



International Centre on Space Technologies for
Natural and Cultural Heritage
under the auspices of UNESCO

文化遗产数字记录与保护

陈盼盼

河南省科学院地理研究所

HIST郑州分中心

2016.9.13

汇报提纲

- ▶ 研究背景
- ▶ 研究思路
- ▶ 研究案例
- ▶ 结论与展望

研究背景

※ 文化遗产受到空前关注和重视

- ◆ 习近平对文物工作作出重要指示（2016年4月12日）
- ◆ 《国务院关于进一步加强对文物工作的指导意见》（2016年3月9日，李克强签发）
- ◆ “一带一路”战略
- ◆ 中原经济区建设纲要——华夏文明创新传承区建设

※ 空间信息新技术的迅猛发展

测绘、遥感、地理信息系统、三维建模技术、虚拟现实技术等新设备、新算法的快速更新，并普遍应用于考古与文化遗产保护。

研究背景

※ 文化遗产研究与保护对空间三维技术的需求

三维激光扫描技术:

- ◆ 遗址信息留存
- ◆ 虚拟修复
- ◆ 文物变形监测
- ◆ 文物测量建模
- ◆ 石窟石刻文物保护测绘
- ◆ 馆藏文物保护与修复
- ◆ 大型文化遗产保护
- ◆ 文物体积计算
- ◆ 考古现场测量



多视角摄影技术:

- ◆ 遗迹、遗物的三维重建
- ◆ 考古发掘现场三维重建

Agisoft photoscan

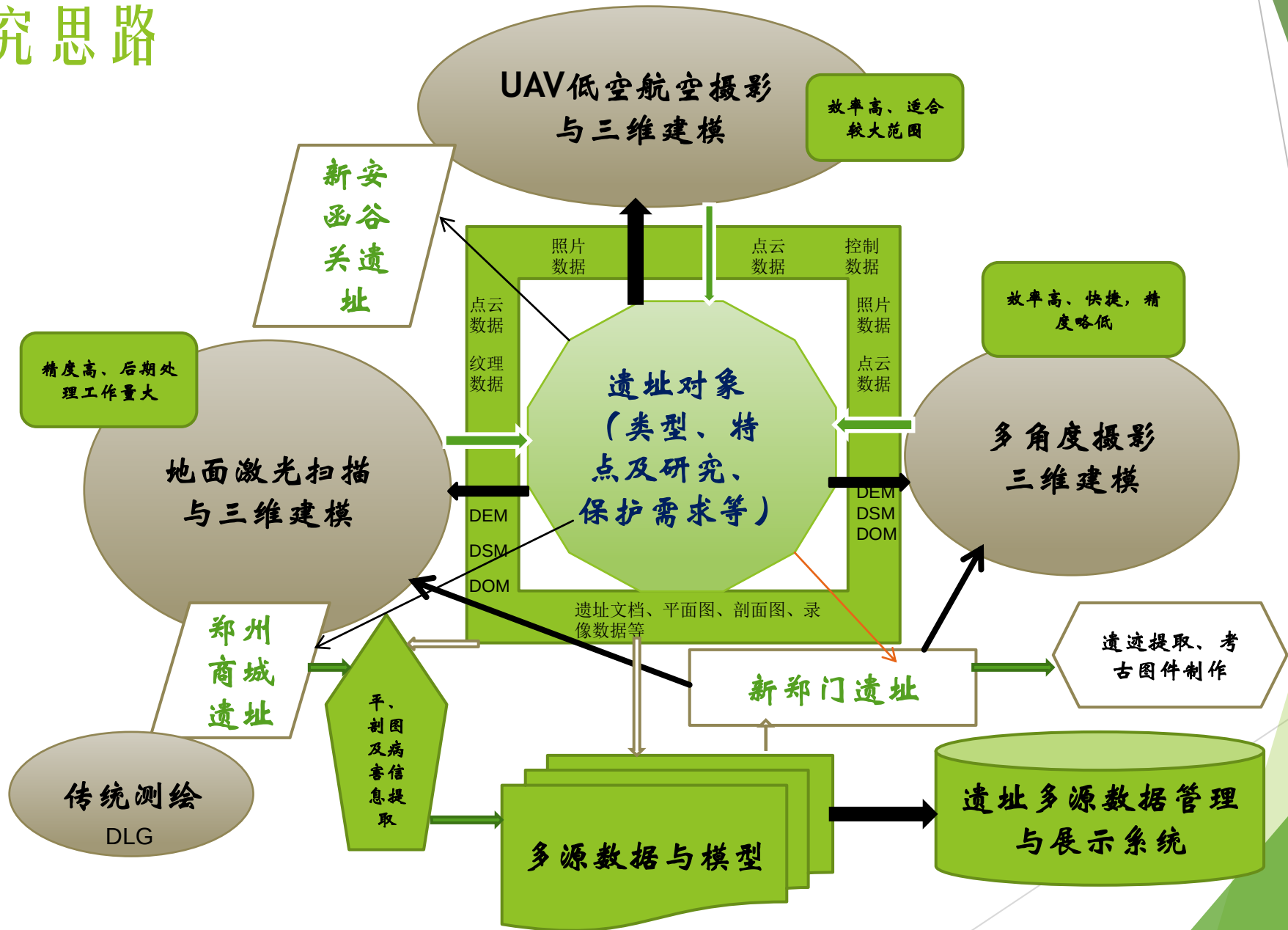


无人机航摄用于:

- ◆ 文化遗址探测
- ◆ 考古记录与测绘
- ◆ 遗址监测
- ◆ 遗址三维建模



研究思路



研究案例

1、商代土城墙遗址三维空间信息采集与建模

2、关隘遗址三维空间信息采集与建模研究

3、考古发掘地层三维空间信息采集与建模研究

4、文化遗产多源数据管理与三维展示

1、商代土城墙遗址三维空间信息采集与建模

对象：郑州商城遗址

特点与需求

特点：地表商代土城墙遗址
位于建成区

需求：土城墙与两侧环境测绘数据；
城墙三维模型及病害精细观测；
满足城墙周边环境整治、城墙修复设计对基础数据、
模型、图件的需求

技术组合

利用传统测绘的方式构建遗址区的统一的坐标系统和遗址赋存环境信息的采集，利用地面激光三维扫描的方式获取遗址城墙本体高精度的三维信息。

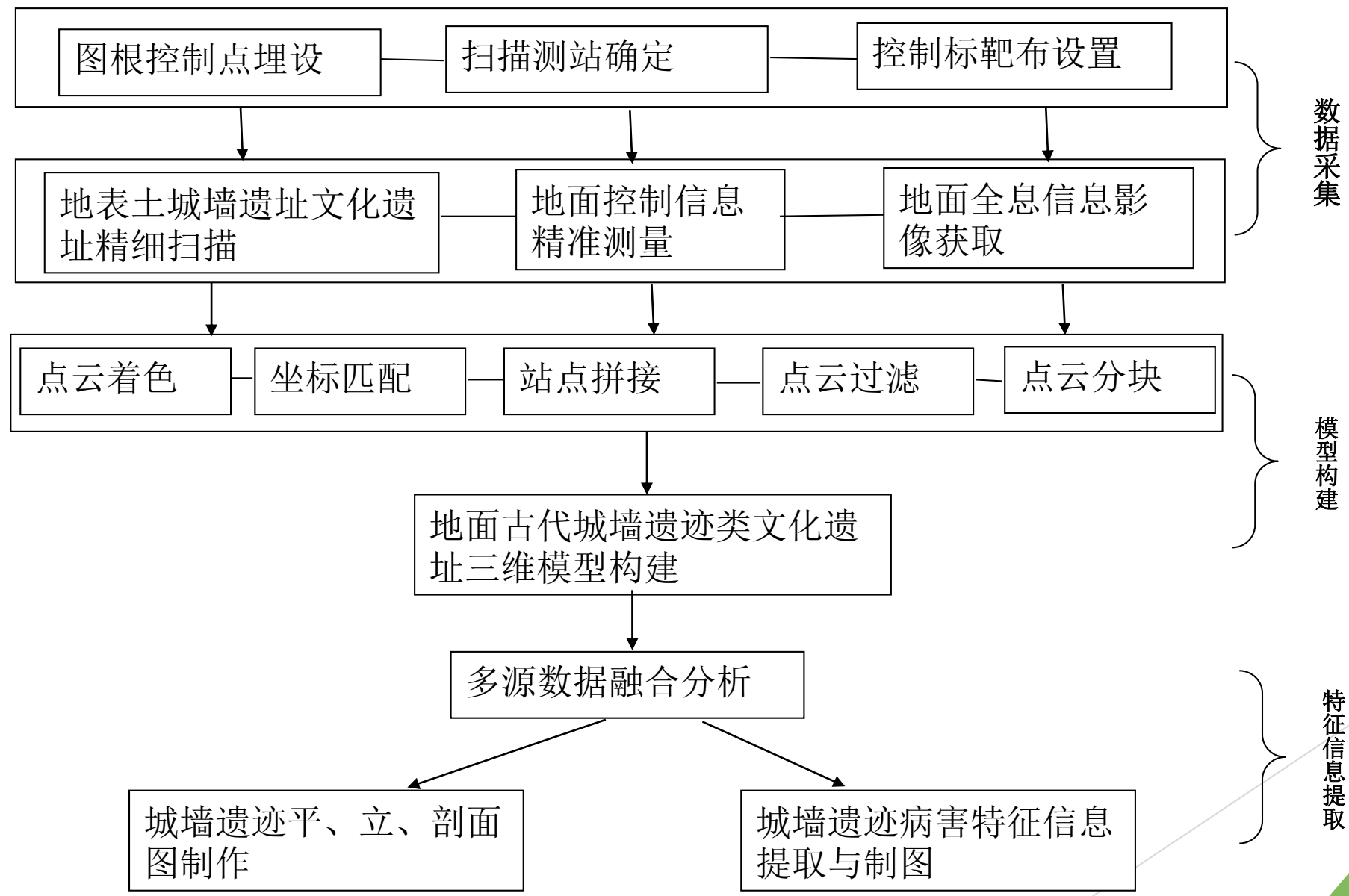
技术要点

遗址周边环境要素记录与测绘、城墙全方位精细三维扫描，
病害细节精准观测与解析



1、商代土城墙遗址三维空间信息采集与建模

地表土城墙遗址可参考的技术流程

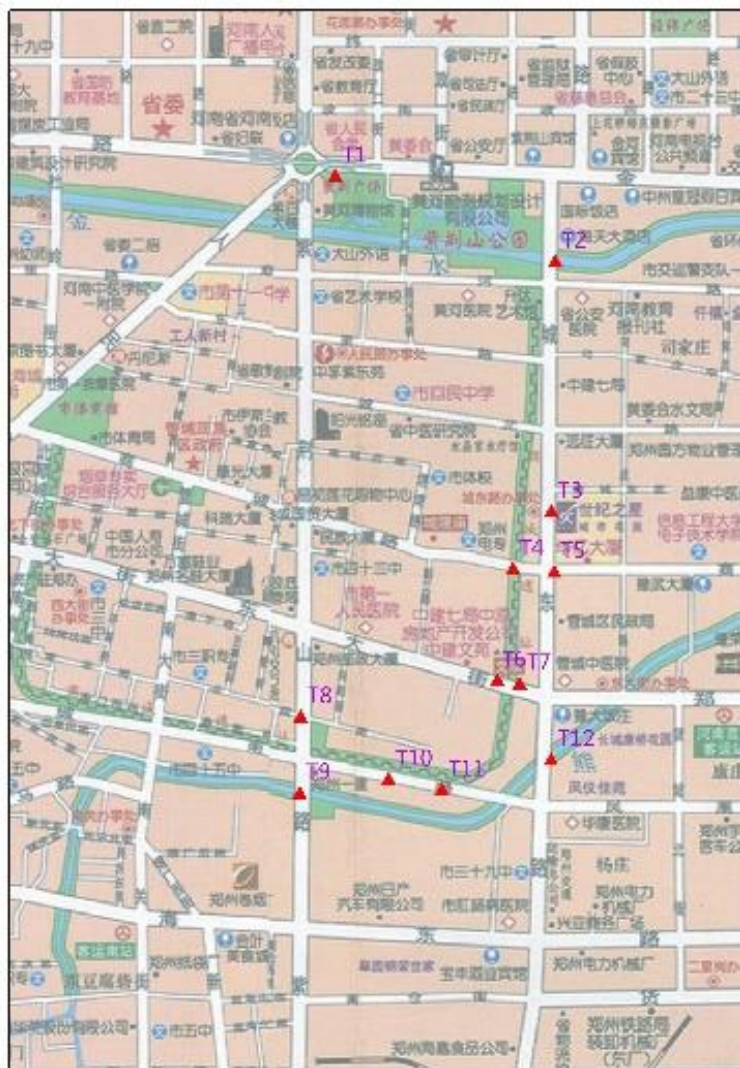


1、商代土城墙遗址三维空间信息采集与建模

◆ 郑州商城城墙遗址空间信息采集

➤ 地形图测绘

完成了郑州商城遗址城墙及两侧环境共20万平方米的1:500地形图测绘



测图控制点布设



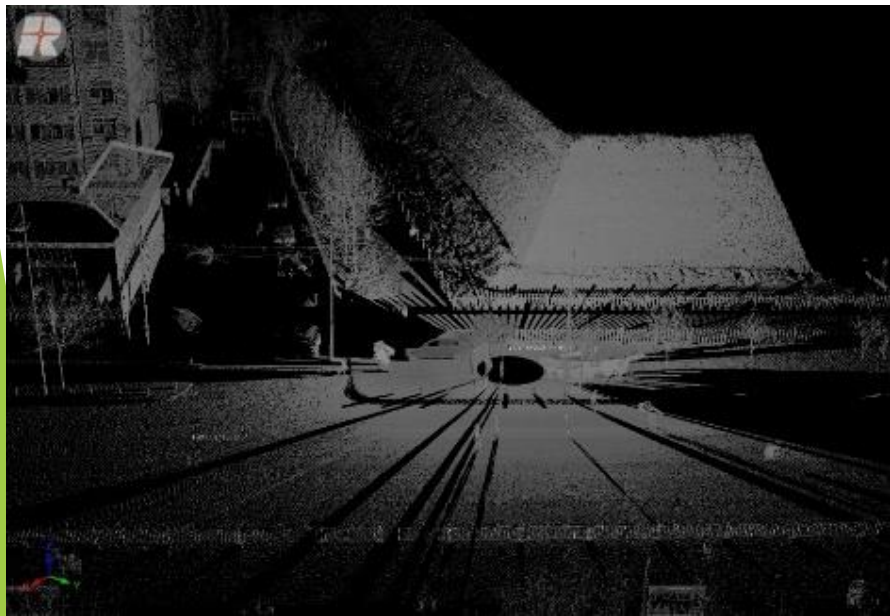
遗址区域地形图

1、商代土城墙遗址三维空间信息采集与建模

◆ 郑州商城城墙遗址空间信息采集

➤ 城墙本体三维激光扫描

完成郑州商城遗址5.5万平方米城墙遗址三维激光点云，共采集69个三维扫描测站的三维点云和612幅城墙本体纹理信息。



三维激光点云



三维扫描站点布设



纹理影像信息

1、商代土城墙遗址三维空间信息采集与建模

◆ 郑州商城城墙遗址建模

点云过滤——去除冗余和附着物点云

城墙点云过滤算法选择

自动植被去除算法
——适于和缓坡面及平面



冗余点云过滤算法
——针对陡坡区域

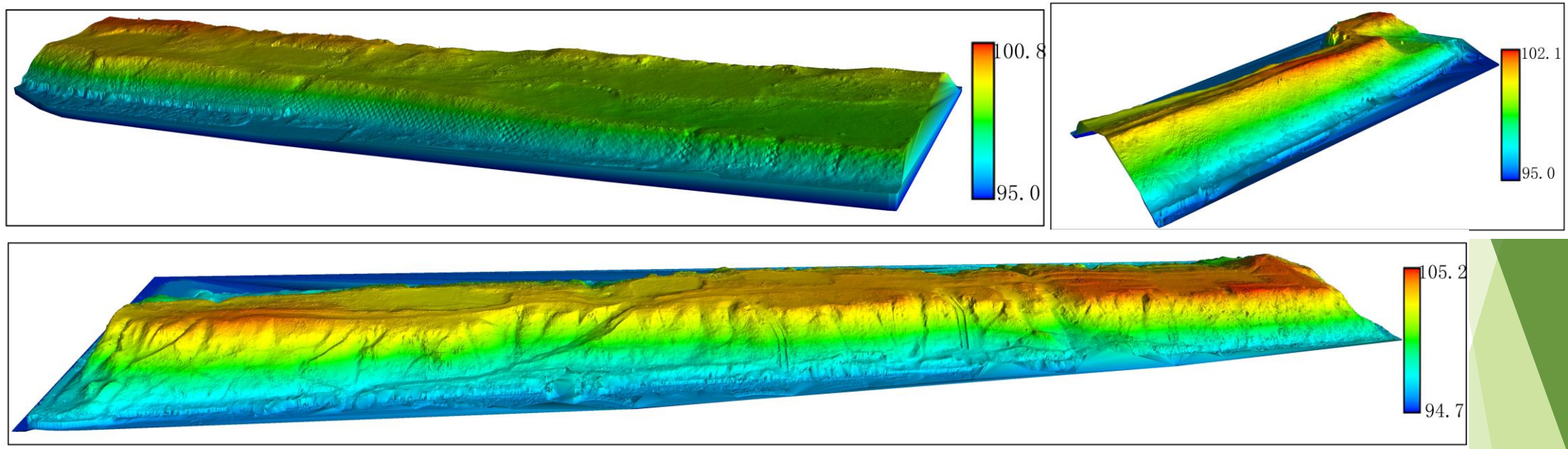


表面逼近法
——针对崎岖表面



1、商代土城墙遗址三维空间信息采集与建模

◆ 郑州商城城墙遗址建模



郑州商城遗址三维高程分带模型

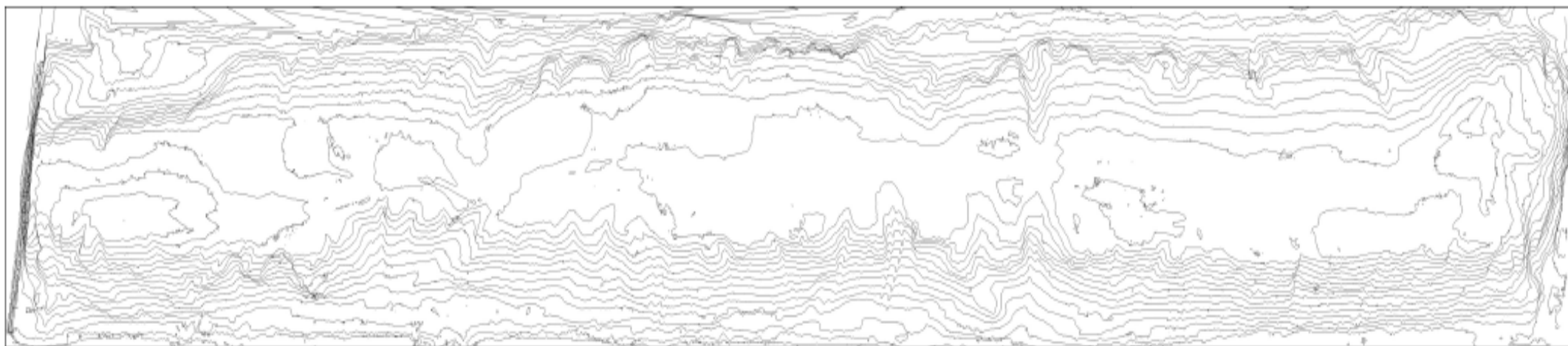
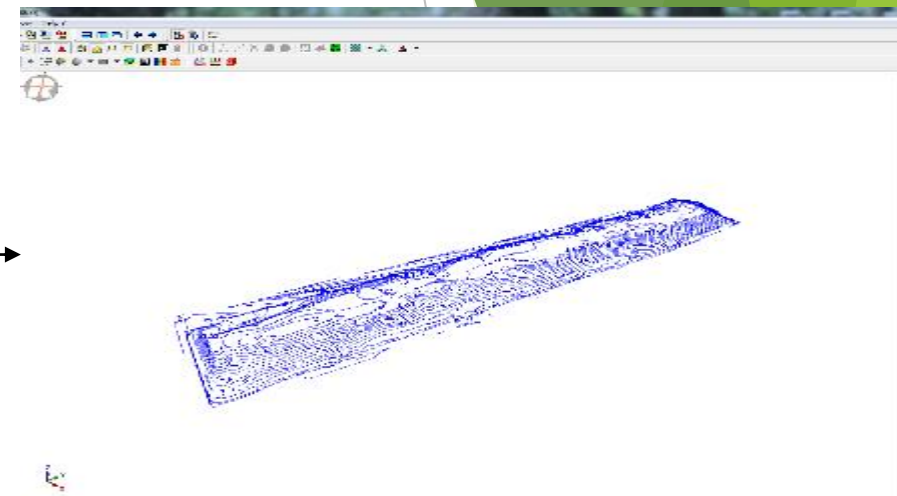
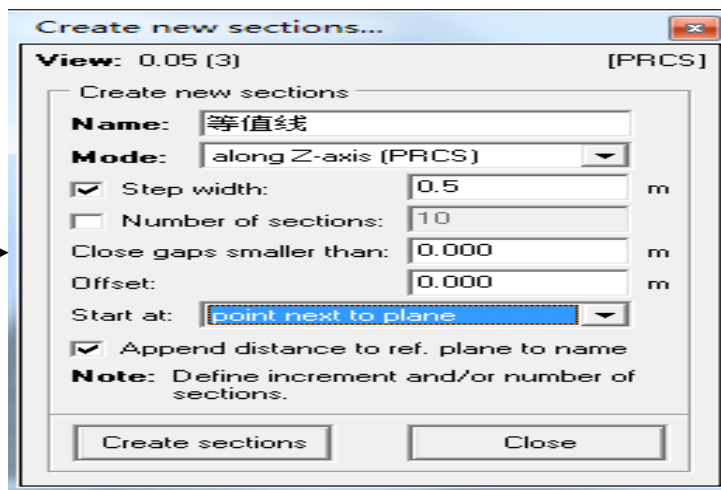
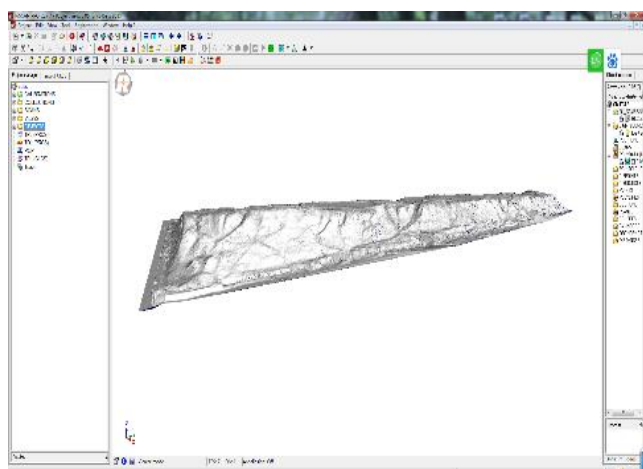


郑州商城遗址某测站平面全景

1、商代土城墙遗址三维空间信息采集与建模

◆ 基于模型的遗址特征信息提取

基于三维模型的平面等值线图

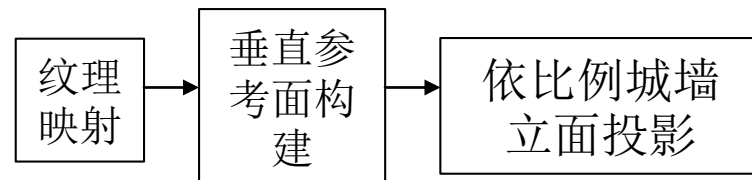


等值线图 (1:500)

1、商代土城墙遗址三维空间信息采集与建模

◆ 基于模型的遗址特征信息提取

基于三维模型的立面图



东侧立面图 (1:250)



西侧立面图 (1:250)



北侧立面图 (1:200)

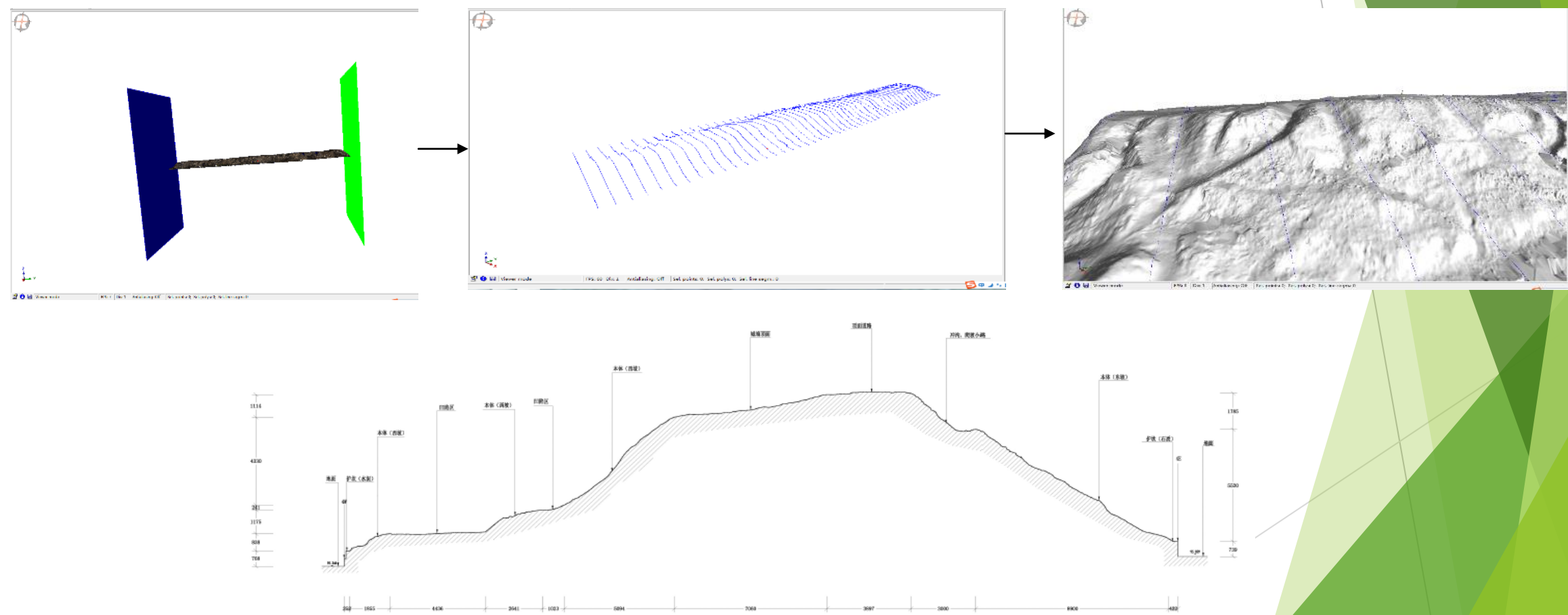


南侧立面图 (1:200)

1、商代土城墙遗址三维空间信息采集与建模

◆ 基于模型的遗址特征信息提取

基于三维模型的剖面图

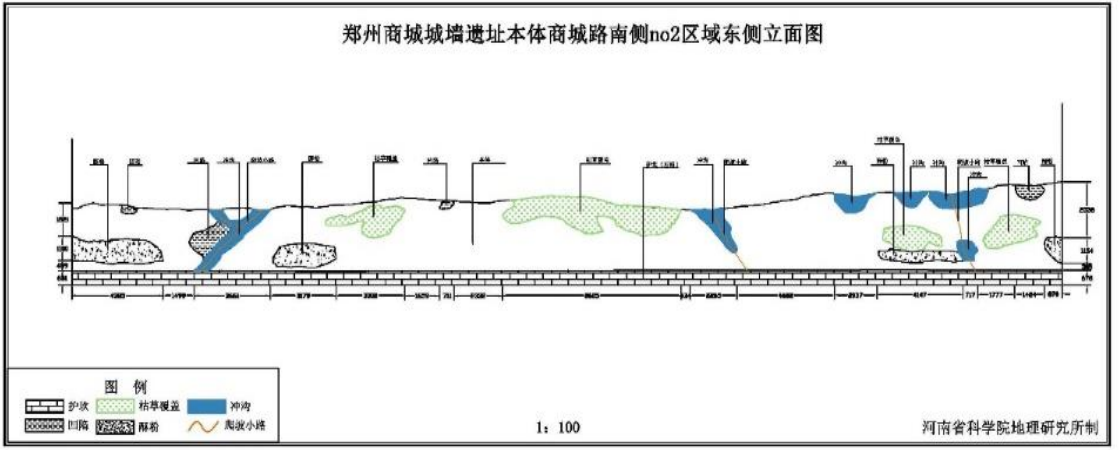
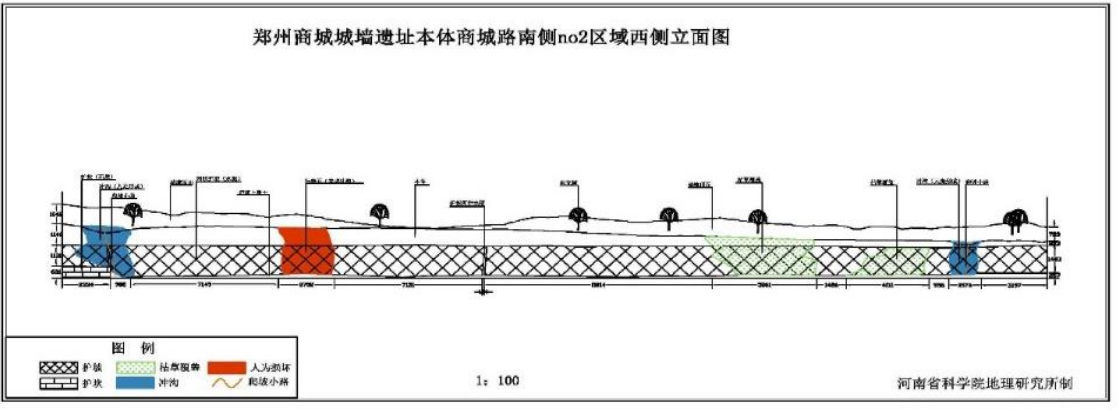


