

# 浅谈 BIM+UAV 在复杂环境大吨位钢盖梁吊装方案中探索运用

李忠玉

中铁二局第一工程有限公司, 贵州 贵阳 550000

[摘要]当前,随着高铁快速发展,钢结构技术在高速铁路施工中应用逐渐频繁,大型钢结构物进行吊装施工越来越常见,但在复杂山区跨既有有线进行大型钢结构吊装施工属于该领域中重难点、高风险项目。文章依托某高铁项目,介绍了在复杂山区跨既有有线进行大型钢结构吊装施工中采用 BIM(建筑信息模型)+UAV(无人机技术)等创新技术进行场地规划布置、方案研究、施工模拟、三维交底、实景展示等探索运用,以期在同类型工程提供一定的借鉴和参考。

[关键词]BIM+UAV; 复杂环境; 吊装; 方案; 研究; 模拟

DOI: 10.33142/aem.v1i3.968

中图分类号: U445.4

文献标识码: A

## Discussion on the Application of BIM+UAV in the Hoisting Scheme of Large Tonnage Steel Cover Beam in Complex Environment

LI Zhongyu

No.1 Engineering Co., Ltd. of China Railway Second Bureau Group Co.,Ltd., Guiyang, Guizhou, 550000, China

**Abstract:** At present, with the rapid development of high-speed rail, steel structure technology is increasingly applied in high-speed railway construction, and hoisting construction of large-scale steel structures is more and more common, but large-scale steel structure hoisting construction in complex mountainous areas across existing lines belongs to Heavy and difficult projects in the field. Based on a high-speed rail project, the article introduces the use of BIM (Building Information Model) + UAV (Unmanned Aerial Vehicle Technology) and other innovative technologies for site planning, project research, construction simulation, and large-scale steel structure hoisting construction in complex mountainous areas. Three-dimensional cross-over, real-life display and other exploration and application, in order to provide certain reference and reference in similar projects.

**Keywords:** BIM+UAV; complex environment; hoisting; scheme; research; simulation

### 1 工程概况

#### 1.1 工程简介

某高铁一双线特大桥位于贵州省境内、既有高铁上下线之间,其中 23#~28#墩为钢盖门式墩。23#~28#墩门式墩与既有高铁上行线角度  $5^\circ$ , 钢盖梁高 2.9 米, 梁宽 4 米, 梁长 29 米至 31.5 米。整个门式墩由钢柱(J2、J3 段)、盖梁(J1 段,含支承垫石)、附属设施三部分构成。钢盖梁拟采用在钢柱与盖梁水平位置进行分节段, J1 节段最重为 176.9 吨(24#墩), 门式墩钢盖梁最重为 234.13 吨(23#墩)。施工现场为跨既有有线铁路施工。门式墩钢盖梁墩身为混凝土钢柱,其连接方式为钢柱预埋钢板与混凝土柱预埋螺栓进行栓接,钢柱内灌混凝土(外包钢筋混凝土壁,厚度 50cm),墩柱截面顺线路方向宽度 5.5 米,垂直线路方向宽 4.4 米。门式墩上跨既有高铁平面断面位置关系如图 1 图 2。

