

# BIM技术在高速公路工程项目中的应用研究

覃俊桥

贵港市覃塘区公路管理所

**摘要：**高速公路工程项目施工周期长、投资大，在以往的项目建设过程中采用的管理方式覆盖范围不广，容易出现工程管理不到位，导致工程进度、质量受到影响。本文以融水至河池高速公路BIM技术应用为例进行分析，阐述BIM技术基本内涵，从桥梁工程、路基工程方面举例，采用BIM技术构建三维模型进行细致管理。项目管理人员需要参照模型并进行适当纠正，加上现场实际指导，能够大大提升高速公路项目建设效果。

**关键词：**高速公路；工程管理；BIM技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.08.083

## 引言

高速公路工程项目引入BIM技术，不仅能建立模型和呈现三维效果，而且能够让参建各方对项目丰富的信息进行全面掌握，给项目带来较大的应用价值，实现信息共享。随着BIM理念在公路建设行业内不断地被认可，其作用也在工程项目领域内日益凸显，BIM建筑信息模型的运用将对高速公路项目管理产生极为重要的影响。

## 一、BIM技术概述

BIM是基于“Building Information Modeling”的缩写，中文译为“建筑信息模型”，该技术已广泛研发应用到工程项目实践中。BIM技术在工程项目的立项、设计、施工、运营等多个环节都能发挥较为关键性的作用，实现项目过程中各环节管理水平的提升。以该技术作为基础构建的三维立体化模型，能够让管理人员随时掌握现场各项数据信息，实现数字化的转变。结合目前BIM技术的实际应用情况，其具备以下优势：（1）构建具体三维模型。运用BIM技术创建的三维模型，能快速获取结构物的各项信息，特别是在施工方案编制阶段，便于管理人员及时了解方案中存在的各项问题并进行优化改进，全面提升设计效果和施工水平，满足当前高速公路建设需要，为后续的施工作业提供指导性的作用。

（2）优化设计施工数据关联。由于高速公路项目包含的分部分项工程内容众多，需要运用BIM技术将各部分关联起来，构建形成统一的模型，进而保证整个项目工程信息获取，大幅提高施工管理效率。此外，在项目变更调整方面，如果某个分部分项工程进行了调整，也能在BIM模型内进行相关数据修改，不断提高施工便捷性与准确性。（3）提升数据表达和信息传输。构建项目完善的BIM技术应用体系，实现精确的数据表达和信息传输，能够使参建各方都能快速获取相关的图形和信息，增强项目施工阶段对安全、质量、进度的管控能

力<sup>[1]</sup>。

## 二、BIM技术前期信息库建设

### （一）构件族库的建立

融水至河池高速公路项目以二维设计图纸为基础数据源，使用了Autodesk Revit、Navisworks等十余款BIM软件，运用Revit软件对全线路基工程、桥梁工程及施工附属设施进行建模。模型精度达LOD300~LOD400，即包含了精确数据及完整的建设、安装、细部施工所需的信息。通过创建特定构件族，利用参数驱动模型提高建模效率，为设计优化、错漏碰缺检查、工程量统计、虚拟仿真漫游以及施工管理等后续工作提供基础模型数据。专业模型深度符合施工图设计深度要求，为后续施工图深化阶段的BIM技术应用提供模型数据依据。同时，项目会根据后续的施工要求，建立相应级别精度的模型，方便施工管理。构件模型族库的建立，需要经过五个流程：①BIM模型构建划分→②模型构建制作→③模型构建导入→④入库审核测试→⑤构件库管理。

### （二）构件模型参数化制作

建立模型时使用Revit中的“公制常规模型”，利用多种模型组合的方式，形成不同的构件族库，满足各个结构部分设计和管理的需要。在模型建设完成之后，利用尺寸标注的方式将各模型部件的长、宽、高等尺寸准确地标注，完善构件模型的具体参数信息。

### （三）构件模型参数信息统计

构件模型能在Revit软件内进行各项参数的修改和调整，不仅能以表格的方式输出使用，而且可以利用共享文档的方式进行数据的建设和分享，并及时输出数据信息，对施工方案的编制和施工现场指导起到关键作用。分析构件模型内的参数库，将各个参数添加到明细表中，能够提升整个模型数据信息统计的精准性，为项目后续各项施工顺利开展提供有力支撑。

