

文章编号：1005-8451 (2016) 05-0039-05

# 基于BIM的桥梁建养一体化平台应用研究

潘永杰

(中国铁道科学研究院 铁道建筑研究所, 北京 100081)

**摘要：**BIM是一种先进技术和管理理念。BIM的精髓在于将各种信息数据贯穿桥梁工程的整个生命周期，实现对项目的规划设计、建造及运营维护全生命周期的综合集成管理。本文结合工程实践需求，研究了基于BIM的桥梁建养一体化平台，探索BIM在施工和运维不同阶段下的典型功能模块，通过打破信息断层，有效控制工程信息的采集、传递、交流和整合，利用数据分析与挖掘技术，为铁路桥梁专业的基础研究、产品研发和规范修订提供数据基础和技术支撑，实现以BIM为手段实施服务的最终目标。

**关键词：**BIM；建养一体化平台；全生命周期；数据挖掘

**中图分类号：**U24 : TP39 **文献标识码：**A

## BIM based bridge construction and operation maintenance integration platform

PAN Yongjie

(Railway Engineering Research Institute, China Academy of Railway Sciences, Beijing 100081, China)

**Abstract:** BIM is a kind of advanced technology and management philosophy. The essence of BIM lies in the various information data throughout the full life cycle of bridge engineering and the implementation of integrated management of full life cycle to the planning and design, construction and operation maintenance of the project. This article combined with the engineering practical needs, researched on the BIM based bridge construction and maintenance integration platform, discussed typical function module under the different stages of construction and operation maintenance. The collection, transmission, communication and integration of engineering information were controlled effectively by breaking information fault, using data analysis and mining technology. The data basis and technical support were provided for the fundamental research, product development and revision of railway bridge specialty to implement the final objective of BIM based service.

**Key words:** BIM; construction and operation maintenance integration platform; full life cycle; data mining

BIM (Building Information Modeling) 是“建筑信息模型”的简称。BIM 作为一种全新的理念，涉及工程项目从规划、设计、施工到运营维护全生命周期的技术和管理创新，由建筑模型、过程模型和决策模型构成<sup>[1]</sup>。

BIM 技术的主要特点表现在以下 4 个方面：

(1) 建筑模型的可视化：以三维信息模型为载体，实现“所见即所得”，项目设计、施工、运维等整个建设过程直观可视，方便进行沟通、讨论与决策；

(2) 模型信息的关联性：信息模型中的对象是可识别且相互关联的，模型中某个对象发生变化，与

之关联的所有对象都随之更新；

(3) 过程模型的优化性：建造过程是不断优化的过程，利用数字模型优化方案具有诸多优势；

(4) 决策模型的完备性：除了对工程对象进行 3D 几何信息表达外，还包括 4D、5D 甚至更多维度属性信息的完整描述，方便做出适宜的管理决策。

由于以上显著优点，BIM 在工程领域应用发展迅速。不同国家、政府和企业结合各自的文化和管理机制，开展了从小范围、企业内的试验到局部范围、多方协同的实践，并逐步向全产业链协同、全生命周期实施应用迈进。

## 1 BIM工程应用价值

工程建设项目是一个复杂的系统工程，专业众

收稿日期：2016-01-06

基金项目：中国铁路总公司科技研究开发计划课题（2015G006-J）；

中国铁道科学研究院基金项目（2014YJ024）。

作者简介：潘永杰，助理研究员。

多,项目生命周期包括了勘察、设计、施工、运营维护等阶段,时间跨度长达几十年甚至上百年。在项目不同阶段借助BIM形成各方共享、共同受益的技术体系(如图1所示),能够实现工程语言从二维设计到三维协同的升级。使用BIM平台融合不同阶段过程中的多维度实际信息,如受力、进度、安全、质量、病害、性能状态等,提供全信息档案,构建桥梁工程信息的创造、传递、评估和利用的标准化流程,从根本上解决项目规划、设计、施工以及运维等各阶段应用系统之间的信息断层,提高了管理和决策能力,实现桥梁工程的全生命周期管理<sup>[2~5]</sup>。

