

# 基于继电保护二次回路的检修维护对策思考

郑力铭<sup>1</sup> 杨玉朋<sup>2</sup> 刘相利<sup>2</sup>

1 国网四川省电力公司广元供电公司, 四川广元, 628000;

2 山东容弗新信息科技有限公司, 山东济南, 250100;

**摘要:** 继电保护二次回路是保障继电保护装置精准动作的核心环节, 其运行状态直接决定配电网故障识别与切除的可靠性, 一旦出现故障或性能衰减, 易导致保护装置误动、拒动, 威胁电网安全。本文先阐述继电保护二次回路的核心构成与运行特性, 再分析当前检修维护工作中存在的突出问题, 最后提出针对性的检修维护对策, 为提升二次回路运行稳定性、保障继电保护系统效能提供支撑。

**关键词:** 继电保护; 二次回路; 检修维护; 回路故障; 运行稳定性

**DOI:** 10.69979/3041-0673.26.03.034

## 引言

电网运行中, 继电保护系统是保障安全的重要防线。它能在电网出故障时及时反应, 防止故障扩大。二次回路是继电保护系统的重要组成部分, 作用像神经网络, 非常关键。二次回路主要做三件事: 传信号、执行指令、监测状态。它通过线路和接口, 把继电保护装置、断路器、测量仪表等设备连起来, 形成完整的信号和指令通道。有了这个通道, 二次回路能实时收集电网运行数据, 传给保护装置, 让保护装置随时知道电网情况。电网出故障时, 二次回路能快速把保护装置的指令传给断路器, 让断路器及时动作, 切断故障。最近几年, 用电需求越来越多, 电网规模越来越大, 线路也越来越复杂。同时, 智能电力设备越来越多, 这些设备能自动监测、自动调整, 让电网变得更智能。在这种情况下, 二次回路的结构也变得更复杂了。一方面, 二次回路里的零件数量大大增加, 比如传信号的电缆、连线路的端子、控制逻辑的继电器等, 零件多了, 回路的线路也更复杂。另一方面, 二次回路的运行环境也有很多影响因素, 温度湿度变化、周围的电磁干扰、零件用久了老化损耗等, 都会影响二次回路的稳定运行。结构变复杂加上环境影响, 二次回路的故障隐患变多了, 故障类型也更杂。现在, 二次回路的检修维护还是用传统方法。但传统方法已经不适合现在复杂的二次回路了, 出现了不少问题。最明显的是检修没有针对性, 不能精准找到高风险的地方; 维护不够及时, 故障发生后反应慢。所以, 要先弄清楚二次回路的组成和运行特点, 知道它和其他电网部分不一样的地方。再找出现在检修维护里的问题和原因, 然后想办法制定科学的检修维护对策, 这样才能保障继电

保护系统正常运行。

## 1 继电保护二次回路的核心构成与运行特性

### 1.1 核心构成

二次回路的组成不是零件和线路随便拼的, 而是围绕“传信号—判逻辑—执行指令”这个核心流程来设计的。各个部分互相配合, 一起完成二次回路的工作。根据功能不同, 二次回路主要分为三类, 每类回路的作用、零件和工作步骤都不一样, 但又能连起来形成完整的系统。第一类是信号采集回路, 主要作用是收集电网一次设备的运行数据, 把数据转换成合适的形式, 给后面的逻辑判断提供基础数据。电网运行时, 一次设备(比如发电机、变压器、输电线路)的状态很重要, 信号采集回路就要实时收集这些设备的运行数据, 包括电流大小、电压高低、设备开还是关、有没有故障预警信号等。第二类是逻辑判断与控制回路, 核心是保护装置, 主要作用是判断电网有没有故障, 有故障就生成动作指令。工作时, 它先接收信号采集回路传过来的信号, 这些信号里有一次设备的运行数据和状态。第三类是操作与反馈回路, 主要作用是执行指令, 还要把设备动作情况和回路运行情况反馈回去。一方面, 它接收逻辑判断与控制回路的故障指令, 然后通过线路和控制模块, 把指令传给断路器、隔离开关这些能执行动作的设备, 让设备按指令做事, 比如让断路器跳闸, 切断故障线路, 防止故障扩大。另一方面, 设备完成动作后, 操作与反馈回路会收集设备的动作情况, 比如断路器有没有跳成功、隔离开关有没有切换到位。同时, 也会检查二次回路自己的运行情况, 比如线路通不通、信号传得好不好。之后,

