

大型水轮发电机组高精度安装关键技术研究与应用

李争辉

(中国水利水电第十一工程局有限公司, 河南 郑州 450001)

【摘要】随着清洁能源的推广应用,水力发电的重要性不断提升。为了提升水力发电的效果,水轮发电机组的安装就显得尤为重要。为此,本文将就大型水轮发电机组的高精度安装关键技术展开研究。本文主要针对大型水轮发电机组的特点和应用,研究了高精度安装所涉及的关键技术,包括基准确定、变形控制、误差检测与校正等方面。同时,本文还展望了大型水轮发电机组高精度安装技术的未来发展趋势,并提出了改进的建议。通过本文的研究,旨在提高发电机组的安装精度,优化发电效率,促进水力发电的进一步发展。

【关键词】大型水轮机; 水轮机发电机组; 高精度安装; 基准确定; 变形控制

大型水轮发电机组作为重要的能源装置,其安装质量直接影响到发电系统的运行效率和可靠性。由于设备体积庞大、结构复杂,因此高精度的安装成为保证发电机组性能的重要环节。因此,研究大型水轮发电机组安装过程中的高精度安装关键技术意义重大。

一、大型水轮发电机组高精度安装技术概述

(一) 大型水轮发电机组的概念与特点

大型水轮发电机组是一种通过水力转换来产生电能的设备。它通常由水轮机、发电机和辅助设备组成。

大型水轮发电机组的特点如下: 第一, 大型水轮发电机组具有大容量的特点。由于水轮发电机组通常安装在水电站或大型发电厂中, 它们的功率一般较大, 能够满足城市或工业区域的电力需求。这使得大型水轮发电机组在能源供应方面发挥着重要作用。第二, 大型水轮发电机组具有高效率的特点。水力资源具有环保性和可再生性, 因此, 当水流通过水轮机时, 能够高效地将水流的动能转化为电能。相比于其他发电方式, 大型水轮发电机组在能源转换方面具有极高的效率。这不仅可以提供稳定的电力供应, 还能减少能源的浪费, 实现可持续发展。第三, 大型水轮发电机组具有长寿命的特点。通过科学的设计和良好的维护, 大型水轮发电机组能够长时间稳定运行。相对于其他发电设备, 大型水轮发电机组的维修成本相对较低, 延长了设备的使用寿命, 提高了投资回报率^[1]。

基于上述特点, 大型水轮发电机组在工业生产和城市供电中得到广泛应用。它们被安装在水电站、大型发电厂以及一些有水资源的地区。这些水轮发电机组能够为当地的能源供应提供支持, 满足不同行业 and 人民生活的电力需求。

(二) 高精度安装在发电机组运行中的重要性

高精度安装是保证大型水轮发电机组运行效率和可靠性的关键环节。它涉及到发电机组各个部件的准确定位和配合, 以最大限度地减小设备运行时的振动、噪音和能量损失。具体来说, 其重要性体现在以下几个方面: 首先, 高精度安装可以提高发电效率。通过精确安装发电机组的各个部件, 可以有效减小不必要的机械摩擦和能量损耗。这有助于提高整个发电机组的总体效率, 使其能够更加高效地将水流动能转化为电能。高效率的发电机组不仅可以提供稳定的电力供应, 还可以减少能源的浪费, 对于提高电力系统的可持续性具有重要意义。其次, 高精度安装可以降低设备的运行风险。通过精确的安装和校正, 可以确保发电机组各个部件的正确配合和对齐。这有效地减小了因不良安装导致的故障和设备失效的风险。发电机组是复杂的机电设备, 一旦发生故障, 除了会造成电力供应中断外, 还可能带来其他不良的经济和环境后果。因此, 高精度安装对于保障设备的安全运行和延长设备寿命至关重要。最后, 高精度安装还能增强设备的稳定性。通过精确的安装和校正, 可以减小设备的振动和噪音。振动和噪音是大型水轮发电机组运行中常见的问题, 它们不仅影响设备的正常运行, 还可能对周围环境和人员造成危害。通过高精度安装, 可以提高设备的稳定性和运行平稳性, 保证设备在长期运行中的安全可靠。