### （四）构件模型的信息附加

构件模型的信息获取，主要包含几何模型和非几何模型。几何模型能够利用现有施工图纸内的几何数据建模生成，并将其存储在文件中，为后续的信息提取和使用提供便利。而对于非几何模型而言，需要在Revit中以“材质”及“贴图”的形式附加，一般都没有相应的建设关联关系，因此需要建模人员对模型进行分析，掌握项目各项数据信息，提高构件模型的应用价值。

## 三、BIM技术在高速公路项目管理中的应用

### （一）BIM技术在高速公路建设前期的应用

BIM技术在高速公路的可行性研究、设计、施工、运营各个阶段都有应用。在项目可行性研究环节，技术

人员利用现有的工程项目数据参数，将地形、地貌、水文、气候、地质等环境因素条件输入到模型内，建立可视化的模型，为项目建设单位提供综合性、准确性的可行性分析条件，进而确保项目可行性研究报告更加符合实际情况。在项目招投标环节，投标人利用BIM技术将高速公路的三维立体化模型展示出来，即使不具备较高的专业素质，也能对整个工程项目的实际情况有更加深入的了解。在项目施工阶段，施工单位可以根据建立的BIM三维模型，对项目的施工难度、施工技术要求、成本、工期、风险等多个方面因素开展深入分析，从而制定更加合理的施工组织设计及技术方案措施，以保证施工成果达到设计要求。此外，BIM模型不仅能够加深现场施工人员对施工方案和技术标准理解，促进学习相关知识，而且明确了方案中的特殊情况及要求，并在后续施工中全面落实到位。由此可见，应用BIM技术能够使项目现场各项工作开展便捷、顺畅，实现建设效果的稳固提升<sup>[2]</sup>。

### （二）BIM技术在高速公路安全管理中的应用

在高速公路项目建设过程中，受各方面因素影响会造成施工隐患的产生甚至出现安全事故，所以重视安全管理工作是保证项目顺利实施的关键。融水至河池高速公路采用了以下三点BIM技术辅助项目的安全管理：

（1）VR（Virtual Reality）“虚拟现实”三维可视化交底。利用计算机生成一个三维的虚拟空间，针对施工过程中可能出现的各种重大危险源，如：高处坠落、触电伤害、坍塌伤害等，运用3D Max软件制作VR场景库，对管理人员、操作人员进行安全技术交底和规范操作教育，从感知到交互，从学习到理解，让一线施工人员“有意识”避开工地现场危险源，有效提高了交底效益。（2）AR（Augmented Reality）“增强现实”三维可视化交底。利用虚拟物体对真实场景进行“增强”显示，与虚拟现实相比，具有真实感强、建模工作量小的优点。BIM工作组将VR技术运用在项目建设中，对项目复杂异型构件建立BIM三维模型，运用AR技术将三维模型形成安装包，使用手机等设备扫描二维施工图纸，即可将复杂异型构件在手机客户端中显示为三维模型。在开展施工交底工作时，可让施工人员在施工过程中，通过手机随时调出样板构件的三维模型，将模型叠加于实际施工部位，实现精准交底，提高工作效率。（3）720全景三维可视化交底。720全景技术即为超过人正常视角的图像，具有水平360度、垂直360度环视的全景效果。工作组运用720全景技术对BIM模型进行处理，通过扫描二维码或网页链接进行项目各桥梁、互通立交环境效果的清晰传达，实现在不同场景三维可视交底的作用<sup>[3]</sup>。

### （三）BIM技术在高速公路成本管理中的应用

高速公路项目因建设规模大、投资成本高，尤其需要做好成本管理工作以节约建设资金投入，提高项目的经济效益。应用BIM技术进行辅助成本管理，有效将各

类管理数据资料进行统一化分权管理。通过BIM算量软件提取对应模型中的工程量信息，将其作为工程预结算的依据。成本管理成果通过平台的文档、流程模块结合，将审核、变更、签证、结算等工作在平台上进行过程监控和归档管理，并支持框图生成工程量数据信息，利用BIM模型进行关联和反查，方便审核人员直观查看复核工程量成果、付款合同工作界面。

