

火电厂继电保护改造技术要点和管理策略

柴国昌

国家能源集团霍州电厂 山西霍州 031413

【摘要】随着电力系统的不断发展和日益复杂，继电保护装置在确保电力系统安全稳定运行方面发挥着至关重要的作用。本文深入探讨了继电保护技改的重要性，详细分析了当前继电保护技改管理中存在的问题，并提出了一系列针对性的管理策略，旨在提升继电保护技改工作的效率和质量，保障电力系统的可靠运行。

【关键词】继电保护；保护装置；电力系统

1 引言

继电保护装置是电力系统安全稳定运行的第一道防线。是迅速切除故障，保证电网安全运行的最重要设备。微机保护装置在我国电力系统中得到了广泛的应用。但是随着时间的推移，最初安装的微型继电保护装置已经到了使用寿命、或者不满足最新的反措要求，还有一些采用进口的保护装置存在无法提供备件没有售后服务等，都给电力系统的安全运行带来了隐患。因此对老旧设备、进口设备的改造日渐提上了日程，尤其是电厂的线路保护装置。有效的继电保护技改管理对于适应电力系统的变化、提高保护性能具有关键意义。

2 继电保护技改的重要性

2.1 完善保护装置相关功能

随着继电保护装置的不断成熟和继电保护技术的发展，原有的一些二次回路设计和装置功能需要根据规范和反措要求做出相应改变。新的国家电网公司标准化设计规范也对保护装置功能菜单也做出了统一的要求。下面介绍一些相关的改造案例。

比如，最新的母线保护装置在继承原有母线保护优点基础上，创新和改进了保护原理，新母线保护装置允许CT变比不同，各支路CT一次值可独立整定、实现高灵敏比率差动保护，同时应用实时数字仿真系统，人机接口方面更加友好，全面满足新一代的数字化变电站的应用要求^[1]。

2014年之前投运的诸多保护装置，均采用了主保护、后备保护单独配置保护装置的设计思路，笔者接触的500kV线路保护装置甚至一套保护分别采用了P546光纤纵联差动保护、PSL602距离保护、SSR530过电压及远方跳闸判别装置以实现相关的主后保护功能，三台装置置于一面屏柜，不仅柜内接线复杂，而且容易混淆相关按钮及压板的操作。

根据最新的反事故措施及电网公司标准化设计规范要求，应配置主、后一体化保护装置。

再比如，故障录波装置主要是用于电力系统故障动态过程的记录，其主要任务是记录系统大扰动发生后的有关系统电参量的变化过程及继电保护与自动装置的的动作行为。因此被划分为继电保护自动装置的范畴。以前站内的故障录波器是通过接入保信子站再接入调度数据网，后来实践证明，保信系统并不能替代录波组网，主要原因是其无法应对录波器采样率高、通道数多、启动频繁、文件超大等特性。因此，几年前开始将录波器从保信系统中分离出来单独组网，也就是说故障录波器不经过保信子站，而是直接接入调度数据网非实时交换机，通过加密网关、路由器及其他信通设备与故障录波主站通讯。后面又要求接入网安监测装置，因此必须要对相关的录波装置进行必要的升级改造实现网络隔离的要求。

2.2 降低老旧保护设备带来的安全风险

由于技术的不断进步，保护装置的可靠性在不断提升，但由于电子器件本身的老化影响，保护装置会随着运行年限的增长可靠性有所下降。老旧保护设备可靠性难以保证，近年来因老旧保护质量下降导致的不正确动作事件也时有发生^[2]。

老旧保护改造是电网公司督办的重点工作之一，电网公司在电网安全隐患排查标准中已明确要求将运行15年及以上的保护设备列为重大隐患之一，必须尽快整改。火电厂作为电网安全的重要一环，自然会受到相关政策的影响。笔者所在的山西电网已将老旧保护改造作为未来几年的滚动工作执行。

2.3 顺应二次设备自主可控的要求

随着国内芯片企业的不断发展和技术进步，国内企业在

电力系统芯片领域也取得了一定的成果，并且在一些方面也具有自身的优势，如成本优势、本地化服务优势等。同时，国内企业也在不断加强技术研发和人才培养，提高产品质量和市场竞争能力。在电力系统芯片领域，国内外企业的竞争将更加激烈，未来的发展趋势也将更加多元化和复杂化。

