

# Research on BIM Collaborative Management Platform Applied in Foundation Pit Engineering

Xiaobo Li<sup>1</sup>, Liquan Xie<sup>1</sup>, Junwei Wu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Hydraulic Engineering, Tongji University, Shanghai

<sup>2</sup>Shanghai Municipal Engineering Design Institute (Group) CO., LTD., Shanghai

Email: 1630469@tongji.edu.cn

Received: Dec. 11<sup>th</sup>, 2018; accepted: Dec. 26<sup>th</sup>, 2018; published: Jan. 3<sup>rd</sup>, 2019

---

## Abstract

This paper presents the problems and solutions encountered in the application of BIM theory on the engineering at home and abroad. Based on the application of BIM technology in engineering practice, the problems of application of BIM technology are that they overemphasize the application points and neglect the collaborative application of data integration to improve the benefits of the engineering. Based on the BIM collaborative management platform, this paper applies the BIM theory to the collaborative office of all parties involved in the project and to solve the problems in the project as the goal. It shows a series of module applications and interprets the operation mechanism and innovation points of the collaborative management platform with an engineering example as a model.

## Keywords

BIM Technology, Interoperability, Data Integration, Collaborative Management Platform

---

# 基于协同管理平台的BIM技术应用研究

李晓波<sup>1</sup>, 谢立全<sup>1</sup>, 吴军伟<sup>2</sup>

<sup>1</sup>同济大学水利工程系, 上海

<sup>2</sup>上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 上海

Email: 1630469@tongji.edu.cn

收稿日期: 2018年12月11日; 录用日期: 2018年12月26日; 发布日期: 2019年1月3日

## 摘要

本文针对国内外BIM理论及在工程上的应用所遇到的问题及解决办法进行了探究，以应用于工程实际出发，总结了国内应用BIM技术的问题在于过分强调应用点而忽视了数据集成的协同应用以提高工程效益。从BIM协同管理平台为基础应用BIM理论对工程参与各方的协同办公、解决工程中面对的问题为目标，架构了一系列模块应用，以某工程实例为样板，诠释了协同管理平台运作机制及其创新点。

## 关键词

BIM技术，协同工作能力，数据集成，协同管理平台

Copyright © 2019 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

众所周知，建筑行业在中国国民生产总值中一直占据重要地位，随着国家改革开放后经济与科技的高速发展，形形色色的高楼、道路越来越多地出现在人们的日常生活中，建筑业已经成为我国经济支柱产业。在迅猛的发展势头下，建筑业的种种问题也随之暴露。在我国传统建造方式中，存在如下问题：劳动力文化程度低，老龄化严重；生产方式粗犷，施工组织计划不清；施工人员素质不高，现场管理混乱；返工现象严重等，以至于造成了大量的资源浪费。同时在施工结束以后会产生大量的建筑垃圾，清理的过程中产生噪音、扬尘等污染。

这样的大背景下，一代代技术人员对提高工程管理效率问题奉献了终身，一步步地提出并逐步完善了BIM技术。早在1975年美国Garnegie-Mellon University的Chuck Eastman教授就提出了BIM的概念，其原型为Building Description System。在1980年之后，美国改称该技术为Building Product Model，而在欧洲它有另一个名字：Product Information Model。直到2002年，众所周知的欧特克公司(Autodesk)才正式提出“建筑信息模型”，即Building Information Modeling (BIM)的概念，该理念一经提出立即受到业内人士的广泛认同，沿用至今[1]。从2011年颁布的《2011~2015年建筑业信息化发展纲要的通知》里第一次提到“BIM”技术[2]。在《2016~2020年建筑业信息化发展纲要》中提出，推广项目管理信息系统，开展施工阶段的BIM基础应用，有实力的公司创建基于BIM技术的项目管理体系，研究基于BIM的管理组织模式与协同管理机制[3]。

随着BIM技术的推广，更多需要精细管控，结构复杂的建筑物开始进入BIM应用范围。基坑工程因其特点众多，影响广，非常适合利用BIM全生命周期技术进行合理管控。2012年，彭曙光[4]进行了系统的研究，对基坑工程中BIM技术的应用给出了一定的理论基础。在基坑工程三维可视化方面，夏正红，许利锋等在宁波绿地中心建设项目中，实现了基坑工程设计效果的三维可视化，并在施工阶段通过共享桩基BIM模型实现了对工程设计变更的动态控制及管理[5]。2015年，张燕在铁四院总部设计大楼的基坑工程中应用BIM技术进行探索[6]。2016年谭佩[7]对BIM可视化技术在基坑中的应用进行了全方位的研究，提出了在revit中进行插件方便建模管控的想法。吴清平，时伟等人对上海市SOHO天山广场中的基坑工程进行了设计施工全过程的BIM技术模拟与分析，致力于全生命周期应用的探索[8]。同年，

刘一鸣对 BIM 在基坑桩撑支护结构的分析中，有效证明了 BIM 模型实际应用价值[9]。杨敏，赵军等人在可行性方面对 BIM 技术应用于基坑工程领域进行了探讨[10]。林孝城对上海市金山勘察综合试验厂房的项目进行了 BIM 技术在岩土工程中的应用探索[11]。

## 2. BIM 协同管理平台

### 2.1. 管理平台功能介绍

上文提及的住建部下发文件《2016~2020 年建筑业信息化发展纲要》，其中细化了 BIM 的应用要求，强调在建设“一带一路”重点工程中应用 BIM 技术，并探索其与云计算、大数据、GIS 等技术结合，实现重点工程信息化。同时，从《2014 年度施工企业 BIM 技术应用现状研究报告》中可知，大部分企业已经认可了 BIM 技术带来的价值。在政府、企业合力推动的前提下，BIM 技术在国内有了广泛的应用，但从理论到实际的过程中，产生了一些值得思考的问题。

