

· 工程管理 ·



BIM技术在犍为航电枢纽设计优化与管理中的应用

曾崇勇¹, 代礼红², 杨皓然³

(1. 四川省港航投资集团有限公司, 四川 成都 610094;

2. 四川岷江港航电开发有限责任公司, 四川 乐山 614001; 3. 四川江源工程咨询有限公司, 四川 成都 610041)

摘要: 航电枢纽工程普遍具有工程投资大、施工周期长、施工环境复杂、协调难度大等特点。传统管理模式下, 难以实现精细化管理, 在建设过程中往往出现信息沟通与人员协同不畅、工程计量签证与进度管控难度大等一系列问题。通过梳理分析BIM技术在犍为航电枢纽设计优化与管理中的应用, 探索基于BIM技术的精细化管理模式。结果表明, 通过全生命周期的BIM应用, 能够在勘察设计阶段提升设计质量, 在施工建设阶段实现质量、进度、成本、安全等全方面的辅助项目管理, 最终实现降本增效的目的。

关键词: 犍为航电枢纽; BIM技术; 项目管理

中图分类号: U 612

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2021)12-0001-07

Application of BIM technology in design optimization and management in Qianwei navigation-power junction

ZENG Chong-yong¹, DAI Li-hong², YANG Hao-ran³

(1. Sichuan Port and Shipping Investment Group Co., Ltd., Chengdu 610094, China;

2. Sichuan Minjiang Port Navigation Power Development Co., Ltd., Leshan 614001, China;

3. Sichuan Jiangyuan Engineering Consulting Co., Ltd., Chengdu 610041, China)

Abstract: Navigation and power junction projects generally have the characteristics such as large project investment, long construction period, complex construction environment and difficult coordination. Under the traditional management mode, the project is difficult to achieve refined management, there are a series of problems in the construction process, such as poor information communication and personnel coordination, difficulty in engineering measurement visa and schedule control. We analyze the application of BIM technology in design optimization and management in Qianwei navigation-power junction, and explore the refined management mode based on BIM technology. The results show that through the application of BIM technology during a total of life cycle in Qianwei navigation-power junction, it improves the design quality in the survey and design stage, realizes the auxiliary project management in all aspects of quality, progress, cost and safety in the construction stage, and finally realizes the cost reduction and efficiency increase of the project.

Keywords: Qianwei navigation-power junction; BIM technology; project management

航电枢纽是以航运为主、航电结合、综合开发利用水资源的一类工程建设项目, 普遍具有工

程投资大、施工周期长、施工环境复杂、协调难度大等特点^[1]。传统管理模式下, 项目难以实现

精细化管理，在建设过程中往往出现信息沟通与人员协作不畅、工程计量签证与进度管控难度大等一系列问题。

建筑信息模型^[2](building information modeling, BIM)是一种以三维数字技术为基础，运用相关软件集成建筑工程中各种相关信息而建成的一个工程数据模型。一个完善的信息模型把建筑工程全生命周期不同阶段的数据、过程和资源连接在一起，可以对工程对象进行完整描述，可被建设项目各参与方普遍使用^[3]，其核心价值在于模型中的每个构件都被赋予了大量的工程信息，最终形成一个信息共享和传递数据的平台，参建各方在这个平台的支持下对建设项目进行动态管理，共享协作。

BIM 技术具有可视化、协调性、模拟性、参数化等特点^[4]，可有效提升工程的精细化管理水平，改善传统管理模式下的痛点，实现工程的降本增效。

本文结合 BIM 技术在犍为航电枢纽设计优化与管理中的应用，探索基于 BIM 技术的精细化管理模式，希望能够为其他航电枢纽工程建设提供借鉴。

1 工程概况

作为长江经济带综合立体交通走廊规划的四川省重点项目，犍为航电枢纽工程是岷江下游河段(乐山-宜宾)航电规划的 4 级枢纽中的首个开工项目。犍为航电枢纽正常蓄水位 335.0 m，总库容 2.27 亿 m³，具有日调节能力。枢纽渠化Ⅲ级航道里程约 18.1 km，船闸等级Ⅲ级，总装机容量 500 MW。

