

# 一种新型分析新旧结构及遗址坑相对关系的3D激光扫描与BIM联动的施工技术

梁 斌 李文杰 张子文 焦柏涵 秦世凯  
中建八局第二建设有限公司 山东 济南 250014

**摘要：**本工程遗址的防护与现有网架的拆除相互关联，遗址防护与新建结构联系紧密（吊挂结构的施工防护的标高要求较高且须保证雨天雨水不倒灌），新建结构、现有网架及文物遗址坑相互影响；通过采用3D激光扫描与BIM联动的施工技术，能够清楚地将新建结构、原遗址保护网架及文物遗址坑的空间关系直接的呈现出来，极大地降低了施工过程中因空间关系混乱，造成的后期返工。与此同时，使工程安全、质量、工期和经济效益均得到有效优化，具有较高推广价值。

**关键词：**3D激光扫描BIM空间关系高效建造

**引言：**随着科学技术的不断发展，三维激光扫描技术也获得了进一步的完善与丰富。现代三维激光扫描技术也是一种高新科技，将常规的单点式测量信息转化为自动的获取数据。三维激光扫描技术通常被叫做“高精度测量”，也被称为“实景复制技术”。这项技术目前已应用于产品生产、文物保护、教育、医疗、军工和娱乐影视等各大应用领域。随着中国建筑行业的信息化与工业化的发展速度日益加快，三维激光扫描技术在建设工程施工领域的运用也将日益深入。三维激光扫描和BIM建模的融合是指通过对BIM建模及与其相应的三维扫描模块，实现建模的对比、转换与协同，从而达到辅助空间关系分析、降低返工的目的。

本工程遗址的防护与现有网架的拆除相互关联，遗址防护与新建结构联系紧密（吊挂结构的施工防护的标高要求较高且须保证雨天雨水不倒灌），新建结构、现有网架及文物遗址坑相互影响。如何快速准确地将新建结构、现有网架及文物遗址坑三者的空间关系分析出来，是确定文物遗址坑保护、网架拆除及新建钢结构施工方案的必要条件。

该工程为开封市第一座遗址类保护展示项目，本项目对于开封市文物保护工作的开展及贯彻落实黄河流域

生态保护和高质量发展具备着重大意义。本课题将以顺天门（新郑门）遗址保护工作为核心，积极探索文物遗址在拆旧建新前对新旧结构及遗址坑空间相对关系的分析方法，为类似拆旧建新的工程提供施工经验。

## 1 工程概况

北宋东京城顺天门（新郑门）遗址博物馆建设工程位于开封市夷山大街西侧、汉兴路以北；总建筑面积约16483.48㎡，其中地上3层，建筑面积11102.33㎡，地下1层，建筑面积5381.15㎡；建筑分为遗址区、北瓮城、南瓮城三个区域。

遗址区：主要为展厅、展廊及设备用房，地下1基础为桩基；

北瓮城：主要为文创展示区、青少年活动中心、咖啡书吧、多功能厅、配套用房及设备用房地面上1层，结构形式为钢筋混凝土结构、基础为桩基；

南瓮城：主要为考古配套用房、管理办公、餐饮、后勤配套及设备用房。地上1层；结构形式为钢框架结构、基础为独立基础。

## 2 施工重难点分析及应对措施

对本施工工艺的重难点进行分析，制定相关应对措施及创新：

序号	重难点	具体分析	应对措施及创新
1	新建结构及现有网架及文物遗址坑空间关系	1、现有网架图纸丢失； 2、本文物保护工程施工过程中必须重视施工过程中遗址坑防水问题； 3、已有临时保护设施与待建结构存在位置冲突，在待建结构施工前需进行改造。	1、通过3D激光扫描技术，对现有网架（拟拆除结构）进行扫描，获取现有钢屋盖点云模型，应用3D激光点云模型进行现有网架（拟拆除结构）逆向建模。 2、使用Revit创建新建钢结构1：1BIM模型，精确控制新建钢结构各个构件位置及尺寸。 3、将3D激光扫描形成的点云模型导入Revit后与新建钢结构BIM模型进行合模，获得二者的合模模型。 4、利用3D激光扫描与BIM技术，助力分析新旧结构遗址坑空间相对关系

### 3 施工工艺流程及操作要点

#### 3.1 施工工艺流程

3D激光扫描(遗址、原防护网架)→3D激光点云模型→Geomagic点云处理→线模→新建结构BIM建模→3D点云模型与BIM模型融合碰撞→遗址坑内各结构空间相对位置关系分析

