



全球海洋Argo散点资料集 (V3.0)

(1997—2019)

用户手册

中国Argo 实时资料中心

卫星海洋环境动力学国家重点实验室

自然资源部第二海洋研究所

2019年11月 杭州

目 录

○、资料使用权说明	1
一、引言	2
二、资料集制作过程	3
1、数据来源.....	3
2、读取和写入数据.....	4
3、数据质量再控制.....	4
三、共享剖面数据中存在的主要问题	11
1、温度或盐度剖面异常.....	11
2、温度或盐度剖面底部异常.....	13
3、盐度漂移或偏移.....	14
4、温度或盐度毛刺.....	15
5、卫星定位异常.....	16
6、极地冰区日期和位置异常.....	18
7、其他异常问题.....	20
四、新版资料集数据格式及使用说明	23
1、数据格式.....	23
2、使用说明.....	32
五、后 记	33
六、参考文献	35

〇、资料使用权说明

新版《全球海洋 Argo 散点资料集 (V3.0)》(1997-2019)的制作,得到了国家科技基础性工作专项“西太平洋 Argo 实时海洋调查”(2012FY112300)重点项目和国家自然科学基金联合基金“基于大数据的区域海陆气环境预警预报关键技术”项目(U1811464)的联合资助。

本资料集可免费索取和下载使用,下载地址为<ftp://ftp.argo.org.cn/pub/ARGO/global/>。凡使用本资料集时,请统一标注为“全球海洋 Argo 资料集 (V3.0)”,且按文献格式引用:

李兆钦, 刘增宏, 邢小罡, 2019. 全球海洋 Argo 散点资料集 (V3.0) (1997-2019) 用户手册, 中国 Argo 实时资料中心, 杭州, 37pp.

Li Zhaoqin, Liu Zenghong, Xing Xiaogang, 2019. User Manual for Global Argo Observational data set (V3.0) (1997-2019), China Argo Real-time Data Center, Hangzhou, 37pp.

自2019年4月起,中国 Argo 实时资料中心将全球海洋 Argo 散点资料集升级至3.0版本。新版资料集将核心 Argo 剖面(海水温度和盐度)和生物地球化学 Argo 剖面(溶解氧、叶绿素、黄色物质、颗粒物后向散射系数、辐照度、硝酸盐和 pH 等要素)进行了分离,以方便用户的读取和使用。本资料核心 Argo 数据预期每个季度更新一次,生物地球化学 Argo 数据每年不定期更新,核心和生物地球化学 Argo 数据在 FTP 服务器上分别包含在“core”和“bgc”目录内。国际 Argo 资料管理小组对全球海洋自动剖面浮标观测资料的实时和延时质量控制方法还在不断改进和完善,中国 Argo 实时资料中心对来自全球 Argo 资料中心的浮标观测资料会继续实施严格的质量再控制工作,使广大用户能应用到质量更高的 Argo 资料。由于生物地球化学 Argo 很多观测要素的质量控制方法还没有完善,本资料集中生物地球化学 Argo 观测剖面的质量控制标记采用了原始数据中给出的标记值,同时,本资料集制作过程中由于受到人手、时间和经费等条件的制约,难免会出现一些疏漏之处,欢迎广大用户提出宝贵意见和建议!

联系方式: 李兆钦、刘增宏: 0571-81963098, lizhaoqin@sio.org.cn, liuzenghong@139.com

一、引言

国际 Argo 计划自 2000 年实施以来，在 30 多个国家和国际组织的共同努力下，已在全球海洋中布放了超过 15,000 个自动剖面浮标，累计获取了超过 215 万条温、盐度剖面和部分涉及生物地球化学要素（如溶解氧、叶绿素、黄色物质、颗粒物后向散射系数、辐照度、pH 和硝酸盐等）的观测剖面。目前，在海上正常工作的浮标已经接近 4,000 个，每年能提供约 15 万条观测剖面。随着时间推移，全球海洋 Argo 资料集的时间序列也在不断延长，Argo 资料已经成为海洋与大气科学领域开展基础研究和业务化预测预报的主要数据源。

