

Google Earth 在填海工程动态监测中的应用

曾纪胜, 孙玉超, 王银霞, 魏征

(国家海洋局南海规划与环境研究院 广州 510300)

摘要:根据国家海洋局海域管理要求,填海工程在施工过程中需要对其进行海域使用动态监测。填海工程界址和面积以及岸线变迁监测的技术手段主要包括 GPS 测量、水深测量和水下侧扫等。文章结合 Google Earth 海量免费高分辨率遥感影像优势且支持二次开发特点,探讨 Google Earth 在填海工程动态监测内、外业工作中的应用;基于 Google Earth 开发一套外业数据采集及 Google 影像下载软件,为其在填海工程动态监测中的常规化应用提供便捷工具。应用结果表明,Google Earth 可为填海工程动态监测外业测量工作提供实时定位及快速叠加分析,Google 影像可为填海过程分析提供参考数据并为成果图件制作提供底图数据,Google Earth 可作为填海工程动态监测工作中高效的辅助工具。

关键词:填海工程;动态监测;海域管理;工程技术

中图分类号:P229;P75

文献标志码:A

文章编号:1005-9857(2017)02-0076-04

Application of Google Earth in the Dynamic Monitoring of Sea Reclamation

ZENG Jisheng, SUN Yuchao, WANG Yinxia, WEI Zheng

(South China Sea Institute of Planning and Environmental Research, SOA, Guangzhou 510300, China)

Abstract: According to the requirements of sea areas management, it is necessary to monitor the sea areas usage dynamically during the construction process of sea reclamation. The techniques of monitoring reclamation engineering boundary, area and coastline change mainly include GPS measurement, depth measurement and the water side sweep. This paper discussed the application of Google Earth in the dynamic monitoring of the sea reclamation, combining with the advantages of Google Earth's mass free high resolution remote sensing image, and the support of add-on functions' development. The development of data acquisition and Google image download software based on Google Earth provided a convenient tool for the application of Google Earth in the dynamic monitoring of the sea reclamation. Application results showed that Google Earth could pro-

收稿日期:2016-09-20;修订日期:2016-12-10

基金项目:国家海洋局南海分局海洋科学技术局长基金项目(1402);海洋公益性行业科研专项(201305020-7);国家自然科学基金项目(61527810)。

作者简介:曾纪胜,工程师,研究方向为海洋遥感、航空摄影测量、海洋测绘、海洋信息化,电子信箱:1660545@qq.com

vide real-time positioning and rapid overlay analysis for field survey work in sea reclamation monitoring, Google images could provide reference data in the analysis process of sea reclamation and data for map producing. Therefore, Google Earth could be an efficient auxiliary tool for the dynamic monitoring of sea reclamation.

Key words: Reclamation project, Dynamic monitoring, Sea area management, Engineering technology

根据国家海洋局编制的《海域使用分类体系》,填海造地指筑堤围割海域填成土地,并形成有效岸线的用海方式。填海属于完全改变海域自然属性的用海活动,同时对周边海域资源条件和开发利用活动造成较大影响^[1]。2007 年国家海洋局印发《填海项目竣工海域使用验收管理办法》,要求填海项目竣工验收时需提交海域使用动态监测报告。开展填海工程的海域使用动态监测是海洋管理部门加强监管、规范项目用海和施工、保护海洋资源环境的有效手段^[2],填海工程海域使用动态监测包括界址和面积动态监测、海洋水动力环境动态监测、岸线变迁动态监测、海洋环境质量动态监测和海域使用对策措施落实情况等部分^[3]。

本文从填海工程动态监测工作要求出发,结合 Google Earth 海量高清遥感影像库优势及二次开发特点,开发一套外业数据采集及 Google 影像下载软件,探讨 Google Earth 在填海工程界址和面积以及岸线变迁监测内、外业工作中的应用。

1 Google Earth 介绍

Google Earth 是 Google 公司于 2005 年 6 月推出的一款三维虚拟地球软件,具有先进的海量卫星影像存储和处理技术、提供免费高分辨率卫星影像、功能强大、操作简单、支持二次开发等特点^[4]。Google Earth 免费提供的卫星影像在中国经济发达的沿海地区分辨率均优于 1 m、许多地区为 0.5 m,大部分区域影像更新周期小于 1 年,并且提供多年历史影像。