继电保护装置作为电力系统安全运行的第一道防线，是电力系统的无声卫士，安全可控性对电网安全具有极为重要的作用。近年来，国家电网公司大力推进二次设备国产化应用，以实现继电保护装置软硬件的自主可控。自主可控继电保护装置正在逐步解决芯片“缺芯少魂”的卡脖子困境，形成了由外到内、由壳到芯的全国产化，规避了进口芯片的潜在风险，对构建安全稳定电网具有重要意义。随着自主可控继电保护装置的逐步应用，将极大增强变电站抵御外部风险的能力，下一步，相信在整个电力系统内会逐步推广自主可控芯片的保护替代。电厂相关人员也要时刻关注行业发展，做好相关知识储备。

3 继电保护技改管理存在的问题

3.1 招标结果的不确定性

电厂人员的减少，现在多数保护改造工程实行外委作业，由于现行招标制度的制约，电力施工招标往往实行低价中标，低价中标虽然在短期内可能为建设方节省了成本，但从长期来看，可能会带来一系列的问题和风险，特别在施工过程中会带来以下风险^[3]。

3.1.1 工程质量风险：为了弥补低价中标带来的利润损失，施工方可能会在施工过程中降低材料质量、减少施工工序、压缩人工成本等，从而影响工程的质量和安全性。

3.1.2 项目进度延误：由于资金紧张，施工方可能无法及时采购所需的设备和材料，或者无法调配足够的人力和资源，导致项目进度滞后。

3.1.3 安全隐患增加：为了降低成本，施工方可能在安全设施和措施上投入不足，增加了施工过程中的安全风险，容易引发安全事故。

3.2 人员技术水平和经验不满足要求

技改工作需要技术人员具备较高的专业知识和丰富的实践经验。如果技术人员对新技术、新设备的了解不足，可能会在安装调试、维护等环节出现问题，影响技改效果。人员水平对技改工作影响主要有以下几方面。

3.2.1 安装调试：在新设备的安装和调试过程中，技术熟练的人员能够快速、准确地完成工作，减少调试时间和错误。技术水平低可能导致安装不规范、调试不顺利，甚至损坏设备。

3.2.2 故障排查与处理：技改过程中或运行后出现故障时，技术水平高的人员能够迅速准确地判断故障原因，并采取有效的解决措施。技术不足可能导致故障排查时间长，影响电力系统的正常运行。

3.2.3 质量把控：能够严格按照相关标准和规范进行操作，保证技改工作的质量。技术水平不够可能导致工作质量不达标，留下安全隐患。

3.3 数据和资料管理

在技改过程中，涉及大量的设备数据、技术资料 and 施工记录等，如果管理不善，可能会造成数据丢失或资料不完整，给后续的维护和管理带来困难。

3.4 与其他部门的协调配合

继电保护技改往往需要与电力系统的其他部门（主要是线路保护改造时需要与电网公司如调度、保护、运行、自动化等部门）密切配合，如果协调不畅，可能会影响工作效率和技改效果。

4 继电保护技改管理策略

电厂继电保护工作人员需要全方位参与技改的事前事中事后工作，很抓项目管理，才能从根本上提高继电保护技改工作的质量。以下是一些继电保护技改管理的策略：

4.1 做好改造工程开工前的规划与策划

4.1.1 提前介入技改项目招标工作：明确招标文件技术规范：详细列出继电保护装置的关键性能指标，对设备的硬件规格，如尺寸、颜色、柜门方向等进行准确描述。说明与现有系统的接口要求、通信协议兼容性、软件版本适配性等。引用相关的国家标准、行业标准以及国际标准，确保技术规格符合通用的技术要求和质量标准。

明确供应商工作范围流程：制定产品质量检验的方法、流程和标准，由于电厂保护改造牵涉到省调保护报资、自动化专业审批等工作，需要明确供应商在此项工作中应履行的义务，避免发生相关工作的拖延。

明确技术支持和售后服务：明确供应商在勘察设计、安装调试、培训、维护保养、竣工图出具、故障处理等方面的责任和义务。规定售后服务的响应时间、保修期限等具体要求。

4.1.2 做好现场勘查：保护改造，电厂相关负责人必须要提前做好现场勘查工作。要将盘柜内的每一根电缆的用途、编号、两侧接线位置、各线芯的号头、颜色一一搞清楚。这是后续编制继电保护安全措施票的基础。是改造工作安全、顺利进行的基本保障，必须要高度重视。虽然有相关图纸、资料可提供绝大多数的数据，但是现场往往

