

BIM 技术在特大钢管拱桥施工中的应用

蒋赣猷, 罗伟, 孙辉, 唐雁云

(广西路桥工程集团有限公司, 广西 南宁 530000)

摘要: 鉴于钢管拱桥跨度大、专业繁杂、交叉施工作业多, 在施工阶段引入 BIM 技术, 通过建立精细化的全桥三维模型, 在模型基础之上进行工程量统计、虚拟仿真漫游、4D 施工模拟、协同管理平台等 BIM 技术应用, 使项目管理人员能够直观了解整个施工流程, 实现项目各参与方之间的信息共享, 提升桥梁工程项目管理的信息化水平, 保障施工质量及安全。

关键词: BIM 技术; 特大钢管拱桥; 施工; 应用

当前, BIM 技术已在国际上成为了项目管理的一种重要手段, 美国等一些发达国家已相继采用 BIM 技术对项目实施管理。随着中国交通基础设施建设的不断发展, 桥梁作为基础设施建设中的关键节点, 对设计、施工、管理各方面提出了更高要求, 在桥梁施工过程中充分应用信息化技术也已成为发展趋势。大跨度钢管拱桥工程区别于一般的建筑工程, 不仅造型复杂、构件精度要求高、施工难度大, 且建造过程涉及到多项复杂工程, 施工环境复杂多变, 甚至存在安全风险。因此, 应将 BIM 技术与桥梁工程有效结合, 在传统的桥梁工程项目上寻求新突破。该文以平南三桥为依托工程, 在项目施工阶段引入 BIM 技术, 研究 BIM 技术在拱桥施工过程中的应用, 实现桥梁建设过程中的信息传递, 加快施工技术和项目管理模式的升级, 保障桥梁施工的质量和施工的安全。

1 工程概况

平南三桥为广西荔浦至玉林高速公路平南北互通连接线上跨浔江的一座特大型桥梁, 位于平南县西江大桥上游 6 km 处。平南北互通连接线起点接平南北互通立交收费站, 经沙坪顶、遥望、牛角塘、独田、上平田、新屋后, 在潭垌处跨越浔江, 终点位于九座屋, 与平南县规划西外环相衔接, 地理位置如图 1 所示。

平南三桥主桥跨径 575 m (净跨径 548 m), 为中承式钢管混凝土拱桥 (图 2), 北岸引桥上部采用 $(40+60+2\times 35)$ m 现浇预应力混凝土连续梁桥, 南岸引桥采用 $(50+60+50)+(3\times 40)$ m 现浇预应力混凝土连

续梁桥, 桥梁全长 1 035 m, 其中南岸拱座设计为扩大基础, 北岸拱座为地下连续墙基础。



图 1 地理位置图

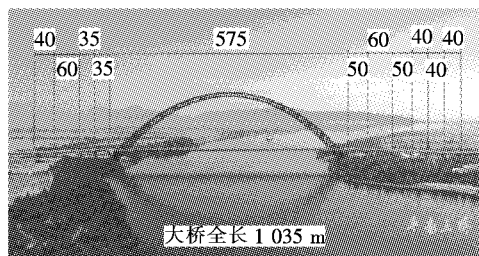


图 2 桥型布置图 (单位: m)

2 建立三维模型

搭建桥梁三维立体模型, 是 BIM 技术在桥梁施工过程中的初步应用, 该项目以设计施工图为基础数据源, 使用软件进行参数化建模, 模型精度达到 LOD300 级别, 符合施工图设计深度要求, 为后续 BIM 技术应用和精细化建模提供了基础, 桥梁三维模型如图 3 所示。

