

Application of Drifting Buoy in Ocean Current Simulation*

Honglei Dai, Lin Liu, Maoyi Tian, Litao Han

College of Geomatics, Shandong University of Science and Technology, Qingdao
Email: Dai.Honglei2011@gmail.com

Received: May 16th, 2013; revised: Jun. 2nd, 2013; accepted: Jun. 10th, 2013

Copyright © 2013 Honglei Dai et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Abstract: This paper introduced the working principle of the small size drifting buoys that is based on the GPS system and analyzed the motion process of the ocean current along the USA east coast by tracking simulation. The purpose is to provide the prophase experiments and usage experience of the drifting buoys in the marine environmental monitoring.

Keywords: Drifting Buoy; Ocean Current Simulation; GPS Navigation Position; Globalstar Satellite Communication System

海洋漂流浮标在海洋洋流模拟中的应用*

戴洪磊, 柳林, 田茂义, 韩李涛

山东科技大学测绘学院, 青岛
Email: Dai.Honglei2011@gmail.com

收稿日期: 2013年5月16日; 修回日期: 2013年6月2日; 录用日期: 2013年6月10日

摘要: 本文介绍了基于GPS导航定位系统研制的小型漂流浮标工作原理, 分析了漂流浮标跟踪模拟美国东部沿海洋流的运动过程, 为漂流浮标在海洋环境监测中的应用提供了前期实验和资料准备。

关键词: 漂流浮标, 海洋洋流模拟, GPS导航定位, Globalstar卫星通信系统

1. 引言

海洋气候变幻莫测, 为了更好的利用海洋, 需要测量反映海洋气候状况的包括波高、海流、海温、潮位、风速和气压等在内的海洋水文气象要素资料, 为指导人类如何使用海洋提供技术支持。比如可以预先发现海洋中的大风大浪风暴区域、潮位的变化规律和异常升高情况、海流流向等, 用以减少海洋事故的发生, 及时防备海洋突发事件, 力图在海洋灾害发生时将损失降至最低限度^[1]。

沿海和海岛观测站主要用于近海和临岛海域的海洋监测, 海洋漂流浮标是针对远洋航行开发设计

的, 它可以在恶劣的海洋环境条件下, 长期、连续、同步、自动地对海洋水文气象诸要素进行全面综合的监测, 具有海洋观测岸站、调查船和调查飞机等其他调查方法无法代替的作用, 是离岸海洋监测的重要手段^[2-4]。浮标的重要性越来越受到世界各海洋国家的重视, 各个海洋国家都在浮标制造技术上展开过一系列的开发与改进工作, 朝先进技术、低成本、可靠度高、功能扩大、工作寿命长、方便布放和回收等方面发展^[3-5]。在海洋浮标的研制方面, 我国国家海洋技术中心已于2009年基于北斗一号研制了自持式剖面循环探测漂流浮标, 并在2009年3月进行了400 m剖面漂流浮标工程样机的海上测试^[6], 开创了国内研制漂流浮标基于北斗卫星导航定位系统的先例。同年, 交通

*基金项目: 山东省“泰山学者”建设工程专项经费资助。

部水运科学研究院针对海上溢油事故，也研制了基于北斗一号定位通信的小型海上溢油跟踪微型浮标，成功地实现了溢油的实时追踪和监测工作^[7]。本文将主要讨论美国海洋局东北渔业科学中心研制的基于 GPS 导航定位系统的海洋漂流浮标(图 1 所示)在美国东北沿海的海洋洋流模拟情况。

在 2010 年墨西哥湾原油漏油事件发生时，渔业科学中心在墨西哥湾漏油区域布放了 200 个简易 GPS 漂流浮标对原油泄漏进行监控，收集和处理海洋漂流浮标的位置信息并利用这些位置信息模拟漏油区域的扩散蔓延情况，对泄漏原油的扩散方向和扩散速度等都进行了分析跟踪模拟，这对漏油区域内海洋生物的研究、漏油的及时处理、海水的污染及清理、以及海洋生物生活环境的研究分析都提供了必要和必须的信息资料，为漂流浮标的实际应用提供了成功的范例，同时验证了利用漂流浮标可以准确的模拟洋流的流向、流速、风浪等情况，为漂流浮标在我国海洋环境监测中的应用提供了前期实验和资料准备。下面介绍此浮标的工作原理和洋流模拟过程。

