



某地铁建设工程土建施工的监督管理研究

文_刘智勇（广西建设职业技术学院，高级工程师）

在工程项目的执行过程中，进度控制管理非常重要，其在施工管理中发挥着牵一发而动全身的关键作用。随着工程规模的扩大，地铁土建设计、施工的难度和工程投资也随之加大。在国民经济和社会投入中，由于工期管理效率低，无法有效进行项目进度控制，导致大量的资源浪费。因为传统项目进度计划的表达方式简单，出现了错误很难改变，不合理的设计未能及时发现，易出现计划更新不及时、各部门和单元之间的信息传输不顺畅等现象。此外，随着工程的复杂性和工程的规模增大，传统的进度管理模式也容易造成工程项目进度的拖延，现需引入先进的信息化进度管理模式。目前，BIM（建筑信息模型）技术可实现项目控制的高效管理，但其在施工调度方面的应用却非常有限，且主要集中在理论上，而在实践中应用较少。

因此，为将BIM技术应用于地铁工程项目的施工过程中，笔者通过具体实例对BIM技术在土建施工过程中的进度管理进行分析和讨论。随着地铁建设工程的信息化水平不断提高，BIM技术已是西方发达国家最为普遍和高效应用的工程监理管理方法，为我国的地铁建设企业指出未来的发展方向。为此，本文对BIM技术在某地铁建设中的特征及其在项目建设中的进度监督管理作用进行研究。研究发现，在地铁建设工程土建项目计划中

引进BIM技术，对地铁建设工程质量、安全、进度及投资全面开展管理和控制，能够提高管理者控制整体的能力，减少延迟的风险，提高监督管理的效能，从而产生更大的经济效益，确保地铁工程土建施工顺利进行。

一、工程难点

地铁建设工程现场多为填方地段，地形起伏大，地质条件较差，地铁一侧为深基坑，另一侧为正在施工的排洪渠。按设计要求做换填处理，分层碾压，需多次进行密实度土工实验，工序繁多；护坡方案为三维网喷播植草护坡。施工环境复杂，现场已建好的高压电线存在较大安全隐患，需改迁。因需协调的部门多人员杂乱，且施工场地有限，因此，在各个环节中会出现先后进场顺序不一致、协调与沟通不顺畅、消息传递缓慢等冲突。在传统地铁建设中，大量的地铁土建图纸堆积，给地铁建设工程信息的存储与分析带来了较大困难。在施工过程中，为难免出现现场实际与图纸不一致的情况，这就需要设计变更，还要联系各方实地勘察，为此造成时间上的浪费，从而影响施工进度。在分析项目的各种难点后，引进BIM技术，可确保项目如期完工，以便对项目进行有效的管理。

二、地铁建设模型

项目施工方使用鲁班BIM软件，利用软件搭建鲁班地铁基坑开挖、钢筋安装的BIM系统。以鲁班BIM系列软件SP（独占式补丁）、BIMworks（建筑信息模型板块）、IbanApp等为主要内容，与其他软件相结合，对BIM项目的建设工程进度管理进行实践和应用。

鲁班BIM软件将二维图形转换三维图形，而软件的3D模型则能模拟实际环境；创新智能云模型检测系统可在用户建模过程中，智能诊断故障；该系统可实现全国范围内的工程量清单、定额的自动整合，满足国内设计规范、工程量计算规则、成本管理规范，并实现按地方规则自动生成工程量。鲁班系统具备较强的报告功能，可对各种工程量进行高效的处理；提供数据查看、统计分析和专业数据共享；多个工程历史数据累积、比较分析等作用。鲁班BIM管理软件是一种基于云端运行的技术，它可在云平台下载模型数据，也可将模型、数据等上传到PDS（三维设计）系统中。

（一）创建地铁三维模型

在构建某项目地铁的3D模型的过程中，需要全面分析整体工程项目，并对设计图纸的平面图有一定的了解，明确每个构造的含义、位置关系、构造属性等，以便准确构造3D模型。建模过程中需与管理者沟通交流，达成共识，以确保项目的顺利实施。

选定地铁建设标准后，利用Revit建立某地铁土建的3D模型，模型的建立根据设计图纸进行适当的布局。为了实现对整个工程方案的建模，需在Revit中对方案进行建模，使用其创建“标高”和“轴网”命令，建立符合实际的位置信息，并根据所建立的标高轴网图对地铁基础进行布局。在Revit中可使用“家族”来设定地铁结构的参数。使用Revit软件制作的某地铁BIM模型见图1。

（二）管道的碰撞检查

构建地铁3D模型后，对地铁土建模型中的管道进行布置填充。还应考虑工程项目的复杂性和大量的管道穿插其中，防止各类检查井位置或者管道交叉之间的矛盾，因此需对库模式进行冲突检测，以便及时发现问题，从而提前对布局进行调整。