通过无人机倾斜摄影采集现场地理数据, 对施工场地原始地貌拍照, 得到带有拍摄时经纬度、海拔高

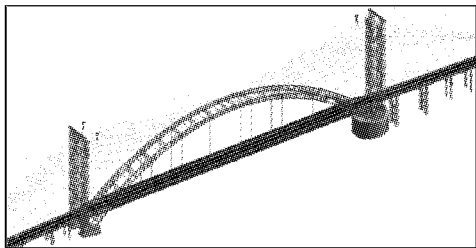


图 3 桥梁三维模型

度、拍摄姿态(角度)等 POS 信息的照片,将照片导入 Photo scan 软件中处理成可导入 Civil 3D 软件的三维点云数据,用 Civil 3D 软件生成施工阶段测量曲面,对生成的两种曲面进行体积计算,得到相应的挖方量、填方量和净挖方量,将填方量和挖方量之差控制到最小值,达到土石方平衡计算量精确和降本增效的目的。再将施工图设计阶段模型导入处理好的地形模型中,形成 BIM+GIS 模型,真实还原现场建设情况。

利用无人机拍摄施工现场和项目经理部,制成 720 全景,帮助管理人员全面了解施工现场、项目经理部场地布置和施工情况,并根据后续施工要求,建立相应级别精度的模型,方便施工管理。

3 工程量统计

BIM 平台以三维建筑信息模型为基础,可直接计算得到建筑构件的物理量数据,为之后导出工程量清单打下基础,读取并计算该数据进而统计出材料用量,得到各子项的工程量清单及项目特征信息,极大地提高了各阶段工程造价计算的效率与准确性。主要实施过程包括在施工作业模型基础上,加入构件项目特征、参数化信息及相关描述信息,并完善成本信息,利用 BIM 软件获取施工作业模型中的工程量信息,并作为建筑工程招投标时编制工程量清单和招标控制价格的依据,同时也作为施工图预算的依据。如格子梁工程量统计如图 4 所示。

4 虚拟仿真漫游

(1) AR 三维可视化交底

基于高精度的 BIM 模型,开展增强交底应用工作,利用 AR 技术将 BIM 模型与施工图纸结合生成手机端 APP—Unity,在移动端安装并打开该 APP,扫描图纸即可在移动端看到复杂构件的三维模型,施工人员在加工过程中,可随时扫描二维图纸调出样板构件

的三维模型,叠加于实际施工部位,将现场加工构件与三维模型进行对比,实现精准交底。通过 AR 技术将传统的施工交底从二维形式升级到三维形式,大大提高了交底效率和加工精度,减少了工程返工和施工构件的尺寸误差。

显示名称	(R)净体积	(R)净重
标准段格子梁算量 A.1		
标准段格子...719.1	13.888 m³	109 023.606 kg
HZ1 主...横梁.1	4.115 m³	32 303.976 kg
HC1 次...横梁.3	2.444 m³	19 185.312 kg
HC1 次...横梁.2	2.444 m³	19 185.312 kg
HC1 次...横梁.1	2.444 m³	19 185.312 kg
HC1'次...横梁.1	2.441 m³	19 165.303 kg

图 4 格子梁工程量统计

(2) VR 虚拟现实体验

利用 VR 技术,结合 BIM 模型实现建筑施工可视化、模拟性、优化性,可帮助施工方预先模拟施工过程,使用建造的虚拟环境对工人进行安全教育,例如 VR 安全教育体验馆,根据现场实际情况布置场景内容,场景内环境真实,真实还原施工现场,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,减少伤亡伤害。

(3) 720 全景三维可视化交底

基于无人机航测拍摄的现场航拍图制作出 720 云全景,结合 720 全景技术对 BIM 模型进行处理,管理者无需亲自到施工现场,通过手机端扫描二维码或网页链接即可浏览项目全景,清晰传达环境效果,带来全新的真实现场感和交互式感受,提高了工程管理效率,实现了在不同场景三维可视交底的作用。平南三桥 720 云全景如图 5 所示。



