

电气一次设备过电压保护措施研究

郭浩天

华润电力 内蒙古 锡林浩特 026000

摘要: 目前, 随着社会的高速发展, 人们对电力的需求也在逐渐加大, 所以电力系统的持续安全运转越来越重要。城市的电网规模和数量也在逐渐增加, 电力系统的负荷也在逐渐增大, 由于电力设备非常容易出现安全问题, 并且严重影响电力系统的安全运行, 因此需要加强对变电一次设备过电压发生的预测, 以及实施运维故障风险的科学管理并加以控制。

关键词: 电气; 过电保护; 故障检测

1 过电压的概述

过电压是指工频下交流电压均方根值升高, 超过额定值的10%, 并且持续时间大于1分钟的长时间电压变动现象; 过电压的出现通常是负荷投切的结果。过电压对电气系统的正常运行有着不利的影响, 尤其是对一次过电设备影响最为严重, 甚至在一定程度威胁着电力系统的正常运行, 影响用电客户的正常生活, 造成严重的损失。外过电压产生的原因主要是外界因素引起, 如雷电过电压, 大气过电压。由大气中的雷云对地面放电而引起的。分直击雷过电压和感应雷过电压两种。雷电过电压的持续时间约为几十微秒, 具有脉冲的特性, 故常称为雷电冲击波。需在发电场设计接地保护, 绝缘保护等措施^[1]。

2 电气一次设备过电压的危害

电气一次设备在电力系统中起着至关重要的作用, 但受到过电压的侵害时, 将会遭受严重的危害。过电压是指电力系统中电压超过额定值的瞬态或持续性现象。下面将详细介绍电气一次设备过电压的危害。第一, 过电压可能导致电气一次设备的绝缘击穿。过电压会在设备中产生剧烈的电压应力, 超过了设备绝缘材料的耐压能力, 使得设备的绝缘破裂, 形成电弧放电。这不仅对设备本身造成直接的损坏, 还可能引发火灾, 并对电力系统的正常运行带来严重威胁。第二, 过电压会对电气一次设备的内部部件造成电气击穿和损坏。过电压会导致设备内部的绝缘材料受到电击穿, 损坏电气元件如电容器、继电器、变压器绕组等。这将导致设备的功能失效、性能下降甚至无法正常工作, 严重影响电力系统的可靠性和稳定性^[2]。第三, 过电压还会引起电气一次设备的过载。当过电压超出设备的耐压能力, 设备处于过电压状态下工作, 会导致设备的电流超过额定负荷, 发热过多, 使设备温度升高。长期高温可能烧坏绝缘材料、

损坏设备的内部结构, 加剧电气一次设备的老化和失效。过电压还可能导致电气一次设备的频繁故障和意外停机。当过电压发生时, 它可能会引发设备的故障保护动作, 导致设备频繁跳闸。频繁的停机将影响电力系统的连续供电, 给生产和生活带来不便, 同时也会增加设备的维修和更换成本。

3 过电压分类

过电压是指电力系统中电压超过设备额定工作电压的现象。根据其起源和特点, 过电压可以分为以下几类: (1) 外部过电压: 外部过电压主要源于闪电击打。当闪电穿越地面、建筑物或电力线路时, 会产生电磁脉冲, 使电力系统中的电压瞬间升高。外部过电压的峰值电压能够达到几百千伏特, 导致设备绝缘击穿、内部部件破坏等故障。(2) 内部过电压: 内部过电压主要源于电力系统内部的负载变化、设备切换和短路故障等。例如, 当大型电动机或其他负载突然停止工作时, 会导致电压突然上升。内部过电压的峰值电压通常较外部过电压低, 但它们可能持续较长时间, 对设备的损坏和性能影响更显著^[3]。(3) 工频过电压: 工频过电压是指电力系统中频率为50Hz (或60Hz) 的正弦交流电压超过设备的额定值。它通常是由于电力系统的过载、故障或电源波动引起的。工频过电压可能导致设备绝缘击穿、电容器破裂、变压器过磁化等故障。(4) 瞬态过电压: 瞬态过电压是指电力系统中电压在极短时间 (微秒级或毫秒级) 内突然变化的现象, 通常由设备切换、雷电击打、短路或终端负载突变等引起。瞬态过电压的特点是时间短暂、电压快速变化, 可能导致设备的绝缘击穿、电弧放电、电子元器件故障等。

4 电气一次设备过电压问题的分析

电气一次设备过电压问题一直是电力系统中备受关注的问

坏,甚至引发整个电力系统的故障,给人们的生产和生活带来很大的影响。因此,对电气一次设备过电压问题进行深入的分析,找出问题的根源,采取有效的保护措施,是保证电力系统安全稳定运行的关键。

