

引用格式: Pan Zhuokun, Hu Yueming, Wang Guangxing, *et al.* Cognitions and Perspectives in Remote Sensing of Urban Renewal Monitoring[J]. Remote Sensing Technology and Application, 2020, 35(4): 911-923. [潘灼坤, 胡月明, 王广兴. 对遥感在城市更新监测应用中的认知和思考[J]. 遥感技术与应用, 2020, 35(4): 911-923. doi:10.11873/j.issn.1004-0323.2020.4.0911]

对遥感在城市更新监测应用中的认知和思考

潘灼坤^{1,4,5}, 胡月明^{1,2,3}, 王广兴^{4,5}, 刘吼海^{5,6}, 刘江⁷, 李波⁸, 樊舒迪¹

- (1. 华南农业大学资源环境学院, 广东 广州 510642;
2. 自然资源部建设用地再开发重点实验室, 广东 广州 510642;
3. 广东省土地利用与整治重点实验室, 广东 广州 510642;
4. 南伊利诺伊大学地理与环境资源系, 美国 62901;
5. 广东友元国土信息工程有限公司, 广东 广州 510640;
6. 广州市华南自然资源科学技术研究院, 广东 广州 510640;
7. 广州市城市更新规划研究院, 广东 广州 510030;
8. 广州市香港科大霍英东研究院, 广东 广州 511458)

摘要:对城市更新改造的监测是目前较新的遥感应用领域。鉴于当前城市更新领域有关的遥感监测研究现状,对城市更新中遥感监测的概念、涉及方法以及与业务应用关系等方面进行了介绍,通过简要综述城市遥感监测的研究进展,分析适用于城市更新中的遥感数据类型,给出遥感在城市更新中的应用实例,尝试论证遥感在城市更新改造中的价值和作用,填补该领域遥感应用认知上的空缺,提出遥感在该领域工作可能的发展方向和研究思路。

关键词:遥感;城市更新;低效建设用地;认知

中图分类号: TP79 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-0323(2020)04-0911-13

1 引言

“城市更新”这一概念在西方国家已经有了上百年的历史。城市更新一般是将城市中已经不适应现代化社会生活的地区作必要的、有计划的改建活动^[1,2],未来城市更新规划可能成为各大城市规划管理工作的重点^[3,4]。广东省重视城市更新工作,在2015年,广东省广州市率先设立了名为“城市更新局”的政府部门,以接替先前的“三旧改造”(旧城镇、旧厂房、旧村庄)工作办公室^[4]。城市更新与先前广东省的“三旧改造”以及前国土资源部提出的“低效建设用地再开发”,如出一辙,可以认为前后内涵基本相近。较以往单纯的拆迁、推倒、重建为

主的“旧城改造”,而城市更新包涵更多的规划因素^[3,4],涵盖了更广的内容,综合了“加快促进产业转型升级和结构调整、改善城乡人居环境、完善城市功能、盘活闲置和低效的用地、保护和传承历史文脉的重要作用,切实提升城市竞争力和改善城市面貌”等目标^[5],例如广州市提出的“微改造”模式(旧厂房转型升级、老旧小区环境整治)^[5]。

由于历史发展原因,低效建设用地的广泛存在造成了土地粗放利用、效益低下(图1),以广州市为例,估计有40%的建设用地属于此类,极大地浪费土地资源^[6-7]。前国土资源部近年来已多次印发有关“促进低效建设用地再开发”的指导性工作和意

收稿日期:2019-03-14;修订日期:2020-06-20

基金项目:国家重点研发计划项目(2018YFD1100801),国家自然科学基金项目(41601404)以及中国博士后国际交流计划项目(20170029)。

第一作者:潘灼坤(1986—),男,广东东莞人,博士后,主要从事土地资源遥感监测研究, E-mail: xyslz114@sima.com

通讯作者:胡月明(1964—),男,湖南怀化人,博士,教授,主要从事遥感监测研究, E-mail: yueminghugis@163.com

见,在新一轮的《全国土地整治规划(2016-2020)》中也重点提及该工作要求^[8]。由于近年来国土规划部门对新增城市建设用地审批的收紧,转向提高存

量土地的利用效率为目标,对城镇现有的建设用地再开发,使得城市更新成为了城市可持续发展的必然选择。



图1 典型的“三旧用地”:旧村庄、旧工厂、旧城镇

Fig.1 Typical “Three Old Buildings”: urban village, old factory, old business area

在《国家民用空间基础设施中长期发展规划(2015-2025)》《国家地理信息产业发展规划2014-2020》等战略性指导文件中^[9-10],鼓励各行业部门根据自身业务需求和特定应用目标,对多源遥感观测信息的持续获取和综合应用。遥感监测作为认识事物的方法手段,大多地理科学门类的专业都有可能采用到遥感监测来满足某些方面的研究工作^[11-12];具有地理信息科学专业背景,或者对该技术有所涉猎的人一般会想到能否采用遥感监测方法在改造中开展一些技术性或事务性的工作,例如建设用地动态监测与违建执法取证,采用遥感影像提取土地利用专题信息等方面,很大程度上能发挥空间信息帮助人们决策分析^[13-14]。就低效建设用地调查监测工作来看,遥感资料无疑是值得探讨的手段。

城市更新这一话题涵盖了政策、商业、文化、创意、设计等方方面面^[3,7,15-16],当前在该方面的研究报道主要集中在探讨政策措施方面,和改造项目的评估研究,而空间信息技术却是不多^[1]。虽然目前有不少关于城市遥感研究,涉及研究题材也很广泛,例如城市环境评价,空间规划,宏观的城市扩张监测^[12],但涉及“旧城改造”、“城市更新”等主题的遥感应用报道目前仍不多见,总体而言对旧城改造的监测应用介绍仍是比较欠缺,遥感数据应用潜力还未被充分认知,这是撰写本文的初衷。

虽然针对旧城改造各项事务有直接影响的遥感技术应用仍不多见,但很多对城市问题的遥感研究,能联系到城市更新的可能应用,例如遥感摄影测量很多成熟的技术能移植到实际的业务工作中。同时,城市更新改造牵涉的社会经济问题广泛,面临的情况比较复杂,然而城市遥感研究探讨的更多是依靠研究人员感知的科学问题而非面向特定生产服务的解决方案,尤其是面对城市更新领域的需

求问题,能有助于利益相关者决策分析的,并非提高分类精度或融合效果就能解决的。综上所述,通过对近几年来工作实践的总结,尝试从遥感科学与技术专业的角度来论述遥感对城市更新监测的应用潜力,藉此抛砖引玉,希望能为该领域方向的工作者提供认知上的线索。

2 城市遥感研究综述及对城市更新潜在应用

当前遥感领域涵盖了多平台、多谱段、高空间分辨率的观测能力^[17],传感器探测地物的电磁波谱信息覆盖了可见光、红外、到微波波段,形成光学高分辨率影像、高光谱影像、机载激光雷达扫描数据(Light Detection And Ranging, LiDAR),合成孔径雷达(Synthetic Aperture Radar, SAR)数据等,能反映城市各类建设用地在成像中的光谱、纹理、结构等特征,对城市内部复杂的地表物质进行精细化描绘。多源的遥感数据利用能实现多角度的建设用地的空间感知和信息的互补,因此应考虑如何充分利用多种遥感数据开展对城市更新的观测研究。

2.1 城市地物分类与建筑物提取

高分辨率的光学遥感影像能提供城市地物直观的现象,获取改造片区遥感资料,提取地物覆盖信息继而研究土地评价的一些指标:如容积率、建筑密度、绿地率等。利用高分辨率影像快速、准确、自动地获取城市内部用地信息既是城市遥感研究的热点也是难点;近年来备受青睐的一种叫随机森林的机器学习分类方法有很好的表现,在土地分类研究中获得相对较高的精度^[12]。但普遍认为,相对于传统的基于像元光谱统计学分类方法,基于尺度分割的面向对象提取技术在一定程度上对高分辨率影像中的城市用地提取能获得较高的精度^[18-20],

通过多尺度分割,构建合理的分类层次,有可能区分城市建设用地的类型。基于高分辨率光学影像的地物光谱、纹理、空间布局,能提取城市更新改造前后地表覆盖状况变化,继而分析景观格局变化(建筑密度、绿地覆盖、土地利用结构等)的信息。虽然目前已有较多国内外学者采用高分辨率遥感数据对城市建设用地监测和分类识别,然而建设用地类型多、结构复杂,进一步分类尚有较大困难^[20]。

