

水电站导叶卡阻停机异常原因分析及改进措施

宋健

中国水利水电第五工程局有限公司 四川 成都 610000

[摘要]水利工程发电过程中,导水机构是水轮机关键部件之一,运行中存在异常将直接影响机组安全运行。本文主要结合东西关水电站机组停机过程中出现导叶卡阻的事故,分析处理这次事故的办法,并提出了同类问题出现的情况,以及紧急处理的办法。

[关键词]导水机构;故障分析;故障处理;防范对策

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6261.2021.08.1433

引言

东西关水电站位于四川省武胜县礼安镇,电站为明渠引水式电站,地面式厂房。东西关电站厂内共装有4台轴流转桨式机组,电站装机容量 4×52.5 MW。水轮机型号ZZD626-LH-640,发电机型号SF52.5-64/9820,东方电机有限公司生产。机组于2010年11月至2014年5月进行了技改。

1 导水机构的结构特点

导水机构包括底环、导叶、顶盖、控制环、支持盖、导流锥及传动机构等。

活动导叶采用ZG0Cr13Ni5Mo电渣熔铸制造,共24件。每个导叶设置磨擦限位装置以防止导叶在剪断销破断后的反复摆动碰撞固定导叶。同时12个导叶设有剪断销,当剪断销破断时,能自动报警。

导叶接力器为摇摆式接力器,操作油压4.0 MPa,接力器缸直径 $\Phi 600$ mm,活塞杆直径 $\Phi 180$ mm。导管直径 $\Phi 280$ mm,行程为980 mm,设有缓冲装置,在空载开度以下可慢关闭,时间可根据需要调节。

两个接力器都设置有一个锁锭装置,分别能够在导叶全开、全关位置锁住接力器。

2 导叶卡阻的危害

停机过程中出现导叶卡阻,无法全关的危险性主要在于机组可能会低转速运行。低转速下运行的机组,轴承无法形成油膜,产生干摩擦,长时间运行会使瓦温升高,导致烧瓦的严重后果。所以出现低转速运行时,要求运行人员能迅速做出反应,通过正确的方法,进行有效的操作和事故紧急处理,避免事故扩大。下面举例介绍停机过程中导叶卡阻未能全关的事故处理。

3 故障发生情况

2021年10月5日7:25,省调批准东西关水电站全停避峰。1F、2F、3F 停机正常(围带投入正常);

07:34: 4F机组有功、无功减至0后,执行正常停机令;

07:34: 上位机发“停机过程中导叶剪断销剪断”,“紧急停机动作”报警(现场确认 17#导叶剪断销已剪断,17#导叶已失控,导水机构其他部件无异常);

07:34: 导叶全关,导叶开度 0%,桨叶开度 50%,但转

速降至 40.8%后不再下降,通过手动开桨叶(50%-100%)对4F机组进行制动,转速下降到 29.6%时手动加风闸,转速下降至24.7%后不再下降,(加闸压力0.62 Mpa)遂将4F开机至空转;

08:07: 将低压气打至 0.68 MPa后,再次执行4F停机流程,仍出现第一次停机相同报警,再次执行第一次停机过程中相同操作,转速下降至最低 29.3% 后不再下降,4F机组停转失败,为避免机组长时间低速运行,将4F机组开至空载。

现场初步判断为异物卡塞导叶引起导叶剪断销剪断。随后按导叶卡塞处置预案全部落下进水口工作门,机组转速降为零,全部落下尾水门,排尽流道积水,开蜗壳进人门进入流道检查,发现有以下问题:

1) 17#与18#活动导叶间卡有较大树桩,其尺寸约115*130 cm。

2) 接力器在全关位置时16号至19号4扇导叶之间的3条立面间隙(16#-17# 间为105 mm;17#-18#间为150 mm、18#-19#间为50 mm),17#、18#两连杆调整到极限位后仍有分别50 mm、75 mm、25 mm三条贯穿性间隙,这些立面间隙上、下均匀,导叶体无明显变形,其余导叶立面间无间隙。

3) 17#导叶剪断销先变形,再剪断,不是从坡口处直接剪断。

4) 17#、18#导叶及附件分解检查。18#导叶拐臂卡塞严重,拐臂与导叶轴有相对位移;18#导叶圆柱键表面有明显挤压沟槽和毛刺,17#、18#两导叶上轴端轴头倒向导筒径向外侧不能复中,轴头水平向外径方向倾斜,轴头与导筒径向外侧无间隙,左右间隙基本均匀;导筒卡塞严重。

5) 导叶上端轴与导叶体扭曲变形测量。将导叶轴头定位销孔为基准,相对导叶体中心线位置进行测量,与其他导叶对比,发现17#、18#导叶上端轴头有不同程度扭曲,18#导叶轴扭曲幅度约 8° ,17#导叶轴扭曲幅度约 6.5° ,需将连杆加长才能使导叶立面间隙调到零位的数据相当。

4 处理方法

1) 外协加工2根加长连杆(580 mm,660 mm,)更换原550 mm的17#、18#连杆。

2) 17#、18#导叶上端轴及导叶体焊缝进行外观和 PT 探

伤检查。未发现裂纹

- 3) 调整导叶立面间隙。
- 4) 重新安装剪断销
- 5) 回装后抽查导叶开口基本一致(见下表)。

编号	导叶开度对应开口 (mm)				
	10%	40%	60%	80%	100%
16-17	35	230	410	592	735
17-18	40	235	410	595	738
18-19	35	235	410	595	738
19-20	32	230	405	592	733
8-9	33	230	405	592	725