信息化不仅能够推动建筑业转型升级，更是使其技术水平提升、与时俱进的重要动力。BIM 技术作为信息化的关键性手段，其核心不应该仅是工程的应用点，而应是“信息 + 管理”的模式，功能的体现即是集成平台。国内许多项目也均有其量身打造的平台，但其中大多数却不能称之为集成平台。2011 年英国 BIM 工作小组(BIM Industry Working Group)分析得出 BIM 发展分为四个阶段，如图 1 所示，国内 BIM 应用平台大多发展到第二阶段，即 BIM 功能应用点阶段；部分涉及第三阶段，而能有效服务工程的更是凤毛麟角。

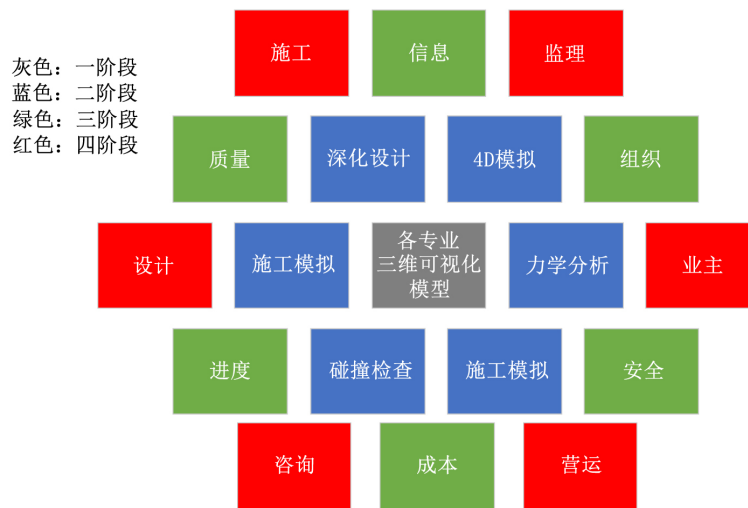


Figure 1. Four stages of BIM development  
图 1. BIM 发展四个阶段图

本文旨在研究 BIM 技术应用到建筑业信息集成管理方面，立足于第三阶段：成本、质量、安全等项目管理内容集成，追求第四阶段：各方全方位协同合作，实现项目数据资料共享，这也是 BIM 发展的必然趋势与方向。BIM 协同管理平台作为数据集成的载体与多方协同工作的平台，发挥了巨大的作用。本文中涉及平台是由上海市政工程设计研究总院推出，应用于实际工程的平台，提供了将 BIM 技术理论转化为对实际工程设计、施工阶段指导的工具；同时，也兼具了作为工程各类数据集成的载体的功能。目前的工程项目管理中，采用 BIM 技术进行三维模拟、设计优化、可视化及出图方面已经较为成熟，但没有一个标准化得逻辑思路与实现其的平台来引导与推动。该平台的搭建就是旨在尽可能地寻找最符合工程需要、最有效管理工程的途径，全力推动 BIM 技术的发展，进而推动建筑业的现代化、信息化发展。

## 2.2. 管理平台研发计划

管理平台研发的模式，可理解为对项目管理的整体逻辑思路。国内目前的建设项目管理绝大多数采用 DBB 模式，即设计—招标—建造模式，因其专业程度强、分工职能明确、管理重点明确等优点被广泛使用，但在如今各行业高节奏高效率的大趋势下，该模式施工阶段分离、专业协作性差、参与方沟通协调困难等问题，形成了巨大的“信息孤岛”，严重影响工程项目管理的效率。

故在平台各模块搭建前，BIM 技术方需综合考虑工程项目从前期(设计)到后期(BIM 服务的终端，视项目要求而定，最理想为运营维护阶段)整个生命周期中的各方、各要素的相互动态关系以及该工程项目全过程中的数据如何高效集成、传递、共享。协同平台应是从项目整体出发，以各参与方能够从中实现信息安全共享，平等协调工作，进而实现项目质量、进度等目标的优化为目的,并提供项目要求的生命周期中必要的决策与管理的一个工具。

综上，平台项目管理计划需具备普遍的动态性、复杂性、全面性、多层次的特点，同时根据每个参与方自身任务的性质不同，以项目整体利益和自身工作效率为主要服务对象，对相应的工作进行管理和控制；对集成数据进行有效分配，满足各方在自身任务中需要的数据并能够有效利用数据服务于项目。

## 2.3. 管理平台主要模块

根据 BIM 发展的第四阶段服务对象：业主、设计、咨询(BIM)、施工、监理、运营等，将工作阶段分为：策划、设计、施工、运营 4 个阶段，并结合平台研发的项目管理计划，参考 BIM 发展第三阶段的：成本、信息、进度、安全、质量、组织。分析各参与方在项目中的工作需求，如表 1 所示：

**Table 1.** Each party's work demand  
**表 1.** 各方工作需求表

参与方	工作阶段	关注方	关注工作
业主	All	All	All
设计	设计、施工	施工、业主	成本、质量、进度、组织
施工	施工	设计、业主、监理	All
监理	施工	施工、业主	成本、质量、进度、组织
运营	施工、运营	业主	成本、质量、进度、组织
咨询(BIM)	All	All	All

由发展要求出发，平台模块至少需存在：组织策划、进度管理、质量管理、成本管理、安全管理、信息数据库(其他)。这些模块将可以满足 BIM 协同平台服务于工程的最低要求。同时，为了提供标准化的各方参与流程审批，平台也完善了协同办公的模块。平台目标是实现如图 2 的体系。

## 3. 平台应用案例

### 3.1. 工程实例

某地高架快速路及其配套管廊项目，应用本文中设计的 BIM 协同管理平台理念进行设计、施工过程的管控，调用平台相关模块进行应用，具体应用包括：三维可视化模型，BIM 协同管理平台(基坑监测数据库、进度管理等模块)，模型碰撞检查。