总体而言,目前遥感影像分类方法繁多,其精度和效率都不足以满足城市真实场景的应用^[21]。近年来兴起的人工智能领域的深度学习已渗透到遥感影像处理与应用的很多方面,例如识别分类、变化检测,反演等,也适用于各种数据类型;基于大量的训练数据,训练深度网络模型,进行预测和识

别^[21-22]。董蕴雅和张倩重点分析和讨论了以卷积神经网络模型(Convolutional Neural Network, CNN)为基础的各类深度学习模型在高分遥感影像特征提取方面的应用与创新^[23]。当前应用深度学习方法对图像分类识别是一个热点,其惊人的精度正引领遥感影像识别与分类迈入新的台阶;深度学习强烈依赖于训练数据集的规模以及其训练的网络模型的性能^[24]。深度学习识别技术对于城市更新工作有望能识别出潜在的各类低效建设用地,图2为利用U-Net深度学习框架训练的网络模型对某规划改造的城中村建筑物单体化的分割及分类,具有很高的精度^[25]。利用高分辨率影像结合深度学习方法极大地有助于对城中村建筑物现状评估开展大范围的监测和清查。

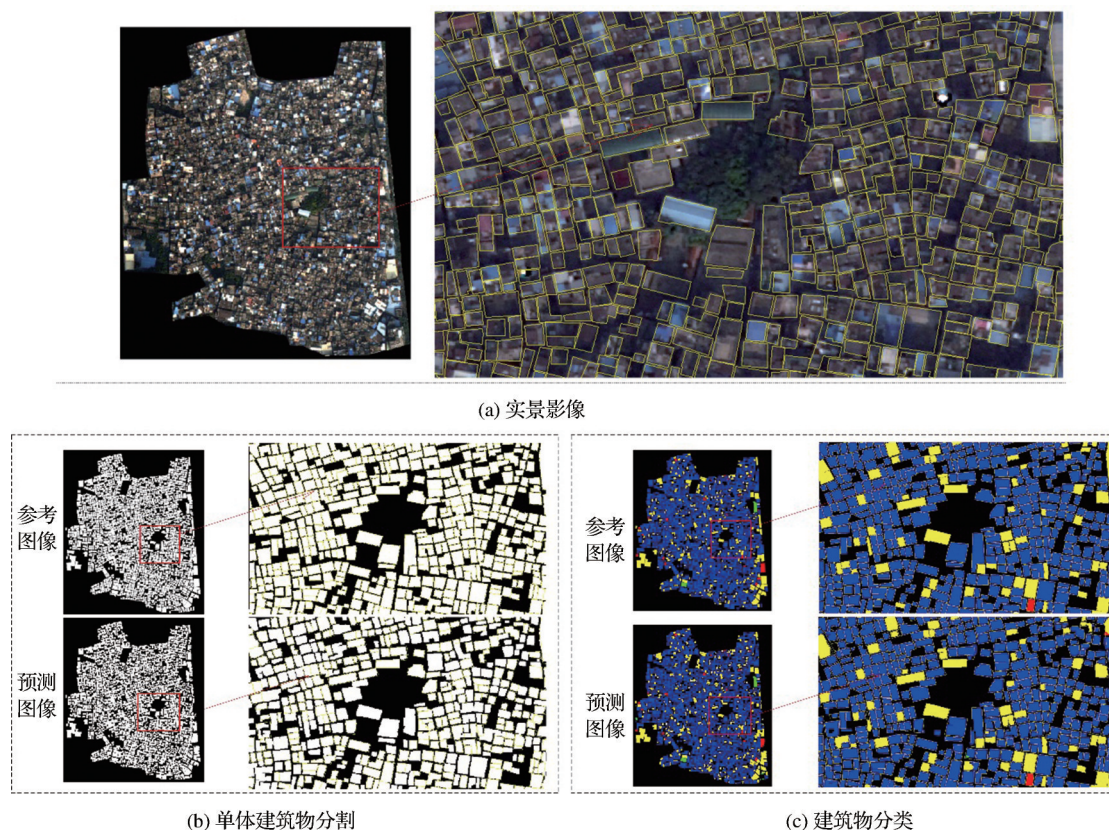


图2 利用深度学习语义分割对城中村建筑物单体化提取与分类

Fig.2 Deep learning segmentation and classification for urban village

SAR 遥感影像在城市环境中常用于建设用地和建筑物信息的提取。SAR 影像的独特优势在其特殊的成像机制,其不受天气条件影响以及对地物的几何形状表征的能力。Weng 等^[26-27]以光学遥感影像为对比,评估了 SAR 图像提取城市不透水面的精度。对于单极化的 SAR 图像而言,建筑物的几何信息提取主要依赖于雷达信号对地物反射能量的

差异;高分辨率的 SAR 图像信号散射特征对建筑物的屋顶和边缘有显著的探测作用,这有助于精确识别建筑物轮廓和边界信息^[27-29](图 3)。对多时相 SAR 数据的叠加分析,随着雷达散射强度的增加,可判定建筑物是否有加高抢建的行为。

2.2 改造片区热环境动态监测

热红外遥感直接反映地表物质热辐射特性,城

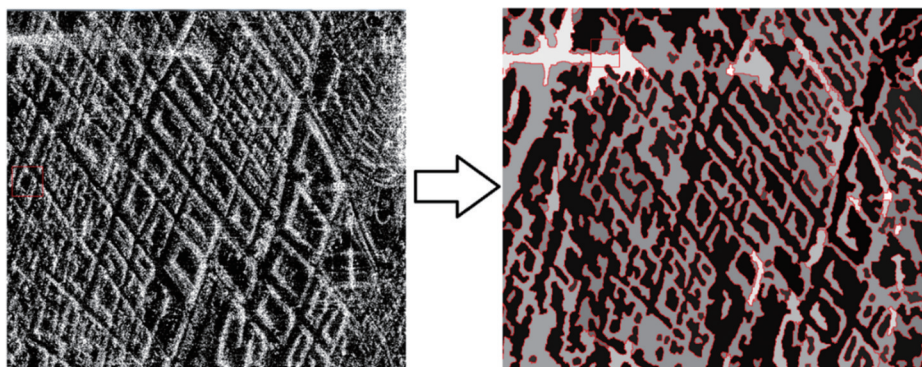


图3 SAR图像的雷达散射特性能很好地描绘建筑物轮廓边界

Fig.3 Performance of SAR backscattering in delineating building footprint

市建筑区域也会由于地表物质、建筑结构、工业区布局等因素而呈现出地表温度的空间格局差异(图4),在一定程度上能说明人口、城市耗能区域的分布^[30-31]。

Lu等^[31]研究了TM影像混合像元分解,分析了城市不透水面与热红外地表温度的关系,侧面说明了地表温度与城市建筑密度的关系,在一定程度上能说明热岛形成与人口密度、社会经济活动等因素有关。Claudia等^[33]在《Thermal remote sensing》一书中提到不同建筑格局呈现出的遥感影像热辐射的差异,指导人们在城市建筑设计中降低热岛效应。Adrian等^[34]研究了无人机热红外遥感对建筑物的监测,揭示了建筑物在热异常中的一些情况,例如能耗过高,供暖泄漏等。目前已有大量的研究表明在卫星热红外遥感城市地表温度格局中,地表覆盖类型及其空间格局都会影响热岛的形成^[35-38],这

说明了城市热岛监测在一定程度上有助于城市人居环境的土地利用规划^[39-40]。

同时,利用遥感监测帮助认识更新改造实践所带来的环境改善具有实践价值,基于过程的景观生态学研究方法能对热岛格局变化的表征^[40]。基于多时相卫星热红外对遥感热岛格局特征分析,对高分辨率影像精细土地利用分类基础上进行景观分析,研究了“三旧”改造对热岛格局变化的贡献^[37](图5)。从遥感监测结果中认识到热岛格局变迁现象与城市更新改造实践密切相关,其中包括污染耗能工业用地搬迁、旧厂房拆除改造、以及土地置换等措施^[37,39-40]。

根据上述,笔者认为探讨利用高分辨率的热红外影像监测典型低效建设用地的热辐射特征,特别是夜间热红外影像能探测到社会经济活动的分布,通过建立与光学遥感影像中地物类型(如建筑指

