

铜街子电站溢流门液压启闭机改造

陈朝禄

(龚嘴水力发电总厂,四川乐山 614900)

摘要:铜街子电站溢流门液压启闭机系统,设计上采用液压双向操作机构,由于活塞杆和活塞缸两绞点跨度大,活塞杆又为一细长柔性杆,因此,在压杆状态下失稳、活塞杆弯曲、表面拉伤、油封失效,危急安全。为此我厂对该设备进行了技术改造,解决了这一难题。

关键词:活塞杆损坏;解决办法;改造措施

中图分类号:TV741;TV664+.2

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(1999)04-0016-02

铜街子电站是大渡河下游最后一级电站,装机容量为 4×150 MW,整个水利枢纽工程兼顾发电、防洪、过漂等功能。大坝配置了5孔溢流门,它的使用运行好坏,将直接关系到电厂安全,而且还严重地影响下游人民群众生命财产安全。

该溢流门操作控制系统为液压机构,由成都院设计,夹江水工机械厂制造,整个结构布置紧凑,操作简单方便。

1 设备改造前状况

该系统安装投运以来问题较多,一直不能正常运行。水电七局代管期间,闸门运行时曾频繁发生活塞杆弯曲现象,活塞杆表面严重咬伤,油封损坏,系统建不起油压,闸门及启升系统产生振动、阀组操作系统失灵等故障,给水库调度和防洪带来极大困难。

七局曾多次请设计、制造厂家和安装单位现场研究解决,花费大量资金、人力、物力来更换数根活塞杆,增设油缸支撑、更换油封,处理油缸端盖,历时几年,才基本解决。移交后的闸门操作系统,在用自动操作程序关闭闸门时,为避免损坏活塞杆需留200~500 mm左右开度,再用手阀人工排压,靠水压和闸门自重关闭,给自动操作带来许多不便。这些潜在隐患引起了我和主管局领导极大关注。在生产资金很困难的情况下,挤出一部分安排解决。

2 存在的主要问题及原因分析

为了摸清情况,首先研究了在七局管理期间所更换下来的关键部件——活塞杆,将活塞杆损坏

状况作了深入分析后得出,数根损坏部位大致相同,均出现在活塞杆和门体联接处;一是永久弯曲,二是活塞杆和油缸端盖接触的下部出现严重咬伤,活塞杆表面出现深沟、表面毛刺飞起,沟长1 m至2 m不等,在闸门试验过程中(无水状况下)落门时闸门呈跳跃式下落,活塞杆出现弹性振动。从操作系统原理图来看,闸门启闭均采用液压油操作,从主阀系统配置来看,仅在油源侧配置安全阀和调速阀,而调速阀只能在安装试验时手动调整,运行中若有差异就无法修正,在两液压缸上只设置一个高度指示器,因此在运行中无法确定闸门是否发生倾斜。

通过对液压原理、系统布置、设备损坏状况的分析后得出,是电站溢流门液压操作系统出现这些问题。如果我们再按原设计思路进行局部改造,是无法完善该系统的,因此,只能从原理上修改,另选其他途径才有可能改善其状况。

由于闸门的位置决定了液压缸只能倾斜配置,活塞杆行程大,最大达10 500 mm,在闸门关闭时,油缸和活塞杆两绞点最大跨度为20多m,但活塞杆直径仅220 mm,活塞杆直径和两绞点的跨度比 $L/d \approx 100 > 15$,总体为一根细长的柔性杆。这样一套系统,采用双向液压操作,在压杆状态下,轴向应力远未达到损坏应力时,活塞杆就开始发生纵向弯曲损坏。由于液压缸倾斜使用,即使是在无轴向压力情况下,因受自重影响,也会造成较大的变形,使活塞杆在出口处与活塞缸端盖产生较大的接触应力。运行中在自重弯曲变形的基础上,处于压杆状态下活塞杆的附加应力激增,致使活塞杆在接近全伸出状态时,局部开始屈服造成永久弯曲,以及在活塞杆与油缸端盖下部接触处产生过大的接触应力,超过活塞杆材料的屈服极限,引起咬伤和拉扯坏活塞杆表面等现象发生。

