

官地水电站座环机加工质量控制

吴海滨, 马兴义

(四川二滩建设咨询有限公司, 四川 成都 610051)

摘要: 为确保官地水电站机组整体安装质量, 解决座环变形问题, 认为应加强座环机质量控制。阐述了官地水电站座环机加工过程及座环机加工设备的安装、调整流程, 重点介绍了座环机加工过程中的控制要点及加工工艺, 分析了座环现场机加工过程中出现的问题, 并提出了相应的改进措施。

关键词: 座环; 机加工; 质量控制; 官地水电站

中图分类号: TV547.3

文献标志码: B

文章编号: 1006-7647(2013)S2-0026-03

1 官地水电站机组座环的安装

官地水电站地下厂房共装设4台单机容量为600MW的水轮发电机组。4台机组座环均由东方电气集团东方电机有限公司负责提供, 中国水利水电第七工程局官地机电安装项目部负责座环的安装工作, 四川二滩建设咨询有限公司官地水电站机电安装项目监理部负责机电设备的安装、调试及实验的监理工作。官地水电站座环高3.805m, 整体质量269t, 上、下环板采用ASTMA516M Gr 485-Z25钢板, 钢板厚度190mm。考虑到运输、安装方便, 座环分4瓣到货, 在现场进行组装、焊接, 在浇筑后的机坑内完成座环现场机加工。

座环是整个机组安装的基础和导水机构的载重体部件, 其加工质量的好坏直接影响机组的安装质量, 由于座环与转轮、顶盖、底环等部件的配合精度要求相对较高, 同时考虑到座环在现场组装、焊接以及混凝土浇筑时产生的变形问题, 座环在出厂前制造加工时部分尺寸应留有一定的加工余量, 待座环安装、调整完成后进行现场机加工, 以消除座环变形对机组其他主机设备安装造成的影响, 确保机组整体安装质量。

2 准备工作及设备的安装、调整

2.1 座环机加工前的准备工作

主要内容包括机坑清扫及座环原始数据的测定。首先, 需对机坑进行彻底清理, 清除座环、基础环上遗留的焊疤、水泥砂浆等, 将座环、基础环等安

装面打磨出金属光泽, 为座环原始数据测定及后续机加工提供方便。其次, 需要对座环各加工面的原始数据进行测量和记录, 通过计算确定各加工面的加工余量以及加工完成后的最终尺寸。座环各加工面原始数据测量包括机坑高程测量、机组中心确定以及机组方位确定等3个过程。①机坑高程测量。采用水准仪对座环23个固定导叶中心线高程进行测量, 取与固定导叶中心线高程平均值最接近的固定导叶高程作为机组的安装高程基础和座环底环板上平面高程的加工基础。②机组中心确定。采用球心器布设在定子机坑上端口, 挂钢琴线重锤, 对座环上、下环板内膛口用内径千分尺加电测法测量机组中心线对应的4个方位处标记点的半径, 取与半径平均值最接近的中心点作为机组中心, 作为后续座环机加工铣床的安装中心。同时在下环板内膛口上方非加工面标记直径基准点, 以便在加工过程中监测座环下膛口的加工余量。在底环安装完成后, 以底环中心作为基准, 在定子机坑上端口架设球心器、钢琴线, 将机坑返点作为水轮机轴、发电机轴和定子安装中心监测的基准点。③机组方位确定。采用全站仪确定机组的安装中心轴线, 再根据底环安装图纸上底环中心方位与安装中心轴线的角度确定底环的安装方位, 在座环下环板及机坑里衬上做好标记, 作为后续底环、顶盖安装方位时的调整基准。

