引文格式：王文峰. 实景三维模型在智慧公安中的应用[J]. 地理空间信息, 2024, 22(6): 105-108. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2024.06.025

实景三维模型在智慧公安中的应用
——以上海市为例

王文峰[1,2]
（1. 上海市测绘院，上海 200063；2. 自然资源部超大城市自然资源时空大数据分析应用重点实验室，上海 200063）

摘　要：随着社会经济的飞速发展、警情警务的日益复杂、犯罪手段的不断变化，长期的实践证明传统的二维地图已无法满足公共安全精细化管理的要求。为了满足各类警务活动对三维地理信息数据日益增长的需求，以上海市为例，结合三维GIS系统的建设提出了各类实景三维模型数据建设的技术路线，并分析了实景三维模型数据在智慧公安中的主要应用，揭示了实景三维模型数据的建设要点和应用效益，为实景三维模型数据的建设和应用提供了参考和借鉴。

关键词：实景三维模型；三维GIS系统；智慧公安
中图分类号：P208　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2024）06-0105-04

Application of Real Scene 3D Model in Intelligent Public Security: A Case Study of Shanghai City

WANG Wenfeng[1,2]
(1. Shanghai Surveying and Mapping Institute, Shanghai 200063, China;
2. Key Laboratory of Spatial-temporal Big Data Analysis and Application of Natural Resources in Megacities, MNR, Shanghai 200063, China)

Abstract: With the rapid development of social economy, the increasingly complex police situation and the constant change of criminal means, long-term practice has proved that the traditional two-dimensional map can no longer meet the fine management requirements of public security. In order to meet the growing demand of 3D geographical information data in various police activities, combining with the construction of 3D GIS system, we proposed a technical route of various 3D model data construction, analyzed the main application of 3D model data in intelligent police, and revealed the key points and application benefits of 3D model data construction, which could provide a reference for the construction and application of 3D model data.

Key words: real-scene 3D model, 3D GIS, intelligent public security

近年来，以新一代互联网、物联网、大数据、云计算和智能传感、遥感、卫星定位、地理信息系统等技术为支撑的智慧公安建设正如火如荼地展开，如国内上海的“智慧公安发展规划”、北京的“祥云计划”、天津的“新智慧警务”、重庆的“七智工程“、广东的“智慧新警务”等。国外如日本在警务实践中使用“数码警察”APP守护社区及弱势群体的安全；迪拜通过“中东空间成像”犯罪预测软件识别犯罪模式并辅助警力部署；美国通过绘制犯罪热点图，创建了犯罪发生的算法并开发了相关软件，能够对一定范围内的犯罪行为进行预测等。智慧公安的建设创新了社会治理的工作手段，改变了公安机关的工作理念，提升了公共安全管理数字化、网络化和智能化的水平，是一场全新的警务革命。现阶段智慧公安的建设主要存在以下问题：（1）警务系统不仅单一而且使用起来繁琐复杂；（2）以传统二维地图为基础的警务系统在三维定位方面能力不足，无法满足现在警务处理在三维空间方面的需求；（3）过于追求数据量多，但是数据的类型少且更新不及时；（4）信息设备更换不及时，跟不上互联网+、云计算和物联网等新技术的步伐，不能满足实战需求等[1-6]。

智慧公安的建设是以习近平新时代中国特色社会主义思想为引领，以治理体系、能力现代化为方向，主动融入全球卓越城市和智慧城市发展愿景，促进了公安深化改革，进一步推进了公安工作的信息化、智能化和现代化，为实现“最安全、最有序、最干净“的治理目标打下了坚实的基础[7]。随着经济、社会、文化、娱乐、体育等多样化、多方面的蓬勃发展，公

收稿日期：2022-12-05。
项目来源：社会发展科技攻关项目（21DZ1204100）。
作者简介：王文峰（1993—），硕士，工程师，主要研究方向为工程测量、三维重建等，E-mail：837199801@qq.com。

共安全精细化管理的要求也逐步提高。上海市以陆家嘴建筑群为代表的高层建筑众多，建筑内企业、人员聚集，在长期的日常治安管理实战过程中发现二维地图的局限性日益显现，仅仅以二维地图上体现治安警情难以满足案件处置需求，不利于治安事件的指挥处理。针对此问题建立了以实景三维模型为数据基础的三维GIS系统，汇聚了“一标六实”、监控视频流、人脸识别告警信息和影像地图等数据，在维护社会稳定、打击违法犯罪、提高城市综合管理水平等工作中发挥了重要的作用，受到了各界高度的重视。

