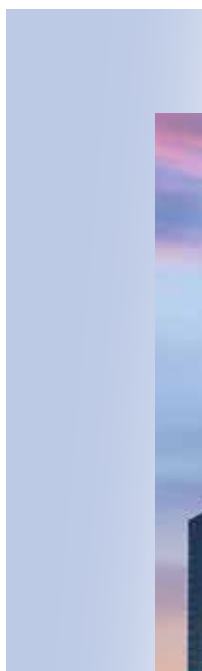


YAN XUE

研学





基于BIM技术的建设工程项目施工进度管理研究

文_陈晓桐（广西建设职业技术学院，高级工程师，硕士）

工程项目施工进度管理是采用科学的方法确定进度目标和编制进度计划、资源供应计划，在与质量、费用目标协同的基础上，实现工期目标。项目施工进度管理科学与否决定了工程项目能否如期完工，其重要目标之一是平衡整个建设工程项目的支出与收益。目前，多数工程项目的施工进度管理方式是通过传统的文字和图表来表示，主要应用P6项目管理软件和Project管理软件编制进度计划，再通过横道图法、关键线路法等对项目进行进度控制，控制方法是将进度计划与现场实际施工情况对比，由相关单位进行分析后，如发现存在偏差，则及时采取各种措施纠正，同时根据具体情况决定是否需要对进度计划进行优化。这种方式在实际应用中存在较多弊端，主要体现在时效性差、效率低等。

一、传统进度管理方法存在的问题

（一）进度计划不合理、不精确，协调性差

传统的进度计划编制方式往往主观因素较多，多是编制人员根据自己的工作经验，结合图纸、合同等相关文件来完成，容易产生一些漏洞。当工程情况比较复杂、工序数量较多时，编制人员通常较难理清施工工序间的逻辑关系，导致进度计划不够精确和全面，后期应用时也不利于调整和校核。

（二）进度计划执行过程中影响因素多，缺乏前瞻性

影响施工进度因素众多，比如施工条件、施工环境的变化，施工途中因各种原因导致的设计变更等都将影响施工进度控制计划的执行。传统的进度控制方法不重视事前控制，而是在事中控制和事后控制中采取了更多的措施，导致往往在问题发生后才采取相应对策对进度计划进行优化，缺乏前瞻性，也不能实现动态化管理。

综上所述，随着现代建筑物规模越来越大，构造越来越复杂，这些传统的进度管理方法已经跟不上现代建筑业发展的脚步，也满足不了进度管理的新要求，因此，融合BIM技术的新型工程项目进度管理方式应运而生。

二、BIM技术在建设工程项目进度管理中的应用优势

BIM是Building Information Modeling（建筑信息模型）的简称，国外对BIM技术的研究方向主要集中在具体应用，包括其在建筑施工、相关信息技术研究及工程项目管理中的应用。目前BIM技术在国内的应用仍处于起步阶段，使用的范围及规模都有待进一步发展。BIM技术集成了建筑工程项目的各种工程数据信息模型，是数字技术在建筑工程中的直接应用，可以大大提高建筑工程的施工效率，降低风险。

BIM技术管理工程进度的方式，主要是在3D建筑信息模型的基础上，结合工程进度，将二维图纸转化为可视化的进度4D模型。模型中包含大量的信息数据，比如物资调配需求、材料管控信息、管线位置等，不仅可以更直观更高效地展现工程进度，还可以参考施工过程及各种工期影响因素，建立进度模型，分析目标工期和预测工期的差距，提高施工效率。应用BIM技术进行进度管理的优势如下。

（一）直观形象，可视化操作

通过BIM技术，把进度计划、WBS任务分解后与3D模型结合，集成4D进度计划。通过三维立体的形式展示，进度管理人员对施工各阶段的进度计划一目了然，可以更好地掌握整个施工过程的施工进度。

在设计阶段即可应用BIM技术进行结构与结构之间、建筑与结构之间、机电工程与结构之间、幕墙工程与建筑结构之间的碰撞检查。检查完毕后，会在生成的冲突报告文件内将冲突构件的名称位置等信息详细显示出来，方便相关工作人员进行调整，加快施工进度。

（二）动态模拟施工过程，把控施工进度

通过BIM5D等软件，可实现进度控制、参与人员以及施工过程的集成化管理，进度管理人员可实时动态监控施工进度，并及时对比实际进度与计划进度，调整进度偏差，保证施工质量，把控施工进度。

三、BIM技术在建设工程项目进度管理中的应用

（一）工程概况及BIM技术采用情况

某学院新校区图书馆及综合楼项目，位于南宁市西乡塘区，由行政办公综合楼、图书馆及信息中心三个单体组成，设计总高度59.40m，规划总建筑面积为34780m²，抗震烈度为六级，结构安全等级为二级，其中行政办公综合楼共有地上十五层和地下一层。项目BIM三维渲染效果如图1所示。