把这些情况整理好，传给电网的监控终端。运维人员在监控终端上就能看到设备动作结果和回路运行状态，方便后面做运维决策。

## 1.2 核心运行特性

二次回路的运行特点，直接决定了检修维护该重点做什么、怎么安排流程、用什么技术。总的来说，二次回路的核心运行特点有两个：一是运行时很依赖其他设备，二是故障不容易被发现。这两个特点各自独立，但都会影响二次回路的稳定运行和故障处理速度。第一个特点是运行依赖性强。二次回路不能自己单独工作，它要和其他电网设备、回路配合，才能正常发挥作用，彼此之间互相依靠。第二个特点是故障隐蔽性高。这主要和二次回路的零件特点、安装方式有关，也是故障难排查的主要原因。从零件来看，二次回路的零件大多很小，比如端子、继电器、小传感器，这些零件体积小、结构精细，平时没法用眼睛直接看到里面的情况，没法一眼判断零件是不是老化了、接触好不好。更关键的是，二次回路出故障后，不是直接表现为零件坏了，大多是间接影响。比如，故障会让信号传得慢，保护装置收数据不及时；或者让保护装置动作慢，故障发生后不能马上反应。这些问题没法用眼睛直接看出来，只能通过设备运行数据的异常来间接判断。零件小、安装隐蔽、故障表现不直观，这几点加起来，让二次回路的故障很难排查，容易漏掉故障或者判断错故障，耽误处理时间。

## 2 继电保护二次回路检修维护的突出问题

### 2.1 检修针对性不足，依赖传统经验

现在，二次回路的检修维护虽然有一定的规矩，但有些关键环节还是按老办法来，问题很明显：一是检修没有针对性，二是太靠工作人员的老经验，导致检修找不到重点风险，没法排除潜在故障。一方面，检修主要还是“到时间就全面检查”，也就是按固定的时间，把二次回路所有环节、所有零件都检查一遍，不管不同环节的故障概率不一样、风险高低不一样，检修没有重点。二次回路的不同部分，因为作用不一样、零件不一样、运行环境不一样，出故障的概率差别很大。比如，信号采集回路有很多接触点，还要一直传信号，容易受温度湿度、电磁干扰影响，出故障的概率比另外两类回路高很多。但按“到时间全面检查”的办法，信号采集回路和其他回路的检查时间、检查内容都一样，没有针对信

号采集回路的高故障概率，多检查几次、多查些细节；也没有针对故障少的回路，适当减少检查次数。最后就会出现两个问题：一是高风险回路检查不够，潜在故障发现不了，后面容易出问题；二是低风险回路检查太多，没故障也反复查，浪费人力和时间，降低了检修效率。另一方面，实际检修时，工作人员太依赖老经验，没有靠科学数据和系统分析，导致检修不够深、不够准。分析二次回路的运行数据时，工作人员只看“数据合不合格”，也就是把实际数据和标准数据比一比，只要在合格范围内就觉得没问题，不会再结合二次回路的实际情况深入分析。

### 2.2 维护时效性滞后，故障响应缓慢

二次回路的故障有两个明显特点：一是突然发生，二是影响扩散快。这就要求维护工作必须及时，故障发生后马上处理。不然，故障会很快扩散，让保护装置动作不正常，影响电网安全。但现在，二次回路的维护大多不够及时，故障发生后反应慢，满足不了快速处理的要求。第一，平时监测的方法太单一，没法全面、随时掌握二次回路的运行状态，故障刚发生时的小问题发现不了。现在，大多电网运维单位监测二次回路，主要靠“等故障报警”，也就是通过监控终端，等二次回路出故障、触发报警了，再知道有问题，然后去维护。第二，故障发生后，排查的步骤太麻烦，又没有先进的工具帮忙，导致排查时间长，处理故障花的时间也久。因为二次回路的故障不容易发现，故障发生后，工作人员只能靠人工排查，没有智能、精准的工具。排查时间长，处理故障的时间就长，二次回路的故障状态会持续很久，保护装置也会一直不正常运行。这不仅影响二次回路自己工作，还会增加电网出更大故障的风险，威胁电网安全。

### 2.3 人员能力不匹配，适配性不足

随着电网变得越来越智能，二次回路也在升级，里面加了很多新设备，比如处理信号的数字化零件、设备间传信息的通信模块、智能监测的传感器等。这些新设备改变了二次回路的结构和工作方式，也对检修维护人员的能力提出了更高要求。但现在，工作人员的能力跟不上二次回路智能化的需求，没法很好地完成检修维护工作，影响了工作质量和效率。一方面，部分工作人员的知识和技能有短板，没法做好智能化二次回路的检修

