

供电系统中继电保护问题分析

秦国涛

金安桥水电站有限公司 云南 丽江 674100

摘要：供电系统中的继电保护装置是确保电网安全稳定运行的关键。本文介绍了常见的继电保护装置及其配置原则，分析了当前继电保护系统中存在的问题，如设备老化、技术标准滞后、人员能力不足等。针对以上问题，提出了加速设备迭代、紧跟技术前沿、强化人员能力建设、优化保护配置、严格设备采购管理以及强化继电保护系统的智能化与自动化水平等多项解决措施，旨在提高供电系统的稳定性和安全性，为电力行业的可持续发展提供有力保障。

关键词：供电系统；继电的保护问题；解决措施

引言：随着电网规模的扩大和结构的复杂化，对继电保护装置的性能和配置要求也越来越高。但当前继电保护系统中存在诸多问题，如设备老化、技术标准更新滞后、人员技术水平参差不齐等，这些问题严重制约了电网的安全运行。本文将对供电系统中的继电保护问题进行分析，并提出相应的解决措施。

1 供电系统中常见的继电保护装置

供电系统中常见的继电保护装置主要包括以下几类，它们各自承担着不同的保护任务，确保电力系统的安全稳定运行：（1）过电流保护装置。过电流保护装置是用来反应短路故障及严重的过载故障的基本保护装置。它广泛应用于线路、发电机、变压器和各种负载的保护中。根据动作时间的不同，过电流保护装置可分为定时限过电流保护和反时限过电流保护。定时限过电流保护的動作时间与故障电流大小无关，而反时限过电流保护的動作时间则与故障电流大小成反比。（2）电流速断保护装置。电流速断保护装置是另一种电流保护形式，它具有瞬时动作的特性，没有延时性。速断保护通常与过电流保护配合使用，以实现快速保护。但速断保护的保護范围受运行方式的影响较大，可能无法保护电路的全长。（3）差动保护装置。差动保护装置是根据被保护区域内的电流变化差额而动作的。它广泛用来保护大容量的电力变压器、变电所母线、高压电动机等^[1]。差动保护装置能够准确判断故障位置，并迅速切除故障部分，确保电力系统的安全运行。（4）接地保护装置。对于小电流接地系统，单相接地只是一种不正常运行状态。但为了保障电力系统的安全，仍需设置接地保护装置。这种保护装置通常只作用于信号，提醒运维人员及时处理接地故障，防止故障扩大化。

2 供电系统中继电保护的配置原则

供电系统中继电保护的配置原则是确保电力系统安

全、稳定运行的关键环节。以下是对该原则的具体阐述：（1）继电保护配置需满足电网结构和工厂站主接线的要求，并考虑电网和工厂站工作方式的灵活性。这要求继电保护装置能够根据不同的电网结构和接线方式，灵活地进行配置和调整，以适应各种运行工况。（2）配置的继电保护装置必须满足可靠性、选择性、灵敏度和速度要求，即所谓的“四性”原则。可靠性是指保护装置在需要动作时能够可靠地动作，不拒动；选择性则是指保护装置能够仅将故障部分从电力系统中切除，而尽可能不影响其他正常部分的运行；灵敏度则要求保护装置对故障的反应足够敏感，能够迅速捕捉到故障信号；速度则是指保护装置的動作速度要快，以减小故障对电力系统的冲击。在具体配置时，对于电力系统中的关键设备，如220kV及以上电压等级的风电场母线、线路、变压器和电抗器等，其继电保护应采用双重化配置。这种配置要求每套保护都包含完整的主、后备保护功能，能够全面响应被保护设备的各种故障和异常状态，并能够执行跳闸或发出警示信号。两套保护装置之间应相互独立，不存在电气联系，以确保一套保护的退出不会影响到另一套的保护功能。（3）对于不同电压等级的线路和设备，其继电保护配置也有所不同。220kV及以上的线路应遵循双重化配置和近后备原则，而220kV以下的线路则通常采用单套配置，并遵循远后备原则。

3 当前继电保护存在的问题

3.1 设备老化与更新滞后

随着电网规模的不断扩大和电力设备的长时间运行，许多地区的继电保护设备出现了严重的老化现象。这些老式设备在性能上已经无法满足现代电力系统的需求，存在着动作不准确、可靠性差等问题。尽管部分电网企业已经进行了设备更新，但更新速度仍然滞后于电网发展的速度，导致新老设备之间的不兼容，影响了继

