

大型水电站排水控制系统运行异常分析与研究

李凌华

广东水电云南投资金平电力有限公司 云南 红河 661500

【摘要】：排水控制系统是水电站中最为重要的部分，但是根据实际情况来看，该系统在实际运行的过程中会受到各种因素的影响出现异常问题，系统无法正常运行，对水电站发电的质量与效率造成严重的影响。本篇文章主要对水电站排水控制系统在实际运行过程中出现的异常问题进行研究与分析，在此基础上明确系统出现异常问题的主要原因，并结合实际情况提出了有效的解决措施，以此促进排水控制系统安全、高效、稳定的运行，有效的避免水无法排出而引发的各种事故问题，进而提高水电站发电安全性，提高发电效率，满足人们对电力的需求。

【关键词】：排水控制系统；感应电压；控制电缆

Analysis and Research on Abnormal Operation of Drainage Control System of Large Hydropower Station

Linghua Li

Guangdong Hydropower Yunnan Investment Jinping Electric Power Co. LTD. Yunnan Honghe 661500

Abstract: The drainage control system is the most important part of the hydropower station, but according to the actual situation, the system will be affected by various factors in the actual operation process of abnormal problems, the system can not operate normally, causing a serious impact on the quality and efficiency of the power generation of the hydropower station. This article mainly on the actual operation of hydropower station drainage control system in the process of abnormal problems study and analysis, based on this clear the main cause of the abnormal problems, and combined with the actual situation put forward effective measures to promote the drainage control system safe, efficient, stable operation, effectively avoid water discharge and various accidents, and improve the safety of hydropower station, improve the efficiency, to meet people's demand for electricity.

Keywords: Drainage control system; Induction voltage; Control cable

随着我国经济与科技的快速发展，水电站建设规模也随之不断扩大，水电站在实际运行的过程中主要是利用水资源来进行发电，以此来满足人们对电力的需求，排水控制系统作为水电站中最为重要的组成部分，发挥着非常重要的作用，该系统在实际运行的过程中可以将水电站内部的渗透水、机组在检修过程中产生的废水、生活用水等需要进行排放的水聚集到集水井中，之后在排水泵的作用下将这些水排放到水电站的下游处，通过该系统的应用能够有效的避免水电站出现厂房被淹等各种问题，为了保证水电站所采用机组正常、稳定、高效的运行，就必须保证排水控制系统能够正常运行，但是根据实际情况来看，排水控制系统在实际运行的过程中经常会受到各种因素的影响出现异常问题，从而导致水电站内渗透水无法被及时排出，严重的话会导致水电站厂房被淹，引发停电等各种事故问题，为了能够有效的解决此类问题，相关人员必须对排水控制系统进行严格的把控，确保该系统正常运行，进而保证水电站运行更加安全、稳定，提高发电的质量与效率，更好的满足人们的需求。

1 排水控制系统的工作原理

以某区域内的大型水电站为例，该水电站中所采用的排水控制系统主要包含了配电柜、水位变送器等多个部分，各个部

分都发挥着非常重要的作用，都是不可或缺的重要部分。所采用的排水控制设备主要为集水井排水泵，共有两台，并在集水井安设浮球开关量，总共安设三个。排水泵在实际应用的过程中可以通过两种方法对其进行控制，主要包括手动控制以及自动控制这两种，对于手动控制来说，相关人员通过控制现地控制单元或者是集水井旁边设置的按钮，就可以实现排水泵的启动或停止。而对于自动控制方法来说，其主要可以通过两种模式来实现排水泵的启动或停止，具体为以下内容：第一，通过 PLC 的应用来获取集水井水位的模拟量，当集水井中的水位达到启动排水泵或者是停止排水泵的限制之后，就可以自动的将排水泵启动或者停止；第二，当集水井中所安设的开关量浮球经过好吃那常规继电器回路时，不需要采用 PLC 就能够实现对排水泵的控制，使其开启或是停止，电气控制的工作原理主要为图 1 所示。

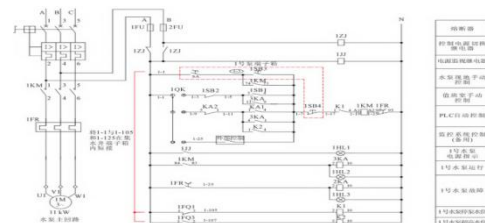


图 1 电气控制工作原理

2 排水控制系统存在的故障问题以及解决方法

2.1 分析故障问题

(1) 采用自动控制的方法对排水泵进行控制, 排水泵 1 号在实际应用的过程中可以正常抽水, 但是当水位明显下降, 达到较低水平之后, 排水泵无法自动停止, 使其出现不停启动、停止的异常问题, 在这种情况下, 转变为手动的方法控制排水泵; (2) 采用自动控制的方法对排水泵进行控制, 尽管排水泵可以正常的进行抽水, 但是在抽水结束之后, 排水泵无法自动停止, 仍然处于运行的状态下, 在这种情况下, 由原来的自动控制转变为手动控制, 然而采用手动控制的方法, 排水泵还是不能停止, 只能将电源断开才可以有效的实现停泵。

