

基于5D-BIM的变电站管控平台设计与实践研究

马悦¹, 屈璐¹, 曾钰¹, 吴洪彦¹, 满益珊²

(1. 长沙电力设计院有限公司; 2. 长沙理工大学水利与环境工程学院)

【摘要】对工程项目进行有效管理, 能够保障整个工程项目的顺利进行。BIM技术是建筑行业信息化发展的重要成果, 可对项目规划、决策、设计及施工等各个过程进行实时跟踪和有效管理。文章基于五维BIM管控理念, 对变电站工程项目从规划到施工的整个生命周期进行深入分析, 进而对变电站工程项目管理系统进行详细布局和设计, 搭建了5D-BIM管控平台, 为今后相关研究工作的进一步深入展开提供借鉴和参考。

【关键词】5D-BIM; 软件; 管理; 变电站

【基金项目】长沙电力设计院有限公司基金, 项目编号: 02021—120473

中图分类号: TU17

DOI: 10.13655/j.cnki.ibci.2023.10.022

Design and Practice Research of Substation Management and Control Platform Based on 5D-BIM

MA Yue¹, QU Lu¹, ZENG Yu¹, WU Hong-yan¹, MAN Yi-shan²

(1. Changsha Electric Power Design Institute Co., Ltd.; 2. School of Hydraulic and Environmental Engineering, Changsha University of Science & Technology)

【Abstract】Effective management of the project can ensure the smooth progress of the whole project. BIM technology is an important achievement in the informatization development of the construction industry, which can track and effectively manage the various processes of project planning, decision-making, design and construction in real time. Based on the five-dimensional BIM management and control concept, the whole life cycle of substation engineering projects from planning to construction is deeply analyzed, and then the detailed layout and design of substation engineering project management system is carried out, and the 5D-BIM management and control platform is built, which provides reference for the further in-depth development of related research work in the future.

【Keywords】5D-BIM; software; management; substation

1 引言

近些年来,随着科技的不断发展,BIM(Building Information Modeling)技术也渐趋成熟并逐渐被运用到建筑行业中,BIM是由美国学者 Aish R. 于1986年提出“Building Modeling”概念^[1],BIM模型以三维数字信息技术为基础,结合工程项目各个阶段的场景信息,构建相应的模型协同操作的施工过程^[2]。5D-BIM则是在传统3D模型的基础上,关联时间(4D)和费用(5D),从而模拟施工各过程,动态展示实时进度和实际费用的技术。但比起房屋建筑,变电站等电力建筑数量少,BIM技术的运用也少。因此,目前很多电力建筑主要依靠传统的管理模式来管控工程项目,以人为经验为主。为了探索5D-BIM管控技术在电力行业的运用,改善目前工程全过程管理中存在的管控效率低、延后性等问题,增强

电力建设工程过程管理的精准度和实时性,特以变电站为对象,成立课题组展开研究。本项目的尝试和探索,对5D-BIM技术在电力行业的运用和推广提供了重要思路,具有重要借鉴和参考意义。

2 BIM平台概况

BIM最早于20世纪70年代,美国教授 Chuck Eastmanshou 提出了BIM技术雏形^[3]; Mc Kinney K 和 Fischer M 等人在CAD—3D模型与时间进度结合,实现三维模型到四维模型的转变^[4],为后续BIM-4D理念的形成奠定了基础。在三维建模模型方面,BIM技术的应用软件有 Revit、ArchiCAD、Vectorworks, Bentley BIM、Projectwise, Dassault System 等软件;在工程进度管理方面,Microsoft Project 等管理应用软件;在工程造价管理方面,有 Innovaya 和 Solibri, 鲁班、广联达BIM5D等软件;在运维管理方面,

有软件 Archibus、BIM360、Delta Server 等软件。

综上,目前国内外对于BIM技术在项目施工阶段工程项目施工进度和工程成本联合管理等相关领域研究都比较少^[5]。大多数管理平台都是着重管理施工阶段,比如有专门的4D、5D软件,但还未出现将3D模型—D进度—5D成本关联起来,并从工程全生命周期的各个阶段都进行管理的管控平台。基于此,本项目研究如何构建5D—BIM管控平台,为电力公司能进行便捷智能的管控提供有力支撑,同时也为BIM技术在进度—成本控制中的应用提供参考。

