

# 特高压输电线路继电保护特殊问题的研究

张旖珊 郭剑飞

(国网内蒙古东部电力有限公司内蒙古超特高压分公司, 内蒙古 呼和浩特 010000)

**摘要** 随着社会经济的飞速发展,我国电力能源的消耗量与日俱增,想要满足当前社会的发展需求,就必须对输电能力提出更高的要求。在这样的背景下,特高压输电线路应运而生,其在提升送电能力、保障电力供应方面展现了突出的优势,但目前在继电保护工作上还存在一定的问题。基于此,本文将围绕特高压输电线路的继电保护特殊问题展开详细分析,然后在此基础上提出针对性的解决策略。

**关键词** 特高压输电线路 继电保护 特殊问题

中图分类号:TM723

文献标识码:A

文章编号:1007-0745(2022)07-0004-03

现阶段,我国电力系统发展不断壮大,特高压输电线路在越来越多的地区被运用,不仅极大地解决了电力需求供应不足的情况,同时也对当地的经济提升有着重要的推动作用。另外,特高压输电线路已成为我国主要的网架结构,其可以传输的距离非常长,而且损耗的电能也非常低,想要使其更好地发挥作用,就必须重视其在继电保护方面的一些问题,并积极探寻解决方法,如此方可推动我国电网的发展<sup>[1]</sup>。

## 1 特高压输电线路继电保护问题的概况

### 1.1 特高压输电线路的特点分析

通过对特高压输电线路的相关调查可以发现,其有非常显著的特征,与一般输电线路有很大的不同,不仅线路方式存在较大差异,而且空间结构也更大,能够最大程度地提升输电线路的分布电容,并降低电路表面损失。具体来说,特高压输电线路特征如下:

1. 分布电容电流,这是其最为突出的特征之一,通常情况来看,分布电容不会对其他线路造成损害,但如果在系统正常运行的过程中,突然发生电压增大到一定程度的情况时,就极有可能导致电压值出现畸变现象,影响电路正常运行。

2. 非周期分量,在线路中的电压发生突变的时候,会产生非周期变量,同时还会形成具有衰减性质的低频分量,这两个分量都有可能阻碍电流的正常运行,并导致电流差动保护的可靠性下降。

3. 虽然特高压输电线路可以提高电能传输的经济性,以及节省线路走廊,但其对环境的影响较大,且稳定性有待加强。

### 1.2 特高压输电线路继电保护的现状

就现阶段实际情况来看,城市化进程的加快,使

得电力系统的运行压力日渐提升,导致线路运行中出现的问题也逐渐增多,给人们的正常供电带来了极大的影响。以往的输电线路已经难以满足当前时代发展要求,想要更好地为人们提供安全可靠的供电服务,就必须建立更完善的输电系统,尽可能地满足社会发展需要,其中大容量、长距离、低损耗是主要的研究方向,特高压输电线路就是在这样的形势下应运而生<sup>[2]</sup>。但就目前情况而言,大多数国家的特高压输电线路都存在一定的问題,那就是在运行的时候只能以低电压等级运行,这使得特高压输电线路的优势得不到充分发挥,我国目前在这方面的研究同样也面临着一些阻碍,因此持续加强对特高压输电线路继电保护的相关研究有着十分重要的意义<sup>[3]</sup>。

### 1.3 特高压输电线路继电保护的原理

对特高压输电线路而言,想要更充分地了解其继电保护的原理,需要从以下两个方面进行:其一,电流纵联差动保护原理,该原理在具体的实践过程中,主要涉及电容电流补偿方法,想要实现对特高压输电线路的继电保护,需要采取基尔霍夫电流定律来进行相应的算法,其中向量补偿算法和时域补偿算法在理论中十分常见,但在具体应用过程中还是存在的问题;其二,差动保护新原理,由于上述方法未能起到很好的作用,难以有效应对特高压输电线路的继电保护问题,所以出现了差动保护新原理,在该原理的实际应用过程中,建立贝瑞隆模型,不仅不受电容电流影响,而且还带有求解速度快和精度高的特征。

### 1.4 特高压输电线路继电保护要求

通过相关调查可以发现,特高压输电线路继电保护的要求,主要包括七个方面:(1)想要更好地保障

输电线路的稳定运行,需要设立两套完全独立的主保护和后备保护,这样一旦出现线路运行故障,且一套主保护退出检修时,仍然可以确保另外一套线路保护能够发挥作用;(2)主保护的動作时间应当尽可能地符合限制过电压的要求;(3)当线路出现过负荷状态时,为了不影响继电保护装置的作用发挥,应当结合相关的计算数据以及绝缘子承受过电压的能力来重新设置数值;(4)为了限制过电压,还应当结合电路实际情况,对两端的快速自动化重合闸进行严格的控制,确保其最大时间差符合相关要求;(5)单相故障应采用单相重合闸;(6)断路器投入或跳开,需要合理控制好时间,确保不超过规定值;(7)加强对并联电抗器的合理选择。

