

研究论文

雪龙在线网络信息平台的研发与展望

艾松涛^{1,2} 鄂栋臣^{1,2} 朱建钢³ 李升贵³ 汪大立³ 单学武³ 刘健³ 雷靖⁴

¹武汉大学测绘学院中国南极测绘研究中心, 武汉 430079; ²极地测绘科学国家测绘局重点实验室, 武汉 430079;

³中国极地研究中心, 上海 200136; ⁴武汉市勘测设计研究院, 武汉 430022)

摘要 雪龙在线是一个连接“雪龙”号与国内的网络信息平台, 借助于海事卫星通讯链路(BGAN)将船上航行动态信息与科考仪器数据与国内服务器进行交换, 并在互联网实时发布获取的动态数据, 为极地考察主管部门、考察队员及其家属以及社会公众提供一个了解“雪龙”号航行状态、关注极地考察的窗口, 并可通过国内专家团队和专业数据产品为“雪龙”号航行提供有益的信息支撑。雪龙在线目前已经开发的功能包括: 实时数据浏览、计划航线浏览、实际航迹点抽样显示、查询某一天的实际航线、“雪龙”号动态数据曲线图浏览、“雪龙”号历史航迹回放、南极考察队相关新闻发布以及从国内向“雪龙”号传递海冰分布图等; 后续还将进一步扩展陆地端到船端的信息传递和船岸双向互动功能。

关键词 “雪龙”号 实时航迹 数据交换 GPS GIS

doi:10.3724/SP.J.1084.2011.00056

0 序言

软硬件条件的提升使考察船与国内实时通讯成为可能。经过我国极地考察“十一五”能力建设项目的实施, 对“雪龙”号破冰船进行了大规模的改造, 铺设了船内局域网, 建造了船上数据中心机房, 并建立了数据库存储 GPS、气象等传感器实时采集的宝贵数据。据此, “雪龙”号内部具备了公用数据实时采集与回传国内的基础。

社会关注考察队成为雪龙在线网络信息平台建设的动力。一年一度的南北极考察备受关注, “雪龙”号一旦出发, 就代表着一支国家考察队, 社会公众媒体大量聚焦、考察队员家属翘首以盼、主管部门领导时刻关心。尽管“雪龙”号经过改造已经实现船舶内部网络互联, 但是受到卫星网络通讯成本的制约和带宽的限制, 船上队员并不能直接访问互联网, 大家对于“雪龙”号最新动态的了解, 通常是来源于随船记者的报道, 有一定的滞后; 如果是直接与“雪龙”号通过卫星电话联系, 费用高且受众面

窄。正是基于这样的现状, 开发建设了雪龙在线网络信息平台, 将“雪龙”号涉及航行状态与机舱安全的重要数据实时回传, 便于国内及时了解航行动态; 并通过国内专家技术团队为“雪龙”号航行和考察提供有益的信息支撑。

有别于中国第 21 次南极考察“雪龙”号实时航迹图^[1], 雪龙在线基于软件开发实现船岸数据的自动交换, 无须手工协助操作, 真正实现了实时自动化; 同时有别于“雪龙”号南北极考察走航图^[2], 雪龙在线的 Web GIS 部分基于 Google 地图^[3]二次开发, 兼容卫星影像图, 平面线划图, 三维地形图等多种地图形式, 并且实现了多种数据的叠加, 因此呈现的不仅是“雪龙”号航迹图, 而且是“雪龙”号相关的一个综合网络信息平台。

1 系统结构与技术流程

雪龙在线通过卫星通讯“雪龙”号和国内数据交换, 在互联网上提供数据发布与共享, 下面从整个系统的整体架构、技术流程和软件架构加以说明。

[收稿日期] 2010 年 6 月收到来稿, 2010 年 12 月收到修改稿。

[基金项目] 国家海洋局极地科学重点实验室开放研究基金(KP2007012), 中国极地科学战略研究基金(20080203), 极地测绘科学国家测绘局重点实验室开放基金(200804)和 908-03“数字海洋极地中心节点(908-03-05-14)资助。