3 基于5D—BIM的变电站管控平台构建

3.1 总体思路

变电站通常采用典型性设计,各变电站之间相似性极高,利用三维数字信息技术精确布局空间结构,研究多专业间的精密搭配关联。以BIM规范为基石,集成支持电网基建可研、初步设计、施工图设计、招标及施工的数字模型资源,并进一步构建协调控制平台,将计划工程的节点与实际工程的模型、进度、成本等信息进行关联,实现3D模型到4D进度,4D进度到5D费用的关联,使项目业主项目部、施工项目部、监理等各方面都可以密切配合,实现项目与项目的互联互通,实行工作的智能化、流程化、无纸质的管理。

3.2 方法和步骤

3.2.1 电网工程BIM的标准化

BIM技术在当今的设计中得到了广泛的应用,各个软件厂商都有自己独特的模型格式,该项目基于 Bentley Substation 软件推导出的数据模型格式标准,建立了一个统一的模型格式和标准。另外,由于变电站建设专业的数据属性存在差异,在整个工程生命周期中,针对变电站工程的各个阶段,分别设定了可研、初步设计、施工图设计等不同的参数,为后续的运维奠定基础。

3.2.2 变电站三维模型

根据国家标准《输变电工程数据移交规范》(GB/T 38436-2019),本文对模型深度及格式进行了定义(见图1)。

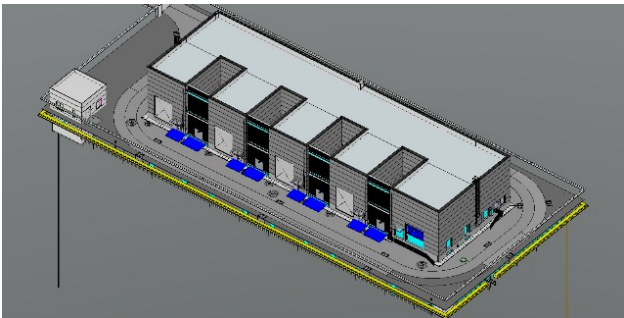


图1 变电站三维模型

- ①可研阶段:采用LOD 100模型精度,概念化阶段模型以图形方式表示,包含项目信息。
- ②初步设计阶段:采用LOD 200模型精度,模型深度根据推导出的初步设计图深度建模,设计模型包含设计参数和工程信息。
- ③施工图设计阶段:采用LOD 300精度,将设备模型替换为制造商模型的设计模型,并根据结构设计图拆分建模过程和步骤。模型属性包括设计参数、项目参数等。
- ④移交模型阶段:采用LOD 400模型精度,施工单位需要将竣工模型与进度阶段关联起来,项目施工完成后,施工管理单位将模型组织成数字文件,上传到控制平台进行数字传输,便于后续运维管理。

3.2.3 搭建协同管控平台

基于C/S体系结构的变电站数字化施工协同控制平台,基于全流程控制思想,以BIM+Access为核心业务与数据平台,整合第三方异构系统推送的状态数据。协同管控平台的总体架构如图2所示。

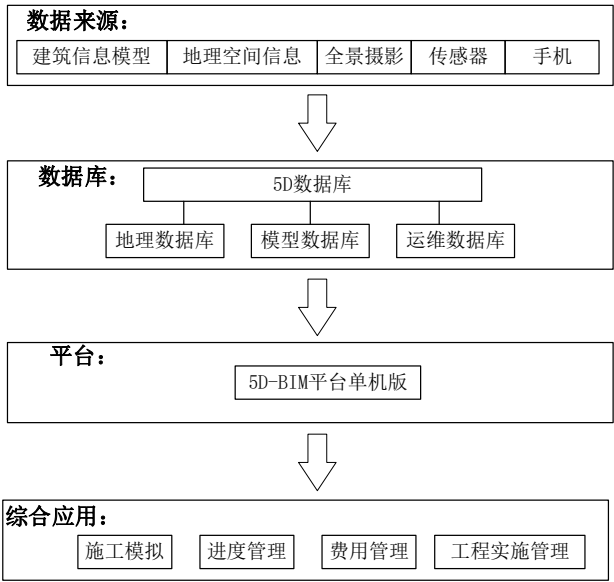


图2 系统总体框架设计

协同管控平台采用数据源层、数据库层、5D—BIM平台层、综合应用层等四层架构,协同管控平台的系统功能是项目的基础信息、三维模型、施工模拟、计划进度、工程费用进行管理。

