

冶勒水电站水轮机配水环管安装

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 高水头、大容量、多喷嘴的冶勒水电站冲击式机组配水环管分 4 节,在制造厂制造完成后运至现场安装,安装中调整喷嘴法兰配合以保证喷嘴射流中心线在同一切圆上,在喷嘴法兰与配水环管支管法兰间设置有调整垫,喷嘴安装前用专用工具(模型喷嘴测杆和假轴)测量并加工调整垫,从而保证喷嘴的安装精度。配水环管的焊接在保证其焊缝质量的同时,须控制好变形量,保证各法兰的最终尺寸。配水环管安装调整完成后采用脉动打压新方法较好地消除了焊缝的应力。

关键词 冶勒水电站 配水环管 喷嘴 水轮机安装

中图分类号 :TK730.6

文献标识码 :B

文章编号 :1006-7647(2006)S2-0008-03

冶勒水电站工程位于四川省南桷河上游,其大坝位于四川省冕宁县冶勒乡,厂房位于石棉县。电站总装机 2×120 MW,电站机组为法国 ALSTOM 公司设计制造,水轮机为立轴 6 喷嘴冲击式机型,额定水头 580 m,水斗数 21 个,转轮射流节圆直径 2 600 mm。

水轮机埋设部件主要有平水栅、机壳和配水环管,配水环管已在制造厂预装焊按完毕,分 4 节,进口法兰和 1 号喷嘴在第 1 节,2 号喷嘴为第 2 节,3 号和 4 号喷嘴为第 3 节,5 号和 6 号喷嘴为第 4 节,运到工地后进行拼焊。机壳上无中间法兰,配水环管调整完成后,通过拼装护板与机壳连接。在喷嘴法兰与配水环管支管法兰间设置有调整垫,喷嘴安装前用专用工具(模型喷嘴测杆和假轴)测量并加工调整垫,从而保证喷嘴的安装精度。

1 配水环管的安装与调整

1.1 测量放线

配水环管进口法兰调整基准线,一条法兰面的平行线,用以检查法兰面到机组 x 轴线的距离、法兰面与 x 轴线的平行度、法兰面的高程;一条纵轴线,用以检查进口法兰到机组 y 轴线的距离偏差,保证与后面安装的水轮机进口球阀和压力钢管在同一轴线上,如图 1 所示。

a. 机组的 x, y 轴线。于转轮室内壁喷嘴和转轮的中心高程处焊 4 个线架,测量并布置十字型钢琴线,该线用以检查每个喷嘴法兰到机组中心的距

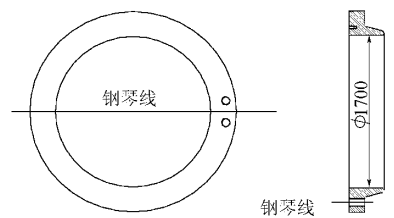


图 1 进水口法兰测量放线(单位:mm)

离,定位每个喷嘴法兰的坐标 x 值和 y 值。

b. 法兰的垂直度检查线。每个法兰的垂直度用线锤检查,在法兰左右分别布置 2 个线锤,以保证法兰面的垂直。

c. 机组中心线。于平水栅正中间制作塔型支撑架,用求心器挂出机组的中心线,用以测量喷嘴法兰到机组中心的距离,保证转轮室和喷嘴法兰同中心。

d. 喷嘴法兰平面的中心点。在每个喷嘴法兰内的同一平面上安装一个角钢架,找出法兰的中心点(O 点)并锯上一小口标志。该点作为法兰调整测量的基准点,如图 2 所示。

1.2 配水环管各节的调整

配水环管整体布置如图 3 所示。

配水环管的安装技术要求很高:高程误差不得超过 ± 2 mm,中心误差不得超过 ± 3 mm。两喷嘴法兰间距误差不得超过 ± 3 mm,法兰垂直度误差最大不得超过 2 mm,连接合缝内部错牙不超过 3 mm。

