

# BIM 技术在陆运河船闸工程进度管理中的应用

顾永明, 孙建东, 周 强

(江苏省水利建设工程有限公司, 江苏 扬州 225002)

**摘要:** 针对陆运河船闸工程工期紧、技术要求高、工程量大等特点, 项目部运用 Revit 软件建立船闸三维可视化模型, 将建好的三维模型导入到广联达 BIM5D 施工管理平台, 与进度计划、工程量清单及场地模型关联生成 5D 模型。结合广联达 BIM5D 软件对施工进度进行施工模拟及优化。陆运河船闸工程成功运用 BIM 技术, 有效缩短了工期, 节约了成本。

**关键词:** 建筑信息模型; 5D 模型; 施工模拟; 进度管理

中图分类号: U641

文献标识码: B

文章编号: 1007-7839 (2019) 01-0026-06

## Application of BIM technology in the schedule management of Lu canal ship lock project

GU Yongming, SUN Jiandong, ZHOU Qiang

(Jiangsu Hydraulic Engineering Construction Co., Ltd., Yangzhou 225002, Jiangsu)

**Abstract:** In view of the characteristics of the Lu canal ship lock project, such as tight construction period, high technical requirements and large amount of work, the project department used Revit software to build a three-dimensional visualization model of the ship lock by, imported the built three-dimensional model into the BIM5D construction management platform of Guanglianda, and generated a 5D model associated with the schedule plan, the bill of quantities and the site model. Combined with the BIM5D software of Guanglianda, the construction progress was simulated and optimized. The successful application of BIM technology in the Lu canal ship lock project had effectively shortened the construction period and saved the cost.

**Key words:** building information model; 5D model; construction simulation; schedule management

## 1 工程概况

陆运河船闸工程设计船型船舶吨级为 2000t, 船闸闸室有效尺度为 230 m×23 m×5.0 m (长度×宽度×门槛水深)。根据《船闸总体设计规范》(JTJ305-2001), 船闸级别为 2 级。

船闸上、下闸首均采用钢筋混凝土整体坞式结构, 其底板顺水流向长分别为 28.5 m、28 m, 上、下闸首闸顶高程分别为 22.0 m、21.5 m, 船闸采用集中输水方式, 闸室底板面高程为 10.7 m, 上闸首

门槛高程为 13.0 m, 下闸首门槛高程为 10.7 m。船舶采用曲线进闸、直线出闸方式过闸。

陆运河船闸工程由船闸水工工程、上、下游引航道及其护坡工程、原中运河堤防拆除、公路桥工程、电气工程、金属结构工程、房屋及其附属设施、临时工程等几部分组成。

## 2 工程施工难点

工程合同工期为 19 个月, 主要难点在船闸上

收稿日期: 2018-11-21

作者简介: 顾永明 (1975—), 男, 工程师, 主要从事水利工程建设工作。

下闸首、闸室墙、上下游导墙及公路桥等施工层次多,工作量大,交叉作业面广,工期比较紧张;同时要配合做好船闸施工期的安全监测。因此,施工时需统筹考虑好进度管理,合理安排建筑物的先后施工顺序,同时必须配备足够的施工资源,抓住关键线路,确保施工一直处于受控状态。

基于工程进度施工难点,项目部应用 BIM 技术推进施工进度管理。当前 BIM 软件众多,经分析对比<sup>[1]</sup>,最终选择了 Autodesk Revit 系列软件用于船闸三维建模、分析,在施工中运用广联达 BIM5D 施工管理平台软件协同管理、辅助施工,以期降低工程成本,缩短工期。

### 3 三维模型构建及模型导入

在工程施工准备阶段,根据施工图纸应用 Autodesk Revit 软件构建了陆运河船闸工程的整体模型(见图 1、2)。整体模型包含了船闸各部位所有参数,如船闸各节闸室底板长度、宽度、高度,钻孔灌注桩直径,各构件材料、材质等信息。一旦发生设计变更导致参数变化,直接在模型中修改相关参数即可,模型也会随之自动调整,方便快捷。

