

# Research on the Reliability of Relay Protection in High-voltage Power Grids

Liang Qi<sup>1</sup> Yapeng Zhang<sup>2</sup> Fan Ding<sup>2</sup> Enyang Wang<sup>3</sup>

1. State Grid Ningxia Electric Power Research Institute, Yinchuan, Ningxia, 750011, China

2. State Grid Ningxia Electric Power Co., Ltd. Economic and Technological Research Institute, Yinchuan, Ningxia, 750011, China

3. Hohai University, Changzhou, Jiangsu, 213022, China

## Abstract

The reliability and safety of the power system occupies a pivotal role in the national economy. In recent years, with the rapid development of China's economy and power system, computer technology, communication technology, automatic control technology, relay protection technology are constantly developing, so that the power system has a new characteristics. Networking, intelligence, security, control and data communication have become the development trend of the future. As relay technology continues to evolve, in-depth research on its reliability is required. To this end, this paper analyzes the reliability of relay protection in high-voltage transmission lines, which provides a certain reference for future work.

## Keywords

relay protection; reliability; high-voltage power grid

## 高电压电网继电保护可靠性研究

元亮<sup>1</sup> 张亚鹏<sup>2</sup> 丁帆<sup>2</sup> 王恩阳<sup>3</sup>

1. 国网宁夏电力有限公司电力科学研究院, 中国·宁夏 银川 750011

2. 国网宁夏电力有限公司经济技术研究院, 中国·宁夏 银川 750011

3. 河海大学, 中国·江苏 常州 213022

## 摘 要

电力系统的可靠性和安全性问题在国民经济中占有举足轻重的地位。近年来, 随着中国经济的和电力系统的迅速发展, 计算机技术、通信技术、自动控制技术、继电保护技术都在不断地发展, 使电力系统具有了崭新的特点。网络、智能、安全、控制和数据通信, 成为今后的发展趋势。随着继电技术的不断发展, 需要对其可靠性进行深入的研究。为此, 论文对高压输电线路中的继电保护进行了可靠性分析, 为今后的工作提供了一定的借鉴。

## 关键词

继电保护; 可靠性; 高压电网

## 1 引言

近年来, 自动化技术在电力系统中的发展速度最快, 而与之配套的设备配件数量不断增多, 使整个系统的结构更为复杂, 不仅提高了设备的性能, 还提高了供电的危险性。当出现故障和危险时, 继电保护系统可以在最短的时间和最小的范围内, 将故障设备从系统中拉出来, 或者通知工作人员。

## 2 中国继电保护系统的发展现状

由于中国的工业起步比较晚, 在发展的进程中始终处

于比较滞后的地位。继电保护是继电保护的重要组成部分。20 世纪 40 年代, 中国建立了电力安全与保护专业, 并组建了一支专门从事电力保护的技术队伍。20 世纪 50 年代初, 50 年代和 80 年代, 晶体管的功率保护技术得到了广泛的应用。20 世纪 70 年代中期开始, 集成式运放的集成电路保护问题得到了广泛的重视。20 世纪 90 年代, 继电保护技术在计算机技术的飞速发展下, 逐步进入了计算机保障的时代。随着计算机、通信技术的飞速发展, 电力系统的智能化、自动化、网络化是继电保护技术发展的必然趋势<sup>[1]</sup>。

## 3 高压电网继电保护基本原理

在高压电网中, 继电保护是一种有效的方法, 它可以区分出被保护元件的状态, 并且可以判断出其失效和失效的

【作者简介】元亮(1988-), 男, 中国山东莱芜人, 硕士, 工程师, 从事高电压技术、电力系统稳定分析研究。

部位。在高压电网失效的情况下，电网的工频电气量将会发生巨大的改变。例如，电网的电流会大幅增加，网络中的各个节点电压会急剧下降，电压和电流的相角也会随之增大，测量的电阻也会随之改变。高压电力系统中的继电器主要由测量、比较、逻辑、执行、输出等组成。测试和比较部分是通过对被保护部件的各种物理参数进行测量，并将其与已知的数值进行比较，从而产生对应的逻辑信号，从而判断是否需要触发保护设备；而逻辑部件则可以通过一定的逻辑关系来判断故障，然后根据判断的结果来决定下一步的行动，相关的命令也会在这个过程中传递到执行机构；执行输出部根据所收到的指示，完成诸如跳闸、报警等保护设备的工作。为了保证高压继电器的正常工作，除了要有相应的继电器，还要有合适的线路，以保证安全运行。它的工作电路主要是对一次设备所具有的电流、电压进行变换，从而得到二次装置能够正常工作的电流和电压。该系统的主要工作是：当出现故障时，迅速、有选择地将故障部件从电网中分离出来，避免对其他部件造成影响；同时，它还能及时反应电器的工作状况，根据运行和维修的实际情况，通过对信号的控制，或者通过相应的设备来进行自动调节，避免因暂时性的波动而造成设备的误动；该继电器与其他自动设备共同工作，以确保高压电网的可靠运行，并能实现对高压电网的远程监控和自动化管理<sup>[2]</sup>。

