

## 基于 BIM 的水利工程施工管理模式及应用流程

章刚

江苏省水利建设工程有限公司, 江苏 扬州 225003

**[摘要]** 目前 BIM 技术的研发和运用大多集中于工程项目设计阶段, 将其作为建筑管理模式的较少且尚不完善。本章首先以传统水利工程项目为出发点, 体系剖析了 BIM 技术运用在建筑施工管理中的特征与优点, 在传统水利工程管理基础上, 融入 BIM 团队, 给出了最适合于现代水利施工的应用模型, 并建立了采用三个层面(数据层、处理层、应用层)、2 个管理系统(仿真 BIM 管理系统、即时 BIM 管理系统)的管理平台, 最后一章再以土石坝施工为例, 综合设计了仿真 BIM 管理系统和即时 BIM 管理系统的具体实施过程。

**[关键词]** BIM 技术; 水利工程; 建筑管理

DOI: 10.33142/hst.v5i1.5397

中图分类号: TU17

文献标识码: A

### Construction Management Mode and Application Process of Hydraulic Engineering Based on BIM

ZHANG Gang

Jiangsu Hydraulic Engineering Construction Co., Ltd., Yangzhou, Jiangsu, 225003, China

**Abstract:** At present, the research, development and application of BIM technology mostly focus on the design stage of engineering projects, and it is less and imperfect as a construction management mode. Firstly, taking the traditional water conservancy project as the starting point, this chapter systematically analyzes the characteristics and advantages of the application of BIM Technology in construction management. On the basis of traditional water conservancy project management, integrating the BIM team, this chapter gives the application model most suitable for modern water conservancy construction, and establishes three levels (data layer, processing layer and application layer). The management platform of two management systems (simulation BIM management system and real-time BIM management system). In the last chapter, taking earth rock dam construction as an example, the specific implementation process of simulation BIM management system and real-time BIM management system is comprehensively designed.

**Keywords:** BIM technology; hydraulic engineering; construction management

### 引言

建筑信息系统模型(BuildingInformationModel, BIM)是利用数字化技术构造虚拟工程项目的三维空间模式, 形成与实际类似或完全一致的信息系统库, 里面包括有建筑物结构的专属信息内容、几何信息内容及其状况信息内容, 并且非结构物质对象的状况信息内容(如运动情况、空间结构)也包括在里面。通过建筑信息的三维空间建模, 可以更有效地提升工程建设信息系统集成程度, 从而成为建筑工程信息系统交流和资源共享的重要平台。BIM 信息技术的推出, 对建材行业的发展有着积极的促进意义, 目前, BIM 信息技术大多使用于初步的设计阶段。现阶段, 国内外研究者已将 BIM 技术运用到了桥梁的设计阶段, 以实现项目的结构建模、工程量清算、设计检验等各阶段的可视化表现, 工程设计效果明显提升; 将 BIM 科技也融入到了地铁的建设当中, 用以检测地铁内管线碰撞情况, 为地铁领域的研究发展累积成功经验。

### 1 BIM 技术在水利工程中的应用

Autodesk、Bentley、Graphisoft 和 Dassault 四个应用软件公司是项目当前 BIM 使用的主导软件产品, 可以

用来协同其他软件公司来为项目进行设计、执行等工作服务<sup>[1]</sup>。在 Autodesk 平台中, 工程的主要应用模式见图一, 将平台划分为交通枢纽三维体系、地理三维体系、测绘三维体系、工程三维体系、工业三维空间系统等不同系统, 当中交通枢纽三维空间体系包含的学科专业主要有水运学科专业、坝工专业、工厂学科专业、机械学科专业、金结专业等, 而工业三维空间体系所包含的学科专业主要则有土建建筑专业、金结专业、建筑装潢材料专业等。Bentley 平台将水利建模技术分为了三维枢纽体系、三维厂房体系、三维配筋体系等, 而当中三维厂房体系所涵盖的学科主要有水机学科、工程检测学科、碰撞检测与校审、金结专业等, 而其依托 Bentley 网络平台的水利工程应用模型则见图二。当前由于 BIM 信息技术的水利应用尚处在初期发展阶段, 同时由于使用范围单一而且分散, 因此需要掌握 BIM 信息技术的施工专业知识与技术人员比例也较低, 全面引入 BIM 信息技术并进行整个生命周期应用也相当困难, 通过整合 BIM 信息技术建立的 BIM 团队可以协助施工管理人员, 才能更好地充分发挥 BIM 信息技术在水利建设中各个重要阶段的功能。本文设计的建筑施工管理模式与流程, 是由建筑施工项目管理企业与 BIM 管理团队

