

电力系统开关在电力系统中的应用研究

魏利东

天津通源电力工程有限公司 天津 300350

摘要：随着电力工业的快速发展，电力系统开关作为电力系统的重要组成部分，其性能的稳定性和可靠性对于整个电力系统的安全稳定运行具有至关重要的影响。基于此，本文简要介绍了开关电源，分析了电力用直流开关电源的组成和特点，包括电力用直流开关电源的基本原理、电力用直流开关电源的运行方式、电力用直流开关电源的重要技术指标等方面，并分析了电力系统中几种重要开关技术，旨在为相关人员提供参考。

关键词：电力系统开关；电力系统；应用研究

引言

电力系统开关主要用于控制电流、隔离故障、保护设备等，对于确保电力系统的安全稳定运行具有重要意义，其作为电力系统中的关键设备，种类繁多，功能各异。从有载调压开关技术到智能复合开关再到高压隔离开关技术，它们各自在电力系统中发挥着不可或缺的作用。因此，对电力系统开关的研究和应用具有十分重要的理论和实践意义。

1 开关电源概述

开关电源的工作原理是通过使用大功率的半导体器件，使电路在电力系统运作时能够处于“开关状态”，从而实现对电能的规律性控制。这种控制不仅使电源能够根据实际需求灵活处理电能，还赋予了电源“开关”这一形象的称谓。在电力系统中，传统的电源转换方式往往依赖于工频变压器，这种方式虽然稳定，但效率低下，且体积庞大。而开关电源则采用了高频整流电源模式，通过大功率的半导体器件，如晶体管、场效应管等，实现了电源的快速通断，这种高速的开关过程，使得电源能够在极短的时间内完成电能的转换和传输，从而大大提高了电源的工作效率。开关电源的这一特点，使得它在不同大小的直流电压转换中表现出色。无论是需要高电压的场合，还是低电压的场合，开关电源都能够通过调整其内部的半导体器件的工作状态，实现电压的灵活转换。这种灵活性，不仅使得开关电源能够适应各种复杂的电力系统环境，还能够一定程度上抑制繁琐的工频变压器的运作，从而简化了电源装置的结构，减小了电源装置的体积和重量。此外，开关电源的高效能量转换能力，还使得电力系统能够充分发挥其电性能。在传统的电源转换方式中，由于能量转换效率低下，往往会有大量的能量在转换过程中损失，这不仅降低了电源的利用效率，还增加了电力系统的运行成本。

而开关电源则通过高频整流电源模式，实现了能量的高效转换，使得电力系统能够以更高的效率运行，从而降低了运行成本，提高了经济效益。

2 电力用直流开关电源的组成和特点

2.1 电力用直流开关电源的基本原理

电力用直流开关电源，作为现代电力系统中的关键组成部分，其工作原理既蕴含了传统电源模式的精髓，又通过创新性的设计，实现了更高效、更稳定的电能转换与输出。第一，电力用直流开关电源的工作起始于交流输入，这一步骤中，波流器起到了至关重要的作用，它负责将输入的交流电进行初步的处理，为后续的整流过程做好准备。波流器不仅能够有效滤除交流电中的杂波和干扰，还能确保输入电流的稳定性和纯净性。第二，整流是电力用直流开关电源的核心步骤之一，它将输入的交流电转换为直流电。这一过程中，整流器通过特定的电路设计和元器件选择，实现了交流电到直流电的平滑转换。整流后的直流电，其电压和电流的稳定性得到了显著提升，为后续电路运行提供了坚实的基础。第三，整流后的直流电往往还需要经过进一步的调整和优化，随着功率因数的变化，电路的运行状态也会发生相应的改变。为了确保电路的稳定运行，需要进行功率因数的调整，这一过程不仅涉及到电路参数的调整，还需要考虑电源与负载之间的匹配问题。第四，DC-DC变换是电力用直流开关电源中的另一个核心步骤，它负责将整流后的直流电转换为所需的电压等级，通过调整DC-DC变换器的参数，可以实现不同电压等级的直流输出，以满足不同电力设备的用电需求。DC-DC变换后的直流电再次进行二次整流，二次整流的主要目的是进一步提高直流电的稳定性和纯净度。第五，在二次整流完成后，电源系统进入取样电路阶段，取样电路负责实时监测输出的直流电参数，如电压、电流等。通