## 2 特高压输电线路的继电保护特殊问题

### 2.1 过电压问题

通常情况来说,线路的自动重合闸会对过电压造成一定影响,这是因为单相故障采用三相重合闸时,在正常的线路运行过程中就有可能产生一定的过电压,而如果是单相重合闸则基本上不会发生这类现象。另外,在特高压输电线路运行过程中,工频过电压也是非常关键的一项内容,需要加大对它的重视程度,这是因为在输电电压级提高的同时,特高压线路对过电压裕度要求更小,因而更有可能导致过电压问题的产生。

### 2.2 分相电流差动保护的问题

在故障或其他暂态过程中,通常会有很多的高频分量生成,造成这一现象的主要原因在于暂态充放电电流变化幅度很大,除了会导致上述情况之外,甚至还可能生成更大的高频电容电流,进而影响线路安全运行。从某种程度上来说,分相电流差动纵联是很优秀的保护方式,很少会受到外在条件的限制,一般的系统振荡和运行方式并不会影响其发挥作用,但由于在特高压输电线路中,存在分布电容电流,因而会导致分相电流差动保护受到一定影响。

### 2.3 暂态过程对线路保护的影响问题

通过相关调查可以发现,暂态过程中的振荡因子有很多,比如电感和电容的谐振动等等,而稳态过程中的电压和电流对输电线路的影响非常大,这使得传统的距离保护方案难以发挥实际作用。换句话说,暂态和稳态之间的变化,给超高压线路带来了更大的挑战,尤其是在我国电力需求不断增加的前提下,当前输电电网的输送能力已经无法达到实际要求,想要

更好地保障特高压输电线路的运行,就必须要加强线路的有效保护。

### 2.4 过渡电阻问题

通过对特高压输电线路的相关分析可以得知,该线路的过渡电阻为 $600\Omega$ ,在实际的电流运行过程中,由于输电距离较长,过渡电阻会影响到原本的电流运行状态,导致零序电压大幅度降低。在这个时候,仅仅通过对特高压线路电压情况的观察与分析,是很难掌握当前的具体情形,有可能发生接地故障,也有可能线路未受影响,仍是处于正常运行状态,因此大大地延长了线路处理的时间,不利于特高压输电线路的稳定运行。另外,短路点易发生过渡电阻问题,在没有对其进行有效处理之前,有可能导致距离保护的测量阻抗发生变化,进而影响其正常的运作,难以实现对特高压输电线路的保护。想要躲过过渡电阻的暂态超越,确保线路的正常运行,可以采用各种滤波手段来加以控制。

### 2.5 位置问题

由前文所述,特高压输电线路具有长距离的特点,也就是说在进行电力传送时需要经过较长的一段距离,这个时候如果没有大功率支持,是很难保证电流的正常输送,而如果加大功率,又会导致线路中的负荷增加,这对线路的稳定运行也会造成很大影响。一般情况来看,当输电线路正常输送电力时,其负荷的波动幅度通常不会太大,基本上是在极限值附近徘徊,如果这个时候将电能传送线路的大功率保障起来,那么对系统保护工作的要求非常高,目前还难以达到。除此之外,在特高压输电线路运行过程中,由于受到外界环境及内部因素的影响,使得输电线路还极易出现位置问题,导致三相电能传送线路参数无法保持一致,进而影响特高压输电线路的运行。

## 3 特高压输电线路的继电保护有效策略

### 3.1 特高压输电线路继电保护配置

就现阶段实际情况来看,特高压输电线路中的继电保护方式与传统的高压线路继电保护方式有所不同,前者通常是在不对电压产生任何影响的前提下保障系统的稳定运行,因此不会对用户正常用电造成不必要的麻烦,同时也更能够满足当前社会的用电需求。具体来说,在特高压输电线路运行过程中,由于部分设施设备对电压的承担力度比较小,一旦出现故障问题,比如主设备发生电阻过大而导致故障,且没有立即采取有效控制措施,那么整个系统的运行都将受到

