

楚科奇海锚碇潜标观测数据集

何 琰¹, 陈红霞^{1*}, 张 洁², 林丽娜¹, 孔 彬³, 王颖杰¹

1. 国家海洋局第一海洋研究所, 青岛 266061; 2. 中国极地研究中心, 上海 200136;
3. 同济大学海洋与地球科学学院, 上海 200092

摘 要: 2012年7月21日–2012年9月8日, 在中国第五次北极科学考察期间布放并回收1套潜标观测系统, 进行了楚科奇海中部(69°30'9"N, 169°00'39"E)海洋多层温度、盐度、深度、海流等要素的定点观测, 获得约50天的连续观测数据。数据集经过整理, 最终成果由一个观测点地理位置数据和7个表格数据组成。这7个表格数据包括:(1) Nortek Aquad “小阔龙”海流计于14 m深处测量的海流数据, 共2,431组。每组数据包含u和v两个变量, 分别代表海流的东分量和北分量。(2) RBR CT于18 m深处测量的温度和盐度数据, 共69,740组。每组包含测量时间、温度和盐度三个变量。(3) ALEC TD于19 m深处测量的温度数据, 共139,000组。每组数据包含测量时间和温度两个变量。(4) ALEC CT于25 m深处测量的温度和盐度数据, 共139,575组。每组数据包含时间、温度和盐度三个变量。(5) ALEC CT于35 m深处测量的温度和盐度数据, 共139,575组。每组数据包含时间、温度和盐度三个变量。(6) RBR CTD于40 m深处测量的温度和盐度数据, 共279,140组。每组数据包含时间、温度和盐度三个变量。(7) TRDI ADCP于41 m深处向上观测的海流剖面数据。每组数据包含u和v两个变量, 分别代表海流的东分量和北分量。每个变量分为17层, 每层3,499组数据。数据集以.kmz, .shp和.xlsx数据格式存储, 压缩后数据量为28.6 MB。

关键词: 锚碇潜标; 楚科奇海; 北极科学考察; 海流; 温盐

DOI: 10.3974/geodp.2017.02.07

1 前言

楚科奇海是北冰洋重要的边缘海, 它北接楚科奇海台, 南部通过白令海峡与太平洋相连, 是北冰洋与太平洋水热交换的重要通道, 也是北冰洋热量和淡水的主要源地^[1–2], 同时还是北极生态系统重要的营养物质来源^[3]。随着全球变暖, 楚科奇海水温也在上升^[4], 与太平洋之间的水热交换量也随之发生变化^[5], 进而影响北极海冰的产生和消融过程以及大气-海洋-海冰相互作用, 导致北冰洋的生态系统环境发生改变。

楚科奇海锚碇潜标观测数据集^[6]是在国家海洋局“南北极环境综合考察与评估”专项

收稿日期: 2016-07-16; 修订日期: 2016-08-16; 出版日期: 2017-06-25

基金项目: 国家自然科学基金(41606221); 中华人民共和国科学技术部(2016YFC1402702, 2016YFC1400303); 国家海洋局(CHINARE2016-03-01, CHINARE2016-04-03, 201405031, 2014G02, 2014T02)

*通讯作者: 陈红霞 A-4871-2017, 国家海洋局第一海洋研究所, chenhx@fio.org.cn

论文引用格式: 何琰, 陈红霞, 张洁等. 楚科奇海锚碇潜标观测数据集[J]. 全球变化数据学报, 2017, 1(2): 177–182.
DOI: 10.3974/geodp.2017.02.07.

数据集引用格式: 何琰, 陈红霞, 张洁等. 楚科奇海锚碇潜标观测数据集(2012) [DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2016. DOI: 10.3974/geodb.2016.05.09.V1.

项目三专题 1 “北极海域物理海洋和海洋气象考察”的支持下，于中国第 5 次北极科学考察期间获取的。该数据集为增加楚科奇海夏季水团和海流长期变化特征的认识，加深北冰洋-太平洋物质与能量交换过程及北极气候变化的了解提供了重要的研究基础。本文作者在该数据集基础上，发表了论文“Observed features of temperature, salinity and current in central Chukchi Sea during the summer of 2012”^[7]。为了实现科学数据共享，现将该数据集出版。该数据集内容包括海水的温度和盐度、海流的流速和流向剖面数据等。