二、大型水轮发电机组高精度安装的关键技术研究

(一) 安装基准的确定

1. 基准选择的原则和方法: 在大型水轮发电机

组的高精度安装中，确定适当的基准是关键步骤之一。基准的选择应遵循以下原则和方法。首先，基准的稳定性非常重要。因为水轮发电机组需要长期稳定运行，所选用的基准应具有较高的稳定性和耐久性，能够保证长期运行中的准确度。如果基准本身不稳定，会导致后续测量过程中的误差积累，进而影响整个安装的准确性^[2]。其次，基准的可追溯性也是一个重要考虑因素。选择的基准应与国家或国际标准相符，并且能够通过可追溯的测量方法进行校准。这样可以确保所选用的基准具有较高的可信度和准确性。最后，基准的精确度也是选择的关键。基准的精度应足够高，能够满足发电机组高精度安装的要求。如果基准的精度不足，将会影响后续测量过程中对位置、角度等参数的准确测量，从而影响整个安装的精度和效果。此外，在确定基准时，常常选择机械设备或测量工具中的某个参考面或点，并通过相关的测量方法进行校准和确认。例如，在水轮发电机组的安装中，可以选择机座作为基准，通过对机座的位置、角度等参数进行测量和校准，确定合适的安装位置和姿态。

2. 基准测量技术及设备的选择与使用：为了进行基准的测量，需要使用精密测量仪器和设备。常用的基准测量技术包括光学测量、录像测量和GPS定位。光学测量利用激光测距仪、全站仪等设备进行测量，能够实现高精度的测量和定位。录像测量则通过将安装过程中的实时画面录制下来，并使用专业的图像处理软件进行分析和测量。这种方法能够提供直观、可视化的测量结果。GPS定位则利用全球定位系统进行测量，提供高精度的空间定位数据。在选择和使用基准测量技术和设备时，需要考虑其适用范围、测量精度等因素，并根据具体安装情况进行合理选择。同时，还需要进行设备的校准和验证，以确保测量结果的准确性和可靠性。

（二）安装过程中的变形控制

1. 变形规律研究与分析：在大型水轮发电机组的高精度安装过程中，由于各种因素的作用，设备往往会产生变形。因此，需要对变形规律进行研究和分析，以便采取相应的措施进行变形控制和补偿。为了研究变形规律，常常使用有限元分析、数值模拟等方法。通过建立精细的数学模型，可以模拟出各种因素对设备变形的影响，并预测和评估其对安装精度的影响。这些方法能够帮助工程师更好地理解设备的变形规律，为后续的安装工作提供依据^[3]。

2. 变形补偿技术及方法的研究：针对变形问题，

需要研究和开发相应的变形补偿技术和方法。常见的变形补偿技术包括压力补偿、温度补偿和结构调整。压力补偿是通过设置适当的支撑和调整装置，使设备在运行时能够承受压力并保持平衡。例如，在安装过程中，可以采用液压支撑系统来调整设备的平衡状态，从而减小因重力引起的变形。这种补偿技术需要根据实际情况进行设计和施工，以保证设备的稳定性和安装精度。温度补偿是通过控制和调节设备的温度，减小因温度变化引起的变形问题。在安装过程中，可以使用加热或冷却设备来控制设备的温度，以保持其在一定范围内的稳定性。同时，还可以采用隔热材料或散热设备来降低温度变化对设备造成的影响。结构调整是根据变形规律和分析结果，对设备进行结构上的调整，从而降低变形程度并保持安装精度。例如，在安装过程中，可以通过改变支撑位置、增加支撑面积或调整设备的结构参数等方式来实现结构调整。这种方法需要工程师具备深入的理论知识和实践经验，才能准确判断和操作。

（三）安装误差检测和校正

1. 误差检测仪器及设备的选择与使用：在大型水轮发电机组安装过程中，需要使用专门的误差检测仪器和设备进行误差检测。通过合理选择和使用误差检测仪器，可以及时发现和定位误差，并为后续的校正工作提供依据。常用的误差检测仪器包括：第一，坐标测量仪。它可以测量设备的位置、角度等参数，并能够实时监测设备的位置偏移和角度误差。坐标测量仪的使用可以提供准确的测量结果，帮助工程师定位和分析误差^[4]。第二，振动测量仪也是一种常见的误差检测仪器。该仪器用于测量设备在运行时的振动情况，以评估设备的稳定性和运行状态。通过振动测量仪可以检测到由于不平衡或松动引起的振动问题，并及时采取相应的校正措施。第三，温度测量仪也是误差检测中常用的仪器之一。它可以测量设备的温度分布，以查找温度不均匀引起的误差。通过温度测量仪可以发现和定位设备在运行时可能出现的温度变化问题，从而采取相应的校正措施。

2. 误差校正技术与方法的研究：基于误差检测结果，需要进行相应的误差校正工作。选择和应用适当的误差校正技术和方法，可以有效消除误差，并确保设备的高精度安装。常见的误差校正技术包括：第一，调整。即通过调整设备的位置、角度等参数来消除误差。例如，通过螺栓或垫片进行微调可以使设备达到所需的位置和角度。第二，矫正。即通过矫正