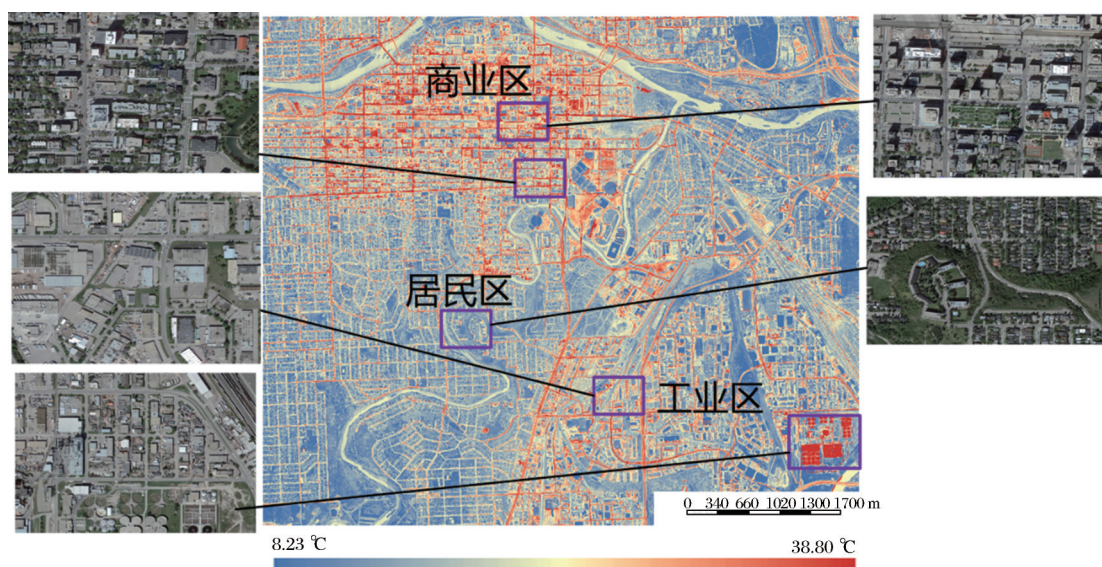


图4 热红外遥感影像城市地表热辐射与用地布局的关系(北京天瑞集思科技有限公司提供示例热红外航空影像)

Fig.4 Relationship between urban thermal emissions and land use configuration in thermal infrared image

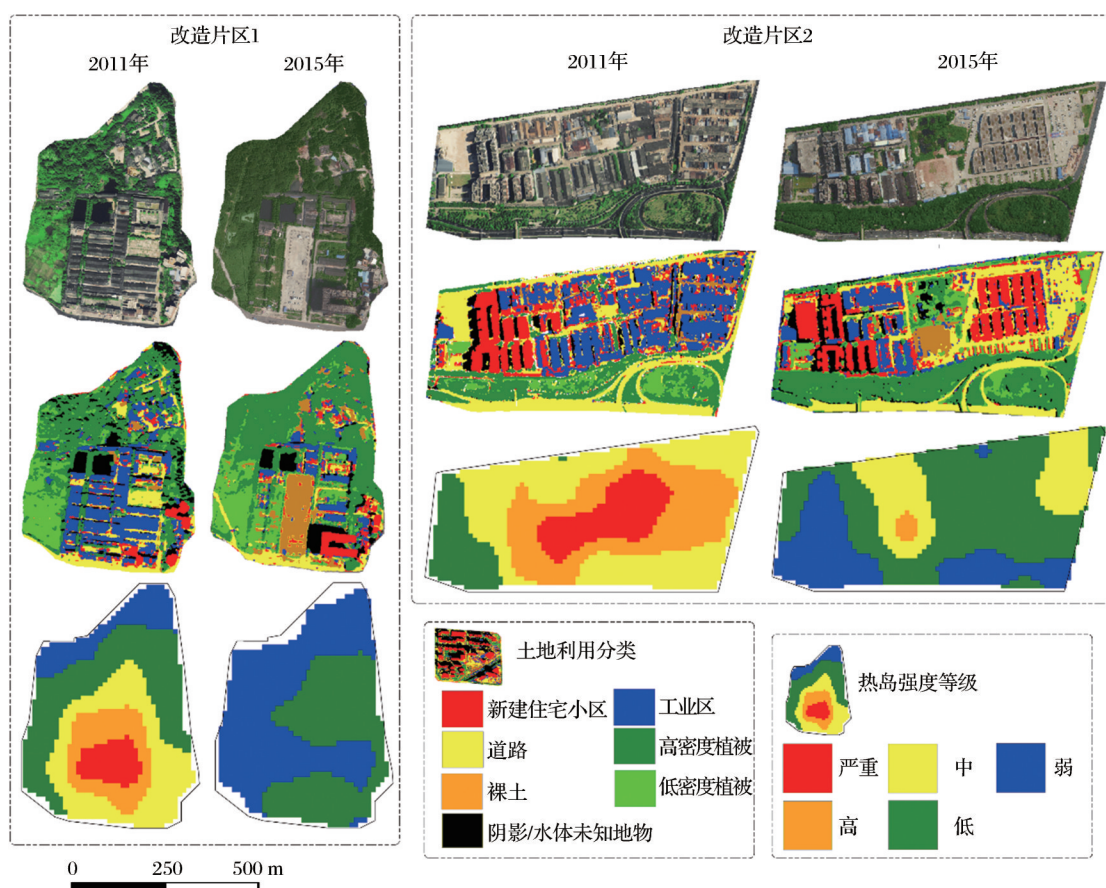


图5 卫星遥感监测下改造片区前后土地利用与配置引起的热环境变化

Fig.5 Change characterization of land use and thermal environment in urban transformed area under a remotely sensed purview

数、植被指数等光谱指数)的空间相关关系,可通过热岛现象发现不同水平的建设用地热辐射特征,从而有可能反映片区的低效用地宏观的生产经营状况,以及改造前后的生产活动变化。

2.3 改造片区建筑物高度信息提取

作为建设三维数字城市的重要基础数据,高度信息是进行城市规划、建设项目管理和各项经济活动中的重要数据。在城市规划中常常会提到土地开发强度,其容积率,建筑密度等衡量指标都与高度有关^[41-42]。数字表面模型(Digital Surface Model, DSM)作为一种重要的地理信息数据,其包含的高程信息不仅仅反映了地表的高程,而且还考虑了所有地面物体(包括自然、人工建筑、桥梁、植被等)高度^[43]。据此,城市DSM对建筑物高度测算有需求的一些领域中得到了应用方面的重视^[44]。

近年来,随着高空间分辨率遥感、雷达遥感等技术方法的进步,建筑物信息提取研究得到了较快发展,建筑物高度获取主要有基于高分辨率影像中建筑物阴影推算^[45]、基于雷达影像的方法^[46]、基于

LiDAR点云数据^[47]和基于立体成像的方法^[48]四大类。通过阴影长度提取法反推出建筑物高度具有几何解释的意义,但受成像条件和太阳高度角影响,阴影长度法局限性明显。雷达测高度主要是基于SAR干涉测量技术,精确度高,利用2个影像像对结合极化SAR建立建筑物三维场景,但目前该方法估计建筑物高度的方法受限于图像配准难、相位解缠理论算法复杂。基于LiDAR数据的建筑物三维重建是最近十几年快速发展起来的方法,LiDAR技术可应用于基础测绘、道路工程、电力电网等数字城市领域。航空搭载的LiDAR所测得的含有空间三维信息和激光强度信息地物离散点,该数据为数字表面模型。LiDAR获取建筑的轮廓与高度有较高的精度,但数据获取价格昂贵。

基于传统摄影测量中利用立体像对提取DSM原理清楚,高分辨率卫星遥感立体像对数据也易于获取,提取方法相对成熟。例如高分七号立体测绘卫星搭载的双阵线立体相机按照前视、后视的方向,基于解释空中三角测量原理,构建共线方程、核

面、构像方程来提取DSM,有望能获得具有一定精度的建筑物高度或体积等立体信息(图6),比较而言是一种成本较低的建筑物高度提取法,但立体像对主要针对建筑物的顶部进行建模。基于立体成像原理,近年来发展起来的倾斜摄影测量技术,能针对侧面全方位的三维立体构建,将立体成像摄影测量技术推向了新的高度^[49, 50],目前已发展到无人