影响,给电力企业带来严重的经济损失。因此,对特高压输电线路的继电保护措施很有必要,必须要安装符合要求的继电保护装置,才能保障电力系统的稳定运行。

### 3.2 纵联电流差动保护

通过对纵联电流差动保护的研究与分析可以得知,该保护方式主要是先对输电线路两侧中的电流相位进行比较,并通过选择性的机制来判断故障是在本线路范围内还是在线路范围之外,并以此为依据来决定是否切断被保护线路。该方法的优势特征非常明显,比如灵敏度高、简单可靠、不受系统运行方式和系统振荡的影响以及可以正确判别内部故障和外部故障等等,在当前输电线路继电保护中的应用非常广泛。想要提高纵联电流差动保护的应用效果,还需要做好如下几点工作:(1)提高保护定值;(2)降低电流互感器的二次负载;(3)配置抗饱和能力强的继电保护装置;(4)进行电容电流的补偿。

### 3.3 纵联距离保护

所谓的纵联距离保护,实际上就是通过比较线路两端配置的阻抗继电器的动作行为,以此来判断故障线路与非故障线路的一种继电保护方式,这种保护的核心元件是方向阻抗继电器,不仅有方向性,而且还有固定的动作范围,能够瞬时切除元件全长的故障。在具体的应用过程中,如果线路故障发生在内部位置,那么纵联距离保护装置就可以直接确定故障方向是正方向上的,并及时做出相应的保护动作,保证对线路可靠性的保护。如果是外部发生了故障,也能够通过纵联距离保护装置得知有一个方向发生了反方向变化,并对此进行反应,实现对回路断线故障的闭锁效果。需要注意的是,虽然纵联距离保护能够快速找到故障位置,并对输电线路予以保护,但其在具体运行过程中也存在一个缺点,那就是在线路运行区域内出现故障时,有可能会伴随通道破坏的产生,比如当发生三相接地短路的问题,信号无法传送过去的时候,就会造成保护拒动。

### 3.4 行波保护

就现阶段实际情况来看,特高压输电线路在实际应用过程中,大多是以国家统一电网建设的形式为主,这样更有助于保障线路稳定,还有一部分则是采用联合建设的方式。无论是哪一种建设方式,对继电保护的要求都非常高,尤其是在速度方面,因此必须采取更有效的保护措施,而行波保护就是其中十分有效的手段,其不仅可以解决线路故障问题,更主要的是其

具有快速动作的特征,能够在线路发生故障的第一时间就迅速做出反应,从而最大程度保障线路安全。而且,行波保护不受电力系统振荡的影响,是目前特高压输电线路中最为有效的继电保护措施,但由于行波保护构成复杂,对其的研究工作仍不能放松,只有不断突破和创新,才能更好地发挥行波保护装置的作用与价值,并为我国特高压输电线路的持续发展提供保障。

### 3.5 基于 Marti 模型的继电保护

想要进一步保障特高压输电线路的安全稳定运行,就需要加强对 Marti 模型继电保护的合理运用。具体来说,基于 Marti 模型的继电保护,简单来说这就是一种分相形式的保护装置,其通常是通过对比线路两侧电压电流之间关系的分析与研究,来判断输电线路运行状态,从而更好地采取针对性措施保护线路。如若特高压输电线路未发生故障问题,那么基于 Marti 模型的继电保护装置所显示的计算值和实测值相等;反之,如若特高压输电线路发生故障,那么该装置所显示的两侧数值差距就会比较大,这个时候装置会迅速进行保护动作,从而快速切断故障源,减少对特高压输电线路运行的影响。另外,当电路中还设置了并联电抗器,为了确保继电保护装置的作用不受影响,还应当使用新的判断依据,这样才能更好地保证系统运行的安全稳定。

## 4 结语

总而言之,在新时期社会背景下,加强对特高压输电线路继电保护问题的深入探究与分析,对提升我国继电保护技术、实现电力资源利用最大化有着重要意义。因此,相关技术人员必须要提高重视,充分意识到特高压输电线路继电保护的重要性,并积极采取有效措施来改善当前的继电保护特殊问题,探寻出一套更有效的保护方式,以此来提高我国的电网输送能力,促进电力行业的进一步发展。

### 参考文献:

- [1] 王国瑞,刘军,王钊.特高压输电线路继电保护问题的研究[J].城市建设理论研究(电子版),2017(24):11.
- [2] 戴星宇,施伟成,赵肖旭,等.特高压输电线路继电保护特殊问题的研究[J].科技与创新,2016(21):91.
- [3] 姜凯华.特高压输电线路继电保护特殊问题的研究[J].今日科苑,2015(12):59.