

工厂供电系统过电压保护分析

巨文伟 芦周红

兰州石化公司机电仪运维中心 甘肃 兰州 730060

摘要: 随着工厂电气设备越来越多,供电系统的负荷也日益增大,出现过电压问题的风险也在不断增加。因此,对工厂供电系统进行过电压保护十分重要。本文简要分析了工厂供电系统过电压产生机理及工厂供电系统过电压产生的影响,对供电系统过电压保护装置的特性进行了讨论,并提出了一些工厂供电系统过电压保护优化措施。

关键词: 工厂;供电系统;过电压保护

引言

供电系统是工厂正常运转的必备基础设施之一,供电系统过电压问题的存在为工厂的安全稳定运作带来了极大隐患。过电压保护作为预防工厂供电系统过电压问题的一种重要手段,对保障工厂设备正常运转、提高工厂电能质量、降低事故风险等方面有着重要作用。

1 工厂供电系统过电压产生机理

工厂供电系统过电压是指在电力系统中,由于各种原因,电压瞬间超过其额定值的现象。过电压的产生可能由多种因素引起,包括雷击、开关操作、故障等。这些因素可能对电气设备和整个电力系统造成危害,因此了解过电压的产生机理和预防措施非常重要。(1)雷击过电压是指由于雷电作用在电力系统中引起的过电压。在雷电天气中,云层与地面之间会形成电位差,这个电位差的大小取决于云层的电荷量、电场强度等因素。当电位差达到一定程度时,就会产生雷电放电。雷电放电分为直击雷和感应雷两种形式,直击雷是雷电直接击中建筑物或电力线路,产生极高的电压和电流;感应雷是雷电放电时产生的电磁场,使附近导体中产生感应电流和电压。这些过电压可能对电气设备和整个电力系统造成损坏,甚至引发安全事故。(2)开关操作过电压是指在电力系统中,由于断路器、隔离开关等设备的操作而产生的过电压。开关操作过电压的产生原理主要可以分为两种情况:电感性和电容性过电压。其中,电感性过电压是由于切断电感线圈中的电流时,线圈中储存的磁场能量会瞬间释放,导致线圈两端出现高电压。而电容性过电压是由于电力系统中存在电容元件,当电容元件的电荷被突然改变时,也会产生过电压^[1]。例如,在电力系统中进行并联电容器的投切操作时,电容器的电荷会发生变化,从而产生过电压。(3)故障过电压是指在电力系统中,由于电气设备的故障而产生的过电压。例如,当电路中的某处发生短路时,由于短路电流的作

用,可能会在系统中产生过电压。另外,电力系统中发生断线、接地等故障时也可能产生过电压。这些过电压可能对电气设备的绝缘造成损害,甚至引发安全事故。

(4)谐振过电压是指在电力系统中,由于某些元件的阻抗随频率的变化而变化,当系统中的电流和电压的频率达到某一特定值时,会导致系统中的某些元件发生串联谐振或并联谐振,从而产生过电压。在电力系统中,一些电容器、电感器等元件的阻抗会随频率的变化而变化,当这些元件与系统中的其他元件发生串联谐振或并联谐振时,就会产生过电压。这些过电压可能会对电气设备的绝缘造成损害,甚至引发安全事故。

2 工厂供电系统过电压产生的影响

工厂供电系统是工厂正常运行的基础设施之一。它为工厂的生产提供稳定、可靠的电力供应。然而,在供电系统运行中,由于各种原因,会存在过电压现象,给工厂供电系统带来严重的影响。第一,过电压会对工厂供应系统中的设备产生剧烈冲击,导致设备绝缘击穿、设备故障等问题,进而直接影响到设备的安全运行。例如,电机、变压器、电缆及其配件等都是供电设备设施中的关键元件。当供电系统遭受大比例或小幅度过电压时,这些设施的安全性能和寿命会大大降低,从而进一步威胁整个供电系统的运行安全。第二,过电压还会对供电系统中设备的使用寿命产生影响。在过电压冲击下,设备内部的局部热量和电场强度会迅速升高,导致设备内部物理结构的改变,进而引起设备的氧化、老化等问题。这些问题长期存在,会直接导致设备的使用寿命大幅下降,给工厂的生产效益带来严重影响。第三,供电系统过电压还会引起电流的波动,导致生产线的电力质量出现问题,进而影响到整条生产线的正常运行。特别是对于一些对电源质量要求较高的设备(如电子元器件、精密机械等)来说,如果供电系统存在大大小小的过电压问题,会使制造产品的成功率大大降低,从而