图 5 平南三桥 720 云全景

5 4D 施工模拟

利用 Fuzor、Navisworks 等软件,根据施工组织安排的施工计划进行时间安排,在已经搭建好的模型基础上加上时间维度,分专业可视化进度计划,将传统施工进度计划与 BIM 模型进行整合,对关键节点、工序在 BIM 平台上事先模拟施工过程,制作三维动画视频,加之可视化交底,以 4D 的形式直观反映在视线中,让项目管理人员清晰了解整个工程进度安排,及时发现每个环节的重点、难点,制定并完善合理可行的进度计划,一方面可指导现场施工;另一方面为建设、管理单位提供非常直观的可视化进度控制管理依据,保证整个项目实施过程中人力、材料、机械安排的合理性,以最佳的效果把施工工艺传达给施工人员,降低沟通的时间成本,缩短工程工期,提高工程质量。

施工模拟的主要实施过程为:将整体工作按照分部分项、工序依次分解,关联到施工过程模型,将进度管理相关资源附加到模型上,并关联进度计划,进行对比分析,最后将分析结果与前期的项目管理目标进行对比,若有偏差逆向修改资源配置直至满足要求,最终形成施工计划模拟演示文件和施工进度控制报告。

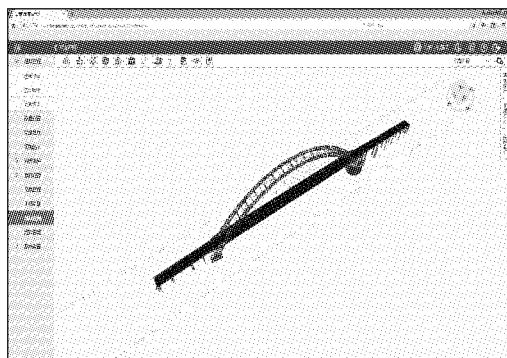


图 6 施工进度管理

6.2 文档管理

项目管理人员将文件、图纸、施工资料上传至项目管理平台归档,与 BIM 模型进行关联,通过模型快速查找到与构件相关的施工资料,实现多人同时查看同一文件和构件信息、施工资料一体式管理(图 7)。

该项目管理平台采用最新的国家规范版本,并按照最新规范制作表格,内置划分模板,根据单位、分部、分项工程进行划分,填表阶段可显示流程流转状态(启动、待办、审批、归档),支持资料网上填报、线上审批和快速搜索查找,拥有清晰的结构树划分工序,并精细至

6 BIM 平台应用

BIM 平台作为项目协同管理平台,在 BIM 模型的基础上,通过手机端、web 端使用平台进度管理、质量管理、安全管理、文明施工、文档管理、监控监测等模块进行项目管理,可直观、快速地了解各分部分项的施工进度、施工事件以及施工资料,实现项目运转高效管理。

6.1 进度管理

通过平台 web 端录入进度计划,并与 BIM 模型相关联,将施工资源和场地布置信息集成一体,对施工阶段中的工程进度、人力、材料、设备和场地布置进行动态集成管理,按现场填报的实际工程进度通过不同颜色在电子沙盘上显示对应的分项 BIM 模型,并在系统后台自动生成整个项目的实际进度,现场管理人员可通过移动端实时填报构件生产、施工状态,在平台上直观了解项目进展情况,把控项目进度,实施进度管理,同时在进度计划的基础上,关联产值信息,管理者利用平台可了解到本季度或下一季度的产值情况,帮助其制定实施月或季度投资计划。图 6 为 BIM 平台施工进度管理界面。

序号	任务名称	计划开始	计划结束	实际开始	实际结束	状态
1	平南三桥的桥墩施工计划	2174	2018-01-01	2021-03-15	2018-05-19	正常施工
2	平南三桥的桥墩施工计划	126	2018-01-01	2018-04-30	2018-04-30	正常施工
3	平南三桥的桥墩施工计划	217	2018-07-01	2019-02-02		未开始
4	平南三桥的桥墩施工计划	80	2018-07-01	2018-09-18		未开始
5	平南三桥的桥墩施工计划	80	2018-07-01	2018-09-18		未开始
6	平南三桥的桥墩施工计划	80	2018-07-01	2018-09-18		未开始
7	平南三桥的桥墩施工计划	80	2018-07-01	2018-09-18		未开始
8	平南三桥的桥墩施工计划	80	2018-07-01	2018-09-18		未开始
9	平南三桥的桥墩施工计划	80	2018-07-01	2018-09-18		未开始
10	平南三桥的桥墩施工计划	80	2018-07-01	2018-09-18		未开始
11	平南三桥的桥墩施工计划	80	2018-07-01	2018-09-18		未开始
12	平南三桥的桥墩施工计划	80	2018-07-01	2018-09-18		未开始
13	平南三桥的桥墩施工计划	40	2018-07-01	2018-08-18		未开始