4 某110kV变电站工程的管控实践

本课题组根据变电站空间、技术、环境等方面的特点,采用5D-BIM技术,开发变电站建设的数字化管控平台。并以某110kV变电站建设为例进行了探索。基于BIM建模与协同控制平台,采用多项自动化技术,将三维建模与施工各环节进行关联。在此基础上,结合工程的工期、成本、现场等数据,进行5D施工模拟,实现3D模型和实际工程按进度进行施工增长。精细、实时、规范地管理施工进度和成本信息。

4.1 系统功能框架设计

管控平台的系统功能架构如图3所示。主菜单“工程项目(可研阶段)”下的内容为工程项目库的维护及具体项目信息的建立,有工程信息、工程位置、工程预览、可研批复文件的导入导出等子菜单;主菜单“三维模型(初步设计阶段)”是项目3D信息管理部分,可实现工程地形导入、地形编辑、三维模型导入和初步设计批复文件、校核文件的导入导出等功能;主菜单“工程预算(施工图设计)”的子菜单有工程预算(导入预算批复文件);主菜单“工程预算(招标)”的子菜单有工程控制价(导入控制价内容,工程量、清单以及清单价格);主菜单“进度”是关于工程施工阶段的进度管理的菜单,由施工单位完成,有施工计划进度导入、修改、导出和生成横道图等子菜单,又有关联3D模型和4D进度的子菜单,即模型—关联子菜单,以用于后续的建造模拟子菜单;主菜单“成本计划(施工准备阶段)”则是展示5D成本与4D进度的关联,由施工单位完成,有成本计划、进度—成本关联、成本分析等子菜单;主菜单“成本管理(施工阶段)”为施工阶段的5D信息管理,可根据工程实际情况,与预期的计划进行对比并进行纠偏,包括施工实际进度、实时成本、进度调整、成本分析、进度—成本对比、竣工验收等子菜单;主菜单“竣工结算(结算阶段)”有结算费用、造价分析等子菜单。