图1 图书馆及综合楼项目BIM三维渲染效果图

本项目在建设过程中，采用Autodesk Revit系列软件、Navisworks 2013、广联达钢筋软件等进行BIM建模、仿真、可视化展示及动画模拟。在设计阶段开展各类BIM碰撞检查，采用MagiCAD软件进行孔洞预留设计，并采用三维场布和BIM5D软件进行施工现场布置及施工模拟，最终完成可视化文档交底。

（二）创建模型和图纸审查

利用BIM技术的基础软件Revit进行图形模型的创建，Revit可以绘制建筑中的各种基本结构，包括柱、梁、板、墙、门窗及楼梯等。利用BIM技术构建出来的模型拥有传统CAD二维图纸所没有的优点，突破了平面的限制，因其三维可视化的优点，可以更加直观地观察模型，以便早期发现问题，及时优化设计，减少返工事件出现的频率，还可以利用BIM技术查看模型中的每一个组件，了解其详细信息。

通过建模，实现二维图纸到三维立体可视化模型的转变，在此过程中还能对建筑设计再次进行审核，提前发现设计上存在的问题，避免后期设计变更，减少不必要损失，保障工程进度顺利进行。本项目使用广联达BIM土建计量平台GTJ2018、BIM安装计量平台GQI2019分别创建土建模型和安装模型，利用Autodesk Revit2016建立项目的三维模型如图2所示。



图2 Revit三维模型

（三）三维可视化碰撞检查及设计优化

1. 管线综合优化

BIM碰撞检查是建筑设计图纸从二维时代向三维时代转变的重要标志。传统的二维图纸专业间协同设计功能较弱，主要依赖于设计人员的工作经验。在以往的二维图纸中，无法清晰了解管道、设备等专业线路的走向，经常到施工阶段才发现管道碰撞，导致工期延误，造成巨大经济损失。

在设计阶段，通过BIM技术将不同专业的设计信息链接到同一个3D模型中，在模型中直观检查是否有管道碰撞，可以发现大量设计中的隐患，并由软件生成碰撞检查报告。在实际施工前，设计人员再根据检查报告对相应的冲突碰撞点进行优化，减少“错、漏、碰、缺”造成的经济损失和人力浪费。通过全面的“立体审视”，可以有效消除各种碰撞，减少返工，缩短工期，节约成本。

本项目通过完善BIM模型对图纸进行碰撞检查，分别形成土建碰撞问题报告和机电问题报告，并及时与工程师沟通，提出解决方案。图3为管线综合碰撞检查及调整优化示例。

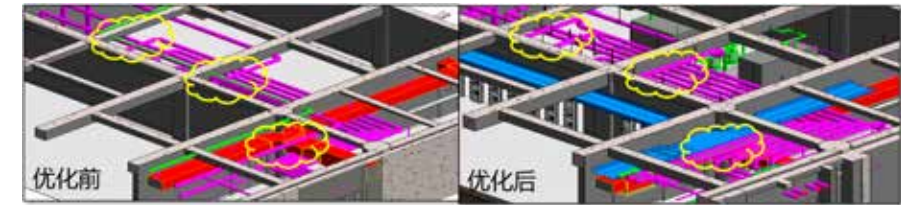


图3 管线综合碰撞检查及调整优化

2. 净高分析优化

在传统施工方法中，通常是土建主体结构施工完成，开始进行机电设备安装时才会发现某些位置的净高不能满足要求，甚至会非常低，这时候已无法再调整净高。因此，须在设计阶段，通过BIM模拟建造，对管线密集、空间狭小或净高要求高的区域进行净高（空）分析，提前发现不满足净高要求功能和美观需求的部位，并修改设计，可避免后期设计变更，缩短工期、节约成本。

本项目为确保负一层地下室净高满足车辆停放要求，利用BIM技术进行净高分析，如图4所示。先联合管线、机电、精装等各专业，结合图纸上自动喷淋水管、排风排烟管的高度及地面装修标高，再根据虚拟车辆的具体尺寸，分析停车空间，包括车位净高、车道净高等。如发现净高不足则及时解决并在设计图纸上进行变更。