## 4 继电保护系统的可靠性分析

### 4.1 继电保护系统的可靠性分析

在电力系统中，保护是继电保护的重要内容。当发生电力系统突发故障时，继电器会稳定地运行，并进行相应的隔离故障动作，以避免发生事故时对运行的影响。因此，在继电保护中，最主要的问题是有关的继电器设备的可靠度。可以通过一个具体的数字来表示可靠性。为了适应当前电网的某些复杂情况，采用微型计算机继电器保护设备，能适应当前电网的需求。微机继电器与现代计算机的结合，在一定程度上对继电器的可靠性、可靠性产生了一定的影响。为了保证计算机传输系统的平稳运转，必须防止和控制内部的干扰<sup>[3]</sup>。

### 4.2 基于故障树法分析继电保护系统的可靠性

故障树分析方法是美国贝尔电报公司于1962年提出的。系统、精确、计算的安全系统工程是论文研究的重点。保护系统中的主要硬件设备包括变压器，继电保护，电力通信设备等。由于设备和系统数量众多，采用故障树的方式进行分层分析，从而能更好地检测出继电保护系统的故障。从图1可以看出，该系统的硬件系统分为两个部分，即继电器保障老化和阻塞故障，A说明了保证的正确性，B说明了截断器的正确性，那么，继电保护系统的硬件故障由 $AB+AB=AB+B$ 表示。通过对继电器的精确测量，可以明确地认识到其硬件组成的概率和重要性。

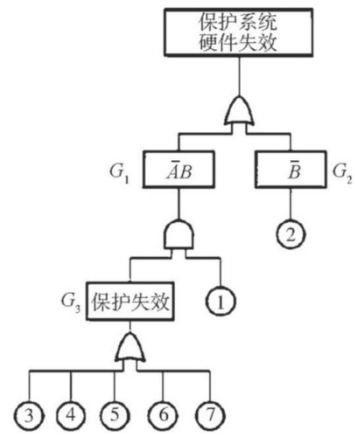


图1

## 5 继电保护系统在高压电网中的应用案例

### 5.1 继电保护的配置

在操作条件下，继电保护可分为两种情况：稳定工作和非正常工作。例外的行为包含了一个错误的动作和一个拒绝动作。当电网出现故障时，相关的继电保护系统会向失效部件发出断开命令，并对其进行处理，以保证其正常工作，提高其在运行中的稳定性，从而提高其运行的安全性和稳定性。其中，继电器的配置有以下几种：第一，线路继电保护，论文以该中性点接地系统为实例，论文对110kV高压电网的保护设备进行了详细的阐述。在系统连接线、发电站接入线、短线和光纤通道中，通过光纤的纵向插值确保整个线路的高速运行。第二，接地网的继电器。在高压输电网建设中，以110kV母线和双母线为主要母线，必须采用相应的安全防护措施。若母线发生故障，则要迅速拆除与该设备连接的母线。为母线提供继电保护，除了母线的保护外，还可以作为变压器，以提高母线以上部件的安全性能。第三，作为电网中变压器的主要组成部分，它将对电网的安全产生一定的影响。目前，电力系统中的变压器多用于电网内插、快速关断、零序保护等方面。第四，联结（桥），在变电站采用双母线布线、单母线断线、桥布线等布线方式时，必须对母线（桥段）进行保护。该方法的关键在于母线在充电过程中发生故障时，能够以最快的速度将母线从故障中分离出来。通常情况下，都会有自动充电和短暂的过流保护<sup>[4]</sup>。

### 5.2 配高压电网可靠性指标

一般情况下，SAIGI、CAIGI和ASAI都可以对继电保护系统的可靠性状态做出足够的判断，SAIGI是指用户在供电期间发生的断电次数，而CAIGI则是指每年发生在供电期间发生的断电事件的总数。电力供给的平均可用度指数称为ASAI，它指的是总的供电时间和所规定的总供电时间的比率。利用网络等方法对高压电网进行可靠性分析：①向上等式，也就是基本使用前一条输电线路的等值结点单元来反映前一条输电线路的影响；②向下等效处理，其基本思路是