### 3.2. 传统应用点

较为传统的 BIM 技术应用包括：三维可视化模型、碰撞检查、施工组织模拟。

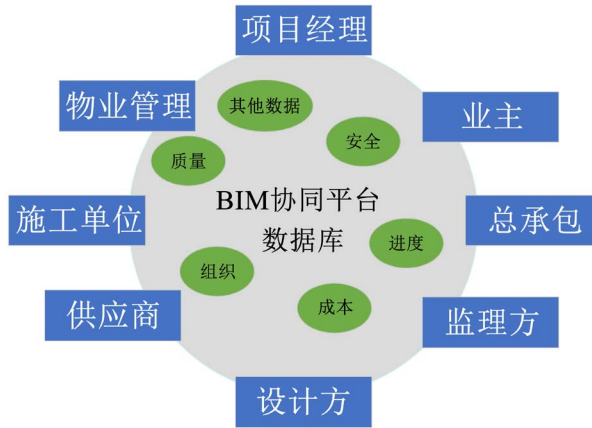


Figure 2. Platform ideal management system  
图 2. 平台理想的管理体系

1) 三维可视化模型

项目利用达索公司 CATIA 软件进行建模，它是 CAD/CAE/CAM 一体化集成的一款三维建模软件，覆盖了项目概念设计、体量设计、详细设计、数据分析、可视化展示、模型协同、数据管理等全过程需求。随着其拓展业务，针对土木工程行业也推出了具体的模块便于应用。因最初服务于零件制造行业，该软件在曲面创建方面有着巨大的优势；同时其兼容 C++、VB、JAVA 等编程语言进行软件系统的二次开发，极大提升了软件本地化、个性化定制需求。

使用系统提供的工程底版功能配合简单逻辑程序的编写可以进行快速准确地根据图纸进行三维模型的建立，因涉及程序代码较长本文暂不提供具体内容。同时根据该项目在平台的应用程度，模型的精细程度被要求至最小施工步骤所涉及的工程部位，模型编码命名细分至最小工程部位，如高架桥立柱、承台等，根据其所属专业、位置等要素不同，给予其特有的模型名称，能够独立进行调用。如图 3，为该项目管廊部分维护工程(围护桩、支撑等)，例如编码 XZCD\_CDGL\_WH\_BZD\_JD01\_L\_GZZ\_01，为 8 个层级的命名，才能够将其部件的属性表达完整，意为某项目-管廊项目-管廊维护-标准段-节段 01-灌注桩-01 号。完成后的模型因为数量较多(包含高速路、管廊、地面道路等)，故只展示部分，见图 4 为管廊部分。

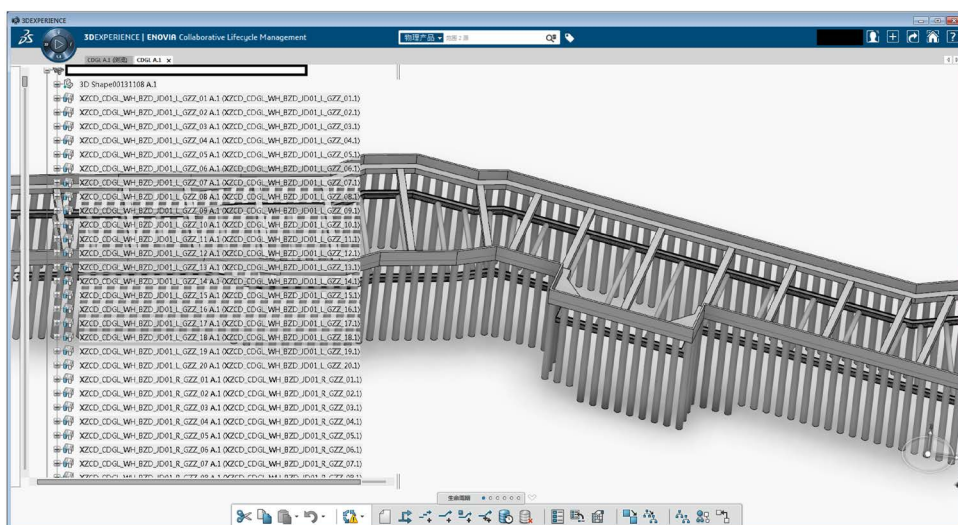
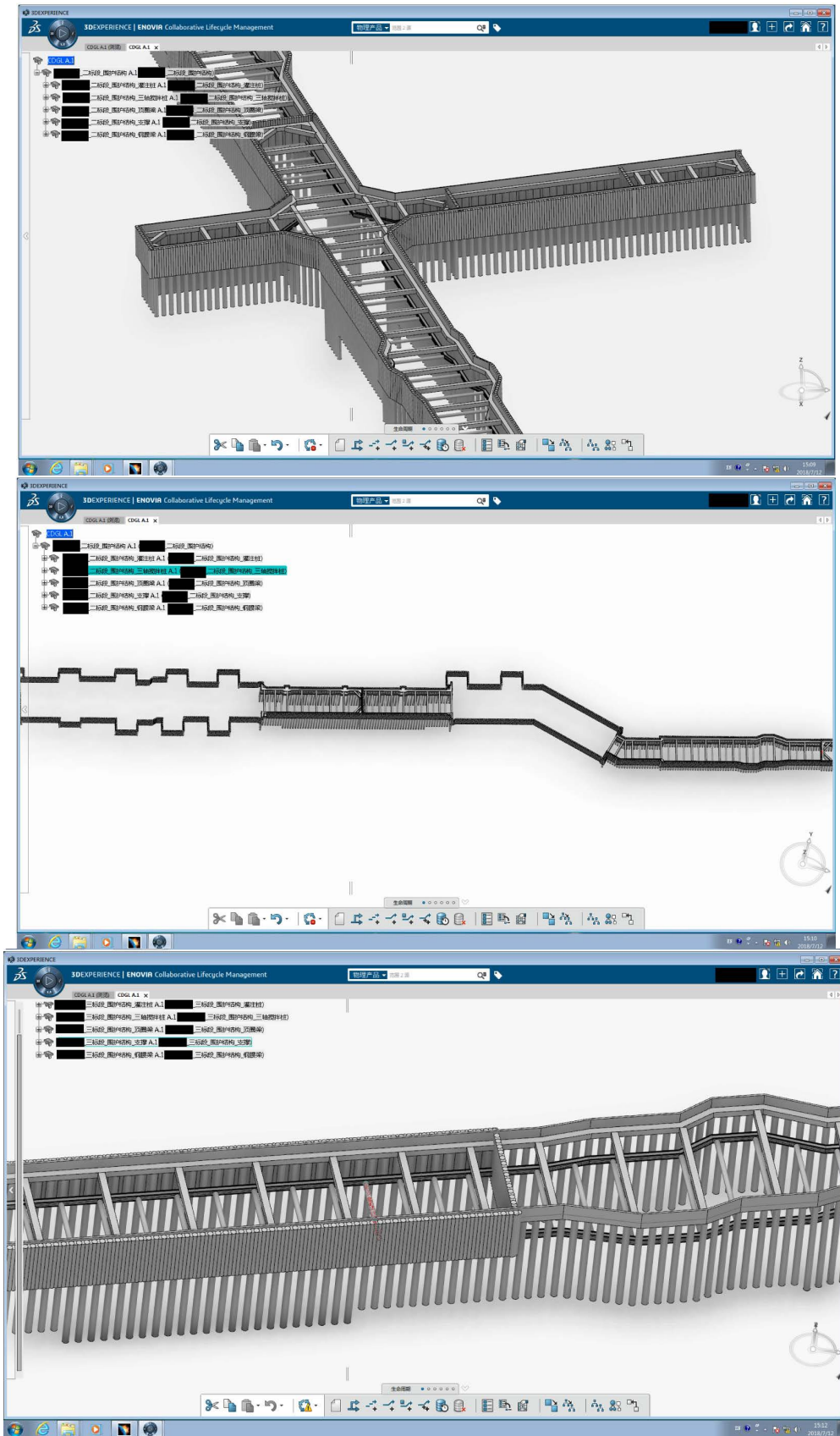