a. 实际调整控制。焊接收缩预留量,法兰到机

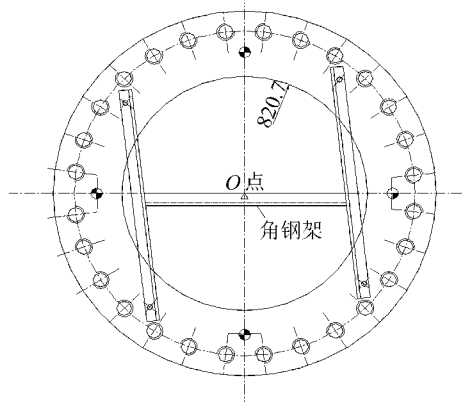


图2 配水环管法兰中心线

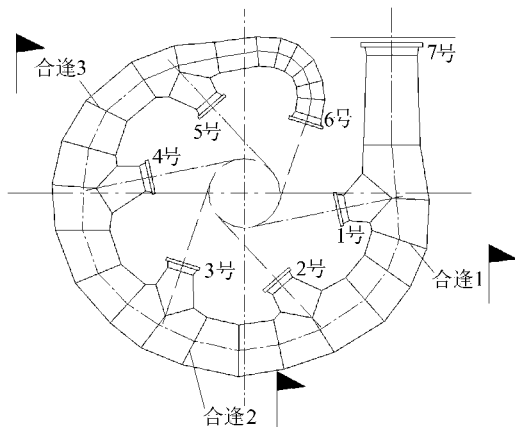


图3 配水环管整体布置平面示意图

组中心线的距离误差按 $+1 \sim +2 \text{ mm}$ 调整,法兰相互间距误差按 $+2 \sim +4 \text{ mm}$ 调整;喷嘴闷头安装及冲水后法兰的下沉误差都保持预留量,法兰高程误差 $0 \sim +1 \text{ mm}$,法兰垂直度误差为下口上仰 $0 \sim +0.5 \text{ mm}$ 。调整顺序为先高程、法兰的垂直度,然后调到机组的中心距,最后调各叉管法兰相互的间距。

b. 第1节调整。先粗调进口法兰7的高程和到 x 轴线的距离、纵轴线的中心,喷嘴法兰1的高程和到机组中心线的距离;再调进口法兰7和横轴线的平行度。主要调整工具为葫芦、千斤顶、拉紧器。然后精确调整高程、垂直度、距离、平行度等,各项指标需同时满足要求,进口法兰7到 x 轴线的距离考虑 $+1 \sim +2 \text{ mm}$ 的焊接收缩量。法兰角度,通过计算出的法兰左右2点的坐标值来确定。调整结束后,用角钢等将第1节进行固定,参见图4。

c. 第2和第3节同时调整。先调整各法兰的高程、垂直度,然后调整1号和2号喷嘴法兰的间距及2号和3号喷嘴法兰的间距,合缝之间留出 $2 \sim 3 \text{ mm}$ 的焊接缝隙。角度调整:第3节的3号和4号喷嘴法兰在距离调整合格后,其角度则已固定;在第3节调整好之后,第2节法兰的角度通过调整与第1节和第3节的合缝错牙来保证;最后通过计算出的法兰左右2点的坐标值进行校核。法兰垂直度通过

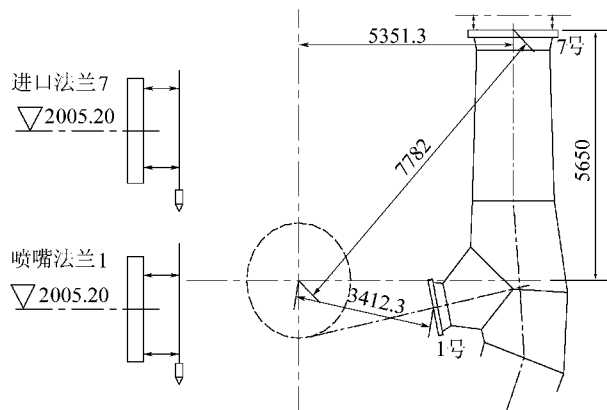


图4 配水环管第1节调整

各支腿的调整螺栓进行调整。最后进行各参数的精调校核,调整合格后,用角钢等将配水环管固定;各焊缝用4块 $300 \text{ mm} \times 200 \text{ mm} \times 24 \text{ mm}$ 的钢板焊接定位,该钢板材质应与配水环管类似,焊接工作结束后刨除并打磨,见图5。

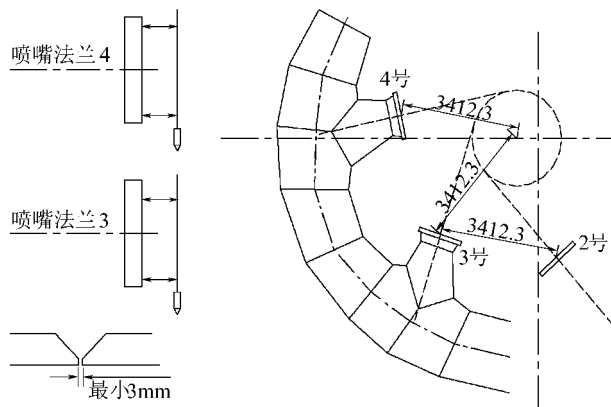


图5 配水环管第3节调整

第4节的调整方法与前3节一样,其最后精调定位在第1和第2条合缝的正缝焊接结束后进行。

2 配水环管的焊接

配水环管材质为S500Q高强度钢,焊条选用E9018AWS5.5,焊缝两侧 300 mm 区域内预热 100°C ,后热 $100^\circ\text{C} 3 \text{ h}$ 。焊缝为1级,在保证焊缝质量的同时,须控制好变形量,保证各法兰的最终尺寸。