在下行输电线路的后端设置一个等值节点,用来反映上行线路对下行线路的影响。

## 6 提升高压电网继电保护系统运行可靠性的策略

### 6.1 制约继电保护系统可靠性的几个方面

#### 6.1.1 硬件系统装置方面

电力系统的核心部件包括信道、保护系统、设备通信系统和辅助电路。它们的可靠性不仅关系到保护的可靠性,也关系到整个电网运行的安全和可靠性。只要有一个关键的零件出了问题,就会导致电力系统的崩溃。例如,继电保护设备会因为触电而断裂或者松动,继电器在负荷变换时会发生严重的故障。这些故障都是由于继电器不合适而引起的,会对整个电网产生很大的影响。

#### 6.1.2 软件系统方面

若相关的软件系统发生故障,将会在一定程度上影响到保护系统。若软件发生故障,容易发生继电器故障。例如,如果系统的软件崩溃,那么继电器的逻辑就会被破坏,导致指令混乱,信任度大打折扣,对电网的安全造成极大的影响。为保证高压输电网络可靠运行,保证传输系统安全,对年度检查、软件更新理论等进行检查,并对其进行完善、管理和维护。要知道,保护是电力系统的核心部件,必须严格执行保护程序和逻辑,以防止黑客和病毒的侵入,破坏高压电网<sup>[5]</sup>。

#### 6.1.3 技术操作方面

除了硬件和软件方面的原因外,有关人员的技术操作水平也会在一定程度上影响到继电器的安全。目前,中国在电网中采取了许多措施,以避免由于人为失误而引起的继电保护事故。然而,也有可能发生电路失灵、误锁等意外情况,这主要是因为电网的每个阶段都会涉及输电线路的施工,施工中若不按规范进行操作,发生二次接线故障和装置故障,将会对继电器的可靠性产生不利的影响,进而导致继电器的安全事故。所以,必须从整个高压输变电网络的施工全过程中进行操作保障。

## 6.2 提升高压电网继电保护系统运行可靠性的策略

### 6.2.1 全面提升微机化与信息化水准

随着社会的飞速发展,许多新技术应运而生。其中,由于信息技术的迅速发展,中国的微机保护技术已成为当今世界上最重要的技术之一。继电保护设备的主要作用是对故障元件进行故障诊断,从而使其无法满足电网的需求。为保证电网安全可靠地工作,必须充分发挥微机联网的作用,以保证电网安全可靠地工作。

### 6.2.2 提升继电保护系统的智能化

近年来,中国在电力系统中已得到了广泛的应用。继电保护技术逐步向网络化、一体化发展。将智能技术应用于继电保护系统,不仅可以方便地进行继电操作,而且可以有效地改善保护系统的运行可靠性。而要使继电保护系统智能化水平得到更大的提升,就必须加强整个电网的智能化水平,使其更好地发挥人工智能的功能。应用智能技术可以方便地对高压电网的故障处理进行研究,从而进一步提高设备运行的安全性和可靠性。为了提高电力系统的工作可靠性,必须综合考虑多种因素,提出准确的解决办法,以保证电网的运行经济性。因此,加强对继电保护技术的研究,提高其智能化程度是十分必要的。

### 6.2.3 加大对高压电网继电保护的投入,更新保护装置设备

在高压电力系统中,各类继电器设备是继电保护的核心。在网络继电保护方面,应加强各类防护设备的配置,提高其工作可靠性,加大对高压电网继电保护的投入力度,淘汰现有的各类老旧设备,加强对各类新式继电保护的应用,增强对高压电网运行中各种异常状况的敏感性,以达到更好的保护目的。继电器与输出电压之间有某种正相关关系,因为高电压网络继电器设备的操作效率还依赖于效率的精确度,所以为了保证保护设备的正常工作,必须进行必要的防护,以保证每个继电器的安全。该设备在运行中表现良好。在高压电网中,有足够的防护时间,能够准确、完整地监控高压电网的异常状况,保证电网的安全、稳定。

## 7 结语

论文重点对保护装置的可靠性进行了研究,并对其在电网中的应用进行了探索,以防止各类事故的发生,降低事故造成的各类经济损失。因此,必须加强对继电保护的可靠性研究,并对其进行可靠性评价,以使其持续地提高电网运行的效能。

### 参考文献

- [1] 陈金林,陈平耕.基于高电压电网继电保护可靠性的研究[J].通信电源技术,2019,36(11):208-209+211.
- [2] 周泰源.高压电网继电保护及安全自动装置的可靠性研究[J].通信电源技术,2019,36(10):59-60.
- [3] 蒲文旭.基于高电压电网继电保护可靠性研究[J].电脑迷,2018(12):243.
- [4] 刘旭.基于智能电网的变电站继电保护可靠性研究[J].计算机产品与流通,2018(3):71.
- [5] 唐瑾璟.微电网继电保护的研究与应用[J].山东工业技术,2017(21):181.