过对这些参数的监测和比较,可以判断电源系统的运行状态是否正常,并据此进行相应的调整和优化。

2.2 电力用直流开关电源的运行方式

电力用直流开关电源在运行时,会根据负荷大小的实际情况,采取并联数个电源模块的方式,这种模块化的设计使得电源系统具有高度的灵活性和可扩展性。当电力系统负荷增加时,可以简单地通过增加电源模块的数量来满足需求;而当负荷减少时,则可以减少电源模块的数量,以降低成本和能耗。这种灵活的调整方式使得电力用直流开关电源能够适应各种复杂的电力系统环境。在电力用直流开关电源中,母线的设置情况包括三种方式:单母线方式、单组模块方式电源模块与动力母线并联以及双组模块方式^[1]。这三种方式各具特色,适用于不同的电力系统环境。首先,单母线方式是一种简单直接的母线设置方式,它适用于负荷较小、对电压稳定性要求不高的电力系统。在单母线方式下,电源模块直接并联在母线上,为电力系统提供稳定的直流电源。其次,单组模块方式电源模块与动力母线并联则适用于负荷较大、对电压稳定性要求较高的电力系统。在这种方式下,电源模块通过并联在动力母线上,为电力系统提供充足的电力支持。同时,通过自动调压装置的设置,可以实现对母线电压的精确控制,确保电力系统的稳定运行。最后,双组模块方式则是一种更加灵活和可靠的母线设置方式,它采用两组电源模块分别并联在两条母线上,形成双母线供电系统。在这种方式下,即使其中一组电源模块出现故障或需要维护,另一组电源模块仍然可以继续为电力系统提供电力支持,确保电力系统的连续运行。

2.3 电力用直流开关电源的重要技术指标

均流不平衡度是电力用直流开关电源中一个至关重要的技术指标,在并联运行的电源模块中,均流电路起着至关重要的作用,它确保各个模块能够均匀分担负载,避免某些模块过载而损坏。均流不平衡度就是用来衡量各模块之间负载分配是否均匀的指标。根据行业标准,如果电力用直流开关电源的均流不平衡度不大于5%,那么可以认为该设备在均流方面表现良好,具备较高的可靠性和稳定性。而交流输入范围是另一个重要的技术指标,电力用直流开关电源需要将输入的交流电转换为稳定的直流电输出,因此交流输入的范围和稳定性直接影响到电源的性能。在我国,由于地区发展不平衡,电网电压波动范围较大,特别是在西北地区。所以,电力用直流开关电源需要能够适应较大的交流输入范围,确保在各种电网条件下都能正常工作。此外,除

了均流不平衡度和交流输入范围外,功率因数也是电力用直流开关电源的一个重要技术指标。功率因数是指电源输出的有功功率与视在功率之比,它反映了电源的效率,较高的功率因数意味着电源在转换电能时能够更有效地利用输入功率,减少能量的浪费。因此,在设计和选择电力用直流开关电源时,需要关注其功率因数指标,确保电源具有较高的效率。

3 电力系统中几种重要开关技术

3.1 有载调压开关技术

为了使电力系统的运行电压保持在一个稳定的水平上,调节方式有很多种。有载调压变压器以其能够在负荷状态下调节电压、调节幅度大等特点,在电力系统中的应用日益增多。与传统的无载调压技术相比,有载调压开关技术无需在电力系统停电或低负荷状态下进行电压调节,从而大大提高了电力系统的运行效率和稳定性。此外,有载调压开关技术还具有调节幅度大、调节速度快等特点,使其能够迅速响应电力系统的电压波动,确保电力系统的电压稳定。在电力系统中,有载调压变压器是应用有载调压开关技术的关键设备,有载调压变压器通过内置的有载分接开关,实现对电压的实时调节^[2]。当有载分接开关接收到电压调节指令时,它会根据指令调整变压器内部的线圈接线方式,从而改变变压器的变比,达到调节电压的目的。然而,有载分接开关作为有载调压变压器的核心部件,其运行状态的稳定性和可靠性对于整个电力系统的安全稳定运行至关重要,一旦有载分接开关发生故障,将会导致有载调压变压器无法正常工作,进而影响到整个电力系统的电压稳定性。因此,对于有载分接开关的操作和维护,必须高度重视。一方面,电力工程师需要定期对有载分接开关进行检查和维护,确保其处于良好的工作状态,这包括对开关的接触点、传动机构、电气控制系统等进行全面的检查和测试,及时发现并处理潜在的问题。另一方面,在电力系统运行过程中,电力工程师需要密切关注有载分接开关的运行状态,一旦发现开关出现异常或故障,应立即采取措施进行处理,避免故障扩大化。此外,电力工程师还需要不断提高自身的技术水平和操作能力,确保能够正确、熟练地操作有载分接开关。同时,他们还需要学习和掌握最新的有载调压开关技术和维护方法,不断提高电力系统的运行效率和稳定性。