早在 Argo 计划实施之初，国际 Argo 组织就分别在美国和法国设立了两个全球 Argo 资料中心（GDAC），用来汇集和交换共享各 Argo 计划成员国布放的自动剖面浮标观测资料。目前，全球只有 9 个国家（美国、法国、澳大利亚、英国、加拿大、日本、韩国、印度和中国）有能力向 GDAC 实时提交 Argo 资料。这些国家的 Argo 资料中心，虽已按照国际 Argo 资料管理组（ADMT）制定的实时质量控制规程，对提交的每条剖面做过质量控制，并采取统一的格式（NetCDF）进行交换共享。但是各资料中心提交的数据质量还是参差不齐，究其原因可能与解码软件编写有误（需要浮标用户自行编程）、某批次浮标本身存在技术缺陷、用于实时质量控制的阈值选取过于宽泛，以及审核技术人员专业知识或实践经验不足，甚至忽视人工审核等有关。况且，近些年来，随着传感器技术的发展，越来越多的自动剖面浮标加装了生物光学及生物地球化学传感器等，使得 Argo 资料集变得愈加复杂；有些 Argo 资料新用户更是不了解 NetCDF 格式的存储方式，导致用户在读取和使用数据时遇到了较大困难，阻碍了 Argo 资料在各国海洋与大气科学基础研究及业务化预测预报系统中的广泛应用。

为了国内 Argo 用户能方便地获取尽可能准确的 Argo 资料，在国家科技基础性工作专项“西太平洋 Argo 实时海洋调查”重点项目和国家自然科学基金联合基金“基于大数据的区域海陆气环境预警预报关键技术”项目（U1811464）的联合资助下，中国 Argo 实时资料中心（CARDIC）安排科研人员准业务化收集并整理由其他国家布放在全球海洋中的全部自动剖面浮标观测的温盐深资料，经质量再控制后制作成全球海洋 Argo 散点资料集，同时将所有生物地球化学 Argo 浮标的各类观测要素单独提取出来（质控标记采用原始数据中的值），以互联网和光盘等形式免费提供。

二、资料集制作过程

1、数据来源

新版《全球海洋Argo散点资料集（V3.0）》收集了1997年7月至2019年9月期间由国际Argo成员国布放在全球海洋中的超过15,000个自动剖面浮标观测的215万余条温盐深剖面资料。所有资料均来自设立在法国海洋开发研究院的GDAC服务器（<ftp://ftp.ifremer.fr/ifremer/argo/dac>），此FTP目录中包含了9个国家（美国、英国、法国、中国、澳大利亚、印度、日本、韩国和加拿大）的11个资料中心汇交的由各国布放、并参与国际共享的全部自动剖面浮标观测资料。这些资料中心包括中国（csio、nmdis）、韩国（kma、kordi）、美国（aoml）、英国（bodc）、法国（coriolis）、印度（incois）、日本（jma）、澳大利亚（csiro）和加拿大（meds）。

需要指出的是，各国Argo资料中心在提交经实时（24小时内）质量控制的Argo数据同时，还会不定期地提交经延时（约3个月左右）模式质量控制的数据。由于对Argo数据的延时模式质量控制过程比较复杂，需要耗费较多的时间和人力资源，一些国家因缺少人手或经费，导致许多浮标虽已在海上工作了较长时间，但其观测资料却未能及时采取延时模式质量控制；而一旦经费有着落，就会安排人员进行这项工作，故一些历史Argo资料随时都有可能被更新。为此，CARDC在制作或更新Argo资料集时，通常每次都会下载所有浮标的数据文件，而不是仅下载那些新浮标的观测数据。

在GDAC服务器上，每个浮标每一循环获取的剖面数据通常包含在一个文件内，其文件名格式为RXXXXXXX_NNN.nc，或DXXXXXXX_NNN.nc，这里R和D分别代表实时和延时数据文件，XXXXXXX为浮标的WMO编号，NNN为浮标的循环号，如由中国Argo布放的2902700号浮标的第1条温盐度剖面的存放路径为，ftp://ftp.ifremer.fr/ifremer/argo/dac/csio/2902700/profiles/R2902700_001.nc；而携带生物地球化学传感器的自动剖面浮标，通常会包含一个核心Argo（即温、盐度和压力）数据文件和一个生物地球化学要素数据文件，文件名格式分别为R(D)XXXXXXX_NNN.nc和BR(D)XXXXXXX_NNN.nc。CARDC的服务器每2天通过网络与GDAC服务器进行同步，原始NetCDF格式的数据文件存放地址为ftp://data.argo.org.cn/pub/ARGO/raw_argo_data/。