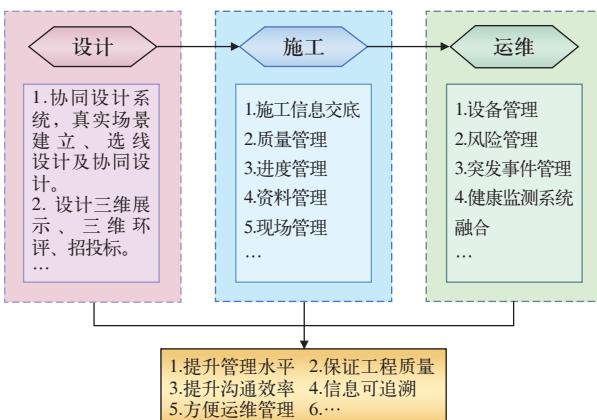


图1 BIM在各阶段中的典型应用

由此可知,BIM技术在工程项目中的作用和价值主要体现在:(1)用“互联网+”的理念促使设计、施工、运维模式的升级;(2)通过数据链的传递,实现全生命期信息共享;(3)整合工程知识与经验,建立标准化流程,实现全生命期的可预测和可控制;(4)推动行业信息化发展和创新能力的提升。

## 2 基于BIM的桥梁建养一体化平台研究

本文主要研究BIM技术在桥梁建养一体化平台中的典型应用,涉及施工和运维两个阶段的不同功能模块。

### 2.1 施工阶段BIM应用研究

施工管理平台是搭建基于GIS+BIM的施工管理系统,实现桥梁工程BIM模型的可视化展示与操作、二维图纸等信息与三维模型的关联。主要模块及功能包括GIS模块,三电及管线迁改、可视化技术交底,图纸管理,虚拟建造、施工监控、过程资料管理、质

量管理、进度管理、安全管理等,目的是有效控制施工质量、进度、安全等,提高管理水平。

#### (1) GIS模块

采用空间地理信息技术,利用国内、国际主流GIS展示平台(例如:Supmap、Skyline、Google Earth、Esri ArcGIS等),将航空影像、卫星数据、数字高程模型和GIS矢量数据,集成到一个交互平台,呈现桥梁工程及其周围地貌的空间场景,并将施工项目与三维地图进行匹配,实现项目沿线空间地理信息、三维地貌、交通设施、工程构造物的可视化查询,并实现空间测量和空间分析功能。

#### (2) 三电及管线迁改

三电及管线迁改是保证工程顺利开展的前提。迁改工作涉及产权单位众多,各单位相互独立,信息无法共享协同,造成管线资料查阅不直观,且多数通信光缆、电力线路纵横交叉、错综复杂,油、气、水等管道埋置地下不易统计,给迁改工作带来诸多问题,导致实施过程中花费大量的人力物力。

因此,可基于GIS模块,结合各产权单位的档案资料,建立三电及管线的BIM信息模型,关联数量、迁改方案,影像资料、技术资料等信息,为工程迁改和验工计价提供精细化指导。

#### (3) 可视化技术交底

可视化是BIM应用中的重要价值点。二维施工图纸只是各个构件信息在图纸上的线条绘制表达,但是其真正的构造形式就需要技术人员去自行理解,在“三维-二维-三维”转换过程中存在失真的可能性。

对桥梁复杂结构通过可视化交底方式实施,如图2所示。实现“所见即所得”的立体直观展示。

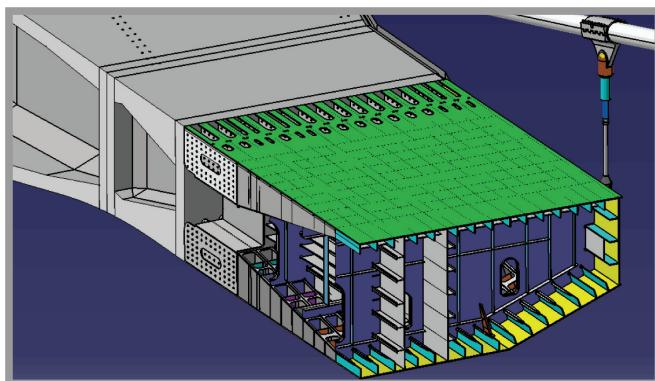


图2 锚固段BIM可视化交底

可视化的成果可以用来三维漫游、“差错漏碰”检查，更重要的是，项目设计、建造过程中的沟通、讨论、决策都在可视化的状态下进行，极大地提高交流质量和效率。

#### (4) 图纸管理

平台实现二维图纸和三维模型的相互关联，如图3所示，通过对施工图的电子化管理，实现PC端和移动端快捷浏览施工图的功能，借助二维施工图纸与三维模型的一一对应关系，方便现场技术人员应用，也为今后的运营管理提供了极为便利的条件。

