基于实景三维的城市规划辅助决策应用服务

王淼
北京市测绘设计研究院
首都功能核心区部主任工程师
2023年6月28日

目　　录

一　北京市实景三维建设进展

二　实景三维成果典型应用

三　思考与展望

实景三维作为真实、立体、时序化反映人类生产、生活和生态空间的时空信息，是国家重要的新型基础设施，通过“**人机兼容、物联感知、泛在服务**”实现数字空间与现实空间的实时关联互通，为数字中国提供统一的空间定位框架和分析基础，是**数字政府、数字经济重要的战略性数据资源和生产要素**。

实景三维中国建设技术大纲
(2021 版)

自然资源部
2021 年 8 月

P3 通知提出：到2025年，50%以上的政府决策、生产调度和生活规划可通过线上实景三维空间完成。

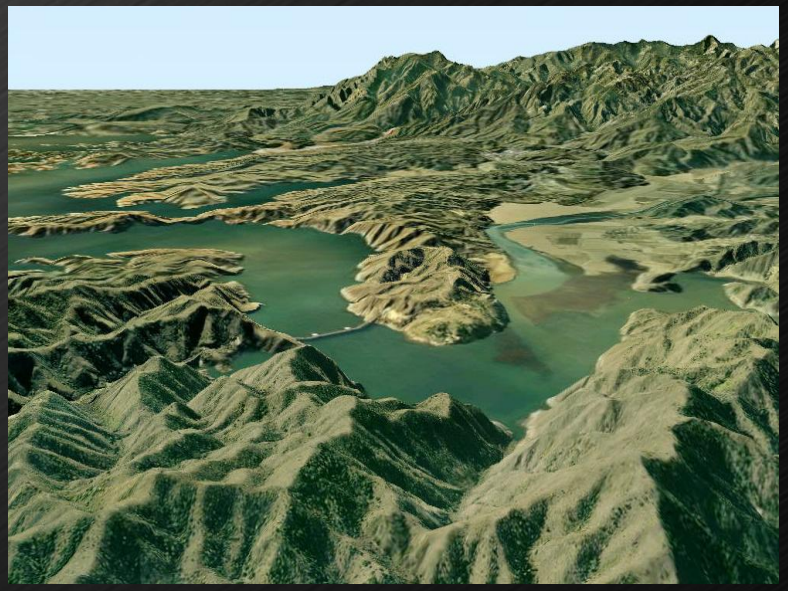
日前，辽宁、浙江、江苏、四川、海南、新疆等多个省份的实景三维建设实施方案先后通过专家评审，实景三维中国建设不断提速，国家和省市县协同实施的“全国一盘棋”格局正在形成。

序号	省市区	建设目标
1	江苏省	统筹实施方式完成镇江、徐州、盐城等5市18县（市、区）共1152平方千米城市级三维模型建设，选择40余处重点建（构）筑物完成部件级三维数据试点生产，初步搭建了实景三维江苏平台。到2025年，江苏省将初步建成“全覆盖、全联通、全兼容”的实景三维江苏，50%以上的政府决策、生产调度和生活规划可通过线上实景三维空间完成。
2	**浙江省**	分三年实施，建成后将立体呈现全域绿水青山、语义互联现实万物、浙江全省统一三维应用，助力生态文明建设和数字浙江建设，为全国提供经验。
3	安徽省	到2025年，初步建成省市县多级实景三维在线与离线相结合的服务系统，初步形成设区市的数字空间与现实空间实时关联互通能力，50%以上的政府决策、生产调度和生活规划可通过线上实景三维空间完成。
4	山东省	纳入自然资源重点工作和基础测绘重点工程，明确“路线图”和“时间表”，着力构建“全省一盘棋”格局，推动数据汇聚融合利用，促进建设成果广泛应用。
5	广东省	到2025年，全省21个地级以上城市初步形成数字空间与现实空间实时关联互通能力， 为广东省的数字政府和数字经济等提供三维空间定位框架和分析基础。
6	青海省	2023年计划投资400余万元，完成西宁市城镇开发边界范围内基础三维模型（建筑白模）建设，海东市、玉树州重点城镇优于0.05米分辨率倾斜摄影影像及三维模型制作。
7	新疆维吾尔自治区	提出搭建统一的地理空间基底和数据融合平台，实现资源、生态现状信息与管理信息有机融合，为履行“两统一”职责提供高效技术支撑。

此前，上海市、武汉市、宁夏回族自治区、西安市、青岛市已经开展试点工作。

一、北京市实景三维建设进展

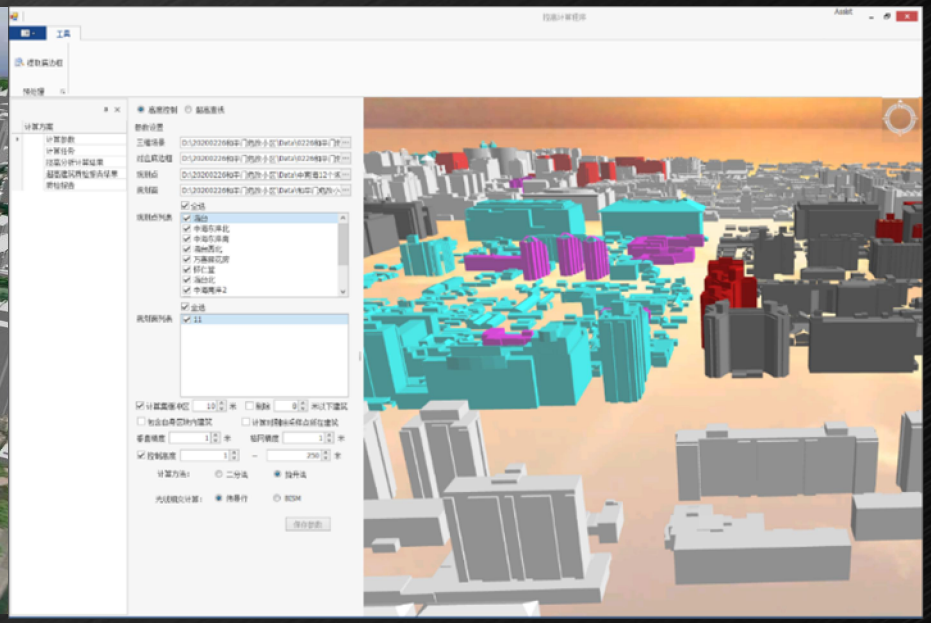
早在2015年激光点云LiDAR数据基础上（原始点密度平原区2个点/平方米，山区0.5个点/平方米），制作完成了全市数字高程模型和数字地表模型。采用DEM+DOM的方式，建立全市三维地形模型（LODO），应用于数字城市、自然资源管理等工作。



基于点云数据制作的全市三维场景

一、北京市实景三维建设进展

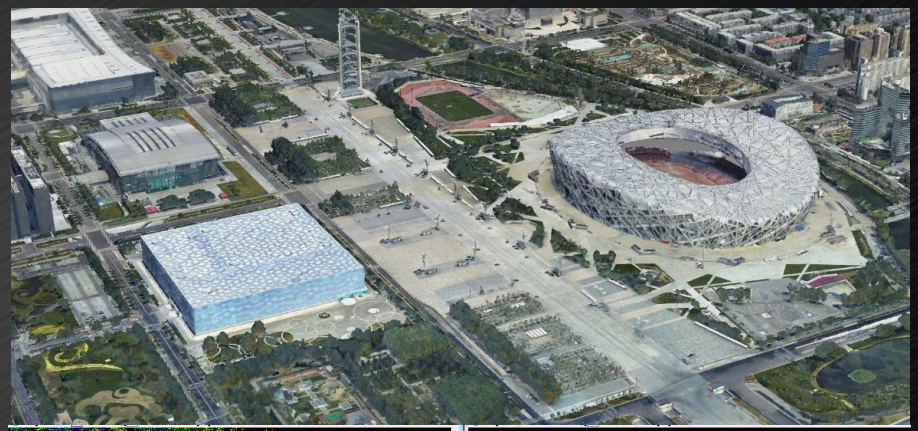
在此基础之上，建立覆盖全域的灰模（LOD1），辅助开展规划研究、城市设计等工作。

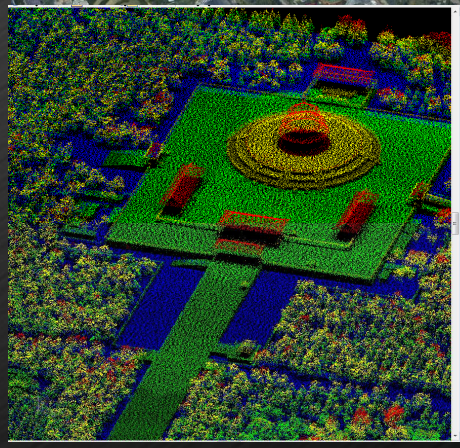


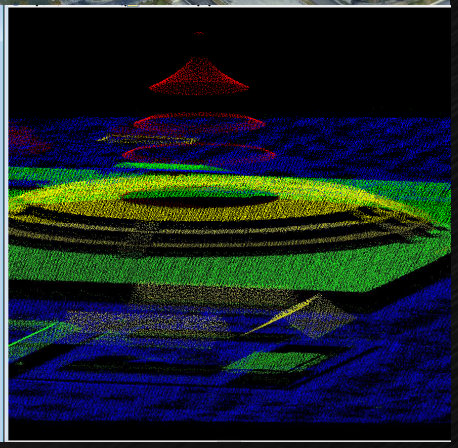
一、北京市实景三维建设进展

2017年采用军民融合方式与军方共同完成了北京市六环范围3600平方公里倾斜摄影测量和激光LiDAR采集工作，并建立倾斜实景三维模型（MESH-LOD3）。

这是**国内首次进行大规模、高精度多视角**航空摄影测量和激光雷达测量，选用了**先进**的多视角航摄仪、激光雷达设备和建模软件，建立了**分辨率高、精度高、范围广**的实景三维模型。

