

电力系统继电保护和二次回路的现状与发展趋势

刘敏 杜松峰 张晓静 王甜 邹聪

国网阿勒泰供电公司

DOI:10.12238/jpm.v4i10.6354

[摘要] 随着电力系统规模的不断扩大和电网结构的日益复杂，电力系统继电保护和二次回路显得尤为重要。本文以现代电力系统的需求为背景，针对电力系统安全性和智能化需求，研究了继电保护技术和二次回路的发展。提出采用智能化算法和数字化技术，通过数据分析、自适应保护和通信网络集成，实现智能继电保护。本文的研究成果旨在为相关工程提供新的思路和解决方案。

[关键词] 电力系统；继电保护；二次回路；现状；发展趋势

Current status and development trend of relay protection and secondary loop in power system

Liu Min, Du Songfeng, Zhang Xiaojing, Wang Tian, Zou Cong

State Grid Altay Power Supply Company, Xinjiang Altay 836500

[Abstract] With the continuous expansion of power system scale and the increasing complexity of power grid structure, the relay protection and secondary loop of power system are particularly important. With the demand of modern power system, the development of relay protection technology and secondary circuit is the demand of power system. It is proposed to adopt intelligent algorithm and digital technology to realize intelligent relay protection through data analysis, adaptive protection and communication network integration. The research results of this paper aim to provide new ideas and solutions for related engineering.

[Key words] power system; relay protection; secondary loop; current situation and development trend

引言：

电力系统在现代社会中具有不可或缺的重要作用，但随着电力需求的不断增加和新能源技术的广泛应用，电力系统也面临着更加复杂的运行环境 and 安全性挑战。传统的继电保护系统和二次回路已不再满足当今电力系统的需求，因此需要进行创新性的研究，以适应快速变化的电力环境。本文将探讨智能化和数字化技术的应用，以解决电力系统的安全和可靠性问题，并实现电力系统的智能化和可持续发展。

一、二次回路的基本概念

电力系统中的二次回路是指与继电保护装置相关的电气信号传输和处理系统。其基本概念涵盖了传感器、信号传输线路、信号处理装置等组成部分。在电力系统中，各种传感器（如电流互感器、电压互感器）通过二次回路将测量到的电气参数转化为相应的电信号。这些信号通过专用的传输线路传送至继电保护装置，然后由信号处理装置进行分析、判定和操作。

二次回路在电力系统中扮演着至关重要的角色。它不仅仅是继电保护的基础，也是电力系统自动化的关键。通过二次回路，电力系统能够实现对各种故障和异常情况的快速检测和处理。同时，二次回路的发展也在不断推动着继电保护技术的进步。随着数字化技术的发展，二次回路的传感器、传输线路和

处理装置正在不断智能化和集成化，提高了继电保护系统的精度、可靠性和响应速度。

二、继电保护与二次回路现状分析

1. 数字化技术的广泛应用

在当今电力系统中，数字化技术的广泛应用是继电保护与二次回路领域的显著特点。传统的继电保护系统主要依赖于模拟信号处理和电气元件，但随着数字化技术的发展，数字式继电保护系统逐渐取代了传统的模拟继电保护系统。数字式继电保护系统利用高性能的微处理器、数字信号处理器（DSP）等芯片，能够实现对电力系统各种参数的高速采集、精确测量和快速判断，提高了继电保护的准确性和可靠性。同时，数字化技术也推动了二次回路的数字化转型，传统的模拟信号传输线路正在被数字通信网络所取代，提供了更加可靠和高效的信号传输方式。

2. 智能化与自动化水平的提高

随着人工智能、大数据分析等技术的不断发展，继电保护与二次回路的智能化和自动化水平也得到了显著提高。现代继电保护系统不仅能够根据电力系统的实时状态进行智能判断，实现对各种故障的精准定位和快速切除，还能够通过大数据分析技术对电力系统的运行数据进行深度挖掘，为系统的运行和

维护提供决策支持。在二次回路方面，智能化技术的应用使得传感器能够实现自动校准和自动故障诊断，大大提高了系统的稳定性和可靠性。

3. 对新能源接入的适应性提升

随着新能源（如风能、太阳能等）的大规模接入电力系统，继电保护与二次回路也面临着新的挑战和机遇。新能源具有间断性和不确定性，需要继电保护系统能够快速响应，并且对系统状态进行动态调整。现代继电保护系统和二次回路通过智能化技术，可以实现对新能源发电设备的远程监测和控制，实时调整保护参数，确保系统在新能源接入和退出时的稳定运行。同时，新能源场站的继电保护与二次回路也在逐步实现数字化和智能化，采用先进的通信技术，确保新能源场站与电力系统的信息交互畅通，提高了系统的适应性和灵活性。

