

带电检测技术在变电运维中的应用

张家琪

国网古交市供电公司

摘要：带电检测技术是我国最常见的电力检修技术，到目前为止，该技术在配电设备状态检修中占据重要位置。带电检测技术不用断电就可以深入分析、检测和判断配电设备的运行情况，这样不仅能够有效评估配电设备的运作情况，还可以提前预测配电设备中潜在的安全问题，确保供电安全，提升配电设备状态检修效果。所以带电检测技术的优势使其成为配电设备状态检修中的核心手段，在实际中提高该技术的使用效果成了重要一环。

关键词：带电检测技术；变电运维；应用

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2022.07.082

引言

随着信息科技的快速发展，智能化和自动化已成为各个行业的共同发展方向。对于电力行业来说，变电站是电网中不可或缺的重要组成部分，而变电运维则是变电站的一个重要工作内容。然而，传统的变电运维管理方式存在着很多问题，如运维难度大、人力成本高、安全难以保障等。因此，推动变电运维智能化远程管理已成为电力行业发展的首要内容。在传统的变电运维管理中，通常需要人力进行设备的巡检、监控和维护。然而，这种方式存在明显缺陷，首先人力成本高，变电站设备需要长时间运行，而定期的巡检、维护必须要耗费大量的人力资源，高空、危险等特殊环境更增加了运维人员的难度和风险。其次，运维工作难度大。一旦设备故障，引发的后果不容小觑，现场运维人员需要进行紧急维修和处理，这需要专业知识和经验，更需要多人合作，常常影响设备的运行进度，严重影响电力行业的发展。

一、带电检测技术的优点

在现阶段的发展背景下，带电检测技术是现代科技发展的产物，可以高效检测配电设备运行状态，从而减少配电设备中存在的故障、隐患等问题。比如可以针对性地处理好发热现象、气体泄漏问题以及局部放电现象，强化设备故障预防效果，降低经济损失。该技术的使用效果非常明显，能够使用的范围也在逐步拓展中，与传统的预防检测技术相比有着很明显的优势。最明显的优势之一就是在配电设备运行时使用带电检测技术可以不用断电，同时可以确保设备的检修效果和使用正常，还能够减少由于切断电源而造成的经济损失，提高配电设备状态检修质量。使用带电检测技术可以有效解决设备维修和运作的冲突问题，从而减少一些老化设备

因为检测电压太高致使设备出现损害或其他问题。如果设备快速运作，使用带电检测技术也可以有效检测其中存在的问题和其他潜在隐患。同时传统的检修方法还需要根据居民生活或工作情况合理安排检修，这样会引起居民的不满，但是使用带电检测技术就可以将这一问题处理好，可以结合设备运行情况，灵活进行检测，保证了工作效率，又不会引起居民的不满。

二、带电检测技术在变电运维中的应用

（一）局部放电检测技术

这种检测技术可以科学检测变电设备绝缘能力，并根据其绝缘体寿命分析设备运行状态。由于传统变电设备主要利用绝缘电阻完成绝缘过程，因此在进行带电检测时耗时较长，可能会延缓生产进程。但是这种检测技术可以有效解决检测时长问题，确保设备运行稳定安全。其主要用来检测两种设备，（1）为电缆接头设备；（2）为电缆终端设备。在使用变电设备时，产生局部放电的因素较多：（1）过压运行；（2）谐波畸变；（3）雷电冲击等。局部放电后，会直接发射电磁波产生噪声等物质，接着生成氮化物以及碳化物，并实时发出红外信号。该检测技术可以快速检测发出的信号（信号频率在3~30MHz之间），并结合检测装置收集脉冲电流。其中，脉冲电流一般发生在变电设备故障时，此时会出现放电现象，从而产生相关电流。收集电流后，再将其输入相应检测装置中。检测装置可以对收集到的信号进行实时处理，利用信号分离操作功能处理放电信号的同时，消除不同干扰因素（如噪音等）。最后，根据实际情况判断放电故障。

（二）脉冲电流检测技术

这种检测技术应用广泛度极高，主要检测变电设备局部电流运行状态。即便是在直流条件下，也可以完成

局部放电检测。在应用此检测技术时，需要技术人员积累丰富维修经验，并充分掌握脉冲电流法技术内容，以此提升技术应用水平。该检测技术容易受到周围环境干扰，可能会造成检测灵敏度和精确度降低。技术检测原理如下：变电设备发生局部放电现象时，电荷会逐渐移动，从而形成脉冲电流。一般这种脉冲电流产生在外围测量回路中，主要检测脉冲电流信号中的低频部分。目前这种技术常应用于试验研究：（1）预防和交接试验；（2）变压器型式试验；（3）变压器局部放电试验研究。由于其抗干扰性能较低，未来可能会采用超宽带电流传感器接受该检测技术。

