

Quality Control Technology for Installation of Key Parts of Bulb Through Flow Unit

Renxin Ruan

Huadian (Nanping) Energy Group Co., Ltd., Nanping, Fujian, 353000, China

Abstract

This paper aims to explore the quality control technology for the installation of key parts of bulb through flow units, in order to ensure the accuracy and operational efficiency of unit installation. This paper analyzes a practical case of a certain project and elaborates on the key steps and quality control measures during the installation process of the unit. The results show that strict quality control measures can effectively ensure the installation quality and operational stability of the unit. The conclusion shows that the application of quality control technology for the installation of key parts of bulb through flow units is of great significance for improving the installation quality of units, ensuring safe and reliable operation, and extending the service life of units, providing valuable reference and experience for similar projects.

Keywords

bulb through flow unit; installation quality control; hydropower station; installation technology

灯泡贯流式机组关键部位安装质量控制技术

阮仁鑫

华电(南平)能源集团有限公司, 中国·福建 南平 353000

摘要

论文旨在探讨灯泡贯流式机组关键部位安装质量控制技术, 以确保机组安装的精度和运行效率。论文通过对某地工程实际案例进行分析, 详细阐述了机组安装过程中的关键步骤和质量控制措施。结果显示, 通过严格的质量控制措施, 能够有效保障机组的安装质量和运行稳定性。结论表明, 灯泡贯流式机组关键部位安装质量控制技术的应用, 对于提高机组安装质量、确保运行安全可靠以及延长机组使用寿命具有重要意义, 为类似工程提供了宝贵的参考和经验。

关键词

灯泡贯流式机组; 安装质量控制; 水电站; 安装技术

1 引言

随着水电资源的开发和利用, 灯泡贯流式机组在水电工程中的应用日益广泛。由于其结构复杂, 安装精度要求高, 因此, 关键部位的安装质量控制成为确保机组安全、高效运行的关键。论文针对灯泡贯流式机组的关键部位安装质量控制技术进行深入探讨, 旨在为同类机组的安装提供理论指导和实践参考。

2 工程概况

论文以某地工程第3个梯级站为例, 该泵站主要任务是通过与下级梯级站联合运行, 由其所在航道向下游调水 $130\text{m}^3/\text{s}$ 。该泵站安装6台大型灯泡贯流泵, 叶轮直径 3.15m , 水泵转子体、液压叶片调节机构等由日本日立公司总部生产。该泵型号为国内目前单机流量第三大的灯泡贯流泵,

单机流量达 $27.5\text{m}^3/\text{s}$, 配套电机功率 2500kW , 总装机量 15000kW 。水泵叶片角度调节范围为 $-8^\circ\sim 8^\circ$ 。

3 机组安装准备工作

3.1 组织设备开箱验收

在机组安装前, 需对到货设备进行全面检查和验收, 以确认设备是否符合设计和规范要求。在本工程中, 开箱验收工作得到高度重视。验收团队由专业技术人员、质量控制人员、设备供应商代表及监理单位共同组成, 确保验收过程的公正性和专业性^[1]。验收过程中, 首先对设备包装进行检查, 确认包装完好无损, 防止运输途中的损坏。随后, 按照装箱单据逐一核对设备及其附件的数量, 确保无遗漏。对于关键部件, 如水轮机转轮、发电机转子、轴承等, 进行外观检查, 查看是否存在变形、磨损、裂纹等缺陷。同时, 使用专业团队测量工具对关键尺寸进行复核, 确保尺寸精度符合安装要求。此外, 验收团队还对设备的材质、焊接质量、防腐涂层等进行检查, 确保设备材质和工艺符合国家标准。在

