

公司名称

上海市隧道工程轨道交通设计研究院

项目地址

中国，上海

应用软件

Autodesk® Revit® 2015

Autodesk® Navisworks® 2015

Autodesk® BIM 360™

AutoCAD® Civil 3D®

Autodesk® 3ds Max®

Autodesk® AutoCAD®

Autodesk® InfraWorks

BIM技术已掀起建筑产业又一次革新浪潮，借助于BIM技术，可以有效优化项目设计品质、提高工程质量、控制建设成本，并为项目数字化运维奠定坚实的数据基础。

—陈鸿

技术研发中心主任

上海市隧道工程轨道交通设计研究院

数字化地铁

——上海轨道交通12号线西段项目中的BIM技术应用



图1 上海轨道交通12号线线路走向图

上海市隧道工程轨道交通设计研究院，为上海申通地铁集团子公司，是从事隧道工程、轨道交通、给排水、道路、桥梁、建筑、装饰、智能设计、勘察和测量等专业的甲级勘察、设计及甲级咨询资质的单位。先后承担了包括国家“863”计划在内的多项国家级重点工程科研项目，荣获了包括国家质量金质奖、银质奖、全国设计金奖在内的上百项国际、国家、部委、市、局的各类奖项。填补了我国水底建造道路隧道的空白，开创了我国城市轨道交通的先河，在隧道与轨道交通等重大工程中创造了多项“中国第一”和“世界水平”，并拥有众多的专利技术。

项目概况

申通地铁集团作为我国城市轨道交通项目开发的龙头企业，在项目建设上率先引进了BIM技术。最近几年开展的项目如9号线、11号线迪斯尼段、12号线、13号线等，都采用了BIM技术来辅助项目的设计及施工，提升了项目整体建设水平和质量，大大地减少了项目变更，降低了项目建设成本。

上海轨道交通12号线是上海市轨道网络中主要骨架线之一，线路从城市的西南向东北方向行走，穿越了闵行、徐汇、黄浦、静安、闸北、虹口、杨浦及浦东新区8个区，起点七莘路站，终点金海路站。正线全长约40.417km，共设32座车站、1座定修段、1座停车场。

2013年先期开通运营的线路是位于闸北、虹口、杨浦及浦东新区的东段工程，即曲阜路站~金海路站（实际开通运营车站为天潼路站~金海路站，其中曲阜路站作为临时起点站折返使用，暂不开通），线路长度19.717km，共有15座地下车站。另设巨峰路主变（与6号线共享）、溧阳路主变（与10号线共享）、金桥定修段及中山北路控制中心。

本项目为上海轨道交通12号线西段部分工程（6站3区间），BIM应用过程中，我们组建了由多名资深轨道交通行业专家组成的标准编制组，积极调研设计、建设、运维等各方面需求，率先编制了城市轨道交通建筑信息模型系列标准，通过标准的落地执行，指导BIM应

用，提高了项目的设计质量和项目建设管理水平；借助Autodesk Revit API接口，定制开发了Autodesk Revit效率工具包，提高了建模效率；同时，整合Autodesk InRoads和Autodesk Navisworks软件进行管线综合碰撞检查、地下区间三维设计、装修效果仿真、及大型设备检修路径复核等应用；在施工阶段，开发了12号线区间隧道施工监测平台，将BIM模型及周边GIS数据进行整合，并实时上传施工监测数据，通过web平台进行三维可视化展示及提前预警；采用交互式施工质量控制手段进行三维激光放样及三维扫描从而有效地控制车站施工质量。

项目难点

与民用建筑及一般的市政建设项目相比，轨道交通项目具有点多、线长、面广、规模大、投资高、建设周期长的特点，且机电系统复杂设备繁多，建设、运营风险高、社会责任大，对建设和运营特别是运营提出了很高的要求。另外BIM技术的应用将改变传统项目建设流程和组织架构，BIM应用也会涉及各专业和各个过程，相关方的实施及应用流程需要有统一的标准，以实现统一的数字化表达。

解决方案

在12号线项目中，由业主方牵头，建立起基于三维协同的工作机制。主要的BIM应用包括：三维协同设计、工程算量和施工监测管理及施工复核。

1. 项目统筹：

工欲善其事必先利其器。

在项目开始阶段，我们主要进行了以下三方面工作：组建团队、标准编制、二次开发。

2. 组建团队：



图2 工作团队组织架构

从我院各专业抽调精干力量，组成上海轨道交通12号线西段工程工作组。项目团队目前有十五人：工程管理两人，软件工程师两人，建筑工程师三人，结构工程师四人，MEP工程师四人。