2.2 座环机加工设备安装、调整

官地水电站座环现场机加工所用的设备为立式专用机加工铣床。铣床的现场安装、调整及座环现场机加工由东方电气集团东方电机有限公司负责完

成。座环机加工铣床由底部支撑、回转机构、升降机构、集电环、前臂、后臂、顶部支撑等部件组成,如图1所示。

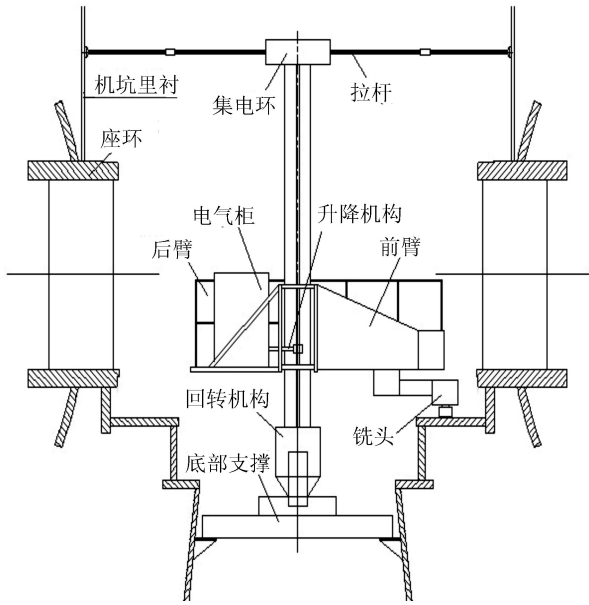


图1 座环现场机加工立式专用机加工铣床示意图

铣床的安装精度直接决定座环加工的平面度、圆度偏差和加工效率。因此,在座环机加工前,工作重点就是精确调整铣床的中心、水平度和垂直度,以确保座环加工面的精度要求^[1-2]。

中心立柱垂直度和回转机构水平度是通过调节铣床上部集电环处的拉杆进行调整,铣床刀盘水平度是通过调节铣头上的拉紧螺丝和顶丝进行调整。一个经常被人们忽略的步骤是支撑铣床中心立柱的上、下两组轴承的水平调整,它是确保铣床稳定运转和中心立柱垂直度的关键因素。官地水电站1号机座环机加工过程曾出现过因上、下轴承水平度欠佳导致铣床运转出现异响的情况,因此在后续机组铣床安装过程中均对轴承水平调整进行了控制。在铣床调整完成后,将旋转臂旋转至+X、+Y、-X、-Y四个方位,用框式水平仪检测旋转臂水平度,检查和调整旋转臂水平度。通过旋转臂的水平度也可以从侧面反映出中心立柱的垂直度。

3 座环机加工过程

3.1 加工流程

官地水电站座环原设计机加工流程为:座环上环板上平面加工→座环上环板内镗口加工→座环下环板内镗口加工→底环板上平面加工→底环板上强迫补气管密封环垫板加工。为便于安装调整,铣床回转机构降至座环底环板处调平,如果按照原设计机加工顺序,就需将回转机构提升至上环板处重新

调平,操作复杂,工期较长。为提升座环的机加工效率,在实际加工过程中对座环机加工顺序进行优化,实际机加工流程为:底环板上平面加工→底环板上强迫补气管密封环垫板加工→座环下环板内镗口加工→座环上环板上平面加工→座环上环板内镗口加工。

3.2 加工尺寸及精度控制

由于座环机加工精度的好坏对后续导水机构的安装有直接的影响,因此座环现场机加工控制的重点就是在机加工过程中对各加工面的加工尺寸进行严格控制^[3-4],座环现场机加工尺寸控制精度及实际加工尺寸如表1所示(以4号机座环机加工为例)。

表1 座环现场机加工尺寸控制精度及实际加工尺寸 mm

项 目	允许偏差	实际加工偏差
座环底环板水平度	≤0.20	0.15
座环上环板水平度	≤0.20	0.20
座环下镗口圆度	≤0.25	0.11
座环下镗口内圆 Ø9850 半径尺寸	≤0.47	0.38~0.45
座环开档	≤0.15	0.04~0.15

3.3 加工过程控制

通过加工前对座环各加工面原始测量数据进行分析,各加工面均有5 mm左右的加工余量。在加工过程中,随时检查座环加工余量,防止加工过量,确保加工精度。另外旋转臂转速不宜过快,每次进刀量不宜过大,以免加工过程中出现刀具发热、刀具上下波动等情况。①平面加工。座环底环板和上环板上平面加工分粗加工和精加工2个阶段。粗加工阶段由最高点开始加工,进刀量不宜过大,待底环板上平面被加工出金属光泽时加大进刀量,加工余量剩余1 mm时,进入精加工阶段。每进一次刀,都应检查底环板上平面的高程及水平,其水平偏差不应大于0.20 mm。②内镗口加工。座环上、下环板内镗口加工完成后与座环Ø9860尺寸同心。下环板内镗口加工精度要求较高,加工也分粗加工和精加工2个阶段进行,加工完成后其半径尺寸应控制在(4925±0.47) mm范围内,上环板内镗口表面粗糙度要求较低,与顶盖之间配合精度要求也相对较低,因此铣削时可以不分粗加工与精加工。加工前用百分表架设在铣床上旋转铣床,以检查下环板内镗口的圆度,每进一次刀,都应检查下环板内镗口的圆度,圆度偏差不应大于0.25 mm。③底环板上强迫补气管密封环垫板加工。该加工面材料较硬,可加工性差且加工半径较大,加工过程中刀具容易发热,因此铣床刀速和进刀量不宜过大。另外该加工面与底环安装面之间间隙在10 mm左右,配合精度要求较低,因此加工面粗糙度要求较低,可一步加工到位。