[作者简介] 艾松涛, 男, 讲师。主要从事 3S 技术集成应用与数据挖掘研究。E-mail: ast@whu.edu.cn。

1.1 系统整体架构

系统从空间分布来看,包含破冰船端、国内陆地服务器端、数据通讯网络和互联网用户 4 个部分。根据各个部分承担的工作,其功能划分为:

- (1) 破冰船端:传感器数据获取、实时数据存储、数据交换接口三个功能模块;
- (2) 国内服务器端:数据交换接口、回传数据存储、Web GIS 数据发布、(给“雪龙”号的)支撑数据发布等;
- (3) 数据通讯网络:实现国内和“雪龙”号的数据交换,包括船载的海事卫星通讯网和国内互联网两个部分;
- (4) 互联网用户:访问国内 Web GIS 发布的“雪龙”号动态数据。

结合功能划分和空间分布,系统的示意图如图 1 所示。

1.2 系统技术流程

系统包括船端到陆地端、服务器与互联网多个

部分,空间分布有流动性,但是可以从数据的交换过程来把握整个系统的技术流程,如图 2 所示。

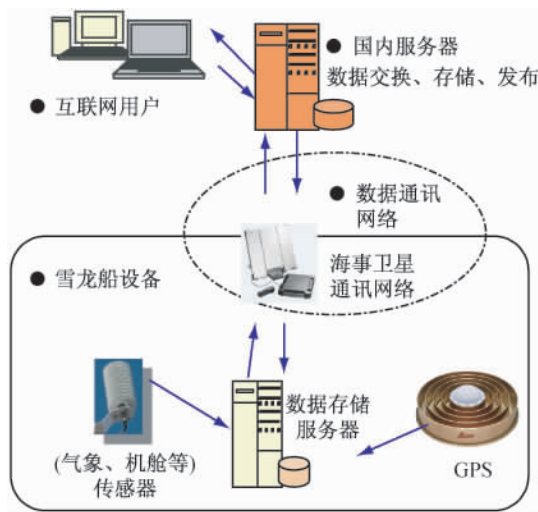


图 1 系统功能划分和网络空间分布
Fig. 1. System functions and spatial distribution

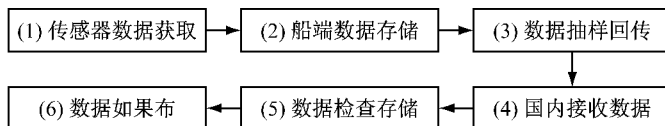


图 2 系统技术流程
Fig. 2. System working flow

各个步骤的技术细节如下:

(1) 传感器数据获取

获取船上与航行状态或科学考察相关的公用数

据,包括 GPS、气象、表层海水、机舱、罗经、测深等数据,具体参数和样例如表 1 所示。

表 1 “雪龙”号传感器参数及其样例列表
Table 1. Sensor and its data sample from M/V Xuelong

传感器 参数及样例	GPS	气象	表层海水	机舱	罗经	测深
(1)	坐标: 76°25'43" E, 69°21'10" S	温度: -3.7 °C	水温: 27.2 °C	主机转速: 102.1 转/分	船头回转速率: 7.8°/min	水深: 4552.8 m
(2)	航速: 0.8 节	湿度: 34%	盐度: 34.7PSU	螺距: 86%	船艏向: 349.9°	
(3)	航向: 61°	气压: 984.3 hPa	荧光: 4.93 μg/L	电网功率: 693 kW		
(4)		风速: 3.7m/s	有色溶解有机物: -5.04ppb	电压: 389 V		
(5)		风向: 195°		频率: 49.83 Hz		

(2) 船端数据存储

为了节省“雪龙”号上海事通讯卫星的费用,数据只能定时回传;同时,海事卫星通讯有时候也是不稳定的,因此必须将传感器获取的数据先在船上

数据中心保存起来,以确保数据完整。本系统采用 Oracle10g 数据库来保存第(1)步获取的各类数据。以 GPS 数据为例,在数据结构中必须包含时间、位置(经度、纬度)等信息,其数据库表格如表 2 所示。

