

文章编号:1006-2106(2014)02-0023-04

铁路工程设计 BIM 技术的差异化与解决方案*

刘 鹏**

(中铁第一勘察设计院集团有限公司, 西安 710043)

摘要:研究目的:单体建筑的 BIM 技术及其应用已趋于成熟,但铁路工程 BIM 技术的开发与应用整体上尚处于起步和探索阶段。目前业主的需求越来越迫切和广泛,铁路工程设计 BIM 技术的开发与应用已迫在眉睫。通过建立基于 BIM 技术带状的铁路工程真实场景模型协同设计平台,实现各专业在同一个全线真实三维场景模型下的协同设计,使工程技术人员对各种工程信息作出正确的理解和高效的应对,从而提高生产效率、节约成本和缩短工期。

研究结论:(1)带状大范围工程设计三维真实感场景技术的研究成功,开辟了一个全新的铁路工程设计应用 BIM 技术途径;(2)利用航空遥感影像数据和地形数据,由计算机生成与现场一致的三维真实场景模型;将各专业的工程三维模型按照里程坐标集成在一个带状连续的三维真实场景中,即可实现铁路工程 BIM 方式下的协同设计;(3)本文提出的铁路工程设计 BIM 技术开发与应用的解决方案,对铁道工程设计单位开展 BIM 工作具有一定的借鉴意义。

关键词:铁路工程;BIM 技术;差异化;解决方案

中图分类号:U29-3 **文献标识码:**A

BIM Technology Differentiation in Railway Engineering Design and Its Solutions

LIU Peng

(China Railway First Survey and Design Institute Group Co. Ltd, Xi'an, Shanxi 710043, China)

Abstract; Research purposes: BIM technology is widely applied in the field of civil construction, but it is only in its beginning in the railway engineering construction. Owner's demand has become more and more urgent and extensive at present, and BIM technology development and application of railway engineering design is imminent. Through a collaborative design platform which based on the railway engineering banded 3D real scene model(3DRSM) using BIM technology, it can carry out design procedure including all majors, make the technical personnel understand engineering information correctly and response effectively, so as to improve the production efficiency, save cost and shorten the construction period.

Research conclusions: (1) A successful research of banded wide range of engineering design of 3DRSM has opened up a new railway engineering design and application of BIM technology. (2) 3DRSM can be generated by computer using aviation remote sensing image data and topography data; A BIM collaborative design of railway engineering can be realized through 3DRSM which connected with mileage coordinates continuously. (3) The solution of railway engineering design of BIM technology development and application has a certain reference significance to the railway engineering design units.

Key words: railway engineering; BIM technology; differentiation; solution

* 收稿日期:2013-11-05

** 作者简介:刘鹏,1962年出生,男,高级工程师。

1 概述

建筑信息模型 (Building Information Modeling, BIM), 是指利用数字技术表达建筑项目 (现在泛指工程项目) 的几何、物理和功能信息, 以及支持项目设计、施工、运营及管理全生命周期的技术、方法或过程。BIM 具有可视化、协同性、模拟性、优化性和可出图性五大特点。它使得工程项目在设计、施工、运营过程中的沟通、讨论、决策都在可视化的状态下进行; 不但能模拟设计出真实场景的建筑物模型, 还可以模拟不能在真实世界中进行操作的事物。

单体建筑的 BIM 技术及其应用已趋于成熟, 但铁路工程 BIM 技术的开发与应用整体上尚处于起步和探索阶段, 没有成熟的软件可以使用, 没有现成的经验可以借鉴。目前业主的需求越来越迫切和广泛, 有关部门已开始大力推进 BIM 技术在我国铁路工程的开发与应用。今后工程设计单位除了提交设计图纸外, 还需要“传模型”, 没有用 BIM 设计能力的单位将失去竞争力, 铁路工程设计 BIM 技术的开发与应用已迫在眉睫。

