

水电站水力机械专业 BIM 设计及应用

冉启飞

西华大学, 四川 成都 610039

[摘要]现代科学技术发展越来越迅速, BIM 作为一种新型科学技术被应用于各领域, 并取得了一定应用成效。对于处于发展关键时期的水利水电设计行业而言, 在水电站水力机械中融入 BIM 技术, 不但能够加快水电站水力机械的发展进程, 同时也能够推动水利水电设计行业更好地发展。通过对水电站水力机械专业 BIM 设计及应用的研究, 旨在推动水利水电设计行业更好地适应时代发展的需求, 提升行业的发展水平和竞争力。

[关键词]水电站; 水力机械; BIM 设计; 技术应用

DOI: 10.33142/sca.v7i7.12779

中图分类号: TV734

文献标识码: A

Design and Application of BIM for Hydraulic Machinery in Hydropower Stations

RAN Qifei

Xihua University, Chengdu, Sichuan, 610039, China

Abstract: The development of modern science and technology is becoming increasingly rapid, BIM, as a new type of scientific technology, has been applied in various fields and has achieved certain application results. For the water conservancy and hydropower design industry in a critical period of development, integrating BIM technology into hydropower station hydraulic machinery can not only accelerate the development process of hydropower station hydraulic machinery, but also promote better development of the water conservancy and hydropower design industry. Through the study of BIM design and application in the field of hydraulic machinery for hydropower stations, the aim is to promote the water conservancy and hydropower design industry to better adapt to the needs of the times, and enhance the industry's development level and competitiveness.

Keywords: hydropower stations; hydraulic machinery; BIM design; technology application

引言

BIM 技术作为一种集成的数字化设计和管理工具, 为水电站水力机械的设计、建造、运行和维护提供了全新的解决方案。本文将探讨 BIM 技术在水电站水力机械专业中的应用现状、发展趋势以及未来展望, 旨在为水电站行业的发展和技术创新提供有益的参考和启示。

1 BIM 技术在水力机械领域的应用意义

BIM 技术在水力机械领域的应用具有重要的意义。首先, 通过 BIM 技术, 可以实现对水力机械设备的全生命周期管理, 从设计、制造、安装到运行和维护的每一个阶段都可以实现信息的集成和共享, 提高了整个项目的协同性和效率。其次, BIM 技术可以实现对水力机械设备的数字化建模, 实现对设备结构、功能和性能的精准模拟和分析, 为设计优化、工艺改进和性能提升提供了有力的支持。此外, BIM 技术还可以实现对水力机械设备的实时监测与管理, 通过与传感器和监控系统的结合, 实现对设备运行状态的实时监测和预警, 为设备运维提供了科学的依据和指导。

2 水电站水力机械专业 BIM 设计及应用的特点

水电站水力机械专业 BIM 设计及应用具有几个显著的特点。首先, 其复杂性突出。水电站水力机械系统包括水轮机、发电机、水闸等多个组成部分, 而且涉及到水力、机械、电气等多个专业领域, 因此其设计和施工难度较大。

其次, BIM 技术在水力机械专业的应用具有高度的整合性和协同性。通过 BIM 技术, 不仅可以实现水力机械设备的三维数字化建模, 还可以将水力机械系统与其他专业系统进行集成, 实现各专业数据的共享和交流, 提高了项目的协同设计和施工管理效率^[1]。此外, 水电站水力机械专业 BIM 设计及应用还具有实时性和可视化特点。借助 BIM 技术, 设计人员和施工人员可以实时查看水力机械系统的设计和施工进度, 快速了解项目的实时状态, 及时进行调整和优化。同时, BIM 模型还可以实现对水力机械系统的可视化展示, 帮助相关人员直观地了解项目的整体情况, 提高沟通和决策效率。

3 BIM 在水电站水力机械领域的发展现状

目前, BIM 技术在水电站水力机械领域的应用呈现出日益增长的趋势。随着数字化技术在建筑行业的普及和深入, 越来越多的水电站项目开始采用 BIM 技术进行设计、施工和运营管理。这主要体现在几个方面: 首先, BIM 技术在水力机械领域的应用已经逐渐成为行业标准。越来越多的水电站项目要求采用 BIM 技术进行设计和施工, 以提高项目的设计质量、施工效率和管理水平。这种趋势推动了相关技术和软件的不断更新和完善, 为 BIM 技术在水力机械领域的广泛应用提供了技术支持。其次, BIM 技术在水电站水力机械领域的应用范围不断扩大。除了在设计 and 施工阶段的应用外, BIM 技术还逐渐延伸到了水力机械设备的