表 2 “雪龙”号 Oracle 数据库中 GPS 数据表结构
Table 2. The GPS data table in Oracle database of M/V Xuelong

序号	字段名称	数据类型	必填字段	字段说明
1	ID	NUMBER(10)	是	记录编号,主键
2	T_LOG	DATE	是	北京时间
3	UTC	VARCHAR2(20)	否	UTC 时间
4	LATITUDE	NUMBER(12, 6)	是	纬度
5	LONGITUDE	NUMBER(12, 6)	是	经度
6	ALTITUDE	NUMBER(9, 1)	否	高程/米
7	SPEED	NUMBER(9, 1)	否	航速/节
8	BEARING	NUMBER(9, 1)	否	航向/度

(3) 数据抽样回传

由于船上的传感器每秒钟都有新的数据生成,因此一个航次下来,数据量很大。虽然从科学研究的角度来看数据记录越密集越好,但是对于主管部门和社会公众来说也许只是关心“雪龙”号大致在哪里而并不关心这些数据本身,因此从节约通讯费用的角度出发,我们对第(2)步保存的数据进行抽样,选取每 0.5 h 1 次的的数据记录进行回传。回传时打开船上的海事卫星通讯网络,与国内开展数据通讯。本研究基于 Visual C++6.0 开发了一套后台服务程序,能够根据预先配置的参数自动连接“雪龙”号数据中心的 Oracle 数据库,全自动实现数据的抽样和回传。

(4) 国内接收数据

按照“雪龙”号回传的数据格式,国内建立一个专用接口,时刻监听来自“雪龙”号的数据交换请求。由于国内网站接口是时刻在线的,对所有互联网用户开放,因此需要安全检查来筛选是否是“雪龙”号发起的数据交换请求,并只对来自“雪龙”号的请求作出响应。

(5) 数据检查存储

国内服务器上应建立和“雪龙”号上数据结构完全一致的数据库,一旦收到“雪龙”号回传的数据,则存储到本地数据库中。由于船岸远程数据交换的不稳定性,国内服务器在接收到来自“雪龙”号的数

据之后,在存入数据库之前需要对数据的完整性做出检校。

(6) 数据发布

在获取到“雪龙”号数据之后,还需要在互联网上对数据进行发布共享,才能让更多的用户了解“雪龙”号的最新动态。为了让用户直观了解“雪龙”号的航行动态,本系统基于 Google Map/Earth 二次开发,以 GPS 数据为依托,将航迹点的气象、机舱等数据在谷歌地图上可视化表现出来。本研究利用 Apache 构建了 Web 服务网站,并基于 PHP^[4] 建立了一个网络接口,实现第(4),第(5)两步的功能,结合 Google Map API 二次开发和 AJAX, XML, CSS 等技术,实现了“雪龙”号数据的发布共享。

1.3 系统关键技术

(1) 数据安全性

原始数据交换在“雪龙”号和国内服务器之间展开,由于国内服务器全天候运行,其数据监听接口暴露在互联网中,因此必须对该接口的访问者加以筛选,确保数据来自“雪龙”号而不是其他攻击性的网络访问。本系统采用 MD5 加密口令和 CRC 校验字段相结合的方法,对每一条回传的数据指令进行结构化封装(图 3),截至目前系统运行良好,没有发现被篡改的数据。

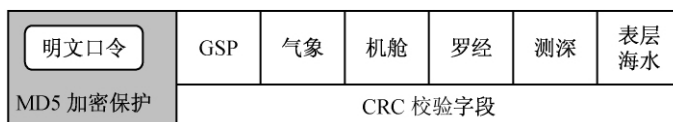


图 3 封装后的一条数据回传指令的数据结构

Fig. 3. Data structure of one encapsulated entry back to domestic interface

(2) 数据完整性

考虑到海事卫星通讯的不稳定以及国内服务器可能掉线,如何保证回传数据的完整性,是一个现实的问题。通过在“雪龙”号建立数据传输指令队列,并在船岸数据交换中引入对话确认机制,较好地解决了该问题。指令队列的思路是在数据回传程序中建立两个接口:一个是数据库接口,定时从数据库抽样读取最新的数据,生成指令放入队列中;另一个是通讯接口,定时与国内通讯,循环执行队列的指令。同样,从国内传输数据给“雪龙”号的时候,也需要船端反馈确认接收的消息,以保证该数据传输完成,否则需要循环重复数据传输的指令操作,直到确认完成为止。船端数据回传指令队列的工作流程如图 4 所示。

