

# Analysis of Terrain-level Geographical Scene Construction

Xiaoli Xiang

Hebei Province Third Institute of Surveying and Mapping, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

## Abstract

According to the work positioning of “two services and two support” for surveying and mapping in the new era, the Ministry of Natural Resources formulated and issued the Outline of Real Three-dimensional China Construction Technology in August 2021 to effectively do a good job of real three-dimensional China and provide a unified spatial base for economic and social development and the informatization of various departments. Among them, the positioning of terrain-level real scene three-dimensional products using terrain-level geographical scene construction is “used for 3-dimensional visualization and spatial quantity calculation, and serving macro planning”. How to carry out the topographic level geographical scene construction is one of the important work faced by the natural resource departments at all levels.

## Keywords

Real scene 3D; terrain-level geographical scene; tilt photography 3 D mode

## 地形级地理场景建设分析

相晓立

河北省第三测绘院, 中国·河北 石家庄 050000

## 摘要

自然资源部按照新时期测绘事业“两服务、两支撑”的工作定位,为切实做好实景三维中国,为经济社会发展和各部门信息化提供统一的空间基底,于2021年8月制定并印发《实景三维中国建设技术大纲》。其中利用地形级地理场景建设的地形级实景三维产品的定位,是“用于三维可视化与空间量算,服务宏观规划”。如何进行地形级地理场景建设是各级自然资源部门面临的重要工作之一。

## 关键词

实景三维; 地形级地理场景; 倾斜摄影三维模型

## 1 引言

从2018年由陆昊部长首次提出到2021年印发技术大纲,“实景三维中国”这个概念从无到有迅速成型,成为了自然资源部十四五重要工作之一。实景三维中国建设涉及了各级的三维地理场景、地理实体和物联感知三大部分。作为全域、全要素自然资源数据载体的地形级地理场景,论证它的合理建设方式是论文讨论的重点内容。

## 2 地形级地理场景的建设的必要性

首先需要注意的是,《实景三维中国建设技术大纲》(后简称《大纲》)中对实景三维产品的定义进行了丰富、提升,将原来利用倾斜摄影影像制作的三维模型重新命名为倾斜摄影三维模型。新的实景三维产品指的是构建各级地理场景、基础地理实体,获取其他实体、物联感知数据组装生成的三维产品,从原来的单纯的三维模型延伸到包含海量

【作者简介】相晓立(1977-),男,中国河北石家庄人,本科,高级工程师,从事航天航空遥感影像处理、实景三维制作等研究。

信息的数字虚拟空间。

实景三维中国是要为“数字中国建设提供统一的空间基底”,而目前国内的三维地理场景多集中于城市级、部件级,占有国土面积绝大部分的地区三维地理场景仍是空白。为了能够覆盖全域的三维地理场景,分辨率较低、覆盖面积更广的地形级地理场景建设将是实景三维中国建设的重要组成部分。

## 3 地形级地理场景建设的方案对比

地形级地理场景建设具有分辨率低、成本低、生产效率高、覆盖面积大的特点,是一个能够在短期内实现全国全域覆盖的地理场景。地形级地理场景的建设根据各省已有数据、经济实力和建设需求的具体情况可以考虑以下几个方案:

- ①利用已有的DEM、DOM数据;
- ②利用新采集的激光点云数据、DOM数据;
- ③利用倾斜摄影三维模型。

### 3.1 利用DEM和DOM数据的制作方案

利用DEM和DOM数据的制作方案,指的是利用已有

的 DEM 和 DOM 数据直接建立地理场景，是一种见效快、成本低、质量验收快捷的制作方案。

在河北省十三五的基础测绘建设中，已经完成了地面分辨率 5m 的 DEM 数据和 0.5m 的 DOM 数据的生产任务。

利用两套数据构建的地形级地理场景优势：

①软件工具多、技术手段成熟；

②由已经经过省级质检部门验收的数据制作的地理场景在产品质量方面有着先天优势；

③生产周期短，能够尽快用于实景三维中国建设中。

其不足之处：

①数据格式因为软件工具繁多而不易统一（而采用 OSGB 等通用格式，则缺少相应的转换工具）；

②分辨率较低，5m 间距的 DEM 在高程方向的描述能力较低；

③由于 DEM 是以地形描述为主的标准化产品，无法表述大多数的自然资源的高程特征；

④限于 DEM、DOM 产品的生产周期，时相性不好。

因此，利用 DEM 数据和 DOM 数据制作的地形级地理场景是一个能够快速使用、成本较低的初级产品。

### 3.2 利用激光点云和 DOM 数据的制作方案

河北省十三五的 DEM 数据源为 2m 间距的激光点云数据，如果通过激光点云数据直接制作间距为 2m 的数字表面模型，即 DSM 数据，则能够改善 DEM 数据的间隔过大、自然资源要素高程方向表述不足等缺陷；而获取新的激光点云数据搭配当年获取的卫星影像数据，则能改善时相性不好的缺点；此外，激光点云与 DSM 在地表描述方面原理一致，使得 DSM 的制作难度低。

该方案的不足则在于需要进行新的激光点云获取工作，其飞行成本较高；如果希望进一步提升地面分辨率则飞行成本还会大幅度提升；此外，为了形成标准化的产品，需要进行软件工具的研发投入。

### 3.3 倾斜摄影三维模型的制作方案

直接制作倾斜摄影三维模型是一个投入大、生产任务大、技术难度大的方案。但是对于环卫首都、京津冀一体化的河北省则是意义重大。无论是首都北京、直辖市天津还是雄安新区，都是国家重要的建设目标，势必对地理场景建设提出较高的要求。为了实现京津冀协同发展、加速缩短与京津、雄安的发展差距，河北省十四五期间将会开展地面分辨率 0.2m 的倾斜摄影三维模型建设项目，制作覆盖全省的地形级地理场景。

#### 3.3.1 方案的技术难点与解决方案

河北省利用倾斜影像三维模型建设地形级地理场景存在以下难点：

①由于倾斜摄影单位面积飞行效率低，需要大量的飞行器、倾斜航摄影投入；

②海量的倾斜影像在色彩均衡方面难度较大；

③需要庞大的数据处理能力；

④地面分辨率 0.2m 的倾斜摄影三维模型数据量大，加载、运行难度较大。

针对以上难点，河北省自然资源厅通过全国招标的形式解决飞行效率问题；通过引进国内顶级辐射矫正软件解决影像匀光匀色问题；增购倾斜摄影三维模型生产软件解决产能不足的问题；通过与国内高新技术企业合作解决数据应用方面的问题。

#### 3.3.2 方案的优势

河北省在利用倾斜影像三维模型建设地形级地理场景的资金投入大、面临的技术难点多、生产压力大，但是形成的产品应用面极广，可以说涉及了国家建设的方方面面：

①一次性解决全省高精度、高分辨率地形级地理场景的缺乏少有效覆盖的问题；

②提供了一套够进行地理实体单体切割的三维数据；

③其衍生产品，如 DSM、TDOM 等产品具有极大的使用价值；

④其高程精度远高于传统 DEM 产品，同时分辨率也优于同等精度的激光点云数据；

⑤绝大部分产品的时效性长，且更新便利；

⑥能够容纳各种分辨率的产品（DEM、DOM 产品对分辨率极为敏感，无法进行不同分辨率数据的融合）；

⑦能够与京、津、雄安等高速发展地区的地理场景进行有效衔接，利于我省的经济社会发展。

#### 3.3.3 基于卫星影像制作的倾斜摄影三维模型

目前利用卫星影像制作倾斜摄影三维模型的技术较为尖端，国内尚无商业化软件能够有效解决这一难题；国际上能够提供完整解决方案的软件是空客公司的像素工厂。

像素工厂软件是在通过全方位获取影像的基础上进行三维构建，即目标区域通过获取左中右三个方向的三相对和正上方 2 张影像，共计 11 张影像构建三维模型，理论上做到了目标区域无死角的影像采集。为了提高三维模型精度，空客公司给的建议性方案是采用 Pleiades 卫星，利用其高精度内部参数提高产品精度，目前平面、高程精度可以达到 1~2 个像素。但是，该方案成本较高且获取能力不足，无法大面积开展。

此外，空客公司在尝试利用国产公益卫星影像制作山地、高山等地形的三维产品制作，此类地区高程精度要求低于平原区域，能够适当降低影像重叠度的要求和卫星影像质量要求。目前该方案初步具备生产的实际操作性。

