

建筑信息模型在水电站运维方面的应用

周 波, 赖 真 明, 彭 远 方

(中电建水电开发集团有限公司, 四川 成都 610094)

摘 要:随着建筑信息模型(Building information modeling, BIM)技术的不断发展及其应用领域的拓宽,可以将 BIM 技术引入水电站运维管理,实现数据集中化、管理可视化,提高生产管理效率,顺应企业数字化转型的时代潮流。文章分析 BIM 技术的应用,将水电站大坝、厂房等水工建筑物以及机电设备、管路管线等进行三维建模及信息归集,提出设备设施数字化、设备 KKS 编码以及数据集成可视化交互方法,通过 BIM 技术及三维可视化提高水电站运维效率。

关键词:BIM 技术;水电站;运维;可视化

中图分类号:F416.9;O572.25;TV74

文献标识码:A

文章编号:1001-2184(2022)01-0055-03

Application of Building Information Model in Operation and Maintenance of Hydropower Station

ZHOU Bo, LAI Zhenming, PENG Yuanfang

(PowerChina Hydropower Development Group Co., LTD, Chengdu, Sichuan, 610041)

Abstract: With the continuous development of building information modeling (BIM) technology and the broadening of its application fields, BIM technology can be introduced into hydropower station operation and maintenance management to realize data centralization and management visualization, improve production management efficiency and comply with the trend of enterprise digital transformation. This paper analyzes the application of BIM technology, carries out three-dimensional modeling and information collection of hydraulic structures such as dam and powerhouse of hydropower station, electromechanical equipment and pipelines, and puts forward the visualization and interaction methods of equipment and facilities digitization, equipment KKS coding and data integration, so as to improve the operation and maintenance efficiency of hydropower station through BIM technology and three-dimensional visualization.

Key words: BIM technology; hydropower station; operation and maintenance; visualization

1 概 况

大渡河安谷水电站位于四川省乐山市境内,是大渡河下游最后一个梯级电站,以发电、防洪、航运、供水等综合利用的大(2)型水电工程。正常蓄水位为海拔高程 398 m,额定水头 33 m,设计引用流量 $2\,640.9\text{ m}^3/\text{s}$ 。枢纽布置从左至右为左岸副坝、左岸非溢流坝、13 孔泄洪冲沙闸、河床式电站、船闸、右岸接头坝。电站于 2015 年 8 月 28 日全部机组投产发电。电站装机 772 MW,安装了 4 台 190 MW 和 1 台 120 MW 的轴流转桨式水轮发电机组及调速、励磁、监控等辅助系统。电气主接线形式为:5 台发电机侧均采用发电机—变压器单元接线,发电机出口设断路器,220 kV 侧采用双母线接线形式,共有两回线接入系统^[1]。

收稿日期:2022-01-10

电站机电设备众多,后期运营安全风险高、维护难度大。开展基于 BIM 技术的运维管理应用对降低电站运行安全风险、提升运维水平具有重要意义。

最早由俗称 BIM 之父的美国乔治亚大学查克·伊士曼教授借鉴制造业的产品信息模型创建了 BIM 理念。2002 年 Autodesk 公司提出 BIM 并推出了自己的 BIM 软件产品。在我国对 BIM 的定义为:在建设工程及设施全生命期内,对其物理和功能特性进行数字化表达,并依此设计、施工、运营的过程和结果的总称^[2]。住建部于 2016 年发布了《关于推进建筑信息模型应用的指导意见》和《2016—2020 年建筑业信息化发展纲要》,在此后三年的示范工程建设中,BIM 技术应用已由单点应用逐步发展为与智能化应用相结合^[3]。

目前,BIM 技术在设计、施工和运营维护全过程的集成应用已取得一定进展。

随着 BIM 技术率先在建筑行业应用,由最初的设计企业发展到施工企业和业主单位,由传统的建筑行业发展到水电行业、制造行业甚至交通行业,BIM 理念逐步广为接受。BIM 能够应用于工程项目规划、勘察、设计、施工、运营维护等各阶段,实现建筑全生命期和各参与方在同一多维建筑信息模型基础上的数据共享,为产业链贯通、工业化建造和繁荣建筑创作提供技术保障。主要讨论 BIM 在乐山市安谷水电站运维阶段的应用,试图改进传统的运营维护管理方法,建立基于 BIM 应用的运营维护管理模式。

2 研究内容及方法

水电站水工建筑物、机电设备数量繁多,以 BIM 技术作为水电站运维的基础与信息载体,研究设备设施的数字化、KKS 编码、多业务协同、多元数据融合、数据集成可视化交互等关键技术及其集成应用。

2.1 设备设施数字化

设备设施数字化的第一步是三维建模,是可视化运维管理应用的基础,在三维模型上赋能运维阶段设备设施的空间信息、运维数据、采购信息、厂家图纸、规范标准、技术要求、设备材质等,形成数字资产台账。数据集中能提高运维管理效率及精准程度。

