



信

BIM

BUILDING INFORMATION MODELING

探讨

项目



BIM技术在施工成本控制中存在问题与对策研究

文_陈永康（广西建设职业技术学院，新校区建设指挥部副指挥长，高级工程师，硕士）

建筑信息模型（Building Information Model）作为一种信息化工具，对施工建设起到辅助和优化作用。近年来，随着BIM技术的加速推广以及针对其在多类型房建项目实际应用的深层次研究增多，BIM技术在建筑工程中的应用取得了一定的进展。学者霍晓科通过将进度计划与BIM模型相关联，构建4D-BIM模型，对施工进度进行跟踪分析，快速准确地发现偏差和问题。学者徐艳侠针对传统建筑工程造价管理中心的静态滞后、方式耗时耗力、信息闭塞等问题，利用BIM技术推荐造价管理模式变革。学者俞添泷针对建筑施工中管理人员缺乏安全意识、法律法规不完善的问题，提出利用BIM技术进行有效识别危害因素、动态布置场地、数字化安全培训以及数字信息化管理。学者刘洋、路慧喜对建筑工程质量管理体系不完善、管理信息平台建设滞后、管理队伍的专业性落后等问题提出基于BIM的建筑工程质量管理的优化方案。

专家学者的研究现状表明，BIM技术在建筑工程中的应用研究应从起始的构建建筑信息模型问题到对施工管理所面临的成本、进度、质量等都给出成熟、有效的解决方案。BIM技术在建筑工程领域的成功推广、深化落实、成熟运用并取得的一定效益，给基础设施工程项目带来了启示和借鉴，政府部门、相关企业等都在研究如何将BIM技术落实深化于基础设施工程项目中以获得良好的经济效益。政府部门通常以政策或者规范等形式，鼓励和推进BIM技术落实。

邻近营业线施工作为基础设施工程领域的一部分，是指在营业线邻近区域，影响或可能影响铁路营业线设备稳定、使用和行车安全的作业。下穿铁路工程作为邻近营业线施工的施工类型，一般为市政道路、公路等穿越既有线，需要在保证铁路安全运输的同时，将公铁平面交通的形式转变为立面交通，有分部分项工程多、施工环境复杂、施工工期长等特点。施工企业作为工程建设项目生产建设的直接主体，既要按时按质按量保证工程项目完工，又要节约成本。因为在人工、材料、技术等信息逐渐透明化的情况下，施工企业对施工成本的有效控制直接影响施工企业的经济效益。现阶段大部分施工企业的成本控制仍然比较粗犷，BIM技术应用较少，存在较大研究空白。因此，找出传统施工成本控制中存在的问题并提供相应的解决措施，能为其他同类型或者相似类型的工程项目在应用BIM技术方面提供一定的参考和借鉴。

一、传统施工成本控制存在问题和BIM技术落实难点

（一）传统工程施工成本控制存在的问题

成本控制应在事前、事中、事后各阶段对施工期间下穿类型的邻近营业线工程进行影响成本控制因素的识别，并提出相应的解决措施。但下穿类型邻近营业线的施工过程需要多类专业工程协同，因施工过程复杂，易出现事前和事中成本控制缺失，具体表现在实际项目施工过程中，项目经理部的管理人员往往重视工程完工事后核算步骤，对于工程开工前的事前测算过程和施工过程中的成本检查及相关纠偏措施不重视，使得成本控制的效果较差。

成本、进度、质量作为施工管理的三大目标本应相互依存、相互作用，工程项目经理部经常将管理人员归入安全质量部、技术部、材料设备部等部门以方便理清任务安排和职责划分，但施工现场的管理人员往往缺乏协同控制的意识，不利于成本控制措施的实施。此外，成本控制不能仅依靠工程项目经理部门的审核，施工方案的优劣，相应设备材料的种类、数量等因素也时刻影响着施工成本的有效控制。

（二）BIM技术前端落实存在的问题

为解决传统施工成本控制的问题，可利用BIM技术信息化管理的优势，为施工过程中出现的影响成本的相关因素提供相应的解决措施。利用BIM技术的前提是在相应的建筑信息模型上进行施工成本控制，但包含下穿类型的邻近营业线施工BIM技术应用案例匮乏，从前期模型的搭建到后期基于模型的成本控制都缺少可参考的工程案例。