维护。这些工作人员修传统二次回路很有经验，熟悉传统回路的零件特点、故障怎么判断、怎么修，能高效处理传统回路的故障。但二次回路加了新设备后，需要工作人员懂数字化零件的工作原理、会处理数字化信号、会调试通信模块。可现在，大多工作人员没系统学过这些和智能设备相关的知识技能，不知道怎么判断新设备的运行状态、怎么识别新设备的故障，也没法针对性地修和调试。这就导致智能化二次回路的检修维护没法推进，新设备的优势发挥不出来，二次回路的稳定运行也没法保证。另一方面，工作人员对检修维护的想法有偏差，不重视“提前预防故障”，还是习惯“故障发生了再修”，导致维护没法适应新设备的特点，工作效率更低。以前修传统二次回路，主要靠“故障发生了再修”，这种想法和传统回路的故障特点、设备特点基本匹配。但加了智能设备后，新设备的故障大多是隐藏的，比如性能慢慢下降、参数慢慢偏离标准，再用“故障发生了再修”的想法，等故障真的出现了再处理，不仅更难修，还可能引发更大的电网风险。现在，大多工作人员还是没改变这个想法，不知道提前预防故障的重要性，不愿意主动研究二次回路的运行规律、分析新设备的故障特点，没法结合新设备的特点，制定科学的预防维护方案，只能被动等着故障发生了再去修，维护工作一直很被动，整体效率提不上去。

### 3 继电保护二次回路检修维护的优化对策

#### 3.1 精准定位需求，推行差异化检修

针对检修没有针对性的问题，要结合二次回路的组成特点和故障规律，实行差异化检修，让检修更准。一方面，给回路分检修优先级。按各回路的重要程度和出故障的概率，分成高、中、低三级。逻辑判断与控制回路是高级，要缩短检修间隔，多查参数，重点看保护装置和核心继电器好不好用；信号采集、操作反馈回路是中级，按正常时间检修，重点查接触点和电缆绝缘，做到重点回路重点修。另一方面，靠运行数据定检修计划。收集回路用了多久、零件老没老、环境温湿度等数据，建一个预判模型，算零件性能会不会下降、什么时候会坏。零件快到老化极限就提前换，回路环境不好就多防护，从“到点就修”改成“提前预判着修”。

#### 3.2 升级监测手段，提升维护时效性

要解决维护不及时的问题，需升级监测方法、优化

故障排查步骤，做到早发现、快处理。一是装智能监测设备。在二次回路关键地方装传感器，测电流、温度、信号强度，数据实时传到后台。后台系统会分析数据，一旦发现零件温度突升、信号断了等异常，马上报警，提醒工作人员及时检查，不让故障变大。二是用智能排查工具。故障发生后，用回路故障检测仪、电缆故障定位仪，不用逐段查就能快速找到故障位置。再结合后台存的回路图纸和历史数据，很快就能判断故障原因，缩短排查和处理时间。

#### 3.3 强化能力培养，提升人员适配性

针对工作人员能力不够的问题，要从技能和理念两方面培训，让他们适应智能回路的需求。一方面，分层培训。老员工懂传统检修，重点学智能零件原理、数字通信和新设备故障判断；新员工先学传统回路检修基础，再学智能维护技能，确保两种回路都能修。另一方面，树立预防维护意识。用案例讲清预防维护的重要性，搞技能竞赛，让员工主动研究回路规律，结合新设备特点改维护方案，从“坏了再修”变成“提前守护”。

### 4 结语

继电保护二次回路作为保障保护装置精准动作的核心，其检修维护工作的质量，直接关系到电网安全运行的稳定性。未来，随着电网数字化转型推进，还需进一步融合大数据、人工智能等技术，持续优化检修维护模式，为继电保护二次回路的可靠运行提供更坚实的保障，进而筑牢电网安全防线。

#### 参考文献

- [1] 张韬, 徐升荣. 电力系统继电保护二次回路检修问题分析[J]. 大众标准化, 2019, (16): 19-20.
- [2] 朱树云, 吕梦妮. 电力系统继电保护二次回路维护与检修对策分析[J]. 光源与照明, 2023, (05): 234-236.
- [3] 陈宏伟, 胡高斌, 刘洲, 等. 发电厂继电保护二次回路的检修策略分析[J]. 集成电路应用, 2023, 40(01): 144-145.
- [4] 徐娟, 陆寅, 范晓玮. 电力系统中的继电保护二次回路维护策略分析[J]. 电子技术, 2022, 51(10): 258-259.
- [5] 胡梦辰, 付东来. 继电保护二次回路检修与维护方法分析[J]. 技术与市场, 2020, 27(08): 76-77.