2 数据集元数据简介

楚科奇海锚碇潜标观测数据集（2012）的名称、作者、地理区域、数据年代、时间分辨率、空间分辨率、数据格式、数据集组成、数据出版与共享服务平台、数据共享政策等信息见表 1。

表 1 楚科奇海锚碇潜标观测数据集元数据简表

条 目	描 述
数据集名称	楚科奇海锚碇潜标观测数据集
数据集短名	ChukchiSea2012
作者信息	何 琰 A-3216-2017, 国家海洋局第一海洋研究所, heyana@fio.org.cn 陈红霞 A-4871-2017, 国家海洋局第一海洋研究所, chenhx@fio.org.cn 张 洁 L-4784-2016, 中国极地研究中心, zhangjie@pric.org.cn 林丽娜 L-6637-2016, 国家海洋局第一海洋研究所, linln@fio.org.cn 孔 彬 A-3202-2017, 同济大学, kongbin@fio.org.cn 王颖杰 A-3180-2017, 国家海洋局第一海洋研究所, wangyj@fio.org.cn
地理区域	北冰洋楚科奇海（69°30'9"N, 169°00'39"E）
数据年代	2012 年
时间分辨率	15 s、30 s、10 min、20 min 和 30 min（详见表 2）
空间分辨率	定点锚碇数据
数据格式	.kmz, .shp, .xlsx
数据量	36.0 MB
数据集组成	数据集由观测点位置数据、温度、盐度和海流数据组成（详见 4 数据集组成）
基金项目	国家自然科学基金（41606221）；中华人民共和国科学技术部（2016YFC1402702, 2016YFC1400303）；国家海洋局（CHINARE2016-03-01, CHINARE2016-04-03, 201405031, 2014G02, 2014T02）
出版与共享服务平台	全球变化科学研究数据出版系统 http://www.geodoi.ac.cn
地址	北京市朝阳区大屯路甲 11 号 100101，中国科学院地理科学与资源研究所
数据共享政策	全球变化科学研究数据出版系统的“数据”包括元数据（中英文）、实体数据（中英文）和通过《全球变化数据学报》（中英文）发表的数据论文。其共享政策如下：（1）“数据”以最便利的方式通过互联网系统免费向全社会开放，用户免费浏览、免费下载；（2）最终用户使用“数据”需要按照引用格式在参考文献或适当的位置标注数据来源；（3）增值服务用户或以任何形式散发和传播（包括通过计算机服务器）“数据”的用户需要与《全球变化数据学报》（中英文）编辑部签署书面协议，获得许可；（4）摘取“数据”中的部分记录创作新数据的作者需要遵循 10%引用原则，即从本数据集中摘取的数据记录少于新数据集总记录量的 10%，同时需要对摘取的数据记录标注数据来源 ^[8]

3 数据研发方法

3.1 调查区域

楚科奇海在我国 6 次北极科学考察中一直是重点考察海域。太平洋水经过白令海峡流入楚科奇海，沿着 4 条主要通道流入北冰洋：自东向西分别为巴罗峡谷（Barrow Canyon），中央水道（Central Channel），赫勒尔德峡谷（Herlad Valley）和德朗海峡（De Long Strait）。潜标调查区域位于楚科奇海中部，经纬度坐标为（69°30.155'N，169°00.654'W），两个东侧支流以及赫勒尔德浅滩附近的绕岛环流可以影响该区域的环境变化（见图 1）。

3.2 数据说明

锚碇潜标观测系统主要搭载仪器包括 TRDI 300 KHz ADCP 1 台、ALEC CT 2 台、ALEC TD 1 台、RBR CT 1 台、RBR CTD 1 台以及 Nortek Aquad “小阔龙” 海流计 1 台等，获取了该站点温度、盐度、海流等水文要素的长期全深度剖面资料。

该套潜标从 2012 年 7 月 21 日 15:00 入水到 9 月 8 日 6:00 回收，获得了约 50 d 的数据。具体信息见表 2。

共获得温盐数据近 83 万组：温度数据记录的是 18、19、25、35、40 m 深处的测量值，单位为℃；盐度数据则为 18、25、35、40 m 深处的测量值，单位为 psu。海流数据 6 万余组：“小阔龙” 观测了 14 m 深处的海流，单位为 mm/s；ADCP 位于 41 m 深度处（观测盲区约 4 m），获得了 5 m、7 m、9 m、11 m、…、37 m 共 17 层海流数据，单位为 mm/s。由于表层流速观测受海水中气泡等影响，深度 5m 以下的海流观测数据才可用于科学研究。因此，ADCP 数据为 17 层。