运行和维护阶段。通过 BIM 技术,可以实现对水力机械设备的实时监测和管理,及时发现并解决设备运行中的问题,提高了设备的可靠性和安全性。此外,BIM 技术在水电站水力机械领域的应用还促进了行业的数字化转型和智能化发展。通过 BIM 技术,水力机械项目可以实现信息的集成和共享,实现各专业数据的互联互通,提高了项目的协同设计和管理效率。同时,BIM 技术还可以实现对水力机械系统的模拟和优化,为项目的设计和施工提供了科学的依据和支持。

4 BIM 在水电站水力机械生命周期管理中的应用

4.1 BIM 在水电站水力机械制造与安装阶段的应用

4.1.1 构件设计和制造

在水电站水力机械制造与安装阶段,BIM 技术在构件设计和制造方面发挥着重要作用。首先,BIM 技术能够实现水力机械构件的精确三维建模,使得设计人员能够以更直观、更清晰的方式理解构件的形态、结构和功能。通过 BIM 软件的建模功能,设计人员可以更加准确地控制构件的尺寸、形状和材料,从而确保构件的质量和性能满足设计要求。其次,BIM 技术在构件制造过程中能够提高生产效率和质量。利用 BIM 模型,制造工厂可以进行数字化的生产规划和工艺设计,优化生产流程,提高生产效率。同时,BIM 模型还可以用于制造工艺的模拟和优化,帮助制造工厂预先发现和解决潜在的生产问题,减少生产过程中的错误和浪费,提高制造质量。

4.1.2 碰撞检测与协调

在水电站水力机械制造与安装阶段,BIM 技术的碰撞检测与协调功能发挥着至关重要的作用。通过 BIM 模型,可以将各个构件的三维模型进行整合,实现构件之间的空间碰撞检测。这项功能可以在设计和施工前预先发现潜在的冲突和问题,避免在实际施工中造成额外的成本和延误。通过实时的碰撞检测,施工团队可以及时调整构件的位置和安装顺序,确保施工进度的顺利进行。此外,BIM 技术还能够实现不同专业之间的协同工作^[2]。在水力机械制造与安装阶段,涉及到多个专业的工程师和施工人员,他们需要密切合作才能确保项目的顺利进行。通过 BIM 模型,不同专业的工程师可以在同一个平台上共同查看和编辑设计数据,及时沟通和协调各自的工作,避免因信息不对称而导致的施工冲突和误解。

4.1.3 工艺模拟和优化

通过 BIM 模型,可以对水力机械制造和安装过程进行数字化模拟,模拟包括材料的运输、组装过程、设备的安装等方面。这种工艺模拟可以帮助项目团队在实际施工之前,对整个工艺流程进行全面的分析和评估,识别潜在的问题和风险,优化施工方案,提高施工效率。通过工艺模拟,项目团队可以快速评估不同施工方案的优劣,确定最佳的施工路径和工艺流程。比如,在水力机械安装过程中,通过 BIM 模型可以模拟不同的起重方案和安装顺序,评估各方案的安全性和效率,选择最优方案,避免施工过程中可能出现的问题和延误。

4.1.4 进度管理与协调

通过 BIM 模型,可以建立水力机械制造与安装的进度计划,并实现进度的可视化管理和跟踪。这项功能使得项

目管理人员可以清晰地了解项目的施工进度,及时发现和解决可能影响进度的问题,以保证项目按时完成。此外,BIM 技术还可以促进不同专业之间的协同工作。在水力机械制造与安装阶段,涉及到多个专业的工程师和施工人员,他们需要密切合作才能确保项目的顺利进行。通过 BIM 模型,不同专业的工程师可以在同一个平台上共同查看和编辑进度数据,及时沟通和协调各自的工作,避免因信息不对称而导致的施工冲突和误解,保证施工进度的顺利推进。另外,BIM 技术还可以实现施工计划的优化和调整。通过 BIM 模型,项目管理人员可以随时对施工计划进行调整,并实时查看调整后的施工进度。