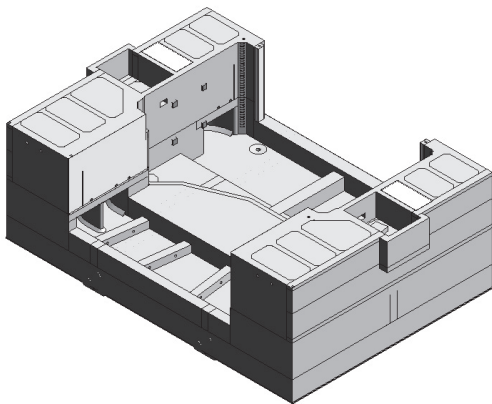


图 1 陆运河船闸上闸首模型

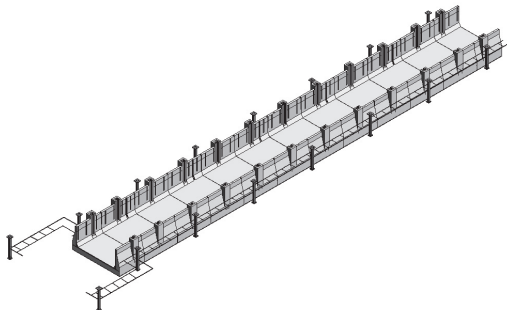


图 2 陆运河船闸闸室模型

在 Revit 模型搭建过程中,利用广联达场布软件搭建了工程各个施工阶段的场地布置模型,用于指导现场临时设施及场地布置。不同阶段的场地布置模型图,见图 3。

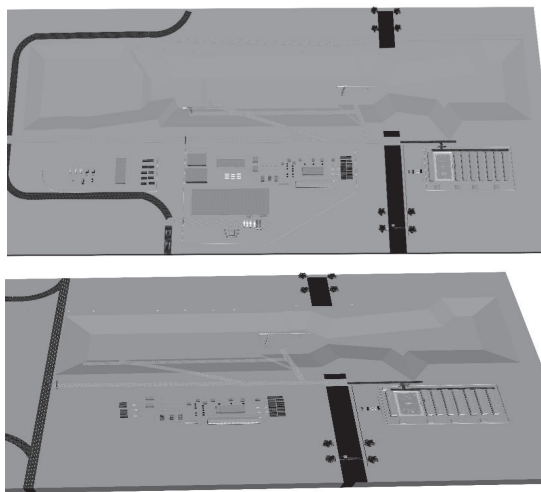


图 3 不同阶段的场地模型

## 4 进度管理

### 4.1 前期准备

在模型搭建完成之后,将 Revit 模型导入到广联达 BIM5D 施工管理平台软件,Revit 模型与 BIM5D 软件之间需要通过 E.5D 格式的缓存文件进行交互<sup>[2]</sup>,通过插件中“配置规则”功能对每个构件进行从 Revit 族到 BIM5D 构件类别的匹配(如图 4 所示),并对应形成可单独存储的规则文件,可在后期其他同类型项目中使用。



图 4 交互规则设置

在交互规则设置完成之后,将模型、project 格式进度计划、工程量清单导入并进行数据关联(见图 5、6、7),便于以后进行进度模拟分析。数据关联完成之后对导入后的实体模型进行进度管

理人员的配置及流水段划分,流水段主要依据项目划分及工程量清单划分,其目的主要在于之后进行任务派分。最终形成整个进度管理的各岗位职责与工作内容(见表1)。

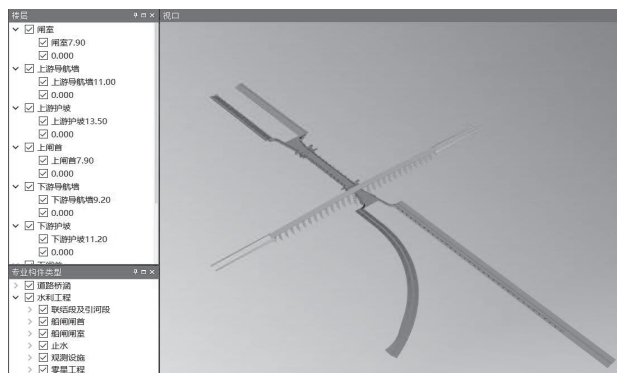


图5 实体模型导入

划进行任务细化,然后通过 BIM5D 平台 PC 端将细化后的任务派分至相关责任人,PC 端任务派分完成之后,相关责任人在手机端可以收到任务提醒,责任人应每天及时填报进度任务并上传进度照片,对于延期的施工任务相关责任人需填写延期原因。项目部管理人员及 BIM 技术人员可以每天在 BIM5D 平台网页端查看当天任务汇总及进度分析。进度管理在 PC 端、手机端和 web 端的“三端”应用过程见图 9 所示。

