

《城市勘测》校样稿校对须知与修改示例

特别提示：此次 PDF 校对是作者最后一次修改机会，请注意一切问题的修改均只能在本次 PDF 校对上完成。为确保准期出版，此后不再接受其他形式的补充修改。请接到校样稿后 2 周内完成校对并按要求上传投审稿平台。

一、《城市勘测》校样稿校对须知

- (1) 登录投稿系统下载校样稿 PDF 文件，作者校样稿进行认真校对。
- (2) 消除文中的错别字。
- (3) 核实全文中的**变量和拉丁学名**是否都已改为斜体。
- (4) 核实全文的**法定计量单位**是否已全部采用国际单位符号。
- (5) 核实全文章节**号码顺序，图号图名和表号顺序**，以及图号和表号是否与文中对应。务必仔细校对文中**图和表内文字**。
- (6) 核实全文**公式**，包括公式中的符号、变量的大小写、上下标以及公式对应的号码是否正确。
- (7) 检查校样稿中的地图是否经地图审核之后的标准图，切记含有国界、地域界和海域界的地图上必须经审核并提供过审核报告给编辑部。
- (8) 中文的**作者名、单位和英文中的作者名和单位**须一一对应，否则由于著作权混乱，文章将不能刊用。
- (9) 逐一核实**参考文献**内引用是否严格执行了顺序编码制。文中引用和文后著录的参考文献要一一对应，文后著录的参考文献所给出的项目要齐全，如有任何不全请补上。
- (10) 请勿作文字上大的改动，任何改动须在文中标注，以免增加改版困难，保留好一份备份以便有问题核对。

特别注意：

1. 如返回的校样稿没有彻底解决如上问题，将做存版处理，当期不予刊出。
2. 文后参考文献一定给出期刊的（卷）期、页，不可缺少其中任何一项，请作者一定到原文献处查询核实。
3. 如参考文献修改处较多，请发电子版（word）参考文献到 cskc@126.com（标明论文编号）。
4. 作者不方便使用软件标注修改的，可打印校对稿后，在纸质上用红色笔进行修改，拼扫描上传投审稿平台。

二、PDF 校样修改示例

《城市勘测》提供给作者的校样稿为 PDF 文件，该文件是由排版软件直接输出转化而来的，无法直接通过应用 PDF 软件的文本编辑功能进行修改。校样稿的校对工作主要是通过**图画**或者**注释和标记**实现的。具体示例如下：

引文格式:肖建华,李鹏鹏,彭清山等.武汉市实景三维城市建设的实践和思考[J].城市勘测,2021(1):8-11.

文章编号:1672-8262(2010)0 - -0

中图分类号:P208.2

文献标识码:A

武汉市实景三维城市建设的实践和思考

肖建华,李鹏鹏,彭清山,李海亭

(武汉市测绘研究院,湖北武汉 430022)

摘要:实景三维中国建设是党中央提出的新型基础设施建设的重要组成部分,与国家新型基础测绘、时空大数据云平台建设紧密关联,实景三维是新型基础测绘的一个典型产品,是时空大数据云平台的重要数据基础。为了更好的推进实景三维城市建设,武汉市在近二十年的三维城市建设实践的基础上,结合国家新型基础测绘建设武汉市试点项目的建设实践,对实景三维城市的内涵、特征、建设、指标精度和建设路径进行思考与阐述,并提出相关建议。

关键词:武汉市;实景三维城市;地形级;框架级;单体级

地

0 引言

实景三维建设是新型基础测绘建设的主攻方向,是党中央、国务院和自然资源部对测绘工作在新时期的新要求、新部署,是国家战略的实施、自然资源“两统一”管理服务的必要举措,也是测绘业界转型创新的一个共识。

[1]

武汉市自2000年前后开始生产和应用三维模型,包括模型三维、倾斜三维、全景三维、点云三维等成果,形式丰富,覆盖面大,在武汉市城市规划、城市治理、大型活动保障和生态文明建设中发挥了重要作用。

2019年1月21日,自然资源部批复武汉市为全国首个新型基础测绘建设试点城市,5月24日,试点项目正式启动。经过一年的试点建设,作为新型基础测绘主攻方向的实景三维建设,进入了探索和实践的关键期。