焊接变形监控:焊定位板进行定位焊,选用较小的焊接线能量施焊,并尽量降低层间温度($\leq 250^\circ\text{C}$)。由4名焊工进行对称等速焊接,采用分段退步与多层多道(4~5)焊的方式。对局部大缝,先进行堆焊再作封底,严禁左右摆动拉弧封底,以免产生较大的收缩应力。焊接过程中架设百分表监测,必要时调整焊接顺序和焊接电流。

3 配水环管的水压试验

为了有效消除配水环管在工厂及现场焊接施工

的内部应力和检验其强度,对焊接调整完的配水环管要进行水压试验,并选用脉动式打压。排气孔设在进水口法兰后上方。由于配水环管与各个喷嘴的岔口部分存在一个上凸,注水打压时,这部分的空气没法排除,而空气的可压缩性很大,影响打压试验。用软管将排气孔引到配水环管内各喷嘴叉管的最高点,并通过三通接到下一叉管,三通的一个排气口用点焊的方法焊接在配水环管与喷嘴岔口部分的凸点上(图6)。

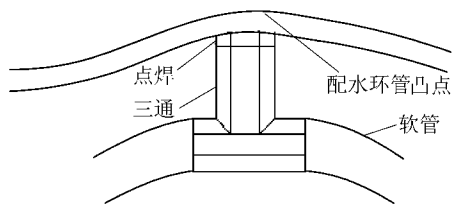


图6 三通排气口

当水充到叉管凸点处时,空气能通过三通和软管排到配水环管外,当配水环管出口球阀处开始向外溢水时,证明配水环管内空气已经排净。

变形监测用百分表测量,表座应与配水环管无任何连接。每个喷嘴叉管法兰的垂直方向架1块表,进水口法兰的垂直方向架1块表,监测各法兰的轴向位移。配水环管外围圆周均布4块表,上方均布4块表,监测配水环管的膨胀量。6号喷嘴法兰的平行方向架1块表,监测配水环管向外的扩伸量。

试验后排水使压力降到0 MPa,检查各法兰是否无永久变形,复查各法兰的参数是否符合要求,若有必要应进行微调。试验电动泵接在配水环管进水口法兰上,试验按升压、保压、降压程序分步骤进行,试验过程作好压力值、时间、配水环管的变形值等详细记录。

合乎要求后,装上24个拉紧器,并与24个锚环连接。对称方向拧紧拉紧器,并加焊其他拉筋,使其定位。对配水环管再次升压到5 MPa,浇筑混凝土,各法兰架设百分表监测变形。

混凝土浇筑过程中,需测量记录各百分表的读数,根据变形情况调整浇筑顺序。监测水压值应保持在 (5.0 ± 0.5) MPa,由于混凝土的温度变化,需要排压和升压调整。混凝土强度达70%后,排除水压。

4 结 语

冶勒水电站是国内第一台6喷嘴冲击式机组,如何保证6个喷嘴的射流中心线在同一个切圆上是配水环管安装中的难点;同时水头较高,最大达6448 m,配水环管有3道焊缝,消除制造和焊接中产生的应力是第二个难题,在安装中很好地解决了这些问题,特别是脉动打压和配水环管排气都是国内最新采用的新方法,为以后同类型的机组安装提供了可借鉴的经验。

(收稿日期 2006-07-06 编辑 熊水斌)

《河海大学学报(自然科学版)》征订启事

《河海大学学报(自然科学版)》是以水资源开发、利用与保护为重点的综合性学术期刊,主要刊登河海大学在水资源、水文、地质、测量、水利工程、水电工程、水运工程、海洋及海岸工程、水工结构、工程力学、水力学及河流动力学、岩土工程、计算机科学、电力工程、电子技术及自动化工程、工业与民用建筑、管理工程、水利经济、环境工程、机械工程等学科方面的科研成果、学术论文、学术讨论、研究动态等学术性文章,可供上述有关专业的科技工作者及大专院校师生阅读和参考。

本刊创办于1957年,是全国中文核心期刊,在国内工程技术界和学术界有较大影响。刊载的文章中,有不少国家科技攻关(重点)项目和各种科学基金资助项目的研究成果,部分达到了国内领先和国际先进水平,为我国水利、水电、水运工程及其他有关工程建设的规划、设计、施工和管理提供了科学理论、方法和具体建议,发挥了较大的社会效益和经济效益,深受工程界和科技界赞许,并获得全国高校科技期刊优秀编辑出版质量奖以及中国期刊方阵“双效期刊”、江苏省优秀期刊、全国水利系统优秀期刊称号。

本刊每逢单月出版,国内外公开发行。邮发代号 28-63,每期定价 12.00 元,全年 6 期共 72 元。欢迎广大读者在全国各地邮局订阅或直接与编辑部联系。联系地址:南京市西康路 1 号《河海大学学报(自然科学版)》编辑部,邮政编码 210098。联系电话 025-83786343。