

水电站水轮发电机安装及关键技术分析

黄希明

中国葛洲坝集团股份有限公司 湖北武汉 433000

摘要: 水轮发电机组是水电站维持正常运作的重点设备器械之一, 所以水轮发电机的机组安装作业质量以及水电站能否实现安全、稳定运行与其有着密不可分的联系。现阶段, 由于市场中存在众多良莠不齐的安装企业机构, 如此便导致部分安装人员并未熟练掌握工艺技术便投入到正式安装作业中, 加之也有部分企业单位过度重视经济效益, 忽视对安装效果的监督审查, 进而使得水轮发电机在后续运行期间出现的异常故障普遍都来源于安装问题。基于此, 本文针对水电站水轮发电机的安装展开研究, 以某水电站工程为例, 围绕该水轮发电机安装中的副立筋配创组焊工艺、配筋工具安装、副立筋装焊技术予以详细阐述, 以此为相关工作人员提供价值参考。

关键词: 水电站; 水轮发电机; 副立筋配创组焊工艺; 配筋工具安装; 副立筋装焊

Analysis of installation and key technology of hydro-generator in hydropower station

Ximing Huang

China Gezhouba Group Co., LTD., Wuhan, Hubei, 433000

Abstract: Hydraulic turbine generator units are among the critical equipment essential for the normal operation of hydroelectric power stations. Consequently, the quality of the unit installation process for hydraulic turbine generators is closely linked to the station's ability to achieve safe and stable operation. At present, due to the presence of numerous installation organizations of varying quality in the market, some installation personnel may lack proficiency in the necessary technical skills but still engage in formal installation operations. Additionally, some enterprises place excessive emphasis on economic benefits, neglecting supervision and inspection of installation results. This situation has led to widespread installation-related issues causing abnormal failures during the subsequent operation of hydraulic turbine generators. In light of this, this paper conducts research on the installation of hydraulic turbine generators at hydroelectric power stations. Using a specific hydroelectric project as an example, it elaborates on the detailed aspects of the installation process, including the sub-vertical bar assembly and welding technique, rebar tool installation, and sub-vertical bar welding technology. The aim is to provide valuable reference information for relevant personnel involved in such work.

Keywords: Hydropower Station; Hydrogenerator; Auxiliary Vertical Bar Planing Welding Process; Reinforcement Tool Installation; Auxiliary Vertical Bar Welding

引言:

水电站水轮发电机组自身具备的性能能否充分体现主要取决于安装质量, 只有严格管控水轮发电机组的安装效果, 才可强化其运作期间的安全性。但是, 于正式

安装过程中, 因部分作业人员掌握的安装工艺技术不熟练, 时常发生安装失误或技术应用混乱等问题, 如此便为机组后期的运行埋下了各种隐患。所以, 相关作业人员务必全面掌握安装问题原由, 并对其予以高度重视, 确保安装工序正确且操作规范, 以此有效保证水轮发电机组的稳定运作。

一、水电站水轮发电机基本架构

现阶段市面上的水轮发电机组类别逐渐多样性, 且

作者简介: 黄希明, 出生年月: 1990.07, 性别: 男, 民族: 汉, 籍贯: 湖北仙桃, 学历: 本科, 职称: 工程师, 研究方向: 水轮发电机。

每种类型的发电机组均具备差异性的安装技术标准以及规范,详细的水轮发电机基本结构见图1内容。

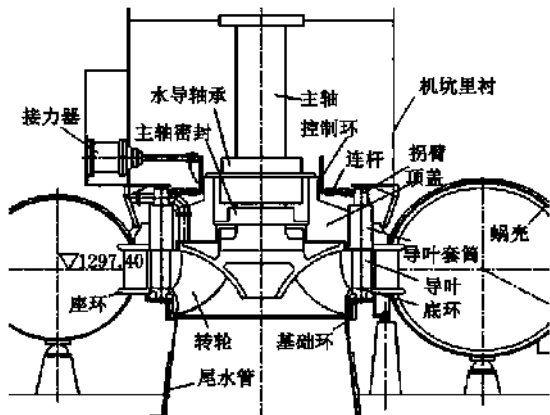


图1 水轮发电机基本结构示意图

二、工程概况

某水电站共计的装机容量数值是990MW,该水电站共配备了四台套水轮发电机,其额定转速以及功率、电压等数值分别是115.4r/min以及247.5MW、15.75kV。站在总体角度分析,水轮发电机的主要零部件分别是定子、转子、上/下机架、推力轴承以及导轴承等。其中,推力轴承的安装位置位于下机架中心体顶部设置的推力油槽中,利用下机架起到支撑作用。上导轴承被安装于上机架中心体中,下导轴承则是安装于下机架中心体中。推力轴承和上/下导轴承的冷却途径都基于内循环水冷却,主要通过水电站的供水系统供水予以实现。

