

冶勒水电站水轮机主轴及水导轴承安装

刘鹏让,何定全

(中国水利水电第七工程局机电安装分局 四川 彭山 620860)

摘要 冶勒水电站冲击式机组水轮机主轴为整根锻造轴,上下均为法兰结构,水导轴承为巴氏合金稀油润滑,外循环冷却系统,水导瓦为筒式结构。冶勒水电站的冲击式机组安装工序和调整方法与其他机组不同,且水导轴承部位的施工空间狭小,通过冶勒水电站水导轴承安装过程,总结出一套适用于冲击式机组水导轴承安装的方法:水导轴承预装—水导轴承与主轴组合整体安装—确定机组转动部件中心—水导轴承间隙调整。

关键词 冶勒水电站;冲击式水轮机;水导轴承;水轮机主轴;轴承安装

中图分类号:TK730.6

文献标识码:B

文章编号:1006-764X(2006)S2-0011-02

冶勒水电站的水轮机主轴为整根锻造轴,材质为锻钢 A668,上下均为法兰结构,法兰厚 200 mm,上法兰与发电机轴连接,下法兰与转轮连接,总长 (3690 ± 0.2) mm,直径 800 mm 轴承位置处精加工成轴颈 850 mm。水导轴承为巴氏合金稀油润滑,外循环冷却系统,水导瓦为筒式结构。根据该冲击式水轮机的结构特点,需要首先在机坑中预装水导轴承,钻铰 8 颗 $\varnothing 40$ mm 销钉孔定位,确定下一步机组安装的中心,然后拆除水导,将水轮机主轴与水导轴承转动油盆、水导瓦等在安装间组装,整体吊入机坑。用专用的主轴支撑架固定水轮机主轴,调整并定位,而后才能进行后阶段喷嘴的测量、定位、加工、安装,以及发电机上下机架、定子等部件的调整安装等工作。轴承间隙分配根据盘车后的数据及轴线情况作调整。

1 水导轴承预装

1.1 机坑清扫复测

在土建交面后,对机坑进行清扫,复测机壳上法兰水导支撑面的水平,若超差要进行打磨处理,测量用框型水平仪辅以水平梁,高程用 N2 水准仪测量。打磨完毕后,法兰面水平应保证在 0.04 mm/m,并且法兰面与水导瓦支撑盖接触面在 80% 以上,用红丹粉进行研磨。

1.2 设备清扫、尺寸校核

先洗去设备表面的油脂,去除高点和毛刺,用刀

口尺检查法兰面的平面度,对精加工面、各销钉螺栓孔以及法兰的止口要特别仔细清理检查,对照图纸进行各尺寸的校核工作:主轴长度即两法兰组合面间距为 (3690 ± 0.2) mm;上下法兰的止口高度为 25 mm;止口直径 $\varnothing 820h6(-0.06 \sim 0)$ mm;各销钉螺栓孔直径 $\varnothing 140h7(0 \sim +0.04)$ mm;水导轴颈高度为 900 mm,轴颈直径 $\varnothing 850h7(-0.07 \sim 0)$ mm;下法兰面到水导轴承转动油盆安装底面距离 1005 mm。

1.3 水导预装

水导支架和水导瓦在安装间清扫、检查,装入组合销钉 $\varnothing 40 \times 80$,把紧组合螺栓,用 0.04 mm 塞尺检查应无间隙,并将水导瓦与支撑盖组合。用刀尺检查水导瓦支撑盖外缘组合面应无高点、杂物,并将机壳上法兰面清扫干净,然后起吊水导瓦及支撑盖组合体进入机坑,按方位安装于机壳上法兰。用求心器挂上 0.30 mm 钢琴线,并按照中心锥体密封面调正钢琴线,调整支撑盖,使水导中心误差小于 0.04 mm。测量水导瓦工作面的上、下两个断面,每个断面测 8 点,其半径 R 理论值为 425.25 mm,须检查瓦面垂直度, R_1, R_2, R_3 测量数据不能出现有规律的倾斜,否则必须对支撑盖下法兰面进行研磨或者再加工。调整合格后钻铰支持盖的 8 颗 $\varnothing 40$ mm 圆柱销钉,则机组的中心已确定。