2. 漂流浮标的工作原理

漂流浮标是随被测层海流自由漂移，根据设定的各项参数，具有自动连续采集海洋水文气象数据、位置定位信息和数据传输功能的小型浮标，最关键的功能是可连续向用户提供浮标漂流轨迹上各点的位置信息和气象水文资料，其中位置定位信息主要由卫星导航系统来实现。本文所用的漂流浮标是美国海洋局东北渔业科学中心研制的由 GPS 导航系统定位的简易浮标，整体结构包括简易支架和 GPS 接收机(由 GPS



Figure 1. GPS-based ocean drifter
图 1. GPS 导航简易漂流浮标

定位模块、数据信息发射器和不透水外壳)构成。浮标投放到海洋中后，支架没入水中，GPS 接收机漂浮在水面上(如图 1 所示)。因为本文主要探讨漂流浮标跟踪模拟海洋洋流的过程，所以浮标上只安置了 GPS 接收机用以接收浮标漂流轨迹上的位置坐标点外，没有配备其他收集海洋气象水文要素的传感器。

漂流浮标的主要工作流程为：首先漂流浮标 GPS 接收机的 GPS 定位模块接收 4 颗 GPS 卫星对浮标所在的空间位置进行定位，计算浮标的即时位置坐标数据后，由 GPS 接收机的数据信息发射器将计算出的浮标即时位置坐标数据发送给 Globalstar 卫星通信系统并传输到 Globalstar 系统的地面服务接收站存储，东北渔业科学中心从 Globalstar 系统的地面服务接收站提取存储的浮标即时位置数据系列，调用 Python 处理程序，绘制浮标漂流轨迹，进行海洋洋流模拟。

3. 漂流浮标模拟过程

漂流浮标 GPS 接收机的数据信息发射器定制为每隔 2 小时发送一次浮标位置定位信息，东北渔业科学中心接收到的浮标定位数据格式见表 1，主要包含浮标器编号，监测日期和时间，位置信息等。

Table 1. Buoy monitoring datasets
表1. 浮标监测数据表

漂洋器编号	日期(2012)	小时	纬度(°)	经度(°)
128380741	08.26	20	38.349	-74.833
128380741	08.26	22	38.352	-74.843
128380741	08.27	00	38.345	-74.844
128380741	08.27	02	38.334	-74.850
128380741	08.27	04	38.331	-74.865
128380741	08.27	06	38.338	-74.881
128380741	08.27	08	38.356	-74.889
128380741	08.27	10	38.371	-74.886
128380741	08.27	12	38.377	-74.875
128380741	08.27	14	38.379	-74.866
128380741	08.27	16	38.387	-74.863
128380741	08.27	18	38.407	-74.861
128380741	08.27	20	38.433	-74.852
128380741	08.27	22	38.453	-74.832
128380741	08.28	00	38.457	-74.809

海洋洋流的模拟采用 Python 编程语言，处理由 GPS 导航定位系统计算的浮标漂流轨迹上的一系列即时位置坐标数据，绘制浮标漂流路径，见图 2~5。这 4 幅图均从 2012 年 8 月 26 日浮标在零点的位置开始，在北纬 38.2°N~39.6°N 和西经 75°W~73°W 的区域内，逐步绘制的漂流浮标随时间变化跟踪模拟洋流路径轨迹。

图 2 是漂流浮标在 2012 年 8 月 26 日 0 时开始的 24 小时的漂流路径，漂流距离为 18752.58 m，漂流速度为 781.36 m/hour，浮标主要漂流方向为西南方。

