

继电保护可视运维管控体系的探索及应用

常宏新

国网上海市电力公司超高压分公司

摘要：继电保护是电力系统中至关重要的一环，而可视化运维管控体系的引入对于提高继电保护系统的效率和可靠性具有重要意义。本文通过对继电保护可视运维管控体系的探索及应用进行深入研究，分析了其在电力系统中的作用和优势。结合实际应用案例，探讨了可视化运维管控体系在提升继电保护系统性能、降低运维成本、提高故障响应速度等方面的具体效果。最后对未来继电保护可视化运维的发展趋势和应用前景进行了展望。

关键词：继电保护；可视运维；管控体系；探索及应用

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2022.12.066

引言

电力系统是现代社会的不可或缺的基础设施之一，而继电保护作为电力系统安全运行的重要保障，其性能和可靠性直接关系到电力系统的稳定性和安全性。随着电力系统规模和复杂度的不断提高，传统的继电保护运维方式已经不能满足快速变化的需求。为了更好地应对电力系统中的各种挑战，可视化运维管控体系的引入成为提高继电保护系统效率的一种重要手段。

一、继电保护可视化运维管控体系构建

1、数据采集与传输

数据采集与传输是可视化运维管控体系中的首要任务，其关键在于实时获取电力系统中各个节点的数据。为了实现这一目标，必须建立高效的数据采集与传输机制，以确保系统的可靠性和实时性。在这一体系中，各类设备如传感器、智能终端以及SCADA系统扮演着关键的角色。它们负责在电力系统中采集各种关键数据，包括电流、电压、温度等参数，这些数据的实时性对于电力系统的安全稳定运行至关重要。一旦数据被采集，接下来的关键步骤是通过高带宽、低延迟的通信网络将这些数据传输至集中的数据中心。在传输过程中，采用先进的通信技术，例如光纤通信、高速无线通信等，以确保数据传输的高效性和稳定性。这有助于避免数据传输过程中的丢失或延迟，从而保证数据的准确性和及时性。数据采集与传输的优势在于能够实现对电力系统的实时监测和迅速响应，从而及时发现并解决潜在问题。通过建立可靠的数据采集与传输机制，可视化运维管控体系得以建立在坚实的数据基础之上，为系统运行提供了强有力的支持。这也为运维人员提供了及时有效的信息，使其能够迅速做出决策，提高电力系统的整体运行效率。

2、数据处理与分析

数据处理与分析是可视化运维管控体系中的另一个关键环节，面对大量的实时数据，必须通过高效的处理

与分析过程，以形成对电力系统运行状态的全面认知。在这一阶段，关键在于建立有效的数据模型和算法，实现对电力系统各个方面的实时监测与深入分析，为后续的决策提供有力支持。首先，建立有效的数据模型是数据处理与分析的基础。通过对电力系统数据的抽象和整理，形成合理的数据模型，能够更好地反映电力系统的复杂运行情况。这包括建立对电流、电压、功率等参数的数学模型，以及对设备状态、负荷分布等方面的综合模型。这些模型的建立为后续的分析提供了结构化的基础。其次，采用先进的算法对实时数据进行深入分析。机器学习、人工智能等技术的应用可以有效地发现数据中的潜在规律和异常情况。通过对历史数据的学习，系统能够预测潜在的问题并提前采取措施，从而提高电力系统的稳定性和可靠性。实时监测与分析也有助于及时发现设备故障、负荷异常等问题，为运维人员提供快速的决策支持。最后，形成对电力系统运行状态的全面认知。通过数据处理与分析，可以获得关于电力系统各个方面的详尽信息，包括设备状态、负荷情况、潜在风险等。这为运维人员提供了全面的运行状态认知，使其能够更加精准地制定决策，提高电力系统的运行效率和可维护性。

3、可视化界面设计

可视化界面设计在可视化运维管控体系中扮演着关键的角色，作为用户与整个系统交互的主要窗口，其设计直接影响着运维人员对电力系统运行状态的理解和决策的准确性。为了实现这一目标，可视化界面的设计必须注重用户体验，并提供灵活的定制化选项，以满足用户的多样化需求。首先，用户体验是可视化界面设计的核心。通过直观、清晰的图形界面，运维人员能够迅速获取电力系统的实时信息，包括各个节点的状态、设备健康状况、负荷分布等。使用直观的图表、图形元素，以及色彩的巧妙运用，使得复杂的数据信息能够以简洁易懂的方式呈现，提高用户对系统运行状态的把握

能力。其次，可视化界面应该提供灵活的定制化选项。不同的运维人员对系统信息的关注点可能有所不同，因此，设计师应该允许用户根据自己的需求进行界面内容的定制。这包括可调整的显示参数、自定义的报警设置、以及个性化的图表和报表等功能。通过提供这些灵活的选项，可视化界面能够更好地适应不同用户的工作习惯和需求，提高用户的工作效率。最后，可视化界面设计还应注重信息的层次和关联性。通过巧妙的信息排布和布局，使得用户能够从整体把握系统的运行状况，同时能够深入到具体节点和设备的详细信息。通过良好的信息关联设计，用户能够迅速了解问题的根源，并采取相应的措施，提高系统的响应速度和决策效果。