影响到生产效率和成品率。第四，现代工厂普遍依赖电气能源，如果供电系统存在过电压，就会对保障电气能源的稳定供应带来严重威胁。供电系统若存在过电压现象，不仅影响电力的稳定输出，还会对电力质量产生不可预估的影响，从而阻碍工厂的正常生产和运行。第五，过电压问题如果不及及时发现和处理，还会引起火灾、电击等严重事故，给工厂的人员安全和生命健康带来严重威胁，这也是供电系统过电压问题需要高度重视的又一方面。因此，工厂在使用供电系统时，需要采取科学、合理和完善的过电压保护措施，以尽可能地减少过电压引起的风险。

3 供电系统过电压保护装置特性

供电系统过电压保护装置是保障电力系统设备安全、运行稳定的重要措施之一，其作用是在电力系统发生过电压时对设备进行及时绝缘和短路保护，保证系统可靠运行。过电压保护装置主要包括动作特性、容限特性和响应速度等特性。第一，动作特性是过电压保护装置的重要特性之一，它指的是过电压保护装置能够检测到的过电压电压大小和作用时间的关系。具体来说，动作特性包括动作电压、动作时间和恢复时间。其中，动作电压是过电压保护装置所检测到的过电压电压大小，它的大小直接影响到保护装置的作用；动作时间是过电压保护装置开始检测到过电压电压的时间，它越短，保护装置的反应速度越快；而恢复时间则是过电压保护装置从动作态转变为正常态的时间^[2]。不同的保护装置根据不同的动作特性来实现其过电压保护的功能。第二，容限特性是指过电压保护装置在检测到过电压时所允许的信号失真范围，信号失真主要包括波形失真度、波形偏差或周期失真度。当信号波形发生失真时，容限特性可以使得过电压保护装置仍然有效地检测到过电压并作出保护反应。因此，容限特性是保障保护装置在多种应用条件下能够维持完整保护要求的必要特性。第三，响应速度是过电压保护装置的另一个重要特性，它指的是过电压保护装置在检测到过电压后，开始进行保护动作所需的时间。响应速度直接影响保护装置对电力系统起到保护作用的效果，也是评价保护装置性能的重要指标之一，并且过电压保护装置的响应速度一般是微秒级别。

4 工厂供电系统过电压保护优化措施

4.1 针对防误操作技术设备层面

在工厂供电系统过电压保护优化研究中，需要考虑针对防误操作技术设备层面的措施，这些措施旨在减少人为因素导致的过电压问题，提高供电系统的稳定性和可靠性。在设备层面，有许多技术可以应用来防止误

操作引起的过电压。首先，我们可以采用合适的设置和标示来提醒工作人员注意操作规范。例如，对于关键设备，可以设置警示灯或声音提示装置，以确保操作人员了解其操作可能带来的风险。其次，针对不同设备的特点和工作环境，可以设计并安装专门的防误操作装置。这些装置可以包括电子锁、密码锁等，只有经过授权的人员才能进行操作，从而避免了非授权人员误操作导致的过电压问题。此外，还可以采用自动化控制系统来改进供电系统的运行。通过使用传感器和监控装置，可以实时监测各个设备的状态，并在发现异常情况时及时采取相应的措施。例如，当检测到电流或电压超过设定的阈值时，系统可以自动切断电源或调整电压，以保护设备免受过电压损害。同时，在设备层面还可以加强对供电系统的维护和管理。定期进行设备巡检和维护，及时发现并处理可能存在的问题，如电线松动、绝缘损坏等。而对于老化的设备，应及时进行更换或升级，以提高供电系统的整体性能和安全性。最后，为了进一步优化供电系统的过电压保护，建议对设备操作人员进行必要的培训和教育。通过提供相关知识和技能的培训，可以增强工作人员对供电系统的认识和理解，减少因误操作而引起的过电压问题的发生。

4.2 氧化锌铰链多级置换保护

电气设备在运行时经常会受到过电压的影响，如果不加以保护，可能会导致设备损坏甚至发生火灾等严重后果。因此，为了提高整个低压电网的抗过电压性能，我们需要对电气设备进行合理的保护。其中，一个有效的方法是使用氧化锌铰链进行多级置换。氧化锌铰链是一种具有较高击穿电压和放电电流能力的保护器件，能够帮助吸收和消散电网中的过电压能量。通过将氧化锌铰链安装在关键位置，可以有效地限制过电压的传播并降低其对电气设备的损害程度。而在设计多级置换方案时，需要考虑以下几个因素：首先是选择适当的置换位置。通常情况下，我们会选择在电气设备接入点或者电源供应点附近安装氧化锌铰链，以便最大限度地减少过电压的传播范围。其次是确定多级置换的数量。根据电网的规模和复杂程度，我们需要合理设置多个置换点，以确保整个电网都能得到有效的过电压保护。同时，在安装和调试过程中，需要严格按照相关标准和规范进行操作。确保氧化锌铰链的安装位置正确，接线牢固可靠，并对其进行必要的测试和调整，以保证其正常工作。此外，还需要定期检查和维护氧化锌铰链，及时更换损坏的部件，确保其长期稳定运行。最后，在使用氧化锌铰链进行多级置换之后，需要对整个低压电网进行