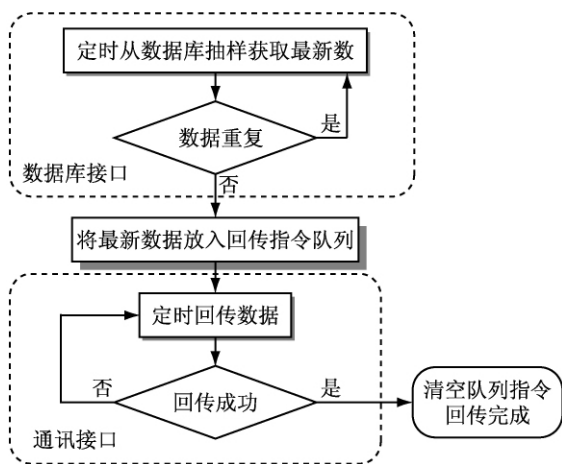


图 4 船端数据回传指令队列工作流程

Fig. 4. Working flow of data transfer back to home in M/V Xuelong

(3) 服务器效率

考虑到服务器有限的吞吐能力和网络传输带宽的限制,为了尽可能提高用户访问的响应速度,采取了如下技术手段:

(a) 服务器端压缩数据以减少网络传输的字节,在用户浏览器端解压恢复各项数据,从而节省浏览器与服务器通讯的网络流量,提升访问速度。

(b) 利用 JavaScript 技术建立本地缓存,存储已经访问过的各项数据,在下次访问该数据的时候直接从本地读取,从而在减轻服务器负荷的同时提高了访问速度。

(c) 采用 AJAX 技术实现浏览器页面和服务器数据的异步传输,从而带来更好的用户体验。

2 用户模块功能

雪龙在线网络信息平台的最终目的是为我国极地考察服务,开辟了解极地考察动态与破冰船航行状态的窗口,提供破冰船航行所需的信息支撑。面向互联网用户,平台目前具有下述的功能模块。

2.1 “雪龙”号实时数据浏览

打开雪龙在线网站(网址: <http://xuelong.chinare.cn/>)进入首页,左侧为地图区域,可以开展地图缩放和漫游操作,右侧为图标列表,方便用户直接定位各个兴趣点。在地图中,点击每一个抽样显示的气泡,可以弹出对应的信息窗口。首页默认显示“雪龙”号当前位置和近期的实际航迹。在弹出的“雪龙”号信息窗口中点击各个图标,还具有查看“雪龙”号最新的气象数据、测深仪数据、罗经数据、表层海水数据、机舱数据以及最新的海冰分布图等功能。

2.2 “雪龙”号计划航线浏览

在地图区域内,通过叠加计划航线,可以和“雪龙”号实际航线对比,大致了解“雪龙”号的前方目的地以及时间节点等情况。

2.3 实际航迹点抽样显示

由于一个航次积累的航迹点数据太多,因此在本系统平台中只是在当前地图范围内抽样显示航迹点,以便提高用户访问速度。在地图不断放大达到足够小的范围时,地图范围内的实际航迹点不超过抽样航迹点的最大个数,则该区域内所有实际航迹点都会自动显示出来。