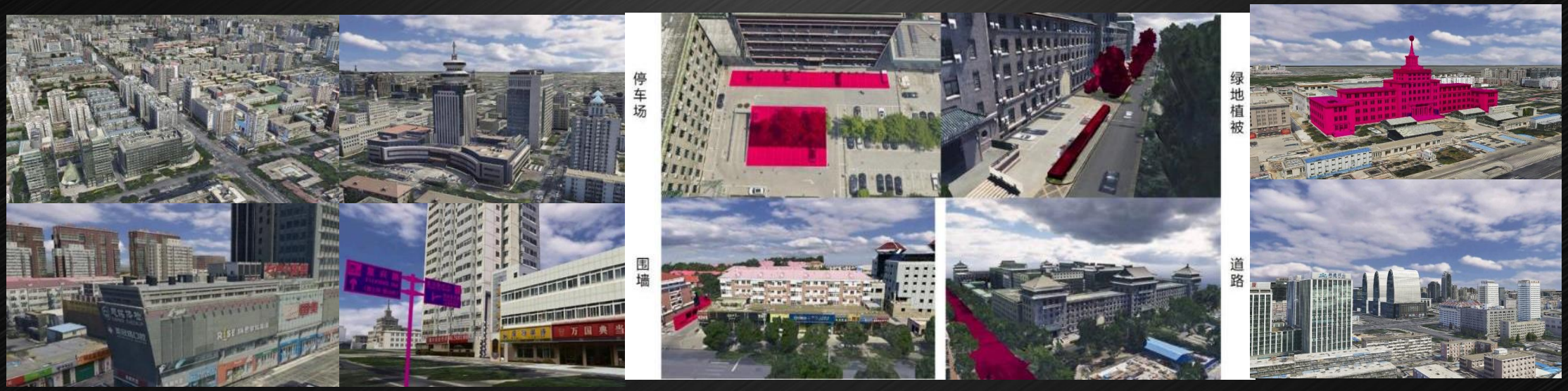






一、北京市实景三维建设进展

2018-2019年，基于倾斜摄影模型成果开展了**北京市三环范围160平方公里**单体化三维数据建设工作，完成了北京市三环范围建筑物实体化模型制作、长安街沿线单体化**精细三维建模**工作，达到LOD3模型标准。数据成果为北京中心城控规编制及核心区大数据城市治理提供良好的数据支撑服务。



一、北京市实景三维建设进展

在胡同、四合院、名人故居、工业改造区等重点区域，空地一体联合解算精细三维模型。探索实景三维支撑设计改造等，服务名城保护、胡同保护、工业遗址设计工作等。

齐白石故居

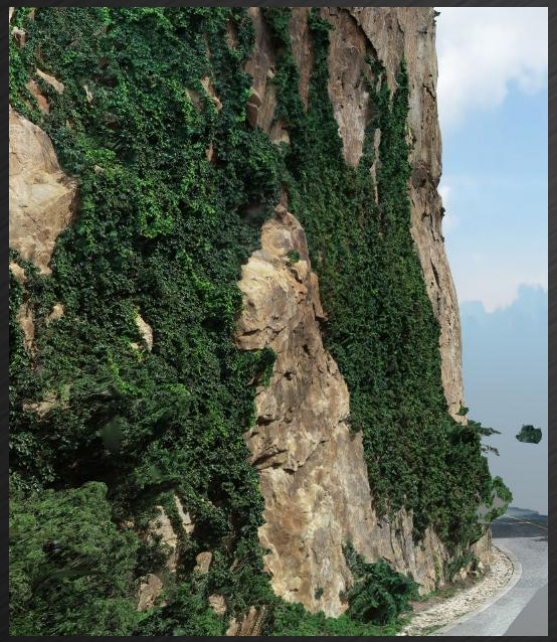
雨儿胡同

怀柔水泥厂

一、北京市实景三维建设进展

在山区，利用贴近摄影测量技术，对山体进行精细实景三维建模，为山区地质灾害监测提供数据基础。

现场照片

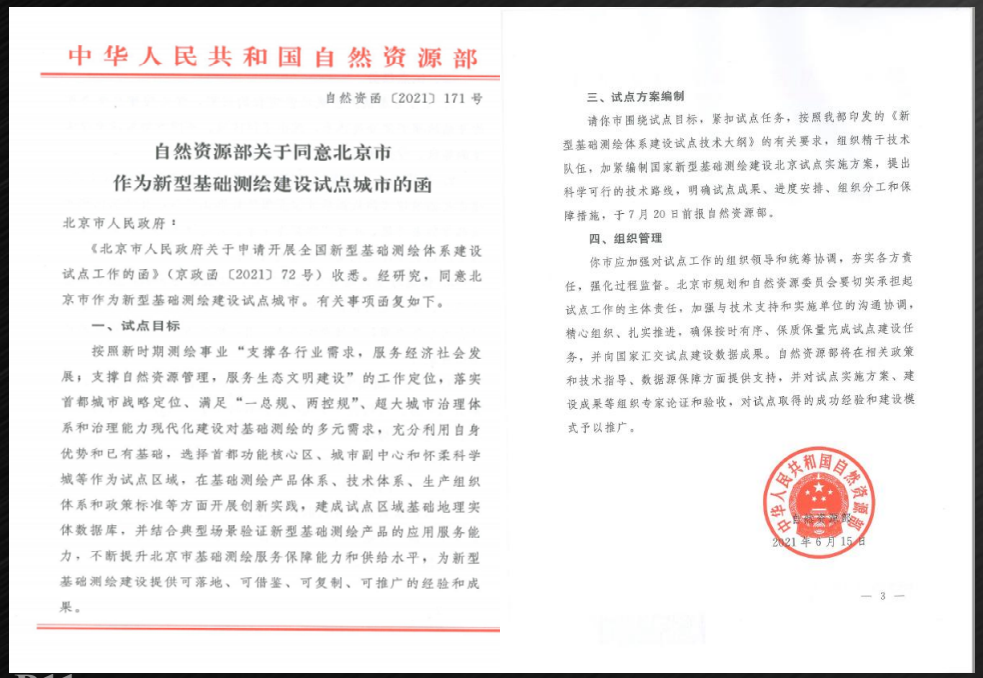


三维模型成果

三维模型细节展示

一、北京市实景三维建设进展

- 2021年6月15日，自然资源部同意北京成为国家新型基础测绘试点建设城市。
- 2021年6月22日，陈吉宁市长、隋振江副市长再次批示要做好试点实施方案，上传督查系统。
- 2022年6月22日，《国家新型基础测绘建设北京试点方案》通过自然资源部专家评审。



中华人民共和国自然资源部

自然资函〔2021〕171号

自然资源部关于同意北京市
作为新型基础测绘建设试点城市的函

北京市人民政府：

《北京市人民政府关于申请开展全国新型基础测绘体系建设试点工作的函》（京政函〔2021〕72号）收悉。经研究，同意北京市作为新型基础测绘建设试点城市。有关事项函复如下。

一、试点目标

按照新时期测绘事业“支撑各行业需求，服务经济社会发展；支撑自然资源管理，服务生态文明建设”的工作定位，落实首都城市战略定位、满足“一总规、两控规”、超大城市治理体系和治理能力现代化建设对基础测绘的多元需求，充分利用自身优势和已有基础，选择首都功能核心区、城市副中心和怀柔科学城等作为试点区域，在基础测绘产品体系、技术体系、生产组织体系和政策标准等方面开展创新实践，建成试点区域基础地理实体数据库，并结合典型场景验证新型基础测绘产品的应用服务能力，不断提升北京市基础测绘服务保障能力和供给水平，为新型基础测绘建设提供可落地、可借鉴、可复制、可推广的经验和成果。

三、试点方案编制

请你市围绕试点目标，紧扣试点任务，按照我部印发的《新型基础测绘体系建设试点技术大纲》的有关要求，组织精干技术队伍，加紧编制国家新型基础测绘建设北京试点实施方案，提出科学可行的技术路线，明确试点成果、进度安排、组织分工和保障措施，于7月20日前报自然资源部。

四、组织管理

你市应加强对试点工作的组织领导和统筹协调，夯实各方责任，强化过程监督。北京市规划和自然资源委员会要切实承担起试点工作的主体责任，加强与技术支持和实施单位的沟通协调，精心组织、扎实推进，确保按时有序、保质保量完成试点建设任务，并向国家汇交试点建设数据成果。自然资源部将在相关政策和技术指导、数据源保障方面提供支持，并对试点实施方案、建设成果等组织专家论证和验收，对试点取得的成功经验和建设模式予以推广。