图 3 中显示浮标在 8 月 26 日零时到 9 月 9 日 0 时 14 天的漂流路径，浮标在 8 月 27 日时起掉头向西

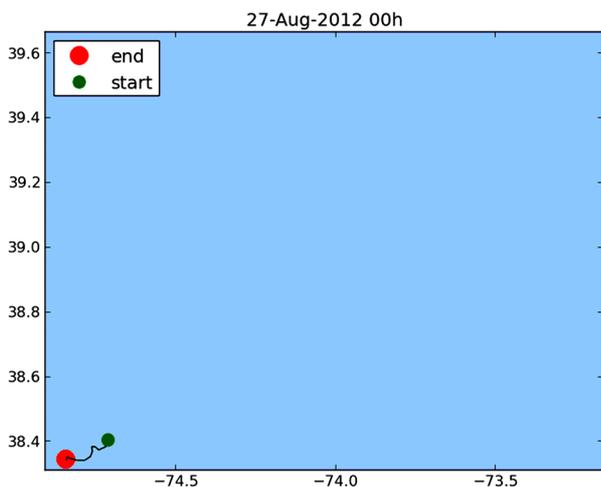


Figure 2. One day's drifting track between 00:00 am on 2012.8.26 and 00:00 on 2012.8.27
图2. 漂流浮标2012年8月26日0时到8月27日0时的漂流轨迹

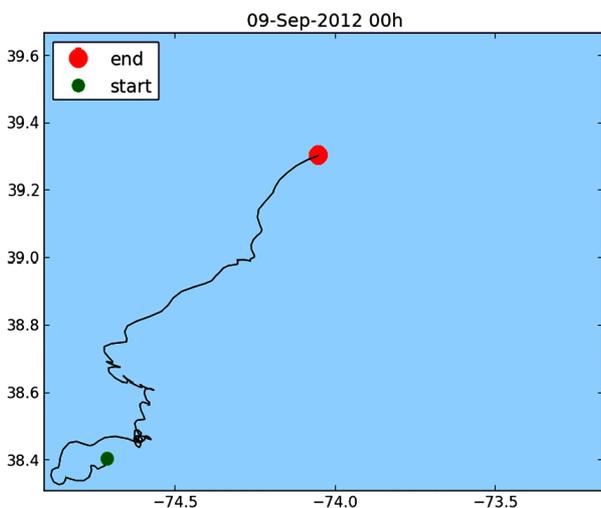


Figure 3. 14 days' drifting track between 00:00 am on 2012.8.26 and 00:00 on 2012.9.9
图3. 漂流浮标2012年8月26日0时到9月9日0时的14天漂流轨迹

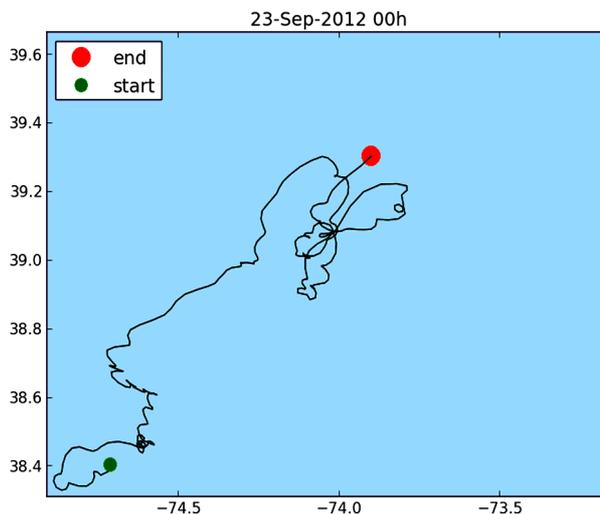


Figure 4. 28 days' drifting track between 00:00 am on 2012.8.26 and 00:00 on 2012.9.23
图4. 漂流浮标2012年8月26日0时到9月23日0时的28天漂流轨迹

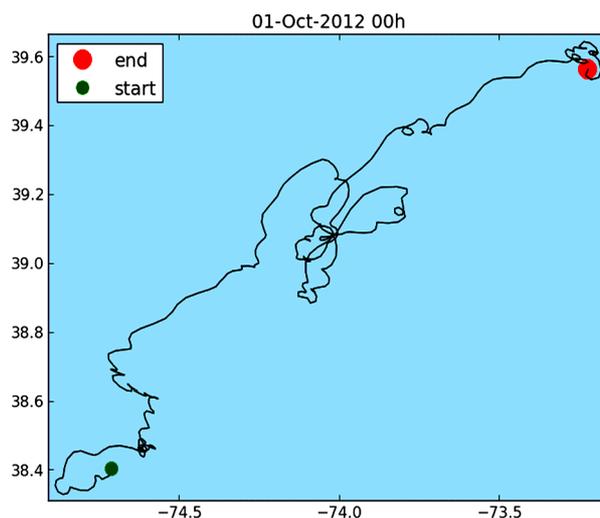


Figure 5. 36 days' drifting track between 00:00 am on 2012.8.26 and 00:00 on 2012.10.1
图5. 漂流浮标2012年8月26日0时10月1日0时36天的漂流轨迹