共同配合实施,从建筑施工筹备到工程验收,由BIM队伍全程参与管理工作,在以往传统建筑施工管理模式的基石上构建了BIM建模作为辅助和管理作业,一方能够较好地充分发挥BIM资源优势,而同时这个管理模式也能够更加适应于企业的现实情况。

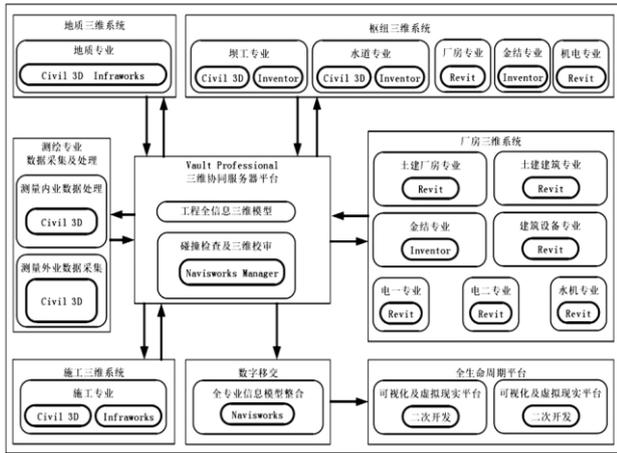


图1 Autodesk 平台水利工程综合应用模式

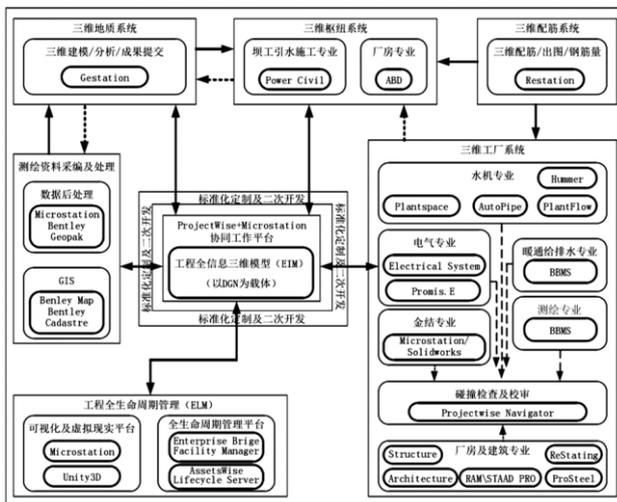


图2 Bentley 平台水利工程综合应用模式

## 2 BIM 辅助施工的功能特点

### 2.1 可视化

对比于传统建筑行业的二维建筑工程设计图纸与三维模型,可视化的4D建筑设计信息能够比较直接、精确地还原整体建筑设计过程,也能够更有效地实现施工信息检索和信息拓展功能。它通过利用建筑工程实体数据形成仿真度较高的建筑设计模式,把整个施工阶段的各种信息全部收录到里面,参与整个工程建设阶段的任何人员都可以比较直接地理解建筑设计模式,而且还能运用可视化模式开展各种技术研讨、会议决定和方案设计比较选择,这样就大大提高了整个工程建设阶段的构筑技术水平和信息沟通效率。BIM可视化技术正在持续地开发、改进,不

但能以表格和效果图的形式生成,而且项目公司员工在整个工程设计、建造、经营等阶段内部的沟通、交流与决策也可以在此基础上完成,给施工管理人员带来了更多方便。

### 2.2 模拟性

BIM的设计核心,是它能够前瞻性地利用仿真材料、设备、技术、成本和不安全元素,对基础实施的活动加以进行优化控制,并由此建立了“仿真—优化”的循环过程,从而最终获得了最佳实施方案效益。在基础建筑的设计阶段,能够完成了热量模拟、节能仿真、紧急撤离等大量的模拟功能;在基本建筑施工阶段,BIM能够在三维模型和发展时间的基础上进行四D模拟功能,在基本建筑施工组织设计角度上完成了大量基本的施工模拟功能,为指导建筑施工流程提供了比较合适的方式,也就能够在BIM基础上实现了5D仿真,从而实现了合理控制生产成本的目的;在运营维护的阶段,可将某些情况加以模拟管理,对突发状况加以有效管理。

### 2.3 协调性

在施工当中,参加项目的不同主体之间必须进一步的交流、配合与协作,才能使项目有条不紊的实施,但这里面的环节相当复杂,人才结构参差不齐,协同工作必须花费大量时间,并且在协同工作中责任与权益的分配对项目的工期与质量必定会产生负面影响。BIM模块还能够建设在建设项目启动前后协调不同专业的碰撞问题,把这些协调信息统一存放到BIM数据库系统中,并运用这些数据更高效地处理建设前期产生的冲突问题,从而降低了协调的工作量。