电保护的整体效能。

3.2 技术标准与规范更新不及时

随着电力系统技术的快速发展，特别是新能源的接入和智能电网的建设，继电保护的技术标准和规范也在不断更新。但一些地区的电网企业并未能及时跟进这些更新，导致技术标准与规范存在滞后性。这影响了继电保护设备的正确配置和调试，还导致在电网发生故障时，保护装置无法正确动作，增加了电网的风险。

3.3 人为因素导致的误动与拒动

在继电保护的管理和维护过程中，人为因素也是导致问题的重要原因。由于继电保护工作技术性强、责任重大，对工作人员的专业素质要求极高^[2]。但目前部分地区的电网企业缺乏足够的专业技术人员，导致在继电保护设备的维护、调试和故障处理过程中存在疏忽和错误。由于电网结构复杂、设备种类繁多，工作人员在面对突发事件时可能无法迅速准确地判断故障原因和制定处理方案，从而导致了保护装置的误动或拒动。

3.4 电网结构变化带来的挑战

随着电网结构的不断变化，特别是新能源的大规模接入和分布式电源的广泛应用，对继电保护提出了新的挑战。新能源的接入改变了电网的潮流分布和故障特性，使得传统的继电保护原理和配置方法不再适用。分布式电源的接入使得电网的拓扑结构更加复杂，增加了保护装置正确动作的难度。

3.5 设备质量参差不齐

在继电保护设备的采购和选型过程中，由于市场上设备质量参差不齐，一些电网企业可能因为成本考虑而选择了质量较差的设备。这些设备在长时间运行过程中容易出现故障或性能下降，从而影响了继电保护的整体效能。

4 解决供电系统中继电保护问题的措施

4.1 加速设备迭代

在供电系统中，继电保护设备的老化与更新滞后已成为制约系统性能提升的关键因素。为应对这一挑战，电网企业要采取以下策略，加速设备的迭代更新。（1）规划详尽的设备更新蓝图，明确时间节点、目标设备及资金预算，确保更新计划的系统性与可操作性。与此同时，深化与设备制造商的战略合作，确保前沿技术的快速引入与应用，为电网注入新鲜活力。（2）在设备更新进程中，兼容性考量。对于现役的老旧设备，要进行全面评估与测试，精准识别其性能瓶颈，对无法满足当前电网需求的设备果断实施替换^[3]。替换过程中，务必确保新设备与现有电网架构的完美融合，规避因不兼容引发

的潜在风险。（3）构建全面的设备维护机制，实施定期巡检与预防性维护，及时发现并消除故障隐患，确保设备持续稳定运行。加大技术革新力度，提升设备性能与可靠性，延长设备生命周期，为电网安全保驾护航。

4.2 紧跟技术前沿

电力系统技术的快速发展对继电保护提出了更高要求。面对技术标准与规范更新滞后的挑战，电网企业必须积极应对，确保技术信息的即时获取与有效应用，应采取以下措施：（1）成立专项技术团队，专注于继电保护领域的最新动态，负责技术标准的收集、整理与深入解读。这一团队将成为企业与外部技术世界之间的桥梁，确保企业能够紧跟技术前沿，为决策提供科学依据。（2）深化与科研机构、高等学府的合作，共同探索继电保护技术的创新路径。通过产学研合作，推动技术标准与规范的迭代升级，为企业带来前沿的技术解决方案。（3）严格遵循最新技术标准与规范，对继电保护设备进行科学配置与精细调试。这包括确保保护装置的動作精准、可靠，以及为电网安全提供坚实保障。通过精细化的设备配置与调试，可以最大限度地发挥继电保护设备的效能，降低电网故障的风险。（4）构建保护配置审核机制，对配置方案实施严格审查与评估。这一机制旨在确保保护配置方案的科学性、合理性与实用性，使其紧密贴合电网实际运行状况。在审核过程中，一旦发现配置方案存在问题或不足，应立即进行调整优化，以确保电网整体防护能力的提升。

4.3 强化人员能力建设

人为因素是导致继电保护误动与拒动的重要原因之一。为了有效降低此类风险，电网企业必须加大对继电保护工作人员的培训力度和考核强度。具体措施如下：

（1）构建一套完善的培训体系，该体系涵盖继电保护基础理论、设备操作技巧、故障诊断与处理等多个关键维度，旨在全面提升工作人员的专业素养和技术水平。

（2）在培训方式上，采用定期的专业培训与实操演练相结合的方式。通过系统的理论培训，确保工作人员能够深入理解继电保护的基本原理和关键技术；而实操演练则能够让他们在实际操作中熟悉设备，提升应对复杂工况的能力。（3）为了检验培训效果，实施严格的考核与评估机制。通过理论考试和实操测试等方式，全面检验工作人员的学习成果和工作能力。对于考核不合格者，采取必要的处罚措施，并安排针对性的再培训，确保其能够胜任继电保护岗位。