3. 标准编制：

推广应用BIM技术首先须解决的问题就是BIM标准的问题，国外的标准研究和编制起步较早，已经初具雏形，国内也已及时跟进。

我们组建了由多名资深轨道交通行业专家组成的标准编制组，积极调研设计、建设、运维等各方面需求，率先编制了城市轨道交通建筑信息模型系列标准。

截至2014上半年，上海申通地铁集团已完成了第一期三本BIM标准的编制工作，具体为《城市轨道交通设施设备分类与编码标准》、《城市轨道交通工程建筑信息模型建模指导意见》、《城市轨道交通建筑信息模型交付指导意见》，申通地铁集团成为全国率先编制城市轨道交通BIM标准的企业。



图3 一期五本标准的制定

通过标准的落地，来指导BIM工作，从而提高了项目的标准化，准确化。根本上提高了设计质量和管理水平。

4. 二次开发：

我们借助Revit的API接口，自主开发了Revit的插件，建立了满足上海轨道交通设计建模标准的族库，大大提高了建模效率。



图4 Autodesk Revit软件及族库



图5 自主开发的BIM工具集

地下区间三维设计

在初步设计阶段，我们进行了区间环境仿真，在区间建模方面，我们不仅建立了区间盾构的模型，我们还通过软件，建立了地层的信息模型。为后续的施工管理监测提供了模型基础。

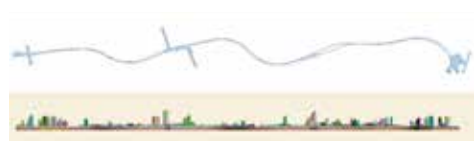
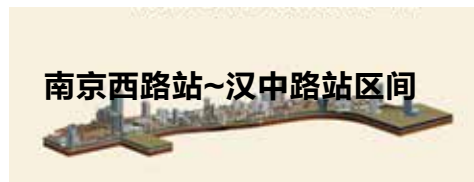
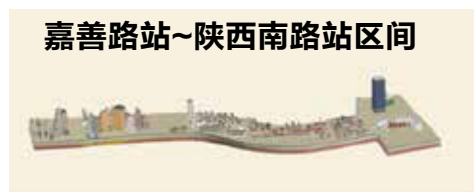


图6 嘉善路-汉中路区间、车站、土层三维模型

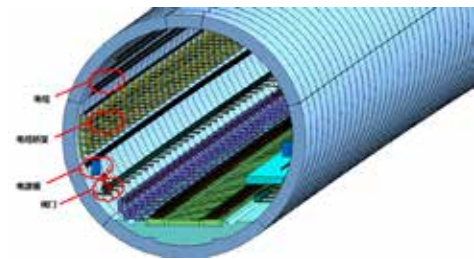


图7 地下区间三维设计



图8 地下区间三维设计

三维管线综合

在施工图设计阶段,设计人员分别创建建筑、结构、给排水、暖通和电气专业的BIM模型并将各专业模型整合成一个完整模型。设计人员基于此模型,在三维虚拟环境中,对车站机电管线的进行“预装配”,及时发现管线与结构构件之间的碰撞、各专业的管线碰撞等问题,根据碰撞检查结果进行分析并生成协调数据,解决设计图纸中可能存在的“错漏碰缺”,优化设计图纸质量,避免后期的设计变更及施工返工。

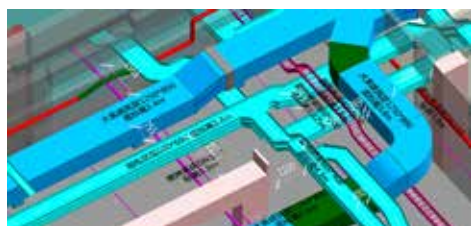
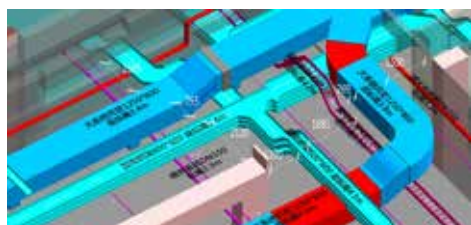
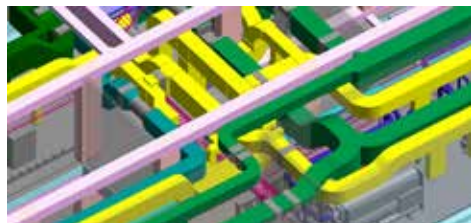