BIM 时代已经来临, 这是设计手段上的一次革命。首先, 是在设计观念和习惯要改变。过去设计人员只能用绘图这种二维的手段来反映现实的三维工程项目。随着 BIM 技术及计算机软硬件的发展, 今后设计人员将逐步过渡到直接用虚拟的三维模型来反映现实的三维工程项目, 用数据库来代替绘图。通过建立基于 BIM 技术带状的铁路工程真实场景模型协同设计平台, 实现各专业在同一个全线真实三维场景模型下的协同设计, 使工程技术人员对各种工程信息作出正确的理解和高效的应对, 从而提高生产效率、节约成本和缩短工期。根据目前铁路工程 BIM 技术火热的发展势头, 在未来三五年内该技术的开发与应用将会有一个跨越式发展。

2 铁路工程设计 BIM 技术的差异化

铁路工程项目是一个综合的系统工程, 具有点多、线长、面广、投资规模大、技术性强、专业分工细、参建单位多、流程复杂等特点, 有的工程还涉及运营中的即有线改造。一条铁路工程项目的建设, 从勘测设计、施工到交付运营将构成一个庞大的系统, 在这个系统内既有严格的分工, 又有密切的协作, 同时又相互制约。铁路工程与一般工民建筑的 BIM 技术开发与应用的差异化, 具体体现在以下几个方面。

2.1 工程呈带状分布, 沿途地理环境复杂

全线工程的作业面呈带状分布, 每个建设项目长

度延绵从几十公里到上千公里, 沿途穿山、越岭、跨河, 工程地质、地形和环境复杂多变; 而一般的工民建筑只是相对集中布置在一个区域, 大部分工点是建在已经完成“三通一平”的简单地形上, 地质和周围环境相对单纯。

2.2 工程数量巨大, 数据海量

通常一条铁路的建设投资都在几亿元以上, 有的多达千亿以上。项目常常被划分成数个甚至数十个标段, 工点数量更是巨大。无论是工程建筑信息还是工程地理信息数据都是海量的, 这样的海量数据将需要一个有效的数据管理平台和数据管理模式来管理。

2.3 参加专业众多, 需要协同设计

在一个铁路项目的设计中通常需要有众多的专业协同工作, 如: 经调、行车、测绘、地质、线路、路基、轨道、桥梁、隧道、站场、机务、车辆、给排水、通信、信号、信息、电力、电化、房屋、暖通、环保、工程经济等专业。随着技术进步和建设标准的提高, 这些专业不但技术上要求高, 而且需要多专业间的密切配合协同设计, 平行交叉作业繁多。

2.4 工程属性差异大, 不易开发通用软件

由于各专业工程内容的属性不同, 其设计的表达方式也有所不同。如: 土建工程中设计的表达方式主要是几何结构、受力分析、强度计算; 四电工程中除了视觉层面的外, 在设计上更多的表达方式是逻辑关系、负荷计算、信息规则; 而对于轨道、路基、隧道、接触网等工程为沿线路走向连续延伸。因此, 采用或开发一个通用的软件来解决这些个性化的需求在现阶段是不可能的。

2.5 专业间存在“信息孤岛”, 现用软件大部分没有 BIM 接口

在铁路勘察设计企业的信息化建设过程中, 一开始各专业都是本从本专业的需求出发, 对勘察设计的软件和设备进行引进、开发或升级换代, 在此过程中逐步形成了本专业的数据标准格式。这些专业数据虽然能满足本专业铁路勘察设计的业务需求, 但是下游专业开展设计时常常需要先经过二次转换或重新录入, 才能使用上游专业提供的数据, 数据跨专业使用的效率较为低下。随着信息化建设的深入, 各设计专业也在逐步完善自己的专业数据库, 加强了对数据的管理和维护, 但没有从一个全局性的高度来规划和协调, 使得各专业信息化的程度越深, 专业间“信息孤岛”的现象越严重。另外, 由于铁路工程 BIM 技术的应用起步比较晚, 各专业正在使用的辅助设计软件在开发时大部分没有考虑与 BIM 软件的接口问题。