1 实景三维模型数据建设

实景三维模型是对人类生产、生活和生态空间进行真实、立体、时序化反映和表达的数字虚拟空间，它利用真实的形状和色彩对建筑、水系、植被和设施设备等要素进行真实全面的描述。实景三维模型不仅能够反映现实世界某一时刻的状态，还能反映连续多个时点的状态，分地形、城市和部件3个表现级别真实反映出现实世界的发展和变化[8]。本文主要对倾斜摄影实景三维模型、分层分户体块模型、室内外实景模型和道路全要素实景模型的数据建设进行描述。

1.1 倾斜摄影实景三维模型

倾斜摄影测量是测绘领域近些年新兴的一种技术，在测绘行业转型升级和三维数据获取等领域都有着广泛的应用[9-10]。倾斜摄影测量技术可以通过在一个平台上搭载多个传感器同时从多个角度高效获取高清、高精影像数据，基于获取的影像和位置姿态等数据可以快速完成三维重建，真实准确的还原现场的实际情况[11-12]。本项目综合考虑了项目需求、成本预算以及项目周期等因素，采用了倾斜摄影测量技术采集指定区域的航空数据，建立三维模型。

基于项目的需求和作业区内实际的航飞条件，根据现场情况采用了不同的航飞设备和航飞方式。外业数据采集所采用的倾斜数字航摄系统主要由5台大幅面航空照相机组成，集成了IMU/GPS惯性导航系统，并使用FANS（Flexible Airborne Navigation System）作为飞行管理系统；内业数据处理主要采用目前常用的实景建模软件ContexCapture[13]。基于摄影测量原理，经过数据预处理、像控点测设、空中三角测量、实景三维建模和质量检查等步骤完成倾斜摄影实景三维模型数据的生产。

1.2 分层分户体块模型

分层分户体块模型是以户为单位对建筑物中每户的三维空间范围进行表达，通过匹配相关建筑属性实现人户关联、精准到户。其生产数据源主要包括分户平面图、建筑图斑、倾斜摄影实景三维模型以及标准地址属性等数据。

分层分户体块模型生产时以单幢建筑为处理单位，将竣工、设计和分户平面图等数据与建筑图斑进行匹配，保证每个建筑图斑有对应的分层分户信息。结合建筑的分层分户信息将建筑图斑分割为分户和公共区域图斑，并将相应的楼层、户号等字段信息匹配到对应的图斑上；基于现状地理要素相关的高程资料和倾斜摄影实景三维模型数据获取建筑的层高和高程信息；根据地理坐标位置信息匹配建筑标准地址数据库中的标准地址属性，将路弄、楼名、市区和标准地址等信息录入到相应图斑的属性表中。分层分户体块模型根据分层分户图斑和层高信息自动生成，并通过标准地址匹配建筑的相关属性，实现了人户关联、精准到户。

1.3 室内外实景模型

室内外实景模型是对建筑物逼真、高精的还原，对建筑内部楼层进行了精准拆分，精确还原了建筑的结构比例。其数据源主要包括倾斜数据、室内结构矢量以及外业照片等。

建筑室外主体实景模型主要根据倾斜数据制作而成，基于影像或者mesh模型对建筑外表面的三维特征轮廓线进行提取，参照提取的三维特征轮廓线结合挤出、分割、移动和吸附等步骤完成建筑白模的制作，白模构建完成之后基于无畸变影像进行纹理自动化映射，结合后期纹理修饰完成建筑室外主体实景模型的构建[14-15]。

建筑室内实景模型的分层结构主要是基于建筑内部结构矢量数据构建，纹理数据主要采取现场实拍的结合后期处理的方式获取。建筑室内实景模型对建筑楼（屋）顶、楼板、外墙、内墙、柱子、入户门、楼梯、电梯、建筑出入口等表达建筑结构的主要构件都进行了表达，结合各自在几何、纹理上的特征实现自动、半自动化的三维重建。

1.4 道路全要素实景模型

道路全要素实景模型是对道路及其两侧路面、部件要素的1∶1还原，道路红线范围内机动车道、非机动车道、标志标线、探头和红绿灯等要素实现了单体化、构件化的表达，是高精、高清的结构化、实体化的实景模型成果[17-18]。道路全要素实景模型的主要数据源包括激光点云和全景影像数据等。

道路全要素实景模型构建所需的三维空间数据及纹理信息主要通过车载激光扫描系统获取，经过线路

规划、外业采集、数据解算和点云纠正等步骤得到激光点云和全景影像数据，基于点云和影像数据完成三维矢量和相关属性信息的提取，为道路全要素实景模型的构建提供数据基础[19-21]。路面模型主要根据矢量数据提供的三维信息进行自动化、半自动化构建，部件模型的构建是基于其位置、属性信息将模板库中的构件自动化种植到三维场景，道路全要素实景模型成果如图1所示。