[2]

1 实景三维的内涵与特征

随着科学技术的不断发展、应用需求的不断增加和自然资源精细化管理的要求越来越高,各界对实景三维的建设愈发迫切,实景三维建设面临着新的形势。

1.1 为什么要建实景三维

一是文明进步的趋势:从甲骨文到《山海经》,从徐光启到利玛窦,从《皇舆全览图》到数字地球,古今中外,测绘发展与人类文明进步紧密相扣,人类对世界维度的理解和认知更加深刻。

二是技术发展的必然:从以绳、表、尺、规、矩为主要工具的简单测量到水准仪、经纬仪、全站仪,再到卫星、飞行器、移动测量车等空天地一体化的精密、全息

测量,从文字记载、信鸽传书的印象时代到万物互联的现代化网络时代,可用好用的技术支撑手段越来越丰富、高效,测绘对世界的刻画更加多样化。

三是信息时代的刚需:实景三维是现实世界的真实映射,是时空信息最直接的、最有效的载体,是数字化管理的重要组成部分,已应用到社会生产生活的每一个角落。

[3]

四是现代化建设的要求:丰富的多维可视化时空信息和属性信息是实景三维的优势,是高质量发展、国家现代化治理体系和治理能力建设的要求和重要基础。

1.2 实景三维发展的基础

20世纪60年代开始研究的三维线框模型,被认为是近现代三维模型建设的雏形和开端;计算机技术的迅猛发展,三维模型建设的软件和硬件支撑能力突飞猛进,数据获取和处理的技术手段越来越多、越来越成熟;三维数据的需求膨胀,赋能三维产业的蓬勃发展,在智慧城市建设、城市精细化治理等方面登上舞台并发挥重要作用。

1.3 实景三维城市建设的演进

二维数据一直以来都是测绘的重要产品,在国家发展中发挥了基础性、战略性的作用,但也存在高程信息不直观、语义信息不足、层次化表达缺乏、空间关系粗略的缺陷。武汉市从2000年开始,运用基于二维数据生产的模型三维在城市设计、规划方案比选等方面开展应用,为武汉市规划建设起到了重要的积极作用。但模型三维也存在生产成本高、“偶像派”展示、场数据表达弱等问题。

随着技术的发展,实景三维的建设具备了条件:

基金项目:中国博士后科学基金(2020M682505)

收稿日期:2020-12-26

作者简介:肖建华(1963—),男,院长,正高职(二级)高级工程师,长期从事城市勘测技术与行政管理工作。

(1)空天地海一体化的采集方法、地质调查手段等的成熟,为实景三维数据的快速采集提供支撑; [4]

(2)数据处理能力大幅提升,为实景三维数据的快速处理和共享给予了保障;

(3)基于“4D”数据的三维模型和全景地图成果,为实景三维建设的应用提供了范例。 [5]

1.4 实景三维的内涵 [6]

实景三维具有单体化、实体化、结构化、语义化以及生产应用上的自动化、轻量化特点,能够高精度、非尺度、全要素表达空间关系,语义丰盈,是新型基础测绘的一种典型产品。 [7]

1.5 实景三维城市建设的特征

实景三维城市的建设是实景三维中国建设的一个样本,主要有以下特征:

(1)产品形式多样,实景三维城市的产品更加直观、可量、可算,兼具量化和具象特征;

(2)成果信息丰富,蕴含的信息能够达到“能看得清、能看得准、能看得对、能看得及时”的要求;

(3)应用服务更广,广泛在城市更新、专项城市规划及个性化应用等方面发挥作用;

(4)投资主体多元,是公益性与商业性相结合的,政府投入与市场参与并重的。

2 武汉三维建设的实践

武汉市经过多年的探索实践,生产了一系列丰富的三维成果产品,在武汉市规划建设发展的开展了相当的应用经验。

2.1 三维地形建设

三维地形是通过 DOM 与 DEM 叠加,反映高低起伏的地表形态的一种连续性表面模型。

武汉市通过基础测绘建设,计划性、周期性采集和获取、生产数字表面模型、数字正射影像,目前已实现了全市域 8 569 km²全覆盖的地形实景三维,现阶段三维地形的影像分辨率优于 10 cm,每 5 年至少更新一次。

