

田湾河流域水电站冲击式水轮机应用

王容

(四川川投田湾河开发有限责任公司,四川成都 610213)

摘要:田湾河流域梯级水电站六台机组自投产以来,常发生转轮气蚀磨损严重、调速器折向器蝶簧断裂损坏、调速器喷针反馈链条断裂等故障。针对上述问题,多次组织专业技术人员进行技术分析以及现场试验论证,最终使上述问题得到了解决。

关键词:田湾河流域水电站;冲击式机组;水轮机;应用

中图分类号:TV7;[TV734.1]

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2016)02-0093-02

1 概述

水轮机是一种将河流中蕴藏的水能转换成旋转机械能的原动机。水流流过水轮机时,通过主轴带动发电机将旋转机械能转化成电能,水轮机与发电机连接成的整体称为水轮发电机组,它是水电站的主要设备之一。

冲击式水轮机将水流能量转换为高速水流的动能,再将其转换为机械能,工作时转轮始终处于大气中,来自压力钢管的高压水流在进入水轮机之前已经转变为高速射流,冲击转轮叶片作功。

冲击式水轮机主要适用于高水头、小流量的水电站,又可分为:水斗式、斜击式、双击式。

斜击、双击式水轮机构造简单,效率低,主要用于小型水电站。

目前,水斗式水轮机是冲击式水轮机中应用最广泛的一种机型,其应用水头一般为300~2 000 m,目前最高应用水头已达到1 771.3 m(澳大利亚的列塞克-克罗依采克水力蓄能电站,水轮机出力 $P=22.8\text{ MW}$)。

2 田湾河流域水电站冲击式水轮机的组成

田湾河公司所辖三站六台机组均为冲击式机组,三站均采用奥地利维奥公司生产的六喷六折调速器。金窝水电站140 MW冲击式水轮机是目前国内乃至亚洲单机容量最大的冲击式水轮机,其运行最高效率达91.58%,为世界领先水平。

田湾河冲击式水轮机主要由转轮、喷嘴机构以及附属的折向器、挡水板、配水环管、机壳、稳水栅等组成。转轮主要由轮盘及水斗组成,水斗共

21个,沿轮盘均匀分布。

喷嘴机构由喷管体、喷针、喷嘴和喷针操作机构组成。喷嘴是冲击式水轮机的导水部分,由压力钢管引来的水经过喷嘴形成高速射流,以最优方向射向斗叶并保证其水力损失最小。通过调节喷嘴内的喷针来调节射流的流量,改变水轮机的出力。

折向器是冲击式机组防止飞逸的有力保障,折向器安装在喷嘴附近的固定铰轴上,由喷嘴的控制机构通过串联操作机构控制。由于冲击式机组水头较高,压力钢管较长,当机组甩负荷时,由于压力钢管水击压强升高限制,不允许喷嘴和进水球阀在短时间内关闭,而较长的关闭时间将使机组转速升高甚至飞逸。折向器的主要作用便是在短时间内使射流偏流不射向水斗从而有效地防止了机组飞逸。

各喷嘴和折向器之间没有杠杆联系,全部由油压直接控制。每个喷管均设有一个折向器,其采用油压开启、弹簧关闭。折向器在正常运行时不和射流接触,动作时在4 s内偏转全部水流,紧急停机时迅速关闭折向器。喷嘴与折向器之间的关系见图1。

挡水板设置在喷嘴上,由螺栓和喷嘴机构连接。水流经喷嘴变成射流,以一定方向冲击转轮而使转轮旋转完成能量转换,大部分水流进入尾水,但部分水流经过水斗后变成杂散水流对喷嘴机构造成冲击,影响喷针及喷嘴的正常运行。设置挡水板的目的是改变杂散水流的方向,保护喷嘴机构。