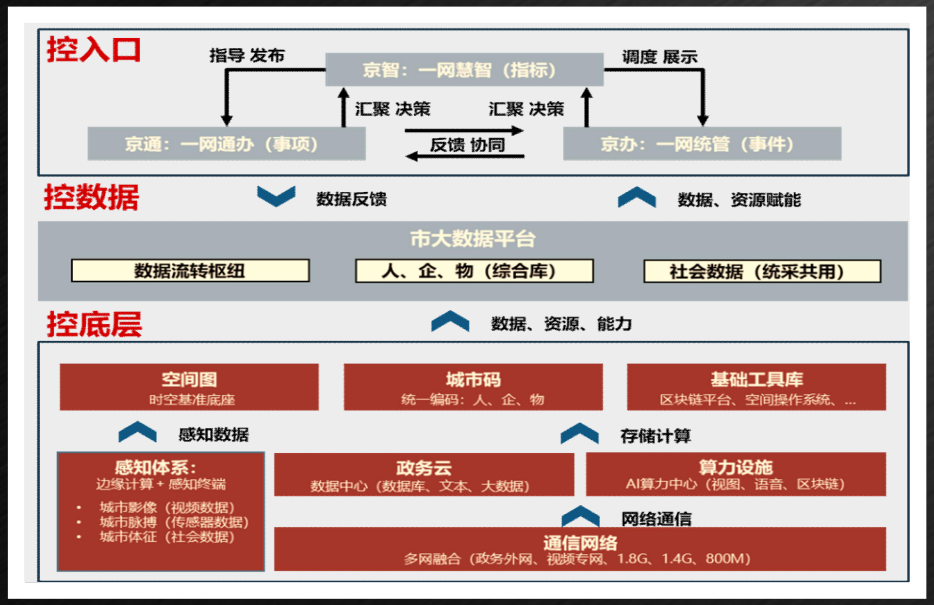
中华人民共和国自然资源部

2021年6月15日

— 3 —

一、北京市实景三维建设进展

- 2021年11日，《北京市“十四五”时期智慧城市建设控制性规划要求（试行）》明确规定智慧城市信息化建设必须依托“一图”、“一码”等共性基础平台。
- 国家新型基础测绘建设北京试点列入了《全球数字经济标杆城市建设2022年任务清单》第59项，作为督办事项。同时该清单将智慧城市“一张图”列为标准基础设施（由市规自委牵头建设），要求“打造全域二三维一体、地上地下全覆盖、动态更新的统一数字底座”。



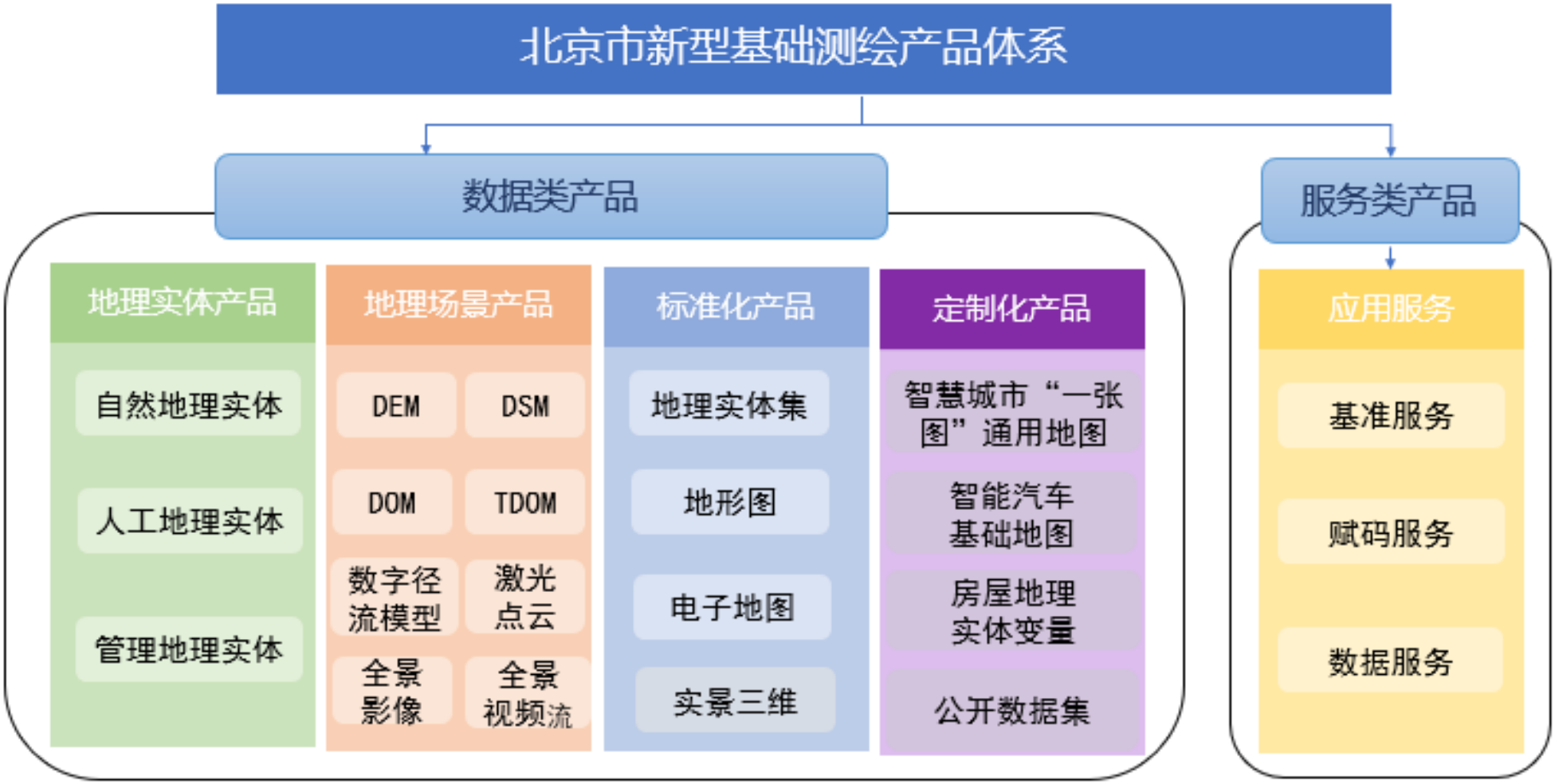
“3721”三京七通一平

- “一图”是全市统一的时空基准底座，是智慧城市的数字空间载体和空间基础设施。
- “一图”包括基础地理空间数据、领域专题数据及社会数据。其中基础地理空间数据由市规划自然资源委统筹建设
- 各部门新建业务系统涉及到基础地理空间数据和共性功能服务的，不允许重复建设，须充分利用全市“一图”基础设施，非基于全市“一图”底座的已建业务系统，须有序迁移。
- “一码”（城市码）是全市统一的实体“数字身份”，包括统一身份标识、统一时空标识
- 统一时空标识由市规划自然委统筹制定。

一、北京市实景三维建设进展

	全市	首都功能核心区	城市副中心	怀柔科学城及周边	丽泽商务区
面积	1.64万平方公里	92.5平方公里	155平方公里	100.9平方公里	5.77平方公里
区域定位	全国“四个中心”	三个中心核心承载区、名城保护重点、首都形象窗口	京津冀“一核两翼”的一翼、北京副中心	三大科学城之一、生态涵养区	金融聚集区
发展阶段	减量发展	老城，减量提质	新城，大建设	城区建设；山区保护	一半建成一半待建
已有数据基础	地形图、0.2m航片；2017年六环Mesh	2017年Mesh、房屋单体化；2020年0.05m航片	2021年倾斜和点云	地形图、0.2m航片	2020年0.05m航片、规划设计审批数据
新数据采集方式	大飞机	车载、背包	大飞机	立体卫片、大飞机、无人机	站式、背包、现场拍照
技术路线	已有数据转换+立体采集	已有数据转换+地面扫描更新	基于倾斜和点云同步数据采集	基于立体卫片采集更新；基于无人机倾斜采集	设计竣工图纸+地面扫描更新
产品内容	地形级实景三维；房屋道路等地理实体	城市级实景三维（重点地区精细化）	城市级实景三维	地形级实景三维；自然地理实体	部件级实景三维
应用场景	全市时空底座（一图）	首都政务保障、历史文化名城保护	规建管、重大工程项目	自然资源高质量管理	精细化管理

一、北京市实景三维建设进展



一、北京市实景三维建设进展

- 通过新型基础测绘建设全域**二三维一体、地上地下全覆盖、动态更新**的实景三维；
- 实景三维为智慧城市提供“**一图**”、“**一码**”，不仅仅作为统一底图，更通过地理实体建立不同数据之间的关联，支撑“**一码通用**”，促进多源数据互通共用、推进城市管理和服务线上线下打通。

原生描述层	➢ 首先解决下面层次问题，才能有数字孪生、数字原生、元宇宙等的基础。			
	核心	现状问题	方向趋势	措施
场景描述层	码串联	问题：场景要素自定义描述，码无序串联，无法回归到“人企物”，具体表现为“不通用”。	方向：基于统一标识、统一时空定义场景要素，以人为本开展场景组织 。	七通一平+三京
交互描述层	码交互	问题：交互对象乱标识，交互途径多孤岛、交互数据互不认、线上线下不通畅。	方向：用城市码打造底层交互记录体系，推进交互安全可信。	一码+一链
时空描述层	码定位	问题：底图不一致，时空标定规则不一致，时空错乱，时空融合描述困难。	方向：结合“一张图”，统一时空标识标准	一码+一图
身份识别层	码识别	问题：标识规则不统一，标识不共用，对城市的识别无共识	方向：统一标识规则，标识“共识、共管、共用”	一码+一链
物理世界层	总结：码链结合推进统一身份标识体系，码图结合推进统一时空标识体系；码链一体串联交互数据，码链融合推进交互安全可信。			

北京正在建设“城市码”，对个人、组织、物体进行统一基础标识，解决“万码奔腾”问题。
正与市经信局共同申请时空标识地方标准，并准备通过大数据平台提供赋码服务，为全市城市建筑、城市交通、感知体系、城市管理等4大领域，共25类实体提供统一时空标识码