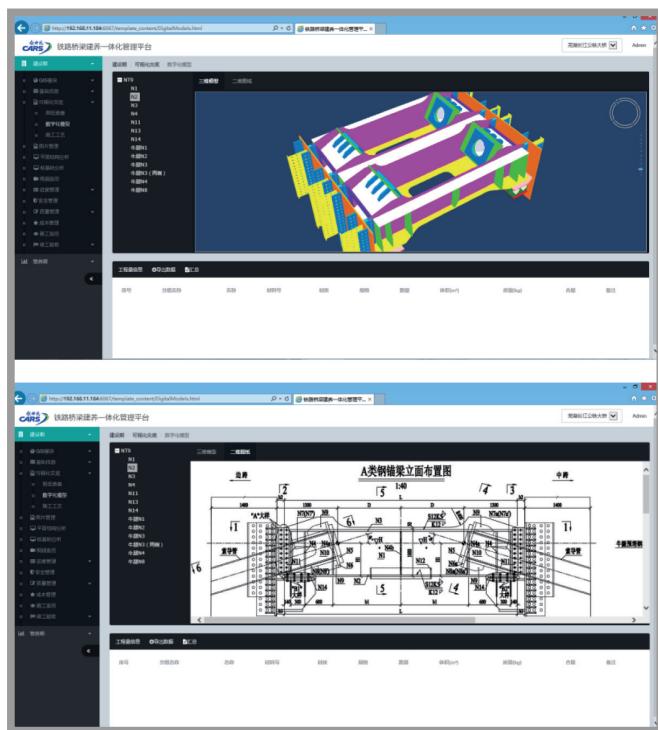


图3 二维图纸与三维模型的关联

#### (5) 重大施工方案虚拟建造

引入风险控制分析，在体系转换、既有线施工等重大、复杂施工方案中应用BIM技术进行虚拟建造。模拟的过程是虚拟互动式体验，使参与各方更容易沟通，通过BIM结构模型、施工机械设备库模型及临时设施库模型，提前进行过程模拟演示。

虚拟建造能预测施工工艺的实施性，施工机械设备的适应性与临时结构布局的合理性，为方案讨论提供了便利的沟通方式；通过检查临时结构、预埋件与施工主体结构之间的软硬碰撞，实现施工方案、施工工序的优化完善，避免失误，防范风险，提高施工工效。

#### (6) 施工监控

对桥梁开展施工监控应用系统，关联施工监控不同工况下的标高、应力、位移等，建立数据采集、管理、展示、利用和决策的标准化流程，提供监控数据报表、监控指令、报警及处置等工序的规范化操作。

施工监控BIM应用系统的实施框架如图4所示。

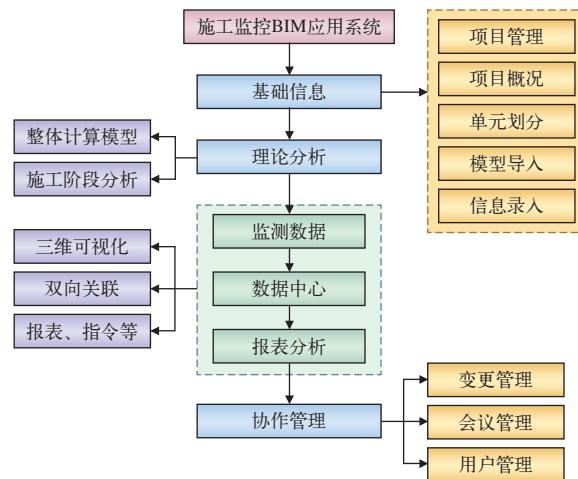


图4 施工监控BIM应用系统实施框架

#### (7) 过程资料管理

在系统中，依据相关铁路施工标准指南，实现施工过程各方资料及信息与三维模型的相互关联与存储，如图5所示，并且具有实时上传、编辑、查看等功能。

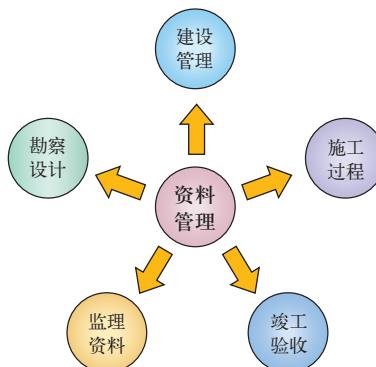


图5 资料管理组成部分

通过标准（或自定义）工作单、电子签名、电子化办公等流程，替代传统资料管理方式，实现建设过程中资料的全面电子化管理，且不增加现场人员工作负担；基于BIM模型实现资料的融合贯通，实现通过工程部位统一导航查阅各类信息，如混凝土拌和站、钢筋力学性能、工程量、施工日志、验工计价等信息，不仅实现了项目档案资料文件的规范

