

带电检测技术在变电运维中的应用

付国文 潘磊

国网西藏电力有限公司超高压分公司

摘要：当前民众生产生活对电力供应依赖性不断提升，这对电力系统运行稳定性提出明确要求。而变电系统运行状态直接对变电系统运行造成影响。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。本文阐述变电运维工程的特点和影响因素，分析带电检测技术的实施规范，探讨带电检测技术在变电运维中的应用。

关键词：变电运维；带电检测技术；应用

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6261.2023.05.236

引言

电力是推动社会进步的基石，而电力企业则是这块基石的守护者，对社会的稳定与发展起到关键作用。在电力企业的日常运作中，变电检修工作尤为重要。它不仅涉及技术层面的繁琐和精细，更因其固有的风险性，对从业人员提出了较高的专业和安全要求。为确保电力供应的稳定和公众的安全，电力行业务必吸取过去的经验，结合现代技术不断创新。只有这样，才能确保电力系统的高效运行，为社会的持续发展提供强大动力。

一、变电运维的应用价值

现代社会生产离不开电力支持，变电运维可为电力系统提供更加稳定可靠的运行基础，保障电力供应满足各个行业发展需求。目前，国内不同产业用电需求量呈现上升趋势，保证电力系统运行稳定性尤为重要。在日常电力传输过程中，难免会出现变电设备运行异常的问题，从而影响电力资源正常供应。为解决该类问题，变电运维应运而生，其有效降低了设备异常或损坏的发生率，确保了电力系统的稳定运行。维护变电运维情况，需要建立专门运行小组和检查小组，要求小组人员定期按计划检测变电运行现状，以强化变电运维水平，促进社会生产健康发展。综上所述，变电运维在社会生产中具有重要应用价值，电力企业在构建变电工程时，应加强技术人员技能水平和职业素养，保障变电运维中带电检测技术等质量。

二、带电检测技术的优势

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。

三、带电检测技术的应用

1. 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。

2. 红外测温技术

在实际工作中，要保证电网的正常运转，就必须注重对变电站的常规巡视。巡检的基本目标是及时发现设备存在的问题并消除问题，确保设备运行状态安全可靠。有效地开展巡视工作可以显著减少变电运行中故障发生率，对保证电网的安全有着非常实际的意义。执行巡视工作的人员必须具备较高专业素质能力，在实际开展巡视工作中，要严格按照标准程序开展各项工作。以往设备巡视以人工观测为主，最常用的方式就是视觉巡视，而且许多情况下，还得用手触摸才能明确设备运行状态。而接触设备是一种危险行为，很容易引起事故，对巡视人员的人身安全构成威胁。同时肉眼观察只能观察到设备表面，无法发现更深层的问题，进而导致工作疏漏。将红外测温技术应用于巡视工作中可以有效地解决以上问题，而且红外测温技术具备不需要接触装置等优点，可以有效保证巡视人员人身安全。相较于常规检测技术，红外测温技术优势主要体现在：①在红外线支持下，该技术可在不直接接触物体情况下进行准确检测，即支持远距离检测；②该技术检测效率较高，可以在短时间内得到检测结果，方便快速排除设备故障；③该技术实际应用中支持多个设备同步检测，实用性较强；④该技术适用于多种设备检测。在对难以接触、温度较高或检测难度较大的设备而言，红外测温技术可以有效辅助设备检测工作开展；⑤检测精度较高。精度高是红外测温技术得到广泛认可与应用的重要基础。利用该技术开展设备故障检测过程中，物体温度对检测结果影响相对较小，这就使得该技术所获取结果精度远高于常规检测方法。

3. 超声波检测技术

当配电设备运作时，如果期间被检测的设备没有出现局部放电情况，粒子力和介质应力会比较稳定，一旦这一平衡被打破，处于局部放电状态，就会引发相应的电荷迁移，出现区域性温度膨胀和升高。而超声波检测技术具备高频短波特征，可以精准感知和定位设备故障点，并利用自身的抗电磁干扰优势，提升检测工作效率，因此它常被使用于设备表面放电检测当中，并且该技术的检测质量很高，其使用率仅次于高频检测技术。

4. 智能巡检机器人

（1）红外热成像，红外热成像技术能够检测设备的温度分布，帮助运维人员及时发现异常热点。当设备过热时，可能会导致设备损坏或者引发火灾事故。智能

巡检机器人可以利用红外热成像技术快速、准确地定位潜在的异常热点，从而实施及时干预，避免设备故障和安全事故的发生。（2）部分放电检测，部分放电是指在高压设备的局部区域内发生的放电现象，通常是由设备绝缘破损或缺陷引起的。部分放电会导致设备绝缘性能下降，进而可能引发设备故障甚至电力事故。通过部分放电检测技术，智能巡检机器人可以实时监测设备内部的局部放电现象，评估设备的绝缘状况和潜在故障风险，以便采取相应的维护措施。（3）部分放电检测，部分放电是指在高压设备的局部区域内发生的放电现象，通常是由设备绝缘破损或缺陷引起的。部分放电会导致设备绝缘性能下降，进而可能引发设备故障甚至电力事故。通过部分放电检测技术，智能巡检机器人可以实时监测设备内部的局部放电现象，评估设备的绝缘状况和潜在故障风险，以便采取相应的维护措施。（4）设备表面状态检测，设备表面状态是评估设备健康状况的重要指标，如腐蚀、磨损等现象可能导致设备性能下降或过早报废。智能巡检机器人利用计算机视觉技术对设备表面进行精确检查，实时发现并记录设备表面的异常情况。通过对设备表面状态的定期检查，运维人员可以及时了解设备健康状况，制定相应的维护计划，从而延长设备使用寿命并降低运维成本。