### （四）BIM技术在高速公路进度管理中的应用

高速公路项目施工周期较长，而工期管理是保证项目社会效益及经济效益的关键，应用BIM模型辅助施工工期管理，推进了项目建设有序实施。根据项目施工组织设计安排的进度计划，工作组利用4D施工模拟软件，在已经搭建好的模型基础上加上时间维度，分专业制作可视化进度计划。BIM模型支持对进度计划管理、施工过程管理及时更新统计，通过不同权限的划分，可进行任务计划创建、实际完成审核，并自动生成甘特图，支持项目MS-project进度导入导出。一方面可以技术分析各分部分项工程施工的具体进展情况，指导管理人员现场施工，另一方面为建设单位提供非常直观的可视化进度控制管理依据，以便采取预防应对措施及时纠偏施工进度，显著提高进度管理效果，确保在规定工期之内完成工程交付。

## 四、BIM技术在高速公路工程施工中的应用

### （一）BIM数字化在桥梁工程施工中的应用

桥梁工程是高速公路建设中一项较为繁杂的施工内容，随着项目进度的不断进展，其施工管理的难度也会逐步攀升。有效应用BIM技术可以将其施工全过程信息化、可视化，通过构建桥梁各部位结构的三维模型，同时将参数信息加入到对应的构件中，按照施工逻辑顺序集中在信息共享平台，可以预测施工中可能遇到的问题并制定相应的处理措施，不仅能够对构件、配筋等进行检测，而且还可以为后续施工模拟提供较好的基础依据，如图1所示。

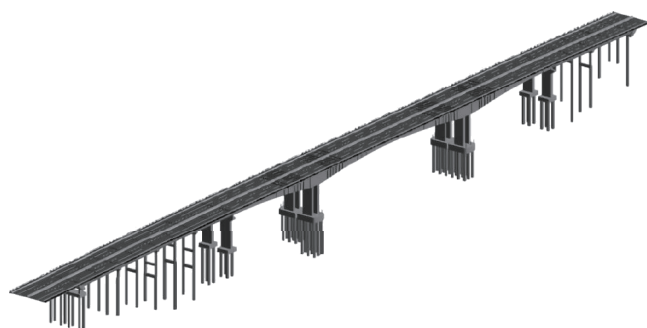


图1 牛角口融江特大桥全专业BIM模型

#### 1. 结构碰撞检查

部分桥梁构件的空间布局有时不能满足施工要求，导致在后续正常施工中需要面对构件的碰撞问题。在传统方式中，一般在二维图纸上进行分析比较，对构件碰撞检查较为复杂，且检查时间较长，准确率低。通过运

用BIM技术将二维图纸信息转换为全专业三维空间信息,更加直观地表达出构件的空间关系,同时运用软件将整合的模型信息进行撞点反查,筛选出冲突部位,输出施工中可能存在的碰撞点,最后各方依据报告中的碰撞冲突部位进行协商,提出修改方案。

### 2. 工程结构算量

在桥梁工程量统计中,对于较为复杂的结构部位,按照分部分项对BIM模型进行分类,添加其构件特征及相关描述信息,完善信息模型中的成本信息,即可通过算量软件提取模型中的钢筋量、混凝土工程量信息,将其作为工程结算的参考依据。

### 3. BIM效果展示

利用Lumion制作平台的实时3D可视化渲染功能,通过导入GIS地形模型与桥梁BIM模型,方便快捷地制作视频及渲染静态帧,从而进行桥梁模型附带周围地形环境的动态浏览,便于设计方案讨论和施工效果检查,给项目管理人员带来全新的真实现场感和交互感,达到良好的宣传展示效果。

## (二) BIM 数字化在路基工程施工中的应用

路基是高速公路的重要组成部分,对整个项目的施工效果以及施工效益存在直接的关系。构建BIM技术信息共享平台进行路基施工质量,不仅畅通各参建方的信息沟通交流,发挥数字化技术优势,提高管理水平,而且可以随时调整现场的施工计划,并根据需要做出改进,以确保现场施工顺利完成。在路基施工中,利用BIM数字化技术,可以准确标记路基施工作业的各项数据信息,如挖方路基边坡的防护形式,填方路基的压实度、设计弯沉值等方面。利用BIM模型指导现场路基压实作业,如压路机压实遍数、压实速度、振动参数、高程等各项数据,严格按照施工方案执行,保证路基施工顺利开展。

