

# 中小型水电站水轮发电机组常见故障与检修研究

周维兵 牟爱莲

宣汉县忠心水库管理所, 四川 达州 636150

**摘要:**在我国电力系统中水电站一直都是其重要的组成部分, 水力发电在整个电能生产中占有相当大的比重, 较火电而言, 它具有清洁、廉价等优点。水轮发电机组是发电站必不可少的设备, 由于它的工作状态是受力、约束与旋转, 本身一直处在震动当中, 所以会出现一些问题, 这些问题会影响水轮发电机的可持续运行。本文主要阐述水轮发电机组发电过程中容易出现的故障, 并提出了具有针对性的检修措施。

**关键词:**中小型水电站; 水轮发电机组; 常见故障

中图分类号: TM312 文献标识码: A 文章编号: 1671-5810 (2016) 47-0169-02

## 1 导言

水轮发电机组具有复杂性, 其不仅包括机械部分和电气部分, 还包括油、气、水系统等, 而且在运行过程中受到影响的因素也较多, 极易在运行过程中出现异常情况或是发生故障。要保证水轮发电机的健康运行就需要对它运行过程中出现的常见问题进行分析并及时处理。

## 2 中小型水电站水轮发电机组的常见故障

### 2.1 水轮发电机绝缘损坏

有的设计者为了降低成本, 在设计时将主绝缘设计得非常低, 将有些部分的主绝缘包扎层数设计得非常少, 导致脱节现象的产生。如某小型水电站在八八年底投产的机组运行至零零年, 在运行的十二年间实际运行时间不到五万小时, 早在九六年一号机就发生了主绝缘被击穿的现象, 九八年二号机在进行预防性实验的时候主绝缘也被突然击穿。原因就是包扎部位不严所造成的。

生产工艺差会导致水轮发电机组铁芯振动从而影响发电机的质量, 这样造成的问题在运行中难以正确判断。如某水电站投产的水轮发电机组在机组升压并网后会产生巨大的响声, 最终发现是由于制造时叠压芯片不够紧致引起硅钢片的震动, 需要回到制造厂重新处理。

运行环境也会直接影响发电机主绝缘体的寿命。如运行温度过高会影响经过真空漆处理的线棒直线, 使沥青接近软化点, 造成线圈质量不稳定, 加速绝缘老化。某山区的小水电站在电气线上接线路末端电压偏移较大, 再加上变压器只有三档开关, 完全不能满足运行需求, 只能抬高出口电压, 在夏季时弧光放电将机壳烧毁, 修复十分困难。

检修的不彻底也是发电机主绝缘破坏的原因之一。在立式水轮发电机进行检修时需要吊转子, 如果在起吊过程中不熟练就会撞到定子线圈。如某电站的水轮发电机组在大修时无法将锈死的底环吊出, 只能用吊车起吊, 导致吊环坠落端部绝缘受损。

### 2.2 定子结构变形

定子结构变形的产生主要是由于定子刚度不够或者是安装方面存在问题。其中定子刚度不够最有可能的原因是设计存在问题。当定子结构出现变形其直接表现为水轮机组在开始运行之后定子的温度随着不断运转而升高导致定转子的空气间隙值变大。想要了解定子结构的变形程度, 只需在机组开机运行的几个小时之后对安装在定子内壁上的多支不同方向上的气隙测点的变化量进行测量即可。一般定子结构变形表现出来的就是多支气隙测点的测量值变大, 其中变形量存在不同, 另外安装方面导致的定子变形故障出现比较缓慢。

### 2.3 发电机转子一点接地

(1) 警铃响, 机旁发“转子接地”信号, 计算机有报警信号; (2) 转子电流异常增大, 转子电压降低; (3) 无功功率表指示降低, 功率因数可能进相, 有功负荷可能降低;

(4) 由于磁场不平衡, 机组有剧烈振动声; (5) 严重时, 失磁保护有可能动作。

### 2.4 机组轴承油箱甩油损害

甩油现象会引发发电机定子的温度升高, 导致线圈外层渗油, 这种油具有黏性会堵塞通风孔, 会使定子线圈难以保养, 也会使机器丧失散热功能, 导致机身温度升高, 影响寿命。甩油现象会引起定子绝缘性下降产生冲击现象引发短路。甩油现象会使风洞到处都是油污, 使地面过于润滑, 容易使人摔倒, 产生安全隐患。