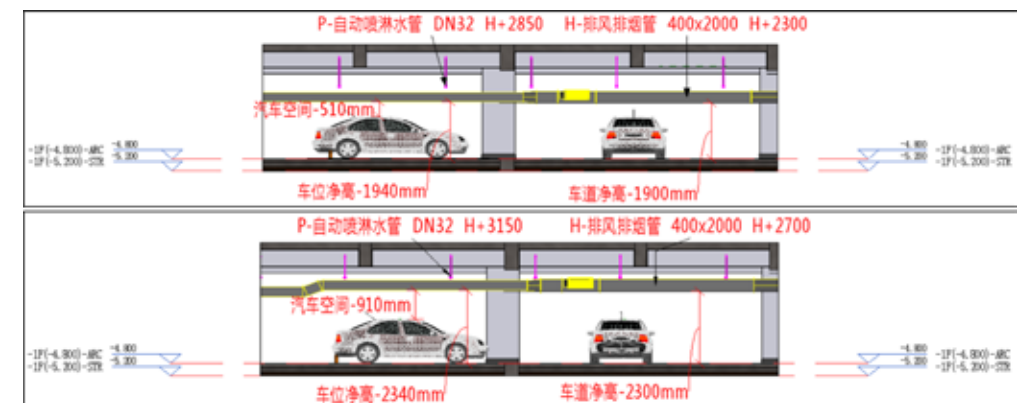


图4 地下一层净高分析优化

3. 预留孔洞

工程项目在施工中，往往需要预留一些洞口。根据图纸，将预留孔洞精确地显示在BIM模型上，可以有效保证符合施工要求，使其施工精度与设计要求一致。本项目在综合优化管线排布后，结合深化后的机电模型，采用MagiCAD软件确定预留洞口位置，防止位置不准确导致后期安装施工时对混凝土实体进行开洞凿除，还可导出二维平面图指导施工精确预留孔洞，节省了人力、物力资源的投入，加快施工进度。

本项目还采用MagiCAD软件进行支吊架批量布置模拟。管线综合支吊架是将排水、电气、消防等机电安装专业的支吊架综合在一起，统筹规划设计，整合成一个统一的支吊架系统。机电安装工程包含种类多、规格大，管道布局复杂、吊顶内安装布置可用空间狭窄，施工难度大。利用软件生成支吊架三维模型，如图5所示，并进行支吊架材料清单统计，同时实现支吊架平面标注及剖面自动标注，快速出具符合标准的机电管线施工支吊架图，降低图纸输出难度的同时提高了管线的安装效率。采用BIM技术优化综合支吊架，减少支吊架使用数量，降低成本，加快施工进度。

（四）绘制施工现场平面布置图

施工现场平面图布置是施工组织设计中的重要部分，也是项目施工的前提和基础。利用BIM三维场布软件布置施工现场平面布置图，可以实时查看布置效果是否满足施工需要，还可以准确得到道路的位置、宽度及路口设置以及塔吊与建筑物的三维空间位置，形象地展示场地布置情况，利用虚拟路线进行漫游展示。

本项目利用BIM三维场布软件对施工现场平面进行布置，通过分析施工现场周边情况，对施工各阶段的场地地形、既有设施、周边环境、施工区域、临时道路及设施、加工区域、材料堆场、临水临电、施工机械、安全文明施工设施等进行分析优化，确定最佳排布方案，合理组织运输，减少二次搬运，主体施工阶段三维平面布置如图6所示。对三维场地模型进行二维出图，为临时设施以及机械安装的施工人员提供精准的平面数据，以保障施工顺利进行。

（五）施工进度模拟及三端协同实时进度控制

1. 施工进度模拟

BIM5D软件是在4D的基础上，加上工程造价维度形成5D，以实现对整个施工进度和工程造价的控制。BIM5D技术基于工程项目节点，可以精准模拟实际施工进度。本项目应用BIM5D软件，将模型与进度关联，直观查看关键线路和自由时差。进度管理人员在BIM5D系统中模拟施工全过程中任意时间段的进度计划，根据曲线数据分析进度计划的合理性。利用斑马梦龙软件编制工程进度网络计划，将总进度计划逐层分解至周进度计划，以便更加清晰地了解项目施工进度的完成情况，及时调整施工计划。如进度有偏差，还可以通过BIM平台，应用前锋线动态管控分析进度延后的具体原因，并给出相应解决方案。

2. 三端协同实时进度控制

通过与广联达云平台相连的计算机、网页端和手机端，实现项目管理参与方的多部门、多岗位三端协同对项目数据信息全过程管理，让项目相关人员均参与其中，不仅加强沟通交流，还提高BIM协作效率。

根据施工总进度计划和月度计划的安排，定制好周计划，并在BIM网页端发布，相关进度管理人员通过手机填报现场每日实际进度与劳动力数量。同时项目管理层可每周定时通过网页或手机端实时追踪，查看项目实