Figure 3. Partial models and their names  
图 3. 部分模型以及其命名





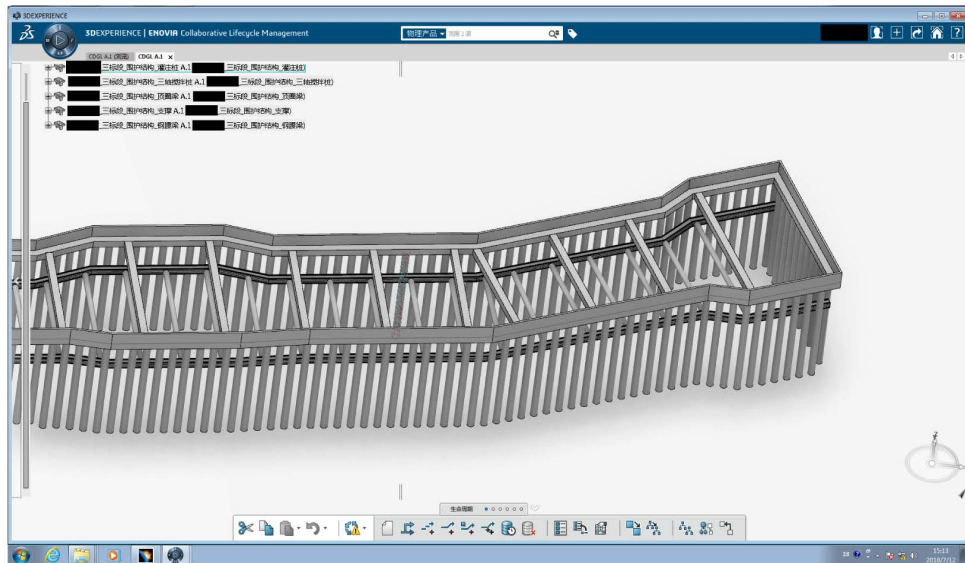
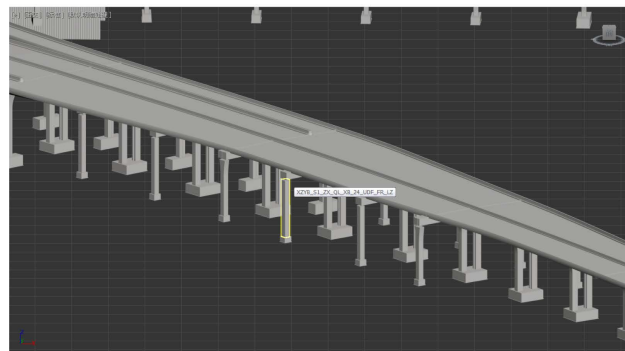


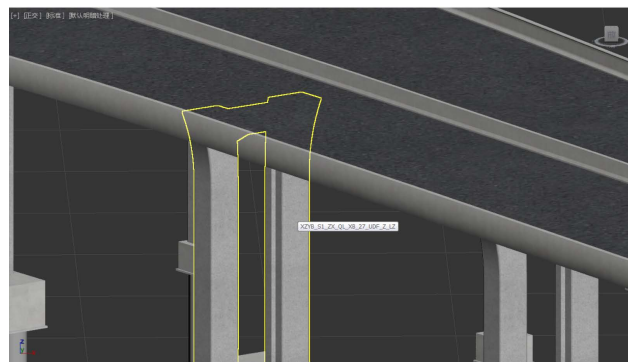
Figure 4. After the completion of the software model display diagram

图 4. 完成后软件内模型展示图

为了增强视觉效果，利用地理信息软件、倾斜摄影等技术建立真实可靠的地形环境并在 3DMAX 软件中对完成的模型进行材质渲染等操作，使其更符合工程实际，对比如图 5。三维可视化模型在渲染后可以达到所见即所得的视觉要求。



