

龚嘴水电站厂房进水口拦污栅问题浅析

朱晓章

(龚嘴水力发电总厂, 四川 乐山 614900)

摘要:通过对龚嘴水电站地上地下厂房拦污栅运行及破坏的对比分析,总结了运行维护的主要经验,提出了后期的改进和设想。

关键词:水电站;拦污栅;运行;管理

中图分类号:TV732.2

文献标识码:B

文章编号:1001-2184(1999)04-0048-02

龚嘴水电站位于四川乐山沙湾境内,长江支流大渡河的中下游,是一个以发电为主,兼顾漂木等综合利用的大型水利枢纽工程。工程是按“高坝设计,低坝施工”的原则进行建设开发的。低坝壅水高约50 m,最大坝高85 m,电站总装机容量70万kW,保证出力17.9万kW,多年平均年发电量34.18亿kW·h,设计年最高漂木量160万m³。

工程于1971年12月首台机组投运以来,已安全营运近30年,到1998年底,累计完成发电量达900.50万kW·h,实际年最大放漂量超过100万m³,取得了较大的社会效益和经济效益。

1 拦污栅运行条件及破坏情况

电站7台10万kW机组,分别安装在左岸(3台)的窑洞式地下厂房内(简称下厂)和右岸(4台)地面厂房内(简称上厂),其中每台机组前装有五槽30片活动式拦污栅,单扇平面尺寸为3.5 m×4.5 m,重约2.5 t。随着库区泥沙淤积的发展,坝前水流流态与建库初期迥异,使得下厂3台机的连通式拦污栅与上厂每台机的独立式拦污栅的运行条件相差甚远。经过多次的拦污栅水下录像检查和更换设备时发现,上厂拦污栅运行工况良好,几乎没有受到破坏,栅条上附属杂物也不多,基本上不影响过流。运行25年后于1997年3月首次提出检查、更换的拦污栅,除锈蚀严重(锈蚀深度2~4 mm)和连接板失效(约为40%)外,栅体本身结构完好,仅发现有个别栅片脱落现象。而下厂拦污栅尽管平均更换周期为5~8年,每次仍有结构主体变形情况发生,特别是近年出现过机组突然关闭导叶的运行方式后,个别拦污栅甚至发生严重扭曲、脱落现象。

1.1 地下厂房进口拦污栅破坏原因分析

经过对下厂拦污栅的工作条件和运行状况初步分析后,笔者认为,造成以上破坏的原因可以归纳为以下几点:

1.1.1 栅面堵塞,水流不畅

下厂拦污栅特别是底部2~4扇的栅格,经常被各种杂物堵塞,严重时堵塞过水面可达95%以上,仅剩下局部漏斗状小孔过流,形势十分严峻。栅面堵塞后,在正常运行方式下,再加上水面漂木的阻挡,常造成栅前栅后压差增大,实测最大达4.1 m,远远超过设计允许值,使拦污栅受力条件恶化;在迅速关闭导叶的非常情况下,反射的水击波受阻,骤然作用于栅体上,导致变形,甚至破坏。

1.1.2 拦污栅结构设计不合理

锁定销连接也容易失效。一是主梁刚度不够;二是栅片顶部及底部悬臂部分连接薄弱;三是栅片由圆钢串接,自由度大。主梁刚度不够,导致框体容易变形,甚至在连串吊装时,也会发生主梁弯曲。栅片的安装及固定方式,引起拦污栅在工作中的振动加剧,容易造成连接板穿销螺栓磨断和拦污栅整体的工作疲劳,强度降低。特别是穿销螺栓破坏后,连接板失效,使每槽拦污栅分成了几段,不能整体上提,维护、更换相当困难,必须辅以潜水员水下作业才能实施。工作效率不高,成本也大大增加。

1.1.3 机组的非常运行方式

如上面所述,拦污栅栅面堵塞,且连接板失效后,造成极端破坏的直接原因是机组导叶迅速关闭形成的水击波的冲力。

1.2 地上、地下厂房拦污栅运行条件对比

上、下厂拦污栅运行工况的对比,实质是栅面吸附杂物量的对比。至于为什么同一电站的两个进水口会出现如此大的差异,笔者有以下几点认识:

1.2.1 水流流态的差异

龚嘴水库运用26年后,与建库初期相比,坝前

水下地形变化很大,泥沙淤积后使左侧成为主流深槽,右侧为回流淤滩。由于主流挟带能力强,从上游漂下的杂物相对偏向主流较多,因此左岸下厂进水口进渣量较上厂多得多。这是最主要的原因之一。

