

非接触式主轴密封替代的实践

何 军，李 慧，洪学亮，刘知雨
(四川大川电力有限公司,四川 雅安 625605)

摘 要:对水轮机组的主轴密封的替代,需要针对水电站的实际情况,采取简单、方便、实用的处理措施。在不对主体结构进行改变的情况下,对水质、机组机型等因素进行具体分析,选择最为科学的密封结构,不仅能达到较好的密封效果,也能使密封结构安装和维护更加简便,提高水轮机组运行的效率,从而保证水电站供电质量。

关键词:大川电厂;主轴密封;漏水;替代处理;效果

中图分类号:TK733+.1;U464.133+.4;TM358 文献标识码: B 文章编号:1001-2184(2015)06-0172-03

0 引 言

大川电厂是四川大川电力有限公司在大川河流域梯级开发的五个引水式电站的总厂。其中的两个电站佛山和长石坝均始建于2003年,装机容量分别为2×11 MW和2×10 MW,2006年这两个电站共四台机组投产发电,机组均系重庆水轮机厂生产的混流式机组,机组型号为HLA548-LJ-135,转轮直径1.35 m,设计水头150 m,额定流量7.05 m³/s,额定转速600 r/min。

大川电厂的佛山电站和长石坝电站的4台混流式机组的原主轴密封为不接触间隙直槽密封。投运以来,逐渐暴露出密封效果较差、使用寿命短、维护检修困难等一系列问题。尤其是在汛期,水的泥沙含量较高,主轴密封工况恶劣,密封环磨损严重,在运行期间出现严重漏水现象,给安全生产带来隐患。为此,本文对该非接触式主轴密封进行了研究分析,将之替代为接触式水压端面水压密封,实践结果表明取得了良好的效果。

1 非接触式主轴密封存在的问题

这4台混流式水轮发电机组自投运以来,主要存在的问题如下:

(1)主轴密封装置磨损严重,甩水严重,出现了大量漏水现象,几乎水淹水车室,引起效率下降、电站不能正常运行,造成重大的经济损失。因而采取了在水车室安装水泵强排水的措施。原主轴密封为不接触间隙密封,它是在主轴的密封位置处,设置有一可更换的不锈钢抗磨套与主轴一起同步旋转,由于此结构存在拆卸或安装困难,一

般检修时间在80个小时左右。

(2)主轴密封装置更换周期短。使用寿命两年,第一年更换易损件,主轴密封内梳齿及空气围带,第二年主轴密封整体更换,维护成本高。

(3)维护工作量大。技改前所用的密封的橡胶圈机械磨损量大,使用寿命短,磨损量大的要进行更换,增加维护工作量。另外橡胶圈的摩擦阻力也大,也增加水轮机的机械损失。每年维护时要拆除水轮机轴承、轴承支架及其部件,为确保机组在丰水期安全运行必须每年维护,严重增加检修工作量及工作中安全风险。

2 主轴密封装置漏水原因

原主轴密封厂家设计时考虑的三个主要使用条件:

密封下面的顶盖水压力应该保持在0.3 MPa~0.5 MPa范围内,否则,压力增大破坏了密封环境,密封效果大大降低。

对装配要求高:其垂直度在0.1 mm内。单侧间隙在0.2 mm~0.3 mm内。

对流水水质要求:年平均过砂含量:2.213 kg/m³。

然而目前运行条件基本达不到密封要求,主要表现在以下三个方面:

机组运行两三年后顶盖压力就达到0.6 MPa~0.8 MPa之间,这是由于水轮机叶片和和各部止漏环间隙的增大,渗漏增大的原因。运行两三年后机组的稳定性和出力尚好,能够满足运行要求,但是在2~3年内机组的顶盖水压力已突破了密封的使用条件,这种情况下即使更换新密封,效果

收稿日期:2015-10-29

也不好。

装配要求高,由于使用环境差,往往过一个汛期后在杂木和其它推移质的卡阻下,机组轴线偏移增大,达不到要求,导致偏心情况下漏水量增大。

大川河实际泥沙含量在三个月汛期就超过了年泥沙含量的 3~4 倍,导致当年更换新密封当年报废。更换密封难度大,由于机组水头高水机室空间小,更换时必须将水机轴承部份全部拆除,且不能断轴检修(断轴检修属于大修范畴)只能将部份零件悬挂在操作人员上方,这样安全风险大且更换时间长。

