

## 二、项目简介

### 项目简介（限1000字）

#### （一）项目简介

本项目结合型测绘技术手段，引入多源数据采集手段，精准、快捷、科学地建设三维实景模型，作为存量疑似违法建设摸查的可靠依据。增强实景型三维实景技术具有实物虚化，虚物实化，真实感好，交互性强等优势，项目利用增强现实型三维实景技术开发了土地执法巡查系统，旨在建立适用于AR三维实景技术的土地执法动态巡查移动应用的AR应用系统开发框架，推动AR技术在智慧广州上的应用。项目还开发了查违信息共享发布平台，实现了各类违法用地专题信息数据和基础空间信息数据服务在线协同共享，提供了基础和土地专题数据。大众在任何时间和地点能够获取违法用地专题地理信息，并将其发布在查违信息共享发布平台，最终形成智慧城市信息集成、管理与更新工具一体化的专题查违信息共享发布平台。基于三维实景的土地执法巡查技术研究与应用的涉及多种先进仪器设备以及前沿科学成果，充分地调动巡查员参与土地执法的积极性，减少管理部门对信息采集和人力成本的投入，提高信息现势性和利用率，产生直接经济效益。

#### （二）主要技术内容

1) 围绕“倾斜航空摄影测量、疑似违法建设图斑及现有建筑矢量数据的提取、三维实景巡查”技术主线，重点研究大面积航测的航线规划、分布式数据处理、空中三角测量、违法建设图斑识别等技术，对违章建设进行全方位监控治理。

2) 基于倾斜航空摄影生产的正射影像图成果，结合影像变化检测技术，实现不同时相下的影像变区检测，获取违法用地分布情况。

3) 增强实景违法用地信息展示，虚实融合的增强实景场景展示。根据移动端加载的任务获取任务范围内的POI，通过增强实景技术精准融合匹配POI信息与真实场景。

4) 跨平台的移动增强实景技术算法。自主研发移动增强实景技术算法，不依赖第三方工具包或技术，可在Android和IOS操作系统上实现。

5) 基于图像匹配的定位技术，利用平台匹配街景库与三调外业调查图片库进行精确定位。

6) 增强实景目标识别与捕捉、二维码识别功能。基于GPS+硬件传感器方式的增强实景技术外完成了基于图像识别原理的增强实景技术，能识别捕捉目标标签，并将城市管理的某些部件模型叠加在真实场景中。

#### （三）专利授权

专利4项，软件著作权5项，论文6篇，专著1篇。

### 三、科技创新

#### 科技创新（限5000字）

##### （一）立项背景

近年来，土地资源的供需矛盾压力逐年加大，由于城市用地快速扩展，土地执法管理没有及时跟进，造成了对城市土地利用及空间格局的极大破坏。为提高国土执法工作效率，亟待高科技手段来及时发现土地违法违规行为，掌握违法用地真实情况，提供客观的数据为国土资源管理服务。

目前国土资源执法巡查普遍存在以下两个问题：（1）无法及时发现违法用地。国土资源执法监察的主要途径是国土执法大队通过人工动态巡查来发现，由于该方式有很强主观性，部分违法违规用地不能及时发现。（2）无法准确定位违法用地。由于违法用地发生地多处于城中村地区，存在盲目乱建，建筑密度高，容积率高等特点，GPS信号较弱，且存在多路径效应，因此不能精确掌握违法行为发生地，迫切需要其他手段对违法用地建设范围进行迅速定位。（3）无法及时认定违法用地。目前是巡查发现疑似违法用地后，执法人员要到相关业务处室进行反复核实，同时为了准确认定违法性质还要对项目用地前期手续的办理情况进行核实，费时费力，导致部分违法用地不能及时认定、及时制止，给违法当事人及社会带来不必要的损失。针对以上难题，本项目拟结合新型测绘技术方法和三维实景技术，精准、快捷、科学地健全完善违法建设数据信息，将传统的人工巡查模式改变成通过移动终端为载体，由执法检查员通过各类移动终端进行问题上报、反馈的新型土地执法监察模式，达到内部各相关业务部门全面参与的国土执法监察工作“全员监管”和全程参与的“全程监管”模式。