二、继电保护可视化运维管控体系的应用效果

1、提升继电保护系统性能

通过可视化运维管控体系，运维人员得以提升继电保护系统的性能，使其更为高效、稳定。这体系赋予运维人员实时监测继电保护设备的能力，对于电流、电压等关键参数的监控成为可能。这种实时监测的特性，使得运维人员能够快速响应并迅速处理任何异常情况，从而提高继电保护系统的整体性能。在传统的继电保护系统中，运维人员通常需要依赖离散的数据和手动巡检，而可视化运维体系的引入改变了这一格局。通过直观的图形界面，运维人员可以清晰地了解继电保护设备的运行状态，同时监测关键参数的实时变化。这使得他们能够及时发现潜在的问题，无须等待传统周期性巡检，从而提升了系统的响应速度和故障处理效率。在发现异常情况时，可视化运维管控体系为运维人员提供了快速定位问题所在的能力。通过精细的数据展示和图表分析，运维人员能够准确地判断继电保护系统中的异常源，并迅速采取相应的措施。这种实时的问题定位与处理，有助于最小化系统故障对电力系统的影响，提高了整个继电保护系统的鲁棒性和可用性。继电保护系统性能的提升还体现在对历史数据的深度分析上。可视化运维体系记录并展示历史性能数据，通过对这些数据的挖掘和分析，运维人员能够识别潜在的 trends 和周期性 issue，从而采取预防性的维护措施，降低系统发生故障的概率，提高了整体性能水平。

2、降低运维成本

可视化运维管控体系的应用显著降低了维护与运维的成本，通过多方面的优势使得整个运维过程更为高效和经济。首先，实时监测和远程诊断功能有助于降低巡检的频次，从而减少了人力成本。传统的巡检方式通常需要运维人员定期亲临现场，而可视化运维体系的实

时监测能力使得运维人员能够在不同地点远程监控电力系统运行状态，减少了对人力资源的依赖。通过远程诊断，运维人员可以及时了解设备的健康状况，只有在必要时才需要实地巡检，进一步降低了维护过程中的人工成本。其次，可视化运维体系提供了及时的故障预警和维护提示，使得运维工作更加高效和精准。系统能够通过实时数据分析和模型预测，提前发现设备异常和潜在故障，并向运维人员发送警报。这种及时的故障预警使得运维人员能够在问题发生前采取预防性的维护措施，避免设备由于未及时处理而引发更严重的问题。这种精准的维护工作不仅提高了电力系统的稳定性，也减少了紧急维修的需求，降低了维护成本。最后，可视化界面的直观性和用户友好性使得运维人员更容易理解系统的运行状态，降低了培训成本。运维人员能够通过图形化的界面快速了解电力系统的整体情况，而不需要长时间的培训和学习。这有助于降低新人培训的成本，并提高整个团队的工作效率。

3、提高故障响应速度

当电力系统面临故障时，这一体系能够迅速而准确地定位问题，为运维人员提供详尽的故障信息，并提供快速的应对方案，从而显著缩短了故障的响应时间，有力地保障了电力系统的稳定性。首先，可视化运维体系通过实时监测各个节点的运行状态和关键参数，能够迅速发现故障并定位故障点。运维人员可以通过直观的图形界面立即了解到系统中的异常情况，例如设备故障、电流电压异常等。这种实时的监测功能使得故障可以在发生初期被及时发现，为故障的迅速解决奠定了基础。其次，可视化界面提供了详尽的故障信息，包括故障发生的具体位置、可能的原因以及影响范围等。这种细致入微的信息展示有助于运维人员在短时间内全面理解故障的性质和影响，为后续的维修工作提供了充分的准备。相比于传统的手段，这种全面信息的呈现使得运维人员能够更迅速、更准确地制定应对策略。最重要的是，可视化运维管控体系能够为运维人员提供快速的应对方案。通过系统的分析和算法支持，这一体系可以为运维人员提供针对性的建议，包括可能的解决方法、紧急维修步骤等。这种智能化的支持使得运维人员在故障发生时能够更加迅速地做出决策，减少了故障处理的时间，最大限度地提高了电力系统的可用性和稳定性。

