

继电保护定值整定配合在电网运行中的优化策略

何伟¹ 张宣²

1.浙江华东咨询工程有限公司 浙江 杭州 311122

2.杭州华辰电力控制工程有限公司 浙江 杭州 311122

【摘要】：继电保护定值整定配合属于保证电网安全稳定运行的关键技术部分，直接影响到电网故障处理是否及时准确。随着新型电力系统的建设推进，新能源大规模接入、电网拓扑结构越来越复杂、负荷动态变化加大，传统的固定整定方式存在的弊端逐渐暴露出来，容易造成保护误动、拒动、上下级保护配合失序等严重后果，影响到电网供电可靠性的发挥。本文根据电网实际运行工况，分析目前继电保护定值整定配合存在的主要问题，从整定计算优化、层级配合完善、动态自适应调整、智能化技术赋能、运维管理升级等几个方面提出系统的优化策略，提高继电保护系统的选择性、速动性、灵敏性、可靠性，为电网的安全、高效、稳定运行提供技术支持。

【关键词】：电网运行；继电保护；定值整定；保护配合；优化策略

DOI:10.12417/2705-0998.26.09.006

1 引言

电力电网是社会经济发展的重要基础设施，继电保护系统是电网安全的防线，在电网发生短路、过载、接地等故障的时候，可以迅速找到故障的位置并隔离故障区域，防止故障蔓延造成大面积停电、设备损坏等安全事故。定值整定是继电保护装置可靠动作的准则，上下级保护之间整定配合是否合理，直接关系到电网故障处理的效果。传统的电网是以火电、水电等稳定的电源为主，电网的拓扑结构是固定的，潮流分布比较平稳，依靠静态整定模式就可以满足运行的要求。目前风电、光伏等分布式新能源大量接入电网，使电网从原来的单向辐射型供电模式变为多电源双向潮流运行模式，电网运行方式也趋于多样化、动态化。传统的定值整定方法不能适应电网工况的动态变化，整定参数冗余、保护层次配合不合理、故障响应滞后等现象时有发生，大大降低了电网的安全裕度。在这样的背景下，对继电保护定值整定配合进行优化研究，建立适合新型电力系统整定配合体系，对提高电网故障处理能力、保证电网稳定运行有重要的现实意义。

2 电网运行中继电保护定值整定配合的核心作用

2.1 保障电网故障精准处置

继电保护定值是电网故障的判据，合理的定值整定配合可以保证故障发生时，故障点附近的保护装置先于其它保护装置动作，迅速切除故障元件，保证非故障区的保护装置不误动作。根据规范要求对上下级保护的動作时限和動作电流配合关系进行规定，使故障区域能够得到准确的隔离，从而最大程度地减小故障的影响范围，保证电网其他区域的正常供电。

2.2 维持电网运行稳定

电网故障瞬间会产生短路电流冲击、电压骤降等问题，很容易引起电网振荡、设备过载等次生风险。合理的定值整定配合可以缩短故障持续时间，减小故障对发电机组、变压器、输

电线路等重要设备的冲击，防止设备损坏和电网稳定遭到破坏，保证电网电压、频率稳定，满足电能质量标准要求。

2.3 提升电网运维效率

精确的定值整定配合可以减少保护误动、拒动次数，降低电网故障误判、漏判概率，减少运维人员故障排查工作量。规范的整定配合体系可以做到故障分层分级处置，简化故障处理流程，提高电网应急运维效率，降低电网运行维护成本。

3 当前继电保护定值整定配合存在的问题

3.1 静态整定模式适配性不足

目前大多数电网仍然使用传统的静态定值整定方式，根据电网典型的运行方式来计算固定的定值参数，长期不根据电网工况进行调整。新能源出力具有随机性、波动性，负荷用电需求随季节、时段的变化而变化，电网拓扑改造、线路启停等操作都会改变系统的短路电流水平。固定定值不能适应短路电流、潮流分布的变化，容易造成正常工况下保护灵敏度不够、极端工况下保护误动作的问题，整定参数与实际运行工况不匹配。

3.2 上下级保护配合协调性差

继电保护系统实行分级保护，上下级保护的動作电流、動作时限要相互配合，才能达到故障逐级隔离的目的。目前部分区域电网存在整定计算不够精细的问题，各级保护定值梯度设置不合理，时限级差不够或者电流配合区间重叠。近距离故障时下级保护不能及时动作，上级保护越级跳闸，造成大面积停电；部分场景下保护動作时限冗余过大，故障持续时间过长，加重设备损坏和电网波动。