剖切线与模型叠合制作横剖面图

1、商代土城墙遗址三维空间信息采集与建模

◆ 基于模型的遗址特征信息提取

基于三维模型的病害信息解析与精准提取



2、关隘遗址三维空间信息采集与建模——新安汉函谷关遗址

对象：新安汉函谷关遗址

特点与需求

特点：古代关隘遗址；山谷环境

需求：关楼及两侧地势、地貌环境；关楼三维模型；

满足汉函谷关遗址周边环境整治、遗址修复设计对基础数据、模型、图件的需求。

技术组合

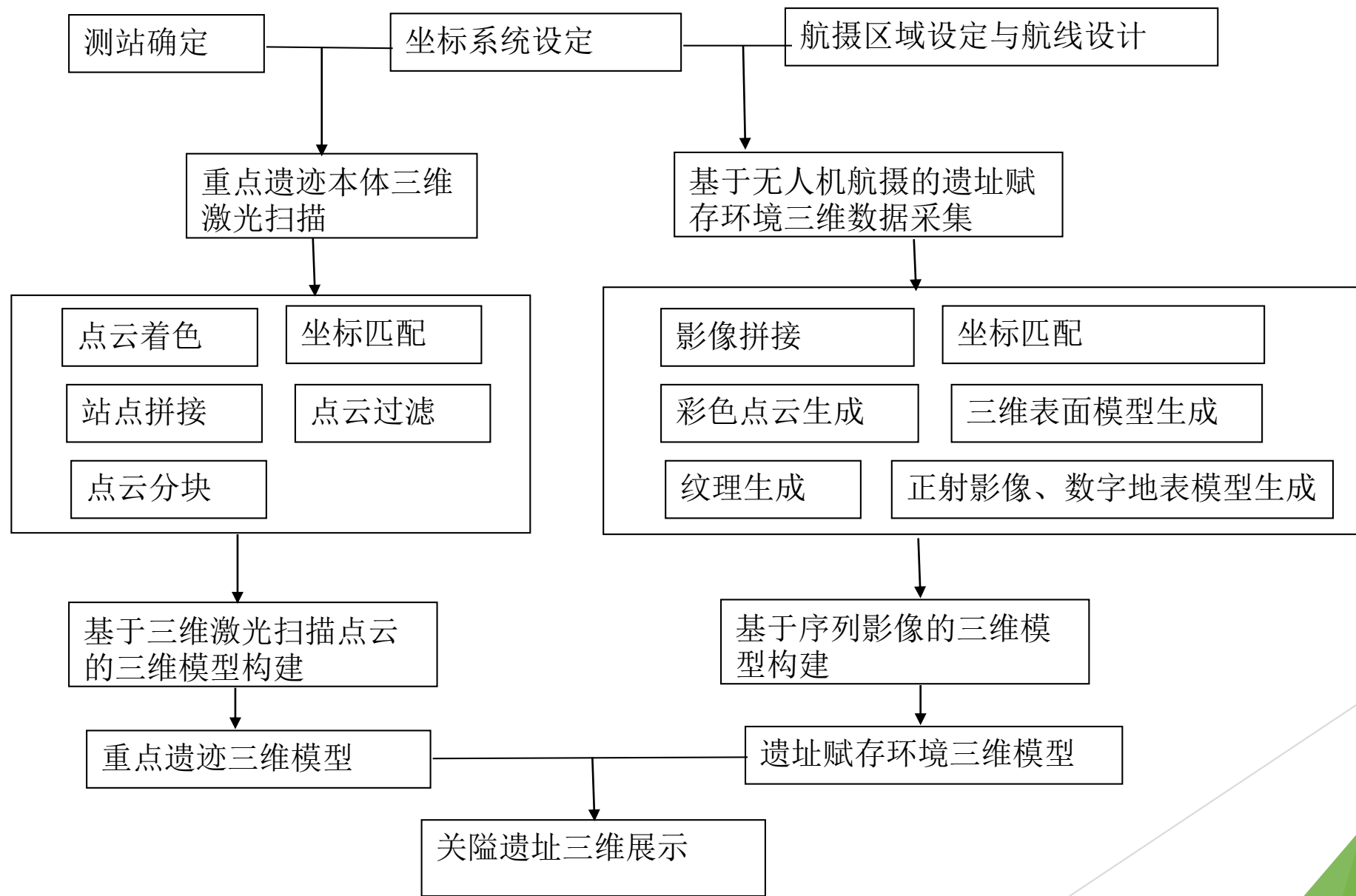
采用激光扫描与无人机航摄的方式采集函谷关遗址三维信息采集。利用三维激光扫描仪对函谷关遗址的关楼进行高精度三维信息采集。利用无人机航摄的方式对函谷关核心遗址区进行影像采集。建立遗产地核心区域及主体建筑的分级精度三维模型。

技术要点

遗址周边环境要素记录，整体三维建模；关楼遗址全方位精细三维扫描，精细建模；2种模型精准匹配



关隘遗址可参考的技术流程



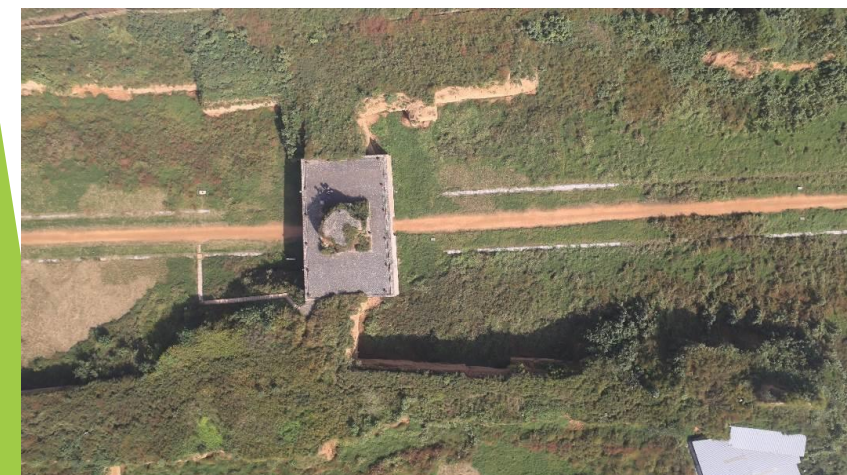
2、关隘遗址三维空间信息采集与建模——新安汉函谷关遗址



无人机航摄航线设计



三维扫描采集站点



无人机影像



关楼西侧激光点云



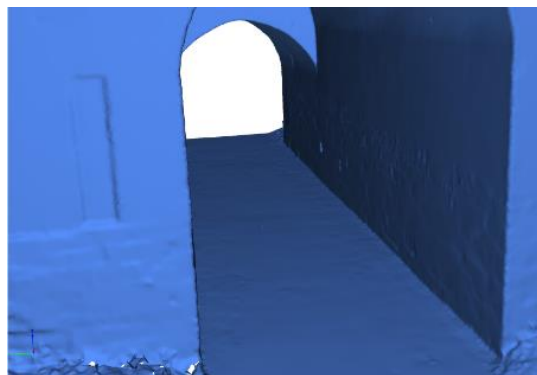
三维扫描采集影像

完成关楼11个三维扫描测站的激光点云及99幅纹理影像采集；遗址核心区0.4平方千米，5个架次341幅无人机影像信息的采集。

2、关隘遗址三维空间信息采集与建模——新安汉函谷关遗址



基于激光点云关楼模型



关楼模型局部



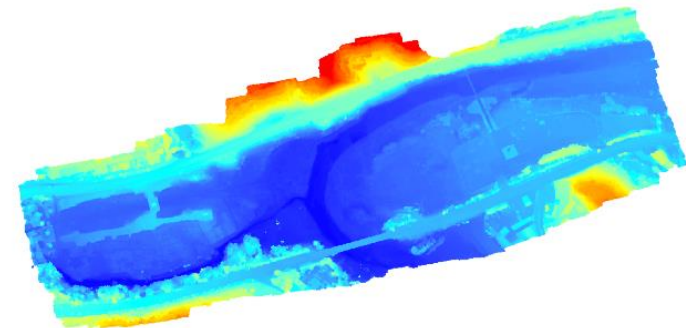
基于激光点云关楼彩色模型



基于无人机影像三维模型



数字正射影像 (10厘米)



数字地表模型 (50厘米)

