

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2020.10.050

浅谈 BIM 技术在桥梁工程中应用

陈大淀¹, 涂恋恋², 雷 栋¹, 何思元¹

(1.中交路桥华东工程有限公司, 上海市 201300; 2.江苏集水环境工程有限公司, 江苏 苏州 215000)

摘 要:以洞庭湖大桥 A2 标项目、莫桑比克马普托大桥项目、飞云江跨海特大桥项目为依托, 实现 BIM 技术在大型桥梁工程施工阶段的研发和应用。主要介绍 BIM 技术在此三个项目中的实际应用情况及存在问题。

关键词: BIM 技术; 桥梁工程; 施工

中图分类号: U455.1

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2020)10-0184-03

0 引言

随着 BIM 技术的不断发展, 越来越多的工程项目开始选择使用 BIM 技术这一平台。我公司也正积极参与 BIM 技术在桥梁工程项目中的研究及应用。

飞云江跨海特大桥结构设计为主跨 390 m 的双直立塔斜拉桥。特大桥主塔内截面和主梁截面变化形式较复杂, 预应力体系、结构预埋件、施工预埋件和斜拉索体系等空间位置要求苛刻^[1]。索导管在安装过程中比较复杂, 精度要求高、工序较多, 其安装精度对斜拉索安装质量和全桥受力体系会产生直接影响。

洞庭湖大桥主桥主要为 1 480 m+453.6 m 双塔双跨钢桁梁悬索桥, 岳阳侧主桥副孔为 3×60 m 等截面预应力混凝土悬浇连续刚拱桥, 君山侧主桥孔为 34.58 m+4×60.5 m 等截面预应力混凝土悬浇连续桥梁^[2]。主缆跨径布置为 460 m+1 480 m+491 m, 主梁跨径布置为 1 480 m+453.6 m, 在左右幅各设置一幅猫道在主缆中心线下方, 猫道为三跨连续, 为了尽量保持猫道线形与主缆中心线一致, 需要在塔顶增设下拉装置^[2]。

莫桑比克马普托大桥是一座单跨钢箱梁悬索桥, 位于马普托湾入海口, 主桥主缆跨径布置为 260 m+680 m+284 m, 其主塔采用门式框架结构, 两岸锚碇均为重力式锚碇, 是非洲地区目前主跨跨径最大的悬索桥, 大桥建后将成为莫桑比克共和国地标性建筑^[2]。项目当地资源匮乏, 工人技术水平落后, 无工程施工经验, 并且为响应集团号召, 打造国际化公司, 项目在当地大力开展属地化管

理工作, 为项目的各项管理工作提出了更高的要求^[3]。保证工程质量和施工安全、减少项目成本投入、合理调配资源管理、促进标准化文明施工、提高精细化管理水平是本项目研究的重点^[3]。

我公司研究涉及结构模型搭建、碰撞检查、优化设计、全景 3D 模拟、施工流程演示、技术交底、现场管理、进度管控、企业技术标准化、周转材料管理方面的研发和应用, 实现 BIM 技术在桥梁施工阶段的推广应用。

1 BIM 应用方案

1.1 飞云江大桥

飞云江跨海大桥施工准备阶段工艺最复杂、风险性最大的关键分项工程是主墩钢套箱施工, 此阶段施工临时结构与机械设备种类繁多, 且水上作业平台施工时间受潮位影响大、空间较紧凑、施工预埋件多^[1]。施工工艺涉及三部分: 平台转换、防撞套箱安装、承台混凝土施工。其中平台从钻孔平台向拼装平台转换, 防撞套箱的吊装是整个承台施工的关键步骤, 涉及龙门吊轨道延伸、防撞箱运输和拼装、起吊下放就位, 承台混凝土施工涉及海工混凝土、大体积混凝土^[5]。对此, 技术人员需通过相关研究, 进行主墩钢套箱施工全套模型和工艺应用模拟工作, 结合施工方案利用 BIM 技术进行施工工序的动态模拟, 将此模型用于后期进行现场技术交底与技术指导^[6]。

首先创建钢套箱模型、内支撑模型、相关机械族, 然后将上述模型创建为统一格式后导入 Navisworks 软件, 合成一个组合模型, 为开展模型在后续的方案实施中应用提供基础条件。

1.1.1 工艺模拟 BIM 技术应用

根据 BIM 技术的特点, 考虑在本项目属于初

收稿日期: 2020-04-13

作者简介: 陈大淀(1990—), 男, 硕士, 工程师, 从事桥梁工程施工工作。

次使用 BIM, 主要结合点如下:

(1) 建立主墩承台施工涉及的工程实体 BIM 模型、施工措施模型(平台)、施工机械设备模型、环境(水面、泥面、已经完成桩基、栈桥)模型。

(2) 对施工工艺、场地布置、机械准备, 进行施工工艺各环节涉及的空间关系分析。

(3) 确认整个施工工艺环节的空间无冲突。

(4) 对前述施工关键细节, 通过 BIM 模型确认施工可行性。

(5) 根据以上成果形成主墩承台施工的 4D 模型, 满足施工工艺流程分析要求。

1.1.2 BIM 技术在碰撞检查中的应用研究

在正式施工前, 可以通过在建模过程中发现的设计图纸错误, 能够得到及时的澄清或勘误。此外, 模型可以对临时结构与永久结构的相互干涉进行排查工作, 保障施工过程的顺利。

Navisworks 软件可以对不同结构进行碰撞检查, 并可以通过 BIM 连接的信息化将碰撞点及时准确地反馈给项目部所有技术人员, 总体施工部署得到一定程度的优化, 可有效地避免在施工过程中可能出现的预埋件与主体结构、预埋件与预埋件之间的相对位置出现冲突的现象^[7], 对返工现象进行高效的防治, 极大地减少管理人员时间和精力的耗费, 提升工程质量和促进工程进度, 达到提升项目及社会经济效应的目的。

1.2 洞庭湖大桥

1.2.1 BIM 模型合成研究

将模型创建为统一格式后导入 Navisworks 软件, 合成一个组合模型, 为开展模型应用提供基础条件。通过相关技术研究, 合成模型必须满足如下条件:

(1) 严格按照图纸尺寸创建模型;

(2) 施工机械及施工措施符合现场实际;

(3) 安装施工方案进行模型拆分, 为开展进度模拟提供条件。

1.2.3 BIM 技术进度模拟应用研究

运用 Revit 软件建立的桥梁为 3D 模型, 我司在此基础上增加一个时间维度, 结合施工进度计划, 以此实现 4D 的施工模拟。将此模拟与施工时间节点对应, 工程师能实时地将现场施工进度情况与 4D 模型对比, 发现进度偏差时立刻采取纠偏措施。洞庭湖项目部运用 BIM 技术实现 4D 施工模拟, 将猫道的整个施工过程利用 BIM 进行模拟, 利用模型进行现场技术交底, 使施工人员清楚的掌握现场每个阶段的施工任务, 更高效的进行现场施工。

1.3 莫桑比克马普托大桥

1.3.1 BIM 技术在深化设计(结构模型搭建、碰撞检查、优化设计)方面的研发和应用

相对于之前图纸会审时, 都是采用设计院提供的二维蓝图对各个建筑结构的平面位置和空间高程进行对比, 检查设计问题^[4]。这种常规的图纸会审方式费时费力, 且最终会审结果不全面, 而利用 BIM 技术的图纸会审只需将建立好的模型导入 Navisworks, 自动运行碰撞检查, 并通过人工筛选碰撞点并进行汇总, 以碰撞报告形式提交设计^[4]。

1.3.2 BIM 技术在施工方案比选和论证(全景 3D 模拟、施工流程演示)等方面的研发和应用

(1) 南主塔上横梁施工方案比选

南主塔上横梁施工方案拟采用钢管桩支架法和大型牛腿法两种施工方案, 经过受力分析, 两种方案通过 BIM 软件建立模型, 进行施工模拟, 提取工程量进行对比分析, 采用大型牛腿施工方案不仅施工难度小, 且大大减少了材料的使用, 避免了塔柱与横梁支架搭设交叉施工, 节约了施工工期。且经受力分析, 满足承载力要求。

(2) 南锚碇散索鞍吊装施工方案模拟

本项目散索鞍吊装是一个十分重要的施工环节, 也是一个大的施工难点。项目经理部前期制定了相应专项施工方案。但是纸质版的施工方案在现场无疑会带来沟通上的困难。通过 BIM 技术的施工方案模拟, 将施工工序分解, 细化底板支架设计、门架起吊系统安装、底板安装、底座安装, 散索鞍安装各个施工步骤, 对现场作业人员进行可视化技术交底, 大大提高了沟通效率, 节省了施工工期, 确保各工序有条不紊地开展。

同时在本项目中 BIM 还进行钢箱梁吊装施工方案模拟、猫道架设施工方案模拟, 各个施工步骤对现场作业人员进行可视化技术交底, 提前进行各项施工准备, 确保各工序有条不紊地开展, 节约了施工工期; 同时进行 BIM 技术在现场管理、进度管控等方面的研发和应用。

2 研究成果的应用情况及对社会的意义

2.1 应用情况

在桥梁施工阶段引用 BIM 技术进行项目施工过程的管理, 目光仅局限于设计和施工阶段, 对项目的全生命周期运用不足, 没有考虑对模型的进一步运用, 尤其对于项目后期, 项目的运营管理。由于 BIM 技术是新兴技术, 处于新老技术交替阶段, 技术人员的适应性还不是太强, 但在费

