

# 水轮发电机组调试及试运行微探

黄正东

四川子禾工程技术有限公司

DOI:10.32629/btr.v2i5.2196

**[摘要]** 水轮发电机组是水电站运行中较为重要的辅助设备,对其进行调试和试运行,是保证设备安全、稳定运行的基础。文章就将针对水轮发电机组的调试及试运行进行详细论述,以供借鉴。

**[关键词]** 水轮发电机组; 调试; 试运行

在水电站运转过程中,加强对水轮发电机组的维护,对于提高系统运行的安全性有着重要意义。

## 1 水轮机发电机组调试和试运行的具体内容

水轮发电机组是将水的势能转化成动能和电能,以此来推动机组的正常运转,实现人们生产生活中的电能供应。生活生产过程中,社会对于电能供应质量以及电气设备供电安全性有着较为严格的要求,一般要求电网的额定功率在 50 赫兹左右,且偏差范围不可超过 0.2 赫兹以上。所以在水轮发电机组应用过程中,需要不断对其进行调试工作,确保过机流量在标准范围内。

### 1.1 无水调试

无水调试是在水轮发电机组总装机完成后开展的作业内容,具体涵盖机组清扫、检查、简陋消缺、注油、高压油顶起调试、导叶开关调试等内容。其中导叶是最常出现故障问题的区域,经常会因为机组导叶或者桨叶不动或者出现弹性动作而影响机组的整体运转情况。

在机组调试过程中,如果调速器油压处于正常状态下,导叶和桨叶不动或者弹性动作现象产生的主要原因有:一是油压管路内的空气较多,油压强度不足,造成导叶和桨叶不动作。一般情况下,会通过多次开关导叶和桨叶的电磁阀来排出管路中存在的多余空气,恢复其正常使用;二是管路中含有较多杂质,导叶和桨叶的电磁阀出现堵塞现象,进而阻碍其运转。同时由于堵塞现象的产生,还会导致导叶分段关闭出现延迟现象,这时需要将电磁阀拆除,对其中含有的杂质进行清理或更换,恢复电磁阀的正常运转。

### 1.2 试运行

水轮发电机组的试运行试验包含较多内容,如充水试验、初次启动和轴承升温试验、超速试验、调速器空载试验等等,下面我们将对其展开详细介绍。

#### 1.2.1 充水试验

充水试验包括尾水流道充水试验和进水流道充水试验两部分内容。具体操作为:先利用尾水闸门进行充水,在充水过程中,检查尾水和进水流道,查看是否存在渗漏以及密封不严的情况,如果发现问题要及时处理。在进水流道充水试验前,需先对导叶和接力器予以检查,确保其处在关闭和锁定状态下,之后再实施充水操作,观察各压力点的数值是

否在规定的范围内,压力值确认无误后,再观察管道是否存在渗漏问题,如存在问题,则要采取合理的改善措施,如一切正常即可开始进水口闸门试验。

#### 1.2.2 初次启动和轴承升温试验

启动需要在手动状态下进行试验,目的就是为机组的安装质量、转动与固定部位之间的连接效果、轴瓦间隙的设定情况实行检查和明确。同时该试验可以测试轴瓦的升温状态、相关控制设备的运转情况,确保机组安全运转。在试验过程中,不同阶段内转速的调节参数也会存在一定差异,机滑运行正常后转速应调节到 25%左右;机组运转正常后转速要调节到 50%,以此逐渐向上递增,最终将转速调节到 100%。在初次启动试验完成后,即可进行轴承升温试验,一般升温试验的时间会控制在 4 小时左右,工作人员需要详细记录各部位温度的变化情况,避免超标现象的出现。

#### 1.2.3 机组超速试验



图1 机组超速试验现场图

超速试验主要针对的是各结构之间的间隙质量、安装质量以及轴承温度变化情况,及时掌握超速变化对机组运行状态的影响,进而保证机组的运转效率。在超速实验中,转速的调节频率控制在 100%~162%之间。

初选自动开机至机组空转与调速器参数。以调速器手动空载频率摆动试验为基础手动开启导叶接力器,将机组频率保持在 49.50~50.00Hz,运转三分钟后转换为自动操作模式。同时还应将调速器调到跟踪频给模式,以触摸屏确定频率给定值,频率给定值变化依次为 4852Hz、5248Hz,仔细观察导叶开度和机频的变化规律,从而及时调整空载 PID 的参数,

重新调整给定值,观察调整参数后的导叶开度和机频变化的基本规律。选择超调量较小,且稳定时间较短的参数。试验结束后,要将频率给定值调整到50Hz。并以水头为基础确定启动开度,调速器为自动带监控系统流程执行至启动调速器的过程中,务必做好导叶记录工作。

#### 1.2.4 短路升流试验

该试验主要是对励磁系统、发电机的定转子绕组、CT回路以及电流保护装置进行检查和测试,确保各设备运行的可靠性。主要包含的试验内容有:出口开关柜短路铜排连接,开机准备接法器锁定,开机启励电源投开、启励电源投入/退出。