【作者简介】阮仁鑫(1998-), 男, 中国福建漳州人, 本科, 助理工程师, 从事灯泡贯流式水轮机研究。

电气设备验收方面,重点检查绝缘性能、接线端子、标识等,确保电气设备安全可靠。

3.2 安装队伍业务培训

为确保安装队伍具备足够的专业知识和操作技能,项目管理者精心组织了一系列培训活动,旨在提高安装人员对灯泡贯流式机组机构、性能、安装工艺及质量标准的理解^[2]。培训内容涵盖了从基础理论知识到实际操作技能的各个方面,包括但不限于机组结构原理、安装流程、安全规范、质量控制要点等。培训讲师由经验丰富的工程师和技术专家担任,通过理论讲解、案例分析、现场演示等多种内容形式呈现,使安装人员能够全面掌握机组安装的关键技术和注意事项。此外,培训团队还强调了团队协作的重要性,通过团队建设活动和模拟安装演练,增强安装队伍的凝聚力和协作能力。在培训过程中,安装人员积极参与,主动提问,针对安装过程中可能遇到的问题进行深入探讨,确保在实际操作中能够准确无误地执行安装任务。

3.3 落实安装组织措施

首先,项目管理者成立了专门的安装指挥部,由项目经理直接管辖,下设技术、质量、安全、物资、协调等多个职能小组,形成高效运转的组织体系,确保安装工作有序进行^[3]。其次,明确了各职能小组及个人的职责和任务,制定详细的工作流程和操作规范,确保每个环节都有专人负责,每项工作都有明确的标准和要求。同时,制定了合理的安装进度计划,充分考虑设备到货、人员配置、环境条件等因素,确保安装工作按计划进行。在安全保障方面,制定了严格的安全管理制度和应急预案,对安装人员进行安全教育和培训,确保施工现场的安全防护措施到位,防止安全事故的发生。最后,项目管理者定期召开安装协调会议,及时解决安装过程中出现的问题,确保各参与方协同高效。在物资保障方面,提前做好了安装所需材料、工具、设备的采购和准备工作,确保安装过程中物资供应充足、及时。

4 机组安装

4.1 定位放样

安装人员依据设计院提供的机组中心线基准点,使用高精度全站仪进行测量,确保机组中心线的偏差在 $\pm 1\text{mm}$ 之内。接着根据机组中心线放出机组各主要部件如水轮机座环、发电机定子、转子等的安装基准面,基准面的平面度和平行度误差控制在 $\pm 0.5\text{mm}$ 之内。放样过程中,还需考虑机组的同心度和水平度,水轮机转轮与发电机转子的同心度误差需控制在 $\pm 0.02\text{mm}$ 以内,确保机组运行时的平稳性。此外,对于尾水管、导水机构等关键部件的定位,安装人员采用了三维坐标测量法,通过设置控制点,确保各部件之间的空间位置准确无误。在放样完成后,还需进行复核测量和校验,确保所有测量数据满足设计需求。

4.2 地脚螺栓安装

安装前对地脚螺栓的螺纹、螺距、长度等尺寸进行详

细检查,确保螺栓尺寸和规格与设计图纸一致,螺距误差控制在 $\pm 0.5\text{mm}$ 以内,由于本工程设备本体重量大于其他泵型,进水径向轴承单侧荷重为 280kN 、中间径向轴承及推力轴承单侧荷重为 370kN 、主电机单侧荷重为 800kN ,因此地脚螺栓相应增多,调整也较为复杂。基础高程调整重要方法是利用组合调整铁(如图1、图2所示)。组合调整铁克服普通斜铁的缺陷。采用座浆法固定调整垫铁。其控制指标如下:垫铁平面高程与设计高程误差 $\pm 0.5\text{mm}$;座浆坑长度和宽度大于垫铁 $0.6\sim 0.8\text{m}$;座浆坑深度大于 300mm ;水平度小于 0.05mm/m 。