未附材质时



附加材质后

Figure 5. Attach material contrast diagram

图 5. 附加材质对比图

在模型整体(满足划分精度)完成、地形完成、命名编码完成、渲染完成后, 将整体模型导入 BIM 协同管理平台中, 作为一切应用的重要基础。

### 2) 碰撞检查

为方便施工人员避免设计中存在的碰撞带来的问题, 在模型建立后可在平台进行碰撞检查并自动生成相关报告, 给予施工方施工一定的建议以及让设计方重新考虑设计中可能存在的问题。

碰撞检查依据 Autodesk 公司的 Navisworks 软件提供的支持, 该系列为可视化和仿真, 分析多种格式的三维设计模型, 可以基于三维可视化模型进行设计决策、建筑实施、性能预测和规划直至设施管理和运营等各个环节。其中 Navisworks Manage 是为设计和施工管理专业人员提供精确的错误查找和冲突管理功能与动态的思维项目进度仿真和照片级可视化功能的一款软件。

应用其中的碰撞检查功能, 如图 6 中 abcd, 其为埋设管线与高架桥主体结构的碰撞检查的部分结果。系统进行的碰撞检查会记录下: 碰撞部位的视点图片、碰撞构件的名称、碰撞距离, 自动生成相关报告后关联至平台数据库, 提供给专业的人员进行查看。

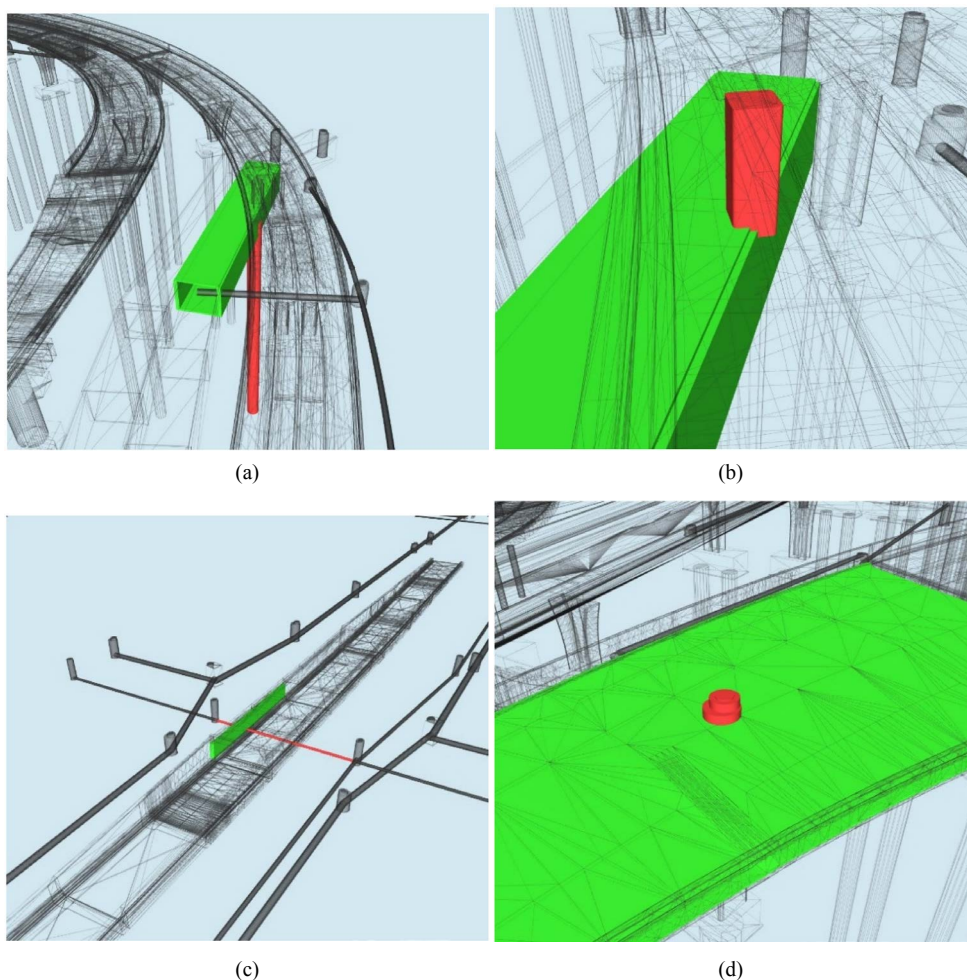


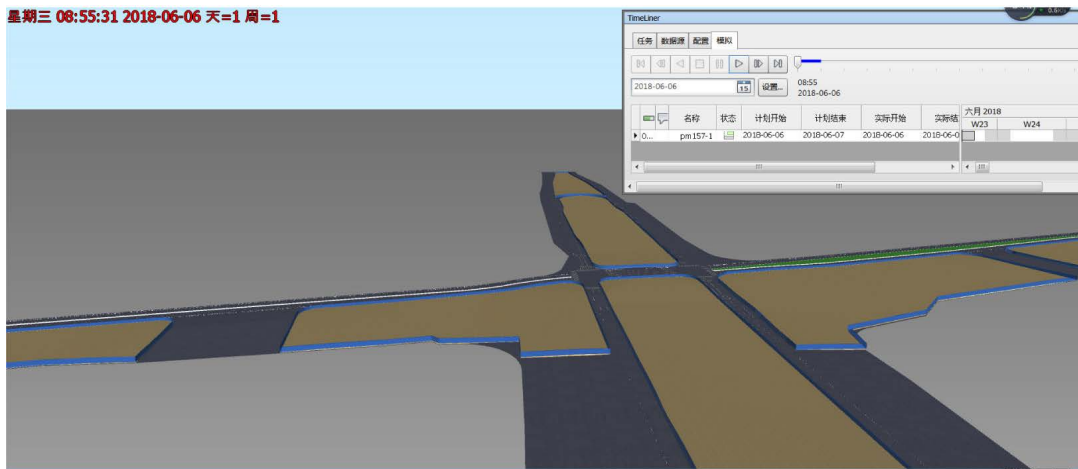
Figure 6. Collision check result diagram  
图 6. 碰撞检查结果图

