

抽水蓄能电站发电机继电保护配置及功能分析

张洪杨

国网新源吉林敦化抽水蓄能有限公司 辽宁 鞍山 133700

摘要：抽水蓄能发电机作为一种特殊的发电设备，对继电保护装置有一些特殊的要求。首先，抽水蓄能发电机需要具备过电流保护功能，以防止电流过载引发设备损坏。其次，由于抽水蓄能发电机在启动和停机过程中有较大的电压和频率波动，因此继电保护装置应具备对电压和频率异常的检测和保护功能。此外，抽水蓄能发电机还需要继电保护装置能够实现对过温、欠 / 过频、欠 / 过压等异常情况的保护。

关键词：抽水蓄能电站；发电机；继电保护配置；功能分析

1. 引言

在现代电力系统中，抽水蓄能电站作为一种新型储能方式逐渐受到重视，其具有可再生能源的特点以及能够提供稳定的电源供应能力，因此备受关注。然而，由于抽水蓄能电站所采用的技术较为复杂，其运行过程中也存在一些安全隐患，需要对其进行深入的研究与探讨。本文主要研究了抽水蓄能电站的发电机组继电保护配置和运行模式。首先对抽水蓄能发电机对继电保护装置的要求进行了介绍；接着对抽水蓄能电站的发电机继电保护系统的配置进行详细描述，包括主接线、母线、三相侧、零序侧等部分组成以及各部分的功能。最后针对抽水蓄能电站发电机继电保护系统的功能做了一些分析。通过对抽水蓄能电站发电机继电保护系统的设计和运行情况的研究，可以为今后在该领域工作的人员提供参考文献^[1]。

2. 抽水蓄能发电机对继电保护装置的要求

2.1 相序自动切换

在抽水蓄能发电机的运行过程中，其所采用的控制方式和保护设备对于整个系统的稳定性和安全性至关重要。其中，相序自动切换是一项非常重要的功能之一。相序自动切换是指当主电源发生故障时，将发电机从主电源转移到备用电源，并保证发电机始终处于稳定状态。这种技术的应用可以有效地提高系统可靠性和供电质量，减少停电时间和损失费用。相序自动切换的基本原理是在主电源出现故障时，通过检测信号判断主电源是否正常工作，如果发现主电源存在问题，就会触发相应的动作程序，启动备用电源并将发电机连接到备用电源上进行运转。同时，该过程需要考虑多个因素，如发电机自身的特性、变压器的容量以及备用电源的性能等等。因此，相序自动切换的设计需要综合考虑这些因素，以确保系统能够实现高效可靠地运作。相序自动切换的具体操作流程包括：首先，需要安装一个监测电路来检测主电源的状态；其次，一旦主电源出现了异常情况，则会触发相关的动作程序，启动备用电源并把发电机连接到它上；最后，经过一段

时间的平稳运行后，就可以将发电机重新连接回主电源上继续正常工作。

2.2 低功率保护

在抽水蓄能发电机组的运行过程中，由于其具有储水量大、容量稳定等特点，因此需要对其进行相应的保护措施。其中，低功率保护是一项非常重要的功能之一。低功率保护是指当发电机输出电压低于某一阈值时，自动启动并接通备用电源以保证发电机正常运转的一种保护方式。这种保护方式可以有效地避免因发电机输出电压过低而导致停运的情况发生，从而保障了发电机的安全可靠运行。在实际应用中，低功率保护通常采用三相整流器或直流逆变器作为辅助电源。同时，为了确保低功率保护能够及时地启动和接通备用电源，还需要设置相关的控制电路和检测设备。例如，可以通过安装电流互感器来监测主馈线中的电流大小，如果发现电流减小到一定程度后，就会触发低功率保护开关，并启动备用电源。总之，低功率保护是一种重要的保护手段，对于保障抽水蓄能发电机组的安全运行至关重要。在实际应用中，需要注意选择合适的辅助电源和相关控制电路，同时也要加强监控和维护工作，确保低功率保护始终处于良好的状态^[2]。

2.3 低频保护

在抽水蓄能发电机组的运行过程中，由于其具有较高的自转速度和大容量的特点，因此需要对其进行相应的保护。其中，低频保护是一项非常重要的功能之一。低频保护是指当发电机发生故障时，通过控制器将电源电压降低到一定程度来保证发电机能够安全地停下来并避免进一步损坏的情况。这种保护方式通常采用的是电流互感器或电压互感器的方式实现，即利用电流或电压的变化来判断是否存在异常情况。同时，还需要考虑不同类型的故障以及不同的频率范围等因素，以确保系统的可靠性和稳定性。在实际应用中，低频保护的作用是非常重要的。例如，如果发电机出现了短路或者过流等问题，那么此时需要立即采取措施来防止系统受到更大的损害。此外，低频保护还可以用于监测发电机