#### 3.2 施工要点

##### 3.2.1 3D激光扫描

1) 通过3D激光扫描技术,对现有网架进行扫描,获取现有钢屋盖点云模型,应用3D激光点云模型进行逆向建模,形成结构验算模型,并对原有网架进行结构变形计算。

2) 3D激光扫描逆向建模技术路线:3D激光点云模型→Geomagic点云处理→线模

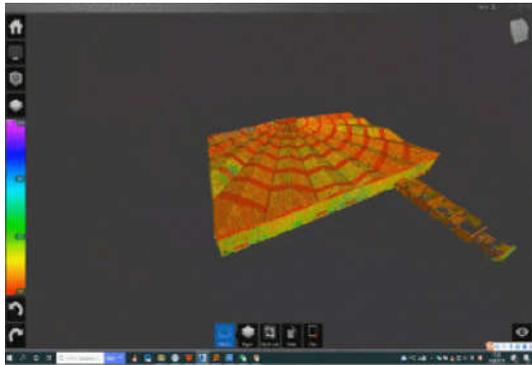


图3-1 3D激光扫描结果

##### 3.2.2 新建结构建模

使用Revit创建新建钢结构1:1BIM模型,精确控制新建钢结构各个构件位置及尺寸。

##### 3.2.3 3D点云模型与BIM模型融合

将3D激光扫描形成的点云模型导入Revit后与新建钢结构BIM模型进行合模,获得二者的合模模型。

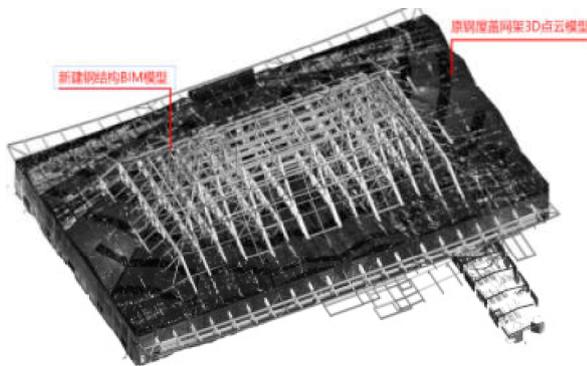


图3-2 3D点云模型与BIM模型融合

##### 3.2.4 新旧结构空间相对关系分析

1) 通过虚拟漫游发现,3D激光扫描逆向建模技术路

线:3D激光点云模型→Geomagic点云处理→线模。通过3D激光扫描技术,对现有网架进行扫描,获取现有钢屋盖点云模型,应用3D激光点云模型进行逆向建模,形成结构验算模型,并对原有网架进行结构变形计算;

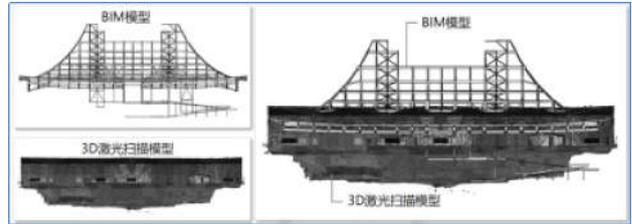
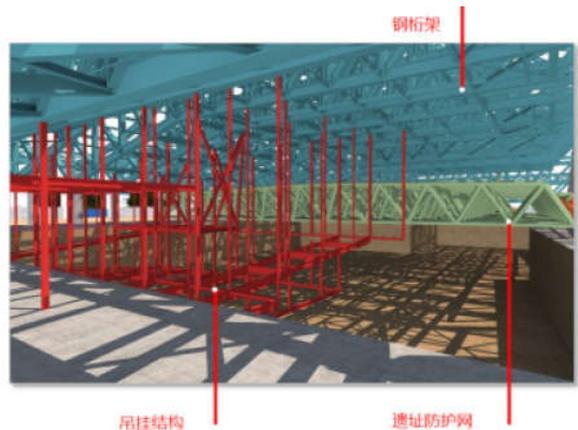


图3-3 3D激光扫描模型与BIM模型碰撞

2) 通过虚拟漫游发现,新建吊挂结构位于一直坑内,与下降后网架存在位置冲突;吊挂结构需在上方结构施工完成后再进行施工,以保证吊挂结构就位精度与受力性能;施工时吊挂结构构件率先放置在底层桁架上方,随桁架进行滑移,利用现有网架作为作业面,于底层桁架下方用卷扬机或葫芦随网架拆除进行安装吊挂结构,安装时分层进行安装;