### 4.3 进度分析

进度分析主要包括计划模拟分析、进度对比分析及工程量统计分析<sup>[3]</sup>。传统的施工方案及进度计划是根据技术人员的施工经验及总进度要求编制的,大部分时候只能通过施工过程去检验

进度计划														
任务名称														
关联标志	任务状态	前置任务	计划开始	计划完成	预计开始	预计完成	实际开始	实际完成	专业	模拟颜色	施工进度	里程碑	关键任务	
19	上游导墙二期混凝土	未开始	2018-11-16	2018-11-20	2018-11-16	2018-11-20			水利工程					
20	下游导墙二期混凝土	未开始	2018-03-21	2018-04-20	2018-03-21	2018-04-20			水利工程					
21	下游导墙二期混凝土	未开始	2018-04-20	2018-04-30	2018-04-20	2018-04-30			水利工程					
22	下游导墙二期混凝土	未开始	2018-05-01	2018-06-20	2018-05-01	2018-06-20			水利工程					
23	下游导墙二期混凝土	未开始	2018-07-21	2018-08-20	2018-07-21	2018-08-20			水利工程					
24	下游导墙二期混凝土	未开始	2018-11-21	2018-11-25	2018-11-21	2018-11-25			水利工程					
25	下游导墙二期混凝土	未开始	2018-07-16	2018-07-20	2018-07-16	2018-07-20			水利工程					
26	下游导墙二期混凝土	未开始	2018-12-26	2018-12-31	2018-12-26	2018-12-31			水利工程					
27	下游导墙二期混凝土	未开始	2018-01-11	2018-05-10	2018-01-11	2018-05-10			水利工程					
28	下游导墙二期混凝土	未开始	2018-01-01	2018-06-25	2018-01-01	2018-06-25			水利工程					
29	下游导墙二期混凝土	未开始	2018-01-01	2018-05-31	2018-01-01	2018-05-31			水利工程					
30	下游导墙二期混凝土	未开始	2018-01-21	2018-07-15	2018-01-21	2018-07-15			水利工程					
31	下游导墙二期混凝土	未开始	2018-03-01	2018-09-20	2018-03-01	2018-09-20			水利工程					
32	下游导墙二期混凝土	未开始	2018-03-11	2018-08-20	2018-03-11	2018-08-20			水利工程					
33	下游导墙二期混凝土	未开始	2018-06-01	2018-09-30	2018-06-01	2018-09-30			水利工程					

图6 进度计划关联

清单关联

合同关联 总价措施关联 其他费用关联

合同预算

显示全部清单

匹配构件类型

复制关联

查看未套清单图元

编码

名称

关联

工程量表达式

项目特征

22

500103007002

下游护底碎石垫层

(m)

TJ

23

500103007003

上游护坡碎石垫层

(m)

TJ

24

500103007004

下游护坡碎石垫层

(m)

TJ

25

500103014001

上游护坦土工布

(m)

TJ

350g/m2

26

500103014002

下游护坦土工布

(m)

TJ

350g/m2

27

500103014003

上游护底土工布

(m)

TJ

350g/m2

28

500103014004

下游护底土工布

(m)

TJ

350g/m2

29

500103014005

上游护坡土工布

(m)

TJ

350g/m2

30

500103014006

下游护坡土工布

(m)

TJ

350g/m2

31

500103014006

导航墙后土工布

350g/m2

32

500104001001

上游引航道水下方

总价(含排泥墩)

33

500105003001

M15上游首砌石填芯

(m)

TJ

34

500105003002

M15下游首砌石填芯

(m)

TJ

35

500105003003

M15上游靠船墩砌石填芯

(m)

TJ

36

500105003004

M15下游靠船墩砌石填芯

(m)

TJ

37

500105003005

M15上游护坡浆砌块石

(m)

TJ

38

500105003006

M15下游护坡浆

(m)