存在与图纸不一致的地方或者图纸上根本没有体现出来的地方,任何忽视前期现场勘查工作都极可能导致不必要的麻烦甚至无法挽回的损失,造成严重的影响。

4.1.3 编制全面准确的继电保护安全措施票:在获得第一手的现场勘查的资料后,要详细查明相关图纸资料,认真做好继电保护安全措施票的编制。编制的原则是保证工作期间设备完全隔离。工作现场不存在带电设备。安全措施应编制两份,按节点执行,分别为保护装置更换期间的安全措施和保护安装完毕后调试期间的安全措施。

如果盘柜整体更换,则必须在相关电缆的对侧做措施。这就对此前的现场勘查提出了更高的要求,必须保证勘查结果的正确性。

4.1.4 做好项目实施规划:制定详细的项目进度计划,包括各个阶段的开始和结束时间。考虑设备采购、安装调试、测试验收等关键环节的时间节点,并预留一定的缓冲时间应对可能的延误。

落实技改所需的人力、物力和财力资源。包括技术人员、施工人员、测试设备等。

制定风险管理措施:识别项目中可能出现的风险,如技术难题、设备供应延迟、施工安全问题等。制定相应的风险应对策略,降低风险发生的可能性和影响。

制定质量控制计划:建立质量控制流程和标准,确保改造项目符合相关规范和要求。安排中间检查和最终验收环节,对施工质量和保护性能进行严格测试。

4.2 加强施工期间项目管理

4.2.1 安措的落实:继电保护安全措施票审核后签发执行。按顺序在专人监护下由工作班成员依次做好每一步的安全措施。特别要注意的是即使安全措施按照安全措施票上一一完成,在正式工作前也要对旧盘柜内部的每一个端子进行测量,确认无电压后方可开始工作。这是因为现场可能存在一些特殊的转接线或者与图纸不一致的地方有可能导致出现意想不到的问题。

4.2.2 施工需要注意的细节:电缆在盘柜拆装时需要临时抽到电缆夹层内,极易伤及电缆线芯及外绝缘层,而且也可能造成号头脱落等,因此必须要做好对旧电缆的防护工作。将号头用胶带包好,并用塑料布将整根电缆缠好后再抽到电缆夹层内,实践证明,这样做可以最大限度的保护电缆的外绝缘层。

在电缆利旧的情况下,很可能出现部分电缆长度不够的问题。出现这样的情况可采取拔电缆、挪端子的方法解决,必要时可以增加一些过渡转接端子来实现。

保护送电前相位的测量,TA二次回路TV二次回路的接线正确是所有保护正常运行的基础。如果接线错误,如极性接反、相序错误、相别不一致等都将使保护装置无法运行,出现拒动或误动的现象。因此线路保护改造工作必须要检查极性的正确性。

发变组改造后短路空载试验时或者线路保护改造线路送电后,以一相电压为基准,提前推算出各电压电流与之的理论相位差,然后用相位表进行实测,用实测数据与理论数据进行比较从而确定二次回路接线的正确与否。

投运后需要带负荷观察,即使未带负荷时各项试验都验证接线无误,在带负荷后也要监视设备是否正常工作,各采样值是否在合格合理的范围内。尤其是在投运后系统内出现扰动时,更应该观察保护装置的启动情况,才能确保装置接线正确。

4.3 重视技改结束后的相关工作

在保护技改项目的各个阶段,电厂项目负责人要及时督促相关人员提交相应的资料。避免资料的拖延和遗漏,确保收集工作与项目进度同步。将收集到的资料进行数字化处理,建立电子档案库,便于资料的存储、检索和共享,提高资料的利用效率。

项目负责人可以指定专门的人员负责资料收集工作,确保责任明确。确定需要收集的资料类型,如设计图纸、设备说明书、测试报告、施工变更记录、验收报告等。随着项目进展,相关人员要不断更新和完善清单。

5 结语

继电保护技改管理是电力系统运行维护中的重要环节,关系到电力系统的安全稳定运行。通过本文的研究,提出了一系列具有针对性和可操作性的管理策略。但我们也要清醒地认识到,实际工作中的情况千变万化,需要我们在实践中不断总结经验,灵活运用这些策略,并根据新技术、新要求持续改进和完善。只有这样,我们才能在继电保护技改领域取得更好的成绩,为电力行业的繁荣发展保驾护航,为人们的美好生活提供可靠的电力支撑。

参考文献:

- [1]钱建芳.提高火电厂继电保护运行可靠性的策略[J].科技与企业,2016(4):47.
- [2]蒋炳琦.提高火电厂继电保护运行可靠性的措施[J].蒋炳琦.仪器仪表用户,2023(6):110-112,114.
- [3]孔卫莉.提高火电厂继电保护运行可行性的思考[J].通信电源技术,2020(9):1507.