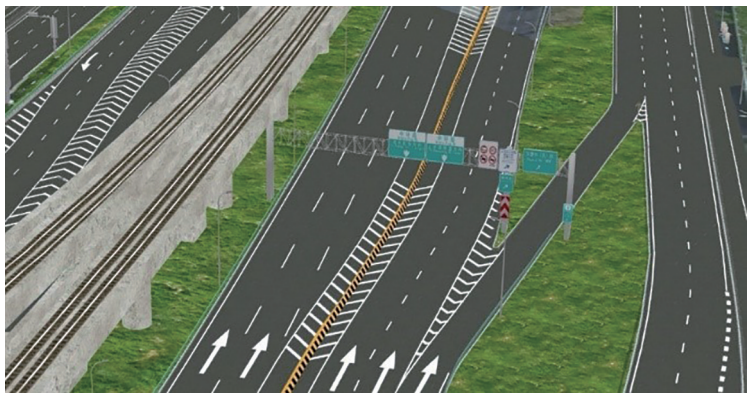


图1　道路全要素实景模型

2　应用分析

2.1　提升反恐实战能力

随着建设发展不断推进，新建了越来越多的大型场馆、地标性建筑，该类场所通常人流密集、室内结构复杂，存在较大的涉恐安全隐患，面临的反恐形势十分严峻；另一方面，反恐基础工作和打击防范涉恐犯罪的能力离实战化的要求还有一定距离，反恐工作的综合能力还不够强。在公安部门处理复杂建筑物内的突发事件处置工作中，二维地图的弊端非常突出，无法表达突发事件所在的空间位置，无法适应突发事件处置要求。

室内外实景三维模型让指挥中心实现了可视化指挥，其对建筑物楼层和房屋内部结构真实、准确的表达可以让公安部门更加准确的定位恐怖事件发生的具体空间位置，同时结合该位置的人口、房屋、单位等数据，有利于辅助制定应急预案、模拟现场演练、推演事态发展，确保突发事件的第一时间调警处置及问题隐患的第一时间排查，提升了对涉恐人员、地点的发现、监控、跟踪和控制能力，为反恐工作提供有力的技术支撑。

2.2　确保大型活动安全

上海每年举办展览会、体育盛会等大型活动很多，而且随着迪斯尼乐园的开通运营，其国际化、城市化程度的不断提高，在浦东新区举办的国际性、综合性的大型活动日益增多。要确保每项活动绝对安全、万无一失，光靠以往单纯的人海战术，已经不能适应当前的安保工作要求。而实景三维模型精确还原了现实世界的面貌，涵盖了地物要素的结构和属性等信息，使数据管理与空间信息管理融为一体，多层次、多方位直观的显示相关数据，为指挥管理提供了真实的环境。针对各项活动安保工作的紧急性、重要性和特殊性，通过现场及周边相关数据的分析，可以制定相应的交通管制、疏导和警力投放等安保预案，有效提高指挥调度、动态掌握、快速反应、现场管控等能力，为安保工作提供强有力的支撑。

2.3　发挥“一标六实”数据的应用效果

随着智慧公安建设的不断深入，各类警务活动对“一标六实”警用地理信息应用系统的建设提出了更多的需求。传统的二维地图无法满足“一标六实”警用三维地理信息系统的构建要求，实景三维模型数据对建筑进行了“分层分户”的处理，实现了实有人口、实有房屋、实有单位数据、实有安防设施数据、实有力量装备数据、实有警情数据这“六实”数据的落图展示和查询分析功能，进而构建了一标地址与六实数据在三维空间上的唯一对应关系。

2.4　查询与分析监控信息

上海全方位推进监控探头的高清化、智能化，基于实景三维模型实现了监控摄像头的三维落图，同时对接第三方接口服务，根据监控探头设备编码实时显示监控探头视频流，通过点击监控视频，将该监控视频的可视范围在三维地图上进行展示，提高了管理效率，缩短了反应处置时间，在智能化火灾安防、智慧小区安防、智慧监所等建设中都发挥了重要的作用。实景三维模型还为重点区域内监控盲区的分析提供了数据保障，实景三维模型对现实地物要素的位置、姿态等信息进行了精确的表达，基于此可以进行监控可视范围的制作，实现划定范围内监控盲区的查询。

3 结 语

以实景三维模型为数据基础的三维GIS系统作为分析、处理与解决空间地理位置相关问题的有效工具，在日常警务工作和公安实战中有着广泛的应用。为反恐处突和公共安全事件处理等提供了有效的技术手段，实现了以智能化安防体系和大数据应用为支撑的多维、扁平、高效、精准的智慧警务，使城市治理达到“防患未然，快处即然、妥处已然”的自由境界，为经济发展、人民生产生活提供了重要安全的保障，具有良好的社会效益和经济效益。