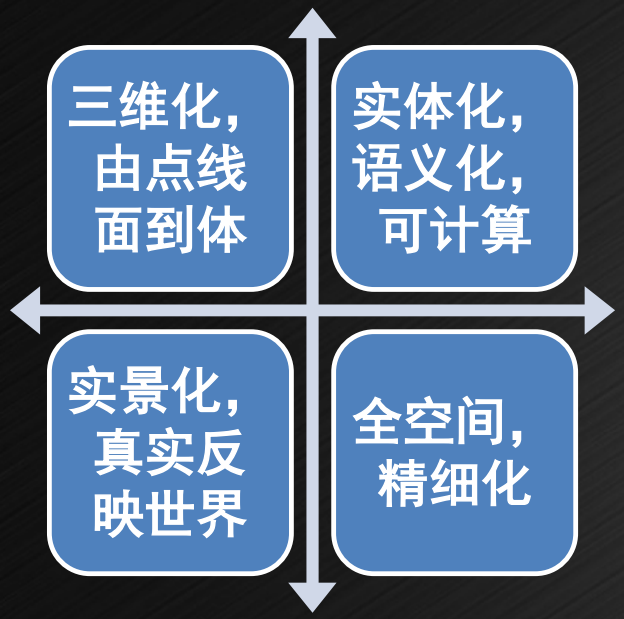
目　　录

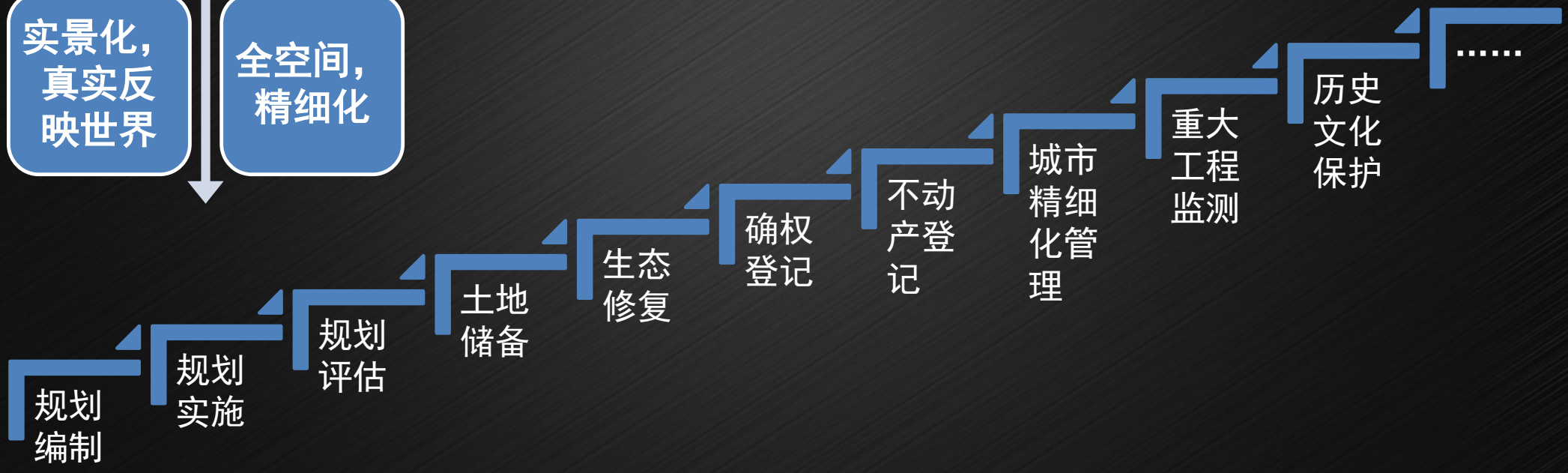
一　北京市实景三维建设进展

二　实景三维成果典型应用

三　思考与展望

二、实景三维成果典型应用

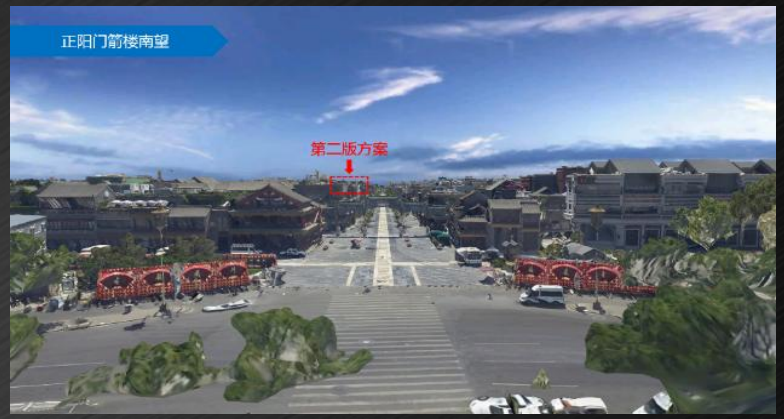


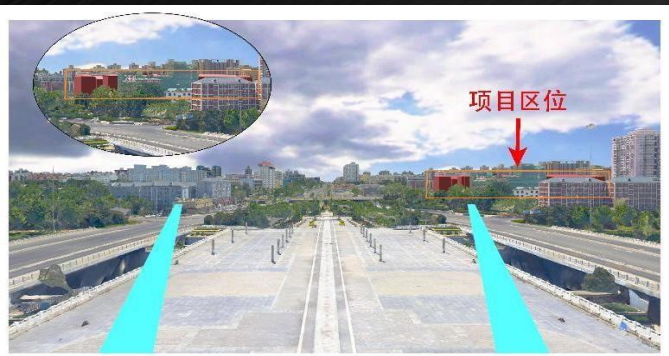


1、开展景观视廊分析、天际线分析，辅助城市规划编制与实施

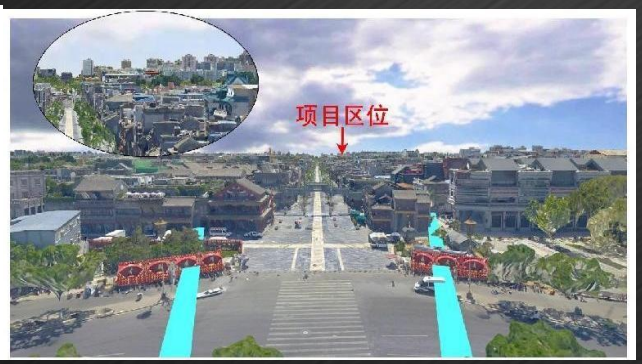
自2018年起，基于实景三维模型，开展天际线分析、景观视廊分析；采用一廊一看的方式进行核心区战略性景观视廊模拟，参与编制了核心区建筑高度控制专项规划，细化建筑高度管控要求，指导街区保护更新；梳理现有超高、破坏景观视廊以及严重影响风貌的建筑，提出专项整治计划。

1、开展景观视廊分析、天际线分析，辅助城市规划编制与实施

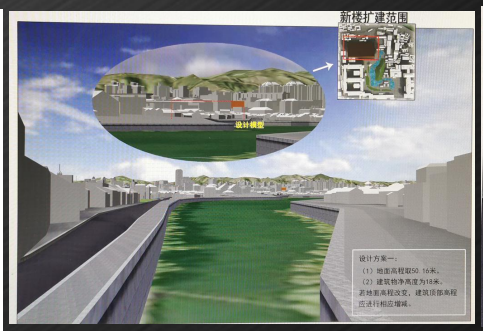


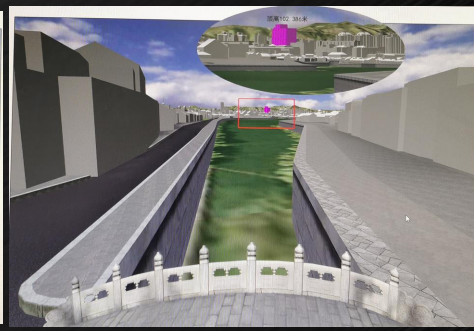


永定门望南中轴景观视廊



正阳门望永定门景观视廊



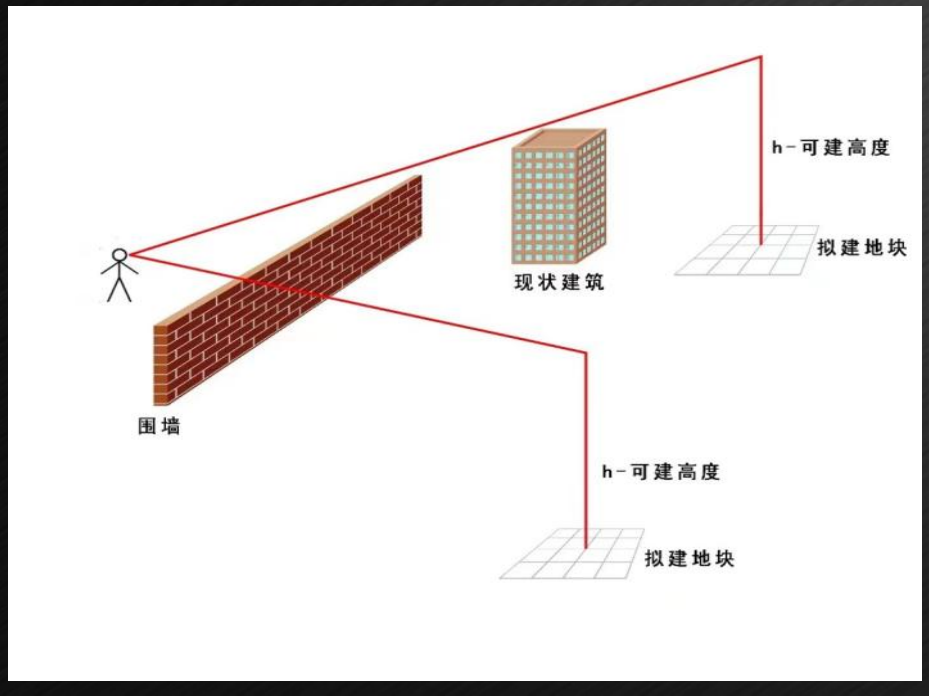


积水潭医院降层——恢复银锭观山景观

清朝民间评选“燕京小八景”之一，，更是老城内唯一展现山水城相融的景观视廊。

2、存量建筑高度管控

建筑高度管控工作是保障首都安全、政务安全的重要举措。基于高精度LOD2级地理实体数据结合视域分析、高度管控、安全防控等，通过三维分析得出超高建筑通视视廊、安全管控边际线和安全管控区域，并基于LOD3级地理实体数据展示分析结果，为严格落实和保障关键政治区域的安全防控工作提供坚实的数据支撑。