造成其甩油的原因主要有四点原因: 第一, 水轮发电机油箱过满; 第二, 水轮发电机震动过大; 第三, 发电机油箱顶盖螺丝松动; 第四, 冷却器漏水导致油位升高。

## 3 中小型水电站水轮发电机组的检修维护

### 3.1 中小型水电站水轮发电机组的检修流程

关于中小型水电站水轮发电机组的检修主要分为 2 种, 一种是临时性检修, 另一种是计划性检修。临时性检修主要的检修内容是提高整个水轮发电机组的可靠性, 提高某些机构的运行状态, 防止出现设备异常而导致机组停机的现象。计划性检修根据检修范围的不同分为小程度检修、大程度检修、扩大程度检修。

小程度检修时长大概为 12 个月, 主要是对水轮发电机组中的零部件, 需要更换的配件进行更换等。

大程度检修的时间一般为 2~3 年, 工期维持在 45 天左右, 其主要是解决临时检修与小程度检修中未完成的设备故障问题等。在具体的检修过程当中, 需要对其中的部分零件进行拆除, 这是由于在实际的运行过程中水轮发电机组会存在经常性损坏与事故损坏, 其中经常性损坏是指由于零件之间存在着相互摩擦等导致的损坏, 这种损坏一般存在可预见性的特点, 而事故损坏发生的几率比较小。

扩大程度检修的时间维持在 3~5 年, 工期在 90 天左右, 其主要是将整个水轮发电机组拆开, 将内部所有磨损的零件进行记录与更换, 整体上提高机组的运行性能。

### 3.2 中小型水电站水轮发电机组的具体检修

#### 3.2.1 机组线圈主绝缘损坏处理办法

首先, 要防止铁芯松动, 在清扫的时候要格外注意, 一旦发现铁芯出现变色, 就要用薄片工具进行检测, 如果深入程度超过三毫米, 要注意紧固情况。如果槽内不牢固, 就会磨损防晕层。要将松动的线圈打紧, 如果是端部松动可以用玻璃丝带进行包扎并喷上环氧树脂漆固进行加固。

其次要防止电腐蚀, 将线圈中心点与出线端倒位, 在散发臭氧气味的地方用肉眼初步观察再用局部放电仪检查, 如果发现电晕现象则要进行检修。

#### 3.2.2 定子结构变形处理办法

针对定子问题检测其刚度是否达到指标, 如未达标更换刚度达到标准的定子。

#### 3.2.3 水轮机甩油处理办法

首先,要检查发电机导油位,一旦发现加油过满应该以规定值为基准立刻把过多的油倒掉,机组停机时上导油位要在零线上方,运行时不能超过基准线的最高刻度值。要检查摆动幅度,如果超过标准范围,应立即关闭机器,经过调试,使摆度值在允许的范围内。要检查油箱,尤其是它的密封部分,如果发现损坏状况就要立刻更换,拧紧松动的螺丝,为了防止松动还要加上弹簧介子。要对油箱里存放的油脂进行化验检测,判断它是否进水导致油位升高,如果有漏水现象,要找到漏点,并进行修补处理。还应该做好预防措施,在检修时着重检查盘车与轴瓦间隙的质量问题,使机组的震摆在可允许的范围内,在打开机器前要检查油箱,观察油位以及密封的现象。要监控机组运行中的甩油现象,将甩油的机组关闭。

### 3.3 中小型水电站水轮发电机组的检修保护

#### 3.3.1 发电机差动保护采用发电机纵差保护作为发电机的主保护

保护无延时动作于停机,同时发信号。具有 CT 断线检测功能,CT 断线允许差动保护动作。电流记忆低电压过流保护,因机组为自并励发电机,故保护应有带电流记忆的低压过流保护功能。保护装置带两段时限,以较短时限  $t_1$  动作于跳 220kV 母线分段断路器,以较长时限  $t_2$  动作于停机。各段同时动作于发信号,并作为变压器相间短路后备保护。

#### 3.3.2 负序过负荷保护是采用定时限负序过负荷保护反映发电机转子表层过负荷情况

定时限延时动作于发信号。转子接地保护是采用乒乓式转子一点接地保护,反映转子对地的绝缘电阻值,保护出口

带时限动作于发信号,并可启动机组停机流程。其中的失磁保护是由发电机机端测量阻抗判据、转子低电压判据、系统低电压判据构成。阻抗整定边界为静稳圆边界,并具备 PT 断线闭锁功能。保护出口无延时动作于发信号,带时限动作于解列,同时发信号。