机低空平台的倾斜影像自动化获取、智能化处理的技术,产生最接近真实世界的建筑物三维模型,无论楼高还是缝隙纹理细节都能精细刻画(图7)。在实际业务中,改造区域测绘地理信息数据,包括改造片区的倾斜摄影测量模型、正射影像、单栋建筑物的三维激光扫描立面数据等“定量”描述,以此为根据核算改造成本。

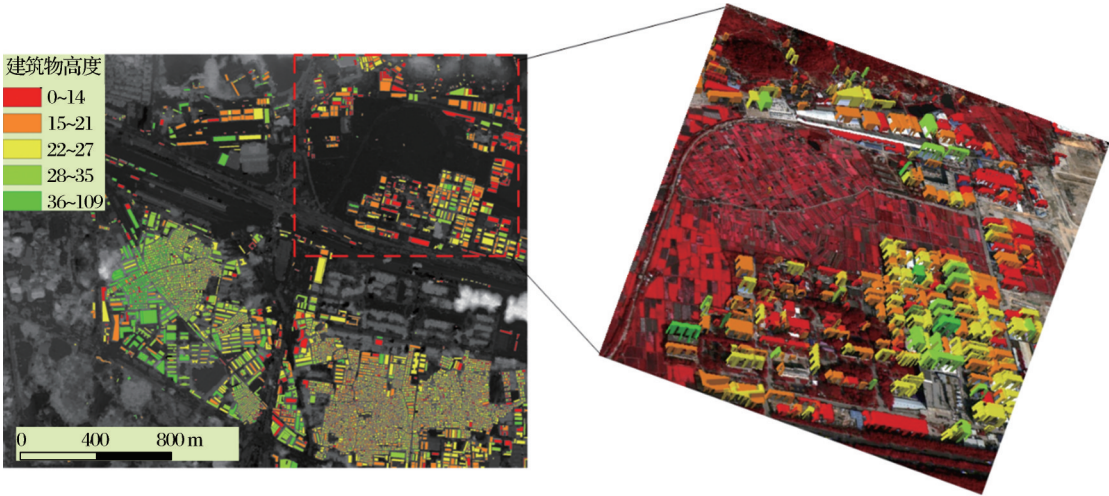


图 6 利用卫星遥感立体像对提取 DSM 构建建筑物立体模型
Fig.6 Satellite-based stereo pair of images for 3-D building modelling



图 7 基于无人机倾斜摄影测量的三维立体建模
Fig.7 UAV-based oblique photogrammetry for 3-D building modelling

2.4 建设用地变化检测

遥感影像数据被用于城市土地利用监测、规划及管理,在快速城市化背景下,土地利用在短时间内变化剧烈,土地利用过程遥感监测揭示如工程建设、绿地挖损、建筑拆除等现象,快速实时的变化监测对于有效的城市管理、规划决策分析、违法利用土地的执法监测等具有重要意义^[13, 51-52]。常见的遥感监测系统有国土资源综合监管平台、土地利用动态监测系统及建设用地遥感监测执法系统,因此在城市更新改造业务中最有可能用到遥感变化监测。遥感变化检测一般是通过2个以上时相的影像产生

一幅能够对比显示变化与未变的区域^[53-54]。在城市区域中,对于建设用地而言,有增加或减少2种情况。在旧城改造项目中,从高分辨率的遥感能通过肉眼判断建设用地的变化,而通过地物分类后的影像便能细分土地利用转变的情况。当前有关遥感变化检测的文章太多,我们不作方法上的讨论。卫星遥感影像监测特定地区建设用地变化信息时,往往受卫星影像的时间分辨率、空间分辨率以及天气等因素制约。与卫星遥感平台相比,低空无人机遥感具有机动灵活、周期短、低成本的特点,当前无人机遥感技术对天气要求不高,已具备自动控制,按

照规划的航线便能快速完成外业图像采集,内业自动对图像拼接,取得较好的效益^[55]。

在此值得提到的是采用高分辨率的SAR影像对变化区域快速的清查。雷达遥感影像的优势在于全天候观测,不受天气状况的影响。SAR图像建筑物的提取优势在于其特殊的成像机制和对地物的几何形状表征的能力。SAR记录的是主动的微波散射信号,SAR后向散射强度的变化能捕捉到地物粗糙度的变化,即建设用地的转变,例如从平地建起了楼房,从楼房拆除夷为平地,这些实质的变

化都能反映在SAR图像的散射强度中。雷达遥感能支撑短期的土地利用转变监测,范围大,效率高,能识别出变化的区域^[51-52],相对于光学遥感影像而言,在无需对土地利用分类的前提下雷达遥感便能执行变化检测。研究时间序列雷达遥感能支撑建设用地再开发大范围遥感动态监测和监管,评估其开发的成效和效率(图8),有助于加强建设用地全程监管,推进待开发土地的消化处置,督促土地利用主体按期开、竣工建设,及时向社会发布已供土地的开发利用信息。

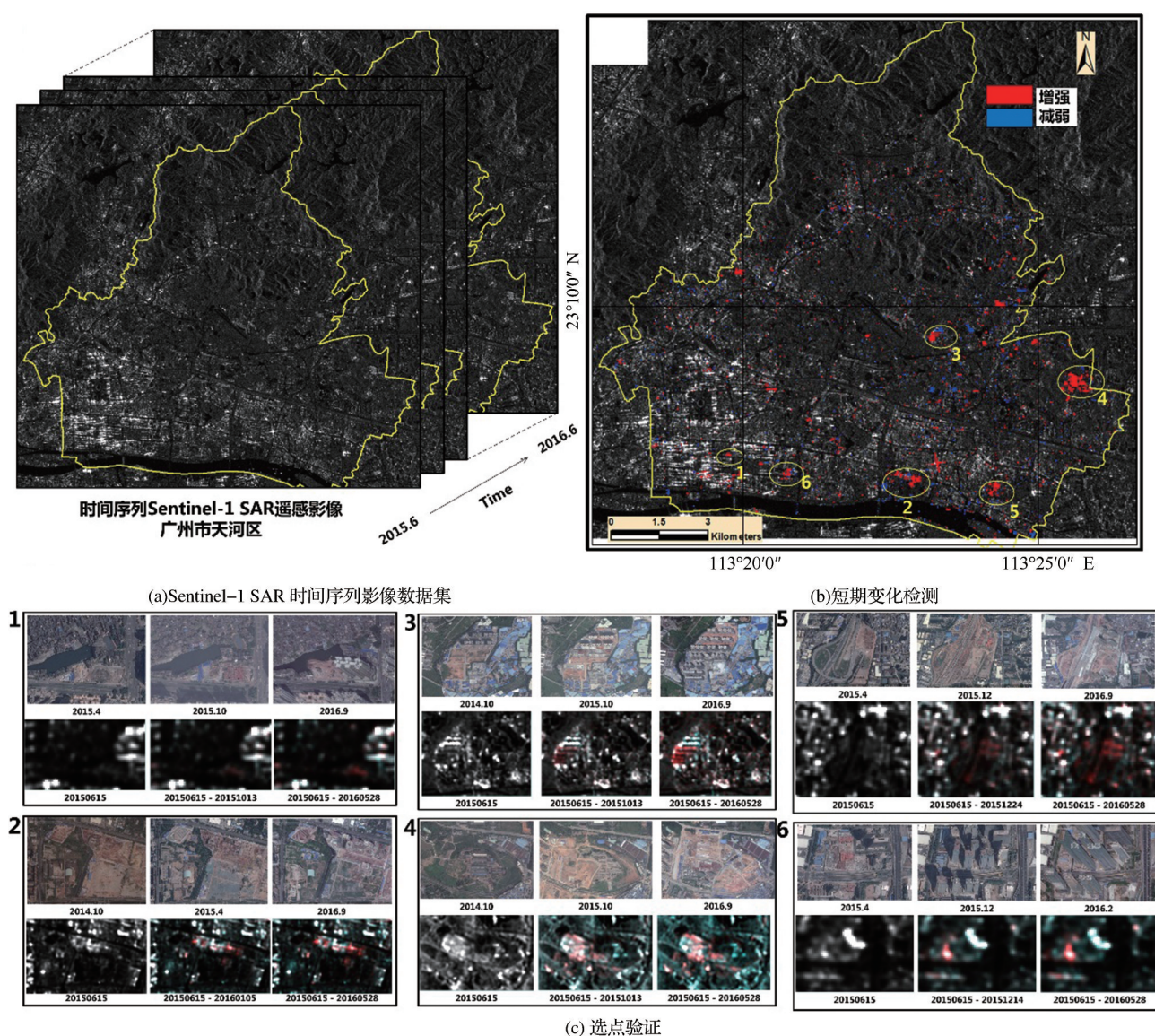


图8 基于时间序列SAR影像短期变化检测:

Fig.8 Time series SAR image-based short-term change detection

2.5 低效建设用地遥感识别

利用遥感对低效建设用地的识别提取具有重要意义,基于多源的遥感数据,研究遥感视角下低

效建设用地空间认知,有可能实现遥感对此类用地的识别与清查,使大范围调查和动态监测成为可能,并为低效用地的空间布局、再开发潜力评价及

开发后效益评估等提供依据。

按照国土资源部2013年3号文件对城镇低效用地的涵义解释:“城镇中布局散乱,利用粗放,用途不合理的存量建设用地。低效用地主要呈现两个特点:一是利用效率很低,容积率低,造成投资强度偏低、土地产出率和财税贡献率不高;二是国家产业政策规定的限制类、淘汰类产业用地(如铸造类、不锈钢生产企业等),不但利用粗放,而且对环境影响很大”。低效建设用地类型复杂、表现形式多样、地块面积小、分布分散,由此可见其社会经济属性大于自身物理性质,按照其定义与特征描述,利用遥感进行目视判别的难度不小。虽然目前有较多的报道采用高分辨率遥感影像提取城市建筑物信息,但针对城市低效建设用地遥感识别的研究尚未见有报道,仅郑荣宝等^[15]探讨过用高分辨率卫星影像对低效用地的识别,建立低效工矿、物流、仓储和商用等地等解译标志。

遥感影像信息提取经历了基于像元和面向对象解译的发展历程。依靠光谱统计特征的像元分类,往往由于“同物异谱”和“异谱同物”问题容易错

分和产生“椒盐效应”;随着分辨率的提高,研究人员提取影像局部的纹理、结构、形状等空间特征,用来补充光谱特征的不足^[18-19]。近年来随着社交媒体大数据的开放,具有人口流动的属性的空间信息,耦合遥感资料来识别城市功能区和城中村^[58-59],这为遥感资料提供了一定的社会属性从而增强其识别的能力。

以低效用地遥感自动提取为目标,笔者尝试利用高分辨率和高光谱卫星影像,结合改造片区中认定的“三旧”用地图斑总结该场景的遥感识别方法,利用Worldview高分辨率影像和“珠海一号”高光谱遥感影像表征地物的光谱特征(图9)。在此基础上,基于面向对象特征提取的理论^[56],对低效用地的自身的光谱、纹理、形状3种特征进行量化描述,并结合外部地物空间关联信息(例如利用DSM作为辅助)^[57],通过构建识别规则,有望能准确提取出各类低效建设用地。图10展示了基于面向对象的方法对光谱、纹理和形状特征对老旧砖瓦房、铁皮房进行识别规则设计与量化,对一改造片区此类低效建设用地进行提取,结果与建筑物底图接近。

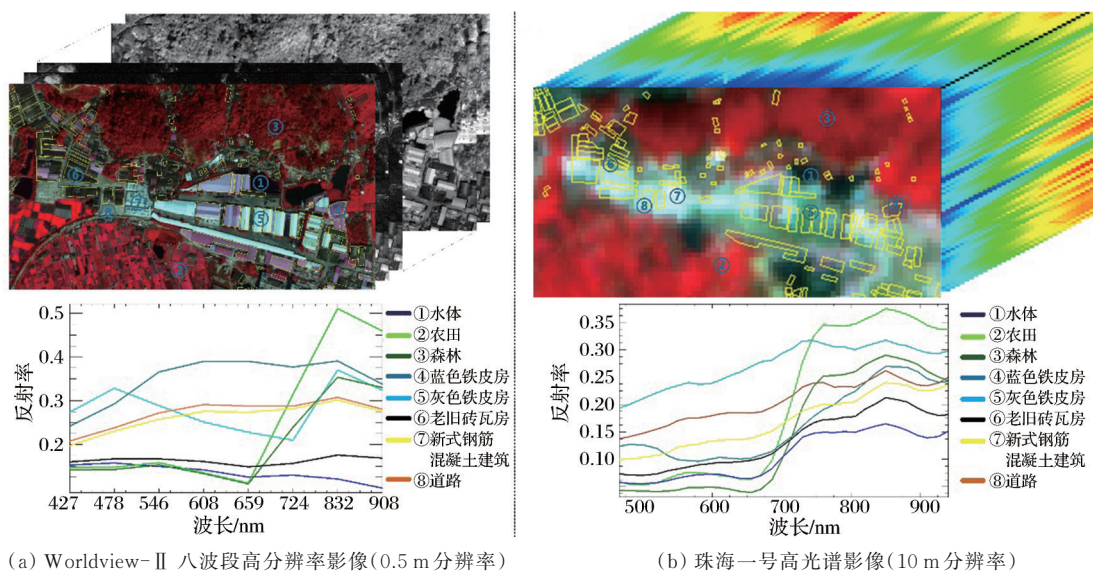


图9 遥感影像中低效建设用地光谱特征:

Fig.9 Spectral features of ground substances

3 对城市更新遥感应用的几点思考

不同学者对城市更新改造的理念内涵、改造措施与问题对策等方面进行了大量研究,并取得了丰硕的理论成果。与之不同的是,本文基于遥感应用的角度对城市更新方面开展介绍和论证。

笔者认为,就如在研究人口、社会经济等方面

要有统计资料,遥感作为一种数据源和分析技术,为人们空间认知提供了很好的手段,通过获知其相关位置、分布特征、相互关系等来对事物现象的分析和理解,结合逻辑推理,通过分析处理遥感数据来说明某些结果的合理性,从空间格局上解释问题。

虽然目前城市遥感应用是个热门的话题,但针

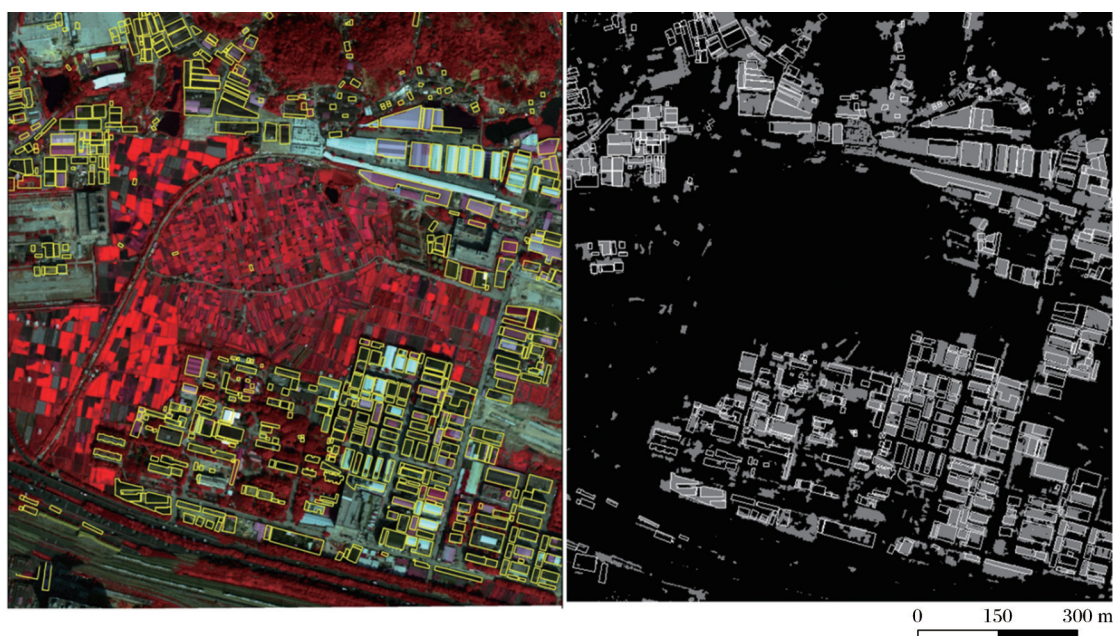


图10 基于面向对象分析的低效建设用地提取

Fig.10 Extraction of inefficient land use based on image-oriented analysis

对城市更新的问题,能从应用需求的角度,借助遥感监测手段发现新知识尚不多见。针对城市低效建设用地遥感识别的研究尚未见有实质的进展,如果从这里突破,城市更新遥感监测将能获得新的知识起点,从而激发年轻研究人员的兴趣。因此从遥感对城市更新方面的研究是值得探讨的工作,具有长远的研究潜力。