在冶勒水电站 2 号机水导轴承预装(图 1)中,通过半径 R 值的测量,发现水导瓦面呈现倾斜以及支撑盖组合缝错牙的问题,通过对支撑盖法兰面进

行再加工处理,最终保证了瓦面与中锥的同心以及瓦面的垂直,使该问题得了圆满解决。

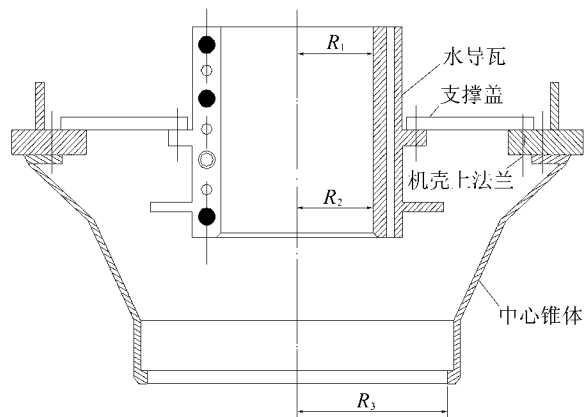


图1 水导轴承预装

1.4 主轴和转动油盆等组装

主轴的作用是承受水轮机转动部分的重量及水推力所产生的拉力,同时传递转轮产生的扭矩。冶勒水电站冲击式水轮机主轴还有别的机型所不具备的特点——由水导轴承确定主轴的中心,通过主轴确定水斗的中心,以利于喷嘴距离、水平、高程的测量定位。首先对照图纸进行油盆底板、转动油盆、支撑架、螺栓、销钉、O型密封等零部件的清点、检查,对各加工面、组合面作检查清理,应无毛刺、高点,否则应进行打磨、清扫。

a. 主轴竖立。为了保护各加工面和保证主轴在翻身竖立的过程中不产生永久变形,加工制作了专用工具固定在上下法兰的销钉螺栓孔之内。在安装间利用桥机的两主钩将主轴在空中翻身竖立。主轴立起后,将下法兰吊具摘除,并将主轴下法兰临时固定在安装间,用压码固定压紧。

b. 转动油盆和主轴的组装。根据主轴的尺寸制作一个离地面1.10m的支架,将清扫干净的两瓣转动油盆底板,吊放在主轴油盆压板上,安装好密封橡皮条,并涂上密封胶进行组合,组合螺栓要清洗干净并涂抹止动丝扣胶,然后对称均匀把紧。油盆组合完后,进行煤油渗漏试验。

c. 用同样的方法组装油盆筒、水导瓦、油盆盖、支撑盖等。安装中一定要保证无杂物掉入油盆及水导轴承之中,安装完毕一件用塞尺检查合缝间隙,应确保0.04mm塞尺不能塞入,瓦组合安装完后,在瓦面与主轴轴领之间均匀注入干净的凡士林,以保持瓦与轴领之间的润滑,用干净的白布和塑料布封闭捆扎,以防粉尘进入。

将主轴的支撑架组装、固定在支撑盖上,整体吊入机坑,以减小在机坑内的工作强度。

2 水导、主轴组合体安装

2.1 吊入机坑

起吊前在主轴上法兰挂上葫芦起吊支撑盖,将水导瓦、支撑盖、主轴支架等部件的重量转移,拆去组装支架平台。用桥机起吊组合体,吊入机坑,进入中心锥体后,先下落葫芦按方位将支撑盖装入机壳上法兰,并装入预装时的定位销钉。然后下落安装主轴支撑架,固定在上机壳。下落主轴,支上千斤顶,水轮机主轴就位时,要按照安装间转子的方位调整,以减小转子吊装时的大量旋转。