### 3) 施工组织模拟

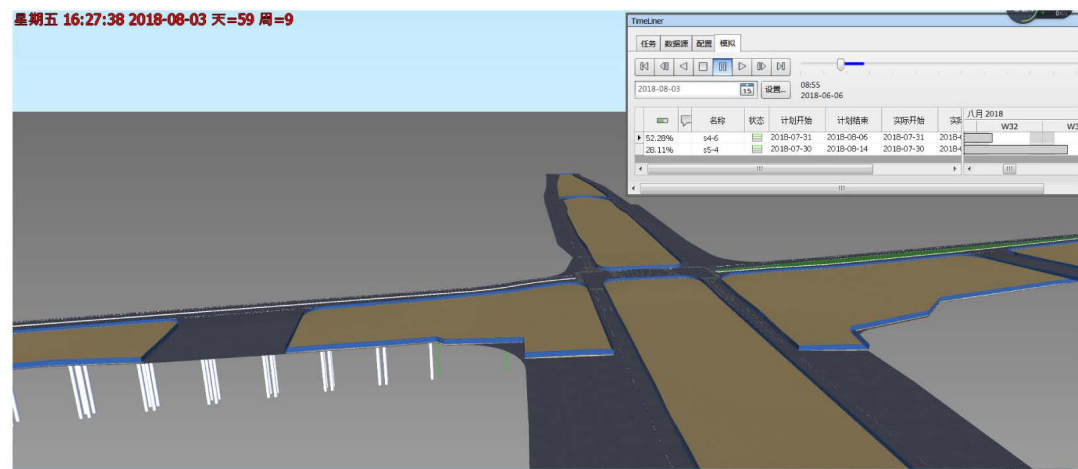
根据已有的施工组织方案安排, 完成各个构件、部位的时间节点由施工方提供后, 软件可关联至模



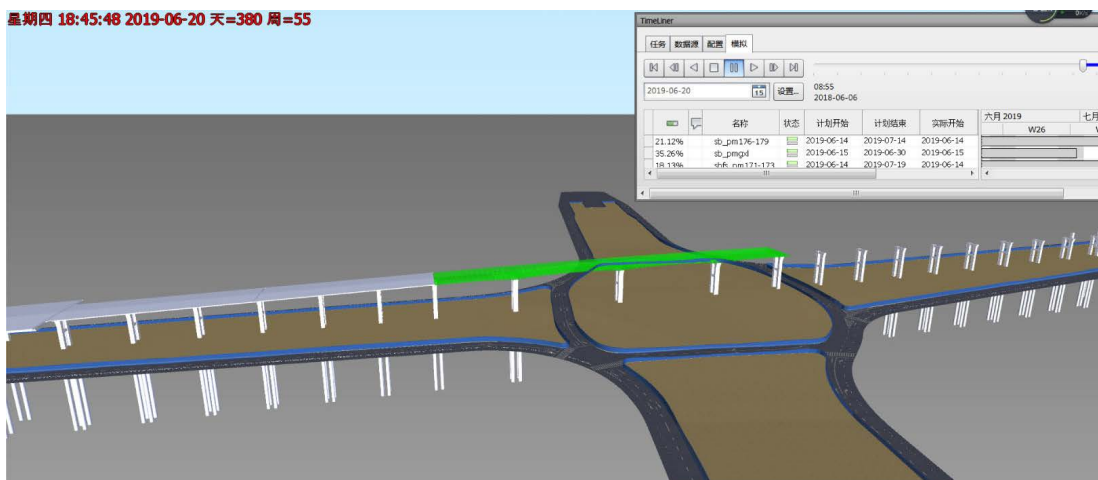
型各个部位，生成对应的仿真动画以及对应的进度模拟。通过该动画，各方人员可以直观地了解到工程的进度安排以及明确施工的先后顺序及可能发生的问题，对施工也起到了指导作用，如图 7 中 abcd 展示了 4 个不同的施工阶段。



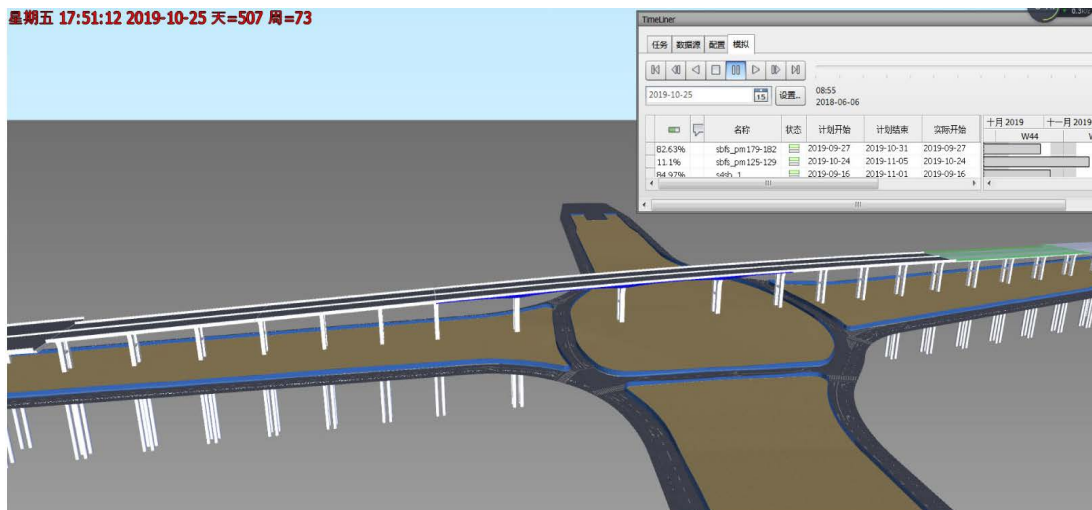
(a)



