

冶勒水电站水轮机喷嘴安装

张 桥,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 冶勒水电站安装 2 台 6 喷嘴冲击式水轮机,单机容量为 120 MW。其喷嘴采用内控式接力器,由 4 个翼型支撑将喷针等控制部件固定在喷水管内。折向器水平布置在喷嘴中心的同一高程,射流节圆的外侧。喷嘴测量和安装包括工具的安装、喷嘴调整垫的测量和加工、喷嘴的试验和吊装、喷嘴的调试等步骤。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,归纳总结出一套安装方法,特别是吊装就位和巧妙设计的工作平台,大大提高了工效。

关键词 冶勒水电站 冲击式水轮机 喷嘴安装

中图分类号 TK730.6

文献标识码 B

文章编号 1006-7647(2006)S2-0015-03

冶勒水电站安装 2 台 6 喷嘴冲击式机组,单机容量 120 MW。喷嘴法兰与配水环管法兰之间设有调整垫,喷嘴为内控式接力器,油管和电缆管通过机壳预埋套管,从机墩外穿入与喷嘴连接。折向器为内控式接力器操作,油压开启,弹簧关闭复位。喷嘴和折向器的反馈装置均为行程开关电反馈,反馈迅速、准确可靠、稳定性高。单个喷嘴质量为 5.7 t,各喷嘴均布在同一水平高度,保证了喷嘴水力特性相同,同时可以更加方便地实现转轮、喷嘴等易损部件的拆卸,以利于机组的安装和维护。

机组正常停机或遇故障需要紧急停机时,控制系统迅速关闭折向器,切断水流,动作时间为 1.5 s,使水流不能到达水斗做功。与此同时,调速器操作喷针在 37 s 的设定时间内关闭。这样既防止了机组转速上升,又防止了引水系统的压力上升,满足了机组调节保证计算的要求,并使喷针能在相对较长的时间关闭,延长了喷针的使用寿命。

1 喷嘴的结构

喷嘴安装在配水环管的末端,由喷水管、喷嘴口、喷针等形成一个渐缩断面,使水流在流过喷嘴时,逐渐加速,到喷嘴口处以最高的速度喷出,形成密实的水柱射向转轮的斗叶。

喷管进水口直径 820.7 mm,活塞直径为 345 mm,喷嘴口径为 283 mm。喷针尖部夹角为 45°,喷嘴口与

喷管用螺钉把合,喷嘴口密封环为易拆卸结构,方便维修更换。喷嘴为内控式结构,由 4 个翼型支撑将喷针等控制部件固定在喷水管内。喷针的开度反馈,通过喷针合塞杆根部的锥形部件,由滚轮和杠杆将水平移动信号转换成垂直移动信号,然后转换成电信号送出。

折向器水平布置在喷嘴中心的同一高程,射流节圆的外侧。通过基础座焊接固定在喷管的外壁。折向器由挡水板、推拉杆、转轴、活塞、缸体、弹簧等组成,挡水板为 U 形空心结构,宽度为 345 mm。机组运转时,油压打开弹簧受压,推拉杆推动折向器靠上喷嘴,折向器关闭,水流从 U 形板的空心处射向转轮。停机偏流时,油压卸除,弹簧推动合塞复位,推拉杆收回,折向器打开,水流冲向 U 形挡水板 345 mm 宽的凹面,达到偏流的目的。

2 测量和安装

喷嘴安装前需具备以下条件 机组埋件部分施工结束,配水环管浇筑后复测完毕,各项指标满足厂家技术标准,并同时达到国家规范的要求。水轮机主轴已吊入机坑并支撑在水车室内机壳上法兰,主轴的水平(0.02 mm/m)、高程 2 008.97 m(-30 mm)、中心(± 0.05 mm)已调整完毕,机组中心已定,主轴支撑牢固。

2.1 工具的安装

a. 运输台车组装。喷嘴和转轮运输共用一辆

台车,如图 1 所示,台车包括托盘和轮架,有 2 套滚轮,一套为直线行走,用于从吊物孔向机壳内运输,一套为环线行走,用于在机壳内运输喷嘴。在安装间组装完成后,吊到球阀层运输轨道上。

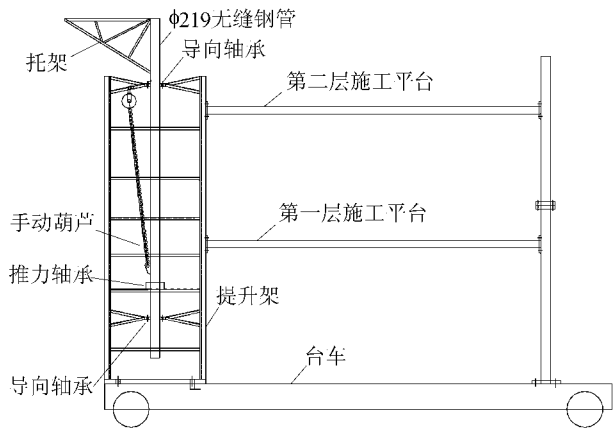


图 1 安装平台及提升架示意图

b. 安装平台设计。喷嘴用台车从机壳通道运进平水栅,再提升 5.7 m 到安装位置,喷嘴的吊装工具质量为 1.2 t,包括垫板、吊梁、葫芦。先布置工作平台,然后安装吊具,再提升喷嘴,最后拆卸吊具。为了解决吊装施工的难点,设计了“旋转提升架”和“便拆式工作平台”如图 1 所示。提升架固定在运输台车上,可一起在机壳内移动,平台一端固定在提升架上,另一端用立柱支撑在台车上。提升架主要用于装卸喷嘴的吊具,设有 2 个简易的导向轴承和 1 个止推轴承,靠 2 t 葫芦提升,然后旋转就位。平台分 2 层,螺栓连接,可根据施工的需要调整高度和拆装,简单、适用和快捷。