2、读取和写入数据

CARDC 使用 MATLAB 读取 NetCDF 格式的 Argo 数据文件。在读取之前，需要在本地计算机上安装 snctools 工具包（下载地址为：<https://svn.code.sf.net/p/mexcdf/svn/snctools/trunk/>），也可使用高于 R2008a 版本的 MATLAB，并编写读取数据的脚本(或程序)，需周全考虑数据的复杂性，如有些浮标的剖面观测数据并没有对压力、温度和盐度进行校正，其校正项应使用原始数据，而对于存在校正项的浮标数据，则应分别提取；有些浮标除了温、盐度外，还有 BGC 观测要素，而且有些要素的观测层次并不与温、盐度的观测层次相同，即存在多个深度轴；有些浮标在观测生物地球化学要素的同时，还通过 CTD 传感器额外再观测海水的温、盐度，即一个循环中存在一条以上温、盐度剖面等。这些不确定因素，在编写脚本时均须考虑周全，否则在读取数据过程中会容易出错。同时，也不能使脚本变得太复杂，导致读取过程缓慢，耗时过长。

为了方便对下载后的数据进行质量再控制或用于其他计算、绘图等，选取 ASCII 码（或文本方式）作为数据的写入方式，文件命名规则为 XXXXXXXX_NNN.dat，这里 XXXXXXXX 为浮标的 WMO 编号，NNN 为剖面序号；而生物地球化学 Argo 浮标观测的生物地球化学要素按照不同要素分别进行单独存储，文件命名规则为 XXXXXXXX_yyyy_NNN.dat，其中 yyyy 为生物地球化学要素的缩写，如 doxy 表示溶解氧、chla 代表叶绿素、cdom 代表黄色物质、bbp 代表颗粒物后向散射系数、irra 代表辐照度、nitr 代表硝酸盐、ph 代表 pH 值。文件存储的内容主要包括两部分，第一部分为表头信息，包含浮标的编号、类型、通讯方式、所属项目名称、PI（负责人）、采样方向、数据模式、观测时间、定位经纬度、观测要素名称等；第二部分则为浮标的所有观测数据，包括各要素的原始值、校正值和质控标记等（详见本手册第四节内容）。

3、数据质量再控制

虽然 ADMT 已经制定了有关 Argo 资料的实时和延时模式质量控制规程，但各国 Argo 资料中心在具体执行时，由于投入的人力有限或者缺少具备专业知识的人员操作，更有甚者解码过程存在明显错误，导致提交至 GDAC 的 Argo 资料质量参差不齐，有些资料甚至无法用于科学研究。所以，在正式用于基础研究或业务化预测预报时，需要对从 GDAC 网站下载的 Argo 资料进行严格审核或质量

再控制。CARD C 开发的质量再控制过程主要包括以下三个步骤:

第一步由计算机自动检验完成,包括 16 个检测步骤,在国际 Argo 资料管理组规定的实时质量控制步骤的基础上,加入了 MEDD 尖峰检测、Racape 毛刺检测和气候态检测。自动检测步骤如下:

- (1) 观测时间检测:当剖面观测时间早于 1996 年 1 月 1 日或者晚于当前日期(用户处理数据之日)时,应删除该数据文件。
- (2) 经纬度检测:当剖面的经度不在 $(-180, 180)$ 和纬度不在 $(-90, 90)$ 范围之内时,则将位置的质量标记记为 4。
- (3) 卫星定位检测:通过剖面的定位信息从 etopo5 全球地形(<http://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.NOAA/.NGDC/.ETOPO5/datasetdatafiles.html>)中获取该位置处的地形高度,若地形高度大于 0,则将位置的质量标记记为 4。当判定为卫星定位错误时,需使用线性插值法获得当前剖面插值后的定位,并将位置质量标记记为 8。
- (4) 浮标漂移速度检测:根据当前剖面和前一个剖面的经纬度、时间来检测浮标的漂移速度,若速度大于 2 m/s 时判定为未通过检测。
- (5) 变量的全局范围检测:当压力小于 -2.5 dbar 时,或温度不在 $(-2.5, 40)$ 范围内或盐度不在 $(2, 41)$ 范围内时,则将相应的压力、温度、盐度的质量控制标记为 4(注意:当压力存在问题时,对应的温度和盐度也应进行标记)。
- (6) 特定区域检测:当剖面位于红海或地中海内时,其温度和盐度的范围分别为 $(21.7, 40) / (10, 40)$ 和 $(2, 41) / (2, 41)$,若温度或者盐度不在此范围内,则将其质量标记记为 4。
- (7) 压力递增检测:若剖面的压力观测值出现不单调增加的情况,则将对对应的压力及其邻近的压力均标记为 4,同时对应的温度和盐度也应标记为 4。
- (8) 剖面毛刺检测:检测温度和盐度剖面是否存在毛刺,若存在,则将质量控制标记记为 4。
- (9) 剖面梯度检测:根据不同压力范围内温度和盐度相应的梯度阈值进行检测,若计算的梯度大于相应阈值,则将其质量标记记为 4。
- (10) MEDD 毛刺检测:此方法是由法国 Coriolis 资料中心的 D.Dobler 博士在第 20 次 Argo 资料管理组会议(2019)上提出的,并在会议结束之后将相关程序脚本发送给各国资料中心进行应用。MEDD 方法根