收稿日期:2015-11-10

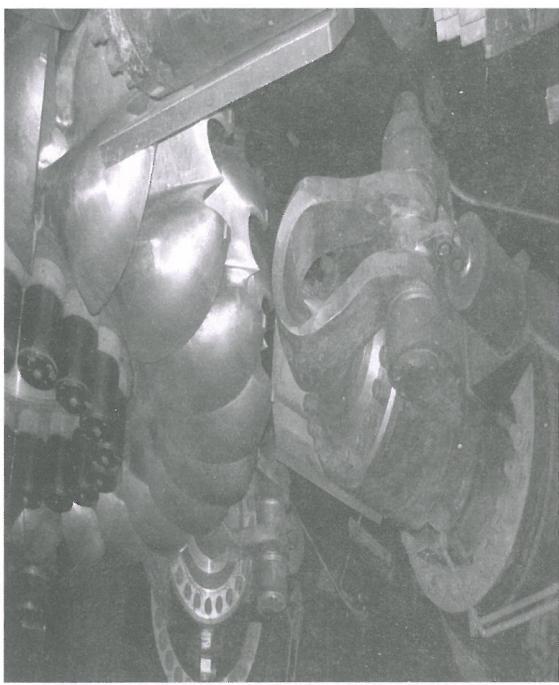


图1 喷嘴与折向器关系示意图

稳水棚(平水棚)安装在机壳内、尾水之上,其主要作用是稳定转轮流岀的水流且在检修时起支架的作用,避免冲刷尾水渠。

3 田湾河流域水电站冲击式水轮机应用现状

从2007年11月大发水电站首台机组发电至今,田湾河流域水电站冲击式水轮机在实际使用中总体良好,但也出现了一些重大缺陷,公司对这些缺陷进行了有效处理及设备改造,进而优化了设备工况。主要实例如下。

(1)三站机组转轮气蚀、磨损较严重。转轮气蚀及泥沙磨损过大时会造成转轮(水斗)机械强度下降,易发生机械事故,同时导致水轮机工作效率下降(图2)。



图2 气蚀后的水斗

针对水轮机转轮气蚀、磨损严重这一现状,我公司组织专业技术人员多次进行技术分析以及现场试验论证,所得出的结论是由于冲击式机组

水头较高,加之河道取水泥沙较重,携带泥沙高射流冲击水斗致使水斗磨损严重。过流表面局部水体流速增高、压力降低汽化而产生气泡,气泡的形成、发展、溃裂及对过流表面产生的物理作用使得水斗气蚀严重。我公司技术人员经多次与厂家技术人员沟通、分析,最终厂家技术人员对水斗斗叶线型进行了局部修整,使斗叶气蚀得到了有效改善。在机组的运行过程中,要求运行人员尽量不取夹杂泥沙较重的水、增加引水明渠的冲沙次数以使水质得到改善,从而减缓了转轮的磨损程度。通过这些措施,大大提高了转轮的使用寿命,确保了机组的高效出力。

(2)喷嘴口环和喷针头均出现缺口。针对该项缺陷,公司专业技术人员讨论分析得出的主要结论是:喷嘴口环和喷针头受到射流中泥沙的高速冲刷影响,破坏了喷针头及口环的耐磨层后,口环、喷针头磨损加剧以至出现缺口。采取的措施是:首先改善水质,尽量不取夹杂泥沙较重的水,增加引水明渠的冲沙次数以达到改善水质的目的;其次,对被破坏的喷针头和口环及时进行喷涂处理,防止缺陷恶化,出现缺口现象。

(3)喷针、折向器的蝶形弹簧均出现了断裂现象(图3)。

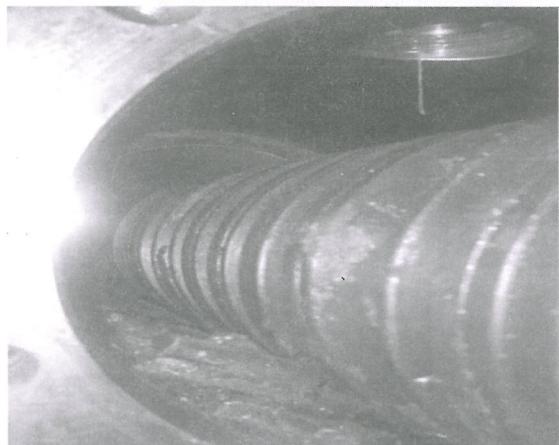


图3 断裂损坏后的折向器蝶簧

对于折向器蝶形弹簧断裂现象,公司组织专题讨论、分析,得出的结论为:由于碟簧材质的含碳量过高,以及单块碟簧压缩行程偏大,在这两项因素的综合影响下致使碟簧缩短了有效寿命。为了彻底解决此项缺陷,经与厂家技术人员研讨并

