

# 水电站水轮机调速器常见故障原因及处理方案分析

初日东

(国能德宏发电有限公司 云南 德宏傣族景颇族自治州 679300)

**摘要:**水轮机调速器是水轮发电机组非常重要的辅助控制设备之一。其运行品质的好坏直接决定了机组运行安全和稳定,进而影响整个水电站的营收效益等。降低水轮机调速器的故障率是提高机组运行可靠性的最行之有效的。所以,此篇文章主要是对常规的水轮机调速器日常运行中常出现的故障成因进行综合分析,同时,本文还提出合理的解决措施,以确保水轮机调速器能够在使用中安全稳定操作。

**关键词:**水电站水轮机调速器;功能故障;日常维护

## 0 引言

电力一直是保障我国日常经营与发展的核心动力,在那些不可再生资源越来越少的情况下,水力发电所具有的优势也日渐显现。水轮机调速器作为水电厂不能缺少的重要核心设备,对于利用水力获取电力的正常工作有重要的影响,直接影响水轮发电机组的安全、稳定运行,决定水轮发电机组的可靠性。倘若调速器出现了任何一点问题,都将对水电机组的运行乃至人们的日常生活造成直接影响,例如,供电不足交通信号灯无法指挥交通,家用电不足使得人们日常生活困难。因此,要高度重视水轮机调速器的功能故障问题。本文针对具体问题,提出了相应的解决方法,避免出现无法得到解决的局面<sup>[1]</sup>。

## 1 调试与日常维护的重要意义

水电站中最主要的日常工作就是调试和修护调速器,因为它是发电厂中的核心机器,它的使用性能的好坏将对水轮机的安全使用产生显著作用。若调速器突发故障,一定会造成机器不能继续正常使用。而且,在水轮发电机组发电运行期间,不能够回避设备发生故障问题,也不能对出现的问题进行预判。日常的机器维修,对水轮机调速器来说确实是很有必要的,因此工作人员要定期对水轮机调速器进行良好的检修维护保养。强化水电厂内调速器的日常检修工作,能够大力确保水轮机调速器的日常使用问题,降低故障发生率。

## 2 水电站水轮机调速器常见故障原因分析

### 2.1 电源电压在运行时发生故障

当水轮机调速器工作时,这就需要有人直接接通电源连接电源板装置,但通电后部分设备仍然无法像以前一样工作,经实测可知电源板输出电压与正常电压值对比有出入,从而导致调速器出现电源电压不正常时的失效现象。

因此,本文主要分析了交流电源与直流电源之间的联系及区别,并提出有效的解决方法,希望可以为有关工作人员提供一定的参考。具体探索可知,交流电源与直流电源实际运行时,导致水轮机调速器在工作时电源电压失效的因素较为烦琐,具体表现为以下两方面问题:一是交流电接入直流电时,工作人员的操作方法欠缺;二是水轮机调速器自身的电路电源板存在着质量差的现象。

### 2.2 水轮机调速器在运行时发生故障

水轮机调速器工作时,通常较稳定且效率较高,但是当工作状态是自动工作时,就会产生内部导叶故障,一旦发生此故障,就必须要求相关的工作人员进行导叶调整等。问题看起来不大,可一旦发生很可能导致严重的安全事故,甚至威胁到整个水电站的安全稳定运行。因此,为了保证水轮机调速器能够稳定地工作在最佳的运行状态,需要对水轮机调速器进行全面检查,并及时排除异常机构波动所带来的影响,确保其良好的运行特性。通过观察分析,能够得出接力器异常现象主要由电影响和机械液压影响等方面造成的。电影响主要包括:导叶或浆叶运行过程中受机械控制因素影响,导叶或浆叶在孤网的作用下,受到电网的频率波动影响,以及水轮机调节器的频率调节模式改变等,这些都会导致发电机出力下降;机械液压方面,由于导叶与浆叶之间间隙过大,造成浆叶操作油对导向叶片冲击较大,从而造成了内部漏油现象。

