

# 数字城市-空间基底的建立

谢李鑫 赵国强

中煤航测遥感集团有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v5i4.1416

**[摘要]** 数字城市不仅能够直观的将城市的空间属性信息表现出来,更能表现出城市内部事物的潜在关系,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。而数字城市的建立基础则是空间基底,只有当空间基底建立完成后才能进行整体的数字化。空间基底的建立即为三维模型建立,基础是对基础地物的获取过程。本文通过数据的获取方法以及三维模型建立所使用的方法对不同方式所获取到的空间基底进行比较分析,从而确定不同方式所获取空间基底的优劣性。

**[关键词]** 数字城市; 空间基底; 三维影像; 激光点云

**中图分类号:** P231.5 **文献标识码:** A

## Digital City—Establishment of a Spatial Substrate

Lixin Xie Guoqiang Zhao

China Coal Aerial Survey and Remote Sensing Group Co., Ltd

**[Abstract]** The digital city can not only intuitively express the spatial attribute information of the city, but also show the potential relationship between things within the city, and can truly, stereoscopically and chronologically reflect the spatio-temporal information of human production, life and ecological space. The foundation for the establishment of the digital city is the spatial substrate, and the overall digitization can only be carried out when the spatial substrate is established. The establishment of the spatial substrate is the establishment of a three-dimensional model, and the basis is the acquisition process of the base figure. In this paper, the spatial substrates obtained in different ways are compared and analyzed by the methods used to obtain data and the methods used in the establishment of three-dimensional models, so as to determine the advantages and disadvantages of the spatial substrates obtained by different methods.

**[Key words]** digital city; spatial substrate; 3d image; laser point cloud

## 引言

数字城市是城市建设不可缺少的一部分,不仅能直观的表现出一个城市的变化以及地物特征,而且还能够通过与现实城市相关联而实现数字政府、数字经济<sup>[1]</sup>。要对城市进行数字化,让城市不再浮于平面最基本的就是对城市本身进行数字化,数字化的基础则是通过地理信息的手段构建空间基底,空间基底也就是我们常说的实景三维模型,其建立过程目前基本是有两种方式:一种是通过三维影像建立,另一种是在激光点云加三维影像的方式建立。两种方式在数据获取以及后期数据处理上都存在差异,那么这两种方式所建立的三维模型在模型精度、纹理特征以及模型结构等方面也会存在不同。本文通过对同一片区域获取点云以及三维影像数据来使用两种不同的方式进行城市空间基底的建立,随后对两种方式所建立模型中同一地物或同一类型地物进行比较,从而完成两种方式在最终成果的一个优劣性验证。

## 1 实验区域数据获取

### 1.1 实验区域选择

实验区域应有明显的地物特征,且地物特征应较为全面(如有高楼建筑、低矮平房、植被等),因此对于实验区域应选择城乡结合部或者小的城市之中,其地物的全面完整性能够使所得建立的三维模型有更好的对比性。

通过实地考察以及对天气状况的把控,根据已有的飞行空域进行比较,最终将区域选择在西安航天基地附近,该区域位于东经 $108^{\circ} 50' \sim 109^{\circ} 14'$ ,北纬 $33^{\circ} 47' \sim 34^{\circ} 18'$ ,平均海拔约500余米<sup>[2]</sup>。该区域内具有城市的高楼建筑也有着一些较低且松散的建筑存在,不仅如此区域内河流植被等自然特征也较为明显。

### 1.2 实验设备选择

本次实验我们需要用到激光点云数据以及三维影像数据,获取方法也有两种方式:一种是分别获取,采用两种设备对区域

地物数据采集两次,这种方式会造成两种数据之间存在时间差;另一种是通过一体式航摄仪对两种数据同时获取。

通过对飞行区域分别进行航线设计、项目成本等进行对比,再由于空域及天气时间等的一些因素影响,本实验数据获取采用第二种方式,最终我们选择徕卡CityMapper-2S航摄仪对区域地物进行地面分辨率为0.05m的三维影像和点密度优于40pts/m。激光点云数据获取。徕卡CityMapper-2S航摄仪具体参数如表1所示。

表1 徕卡CityMapper-2S航摄仪具体参数

影像传感器参数		激光传感器参数	
幅面	14192*10640	波长/nm	1064
像元大小/um	3.72	脉冲频率/HZ	最大 2M
倾斜角度/°	45	回波脉冲	35 倍 MPIA
焦距/mm	112/146	扫描速度/HZ	60-150
视场角/°	20.7/45	视场角/°	20-40