(下转第97页)

大桥水库水资源,逐步实现安宁河流域梯级电站间的联合调度将是最终解决长期以来上述一系列尖锐矛盾的根本出路。

以下是笔者关于解决上述问题的具体措施:

(1)在电力市场运作中,为了便于水电厂梯级优化调度,对于属于同一个业主单位的梯级水电厂,报价时应将其梯级电站的所有机组合并成一台模拟报价机组,省公司下达计划时也只下达到这台模拟报价机组,然后由发电企业根据自己制定的梯级水电站优化调度方案,将总的发电计划曲线分解到各梯级电站及每台机组。只有这样处理,方能使各梯级电站自己搞好联合优化调度成为可能,并且也增加了发电企业配备发电设备运行状况的灵活性(为确保电网安全运行,对电网有重要影响的操作必须向上级调度部门申报、备案)。

(2)对于业主不同的梯级水电站,由于其是独立参与电力市场报价的,其报价方案和内容由于涉及各企业核心经济利益是作为商业机密而对外封闭的,因此而加大了下游各电站预计未来发电能力的难度。以安宁河流域为例,就存在大桥等大小十多座电站,这些电站基本上均属不同的业主单位,从而使流域联合调度问题尤显突出。

因此,笔者认为:从长期看,在梯级水电站间

(上接第94页)

最终一致认为应对蝶形弹簧进行改造。在保证碟簧弹性力不变的前提下,选用含碳量低、单片行程略小的蝶形弹簧,将碟簧数量由原有的24对改为30对,经过大发水电站一台机的实验,在其运行两年后折向器动作正常,碟簧未再出现断裂现象。现公司正对余下的机组进行逐台改造。

4 结语

应该按照股份制的模式组建联合发电公司或成立梯级调度中心,按照平等自愿、利益共享的原则进行联合调度,以期使上下游电站均得到最大的经济效益,这将是解决这一问题的关键。

(3)作为电力市场运行部门,本着“充分利用水力资源,多发电,合理调度梯级电站”的节能调度指导思想,面对各种复杂的关系和利益纠葛,在确保电网安全稳定运行、实现市场供需平衡的基础上,按照何种原则来协调上下游梯级电站的关系是一个非常严峻的问题。

5 结语

随着电力市场的逐步完善和深化,安宁河流域电厂经营工作将面临许多机遇和挑战,不断涌现出的新问题、新形势要求我们每一位经营工作者要勇于探索,不断更新知识系统和工作方法,顺应电力市场经济规律要求,变革传统的经营管理模式,努力探索新的水库调度和水电经营管理模式,精心安排调度运行工作,不仅要“多发电”,更要“发好电”,提高企业的经济效益。

作者简介:

朱国琼(1972-),女,四川冕宁人,副总经理,工程师,从事水电工程建设技术与管理工作;

刘智(1971-),男,四川南充人,主任,高级工程师,学士,从事电力营销工作。
(责任编辑:李燕辉)

针对上述存在的问题,有的已通过技术改造、优化处理得到解决;有的虽暂未解决,但也已联系厂家,同时加强了对相关数据的测量、对比和跟踪分析,伺机解决。

作者简介:

王容(1979-),女,四川大竹人,工程师,从事水电站运行技术与管理工作。
(责任编辑:李燕辉)

关于四川水力发电科学技术奖励的通知

各有关单位:

根据《四川水力发电科学技术奖励办法》(试行)的规定,经四川水力发电科学技术奖励委员会的审核批准,决定对2015四川水力发电科学技术奖获奖项目(共18项)给予奖励并通报表扬。

现将四川水力发电科学技术奖奖励通报印发给你们,请认真做好获奖项目的推广应用工作,使科技成果在水力发电生产建设中进一步发挥作用,取得更显著的效益。

附件:2015四川水力发电科学技术奖授奖项目(见139页)

二〇一六年一月七日