Google Earth 提供 2 种开发方式,分别是基于 Google Earth 的 COM API 和 KML^[5]。Google Earth COM API 于 2008 年 5 月正式发布,基于 COM API 的开发方式主要将 Google Earth 地球窗口嵌入开发系统中,实现地理数据管理、三维展示、

影像获取、导航定位、制图输出等;KML 文件是 Google 公司基于 XML 定义的用于交换地理数据的文件,KML 可用于定义的地理特征包括地点、描述、叠层、路径和多边形等^[6],基于 KML 的开发主要是将其他格式的地理数据转换成 KML 文件并在 Google Earth 中叠加分析。

2 基于 KML 的海岸线及填海批复范围的叠加分析

Google Earth 平台中影像数据均为 WGS84 坐标系;目前我国沿海各地修测的海岸线均为 WGS84 坐标系,海域管理信息系统中批复用海的宗海图坐标系为 CGCS2000 国家大地坐标系(之前主要为 WGS84 坐标系)。在我国大部分地区,同一点的 WGS84 坐标值与 CGCS2000 坐标值最大相差 20~30 cm^[7],因此在海岸线及填海批复范围线与 Google Earth 影像叠加分析时,坐标系可认为是一致的。

目前我国海域管理中海岸线和填海批复范围数据格式主要为 ArcGIS 的 Shape file 格式、AutoCAD 的 DWG 格式以及坐标文本格式等,不论何种格式均可以通过 ArcGIS 等软件转换成 KML 格式(或 KMZ 格式),当然也可以开发的软件将以上数据格式转换成 KML 文件并将其叠加到 Google Earth 中,从而结合 Google 影像分析用海情况。

3 基于 Google Earth COM API 的定位分析及数据采集

海岸线与填海批复范围线在 Google Earth 中叠加后,根据 Google Earth 中的最新影像可以查看填海工程最新施工情况,从而达到监测的目的。但该方式在实际工作中存在影像更新周期长且影像更新不及时等问题,达不到动态监测的效果,因此需要将 Google 影像与外业测量相结合来获取最新

的填海施工情况。

基于 Google Earth COM API 开发外业定位及数据采集软件,通过读取外业平板电脑内置 GPS (或外接 GPS) 串口中的 NMEA 0183 协议字符串^[8],获取当前位置的经纬度坐标(WGS84 坐标系),生成 KML 导航点及 KML 轨迹线文件,实时叠加到 Google Earth 影像中,从而实现基于 Google Earth 的外业定位及数据采集。

在外业数据采集时,将海岸线与填海批复范围线叠加到 Google Earth 中,作业人员携带外业平板电脑沿着填海坡顶线采集数据并实时记录轨迹,通过查看实时位置与海岸线及填海批复范围线相互位置关系,从而判断该区域填海情况,同时也能判断该区域 Google 影像是否为最新。外业采集的坡顶线数据也可以用来分析填海完成情况(判断是否超填以及填海完成具体情况时,必要时需进行水下侧扫)。

4 基于 Google Earth 的无人机航拍照片叠加分析

在填海工程动态监测外业数据采集时,经常需要拍摄现场照片记录填海完成情况。近年来随着消费级无人机技术的快速发展,无人机航拍在各行各业得到迅速应用。由于价格合理、操控简单且具有良好的拍摄视角,基于无人机航拍的填海项目现场监测不但能节省时间和人力成本,获取的数据也更有展示度。

无人机航拍作业时将摄像头垂直向下拍摄,获取填海前缘附近照片;基于航拍照片与 Google 影像中地物的对应关系,将航拍照片叠加到 Google Earth 中并配准;通过对比航拍照片与 Google 影像分析最新填海进展情况,并在 Google Earth 中基于航拍照片做简单量测(由于航拍照片存在畸变差以及照片配准误差,量测结果存在一定误差)。

5 基于 Google Earth 的影像下载及监测图件绘制

Google Earth 中有海量的高分辨率卫星影像,但仅限于在 Google Earth 平台中应用,若能将 Google 影像下载到本地并在 ArcGIS 等专业绘图软件中用于图件绘制,不但能达到较好的制图效果,