3 主轴密封装置替代处理

根据主轴密封装置甩水漏水原因分析,针对大川河流域特点和水轮机的运行条件,经过考证、筛选,提出了将原主轴密封装置替代的解决方案。即采用另一种密封型式——混流式水轮机分体式止漏环工艺改造,替代现有的非接触式主轴密封,以满足延长机组密封使用寿命和检修更换方便,提高维修效率等需求。具体密封形式采用水压端面密封,其工作原理与机械端面密封相同,区别只

是把机械端面密封的滑动架改为由水压驱动的活塞式橡皮圈,中间开几个孔,清洁水通入活塞式橡皮圈中间,通入的润滑水水压调得比被防水压稍高一点,使门型活塞与转动环既有接触又有润滑并防止泥沙进入密封面。

如图 1 所示,替代后的分体水压式密封结构。主要由主轴密封体、抗磨环、主轴密封罩、转动环和橡胶活塞环组成。其工作原理是抗磨环直接加工在联轴螺栓保护罩上,橡胶活塞圈位于由密封压盖和密封挡环形成的槽内。橡胶活塞环在来自外界压力水和自身重量的作用下,紧贴在抗磨环上,使水轮机与顶盖上迷处漏水受到阻碍,不能直接流向顶盖,从而达到封水效果。活塞的运动部分与固定部分之间有间隙,活塞运动的动力是压力水源。经过测量,水轮机内部做功的压力水,在经过顶盖迷宫式梳齿密封减压后,其泄漏水压力小于 0.2 MPa,而机组的技术供水水压一般为 0.25~0.35 MPa,其压力可以满足活塞动力,通过设置供水阀门调节压力,使压力水的作用既能推动活塞移动达到密封的需要,又不致因压力过高从自身的间隙溢出,造成新的漏水。

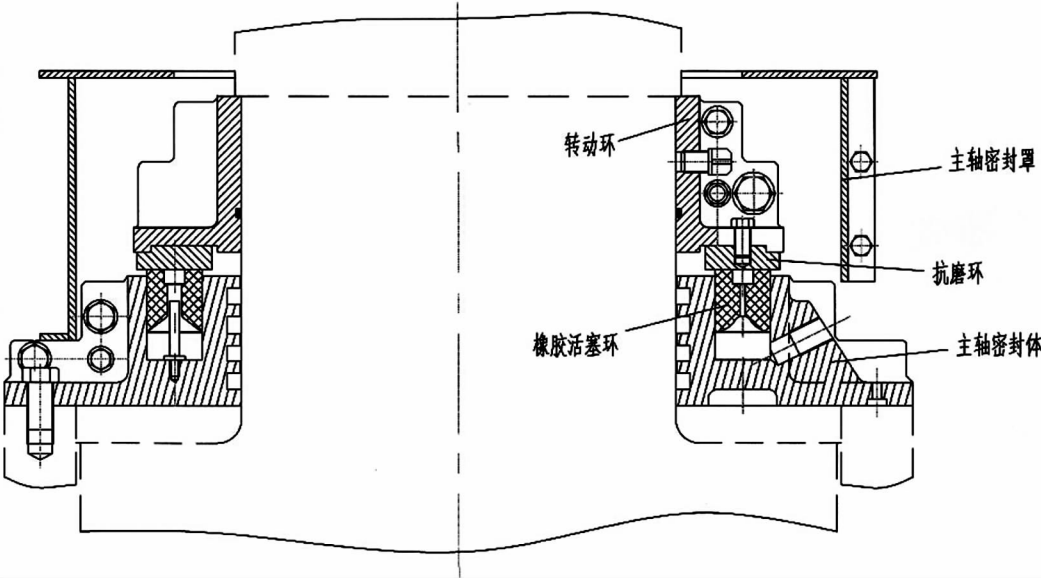


图 1 分体水压密封结构

4 主轴密封装置替代后的效果

替代后的端面水压式密封结构,以橡胶活塞环和转动抗磨环为主体。该结构安装调整简单、维护方便,适用于 150 m 以下水头的混流式机组,其使用在顶盖压力范围在 0.4 MPa~0.6 MPa 压

力内。最大的优点在于当水质较差,泥沙含量较高,大于 2.213 kg/m³ 时,泥沙不直接磨损橡胶活塞环,而是磨损特殊材料制成的转动抗磨环,因而可以延长密封橡胶活塞环的使用寿命,使用周期 2~3 年,水质好时可维持一个大修周期。另