工序级,简单明了,可与 BIM 模型的信息接口对接,自动提示不合格数据及缺少的表单,定时或退出系统时自动保存。

通过内置划分模板、与规范数据自动对比、数据引用智能高效、填写范例等大大降低内业资料编制工作量与难度,建立统一的表格体系、工序用表、签转流程、填写要求、工程结构分解等标准化管理体系,从工序检验资料中自动抽取评定所需的数据,大大减少评定工作量,由原来的事后管控模式变为过程控制,随时能监管文档进度与质量情况,确保满足“三同步”管理要求。

6.3 监测管理

由于现场监测数据体量庞大,对于数据的采集、整理归档存在一定的滞后性,可通过将放置于地连墙、拱座等特殊部位的监测设备与 BIM 平台进行对接,实现

监测数据实时更新、管理,即时报警,快速反应,及时掌握施工现场情况,并对进度计划和施工现场问题及时讨论,制定解决方案,掌控施工进度和质量。图 8 为梁桥南岸拱座基础温度监测。



图 7 文档管理

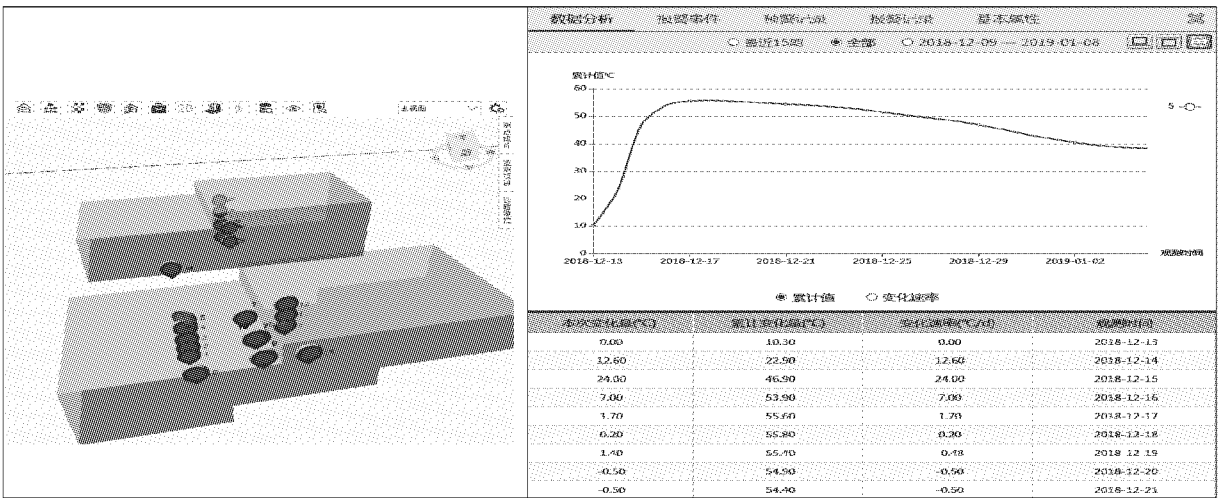


图 8 南岸拱座基础温测结果

6.4 监控管理

为实现对工程问题的实时跟踪,杜绝安全隐患,将建设项目南岸、北岸以及拱肋加工厂的监控视频对接上 BIM 云平台,通过平台实时查看现场施工情况,了解施工进度,进行安全事件追踪,如对项目某处盖板涵安全围栏、安全标识牌缺失的安全事件,安全员拍照上传到平台并文字说明详情,推送至相应经办人进行解决,再推送至督办人检查是否按要求整改,最后由验收人验收整个事件,从而实现现场安全问题的处理闭环,同时也可预防质量安全事故发生,达到规避风险的目的。