图9 三维管线综合

装修方案设计

在施工图设计阶段,我们对模型对象赋予材质信息,颜色信息以及光源信息,进行装修效果模拟,达到所见即所得的目的,通过漫游动画,使决策者和设计人员置身其中,对于优化设计方案,呈现设计效果,稳定装修方案,起到了很大作用。



图10 装修方案设计

工程量辅助复核

在施工图设计阶段,很重要的一个工作就是提供满足招标需求的施工工程量。

经过初步设计、施工图设计阶段不断完善的BIM模型包含丰富完整的设施设备几何和非几何信息,基于如此精细的BIM模型可以进行准确的工程量统计工作,提供满足招标要求的土建、机电、装修工程量辅助统计表,包括标准构件及典型结构的钢筋用量及含钢量分析,辅助项目投资监理精确复核工程算量,节省项目成本。

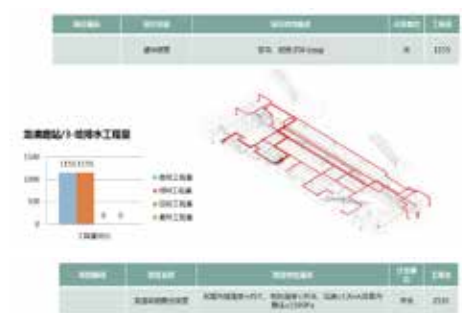


图11 工程量辅助复核

欧特克提供了相对完善的建设阶段BIM软件解决方案,各产品之间数据无损传输解决了细分阶段数据传递共享问题,这正是我们所看重的。

—夏海兵
技术研发中心BIM所所长
上海市隧道工程轨道交通设计研究院

大型设备检修路径复核

在施工图设计阶段,我们进行了大型设备检修路径复核模拟。以前的施工运维过程中,经常会出现由于设计不合理,导致大型设备检修运送出现设备无法运出的问题,或设备空间不能满足检修需要的情况。现在通过BIM技术,我们先期就在三维空间中模拟了大型设备的运送检修路径,充分避免了设计不合理导致的后续问题。

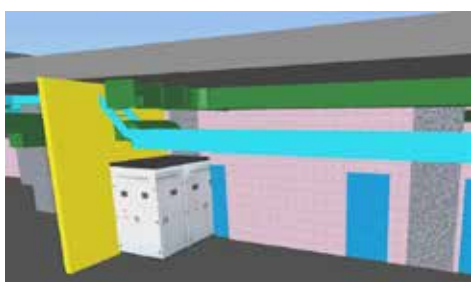


图12 大型设备检修路径复核

三维施工信息管理平台

在项目的施工阶段,我们还整合利用BIM技术、GIS技术及物联网技术,搭建项目施工信息管理平台,提高项目施工管理水平。在12号线汉中中路~嘉善路区间施工中就试点应用施工三维可视化平台,该平台将项目实时施工进度、隧道结构变形数据、地面沉降数据、建筑物沉降

倾斜数据等实时变形监测信息与BIM模型及周边GIS数据进行整合,在web监测平台上以三维可视化的形式展示,并将重要信息实时推送至管理人员邮箱,辅助施工单位和项目公司及时掌握相关信息并做应急响应。