全面的测试和评估^[3]。这包括对电气设备的过电压性能进行实际测试,以确保其符合设计要求。同时,还应该对电网的运行情况进行监测和分析,及时发现和解决潜在的问题,提高电网的可靠性和稳定性。

4.3 电缆头温度问题

为了避免电缆头撞击事故的发生,我们需要在开关柜中安装温度传感器。这些传感器将能够感知电缆头的温度变化,并通过引导系统将温度信息传输至一个或多个保护装置。此外,在保护装置上设置警告阈值和报警阈值非常重要。警告阈值是指当电缆头温度接近危险水平时触发的警告信号,这将提醒人员及时检查并采取必要的预防措施。而报警阈值则是指当电缆头温度达到危险水平时触发的报警信号,要求立即采取紧急措施以确保人员安全。同时,在设定警告阈值和报警阈值时,我们需要根据电缆头的最大可承受温度确定合适的数值。这样可以确保在温度超过安全范围之前及时发出警告信号,以便人员有足够的时间采取措施来解决问题。最后,为了确保温度监测系统的有效性和可靠性,我们需要定期检查温度传感器的准确性和稳定性。这可以通过与已知温度源进行比较或使用校准设备来完成。另外,还需要确保警告和引导功能的设备处于正常工作状态,如果发现任何故障或异常情况,应立即采取修复措施。

4.4 低电压TT系统及TN低电压网络系统中的保护

一方面,在低电压TT系统中,氧化激光装置通常安装在负载侧。并且这个系统是电压中立的,意味着可以直接接触的设备导电部分,在这种情况下,电驱动闪电可能会对中性导体造成电压冲击。为了保护整体电路,应在中性、相位和接地之间安装避雷针,并将避雷针的工作电压设置为低压电网额定电压的1.25倍,以确保避雷针能够有效地吸收这些电压冲击,从而保护电路和设备^[4]。另一方面,在TN低电压网络系统中,中性导体是容纳印刷电路板的重要元素。这个系统与TT系统不同,因为它不直接连接到大地侧,而是通过一个中性点连接到大地。想要避免三相电网内的过电压危险,只需要将闪电

连接到电网上,并确保闪电设备的工作电压是低压电网额定电压的1.25倍。

4.5 增加备用电源

当电网恢复时,可能会出现电压突然增大的情况。这种过电压可能对设备造成严重损害,甚至导致设备损坏。因此,在关键设备或系统上增加备用电源是非常重要的。其中,UPS是一种常见的备用电源设备,它能够在电网停电时提供电力。UPS通过将电能转换为蓄电池能量并输出给设备,防止因突然断电而引起的设备损坏。这种备用电源通常被广泛应用于服务器、计算机和通信设备等重要系统中。当电网故障发生时,UPS立即接管电力供应,确保设备正常运行,并允许操作人员有足够的时间来执行安全关闭操作。另外,发电机组也是一种可靠的备用电源选择。相比于UPS,发电机组可以持续供电更长的时间,并且能够支持更大功率的设备。在主电源故障的情况下,发电机组可以迅速启动并提供稳定的电力,确保关键设备的运行不受干扰。

结束语

综上所述,通过建立合理的保护装置和采取适当的保护策略,我们能够有效地降低过电压对供电系统的影响。然而,过电压保护是一个复杂的问题,需要综合考虑多个因素。在今后的研究中,我们将进一步探索更高效、更可靠的过电压保护方法,并应用于实际工厂供电系统中,以提升其运行安全性和稳定性。

参考文献

- [1]申勇.工厂供电系统过电压保护优化研究[J].科技创新导报,2020,17(15):102-103.
- [2]庞勇伟.工厂供电网络高低压侧过电压保护系统优化与应用研究[J].科技创新导报,2019,16(22):19+21.
- [3]冯川.工厂供电系统过电压保护分析[J].科技风,2021,(03):195-196.
- [4]白翔云,邹长春.浅谈工厂供电系统节能方法研究[J].时代农机,2018,45(04):76.