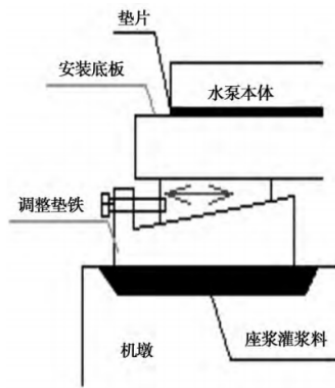


图1 调整垫铁立面示意图

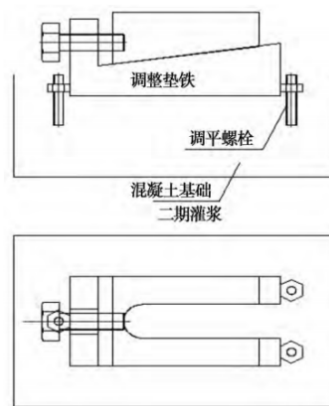


图2 调整垫铁平面示意图

4.3 临时固定进出水底座

首先对底座表面进行清洁和检查,确保底座表面无油污、锈蚀、毛刺等,平面度误差控制在 $\pm 0.5\text{mm}$ 以内。接着,使用特制的调整垫片对底座进行初步调整,垫片的厚度根据底座与基础之间的实际间隙进行选择,确保垫片的厚度均匀,偏差不超过 $\pm 0.2\text{mm}$ 。在底座的临时固定过程中,采用直径为 20mm 的临时固定螺栓,按照设计图纸中规定的位置进行安装,螺栓的拧紧力矩控制在 $100\sim 150\text{N}\cdot\text{m}$ 之间,以保证底座的稳定性。同时,为了确保底座在混凝土浇筑过程中的位置不发生偏移,安装人员使用经纬仪和水准仪对底座的位置进行监测,垂直度偏差控制在 $\pm 0.5\text{mm/m}$,水平

度偏差控制在 $\pm 0.2\text{mm/m}$ 。在混凝土浇筑前,还需对底座的临时固定螺栓进行复拧,确保所有螺栓的力矩值达到规定要求。混凝土浇筑时,采用分层浇筑的方法,每层厚度控制在 $300\sim 500\text{mm}$,并使用振动棒进行充分振动,以排除混凝土中的气泡,确保混凝土的密实性。

4.4 电机安装

电机安装前,对电机的基础进行详细的检查,确保基础的平面度误差不超过 $\pm 0.05\text{mm}$,以保障电机安装后的稳定性。电机安装时,采用两台 10t 的桥式起重机配合作业,将电机缓慢吊起至安装位置,过程中确保起重速度均匀,避免对电机造成冲击。在电机就位后,使用精度为 $\pm 0.02\text{mm}$ 的激光准直仪调整电机的水平度,确保电机轴线的水平度偏差控制在 $\pm 0.05\text{mm/m}$ 。同时,利用精度为 $\pm 0.01\text{mm}$ 的千分表检查电机轴与水轮机轴的同轴度,确保同轴度误差不超过 $\pm 0.02\text{mm}$,以保证机组运行时的同心度。在电机与水轮机轴连接时,采用 0.02mm 厚的塞尺检查联轴器的间隙,间隙控制在 $0.08\sim 0.12\text{mm}$ 之间,以保障轴系的传动效率和运行平稳性。电机固定时,使用力矩扳手按照制造商提供的力矩值紧固地脚螺栓,力矩值误差控制在 $\pm 5\%$ 以内,确保螺栓预紧力均匀。电机安装完成后,进行电气性能测试,包括绝缘电阻测试、直流电阻测试和耐压测试,绝缘电阻值不低于 $10\text{M}\Omega$,直流电阻不平衡率不超过 $\pm 2\%$,耐压测试电压为 2.5 倍的额定电压,持续时间为 1 分钟,无击穿现象。

4.5 临时固定出水侧伸缩节

采用两台 5 吨的电动葫芦配合,将伸缩节缓慢吊起至设计位置,确保吊装过程中伸缩节的平衡和稳定。在伸缩节初步就位后,使用调整垫片对伸缩节进行水平度和垂直度的调整,垫片厚度均匀,偏差控制在 $\pm 0.2\text{mm}$,确保伸缩节的水平度偏差控制在 $\pm 0.5\text{mm/m}$,垂直度偏差控制在 $\pm 1\text{mm/m}$ 。临时固定时,采用 $\text{M}24$ 的螺栓和螺母进行固定,拧紧力矩控制在 $200\sim 250\text{N}\cdot\text{m}$ 之间,以保证伸缩节在混凝土浇筑过程中不会发生位移。在伸缩节与出水弯管连接处,使用 0.05mm 厚的塞尺检查接缝间隙,间隙控制在 $0.5\sim 1.5\text{mm}$ 之间,以确保接缝的密封性能。在混凝土浇筑前,对伸缩节的临时固定螺栓进行复拧,确保所有螺栓的力矩值达到规定要求。