(b)



(c)



(d)

Figure 7. Construction organization simulation  
图 7. 施工组织模拟

### 3.3. 协同平台创新应用点

本文在有了传统应用点为基础的前提下，尤其是有了精细的三维可视化模型的前提下，最大程度发挥协同平台数据库对各参与方、各专业的协同管理能力，协同平台就 BIM 技术的理论基础进行了应用点的创新。为此，协同平台数据库是必不可少的一部分。针对工程各专业间协同办公效率低下问题，BIM 技术旨在打破交流中的专业壁垒以及效率壁垒，为各方提供一个快速提取其他专业关于自身专业的信息的渠道。为此要求各方将自身需求提交给平台，平台下达信息收集要求给其他各专业方。下文基于对现存问题(国内 BIM 应用存在的问题)的研究及分析，以平台为工具解决问题，以工程为例。

#### 1) 施工开始前

在项目招投标结束施工开始前，设计方出施工图并且 BIM 方完成三维模型录入平台后，平台能提供三维可视化模型(各个部件挂钩物理属性)，同时各方提供合同等各类文档扫描件录入相应模块中。同时，施工方将施工进度计划也录入平台挂钩模型生成形象化进度，并录入施工过程中可能遇到的危险源供之后预警使用。根据这些录入的信息，结合传统的 BIM 应用点，设计方和施工方等各方能对应用中出现的问题进行设计、施工方案的修改，已达到提高施工效率，减少施工问题的目标。

#### 2) 施工过程中

在施工开始后，平台将围绕一个创新的操作进行运作：“工序报工”，分为“开工”“完工”两步，在针对某个工程部位将要进行施工时，进行“开工”确认，并且挂钩对应模型，以驱动整体数据库(各类信息挂钩在模型上)，在该部位完工后(通过质检)，进行“完工”工序报工，则记该部位完工。图 8 直观地展示了该操作指导整个平台在施工过程中对安全模块、质量模块、进度模块、支付模块的合理管理。

进行“工序报工”前，前提条件是对信息录入人员的培训，使其了解该操作对平台及工程的影响；同时，指导其将即将施工的构件能够准确挂钩至已有的高精度模型上(满足最小施工工序)，这是整个流程得以顺利完成的保障。

#### a) 安全模块

在该模块中，国内大多 BIM 应用方陷入了为了做而做的问题中，没有利用到 BIM 的价值甚至浪费了资源。根据本文提及的 BIM 理论，安全模块应起到能够及时预警同时提供解决方案即可。通过平台功

能：本节(1)中录入的危险源数据(除去日常部分)，针对某项施工动作，如打桩、灌注混凝土等可能遇到的危险进行对应的预警。当负责人员确认对某构件进行“开工”确认后，平台自动将挂钩此构件有关的危险源推送至相关人员处，并提示如何应对发生或可能发生的危险即可解决。