4 座环机加工过程中出现的问题分析

4.1 座环机加工铣床安装中的问题

座环机加工前铣床的安装精度至关重要。官地水电站1号机座环现场机加工完成后,加工面平面度出现局部超差,后经人工打磨合格,主要原因是在座环机加工过程中,机加工铣床立轴固定的稳定性和垂直度发生了变化,造成进刀量出现上下波动。因此铣床本身固有安装偏差的大小将成为影响加工质量的直接因素,故在后续2~4号机组座环机加工铣床安装、调试时,重点对铣床立轴的垂直度、旋转臂的水平度以及铣刀的水平度进行了控制。同时加工过程中,铣刀的进刀量及铣床旋转臂的旋转速度也比设计值适当减小,减轻了铣刀及旋转臂因速度过快而出现振动的问题。通过在机加工前及机加工过程中对铣床的稳定性控制,2~4号机座环机加工均一次加工、验收合格,机加工质量和效率均显著提升。

加工单位与施工单位的配合是影响加工工期的关键因素。加工前提供符合加工条件的施工工作面,铣床安装、调整工程中设备吊装、倒运、调整,加工过程中数据测量等,都需要加工单位和施工单位密切配合。官地水电站1号机组和2号机组座环机加工过程中,由于缺乏经验,加工单位和施工单位配合不足,施工过程中遇到的问题未能得到及时解决,造成铣床安装、调整和座环机加工所用工期比预计工期长。而在3号机组和4号机组座环机加工过程中,吸取了前面2台机组的经验,在加工单位进场前,施工单位结合加工单位意见,完成了前期的准备工作,对施工过程中可能存在的问题和难点进行预控,并采取了相应的措施,在人力资源相对较少的情况下,3号机组和4号机组施工工期比前2台机组工期明显缩短。

4.2 解决措施

在座环机加工完成后,将机加工铣床拆除,由施工单位使用磁力电钻对定位销钉孔进行配钻,东方电气集团东方电机有限公司使用专用钻床对把合螺栓孔进行配钻。这种配钻销钉孔和螺栓孔的方式存在以下缺点:①由于座环上需配钻的销钉孔和螺栓孔数量较多,而每配钻完成一个销钉孔或螺栓孔就要将配钻工具拆除移至下一个孔处,重新安装调整,所以整个配钻工期较长,效率较低。②在配钻过程中磁力电钻及配钻工具容易出现振动、固定螺栓松动、刀具卡涩、磨损等异常情况,对销钉孔和螺栓孔配钻质量也会造成影响。

将座环机加工铣床旋转臂刀头处设计成可拆卸

的两部分,一部分为座环机加工部分,一部分为销钉孔和螺栓孔配钻部分,当进行座环机加工时,使用机加工部分进行加工,待座环机加工完成后,使用配钻部分对销钉孔、螺栓孔进行配钻。这种配钻方式提高了销钉孔和螺栓孔的配钻质量和效率,优点如下:①由于座环机加工铣床旋转臂可以360°旋转,且座环上需配钻的销钉孔和螺栓孔均圆周分布,所以配钻完一个销钉孔或螺栓孔后只需将旋转臂旋转至下一个孔处即可,不需重复拆卸、安装,配钻效率明显提高。②座环机加工铣床整体稳定性较好,只需在铣床安装时调整好铣床立轴垂直度和旋转臂水平度,待配钻销钉孔及螺栓孔时,控制好刀具安装精度,在配钻过程中就不易出现刀具卡涩、磨损等异常情况。

5 结 语

座环的安装中心、高程作为机组后续设备安装的基础,其加工精度至关重要。为消除各种因素引起座环的变形问题,大、中型座环在现场进行组装、焊接和机加工势在必行。通过在加工前进行充分准备和加工过程中的精确控制,官地水电站4台机组座环机加工质量均达到了厂家和设计标准。在座环机加工过程中,针对发现的各种问题,各参建单位积极配合,相互帮助,共同商讨、确定了有效的解决方案,保证了座环机加工的精度和质量,同时也为机组其他主机设备安装奠定了基础。

参考文献:

[1] 王照娣.大型水轮机组座环加工工艺技术[J].上海大中型电机,2009(1):22.
[2] 吴贵川,王铭辉.瀑布沟水电站水轮机座环法兰加工[J].水利水电科技进展,2011,31(10):15-16.
[3] 王秀然.小湾水电站大型座环现场加工工艺[J].云南水力发电,2008(4):23-25.
[4] 钟光华,丁焱.小浪底电站水轮机座环现场加工[J].水电站机电技术,2001(2):8.

(收稿日期:2013-07-22 编辑:骆超)