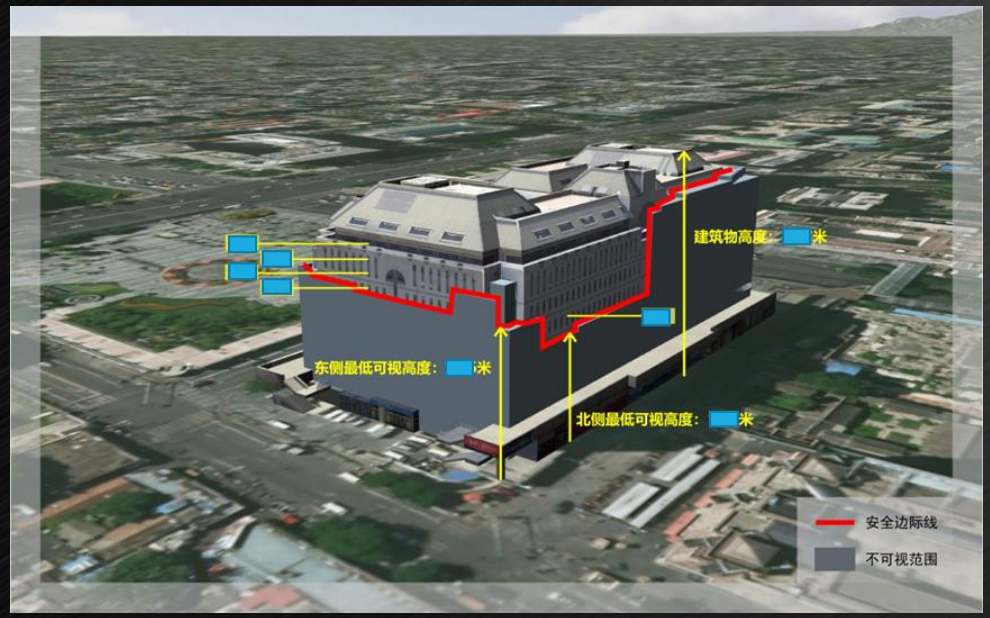


2、存量建筑高度管控

■成果直接用于：核心区已有高层建筑管控措施制定、新增规划项目高度测算评估。

■核心区建筑高度管控已经成为核心区规划实施机制中的一环。凡是核心区新建、改扩建，必须进行高度测算。

■核心区建筑高度管控模式已经推广到市内其他重点政务区域，甚至推广到了其他省市。



盘古大观降层改造

3、改扩建项目的实景融入三维辅助规划

将改扩建项目规划方案三维模型融入到城市实景模型的三维场景中，从整体和局部不同层面直观、立体地模拟规划方案与周边环境的关系、与城市整体风貌的关系，为领导决策、专家论证提供技术支撑服务。

在项目专题会、研讨会、评审会上，基于实景融入的三维数据配合规划处汇报展示，以直观、立体、真实的三维场景优势起到了很好的支撑作用。每年提供上百项技术服务。

实景融入效果图

西革新里项目融入三维效果图

前门G10 G11地块三维效果图

4、云踏勘——土地储备

在土地招拍挂项目公告中，链接地块的二三维信息，全面、直观立体的展现地块及其周边相关情况，实现房地产企业足不出户就能“身临其境”了解地块现状。

通过三维实景技术创造了一流服务环境，创建了透明、公平、公开的市场环境，是北京市优化营商环境的一项有力举措。

4、云踏勘——规划方案比选

基于实景三维模型和二维、三维规划设计数据融合，直观的展现延庆休闲度假商务区（RBD）国际方案的实际效果，实现了设计方案便捷、可靠、可视化的展示，为延庆RBD发展蓝图及冬奥赛后场馆利用提供了有力支撑。

5、生态修复——门头沟区“一线四矿”文旅康养休闲区建设

利用实景三维技术，直观展示实地风貌，辅助进行规划设计及方案比选，为打造国家煤矿工业遗产群落、国际山地户外运动基地和首都农商文旅美丽家园的目标提供支撑，助力激发市场主体自主开展城市更新的动力。

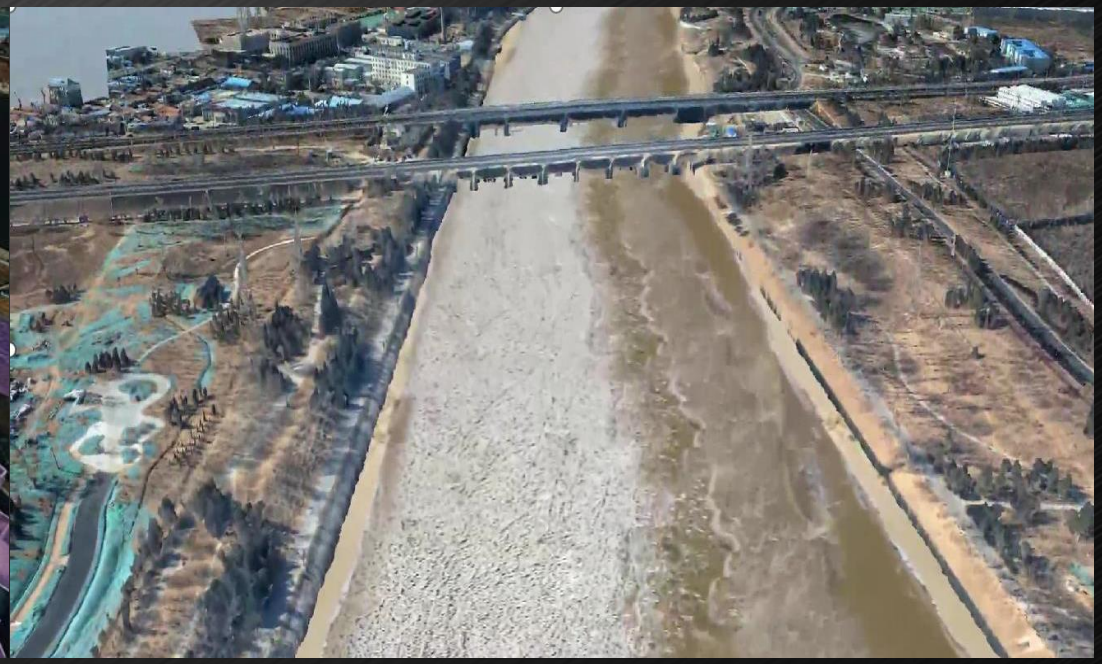
王平镇

色树坟

6、自然资源确权——自然资源确权登记应用平台

以实景三维数据为底板，搭建自然资源确权登记应用平台，支持多类型三维数据导入、三维采集数据导入、相关权属矢量数据导入、以及相关三维场景展示和应用等。自然资源确权登记项目的相关工作均可以在此平台上实现，包括地类测量、云会商（云踏勘）、生产安排以及三维数据展示等。