6.5 移动端应用

通过移动端或 web 端查看相应构件的开工时间、混凝土浇筑时间等关联信息,采集现场数据,项目现场管理人员通过创建质量、安全事件,将照片、视频、整改通知单等内容上传至管理平台,结合相应的附加说明,可快捷高效地对施工质量、施工安全进行管理,使管理者对问题的位置及详情精准掌控,及时统计分析,确定纠正措施,既保证施工顺利进行,也利于业主对整个施工过程的质量问题进行透明化、痕迹化、可追溯和闭合型协同管理,并通过 BIM 施工管理平台将质量事件生成施工日志,避免了手写施工日志或回忆录的情况,采

用手机电脑同步处理,对关键节点进行可移动化操作管理,使工作更高效。同时通过基于平台实时量化反

映劳务班组的履约及信用情况,大幅度提高劳务队伍工作的积极性及主动性,如图 9 所示。



图 9 移动端管理

6.6 电子沙盘

通过国家地理三维坐标导入谷歌三维地形+无人机采集地形+BIM模型,基于BIM+GIS的建设信息集成平台,项目各方均可在平台内传递和共享信息,各参与方协同作业,通过分析模型信息和地理环境要素,定位桥梁位置,展示无人机航拍的工地现场施工现状,实现项目全线三维效果展示和施工工程分标段、分工区监控,展示窗内的所有工程均可三维拖动展示。在项目工程中,归集分析包含项目周边水文、地质、环境、交通等的设计和施工信息,完善了传统电子沙盘信息易遗失和失真的漏洞。

利用电子沙盘,将投资计划、工程管理、进度管理、劳务管理、试验检测、远程监控、视频会议、任务管理以及运维管理集成一体,实时更新工程信息,支持在线查看,可视化监控项目安全、进度、质量,实时把控施工过程中各个节点,对建设项目施工阶段的进度、人力、材料、设备和场地等进行统一管理,帮助项目部管理者指导作业队伍建造出高水平、高质量的公路桥隧,同时通过电子沙盘与BIM结合,实时掌握工程实体进展程度。

7 结语

研究了BIM技术在特大钢管拱桥施工管理中的

应用,通过建立精细化的桥梁三维立体模型,保障了BIM可视化施工的正常进行。在项目施工阶段,采用了工程量统计、虚拟仿真漫游、4D施工模拟等BIM技术,使项目管理人员能够直观了解整个施工流程,实现项目各参与方之间的信息共享,提升了桥梁工程项目管理的信息化水平,保障了拱桥施工质量及效率。使用BIM平台进度管理、质量管理、安全管理、文明施工、文档管理、监控监测等模块进行项目管理,可直观、快速地了解到各分部分项工程的施工进度、施工事件以及施工资料,实现项目运转高效管理。

参考文献:

- [1] 马少雄,李昌宁,徐宏,等.基于BIM技术的大跨度桥梁施工管理平台研发及应用[J].图学学报,2017(3).
- [2] 刘祖雄,申祖武,王军武,等.基于BIM技术的桥梁工程施工材料精细化管理[J].中外公路,2018(1).
- [3] 张楚俊,龚小双.BIM技术在桥梁建设中的应用[J].交通科技,2017(2).
- [4] 龙腾,唐红,吴念,等.BIM技术在武汉某高架桥工程施工中的应用研究[J].施工技术,2014(3).
- [5] 林友强,曾明根,马天乐,等.桥梁工程设计BIM技术应用探索[J].结构工程师,2016(4).
- [6] 宋冰,卞佳,张岩,等.BIM技术在海外悬索桥施工中的应用[J].公路交通科技,2018(1).