化，而且强化了档案管理机制，加强了工程档案的过程管理，实现了工程档案完整有记录，责任可追溯。

#### (8) 进度、安全、质量管理

结合桥梁工程施工组织设计，对项目进行 5D 施工组织模拟。根据计划和施工日志（或检验批）与模型关联的功能，对桥梁的施工过程进行分项统计，快速完成对工程进度的统计，并形象展示当前进度和计划的对比（超前、正常和滞后），对滞后进度进行预警和分析，实现对进度的直观把控。

同时施工过程中出现的安全、质量问题，以标签或问题库的形式关联到施工模型，建立闭环解决机制，方便对施工过程中问题的追踪管理。

#### (9) 其他管理

除此之外，根据需要可开展如安全管理、图片管理、物资管理、人员管理、成本控制、施工计算、集成视频监控等功能模块，实现对桥梁工程结构全方位信息的追溯管理。

### 2.2 运维阶段BIM应用研究

结合运维部门的实际需求，BIM 运维管理系统应用包括与工务安全检测监测系统有机结合，智能巡检、病害库及专家远程会商、管养知识库，设备、资料一体化管理，数字化管养，辅助培训新员工等内容。

#### (1) 与工务安全检测监测系统有机结合

工务安全检测监测系统提供工务安全监测与管理信息的统一管理、综合分析、决策支持和信息服务，为工务设备安全运行提供技术保障和数据支撑，是网络化、信息化程度较高的工务安全保障平台。该监测系统包括轨道状态检测监测、钢轨状态检测监测、特殊区段路基状态检测监测、重点桥隧病害监测状态、环境灾害监测、工务机械车作业监控等<sup>[6]</sup>。

为保证桥梁运营阶段多源数据的整合，有必要在 BIM 运维管理系统中开发工务安全检测监测系统的接口设计，实现检测监测数据的自动收集、处理分析和挖掘服务，不仅为各级工务管理和维修生产部门提供综合信息服务，还避免多个信息子系统相互独立，实现统一管理，提升效率。

#### (2) 管养知识库

桥梁结构所处的外界环境恶劣，在结构的服役

过程中经常有病害发生，在运维管理中要对这些病害进行归类、分析，通过关联维修养护过程，逐步形成管养知识库。

管养知识库的建立，可以将积累的知识和经验进行推广，为以后类似的病害分析、运营管理者反应和处置提供有力的技术支撑；同时根据桥梁结构的劣化速率和病害特征，为规范管养步骤和形成标准化作业流程提供基础，并有针对性地提高管养水平。

#### (3) 设备、资料一体化管理

建立设备台账与空间实体对象之间的关联，系统提供多种方式供用户快速定位到设备，也可通过模糊搜索的功能，列出所有满足条件的结果列表，确定并双击列表项即可导航至指定的设备。通过不同的快速导航方式，实现设备的快速定位，进而对设备台账进行查看、编辑及维护等工作。

按照竣工图纸、验收资料、历次检定试验、办公文档等进行分类，结合施工过程中的过程资料管理，与 BIM 模型关联，进而在系统集成窗口中实现工程结构信息可追溯、任务单及工作计划生成，方便维护人员使用。

#### (4) 数字化管养系统

基于物联网技术搭建车线桥一体化的数字化管养系统<sup>[7]</sup>，如图 6 所示，通过 BIM 模型来承载桥梁结构的运行监控参数指标，并对多源数据进行可视化、相关性和综合分析，梳理并构建桥梁结构性能评价的基本指标体系，从而评估、预测结构服役状态，并制定实施相应的管养策略，通过 BIM 运维管理系统对维护保养的时机及措施进行自动提醒，有效地指导桥梁结构、线路状态的养护维修工作，是一种新型、高效的管理和养修模式。

#### (5) 辅助培训新员工

基于 BIM 技术的多维管理虚拟体验中心，不仅能将桥梁结构信息完整准确地展现在新员工面前，又能将相应环节的问题库，解决方案及应急处置预案以直观的方式展示出来，使新员工能够快速学习，不仅比二维的图文资料培训效果好，而且不会因为人员流动而造成工作效率与水平下降，是一种高效的培训平台。

(下转 P47)