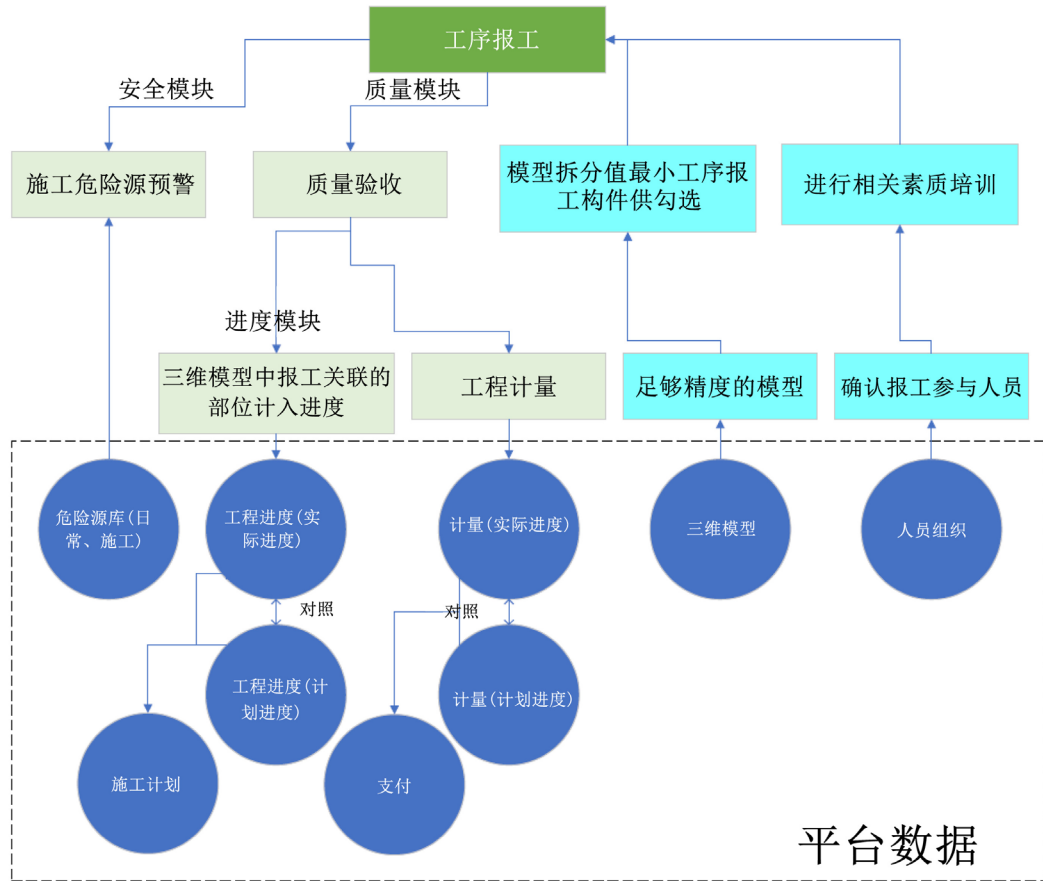


Figure 8. Process report work platform diagram  
图 8. 工序报工平台关联图

b) 质量模块

在该模块中，通常存在的应用问题有两个：i) 质量验收若走线下流程，则 BIM 应用成为摆设，无法实现价值。ii) 质量验收若走线上，经常由于工作人员变动、自身拖延等问题，导致质量验收滞后、错误，且难以追责到人。根据本文提及理论，质量为设计多方参与的模块，此模块中应设立各方端口，及时上报并追责到人，真正实现使用 BIM 的价值。通过平台功能：在“开工”之后，质量验收若没有完成(平台中)，则无法进行“完工”选项，即“工序报工”不完成，无法进行后续在进度、支付等模块中的操作，督促各方人员对施工质量进行保障，并能够通过平台的明确身份认证将责任确认到人，大大提高工程的规范性及效率。

c) 进度模块

在该模块中，实际工程中往往存在实际进度与 BIM 进度不匹配、线上进度除了展示没有实际价值等问题，本文为了将 BIM 技术指导工程的效果发挥出更好的效果，认为 BIM 平台进度必须要与真实进度匹配，是发挥价值的基础，同时也要与其他模块进行数据交互以达到指导作用，充分发挥其价值。通过平台功能：“工序报工”将三维模型 - 质量验收 - 工程进度三者真实地联系起来，杜绝了一些进度错位

所带来的蝴蝶效应(进度对 BIM 技术应用于工程的其他方面有巨大的影响,对提升工程效率有着巨大的影响)。模型在平台上直观反映出“工序报工”所提供的真实进度。并且在进度推进方面,传统工程中可能遇到各方对进度的拖延但又无法追责到人,在协同平台的准确管理下,顽疾得以解决。

#### d) 计量、支付模块

在该模块中,业主方及施工方对于计量的矛盾是很多工程的通病,在 BIM 理念指导下,本文认为在前几个模块的革新下,数据的集成交互已经能够解决一些问题。通过平台功能:“工序报工”能够很明确地累积得出已完成的工程量及相关费用(在前期已将计量的部分上传平台数据库,只需对应提取即可)。根据工程实际得到的计量数据,可以直接指导支付相关步骤,同时支付相关办公也可在线上进行电子操作。

#### 3) 施工(部分)后

在部分施工后为了提高工程效率,结合 BIM 理论,平台可提供一些对应的模块应用。

针对特殊工程,如该高架工程中部分深基坑工程,平台提供基坑监测数据录入口;对于有环保需求的工程,提供扬尘、噪音监控及自动报警系统,达到绿色、智能工地的要求,充分发挥 BIM 技术及自动化的优势。

针对工地现场、指挥部的需求,提供各方快捷的交流互动平台(移动端),并且对周例会等进行线上图文准备,为各方展示成果、问题提供便利,对整体效率进行提升。对于各类巡检也提供数据录入端口,解放效率较低的线下工作,提高工作效率。

## 4. 结论

1) 本文针对国内外对于 BIM 理论的研究已经较为成熟,但对于工程实际应用还处在探索阶段这个问题进行研究解决。基于国内过度注重应用点而忽略 BIM 数据集成、交互的现象,以 BIM 协同管理平台为工具,研究解决工程实际应用 BIM 的价值。

2) 本文按照 BIM 基础理论及国外标准,确定了 BIM 协同管理平台各个模块应致力于成本、信息、进度、安全、质量、组织,并根据其功能及其应用的各参与方等进行了详细的介绍,展示了平台的整体框架。

3) 本文提出了国内 BIM 工程应用的思路:“数据集成 + 应用点”的思路,在 BIM 协同平台的基础上,利用“工序报工”解决了国内多数 BIM 施工应用中的问题,为从业者提供了一种解决的思路。

## 参考文献

- [1] 杰里·莱瑟林,王新. BIM 的历史[J]. 建筑创作, 2011(6): 146-150.
- [2] 许炳,朱海龙. 我国建筑业 BIM 应用现状及影响机理研究[J]. 建筑经济, 2015, 36(3): 10-14.
- [3] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 2016-2020 年建筑业信息化发展纲要[EB/OL]. 2016-08-23.
- [4] 彭曙光. BIM 技术在基坑工程设计中的应用[J]. 重庆科技学院学报(自然科学版), 2012, 14(5): 129-131.
- [5] 夏正红,许利锋,等. BIM 技术在宁波绿地中心项目桩基及基坑围护项目工程施工中的应用[J]. 建设科技, 2014(5): 92-93.
- [6] 张燕. BIM 在基坑工程中的应用探索[J]. 铁路技术创新, 2015(6): 63-64.
- [7] 谭佩. BIM 信息可视化技术在基坑工程中的应用[D]: [硕士学位论文]. 广州: 广州大学, 2016.
- [8] 吴清平,时伟. 超大深基坑 BIM 施工全过程模拟与分析研究[J]. 工程建设, 2013, 45(5): 20-22.
- [9] 刘一鸣. BIM 在基坑桩撑支护结构分析中的应用研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国铁道科学研究院, 2016.
- [10] 杨敏,赵军. BIM 技术在深基坑工程中的应用探讨[C]//中国地质学会工程地质专委会,中国地质环境监测院,山西省国土资源厅. 2014 年全国工程地质学术大会论文集: 2014 年卷. 太原, 2014: 407-412.
- [11] 林孝城. BIM 在岩土工程勘察成果三维可视化中的应用[J]. 福建建筑, 2014(6): 111-113.



**知网检索的两种方式：**

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2326-3458，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：[hjce@hanspub.org](mailto:hjce@hanspub.org)