

特高压电力变压器测控元件安装及应用

李海行 黄轩 刘宝瑞

(国网河南省电力公司直流中心, 河南 郑州 450000)

【摘要】特高压电力变压器是电力系统中的关键设备, 强调将管道电网中的电能通过变压作用提高或降低电压, 以适应不同电压等级的需求。测控元件是特高压电力变压器的重要组成部分, 包括传感器、监测装置等, 用于实时监测变压器的运行状态, 保证其安全, 稳定运行。安装合适的测控元件并合理应用, 能够提高变压器的运行效率, 在延长设备寿命的同时, 保障电网安全运行。本文将探讨特高压电力变压器测控元件的安装方法与应用技术, 为电力系统运维提供有效的技术支持。

【关键词】特高压变压器; 测控元件; 运行效率

引言:

随着全球能源结构的转型与电力需求的持续增长, 电力系统的复杂性不断增加, 尤其是特高压电力变压器技术的发展, 为远距离、大容量电能传输提供了基础。特高压电力变压器作为电力传输和分配系统中的核心环节, 承担着将电能高效、安全地从发电站输送到消费区的重要任务。其性能的可靠性直接关系到整个电力系统的稳定运行, 对经济发展和社会稳定具有极其重要的意义。

一、特高压电力变压器测控元件安装应用的重要性

特电力高压变压器是电力系统中的重要组件, 承担着将管道电网中的电能进行升压或降压的重要任务。测控元件包括电流传感器监测装置以及自动化控制系统, 负责监测变压器的电压、电流、温度等参数, 实时掌握变压器的运行状态, 从而保证电力系统的安全稳定。首先测控元件的安装必须准确无误。传感器的位置应合理选择, 能够充分反映传感器内部的运行情况, 并且需要注意热点热源与高压区域, 以免影响传感器的准确性。监测装置的安装也需要考虑到整个电力系统的结构布局, 确保监测到的数据能够全面准确地反映运行状态。测控元件的有效应用是电力系统稳定运行的关键, 通过实时监测变压器的运行参数, 测控元件能够快速发现电压异常、温度升高等问题, 并及时报警或采取措施, 防止故障的发生。另外测控元件的应用还能够延长电力设备的使用寿命。通过对设备运行状态的实时监测分析, 可以及时发现设备的潜在问题, 并采取预防性维护措施, 减少设备的磨损疲劳, 延长设备的使用寿命, 降低系统的维护成本。

二、特高压电力变压器测控元件安装应用中存在的问题

(一) 安装位置问题

在特高压电力变压器的实际运维中, 测控元件的安装位置常常基于经验而非精确地科学分析, 这导致了监测数据可能无法全面反映变压器的真实运行状况。特别是变压器内部复杂的热流和电磁场分布, 要求测控元件必须精确放置于能够代表性能状态的关键位置。然而, 由于变压器设计和制造的复杂性, 以及对其内部物理过程理解的限制, 实际操作中往往难以实现这一点。例如, 如果温度传感器未能安装在最有可能出现过热的位置, 即使是轻微的温度变化也可能无法及时被检测到, 从而错过了预防故障发生的关键时机。这种情况下, 即便部署了高性能的监测设备, 也难以充分发挥其应有的监测作用, 增加了运行风险。

(二) 数据采集不准确

测控元件及其与系统集成的不足造成了数据采集的不准确性, 进一步影响了变压器监控系统的有效性。尽管采用了高精度的测控元件, 但如果这些元件与变压器系统的集成不够紧密, 或者数据传输路径存在缺陷, 就可能出现数据采集延迟、数据丢失或错误等问题。此外, 不同制造商的设备之间可能存在兼容性问题, 导致数据无法准确传递或者在系统之间无法有效共享。这不仅影响了运维人员对变压器状态的准确评估, 也降低了故障预警和诊断的效率, 使得及时采取预防或纠正措施变得更加困难。

(三) 操作人员技能知识不足

尽管测控技术不断进步, 但其有效应用仍然高度

依赖于操作人员的技能和知识水平。现实中，操作人员可能由于对测控系统的理解不足，无法充分利用这些先进技术的潜力。这包括对测控元件的正确安装、调试以及日常维护的能力不足，以及对收集到的数据进行准确解读的能力缺乏。如果操作人员无法准确识别解读异常数据，可能无法及时发现并应对潜在的故障风险。此外，对于如何在实际操作中有效集成新的测控技术，提高系统整体性能的知识也往往不足。这不仅限制了测控系统潜力的发挥，也增加了因操作不当导致的设备故障和安全事故的风险。