在无水状态下,由于闸门自重回复力矩和闸门侧水封的静摩擦力形成的阻力矩接近,使闸下落时呈跳跃状况,使活塞杆大幅度振动变形,也是使活塞杆损坏诱发因素之一。

另外,调速阀和高度指示搭配不理想,高度指示只能显示闸门总体所处位置,不能有机反映两液压缸同步工作状况。假如由于某种原因闸门一侧卡阻,两活塞杆伸出长度一长一短,闸门处于倾斜状况时,该系统是无法判别和调整,这种情况势必加大启升压力和损坏设备。

3 主要的改造措施

经过对整个系统仔细分析,笔者认为可以在现在系统不作太大的变动和过多的投资情况下,是有可能得到完善解决的。

3.1 改有压落门为自重落门

由于弧形门的特点,启升力比平板门小,工作过程中油压变化也不大,在各种水位条件下,闸门均有自关能力,成勘院的设计说明了这一情况,笔者对闸门几种开度工况下受力计算,也证实了上述结论,另外在该系统上也配置了手动落门的阀门,实际工作中也可以手动操作阀门落门,基于整个系统这一实际,改双向液压操作为单向液压操作系统。油泵只负责闸门提升,靠闸门自重落门,这样将有效的克服柔性杆这一致命弱点,排除了压杆失稳破坏的制约,只考虑活塞杆拉伸强度,问题就简单和容易解决了。

3.2 适当增加配重

在自重落门的条件下,在闸门上适当增加一定的配重。这样做有两个好处,第一,有可能减小闸门小开度的振动区(水流不稳定造成),可使闸门调整调度更加灵活。第二,增大闸门的回复力矩,会有有效的克服由于闸门侧水封的磨擦力产生的阻力矩,改善闸门落门时平稳不产生跳跃,使液压系统运行平稳;增加配重量多少应以启升力、油压、活塞杆强度以及其它一些制约因素为准进行计算校核,并留有适当余地以增大闸门落门时的安全度。

3.3 更新原液压控制组阀

在阀组系统上再行增加一组专门控制落门操作,该阀组受控于高度指示系统控制,落门速度可综合各种因素考虑为一个适当值。

3.4 增设纠偏装置

在高度指示上,应在两液压缸上同时设置,并装设调差装置,可控电磁阀,用 PLC 控制纠偏,确保两活塞杆行程偏差在许可范围以内;保证闸门在运行

中不倾斜。

3.5 使用高质量的密封件

为使该系统长周期安全运行,应选用性能良好可靠的密封件。端盖套材质选用硬度低于活塞杆材质的铜合金,密封间隙配合尺寸应满足高油压要求。

3.6 增强控制功能

电控系统应选用功能齐全,可靠的 PLC 控制器。实现在现地和远方的可靠控制。

4 改造工程实施情况

从 1998 年开始,我厂对电站溢流门液压起升机构按上述方案进行改造,至今已改造了 1 号、2 号、4 号、5 号四孔溢流门,更换了原控制组阀,修改了原闸门操作流程,改活塞杆双向液压操作系统为单向操作,避免了活塞杆受压工况出现,成功地实现了闸门依靠自重关门目的。溢流门改造后,最长的运行时间已 2 年,实践证明,改造后的液压活塞杆未发生永久性弯曲和表面拉伤情况,使油封的工作面得到了保证,延长了油封的使用寿命。

更换了原闸门高度测量仪,改原来测量活塞缸夹角变化为测量活塞杆行程,提高了测量精度。电气柜采用 PLC 控制,减少了许多中间继电器接点转换,提高了溢流门自动控制的可靠性和灵敏性,实现了运传、遥控自动功能。

5 改造后设备尚存在的问题

目前,改造后的溢流门操作控制系统,由于设计和技术原因,有些目标尚未实现,原拟采用高性能进口密封件,但未能使用上,本次改造只好使用普通密封材料。这样就可能缩短检修周期间隔。原想每缸装设一个高度传感器,监视测量活塞杆伸出长度及差异,随时准确了解工作门开度及工作门和门槽的相对运行状况,再配以电磁调速阀,通过 PLC 进行判断和纠正,目前未能实现。改造后,活塞杆跳跃问题未得到解决,究其原因可能是侧水封装配过紧造成还是其他原因,还须观察研究解决。

通过这几年对溢流门的改造工作,使溢流门的状况得到很大的改善,但遗留问题也不能忽视。今后我们将进一步和科研单位、设计单位合作,逐步解决遗留问题。使设备健康水平得到进一步提高。

作者简介:

陈朝禄(1945 年—),男,四川峨边人,龚嘴水力发电总厂副总工程师,高级工程师,长期从事水电厂检修及技术管理工作。