2.6 部分专业和设计不宜采用 BIM 的表达方式

虽然 BIM 技术具有可视化、协同性、模拟性等特点,但不是所有的设计阶段、设计思想和解决问题的方式都可以用 BIM 的方式来表达,如:方案研究阶段、预可研阶段,以及经调、行车的分析计算等,BIM 并不是最佳的表达方式。

3 解决方案

带状大范围工程设计三维真实感场景技术的研究成功,开辟了一个全新的铁路工程设计应用 BIM 技术途径。从真实场景模型上不但能测量对象的三维位置信息,而且还能反映对象的属性信息,如房屋的层高等新旧、地表植被类型、裸露地土壤类型等。对于地质专业的不良地质、滑坡、断层等信息,从航空的角度更容易判释。真实感场景不但为设计提供了基础信息来

源,同时也提供了一个空间平台,使得地理、地质、水文、城市规划、线路设计走向等各方面的空间数据,可以在统一的地理空间上同时表现出来。线路、地质、路基、桥梁、隧道、站场等多个专业都可以在这个空间里进行信息获取、信息挖掘、辅助设计、方案对比等工作。同时,各专业在设计过程中生成的 BIM 模型作为一种三维信息模型,也可以在真实场景模型中呈现。

使用航空遥感影像数据和地形数据由计算机生成与现场一致的三维真实场景模型,将各专业的分析与计算、图形与信息交互、设计效果呈现等数据,按照里程坐标集成在一个带状连续的真实场景中,在分布式数据库的管理模式下,实现各专业在真实三维场景模型下的协同设计,既建立一个各专业在三维真实场景下同时开展设计工作的大平台,如图 1 所示,具体解决方案如下。

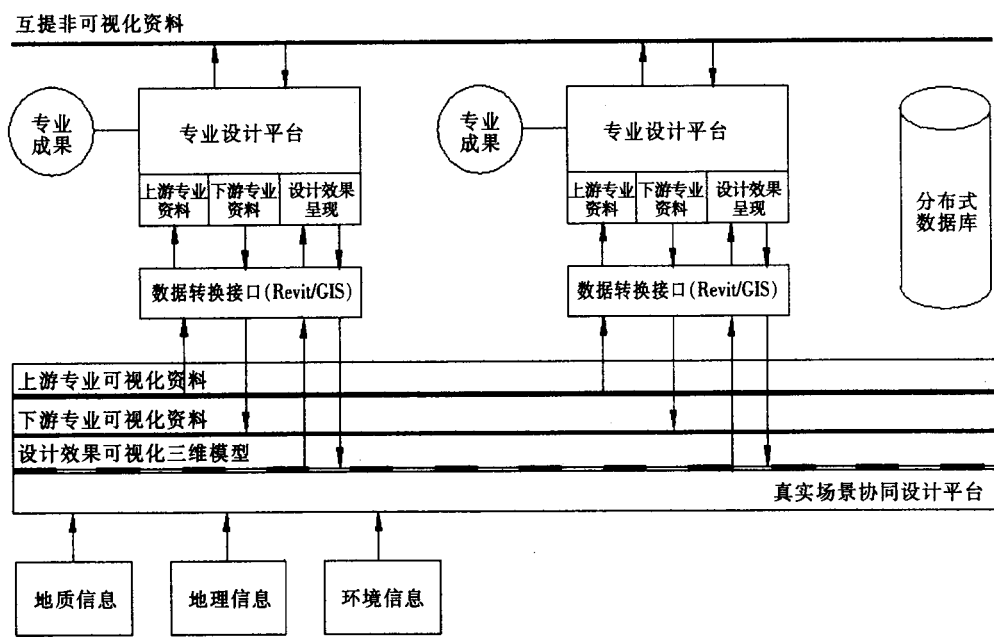


图 1 真实场景协同设计平台示意图

3.1 平台组成及分工

大平台由若干个专业 BIM 设计平台和一个真实场景协同设计平台组成。由于各专业的设计内容和流程十分复杂,每个专业需要建立自己相对独立的专业 BIM 设计平台,主要解决本专业作业中的分析与计算、模拟与仿真、族库的建立与调用、中间成果及最终成果的生成、设计效果呈现等纵向问题,针对每一项专业性强的设计内容还需要建立相应的设计子系统;同时还要考虑施工、运营维护等工程全生命周期 BIM 的条件。在真实场景协同设计平台上主要摆放各专业上下游互提资料及设计效果呈现等数据,主要是解决数据共享、设计协同及视觉上设计效果呈现等横向问题。