以上成果分别满足遗产地关楼保护修复和遗产地保护规划的需要，
为遗产地管理和保护提供了基础数据和资料。

3、考古发掘地层三维空间信息采集与建模研究——开封东京城新郑门遗址

对象：开封东京城新郑门遗址

特点与需求

特点：宋代以来考古发掘、揭示
黄河冲淤堆积环境

需求：自然堆积、痕迹的精细记录
各历史时期地层的精确三维信息
各历史时期地层三维模型
遗迹特征提取与制图
典型历史时期景观虚拟再现
应用于将来考古遗址公园建设

技术组合

利用激光扫描仪采用层面扫描的方式对考古发掘各历史层面进行精细三维信息采集，采用多视角摄影的方式采集遗址考古发掘过程中的典型历史层面的序列图像信息。

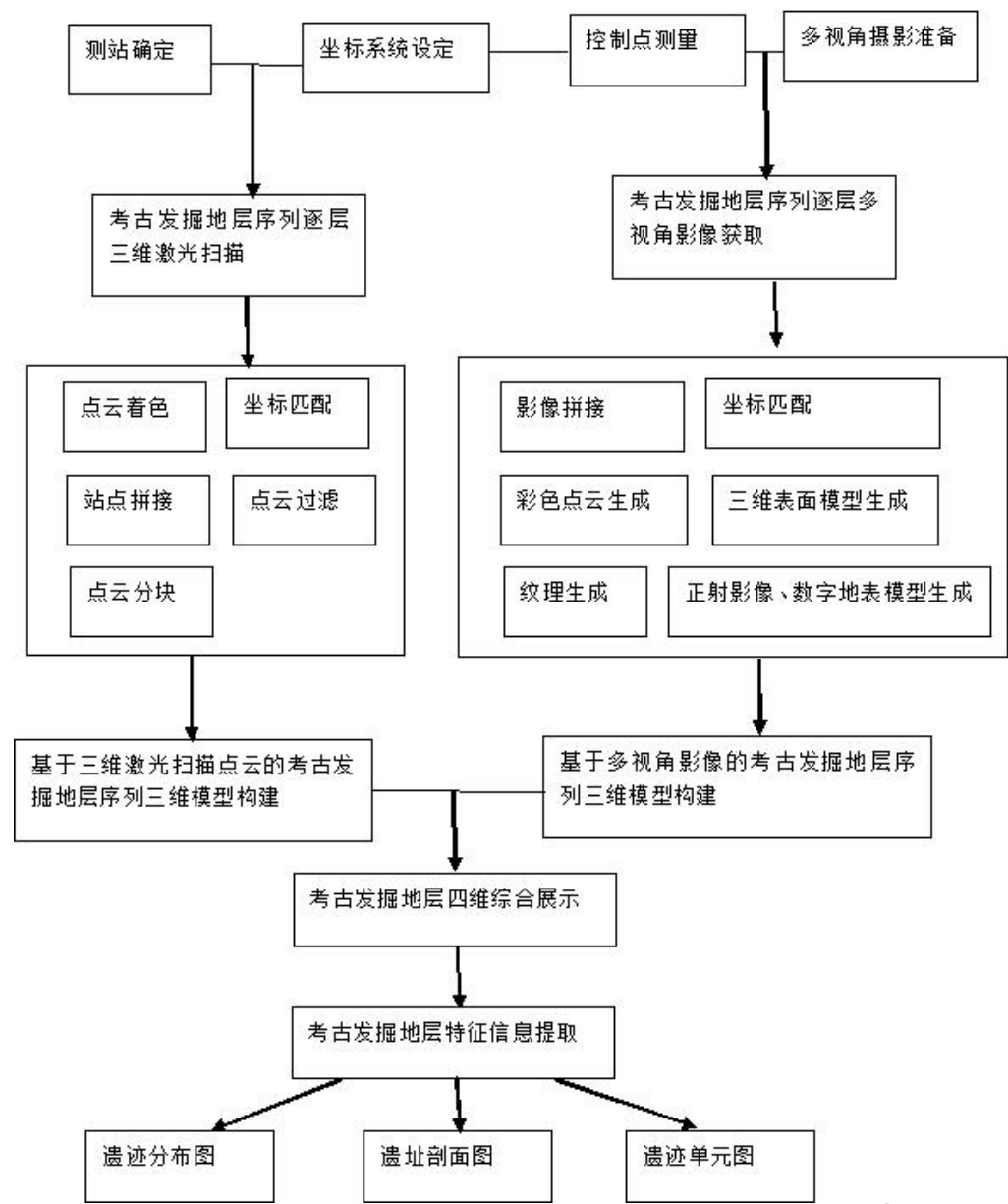
技术要点

遗址各历史时期层面信息全息记录、遗址遗存、遗迹特征信息提取与制图

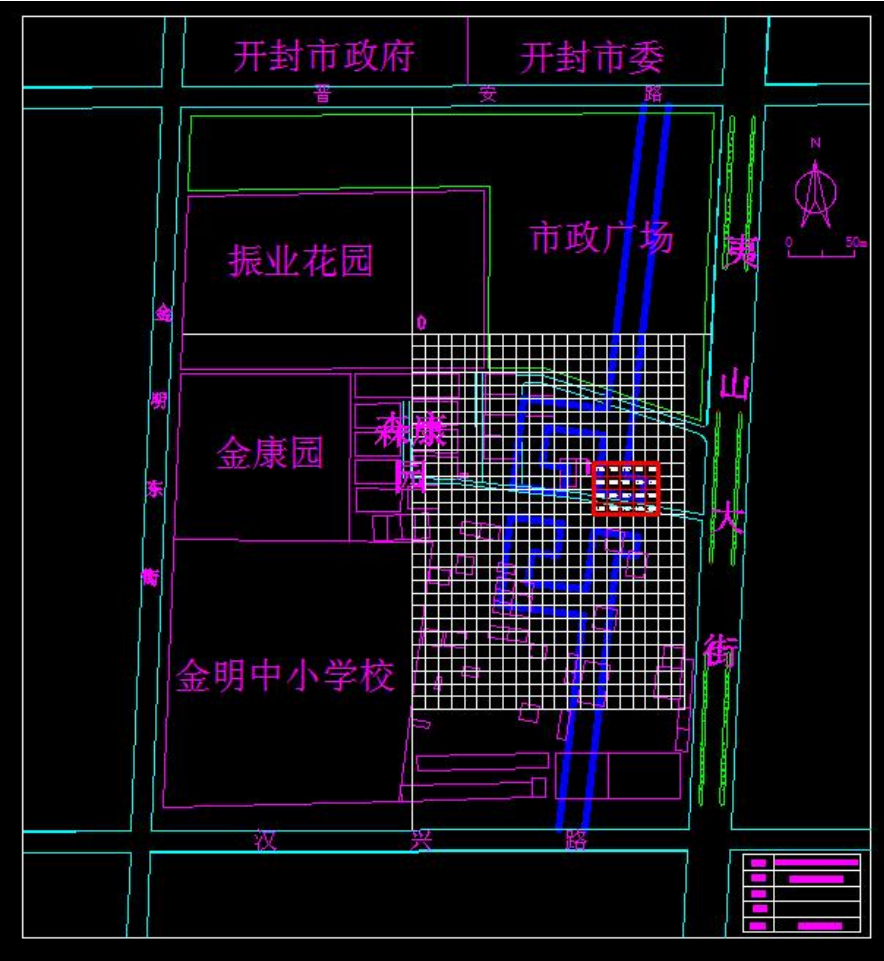


3、考古发掘地层三维空间信息采集与建模研究——开封东京城新郑门遗址

遗址考古发掘三维信息可参考的技术流程



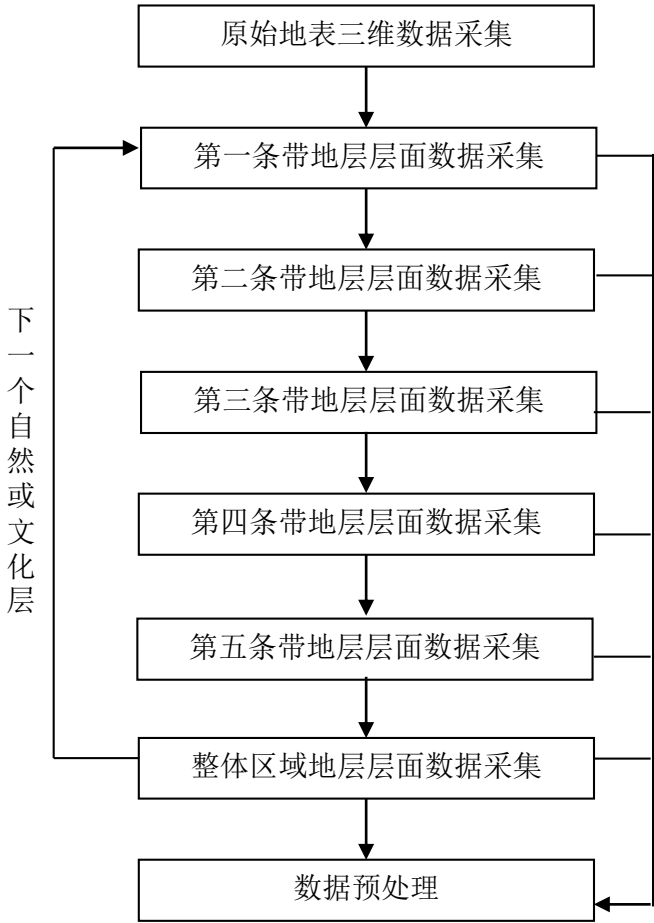
3、考古发掘地层三维空间信息采集与建模研究——开封东京城新郑门遗址



东京城新郑门遗址发掘范围

计划1.6万米²，一期2000米²

设计了分层按条带三维信息采集方案



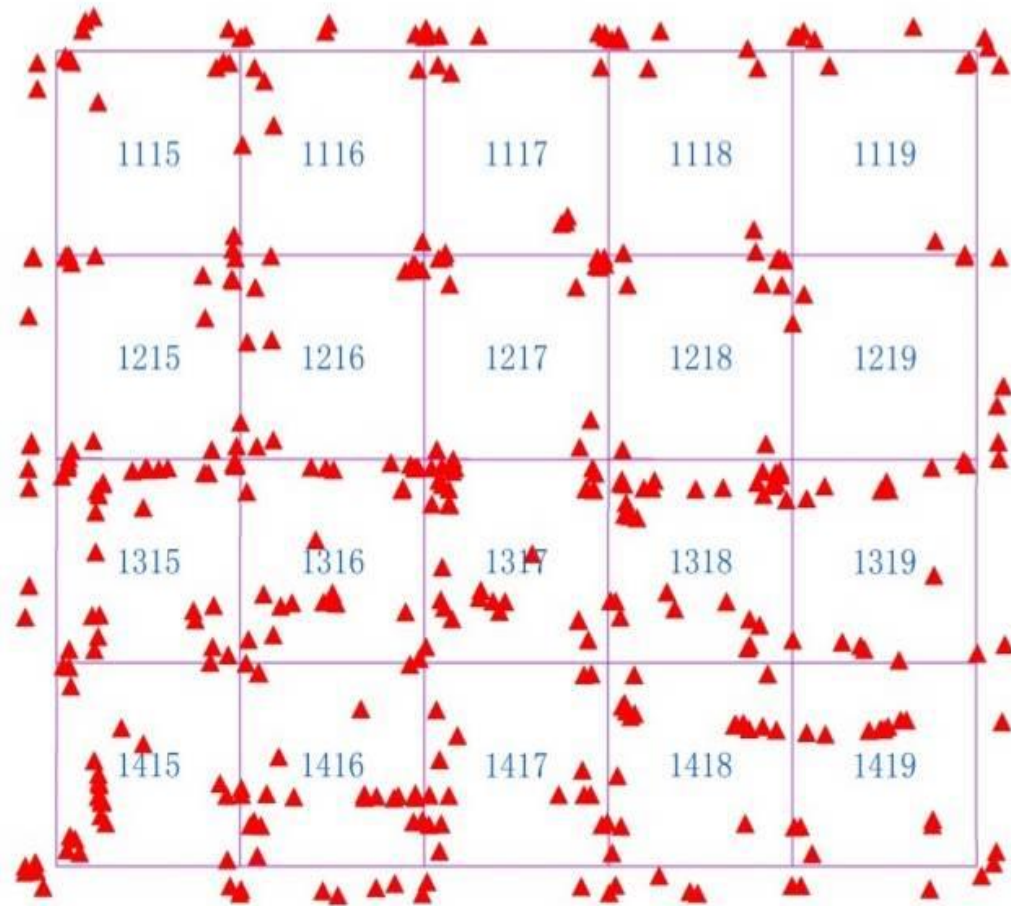
数据采集顺序 →

T1115	T1116	T1117	T1118	T1119
T1215	T1216	T1217	T1218	T1219
T1315	T1316	T1317	T1318	T1319
T1415	T1416	T1417	T1418	T1419
第一条带	第二条带	第三条带	第四条带	第五条带

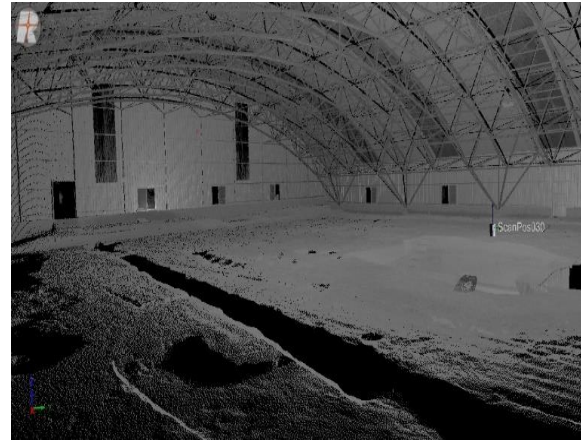
三维激光扫描数据采集方案

3、考古发掘地层三维空间信息采集与建模研究——开封东京城新郑门遗址

◆ 开封东京城新郑门遗址考古发掘现场三维信息采集



三维点云采集站点



三维激光扫描点云



三维彩色点云



清代地层多视角影像

完成了33次共计391个测站的三维信息和3519幅影像纹理信息，采集原始70GB，转换为处理格式为420GB。完成两个典型历史时期层面多视角影像采集，共采集影像334幅。

3、考古发掘地层三维空间信息采集与建模研究——开封东京城新郑门遗址

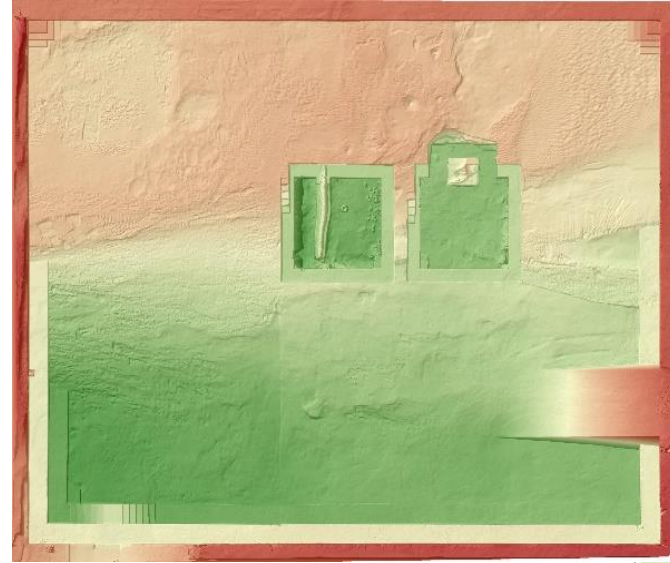
◆ 开封东京城新郑门遗址三维模型构建



现代时期地层



近代时期地层



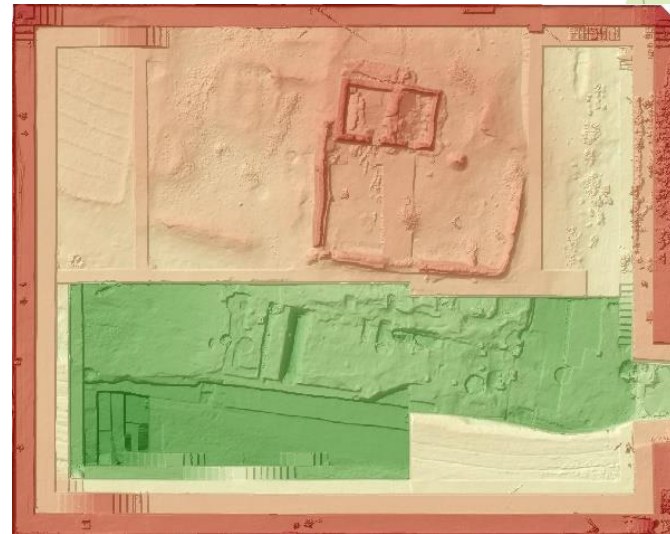
民国冲淤地层1



冲淤地层2



清代地层



清代与金代地层

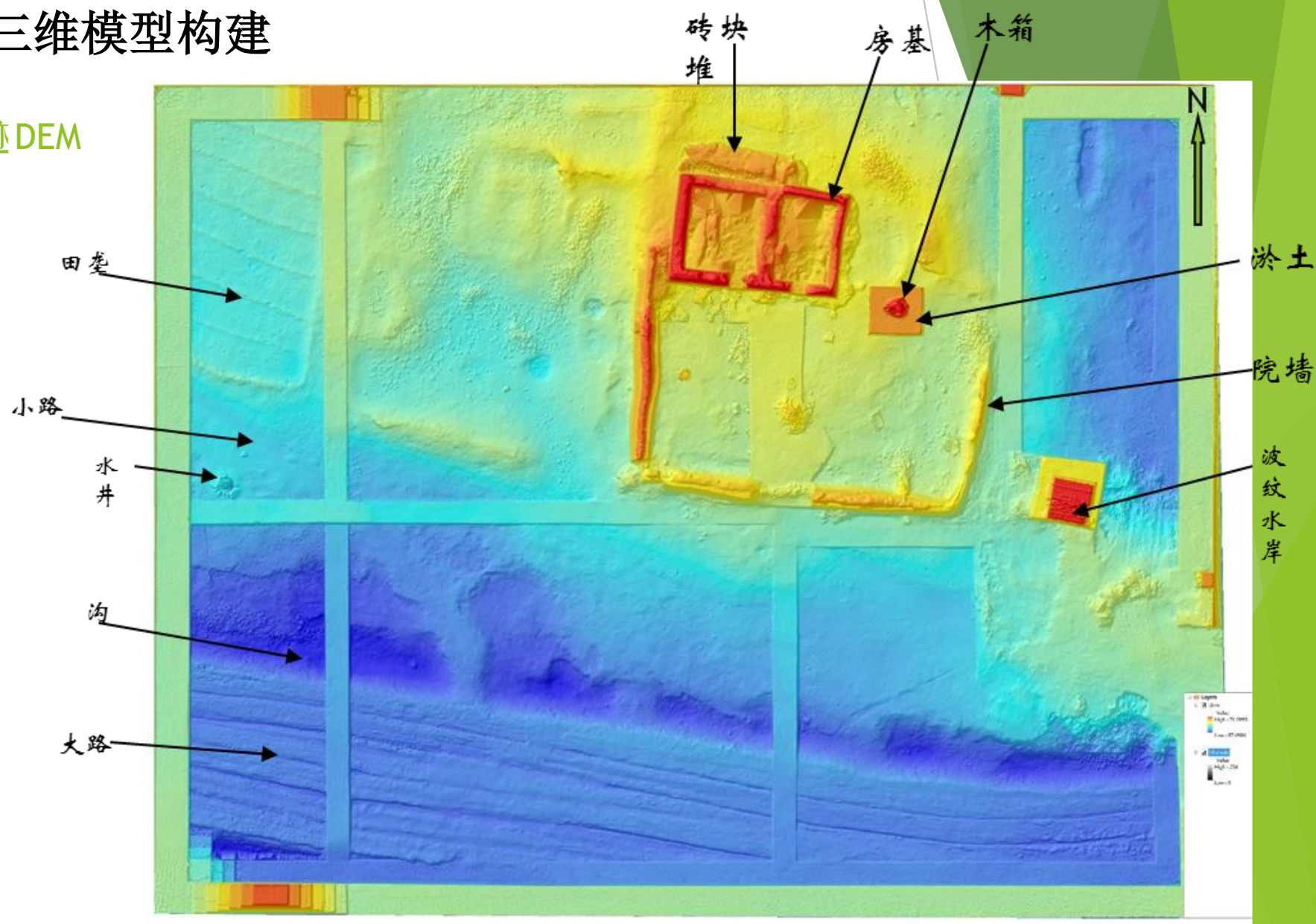
构建各时期
地层精细数
字高程模型
(DEM)和表
面模型(DSM)
等三维模型
作为遗址环
境和景观重
建、遗产保
护规划的依据
和基础。