二、BIM技术成本控制措施

（一）工程概况

某市市政公路延伸下穿既有铁路站场，上方存在多条既有线路，采用挖空现浇的方式，布置箱涵隧道的铁路站场的下穿施工。铁路站场段下穿长度为214.98米，采用人工挖孔桩形成浇筑支撑，上方既有营业线的支撑桩和开挖基坑后的桩板墙，又有钢支撑构成结构受力体系的支护桩。应采用施工便梁和支撑桩的方式，形成对需要进行基坑开挖的上方既有线的线路加固结构体系，在架空区域下方进行箱涵隧道的垫层施工，布置钢筋和模板，浇筑混凝土，达到强度后拆模，回填混凝土和道砟，恢复相应线路（见图1）。

（二）下穿铁路工程邻近营业线施工建筑信息模型的构建

1. 下穿铁路工程的结构分解

下穿铁路工程作为邻近营业线施工的施工类型，一般为市政道路、公路等穿越既有线，要在保证铁路安全运输的同时，将公铁平面交通转变为立面交通，具备分部分项工程多、施工环境复杂、施工工期长等特点。在下穿铁路工程的施工过程中需与多类专业工程配合，因施工步骤多，相应的施工工法复杂，构建建筑信息模型难度大，现对下穿铁路的施工项目进行

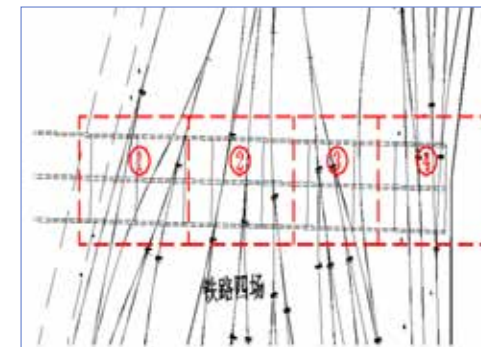


图1 邻近营业线施工现场

总结、分析，将整体项目初步分解为以下几点。

（1）通信和信号工程，其中通信工程包含了既有光电缆的迁改、光电缆割接和土建期间电缆的防护；信号工程包含了局部的割接迁改和后续的信号台柱的加固固定。

（2）接触网工程，包含了基坑工程的施工，接触网的基础浇筑，以及立杆的整正和支柱腕臂的装配。

（3）隧道、涵洞工程，铁路段的箱涵包含了人工挖孔桩的施工、线路加固的施工、工作坑的支护和开挖和箱涵的施工，市政排水管涵包含了泵房基坑支护施工、调蓄池结构的施工、泵房施工。

依据专业工程组成，进行构建族的再次结构分解划分。以隧道、箱涵工程为例，从箱涵工程整体结构和使用功能来看，可将整个隧道、涵洞工程分为施工便梁、铁路段、支撑与基础、钢筋混凝土箱涵。参考住房和城乡建设部发布的《建筑信息模型分类和编码标准》（GB/T 51269—2017）和中国铁路BIM联盟发布《铁路工程信息模型信息分类和编码标准》，进行线路加固、信息模型信息编码和分类。在企业族库建立过程中，添加自定义属性集和自有属性集，其工程结构分布图如图2所示。

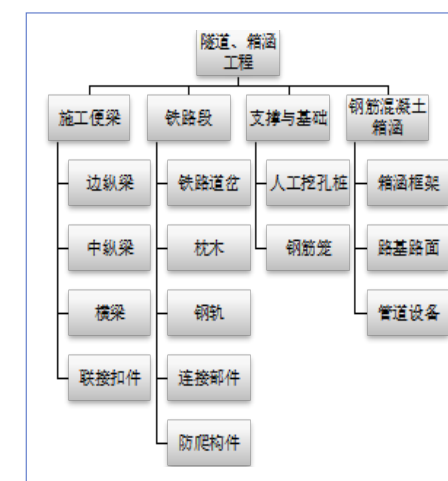


图2 工程结构分布图

2.下穿铁路工程建筑信息模型族库的构建

下穿铁路的施工方案是根据相关施工工法和施工现场实际条件共同决定的。实际工程项目三维信息模型族的构建与传统二维图纸相比，实现了三维立体实物图可视化展示，并携带各类参数信息供施工方在工程项目施工过程中进行施工预建造，实现方案设计优化和包含成本控制在内的目标管控，该信息模型的核心主要由两部分组成：（1）几何类参数信息，三维信息模型在平台上关于几何尺寸、材料强度、材料消耗量等数据的表达；（2）非几何参数信息，主要包括材料信息、时间分析信息等，供管理者在工程施工建设中进行目标管控。由于上述专业工程类型过多，下文将以隧道工程中的铁路段箱涵工程的箱涵为例，构建建筑信息模型族库。