4.1 过电压的产生机理

电气一次设备过电压的产生机理主要包括雷电过电压和操作过电压。雷电过电压是由于雷电引起的,包括直击雷和感应雷两种形式。直击雷是指雷电直接击中电气设备,导致过电压的产生;而感应雷则是指雷电击中电气设备附近的大地或其它物体时,产生的电磁感应效应导致过电压的产生。操作过电压则是由电力系统的开关操作引起的,例如开关的开闭操作、并联或解列操作等,都可能引起过电压的产生。此外,系统的谐振、负荷的突变以及故障等情况也可能引发过电压^[4]。

4.2 过电压对电气一次设备的影响

过电压对电气一次设备的影响十分严重,主要包括以下几个方面:(1)设备的损坏:过电压会使电气一次设备承受更高的电压峰值,可能会导致设备的绝缘材料损坏或者其它结构部件损坏,从而影响设备的正常运行。(2)设备的寿命缩短:过电压会加速电气一次设备的老化过程,使得设备的寿命明显缩短,增加了设备的维护成本。(3)增加维护成本:为了应对过电压的影响,需要对电气一次设备进行额外的维护和检修,增加了设备的维护成本。(4)引发故障:过电压可能会导致电气一次设备出现故障,例如短路、电弧等故障,对电力系统的稳定性和安全性造成威胁。

4.3 过电压保护措施的现状及不足

目前,针对电气一次设备过电压问题,通常会采取一系列的保护措施,如避雷器、隔离变压器、接地电阻等。这些保护措施在一定程度上能够减轻过电压对电气一次设备的影响,但是仍存在一些不足之处:避雷器的保护范围有限,对于一些非直接雷击的过电压可能无法起到有效的保护作用。隔离变压器和接地电阻的安装和维护成本较高,对于一些频繁发生的过电压可能无法做到及时有效的保护。现有的保护措施通常都是针对特定的过电压类型和情况,缺乏一种能够全面应对各种过电压类型的保护装置^[5]。

5 电气一次设备过电压保护的防护措施

5.1 输电线路过电压保护

电气一次设备过电压保护的防护措施对于输电线路的过电压保护同样适用。避雷线是一种常见的输电线路过电压保护措施。它通过在输电线路的上方架设避雷线,将雷电过电压引入地下,从而保护输电线路免受雷

电过电压的损害。避雷器是一种用于吸收过电压的设备,它能够将过电压限制在一定范围内,从而保护输电线路不受损坏。避雷器通常安装在输电线路的各个关键点上,如变压器、开关设备等。保护间隙是一种简单的输电线路过电压保护装置,它由两个金属电极组成,当过电压超过一定值时,保护间隙会击穿放电,将过电压引入地下,从而保护输电线路不受损坏。接地电阻是将输电线路的接地部分连接到大地,通过大地的导电性能来消耗过电压的能量,从而保护输电线路不受损坏。接地电阻的安装和维护成本较低,但对于高频过电压的保护效果可能有限。组合保护装置是一种将多种过电压保护装置组合在一起的装置,它能够同时提供多种过电压保护功能,如雷电过电压、操作过电压等。组合保护装置通常由避雷器、隔离变压器、接地电阻等组成,能够实现输电线路的全面保护^[1]。

5.2 离线设备过电压保护

电气一次设备过电压保护是电力系统中的重要任务,它主要针对设备所面临的过电压威胁采取一系列保护措施。而对于离线设备,其过电压保护的重点是在设备不工作状态下保护设备免受过电压的损害。安装避雷器是一种有效的过电压保护措施。避雷器可将过电压引导到地下或其他安全地方,减少对设备的影响。在离线设备中,可根据设备的特性和工作环境选择合适的避雷器进行安装,防止过电压引起设备的损坏。离线设备通常使用断路器作为过电压保护的关键装置。当设备不工作时,断路器可切断设备与电源的连接,防止过电压传递到设备。断路器应具备快速动作的特性,以确保在过电压事件发生时能够及时切断电流,保护设备的安全。安装电压监测装置可以实时监测离线设备所面临的电压情况。一旦监测到过电压事件,监测装置会发出警报并采取相应的保护措施,如切断电源或引入电压稳定器等,以保护设备免受过电压的损害。对于离线设备,绝缘配合也是重要的过电压保护措施。通过合理设计设备的绝缘结构,提高设备的绝缘强度,降低设备受到过电压的影响^[2]。同时,加强绝缘材料的选择和维护,提高设备的绝缘性能,以保护设备免受过电压的侵害。需要注意的是,离线设备过电压保护措施的选择和实施应根据设备的特性、工作环境以及系统要求进行综合考虑。同时,在运行过程中,还应定期检查和维护设备,确保过电压保护装置的正常工作和可靠性。