4.4 优化保护配置

随着电网结构的不断演变，特别是新能源的大规模

接入和分布式电源的广泛应用,对继电保护提出了更高要求。为了应对这一挑战,电网企业需要加强对电网结构的深入研究与分析,并根据电网实际运行情况灵活调整继电保护配置策略。(1)构建精准的电网模型,对电网结构、潮流分布、故障特性等进行全面剖析与计算。这一步骤能够为继电保护配置提供科学依据,确保保护方案的有效性。(2)深入研究新能源接入和分布式电源对电网的影响机制,制定针对性的保护措施和配置策略。在保护配置过程中,注重保护的选择性与灵敏性平衡,确保在发生故障时能够迅速切除故障部分,同时最大限度减少对正常部分的影响。(3)加强对保护装置的测试与校验工作。对于测试结果不合格的保护装置,及时采取更换或维修措施,确保保护装置始终处于良好状态。还要加强对保护装置的运行监测与数据分析工作,及时发现并处理潜在故障与问题,为电网安全稳定运行提供坚实保障。

4.5 严格设备采购管理

设备质量是影响继电保护效能发挥的重要因素之一。为了确保采购的设备质量可靠、性能稳定,电网企业需要采取以下措施加强对继电保护设备的采购管理。

(1)构建完善的设备采购流程与制度,明确采购各环节的责任分工和操作流程。这一步骤能够确保采购过程的透明化、规范化,降低采购风险。(2)在设备选型阶段,深入市场调研与分析,全面了解各类设备的性能、质量、价格等信息。结合电网实际需求与预算情况,科学选择性价比高的设备作为采购对象。(3)加强对供应商的审核与评估工作。通过审核供应商的资质、信誉和历史业绩等信息,确保选择到具备良好信誉和实力的供应商。加强对采购设备的验收与测试工作也是必不可少的环节。通过严格的验收测试,确保设备质量符合相关标准与要求。对于验收不合格的设备,应坚决采取退换或维修措施,确保采购的设备能够正常使用。(4)构建全面的设备维护与检修体系^[4]。定期对继电保护设备进行维护与检修工作,及时发现并处理潜在故障与问题。加大对设备的技术改造与升级力度,提升设备性能与可靠

性,延长设备使用寿命。对于已投入运行的老旧设备,应定期进行评估与测试工作,并根据评估结果及时采取替换或升级措施,确保电网的安全稳定运行。

4.6 强化继电保护系统的智能化与自动化水平

在数字化、智能化时代,提升继电保护系统的智能化与自动化水平是增强继电保护效能的重要途径。电网企业应积极探索并应用以下先进的技术手段以优化继电保护系统的性能。(1)通过引入智能算法,对电网运行状态进行实时监测与分析,及时发现潜在故障隐患,提高故障预测的准确性。(2)利用大数据分析技术,对继电保护设备的运行数据进行深度挖掘,发现设备运行规律,为设备维护提供科学依据。(3)推动继电保护系统与智能电网的深度融合,实现保护策略的智能调整与优化。通过构建智能化的保护控制系统,实现保护动作的快速响应与精准控制,进一步提高电网的故障恢复能力和稳定性。(4)在智能化改造过程中,还需注重系统的安全性、可靠性。通过加强网络安全防护,防止外部攻击对继电保护系统的干扰,确保保护动作的独立性与正确性。建立完善的备份与恢复机制,以应对可能的系统故障,保障电网的持续稳定运行。

结束语:供电系统中的继电保护问题不容忽视。通过加速设备迭代、紧跟技术前沿、强化人员能力建设、优化保护配置、严格设备采购管理以及强化继电保护系统的智能化与自动化水平等措施,可以有效提高供电系统的稳定性和安全性。随着技术的不断进步和创新,继电保护系统将迎来更多的发展机遇和挑战。

参考文献

- [1]戴小球.浅谈如何提高电力继电保护的运行可靠性[J].商品与质量,2020(10):11-12.
- [2]徐喆,戴经纬,卢启硕.浅谈当前电力系统继电保护运行维护与应用[J].百科论坛电子杂志,2019(8):29-30.
- [3]刘天晓,晁岳振,杨绍辉.浅谈当前电力系统继电保护运行维护与应用[J].山东工业技术,2019(7):209-210.
- [4]朱箫箫.变压器保护中继电保护技术的应用[J].电力系统装备,2020(24):18-19.