3、考古发掘地层三维空间信息采集与建模研究——开封东京城新郑门遗址

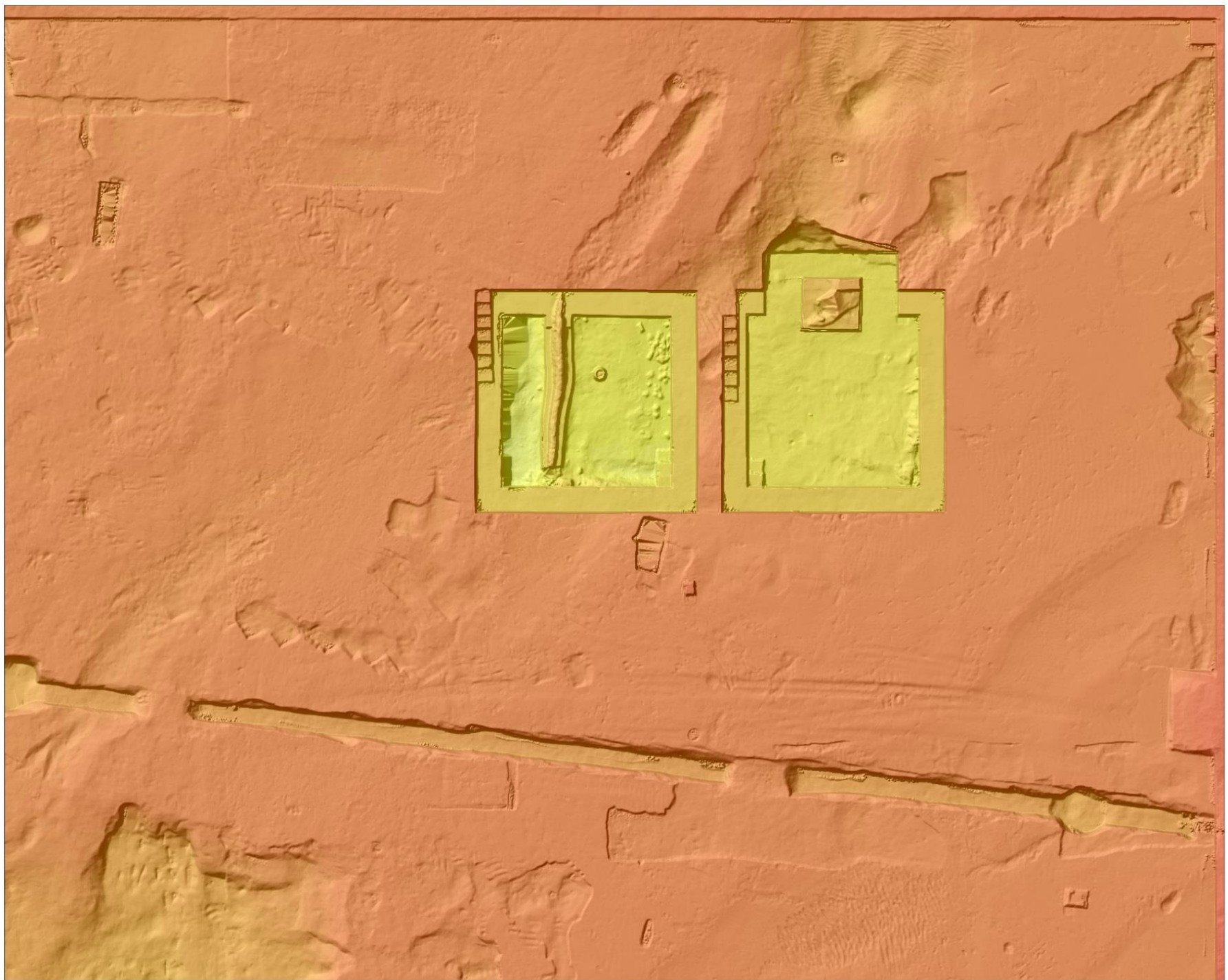
◆ 开封东京城新郑门遗址三维模型构建

利用激光点云数据建立的清代遗迹DEM

地表下，揭开后，清代的村落遗迹：7米多的大路，清晰的车辙痕迹，路边的沟渠，渠边的马蹄印，通往院落和大路的小路，小路边的水井，水井中散落的乾隆币、烟袋锅、陶罐与青瓷片，院落不远处一垄垄的菜地，裹在冲积层中的木箱，挡住木箱的残树。。。。。