2.4 查询某一天的实际航线

输入特定的日期可查找某日历史航线与航迹点并在地图中叠加显示,还能计算当日航行的实际距离显示在状态栏中,便于回顾指定日期的航迹。

2.5 “雪龙”号动态数据曲线图浏览

查看“雪龙”号最近一段时间的气象数据曲线图,或者查看最近一段时间“雪龙”号航速和机舱等数据的曲线图,可以直观了解“雪龙”号近期的航行状态和周边气候状况。

2.6 “雪龙”号航线自动回放

进入航迹点自动回放状态,地图窗口内“雪龙”号的航迹点将按照时间先后顺序依次漫游居中显示,直至最新的航迹点,然后切换到最老的航迹点循环往复。

2.7 极地考察站点浏览

在地图区域可以叠加显示代表考察站的气泡图

标,再次点击站点图标则隐藏所有站点气泡图标。点击地图上的站点气泡图标还可查看各个站点的详细信息。

2.8 图上距离面积测量

点击地图上的不同地点,可测出两个或者多个点之间的距离。如果有三个以上的测点,还可以计算并显示测距点包围的多边形区域的面积数值。该功能对于航线规划很有帮助。

2.9 极地新闻信息发布

“雪龙”号弹出信息窗口内,点击新闻图标可浏览我国考察站或者考察船相关的新闻消息。如果有管理员权限,则可以远程上传或更新相关的极地新闻。

3 系统运行实践

3.1 实时数据获取

雪龙在线的数据交换自中国第 26 次南极考察开始实施,从 2009 年 10 月 11 日启航到 2010 年 4 月 10 日返航为止,主要按照每 0.5 h 1 次抽样回传数据,整个航次共计接收 GPS、气象、表层海水、机舱、罗经、测深等各类数据记录 6 万余条。船岸数据交换全自动运行,且国内也可以远程修改数据回传的频率,根据需要调整数据回传的密度。

同时,雪龙在线自 2009 年 11 月 21 日在互联网对外开放。据第三方统计数据,中国第 26 次南极考察期间,累计有 23000 余人次访问,其中包括来自澳大利亚、美国和欧洲等地的网络用户,充分发挥了本系统的网络信息窗口作用。

3.2 海冰分布图发布

作为数据交换的一部分,从国内到“雪龙”号的支撑数据对破冰船航行很有帮助。在第 26 次南极考察期间,笔者和极地同仁与德国不莱梅大学合作,根据“雪龙”号最新的位置参数,每日生成“雪龙”号周边海域的实时海冰分布图^[5,6]供走航使用,为“雪龙”号制定和调整航线以及破冰前行提供了有益的参考。

3.3 历史数据分析

通过数据回传,我们不仅可以了解最新的“雪龙”号动态,还能通过对历史数据的分析,得到一些有意义的信息。例如在第 26 次队的整个航次中,“雪龙”号有 76 天航速出现 0 节,除去正常的靠港停泊、抛锚卸货和大洋作业之外,有一些是计划外停车。如,北京时间 2009 年 11 月 10 日 21:00,“雪龙”号向东航行过程中遭遇较厚的浮冰,不得不停车。从航迹图上(图 5)可以很清晰地看出“雪龙”号是从浮冰中退出来折向北航行,然后继续向东航行。

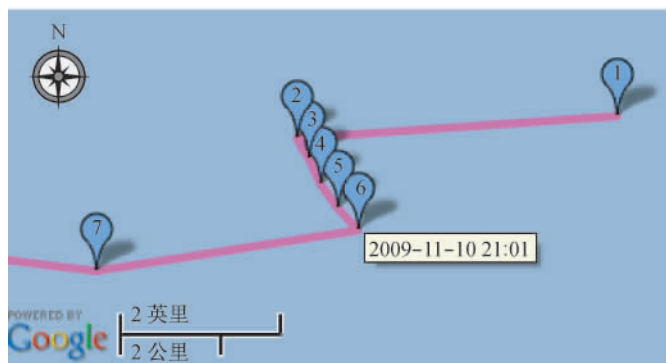


图 5 “雪龙”号 2009 年 11 月 10 日 21:00 前后航迹图

fig. 5. Voyage line of M/V Xuelong around 21:00 Nov. 10, 2009

4 讨论与展望

本文阐述了雪龙在线的系统结构、技术流程与模块功能,并介绍了其运行实践的大致情况。该系统的成功运行,搭建了一个连接“雪龙”号与国内的网络信息平台,为极地考察主管部门、考察队员及其家属以及社会公众提供一个了解“雪龙”号航行动