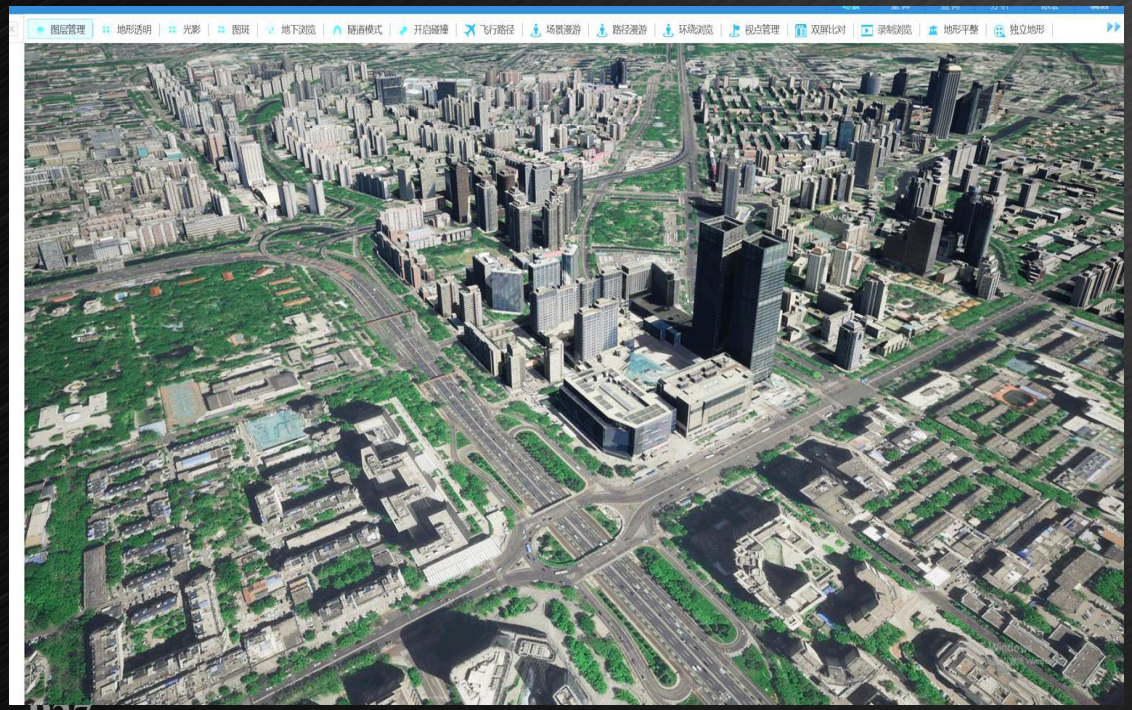
宅基地

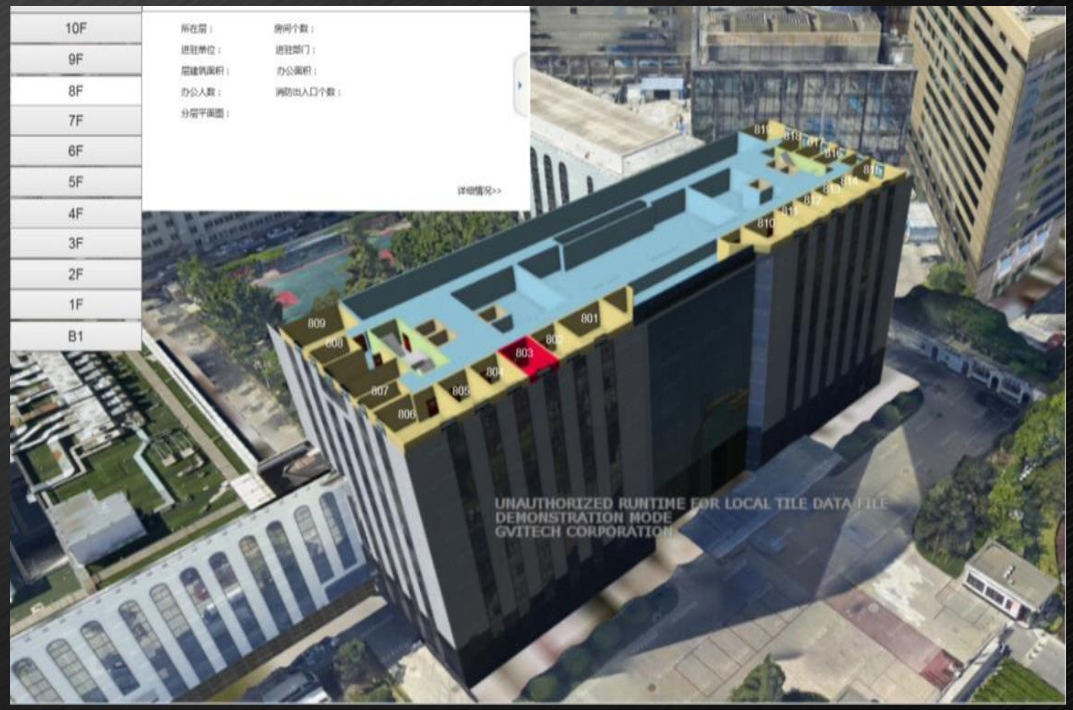


河道

7、不动产登记管理

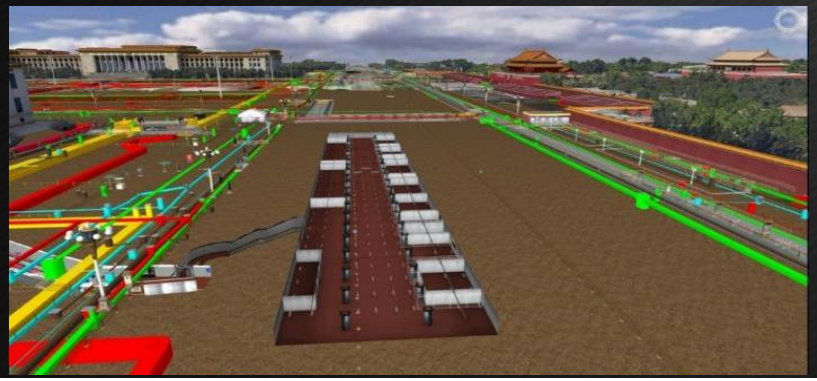
以实景三维基础底图作为电子沙盘，将倾斜摄影、三维模型等与不动产数据充分结合，构建房屋户、层、幢等不同粒度的三维产权实体，支撑三维立体不动产权籍调查、三维楼盘模型生成、不动产立体登记业务办理，推动不动产立体登记管理模式落地。

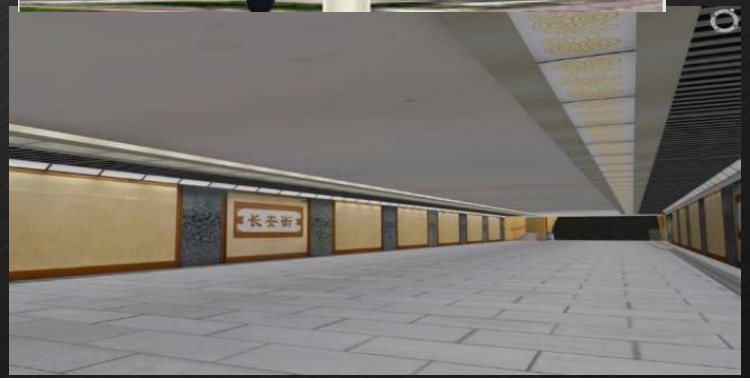


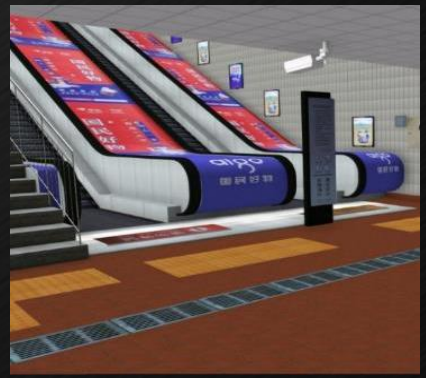


8、城市精细化管理——天安门地区基础设施三维实景管理平台

- 天安门是中央政务、国际交往、国事活动核心承载地。天安门的一砖一瓦、一草一木都是政治。
- 建立“粒度细、定位准、数据新”的超精细实景三维数据底板。首次实现了天安门地区12大类50余小类基础设施三维立体展示；粒度细，首次实现对天安门广场2.5万块地砖的三维实体展现与编码管理；定位准，高精度点云相对位置精度达到毫米级，三维模型绝对精度优于5cm；数据新，建立了《信息系统维护管理办法》，每年进行数据更新与系统运维工作，保证数据常用常新。







8、城市精细化管理——天安门地区基础设施三维实景管理平台

GISTC

- 在**中国共产党成立100周年庆祝活动**的**指挥调度、景观布设和保障力量部署**等工作中，充分利用高精度、地上、地下全要素、超精细化的实景三维天安门数据，得到市主要领导认可。
- 成果在《中国自然资源报》、网易新闻、东方网、学习强国等多家媒体进行报道。

模拟重要视角

为重型设施摆放提供承载力信息

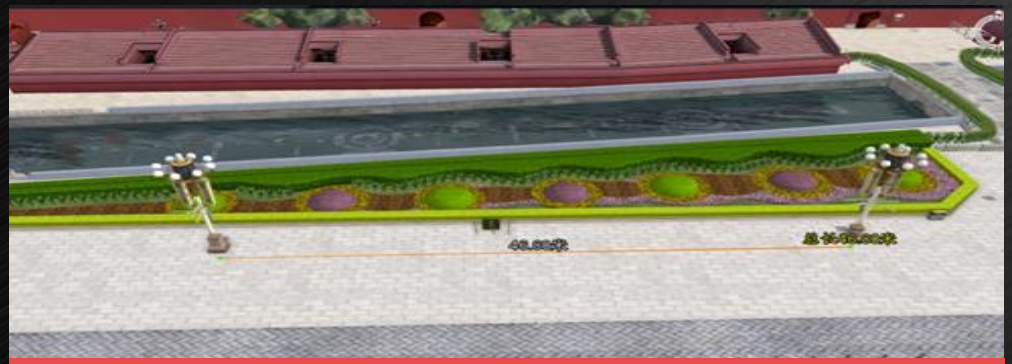
中国自然资源报

为了技术支持庆祝中国共产党成立100周年大会的筹备工作，北京市测绘院应天安门管委会要求，研发了“天安门地区三维立体实景管理系统”——

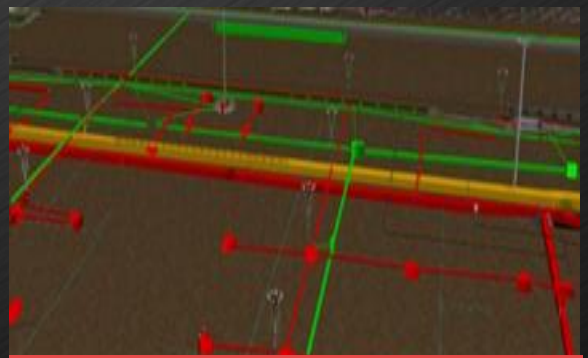
塑造“数字孪生”天安门

江苏省泰州市自然资源和规划局

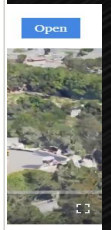
头条协办



为上百个机构提供精准“一张图”，提高设计、施工、保障、指挥效率



支撑接电设施摆放



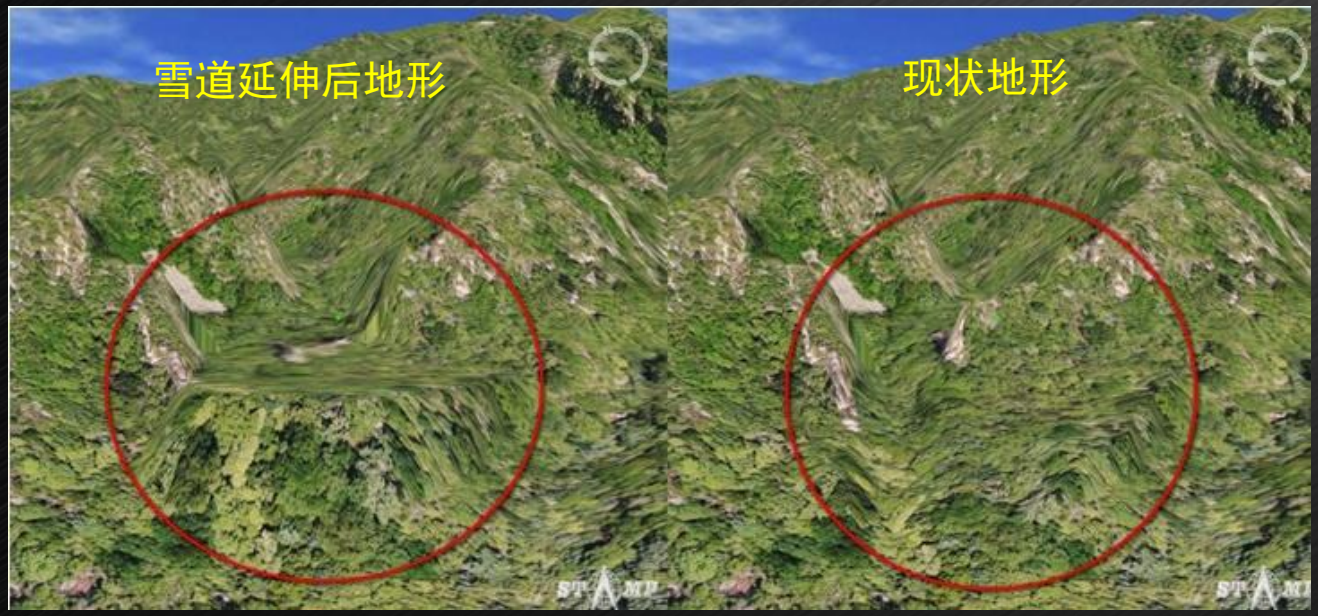
Digital technology revitalizes Beijing Central Axis