### 2.4 集成化

BIM模型的建立整合了大量的建筑信息,同时在建设的进行当中,也有大量更新的建筑信息在不断地补充内容,使得模型的信息量更加充实。在掌握了大量工程信息管理的基础上,就可以实现了对工程施工的时间、成本、安全、品质、质量信息的统一管理,并且这些信息管理也更加详尽,可以记载工程各个环节的详细信息,以便利于施工管理者和技术人员对工程实施质量检查,并对管理提出了更为快捷的信息保障。

## 3 基于BIM技术的水利工程建设与应用模型

由于水利工程与建筑的不同特性,其设计选型也大都比较特殊,同时工程设计图样也较为复杂,大都需要经过专业人员分析设计后才能描述清楚整体建筑的三维造型,同时工程设计图样修改过程也相对复杂,内部沟通过程比较复杂,工程设计人员相互之间配合也非常困难,由此导致了工程设计期限延长,也导致了部分应用于施工中的工程设计模式以及思想,并没有充分应用于水利工程。本文重点针对水利建筑施工流程中工艺过程复杂、协同管控难度等大的问题,并重点引入了专业BIM队伍,全部的施工都由BIM队伍与施工人员共同合作完成,同时由于构建了BIM模式并运用该模式进一步优化了管理过程与辅助作

业,对整体工程的建设前、施工中和验收阶段水利工程的分工过程作出了规范,从而将BIM更为系统合理地运用到建筑施工流程中,同时建筑施工公司也借助这种协作模式的实施,进一步提升了BIM的运用水平,对类似的水利施工管理模式也产生了较好的推进效果。将在现场工程管理部门和BIM队伍的职能缜密连接,从制定项目规划到验收决算明确分工负责,并有效优化了施工流程中的各个环节,用“模拟—反馈—实施”的管理模式进行成本、品质、时间等的合理管控。

#### 4 基于BIM技术的水利工程施工质量管控平台建设

为实现工程建设阶段各参与者、在不同工程建设阶段之间的有效沟通和数据共享,将建立基于BIM技术的水利工程施工管理信息网络平台。平台主要包括虚拟BIM系统和数字BIM系统二个子系统,并根据处理信息的层级分成了信息层、管理层和应用层。

##### 4.1 模拟BIM系统

###### 4.1.1 数据层

模拟BIM系统中的资源层,通常包含了项目交付模式、施工计划、建设平面图和施工成本费用等资料信息,而数据层则是通过将其中不同阶段的BIM模拟文档,转化为IFC规范(Industry Foundation Classes)的规范格式数据信息,将由项目总经理软件所生成的建设项目进展信息输入系统。

###### 4.1.2 处理层

将建模结构信息通过WBS(Work Break-Down Structure)编号之后,使其和公司生产进度信息组成了4D建造模式,然后再按照平面布置的平面图对模型完成了现场布置,并同时记录了施工设备和临时设施等的信息之后,再将模型和公司生产定额信息以及建设工程量清单并连接组成了5D建设模式,然后运用虚拟现实信息技术对整个建设流程完成了仿真,并分析了空间矛盾、资源冲突、施工工序等问题,由此进行了虚拟BIM建造模式。

###### 4.1.3 应用层

通过BIM团队所建立的模式给施工管理人员带来了帮助,通过在资源、成本、时间、安全等方面进行协调配合,以达到对施工效益的最优化。

##### 4.2 实时BIM系统

###### 4.2.1 数据层

真实的BIM信息系统,主要采用激光扫描图和照相检测等技术进行数据收集。利用激光扫描采集三维空间信号,借助摄影检测技术,利用现场摄影,获取建筑物结构的外形、方位等几何信息和建筑材料种类等非几何信息。

###### 4.2.2 应用层

相比于虚拟模型和真实建模中的信息,能够更高效地对整个建筑施工流程中的时间、资源、成本等问题实施质

量监测与安全管控,而实时的BIM模块中涵盖了整个建筑施工流程中全方位各个层面的信息,利用这些信息可以为工程管理者和其他员工之间实现信息调用和协同互动提供了便利服务,在工程竣工后,还能够将真实建模处理后形成竣工模板信息,为后期工程项目的正常运营与维护带来支持。

#### 5 BIM技术与水利工程建设阶段的使用流程

##### 5.1 模拟BIM系统下实施流程

模拟BIM管理,重点是将BIM技术运用于在实际施工前准备阶段的管理模式中建立、实现对工程规划的可视化和优化,同时又以此作为实际施工管理的理论基础。充分考虑了在设计中土石坝时的工程实施要求,并且由于它所属的虚拟BIM体系,在工程执行流程中还包含了所有项目的设备资料等数据,因此能够在由土石坝的设计模块模型中进行处理,从而得到了工程施工仿真。

