

带电检测技术下的配网电力设备运维检修

任昌明

横峰县供电公司 江西 上饶 334300

摘要：带电检测技术可在电力设备带电运行时，借助专业仪器对其运行参数等实时或定期检测，涵盖红外、超声波等多种技术，相比传统停电检测优势明显。配网电力设备种类繁多，传统运维检修模式有局限性，带电检测支撑下的模式更精准高效。本文阐述了带电检测技术在配网电力设备运维检修中提前发现故障、减少停电次数、提供数据支持等作用，介绍了常见技术的应用，分析了存在的问题，并从技术应用、人员与管理、设备与资金层面提出优化策略，以提升运维检修水平。

关键词：带电检测技术；配网电力设备；运维检修；优化策略

1 带电检测技术与配网电力设备运维检修基础理论

1.1 带电检测技术概述

带电检测技术是指在电力设备带电运行的状态下，借助专业的检测仪器和设备，对设备的运行参数、状态特征等进行实时或定期检测的技术。它无需将设备从运行系统中退出，就能实现对设备状态的掌握。从技术类型来看，常见的带电检测技术涵盖红外检测、超声波检测、局部放电检测等多种。与传统的停电检测相比，带电检测技术具有显著的优势，它能在不影响设备正常运行的前提下开展检测工作，极大地减少了因检测导致的停电时间，同时还能更及时地发现设备潜在的问题，为设备的运维检修提供及时且有效的数据支撑。

1.2 配网电力设备运维检修概述

配网电力设备种类繁多，主要包括变压器、开关柜、电缆、避雷器、熔断器等，这些设备分布在配电网的各个环节，共同保障着电力的稳定输送。配网电力设备运维检修的核心目标是通过一系列的维护、检测和修理工作，确保设备始终处于良好的运行状态，降低设备故障发生率，延长设备的使用寿命，进而保障配电网的安全可靠运行^[1]。其遵循的原则主要有预防性原则、及时性原则和经济性原则。传统的配网电力设备运维检修多采用定期停电检修的模式，这种模式存在一定的局限性，不仅容易影响用户的正常用电，而且难以根据设备的实际状态进行针对性检修，可能造成人力、物力的浪费；而在带电检测技术支撑下的运维检修模式，以设备的实际运行状态为依据，通过带电检测获取的实时数据来制定检修计划，更加精准、高效，能有效弥补传统模式的不足。

2 带电检测技术在配网电力设备运维检修中的作用

2.1 提前发现设备潜在故障，降低故障发生率

在配网电力设备运行过程中，许多故障在发生之前都会呈现出一些细微的状态变化，如温度异常升高、局部放电等。带电检测技术能够敏锐地捕捉到这些细微的变化，通过对检测数据的分析和解读，提前发现设备存在的潜在故障隐患。例如，利用红外检测技术可以及时发现设备接头、绕组等部位的温度异常，这些异常往往是接触不良、绝缘老化等故障的前期征兆。通过提前发现这些潜在故障，并及时采取相应的处理措施，能够有效避免故障的进一步发展和扩大，从而显著降低设备的故障发生率，保障设备的持续稳定运行。

2.2 减少停电检修次数，提高供电可靠性

传统的运维检修模式由于依赖停电检测，往往需要频繁地对设备进行停电，这不仅会影响用户的正常生产和生活用电，也会降低配电网的供电可靠性。而带电检测技术能够在设备带电运行的情况下完成检测工作，无需对设备进行停电，这就大大减少了停电检修的次数。一方面，减少停电次数直接降低了因停电给用户带来的不便和损失；另一方面，也避免了因频繁停电对设备本身造成的冲击，有利于设备的稳定运行。通过这种方式，配电网的供电可靠性得到了显著提高，更好地满足社会对电力供应的需求。

2.3 为设备状态评估与寿命预测提供数据支持

准确的设备状态评估和合理的寿命预测是制定科学运维检修计划的基础。带电检测技术能够长期、持续地对配网电力设备的运行状态进行监测，获取大量关于设备运行参数、性能指标等方面的实时数据。这些数据涵盖了设备在不同运行条件下的状态信息，通过对这些数据的深入分析和处理，可以全面、准确地评估设备当前的运行状态，判断设备是否存在老化、性能下降等问题^[2]。同时，基于这些数据还可以建立相应的预测模型，对设备