三、水电站水轮发电机安装技术分析

1. 转子副立筋配筋组焊工艺

水电站水轮发电机的转子结构主要由中心体、转子支架、磁极、集电装置和转子引线实现。转子中心体的高度尺寸大致是2160mm,直径尺寸大致是3700mm。转子支架的构造是斜立筋圆盘式焊接架构,其安装工艺是先由供货商将其分为五瓣运输至厂房,再由安装人员于安装车间中通过拼焊的方式将其合并成整体,之后在此基础桑实现副立筋配筋安装。转子支架共具备13个主立筋,且各主立筋均配备了一根副立筋,用于解决转子支架因焊接产生的变形问题,有效调节转子支架圆度和垂直度实现磁轭叠装。转子磁轭和转子支架的构造分别通过径向以及切向复合键和加强键的连通予以实现,径向键是凸键,可通过垫片完成对其的紧量。切向键是2个小键,于磁轭热垫结束再置于键槽中。

水轮发电机转子结构的主立筋配副立筋安装工艺主要可划分成两类。第一,通过夹具把转子副立筋提前安装于主立筋的特定位置,利用钢琴线以及内径千分尺的

电流测量手段获取副立筋键槽的各项参数大小,以此运算得到副立筋的配筋量。第二,受现阶段安装工艺技术的持续完善,相关人员针对水轮发电机组研发出了一套副立筋配筋测量工具(如图2内容所示),科学应用该套工具能够轻松快速的获取到副立筋配筋量,可有效减少副立筋的预装次数,进而显著提升了配筋工作效率。

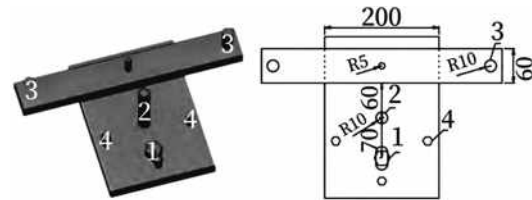


图2 配筋工具示意图

2. 配筋工具的安装

第一,当水轮发电机的转子支架完成现场阻焊且符合相关规范标准后,对转子中心体按照不超过0.02mm/m的标准予以水平调节,同时还要按照不超过0.02mm/m标准调节测圆架中心轴垂直度,并保证其与转子中心体的同心度误差值被控制在0.3mm以下。通过测圆架和内径千分尺再基于电测法再次测量转子13根主立筋的各项参数数值,分别是半径、垂直度、对应半径13等分弦距。之后把获取的全部尺寸数值都趋近于平均值的主立筋当做1#,之后按照顺时针的规律将其他主立筋予以编号处理。

第二,该水电站水轮发电机转子的13根副立筋弦距都处于一致状态,通过转子测圆架按照配筋工具安装半径尺寸 $R1=4980\text{mm}$ 的标准于全部主立筋头部绘制弧形,之后把1#主立筋头部中心线和配筋工具安装半径的相交位置视作起点,按照配筋工具安装半径 $R1$ 尺寸对应的13等分弦距 $LR1$ 视作半径绘制弧形,如此绘制完成两个弧线交叉位置便是全各个配筋工具固定螺栓的设置位置,于该位置钻孔攻丝安装配筋工具,详细内容如图3所示内容。当面对弦距不一致的现象时,作业人员可按照安装半径和夹角,利用圆的弦长公式 $L=2R\sin\alpha$ 分别运算获取到全部分段的弦距数值。