### 1.3 实验区域飞行数据获取

#### 1.3.1 飞行区域航线设计

表2 飞行区域设计飞行因子

分区	4.8cm
航线敷设方法	128° 方向
平均地面高程 m	460
相对航高 m	1340
设计航向重叠度	75
设计旁向重叠度	72
平均地面分辨率 m	4.5
航线条数	36
航线长度 km	251km

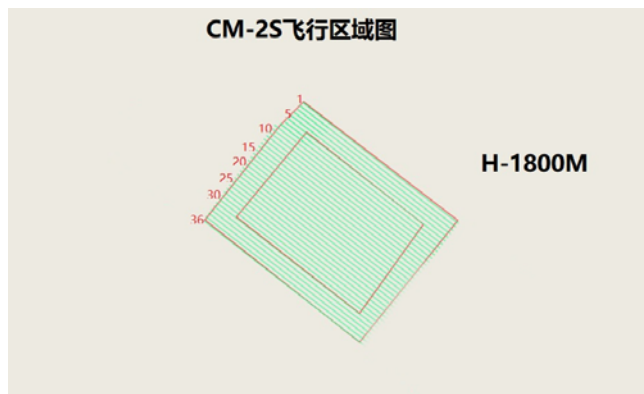


图1 飞行区域航线设计图

在航线设计阶段,我们选用徕卡的MissionPro软件进行航线设计,设计遵循规范要求。进行区域的航线设计时,首先,使用91卫图,也可使用MissionPro软件自带的地面高程模型)对区域内地形进行浏览和分析,确定地面的实际海拔高度以及是否有超高建筑或高于平均海拔高度的地形,避免设计出来的航线存在飞行安全隐患;其次,使用软件进行航线设计,设计按照正常的操作流程进行,在设计时需存在安全因子以保证边缘区域能够满足要求,需注意点云方面应合理抑制噪点,获取高水准的激

光点云数据<sup>[3]</sup>;最后,应对设计数据进行检查,查看重叠度、分辨率等能否满足规范要求和设计要求。设计过程设计方案所涉及的设计飞行因子见表2,成果如图1所示,设计方案满足三维建模需求。

#### 1.3.2 飞行区域数据获取

设计完成后,选择天气良好、光照充足时间段进行飞行作业获取数据。作业飞行时,地面开启基站,基站时间把握在在飞行前1小时,飞行结束后1小时之内,并在区域作业完成时进行检校场飞行。整体飞行过程三个架次完成。在飞行过程应有一下几点应当注意<sup>[4][5]</sup>:

(1) 避免同方向(同角度)连续飞行超过20分钟,以减少惯导累计误差;(2) 飞行过程转弯时坡度小于20°,避免出现卫星信号丢失或接收到卫星信号PODP较差的情况;(3) 避免跨线飞行,导致光线、阴影等不连贯的现象出现。

#### 1.3.3 地面检查点及基站数据获取

在数据处理应先进行检查点测量,以保证数据处理的精度以及随后的精度验证。地面测量工作与飞行数据的前期工作同步展开,采用地面GPS-RTK连接CORS进行数据获取,地面点采集时应使用控制点采集模式进行平滑数据采集,一般情况采集四次进行平均,并剔除粗差获取到最终数据成果。

基站数据使用RTK在地面已知点架设的方式获取,摆设要求如下<sup>[5]</sup>:

(1) 飞行前选址,架设在测区附近已知点上(WGS84);(2) 基站离测区最远不超过50km;(3) 尽量架设在空旷地区,避免遮挡和信号干扰;(4) 电池电量保证满足单架次需要(5-6h);(5) 内存卡保证满足单架次需要(5-6h);(6) 双星(GPS+Glonass)双频,采样频率2Hz,天线截止角10°量取天高;(7) 若使用CORS站,需要提前沟通更改采样频率1Hz/2Hz;(8) 开始飞行前半小时,基站开始记录,飞行结束后半小时,基站停止记录;(9) 考虑布设备用站,架设至其附近。

### 1.4 飞行区域数据处理

#### 1.4.1 飞行区域数据处理

(1) 影像数据预处理。影像数据预处理包括:影像解压、影像调色和影像输出,该过程全部在徕卡Hxmap软件中完成。(2) 点云数据预处理。点云数据预处理包括:惯导解算、点云检校场检校、点云解压、点云匹配和点云输出,惯导解算使用Inertial Explorer软件<sup>[6]</sup>,解算出高精度的POS数据,其余过程均在HXmap软件中完成。