Xinhua
Published: June 30 (UTC+8), 20:16
Updated: June 30 (UTC+8), 20:48

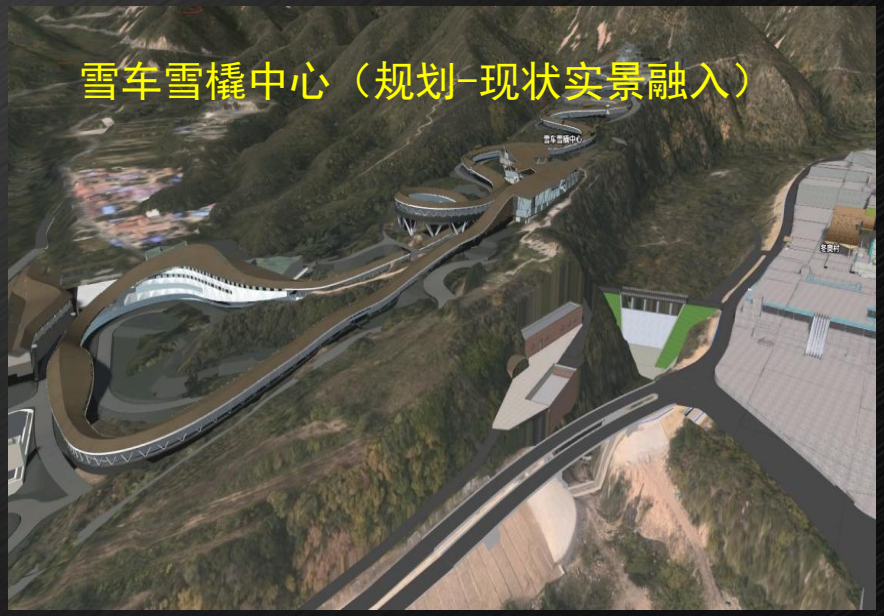
The Central Axis is a north-south line that runs through the center of

9、冬奥会工程全生命周期监测

- 基于多种地理场景产品，开展冬奥会工程全生命周期监测服务
- 在设计阶段，首次将实景三维应用于冬奥场馆设计。在“冬奥会皇冠上的明珠”高山滑雪项目的雪道选线和“速降赛道结束区”调整中，运用实景三维辅助冬奥会赛道规划，配合中方分析高程变化、坡度变化、坡向变化、施工工程量等，完成设计。配合中方有理有据地调整早期由国外公司开展的规划设计，最终调整方案赢得了国际雪联主席的认可。



高山滑雪中心雪道中心线选线及“速降赛道结束区”调整



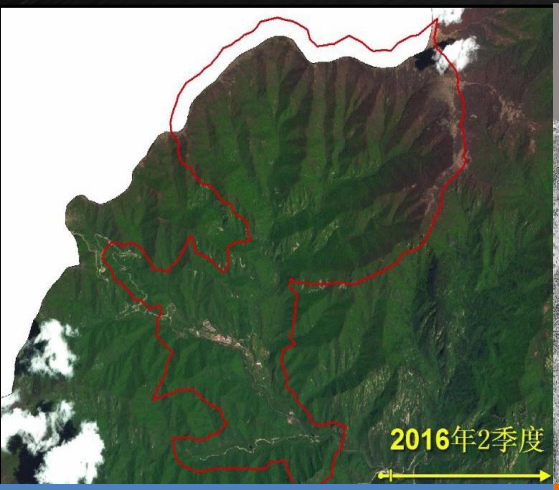
雪车雪橇中心规划方案比选

9、冬奥会工程全生命周期监测

■ 基于多种地理场景产品，开展冬奥会工程全生命周期监测服务

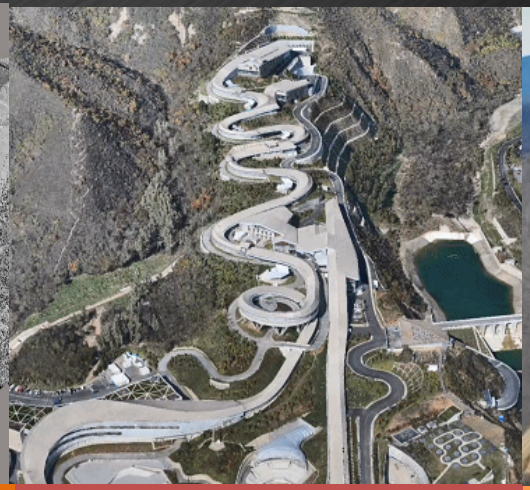
■ 在施工阶段，利用多类型地理场景，定期开展平面、立面施工监测。配合工程项目管理方，每100天监测一次赛区情况，直观掌握工程进展。

■ 在运维阶段， 用无人机“冰雪点云+倾斜影像” ，短时间内获取高山滑雪中心各赛道高精度测绘数据，用于计算赛区各赛道的造雪厚度、面积等专业参数，为今后办赛积累了经验。



卫星DOM大范围
按月监测

无人机激光雷达
100天间隔监测



固定翼无人机快拼影像
100天间隔监测

无人机定点全景360度
100天间隔监测

10、实景三维中轴线建设及申遗

基于实景三维模型，构建“智慧中轴线”，还原了城市建筑色彩方面的面貌，全方位展现北京中轴线的重要空间格局与遗产形态，对于中轴线上整体景观风貌的展现起到了非常重要的作用，**为中轴线申遗保护和全面监测工作提供了强有力的技术支撑。**

先农坛

钟鼓楼

天安门

前门大街

10、实景三维中轴线建设及申遗

实景三维中轴线在党的二十大成就展顺利展出，得到自然资源部部长、市规自委主要领导肯定，习近平总书记现场驻足观看，央视、人民日报、新京报等多家央媒报道。

全球连线｜尽收眼底！实景三维复刻北京中轴线

播报文章

新华社 2022-06-29 22:32 | 新华社官方帐号 关注

这条线确立了北京城 中轴明显 左右对称 层次分明的城市布局 02:59

北京中轴线作为千年古都的文化脊梁，是历史留给北京的丰厚遗产。数字技术为中轴线申遗保护提供了更具想象力的空间，“空间数据底板”赋能文化遗产保护。近日，北京市文物局和北京市测绘设计研究院联合搭建推出“实景三维中轴线”，真实精细地记录展现中轴线的历史变迁，从文物保护、环境整治、文物腾退等方面为中轴线申遗提供了高精度、高精细、三维立体的空间数据底板，助力中轴线的精细治理和科学保护。

三维技术“复刻”北京中轴线 为申供高精度空间数据底板

播报文章

人民资讯 22-07-08 08:36 | 人民科技官方账号 关注

：北京日报

陈雪柠

线申遗正在加快推进。记者近日获悉，市文物局和市测绘设计研究院联出“实景三维中轴线”，精确测定出中轴线遗产点位置，基本建成了覆盖中核心区6.8平方公里范围的三维实景。