工程是以航运为主、结合发电、兼顾供水和灌溉、促进地方经济社会发展的综合利用工程。

枢纽主要包括船闸、泄水闸、电站、鱼道、护岸及业主营地等，建成后效果见图 1。



图 1 犍为航电枢纽效果

2 应用目标及实施策略

犍为航电枢纽工程在项目建设初期即引入 BIM 技术，BIM 应用实施周期与勘察设计及建设周期基本同步，涉及水工、金属结构、机电、通讯、消防、监测、施工等全部主体专业。该工程 BIM 应用目标及实施策略主要有：1) 多维项目管理。依据 BIM 模型全息化管理、多专业全息协同审阅。2) 精细品质管控。可视化设计品质预控、模拟建造协同核查交底。3) 助力节约工期和提升效率。互动载入式工期模拟跟踪、重难点施工方案优化。4) 风险成本预控。错漏碰缺检查优化统计，实时动态工程量统计。5) 在线实时审核。云中心在线管理模式，平台上实现图纸、模型、工程量同步核查统计。6) 执行标准交付。全流程标准化操作，确保 BIM 有效实施。

3 各阶段应用的主要成果

3.1 实施准备阶段

在实施准备阶段，以标准化成效为导向，搭建 BIM 架构，主要包括建立工作流程和建模深度等 BIM 实施标准、建设 BIM 实施族库、搭建在线三维化项目管理平台、组织 BIM 应用培训等，工作流程见图 2。

	各阶段模型应用内容	核心应用工作项
BIM 实施准备	开始 制定项目BIM实施目标 制定项目BIM实施计划 基础BIM技术课程培训 创建系统BIM标准资源 组建项目BIM实施团队 搭建BIM-IT工作环境	配置软硬件设施 制定实施方案与计划 确定BIM标准与样板 必备基础BIM培训
BIM 设计勘察	施工图设计模型 场地航测及点云信息模型 场地路桥洞及景观信息模型 水工构筑物建筑信息模型 航电水机设备信息模型	全专业设计冲突问题检查 水工设计问题核查与优化建议 模型与图纸互检索查阅 虚拟现实(VR)建设互动展示三维可视化 设计交底与成果使用培训
BIM 施工建设	施工过程模型 水工构筑物建筑信息模型更新 航电水机设备信息模型更新 施工场地模型搭建及维护 可视化施工图交底及技术答疑 四维施工进度模拟与管控分析 专项施工方案模拟	施工过程BIM模型更新与深化 二维码构件管理系统及APP开发 专项结算工程量校核比对 BIM协同管理平台部署与应用
BIM 交付运维	竣工模型 竣工模型设备信息录入 竣工航测及激光扫描质量校核 验收航拍全景竣工成果VR展示	竣工信息的收集与整理 竣工航测数据的获取 竣工虚拟现实成果展示

图 2 BIM 工作流程

3.2 勘察设计阶段

在勘察设计阶段, 以多维化模拟预判为手段, 实现设计优化, 提升设计质量:

1) 全项目范围无人机激光航测及点云数据

处理, 对比复核外业人工勘测成果, 航测图见图 3。



图 3 无人机航测图

2) 三维建模，实现二维图纸与三维模型的联动，方便图纸查找和调阅，见图 4。

3) 模拟流体分析，验证并优化泄洪闸排架设计方案，改善排架柱稳定性，见图 5。

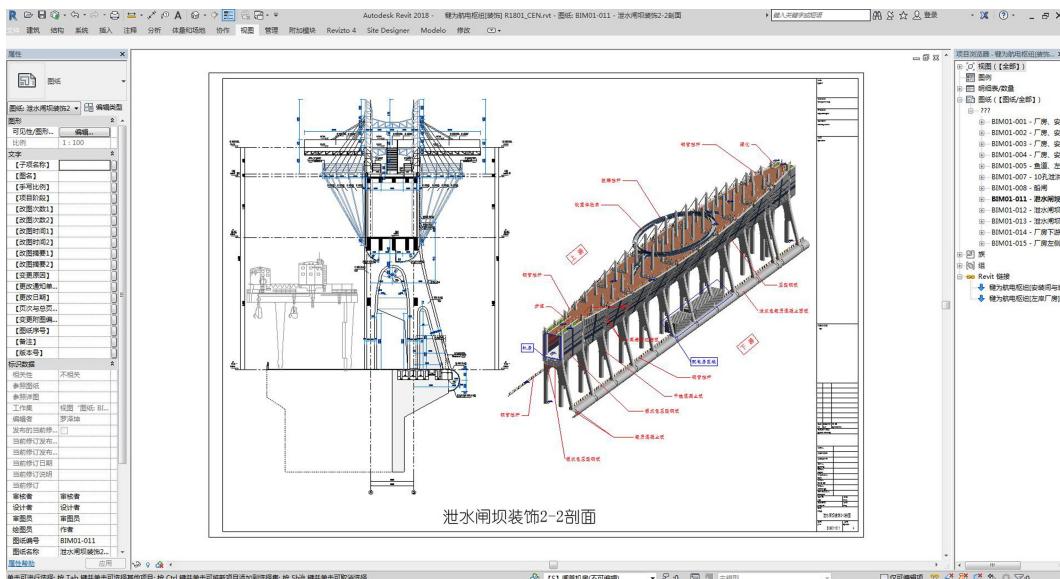


图 4 二维图纸与三维模型联动的工作界面

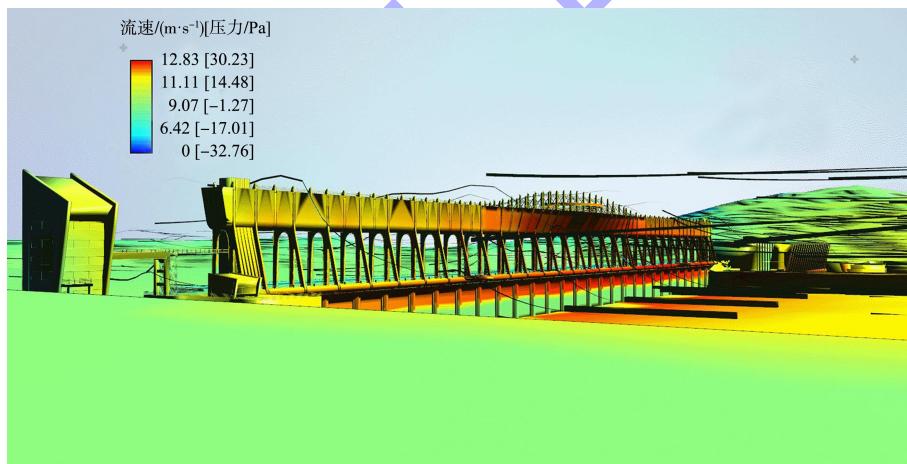


图 5 泄洪闸排架方案流体分析

4) 借助参数化工具将复杂二维曲面造型转化为简单平面构件。通过简单构造实现富有特色的闸坝外观造型，见图 6。

5) 多专业错漏碰缺检查，优化设计成果（图 7），减少因设计图纸自身错误或冲突导致的工程变更、现场签证。

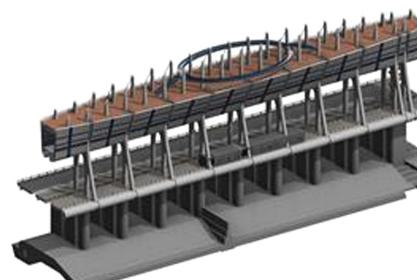


图 6 闸坝外观设计

Autodesk Navisworks 错漏报告

公差: 误差; 新建活动的已审核/已解决 类型: 状态
0.030m [396] / 396 | 0 0 0 0 错报/锁定

图层	碰撞名称/状态	距离	网格位置	说明	找到日期	碰撞点	项目 1		项目 2	
							项目 ID	图层	项目名称	项目类型
碰撞 1	新建 -0.113°C-52: 3F	碰撞	2015/6/1 10:23:11x<-17.208, y:23.199, z:9.700	元层 ID: 2721824:2F	矩形风管	风管:矩形风管:【矩形风管】	元层 ID: 2530559:3F	矩形风管	风管:矩形风管:【矩形风管】	
碰撞 2	新建 -0.105°C-52: 3F	碰撞	2015/6/1 10:23:11x<-16.564, y:23.899, z:9.700	元层 ID: 2721819:2F	矩形风管	风管:矩形风管:【矩形风管】	元层 ID: 2530547:3F	矩形风管	风管:矩形风管:【矩形风管】	
碰撞 3	新建 -0.096°C-62: 2F	碰撞	2015/6/1 10:23:11x<-25.379, y:58.637, z:8.753	元层 ID: 2721806:2F	矩形风管	风管:矩形风管:【矩形风管】	元层 ID: 2719519:2F	管道类型	管道:管道类型:【S】无缝钢管:焊接	
碰撞 4	新建 -0.093°C-52: 2F	碰撞	2015/6/1 10:23:11x<-18.497, y:21.016, z:8.283	元层 ID: 2721831:2F	矩形风管	风管:矩形风管:【矩形风管】	元层 ID: 2719128:2F	管道类型	管道:管道类型:【S】无缝钢管:焊接	
碰撞 5	新建 -0.091°C-62: 3F	碰撞	2015/6/1 10:23:11x<-30.681, y:23.227, z:11.400	元层 ID: 2721861:2F	矩形风管	风管:矩形风管:【矩形风管】	元层 ID: 2530607:3F	矩形风管	风管:矩形风管:【矩形风管】	
碰撞 6	新建 -0.091°C-62: 3F	碰撞	2015/6/1 10:23:11x<-29.381, y:23.227, z:11.400	元层 ID: 2721844:2F	矩形风管	风管:矩形风管:【矩形风管】	元层 ID: 2530595:3F	矩形风管	风管:矩形风管:【矩形风管】	