##### （二）科技含量

###### 1、总体思路

本研究充分发挥地理信息平台与三维数据引擎强大的空间能力，利用三维实景技术，提出了基于三维实景的土地执法巡查技术研究与应用推广的有效解决方案。研究建立了广州市土地巡查执法工作体系，提出了从数据采集到动态巡查一体化解决方案。项目内容主要包括三个方面：一是结合新型测绘技术手段，引入空天地多源数据采集手段，精准、快捷、科学地健全完善违法建设数据信息；二是基于增强实景技术的土地执法巡查系统研发，旨在建立一种适用于AR增强实景技术的土地执法动态巡查移动应用的AR应用系统开发框架，降低AR应用系统的开发难度，推动AR技术在智慧广州各个领域的普及应用；三是查违信息共享发布平台的研究，旨在使用户通过移动终端的三维实景在任何时间、任何地方都能够得到违法用地专题地理信息，形成智慧城市信息集成、管理与更新工具一体化的专题查违信息共享发布平台。

平台总体架构分为数据层、管理层、服务层和应用层。其中，数据层实现基础地理空间库建设和土地查违专题空间信息的获取、建库与更新；管理层实现城市多源信息集成、融合与管理；服务层实现违法用地专题空间信息共享服务与应用；应用层是基于平台服务建立的应用系统的集合。平台以基础地理空间信息分类、编码等规范为标准，在建立越秀区土地利用分类信息数据库的基础上，结合专题地理信息共享的需求，以当前主流的分布式构建技术体系为核心，以Web服务互操作为支撑技术，遵循空间

信息网络共享服务互操作标准，开发可以跨越不同操作系统平台，连接不同地理空间数据库，调用与操作不同空间信息系统的各种地理数据的空间信息网络共享服务平台，实现局域网、广域网和无线网的空间信息共享服务，支持多种终端设备的增强实景系统的更新、查询和浏览，最终形成智慧城市信息集成、管理与更新工具一体化的专题查违信息共享发布平台。

## 2、技术方案与创新成果

(1) 研究建立了广州市土地巡查执法工作体系，提出了从数据采集到动态巡查一体化解决方案。

研发三维实景土地执法动态巡查全流程业务应用平台，提出了从数据采集到动态巡查一体化解决方案。融合多种测绘技术，精准、全面采集数据，形成违建调查图片库，并建立三维实景模型；在三维实景融入违建元素，利用增强实景技术展示违法用地POI信息。实现了各类城市土地违法用地专题信息数据和基础空间信息数据服务在线协同共享。

(2) 采用直升机飞行平台搭载定制化高分辨率倾斜航空摄影模块，并结合自适应分区域航线规划、分布式数据处理、控制点加密等技术解决高精度、高复杂、大场景下的倾斜航空摄影难题。

本项目倾斜航空摄影采用了5镜头相机传感器，采集了约200平方公里航摄范围内的影像数据，具有庞大的数据量，使得传统集中式数据处理存在较大困难。分布式数据处理方法的出现可有效解决该难题，该方法将原先集中在单节点上的庞大计算任务被负载均衡地分派给分布式网络中的计算机上并行地进行处理，最后进行成果合并，满足了庞大数据量的计算需求。由于在整个航摄数据处理流程中，绝大部分时间用于三维重建，项目通过对三维重建任务进行空间分块，采用分布式并行运算，大大提升了数据处理效率，保证了项目周期满足项目工期要求。

(3) 采用地面三维激光扫描、SLAM背包式移动三维激光扫描等地面数据采集方式辅助倾斜航空摄影进行空地一体化测绘，实现城市三维地理信息的完整采集，保证了城市违法建设的全方位无死角监控。

倾斜航空摄影技术作为空中数据采集的有效手段，可以快速获取高精度DSM数据，但是在近地面区域会出现盲区，造成盲区模型失真情况，而众多违法建设分布在树木下或建筑密集区域等空中摄影盲区，对后续违法建设的提取造成影响。相比空中数据采集手段，地面三维激光扫描、SLAM背包式移动三维激光扫描等地面数据采集技术能有效获取地面高精度点云数据，与航空摄影技术的盲区相互补充。因此，本项目将两类技术相结合，各自发挥优势，构成空地一体化测绘，达到全方位数据采集的目的，违法建设无所遁形。

(4) 通过多源数据融合的三维模型重建技术，对融合后的点云数据进行三维重建，重建全区实景三维模型。

通过倾斜摄影测量技术可以重建拍摄区域的密集点云，在拍摄盲区通过地面三维激光扫描以及背包式移动三维激光扫描进行补充，全方位、无死角地获取全区点云数据，项过将多源点云数据进行融合，对融合后的点云数据进行三维重建，重建全区实

景三维模型。

(5) 基于倾斜航空摄影生产的正射影像图成果，结合影像变化检测技术，实现不同时相下的影像变化区域的检测，获取违法用地的分布情况。

项目进一步发挥倾斜摄影测量成果的作用，利用全区的正射影像数据，结合历史卫星影像数据，开展动态、快速、客观、高效的违法用地动态监测。相比于传统人工巡查方式对违法用地情况进行监管，利用正射影像图结合影像变化检测技术进行违法用地图斑提取不仅省时省力，且能够保证违法用地的全方位监测。