（三）超声波信号检测技术

变电设备放电异常时，可以采用该检测技术检测设备运行状态。这种检测技术主要使用了超声波信号，将信号转变为行波方式，再传输至设备表面，基本不会受到电磁场干扰。一般可应用于这两种设备：其一为大型电容器；其二为气体绝缘开关。这种技术可检测到肉眼无法检测的设备故障，主要检测涉及内容为：（1）配电变压器开关设备；（2）断路器。

（四）红外线测温技术

红外线测温技术也叫红外线辐射检测技术，该技术是一种波长在可见光和微波之间的电磁波。红外线测温技术的运行原理主要是通过红外线对温度的敏感性进行测试。相比于传统的绝缘电阻检测中的测温技术，红外线测温技术可以不接触设备直接检测配电设备的基本情况，其检测速度很快，能够第一时间测量出温度的最低数值，从而可以及时发现、分析和处理设备元件高温和短路的潜在问题。另外，使用红外线测温技术可以在任何环境下进行，该技术是配电设备温度测试常用的方法之一。但该技术也有相应的不足，比如它只能观察设备表面温度，而不能感知到设备内部温度具体情况，所以在实际检测中，常在大型配电设备状态检修中广泛使用该技术，特别是在判断高压电引发的设备高温情况，有着非常明显的作用。

（五）数据通信技术

数据通信技术是实现智能巡检系统各模块之间信息传递和数据共享的关键，主要负责实现智能巡检系统中设备或系统之间的数据传输和交换。第一，智能巡检系统中，数据的传输必须保证可靠性。因此，数据通信技术需要考虑如何保证数据传输的稳定性和安全性，如采用可靠的数据传输协议、加密技术等。第二，智能巡

检系统中，需要对设备或系统进行实时监测和控制。因此，数据通信技术需要考虑如何保证数据传输的实时性，以确保实时掌控设备或系统的状态。第三，智能巡检系统需要对设备或系统进行全方位的监测和控制。因此，数据通信技术需要考虑如何传输尽可能多的数据，以获取更加全面的设备或系统信息。第四，智能巡检系统需要在保证数据通信技术可靠性、实时性、广度和深度的同时，考虑数据传输的效率和成本。因此，数据通信技术需要考虑采用何种数据传输方式，如无线传输、有线传输等，以及如何降低数据传输的成本。

三、配电设备带电检测技术应用问题

（一）检修体系不完善、不健全

当前情况下，大部分智能化变电运维检修人员并不具备相应的安全意识、保护意识，只有当变电设备出现老化或者故障问题时，检修维修人员才会对设备进行维修处理，进而导致设备的运行效率低下，无法满足整个电力系统的实际运行需求。同时，由于检修维护人员没有定时、定期开展相应的检修、维护工作，进而导致设备老化加快，并增加整个电力系统运行的成本。最后，在设备运行维护的过程中，管理人员并没有对检修的数据进行详细记录，进而导致报告不全面、不完善，没有及时发现设备运行过程中存在的隐蔽性问题，使得设备在运行过程中不具备安全性、稳定性。

（二）缺少变电站安全防范的技术

由于变电站的运行会受到多种外部因素的制约，所以各个区域的变电站大多位于较偏僻的地方，如果管理不善，就会发生变电站设备被盗的事件。第四是变电站智能化安全保障措施的不健全。智能变电站运行中所采用的防盗门锁为机械锁，其不能准确地记录变电站的运行时间，当变电站运行出现事故时，也难以将责任追究到个人。

（三）运维人员承载力无法适应业务的快速增长

现阶段，变电运维人员承载力不适应业务规模快速增长的形势，例如变电运维人员数量随着员工退休不断减少，随着公司深度拓展业务领域的同时，且巡视、操作等重复劳动耗时费力等。在电网规模快速增长，但运维人员数量却相对匮乏的情况下，公司运检安全、质效的提升受以人力资源投入为主的传统运维模式制约，难以适应未来电网快速发展的要求。随着新形势下主网的迅猛发展，现有变电站将逐步被智能站取代，现有变电运维人员梯队在一定程度上缺少专业的智能站相关运维

技能，人才断层问题显现，业务知识和处理事故异常问题的能力不能满足智能变电站日常运行维护工作，高频次的站内巡视也给人员配比极为有限的运维班组带来很大挑战，导致运维人员无法有效地开展运维工作，最终会导致变电站一旦出现安全隐患，变电站的稳定运行将受影响。