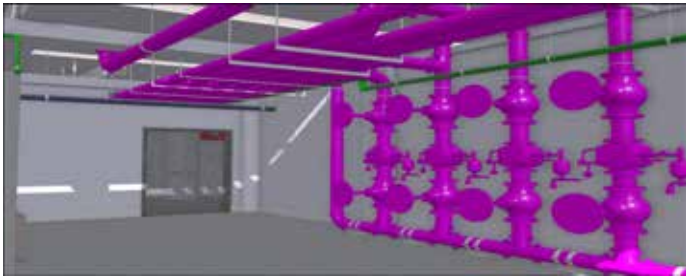


图5 安装工程支吊架布置



图6 施工现场三维平面布置图

际进度，核实本周已完成的生产任务及未完成任务的延误情况，如图7所示。如有延误，可及时找到制约进度的因素并采取相应措施解决问题，保障施工进度。系统还可以每周自动生成周报，相关人员通过查看周报，可以将实际施工进度与计划进度相比较，进行进度和资源优化。

（六）三维可视化交底

施工技术交底是施工过程中的必要环节。传统的交底一般是通过纸质文件，使相关施工人员对工程特点、技术质量要求、施工方法与安全措施等方面有较详细的了解。三维可视化交底，通过三维模型真实再现施工过程，可更加直观立体地展现每个施工细节、施工方案及技术，使工程施工更加简单轻松，提高施工人员的工作效率和正确率，避免施工中的错误。如果是建成后出现问题，可以根据模型定位技术找到事故位置并及时解决。

本项目采用BIM可视化文档交底，通过运用BIM技术来建立三维模型，加以文字说明，并最终转换为可视的PDF文件。采用这种技术，可大大减少不同专业间技术人员的沟通频率，提高施工效率，减少施工质量问题，加快施工进度，如图8所示。



图7 移动端进度实时追踪

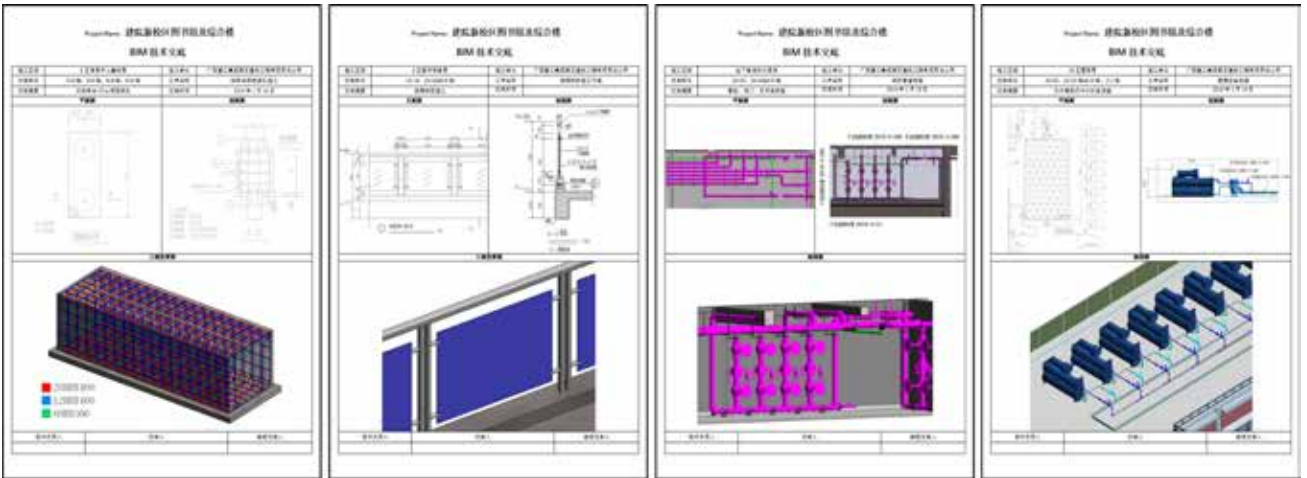


图8 可视化文档交底

四、结语

本文分析了传统进度管理方式存在的问题及BIM技术的优势，结合具体工程案例，在模型创建、图纸碰撞检查、净高分析、孔洞预留、支吊架安装、施工现场平面布置、进度模拟、三端协同进度控制、三维可视化交底等方面，对BIM技术在该工程项目进度管理中的应用进行了研究。

通过将BIM技术的4D及5D模型引入施工进度管理，能快速有效地解决各专业之间的冲突，有效优化进度管控，改善工程质量，加快施工进度。为施工单位进行工程施工进度编制、优化和执行提供重要的决策依据，提高建设施工过程质量和进度控制技术水平，保障进度计划的整体有效性及先进性，有效地保障工程进度顺利进行。