的剩余寿命进行科学预测,为设备的更换、维护等决策提供可靠的依据,提高运维检修工作的科学性和针对性。

3 常见带电检测技术在配网电力设备运维检修中的应用

3.1 红外检测技术的应用

红外检测技术是基于物体红外辐射特性实现对设备检测的技术,任何物体只要温度高于绝对零度,都会向外辐射红外能量,且温度不同,辐射的红外能量也不同。在配网电力设备运维检修中,该技术应用广泛。在变压器运维检修中,利用红外热像仪对变压器进行检测,能够快速发现绕组、铁芯等部位的温度异常情况,若绕组温度过高,可能是由于匝间短路等故障引起的;在开关柜运维检修中,可通过红外检测及时发现触头、母线等部位的温度过高问题,这些问题多是由于接触电阻过大导致的,及时处理能避免开关柜发生严重故障。例如,某配电网在对开关柜进行红外检测时,发现一开关柜触头温度明显高于其他部位,经进一步检查发现是触头氧化导致接触不良,及时进行了处理,避免了开关柜烧毁事故的发生。

3.2 超声波检测技术的应用

超声波检测技术是通过检测设备内部异常超声波信号来判断设备故障的技术。设备内部若存在局部放电、绝缘老化、部件松动等故障,往往会产生异常的超声波信号。在配网电力设备运维检修中,该技术在电缆和避雷器等设备的检测中发挥着重要作用。在电缆运维检修中,电缆接头是故障高发部位,当电缆接头存在局部放电或绝缘老化时,会产生特定的超声波信号,通过超声波检测仪可捕捉到这些信号,从而准确判断故障位置和严重程度;在避雷器运维检修中,若避雷器内部受潮或存在局部放电等故障,也会产生异常超声波信号,利用该技术能及时发现这些问题。某配电网曾利用超声波检测技术对电缆线路进行检测,成功发现了一处电缆接头的局部放电故障,及时更换了接头,避免了电缆线路的停电事故。

3.3 局部放电检测技术的应用

局部放电检测技术主要是通过检测设备内部局部放电产生的电信号、声信号等,来判断设备绝缘状况的技术。局部放电是导致设备绝缘老化和损坏的重要原因,因此对设备进行局部放电检测至关重要。在配网电力设备中,开关柜、变压器等设备都常采用该技术进行运维检修。在开关柜运维检修中,局部放电可能会导致绝缘材料的老化,利用超高频法或特高频法等局部放电检测方法,可准确检测出开关柜内部的局部放电情况;在变

压器运维检修中,通过局部放电检测能及时发现绕组绝缘的局部缺陷。不同的局部放电检测方法各有特点,超高频法具有较高的检测灵敏度,能有效避开外界干扰,但对检测仪器的要求较高;特高频法在检测时抗干扰能力较强,适用于复杂的现场环境。在实际应用中,可根据具体情况选择合适的检测方法。

3.4 其他带电检测技术的应用

除了上述几种常见的带电检测技术外,介损检测技术、泄漏电流检测技术等也在配网电力设备运维检修中也有一定的应用。介损检测技术主要用于检测设备绝缘介质的损耗情况,通过测量绝缘介质的介损角正切值来判断绝缘性能,若介损角正切值过大,说明绝缘介质存在老化或受潮等问题,该技术在变压器、电容器等设备的运维检修中较为常用;泄漏电流检测技术则是通过检测设备的泄漏电流大小来评估设备的绝缘状况,在避雷器、绝缘子等设备的检测中应用较多,当设备绝缘性能下降时,泄漏电流会增大,通过对泄漏电流的监测可及时发现设备的绝缘问题。这些技术与上述常见技术相互补充,共同为配网电力设备的运维检修提供全面的技术支持。

4 带电检测技术下配网电力设备运维检修存在的问题

4.1 技术应用层面问题

在技术应用层面,当前带电检测技术在配网电力设备运维检修中存在一些问题。部分带电检测技术的精度受环境因素影响较大,如红外检测技术易受环境温度、湿度以及电磁干扰的影响,在高温、高湿环境下,检测到的温度数据可能存在偏差,电磁干扰也会导致热像图模糊,影响对设备状态的判断;不同带电检测技术之间的数据融合性较差,每种技术获取的数据往往局限于某一方面,难以将这些数据有效整合起来进行综合诊断,导致对设备状态的评估不够全面;随着新型配网设备的不断涌现,如智能断路器、电子式互感器等,部分传统的带电检测技术在适应性上存在不足,无法准确检测这些新型设备的运行状态^[3]。

4.2 人员与管理层面问题

部分运维检修人员对带电检测技术的掌握不够熟练,由于带电检测技术涉及多个学科知识,且检测仪器操作较为复杂,一些人员缺乏系统的培训,在实际操作中容易出现操作不规范的情况,不仅影响检测数据的准确性,还可能带来安全隐患;缺乏完善的带电检测数据管理与分析体系,检测获取的数据往往分散存储,没有形成统一的数据库,且对数据的分析多停留在表面,难以深入挖掘数据中蕴含的设备状态信息,无法为运维检