还能节省项目经费。

目前国内外对 Google Earth 影像下载的研究很多,而且也有许多免费或收费的 Google 影像下载软件。从技术上讲,Google 影像下载主要有 2 种方式:一种是基于 COM API 的 Google 影像截图及拼接;另一种是直接从服务器下载 Google 影像瓦片数据并拼接。

基于 Google Earth COM API 开发的软件包括 Google 影像自动下载、拼接及配准功能。将 Google 地图窗口缩放到需要下载的区域,软件自动将窗口范围计算分成 22 行 22 列共 484 个小区域,分别自动截取每个小区域的清晰影像图,并裁掉截图边上各 1/8 长宽的范围(这部分包含有水印、状态栏和导航栏等多余信息);所有小区域截图完成后,根据各小区域之间严密的相对位置关系,将其拼接成一幅无缝的 JPG 图像;通过获取 Google 窗口中下载区域的四角点坐标,可对拼接的 JPG 进行几何校正,还原其在 Google Earth 中的坐标信息;也可根据地面实测像控点实现更精确的地理配准。

将下载的 Google 影像与填海界址测量数据叠加分析,计算已填、未填和超填区域面积并绘制成图,能直观展示目前填海完成情况。

6 基于 Google 历史影像的填海过程发现

对于《填海项目竣工海域使用验收管理办法》印发之前没有实施动态监测的填海工程,或在管理办法印发之后由于各种原因没有实施动态监测的填海工程,由于缺乏填海过程中的监测数据,无法追溯其历史填海情况;尤其对于已发生超填或未批先填的项目,无法掌握填海发生时间,不利于海域管理部门有据管理。

Google 历史影像能较好解决填海历史问题。Google Earth 影像库中包含我国沿海大部分地区近 20 年来多期的遥感影像,且经济发达地区每年有 1~2 期影像。多期历史影像能从整体上反映填海进展情况,可以弥补填海项目动态监测数据的不足。

7 结论

Google Earth 软件一经推出,由于其免费的高分辨率遥感影像优势,被迅速应用到各行各业中。由于坐标系统一致,我国海洋管理数据可以直接套

合到 Google Earth 中,而不需要进行坐标系转换,为 Google Earth 在海洋管理领域的应用提供便利。本文结合多年填海工程动态监测工作经验以及 Google Earth 软件特点,将 Google Earth 运用到动态监测内外业工作中,解决一系列实际问题。

(1)基于 Google Earth COM API 开发一个外业数据采集及影像下载软件,为外业测量工作提供实时定位及快速叠加分析;Google 影像下载可作为一种新的高分辨率影像获取手段,下载的影像可用于进行填海范围提取以及制图底图。

(2)基于 Google Earth 的无人机航拍照片叠加分析可为消费级无人机航拍照片的定位及量测提供参考。

(3)Google 历史影像可为超填和违填现象提供数据支持,可作为海洋管理的有力证据。

需要说明的是,Google Earth 虽然可以为填海工程动态监测工作提供许多便利,但无法作为动态监测的主要技术手段,填海界址范围的确定还须依靠 GPS 测量和水下侧扫数据,因此 Google Earth 只

可作为填海工程动态监测工作中高效的辅助工具。

参考文献

- [1] 林同勇.海域使用动态地面监视监测内容探析[J].海洋开发与管理,2014,31(6):10—13.
- [2] 曹宇峰,贾峰,蓝虹,等.填海项目海域使用动态监测工作之浅见[J].海洋开发与管理,2015,32(11):14—16.
- [3] 张晓辉,黄根华,曾德相,等.浅析南海区国管填海项目海域使用与海洋环境动态监测和监管[J].海洋开发与管理,2015,32(3):28—30.
- [4] 李健.基于 Google Earth 平台的地学信息集成研究[D].成都:成都理工大学,2008.
- [5] 江宽,龚小鹏.Google API 开发详解:Google Maps 与 Google Earth 双剑合璧[M].北京:电子工业出版社,2008.
- [6] 刘珍,刘建勋.浅谈 Google Earth 二次开发技术[J].地理空间信息,2009,7(4):72—74.
- [7] 吴永亭,杨龙,冯义楷,等.海籍调查采用的坐标系统探讨[J].海洋开发与管理,2014,31(10):36—39.
- [8] 袁建东.基于 Google Earth 的车载 GPS 导航定位的设计与实现[D].西安:西安科技大学,2009.