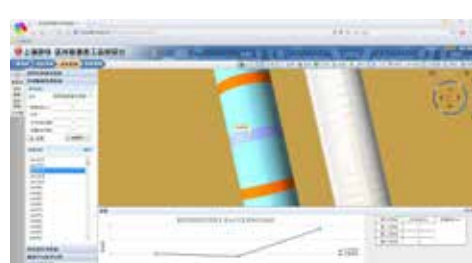
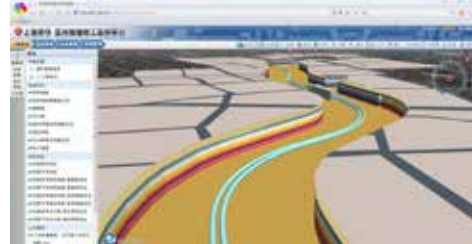
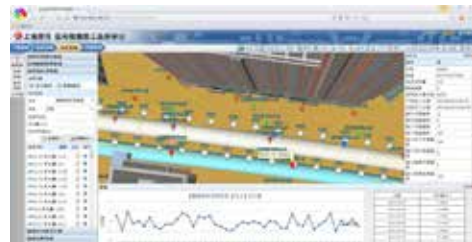
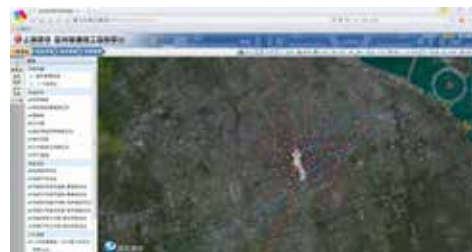


图13 三维施工信息管理平台

激光放样

在机电安装和装修分项工程中,从BIM模型中导出关键点坐标,借助机器人全站仪进行激光放样,控制放样精度,确保施工质量。传统的放样方式,施工中会存在大量误差,如果在BIM设计的前提下,依然采用旧的施工方法,这无异于新瓶装旧酒。现在通过激光放样,我们可以与BIM设计模型紧密结合,从而真正将BIM信息数据利用起来。



图14 激光放样

3D点云扫描

在施工阶段,我们将车站内部施工完成面扫描成点云模型,并整合进BIM模型进行对比,生成误差报告,及时调整后续工序的放样尺寸,节约施工成本。从下图可以看出,经过点云扫描的数据,与BIM信息模型结合比对后,会用不同颜色显示出不同的施工精度,方便设计和施工人员进行质量控制。

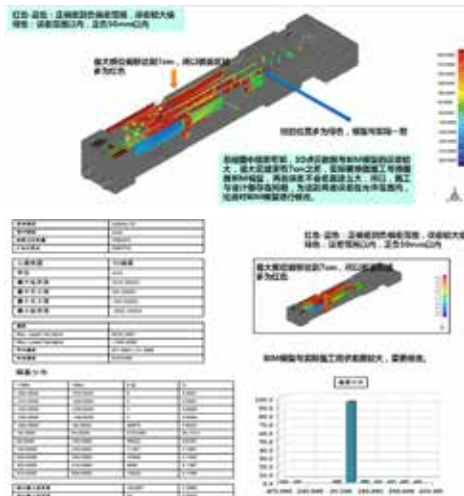


图15 3D点云扫描

总结:

在业主的牵头下,将BIM技术运用到上海轨道交通12号线工程中,通过在设计阶段建立项目的三维信息模型,继而录入施工过程中项目的土建、机电设备等相关信息,打造了一个建设全过程的数字化、可视化、一体化系统信息管理平台,为后期运营维护信息化打下坚实的基础。

基于Autodesk Revit软件,我们搭建了项目协同设计环境,并开发了城市轨道交通专用族库及插件,大大提高了我们工作效率。

—汲小涛
技术研发中心BIM所BIM项目经理
上海市隧道工程轨道交通设计研究院

在今后的工作中,还需要着力于以下几点:

1. 编制针对行业特点和企业需求的BIM应用标准,规范和统一各参与方BIM应用实施;
2. 指导各环节数据的建立、传递和交付,各专业之间的协同,建设参与各方的协作,以及质量管理体系中的管控等过程,规避各阶段成本浪费、信息冲突等风险,实现设计、施工、运维全流程各阶段及各实施方之间的数据无缝整合、资源及成果共享、BIM模型数据可持续利用;
3. 结合行业特点定制开发针对企业需求的软件插件包,固化BIM标准,提升BIM应用效率和数据统一性与复用性;
4. 拓展BIM技术在规划、设计、施工以及运维各阶段应用点的广度和深度,进行数据挖掘和分析,充分发挥数据的价值;
5. 基于BIM数据,搭建项目协同管理平台,整合项目各参与方,提高数据传递及项目协同效率,消除项目建设中“信息孤岛”及“信息海洋”的传统问题,确保项目数据的及时有效沟通,实现真正意义的项目全生命期的数据传递与共享,为项目建设各参与方以及包括项目运营单位提供协同工作的基础,在提高建设效率、节约成本和缩短工期方面发挥至关重要作用。