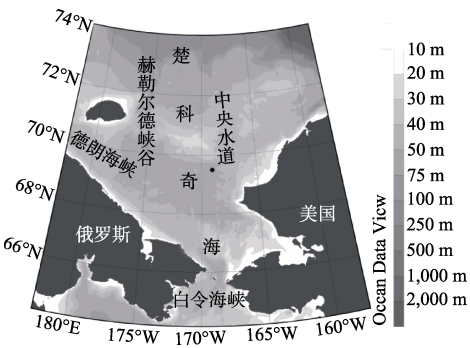


图 1 楚科奇海地形图（黑点为中国第五次北极考察锚碇观测系统布放站位）

表 2 潜标获取数据简介表

仪器名称	所处深度（m）	开始时间	结束时间	观测要素	采样周期
Aquad	14	2012-07-21 12:31:00	2012-09-08 06:31:00	海流	30 min
RBR CT	18	2012-07-21 05:00:00	2012-09-07 15:19:00	温度、盐度	1 min
ALEC TD	19	2012-07-21 17:00:00	2012-09-08 06:06:00	温度、深度	30 s
ALEC CT	25	2012-07-21 16:54:30	2012-09-08 04:01:30	温度、盐度	30 s
ALEC CT	35	2012-07-21 16:49:30	2012-09-08 03:56:30	温度、盐度	30 s
RBR CTD	40	2012-07-21 17:00:00	2012-09-08 04:01:30	温度、盐度、深度	15 s
TRDI ADCP	41	2012-07-21 13:40:00	2012-09-08 03:40:00	海流	20 min

3.3 数据处理

3.3.1 温盐数据

CTD 是温度、盐度、深度剖面测量仪的简称，是物理海洋学观测中最为常见的仪器之一。潜标系统中有两台加拿大 RBR 公司仪器，分别为 CTD 和 CT。数据处理软件为仪器自带的 Ruskin 软件。将原始数据导入处理软件后可直观地显示温度、电导率、深度、盐度、

密度异常、声速等时间序列曲线（见图2）。去掉数据采集起始时和终止时由于出入水造成异常的数据。这些曲线包含了很多噪音，如毛刺或奇异值等不必要的信息。在数据处理中，可以通过低通滤波、滑动平均等方法除去。温度和盐度订正则需要校准文件进行订正处理。

其余的CT和TD均为日本ALEC公司的产品，通过Compact-CT软件可将原始数据转化为可以直接读取的ASCII码格式的数据，便于后续研究。

3.3.2 海流数据

（1）“小阔龙”单点海流计数据说明

“小阔龙”单点海流计的传感器主要包括3个声学换能器，倾斜度传感器，温度传感器和压力传感器，可获得温度、压强及海流等数据。原始数据通过Nortek公司出品的Strom软件进行数据读取和处理。数据导入Strom软件后界面如图3所示。

Strom软件可对数据进行质量控制，并根据需要输出不同方向的速度分量或速度模和方向等海流参量。海流数据的质量控制主要包括数据所选声束数量（beams）、SNR阈值设定和姿态校正等。质量控制窗口见图4。

（2）声学多普勒流速剖面仪（ADCP）数据说明

ADCP是利用多普勒效应，以固定频率向水中发射声波，根据散射体返回的回声来确定各层海流流速的大小和方向。潜标系统中，ADCP放置于41 m（底层），向海面发射声波，得到的是海面以下至仪器所处位置之间的海流信息。原始数据导入TRDI公司出品的WinADCP软件，数据的头文件在左上角的窗口显示（见图5）。

观测盲区为4.19 m，由于表层流速观测受海水中气泡影响，5 m以浅的数据多为空白，最终可得到5 m–37 m之间的海流数据。为了获得实际海流（余流）的信息，还需要剔除潮汐和低频噪音的影响。