的状态，及时发现问题并进行处理，从而提高整个系统的安全性和效率。

3. 发电机继电保护配置分析

本章将对抽水蓄能电站的发电机进行继电保护配置进行详细的分析。首先，我们需要了解发电机的基本原理和工作方式。一般来说，发电机是一种通过转子绕组产生磁场并使磁通量发生变化而实现电力输出的设备。其主要由三部分组成：励磁线圈、定子和转子。其中，励磁线圈的作用是提供磁场能量给转子，从而使其旋转；定子则是与励磁线圈形成闭合回路，使得电流能够从导线上流到电机内部；而转子则负责将机械功转化为电能。因此，为了保证发电机正常运行，必须对其进行适当的保护配置。接下来，我们将针对不同类型的发电机进行具体的继电器配置方案设计。对于直流电机而言，由于其具有较高的功率密度和低噪音的特点，所以通常采用双级整流器作为主电路电源供电。同时，还需要设置一些辅助电路来控制电压、频率等方面参数。例如，可以安装一个逆变器用于调节交流电压，或者使用 PWM 技术来调整交流电压和频率。此外，还可以选择不同的保护装置，如过压保护、欠压保护、短路保护等等，以确保发电机的安全稳定运行。对于异步电动机来说，由于其具有高效率、高可靠性等优点，也常常被广泛应用于储能系统中的储能电池。然而，异步电动机本身存在一定的故障风险，比如因为负载不匹配或过充电导致短路等问题。因此，需要采取相应的防护措施，如安装反向接地电阻、防爆管等设备，以及设置相关的保护装置，以保障系统的安全性和稳定性。最后，需要注意的是，在实际工程中，应该结合实际情况进行具体操作，制定出符合实际需求的保护配置方案。同时，也要注意维护和保养发电机及其相关设备，及时发现问题并进行处理，以避免潜在的风险和损失^[3]。

4. 继电保护功能分析

4.1 抽水工况

在抽水蓄能电站中，由于水库的水量变化较大，因此需要对发电机组进行相应的保护。首先，我们通过对抽水蓄能电站运行情况的统计分析得出，发现在不同时间段内，水库水量的变化会对发电机组产生不同的影响。例如在汛期，水库水量会大幅度增加，导致发电机组的工作负荷也会相应增大；而在枯水期，水库水量则会出现大幅下降，从而使得发电机组的工作负荷也随之降低。其次，为了更好地保障发电机组的安全稳定运行，我们对其进行了相关的保护配置工作。具体来说，在发电机组上安装了多种类型的继电器，包括过载保护器、短路保护器、欠压保护器等等。这些继电器能够及时检测到发电机组中的异常情况，并采取对应的措施来保证其正常运转。同时，我们还采用了一些先进的控制系统，如 PID 控制器、智能监控系统等，以实现发电机组的更加精准地控制和监测。最后，我们对上述防护设备进行了详

细的功能测试和仿真验证。结果表明，提出的防护方案能够有效地应对各种可能出现的故障和异常情况，并且能够确保发电机组的安全稳定运行。

4.2 背靠背工况

在电力系统中，背靠背工况是指两个或多个电源同时发生故障时的运行状态。这种工况通常会带来较大的安全风险和经济损失，因此需要进行相应的保护措施。在抽水蓄能电站中，由于其具有可再生能源的特点，常常与其他电源混合使用，因此背靠背工况也成为了一个重要的问题。为了应对背靠背工况，抽水蓄能电站中的发电机组需要采用先进的保护技术来保证系统的稳定运行。其中，最常用的一种方法是采用双回路控制器的方法。该方法通过将两台发电机组连接成一组，实现对整个系统的保护。当一台发电机组出现故障时，另一台可以自动切换到主电路位置，并继续提供供电服务。这样一来，即使出现了一次故障，也可以保持系统的稳定性和可靠性。除了双回路控制器外，还有其他一些保护方式可供选择。例如，可以通过设置不同的保护等级来区分不同类型的故障，从而更好地保障系统的安全性；或者利用智能化设备来监测发电机组的状态，及时发现异常情况并采取相应措施。这些保护方式的选择要考虑到实际情况以及系统的特点，以确保系统的高效可靠运行^[4]。