2.2 模型三维建设

模型三维是以 DEM、DLG、DOM 等二维数据和纹理数据为基础,采用 3DsMax 等软件,将立方体、球体等几何元素通过平移、旋转、拉伸及布尔运算等几何操作,构建城市几何场景的一种数据。 [1 500、1 2000]

模型三维建设上,经过近二十年的努力,武汉市基于 1:500、1:2000 地形图、遥感影像、街景地图等基础地理空间框架数据,应用专业建模软件,共计完成了1 000多平方公里模型三维的建设,实现了中心城区房屋建

筑、道路(轨道交通)、地下建(构)筑物、地质地层的全覆盖,并制定了城市三维模型建设的相关标准和规范。

2.3 倾斜三维建设

倾斜三维是利用飞行平台、倾斜相机等专业设备采集的序列倾斜影像,通过倾斜影像建模处理软件生成的三维模型数据。

倾斜三维建设上,武汉市运用有人机、无人机、专业倾斜相机等设备以及倾斜摄影三维建模软件,结合城市规划建设、城市治理需求,开展城市倾斜三维模型生产和应用,目前已建设了 306.7 km²的倾斜三维模型,覆盖长江主轴、长江新城核心区,分辨率优于 5 cm。

2.4 全景三维建设

全景三维是一种利用全景照片(视频)与激光点云数据配准融合后能提供全视角、可量测的实景三维数据。 [km]

全景三维建设上,在第七届世界军人运动会筹备期间,武汉市采集了 25 条重点保障线路 840 公里全景视频流数据,共采集了 4 次;另外基于移动推扫设备的室内彩色点云和全景,目前已覆盖武汉市 40.9 万平方米地下建(构)筑物和已投入运营的 184 个地铁站点。

2.4 实景三维建设

实景三维是客观真实反映现实世界的三维模型,具有单体化、实体化、结构化、语义化的特点,通过融合模型三维、倾斜三维、全景三维,形成可空间量算和综合分析的模型,是一种泛三维,集多种模型优点于一体的三维数据成果。

实景三维建设上,武汉市目前正在结合新型基础测绘项目试点开展建设工作,试验的核心区面积 28.29 km²,分辨率优于 3 cm。 [2.6]

2.5 三维成果应用

武汉市目前建设的三维成果广泛应用于城市规划与城市设计、地下空间调查与设计、历史风貌街区和建筑保护、城市环境整治提升、城市更新、交通运行管理、重大活动管理、耕地保护和监控、生态修复的评价、矿山治理、地质灾害评估和模拟等等方面,为武汉市经济社会发展发挥了重要的作用。 [2.7]

2.6 实景三维建设规划

武汉市实景三维建设已列入《武汉市基础测绘十四五规划》,计划投入近亿元,按照“实景三维中国”建设总体目标,结合发展需求,发挥倾斜摄影与 LiDAR 等新型测绘技术在空、天、地一体化方面的技术优势,提升全市三维覆盖能力水平和效能,分类、分级、分区开展城市三维模型建设与更新。

3 城市实景三维建设的思考

3.1 关于建设的层级

实景三维中国的建设根据适用尺度、精度粒度、应用服务等的特点,可分为地形级、框架级、单体级三个层级。

地形级主要适用于宏观层面的区域可视化表达和空间分析,面向大尺度、相对低精度要求(此精度指“五精度”,即几何、纹理、时间、属性、类别精度)、政府财政投入的公益性应用服务,如宏观规划等,展现山川河流等地貌形态及城市、村镇的分布与形态,主要产品形式是 DOM 与 DEM 叠加生产的地形数据。

框架级是立足于中观层面的城市级别,构建城市视角的实景三维,有针对性和选择性的对重要道路、建

(构) 筑物等进行单体化、语义化、三维化乃至实体化处理,为城市规划设计、城市治理等方面提供支持,产品形式有倾斜三维、模型三维、点云三维等等。

单体级主要适用于中观和微观层面的空间实体精细化表达和统计分析,精度要求较高,以单体化、实体化和语义化为主要特征,产品形式多样,包括模型三维、倾斜三维、全景三维、点云三维、BIM 等,公益性和商业性投入并行,在城市更新、专项规划、城市治理等方面广泛应用。