5. 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。

四、带电检测技术优化措施

1. 构建应用数据库

为了充分发挥出变电设备状态检修试验技术的优势和作用，需要电力企业检修部门能够全面收集和整理的状态检修试验的基础资料和数据，对历史变电设备故障和异常的文字资料进行全面收集，并总结出故障发生规律，以及故障的表现形式和处理方法，以总结变电设备

状态检修试验的经验。此外，对变电设备状态检修试验中所得到的数据、信息、资料等进行详细整理和汇总，逐步完善数据库，以提升新型变电设备检修技术的应用效益。状态检修是一种新型的变电设备检修技术，需要用到计算机信息系统的支持，尤其是近年来，我国电网规模不断扩大，每天会产生大量的基础数据，状态量信息错综复杂，可用的分析方法比较多，传统人工整理和分析方法，难以满足状态检修的需求。需要立足计算机系统和软件技术，尽快建立一套符合现代化变电设备检修试验要求的状态评价和辅助决策管理系统，以便对变电设备的健康状态进行高效、准确、实时的评价，为变电设备检修提供有效的数据支持。

2. 加强产品质量严格把关

在变电系统中，为了保证系统高效运行，应在不同种类变电设备的采购环节中落实审核举措，这是变电检测中的一项重要把关内容，需要采购人员以及技术人员共同认真对待，在应用检测设备前，事先执行检测工作，提升对设备质量的重视程度。对于那些伪劣产品，要抵制其流入现场，在新产品出现之后，要分析特定的需求，展开现场的检测工作，例如：现场中经常会应用到母线、线路夹具等，需要预先落实氧化操作，特别是在一部分设备的接触点中，很容易出现熔断的现象，在此位置处应增加检查频次，保证达到有关标准，然后再将其应用在现场工作中。除此之外，加强产品质量的严格把关工作，择取变电检测设备时，一方面分析设备的应用特性，另一方面思考接线的细节，保证设备的质量达到标准水平，促使检测结果更加精准。

3. 规范变电检修流程

变电检修流程的规范化和标准化是提高工作效率、降低故障率和确保人员安全的关键。在电力领域，因设备复杂性和作业环境的特殊性，每一个操作步骤都必须经过严格的审查和标准化。电力企业首先需要进行全面的流程梳理，明确从设备的预检、故障诊断、具体修复，到后续的检测与验证，每一环节的操作流程和关键控制点。为了进一步提高流程的专业性和规范性，企业应参考国内外先进的标准和规范，如IEC（国际电工委员会）和IEEE（电气和电子工程师协会）等相关标准进行流程的优化与完善。这些标准为电力系统提供了技术规范和操作建议，保证了设备的安全性和可靠性。而质量管理体系的引入，如ISO9001，更是为整个流程提供了一个全面、系统的管理框架。这一体系对工作流程、资源管理、质量策略、持续改进等方面提供了明确的指导，确保每一个检修工作都能达到预期的效果。而对于

流程的定期审查和更新，则是确保企业能够及时响应技术变革、市场需求变化和内部运营模式的调整。这不仅使得检修流程保持在行业前沿，还能持续提高企业的运营效率和客户满意度。

4. 加大检修管理力度

电力系统的安全性和稳定性在很大程度上依赖于设备的运行状况。随着技术的不断进步和系统复杂性的增加，对变电设备的检修管理提出了更高的要求。首先，电力企业需要对检修管理体系进行全面评估和优化。引进先进的管理工具和系统，如企业资源计划（ERP）和资产管理系统（AMS），不仅可以为检修工作提供全面的数据支持，还能帮助企业更好地进行设备的生命周期管理，从而实现设备的最大价值。此外，这些管理系统能够实时收集和分析设备数据，为决策者提供准确的运行状态和预测信息，从而降低故障率、延长设备使用寿命，并提高电力系统的整体效率。但仅有先进的管理工具和系统并不足够，管理团队的素质和能力也是决定检修管理效果的关键因素。因此，电力企业应加大对管理人员的培训和指导，让其掌握最新的管理方法和技术，同时培养他们的团队合作精神和危机应对能力。通过定期的管理培训、研讨会和团队建设活动，不仅可以提高团队的专业水平，还能增强团队的凝聚力和执行力，确保检修管理工作能够得到持续优化，从而为电力系统的长期稳定运行提供有力保障。

五、结束语

带电检测技术在变电运维中的应用不可或缺。为保障技术应用效果，电力企业在进行变电运维时，应不断引进新型技术设备、加强人员技能水平和风险辨识能力，结合实际情况检测与维护变电设备，以满足现代产业电力需求量。

参考文献

- [1] 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.
- [2] 徐亚兰. 带电检测技术在变电运维中的应用探究[J]. 科技创新导报, 2018, 15(36): 64+66.
- [3] 李虹. 带电检测技术在变电运维中的应用[J]. 民营科技, 2018, (05): 45.
- [4] 叶凯东. 带电检测技术在变电运维中的应用[J]. 中国高新区, 2018, (05): 132+134.
- [5] 张民, 李炳灼. 带电检测技术在变电运维中的应用剖析[J]. 通信电源技术, 2018, 35(02): 135-136.