

水轮发电机组振动过大的原因分析及处理

徐彬, 李志文

(四川美姑河水电开发有限公司, 四川 成都 610041)

摘要:针对柳洪水电站1#机组运行振动值、摆度值异常增大的实际情况,从电气因素、水力因素、机械因素及机组工况等方面全面探寻了振摆增大的原因,由简至繁,对整个机组逐步进行排查,最终通过盘车调整机组的旋转水平,有效地消除了振摆过大的现象。针对电站机组的实际情况,为保证机组安全可靠运行提出了相应的改进措施。

关键词:柳洪水电站;振动;摆度;推力轴瓦;机组水平

中图分类号:TV7;TV735;TV737

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2018)增2-0110-03

1 概述

柳洪水电站位于四川省凉山彝族自治州美姑县境内的美姑河干流,是美姑河干流“一库五级”梯级开发中的第四级电站。采用引水式布置型式,装机容量为 3×60 MW,额定水头358 m,额定转速500 r/min。机组为立式布置的“三导轴承”悬式结构,推力轴承为弹簧簇支撑的氟塑料瓦,上导、下导轴承均为支柱螺钉支撑的分块式巴氏合金瓦,水导轴承为稀油润滑筒式轴承。

柳洪水电站属于典型的高水头、多泥沙水电站,机组运行振动、摆度大以及轴瓦温度高是经常遇到的难题,对机组安装、检修的工艺要求较高。目前三台机组采取4 a周期A修,期间每年枯水期安排C修,并视运行状况安排B修的检修模式。1#机组于2014年底进行了A修,各项指标合格,检修后一直处于良好的运行状态。

2016年8月7日,1#机组带有功负荷40 MW正常运行,夜间23点36分,值班人员在巡检过程中发现1#机组振感异常强烈,在发电机风罩处明显感觉“跳动”,上机架振动值显示超限,遂汇报集控中心紧急停机并通知维护人员检查处理。

故障表现的主要现象:上机架振动超限,上导、水导处的摆度明显增大,推力轴瓦和导轴瓦温度出现不同程度的升高现象。

2 针对故障原因进行的分析

2.1 思路及原则

获悉这一异常情况,我们的初步处理思路及原则是:

第一,分析可能引起振动、摆度增大的原因,在不拆卸机组主要部件的情况下,对机组进行全面检查,如果不能发现问题则做升速试验,进一步分析、检查;

第二,由于当时处于汛期,机组急需恢复出力,显然,“由简至繁”的处理原则较为适合。

2.2 原因分析

总体来说,引起机组运行振动、摆度增大的原因主要有三个方面:电磁因素、水力因素以及机械因素。

(1)分析电磁因素。监控记录显示机组运行时负荷正常,定子三相电压、电流正常,转子电压、电流正常,整体无故障、报警信号,因而排除了电磁方面的因素。

(2)机械因素。对于水轮发电机组来说,机械是其主要部件。从水轮机至发电机,在不拆卸部件的情况下,对可视、可触部件进行了全面地检查,未发现异常。

(3)水力因素,当时机组处于负荷40 MW正常运行,导叶无错位信号,水力测量各处压力值无异常。

鉴于以上检查分析未能发现明显的问题,我们又进行了机组升速试验,进一步观察机组振动、摆度情况。

升速试验过程及结果:

当升速范围为0~400 rpm时,顶盖振动及水导、上导的摆度无明显异常,水轮机和下导部位无明显异音。但是,上机架水平振动和垂直振动随着转速的升高明显增大,在400 rpm时,水平振动

达 0.24 mm(规程上限为 0.07 mm),垂直振动达 0.32 mm(规程上限为 0.05 mm),而在实际运行中,上机架水平振动一般不超过 0.05 mm,垂直振动一般为 0.02 mm。鉴于这种情况,考虑到机组继续运转将造成损坏扩大,故停止了升速。