TJ

属性范围

图元树

按属性加载

按关联结果加载

关联

专业: 水利工程

构件类型名称

工程量表达式

1 护坡

TJ

属性名

符号

属性值

1 构件类型

=

护坡

2 单体-楼层

=

3 名称

=

4 材质

=

图7 清单关联

## 4.2 计划管理

广联达 BIM5D 施工进度管理模式主要是以 BIM5D 平台为载体,以 BIM 模型为核心,项目全员参与的管理模式。图 8 所示的计划管理应用流程,主要是先将项目部管理人员编制的周进度计

划进行任务细化,然后通过 BIM5D 平台 PC 端将细化后的任务派分至相关责任人,PC 端任务派分完成之后,相关责任人在手机端可以收到任务提醒,责任人应每天及时填报进度任务并上传进度照片,对于延期的施工任务相关责任人需填写延期原因。项目部管理人员及 BIM 技术人员可以每天在 BIM5D 平台网页端查看当天任务汇总及进度分析。进度管理在 PC 端、手机端和 web 端的“三端”应用过程见图 9 所示。

表 1 岗位职责与工作内容

岗位职责		上传数据	输出保存	责任人	上传 / 输出频率
生 产 进 度	流水段划分			BIM 小组	
	任务派分	1. 划分任务 2. 指定责任人		BIM 小组	每周
	记录生产进度	1. 实际任务时间 2. 进度详情 3. 进度照片		项目所有参与人员	每天
	上传节点照片	关键节点现场照片		项目所有参与人员	随时
	生产任务汇总查看	——	1. 任务列表 2. 延期情况 3. 劳动力统计	BIM 小组	每周
	生产进度分析		1. 进度总览 2. 当天任务统计情况 3. 期间任务分析	BIM 小组	每周
施 工 模 拟	基线进度计划	进度计划编制		相关责任人	每月
	进度计划关联模型	计划导入及与模型关联		BIM 小组	
	施工模拟	1. 总体进度模拟 2. 局部方案模拟		BIM 小组	
	调整计划更新	输入月计划 / 周计划		相关责任人	每周
	实际进度记录	记录实际项目进度		BIM 小组	每周

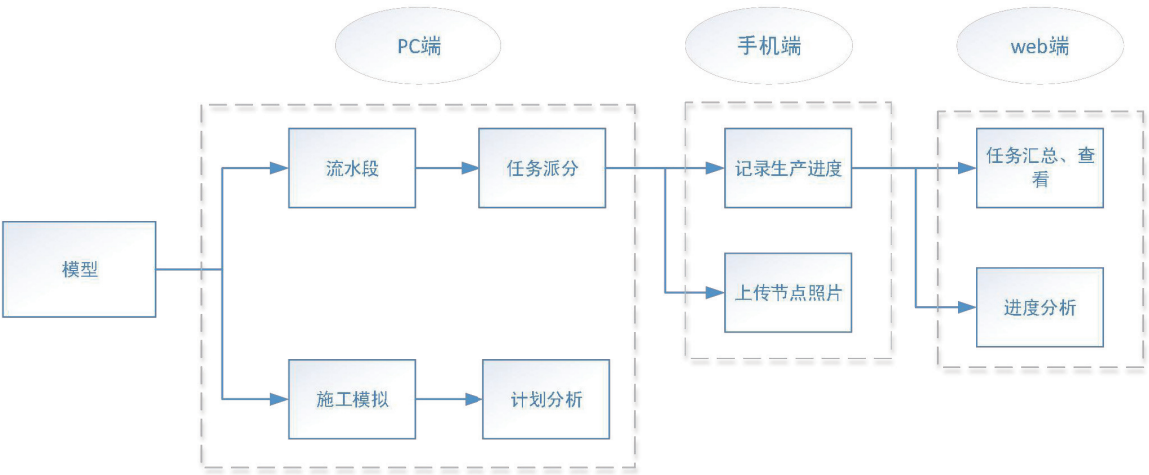


图 8 计划管理应用流程





图 9 进度管理三端应用过程

通过 BIM 技术模拟施工进度分析检查阶段计划的可行性；进度对比分析主要是将基线计划、调整计划及实际计划三是口进度进行对比，反应进度偏差。基线计划是作为进度考核、纠偏的基准，一般为总进度计划或者年进度计划；调整计划分周进度计划与月进度计划，分别按周按月调整更新；实际计划即实际进度，实际开始时间及完成时间实时填报；工程量统计分析主要是提取各时间段、各项任务的工程实物量，准确调整施工计划。

