

微机继电保护故障分类及处理

戴珊

上海市电力公司崇明供电公司

摘要: 电力系统的稳健性极其依赖于继电保护机制的高效运作。通过深入探讨微机继电保护系统的运作特性与频发难题, 本文旨在阐述应对电力网络运作异常情况的策略与方法, 同时对微机继电保护进行分类, 并为每一类别提供针对性的解决方案。

关键词: 微机继电保护; 故障分类; 故障处理

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-627X.2022.10.039

引言

在电力网络的日常运作中, 微机继电保护设备作为技术复杂、功能多样的系统, 其运行过程中不时会遇到一些问题。若不及时妥善处理, 可能会影响到整个电网的稳定性。通过对微机继电保护的深入分析与研究, 可以为保障电力系统的安全稳定运行提供一套科学、有效的策略和方法, 进而提升电网的整体运行效率和可靠性。

一、微机继电保护故障的种分类和原因分析

(一) 定值问题

1. 人为整定错误

在电网的继电保护体系中, 人为整定错误是引发故障的一个关键的因素。这些错误通常表现为误读数值、变压器电流变比(TA)和电压变比(TV)计算不准确、在微机保护界面中选错设置项或者错误地使用定值区, 以及操作人员错误地操纵联结点等。此外, 一些微机保护装置的菜单设计不够人性化、操作复杂, 增加了人员在现场操作时发生视觉失误的风险。为了从根本上避免此类事件的发生, 一个有效的对策是在设备开始供电前, 至少由两位专业人员共同对保护装置的定值进行再次校验。

2. 装置定值漂移

随着时间的推移, 元器件不可避免地会经历老化过程。微机保护系统的参数配置受到了不可逆转的永久性影响, 从而导致其性能发生了根本性变化。历史案例表明, A/D转换器精度的显著下降是导致系统故障的直接原因之一。这类事件凸显了元器件老化对系统安全性的潜在威胁。此外, 微机保护系统的稳定运行还受到环境温度和湿度的影响。微机保护的操作规程明确规定了系统运行所需的环境温度和湿度范围。在这些指定的环境条件之外, 电子元器件的特性可能发生变化, 导致系统定值发生漂移, 进而影响系统的正常运作。

(二) 电源问题

微机保护系统对电源质量的要求极其严格, 直流供

电系统在实际应用中的电压质量直接影响着微机保护的性能表现。首先, 在变电站中, 直流供电系统通常采用浮充技术以确保其稳定运行。所谓纹波系数, 是指输出电压中交流成分与直流成分的比率。当此数值异常升高时, 可能会降低设备的使用寿命, 并有可能导致逻辑判断错误或保护装置失效等严重问题。其次, 当电源的输出功率不足时, 会引起输出电压的下降。如果电压的下降幅度过大, 可能触发一系列连锁反应, 对微机保护系统的逻辑协同功能造成负面影响, 并偶尔导致逻辑功能评估过程中出现误差。此外, 微机保护设备的高集成度也带来了操作中的注意事项。由于设备由多个插件组成, 若在不断电情况下进行插件的插拔, 极易造成设备损坏。因此, 在现场操作过程中, 必须加强监督管理, 确保实行一人操作、一人监护的作业模式, 并严格禁止在带电状态下进行插件操作。再者, CPU板电池问题也不容忽视。某些保护装置使用的CPU板电池非充电型, 需要在3至5年内更换。如果使用电压过低的电池, 可能会产生装置误报警的情况^[1]。

(三) 电流互感器饱和问题

1. 对辅助判据的影响

某些微机保护系统中, 将 $I_A+I_B+I_C=3I_0$ 设定为一种辅助判别标准, 此标准旨在辅助识别电流互感器回路的断开或数据采集回路的故障。这种方法在系统正常运行时, 是一种有效的闭锁机制。但在电流互感器饱和的情况下, 可能导致保护错误地闭锁, 从而引起拒动。

2. 对基于工频分量算法的影响

电流互感器饱和时, 工频分量的波动与饱和角度紧密相连, 因此, 这种波动会对数字继电保护装置的反应产生作用。

3. 对常用的数据采集方法的影响

在微机保护系统执行数据采集时, 常用的方法包括电压频率转换(VFC)法和模数转换(A/D)法。使用VFC法时, 信号一旦超越最高转换电平, 就会产生截顶

饱和效应。如果为了确保动作可信，保护算法要求连续五次采集故障电流数据，并且饱和角度被设置为 60° ，那么所需的采样频率达到了1800Hz，即每个周期内需采样36次。对于中压电力系统而言，采用这种采样频率在经济上是不划算的。