外,密封橡胶活塞环在清洁水压力的作用下运动,使密封端面与转子的抗磨环接触,同时清洁水又能通过端面密封内的孔达到密封端面,使密封端面与抗磨环之间形成一道水膜,从而达到密封效果。同时,端面密封的密封端面与抗磨环之间的水膜还具有一定的润滑作用,能防止密封圈的下端面过快磨损。因而,替代后的主轴密封装置主要产生了如下效果:

(1)运行安全可靠。从技术分析可以看出,替代方案采用橡胶活塞环和抗磨板的结构型式,抗磨板采用特殊的抗磨材料提高了密封件的抗磨损性能,增加了密封的使用寿命,保证了机组的安全运行。

(2)降低运行成本,维护方便。对于密封装置,备件抗磨板、橡胶活塞密封,无须其他备件。其主轴密封装置使用周期 2~3 年,水质好时可维持一个大修周期,大大降低了运行成本。间隙式直槽密封,对技术供水水质要求较高,而技改后的主轴密封装置对水质要求低,减少了运行维护的费用。

(3)提高发电效益。替代后的主轴密封装置,在涨洪水含泥沙严重的情况下,机组不停机需要保厂用电,将密封损坏时,不需要将水机轴承部份全部拆除,只需要更换转动抗磨环即可。抢修一天就可恢复发电,可在原基础上可节约 2~3 天,从而提高了发电量。改造后能满足目前运行维护要求,主要带来了三个方面收益:

①改造后不需要新安装顶盖排水泵来进行强排,可减少水泵购置及维修费用,每年可节约购置及维修费达 2 万元以上;

②由于排水泵的水二次注入集水井,随着漏水量增大,严重增大集水井排水泵负荷,改造后主

轴密封渗漏量减少,降低厂用电量,每年可节约厂用电 15.55 万 kWh,增加电费收入 5 万元左右;

③可以减少因漏水定期的消缺时间,每年可多发电 75 万 kWh,增加电费收入 23 万元。同时减少集水井排水泵检修维护周期,并减少电厂检修维护工作量。

5 结 语

对水轮机组的主轴密封的替代,需要针对水电站的实际情况,采取简单、方便、实用的处理措施。在不对主体结构进行改变的情况下,对水质、机组机型等因素进行具体分析,选择最为科学的密封结构,不仅能达到较好的密封效果,也能使密封结构安装和维护更加简便,提高水轮机组运行的效率,从而保证水电站供电质量。实践结果表明,本电厂采用的端面水压密封结构的替代,取得了良好的效果。

参考文献:

[1] 赵海刚,马志龙,徐大荣. 水轮机主轴密封比较与分析综述[J]. 小水电,2009(3):25-28.
[2] 翟建平廖焕华. 水轮机主轴密封漏水的故障分析及处理[J]. 润滑与密封,2011,36(12):104-106.

作者简介:

何 军(1976-),男,四川芦山人,毕业于西安航空技术高等专科学校热能工程专业,工程师,四川大川电力有限公司生技部经理助理,从事水电生产安全运行及设备管理工作;
李 慧(1989-),女,湖北荆州人,河海大学水利工程硕士,于四川大川电力有限公司从事水电生产运行维护工作;
洪学亮(1965-),男,四川大邑人,毕业于重庆水轮机厂职工大学水轮机及调速器安装专业,技师,四川大川电力有限公司大川电厂厂长助理,从事水轮机安装与维护、水电厂设备管理工作;
刘知雨(1989-),男,辽宁昌图人,毕业于三峡大学科技学院水利水电工程专业,助理工程师,于四川大川电力有限公司从事水电生产经营管理工作。(责任编辑:卓政昌)

金沙江白鹤滩水电站环境影响报告书获环境保护部批复

日前,环境保护部以环审[2015]240 号文对金沙江白鹤滩水电站环境影响报告书进行了批复,原则同意环境影响报告书所列建设内容和拟采取的生态环境保护措施。白鹤滩水电站是我国继三峡、溪洛渡之后的又一座千万千瓦级的水电站,其环境影响程度大。本工程环境影响评价工作前后历时 10 年,在评价过程中对区域环境进行了详细的监测、调查,先后开展了多项专题研究,提交了 18 册约 280 万字的环境影响评价成果。作为装机规模仅次于三峡水利枢纽的国内第二大水电站,华东院对白鹤滩项目的环境影响进行了深入研究,在水生生物栖息地保护、水温影响及低温水减缓措施等方面又取得了显著的突破。报告书于 2014 年 8 月审查通过后,华东院会同三峡公司精心准备了环境保护部司务会、司长专题会、部务会和部长专题会的汇报材料,使项目环评顺利获得了审批。