态、关注极地考察的窗口;同时,雪龙在线通过国内团队和专业数据产品,为“雪龙”号航行提供诸如海冰实时分布图、海浪预报图等有益的信息支撑。

目前,雪龙在线已经初步实现了预期的功能,在中国第 26 次南极科学考察和中国第 4 次北冰洋科学考察中发挥了积极作用。但是该信息平台建设还在起步阶段,还有很多需要深入开展的后续工作,包括进一步扩展陆地到船端的信息传递功能,

为“雪龙”号航行提供强有力的信息支撑;提升船岸数据交换效率,节省网络流量并增强数据发布的时效性;增强船岸双向信息互动,为船上考察队员与国内人员提供一个简便交流的网络空间;扩展网络 GIS 地图和卫星影像数据源,以便兼容自主获取的航摄影像和 GPS 测点等数据;在平台上进一步叠加历史考察航线数据,为未来考察航线规划提供参考;以及进一步分析“雪龙”号航行数据,从中发掘

对破冰船航行和考察队管理有益的信息。

致谢 雪龙在线网络信息平台在研发和运行过程中,得到了国家海洋局极地考察办公室、中国极地研究中心领导和相关部门的大力支持;在系统试运行期间得到了中国第 26 次南极科学考察队的协助管理;中国海洋大学史久新教授联合德国不莱梅大学提供了南极海冰每日实时分布图等信息,在此一并致谢!

参考文献

- 1 郝晓光,朱建钢,薛怀平,等. 中国第 21 次南极考察雪龙船实时航迹图. 极地研究, 2005, 17(2): 134—138.
- 2 徐汉卿,朱建钢,薛怀平,等. 雪龙船南北极考察走航图的制作. 测绘科学, 2005, 30(6): 97—98.
- 3 Google 地图 API. <http://code.google.com/intl/zh-CN/apis/maps/>.
- 4 PHP Oracle FAQ. <http://wiki.oracle.com/page/PHP+Oracle+FAQ>.
- 5 Spreen G, Kaleschke L, Heygster G. Sea ice remote sensing using AMSR-E 89 GHz channels. J Geophys Res, 2008, 113(2): C02S03.
- 6 王欢欢, Georg H, 韩树宗, 等. 应用 AMSR2E 89 GHz 遥感数据反演北极多年冰密集度. 2009, 21(3): 167—176.

DEVELOPMENT AND DISCUSSION ON INFORMATION PLATFORM XUELONG ONLINE

Ai Songtao^{1, 2}, E Dongchen^{1, 2}, Zhu Jiangang³, Li Shenggui³,
Wang Dali³, San Xuewu³, Liu Jian³, Lei Jing⁴

¹ Chinese Antarctic Center of Surveying and Mapping, School of Geodesy and Geomatics, Wuhan University, Wuhan 430079, China;

² Key Laboratory of Surveying and Mapping, SBSM, Wuhan 430079, China;

³ Polar Research Institute of China, Shanghai 200136, China;

⁴ Wuhan Geotechnical Engineering and Surveying Institute, Wuhan 430022, China)

Abstract

Xuelong Online is an internet information platform connecting M/V Xuelong and the domestic, which automatically transferring GPS location data and scientific data from Xuelong to domestic server with Inmarsat BGAN, publishing the real-time data with Web GIS. The platform presents an information window for Chinese polar administration, expedition members, their families and the public. At the same time the platform supports the voyage of Xuelong with sending some useful data to it such as daily sea ice maps. Since November 2009, Xuelong Online has provided functions for internet users including to view real-time Xuelong data, view planed voyage line, show the real navigation points in screen map, search one day's real voyage, view the graphs of data, automatically pan the history voyage, publish the recent polar news and push data to Xuelong. Until now, the platform functions mainly focus on the data acquiring and presentation from Xuelong. In the future we will expand the functions benefiting to the navigation of Xuelong and improve the data exchange mechanism between the domestic and Xuelong.

Key words M/V Xuelong, real-time voyage, data exchange, GPS, GIS