四、带电检测技术应用的优化措施

（一）建立健全智能变电站运维管理体系

智能变电站运维安全和设备维护管理工作开展时，电力企业应该建立健全的智能变电站运维管理体系。管理人员应该结合智能变电站运行的情况，对不同电力设备运行的原理和维护重点进行分析，从而制定设备运维管理计划。同时，全方位对智能变电站进行分析，对现有的管理维护体系进行进一步完善，推动电力设备检修工作稳步开展。电力设备维护和管理工作开展时技术人员应该做好日常检修的记录工作，为后续同类故障的出现提供有价值的依据。此外，健全的运维管理体系下，电力设备可以安全稳定的运行，减少故障出现的可能性。

（二）合理安排变电运维时间

为了保证智能化电力系统能够正常稳定运行，运维工作人员应当定时、定期对运维设备进行检修、维护、巡视，并通过积极引进先进的智能化运维检修设备，增加运维的次数及频率，科学合理调整运维时间，保证运维工作能够有序开展。具体来说，应当利用智能化排班系统根据人员的时间、岗位职责对工作时间进行科学合理调配、安排，例如在晚上，可以进行变电设备报表制作。在此过程中，可以通过科学合理应用先进的信息化技术、大数据技术、云计算技术、互联网技术知识，搭建变电设备运行数据库，进而保证整个变电运维工作更加具备精确性、可靠性。

（三）提高工作人员的综合能力

电力企业运行的过程中智能化变电站的设备种类有很多，不同电力设备的运行原理不同，要想提高智能变电站的运行稳定性，电力企业必须重视工作人员综合素质水平的提升。不断提高工作人员的学习能力，正确引导工作人员积极主动学习先进的管理技术，加大对智能变电站运行原理的学习力度，从而提高工作人员的专业技术水平。同时，建立培训记忆，鼓励工作人员定期参与专业技术培训活动，为工作人员参与智能变电站运维管理工作提供保障。工作人员应该不断总结工作经验，根据日常工作情况，总结智能变电站出现的故障，

从而制定故障的防范措施。

（四）加强对防误闭锁装置的管控

（1）要确保防误闭锁装置的品质。在选择设备时，应该购买良好性能的设备，根据有关的管理条例来进行设置和安装设备，并要逐个检查和验收。（2）加强对设备的日常保养。检修和变电站操作人员必须严格执行对装置的维护，做好性能检测并利用仪器对该装置进行测试，一旦出现问题要立即解决，保证装置正常工作。（3）突出新技术的运用。随着新技术，新材料的不断出现，防误闭锁装置从机械、电气闭锁等发展到现在的微型计算机型防误闭锁装置，这使得防误闭锁装置的适用范围和扩展性得到提升。为了更好地改善防误闭系统的工作效果，各供电企业要重视新设备的使用，同时要对管理、操作人员进行培训，从而能够更好地掌握新设备的使用方法。

结束语

大数据技术的应用无疑是推动变电运维智能化远程管理的首选。基于此，搭建了变电运维智能化远程管理系统，并划分了系统架构。随后提出了数据驱动和知识库两种智能化远程故障管理技术路径。经过对比，发现两种技术路径在不同情境下各有优劣。数据驱动的技术路径通过大规模数据挖掘和训练模型进行设备的状态监测和运营控制，能够在较大数据样本下为设备的状态预测和维护提供更多支持。知识库的技术路径则是将专家的经验 and 知识库整合成库存储于系统中，以此来规范化设备监测和管理方案。为此，在实践上，建议将两种技术路径融合应用，发挥其各自的优点，以建立更加完善和准确的变电运维智能化远程管理系统，提高设备的运行效率和可靠性。

参考文献

- [1] 唐君. 带电检测技术在变电运维中的应用[J]. 百科论坛电子杂志, 2019(3): 363.
- [2] 刘傲. 带电检测技术在变电运维中的应用[J]. 百科论坛电子杂志, 2020(7): 1914-1915.
- [3] 刘亚洲. 红外热成像仪在变电运维工作中的应用[J]. 农村电工, 2020, 28(04): 46.
- [4] 王学锦, 蔡建辉, 黄继来等. 带电检测技术在变电异常运行设备中的应用[J]. 农村电气化, 2020(09): 39-41.
- [5] 徐敏. 带电检测技术在变电运维中的应用[J]. 电子技术与软件工程, 2020(14): 218-219.