三、未来发展趋势与应用前景

1、智能化与自动化

未来的继电保护可视化运维管控体系将呈现智能化与自动化的显著趋势。随着人工智能、大数据等技术的

快速发展，这些先进技术将深刻改变继电保护系统的运行方式。首先，人工智能的广泛应用将使得继电保护系统具备更强的自学习与自适应能力。通过引入机器学习算法，系统能够不断分析历史数据，识别潜在的模式和趋势，从而更准确地预测可能发生的故障或异常情况。这种智能化的特性使得系统能够更好地适应电力系统运行的动态变化，提高了系统的自适应性和智能化水平。其次，大数据技术的运用将为系统提供更为全面、深度的数据分析能力。通过收集、存储和分析大量的实时数据，系统能够深入挖掘数据背后的规律，发现潜在问题，并做出相应的预测。这种全面数据分析的手段有助于优化系统的运行策略，提高系统的可用性和稳定性。最后，自动化程度的提高将成为未来继电保护可视化运维管控体系的重要特征。自动化技术的应用可以使得系统能够更加自动地执行监测、诊断、报警和修复等一系列操作，减轻运维人员的负担，提高运维效率。自动化的手段还包括设备的远程控制、自动故障隔离与恢复等功能，从而最大限度地减少了人为因素对系统运行的影响。

2、安全性与可靠性

随着电力系统规模的不断扩大，未来的可视化运维管控体系将更加注重系统的安全性和可靠性。这一发展趋势需要在多个方面进行技术创新，特别是在数据安全和通信安全等关键领域，以确保整个系统的运行是安全可靠的。首先，数据安全将成为未来可视化运维管控体系设计中的核心考虑因素。由于涉及大量的实时数据和敏感信息，必须采取有效的措施保障数据的完整性、保密性和可用性，包括数据加密技术、访问控制机制、安全审计等手段，以防范数据泄漏、篡改或未经授权的访问。其次，通信安全也将得到加强。在可视化运维管控体系中，数据的传输涉及各种设备之间的通信，因此必须采用高度安全的通信协议和机制，防范网络攻击、数据劫持等威胁。采用加密通信、安全隧道技术以及网络入侵检测系统等手段，可以有效保障通信的机密性和完整性。最后，系统整体架构的安全性也是关键之一。未来的可视化运维管控体系需要考虑系统的防护措施，包括物理安全、网络隔离、系统漏洞修复等，以降低外部攻击和内部风险对系统的威胁，可能需要采用最新的网络安全技术、入侵检测系统和自动化安全策略等手段。此外，对于系统的可靠性，未来的可视化运维管控体系将更加强调故障容忍性和容错机制的设计。通过多节点冗余、智能故障诊断与修复等技术手段，提高系统的抗故障能力，确保即便在面临硬件故障或其他异常情况

时，系统仍能够保持基本的运行功能。

3、跨平台与云端应用

未来的继电保护可视化运维管控体系将积极采用跨平台与云端应用，以满足电力系统管理与运维的新需求。这一趋势将使得系统更加灵活、便捷、可靠。首先，云计算技术的广泛应用将成为未来体系的重要特征之一。通过云端平台，可以实现大规模数据的集中存储、快速处理和高效管理。这为电力系统的继电保护提供了更为强大的计算和存储能力，有助于更复杂、更庞大的系统数据的分析与处理。云端存储还能够增强系统的容错性，避免因本地数据存储设备损坏而导致的数据丢失，提高了系统的稳定性。其次，跨平台应用的发展使得运维人员可以随时随地通过不同终端设备访问系统。无论是在办公室、实验室，还是在户外、移动环境中，运维人员都能够利用手机、平板电脑、笔记本电脑等多种终端设备轻松地接入继电保护系统。这种跨平台的灵活性使得运维工作更具便捷性，运维人员能够更加高效地进行实时监控、故障诊断以及决策制定。最后，跨平台与云端的结合还带来了协同工作的优势。多个运维人员可以同时通过不同设备在云端平台上协同作业，实时共享系统状态、故障信息和决策建议。这种协同工作的方式有助于加快问题解决的速度，提高系统维护的效率。

结束语

通过对继电保护可视化运维管控体系的探索与应用的深入研究，本文系统性地介绍了该体系的构建、应用效果和未来发展趋势。可视化运维管控体系的引入为电力系统的运行和维护提供了更为直观、高效的手段，具有重要的实践意义。未来，该体系将在智能化、安全性、云端应用等方面不断发展和完善，为电力系统的持续稳定运行提供更为先进和可靠的支持。

参考文献

- [1] 梁嘉晖, 王永辉, 陆超, 李婷婷. 变电站继电保护运检防误技术[J]. 科技资讯, 2021, 19(28): 40-42.
- [2] 王静涛, 张轩, 邹晓, 王欣, 黄昌军. 核电站继电保护二次回路可视化技术[J]. 电工技术, 2021, (05): 149-151.
- [3] 钱晓峰. 智能变电站继电保护运维防误技术研究及应用[J]. 自动化应用, 2021, (01): 93-94+98.
- [4] 张佳龙. 基于泛在电力物联网的继电保护技术[J]. 电子技术, 2020, 49(12): 180-181.