1.2.2 过栅流速的差异

下厂拦污栅过栅流速较上厂拦污栅过栅流速大,因而吸渣能力强。这是进渣量大的又一个因素。由于下厂拦污栅底坎高程为 504.00 m,比上厂拦污栅底坎高程(494.00 m)高 10.0 m。库水位一般在 521.00~528.00 m 间运行,而每槽 6 扇拦污栅的总高度为 27.0 m。因此,上厂拦污栅总是全断面过水,而下厂 3 台机拦污栅过水断面随水位降低而减少。在相同引用流量下,各水位上、下厂拦污栅的理论计算流速比见表 1。从表 1 中还可发现,越是来渣量大的汛期,这种流速差越大。

表 1 上、下厂不同水位下的过栅流速比

水位/m	521.00	522.00	524.00	526.00	528.00
上厂过栅流速	V_0	V_0	V_0	V_0	V_0
下厂相对流速	$1.59V_0$	$1.50V_0$	$1.35V_0$	$1.23V_0$	$1.13V_0$
备注	汛	期	枯	水	期

1.2.3 连通式布置的可能影响

在布置上,上厂拦污栅为每台机独立且分隔开的,而下厂 3 台机拦污栅后是连通的。龚嘴电站很长时间是四川电网的第一调峰调频电站,负荷增、减,机组开停相当频繁。过栅水流流向、流态的变化,本应有益于减少栅面吸附物,但由于下厂拦污栅后是连通的,单台机的开停或开度增减,对流态影响不明显,3 台机全停的情况概率很低。而上厂的某台机组停下来后,由于其相邻机组尚在运行,水流流向的变化,会使原缠绕、吸附的杂物得以松动,有利于拦污栅的运行。

2 拦污栅的运行维护措施

为保证机组进水口拦污栅的安全运行,针对工程兼有过漂效益的特点,设计上对上、下厂分别考虑有拦漂工程。在 90 年代以前,为防止大量漂木直接挤压拦污栅发挥了很大的作用。但随着过漂量的减少(由设计的 160 万 m^3 到 20 多万 m^3),这种效果越来越小。因为拦漂设施无法避免沉木、半沉木进到拦污栅前。20 多年来,电厂对拦污栅的运行维护,根据不同阶段问题的重点,采取了不同的方式。

2.1 沉木打捞

沉木、半沉木较多的前期,主要以水下沉木打捞为主,保证进水口前清洁为主,并辅以对水面半沉

木、杂物的排放以及水下拦污栅录相检查。一般下厂拦污栅前沉木打捞每年在 100 m^3 以上。

2.2 拦污栅清渣

随着上游可砍伐木材量的减少,过漂量及水下沉木越来越少(每年在 20 m^3 以下),而代之以上游城乡经济发展伴随的工农业废渣和生活垃圾的增多,每年对拦污栅的检查、清渣、更换工作就显得越来越重要。为提高清渣和倒换拦污栅的工效,还对拦污栅的锁锭装置进行了改装,保证了灵活、省力。近四年每个检修期仅下厂就倒换拦污栅 200 扇次以上。

2.3 拦污栅结构改造

针对龚嘴电站拦污栅运行条件日益恶化的现状,电厂对新制备用的拦污栅进行了多次改进,并逐年选择更换,以期能提高拦污栅的安全可靠性,也收到了明显的效果。主要进行了两个方面的改进:一是框架结构方面,加大了上下立梁截面尺寸,在立梁与边梁连接处增加了斜向筋板,还改变了拦污栅栅片的穿套连接方式,并把拦污栅栅片的上、下悬臂部分的连接钢板加厚。这些改进均提高了框架的整体强度和刚度,还减小了栅片的自由度,减轻了振动疲劳。二是扇与扇之间连接板穿销方式改进(见图 1)。改进前的螺杆易于从连接板的椭圆长孔中滑出,改成 $\phi 10$ 的长钢筋将销子成对串接后,减少了脱落的可能。显而易见,这种改进还避免了拆卸锈蚀螺帽的困难,装拆都更为简便。

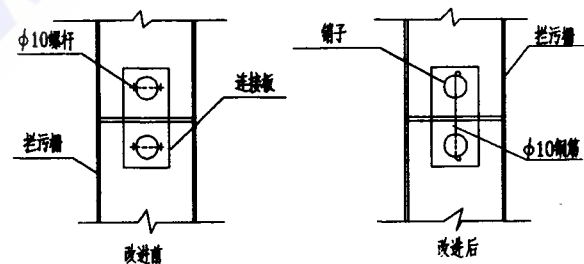


图 1 拦污栅连接示意图

2.4 利用水力排渣

汛期下厂拦污栅前漂木及杂物堆积过多时,通过短时段内减少下厂负荷,加大门孔开度,形成往门孔方向的较大面流,利用水力作用排渣,也是一种行之有效的措施。

3 后期拦污栅的维护目标

龚嘴电站上、下厂拦污栅运行工况的差异,其实是上下厂进水口吸附杂物的条件及能力的不同,

这为后期可能进行的对拦污栅运行工况的改善

(下转第 52 页)