然后测量主轴的中心和垂直度,中心以水导瓦为准,垂直度要求小于等于 0.03 mm/n (测量法兰的水平),上法兰高程在2009.00m(设计值为2009.00m $\pm 1 \text{ mm}$)。垂直度的调整和高程调整可用支撑架顶丝来进行。

2.2 调整固定

主轴调整需要控制的参数主要有高程、中心和垂直度,先调高程,后垂直度,最后调整中心,高程控制 -30 mm ($\pm 0.5 \text{ mm}$),垂直度 0.02 mm/m ,中心误差 $\pm 0.05 \text{ mm}$ 。中心测量主要依据水导瓦间隙和主轴下法兰与中锥的间隙。由于水导轴承进行了预装并有8颗 $\varnothing 40 \text{ mm}$ 圆柱销钉,瓦面高为800mm,导向性较好,只要 $\varnothing 40 \text{ mm}$ 的圆柱销钉穿入,水轮机主轴的中心位置的偏差就不会大于0.5mm(瓦总间隙为0.6mm)。

调节上法兰下部的4台千斤顶,使水轮机主轴上法兰的高程满足要求,并使上法兰面水平 0.02 mm/m ,然后测量瓦的间隙,使间隙均匀分布。在中心锥体下部机壳与水轮机主轴法兰之间,测量主轴下法兰和中锥的间隙,设计值为 2.5 mm ($0 \sim 0.5 \text{ mm}$)。如果发现主轴中心存在偏差,则利用机坑对主轴上法兰进行推移,下法兰在中心锥体处用4块楔子块配合调整。推完中心后,重复垂直度测量调整,直至主轴垂直度、中心都符合要求。

调整结束后对主轴进行固定,上法兰依据机坑里衬布置支撑,下法兰在中心锥体处用楔子板固定,从而保证后期施工测量的可靠,并定时进行复测。

2.3 轴承间隙调整

机组盘车前,拆开水导瓦盖,提升水导瓦到主轴的 $\varnothing 800 \text{ mm}$ 小直径部位,用木方支于支撑盖上。到机组轴线调整合格后,根据盘车摆度,测量水导轴承间隙,并以此调整固定机组转动部分的中心。

以1号机组的盘车数据为例,水导处的主轴摆度,盘车点1~5为0.05mm,2~6为0.16mm,3~7为0.16mm,4~8为0.09mm。启动推(下转第17页)

喷嘴调整垫横向和纵向共钻铰 4 颗 $\varnothing 40 \times 100$ mm 的圆柱销,对调整垫进行定位,装好密封条,进行喷嘴的吊装。

2.3 喷嘴的试验和吊装

a. 试验。吊装前喷嘴应进行打压试验和动作试验。喷嘴的工作压力为 6 MPa,试验压力为 9 MPa。喷嘴动作应灵活,启动压力小于 0.2 MPa,活塞全行程 233 mm,反馈杆上下动作行程为 4.6 mm。

b. 吊装。喷嘴用台车从机壳通道运进机壳,再提升约 5.4 m 到机壳顶部的安装位置。先用提升架提升喷嘴,到 1.8 m 高度时搭设第一层工作平台,继续提升到 3.5 m 高时搭设第二层工作平台。装入 $\varnothing 8$ mm 密封条,穿入 28 颗 M64 把合螺栓,合缝把紧并用塞尺检查,然后对螺栓拉伸(0.30 ± 0.03) mm。最后拆卸吊具,更换台车轮子,以利于沿圆周方向移动就位,进行下一个喷嘴安装。

c. 喷嘴复测。打开折向器的挡水板,在喷嘴口安装测杆,重复以上的测量工作,A,B,C 3 个参数须满足要求,若超差,须拆下喷嘴对调整垫再处理。冶勒水电站 2 台机组复测后都满足要求。

e. 最后钻铰销钉孔,打入销钉并点焊,每个喷嘴 2 颗 $\varnothing 20 \times 100$ mm 销钉,用于喷嘴检修时拆卸回装定位,喷嘴靠止口与调整垫传递力矩,调整垫再通