(6) 自助研发跨平台的移动三维实景技术算法，虚实融合的三维实景场景展示。项目首先设计了一套主体增强现实算法，依据手机的重力加速度传感器与磁场感应器数据通过矩阵运算得出代表设备坐标系与世界坐标系关系的核心三维坐标旋转矩阵，结合搜索范围，设备与信息点的地理空间位置关系，再根据设备摄像机参数与屏幕参数通过几何数学运算得出虚拟物体在设备屏幕的投影坐标。该算法不依赖第三方平台工具包，可在Android操作系统和IOS操作系统上编译使用。

(7) 基于三维实景的目标识别与物体追踪技术。项目除了完成了基于GPS+硬件传感器方式的三维实景技术外，还完成了基于图像识别原理的三维实景技术，此技术对目标标签可进行识别与捕捉，并可将城市管理的某些部件模型叠加在真实场景中，如沙井盖、电塔等。同时，项目还具备二维码扫描识别POI的功能。

(8) 基于图像匹配的定位技术，利用平台匹配街景库与三调外业调查图片库进行精确定位。

图像识别技术主要用于辅助巡查人员和公众对违法用地和违建建筑的辨别、定位。本技术利用数据库中已有的历史街景影像和存档违建建筑图像，基于计算机视觉的图像特征工程收集影像特征点，利用K-d树的数据结构对特征向量进行索引建立，最终在服务器构建基于RestAPI的街景图像识别系统。配合图像识别技术和城市街景采集技术，可大幅度减少GPS信号受到高层建筑、树木遮挡干扰等情况，显著提高位置定位精度。

### 3、实施效果

通过引入倾斜摄影测量、三维实景等新型基础测绘手段，将实地巡查的工作，变成“天上查、地上核、网上管”模式，避免大量重复劳动，极大节约人力成本。基于三维实景的土地执法动态巡查系统变传统土地执法被动模式为执法参与的主动模式，提高城市管理效率和水平，由执法检查员通过各类移动终端进行问题上报、反馈的新型土地执法监察模式，达到内部各相关业务部门全面参与国土执法监察工作“全员监管”和全程参与的“全程监管”模式。

#### (三) 创新点

(1) 研发了信息注入式、跨平台的三维实景引擎，构建了适用于土地执法动态巡查的AR开发框架，优化了AR应用系统的开发环境，推动了AR技术在土地执法领域的应用。项目基于自主研发的跨平台移动增强实景算法，建立了一种适用于AR三维实景技术的土地执法动态巡查移动应用系统开发框架，实现了增强实景违法用地POI信息展示

、虚实融合的增强实景场景展示以及增强实景目标识别等功能，充分发挥地理信息平台与三维数据引擎强大的空间能力，推动AR技术的普及应用。

(2) 提出了从数据采集到动态巡查一体化解决方案，优化了三维实景动态巡查的流程。

结合自适应分区域航线规划、分布式数据处理融合多种测量手段实现了高精度、高复杂、大场景下的三维地理信息采集。基于倾斜航空摄影生产的正射影像，结合影像变化检测技术，实现不同时相下的影像变化区域的检测，获取违法用地的分布情况。土地巡查方面，项目开发了基于三维实景的土地执法巡查APP以及土地执法巡查业务应用平台，创新违法用地和违法建筑问题的举报和处理模式，提高土地执法巡查效率。

(3) 利用空天地一体化数据采集及多源数据融合的三维模型重建技术，实现了三维实景模型的全要素、全空间重建。

通过倾斜摄影测量技术可以重建拍摄区域的密集点云，在拍摄盲区通过地面三维激光扫描技术以及背包式移动三维激光扫描技术进行数据补充，全方位获取全区地理要素的点云数据；通过将多源点云数据进行融合，对融合后的点云数据进行三维重建，重建全区实景三维模型。