4. 避免电流互感器饱和的对策

为控制短路电流水平，可以实施并联运作或添加串联电抗器；同时，增加保护级电流互感器（CT）的变比，以适应潜在的最大短路电流，确保变比的选择考虑到了互感器的负载承受力和其对饱和的抵抗力；通过缩短CT二次侧电缆长度和选用更粗的电缆，来降低电路的阻抗；在开关装置所在地安装保护设备也能有效减少二次环路的阻抗，进而防止CT饱和现象的发生。

（四）抗干扰事件

运维表明，微机保护系统在遭受干扰时的抵抗能力较弱。该问题主要源于在保护系统附近使用对讲机或其他无线通信设备时，可能对保护系统的正常运行造成干扰，从而触发某些逻辑元件的错误动作。为减少此类干扰事件发生的频率，需严格执行多项技术预防措施。这些措施包括尽量减少操作引起的干扰、防止冲击负载引发的干扰以及避免直流回路接地引起的干扰等。

（五）保护装置问题

保护装置性能的主要问题在于其功能和特性的局限性。其中一个初步挑战是，部分保护装置在接入直流供电系统时，存在误触发的倾向。这种现象可能由于设计缺陷或是电源质量问题引起，影响了装置的正常启停。其次，高频闭锁保护装置存在频拍现象，这也是一种常见的误动作原因。再者，有些微机保护装置的动态特性与静态特性之间存在较大偏差，这种偏离可能导致保护动作结果的错误。静态特性一般描述装置在稳态条件下的行为，而动态特性则涉及装置在变化条件下的响应。装置的动态响应如果与预期的静态行为相差甚远，那么在实际操作中就可能遇到问题。

（六）插件接线的绝缘性

考虑到微机保护装置独有的高集成度和紧凑型布局特点，其在持续运行过程中对静电干扰的敏感度尤为显著。静电的存在会促使大量静电尘埃在插件接线焊点的周围聚集。当处于特定外部环境条件时，这些尘埃可能在两焊点之间形成导电通道，有可能引起装置功能的失常或触发更严重的故障事件。

（七）软件版本问题

即便是经过严格测试和验证的装置，内在质量缺陷或编程错误有时可能在设备运行一段时间之后才会显

现。这种延迟出现的问题特性要求继电保护领域的专业人员在执行常规的设定调试、例行检测和故障分析时，必须保持高度警惕性。若发现任何异常或不稳定现象，继电保护人员应立即采取行动，将观察到的问题及时、准确地反馈给上级管理部门或装置的制造商。

二、微机继电保护故障处理的遵循原则

（一）科学精神和实事求是的原则

处理继电保护事故，须深究其根本原因，旨在根除问题。此过程往往牵涉到责任个体，可能导致他们面临严厉的惩罚。因此，事故后的资料和信息有可能遭到篡改或遗失，这对于事故原因的分析构成了巨大挑战，有时甚至无法定位问题之源，留下的问题得不到解决，丧失了从事故中学习的机会。因此，事故调查应恪守科学精神和实事求是的原则。

（二）理论结合实际的原则

在处理继电保护事件中，既需要对继电保护的理论基础和关键要素有深刻的理解，也要清楚地认识到，根据实践经验，大多数继电保护事故的发生与基础设施建设、设备安装及调试过程有着密切的联系。虽然精通微机继电保护的操作原理和掌握继电保护的基本理论是分析和处理事故的重要基础，但在准确分析和鉴定事故原因的过程中，丰富的现场操作经验则显得尤为重要。

三、微机继电保护故障处理的基本思路

（一）充分利用微机的故障信息

在事故处理过程中，微机记录的事件和故障波形分析，以及装置指示灯信号，构成了故障分析中不可或缺的参考数据。这些数据的准确解读，是故障排查过程的关键步骤。仅当在对一级和二级系统进行全面审查后确认，故障触发了继电保护系统的恰当激活时，方可判断不存在需进一步处理的保护继电器相关故障。相反，如果确定问题源于继电保护系统本身，那么应当尽可能保持现场的原始状态，并进行详细记录，在制定出故障处理方案并开始工作之前，这样做可以避免破坏原始状态，减少故障处理过程中可能遇到的不必要困难^[2]。

（二）合理运用检查方法

1. 逆序检查法

当微机事件记录和故障录波分析未能迅速揭示事故的根本原因时，我们应当采取另一种策略。即从事故的结果开始，逐级向前追溯，直至找到真正的起因。这一方法特别适用于处理保护装置误动的情况。在这种情况下，通过层层深入的分析，确保每一个可能的环节都得到检查，从而有效地追踪到问题的源头。