过 4 颗 $\varnothing 40 \times 100$ mm 的圆柱销传递给配水环管。

3 喷嘴的调试

冲击式水轮机的流量调节是靠改变喷针的位置来实现的,流量靠调速器自动控制。每个喷嘴有一个电磁液压阀,控制喷针开度和折向器的开关,喷针开度由调速器控制,折向器开关由机组的自动控制系统操作电磁液压阀来实现。喷针开启时,调速器控制液压阀,使压力油通向接力器开启腔,与此同时,关闭腔压力油排出,喷针向开启侧移动,使喷嘴的水流量加大。反之则关闭喷嘴。

喷嘴的开关时间需满足机组调节保证计算的要求,开启时间调整为 56 s,关闭时间 37 s,通过改变每个喷嘴电磁液压阀油腔内的节流孔来实现,调试期间需要拆除节流板,多次钻孔、调整。

4 结 语

冲击式机组喷嘴安装质量的高低,将直接影响机组的水轮机效率和运转稳定性。通过对喷嘴结构的分析,对每一步骤精心测量、调整,严格控制了喷嘴安装的角度、水平、中心和高程等参数,保证了安装质量,机组现在运行稳定,水力振动和水力损失较小。

(收稿日期 2006-07-06 编辑 熊水斌)

(上接第 12 页)力轴承高压泵顶起系统,在上导处架设百分表,用上导瓦推动机组转动部分的中心,检查水导轴承间隙,使水导间隙 3 点(盘车点)比 7 点小 0.16 mm,1 点比 5 点小 0.05 mm。然后在主轴两端固定机组转动部分,进行其他各导轴承的间隙调整,上端通过上导瓦固定,下端用楔子板在中心锥体处固定。

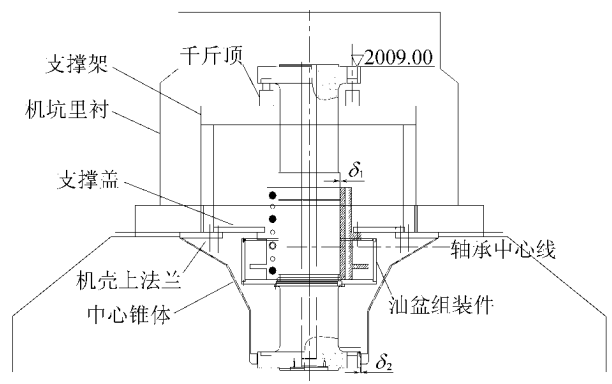


图 2 主轴水导组装

3 冷却系统及其他部件安装

水导采取外循环冷却的方式,冷却器布置在水车室内机壳上。循环原理是:离心力所形成的油柱高度大于轴承高度,使轴承间隙上下端存在压差,再

加上主轴与轴瓦油沟之间存在相对运动,有螺旋泵的作用,所以使润滑油能够产生自循环动力,在油槽和冷却器之间循环。

水导瓦的下部装有进油嘴,油嘴进口迎着主轴的旋转方向,机组运行中,转动油盆带动润滑油旋转,在离心力的作用下,使进油嘴处的油获得静、动压力,油经油嘴及油孔进入轴瓦间隙,并沿斜油沟向上,然后经轴瓦横向油沟进入上集油槽,最后甩出导瓦,通过管路进入冷却器,冷油从冷却器出来,经管路流入水导瓦内的各油道,冷却水导瓦后回到油槽底部。

油箱盖板内缘有迷宫式密封环,以防油雾外溢。在瓦盖和进、出油管上装有小环管,并互相连通,起泄压和防脱流等作用。

4 结 语

冶勒水电站的冲击式机组安装工序和调整方法与其他机组不同,且水导轴承部位的施工空间狭小,按照以上方法施工,保证了水轮机主轴和水导轴承的安装质量,并为后期发电机和喷嘴安装等创造了条件,有利于整个机组安装进度的控制。

(收稿日期 2006-07-06 编辑 熊水斌)