在升速试验的情况下,进一步分析了问题产生的原因,并在原来检查的基础上进行了更深入的排查。

为排除水轮机机械及水力不平衡的影响,对水轮机内部及导叶进行了检查:各部件完好,流道无杂物,转轮上、下止漏环间隙合格,水导轴承检查完好,间隙合格,故排除了水力因素以及机械因素(水轮机部分)的原因。

根据升速试验时“单是上机架振动增大”这一现象,我们把重心转移到推力、上导轴承部位,主要有以下几种情况:

(1) 上导轴瓦支柱螺栓松动。在这种情况下,上导轴瓦间隙变化导致的摆度变大不致于使机组产生垂直振动。

(2) 转动部件轴线发生变化。在这种情况下,机组运行振动、摆度的变化也不致于使机组产生垂直振动,而且机组轴线变化,导轴瓦温度应会产生变化,这与实际现象不符。

(3) 推力轴瓦出现了问题。在这种情况下,机组水平变差,此时转动部件旋转时处于一个不平面上,会产生所谓“摆头”现象,从而引起机组机架水平、垂直振动增大,“摆头”亦将导致上导轴瓦温度升高。

相比较而言,这种原因对下导、水导的影响则较为复杂:如果推力瓦面只是倾斜,但仍然是一个平面,那么,转动部件的下半部应往一边靠,瓦温会出现一边升高的现象;如果推力瓦面不仅是倾斜,而且有波浪面现象,那么瓦温整体应会出现升高现象。

3 所采取的处理方案

拆开上导、推力油槽进行检查。检查发现上导轴瓦完好,支柱螺栓无松动,各瓦间隙在合格范围内;机组轴线(位于推力头与镜板之间)调整垫片无位移、脱落现象;推力轴瓦及弹簧簇完好,但发现推力瓦支撑环与上机架座环间的、用于调整推力瓦面水平度的垫片出现了位移(图 1)。用框式水平仪在推力头上端面检测推力瓦面的水平

度,其结果显示水平度为 0.07 mm/m(设计要求为 0.02 mm/m)。为了进一步验证数据的准确性,又采取了盘车测量旋转水平的方式,盘车测点根据推力瓦的具体情况布置了 10 个,其结果见图 2。

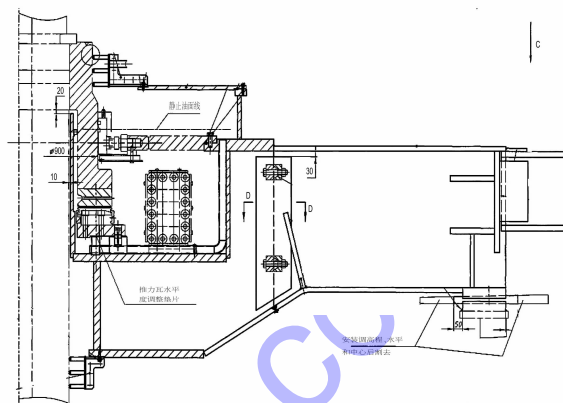


图 1 推力轴承总装配图

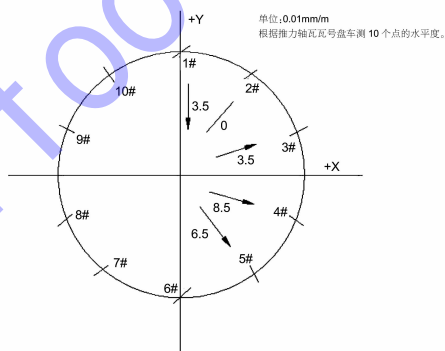


图 2 第一次盘车测水平度示意图

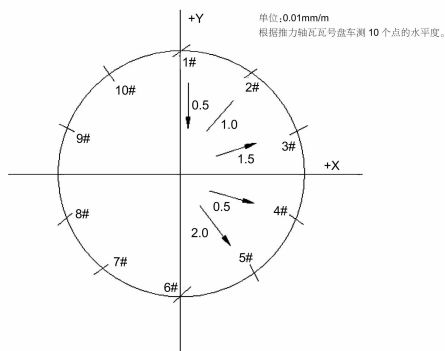


图 3 第三次盘车测水平度示意图

查看 2014 年年底 1# 机组 A 修记录,当时盘车测量机组水平度为 0.016 mm/m,且机组投运后长时间状况优良。通过讨论,决定在原基础上加垫片,将水平底恢复至合格范围,以减小机组的运行摆度。