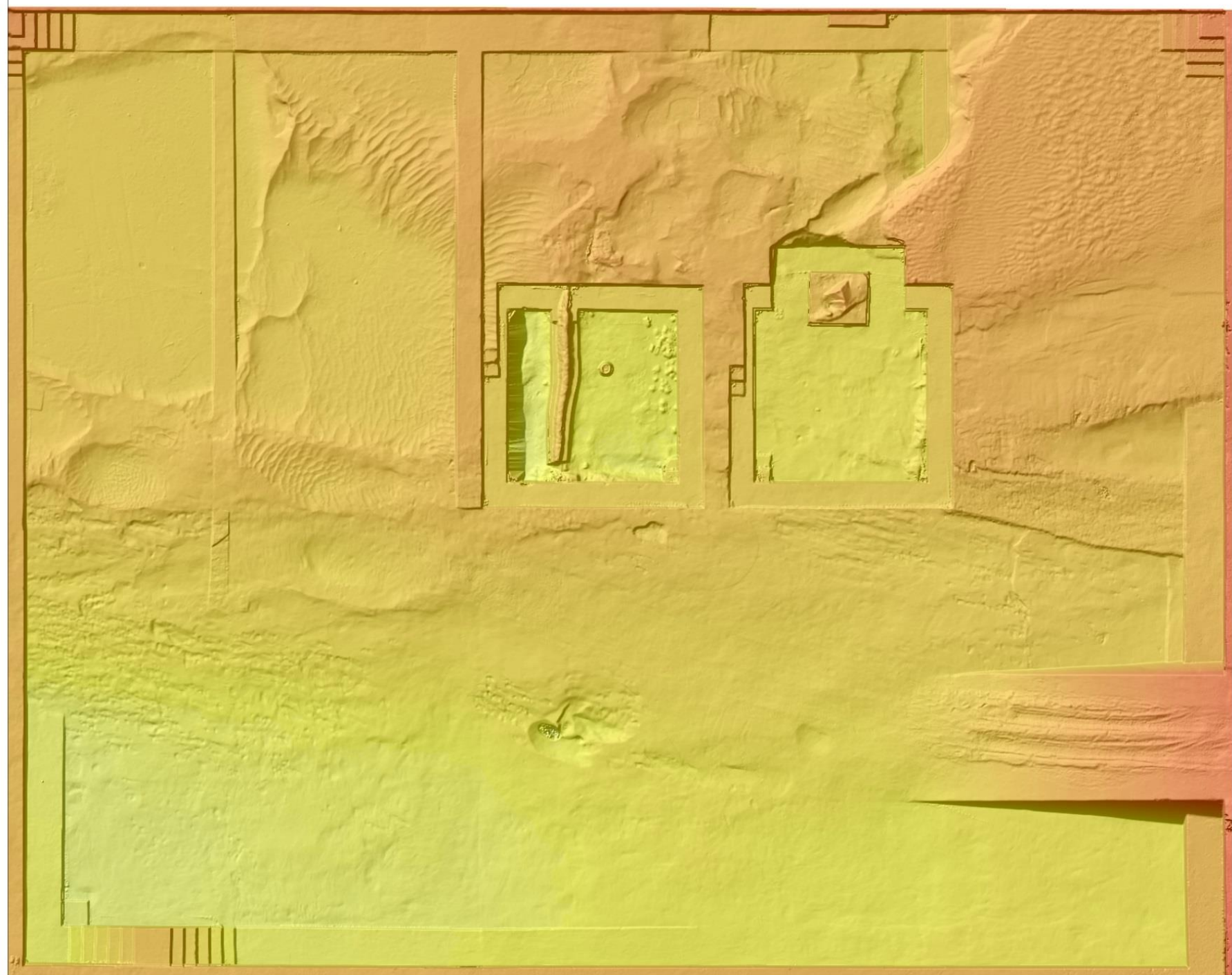




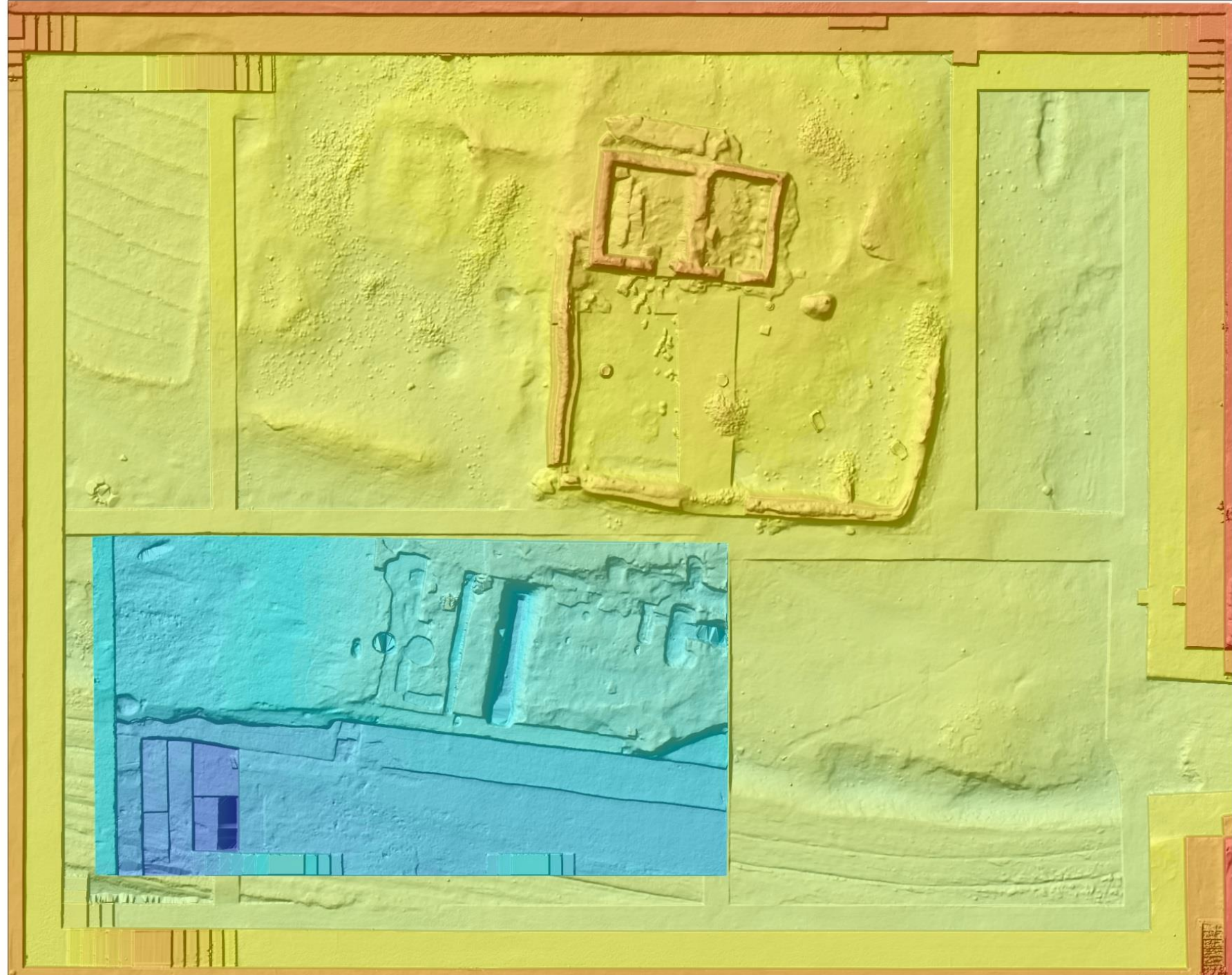


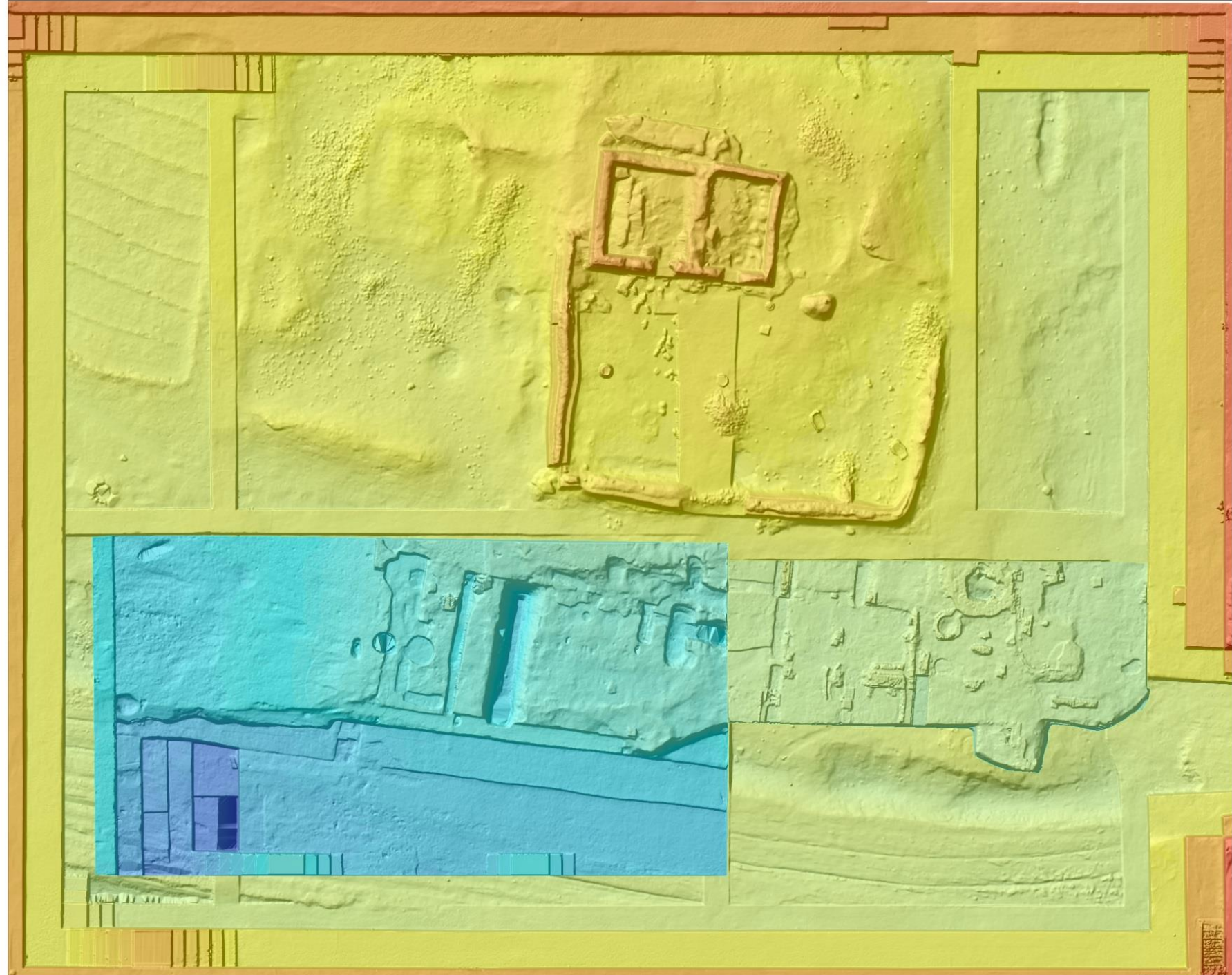


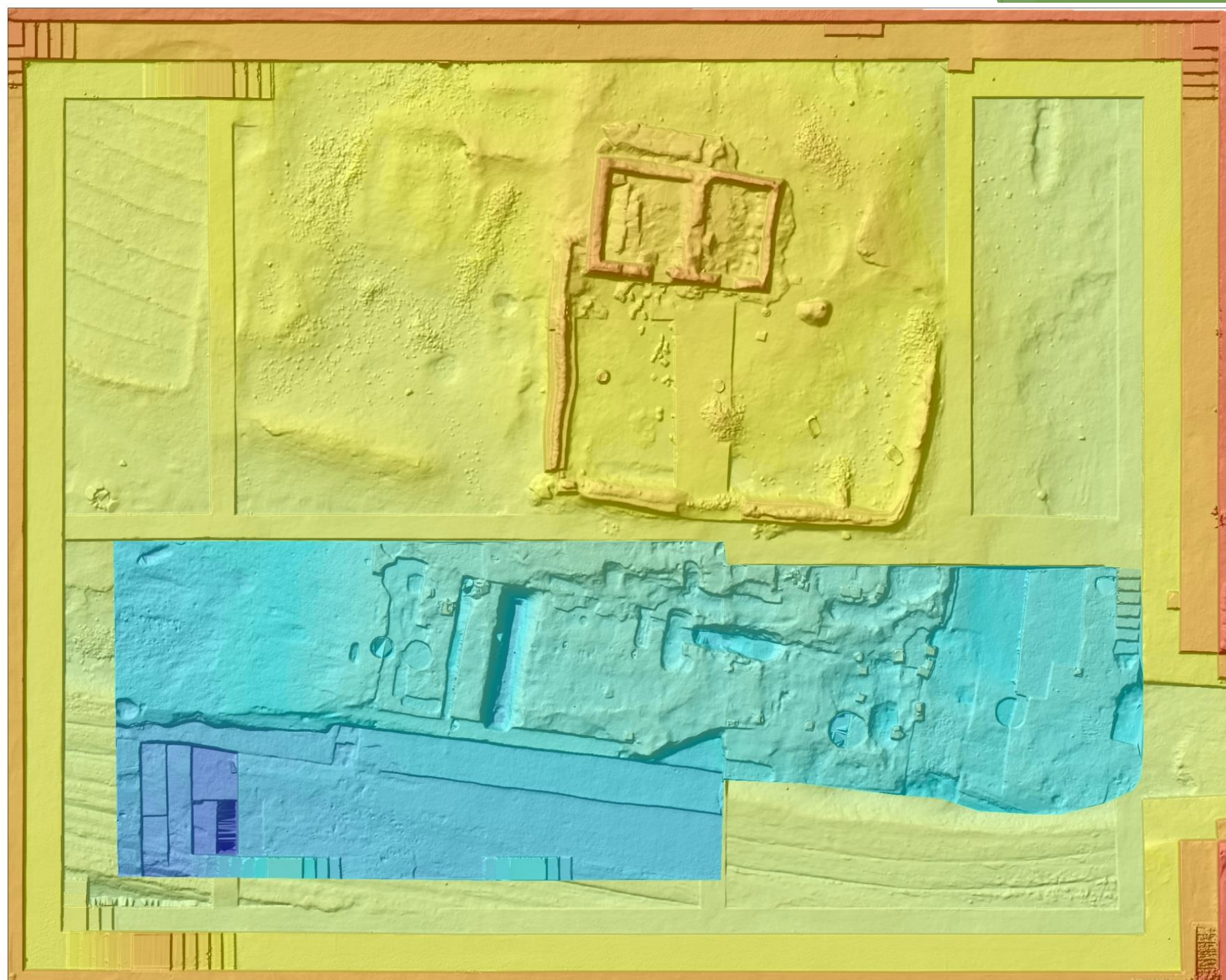


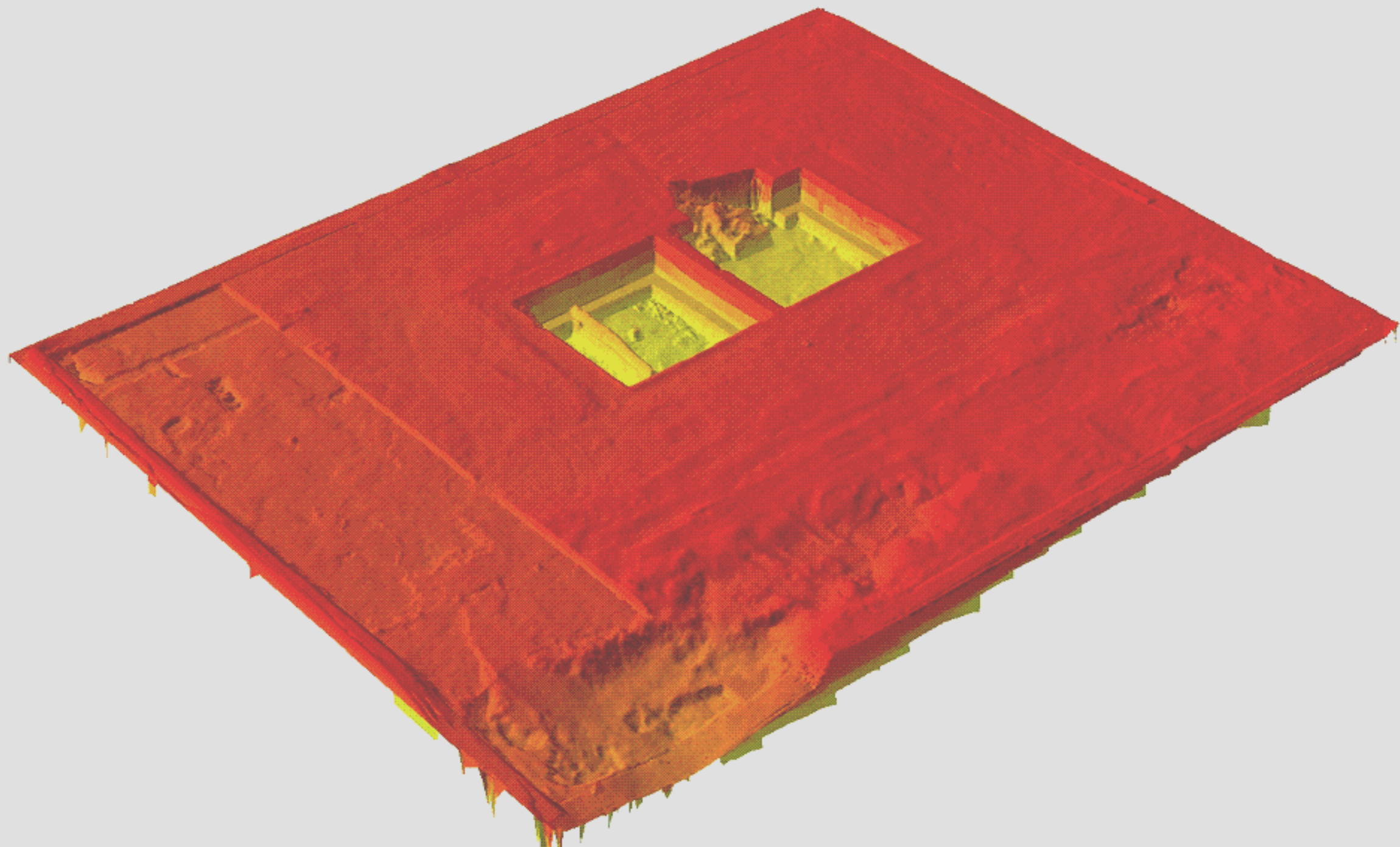












3、考古发掘地层三维空间信息采集与建模研究——开封东京城新郑门遗址

◆ 开封东京城新郑门遗址三维模型构建

基于多视角影像三维重建了两个典型历史时期考古发掘地层彩色三维模型。



清代地层彩色模型



清代与金代地层彩色模型

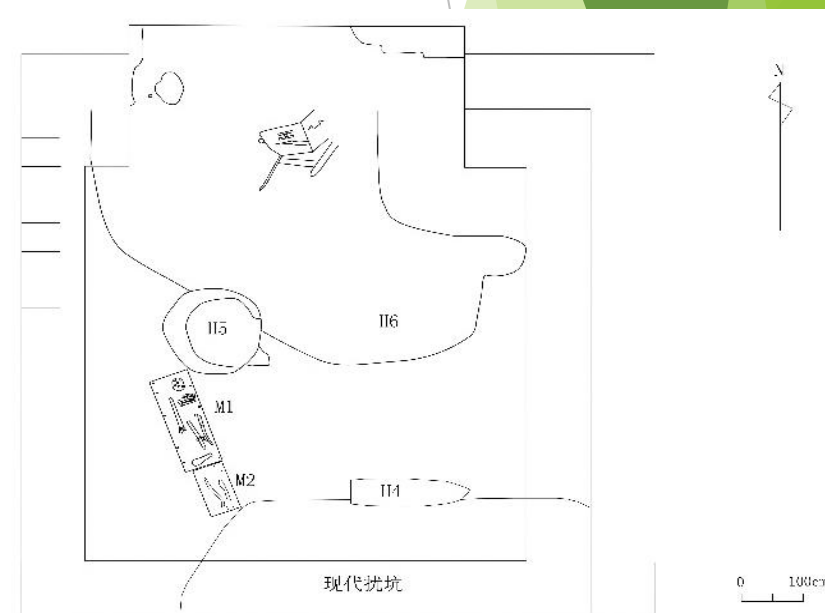
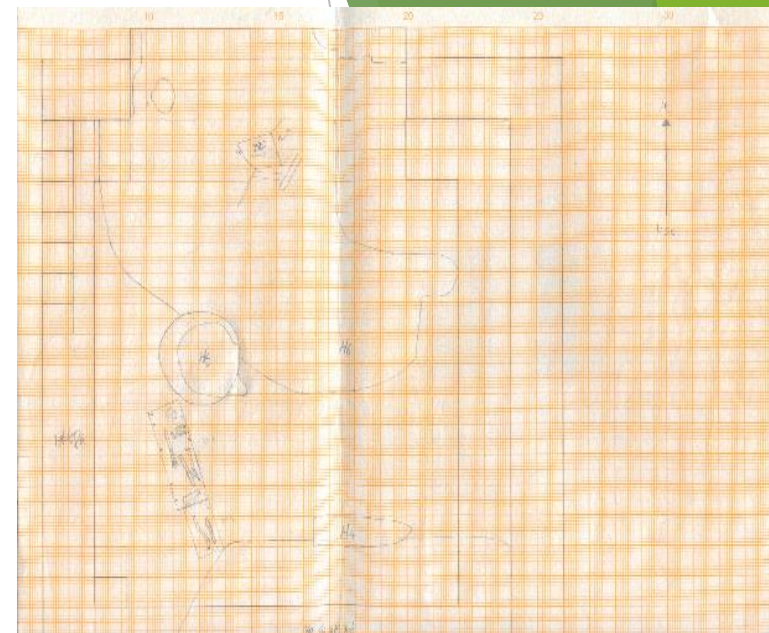
基于三维激光点云构建的层面三维模型**精准性高，可量测，可提取遗址特征信息，实现考古的数字化绘制**，但**数据处理工作量大、过程复杂**；
基于多视角影像三维模型，**模型精度相对较低**，但其构建的彩色三维模型**具有直观特征且建模效率较高**。