##### 5.2 施工安全管理

虚拟BIM建筑模式下可进行对施工难点的可视化展示,将实际施工过程中技能操作要求较高、流程繁琐复杂的要点进行动画展示,以安全训练的形式提高工人对施工技能的掌握,同时使用模板对临边、孔洞等自动识别和标注,也可以对实际施工过程中可能出现安全隐患的地方加以标记,并基于这些资料制定了施工过程安全控制规划,以提高安全性管实时BIM系统下施工过程在建设项目的具体施工过程中,由于实时BIM系统资料需要按照实际施工进度不断更新,因此参与工程项目的管理者应当及时将真实BIM模型和虚拟BIM模型数据进行比对分析,对未来施工规划进行适当调整。

###### 5.2.1 构建实时BIM模型

利用镭射扫描以及照相检测等技术对现场的结构信号予以即时收集,将其数据处理后得出结构的基本参数信息内容和材质信息内容,将现场收集结构信号和仿真BIM施工模拟的结构信息加以比较,以确定与之相对应的结构,并根据现场收集结构位置信息与仿真模拟的结构信息加以转化得出实时模型结构,最终获得了实时BIM模型。

###### 5.2.2 辅助进度管理

利用三维建模技术能够直接地掌握建设项目的进展状况,并且可以利用实时模拟数据中的实际工程量对比模拟模型中与之相对应的工作量,从而能够较为方便地了解实际工程进度状况,为项目进度的调控与预估提供了重要依据。

###### 5.2.3 辅助成本管理

在建筑的实际施工过程中,将工程项目所投入资金、资源信息注入模块,通过对比子信息模块中成本管理的估算成本结果,将分析成果集成进而实施成本管理,并可对未来的工程建设中成本费用状况做出合理预估与调控。

###### 5.2.3 生成竣工模型

在工程竣工以后,可以按照建筑具体的工程执行状况

对实时建模进行调整,一方面可以确保实时建模反映了工程的真实信息,另一方面可以对模型中没有必要保存的重要信息加以剔除,同时将建筑设备等重要信息保存,为工程后期的运维阶段进行资源支撑,从而形成了施工竣工建模,根据施工竣工建模还可以得到施工竣工的决算报表、竣工图等重要参考资料。

## 6 结语

根据中国水利工程施工管理发展状况和 BIM 技术在建筑行业辅助工程施工管理的特有优势,在传统水利工程管理的基础上对 BIM 的实际运用做出了较为系统化剖析,并融入 BIM 团队,设计了 BIM 团队和工程管理队伍合作的综合应用模型,并在此模型下形成了仿真 BIM 管理系统和实时 BIM 管理系统平台,两个子系统中又包括了与之所相应的数据管理层、管理层以及应用层,在工程数据的采集和汇总、仿真和实时 BIM 模型建立和施工应用的层面上进行了完整的工程施工管理。根据水利施工项目管理的特殊性,以土石坝工程施工项目管理为例,设计了土石坝施工分别在虚拟 BIM 体系下和数字 BIM 体系下的具体实施过程,并对过程加以了分析总结,在水利施工阶段有较好的使用价值。

## [参考文献]

- [1]雷加福. 水利工程项目安全文明施工管理模式探讨[J]. 居业, 2021(10): 178-179.
  - [2]韦武昌, 蒋志鹏. 基于 BIM 的水利工程施工管理模式研究[J]. 科技创新与应用, 2021, 11(23): 191-193.
  - [3]王荣幸, 陈超, 肖伟. EPC 模式下水利工程施工管理[J]. 水利发展研究, 2021, 21(2): 59-62.
  - [4]王建明. 水利工程项目安全文明施工管理模式探讨[J]. 农业科技与信息, 2020(22): 113-114.
  - [5]李国喜. 采用科学的管理模式保障水利工程施工质量[J]. 吉林农业, 2018(24): 66.
  - [6]张黎. 水利工程施工现场试验室标准化管理模式[J]. 辽宁省水利学会, 2018(1): 171-174.
  - [7]李东艳. 基于 OHSMS 的水利工程施工安全管理模式研究[J]. 科技创新与应用, 2016(31): 238.
  - [8]郑丽娟, 郗志红, 王斌, 冯利军, 吴鑫淼. 基于 BS 模式的水利工程施工安全管理信息系统[J]. 河北农业大学学报, 2015, 38(6): 107-113.
- 作者简介: 章刚(1986.3-)男, 南京工业大学, 工程管理, 江苏省水利建设工程有限公司, 工程科副科长, 工程师。