各专业的数据在本专业 BIM 设计平台上“重量化”,在真实场景协同设计平台上“轻量化”。

3.2 各专业 BIM 模型在平台上的呈现方法

铁路全线工程设计是以线路里程为基础的设计模式。建立 BIM 单体模型坐标与里程坐标之间的转换,将各专业的 BIM 模型以里程坐标在真实场景协同设计平台这个统一的地理空间中进行套合,解决单体 BIM 模型孤立存在的问题。采用地形重构技术,对各专业要放置的三维模型与地形进行融合处理,保证模型按照给定的设计高程、地理坐标及其他规则放置后表面与结合处地表一致,实现地形与三维模型之间的无缝套合。同时,制定各专业放置在三维真实场景平

台上模型的比例尺、坐标系标准及模型族库建立规则,确保提交的数据准确融入系统和 BIM 的模型与模型之间无缝贴合。

3.3 数据库管理方式

针对铁路工程数据量大及专业相对独立的特点,采用分布式数据库结构。该数据库由全局数据库和若干个专业数据库组成。全局数据库存储项目、方案、坐标系、专业、设计人员、规则等具有全局性的数据,以数

据索引统领各专业数据库,形成联系。各专业建立自己的数据库,存储本专业的数据,并将数据索引信息注册到全局信息库。各专业的数据按照接口标准放到数据库中,以完成数据发布,专业间通过接口标准及权限来获取各自所需的信息。

3.4 现用专业软件上传数据库的途径

对于各专业目前使用的独立软件,无法直接连接到数据库上,可按下列三种途径来解决,如图 2 所示。

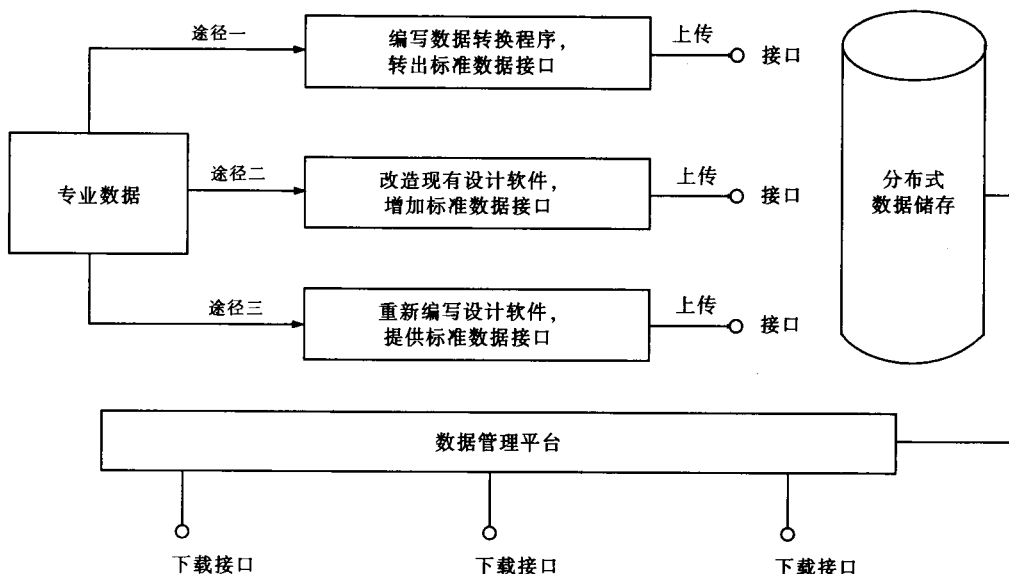


图 2 现用专业软件上传数据库途径示意图

途径一:通过编写数据转换程序和本地数据管理程序,完成专业软件与协同设计平台的连接。数据转换程序将各专业的专业数据转换为标准接口数据,并存储到本地数据缓冲位置;本地数据管理程序实现对本地缓冲数据的发布。