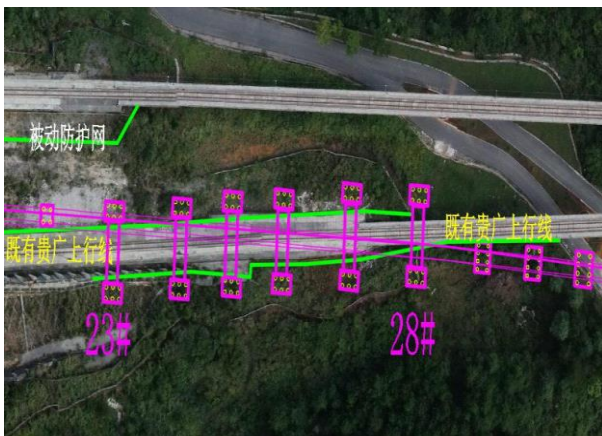


图 1 门式墩上跨既有高铁平面位置关系图

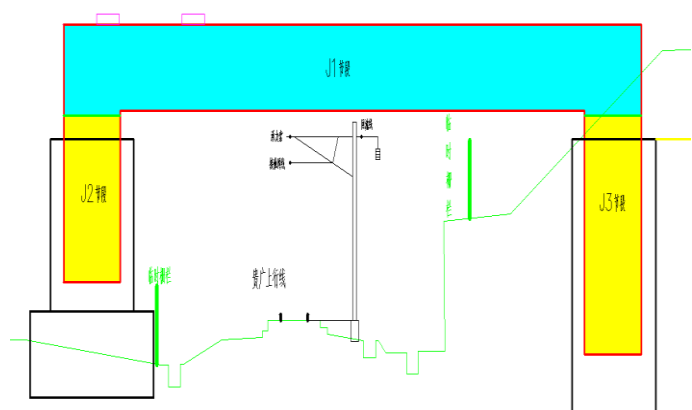


图 2 门式墩上跨既有高铁断面位置关系图

## 1.2 地形地貌

门式墩左墩位于既有高铁上行、下行线之间，承台与下行线中心线的距离为 27.15~35.13m、与上行线中心线的距离为 7.26~9.22m；右墩位于既有高铁上行线右侧，承台与上行线中心线的距离为 9.15~12.86m；钢盖梁与接触网杆顶最小距离为 0.42m。门式墩右墩位于地形陡峭山坡上。

## 2 施工重难点分析

钢盖梁位于复杂山区环境，左侧位于既有高铁两线间（两线安全距离 32-38 米），右侧为陡峭山坡。因线路右侧地形陡峭且位于林地内条件不允许不具备钢盖梁吊装条件，故仅考虑在既有两线间进行吊装。

在复杂环境有限地形的两线高铁间，在有限的 120 分钟天窗点内，如何进行场地规划，如何进行吊车占位，如何在保证营业线安全的情况下组织完成吊装，最终按点开通营业线，是本工程的重点。

## 3 总体方案

因线路右侧地形陡峭且位于林地内条件不允许不具备钢盖梁吊装条件，故仅考虑在既有两线间进行吊装。根据最重吊装构件为 176.9 吨，以及现场允许的最小吊装半径 26 米，拟计划选用三一重工集团起重机械 SCC6500E 系列 650 吨履带吊进行吊装作业。本次钢盖梁线间吊装作业，根据钢盖梁最大重量（约 181 吨）拟选用 72 米主臂，最大作业半径 28 米，配 310 吨超起完成钢盖梁的吊装。

采用 BIM+UAV 等创新技术进行场地规划布置、方案研究、施工模拟等探索运用，论证优化吊装方案。履带吊参数表如表 1 所示。

表 1 650t 履带吊参数表

SCC6500E履带起重机—HDB工况载荷表													单位: (t)	
主臂长度36~108m 超起半径 15m超起配置310t 后配置190t 中央配置80t														
臂长(m) 半径(m)	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	臂长(m) 半径(m)
7	650													7
8	650	622	609											8
9	650	622	609	575	522									9
10	650	622	609	575	522	455	410							10
11	636	600	599	575	522	455	410							11
12	615	600	599	575	522	455	410	347	309	290	255			12
14	564	557	550	544	522	455	410	347	309	290	255	220	192	14
16	492	489	486	481	475	449	410	347	309	289	253	218	191	16
18	434	431	429	427	424	421	398	346	308	287	249	212	187	18
20	387	385	383	381	379	377	374	336	304	285	246	210	184	20
22	350	348	346	344	342	340	338	327	298	274	242	208	182	22
24	312	316	314	313	311	309	307	305	291	264	236	203	179	24
26	276	290	288	287	285	283	281	279	277	254	231	198	174	26
28	244	267	266	264	262	261	259	257	255	242	226	193	170	28
30	215	242	246	245	243	242	240	238	236	233	213	188	165	30
34		195	212	211	210	207	206	205	204	203	193	173	156	34
38		157	177	183	181	180	179	178	176	174	173	156	145	38
42			146	160	160	158	157	156	154	152	151	144	132	42
46				135	143	141	139	138	136	135	134	132	119	46
50					124	126	125	124	122	121	119	117	111	50
54					106	113	113	112	110	108	107	106	102	54
58						98.4	103	102	100	99	97.3	95.7	93.5	58
62							90.7	93.5	91.3	89.6	88.5	86.3	84.7	62
66								83	83.6	82.5	80.8	78.6	77	66
70								72.6	74.8	75.9	74.2	72	70.4	70
74									66	68.2	68.2	66.5	64.3	74
78										60.5	61	59.9	58.3	78
82											54.4	54.2	52.6	82
86												48.2	47.3	86
90												42.5	42.1	90
94													37	94

注: 1.表中的额定载荷值包括吊钩、钢丝绳和其它吊具的重量,额定载荷值减去上述项目重量之和得出的才是起吊的重量。  
2.带加长臂时的主钩额定载荷为载荷表中数值减去加长臂的等效重量1t。