3.2 智能复合开关

智能复合开关的设计理念,是将电力开关设备的通断过程实现智能化控制,这种开关具有无触点通断的特性,避免了传统机械式开关在通断过程中产生的电弧和

火花,从而降低了设备损耗和故障率。同时,智能复合开关还结合了电磁式交流接触器的优点,即触点接触电阻小、负载能力强、无保持损耗等,使得其在电力系统中的应用更加广泛和可靠。智能复合开关的核心在于其智能化控制功能,通过内置的智能控制器,智能复合开关能够实时监测电力系统的运行状态,并根据预设的控制策略进行自动调整^[1]。当电力系统中的无功补偿需求发生变化时,智能复合开关能够迅速响应,通过调整其通断状态,实现对无功补偿的快速、准确控制。这种智能化的控制方式,不仅提高了电力系统的运行效率,还降低了人工操作的复杂性和错误率。此外,智能复合开关还具备一些独特的功能和优势。例如,它能够实现远程控制 and 监控,使得电力工程师能够随时随地了解电力系统的运行状态,并进行远程操作和调整,这种远程控制和监控的功能,极大地提高了电力系统的可维护性和可扩展性。并且,智能复合开关还具备过载保护、短路保护等安全保护功能,能够在电力系统中出现异常情况时迅速切断电源,保护设备和人员的安全。在新一代低压无功补偿设备中,智能复合开关作为一种具备智能化电容式投切器功能的开关设备,已经得到了广泛的应用,它不仅能够实现无功补偿的快速、准确控制,还能够提高电力系统的运行效率和稳定性。随着技术的不断进步和应用领域的不断拓展,智能复合开关将在电力系统中发挥越来越重要的作用。

3.3 高压隔离开关技术

在电力系统中,高压隔离开关技术的重要性不容忽视,这种技术的主要应用体现在一种特殊的电气装置——高压隔离开关上,它是确保电力系统安全稳定运行的关键组件。高压隔离开关,顾名思义,是一种设计用来在高压环境下安全地隔离、连接或切断电气设备的装置。其主要功能在于,在没有电流通过的情况下,实现电气设备与高压电源之间的连接或断开,为电力系统的检修和维护工作提供安全的环境。高压隔离开关之所以能够在电力系统中占据如此重要的地位,是因为它拥

有显著的分段间隙,这一特性使得它在断开电源时能够形成有效的隔离,从而确保维修人员的人身安全。同时,高压隔离开关还具有一定的通断小电流的能力,这使得它在电力系统中的应用更加广泛。然而,值得注意的是,高压隔离开关并没有配备灭弧设备。所以在实际应用中,它通常与断路器配合使用,以确保在需要切断大电流时,断路器能够迅速有效地切断电路,防止电弧的产生对设备造成损害。这种配合使用的模式,不仅提高了电力系统的安全性和稳定性,还延长了高压隔离开关的使用寿命。但是,尽管高压隔离开关具有诸多优点,但在实际运行过程中,由于设备品质、环境、使用和维护等因素的影响,它仍然可能出现各种故障。例如,由于设备老化、磨损或操作不当等原因,可能导致高压隔离开关无法正常闭合或断开;或者由于环境因素的影响,如潮湿、腐蚀等,可能导致设备性能下降,甚至引发安全事故。

结语

综上所述,通过对电力系统开关在电力系统中的应用研究,我们不难发现,电力系统开关在电力系统中扮演着至关重要的角色。它们不仅能够有效控制电流、隔离故障、保护设备,还能够提高电力系统的安全性、可靠性和稳定性。随着电力工业的不断发展,电力系统开关的智能化、自动化和环保化将成为未来的发展趋势。展望未来,电力系统开关将继续在电力系统中发挥重要作用,并不断推动电力工业的发展,期待通过不断的研究和创新,进一步提高电力系统开关的性能和质量,为电力系统的安全稳定运行提供更加坚实的保障。

参考文献

- [1]和定繁.关于电力系统开关柜综合监测装置的研究[J].电力设备管理,2021(09):234-236.
- [2]曹文涛,李红广.电力系统中的高低压开关柜检验技术[J].集成电路应用,2020,37(08):118-119.
- [3]王焕.新型快速开关在电力系统中的应用[J].中国电力企业管理,2020(06):94.