3、考古发掘地层三维空间信息采集与建模研究——开封东京城新郑门遗址

◆ 基于三维模型的遗址考古发掘图件数字化制作



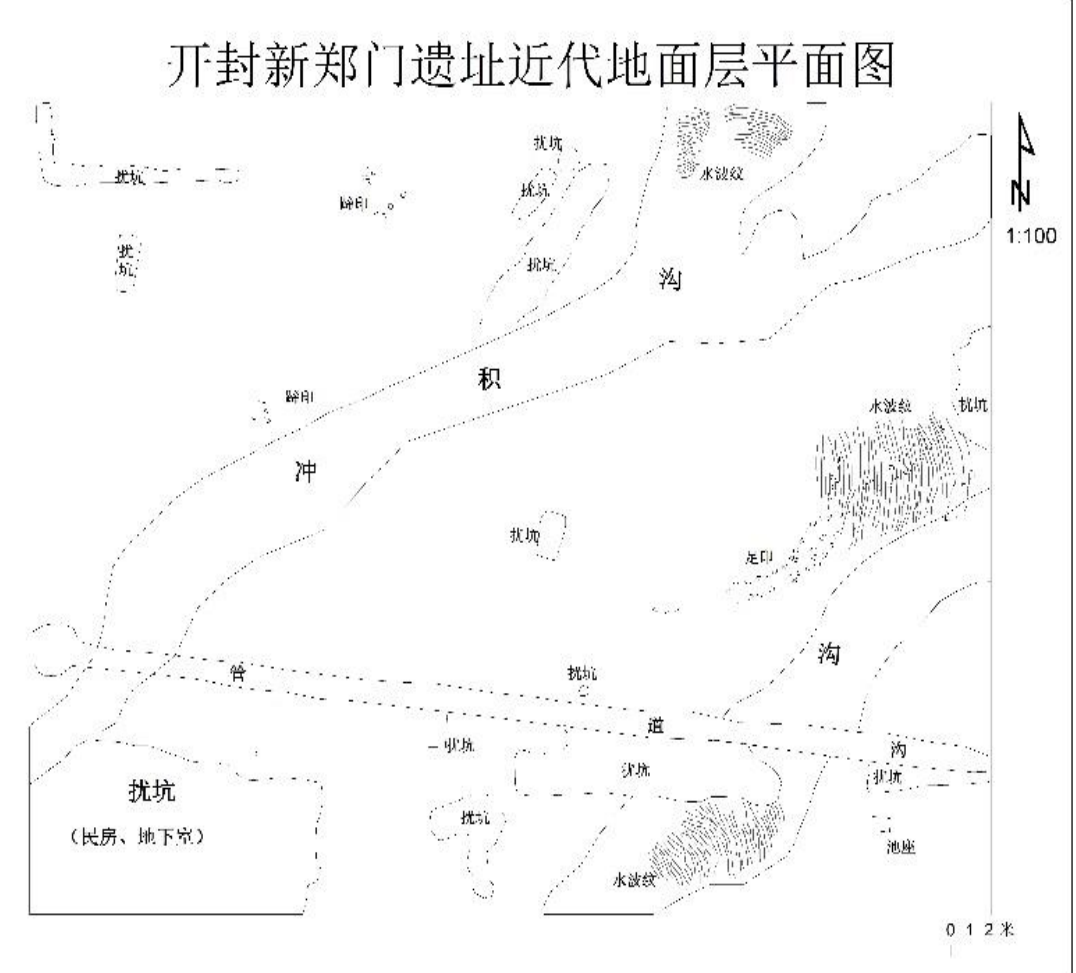
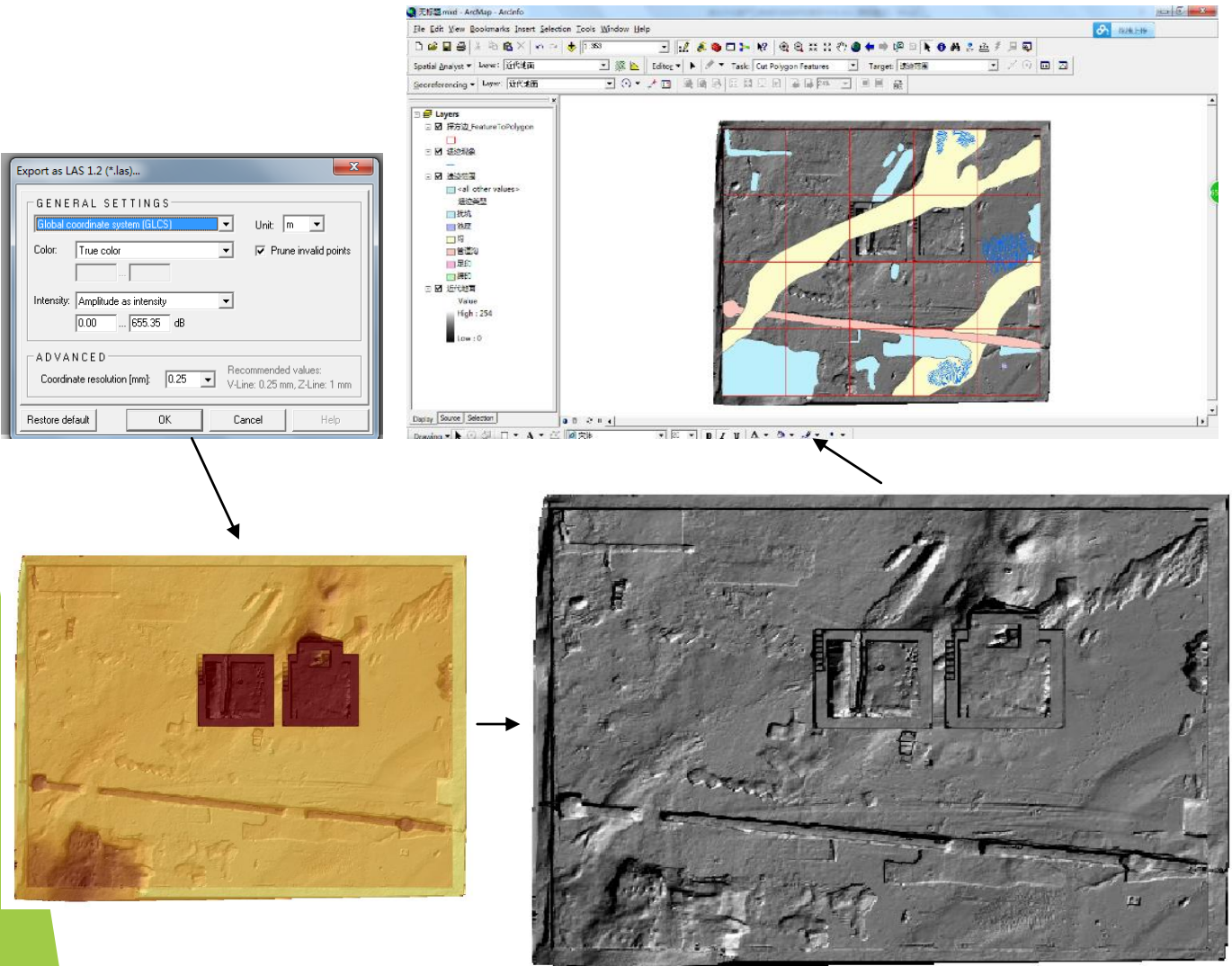
目前常用方式



3、考古发掘地层三维空间信息采集与建模研究——开封东京城新郑门遗址

◆ 基于三维模型的遗址考古发掘图件数字化制作

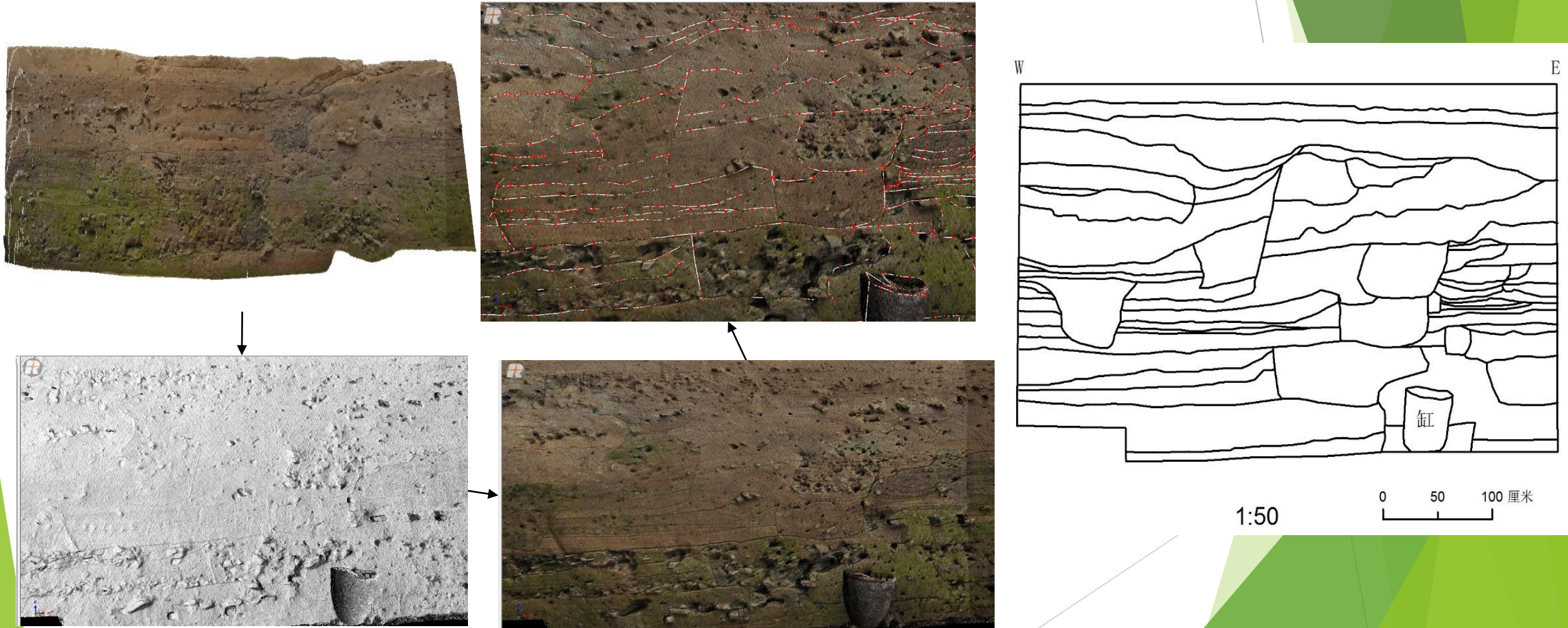
遗址遗迹分布信息提取及遗址平面图制作



3、考古发掘地层三维空间信息采集与建模研究——开封东京城新郑门遗址

◆ 基于三维模型的遗址考古发掘图件数字化制作

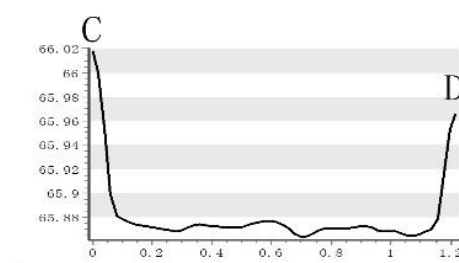
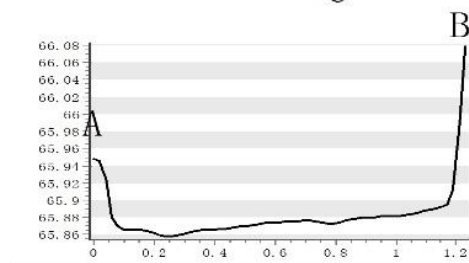
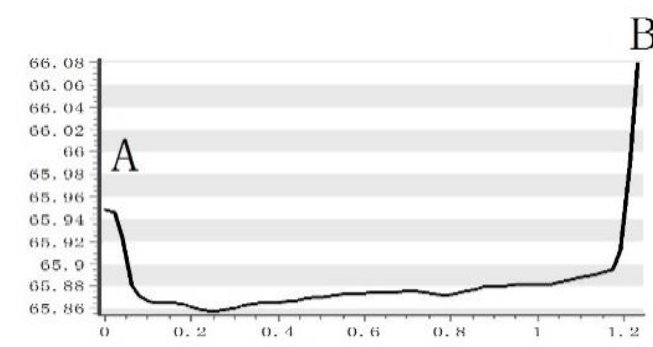
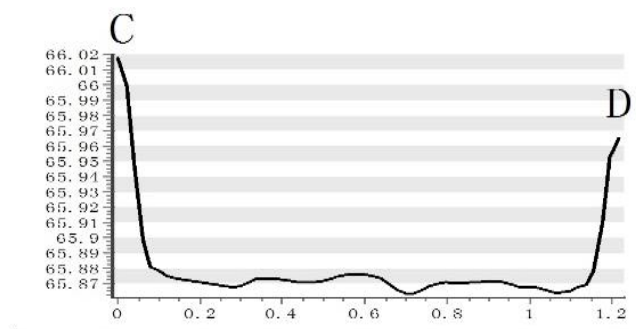
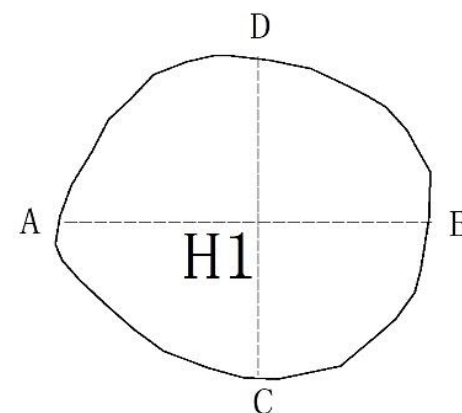
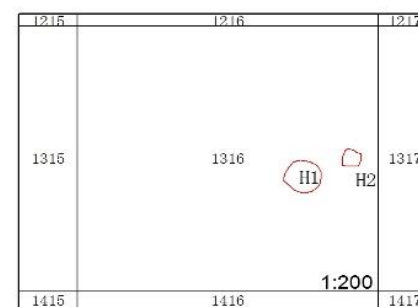
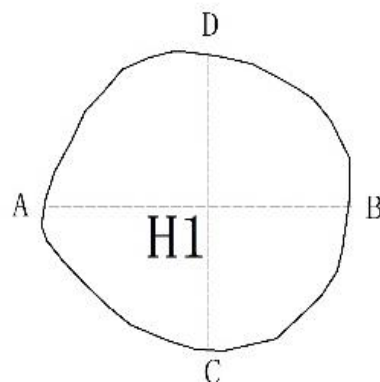
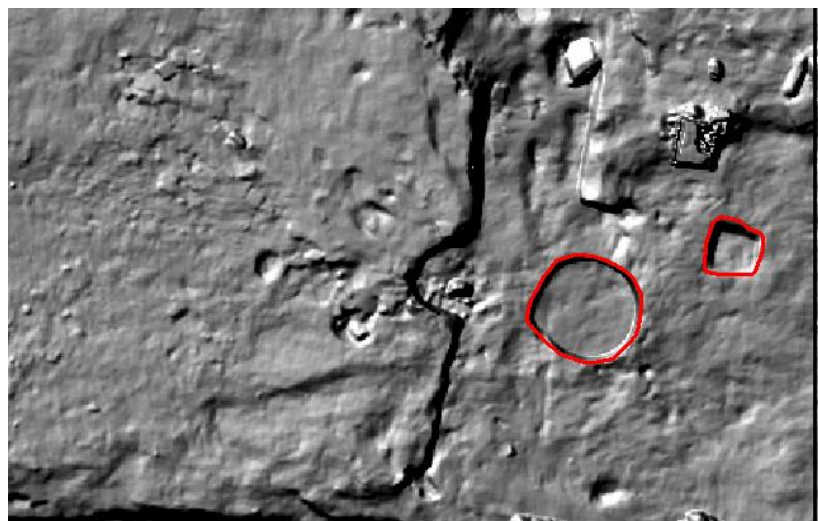
遗址剖面信息提取及剖面图制作