3.2 关于建设的内容

从生产方式、数据结构、精度控制、数据更新和表现力上对比目前主要的 4 种三维数据,如下表所示:

表 1 几种三维数据的对比

	模型三维	倾斜三维	全景三维	实景三维
生产方式	Max、SU 等软件人工建模为主、生产效率较低	飞行平台+倾斜相机+专业建模软件,模型生产效率高	移动测量车、LiDAR 等设备半自动采集、机器处理,生产效率高	人工干预较少的自动生产为主,生产效率高
数据结构	按要素组织、半结构化、弱语义化	真实 DSM 的分片式三角网结构	离散结构的点云或图像	按实体组织、语义化
精度控制	几何、纹理、时间、属性	几何、时间、纹理	几何、时间、纹理、	几何、纹理、时间、属性、类别
数据更新	周期长、效率低、手段单一	周期灵活、效率高	更新迅速,效率高	周期灵活、手段多、尺度精细
表现力	干净、美观	清晰真实	直观	真实、直观、精确

通过对比,能够发现,一方面,城市实景三维建设的产品形式是丰富多样的:

(1) 各类产品在不同阶段、背景和场景下各有优势,不可偏废;

(2) 各类产品成果在现实应用上也是相互融合的,相得益彰。

另一方面,城市实景三维建设是多领域融合发展的,是 BIM、CIM 建设在深度、广度上的融合发展:

(1) BIM 是城市实景三维在空间和应用颗粒度上的细化和深入;

(2) 城市实景三维是支撑 CIM 最重要的底板,是数字孪生城市建设的关键基础。

3.3 关于建设的指标

城市实景三维建设评价的指标与“生产、生活、生态”有机结合,总体上应满足“四看”“五精度”的要求:

(1) 看得清,即纹理精度,可清晰获取实体形象特征、要件形态特征;

(2) 看得准,即几何精度,能准确进行空间位置判定和空间形态认定;

(3) 看得对,即类别和属性精度,能精确读取实体品类、门类等类别信息,以及性质、关系等属性语义信息;

(4) 看得及时,即时间精度,能满足应用需求的时间分辨率。

3.4 关于建设的路径

城市实景三维是关系国防安防、城市规划、智能交通、生态环保、人工智能等诸多产业发展的重要应用技术,现阶段具备了充分的技术储备和市场需求,但是也面临缺少行业标准体系和全国范围内的顶层设计的风险,建议按照“聚焦职责、统筹谋划、以用促建、试点先行”的原则,在规划引领、资源调配和时间计划上,谋求城市实景三维乃至国家实景三维建设高质量、高标准、高效率地开展和推进,如下图所示:

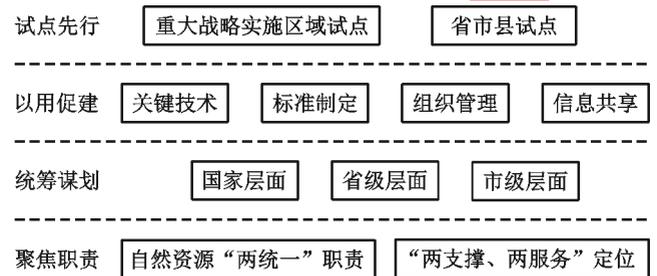


图 1 实景三维中国建设路径

(1) 聚焦职责

聚焦自然资源“两统一”职责,支撑自然资源管理,服务生态文明建设,支撑各行业需求,服务经济社会发展,开展城市实景三维建设。在基本农田保护、建

设用地管制、自然资源调查、清查、普查、生态空间修复、城市规划等方面开展具体研究应用,履行城市更新、城市治理、城市管控的工作职责。

(2) 统筹谋划

加强顶层设计,合理分级分工。国家层面上,利用遥感数据,建设全球地形级实景三维框架,着力形成宏观尺度的成果,同时对重点区域如长江经济带、黄河生态保护区及西部地区如拉萨、青海等地开展单体级实景三维建设;省级层面上,建设省级地形级实景三维,结合省级重点功能发展区,开展单体级实景三维建设;市级层面上,主要面向单体级实景三维城市的建设,针对重点区域,融合 BIM、CIM 建设,开展城市更新、规划建设服务。