北，再向东北漂流，在 8 月 29 日 0 时到 9 月 2 日 8 时向北呈现小漩涡状漂流运动，从 9 月 2 日 8 时开始向西北方向呈螺旋式上升移动，然后在 9 月 5 日 0 时开始向东北方向大幅度漂移。在 8 月 26 日 0 时到 9 月 10 日 0 时，总的漂流距离为 250100.59 m，平均漂流速度为 744.35 m，漂流方向总体为东北方向。

浮标在 9 月 9 日 0 时到 9 月 23 日 0 时 28 天内一直在 9 月 9 日 0 时下方做反复的涡流漂移，没有明确的方向感，到 9 月 23 日 0 时，回到 9 月 9 日起始的地方，重新开始向东北方向漂流。这期间，总的漂流距离为 499426.42 m，平均漂流速度为 743.19 m/hour。

漂流浮标在 9 月 23 日 0 时开始到 10 月 1 日 8 时一直向东北方向漂流, 期间在 9 月 24 日 16 时到 9 月 25 日 16 时, 和 9 月 27 日 16 时到 9 月 29 日 16 时之间出现小的涡流状运动。这期间, 总的漂流距离为 648845.02 m, 平均漂流速度为 750.98 m/hour。

上面 4 幅图是编号为 128,380,741 的漂流浮标在 36 天内的海洋洋流模拟轨迹图, 从浮标轨迹上, 可以看出美国东部沿海区域(北纬 38.2°N~39.6°N 和西经 75°W~73°W 区域内)的洋流在 8 月 26 日至 10 月 1 日的主要流动方向是东北方向, 有 1 处较大的漩涡区。为了提高洋流模拟的准确性, 一般是在同一地方分阶段同时投放 5 个漂流浮标, 然后跟踪这 5 个投放浮标的漂流轨迹来模拟洋流的流动规律。

4. 分析与结论

漂流浮标电池寿命一般为 1 年到 1 年半, 浮标一经投放, 便开始随洋流自然漂流, 通过投放多个漂流浮标, 并长期监控浮标漂流轨迹, 用以模拟沿海洋流流动规律, 发现涡流区, 风浪区等危险区域, 为渔船出海, 海上工程, 海产品养殖, 海洋应急等提供指导

信息和应急服务。

GPS 简易漂流浮标在墨西哥湾原油泄漏中的实际应用和各种沿海试验都证明了其随流性强、数据传输和接收准确率高、以及洋流模拟精度较高的特性, 因此可以用它进行海洋洋流模拟, 寻求比较精确的海洋环流规律。

参考文献 (References)

- [1] 海洋 - 人类未来可持续发展的重要基地[URL], 2004. <http://www.southcn.com/news/community/shzt/env/zyx/200406030706.htm>
- [2] 朱光文, 杨庆宝. 国际 ARGONET 计划对我们的启示[J]. 海洋技术, 2001, 20(4): 5-10.
- [3] 余立中, 山广林. 表层漂流浮标及其跟踪技术[J]. 海洋技术, 1997, 16(2): 1-11.
- [4] 胡筱敏, 熊学军, 乔方利等. 利用漂流浮标资料对黑潮及其邻近海域表层流场及其季节分布特征的分析研究[J]. 海洋学报, 2008, 30(6): 1-16.
- [5] 王东明, 杨慧. 极地漂流浮标技术的最新进展[J]. 海洋技术, 2002, 21(2): 44-48.
- [6] 张少永, 商红梅, 李文彬. 北斗定位通信系统在自持式剖面循环探测漂流浮标的应用初探[J]. 海洋技术, 2009, 28(4): 126-129.
- [7] 刘晋川, 杨瑞, 李海波等. 基于北斗卫星定位通信的海上溢油跟踪浮标研究[J]. 航海技术, 2009, 2: 35-37.