#### 3.3.3 励磁变时限速度保护

作为励磁变主保护,保护延时动作于停机,同时发信号。发电机保护配置 1 台断路器操作箱,断路器操作箱具有 2 组三相跳闸回路、跳合闸监视回路及防跳回路。

### 4 结论

综上所述,水电站安全、稳定的运行与水轮发电机组的正常运行息息相关,水轮发电机组作为水电站安全生产的重要保障,只有其处于良好的运行状态下水电站的经济效益才能实现。因此,要完善中小型水电站的相关制度,使运行和维护工作标准化,相关专业人员能够监视好发电机组的运行状态,及时发现缺陷并处理,使发电机组处于良好的运行状态,保证中小型水电站的安全运营。

#### 参考文献

- [1] 宋天勇. 中小型水电站水轮发电机组的自动化改造[J]. 技术与市场, 2011 (7): 245-246.
- [2] 陈顺永. 水轮发电机组状态监测与故障诊断方法[J]. 甘肃科技, 2010, 26 (22): 70-71.
- [3] 程传玲, 苏志波. 浅谈水轮发电机失磁保护[J]. 沿海企业与科技, 2010 (9): 119-121.

(上接第 168 页)

成良好的工作分工合力。此外,合理安排参建单位的资源配置,确保施工人员、设备、材料能严格按照施工计划及时进场,保证施工计划能切实执行;最后,根据水利水电工程项目的建设特点,应根据实际的施工情况制定和优化施工方案,强化施工组织管理,加强施工项目的组织协调处理,为项目施工提供良好的施工条件,全面提高水利水电工程建设质量。

### 3.4 加强工程建设质量监管

为推进水利水电工程的顺利开展,必须加强对建设工程项目的监察,做好水利水电工程的全过程质量管理,严抓质量安全隐患,绝不能存在侥幸心理,以保障人民生命财产安全。同时,完善水利水电工程质量监督制度,逐步构建完善的质量监管机制,规范管理行为,推动监管工作全面实施,提高工程建设监督工作的管理质量,提升经济效益。另外,要严格落实工程招投标工作,严格遵循招标标准程序开展工作,杜绝工程串标及其他违法乱纪行为的出现。对于那些资质不符合、信誉差的单位坚决禁止投标,并在招标过程中提高招标的公开透明化,保证建设工程项目招标结果大众化。此外,加强对监管人员的培训,全面提高工程建设施工现场的监管水平和质量。

### 3.5 强化工程建设现场安全管理

在水利水电工程建设管理过程中,要严格遵循国家的法律法规构建一套完善的专业监管结合的管理体系,强化工程建设现场安全管理,落实相关的安全管理措施。首先,切实执行水利水电工程建设安全生产责任制,明确安全主体责任,逐步完善安全技术措施,加大对安全生产的监管力度,对安全生产事故隐患加强排查治理,正视安全生产违法违规行为并加以惩处,从根本上杜绝安全事故的发生;其次,强化对水利水电工程建设的安全、进度、成本、质量和风险管

理,并以提高建设人员安全管理意识为基础,对建设管理人员进行就业前教育,强化人员安全生产意识,保证一线建设管理人员的安全,并且要增强人员的应变能力,以更好地解决工程建设过程中存在的安全隐患,提高工程建设安全性。

### 3.6 提高工程建设人员的综合素质

影响水利水电工程建设质量好坏的另一个关键因素是工程建设管理人员的素质和技术水平高低。因此,我们必须重视工程建设管理人员综合素质的提高,从理论知识和操作技能两方面来对建设管理人员进行全方位培训,同时加强培养建设管理人员的职业道德素质,积极培养一批具有较强专业知识、善操作、高素质、懂法律、懂管理的优秀水利水电工程建设管理人员,全面提高水利水电工程建设质量。

### 4 结论

面对日益严峻的能源和资源危机,加强水利水电工程建设管理意义重大。有关单位要充分认识到水利水电工程建设管理的重要作用,积极推动管理体制改革,加强监督管理,确保各项措施落到实处。只有这样,我国的水利水电工程施工质量和水平才能不断提升,才能适应我国当前经济高速发展的客观形势。

#### 参考文献

- [1] 杨福玲. 水利水电施工进度计划的风险分析[J]. 民营科技, 2016 (01)
- [2] 赵岩. 水利水电工程金属结构腐蚀分析与研究[J]. 工业设计, 2016 (01)
- [3] 次仁旺堆. 水利水电工程混凝土施工管理技术与方法探微[J]. 管理观察, 2016 (03)
- [4] 朱炽鑫. 水利水电工程施工及其技术问题探讨[J]. 建筑知识, 2015 (12)