(3) 以用促建

在实景三维中国的推进过程中,边建边用。关键技术上,利用倾斜摄影、激光雷达、移动测量新型测绘技术与物联网、大数据、人工智能技术融合的优势,提升技术支撑能力;标准制定上,制定分类、精度、采集、处理、应用等标准规范,强化标准指引的作用;组织管理上,政府与市场并重,多方参与,纵向上厘清国家、省、市县权利义务,横向上与生态环境、农业等部门加强交流应用,发挥实景三维中国的作用;信息共享上,创新数据组织和联通共享方式,打破信息孤岛。

(4) 试点先行

以生态优先、绿色发展理念为导向,探索实景三维中国高质量发展的新路子,在一带一路建设、海洋强国、生态文明建设等国家重大战略实施区域,先行开展试点建设,探索产品形式、技术路线、组织管理机制、应用模式、标准规范体系,形成示范效应和带动作用,形成实景三维中国建设与区域经济社会发展整体联动、协同前进局面。

4 结语

实景三维中国是落实党中央、国务院对测绘工作在新时期的新要求、新部署、新技术,是党中央的决策部署、国家的战略实施、自然资源“两统一”管理的有力保障和重要服务,也是测绘工作转型升级的新目标、新举措,是国家新型基础测绘建设的主攻方向。

在实景三维中国的建设的思路,要充分认识到新时期测绘工作“三驾马车”-新型基础测绘、实景三维中国和时空大数据云平台三者的关系:新型基础测绘是能力基础,实景三维中国是数据基础,时空大数据平台是服务基础。实景三维中国的建设需要全体测绘从业者以新时代测绘工作“两支撑两服务”为指引,共同探索和创新,通过不断奋斗和努力,共同谱写实景三维中国建设的新篇章。

肖建华. 武汉城市地质调查与研究 [R]. 2016.

参考文献

- [1] 肖建华,郭明武,彭清山,李海亭. 第七届世界军人运动会测绘地理信息综合保障服务技术实现[J]. 测绘通报, 2020(7):143-146+164.
- [2] 全国首个新型基础测绘建设城市试点项目启动[R]. 2019-05-29.
- [3] 肖建华. 建立新型基础测绘体系的实践与思考[J]. 中国测绘, 2018(1):32-36.
- [4] 肖建华,武汉城市地质调查与研究. 湖北省,武汉市测绘研究院,2016-05-14.
- [5] 谭仁春,肖建华,王厚之等. 城市地下空间三维模型建设与应用关键技术研究[J]. 城市勘测, 2012(2):5-7.
- [6] 卢丹丹,谭仁春,李维等. 全景地图在城市三维建模中的应用[J]. 地理空间信息, 2016, 14(10):56-58+5.
- [7] 肖建华,王祥,喻爽. 新型基础测绘体系建设的几点思考[J]. 城市勘测, 2019(3):5-9.
- [8] 赵杏英,王金锋. 城市级实景三维建模方法比较分析[J]. 工程技术研究, 2020, 5(20):214-215+220.

Practice and Thinking On the Construction of Real Scene 3D City in Wuhan

XIAO Jianhua

LI Pengpeng

PENG Qingshan

Jianhua Xiao

Pengpeng Li

Qingshan Peng, Haiting Li

LI Haiting

(Wuhan Geomatics Institute, Wuhan 430022, China)

Abstract: Real Scene 3D China construction is an important part of the new infrastructure construction proposed by the CPC Central Committee. It is closely related to the construction of national new-type basic surveying and mapping and the construction of spatiotemporal big data cloud platform. Real Scene 3D is a typical product of new-type basic surveying and mapping, it is an important data foundation of spatiotemporal big data cloud platform. In order to promote the Real Scene 3D city construction, this paper summarized the construction experience of Wuhan 3D digital city in recent 20 years, as with the construction practice of the national new-type basic surveying and mapping construction pilot project in Wuhan, the connotation, characteristics, construction, index precision and construction path of Real Scene 3D city are considered and elaborated, and relevant suggestions are put forward.

Key words: Wuhan; Real Scene 3D City; Topography Level; Framework Level; Monomer Level