三、特高压电力变压器测控元件安装及应用途径

（一）定期检查维护

为确保特高压电力变压器测控元件的顺利安装及应用，采取严格的安装标准规范及定期检查和维护策略是至关重要的一步。这一过程涉及对安装环节的精细规划、操作人员的专业培训，以及后期的监督管理，旨在通过全面的质量控制手段，确保测控元件能够精确地捕获变压器的运行数据，从而提升整个电力系统的运行效率和可靠性。在具体操作中，首先应对传感器和监测装置的安装位置进行精准的规划。利用电力系统工程学原理和变压器运行特性的深入分析，确定最佳的传感器布局方案。例如，温度传感器需安装在变压器的热点区域，如绕组或铁心附近，以实时监测这些关键部件的温度变化。电流传感器则需布置在高电流路径上，以准确捕获电流的实时流动状态。此外，考虑到电力系统的综合布局，监测装置的设置还需要兼顾整个系统的结构特点，以实现变压器综合性能的全面监控。为保证安装过程的专业性和准确性，所有涉及安装工作的操作人员都必须接受系统的培训。这包括测控元件的功能原理、安装技术规范、操作流程和安全知识等内容。通过培训，操作人员能够掌握从基本的机械安装技巧到复杂的电气连接技能，确保每一步安装工作都能精确无误地完成。

在安装过程中，特别需要注意的是传感器与监测装置之间的正确连接。这不仅要求物理连接的稳固，还涉及电气信号的准确传输。使用高品质的连接材料和技术，如屏蔽电缆和抗干扰的连接器，是保障信号稳定传输的基础。同时，监测装置的安装位置要考虑到未来的维护便利性，确保在不干扰正常运行的前提下，便于进行检查和维护。为了持续保障测控元件的正确运行和数据准确性，建立一套完善的安全检查机制和质量管理体系是必不可少的。这包括定期对测控系统进行性能评估和校准，及时发现并修正潜在

的问题。通过制定细致的安装验收标准和评估指标，对每个安装项目进行全面的质量控制。同时，建立详细的安装和维护记录档案，不仅方便后期的问题追踪分析，也为系统的持续改进提供了依据。综上所述，通过实施严格的安装标准规范、提供专业的操作人员培训，并建立定期的检查和维修体系，可以大幅提升特高压电力变压器测控元件的安装质量和运行效果，进而保障整个电力系统的安全稳定运行。

（二）优化监测装置布设方案

为确保特高压电力变压器测控元件的有效安装及应用，优化监测装置的布设方案是至关重要的一步。这不仅涉及监测点的合理选取，以确保能全面覆盖电力变压器的关键部位和监测重要参数，还包括考虑监测设备的选型、布局以及后期的维护保养工作，以提高监测数据的准确性和系统的可靠性。首先，在选择监测点时，需要对变压器的设计、运行模式以及潜在的故障模式进行深入分析。利用先进的模拟技术，如有限元分析（FEA），可以帮助预测变压器在正常运行及故障状态下的行为，从而科学地确定监测点的位置。这些监测点应尽可能地覆盖变压器的高压绕组、冷却系统、绝缘材料等关键部件，以便全面监控其运行状态。在监测设备的选型方面，考虑到特高压电力变压器工作环境的恶劣性，监测装置必须具备高耐久性。这意味着，监测装置不仅要能够承受高温、高湿和腐蚀等恶劣环境，还需保证长期运行中的数据准确性和设备可靠性。因此，在选型时，除了考虑技术指标外，还应评估设备的耐用性能和供应商的售后服务能力。

监测装置的布局设计也非常关键，合理的布局设计不仅能确保监测数据的准确采集，还能便于后期的维护检修工作。例如，布线应规避高温部件和移动部件，以减少对线路的潜在损害；同时，监测设备和传感器的安装位置应便于检查更换，以降低维护成本和提高工作效率。最后，监测装置的定期维护保养是保证其长期稳定运行的关键，建立健全的维护保养体系，制定明确的维护保养计划和责任人是十分必要的。维护保养工作应包括设备的清洁、检查、校准和故障排除等。此外，还应定期进行性能测试，确保监测装置能准确反映变压器的运行状态。通过上述措施，优化监测装置的布设方案不仅能够提升监测数据的准确性，还能增强变压器运行的安全性，为电力系统的稳定运行提供坚实的技术支持。