4 数据集组成

楚科奇海锚碇潜标观测系统数据集由观测点位置数据（.kmz格式、.shp格式）和7个

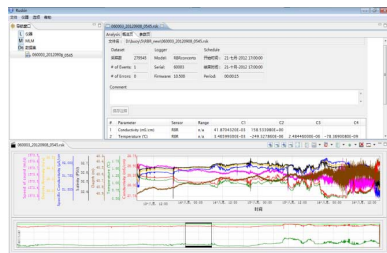


图2 Ruskin软件界面

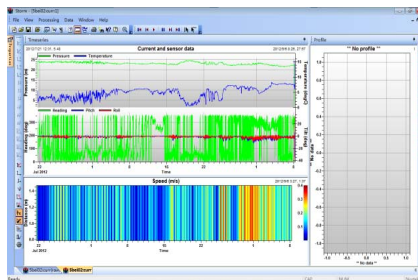


图3 Strom软件界面

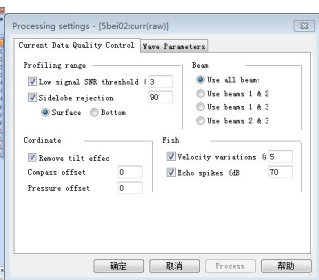


图4 Storm软件质量控制界面

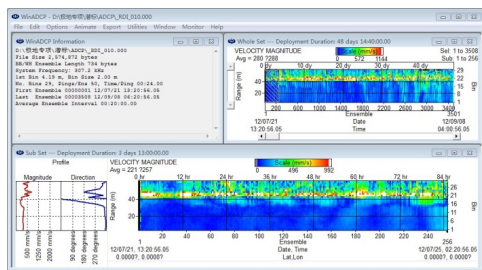


图5 WinADCP界面

表格数据组成。由于潜标搭载的各传感器所处深度基本不变，因此，数据集并不包含深度变量。7 个表格数据分别为：

表 1 为 Nortek Aquad “小阔龙”海流计于 14 m 深处获得的海流数据。共 2,431 组数据，每组数据包含 *u* 和 *v* 两个变量，分别代表海流的东分量和北分量数据。表 2 为 RBR CT 于 18 m 深处获得的温度和盐度数据。共 69,740 组数据，每组包含 *data_time*、*temp* 和 *salinity* 三个变量。*date_time* 第 1 列至第 6 列分别为年、月、日、时、分、秒；*temp* 为温度数据；*salinity* 为盐度数据。表 3 为 ALEC TD 于 19 m 深处获得的温度数据。共 139,000 组数据，每组数据包含 *xtime* 和 *temp* 两个变量，分别代表观测时间和温度数据。*Xtime* 的第 1 列至第 6 列分别为年、月、日、时、分、秒。表 4 为 ALEC CT 于 25 m 深处获得的温度和盐度数据。共 139,575 组数据，每组数据包含 *CT_date*、*CT_time*、*temp* 和 *salinity* 四个变量，分别为数据采集的日期、时间、温度和盐度数据。表 5 为 ALEC CT 于 35 m 深处获得的温度和盐度数据。数据量和变量名同表 4。表 6 为 RBR CTD 于 40 m 深处获得的温度和盐度数据。共 279,140 组数据，变量名称与表 2 相同。表 7 为 TRDI ADCP 于 41 m 深处向上观测获得的海流剖面数据。分为 17 层，每层 3,499 组，一共 59,483 组数据。每组数据包含 *u*（表 7-1）和 *v*（表 7-2）两个变量，分别代表海流的东分量和北分量数据。

5 数据结果验证

5.1 温盐数据比对

选取和潜标投放地点距离最近的 SR07 站位（观测时间为 2012 年 9 月 7 日 18:23:00），进行潜标同时刻、同层温度、盐度观测结果和 Sea Bird 911 CTD 观测结果之间的比较，两点距离大约相差 15 km。观测结果比较如表 3 所示。初步分析两者之间的比较结果，可以看出在不同水深，SR07 站位的温度较锚碇潜标观测站位的温度均呈现升高，盐度均呈现降低的状况。根据以往断面的温度和盐度剖面可知，断面温度盐度变化的趋势和以上比较结果也一致。可初步判断，潜标 CTD 和 CT 数据良好。

表 3 潜标与 Sea Bird 911 CTD 温度和盐度观测结果比对表

	潜标 (18 m)	911 SBE (18 m)	潜标 (25 m)	911 SBE (25 m)	潜标 (35 m)	911 SBE (35 m)	潜标 (40 m)	911 SBE (40 m)
盐度 (psu)	29.838,0	28.596,4	31.271,0	31.030,7	32.163,0	31.503,3	32.452,0	31.926,9
温度 (°C)	7.218,9	7.593,8	5.403,0	6.388,8	3.069,0	5.665,7	1.637,5	4.165,4