三、继电保护及二次回路新技术

1. 故障信息与继电保护技术

首先，在故障信息与继电保护技术方面，引入先进的数据挖掘算法和人工智能技术，例如机器学习和深度学习。通过对历史故障数据的深度分析，系统能够学习电力系统在不同故障条件下的特征和规律。这种分析能力的提高使得系统能够更加准确地识别和响应各种故障，从而实现更加精细化的继电保护。同时，结合物联网技术，建立起设备之间的实时信息传输和共享机制。这种实时数据共享使得继电保护装置能够获得更为全面、实时的电力系统状态信息，包括设备的电流、电压、温度等参数。这种信息的全面性和实时性为系统提供了更为准确的判断依据，使得继电保护能够更加快速地做出决策。此外，在故障信息分析中，引入了模糊逻辑和模糊推理技术。传统的继电保护系统通常只能处理确定性的数据，而电力系统中存在许多不确定性因素，例如突发性的负荷波动、设备老化引起的参数变化等。模糊逻辑技术可以处理这种不确定性，使得系统能够更好地适应各种复杂的工作环境，提高了继电保护的稳定性和可靠性。

例如，在一座电力变电站中，引入了上述策略。通过深度学习算法分析历史故障数据，系统学习到了电力系统在不同故障条件下的特征。在一次突发性的短路故障中，系统能够迅速识别该故障并做出切除操作，避免了事故的进一步扩大。同时，物联网技术使得电力变电站内各设备实时共享状态信息，当其中某台设备出现异常时，继电保护系统能够立即察觉并做出响应，确保了电力系统的安全稳定运行。在模糊逻辑技术的应用下，系统能够更好地处理电力系统中不确定性因素，例如负荷波动引起的电压波动。这种策略的引入使得该电力变电站的继电保护系统更加智能、准确，大幅度提高了系统的可靠性和安全性。

2. 信息网络技术的应用

首先，在信息网络技术的应用方面，采用了分布式网络架构。通过将继电保护装置与二次回路的控制单元分布式地部署在电力系统各个关键节点上，建立了分布式网络。这种架构使

得系统具备了更好的鲁棒性和容错能力。即便某一节点发生故障，其他节点依然能够保持正常通信，确保了信息的及时传递和系统的连续运行。同时，引入了虚拟专用网络（VPN）技术，确保了继电保护信息的安全传输。在电力系统中，保护信息的安全性至关重要，一旦被恶意攻击或者窃取，可能导致严重的安全事故。采用VPN技术，所有传输在网络中的数据都经过加密处理，保障了信息的机密性和完整性。这种技术的应用，加密了传输的数据，即便在网络传输过程中被截获，也无法被解读，保障了系统信息的安全性。此外，在信息网络技术的实施方法中，引入了自主研发的通信协议。考虑到电力系统的特殊性，通信协议需要满足高可靠性和实时性的要求。自主研发的通信协议充分考虑了电力系统中各个设备的通信需求，优化了通信的传输效率，降低了通信时延。这种自主研发的通信协议不仅保障了信息网络的稳定性，还提高了系统对传输性能的掌控度。

例如，在一个电力系统中，采用了上述策略。通过分布式网络架构的部署，电力系统中的继电保护装置和二次回路的控制单元被分布式地部署在各个关键节点上，形成了一个分布式网络。在某一节点出现通信故障的情况下，其他节点仍然能够保持通信，确保了继电保护信息的及时传递。同时，采用了VPN技术，对传输的数据进行了加密处理，保障了信息的安全传输。在自主研发的通信协议的支持下，系统实现了高效的信息传输，保障了继电保护系统的稳定性和可靠性。这种策略的引入使得电力系统的信息网络更加安全、稳定，为电力系统的可靠运行提供了坚实保障。

3. 自适应继电保护

首先，在自适应继电保护方面，采用了智能化算法和传感器技术的结合。通过在关键节点上部署高精度的传感器，实时监测电力系统的状态参数，例如电流、电压、频率等。这些传感器采集到的数据通过智能化算法进行分析和处理。算法能够根据实时数据自动调整继电保护参数，使其适应当前电力系统的运行状况。这种自适应性使得继电保护系统能够在不同工作状态下自动调整保护策略，确保系统的稳定性和可靠性。同时，引入了模型预测技术。利用电力系统的历史运行数据，建立系统的运行模型，并利用预测算法对系统未来的运行状态进行预测。基于这种预测，继电保护系统能够提前做出相应调整，预防潜在的故障。例如，当预测到负载将突然增加时，系统可以提前调整过流保护的触发值，防止因突发负荷增加引发的设备损坏。此外，在自适应继电保护的实施方法中，采用了分布式计算技术。通过将计算任务分发到各个继电保护装置和二次回路的控制单元上进行处理，实现了继电保护系统的分布式计算。这种方法提高了继电保护系统的计算速度，使得系统能够更快速地响应系统状态的变化，并做出相应调整。同时，分布式计算技术还增强了系统的可扩展性和灵活性，使得继电保护系统能够适应不同规模和复杂度的电力系统需求。