据不同深度设置温度和盐度的变化阈值（见表 1），然后得到垂向的滑动中值和数据边界，最后计算观测值与对应深度上中值的距离，并结合密度剖面来检验毛刺。此方法经检验，可以有效检测出连续明显的毛刺情况，但是检测偏离程度较小的毛刺效果不佳（图 2.1）。

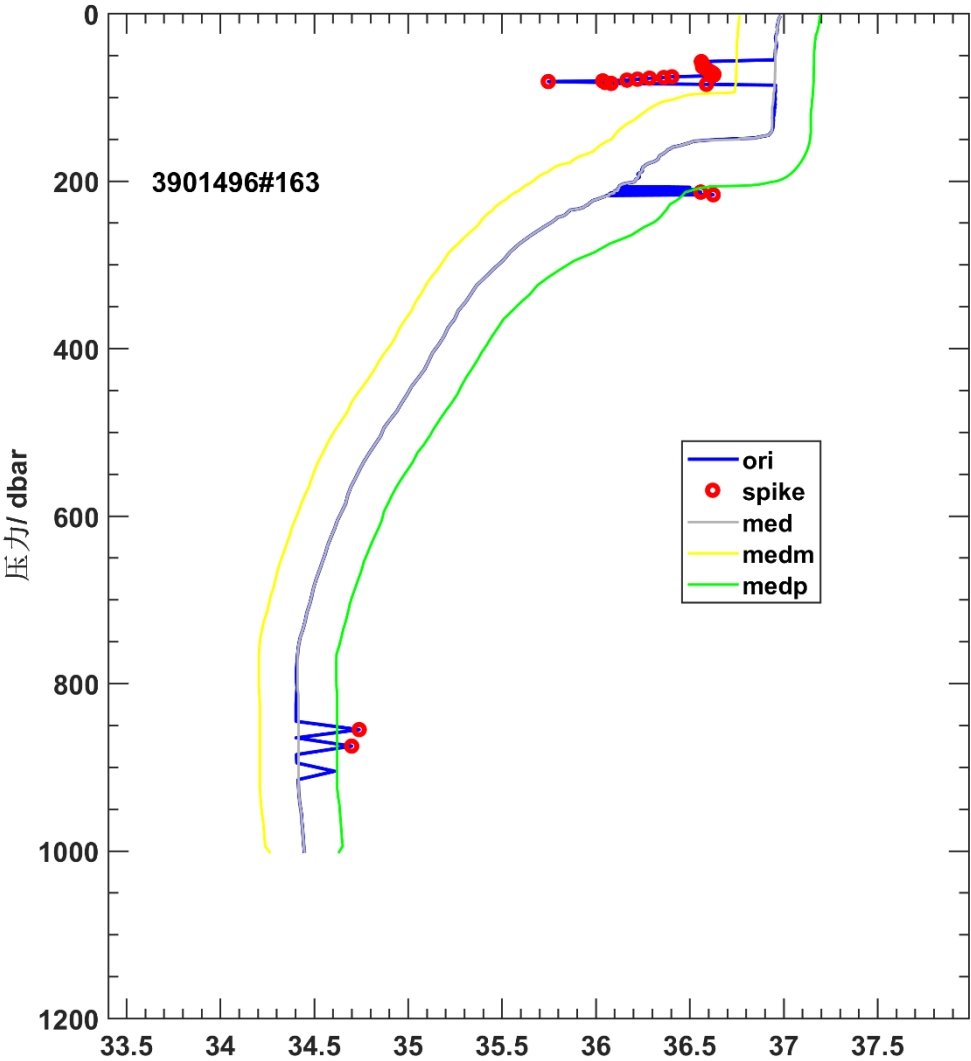


图 2.1 MEDD 毛刺检验示例

表 1 MEDD 毛刺检测温度和盐度变化阈值

压力 (dbar)	温度变化 (°C)	盐度变化 (psu)
< 60	5.0	1.0
60~150	3.5	1.0
150~500	0.5	0.08

500~1000	0.15	0.02
1000~2100	0.05	0.004
>2100	0.004	0.0002

- (11) 数位翻转检测：该问题主要由存储数据（或编码）的位数不够引起，通常会引起相邻层次的数据差别很大。若相邻两个观测层次间的温度差大于 10 或者盐度差大于 5，则将其质量标记记为 4。
- (12) 冻结剖面检测：若观测剖面内所有的温度或者盐度都等于同一个值，则将其质量标记记为 4。
- (13) 密度倒转检测：利用 seawater 工具包计算剖面的密度，由浅往深，若当前层密度减去下一层密度大于 0.03 kg/m^3 时，则将这两个层次的温度和盐度均标记为 4。
- (14) 最大压力检测：若压力值大于浮标预设最大观测深度的 1.1 倍，则将相应的压力、温度和盐度值均标记为 4。