对于诸如城市更新监测中所能用到遥感的方面很多,但时常会误认为遥感监测无所不能,这是非专业人士对于遥感的一些感性认识。没有遥感影像工作经验的人不了解高质量的影像获取的困难,如成像时间和条件。其次,非专业人士在遥感影像应用中往往遇到数据源尺度选择上的困惑^[60],表现为对数据在监测目标和信息提取的光谱、空间分辨率需求不甚明晰。对于改造片区的城中村建筑群,单体建筑物的提取强烈依赖于分辨率以及现实场景的复杂性。

纵观遥感在社会科学研究中的应用,除了测绘工程领域的常规需求,笔者认为,从科学研究的角度,遥感监测可分析城市低效建设用地特征并挖掘背后的一些现象,解释未知的因素,比如经济活动、热源以及人口普查等。早期的遥感在社会科学研究中,社会经济学与遥感科学的研究人员均表示困惑于如何建立遥感像元与社会经济统计数据的空间统计关系。时至今日已有不少的研究报道通过遥感影像来研究人类活动现象,例如利用夜间灯

光遥感影像监测人口经济活动的变化,探讨城市建成区扩张现象,抑或城市衰落监测等^[61-62]。此类遥感监测研究都能联想到在城市更新改造的应用潜力。近年来随着利用夜光遥感数据对人类经济活动的研究引起广泛的兴趣,例如国产的“珞珈一号”、“吉林一号”03星夜光遥感卫星将为研究社会经济活动变化带来极大的鼓舞,但目前遥感在辅助社会科学的研究仍十分欠缺。大数据时代技术方法变幻莫测,新的概念方法仍在酝酿,面对海量的遥感数据,这对城市更新应用起到如何支持性的作用,或使得城市管理更加智慧,仍是值得探讨的方向。

研究城市更新的遥感工作者需要了解一定的业务工作,理解熟悉遥感摄影测量的行业规范要求,例如对改造片区调查工作中包括数据的摸查,其内容包括基础测绘地理信息数据(地形图、改造片区倾斜摄影测量数据、DOM影像数据、立面激光扫描数据、空中单点全景、其他影像数据等),通过核查到的基础数据,精确核算清楚建筑体量、详细的改造区域建筑面积、占地面积等。又如,在对改造片区评价中,评估其土地开发强度,这直接影响地价的估算;在一般情况下,土地开发强度越高,土地利用经济效益就越高,这就包括容积率、建筑密度、建筑高度、绿地率等主要指标,通过一定的方法都能从遥感影像中提取出来。

最后,尽管对于规划、政策研究的部门而言,曾

质疑遥感是否真能为其工作提供有用的信息。但笔者坚信,通过汲取几十年来遥感监测工作的成效和优势,遥感在社会经济方面的研究将真正有益于科学决策与分析。

4 结 语

随着知识时代的步伐,新的理念和方向逐步被凝练,遥感在城市更新改造领域会得到发展和被认可,但更大的应用空间还没有得到发掘和被行业普遍认识到。

遥感在城市更新改造中的应用,除了要解决一些行业应用的共性难题,如建筑物占地面积精确估算、拆迁工程量估算、研究计算机人工智能自动提取地物信息等,还应重点通过“研究—发现—知识—教育—应用—示范—产业”,才能形成一定的“气候条件”来全面提高遥感应用信息产品的生产与服务能力,研究与开发遥感数据产品、专题信息产品,并与之相关标准化、流程化生产的技术。

最后,对于某一领域的遥感应用推广发展需要有若干重点应用示范项目和信息服务系统做支撑。通过开展一批重大应用示范工程立项,可以为其他地区的应用推广提供经参考样板和成功的经验。通过改造项目案例的研究,填补遥感技术在城市更新改造工作的空缺,评估改造开发所带来的社会效益及环境效益,宣传城市更新改造的成果,并有益于推动城市更新改造事业发展。

致谢:本文是对华南农业大学胡月明教授团队近年来研究实践的总结,感谢其积累的文字材料;同时感谢广州市城市更新局相关部门对本团队工作的指导!

参考文献 (References):

- [1] Huang Ting, Zheng Rongbao, Zhang Yaqi. A Comparative Analysis on the Urban Renewal Studies in China and Foreign Countries: based on Bibliometrics[J]. City Planning Review, 2017, 41(5): 111-121.[黄婷, 郑荣宝, 张雅琪. 基于文献计量的国内外城市更新研究对比分析[J]. 城市规划, 2017, 41(5): 111-123.]
- [2] Lü Xiaobei. The Role and the Impact of Urban Regeneration Planning in Urban Planning System[J]. Modern Urban Research, 2011, 26(1): 17-20.[吕晓蓓. 城市更新规划在规划体系中的定位及其影响[J]. 现代城市研究, 2011, 26(1): 17-20.]
- [3] Zheng H W, Shen G Q, Wang H. A Review of Recent Studies on Sustainable Urban Renewal[J]. Habitat International, 2014, 41: 272-279.
- [4] Wang Shifu, Shen Shuangting. From “Three-old” Reconstruction to Urban Renewal—Thinking around the Newly Established Urban Renewal Bureau in Guangzhou [J]. Urban Planning Forum, 2015, 223: 22-27.[王世福, 沈爽婷. 从“三旧改造”到城市更新—广州市成立城市更新局之思考[J]. 城市规划学刊, 2015, 223: 22-27.]
- [5] Guangzhou Urban Renewal Bureau. The Comprehensive Urban Renewal Planning of Guangzhou City (2015-2020) [R]. 2015. [广州市城市更新局. 广州市城市更新总体规划(2015-2020) [R]. 2015.]
- [6] Li Jing, Feng Yinjing, Xia Ji. The Selection of Urban Land Use Transformation Path—based on the “Three-old Reform” in Guangzhou [J]. China Real Estate, 2015, 3: 36-43.[李菁, 冯银静, 夏冀. 城市土地利用转型的路径选择—以广州市“三旧改造”为例 [J]. 中国房地产, 2015, 3: 36-43.]
- [7] Liu Xinping, Yan Jinming, Wang Qingri. Practical Dilemma and Rational Choice of Underused Urban Land Readjustment in China [J]. China Land Sciences, 2015, 29(1): 48-54.[刘新平, 严金明, 王庆日. 中国城镇低效用地再开发的现实困境与理性选择[J]. 中国土地科学, 2015, 29(1): 48-54.]
- [8] Ministry of Land Resources. National Planning of Land Consolidation (2016-2020) [R]. 2016. [国土资源部. 全国土地整治规划(2016-2020) [R]. 2016.]
- [9] National Development and Reform Commission. National Development of Civil Space Infrastructure: Medium-to-Long-term Planning (2015-2025) [R]. 2015. [国家发展改革委员会. 国家民用空间基础设施中长期发展规划(2015-2025) [R]. 2015.]
- [10] National Development and Reform Commission. National Development Planning of Geographic Information Industry (2014-2020) [R]. 2014. [国家发展改革委员会. 国家地理信息产业产业发展规划(2014-2020) [R]. 2014.]
- [11] Wu Zhifeng, Chai Yanwei, Dang Anrong, et al. Geography Interact with Big Data: Dialogue and Reflection [J]. Geographical Research, 2015, 34 (12): 2207-2221.[吴志峰, 柴彦威, 党安荣, 等. 地理学碰上“大数据”: 热反应与冷思考 [J]. 地理研究, 2015, 34 (12): 2207-2221.]
- [12] Du Peijun, Bai Xuyu, Luo Jieqiong, et al. Advances of Urban Remote Sensing [J]. Journal of Nanjing University of Information Science and Technology (Natural Science Edition), 2018, 10(1): 16-29.[杜培军, 白旭宇, 罗洁琼, 等. 城市遥感研究进展 [J]. 南京信息工程大学学报(自然科学版), 2018, 10(1): 16-29.]
- [13] Wu Kaizhao, Xie Ping. Application of Remote Sensing Change Detection Technology in the “Old Buildings Reform” Project Progress Monitoring [J]. Bulletin of Surveying and Mapping, 2014, 7: 82-85.[吴楷招, 谢萍. 遥感变化检测技术在“三旧”改造项目进度监测中的应用研究 [J]. 测绘通报, 2014, 7: 82-85.]
- [14] Che Feng, Lin Hui. Research on Remote Sensing Extraction of Urban Constructed Area [J]. Sciences of Surveying and