### 3.3 材料与设备

表3-1 提升系统设备投入

序号	名称	规格	型号	数量
1	专业图形设计笔记本	英特尔至强E5-2620WV3-2.40GHz	TJV-60	2台
2	高配台式工作站	Intel i7-7700	TJJ-600	2台
3	3D激光扫描仪	TX8		30箱
4	C8BIM协同平台			1套
5	Revit、Rhino	2020版		1套
6	Lumion、3DMax	10.5版		1套
7	Navisworks	2021版		1套

(1) 开始前,请仔细检查3d扫描仪的电源插头,以避免测量过程中因电源故障而导致数据丢失。

(2) 3d扫描仪打开后,进入超级用户状态,所有系统参数不得随意修改,系统文件不得随意删除。

(3) 在测量3d扫描仪之前,请理顺数据线,以免移动支架时绊倒。

(4) 移动3d扫描仪支架和测量头时要小心轻放,以免晃动镜头和改变位置。

(5) 进行3d扫描仪硬件校准时,各螺纹的松紧应使用专用工具,调整时不要用力过大。

(6) 请勿用手触摸3d扫描仪的光束和镜头,以免灰尘进入或损坏光束和镜头。

(7) 当3d扫描仪支架上升或下降时,两个人应配合避免支架和测量头掉落。

(8) 喷洒着色剂时,请务必用镜盖盖住3d扫描仪镜头,以免灰尘污染镜头。

(9) 3d扫描镜头的光源灯应在测量间隙熄灭,以延长其使用寿命。

(10) 测量完成后,小心地取下3d扫描仪的各个部件,用镜头盖关闭镜头,并将其放入盒子中。

### 3.4 安全控制措施

#### 3.4.1 充电

(1) 三维激光扫描仪自带电池时就可以充电了,因为其本身的电池保护系统可以在电池电量还未完全耗尽的前提下,首先启动放电,使设备正常耗电,当电量低于百分之十时,电量显示为红色,才能继续充电,否则就不能充电。充电能力保证八小时以上。

(2) 电瓶在充电后,应当严格按正负极上的接线,且不得违规操作。接上电瓶充电器,当绿灯亮时,放在仪表盘上,电流设定十二V,总电流设定在十八A以上。总充电时间将保持在十小时以上。

(3) 其他仪器(RTK、笔记本电脑、对讲机等)则按正常要求充电,以充分保证野外工作的顺利进行。

#### 3.4.2 外业数据采集

(1) 寻找正确的仪器安装位置后,紧固跗节,使之保持水平,把扫描仪定位在跗节上,拧紧连接螺丝。先联系数据线(注意卡口,切记野蛮连接),如需要用电瓶供电时,再联系供电线缆。启动供电按钮,与启动一起,同时开启电脑。然后在距扫描仪十五米视线开阔的区域,固定简易脚架,设定反射贴片方位,并记录下反射贴片高度,反射贴片必须正对扫描仪。

(2) 扫描仪启动后,仪器下方出现的激光束投影在地板上,以寻找激光区域,进行标记,然后量取仪器高度并记下(激光投射地面点到脚架基座的高度,单位m)

### 总结

通过本技术对施工工艺的优化和创新,能够清楚地将新建结构、原遗址保护网架及文物遗址坑的空间关系直接的呈现出来,为施工过程中的文物遗址保护方案的选择,新建工程的桩基施工方案确定以及新建钢结构施工方案的选择提供理论依据,极大地降低了施工过程中因空间关系混乱,造成的后期返工。与此同时,达到了加快总体施工进度、节约施工成本的目的,提前工期20天。该工程激光扫描与BIM联动的应用,为后续同类工程建设提供了经验,培养了相关专业人才,如期保质保量完了项目建设任务,得到了省市各级主管领导、参建单位及社会各界的一致好评。

### 参考文献

- [1] 何清华,钱丽丽,段运峰,等.BIM在国内外应用的现状及障碍研究[J].工程管理学报,2012,26.
- [2] 徐源强,高井祥,王坚.三维激光扫描技术1007-3817(2010)04-0005-02.
- [3] 郭鸿等.基于图像处理的激光扫描三维尺寸测量技术的研究[1].工具技术,2004~(38):75-78.