下穿箱涵在实际施工过程中，首先要进行外部钢筋混凝土框架的施工，包含布置钢筋、支设模板、浇筑混凝土等施工工序，达到强度后进行内部路基路面和管道设备的施工，按照不同的族样板和族命令，进行模型族构建，具体如表1所示，构建完成的族如图3所示。

构建完成的模型族应满足后续成本控制的需求，因此，要能够随时提取族库有关参数信息，并与材料单元信息价结合，得出相关工程的成本造价。以构建完成的钢筋混凝土箱涵族为例，其内部的钢筋工程族（见图4），可使用Revit 2016中的明细表得出相关参数信息（见表2），获取相关钢筋的单价即能得出相应的成本。

整体下穿铁路邻近营业线工程建筑信息模型，其建立流程如下：

在线路加固信息模型建立前，选择Revit 2016自带的基础项目样板，导入CAD图纸，绘制好标高、轴网，建立好符合该项目的线路加固专项项目样板。

表1 钢筋混凝土框架涵建筑信息模型族构建参数

族名称		族样板	族命令	几何参数	非几何参数
箱涵族	钢筋混凝土框架涵族	公制常规模型	拉伸、空心拉伸	框架长、宽、高，加腋角度，边墙宽，中墙宽	材质、施工班组、模板安装时间、混凝土浇筑时间、混凝土浇筑量
	预留孔洞族		空心放样	—	—
管廊框架族		基于线的公制常规模型	拉伸	挂板长、宽、高	材质、安装时间
灯具类族		—	—	默认高程、高度、直径	材质、负荷分类、灯、瓦特备注、电压、级数、安装时间
路基路面族	路基族	基于线的公制常规模型	拉伸	长、宽、高、孔洞间距	材质、施工班组、施工时间、养护记录
	路面族				
	人行横道和污水处理道族		拉伸、空心放样		

表2 钢筋混凝土箱涵钢筋族明细表数

族与类型	钢筋等级	钢筋直径/mm	样式	总钢筋长度/mm	钢筋体积/cm ³
N1	HRB400	28	标准	19860	12228.34
N2	HPB300	12	箍筋/凳筋	1294387	146397.74
N3	HRB400	22	箍筋/凳筋	58214	22128.93
N4	HRB400	16	标准	5800	1166.16
N4	HRB400	16	标准	13050	2623.86
N5	HPB300	10	箍筋/凳筋	41860	3287.65
N6	HPB300	10	箍筋/凳筋	23066	1811.58
N7	HPB300	10	箍筋/凳筋	28837	2264.82