4.6 下中接管、下出水导叶体、下叶轮外壳安装

下中接管安装时,使用 10t 起重机吊装,利用激光准直仪调整水平度偏差 $\leq \pm 0.5\text{mm/m}$,垂直度偏差 $\leq \pm 1\text{mm/m}$ 。下出水导叶体与下叶轮外壳对接,配合间隙通过塞尺检查控制在 $0.5\sim 1.5\text{mm}$,确保水流顺畅。下叶轮外壳采用专用工装定位,同轴度误差 $\leq \pm 0.02\text{mm}$ 。紧固螺栓时,力矩值误差控制在 $\pm 5\%$,确保预紧力均匀。安装完成后进行 1.5 倍设计压力的水压试验,持续 30min ,无泄漏和异常变形现象。

4.7 进水管、进水侧伸缩节安装

安装时,采用 10t 桥式起重机吊装进水管,利用激光准直仪调整其水平度,偏差控制在 $\pm 0.5\text{mm/m}$ 以内,垂直度偏差控制在 $\pm 1\text{mm/m}$ 以内。进水侧伸缩节的安装则需保证与进水管的同轴度误差不超过 $\pm 0.02\text{mm}$,以确保水流顺畅。伸缩节的螺栓紧固力矩按照制造商提供的标准执行,力矩值误差控制在 $\pm 5\%$ 以内,确保连接的牢固性。安装完成后,进行水压试验,试验压力为 1.5 倍的设计压力,持续时间为 30min ,经检查无泄漏、无异常变形。

4.8 转子体安装

安装时,使用 10 吨桥式起重机吊装转子体,缓慢提升至预定位置。利用激光准直仪和水准仪调整转子体的水平和垂直度,水平度偏差控制在 $\pm 0.02\text{mm/m}$,垂直度偏差控制在 $\pm 0.05\text{mm/m}$ 以内。在转子体与发电机轴连接时,采用 0.02mm 厚的塞尺检查接缝间隙,间隙控制在 $0.08\sim 0.12\text{mm}$ 之间,以确保传动效率和运行平稳性。紧固连接螺栓时,力矩值按照制造商提供的标准执行,力矩值误差控制在 $\pm 5\%$ 以内。转子体安装完成后,进行动平衡试验,不平衡质量小于 10g ,确保转子体在高速旋转时的稳定性。

4.9 进出水底环安装

安装时,采用 10t 桥式起重机吊装底环,利用激光准直仪调整其水平度,偏差控制在 $\pm 0.5\text{mm/m}$ 以内。底环与机座的垂直度偏差控制在 $\pm 1\text{mm/m}$ 以内,以确保底环的准确安装。在底环与进出水导叶体的对接中,使用 0.05mm 厚的塞尺检查接缝间隙,间隙控制在 $0.5\sim 1.5\text{mm}$ 之间,以保证密封性能。底环的螺栓紧固力矩按照制造商提供的标准执行,力矩值误差控制在 $\pm 5\%$ 以内,确保连接的牢固性。安装完成后,进行水压试验,试验压力为 1.5 倍的设计压力,持续时间为 30min ,经检查无泄漏和异常变形。

5 结语

论文通过对灯泡贯流式机组关键部位安装质量控制技术的详细分析,展示了安装过程中的重要步骤和质量控制要点。实践证明,只有严格遵循安装规范和质量标准,才能确保机组的稳定运行和长期可靠性。希望论文的研究成果能够为灯泡贯流式机组安装工程提供有益的借鉴,促进水电工程技术的进一步发展。同时,也期待未来在机组安装技术领域有更多的创新和突破,以适应不断变化的市场和技术需求。

参考文献

- [1] 王磊,念妮妮.大型灯泡贯流式机组总装工艺分析[J].技术与市场,2021,28(11):59-61.
- [2] 刘成林.浅谈灯泡贯流式机组管型座二期混凝土施工质量控制[J].水电站设计,2021,37(3):39-41.
- [3] 钟象新.灯泡贯流式机组管形座安装质量控制[J].水电站机电技术,2023,33(2):51-52.