### 2.3 浆叶在运行时发生的故障

此前,在某一实验水电厂,将水轮机调速器电气柜断电后再上电,发现导叶、浆叶和水头始终失效,将导叶和浆叶由自动操作转换为现地操作时,测量电源模块无法输出24V和5V的电压,信号反馈一直显示异常。经检查,发现导叶均无法关闭,而浆叶也未能及时关闭到位,致使水轮机无法正常工作。通过对数据进行比较和处理后得出结论:故障为导叶与浆叶连锁开关失效所

致。造成以上故障，主要有以下几点原因：

(1) 可能是因为导叶反馈越限，被迫使导叶转成現地操作。导叶反馈的电流信号大小幅度为420mA，导叶反馈值超过或低于此幅度时，机器自动视为故障。根据以上问题，提出以下解决方案：①为解决导叶反馈过小引起的错误动作；②为导叶反方向转动使其无法工作时进行反向操作。越低限此类故障通常出现在导叶全关或信号线离线时，因电流信号失稳或受扰动，出现数值明显漂移，大幅度波动，使实际值低于它的标准，发生此现象，就会出现这个问题；另一个是越高限制，一般为机器短路或被大电流信号扰动产生较大的上下波动，使其值超过电流上限，即20mA。这种情况下的处理意见要谨慎一些：应设置屏蔽装置，即屏蔽反馈线发出的信号，以避免真正的信号受到干扰而出现问题，并且还应该注意考虑通过过滤掉越高的信号，改造相应的反馈障碍的程序，成功达到屏蔽干扰信号的目标，这样就可以避免在故障发生时，需要在第一时间转换成人工操作<sup>[2]</sup>。

(2) 可能是因为桨叶反馈回路，通过实地测量考察对地电压，在负载侧导叶记录反馈出现的接地情况，经排查接线问题后，采取分步甩线的方法，这种方法有助于排查故障点范围，缩小范围。

(3) 可能是因为送电时出现了误操作情况，而造成整个系统不能正常工作。工作人员通过甩线检测发现，被送检监测的传感器，均存在接地现象，这基本和前面猜测的偏差不大，第一时间抛出电源线，再次测试后，发现故障信号及电源模块均复原至正常状态，这种情况下，再次甩掉电源线，然后继续监测，判断是否为端子箱那里发生问题，此时，还应该对线缆的分布情况进行检查，是否存在交叉或者断裂的情况。工作人员通过排查发现，在靠近接压器闭锁处，有一处线缆磨损极其严重，使得电源线的芯完全暴露在空气中，正是这个原因，使得机器发生故障，无法正常操作。

工作人员将以上问题解决后，很快信号就恢复了，机器也可以正常操作了。

### 3 水电站水轮机调速器常见故障的处理方法

#### 3.1 电源电压故障处理方法

水轮机调速器正常运作时，若电源出现电压故障，建议在水轮机调速器处理系统接通电源之前，首先要根据水轮机调速器的运行状态，提前做好相关的检测工作，例如检测交/直流线路，工作人员还应检测水轮机调速器与各电源的接线方式，避免因错误操作对机器产生冲击；检查二者接线是否平稳、是否能够保证机器的正常操作，要确保线路接线不出错，将电压等级限制在可控的范围内即可。而且，若能清楚地知道水轮机调速器的电源是什么类型的电，并确保线路的连接能够正常，就

必须对水轮机调速器的电源板的工作状态进行测试，测试其安装有无断线的情况，有无虚焊的现象。

只要出现上述问题，工作人员就应及时采取上述的解决措施，确保水轮机调速器在完成接电后将电压值限制在预期范围之内，降低水轮机调速器接电故障发生。此外，也应注意发电机检修：当发电机处于停机状态时，首先要检查其绕组绝缘状况和绝缘材料损耗情况。由于各种原因造成励磁电流过大，引起电机发热而烧毁定子线圈等都会导致电动机过热损坏<sup>[3]</sup>。