设备的结构来消除误差。例如,在存在弯曲或扭转的情况下,可以通过适当的矫正措施来补偿这些变形,以达到预期的安装精度。第三,如果误差无法通过调整和矫正消除,需要采取其他补救措施。例如,可以增加支撑点或加强约束来提高设备的稳定性和安装精度。

三、大型水轮发电机组高精度安装技术的发展趋势

(一) 技术改进与创新的方向

1. 智能化技术改进。随着信息化技术的快速发展,智能化技术在大型水轮发电机组高精度安装中得到越来越广泛的应用。通过自动化控制、远程操作和无人化安装等技术手段,可以提高安装效率和精度,并减少人为误操作的风险。例如,通过使用传感器和自动控制系统,可以实时监测和调整设备的位置、角度和配合状态,从而实现更精确的安装。

2. 全息成像技术的应用。全息成像技术是一种非接触式测量技术,通过激光干涉原理来实时捕捉设备表面的形貌信息。这种技术能够高精度地测量设备的位置、偏移以及变形等参数,为安装过程提供更准确的数据支持。利用全息成像技术,工作人员可以在实际安装之前对设备进行精确测量,以确保其正确安装和配合^[5]。

3. 虚拟仿真技术的应用。虚拟仿真技术可以在计算机上对实际安装过程进行模拟和预测。通过构建真实的物理模型和运行环境,以及运用相关的数学和物理算法,可以对安装过程进行全面的模型分析和优化方案。通过虚拟仿真技术,可以提前排除可能出现的问题,比如设备配合不良或冲突等情况,从而降低安装风险和成本,同时提高安装的精度和效率。

(二) 技术发展前景与趋势

1. 发展前景:大型水轮发电机组高精度安装技术的发展前景广阔。随着国家对可再生能源发电的重视,水轮发电机组的需求也在增加。高精度安装技术能够保证设备的稳定运行和长期可靠性,因此具有很大的市场需求。大型水轮发电机组通常是投资巨大、使用寿命长的设备,其安装质量直接关系到发电效率和设备寿命。通过采用高精度安装技术,可以确保水轮发电机组的旋转轴线与引导轴线地对中度达到预期要求,从而提高装配质量和工作效率。同时,随着技术的不断进步和应用的推广,该技术也将得到更多企业和工程项目的关注和采用。大型水轮发电机组通常需要在山区或河流边等恶劣环境中进行安装,传统的安装方法往往受到现场条件和人为操作的限

制,无法满足高精度安装的要求。因此,大型水轮发电机组高精度安装技术的应用将成为一种趋势,并将带动相关产业链的发展。

2. 发展趋势:预计未来,大型水轮发电机组高精度安装技术将更加智能化、自动化,并且更加注重精细化管理和全过程控制。随着信息化技术的不断发展,智能化技术将在高精度安装中得到更广泛的应用。通过使用传感器和自动控制系统,可以实现设备位置和偏移的实时监测和调整,从而提高安装效率和精度。此外,虚拟仿真技术的应用也将更加广泛,通过在计算机上进行模拟和预测,可以提前发现潜在问题并进行优化,从而降低安装风险和成本,同时提高安装的精度和效率。

四、结束语

本文以大型水轮发电机组高精度安装技术为研究对象,通过对基准确定、变形控制、误差检测与校正等关键技术的研究,旨在优化大型水轮发电机组的安装精度,提高发电效率。未来,随着科学技术的不断进步,大型水轮发电机组高精度安装技术将朝着更加精细化、自动化的方向发展,并且将在更广泛的领域得到应用。希望本文的研究成果能为相关领域的研究与实践提供参考,推动大型水轮发电机组高精度安装技术的发展。

参考文献:

- [1] 白锦,时志华,肖俊等.大型水轮发电机组高精度安装关键技术研究与应用[J].安装,2022,(S1):180-181.
- [2] 陈元国.大型水轮发电机定子机坑定位筋安装技术[J].装备维修技术,2021,(02):39-42.
- [3] 郑强.水电站水轮发电机安装要点与技术研究[J].内蒙古水利,2022,(01):79-80.
- [4] 李林伟,朱罗平,孟鹏.激光精密测量技术在大型水轮发电机组安装中的应用[J].水电能源科学,2016,34(11):156-159.
- [5] 周洪宇,周明,张宇等.大型水轮发电机状况监测智能诊断平台[J].设备管理与维修,2021,(09):143-144.

作者简介:李争辉(1994.2.4—),性别:男,民族:汉族,籍贯:河南省偃师市,学历:本科,现有职称:助理工程师,研究方向主要从事:水利水电工程,机械安装工程。