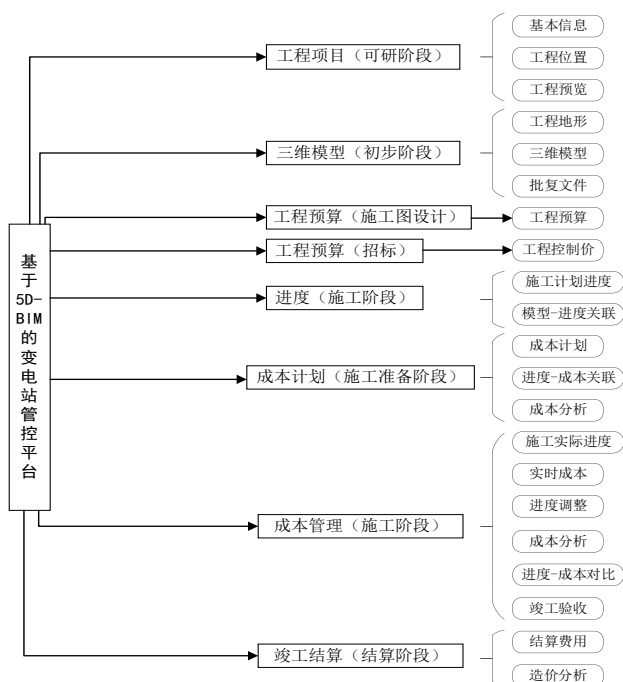


图3 系统功能框架设计

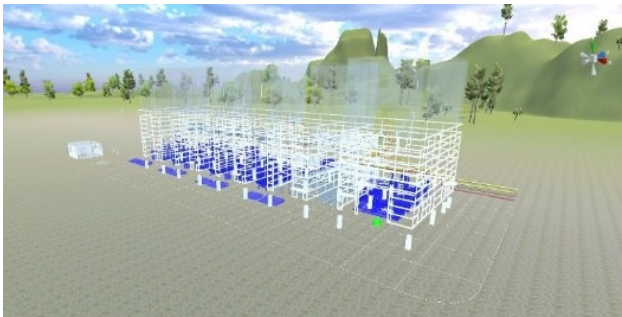
4.2 三维模型管理

在工程可行性研究阶段,管理者可以利用已有的变电站虚拟模型和类似工程所产生的数据,对整个变电站进行初步评估。在初步设计阶段,变电站工程项目按初步设计图建造3D—BIM模型用以三维仿真模拟。在施工阶段,基于施工图设计图的3D—BIM的模型中融入对应的施工进度阶段,即可及时体现施工进度状态。该模型能够根据所显示的施工进度状况,科学地将所需资源进行合理的分配,从而达到流水线、动态操作的目的。

4.3 工程进度管理

通过表格导入或者管理人员根据实际情况工程现场施工进度输入进入管控平台数据库,实现对项目实时进度的精细化管理。在获取了实际的施工进度资料后,按照工期为主线,根据施工计划进度表和工程预算成本,以及实际上报的施工进度和成本,将变电站三维模型与工期进度相结合,为所有组件赋予时间属性,得到了变电站4D—BIM进度管理模型,通过4D—BIM管理模型可以在可视化设备操作下实时模拟实际工程。还可以对计划的施工过程进行三维模拟,使工程进度与实际进度进行同步比较,从而达到工程与规划的对比分析。当管理者发现与计划不符时,可以查阅有关的档案资料,了解有关工程的超前和滞后状况,以便改正并修正造成偏差的

节点,使计划和调整工单得以有效执行,图4模拟了变电站工程项目的部分施工流程。



a 开始施工



b 土建施工



c 安装施工



d 完成施工

图4 施工进度模拟

4.4 工程费用管理

通过表格导入或者管理人员根据实际情况工程现场施工的实际费用进入管控平台数据库,实现对工程实时费用的精细管理。在融入时间变量4D—

BIM变电站进度管理模型的基础上,加上成本变量,成为变电站工程5D—BIM管理模式。并在获得实际施工费用信息后,以时间表为主线,根据施工进度和工程计划费用,以及实际施工进度和费用,将工程费用与进度阶段关联起来,进行费用分析。对施工过程费用进行整体比较分析,同时对项目计划费用进行同步比较,实现实际与计划的比较分析。当管理者发现实际与计划存在偏差时,可以了解相关项目的超前和滞后状态,并可以查看相关文件的任务相关施工情况,调整相关项目的进度或成本,从而对造成偏差的节点进行整改和调整,实现项目成本的数字化管控。

5 结语

5D—BIM变电站管控平台形成了立体、实时、精准的一体化管理模式:①5D—BIM变电站管控平台汇入3D模型,随后以3D模型和虚拟建造的形式进行施工仿真,实现了可视化管控;②BIM数据库能在任何时间点实现对变电站建设过程中任意时刻的基础信息的快速采集,使管理者能完成信息在线数据分析,从而在出现风险时及时采取应对措施;③通过上传进度计划和费用计划,以进度为主线,分别关联模型与费用,实现3D模型到4D进度和4D进度到5D成本的联系,实现真实的施工情况模拟与工程实时费用分析。

变电站数字化5D—BIM管控体系是变电站建设的重要革新,可引入推广到行业管理中。在本文中仅构架了单机版5D—BIM平台,还远远不够,未来还将继续深化研究联机版的5D—BIM管理平台。

参考文献

[1] 宁维宇. 基于Midas的深基坑变形监测及有限元分析[D]. 长春: 吉林建筑大学, 2019.

[2] GB/T 51212-2016. 建筑工程信息模型统一应用标准(征求意见稿) [S].

[3] 李明涛. 基于IFC和CityGML的建筑空间信息共享研究 [D]. 北京: 北京建筑大学, 2013.

[4] 王慧琛. BIM技术在绿色公共建筑设计中的应用研究[D]. 北京: 北京工业大学, 2014.

[5] 魏为. 5D BIM技术在项目进度-成本管理中的应用研究 [D]. 长沙: 湖南大学, 2017.