繁琐的报表中解放了生产管理人员。“车间 - 工务段 - 铁路局”各级管理人员均可利用系统提供的问题管理平台，在分类、分级精细管理问题的同时，实现了问题处理关键环节闭环监管，显著提高了问题管理的效率和安全。

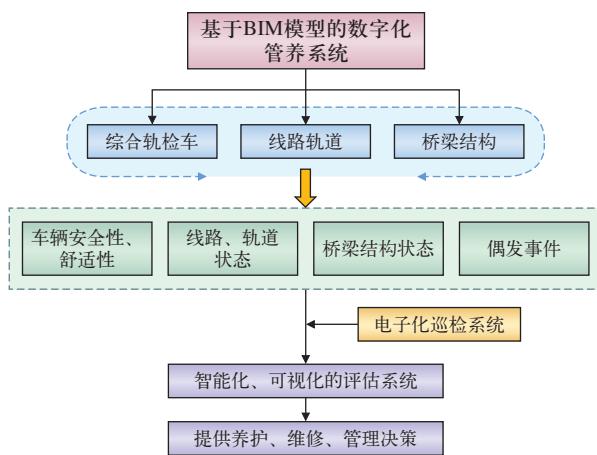
#### 参考文献：

- [1] 中国铁路总公司.高速铁路工务安全规则(试行)[S].北京:中国铁道出版社,2014.

- [2] 徐贵红,陶凯,刘金朝,等.铁路工务安全生产管理分析系统[J].铁路技术创新,2015,(2):27-30.  
[3] 保罗·霍普金.风险管理:理解、评估和实施有效的风险管理[M].蔡荣右,译.北京:中国铁道出版社,2014,07.  
[4] 张中红.企业问题管理系统设计与实现[J].电脑编程技巧与维护,2012(19):25-38.  
[5] 平朝辉.铁路局安全问题分层管理系统[J].铁道运营技术,2007(2).

责任编辑 徐侃春

(上接 P42)



### 2.3 大数据分析与挖掘

基于 BIM 技术的桥梁建养一体化平台将汇集大量的设计、施工和运维数据，需开展大数据管理和处理技术研究，除采用传统 BI 工具实现数据的组合、筛选、关联、计算、排重等相关分析外，还要利用分类、聚类、关联性分析、预测分析、偏差检测等主流技术，探索数据可视化工具在挖掘数据价值的应用，为铁路桥梁专业的基础研究、产品研发和规范修订提供数据基础和技术支撑，这是 BIM 理念核心价值，也是利用以 BIM 为手段实施服务的最终目标。

### 3 结束语

以 BIM 技术为核心的桥梁建养一体化平台，融合了数据采集、数据应用和数据管理的创新模式，形成高度自动化、规范化、流程化，具有科学合理性与实用扩展性的信息化管理机制，具有以下显著作用：

(1) 桥梁建养一体化平台的 BIM 应用，为桥梁

工程的高效施工、精准管养提供基础，是推动桥梁大国向桥梁强国升级的重要途径。

(2) 以 BIM 技术为核心的信息化带动标准化，形成有特色的规范化操作和管理体系，不仅提高施工和管理水平，而且是行为模式和管理方式的革新，这种模式可以复制和不断优化，为以后类似工程实践提供重要借鉴作用。

(3) 基于 BIM 建养一体化平台将构建基于产业链创新的标准化应用体系，不仅引领桥梁工程 BIM 技术应用潮流，而且是铁路软实力增强的重要标志。

#### 参考文献：

- [1] 沈东升.BIM 技术在铁路工程建设中的应用[Z].北京:中国铁路总公司工程管理中心,2015.  
[2] 王同军.基于 BIM 的铁路工程管理平台[J].铁路技术创新,2015(3):8-13.  
[3] 金星.铁路勘测设计 BIM 应用基础研究[J].铁道建筑,2014(7):136-138.  
[4] 刘延宏.BIM 技术在铁路桥梁建设中的应用[J].铁路技术创新,2015(3):47-50.  
[5] 潘永杰,赵欣欣.铁路桥梁 BIM 技术应用[J].铁道知识,2015(1):54-59.  
[6] 中国铁路总公司运输局.运工线路函[2014]470 号 关于印发《工务安全监测系统技术发展规划》的通知[Z].北京:中国铁路总公司,2014.  
[7] 中国铁道科学研究院.关于大胜关长江大桥健康监测系统改造的建议[R].北京:中国铁道科学研究院,2014.

责任编辑 王浩