#### 1.4.2 质量检查

(1) 针对影像数据检查,主要包括数据的覆盖检查、重叠度以及色调、阴影及云遮挡等情况。经检查,测区内影像数据覆盖完成、重叠度满足设计要求、影像色彩饱满,反差适中,各项指标均满足后期的建模要求<sup>[7]</sup>。(2) 针对点云数据检查,主要包括数据的覆盖检查、重叠度、点云密度、点云高程精度以及云遮挡等情况。经检查,测区内点云数据覆盖完成、重叠度满足设计要求、密度满足成图比例尺,各项指标均满足后期的建模要求<sup>[8]</sup>。

## 2 三维模型的建立

### 2.1 点云和影像构建三维模型

使用Context Capture软件<sup>[9]</sup>, 导入点云成果和影像成果, 完成空三加密工作, 验证空三精度满足要求后, 完成自动匹配三维模型、构建TIN模型、纹理映射、三维场景重建等步骤<sup>[10]</sup>。

### 2.2 仅影像构建三维模型

使用Context Capture软件, 仅导入影像成果, 完成空三加密工作, 验证空三精度满足要求后, 完成自动匹配三维模型、构建TIN模型、纹理映射、三维场景重建等步骤<sup>[10]</sup>。

## 3 分析比较

经对两种方法生成的模型成果进行表面形态上的比较(对比如图2, 其中左侧为仅三维影像构建的模型, 右侧为三维影像和点云), 发现存在以下区别:

(1)道路模型: 点云和影像构建三维模型比仅影像构建三维模型效果好, 主要表现为道路模型更平整、拉花现象少; (2)植被下的模型: 点云和影像构建三维模型比仅影像构建三维模型效果好, 主要表现地面平整, 空洞花现象少; (3)房屋立面模型: 点云和影像构建三维模型比仅影像构建三维模型效果好, 主要表现对立面模型稍有改善。



图2 模型对比图

## 4 总结

本文通过对同一区域分别采用点云和影像构建实景三维方法和仅影像构建空间基底方法进行比较发现, 对实验结果的精度对比则能看到两种方式所构架的空间基底都能够满足精度

要求, 而受点云密度、激光穿透能力以及高程精度较好等因素影响, 有点云参与的数字城市空间基底的构建可以在一定程度上提升模型的图面质量。

受到现实客观因素影响, 比如房屋间距较小和房屋周围植被茂密, 影像数据和点云数据均存在盲区, 因此盲区处的模型仍存在很大的问题。从长远考虑, 可以在盲区处采用地面或背包设备完成数据的采集, 对模型进行优化。

### [参考文献]

[1]朱庆,徐冠宇,杜志强,等.倾斜摄影测量技术综述[OL].中国科技论文在线,http://www.paper.edu.cn/index.php/default/releasepaper/content/201205-355.

[2]西安(陕西省辖地级市、省会)\_百度百科(baidu.com).https://baike.baidu.com/item/西安/121614,2022-03-16/2022-04-22.

[3]吴保.基于无人机遥感图像的三维地表模型构建方法研究[N].系统仿真学报,2016.

[4]黄波.GPS/INS辅助航空摄影测量在大比例尺成图中的应用与研究[D].西安:西安科技大学硕士学位论文,2011.

[5]揣力,赵曝,杨波.小型激光雷达系统在石油管线勘测中的应用[J].测绘,2016,(05):14.

[6]田野,向宇,高峰,等.利用Pictometry倾斜摄影技术进行全自动快速三维实景城市生产—以常州市三维实景城市生产为例[J].测绘通报,2013,(2):59-62.

[7]GBT 27920.1-2011中华人民共和国国家标准,数字航空摄影规范第1部分:框幅式数字航空摄影[S].

[8]袁曼飞,谢忠俊.基于无人机遥感测绘技术在矿山测量中的应用研究[J].中国锰业,2018,(06):19.

[9]王文敏,付瑞峰.基于ContextCapture Center平台的城市级实景三维建模技术研究[N].煤航技术研究,2019,8(1):29-32.

[10]刘增良.基于倾斜摄影的大规模城市实景三维建模技术研究与实践[J].测绘与空间地理信息,2019,42(02):187-189,193.

### 作者简介:

谢李鑫(1995--),男,汉族,陕西澄城人,助理工程师,主要进行航空摄影测量以及三维模型建立方面的研究。