5.3 出口断路器过电压保护

电气一次设备过电压保护是电力系统中非常重要的保护措施。在电气一次设备中,出口断路器是一个关键

的部件，对于它的过电压保护特别重要。在出口断路器的进线侧安装避雷器，避雷器可将过电压引导到地下或其他安全地方，减少对设备的影响。通过选择适当的避雷器类型和数量，可以有效地保护出口断路器免受外部过电压的侵害。出口断路器的保护继电器可以设置一个预设的过电压阈值，当电压超过该阈值时，保护继电器会触发动作，切断断路器的电源，保护设备免受过电压的损害。通过选择具有快速动作能力的断路器保护装置，可以在过电压发生时迅速切断电流。快速动作保护可以防止过电压传递到设备，有效地保护出口断路器和相关设备。在设计和安装出口断路器时，应充分考虑绝缘配合的问题。通过合理设计断路器和周围设备之间的绝缘结构，提高绝缘强度，降低设备受到过电压的影响。加强绝缘材料选择和维护，提高设备的绝缘性能，以保护出口断路器免受过电压的侵害。

5.4 放电间隙保护

电气一次设备过电压保护的一个重要措施是采用放电间隙保护。放电间隙是一种用于保护设备免受过电压损害的装置。其工作原理是通过放电间隙的特性将过电压导向地下或安全的地方，从而保护设备。

放电间隙保护通常包括以下几个重要部分：（1）放电器：放电器是放电间隙保护中的关键组件，通常采用金属制成，安装在设备或系统的输入端口。当过电压出现时，放电器会发生局部放电，将过电压引导到放电间隙，从而维持设备工作在安全范围内^[3]。（2）接地系统：良好的接地系统是放电间隙保护的前提。通过接地系统的连接，过电压可以安全地导入到地下，减少对设备的损害。（3）监测装置：为了确保放电间隙保护的有效性，通常会安装监测装置来检测过电压事件。监测装置可以实时监测设备的电压变化，并触发相应的保护措施，例如切断电源或隐藏放电器。（4）绝缘配合：绝缘配合对于放电间隙保护至关重要。合理的绝缘设计和材料可以提高设备的绝缘强度，降低过电压对设备的影响。

5.5 电压保护

电压保护主要是针对设备所面临的电压异常情况采取的保护措施，以防止设备在电压过高或过低时受到损

害。通过设置电压保护继电器的上限阈值，当电压超过设定值时，保护继电器会触发动作，切断电流或采取其他保护措施，以避免设备受到高压的损害。类似于上限电压保护，下限电压保护是通过设置电压保护继电器的下限阈值来保护设备。当电压低于设定值时，保护继电器会触发动作，切断电流或采取其他保护措施，避免设备在电压过低时无法正常工作。延时电压保护是在设备电压变化超过阈值一段时间后才触发保护动作。通过设置延时时间，可以避免短时间内的电压波动对设备的干扰，确保保护措施的可靠性和稳定性。对于电压保护的高要求设备，可以采取多级保护措施。通过设置不同电压阈值和保护继电器的级联，可以实现更加精确和可靠的电压保护，提高设备的安全性和可靠性^[4]。需要指出的是，电压保护措施的选择和实施应根据设备的特性、工作环境以及系统要求进行综合考虑。同时，定期的检查和维护工作也是保证电压保护措施正常工作的重要环节，以及根据实际情况的调整和优化。

结束语

电气一次设备过电压保护是电力系统中不可忽视的问题。本文通过对过电压问题的研究，深入分析了其原因、类型和影响，并总结了常见的保护措施。选择合适的保护措施和装置是保障设备安全运行的重要一环，而定期的检测和监测工作则是保证保护措施有效性的必要手段。未来的研究可以进一步探索新的保护技术和方法，以满足电力系统发展的需求。

参考文献

- [1]韩益斌.变电站电气一次设备安装施工的安全问题研究[J].现代信息科技,2019,3(11):42-43+45.
- [2]张国文.供配电站电气一次设备常见故障分析与处理[J].赤峰学院学报(自然科学版),2018,34(08):120-121.
- [3]杨杨,林芳旭.对火电厂电气一次设备状态检修的探讨[J].科技资讯,2017(04):37.
- [4]朱帅.电气一次设备过电压保护的研究[J].产业科技创新,2019,1(11):56-57.
- [5]宋旭.电气一次设备过电压保护的研究[J].新型工业化,2021,11(06):179-180+191.