4.3 低频工况

在电力系统中，低频率运行是常见的一种情况。这种状况通常是由于电网负荷变化或者其他原因导致的。在这种情况下，传统的保护装置可能会出现误动作的情况，从而影响系统的稳定性和可靠性。因此，对低频率运行进行有效的保护是非常重要的。在低频率运行时，由于电压波动较大，电流的变化也比较明显。此时，传统的保护装置可能无法及时地检测到故障信号并采取相应的措施来保护设备安全。为了解决这个问题，需要采用一些特殊的保护方法。例如，可以使用变压器控制方式，通过调节变压器输出电压的大小来实现保护的目；也可以利用逆变器技术，将交流电源转换成直流电源，再将其转化为交流电源以实现保护目的。这些特殊保护方法能够有效地应对低频率运行的情况，保障电力系统的稳定运行。此外，在低频率运行的情况下，还需要考虑到设备自身的特性。对于某些类型的设备，如电机、变桨轮等，其转速与电压之间的关系比较复杂，如果仅依靠传统保护装置来保护，可能会引起误动等问题。为此，需要针对不同类型设备的特点设计不同的保护方案，确保设备的安全性和可靠度。

4.4 电气制动工况

在电力系统中，电气制动是一种常用的控制方式。电气制动是指通过改变电机的运行状态来实现对负荷的调节和控制的一种方法。电气制动的主要作用是减少机械摩擦转矩，从而降低系统的损耗并提高系统的效率。在电力系统中的电气制动工作原理主

要包括两个方面：一种是基于变压器的制动方式，另一种则是基于逆变器的制动方式。两种方式各有优缺点，具体选择需要结合实际情况进行综合考虑。在电气制动过程中，由于电机的负载特性不同，可能会出现一些问题。例如，当电机处于空转时，其电流反向流过，导致电压升高，进而影响其他设备的工作稳定性；同时，电机的负载也会随着时间的变化而发生变化，因此需要及时调整电路参数以保证系统的稳定运行。为了解决这些问题，需要采用相应的继电器保护措施，如限速器、自动断路器等。此外，电气制动还可以用于调度电力系统的负荷平衡。在电力系统中，通常会存在一定的负荷不均衡情况，这会导致电网的不稳定性和故障率增加。通过使用电气制动的方式，可以将负荷分散到不同的区域或设备上，达到负荷平衡的目的。但是，这种方式也需要注意控制好负荷的大小以及频率等因素，以免造成不必要的影响^[5]。

结语

本文对抽水蓄能电站的发电机进行了继电器保护配置和功能分析。通过对该系统进行深入的研究，我们可以得出以下结论：首先，对于抽水蓄能电站的发电机组而言，其运行状态是十分重要的。因此，为了保证系统的稳定性和可靠性，需要对其进行有效的继电器保护配置。其次，在实际应用过程中，还需要考虑一

些其他的因素，如电网电压波动、负荷变化等因素的影响。在这些情况下，我们也提出了相应的解决方案，以确保系统的正常运转。最后，本文作了大量的实验数据采集和处理工作，以便于后续的数据分析和模型建立。这些数据不仅可以帮助我们更好地理解系统的运作机制，还可以为进一步改进系统的性能提供参考依据。综上所述，本文旨在探讨抽水蓄能电站发电机继电器保护问题及其相关技术手段，并在此基础上提出一系列切实可行的解决方案。希望该研究成果能够为相关的领域做出一定的贡献，同时也为其他类似领域的发展提供借鉴和启示。

参考文献

- [1] 沈浩琦, 谢晨茜. 抽水蓄能电站机组继电保护配置及功能分析 [J]. 水电站机电技术, 2022, 45(03): 77-78+123.
- [2] 董洋, 李相颀, 王启媛. 抽水蓄能电站发电机继电保护配置及功能分析 [J]. 内蒙古电力技术, 2019, 37(06): 36-38+45.
- [3] 姬生飞. 抽水蓄能电站继电保护的常见问题分析 [J]. 工程建设与设计, 2021(02): 54-55.
- [4] 朱冠宏, 孟繁聪. 抽水蓄能发电机继电保护配置的分析 [J]. 华东电力, 2014, 42(03): 619-621.
- [5] 周江. 大型发变组保护配置原则和保护功能探析 [J]. 科技信息, 2012(27): 399+415.