此外，潜标各温度、盐度传感器之间的同步性比对（可参看文献[7]中的图 2 和图 3）也说明了温盐数据质量良好。

5.2 “小阔龙”与 ADCP 数据比对

提取 ADCP 在 14 m 水深层面的流速数据，与位于水深 14 m 处的“小阔龙”海流仪观测流速时间序列进行比较，如图 6 和图 7 所示，观测结果几乎一致。可初步判断该小阔龙流速仪和 ADCP 观测数据质量良好。

作者分工：陈红霞对数据集的开发做了总体设计；陈红霞和林丽娜采集了潜标数据；何琰处理了潜标数据；孔彬和王颖杰做了数据验证；何琰等撰写了数据论文等。

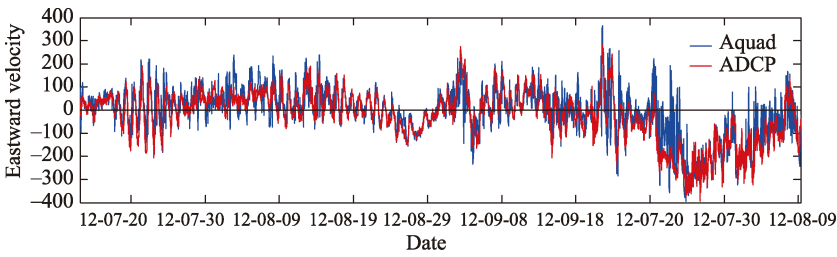


图 6 “小阔龙”与 ADCP 数据东分量对比图

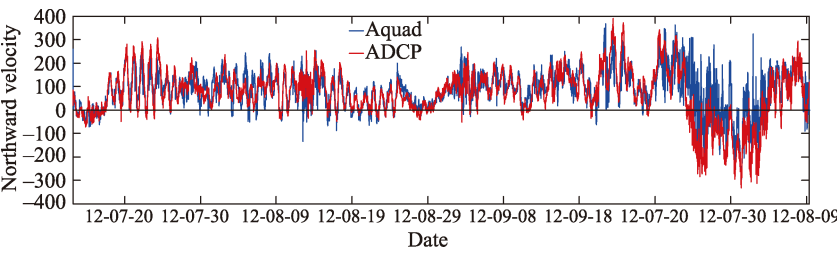


图 7 “小阔龙”与 ADCP 数据北分量对比图

致谢：感谢中国第 5 次北极科学考察队所有参与了潜标现场组织协调、组装、布放和回收等的工作人员。感谢国家海洋局第一海洋研究所海洋环境与数值模拟研究室的刘娜老师对潜标数据处理工作做出的指导。

参考文献

[1] Serreze, M., Barrett, A., Slater, A., *et al.* The large-scale freshwater cycle of the Arctic [J]. *Journal of Geophysical Research*, 2006, 111(C11): 63–79.

[2] Woodgate, R., Aagaard, K., Weingartner, T. A year in the physical oceanography of the Chukchi Sea: Moored measurements from autumn 1990–1991 [J]. *Deep Sea Research*, 2005, 52(24): 3116–3149.

[3] Walsh, J., Mcroy, C., Coachman, L., *et al.* Carbon and nitrogen cycling within the Bering/Chukchi Seas: Source regions for organic matter effecting AOU demands of the Arctic Ocean [J]. *Progress in Oceanography*, 1989, 22(4): 277–359.

[4] 赵进平, 高郭平, 矫玉田. 1999 年楚科奇海台及其周边海域中层与深层水增暖 [J]. *中国科学*, 2004, 34(2): 188–194.

[5] Luchin, V., Panteleev, G. Thermal regimes in the Chukchi Sea from 1941 to 2008 [J]. *Deep Sea Research*, 2014, 109: 14–26.

[6] 何琰, 陈红霞, 张洁等. 楚科奇海锚碇潜标观测数据集 (2012) [DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2016. DOI: 10.3974/geodb.2016.05.09.V1.

[7] He, Y., Liu, N., Chen, H. X., *et al.* Observed features of temperature, salinity and current in central Chukchi Sea during the summer of 2012 [J]. *Acta Oceanologica Sinica*, 2015, 34(5): 51–59.

[8] 全球变化科学研究数据出版系统. 全球变化科学研究数据共享政策[OL]. DOI:10.3974/dp.policy.2014.05 (2017 年更新).