例如，在一个电力系统中，采用了上述策略。通过部署高

精度传感器并结合智能化算法，实现了继电保护系统的自适应性。当系统负载突然增加时，传感器即时监测到电流和电压的变化，智能化算法自动调整过流保护的参数，确保系统在负载变化时依然稳定运行。同时，利用模型预测技术，系统根据历史运行数据进行预测，提前做好调整准备。在一个潜在故障即将发生的情况下，系统提前做出了保护参数的调整，避免了设备受损。这种自适应继电保护策略的实施，使得电力系统的稳定性和可靠性得到了显著提高，有效地预防了潜在的电力系统故障。

4. 暂态保护

首先，在暂态保护方面，引入了高速数字保护装置。这种装置具备高速数据采集和处理能力，能够在毫秒级别内实现对电力系统的信息采集和分析。通过高速数字保护装置，系统能够迅速识别暂态故障，例如短时电压波动或频率扰动等，保护系统能够在故障发生后的极短时间内作出响应，防止暂态故障扩大。同时，采用了精确的暂态模型。通过深入研究电力系统在暂态状态下的特性，建立了精确的暂态模型。这种模型能够模拟电力系统在瞬态过程中的电流、电压等参数变化，为系统的暂态保护提供了准确的参考。基于这种模型，继电保护系统能够更加精细地分析暂态故障，提高了故障识别的准确性。此外，在暂态保护的实施方法中，引入了相位同步技术。通过确保继电保护装置和电力系统内各设备的相位同步，系统能够更准确地分辨暂态现象。例如，在电力系统中，当出现瞬时电压波动时，通过相位同步技术，继电保护系统能够准确判断电压波动的发生时间和持续时间，实现对暂态故障的精准判定。

例如，在一个电力系统中，引入了上述策略。通过高速数字保护装置，系统在电压波动瞬间迅速采集数据，并基于精确的暂态模型，系统分析电压波动的特性。同时，采用相位同步技术，确保系统内各设备的数据采集是相位同步的。在一次电压波动暂态故障中，高速数字保护装置迅速识别到电压波动的发生，系统根据暂态模型精准判定电压波动的性质，例如幅值和频率等。在暂态保护装置的快速响应下，系统迅速切除了故障点，避免了电压波动引发的设备故障，确保了电力系统的稳定运行。这种策略的引入使得电力系统的暂态保护能力得到了显著提高，保障了系统在暂态故障发生时的安全稳定运行。

四、电力系统继电保护和二次回路的发展趋势

1. 智能化和人工智能的融合

未来的继电保护系统将深度融合人工智能技术，包括机器学习和深度学习等。通过大数据分析，系统将能够更准确地预测电力系统的运行状态，实现对潜在故障的早期预警。同时，智能化技术将使得继电保护系统具备自主决策能力，实现自动化的故障判断和应急处理，提高系统响应速度和精度。

2. 区块链技术的应用

区块链技术在电力系统继电保护和二次回路中的应用将成为未来的发展趋势。区块链技术的去中心化和不可篡改性特点，使其成为电力系统中信息安全和数据可信性的理想选择。通过区块链技术，继电保护装置和二次回路的信息传输将更加安全可靠，防止信息被篡改和恶意攻击。此外，区块链技术还能够建立信任机制，促使电力系统内各个节点之间的信息共享，提高系统整体运行效率和安全性。

结束语：

综上所述，随着电力系统的不断升级和普及，继电保护和二次回路也需要不断创新和优化，构建更为智能、可靠的系统。我们需要积极探索创新和应用先进技术措施，加强电力系统的自适应性，从而促进系统的稳定性和可持续性；其中，数字化和智能化技术途径可以满足系统监测需求，提高故障诊断精确度，另外，信息安全技术的应用也是不可或缺的，我们要加强信息传输的保障，以更好的支持电力系统的可持续发展，为电力领域的全面发展奠定坚实基础。

[参考文献]

- [1]李均家,孙小雯.电力系统中的继电保护二次侧安全措施[J].电子技术,2023,52(09):182-183.
- [2]邱平.电力系统继电保护常见故障检修技巧与方法[J].光源与照明,2023(08):153-155.
- [3]史光宇,张悦,闫音蓓.电力系统继电保护故障与处理策略研究[J].光源与照明,2023(08):165-167.
- [4]隋佳蓉.电力系统继电保护故障分析与技术处理措施[J].光源与照明,2023(08):168-170.
- [5]郭奥.电力系统继电保护和二次回路的现状与发展趋势[J].当代化工研究,2020(20):8-9.
- [6]王记昌,李仁,吕俊霞.电力系统继电保护和二次回路的现状与发展趋势[J].兵工自动化,2020,39(01):32-34+67.