## 4 地形级地理场景建设的建议性方案

省级的地形级地理场景建设与实地的实力与需求相关，产品的生产方式也与实地各级政府的使用习惯、历史数据相关。

河北省是倾斜摄影三维模型生产大省，起步早、覆盖

面广、技术成熟，同时积累了十三五期间的 5m DEM、0.5m DOM、亚米级卫星影像和 2m 间距的激光点云数据，数据积累极其丰富；同时为了做到京津冀协同发展，十四五投入大量资金，进行全省 0.2m 倾斜摄影三维模型的制作。

因此河北省有条件制作初级、进阶级的地形级地理场景。

①利用 5m DEM 和 0.5m DOM 制作初级产品，能够尽快投到实景三维中国建设中；同时可以考虑利用 2m 激光点云数据制作的 DSM 和各级 DOM 数据制作初级产品，能够提高地形数据分辨率和丰富自然资源的立体表现力。

基于 DEM/DOM 制作的地形级地理场景见图 1。

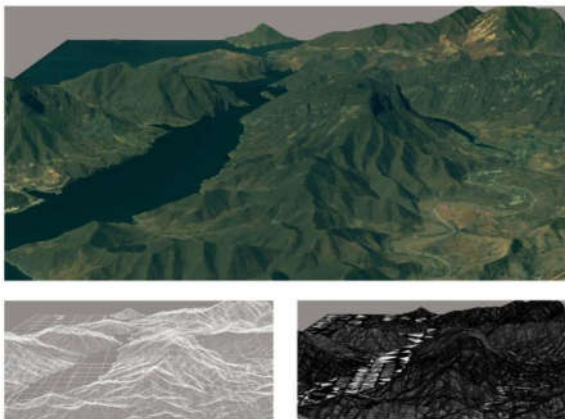


图 1 基于 DEM/DOM 制作的地形级地理场景

②利用 0.2m 分辨率的航空倾斜影像制作进阶级产品，实现地形级地理场景和城市级地理场景生产的一步到位，获取全省范围的高精度、高分辨率、新时相的产品，与地理实体数据、物联感知数据共同构建出实景三维中国的基础；此外，以 0.5m 分辨率的卫星影像倾斜摄影三维模型作为补充，填补个别漏洞区域。

基于倾斜摄影三维模型制作的地形级地理场景见图 2。

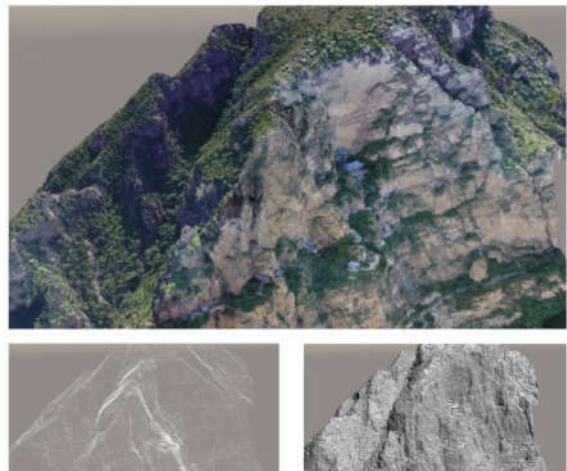


图 2 基于倾斜摄影三维模型制作的地形级地理场景

## 5 结语

自 2012 年倾斜摄影三维模型技术引入中国以来，以建成区为主的、县级以上城市的倾斜摄影三维模型的生产已经进入二次生产时代，即数据的更新时代；基于 BIM、CIM 的部件级三维生产已经启动。以建城区为主的、人类活动频繁区域的高精度三维地理场景已经初步建立；而占据国土面积绝大部分的区域仅有低分辨率、低精度的 DEM 和 DOM 覆盖。随着对自然资源重视程度的提高，国家加大了对那些“荒郊野外”资源的管理投入，因此地形级地理场景的建设尤为重要。它的建设为国家充分发掘存在却未知的自然资源、改变发展过度依赖城市的不均衡状态提供了空间基底。

## 参考文献

- [1] 自然资源部信息化建设总体方案[Z].
- [2] 实景三维中国建设技术大纲[Z].
- [3] 杨国东,王民水.倾斜摄影测量技术应用及展望[J].测绘与空间地理信息,2016(1):13-15+18.
- [4] 杨争艳.倾斜摄影测量三维重建中纹理映射的研究[D].成都:成都理工大学,2017.
- [5] 潘建平.三维建模技术在数字城市中的应用[J].科技资讯,2010(7):32-33.