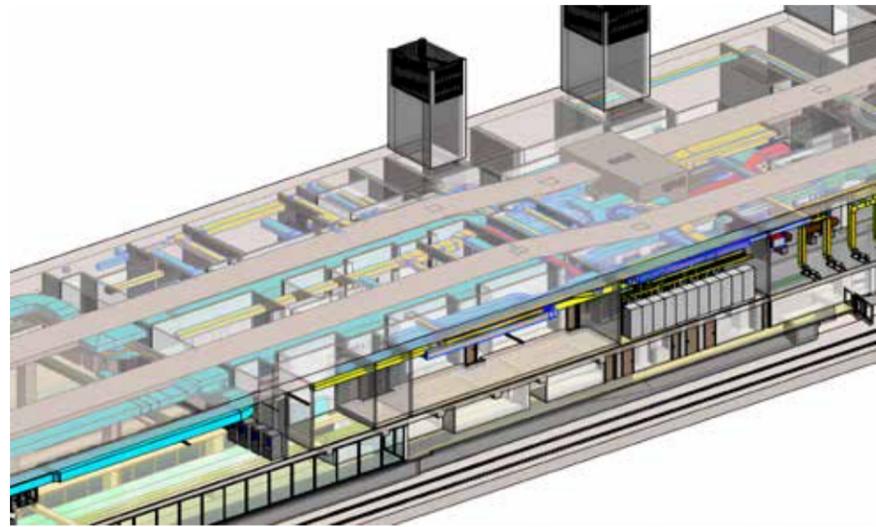


图1 地铁BIM图

BIM技术应用于施工计划中，其优势表现为可视化和提前仿真。经过无数次的改进与仿真，最终得出合理的四维化模型。在Naviswork（可视化和仿真）中，通过对模型的碰撞，可看到不同的检查井、不同的管道发生的情况，管理人员可从中找到问题的根源。通过对工程进行冲突探测，发现系统中存在着大量的冲突，且冲突的种类较多。

建立3D模型后，对地铁土建地下管道进行碰撞探测和全面检验，共发现268起碰撞。从线路间的碰撞关系来看，发生碰撞的频率最高为天然气管道和市政给水管道之间的碰撞有152次。62个事故发生在雨水管道和污水管道之间，54个事故发生在排水管道之间，结果表明该模型的撞击为0。经过手动检测，所有的冲突都已调节完毕。

在项目建设前对其进行优化，可提高地铁土建建设的质量，极大降低了返工率，不仅缩短时间，还节省费用。如在模型中发现检查井位置重叠或者管道交叉等问题，可及时与设计人员交流，并做出相应的修正，从而能够迅速解决问题，并重新对修正后的模型进行检验。因此，在BIM技术基础上的进度管理可以间接地产生诸多的隐性收益，并减少风险的发生率。在对排污管道进行检查时，如果在检查过程中出现冲突，管理人员可利用BIM 360 Glue（三维模型）定制要检查的管道，并利用BIM 360 Glue进行简易的碰撞检测。例如，给水管道和埋地高压电缆管道之间的间隔仅为0.10m，存在一定冲突且不符合设计规范。通过以上工作，可以快速确定事故究竟是否由于设计或施工所致，并确定事故发生的原因，以确定事故的责任。对于工程中有必要进行调整的部分，可以在第一时间利用BIM 360 Glue将其建模角度进行存储，并用照片将其拍摄，以便技术人员进行分析和修正，确保BIM建模和地铁土建施工场地的一致。在进行细部施工进度检查时，使用Navisworks的施工进度模拟进行观测，这时使用BIM 360 Glue对比模型和现场可以让管理人员对进度有更详尽的认识，使进度控制工作更加细致和合理。图2为管道案例的碰撞报告。

（三）基于BIM的进度分析

1. 基于BIM技术的场地布置

场点布置原则是以平面地图为基础，与工程项目现场周围的环境因素相联系，再加上与进度有关的要素，



图2 管道碰撞报告

对施工现场展开整体布局。在BIM技术的基础上进行的现场布局也是以此为基础，将其分成三个阶段，分别是施工准备阶段、主体工程施工作业阶段、场地清理及竣工验收阶段的场地布局。适当的选址可以使有限的人力物力得到最大限度的利用，场地布局要素是材料、机械、周边道路、场道等。在这三个阶段的现场布局中，堆放材料的类型和位置有区别，机械入场的使用也有区别。总体而言，三个阶段场址布局大致一致，只是一些小的地方需要微调。