水电站涉及土建、机械、电气三个大类的设备设施三维建模,不同的类别采用不同的三维建模软件,采用 Autodesk 公司的 Revit 软件对水电站的水工建筑物进行三维建模,达索公司的 SolidWorks 软件对水轮发电机组及其他辅助机械设备三维建模,SolidWorks Electrical 软件对电站电气系统进行三维建模。针对数量庞大的机械电气设备,如何快速化完成设备的三维建模是该应用研究的重点。目前典型的快速化设计的理论和方法有:模块化设计、参数化设计、产品族设计及可重构设计等^[4]。其中参数化设计是产品设计、系列化的一种简单、高效和快速的方法,通过改变结构特征某一部分或某几部分的尺寸,基于参数化驱动技术,实现对特征中相关部分的自动改动。采用参数化设计便于推广到其他水电站,能够快速完成相似水轮发电机组的三维建模。

在三维建模过程中,空间信息、设备材质等内容作为基本信息赋值到模型上,运维数据、采购信息、厂家图纸、规范标准、技术要求等信息构建统一的数据存储体系,与三维模型形成外部关联,实现设备设施数字化。

2.2 设备 KKS 编码

KKS 编码作为电厂标识系统,用来标识电厂的部件及其辅助系统,是设备管理工作的基础。采用 KKS 编码给三维模型文件命名,文件系统一目了然。

编码的基础是采用合理的分类方法进行类别划分,编码应服从分类^[5]。对水电站设备进行类别划分,编码采用五层代码,电厂代码为第一层,机组单元或公用系统作为第二层代码,系统单元或称为功能单位作为第三层代码,设备单元作为第四层,部件或元件单元作为第五层。如安谷电站 1 号机组水轮机转轮的叶片 KKS 编码为:81_10MEA80AE200。KKS 编码层级示意图见图 1。

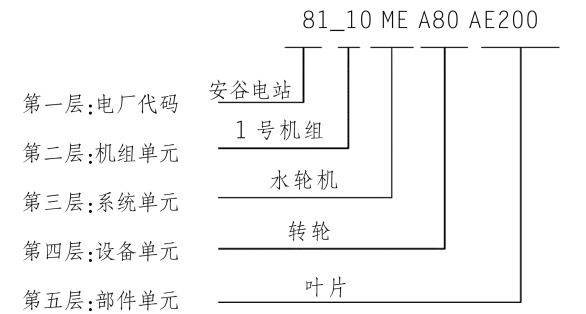


图 1 KKS 编码层级示意图

2.3 多业务协同

水电站运维涉及的主要业务包括运行巡检、定期检查、监测、检修维护等。传统的运维方式对以上业务独立开展,甚至执行人员都不相同,各负其责,业务相对独立。

为了提高多业务执行效率,建立一个统一平台,整合各业务全流程数据。设备设施的三维数字模型是集合各业务数据的良好载体,集合运行巡检、定期检查、检修维护等记录数据,多业务协同开展。

2.4 多元数据融合

水电站设计、施工、运维等各阶段全生命周期信息,包括静态数据(如施工期图纸、质检报告等)、半静态数据(如运行巡检、检修维护)、动态数

据(如发电机出力、轴瓦温度、工业电视监控画面等)。目前的现状数据量大、相互独立,有必要对多元数据进行融合。

基于以上多元数据建立数学模型对运维过程出现的异常状况进行分析,如轴瓦温度趋势预判,以轴瓦运行的历史数据,结合机组设计允许的轴瓦温升值、机组运行环境温度等静态、半静态数据建立数学模型,绘制温升曲线加入趋势预测判别条件,设置告警阈值,自动对轴瓦温度进行监测。

2.5 数据集成可视化交互

作者所在团队基于 BIM 技术建立水电站智慧运营平台,以水电站设备设施数字化为基础与信息载体,通过数据驾驶舱设计,研究分析水电站运维各类业务关键总体数据,实现主要数据总览,各业务数据实时穿透查询,最终实现基于 BIM 的数据集成可视化交互。

3 工程应用

以乐山安谷水电站为样板,尝试了基于 BIM 技术的水电站运维管理应用。对安谷水电站大坝、厂房等水工建筑物、水轮发电机组等设备建立三维模型,建立电站设备 KKS 编码体系,应用多业务协同技术与多元数据融合技术,研发了基于 BIM 的电站智慧运营平台,实现了运维阶段多业务协同与多元数据融合。平台采用 Unity3D 开发,接入生产实时数据,实现了数据集成可视化交互。

3.1 电站运行方面的应用

作为水电站监控系统的补充,基于 BIM 技术的水电站三维可视化监视系统将监视功能发挥到最大。电站运行人员可以直观地查看全厂生产信息,以及当前机组的发电机出力、实时电压、电流等电气信息。运行过程中设备告警信息及时弹出,并定位到该设备上,同时工业电视监视画面也定位到该设备上。

3.2 日常维护方面的应用

水电站日常维护主要工作之一是消除设备缺陷。在三维监视界面显示设备缺陷信息,动态提示维护人员受理消缺任务。缺陷的发现、登记、汇报、处理、验收等工作每一步都留下记录可追溯。发生故障时,可通过移动端进行故障登记,并在系统中查询设备属性、库存备件等信息。