## 4 实施方法

### 4.1 无人机实景地形采集

现场采用大疆 Phantom4 全自动飞行拍摄和手动飞行拍摄两种模式互相搭配，获取多视角、高重叠率的影像。

首先用 pix4capture 航规软件对测区任务进行规划。在航规软件中设置好飞行区域和飞行参数后, 点击开始, 无人机会自动飞到工作区域的起始点, 沿着航线逐一采集具有重叠率的影像, 每条航线上的影像采集完成后, 飞行器会自动飞往下一条航带进行采集, 直到完成整个测区的影像采集。整个采集过程是不需人工干预, 全自动化采集的, 获取的影像具有分布均匀、质量清晰等优点。如图 3 所示。

然后进行无人机数据处理, ContextCapture Center Master 是目前三维重建精度最好实景建模软件, 可用于正射影像 (DOM)、数字表面模型 (DSM)、等高线、三维点云的处理。在逐步生产各类产品中, 需要确保各产品的坐标系统统一。



图 3 无人机采集生成的三维实景地形图

#### 4.2 构件三维建模

采用 Revit 软件对桩基、承台、墩身、钢盖梁等构件及履带吊等吊装设备进行 1:1 比例三维建模 (如图 4 所示) 建模时根据施工顺序考虑节段划分。

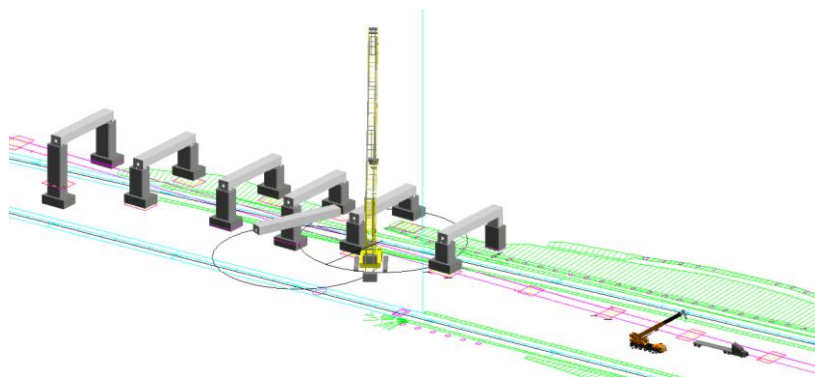


图 4 构件及设备三维模型

#### 4.3 基于 Navisworks Manage 平台进行融合

将无人机采集生成的三维实景地形图导入 Navisworks Manage, 在导入 Revit 各类构件及机械设备, 根据坐标和高度进行叠加融合, 形成项目成型后的效果图, 如图 5 所示。



图 5 三维实景地形与三维构件模型融合

#### 4.4 施工模拟

##### 4.4.1 场地规划及吊车占位

结合钢盖梁的尺寸及两线间有效场地，钢盖梁横斜向地面摆放拼装，履带吊根据作业半径及设备尺寸反推算占位位置（如图6所示）。履带吊占位的原则要求从安全摆放、起吊、旋转落梁以及超起配重摆放位置等一次到位，避免起吊后再载重行走或落梁撤离行走，减少天窗内占用时间。所以利用实景地形和三维模型提前场地规划和吊车占位模拟，做到吊车占位一次到位，节约时间，是非常重要的工作。