- Mapping, 2010, 4: 97-99.[车风, 林辉. 城市建设用地遥感信息提取方法研究[J]. 测绘科学, 2010, 4: 97-99.]
- [15] Zheng Rongbao, Zhang Chunhui, Chen Meizhao. Research on Target Recognition and Secondary Development Strategy of Inefficient Industrial Land[J]. Territory and Natural Resources Study, 2014, 20(5): 20-24.[郑荣宝, 张春慧, 陈美招. 低效产业用地目标识别与二次开发策略研究[J]. 国土与自然资源研究, 2014, 20(5): 20-24.]
- [16] Zhong Yun, Cao Yan. Analyzing the Benefits of Urban Renewal for the Renovated Regions: A Case Study of North Bay Culture Wharf in Guangzhou [J]. Urban Insight, 2013, 1: 133-142.[钟韵, 曹艳. 三旧改造区域的城市更新效益分析——以广州北岸文化码头区域为例[J]. 城市观察, 2013, 1: 133-142.]
- [17] Li Deren, Tong Qingxi, Li Rongxing, *et al.* Current Issues in High-resolution Earth Observation Technology [J]. Science China Earth Science, 2012, 55: 1043-1051.[李德仁, 童庆禧, 李荣兴, 等. 高分辨率对地观测的若干前沿科学问题. 中国科学:地球科学版, 2012, 42(6): 805-813.]
- [18] Fan Shudi, Hu Yueming, Liu Zhenhua. A Novel Method for Object-oriented Extraction of Urban Buildings [J]. Journal of South China Normal University (Natural Science Edition), 2015, 6: 91-97.[樊舒迪, 胡月明, 刘振华. 一种新的面向对象城市建筑物信息提取方法研究[J]. 华南师范大学学报(自然科学版), 2015, 6: 91-97.]
- [19] Bachofer F, Braun A, Adamietz F, *et al.* Building Stock and Building Typology of Kigali, Rwanda [J]. Data, 2019, 4, 105. doi:10.3390/data4030105.
- [20] Wang Caiyan, Wang Ailing, Wang Jieyong, *et al.* Land Use Information Extraction in the Inner City of Beijing based on Object-oriented Classification Method[J]. Journal of Natural Resources, 2015, 30(4): 705-714.[王彩艳, 王瑗玲, 王介勇, 等. 基于面向对象的北京市区城市内部用地信息提取[J]. 自然资源学报, 2015, 30(4): 705-714.]
- [21] Huang B, Zhao B, Song Y, Urban Land-use Mapping Using a Deep Convolutional Neural Network with High Spatial Resolution Multispectral Remote Sensing Imagery [J]. Remote Sensing of Environment, 2018, 214:73-86.
- [22] Liang Zhe, Ning Xiaogang, Zhang Hanchao, *et al.* A Method of New Construction Land Extraction based on Improved U-net Network[J]. Remote Sensing Information, 2020, 35(3):92-98.[梁哲, 宁晓刚, 张翰超, 等. 一种改进 U-net 网络的新增建设用地提取方法[J]. 遥感信息, 2020, 35(3):92-98.]
- [23] Dong Yunya, Zhang Qian. A Survey of Depth Semantic Feature Extraction of High Resolution Remote Sensing Images based on CNN [J]. Remote Sensing Technology and Application, 2019, 34(1): 1-11.[董蕴雅, 张倩. 基于 CNN 的高分遥感影像深度语义特征提取研究综述[J]. 遥感技术与应用, 2019, 34(1): 1-11.]
- [24] Zhu X, Tuia D, Mou L, *et al.* Deep Learning in Remote Sensing: A Comprehensive Review and List of Resources[J]. IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine, 2017, 5(4): 8-36.
- [25] Pan Z, Xu J, Guo Y, *et al.* Deep Learning Segmentation and Classification for Urban Villages Using Worldview Satellite Image based on U-Net[J]. Remote Sensing, 2020, 12, 1574; doi:10.3390/rs12101574.
- [26] Weng Q. Remote Sensing of Impervious Surfaces in the Urban Areas: Requirements, Methods, and Trends[J]. Remote Sensing of Environment, 2012, 117: 34-49.
- [27] Zhang H, Lin H, Li Y, Zhang Y, Fang C. Mapping Urban Impervious Surface with Dual-polarimetric SAR Data: An Improved Method [J]. Landscape and Urban Planning, 2016, 151: 55-63.
- [28] Esch T, Thiel M, Schenk A, *et al.* Delineation of Urban Footprints from TerraSAR-X Data by Analyzing Speckle Characteristics and Intensity Information [J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 2010, 48(2): 905-916.
- [29] Tupin F, Roux M. Detection of Building Outlines based on the Fusion of SAR and Optical Features[J]. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2003, 58(1-2): 71-82.
- [30] Zhou Shanghui. The Method of Estimating Population in City Using Remote Sensing [J]. Remote Sensing of Environment China, 1991, 6(3): 239-243.[邹尚辉. 城市人口的遥感估算方法[J]. 环境遥感, 1991, 6(3): 239-243.]
- [31] Lu D, Weng Q. Use of Impervious Surface in Urban Land-use Classification[J]. Remote Sensing of Environment, 2006, 102(1-2): 146-160.
- [32] Buyantuyev A, Wu J. Urban Heat Islands and Landscape Heterogeneity: Linking Spatiotemporal Variations in Surface Temperatures to Land-cover and Socioeconomic Patterns[J]. Landscape Ecology, 2010, 25: 17-33.
- [33] Claudia K, Stefan D. Thermal Infrared Remote Sensing: Sensors, Methods, Applications[M]. Berlin: Springer, 2013.
- [34] Adrian C, Jesús P, Jose-Luis S, *et al.* UBRISTES: UAV-based Building Rehabilitation with Visible and Thermal Infrared Remote Sensing [C]// Robot 2015: Second Iberian Robotics Conference, 2015: 245-256.
- [35] Chen X L, Zhao H M, Li P X, Yin Z Y. Remote Sensing Image-based Analysis of the Relationship between Urban Heat Island and Land Use/Cover Changes [J]. Remote Sensing of Environment, 2006, 104: 133-146.
- [36] Lo C P, Quattrochi D A, Luvall J. C. Application of High-resolution Thermal Infrared Remote Sensing and GIS to Assess the Urban Heat Island Effect [J]. International Journal of Remote Sensing, 1997, 18: 287-304.
- [37] Pan Z, Hu Y, Wang G, *et al.* Characterizing Urban Redevelopment Process by Quantifying Thermal Dynamic and Landscape Analysis[J]. Habitat International, 2019(86): 61-70.
- [38] Zhou W, Huang G, Cadenasso M L. Does Spatial Configuration Matter? Understanding the Effects of Land Cover Pattern on Land Surface Temperature in Urban Landscapes [J].