6) 开机试验及并网运行。完成4F机组充水提门, 全面检查无异常。4F机组作开机试验, 首次开机至空转, 加励磁后正常, 机组按正常停机流程执行加闸操作, 转速降至0, 停机后无潜动。再次开机作带负荷试验, 各负荷段机组振动、摆度、正常。

5 故障分析

1. 根据监控系统事件记录及现场检查, 分析认为4F机组停机异常是提拦污栅清渣时树桩等大型异物进入流道, 卡在17#、18#导叶之间, 导致机组在停机过程中17号导叶剪断销剪断, 该异物还使17#、18#导叶上端轴与导叶体发生不同程度扭曲变形, 导叶主接力器在全关时17-20号导叶间存在较大的立面间隙, 漏水较大使机组不能降至加闸转速, 停机过程中不能正常执行完停机流程。

2. 地理位置及设计缺陷, 东西关水电站进水口无导漂装置, 前池无清渣设备, 汛期上游带来大量漂浮物进入前池, 受流态影响, 大部分聚集在4F机组拦污栅前, 导致4F拦污栅比其他机组更容易堵塞。

3. 目前提拦污栅清渣的方式存在异物进入流道的安全隐患。东西关机组拦污栅因堵塞严重, 影响机组出力, 目前采用停机提起拦污栅进行清理, 在拦污栅提起清理过程中, 水中大量异物有进入流道的风险, 机组运行时异物进入流道有卡阻或损坏设备隐患。

4. 技改的导叶采用修复原机组材质为20#钢导叶, 轴颈强度是否满足要求需进一步校核。

5. 导叶剪断销设置不合理, 未起到保护导水机构部件的作用。采取12只导叶间隔布置剪断销结构形式, 其中无剪断销的12只导叶在有大型异物卡阻时, 导叶开关过程受阻后, 导叶不能得到保护。从剪断销断裂现象分析, 剪断销应为本体先发生变形后剪口再断开, 剪断销破剪力及剪口位置需重新校核。

6 改进措施

1. 检修期间彻底检修拦污栅, 确保拦污栅正常工作。
2. 清除拦污栅前流道内的杂物, 降低进入流道的风险。
3. 立即安排4F机组开展一次检查性大修, 对导水机构受

力部件、轴导、螺栓、控制环轴承等进行全部探伤检查、尺寸复核、间隙检查等, 全部修复或更换有问题的部件。

4. 剪断销的布置方式技改为24只全设置, 剪断销的剪口位置及强度复核后有问题重新制作剪断销。

5. 更换发生明显扭曲的17#、18#导叶及轴套, 23#、24#导叶视检查情况进行修复或更换。

6. 改变东西关站前池清理浮渣方式, 尽量减少提起拦污栅清渣。

7. 机组运行时建议开度模式带基荷, 设置人工水头, 尽量少操作, 对机组运行工况进行特巡并定时发布, 特巡项目包括运行方式、实际水头、负荷、导叶开度、振动、摆度、导水机构外观、声响等。工况异常时调节导叶开度及人工水头, 恢复机组较优工况, 对于拦污栅堵塞严重时, 请关导叶至负荷适宜开度, 具体实施方法是关导叶, 直到负荷有变小开度时, 再微调导叶开度, 在不损失发电量时保持该机组相对较优工况。

结束语

除了上述状况外, 水轮发电机组导叶卡阻故障还有很对原因。比如: 被重物撞击后, 导致导叶变形, 无法全关; 传动机构卡阻, 无法全关。在实际的问题判断和排除中, 需要检修运行人员根据现场经验和机组设备的实际情况, 对故障进行相应的判断, 避免由于导叶故障出现安全问题, 同时对老式电站的设计缺陷进行思考, 确保水轮机能够正常稳定运转, 保证水轮发电机组能够高效、安全工作。

参考文献

- [1]张秉章. 浅析公伯峡水电站导水机构剪断销频繁剪断原因分析与故障排除[J]. 价值工程, 2020(26)
- [2]范道芝, 李珊, 陈华. 龙开口水电站导水机构关闭异常分析及处理[J]. 水电站机电技术, 2020(3).
- [3]但杰. 过军渡水电站2号发电机组导水机构导叶弯曲连杆频繁剪断的处理[J]. 小水电, 2019(2).
- [4]孙袁, 王伟, 蒋君操, 王君, 周家政, 刘财. 水轮机剪断销剪断原因分析及处理[C]//抽水蓄能电站工程建设文集 2019. 2019: 282-285.
- [5]刘艳梅, 孙宝坤, 魏源. 某水电站导叶错位报警方式存在问题与改进[J]. 电工技术, 2020(24): 87-88+90.
- [6]陈炼红. 水轮机剪断销剪断处置流程的思考[J]. 水电站机电技术, 2020, 43(11): 1-2.
- [7]赵远新, 吴博, 杨墨宇, 张春龙. 龙口水电站机组停机不成功原因分析及处理[J]. 内蒙古电力技术, 2018, 36(03): 93-97.
- [8]王少榕, 陈鸿雁. 潮州供水枢纽电厂导水机构事故的处理分析[J]. 甘肃水利水电技术, 2009, 45(4): 3.