4.1.5 安全管理

通过 BIM 模型,可以进行施工场景的数字化模拟和安全评估,帮助项目团队识别和预防施工过程中可能存在的安全隐患。首先,BIM 技术可以模拟施工现场的各种情况,包括人员活动、设备摆放、材料堆放等,通过模拟分析,识别可能存在的安全风险和危险点。其次,BIM 模型还可以结合安全规范和标准,对施工场景进行安全评估,评估施工过程中的安全性和风险水平,为安全管理提供科学依据和参考意见。此外,BIM 技术还可以用于安全培训和教育。通过 BIM 模型,可以实现对施工人员的安全培训和教育,模拟各种安全场景,提高施工人员的安全意识和应对能力。

4.2 BIM 在水电站水力机械运行与维护阶段的应用

4.2.1 设备运行数据管理

在水电站水力机械运行与维护阶段,BIM 技术的设备运行数据管理发挥着重要作用。通过 BIM 技术,可以实现对水力机械设备运行数据的集中管理和分析。首先,BIM 模型可以集成各种传感器和监测设备,实时采集水力机械设备的运行数据,包括温度、压力、流量等参数。这些数据可以实时上传至 BIM 模型中,形成运行数据的数据库,为后续的分析 and 决策提供数据支持。其次,BIM 技术可以通过数据可视化的方式展示设备的运行状态。通过 BIM 模型,运维人员可以直观地查看设备的运行数据和状态,及时发现设备运行异常和故障,采取相应的维护措施,提高设备的可靠性和稳定性^[3]。此外,BIM 技术还可以通过数据分析和模拟,预测设备的运行寿命和维护周期,制定科学的维护计划,延长设备的使用寿命,降低维护成本。

4.2.2 预防性维护

在水电站水力机械运行与维护阶段,BIM 技术的预防性维护功能发挥着重要作用。通过 BIM 技术,可以实现对水力机械设备的预防性维护,旨在设备出现故障之前,通过预先识别潜在问题并采取相应的维护措施,以减少设备停机时间,降低维修成本,提高设备的可靠性和稳定性。首先,BIM 技术可以结合传感器和监测系统实时监测设备的运行状态和性能参数。通过对设备运行数据的实时监测和分析,可以及时发现设备运行中的异常情况,如温度过高、振动异常等,从而及早预警潜在的故障风险。其次,BIM 技术可以实现对设备的运行状况进行预测和模拟。通

通过对设备历史运行数据的分析和建模,可以预测设备未来的运行状态和寿命,提前制定维护计划,合理安排维护资源,实现对设备的定期检查和维修,减少突发故障的发生。

4.2.3 维护计划优化

通过 BIM 技术,可以对水力机械设备的维护计划进行优化,从而实现更有效、更经济、更可靠的设备维护管理。首先, BIM 技术可以结合设备的历史运行数据和实时监测数据,对设备的运行状态进行分析和评估。通过对设备运行情况的全面了解,可以确定维护的频次和内容,制定合理的维护计划。这种基于数据的维护计划能够充分考虑设备的实际状况,避免不必要的维护和检修,降低维护成本,延长设备的使用寿命。其次, BIM 技术可以结合人工智能和大数据分析技术,实现对设备维护计划的智能优化。通过建立设备的数字孪生模型和机器学习算法,可以实时监测设备的运行状态和性能参数,根据设备的实际情况自动调整维护计划,提高维护的准确性和针对性。

4.2.4 远程监控与控制

通过 BIM 技术,可以实现对水力机械设备的远程监控和控制,实时监测设备的运行状态,及时发现并响应潜在的问题,从而提高设备的可靠性和稳定性。首先, BIM 技术可以结合传感器和监测设备,实时采集水力机械设备的运行数据,如温度、压力、流量等参数。这些数据可以通过互联网传输至远程服务器,建立设备的数字孪生模型。运维人员可以通过云平台远程访问这些数据,并利用 BIM 模型对设备的运行状态进行实时监测和分析,及时发现设备可能存在的问题。其次, BIM 技术可以实现对水力机械设备的远程控制。基于数字孪生模型,运维人员可以通过远程控制系统对设备进行远程操作,调整设备的运行参数,实现设备的远程控制和调试。