工程现场布局是工程建设的先决条件，合理的布局可从根源上减少安全风险，为工程管理提供便利、节约投资和提高工程效益。BIM技术在现场布局规划中的运用，既可为工程单位带来直接的经济效益，又可加快工程建设进度，项目业主和项目相关方实现双赢。根据工程技术部门提供的工地平面布局，采用鲁班软件对办公、生活用房、围墙、大门进行设计；对物料加工棚、塔吊、边坡等进行模型化，对现场进行三维仿真，对现场布置不合理或疏漏的部位进行修正，并将其输出。

针对某地铁土建施工过程中存在的空间狭窄、布局困难等问题，采用BIM技术进行研究。例如，在未使用BIM技术进行布局时，项目开展最初计划是将工地钢筋加工棚设置施工场地外空地上，在对工地钢筋加工棚进行建模及仿真后，可以发现，工地钢筋加工棚距离地铁土建施工现场距离较远，且工地钢筋加工棚与地铁土建后期路线相冲突，因此需要调整工地钢筋加工棚位置。而采用BIM技术进行布局后，在工程开始前就注意到该问题，并把工地钢筋加工棚安装地点设置在靠近钢筋堆放处，便于钢筋加工；钢筋运送也很便利，不会对钢筋的堆积及车辆的通行造成阻碍。

2. 施工进度模拟

将施工项目的进度资料进行归类，利用进度管理系统BIM-Project编写进度规划，将数据源导入三维建模单元中，连接三维模型组件构成四维BIM建模。传统的项目进度管理软件是按照建设项目的进度表编写WBS工作，按照WBS（工作分解结构）将工作进行拆分，由Project按照设定的对应比例完成工作与时间的匹配，从而构成项目的进度安排。

利用Navisworks软件的外设函数，打开Revit三维模型，并利用Navisworks软件的timeliner（时间线）附加函数，将Project所编写的工程进度表以Navisworks数据接口的方式与Navisworks程序相结合。

BIM技术不仅可以实现工程项目的可视化，还可实现地铁土建工程项目仿真，具有传统项目计划管理所不具备的优势。利用Navisworks进行的施工仿真，可直观再现真实的施工情况，并针对项目中出现的问题进行及时分析。管理者可透过地铁土建仿真来检视全部数据资料，修正不符合管理者的需求及工程进度的资料，进而改善四维模式。利用Navisworks对施工过程进行仿真时，管理人员可添加一个动态视角，对施工过程中的仿真过程进行更详尽、完整的研究。从多个角度、多个方位对施工进度模拟进行观测，使管理人员准确理解工程项目的组成过程，和施工中可能出现的问题，以便尽早制定相应的解决办法。

3. 工程项目决策阶段

第一步，项目运用指数估计法进行地铁土建施工成本计算，地铁土建基坑按单位面积计价法计算，即按各专业的成本指数乘以地铁土建基坑面积，精确计算出地铁土建基坑安装工程费的具体数值，为了抽取同类项目的指标，需搜集相关的历史成本资料。采用BIM技术进行施工项目的造价评估，先进行施工面积的测算，需要施工方或其所聘请的BIM顾问机构进行虚拟的3D建模，再将此建模引入相应的算量软件进行计算。

第二步，根据工程结构形式、用途和技术需求，采用同一技术规范进行工程造价的评估。要求成本人员收集、分析和保存评估指数所采用的各项技术评估指数，或查阅同类项目成本信息，从而得出相应的成本数据。利用该单元收集的各个工程的立体模型所得到的工程工程量、工程价格等成本信息，为下一工程的估计提供了实际的、详细的估计信息。还可以通过广联达指数网进行投资评估，该网站是广联达公司为国内各个地区的地铁土建基坑项目成本指数建立的一个信息共享的平台。

第三步，在投资决策过程中，利用广联达公司的三维建模技术对项目进行三维建模，同时利用广联达指数网络对项目进行数据查询，能够迅速、精确的制作出项目评估报告，该方法可极大地改善工程造价预测的准确性，为以后工程建设提供精确资料。在不考虑材料成本、材料市场价格变动和成本核算基准变动的情况下，工程施工、装修、安装部分工程造价的估算价格为 $33263.97 \times 1434.59 = 47720158.72$ （元）。

三、结语

利用BIM技术进行施工仿真模拟，将地铁土建工程项目的实际完工和计划完工进行比较，达到实时控制的目的。在建设阶段，若有变更则采用BIM技术对其进行实时调整，以防止出现工期延迟的情况。BIM技术可有效提升项目进度安排的工作效率，且BIM编制工作进度是一个具有动态性的过程，在操作过程中对存在的问题进行适时的调整，将信息传递到BIM中，对原来的计划进行更新，确保地铁土建工程施工安全有序进行。 