3.3 整定计算精度存在短板

传统的整定计算大多用简化模型来忽略分布式电源接入、线路阻抗细微变化、负荷特性不同等各方面因素的影响，因此

计算得到的短路电流数值会存在误差。另外部分整定计算工作依靠人工完成，参数录入、公式计算、数据核对等环节容易产生人为误差，造成定值参数与最优值存在偏差。另外，部分老旧电网设备参数更新不及时，基础数据不准确，使整定计算的精度下降，从而影响到保护配合的效果。

3.4 运维管理体系不够完善

继电保护定值整定、复核、更新、校验全流程管理有漏洞，部分电网存在定值更新滞后、定期校验不到位的情况。电网拓扑改造、新能源并网、设备更换之后，没有及时同步优化整定参数，造成新旧定值不匹配。整定配合台账管理不规范，参数变更记录不全，故障追溯、问题整改难，长期积累容易造成保护配合失效问题。

3.5 智能化应用程度偏低

目前大部分继电保护装置只具备基本的自动化动作功能，缺少动态感知、智能分析、自适应整定的能力。不能实时采集电网运行数据、动态识别运行方式，不能根据工况变化自动调节定值参数。整定配合分析仍然依靠人工经验判断，缺少智能化算法、大数据分析等技术的应用，不能对复杂的电网工况进行最优整定配合的决策。

4 继电保护定值整定配合的优化策略

4.1 构建动态自适应整定模式

抛弃传统的固定整定模式，创建适应新型电网的动态定值整定体系，依照电网实际运行状况动态调节保护参数。依靠电网调度自动化系统、新能源监控系统、负荷监测系统，及时获取线路潮流、短路电流、新能源出力、负荷容量等关键数据，准确找到电网当前的运行状况。根据常规运行、高峰负荷、新能源大发、电网检修等各种工况，分类建立定值整定模型，使定值参数在不同的情况下可以进行自适应调节。利用实时监测电网参数的变化，对短路电流计算结果进行修正，使保护定值一直适应于当前的电网状态。弱化人工固定整定的不足，兼顾保护的灵敏性和选择性，防止工况变化造成保护误动或者拒动，提高定值和实际运行情况的适应性。

4.2 优化上下级保护层级配合关系

以电网全域保护协同运行为目的，明确各级保护整定配合标准，规定动作电流、动作时限的梯度配置。根据电网线路层次、供电区域、故障影响范围来准确计算出各个保护装置的最优动作参数，合理设置时限级差和电流配合裕度，彻底消除保护区间重叠、时限错乱的问题。对于辐射型配电网多级保护越级动作的问题，创建以故障切除时间最短、保护灵敏度最高、故障影响范围最小为标准的多维整定模型，对上下级保护配合关系加以约束。主干线路和分支线路、主变保护和线路保护、高压侧和低压侧保护实现精准联动，使故障点对应最近的保护装置先动作，上级保护作为后备保护延时动作，达到故障精准、

快速、有序隔离的目的。

4.3 提升整定计算精细化水平

优化整定计算模型，抛弃传统的简化计算方法，全面考虑到分布式电源接入、线路阻抗、负荷特性、电网拓扑变化等各种影响因素，创建全方位精确的计算模型。采用深度学习、粒子群优化等智能算法，对不同的工况下短路电流幅值和相位进行准确的预测，修正传统经验公式计算出的误差，提高短路电流计算的准确性，给定值整定提供可靠的依据。规范整定计算流程，建立基础数据常态化核查机制，及时更新电网设备参数、线路参数、电源参数，保证整定基础数据真实准确。实行整定计算双人复核、多级审核制度，防止由于人工计算、参数录入错误造成的定值整定误差，从源头上提高定值整定的准确性，保证保护配合的合理性、有效性。

4.4 深化智能化技术融合应用

依靠大数据、物联网、人工智能技术，创建智能化继电保护整定配合管理平台，整合电网运行数据、设备状态数据、故障历史数据，达成整定计算、参数改良、配合剖析、故障追溯全流程智能化管控。用智能算法对大量的运行数据进行挖掘分析，找出各种工况下保护整定配合的最佳规律，从而达到在复杂的电网环境中做出智能整定的目的。推广自适应智能保护装置，给保护装置赋予实时感知、自主判断、动态调整的能力，装置可以按照电网工况的变化来自主调节定值参数，从而达到保护配合的动态优化。搭建保护配合仿真系统，对电网各种故障情况进行模拟推演，提前校验整定配合方案的可行性，提前发现保护配合失效的风险，提高电网故障处置预判能力。