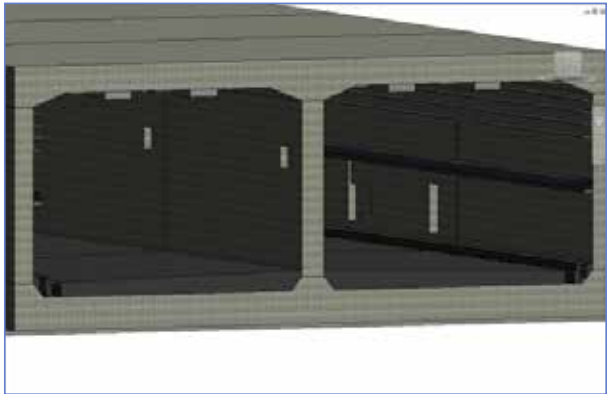


图3 钢筋混凝土箱涵族

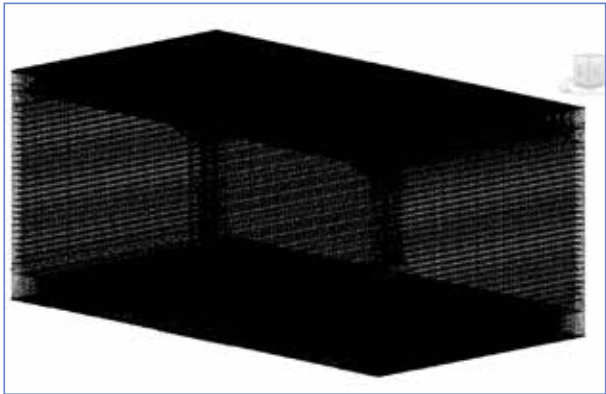


图4 钢筋混凝土箱涵钢筋族

将Civil 3D中建立好的地形点云文件通过DWG格式导入Revit 2016中，经过软件处理，得到施工地形模型文件。

分别将上述族构件加载进线路加固专项项目样板，搭建线路加固信息模型。

（三）基于BIM技术的施工成本控制措施

1.施工技术交底

将在Revit 2016中建立的线路加固信息模型通过NVT转FBX格式导入3ds Max中，以施工动画的形式直接展示线路加固过程中人工挖孔桩钢筋笼放入、混凝土砂浆的灌注、部分铁轨的拆卸，以及不同桥跨间施工便梁、纵梁和横梁的搭接要点等一系列施工流程。现场管理人员和一线工人认知水

平层次不一，通过施工动画进行施工技术交底，抛却了传统二维CAD图纸的烦琐性，给现场管理人员和一线施工工人更直观的感受，帮助其更好地了解施工步骤和流程，加快工程进度，确保工程质量，减少工程返工，从而降低相应施工成本。施工现场如图5所示，施工效果见图6。



图5 现场施工图

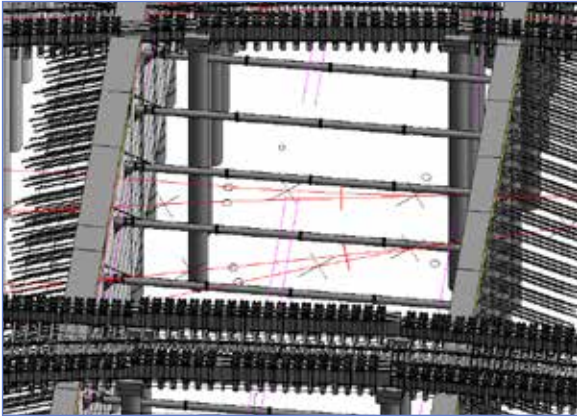


图6 施工效果图

2.施工碰撞检查
在进行下穿铁路工程邻近营业线施工过程中，要考虑施工过程是否会对铁路干线造成“侵限”问题。因此，利用下穿工程建筑信息模型进行碰撞检查，通过RVT将模型转成NWD格式，在Navisworks中，导入加固模型和铁路干线限界模型进行动态模拟，查看铁路干线是否会影响线路加固施工过程，避免因碰撞而造成工程延误、后期工程变更和成本增加。

3.施工方案对比模拟
在下穿铁路的邻近营业线工程中，各分项工程存在多类施工方案，使用某类施工方案能够完成相应的施工步骤，但可能存在施工成本超标情况，利用BIM技术的实现模拟型，分别导入含有成本信息的施工方案所需的参数族，进行方案对比（见表3），下穿铁路施工前，会对上方既有线路进行加固，通过利用BIM模型进行对比，发现利用定制D型施工便梁虽然在材料成本上会有所增加，但是以后日常养护的成本会有所降低，因此选取定制D型施工便梁方案可有效降低施工成本。

表3 利用BIM模型的施工方案对比

常用方法	工字钢施工便梁方案	定制D型施工便梁方案
每月成本分析 (单条48m铁路线路加固)	人工：①每次检查线路需3人，每月检查线路3*30*200=18000； ②每次养护工字钢5人，每月需5*15*200=15000； ③每次封锁养护线路8人，每月需8*4*200=64000。 材料：15000元/月 其他：每个封锁点20000，每月80000	人工：①每次检查线路需3人，每月检查线路3*30*200=18000； ②每次养护D型施工便梁5人，每月需5*4*200=4000； ③每次封锁养护线路8人，每月需8*200=1600。 材料：购置费800000 其他：每个封锁点20000，每月20000

备注：人工费按200元/人/工日，每次作业都按1个工日计算；工期以12个月计算

三、结语

下穿工程的邻近营业线施工过程中存在缺乏相应族库模型的问题，传统工程的施工成本控制存在控制措施落后、协同性差的问题。通过引入BIM技术并构建相应的下穿铁路建筑信息族库并搭建详细的建筑信息模型，可以做到有效统计各类专业工程的成本信息，并通过施工技术交底、施工碰撞检查和施工方案对比等有效措施降低施工成本，提高工程效益。🏠

注：本文系广西职业教育第四批专业发展研究基地项目“广西职业教育市政工程技术专业（群）发展研究基地”研究成果。

