情况来判断其是否正常。此外，还可以通过观察设备的指示灯、显示屏等信息来判断其运行状态是否正常。这种技术需要操作人员具有丰富的经验和技能才能准确判断设备运行状态。

这些技术在设备监测中都有一定的应用场景和优势，可以根据具体情况选择合适的技术进行设备故障诊断。

## 四、输变电设备状态监测与故障诊断技术的未来发展

随着电力系统的日益复杂和人们对电力安全稳定需求的提高，输变电设备状态监测与故障诊断技术的研究和应用日益受到关注。本文将探讨输变电设备状态监测与故障诊断技术的未来发展趋势，包括智能化技术的发展与应用、大数据分析、云计算的整合与应用、物联网技术在输变电设备监测中的应用前景、人工智能与机器学习在故障诊断中的潜力与挑战以及跨学科合作与创新推动技术发展。通过对这些关键技术的深入分析和研究，我们将为输变电设备状态监测与故障诊断技术的发展提供新的思路和方法。

### （一）智能化技术的发展与应用

智能化技术是指以人工智能、物联网、大数据、云计算等技术为基础，实现设备智能化、生产过程自动化、管理智能化的技术。随着科技的不断发展，智能化技术已经广泛应用于各个领域，包括制造业、医疗保健、交通运输、服务业等。智能化技术的发展使得生产效率大大提高，降低了人力成本，并提高了产品质量和安全性。未来，智能化技术将继续发挥重要作用，促进经济发展和社会进步。

### （二）大数据分析、云计算的整合与应用

大数据和云计算是近年来快速发展的技术，它们的整合与应用已经对各行各业产生了深远的影响。通过大数据分析，企业可以更好地了解市场需求，预测未来趋势，优化产品设计和运营。云计算则提供了高度灵活和可扩展的计算资源，使得企业和个人可以随时随地访问数据和应用程序。两者的结合应用已经成了企业实现数字化转型的重要手段。

### （三）物联网技术在输变电设备监测中的应用前景

物联网技术是一种实现设备之间相互连接和信息交换的技术，它已经在输变电设备监测中得到了广泛应用。通过物联网技术，可以对输变电设备进行实时监测

和数据采集，及时发现潜在问题和故障，提高设备的可靠性和安全性。未来，随着物联网技术的不断发展和完善，其在输变电设备监测中的应用前景将更加广阔。

### （四）人工智能与机器学习在故障诊断中的潜力与挑战

人工智能和机器学习技术在故障诊断中具有巨大的潜力。通过对大量数据的分析和学习，人工智能和机器学习技术可以自动识别异常模式，预测设备寿命和故障风险，提高故障诊断的准确性和效率。然而，这些技术也面临着一些挑战，例如数据质量、算法复杂性和计算资源等问题。未来，需要进一步研究和改进这些技术，以更好地应用于故障诊断领域。

### （五）跨学科合作与创新推动技术发展

跨学科合作与创新是推动技术发展的重要途径。不同学科之间的交流和合作可以带来新的思路和方法，促进技术的创新和发展。在智能化技术的发展与应用中，需要计算机科学、人工智能、电气工程、医学等多个学科的专家进行合作和创新，共同解决面临的挑战和问题。同时，政府、企业和学术界也应该提供更多的支持和鼓励跨学科合作与创新，以推动技术的快速发展和应用。

## 结语

在电力行业的发展中，输变电设备的状态监测和故障诊断技术显得尤为重要。通过实时监测设备的运行状态，可以及时发现潜在的问题并采取相应的措施，保障电力系统的稳定性和可靠性。同时，通过对故障的准确诊断和分析，可以快速定位故障位置并采取有效的维修措施，减少故障对电力系统的影响。未来，随着技术的不断发展和创新，输变电设备状态监测和故障诊断技术将会更加智能化、自动化和高效化，为电力行业的发展提供更加可靠的技术支持。

## 参考文献

- [1]徐文,周东华.输变电设备状态监测与故障诊断技术[J].电力系统保护与控制,2019,47(10):1-8.
- [2]王晓冬,杨博.输变电设备状态评估与故障诊断系统研究[J].广东电力,2018,44(1):30-37.
- [3]刘海涛,赵艳丽.基于物联网的输变电设备监测与故障诊断系统设计[J].电力系统自动化,2019,43(18):178-184.
- [4]张瑶.大数据分析在输变电设备故障诊断中的应用研究[J].高电压技术,2019,45(5):1398-1404.
- [5]周大培.基于人工智能的输变电设备故障诊断方法研究[J].智慧电力,2020,48(1):9-16.

作者简介:周俊成(1982年5月),男,汉族,四川仁寿人,本科,主要从电力工程管理与建设。