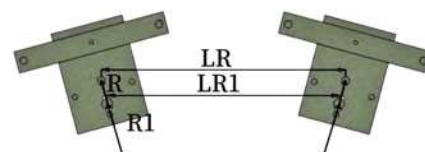


图3 配筋工具安装示意图

第三,于配筋工具安装阶段,需要最先按照配筋工具大测量柱中心半径(也就是副立筋凹槽中心半径) $R=5050\text{mm}$,再把13个配筋工具分别依照六个大等分以及一个小等分予以安装。针对大等分安装,需要于合理

调节完成后实现13个小等分安装其它配筋工具。大等分弦距的计算公式见式a所示,小等分弦距计算公式见式b所示。

式a:

$$L1 = 2 \times R \times \sin\left(\frac{360^\circ}{13}\right) = 4693.70(\text{mm})$$

式b:

$$L2 = 2 \times R \times \sin\left(\frac{360^\circ}{26}\right) = 2417.10(\text{mm})$$

上述等分的配筋工具大测量柱中心弦距便是副立筋凹槽位置中的中心弦距。

第四,针对配筋工具的调节需要按照1#主立筋的基础标准予以执行,通过测圆架、百分表以及内径千分尺调节剩余全部配筋工具的大测量柱半径数值和弦距数值,同时对两侧小测量柱的向心予以规范调节,以及3个顶丝需要调节径向、切向水平。基于此,针对配筋工具的安装务必确保以上各项参数均切实满足相关设计标准。

3. 副立筋装焊

第一,当副立筋加工结束且全部参数均符合相关标准,便需要把副立筋依照编号顺序吊装到特定的柱筋位置,通过合螺栓进行首次紧固。

第二,需要先对1#副立筋半径以及垂直度等相关参数予以有效调节,并于副立筋顶部位置的键槽中配备安装键槽测量工具,通过挂钢琴线的手段实现测量,同时还需要于转子支架上装焊顶丝以此调节副立筋横向键槽的高程以及切向垂直度数值。

第三,当1#副立筋的全部参数大小均精准调节至标准数值后,需通过安装配筋工具的手段实现副立筋安装,并将1#副立筋视作基础规范把13根副立筋分别按照六个大等分以及一个小等分子以调节安装,且只有大等分副立筋安装结束后才可实现13个小等分的副立筋调节安装。需要注意的是,调节阶段务必确保副立筋的全部参数大小均满足相关设计标准。

第四,当副立筋的全部餐宿大小均调节至相关标准

范围内之后,需要把副立筋的合螺栓间隔用顶丝代替,并依照壮行焊接技术实现塞焊。当首批顶丝顺利实现且结束塞焊以及冷却后,需要继续把剩余的合螺栓依照上述工序予以二次塞焊。

第五,当顶丝塞焊全部结束后边需要对副立筋进行最后的参数核验,保证其全部参数尺寸信息均符合相关设计标准,之后进行焊接副立筋侧边角焊缝,同样等副立筋焊接结束后再对焊缝予以探伤核验。

四、结语

综上所述,水轮发电机组作为维持水电站正常稳定运行的重要机组,其安装作业务必严格把控,尤其是关键技术的实施,相关作业人员务必熟练掌握水轮发电机全部的安装工艺,并依照安装标准要求进行规范操作,决不可依照主管以上肆意改动和省略某项工序,以免为后期的运行埋下风险隐患。针对水轮发电机的转子结构安装,本研究做出了详细的分析和阐述,因副立筋装配工序复杂繁琐,且对工艺技术有着高精度要求,所以作业人员务必具备过硬的技术本领,以保证水轮发电机后续的安全稳定运作。

参考文献:

- [1]王新,吕军,李青怀等.乌兹别克斯坦小型水电站机电安装技术浅析[J].科学技术创新,2020(15):159-160.
- [2]莫斌伟.水轮发电机组安装技术分析[J].工程技术研究,2023,8(08):112-114.
- [3]陈官鹏,郑涌,谈洋洋.水轮发电机组停机控制装置[J].中国水运(下半月),2023,23(04):65-66+69.
- [4]葛彬.水轮发电机组常见故障与维修的关键点研究[J].低碳世界,2023,13(02):118-120.
- [5]贾春雷,张延智,屈伟强等.浅谈水轮发电机组故障诊断技术[C]//中国大坝工程学会.水库大坝智慧化建设与高质量发展.中国建筑工业出版社,2023:343-348.
- [6]唐建波.水轮发电机组的故障与检修对策[J].电子技术,2023,52(02):256-257.