（三）加强人员培训管理

为确保特高压电力变压器测控元件的正确安装

及高效应用，加强人员培训管理显得尤为关键。全面而系统的培训计划不仅能提升操作人员的技术技能，而且有助于最小化由人为操作错误引发的风险，从而确保测控系统的稳健运行。培训方案应综合考虑理论与实践，覆盖测控元件的基础理论知识、实际操作程序、安装与调试的关键技巧等多个方面。通过深入浅出的理论讲解，使操作人员对测控系统的工作原理和重要性有充分理解。实际操作演练环节应模拟真实工作场景，使操作人员能够在模拟的工作环境中练习和熟悉每个步骤，提高实际操作能力。此外，案例分析环节对过往的典型事故和操作失误进行回顾，不仅可以帮助操作人员学习如何在类似情况下做出正确判断，还能加深对潜在风险的认识，提高应对紧急情况的能力。

培训过程中，特别需要强调的是操作人员的应急处理能力培养，确保其能够在面对突发事件时迅速、准确地做出反应，采取有效措施以避免或减轻事故后果。此外，建立明确的职责分配和责任追究体系也十分重要，每位操作人员都应清楚自己的职责范围和工作要求，严格按照操作规程行事，确保测控系统的正常运作。为了持续提升操作人员的专业技能和安全意识，定期组织安全和技术培训是必不可少的。这不仅包括对电力系统安全运行规则的学习，还应包括应急预案的培训，以及最新技术趋势、工具和方法的分享。此外，鼓励操作人员通过技术论坛、研讨会等形式参与到更广泛的专业交流中去，既能扩展视野，又有助于提升工作效率和解决实际问题的能力。通过这样全方位、多层次的培训管理策略，可以显著提高操作人员对特高压电力变压器测控元件的安装、维护和应用的能力，确保电力系统的高效稳定运行，为电网安全提供坚实的人才保障。

（四）引入智能化技术

引入智能化技术，特别是远程监控系统和智能分析软件，为特高压电力变压器的监测管理带来了革命性的改进。这些先进的技术手段不仅提升了测控元件的自动化和智能化水平，而且极大提高了电力系统运维管理的效率和准确性。首先，远程监控系统的应用允许操作人员不受地理位置限制，通过互联网或专用网络实时接收变压器的运行数据。这种系统通常配备了高性能的通信设备，确保数据传输的安全可靠。操作人员可以利用移动设备或PC端，实时查看变压器的运行状态，包括温度、电压、电流等关键参数，实现了从被动接收报警到主动监控的转变。这种远程

实时监控能够及时揭示潜在的风险，大幅缩短响应时间，提高电力系统的稳定性。

进一步，智能分析软件的引入为数据处理和故障诊断提供了强大的支持。这类软件采用先进的数据分析技术，如机器学习和人工智能算法，能够自动识别数据中的异常模式，预测潜在的故障。通过分析历史数据，学习变压器的正常运行模式和潜在故障信号，从而在问题发生之前给出预警。例如，通过对温度趋势的分析，软件可以预测绝缘材料老化的速度，提前提示维护团队进行检查或更换，避免了突发故障的发生。此外，智能分析软件还可以模拟变压器在不同工作条件下的表现，帮助运维团队优化运行策略，延长设备寿命，并提高整个电力系统的运行效率。例如，通过分析负载变化对变压器温升的影响，软件可以推荐最佳的运行和调度方案，以最小的成本达到最佳的运行效果。这些智能化技术的应用不仅提高了监测数据的准确性和及时性，降低了人为操作偏差的风险，还为运维管理提供了科学决策的依据。通过对远程监控系统和智能分析软件的深入应用，电力系统的全面监测和精细管理成为可能，大大提高了电力系统的安全性、稳定性和经济性。

结语：

在特高压电力变压器测控元件的安装及应用中，严格遵循安装规范，优化布设方案，加强人员培训与管理以及引入智能化技术是保证系统安全稳定运行的几项措施。这些举措的综合实施将不断提升电力系统监测管理水平，为电力行业的可持续发展与安全供电作出积极贡献，助力构建更加可靠，高效的电力系统，满足社会对电力能源的需求，为电力行业的可持续发展作出积极贡献。

参考文献：

- [1] 洪深, 郑占锋, 万德春, 胡冠, 汪海波. 特高压变压器突发短路试验的可行性分析 [J]. 科技创新导报, 2016, (36): 13-15+17.
- [2] 官澜, 李光范, 李博, 赵志刚, 李金忠, 张书琦. 我国特高压电力变压器研制技术及发展 [J]. 变压器, 2014, (08): 28-33.
- [3] 刘力华, 拾杨, 王建. 新型电力系统背景下特高压工程经济效益评价指标体系研究 [J]. 项目管理评论, 2022(05): 58-61.
- [4] 张泽轩. 试述我国特高压电力变压器研制技术及发展 [J]. 中国房地产业, 2015(Z2): 63.