图1 智能化平台

4.5 完善全流程运维管理体系

建立标准化、规范化的继电保护定值整定配合管理制度，规定整定计算、参数审核、定值更新、现场校验、台账管理等各个环节的工作标准和责任分工。落实电网动态调整后定值同步更新的机制，电网拓扑改造、设备更换、新能源并网、运行方式改变之后，立即开展定值复核和优化调整工作，防止出现定值同运行工况相脱离的情况。加强定期校验和隐患排查，常态化的对保护装置的动作性能、定值参数的准确性、保护配合的协调性进行专项校验，及时消除由于参数偏差、配合不协调等原因造成的隐患。完善定值台账管理，保证定值变更、校验

记录、故障动作数据全过程可追溯，给整定配合优化、故障分析、设备运维提供数据支持。加强运维人员的培训工作，提高运维人员整定计算、智能设备的操作、故障判断等技术水平，为技术管理工作打下良好的基础。



图2 全流程运维管理体系

4.6 强化新能源接入场景专项优化

对新能源并网造成的电网潮流双向流动、短路电流特性改变等问题进行专项整定配合优化。建立新能源等效电源模型，准确识别新能源故障输出特性，结合就地测量信息修正整定参数，解决新能源接入造成的保护灵敏度降低、误动频繁等问题。优化分布式电源接入区域的保护配合逻辑，区分常规电源和新能源电源的故障响应差别，改变保护动作阈值和时限配合方案，适应多电源电网的运行特点，保证新能源高比例接入环境下保护系统稳定可靠地运行。

4.7 优化策略应用成效分析

按照以上优化策略可以很好地解决传统继电保护定值整定配合中存在适配性差、配合不合理、精度低、智能化程度不

够等问题。动态自适应整定模式可以适应电网工况的变化，大大提高定值参数和实际运行情况的匹配度，精细化的层级配合优化可以完全避免保护越级跳闸、拒动误动的问题，提高电网故障处置的规范性，智能化技术的融合应用可以提高整定计算的效率和精度，实现复杂电网场景的精准保护管控，完善的运维管理体系可以实现定值整定配合全流程闭环管控，从源头降低安全隐患。该套优化策略可以有效地减小故障切除时间、减小故障影响范围，降低电网设备的故障损伤概率，提高电网供电可靠性、稳定性，减少运维人员和时间成本，为新型电力系统安全稳定运行提供强有力的技术支持，有较好的工程应用价值和推广前景。

5 结论

继电保护定值整定配合是电网安全稳定运行的重要保证，在电网结构越来越复杂、新能源大规模并网的情况下，传统的整定配合模式的不足越来越明显。通过建立动态自适应整定模式、优化上下级保护层次配合、提高整定计算精细化程度、加强智能化技术应用、健全全流程运维管理、专项优化新能源接入场景保护策略，可以全方位提高继电保护整定配合的科学性、合理性。经过改进的继电保护整定配合体系可以很好地适应新型电力系统动态运行的特点，提高电网故障快速处置的能力，避免各种保护运行隐患，保证电网的安全、稳定、高效运行。后续还要继续结合电网的发展趋势，加深智能算法、数字化技术在整定配合中应用的深度和广度，不断优化保护整定配合方案，提高继电保护系统自适应、智能化运行水平，助力新型电力系统高质量建设发展。

参考文献:

- [1] 黄云龙,张鲁,李华龙.基于配网继电保护整定原则的工程案例分析[J].安徽电气工程职业技术学院学报,2024,29(2):88-94.
- [2] 厉志波,马建胜,岳啸鸣,等.基于故障仿真下的发电厂厂用电继电保护级差配合校验[J].电气技术,2020,21(11):96-100.
- [3] 夏正华.线路与主变压器的保护定值配合研究[J].集成电路应用,2019,36(11):112-113.
- [4] 陈萍.基于分布式系统的继电保护定值自动整定配合计算[J].低碳世界,2016,(21):17-18.
- [5] 刘喜泉,谢燕军,陈小明,等.水轮发电机低励限制与失磁保护整定配合研究与试验[J].大电机技术,2016,(1):59-61.