根据水平度偏差,选取了垫片厚度及加垫位置,回装后重新盘车检测,水平度最大仍然有 0.05 mm/m。考虑到第一次所测数值可能比实际偏小,因此而增加调整了一次,再次盘车检测,其结果见图 3。

最大水平度为 0.02 mm/m,刚好在规定的范围内;考虑到抢修工期,最终决定不再加以处理。

机组回装完成后,进行了机组升速试验,机组在 0 ~ 500 rpm 内各部位的振动、摆度平稳,在合格范围内,上机架水平振动为 0.03 mm,垂直振动为 0.02 mm,机组其它无异常。带负荷试验运行,机组振动、摆度正常。至此,1#机组振摆问题得以解决。

4 结 语

综上所述,推力瓦水平度调整垫片松动发生位移引起机组旋转平面不平并最终导致柳洪水电站 1#机组运行振动、摆度的增大。所采取的“带轴瓦盘车”处理方式既简便,又有效。严格来说,这种方法是不符合规范的,但此次抢修所取得的经验经综合分析后认为:虽然“带轴瓦盘车”的结果其准确度不足,但其反映出的水平度趋势却是真实可靠的,这一点通过最终的结果得到了证实。整个抢修过程的分析、处理均比较严谨、紧凑,结果达到了预期效果,所取得的经验可为电厂的运

(上接第 59 页)

时间的运行,电站发电效益与往年比较,多发电量约 100 ~ 150 万 kW·h。



图 3 喇嘛沟电站大坝 2# 摄像机拍摄图

5 结 语

通过喇嘛沟水电站取水口供电方案的实施,

行检修所借鉴。

此外,针对上述情况,笔者认为可以采取以下措施加以改进:

(1) 密切监视机组运行情况,及时发现振动、摆度的变化,防止影响扩大化;

(2) 根据机组结构,既然推力瓦背面的水平调整垫片有松动的风险,那么,可以考虑在检修安装时改进工艺,即撤销该调整垫片,将机组旋转水平的调整点转移至承重机架(上机架)水平调整斜键上。经咨询设计制造单位及检修安装单位,一致认为该方案可行。其后,我们在 2016 年底的计划检修期间实施了该方案,机组运行工况良好。

参考文献:

- [1] 陈造奎. 水力机组安装与检修[M]. 北京:中国水利水电出版社,1995.
- [2] 刘云. 水轮发电机故障处理与检修[M]. 北京:中国水利水电出版社,2002.
- [3] 郑源,鞠小明,程云山. 水轮机[M]. 北京:中国水利水电出版社,2006.

作者简介:

- 徐彬(1986-),男,四川内江人,工程师,学士,从事水电站检修技术与管理工作;
- 李志文(1980-),男,四川德阳人,工程师,从事水电站生产管理工作.

(责任编辑:李燕辉)

解决了闸门远控以及坝区河道水情监视问题,提高了坝区河道防洪预警能力以及机组发电效益。在光照或风能较丰富的地方,可以采用风光互补发电设备为大坝蓄电池组供电。

参考文献:

- [1] 任元会. 工业与民用配电设计手册(第三版)[M]. 北京:中国电力出版社,2005.

作者简介:

- 郝林(1981-),男,安徽萧县人,工程师,学士,从事水电站电气设备技术工作;
- 徐文召(1982-),男,安徽阜阳人,副厂长,工程师,学士,从事水电站生产运行技术与管理工作;
- 邓君(1984-),男,四川绵阳人,助理工程师,学士,从事水电站生产运行技术和安全管理。

(责任编辑:李燕辉)