途径二:修改现有软件,增加标准数据输出接口,通过数据管理程序发布数据。

途径三:重新编写专业软件,软件直接以标准接口输出数据,再由数据管理程序负责发布。甚至可以将发布程序直接写入专业软件,直接由专业软件发布。

如果现用专业设计软件能进行二次开发,则通过途径二进行软件改造,增加新的接口是最理想的方式;否则就应选择途径一编制新的转换程序,将数据按接口进行转换;而途径三由于要对既有软件进行更新换代,代价太大,不宜采用。

3.5 中间互通软件和接口的选定

由于各专业的工程内容属性不同,其设计的表达方式也就有所不同,适合采用的 BIM 软件也就不一致。在专业互提资料中,每个专业的上下游专业通常也有好几个,如果没有一个通用的中间互通接口和标准,将导致接口过于复杂和接口设计困难。鉴于铁路

工程设计中一直采用的是 AutoCAD 系统,各专业在该平台上开发和积累了大量的应用软件,设计人员对该系统也很熟悉;因此,为了使数据接口尽可能的减少和简化,各专业在设计时可以根据专业特点和属性采用个性化的 BIM 软件,但在进入三维真实场景平台互提资料和设计效果呈现时规定统一采用 Autodesk Revit 格式。这样,不论各专业采用哪种 BIM 软件,只需开发该软件与 Revit 的接口即可。同时开发 Revit 格式的三维模型数据与三维 GIS 模型数据的交换软件和制订数据接口标准,使 Revit 格式的三维模型数据导入之后能够完整保留其原来的各项属性,实现在三维真实场景平台上对各专业的三维模型属性进行查询、调用、编辑、增加、删除等操作。

3.6 平台初期拉通的原则

鉴于铁路工程 BIM 技术才处于起步阶段,要求开发人员不但要有软件开发技能,还要熟悉设计流程,同时还需要有专业人员的配合;而刚开始对有些知识的认识是模糊和不完整的,通常是在开发过程中逐渐了解和掌握,并加深理解的;有的是随着项目的推进,被细化或变更。因此,在现阶段各专业仅适合在视觉和

(下转第 102 页 To P.102)

明显提高,而且在相同轴式情况下机车的计算牵引力提高了 16.9% 及以上、计算起动牵引力提高了 17.0% 及以上。

我国过去常用的货运电力机车在计算速度时的计算粘着牵引力均大于计算牵引力,不受粘着力限制。因此,用于牵引质量计算的机车牵引力采用计算牵引力(持续牵引力)是合理的。在沿用现行《牵规》中“国产各型电力机车”计算粘着系数的计算公式情况下,和谐系列货运电力机车在计算速度时的计算粘着牵引力小于计算牵引力,应受粘着力限制。因此,此时用于牵引质量计算的机车牵引力应采用计算粘着牵引力,如仍按计算牵引力计算则会造成牵引质量“虚高”。

和谐系列货运电力机车的粘着系数按照与现行《牵规》中“国产各型电力机车”相同计算公式计算的情况下,文中所列 HXD1、HXD2、HXD3、HXD1B、HXD2B、HXD3B 六种和谐系列货运电力机车按计算粘着牵引力、计算牵引力分别计算的牵引质量(G' 、 G):

(1) 差值均为负值,而且不同型号电力机车的其差值不同,同型电力机车的其差值则随着限值坡度的增大而减小。在相同限值坡度情况下, HXD3 型车的其差值最小(在 6‰ 的坡道上相差 219 t,在 33‰ 的坡道上相差 53 t); HXD3B 型车的其差值最大(在 6‰ 的坡道上相差 1 326 t,在 33‰ 的坡道上相差 325 t)。