(4) 基于多终端、多源数据融合的查违信息共享发布平台。

按照土地利用现状分类执行《全国土地分类（试行）》标准将现状监测地类分为：耕地、非耕农用地、商服用地、工业用地、仓储用地、广场、公用绿地、公共建筑用地、住宅用地、交通运输用地、空闲地、其它建设用地和未利用地。查违信息共享发布平台以基础地理空间信息分类、编码等规范为标准，在建立越秀区土地利用分类信息数据库的基础上，结合专题地理信息共享的需求，以当前主流的分布式构建技术体系为核心，以Web服务互操作为支撑技术，遵循空间信息网络共享服务互操作标准，开发可以跨越不同操作系统平台，连接不同地理空间数据库，调用与操作不同空间信息系统的各种地理数据的空间信息网络共享服务平台，实现局域网、广域网和无线网的空间信息共享服务，支持多种终端设备的增强实景系统的更新、查询和浏览，形成智慧城市信息集成、管理与更新工具一体化的专题查违信息共享发布平台。

(四) 保密方面

无

(五) 国际比较

本项目研究已达到国内领先水平且成果具有新颖性，具体如下：

(1) 基于信息注入式、跨屏的三维实景引擎研发是本项目的核心技术，国外较早开展了相关研究，美国Miami大学助理教授Bo Brinkman开发出增强实景图书管理系统；Kaufmann提出，通过多用户的增强现实系统，在现实场景中建立一个公共的虚拟空间从而实现直观的互动；但增强实景相关研究目前在国内仍处于起步阶段，较为知名的研究包括：张岸等人采用ARTool Kit开发包，在地图上设置标识实现三维符号叠加；方小娟等人结合Vuforia SDK设计开发了Android手机的房产信息增强现实系统，实现视频和文本的叠加；徐旺等人结合纸质地图的图形特征，提出了一种利用地图标识库实现自适应处理标识信息的方法，基于HMD实现了三维地形叠加和信息查询的功能。

(2) 本项目委托广州生产力促进中心进行科技成果评价，整体评价意见为：“项目整体技术水平达到国内领先”。详见科技成果评价报告。

(3) 本项目委托广州市科技查新咨询中心进行科技查新。本次查新，未见国内外有雷同的研究报道。该研究成果具有新颖性。详见科技查新报告。

地理信息科技进步奖

## 四、推广应用情况

### 1、推广、应用情况及社会评价（限 2000字）

#### （一）推广应用情况

本项目通过引入倾斜摄影测量、三维实景等新型基础测绘手段，将实地巡查的工作，变成“天上查、地上核、网上管”模式，避免了大量的重复劳动，极大地节约了人力成本。

项目中的多个技术在项目中得到了推广和应用：（1）南沙区无人机低空遥感动态监测土地执法服务项目；（2）基于新型基础测绘体系的广州市天河区存量违法建设摸查测量服务创新应用；（3）基于增强实景的土地执法动态巡查系统研究与应用；（4）广州市林业和园林局生态旅游全景导游系统建设采购项目；（5）珠江口可量测三维地理场景辅助系统；（6）2018中国森林旅游节广州馆布展之互动体验项目；该项目的成果截止目前已创造了超过1700万元人民币的产值，带来了客观的经济效益。佐证材料：项目合同以及验收报告。

#### （二）社会评价

（1）促进违法建设的治理进程，符合城市健康、高质量发展的需要。

广州作为全国的改革先锋地，肩负起经济社会发展排头兵和领军者历史使命，但是广州不断涌现的违章建设是一个非常突出的问题，违法建设的存在阻碍了城市规划进程，浪费了土地资源，破坏了城市环境，损害了城市形象，项目成果摸清违章建设的底数，有效提高了违法建设的治理效率，也为广州的健康、高质量、可持续发展提供了强大的技术支持。

（2）实现违法建设的全面监管，遏制了新增违法建设，提升人民群众幸福感。

项目为违法建设的监管提供时效性高、多时序、分辨率高的辅助影像、模型资料佐证，避免了常规粗放被动的巡查方式，化被动为主动，实现“天上查、地上核、网上管”，有效遏制了新增违法建设，促进了区违法建设的全面监管，符合人民群众的心声，提高人民群众的满意度和幸福感。

（3）土地执法动态巡查的一次成功探索和创新应用。

项目围绕着新型基础测绘理念，采用了倾斜摄影测量、三维激光扫描仪等空地协同数据采集模式，为城市违法建设的摸查提供了高效、准确的手段，是新型基础测绘的一次成功探索与尝试，验证了新型基础测绘技术在城市管理方面应用的可行性，具有较重大的工程意义，同时这种方式也可在其他摸查任务中进行推广使用。

（4）三维实景技术在土地执法中的成功应用。

基于三维实景的土地执法动态巡查系统的建设充分地调动巡查员参与土地执法的积极性，减少城市管理职能部门对信息采集渠道的投入，避免信息重复采集，提高了工作效率，实现了“天上查、地上核、网上管”的快速响应机制，有效遏制了新增违法建设，促进了广州违法建设的全面监管。