#### 1.2.5 升压试验

升压试验除了对励磁系统性能以及发电机定转子绕组进行检查,还会对PT回路以及电压保护情况实行检测。升压过程,检查机组振动、摆度、定子基座振动无明显变化,机组定子铁芯水平振动,升压至75%开始随着定子电压增大而增大,升压至100%,定子铁芯水平、垂直振动有无明显变化。

#### 1.2.6 定子接地试验

定子接地试验前,需先将磁开关和灭,并试验单项接地情况,以此确保定子接地试验的有效性。

#### 1.2.7 励磁空载试验和机组自动开停机试验

该试验主要是对励磁系统的相关参数、调节能力、抗干扰能力以及相应速度予以检查和明确,从而保证性能的充分发挥。

#### 1.2.8 甩负荷试验

其是对机组的负荷能力以及甩负荷后调节器的性能进行检查。在实验过程中,负荷的加载情况主要分为四个阶段,25%、50%、75%和100%。

#### 1.2.9 带负荷调试器系统试验及72小时考核

在试验过程中,通过对负荷增减情况的分析,掌握负荷对机组调节的影响,从而得出最佳的调节参数数值。之后停机检查进行72小时试运行,及30天考核期,考核期间要做好相关性能参数的记录,检测水轮发电机组安装的质量。

## 2 水轮发电机组调试和试运行中存在的问题及其解决措施

本文主要以三峡左岸、右岸、地下、溪洛渡左岸这四座水力发电站为例,分析水轮发电机组调试和试运行中存在的问题。

### 2.1 顶盖排水故障

存在的故障现象:溪洛渡左岸的发电站在检查中发现存在顶盖排水泵的故障,顶盖水位超过规定的限制数值,水导设备、油槽、部分元件以及外循环电机长期浸泡在水中。

故障产生原因:该发电站的机组顶盖主要是由3台顶盖排水泵和1台射流排水泵构成的。当水位地域85毫米左右时,排水泵会处于停运状态;当水位在385毫米以上时,1台顶盖排水泵会自动工作,水位每增加100毫米,就会增加1台排水泵自动运行。在电力线路设计中,均采用了400V馈线,

一段连接一三号排水泵;二段连接二号和射流泵。此外,在调试和试运行过程中,还会增加一个临时排水泵,且设立了独立的电源供电。

在检查过程中发现,水轮发电机组的400VI母线处于断电检修状态下,且一段馈线处于失电状态,二段馈线处于未投状态,这时的一号和三号排水泵无法正常运转;二号排水泵存在热机电工作,阻碍了其正常运转,加上一号和三号排水泵失电,导致其在使用中电机温度较高,存在明显的热继电器动作;射流泵的电动阀开阀节点存在连接错误问题,影响了射流泵的运转;由于工作人员责任心的缺失,未能及时发现上述问题,导致增设的排水泵未能正常投入使用。

处理和防范措施:对水导油槽展开清洁、过滤、检查和回装工作;拆卸和更换外循环电机、水导自动化元件;合理调整顶盖排水系统中的断路器和继电器整定值,保证运行效率;适当的更改和调整电动阀与顶盖泵的节点信号,并做好相关检查工作;加强运行管理,提高员工的责任心。

### 2.2 发电机定子接地故障

存在的现象:左岸水力发电站在运行过程中存在发电机保护动作,事故停机等问题。在对其检查后发现定子接地存在动作跳机情况。

故障原因:在事故发生后,通过试验、检查,发现水轮发电机组的PT一次绕组存在损坏,高压绕组二层存在放电、绝缘层位置发黑现象,由此可知,PT绝缘位置存在问题,影响了定子绕组接地效果。

造成上述现象的原因为:原型号的发电机组结构相对落后,环氧材料固化效果不均匀;PT铁心和一次绕组之间的隔离效果较差,增加了后续检查工作的难度;制动开关的安装位置存在偏差,阻碍了检查、维护工作的开展。

处理和防范措施:更换新型的制动开关,并通过新工艺的应用加强PT铁心与一次绕组之间的隔离;改变原发电机PT的安装位置;做好安装前的试验工作,加大重点部位的检查力度。

## 3 结束语

综上所述,水轮发电机组调试和试运行质量对于整个系统的运行有着直接的影响。为此有必要加大对其重视力度,并开展相应的检查工作,及时发现其中存在的安全隐患,避免安全事故发生,提升水轮发电机组的运行效率。

### [参考文献]

[1]千亮.大型水轮发电机定子绕组安装新工艺[J].现代工业经济和信息化,2019(04):17-18.

[2]李积宝.水电站水轮发电机组的常见故障与维护分析[J].科技风,2019(14):190.

[3]李文武,胡一鸣,游文霞.水轮发电机组调速系统的串级鲁棒控制研究[J].水力发电:1-5[2019-05-30].