#### 3.2 调速器故障处理方法

针对水轮机调速器的异常问题，为达到对故障问题防范与治理的目的，本文提议如下操作：

首先，对水轮机调速器故障发生的原因进行实地探索，并且对水轮机调速器的故障类型做出具体的评断，观察其内外有无明显的异象，例如，观察导叶或桨叶的开度是否正常，机器频率和水位等是否符合规定等。

其次，考虑在机器工作的过程中很大概率发生的故障，例如机器频率出现回路问题，水轮机机器出现偏移原来的位置等。一旦发生上述问题，为了防止转换器内部发生堵塞的问题，应马上实施正确的处理方法，避免发生故障。

涡轮机转换器的重要性，让工作人员不得不重视其所有可能发生的问题，要做到及时发现问题、及时处理问题。只有这样，才能保障机组具有一定的使用寿命，更好地发挥发电作用，进而减少因电力事故所带来的经济损失。

#### 3.3 桨叶故障处理方法

造成桨叶失效问题的原因是由于叶反馈回路中出现了失效问题。针对这一现象，采用实测对地电压的方法，找到了导叶回馈24V电源模板负载有接地状况的原因，经检测电源接线后采用逐步甩线的方法，减少了故障范畴。经甩线可知，送检传感器24V电源接地，将电源线甩线后故障信号与24V电源模板一起恢复至正常工作状态，将电源线甩线后，再测量是否接地，判断接点处端子箱至导叶传感器间电缆存在接地，经查电缆走线可知接压器闭锁电缆间有磨损，造成24V电源线芯裸露，与接压器外表面有接触，造成反馈信息不正常。经过接线包扎的处理后，以上的问题得到解决，使信号能够很快地恢复正常。另外，对越低限故障和越高限故障的问题还需采用如下方法来解决。首先把增加了导叶反馈的先处理，避免了信号间的失稳。二是针对瞬时越限故障信号这一问题及时采用过滤处理，同时针对导叶反馈故障判别过程中，需根据实际情况做出合适的调整，采用这一方法可以减少信号扰动，使水轮机调速器受到瞬时故障信号影响后，不及时更换到人工操作状态。最后通过对接线进行包扎处理，可预防桨叶故障的问题发生，使水轮机调速器能正常工作。

为了进一步提高机组运行效率,确保机组安全平稳运行,提高发电效益,必须采取以下措施:一是加强电站建设管理。要按照“规划、设计、施工”三个环节抓好电站项目建设。在规划设计阶段,应编制详细合理的工程项目方案;在工程建设阶段,应认真做好项目前期各项准备工作和施工质量安全工作;在竣工验收时,要严格按有关规定组织验收报告审批;在经营运营阶段,应建立健全质量保证体系和风险控制体系<sup>[4]</sup>。

### 3.4 日常保养问题

日常维护就是为了保持水轮机调速器的正常工作,工作人员应该严格要求自己,不仅日常工作要对调速器仔细检查,还要熟练掌握其运行状况,心中有大致的判断。主要检查以下内容:机器有无超载,内部是否有异常振动及其他故障。工作人员还要将其检查结果记录下来,主要记录数据分析、清洗过程和润滑过程三个环节。

在记录数据分析过程中,检察人员根据仪表和指示灯来判断调速器接电器的变化范围等,以及检查其他运行数据是否合理,若数据出现异常,或者仪表盘上显示的数值与预测的数值不符时,应首先想到机器发生异常,需要马上报告,安排检修人员过来维修。同时,像其他数据一样,工作人员应该将调速器的既测数据进行备份,以保证后续可以通过这些数据来研究数据变化导致的后果。对参数测定数值进行记录备份,当判定记录内容正确时,由工作人员签署记录表进行确认,这些都将成为后续维修等工作的主要依据。关于现场数据采集,本文提出建议:通过在实验室内搭建模拟试验装置,实现了对导叶及相关设备温度、油流量等试验条件的实时监测与分析,为后续工艺改造提供实验保障。