(2) 比值均小于 1,而且不同型号电力机车的其比值不同,同型电力机车的其比值则随着限值坡度的增大而减小。在相同限值坡度情况下, HXD1 型车的其比值最大(在 6‰ 的坡道上的比值为 0.955,在 33‰ 的坡道上的比值为 0.95); HXD3B 型车的其比值最小(在 6‰ 的坡道上的比值为 0.763,在 33‰ 的坡道上的比值为 0.741)。

参考文献:

- [1] TB/T 1407—1998, 列车牵引计算规程[S].
TB/T 1407—1998, Train Traction Calculation Procedures[S].

(编辑 赵立兰)

(上接第 26 页 From P.26)

几何形状层面上进行初步拉通。随着项目的推进和认识不断深入,专业间的不断磨合,以及规则、标准的逐步制订和完善,再加载物理属性信息和分析计算功能,即实现各专业这个阶段在真实场景协同设计平台上统一摆放的是 Revit 格式的三维模型。

4 结论

带状大范围工程设计三维真实感场景技术的研究成功,开辟了一个全新的铁路工程设计应用 BIM 技术途径。使用航空遥感影像数据和地形数据,由计算机生成与现场一致的三维真实场景模型;将各专业的工程三维模型按照里程坐标集成在一个带状连续的三维真实场景中,实现铁路工程 BIM 方式下的协同设计。本文提出的铁路工程设计 BIM 技术开发与应用的解决方案,对铁道工程设计单位开展 BIM 工作具有一定的借鉴意义。

参考文献:

- [1] 中铁第一勘察设计院集团有限公司. 基于真实感场景的线路协同设计平台研究报告[R]. 西安: 中铁第一勘察设计院集团有限公司, 2013.
China Railway First Survey and Design Institute Group

Co. Ltd. The Research Report of Collaborative Design Platform based on Realistic Scene [R]. Xi'an: China Railway First Survey and Design Institute Group Co. Ltd, 2013.

- [2] 柳世辉. 铁路各设计阶段数字选线平台的应用[J]. 铁道工程学报, 2013(4): 14-17.

Liu Shihui. Application of Digital Alignment Platform for Different Railway Design Stages [J]. Journal of Railway Engineering Society, 2013(4): 14-17.

- [3] 卢春房. 铁路建设项目标准化管理[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2013.

Lu Chunfang. Standarized Management of Railway Construction Project [M]. Beijing: China Railway Publishing House, 2013.

- [4] 中国勘察设计协会, 欧特克软件(中国)有限公司. Autodesk BIM 实施计划-实用的 BIM 实施框架[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010.

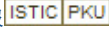
Chinese Survey and Design Association, Autodesk Software (China) Co. Ltd. Autodesk BIM Implementation Plan - Practical Implementation Framework of BIM [M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2010.

(编辑 赵立兰)

铁路工程设计BIM技术的差异化与解决方案

作者：[刘鹏](#), [LIU Peng](#)

作者单位：[中铁第一勘察设计院集团有限公司, 西安, 710043](#)

刊名：[铁道工程学报](#) 

英文刊名：[Journal of Railway Engineering Society](#)

年, 卷(期): 2014(2)

参考文献(4条)

1. [中铁第一勘察设计院集团有限公司](#) [基于真实感场景的线路协同设计平台研究报告](#) 2013
2. [柳世辉](#) [铁路各设计阶段数字选线平台的应用](#) 2013(04)
3. [卢春房](#) [铁路建设项目标准化管理](#) 2013
4. [中国勘察设计协会; 欧特克软件\(中国\)有限公司](#) [Autodesk BIM实施计划-实用的BIM实施框架](#) 2010

引用本文格式: [刘鹏](#). [LIU Peng](#) [铁路工程设计BIM技术的差异化与解决方案](#) [期刊论文] - [铁道工程学报](#) 2014(2)