c. 机壳上部基础板及吊具安装。该基础板用于固定喷嘴的吊具,其外形尺寸为 1 350 mm × 350 mm,厚 70 mm,质量达 250 kg。先在机壳上焊接吊耳,使用 2 t 手动葫芦将基础板水平吊起,在离安装位置 500 mm 高时,推动运输台车至基础板下面,用托架托起基础板,用葫芦提升托架,将基础板对准安装位置,穿入 8 颗 M20 × 70 mm 沉头螺钉拧紧,依次装上 6 块基础板,最后将基础板焊接在转轮室顶部。喷嘴的吊具包括横梁、行走小车、起升葫芦等,先在安装

间完成组装,然后吊入机坑,通过运输台车运进机壳。用提升架安装就位,其方法与基础板的提升一致。

d. 测量工具的安装。喷嘴测量工具包括假喷嘴、测杆、假轴。假喷嘴为钢板焊接,主要模拟喷嘴的尺寸,但重量较轻,长度与喷嘴一致,安装在配水环管法兰上。测杆为 $\varnothing 140$ mm 钢管,主要模拟喷嘴口出来的水柱,测量位置精加工,安装在假喷嘴上和喷嘴安装后装在喷管口复测。假轴直径 140 mm,主要模拟转轮的中心,测量部位精加工,安装在水轮机主轴下法兰。将假喷嘴和测杆组合成整体,然后与假轴分别安装就位。

2.2 喷嘴调整垫的测量和加工

为了确保喷嘴的安装精度,测量调整工作要反复进行。调整工作的步骤为:①配水环管浇筑后的测量以确定调整垫的厚度;②调整垫加工;③调整垫安装复测;④钻调整垫销钉安装喷嘴;⑤喷嘴复测钻销钉。在测量中若发现超差,须重新返回上一步进行调整。

为了校正配水环管法兰在焊接和混凝土浇筑过程中的变化,在配水环管法兰与喷嘴法兰之间配有调整垫板,理论厚度 70 mm,初始厚度 80 mm。在安装喷嘴前,现场测量、加工,通过对调整垫板厚度的楔形处理,来调整喷嘴的各参数。调整喷嘴水平面和垂直面的位置,以实现喷嘴与转轮水斗的对中、与转轮节圆相切以及控制喷嘴与转轮水斗的距离。安装好测量工具后,利用测杆配合千分尺进行测量。如图 2 所示 测量控制中心 $B = (1\,166 \pm 1)$ mm,喷嘴中心高程 $A = 2\,005.20\text{ m} \pm 1\text{ mm}$,与转轮节圆距离 $C = (1\,625 \pm 2)$ mm。

单个喷嘴的参数控制图 2 中的 A, B, C ,通过假喷嘴后面的调整螺帽来实现,然后测量假喷嘴与配水环管法兰之间的间隙,等分测量 8 点,然后确定调整垫对应位置的厚度。各喷嘴的相互间距靠配水环管法兰的间距来保证,喷嘴安装时不做调整。

加工后安装调整垫,进行复测,各参数须全部符合要求,否则重新对调整垫进行处理。然后在每个

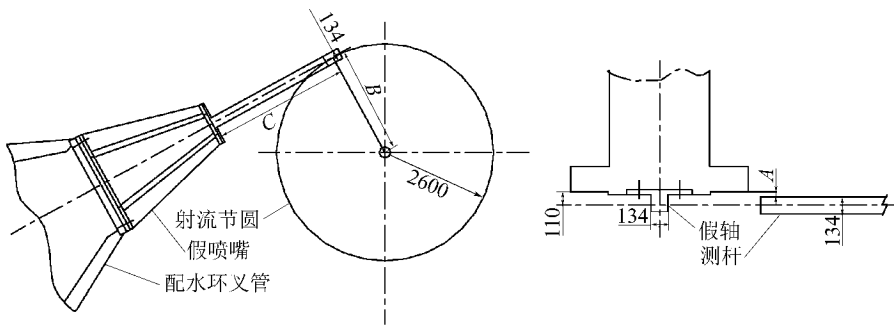


图 2 喷嘴测量

喷嘴调整垫横向和纵向共钻铰 4 颗 $\varnothing 40 \times 100 \text{ mm}$ 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 $\varnothing 8 \text{ mm}$ 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 $(0.30 \pm 0.03) \text{ mm}$ 。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 $\varnothing 20 \times 100 \text{ mm}$ 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 $\varnothing 40 \times 100 \text{ mm}$ 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。

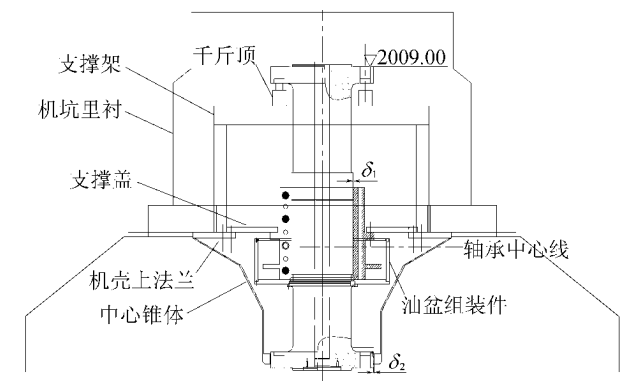


图 2 主轴水导组装

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)