4.2 平均无故障工作时间 MTBF

系统平均无故障工作时间:

$$MTBF = T / (n + 1)$$

$$= 1\ 348(\text{h})$$

4.3 系统可用度 A

$$A = MTBF / (MTBF + MTTR) \times 100\%$$

$$= 96.3\%$$

4.4 系统平均维修时间 MTTR

$$MTTR = \text{总故障时间} / \text{站数} = 52.5(\text{h})$$

从以上几个参数看,改造后的系统在功能以及在系统畅通率上都有很大提高,达到了预期目的。

5 存在的问题和建议

该卫星系统是在原短波系统的基础上,经过短波改造试验和卫星组网 1:2 系统试验,经充分论证后才进行的。从试用的结果看出,其成效是非常明显的,畅通率和可用度均得到很大提高,能满足水库调度、防洪渡汛的需要。同时该系统改造成功后也为那些交通不便、通讯困难的高山地区建立水情测报系

统提供了值得借鉴的经验。

统提供了值得借鉴的经验。

从该系统的试运行情况来看,也存在一些问题,需引起重视。一是“雨衰”问题。南方地区降雨强度一般要比北方大。降雨对电波引起的信道衰减也更大,因此“雨衰”更不容忽视。目前解决这一问题是采取增大天线尺寸的办法。如我厂在试运行期间就曾发生过降雨时通道中断现象,后经与设计单位研究后,将原沙湾中心站天线从 1.2 m 改为 1.8 m,到目前为止还未发生因降雨引起的通道中断现象。二是系统网管中心的运行软件问题。由于水情自动测报系统工作的时间性很强,基本上要求整点工作。因此在每日的整点时间分配给每一测站的工作时间是随着测站的增加而减少。而在不同系统间,由于受各种原因影响,可能发生工作时间重叠的现象,从而造成通道拥挤、产生“堵时”。建议在建设过程中除了要作好各系统间的协调外,还要在软件上很好地运用分频分时技术。

作者简介:

张祥金(1962年一)男,四川洪雅人,龚嘴水力发电总厂水工部副主任,高级工程师,学士,从事水文管理工作。

(上接第 49 页)

工作,提出了方向和思路。考虑到生产、技术及财力等条件,为保证拦污栅的长期安全运行,笔者认为应按以下三种目标考虑。

近期目标:坚持每年枯水期结合停机检修,对逐台机组的各槽拦污栅提出水面进行检查、清渣、更换和处理,这种方式效果十分明显,但工作量较大,且时间要求强,只局限在枯水期实施。中期目标:为能处理汛期拦污栅前的大量堆渣、漂木,还应考虑一种能随时投入清渣的装置,以便应付突发事件发生。长期目标:采取必要的工程措施,调整坝前主流深槽位置,或减缓过栅流速。如在左岸适当位置筑一“丁坝”,或是降低下厂拦污栅的进水口底坎高程,增大过流面等。

4 结 语

(1)随着龚嘴电站服役时间的延长,虽然上游漂木量逐渐减少(甚至没有),但工农业生产及生活废渣对拦污栅的威胁日益加重,在没有更好的解决办法之前,每年应坚持枯水期对拦污栅的定期检查、清

渣、处理或更换零部件,是十分必要的。近几年处理后,可维持下厂拦污栅前后压差在 1.0 m 以下。

(2)短时期内,龚嘴电厂下厂拦污栅的运行条件未得到改善之前,应尽量避免机组导叶突然关闭的运行方式出现,以免造成拦污栅的严重破坏。特殊情况下,如条件许可,可采用短时段减轻下厂负荷加大门孔出流(尤其是邻近下厂门孔),改变面流方向拉渣的方式,效果也很明显。

(3)龚嘴电站的例子较好地说明了,位于河流中下游的水电站,采用可更换的活动式拦污栅是很合理的,但同时成库后拦污栅前的水流流态问题也应予以重视。

(4)电站枢纽是一个造福社会的综合工程,电站的安全营运,除了电厂自身应加强管理、科学维护外,还有赖全社会的大力支持。在此呼吁上游沿岸群众,增强环保意识,尽量少向河道弃渣,减轻电站运行维护的压力。

作者简介:

朱晓章(1964年一)男,四川射洪人,龚嘴水力发电总厂水工部主任,中国水力发电工程学会水文泥沙专委会委员,高级工程师,学士,从事水电厂水工水文专业技术及生产管理工作。

欢迎订阅 欢迎投稿 欢迎刊登广告