### 1. 土石方数据自动采集

融水至河池高速公路将“BIM+无人机技术”结合,即运用无人机倾斜摄影技术结合BIM建模的方法,快速开展全线路基挖运分析与工程量的核算,实现土石方平衡计算的精确化。项目利用无人机对施工场地原始地形地貌拍照,由于每张照片都带有拍摄时的经纬度、海拔高度、拍摄姿态(角度)等POS信息,因此将照片导入Smart 3D软件中将其处理为三维点云数据,将点云数据导入Civil 3D软件中,并利用其生成施工阶段测量曲面,对生成的原地形及模拟施工完成后的两种曲面进行体积计算,生成项目全线无人机土石方统计报告,得出相应的填(挖)方量和净填(挖)方量。将报告成果与设计图纸工程量、人工测量工程量进行多方对比,为工程预结算提供方便、高效、可靠的依据<sup>[4]</sup>。

### 2. 路基电子沙盘

由于高速公路工程建设涉及的信息量庞杂,传统方式中项目管理人员无法及时直观准确地掌握项目的建设进度,以致无法做出最优的决策。在此背景之下,BIM

工作组以无人机技术为基础,搭建了融水至河池高速公路路基电子沙盘,以三维地理信息模型呈现路基工程施工情况,同步显示工程建设各类数据,使数据的表达更加准确逼真,实现了管理和品质创新,如图2所示。

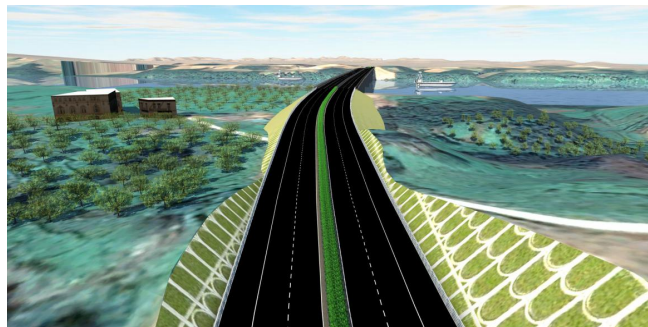


图2 融水至河池高速公路电子沙盘

## (三) 基于 BIM 技术的视频远程监控

工作组针对高速公路建设里程长、管理人员不足所引起的重点施工环节管理精细化水平低,建设环节质量取证困难的问题,以计算机网络通信技术、视频压缩技术和硬盘存储技术为支撑,结合BIM技术设计了融水至河池高速公路远程视频监控系统,可以对项目整个建设过程进行全方位实时视频监控并存储,对现场施工人员有警示作用,有效遏制质量通病。BIM智能监控系统为紧急情况下现场取证提供有效资料,提高远程监督管理水平,使管理人员快速了解项目的施工情况,能及时发现施工过程中的质量、安全问题,通过电话或者平台质量安全模块发起事件及时要求现场人员进行整改,提高管理效率<sup>[5]</sup>。

## 五、结语

总之,随着高速公路工程项目管理越来越精细化、专业化,项目管理人员所需要处理的信息量也在与日俱增。BIM技术能够根据高速公路项目实施的不同阶段,将产生的各种数据信息进行整合和利用,可以有效解决项目面临的设计、施工及管理难题,科学地保证了项目的目标管理、资源管理、过程管理,为项目的顺利实施奠定良好的基础。

## 参考文献

- [1] 赵欢. BIM技术在高速公路桥梁养护综合管理中的应用[J]. 工程技术研究, 2023, 8(16): 123-125.
- [2] 张博, 闫晶, 吴琼. 浅谈BIM技术在高速公路互通工程中的应用[J]. 交通科技与管理, 2023, 4(15): 27-29.
- [3] 郭杰. BIM技术在高速公路施工安全管理中的应用[J]. 建筑结构, 2023, 53(12): 185.
- [4] 贾生平, 谢显龙, 穆树元. BIM+GIS技术在高速公路临建工程中的应用[J]. 路基工程, 2023, (01): 171-174.
- [5] 赵柱兴. 高速公路土建工程BIM技术研究[J]. 运输经理世界, 2023, (14): 7-9.