#### 4.4 例会制度

项目部每周会定时召开生产例会，在召开生产例会之前，项目部 BIM 技术人员会对每个星期的生产进度进行总结及分析，最后生成一个数字报告上传至钉钉，项目部管理人员及各施工班组可以通过数字报告对本星期进度进行实时查看并分析，对延期及尚未开始的任务，在生产例会上进行讨论分析并制定措施，加快生产进度。项目部针对各施工班组的进度完成情况进行考核，通过相应的奖惩措施调动各施工班组的积极性。

### 5 BIM 技术在项目进度管理应用的效果

#### 5.1 有效审图并及时修改

在施工前运用 BIM 审图，发现图纸问题 12 处，有效减少传统二维图纸的错漏碰缺问题，减少由于后期返工造成的成本增加，节约工期，从而实现更多的经济效益。

#### 5.2 显著加快施工进度

基于 BIM 的集成化施工进度管理提供了信息交换的平台，显著增加了参与项目各方之间的交流

与互动，通过 5D 施工信息模型可以进行实时信息查询，提升了施工进度管理的效率。运用 BIM5D 平台进行项目管理后，月进度计划提前率由最初的 5% 提高到 35%，延后率从 40% 降低到 10%，对进度计划的加快和促进起到了明显的作用。

#### 5.3 施工模拟择优选择施工顺序

通过直观真实、动态可视的施工全程模拟和关键环节的施工模拟，项目部择优选择了最佳施工顺序，使工序安排更加科学合理。优化后的总进度计划，比投标时总进度计划提前 28 天。

#### 5.4 实现动态管理降低工程成本

通过 BIM 技术，项目部增强了团队协作、颠覆了传统的项目管理模式、实现动态管理，通过动态配置施工资源、合理布置施工场地，保证资源供给和作业空间，减少了施工中资源的闲置时间，加快了周转，降低了工程成本。

### 6 结论

通过对陆运河船闸工程实际案例的分析，总结 BIM 技术在工程进度管理中发挥作用主要如下：

可视化的界面为深入检查初步的进度计划提供了便利，相比传统一维的进度计划编制软件更加直观和清晰，更加便于不同专业人员之间的交流。

一方面，能够通过工作面（在一维的进度计划管理软件中难以体现）进行施工进度计划的重新调整与优化，能够保证最大程度地利用闲置的工作面；另一方面，能够对以往进度计划中由于没能

考虑工作面造成的进度过快进一步合理优化。

施工进度的编制是一个反复修改、反复讨论的过程,由于传统软件的不足,很难比较不同进度计划之间的差异。而通过 BIM 平台软件,能够在动态的施工模拟中发现原进度计划中的问题,通过修改原计划,将其同步到 BIM 进度管理软件中再次模拟,这样反复进行,能够保证最终的进度计划不存在明显的空间上的错误,能有效减少返工<sup>[5]</sup>。

## 7 展望

陆运河船闸工程探索性地将 BIM 技术引入水利工程施工领域,运用 Revit 软件成功建立船闸模型,对工程进行可视化分析、进度分析、施工模拟分析等,大大优化了施工方案,缩短了工期,降低了工程成本,效果显著<sup>[6]</sup>。根据陆运河船闸 BIM 工程实践,启发了水利施工企业寻求新的项目管理思路。目前 BIM 在水利工程施工领域的应用还

处于初步探究阶段,如何更有效地将 BIM 技术应用到水利工程管理的各个阶段中,还需要在实践中不断探索,有待更多水利工程人员将 BIM 理论运用到实际工程中去。

## 参考文献:

- [1] 王珂. 基于 IFC 的 3D+ 建筑工程费用维的信息模型研究 [D]. 上海: 同济大学, 2007.
- [2] 牟茗. 四维建筑信息模型技术研究 [D]. 北京: 北京林业大学, 2009.
- [3] 王青薇, 张建平. 基于 BIM 的工程进度计划编制 [J]. 商场现代化, 2010 (35): 220-222.
- [4] 何关培, 王铁群, 应宇垦. BIM 总论 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011.
- [5] 甘露. BIM 技术在施工项目进度管理中的应用研究 [D]. 大连: 大连理工大学, 2014.
- [6] 杨斌, 张伟. BIM 技术在宿迁市陆运河船闸工程的应用 [J]. 江苏水利, 2018 (5): 49-53.