碰撞 7	新建 -0.091°C-62: 3F	碰撞	2015/6/1 10:23:11x<-30.031, y:23.227, z:11.400	元层 ID: 2721856:2F	矩形风管	风管:矩形风管:【矩形风管】	元层 ID: 2530601:3F	矩形风管	风管:矩形风管:【矩形风管】	
碰撞 8	新建 -0.091°C-59: 3F	碰撞	2015/6/1 10:23:11x<-21.331, y:39.777, z:11.400	元层 ID: 2721877:2F	矩形风管	风管:矩形风管:【矩形风管】	元层 ID: 2530649:3F	矩形风管	风管:矩形风管:【矩形风管】	
碰撞 9	新建 -0.090°C-62: 3F	碰撞	2015/6/1 10:23:11x<-28.322, y:23.234, z:9.700	元层 ID: 2530589:3F	矩形风管	风管:矩形风管:【矩形风管】	元层 ID: 2721851:2F	矩形风管	风管:矩形风管:【矩形风管】	
碰撞 10	新建 -0.084°C-59: 2F	碰撞	2015/6/1 10:23:11x<-21.665, y:37.974, z:8.675	元层 ID: 2721866:2F	矩形风管	风管:矩形风管:【矩形风管】	元层 ID: 2718205:2F	管道类型	管道:管道类型:【S】无缝钢管:焊接	
碰撞 11	新建 -0.084°C-62: 2F	碰撞	2015/6/1 10:23:11x<-24.465, y:37.974, z:8.675	元层 ID: 2721891:2F	矩形风管	风管:矩形风管:【矩形风管】	元层 ID: 2717998:2F	管道类型	管道:管道类型:【S】无缝钢管:焊接	
碰撞 12	新建 -0.075°C-62: 10F	碰撞	2015/6/1 10:23:11x<-26.718, y:50.543, z:42.310	元层 ID: 2716598:10F	管道类型	管道:管道类型:【S】无缝钢管:焊接	元层 ID: 2624608:10F	矩形风管	风管:矩形风管:【矩形风管】	
碰撞 13	新建 -0.068°C-53: 2F	碰撞	2015/6/1 10:23:11x<-5.325, y:21.757, z:8.675	元层 ID: 2719056:2F	管道类型	管道:管道类型:【S】无缝钢管:焊接	元层 ID: 2722241:2F	【S】曲率 1.0 W 风管管件		
碰撞 14	新建 -0.068°C-62: 3F	碰撞	2015/6/1 10:23:11x<-26.997, y:38.467, z:12.975	元层 ID: 2739807:3F	管道类型	管道:管道类型:【S】无缝钢管:焊接	元层 ID: 2536026:3F	矩形风管	风管:矩形风管:【矩形风管】	
碰撞 15	新建 -0.066°C-51: 3F	碰撞	2015/6/1 10:23:11x<-19.654, y:23.968, z:11.400	元层 ID: 2530529:3F	矩形风管	风管:矩形风管:【矩形风管】	元层 ID: 2721814:2F	矩形风管	风管:矩形风管:【矩形风管】	

图 7 错漏碰缺检查及优化分析报告界面

3.3 施工建设阶段

在施工建设阶段, 以在线精细化管理为目标, 在质量、进度、成本、安全等方面辅助项目管理:

1) 可视化技术交底。对施工内容中二维图纸

难理解的部分, 利用三维模型对现场技术人员进行交底答疑, 如船闸输水系统(图 8), 便于施工单位理解设计意图。

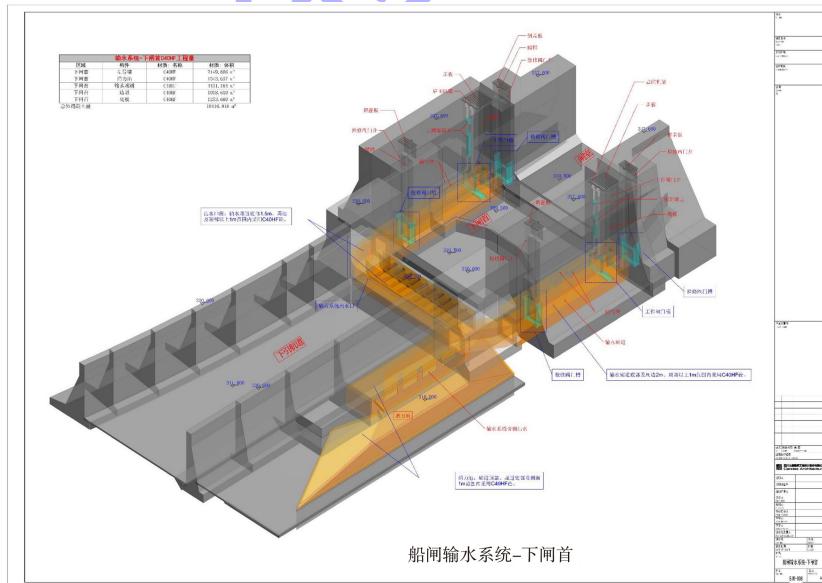


图 8 船闸输水系统下闸首整体

2) 对船闸施工、管型座安装等施工难点, 直接导入施工计划参数, 进行实时交互式专项施工方案模拟(图 9), 用于指导施工。

3) 定期根据实际施工进度动态维护施工模型, 根据施工模型变化情况计算工程量, 并进行工程量校核对比(图 10), 辅助现场计量审核。

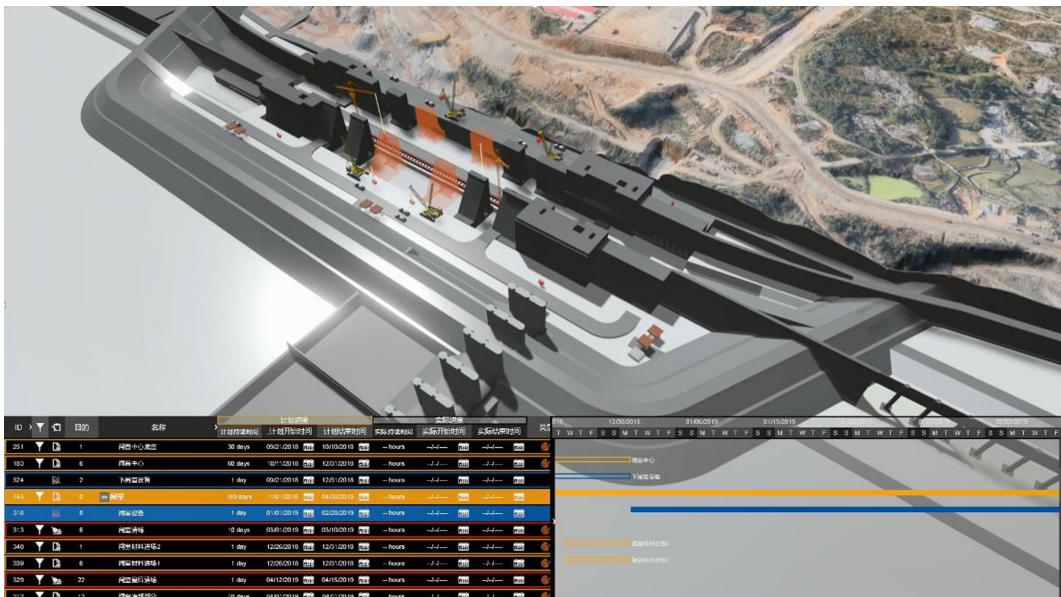


图 9 船闸施工模拟

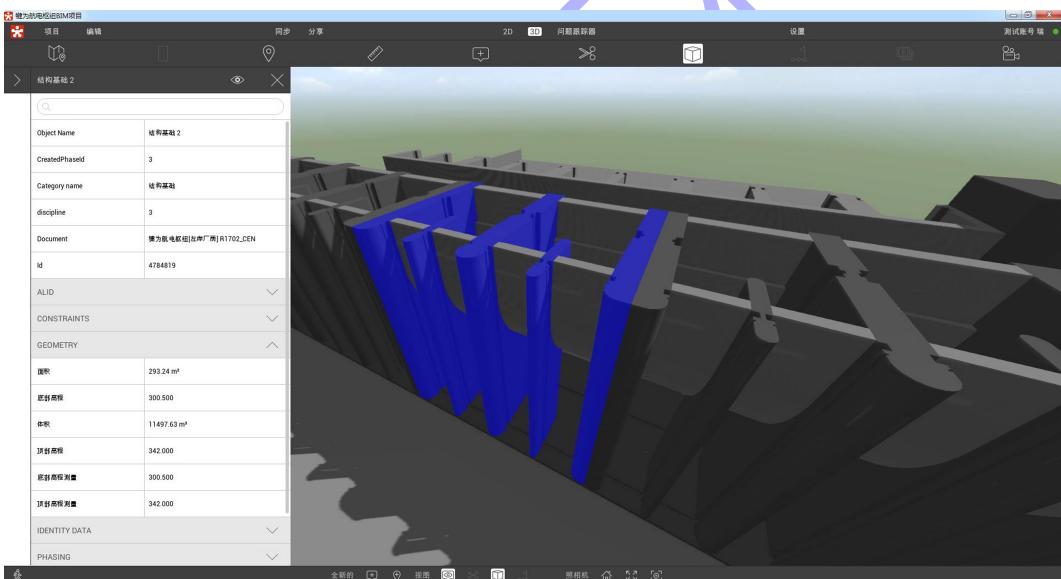


图 10 模型工程量显示界面

4) 激光扫描校核工程形象面貌，辅助工程阶段验收。

5) 结合 BIM 模型与施工进度计划，进行 4D 施工进度模拟与管控(图 11)，整体推进工程进度、质量、安全及关键细节方案的确认。

6) 参建各方利用在线多维化项目管理平台进行设计核查、现场协调、移动记录、安全管理、质量核查、现场巡检等(图 12)，实现动态管理、共享协作，提高管理效率。

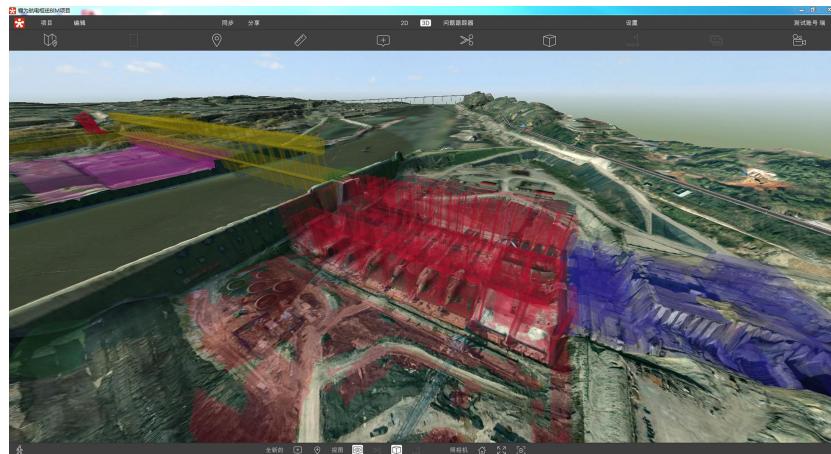


图 11 四维施工进度模拟界面