4.2.5 故障诊断与修复

首先, BIM 技术可以结合传感器和监测系统,实时监测水力机械设备的运行状态和性能参数。一旦设备出现故障或异常情况,监测系统可以及时发出警报,并将相关数据上传至 BIM 模型中。运维人员可以通过 BIM 模型迅速定位故障点,识别故障类型,并进行初步的故障诊断。其次, BIM 技术可以结合虚拟现实技术,实现对故障现场的虚拟重现。通过 BIM 模型,运维人员可以将实际故障场景与数字模型进行对比分析,查找故障原因,并确定修复方案。这种虚拟重现的方式可以帮助运维人员更直观地理解故障情况,提高故障诊断的准确性。此外, BIM 技术还可以结合人工智能和大数据分析技术,实现对故障数据的深度分析和挖掘。通过建立机器学习模型,对大量的历史故障数据进行训练和学习,可以发现故障之间的潜在联系和规律性,从而提高故障诊断的准确性和精度。最后, BIM 技术可以支持运维人员制定和实施故障修复方案。基于 BIM 模型,运维人员可以对修复方案进行仿真模拟,评估修复效果和成本,选择最佳的修复方案,并及时实施修复工作。

4.3 BIM 在水电站水力机械更新改造阶段的应用

在水电站水力机械更新改造阶段, BIM 技术的应用具

有重要意义。通过 BIM 技术,可以实现对水力机械设备的全面数字化建模和信息化管理,为更新改造工作提供全方位的支持。首先, BIM 技术可以帮助工程师和设计团队在更新改造前对水力机械设备进行精准的现状分析。通过建立精确的数字模型,可以清晰地展现设备的结构、参数、布局等信息,帮助工程师全面了解设备的状况,识别潜在的问题和改造需求。其次, BIM 技术可以支持更新改造方案的设计和优化。设计团队可以在 BIM 模型中进行方案设计和优化,模拟不同改造方案的效果,并评估各项改造工作的成本和效益,从而选择最佳的改造方案。此外, BIM 技术还可以实现对更新改造过程的全程管理和监控^[4]。通过 BIM 模型,可以跟踪和管理更新改造工程的进度、质量和成本,及时发现和解决施工中的问题和风险,确保更新改造工程顺利进行。

5 水电站水力机械专业 BIM 设计及应用的未来发展趋势与展望

未来,水电站水力机械专业 BIM 设计及应用将呈现出更加多样化、智能化和集成化的发展趋势。首先,随着 BIM 技术的不断发展和普及,水力机械领域的 BIM 应用将更加深入,覆盖更多的工程阶段和领域,从设计到建造、运行、维护等全生命周期均将得到广泛应用。其次, BIM 技术将与其他新兴技术相结合,如人工智能、大数据、物联网等,实现水力机械设备的智能化管理和运营。通过数据的实时监测和分析,实现设备运行状态的预测和优化,提高水力机械设备的效率和可靠性。此外, BIM 技术还将推动水力机械行业的信息共享和协同合作。通过建立开放式的 BIM 平台和标准化的数据交换机制,促进各方之间的信息共享和协同工作,实现水力机械项目的高效管理和协同设计。

6 结语

水电站水力机械专业 BIM 设计及应用的研究为水利水电行业的发展注入了新的活力与机遇。BIM 技术的广泛应用将加速水力机械设计和工程实施的效率,提升了整个行业的竞争力和可持续发展能力。通过本文对水电站水力机械专业 BIM 设计及应用探讨,我们不仅深入了解了 BIM 技术在水利水电领域的应用现状和发展趋势,更为行业的未来发展指明了方向。期待本研究成果能够激发更多关于水力机械领域 BIM 技术的深入研究与应用实践,为水电行业的转型升级和创新贡献力量。

[参考文献]

- [1]文鸿翔.水电站水力机械专业 BIM 设计及应用[J].黑龙江水利科技,2020,48(9):178-179.
- [2]朱毅,孙文彬,陈向东.水电站水力机械专业 BIM 设计及应用[J].大电机技术,2018(4):56-60.
- [3]郭学洋,王豪,李玲,等.BIM 技术在乌东德水电站机电设计中的应用[J].水利水电快报,2022,43(1):23-28.
- [4]周武.基于 BIM 技术的水电站机电安装工程协同设计与施工研究[J].水上安全,2023(8):40-42.

作者简介:冉启飞(1995.10—),男,西华大学,能源与动力工程,助理工程师。