修决策提供有力支持；运维检修流程不够优化，各环节之间的衔接不够顺畅，如检测计划制定、检测实施、数据反馈、故障处理等环节缺乏有效的协调，导致运维检修工作的效率不高。

4.3 设备与资金层面问题

在设备与资金层面，同样存在一些制约因素。由于一些配电网运维单位对检测设备的更新不够及时，部分设备已使用多年，性能下降，检测数据的准确性和可靠性无法得到保障，影响了对设备故障的判断；先进带电检测设备的采购与维护资金投入不足，先进的检测设备往往价格较高，且日常维护也需要一定的费用，一些单位由于资金紧张，难以承担这些费用，导致无法及时引进先进设备，限制了带电检测技术的应用效果；设备检测数据存储与传输设备性能有待提升，随着带电检测技术的广泛应用，检测数据量不断增大，现有的数据存储设备容量不足，且数据传输过程中易出现数据丢失、延迟等问题，影响了数据的及时共享和分析。

5 带电检测技术下配网电力设备运维检修优化策略

5.1 技术应用优化

针对技术应用层面的问题，需从多个方面进行优化。加强对带电检测技术的环境适应性研究，深入分析环境因素对不同检测技术的影响机制，采取相应的抗干扰措施，如为红外检测设备配备抗干扰滤镜，对超声波检测设备进行屏蔽处理等，提高技术在复杂环境下的检测精度；构建多技术融合的综合诊断模型，利用数据融合技术将不同带电检测技术获取的数据进行整合，结合设备的历史运行数据和故障案例，建立全面的设备状态评估模型，实现对设备状态的综合诊断，提高诊断的准确性和全面性；针对新型配网设备，加大研发与改进相应带电检测技术的力度，组织技术人员与设备制造商合作，根据新型设备的结构和性能特点，开发专用的检测方法和仪器，确保能够准确检测新型设备的运行状态^[4]。

5.2 人员与管理优化

在人员与管理方面，应采取有效的优化措施。加强对运维检修人员的培训，制定系统的培训计划，定期组织人员参加带电检测技术培训和实操演练，邀请专家进行授课，提高人员对技术的掌握程度和操作规范性，同时建立考核机制，对培训效果进行评估，确保培训质量；建立完善的带电检测数据管理平台，整合分散的检

测数据，构建统一的数据库，利用大数据分析技术对数据进行深入挖掘和分析，提取设备状态特征信息，为运维检修决策提供数据支持，同时实现数据的共享，方便各部门之间的协同工作；优化运维检修流程，明确各环节的职责和工作标准，加强各部门之间的沟通与协调，建立快速的反馈机制，确保检测计划制定科学、检测实施高效、数据反馈及时、故障处理迅速，提高运维检修工作的整体效率。

5.3 设备与资金优化

对于设备与资金层面的问题，需合理规划并采取优化策略。定期对带电检测设备进行维护与校准，制定设备维护计划，按照规定的周期对设备进行检修和校准，及时发现设备存在的问题并进行修复，对于老化严重、无法满足检测需求的设备，及时进行更新，确保设备的性能良好；合理安排资金投入，加大对先进带电检测设备的采购力度，积极争取上级部门的资金支持，同时优化资金使用结构，提高资金的使用效率，在保证设备采购的同时，做好设备的日常维护工作；提升设备检测数据存储与传输设备的性能，根据数据增长需求，增加数据存储设备的容量，采用先进的数据传输技术，如5G、物联网等，确保数据传输的稳定和高效，保障数据的安全与完整。

结束语

带电检测技术为配网电力设备运维检修带来了新的变革与发展机遇，尽管当前在技术应用、人员管理、设备资金等方面仍存在问题，但通过针对性的优化策略，能够有效提升带电检测技术的应用效果，提高运维检修的精准性和高效性。未来，随着技术的不断进步和完善，带电检测技术将在保障配网电力设备安全稳定运行中发挥更为重要的作用，为社会提供更可靠的电力供应。

参考文献

- [1]郭超,周波,谭学敏,等.GIS隔离开关内悬浮放电缺陷带电检测与解体分析[J].高压电器,2021,57(5):168-174.
- [2]马晨旸.带电检测技术下的配网电力设备运维检修[J].模型世界,2025(19):149-151.
- [3]王金龙.带电检测技术下的配网电力设备运维检修[J].自动化应用,2024,65(8):145-146,149.
- [4]梁庆祥,陈浩棠.电力运维检修工作中的危险点和预控措施分析[J].科技风,2020(05):197-198.