2.2 对故障问题进行全面检查

针对上述问题, 相关人员对排水控制系统进行了全面的检查, 重点对系统线路故障问题进行排查, 具体采用了以下几种方法, 但是经过检查之后, 排水泵还是无法停止, 只能通过断开排水泵电源的方法实现停泵。

(1) 相关人员根据存在的异常问题, 并结合排水控制系统相应的电气控制工作原理图, 对系统控制回路进行全面的检查, 经过检查发现, 动力柜以及现地控制柜的接线并不存在问题, 与图纸完全一致, 在这种情况下, 工作人员判断该系统并不存在控制逻辑错误的问题。(2) 在上述工作结束之后, 工作人员对该系统中的 PLC 程序进行全面的检查, 发现该程序能够正常运行, 因此可以对程序错误问题进行有效排除。(3) 相关工作人员对排水控制系统进行功能试验, 并采用带电检测的方法对系统中的回路进行检测, 最终得出以下结果: 第一, 采用自动控制的方法, 排水泵无法停止, 因此将控制方法转变为手动控制, 排水泵在启动之后可以正常、稳定的运行, 但是当抽水结束之后, 排水泵无法停止运行, 接触器并没有失去磁力, 并出现异常响动的问题。相关人员在检测中发现, 排水泵停止按钮在按下之前, 接触器线圈的电压为 240V, 当按钮被按下之后, 电压变为 155V。将排水泵 2 号的电源开关断开之后发现, 采用手动控制的方法可以使得排水泵 1 号正常的启动与停止。排水泵 1 号在停泵之后, 接触器 KM1 失去磁力, 线圈的电压也明显下降, 变为 55V, 两台排水泵之间相互干扰; 第二, 排水泵 1 号在实际应用的过程中, 其中所含有的超高水位继电器出现了异常振动的问题, 但是相关人员发现, 这时的水位还并不处于超高水位的状态下, 正常情况下接触器 KM2 应当处于失磁的状态下, 但是通过相关人员检测可以发现, 线圈的电压为 158V, 由此发现其在失磁与励磁的临界状态下。对超高水位浮球开关的线圈电压进行检测, 发现此时的电压仍然为 158V, 以此可以发现浮球开关并没有出现损坏的问题。之后相关人员对排水泵旁边的端子箱线芯进行检测, 发现其电压在 70 到 158V 之内, 线芯对地面以及线芯之间的绝缘性满足

规定要求。(4) 对电缆进行全面检查。排水控制系统中所采用的电缆总共有 4 条。两个泵站之间电缆的长度在 1KM 左右, 并不存在金属屏蔽层, 排水控制系统中所采用的接触器等各个电气元件的线圈的电压等级都为 220V。

3 对故障问题进行进一步的分析, 并提出有效的处理方法

程序人员在对 PLC 程序进行编写的过程中也会出现一定的错误, 如果在调试工作开展的过程中, 并及时的发现并修复程序中的错误, 就会导致自动控制系统在实际运行的过程中出现各种问题。对于排水控制系统来说, 其中的 PLC 程序主要分为四个模块, 这些模块都是通过严格的把控而出厂的。相关人员对 PLC 程序进行全面的检查, 并未发现该程序存在任何问题。在检查的当天, 也并没有出现故障问题, 直到次日才发现排水泵故障指示灯亮起, 再次对 PLC 程序检查, 发现导致故障产生的主要原因为“泵无运行反馈”信号。水电站中的水泵电机的功率非常大, 因此采用了软启动器, 相关人员通过手动控制的方法将排水泵启动, 并对其在实际运行的过程中信号反馈所需的时长进行监测, 最终发现信号反馈一切正常, 按照常理来说, 不应当存在报故障的情况。

通过对故障问题的分析, 相关人员认定排水泵在运行时的信号反馈存在问题, 但是根据上述内容发现, 排水泵在启动的过程中并未存在异常问题, 因此相关人员初步判断问题应当在排水泵的停止过程中。经过反复多次的对 PLC 程序进行检查, 发现该程序存在一定问题。根据实际情况来看, 排水泵启动之后延时继电器仍然处于导通的状态下, 因此一旦反馈信号消失, 那么就会立刻显示出现故障, 从而也无法有效的避免信号抖动问题。通常情况下, 为了避免排水泵在运行过程中信号出现抖动的情况, 应当在确认信号之前增加延时。经过相关人员的研究与分析之后决定通过增加延时的方法来避免信号抖动问题, 从而解决程序中所存在的问题, 采用这种方法之后, 排水控制系统在一周之内并没有出现异常问题, 系统运行更加稳定、安全。

4 结论

相关人员对排水控制系统进行全面的检测, 并开展相应的试验工作, 通过对系统相关回路以及各个元器件进行检查, 可以发现导致排水控制系统出现故障问题的主要原因是由于电缆线芯感应电压比较高。排水泵集水井 1 号的超高水位开关量相应回路线芯的感应电压比较高, 导致 KM2 继电器在失磁以及励磁这两者的临界状态下, 进而使得排水泵 1 号不停的启动、停止。根据实际情况来看, 导致电缆感应电压比较高的原因有很多, 其中主要包括了以下几点内容:

(1) 排水控制系统中所采用的配电柜的电源电压相对来说比较高, 已经超出了规定的范围; (2) 电缆的总体长度在 1

千米左右，且电缆并没有采用金属层对其进行覆盖；（3）控制电缆在实际应用的过程中不仅参与到排水泵1号的控制过程中，同时还参与到排水泵2号的控制过程中，导致两台泵之间感应电压相互影响、相互干扰。

5 解决故障问题的方法

为了促进水泵站可以正常稳定的运行，确保其水位被控制在合理的范围内，必须要避免排水控制系统较长时间处于停运的状态下，同时为了能够有效的避免排水控制系统在运行的过程中受到感应电压过高等各种问题的影响而出现异常情况，必须要结合实际情况制定有效的应急措施。

5.1 解决方法

根据实际情况来看，控制室与现地排水水泵站之间的距离在1千米左右，在采用现有的排水控制系统设计方法的同时，对整体工作的成本进行有效控制，提出以下几种处理方法：（1）结合实际情况对动力配电柜的进线电压进行合理的调整，将其转变为额定电压；（2）将排水泵1号以及排水泵2号所涉及到的控制回路相关电缆有效的分离开来，以此避免在对两台排水泵进行控制的过程中出现相互干扰的情况，保证两台排水泵能够稳定运行。（3）根据实际情况采取有效的措施适当的将动力配电柜与集水井旁边的端子箱之间的感应电压源减少。

（4）使控制电缆的线芯接地，通过这种方法将干扰源有效的减少。

应用以上处理方法之后，控制电缆线芯的感应电压很大程度的减少，处于20V与65V之间，这种情况下，排水控制系统可以稳定、高效的运行，进而有效的提高了水电站发电的质量与效率。

5.2 优化方案

受到感应电压比较高这一问题的影响，导致排水控制系统出现异常问题，系统中所采用的排水泵难以正常、稳定的运行。造成感应电压比较高的原因主要是由于排水泵中控制回路的

电压比较高，达到了220V，且动力配电柜与集水井电子箱之间的控制电缆长度大约在700米，但是电缆并没有覆盖相应的金属层，在以上因素的影响下，导致其感应电压非常高，通过相关人员对该问题进行研究与分析之后，提出了相应的处理措施，在这些措施实施以后，感应电压一定程度的减少，但是还是无法从根源上解决该问题，为此相关人员提出了以下优化方案：（1）排水泵的控制回路中应当采用电压等级为DC24V的元器件，电气控制的作用原理主要为下图所示；（2）重新将动力配电柜与集水井端子箱之间的电缆进行铺设，将排水泵1号以及2号所涉及的电缆全部分离开来，并采用金属层对控制电缆进行屏蔽处理。

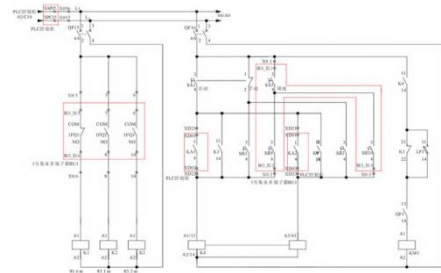


图2 电气控制原理

6 结语

综上所述，排水控制系统是水电站中最为重要的部分，但是该系统在实际运行的过程中经常会受到各种因素的影响出现异常问题，相关工作人员对排水控制系统中所采用的硬件及软件、PLC程序等各个方面进行全面的检查与分析发现，导致系统出现异常问题的主要原因是感应电压比较高，为了解决此类问题，保证设备安全、高效、稳定的运行，避免厂房被淹等各种问题的出现，提高水电站发电的质量与效率，相关人员提出了有效的处理方法以及优化方案，通过采用有效的措施，并对其进行优化与改进，排水控制系统能够安全、稳定、高效的运行，有效的提高了水电站发电的质量与效率，促进我国水电站事业更为长久、稳定的发展。

参考文献：

- [1] 周世杰,张宝松,杨隼.某电源电站检修排水系统优化设计[J].水电站机电技术,2020,43(9):247-27.
- [2] 谢源强.某水电厂渗漏排水控制系统智能化设计与改造[J].水电站机电技术,2019,42(3):74-78.
- [3] 陈建明.电气控制与PLC应用[M].3版.北京:电子工业出版社,2014.
- [4] 赵军.某水电站厂房渗漏排水系统运行异常的分析与处理[J].四川水力发电,2017,36(6):93-94.
- [5] 李保顺.电气二次回路的故障分析[J].中外企业家,2020(21):226-226.

作者信息：李凌华，男，1968年12月出生，湖南郴州人，高级工程师，长期从事水电厂技术管理，在多个水电厂任总工程师、副总经理、总经理，现为广东省建筑工程集团有限公司“李凌华劳模和工匠创新人才创新工作室”领衔人，现任广东水电云南投资金平电力有限公司总经理。