图 12 在线多维项目管理平台应用

4 结语

1) 岷江犍为航电枢纽工程探索出一种基于 BIM 技术的精细化管理模式，贯穿全生命周期。

2) 在实施准备阶段，以标准化成效为导向，搭建 BIM 架构，主要包括建立工作流程和建模深度等 BIM 实施标准、建设 BIM 实施族库、搭建在线三维化项目管理平台等。

3) 在勘察设计阶段，以多维化模拟预判为手段，通过模拟分析、碰撞检查、参数化设计等 BIM 技术应用，实现设计优化，提升设计质量。

4) 在施工建设阶段，以在线精细化管理为目标，实施可视化技术交底、专项施工方案模拟、施工进度模拟与管控、工程量校核对比、在线多

维化项目管理平台应用等 BIM 技术应用，在质量、进度、成本、安全等全方面辅助项目管理。

参考文献:

- [1] 徐维伟.内河航电枢纽工程航运经济效益后评价研究[D].长沙:长沙理工大学, 2009.
- [2] 何关培, 李刚.那个叫 BIM 的东西究竟是什么[M].北京:中国建筑工业出版社, 2011.
- [3] GOLDHERG H E. AEC from the ground up: the building information model [J]. CADalyst eugene, 2004, 21(11): 56-58.
- [4] 李勇, 管昌生.基于 BIM 技术的工程项目信息管理模式与策略[J].工程管理学报, 2012, 26(4): 17-21.

(本文编辑 王璁)