参考文献

[1] 乔国臻,张茹涵,薛春生,等.倾斜摄影辅助BIM+GIS在智慧警务系统中的应用[J].测绘技术装备,2019,21(4):64-68

[2] 刘丹,裴颖,李闯.智慧网格化社区协同服务平台研究[J]. 测绘通报,2015(12):98-100

[3] 柴彦威,郭文伯.中国城市社区管理与服务的智慧化路径[J]. 地理科学进展,2015,34(4):466-472

[4] 王克峰.基于三维数字社区信息系统的社区管理方法研究[J]. 测绘通报,2014(2):104-106

[5] 郑海,陈嘉鑫.公安机关智慧警务的实践问题研究[J]. 贵州警官职业学院学报,2018,30(4):111-117

[6] 郑泽晖.大数据时代“智慧公安”建设的实践与思考[J]. 警学研究,2019(1):14-23

[7] 李德全.泛谈智慧公安建设:非专业视角[J]. 上海公安学院学报,2020,30(1):81-89

[8] 张帆,黄先锋,高云龙,等. 实景三维中国建设技术大纲(2021版)解读与思考[J]. 测绘地理信息,2021,46(6):171-174

[9] 于丽丽. 基于无人机倾斜摄影测量技术的城市三维实景建模研究[J]. 测绘与空间地理信息,2021,44(5):86-88

[10] 李天. 基于环绕式倾斜摄影的塔式建筑精细三维建模[J]. 测绘通报,2019(增刊):318-321

[11] 关丽,丁燕杰,张辉,等. 面向数字城市建设的三维建模关键技术研究与应用[J]. 测绘通报,2017(2):90-94

[12] 韩友美,许梦兵,户忠祥,等. 空地一体化快速实景建模技术探究[J]. 测绘通报,2020(10):85-88

[13] 王尔君,杨雯彦,林雅丽,等. 基于无人机航摄影像的Context Capture Center三维建模与应用[J]. 江西测绘,2019(2):62-64

[14] 张会霞,李豪,李晋宏,等. 倾斜摄影测量三维模型单体化及服务发布[J]. 测绘通报,2021(9):79-82

[15] 张红华,赵威成,刘强凯. 倾斜摄影实景三维模型建筑物单体化方法研究[J]. 北京测绘,2020,34(3):289-291

[16] 赵伟山,李治明,胡天明,等. 基于倾斜摄影空地一体单体化建模技术的研究[J]. 地理空间信息,2022,20(6):102-105

[17] 王文峰,金雯. 道路全要素实景模型的自动化构建与应用[J]. 测绘通报,2021(增刊):46-49

[18] 李婷,赵祥. 基于车载点云数据制作道路全要素三维实景模型[J]. 测绘标准化,2022,38(1):59-63

[19] 王越,何伟,周琳,等. 基于车载LiDAR数据的高精道路地图制作[J]. 地理空间信息,2022,20(6):92-95

[20] 靳兴浩,王超,郝利民,等. 车载LiDAR移动测量系统在城市部件采集的应用[J]. 测绘与空间地理信息,2022,45(2):90-92

[21] 李永强,李鹏鹏,董亚涵,等. 车载LiDAR点云数据中杆状地物自动提取与分类[J]. 测绘学报,2020,49(6):724-735

（上接第104页）

统误差分析[J]. 武汉大学学报(信息科学版),2002,27(2):111-117

[9] 田慧,林综坚,文曲. 低空航测的系统工程问题分析[J]. 北京测绘,2016(10):33-37

[10] 蒋毅,李旭,魏鑫,等. 测绘新技术在地籍测绘中的效率评估与精度评价[J]. 地理空间信息,2022,20(9):117-120

[11] 路兴昌. 基于激光扫描数据的三维场景仿真[J]. 系统仿真学报,2006,18(增刊):182-185

[12] 何原荣,陈平,苏铮,等. 基于三维激光扫描与无人机倾斜摄影技术的古建筑重建[J]. 遥感技术与应用,2019,34(6):214-223

[13] 李晓斌,林志军,杨玺,等. 基于激光扫描和倾斜摄影技术的三维实景融合建模研究[J]. 激光杂志,2021,42(8):166-170

[14] 袁夏. 三维激光扫描点云数据处理及应用技术[D]. 南京:南京理工大学,2006

[15] 罗德安,廖丽琼. 地面激光扫描仪的精度影响因素分析[J]. 铁道勘察,2007,33(4):5-8

[16] 师海. 三维激光扫描技术在施工隧道监测中的应用研究[D]. 北京:北京交通大学,2013

[17] 王庆闪,张军,刘元盛,等. 基于NDT与ICP结合的点云配准算法[J]. 计算机工程与应用,2020,56(7):94-101

[18] 郭俊辉. 基于KDTree改进的ICP算法在点云配准中的应用研究[J]. 微型机与应用,2015,34(14):81-83

[19] 城市三维建模技术规范:CJJ/T157-2010[S].

[20] 地面三维激光扫描作业技术规程:CH/T3017-2015[S].