用管控方面,效益非常明显,整个项目从建筑的构件入手,一个个构件组成了完整的整体,这种方式有利于业主对变更引起的费用进行把控。

整体看来桥梁项目的BIM整体应用还不平衡,部分环节的应用已经达到了相对成熟的阶段,但是还有部分还处于传统的范畴,在整体建筑行业还处于传统阶段,BIM技术的发展还需要企业和政府的相关政策的共同推进。

2.2 应用情况

本课题研究的马普托大桥是第一个将BIM技术应用在非洲大型悬索桥施工管理中,为全国乃至世界其他多座大型桥梁的建设起到示范作用。本课题研究,促进了BIM技术在桥梁建设行业特别是大型桥梁施工中的发展,通过直观的虚拟建模推演,极大地提高了设计和项目管理水平、施工质量及参建各方沟通效率,有效地缩短了设计和施工周期,加快了桥梁工程建设步伐,BIM模型的全生命周期应用价值,也有力地提升了后期运营维护管理的能力。

3 BIM技术应用现存的问题

(1)目前BIM技术缺乏统一、规范的桥梁结构与设备数据库。目前,我国桥梁行业有关桥梁工程的各种标准尚未出台,桥梁结构与设备由于构造复杂多变、品种繁多、规格复杂,制订统一、规范的编码标准难度更大。由此,极大影响了桥梁建设过程中信息化的进程。

(2)审核流程繁琐。现阶段,BIM图纸在施工阶段的绘制是建立在设计院设计蓝图的基础上再建立模型优化,在优化过程中发现设计图纸不合理的地方需要经过设计院、业主反复意见之后,进行BIM建模优化后才能投入使用。BIM优化团队对优化设计方案没有直接的权利。而取得方案优化权流程复杂,直接延误施工图优化的进程,从而影响施工进度。

(3)软件体系不健全。目前,相关的BIM软件主要是针对设计单位开发的,而相对于施工管理方面,开发的软件资源比较少,而且部分相关软件无法相互兼容连接,没有相应的技术进行支撑。

(4)BIM技术软件的使用需求。常用的BIM软件相对于目前2D设计而言,BIM相关的软件培训难度大,而让施工人掌握的难度则再次加大,

这就增大了BIM在施工单位推广的难度。

(5)施工阶段BIM模型的要求。施工质量、进度、成本、安全的管理目标对BIM模型质量的要求比较高。BIM模型中构件的划分、建立直接影响工程施工过程中提取准确的相关数据。

(6)相比于房屋建筑,单个桥梁的构件更加复杂。但是,桥梁虽然单个构件复杂,构件数量却不如建筑多,因此使用BIM带来的收益有多大,值得探讨。

4 结语

(1)相对于房建领域,如今桥梁工程领域的BIM技术应用仍处于探索阶段,本公司BIM技术应用,可以发现部分设计图纸问题,同时通过施工方案模拟和BIM协同平台的应用,解决了现场施工中碰到一些问题,有效的指导了项目的施工。

(2)基于BIM的专项施工方案,可以直观反应施工现场情况,达到可视化交底的目的,从而保障了施工的各项技术指标、安全指标。同时,BIM技术的引入,使得工程各组成部分具有责任的可追溯性,也减少了项目实施过程中的未知,让管理变得轻松和精细化,给参建各方带来了巨大的经济效益。

(3)协作式项目交付,不仅改变设计方式,而且改变整个项目执行施工的方法。

(4)利用BIM技术在环境保护、节能减排、绿色施工等薄弱环节取得突破性进展,为公司及社会以后的无污染施工、环保施工、绿色施工谱写一篇华丽的篇章。

参考文献:

- [1] 蔡邦国,吴乾坤,雷栋.强潮差海域超大哑铃型防撞钢套筒施工关键技术[J].公路,2017,35(增1):162-165.
- [2] 蒋德林,闫朔,周俭.悬索桥无索区梁段连续荡移式吊装技术研究[J].公路交通科技,2018,35(增1):36-44.
- [3] 宋冰.马普托大桥跨航道环境缆索吊设计要点[J].公路交通科技,2018,35(增1):29-35.
- [4] 宋冰,卞佳,张岩.BIM技术在海外悬索桥施工中的应用[J].公路交通科技,2018,35(增1):29-35.
- [5] 项庆明,于昌平.有底防撞钢套筒下放系统设计及施工[J].公路,2013(10):102-109.
- [6] 洪磊.BIM技术在桥梁工程的应用研究[D].四川成都:西南交通大学,2012.
- [7] 曾越,朱黎明,杨志木,等.BIM在马普托大桥钢箱梁专项施工方案的应用[J].公路交通科技,2018,35(增1):69-74.