2. 顺序检查法

此方法通过审慎的检验和调试过程,旨在追溯故障的根源。它遵循一定的程序:初始步骤包括对外观进行审视,随后执行绝缘能力的检测,接下来是对保护装置定值的验证,紧接着评估电源的性能,最终深度评价保护机制的效能。此一完整检测流程专门针对因逻辑失误或拒动故障所导致的微机保护设备问题,进行精确的诊断及处理。通过分阶段、有序地审查各个可能影响系统正常运作的因素,这种方法能够有效地识别并解决问题,确保系统的稳定性和可靠性。

3. 运用整组试验法

该方法旨在验证保护装置的动作逻辑与响应时间是否符合预期标准。通过这种方式,常常能够在较短时间内重现故障现象,并准确识别问题的核心所在。一旦检测到异常情况,便可结合其他检查手段进行深入分析。此法不仅效率高,而且能够精准定位问题,为故障的解决提供了一个坚实的出发点。

(三) 事故处理的要求

1. 对测试电源的要求

在开展微机保护的测试过程中,一项重要要求是使用专用的供电电源。此外,必须认真核查所用电源是否能够提供三相正序、对称的电压,同时还需要检验电源所产生的正弦波形及中性线是否稳定可靠,以及电源的容量是否充足等关键因素。这些步骤确保试验环境的电源符合测试要求,从而保障微机保护测试的准确性和有效性。

2. 对仪器仪表的要求

在测量电压信号过程中,使用的仪器设备,包括万用表、电压表、示波器等,必须保证具备高输入阻抗的特性。此外,在挑选继电保护测试仪、移相器、三相调压器等关键设备时,应特别关注其性能的稳定性。这样的选择与关注,旨在确保测试数据的准确性和可靠性,对于维护和评估继电保护系统的正常运行至关重要。

四、微机继电保护故障处理的途径

(一) 熟练掌握电子技术和微机保护知识

为准确分析及迅速定位保护装置和自动化设备所反映的故障或事故原因,操作人员需精通电子技术和微机保护的基础理论。这要求他们不仅深刻理解保护装置的工作原理和性能,而且还必须熟练掌握微机保护的逻辑架构,并对电路设计以及各类元件的功能有充分的了解。这样的专业知识和技能,是确保能够高效、准确地应对故障和事故的关键。

(二) 运用正确的检查方法

继电保护事故通常通过初步检查就可以发现问题所在。但若经过常规检查后仍未定位故障元件,这表明故

障具有一定程度的隐蔽性,需要特别注意。可以采取逐级逆向检查的方法,即从故障现象出现的位置开始,反向逐步追溯和分析故障的根本原因,并据此判定故障的范围。若还未能准确识别故障根源,则应采用有序的逐项检测方法,对设备执行全面且细致的检查。这种有条不紊的检查策略,有助于逐步缩小故障范围,直至找到问题的根源^[3]。

(三) 把握微机保护故障处理方法

1. 替换法

这种方法涉及使用规格、功能和性能均与被怀疑的部件相同的备用插件或元件来进行替换,特别适用于那些难以直接检查的部件。通过这样的替换,可以验证问题是否由特定的插件或元件引起,从而为故障诊断提供了一种简便而有效的途径。这不仅能够帮助迅速地定位问题所在,还能确保系统的正常运行不受影响。

2. 对比法

此方法基于对故障装置的各项参数或先前的检验报告进行对比分析。通过比较,可以发现参数之间存在较大差异的部分,这些差异显著的地方很可能就是故障发生的位置。这种方法有效利用了历史数据与现状数据的对比,辅助快速准确地识别出故障点,为故障诊断和修复提供了重要依据。通过分析数据变化,可以直观地锁定问题,从而采取针对性的措施进行修复。

3. 模拟检查法

此方法涉及在状态正常的装置中,依据原理图对选定部件进行脱焊、断路或调整特定元件参数等操作,目的是模拟故障情形。若模拟操作之后,相同故障现象得以重现,那么就可以确认故障位置或受损的元件。这种方法通过模拟故障过程,提供了一种直接而有效的手段来确定故障原因,进而为故障修复提供了准确的依据。

结语

综上所述,通过熟练掌握电子技术和微机保护知识、依据参考技术资料、运用正确的检查方法、把握微机保护故障处理方法,能够有效应对微机继电保护系统的故障问题。这不仅保障了电网的安全与稳定运行,还进一步提高了电网的整体运作效率及可靠性。

参考文献

- [1] 李雪梅, 王文彬. 微机继电保护的现状及发展趋势[J]. 内蒙古石油化工, 2009, (07).
- [2] 王晓冬. 我国微机继电保护技术现状及其发展趋势[J]. 科技风, 2008, (17).
- [3] 董立天. 供电系统微机继电保护事故分类及处理方法[J]. 电气试验, 2005, (02).