- Landscape and Urban Planning, 2011, 102: 54-63.
- [39] Tang Fei, Xu Hanqiu. The Relationship between Urban Reconstruction and Urban Heat Island Effect based on Remote Sensing Technology: Cangxia District of Fuzhou City, China [J]. Scientia Geographica Sinica, 2011, 31(10): 1228-1234. [唐菲, 徐涵秋. 旧城改造与城市热岛效应关系的遥感研究——以福州市苍霞片区为例[J]. 地理科学, 2011, 31(10): 1228-1234.]
- [40] Xu Hanqiu, Chen Benqing. An Image Processing Technique for the Study of Urban Heat Island Changes Using Different Seasonal Remote Sensing Data [J]. Remote Sensing Technology and Application, 2003, 18(3): 129-133. [徐涵秋. 陈本清. 不同时相的遥感热红外图像在研究城市热岛变化中的处理方法[J]. 遥感技术与应用, 2003, 18(3): 129-134.]
- [41] Zha Yong. A Study on Remote Sensing Methods in Estimating Urban Built-up Volume Ratio based on Aerial Photos [J]. Progress in Geography, 2001, 4: 378-383. [查勇. 测定城市建筑容积率的遥感方法研究[J]. 地理科学进展, 2001, 4: 378-383.]
- [42] Li Jinye, Zhang Lei, Wu Bingfang, *et al.* Study on Extracting Building Density and Floor Area Ratio based on High Resolution Data [J]. Remote Sensing Technology and Application, 2007, 3: 309-313. [李锦业, 张磊, 吴炳方, 等. 基于高分辨率遥感影像的城市建筑密度和容积率提取方法研究[J]. 遥感技术与应用, 2007, 3: 309-313.]
- [43] Li Z, Zhu Q, Gold C. Digital Terrain Modeling: Principles and Methodology [M]. Boca Raton: CRC Press, 2005.
- [44] Mu Lina, Li Fahong. On the Generation Technology of City Digital Surface Model and Application [J]. Journal of Shaanxi Normal University (Natural Science Edition), 2008, 36: 117-120. [穆利娜, 李发红. 城市 DSM 的获取技术与应用[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版), 2008, 36: 117-120.]
- [45] Fu Qiankun, Wu Bo, Wang Xiaoqin, *et al.* Building Extraction and Its Height Estimation over Urban Area based on Morphological Building Index [J]. Remote Sensing Technology and Application, 2015, 30(1): 148-154. [付乾坤, 吴波, 汪小钦, 等. 基于形态学建筑物指数的城市建筑物提取及高度估算[J]. 遥感技术与应用, 2015, 30(1): 148-154.]
- [46] Liu Xiaolong. Building Height Information Extracting Technique based on Time Series High Resolution InSAR [D]. Fuxin: Liaoning Technical University, 2013. [刘晓龙. 基于时间序列高分辨率 InSAR 建筑物高度信息提取[D]. 阜新: 辽宁工程技术大学, 2013.]
- [47] Pan Guiying, Li Zhouyi, Li Song. Research on High-rise Statistics Method based on LiDAR DSM and Contour Analysis [J]. Urban Geotechnical Investigation and Surveying, 2017, 4: 105-107. [潘桂颖, 李佐宇, 李颂. 基于 LiDAR DSM 和等值线分析的高楼统计方法研究[J]. 城市勘测, 2017, 4: 105-107.]
- [48] Zhuo Li, Huang Xinrui, Wang Fang, *et al.* A 3-D Building Reconstruction Method based on Stereo Image and High Spatial Resolution Images [J]. Remote Sensing Technology and Application, 2013, 28(6): 1062-1068. [卓莉, 黄信锐, 王芳, 等. 基于高空间分辨率与立体像对遥感数据的建筑物三维信息提取[J]. 遥感技术与应用, 2013, 28(6): 1062-1068.]
- [49] Huang Yan, Ding Cong, He Lu'e. Application of Oblique Photogrammetry in Old City Reconstruction Project [J]. Hans Journal of Civil Engineering, 2018, 7(3): 381-388. [黄炎, 丁聰, 何鲁鄂. 倾斜摄影测量技术在旧城改造工程中的应用[J]. 土木工程, 2018, 7(3): 381-388.]
- [50] Chen Qi, Chen Hang. Study on the Application of Unmanned Aerial Vehicle Tilt Photogrammetry in the Survey of Urban Renewal Basic Data [J]. Intelligent City, 2018, 4(11): 12-13. [陈琦, 陈航. 无人机倾斜摄影测量技术在城市更新基础数据调查工作中的应用研究[J]. 智能城市, 2018, 4(11): 12-13.]
- [51] Pan Z, Hu Y, Wang G. Detection of Short-term Urban Land Use Changes by Combining SAR Time Series Images and Spectral Angle Mapping [J]. Frontiers of Earth Science, 2019 (2): 1-15.
- [52] Qi Z, Yeh A G-O, Li X, *et al.* Monthly Short-term Detection of Land Development Using RADARSAT-2 Polarimetric SAR Imagery [J]. Remote Sensing of Environment, 2015, 164: 179-196.
- [53] Xiao P, Zhang X, Wang D, *et al.* Change Detection of Built-up Land: A Framework of Combining Pixel-based Detection and Object-based Recognition [J]. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2016, 119: 402-414.
- [54] Hussain M, Chen D, Cheng A, *et al.* Change Detection from Remotely Sensed Images: From Pixel-based to Object-based Approaches [J]. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2013, 80: 91-106.
- [55] Xiao Liangming, Chen Jianzhong. Application of UAV Aerial Survey Technology in Land Resources Management [J]. Journal of Geoinformatics, 2017, 42(5): 96-99. [肖亮明, 陈建忠. 无人机航测技术在国土资源管理中的应用[J]. 测绘地理信息, 2017, 42(5): 96-99.]
- [56] Ruiz L A, Recio J A, Fernández-Sarria A, *et al.* A Feature Extraction Software Tool for Agricultural Object-based Image Analysis [J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2011, 76: 284-296.
- [57] Hermosilla T, Ruiz L A, Recio J A, *et al.* Assessing Contextual Descriptive Features for Plot-based Classification of Urban Areas [J]. Landscape and Urban Planning, 2012, 106: 124-137.
- [58] Zhao Yunhan, Chen Gangqiang, Chen Guangliang, *et al.* Integrating Multi-source Bigdata to Extract Buildings of Urban Villages: A Case Study of Tianhe District, Guangzhou [J]. Geography and Geo-information Science, 2018, 34(5): 7-13. [赵云涵, 陈刚强, 陈广亮, 等. 耦合多源大数据提取城中村建筑物——以广州市天河区为例, 地理与地理信息科学, 2018, 34(5): 7-13.]
- [59] Liu X, He J, Yao Y, *et al.* Classifying Urban Land Use by Integrating Remote Sensing and Social Media Data [J]. International Journal of Geographical Information Science. 2017, 31

- (8):1675-1696.
- [60] Han Peng, Gong Jianya, Li Zhilin, *et al.* Selection of Optimal Scale in Remotely Sensed Image Classification[J]. *Journal of Remote Sensing*, 2010, 14(3): 507-518.[韩鹏, 龚健雅, 李志林, 等. 遥感影像分类中的空间尺度选择方法研究[J]. *遥感学报*, 2010, 14(3): 507-518.]
- [61] Patino J E, Duque J C. A Review of Regional Science Applications of Satellite Remote Sensing in Urban Settings [J]. *Computers, Environment and Urban Systems*, 2013, 37: 1-17.
- [62] Bennett M M, Smith L C, Advances in Using Multitemporal Night-time Lights Satellite Imagery to Detect, Estimate, and Monitor Socioeconomic Dynamics[J], *Remote Sensing of Environment*, 2017, 192:176-197.

Cognitions and Perspectives in Remote Sensing of Urban Renewal Monitoring

Pan Zhuokun^{1,4,5}, Hu Yueming^{1,2,3}, Wang Guangxing^{4,5}, Liu Houhai^{5,6},
Liu Jiang⁷, Li Bo⁸, Fan Shudi¹

- (1.College of Natural Resources and Environment, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China;
2.Key Laboratory of Construction Land Transformation, Ministry of Natural Resources, Guangzhou 510642, China;
3.Guangdong Provincial Key Laboratory of Land Use and Consolidation 510642, Guangzhou;
4.Department of Geography, Southern Illinois University at Carbondale, IL, USA, 62901;
5.Guangdong Youyuan Land Information Engineering Company, Guangzhou 510640;
6.Guangzhou South China Natural Resources Science and Technology Research Institute, Guangzhou 510640, China;
7.Guangzhou Urban Renewal Planning Institute, Guangzhou 510030, China;
8.Hongkong University of Science and Technology, Fok Ying Tung Research Institute, Guangzhou 511458, China)

Abstract: Currently urban renewal and transformation monitoring is a relatively new remote sensing application field. In view of current status and deficiencies in remote sensing of urban renewal, this paper introduces the basic concepts, methods and applications of remote sensing in this field. Through brief review of recent advances in remote sensing of urban monitoring, this paper interpreted the remote sensing data types suitable for urban renewal; examples of applications have been presented; for the purpose of illustrating the value of remote sensing in this field. Hopefully this paper can fill the knowledge gaps in the applications of remote sensing technology to urban renewal, and can inspire new thinking in this field. Possible future directions of remote sensing in this field are then pointed out.

Key words: Remote sensing; Urban renewal; Inefficient construction land; Cognition