中轴线”记录展现中轴线历史变迁，从文物保护、环境整治、文物腾退等轴线申遗提供了高精度的空间数据底板，助力中轴线的精细治理和科学

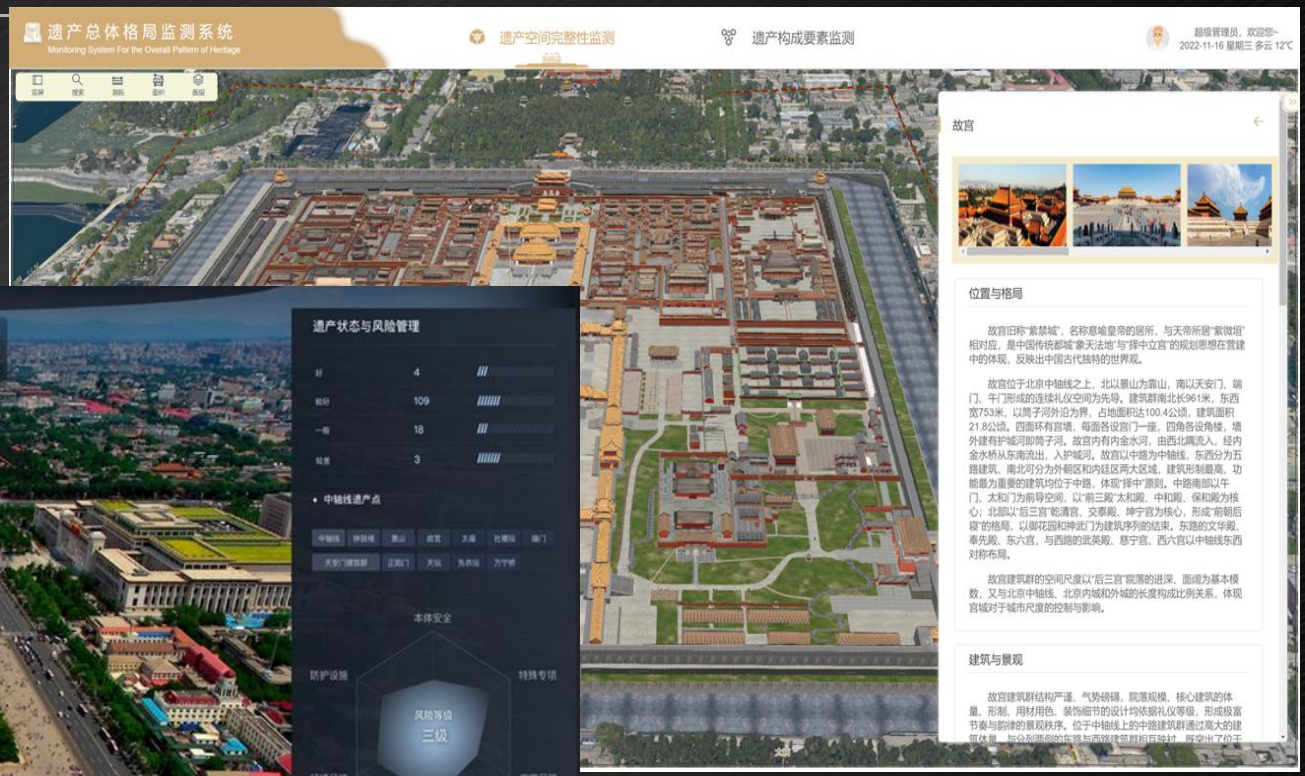
对称”壮美秩序

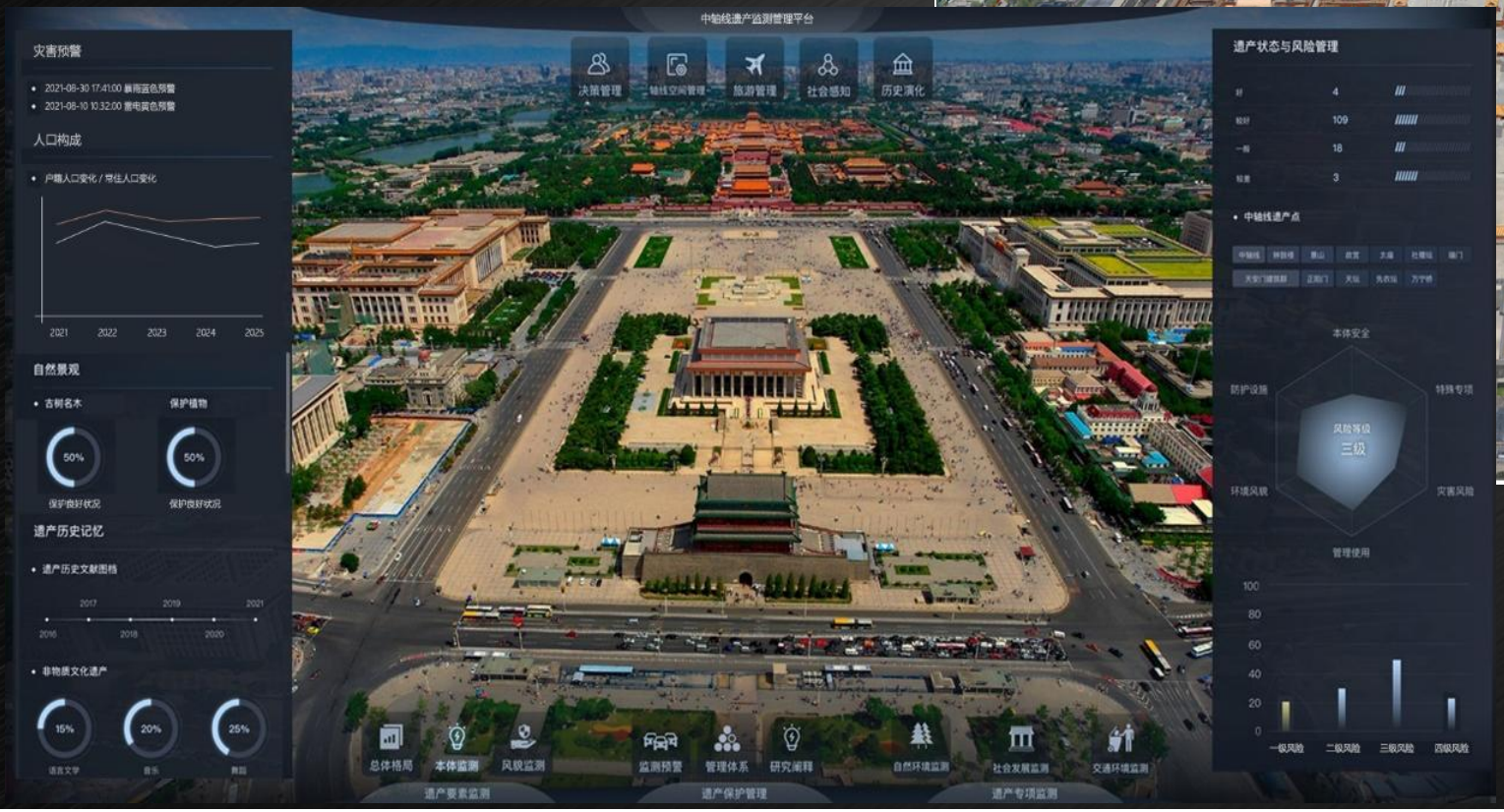
线是中华文明和文化传统独特的见证，承担着构建首都城市空间结构、历史格局和展示首都形象的重要职能。2012年，北京中轴线就被列入国《中国世界文化遗产预备名单》，申遗文本将在2023年1月正式提交。

专家陈品祥介绍，申遗工作对中轴线历史和现状信息的完整性和准确性很高要求，需要精准的空间数据支撑。要展示中轴线“前后起伏、左右对秩序，体现空间序列背后“面朝后市”都市纵向布局的中国传统文化，突明、清到现代一脉相承“中轴对称”的城市规划理念，实景三维建设势在必

10、实景三维中轴线建设及申遗

目前，中轴线申遗正处于关键时刻，我们正在研发北京中轴线世界文化遗产监测与保护平台。





目　　录

一　北京市实景三维建设进展

二　实景三维成果典型应用

三　思考与展望

□ 思考与展望

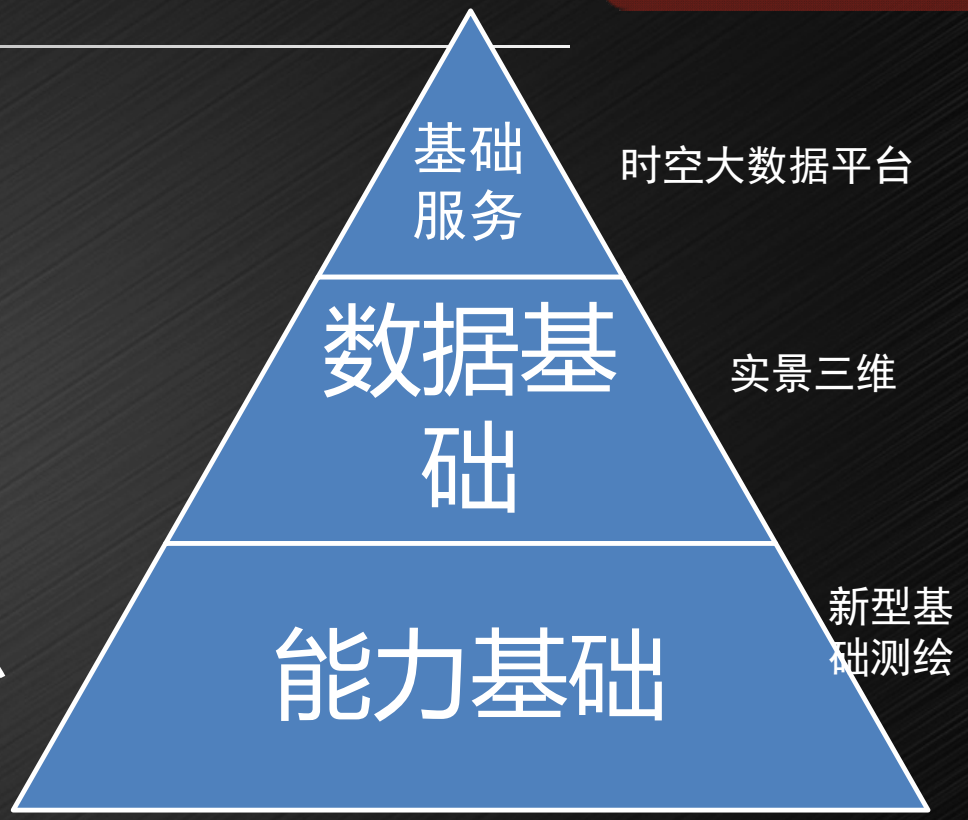
实景三维建设很火热，已经进入深水区，但要有清醒的认识；好看还不够，还要管用、好用：

① 缺乏深度应用，大部分停留在演示阶段。建议加强深度融合（技术融合、信息融合、业务融合等），不断丰富应用场景，尤其是复杂场景；

② 需要处理好与时空大数据平台、新型基础测绘之间的上下游关系；

③ 持续动态更新（目前的数据更新方式成本高，不可持续），需研发更有针对性、智能化、自动化、低成本的更新技术；

④ 三维数据保密问题，解决使用场景受限，尤其是其他行业和领域。



要建设成为智慧城市三维数据底板，又不仅仅是数据底板。

实景三维，向实而生！

Thank You All!

GISTC 空间智能 因融至慧 | 2023地理信息软件技术大会

2023 Geospatial Information Software Technology Conference