3.3 机组检修方面的应用

利用三维模型的空间属性,在可视化平台上进行机组检修预演,虚拟拆卸、起吊、转运、回装及场地布置等检修关键工序工艺均可无风险又形象生动地展示给检修人员;利用三维模型包含的各零部件采购信息、厂家图纸、规范标准、技术要求、设备材质等数字化信息,检修人员能方便、快速地获取相关信息,编制检修方案。

3.4 培训方面的应用

基于水电站设备检修规程及三维可视化技术,构建设备检修虚拟培训场景,实现设备操作数字化,在虚拟场景中模拟组装、拆卸、操作设备,提升受培人员技能。

水轮发电机组结构的三维模型,能对检修人员进行结构认识培训,直观了解水轮发电机组的结构。

随着数字化技术的不断进步,利用 BIM 技术的三维可视化技术对水电站运维管理还可进一步开发实用功能。比如定位功能,在系统中集成可视化巡检路径,并在系统中进行巡检人员定位、巡检信息录入,水电站管理人员能方便快捷调看巡检记录,及时获取巡检状态,并能通过定位轨迹校验巡检人员的行动路线,通过可视化系统对巡检人员进行指示,做到可视化管理。再如三维仿真功能,完成水电站全部机械、管路、电气三维建模,开发仿真软件,模拟开停机流程、模拟故障排除流程等,并可录入操作题库,让运维人员在虚拟厂房操作设备,对运维人员进行虚实结合的培训。

4 结 语

以水电站智慧运营为背景,研究了 BIM 技术在水电站设备设施数字化、KKS 编码、多业务协同、多元数据融合、数据集成可视化交互等关键技术,并以安谷水电站为例介绍了研究成果的应用,提升了水电站运维管理的数字化与智能化程度,提高了水电站运维管理的效率。

参考文献:

- [1] 张梅,向重平,王涛.安谷水电站电气一次设计[J].四川水力发电,2018,37(1):63-67.
- [2] 中华人民共和国住房和城乡建设部.GB/T 51212—2016 建筑信息模型应用统一标准[S].北京:中国建筑工业出版社,2016:2.
- [3] 裴晓,许解良,沈红华,等.上海市建筑信息模型技术应用与发展报告[R].上海:上海市住房和城乡建设管理委员会,2020:15-22.

(下转第 61 页)



图2 数字水电站 220 kV 出线场

5 结 语

面对能源革命与数字革命的双重叠加,面对“国有企业数字化转型”的战略要求,传统的电力生产企业积极应变。根据水电站实时数据构成、生产管理大区实时数据平台现状,从数字水电站三维模型资源准备、实时数据资源准备、Unity 与实时数据通信、实时数据驱动数字水电站的技术实现及 UI 呈现等方面进行了阐述,验证了应用 Unity3D 引擎实现电力生产实时数据驱动数字水电站的可行性,该方法亦可在数字风电、数字光伏、数字储能等场景中应用,在一定程度为电力生产企业在数字化转型中的探索提供支持。

Unity3D 引擎使用 C 语言编程,通过脚本驱动数字场景,同时具备丰富的插件库及开发文档,降低了开发门槛。分析了一个简单实例,在实际项目中,应充分考虑企业生产实时数据现状,提前做好数据应用规划,这将为项目落地及扩展带来便利。

(上接第 57 页)

[4] 胡光忠,柳忠彬,肖守讷.机械产品快速设计理论与方法研究现状[J].现代制造工程,2014(12):110-118.

[5] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. DL/T 950—2005 电厂标识系统设计导则[S].北京:中国电力出版社,2005:2.

作者简介:

参考文献:

[1] 陶飞,刘蔚然,张萌,等.数字孪生三维模型及十大领域应用[J].计算机集成制造系统,2019,25(01):5-22.

[2] 胡凡成.基于 Unity 3D 的实时数据驱动数字化车间研究[D].湖南大学,2018.

[3] 赵晖,何宇辉.数字化生产车间的虚拟制造系统实现[J].物流工程与管理,2012,34(1):168-170.

[4] 隋少春,牟文平,龚清洪,等.数字化车间及航空智能制造实践[J].航空制造技术,2017,526(7):46-50.

[5] 谢天宇,吴馨,岳明奕.基于 Unity3D 的变压器仿真操作虚拟培训平台设计[J].企业技术开发,2015,34(14):6-7.

作者简介:

彭远方(1989-),男,贵州遵义人,工程师,学士,从事电力生产管理工作;

赖真明(1974-),男,四川邻水人,正高级工程师,硕士,从事电力生产及安全工作;

杜光勇(1985-),男,贵州安顺人,工程师,学士,从事信息系统综合设备设施管理工作;

周 波(1974-),男,重庆忠县人,高级工程师,学士,从事水电站机电管理工作.

(责任编辑:吴永红)

赖真明(1974-),男,四川邻水人,正高级工程师,硕士,从事电力生产及安全工作;

周 波(1974-),男,重庆忠县人,高级工程师,学士,从事水电站机电管理工作;

彭远方(1989-),男,贵州遵义人,工程师,学士,从事电力生产管理.

(责任编辑:吴永红)