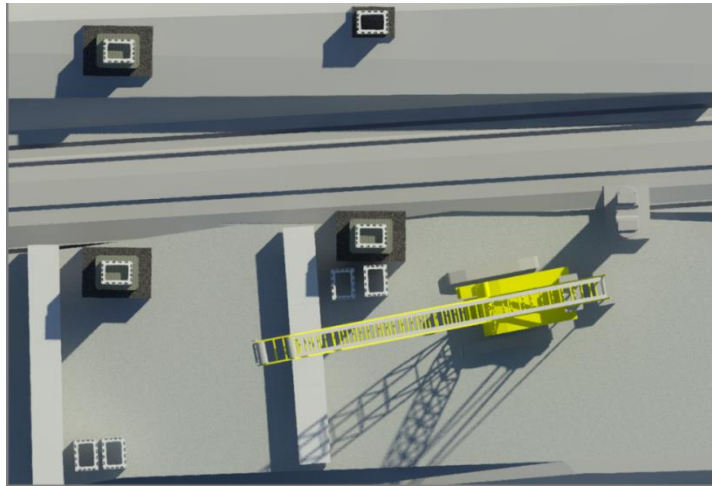


图6 场地规划及设备占位

##### 4.4.2 吊装模拟

根据前面确定的场地规划和吊车占位，天窗点吊装前将履带吊及超起配重摆放在规划位置，在两线路封锁天窗点内完成履带吊主臂解锚、空载回转定位、挂钩及加载超起配重、起吊、旋转、定位、落梁、卸载超起配重、解钩、主臂回转及主臂锚固等工序。利用融合了实景地形和三维模型的 Navisworks Manage 进行吊装模拟，通过软件中的动画 Animator 等进行动画制作进行工序施工模拟，如图7。结合吊车的性能，各个工序的经验时长，通过各个工序施工模拟验证了吊装方案，确定了天窗内需完成每个工序的卡控时间，650T 履带吊要点作业时间计划表如表1。掌握了整个吊装施工过程中对既有两线的影响情况，以及两线间有效空间的合理布置。后期可采用 Lumion 软件制作 VR，并用于 720 云全景平台进行全景展示。

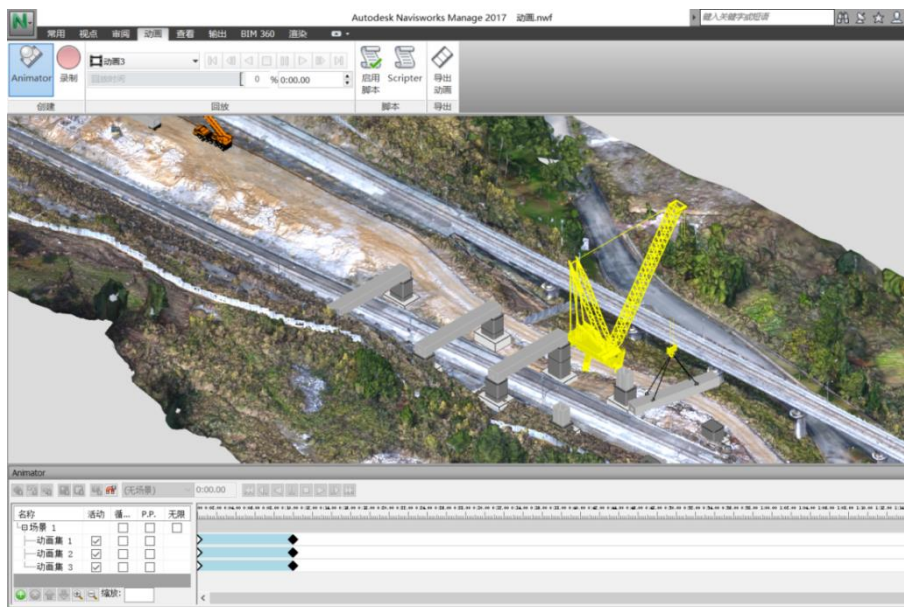


图7 施工工序动画模拟

表 2 650T 履带吊要点作业时间计划表（不落主臂）

作业内容	序号	步骤	所需时间 (min)	备注
钢盖梁吊装	1	主臂解锚	10	
	2	回转定位 (回转 180 度)	10	空车旋转
	3	挂超起配重 (挂钩)	10	
	4	起吊 (8 米)	16	
	5	旋转 (约 70 度)	12	提梁 (160t) 旋转
	6	定位、落梁	20	
	7	卸载超起配重 (解钩)	10	
	8	主臂回转 (约 110 度)	6	
	9	主臂锚固	10	
	10	小计	104	120 分钟天窗点 预留 16 分钟机动时间

### 结束语

本文依托某高铁项目,介绍了在复杂山区跨既有线进行大型钢结构吊装施工中采用 BIM (建筑信息模型)+UAV (无人机技术)等创新技术进行场地规划布置、方案研究、施工模拟、三维交底、实景展示等探索运用,以期在同类工程提供一定的借鉴和参考。

### [参考文献]

- [1] 翟德宏. 基于 CAM 平台的大型设备吊装模拟实现[J]. 石油化工建设, 2016(05): 12.
- [2] 张涛. 基于 Solidworks 的大件吊装方案模拟及优化[J]. 中国高新技术企业, 2016(24): 8.
- [3] 付玉芳. 800T 履带吊跨三线铁路吊装钢箱梁施工技术[J]. 工程技术, 2016(4): 4.
- [4] 徐铁卫. 杭长客专跨既有线门式墩钢盖梁吊装施工技术[J]. 山西建筑, 2013(10): 10.
- [5] 裴志慧, 邓俊晔, 王军辉. 新建铁路跨既有营业线钢盖梁吊装施工技术[J]. 施工技术, 2013(6): 21.

作者简介: 李忠玉, 男, (1983.10-), 目前是高级工程师, 从事建筑施工方向的工作。