3、考古发掘地层三维空间信息采集与建模研究——开封东京城新郑门遗址

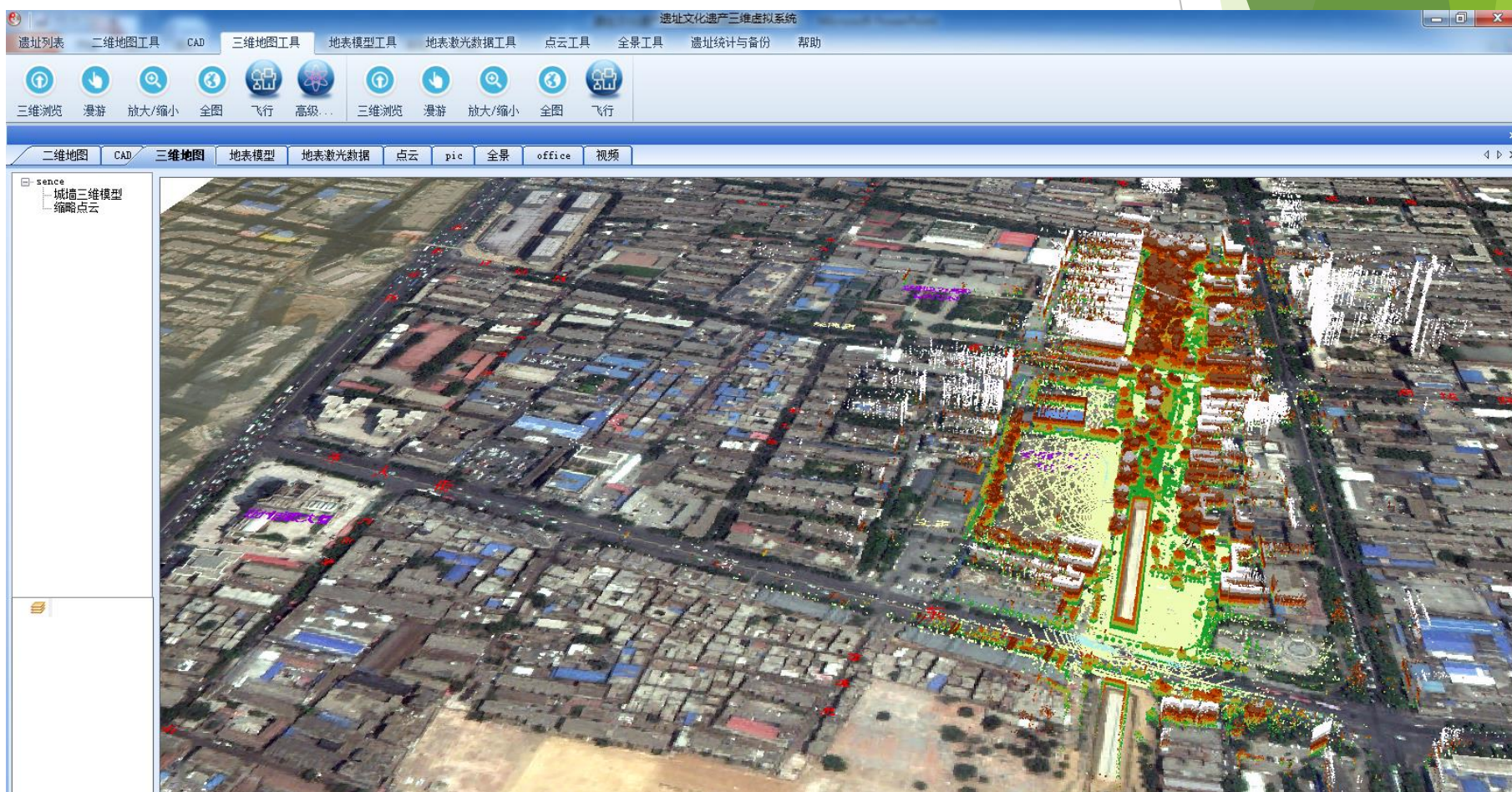
◆ 基于三维模型的遗址考古发掘图件数字化制作

遗址剖面信息提取及剖面图制作

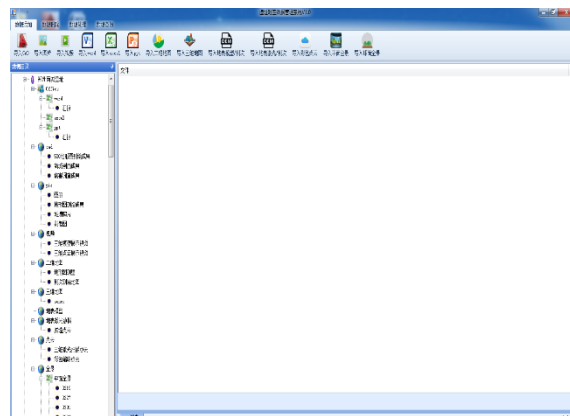


4、文化遗产多源数据管理与三维展示

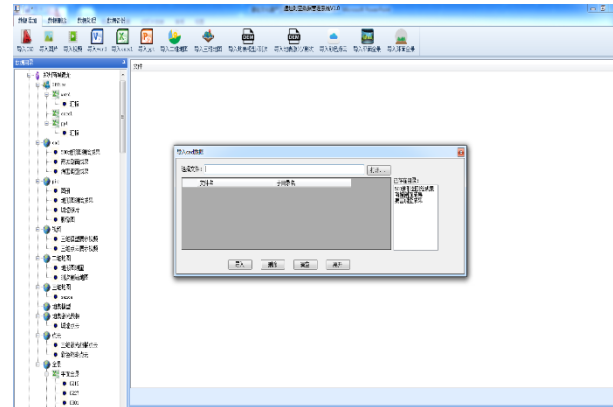
通过对多源异构数据的集成管理与展示方法研究，研发文化遗产多源数据管理与三维展示系统，实现了文化遗产相关的多源异构数据如原始文档、分析统计成果、视频资料、二三维地图、三维激光点云、无人机影像数据、平面及球面全景图等数据的集成化管理与分类展示。



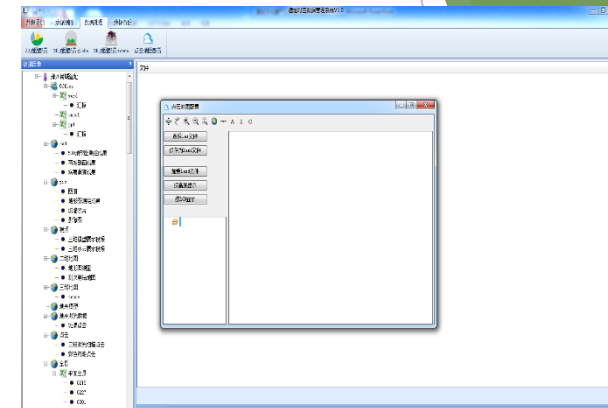
4、文化遗产多源数据管理与三维展示



遗址添加



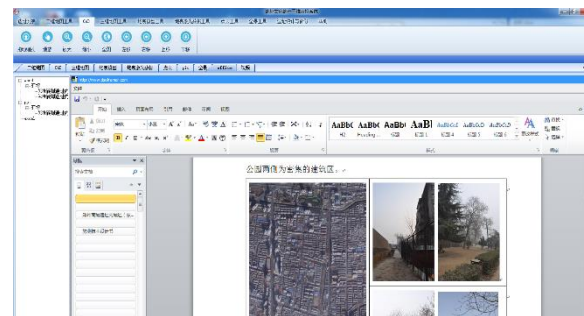
CAD数据导入



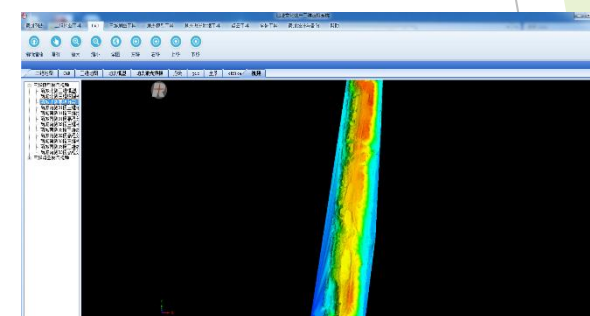
二维地图配置



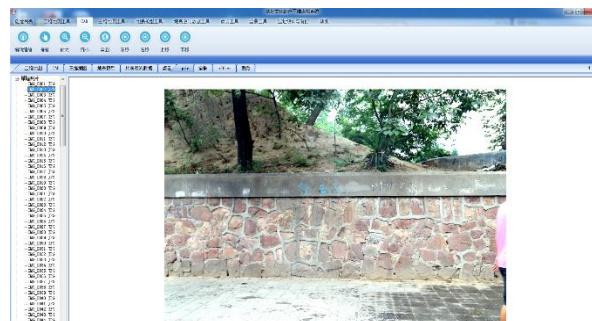
PPT文档编辑与演示



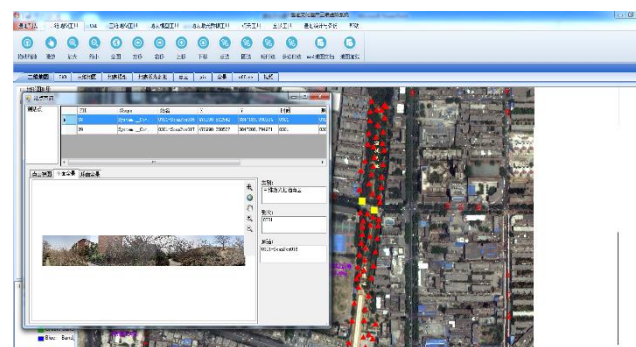
word文档编辑演示



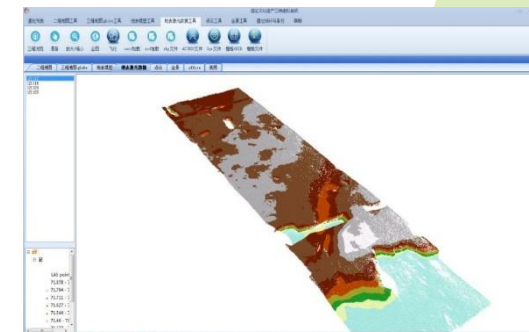
视频文档演示



图片资料展示

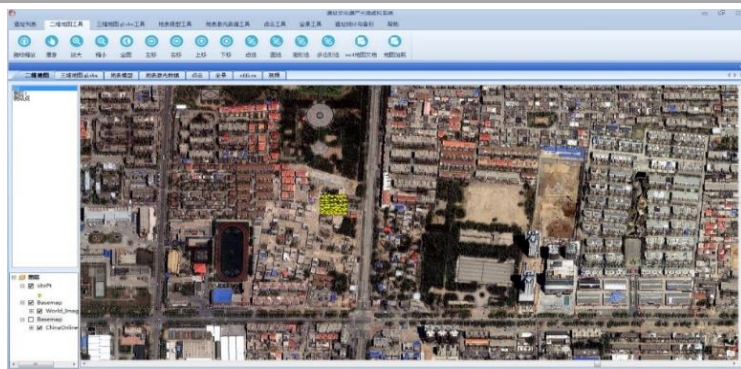


数据查询与展示

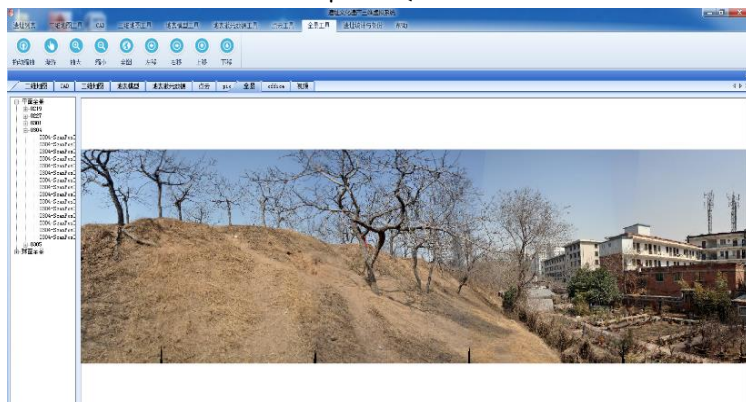


考古地层激光数据

4、文化遗产多源数据管理与三维展示



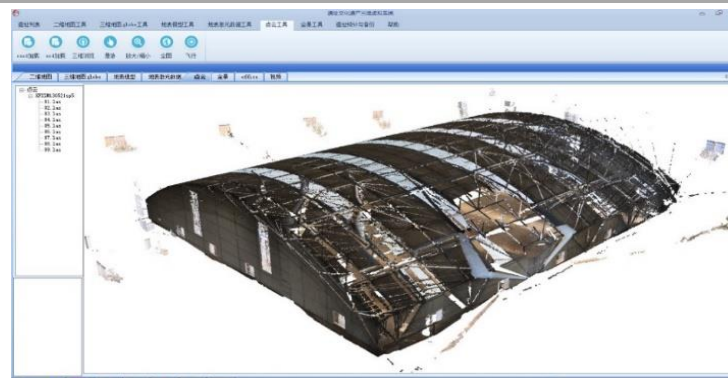
二维地图



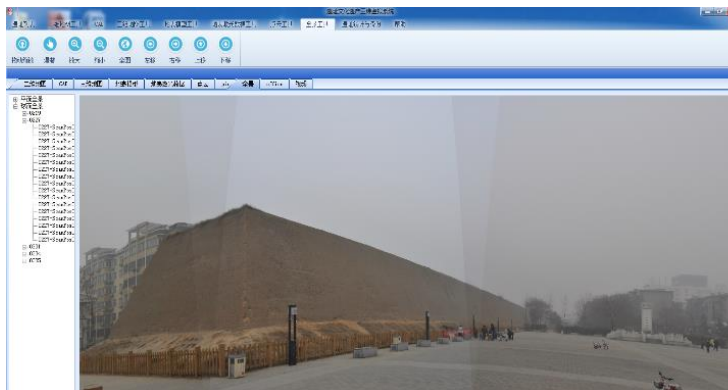
某测站平面全景



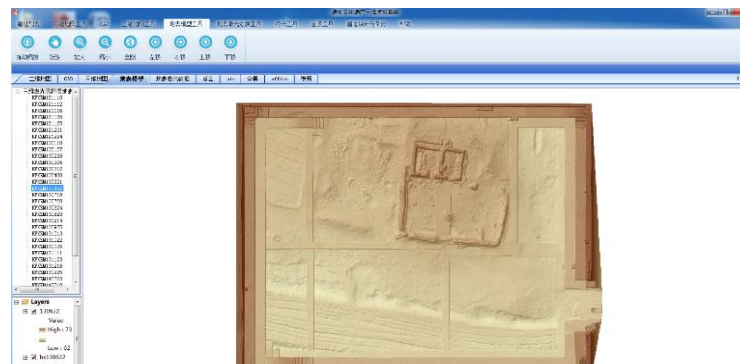
考古地层三维模型



彩色点云



某测站球面全景



清代地层地表模型

研究结论与展望

结论

◆ 提出了面向对象的遗址三维信息采集和建模技术流程

通过三个案例遗址的三维信息采集及模型构建研究，研究并选择最为契合遗址特点和需求的三维信息采集方式，实现文化遗址三维信息高质量、高效率、低成本的采集，满足不同类型文化遗产对三维信息采集和三维重建具有个性化、专题性的需求。

◆ 探索并实现了基于三维模型的遗址特征信息提取与制图

研究实现了基于三维信息、三维模型的遗址各类特征信息提取、解译方法与技术流程，实现文化遗址研究、保护、考古发掘中图件的数字化、精确化制作方法与技术流程，改善遗址绘图的传统作业方式，实现文化遗址时空信息的精细化、数字化、精准化采集、记录、解译与数字制图和时空分析。

◆ 实现了文化遗址多源异构数据集成管理与多维展示

基于计算机技术、地理信息系统以及虚拟展示技术，基于面向对象的系统分析与设计流程，设计并研发了文化遗产多源数据管理与三维展示系统，为遗址考古发掘、文化遗产保护、考古研究等提供一个良好的多源异构遗址数据展示与分析的系统平台。

研究结论与展望

研究展望

- ◆ 文化遗址类型的丰富
- ◆ 遗址特征自动化、智能化提取研究
- ◆ 文化遗产多源数据管理与三维展示系统功能进一步完善

。

A scenic view of a mountain peak, likely Mount Huangshan, featuring a large, ancient pine tree in the foreground and a steep, rocky cliff face in the background. The sky is blue with some clouds. The text "谢谢!" is overlaid in the center.

谢谢!