在清洗过程中,清洗人员应该着重对调速器外壳及内部污垢进行清洗,使调速器处于干净整洁的状态。根据调速器的实际工作状况,其内部会粘附很多难以清洗的油污,长此以往不处理干净的话,会严重影响水轮发电机组的工作条件,工组人员需重点清理藏有污垢的地方,待清理完成后,按照组装顺序恢复原样。对于涡轮机组而言,除油、除锈等工序是机组正常运行中必不可少的一个步骤,若不注意这些流程或处理不当,就有可能导致水轮发电机出现故障,甚至造成严重事故。因此,在日常维护过程中需要做到以下几点:

- (1) 定期检查各设备是否完好;
- (2) 认真做好检修记录,保证维修质量;
- (3) 定期检查水泵、电动机、变压器、汽轮机等重要部件,发现问题及时排除<sup>[5]</sup>。

在润滑过程中,向涡轮机中定时注入全新润滑油,时刻使设备中的油性保持在合适的状态,从而达到减少零部件磨损,提高设备使用寿命等益处。同时,请员工事提前排查油温是否合理,能否直接应用,并依据排查

结果制定下一次添加润滑油的时间及油量。不仅如此,工作人员还应该定期更换机油滤芯及滤纸。机油是发动机运行最关键的组成部分之一,机油质量直接影响到发动机的动力性、经济性和环保性能等,而滤芯和滤纸则是保证其清洁与正常运转的重要部件,如果出现损坏或堵塞现象,将会严重影响发动机工作状态,甚至可能导致故障发生。因此,发动机日常保养时必须及时更新机油滤芯和滤纸。此外,在使用过程中要注意观察各部位是否存在漏点,如发现问题要及时处理,确保系统处于良好的工作状态。

## 4 结语

本文从较多方面来分析探讨我国水轮机调速器发展现状和存在的问题,希望能为同行们提供一些参考意见。首先,通过对目前国内水电工程中水轮机调速器技术及管理方式进行深入分析,发现其还存在着许多不足之处。其次,根据这些不足,本文提出了一系列相应的解决对策,希望可以帮助到水电站运行维护人员和相关人员的进步和提高。简而言之,水轮机调速器作为水电站系统的主要控制设备,对水电站的运行状态有重要的影响,为了保证水电站的稳定和安全,必须结合调速器的工作状态,及时发现这些问题,并对出现问题进行分析,找到合适的方法使其能够正常完成工作。另外,水轮机调速器在实际工作过程中,不可避免地会因为自身原因,或者外部自然环境原因,甚至是工作人员的失误操作,发生各种故障。因此,这就要求工作人员必须提高自己的专业水平,快速找到故障原因,并且提出相应的方案。最后,为了推动我国水电事业健康、快速、可持续发展,需要进一步加强水电站调速器运行维护管理工作,加快实现现代化建设的进程。

### 参考文献:

- [1] 田显斌. 三选二冗余测量技术在太平驿电厂调速器上的应用[J]. 水电厂自动化, 2010, 31(3): 17-19.
- [2] 蔡卫江, 陈逸鸣, 初云鹏. 大型国外水电站水轮机调速器仿真试验研究[J]. 水电与抽水蓄能, 2018, 4(05): 51-56.
- [3] 赵中华. IEC61850在变电站通信管理机中的应用研究[D]. 济南: 山东大学, 2014.
- [4] 彭淑伟. 水电站冲击式水轮机调速器技术发展回顾[J]. 山东工业技术, 2016(15): 268.
- [5] 李金明. 水轮机调速器掉电导叶自关闭改造实践[J]. 水电与抽水蓄能, 2019, 5(2): 78-81.

**作者简介:** 初日东(1982.09-), 男, 汉族, 山东烟台人, 在职研究生, 研究方向: 水电站生产管理。