- (15) Racape 毛刺检测：此方法是基于第 19 次 Argo 资料管理组会议(2018) 上法国 Coriolis 资料中心的 C. Coatanoan 博士所作报告而设计的，规定不同深度范围内温度和盐度标准差阈值（见表 2），并利用 5 点滑动中值法来检验毛刺，若存在毛刺(图 2.2)，则将其质量标记记为 4。需要指出的是，此方法不能有效检测两点以上的连续毛刺。

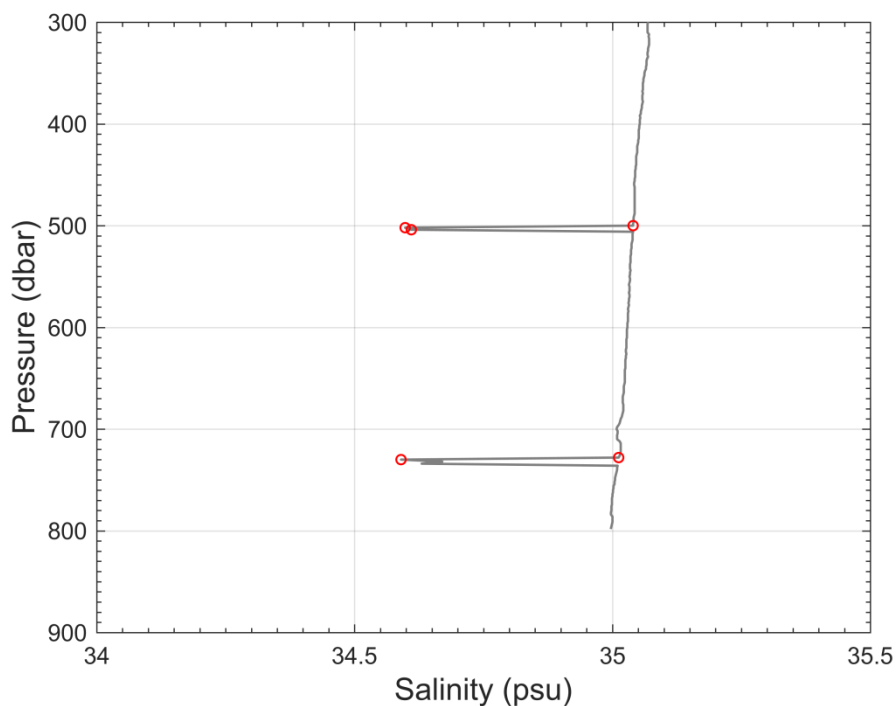


图 2.2 Racape 毛刺检测示例

表 2 Racape 毛刺检测温度和盐度标准差阈值

压力 (dbar)	温度标准差 (°C)	盐度标准差 (psu)
< 10	8.0	1.1
10~500	6.0	0.9
> 500	2.0	0.2

(16) 气候态检测：该检测根据每一条剖面的位置搜索相近的、由法国 Coriolis 资料中心提供的用于 Argo 延时模式质量控制的历史 CTD 数据（或历史 Argo 数据），并计算不同深度上温盐度的标准差，当浮标的温度或盐度值超出 6.5 倍标准差范围时，将其质量标记为 3。图 2.3 给出了 2902581 号浮标的第 93 条盐度剖面的气候态检测结果，盐度在 463 dbar 以深的部分均落在历史 CTD 标准差的 6.5 倍之外，说明该浮标可能存在盐度漂移问题，需要进行延时模式质量控制（盐度校正）或由具备专业知识的人员进一步判断。

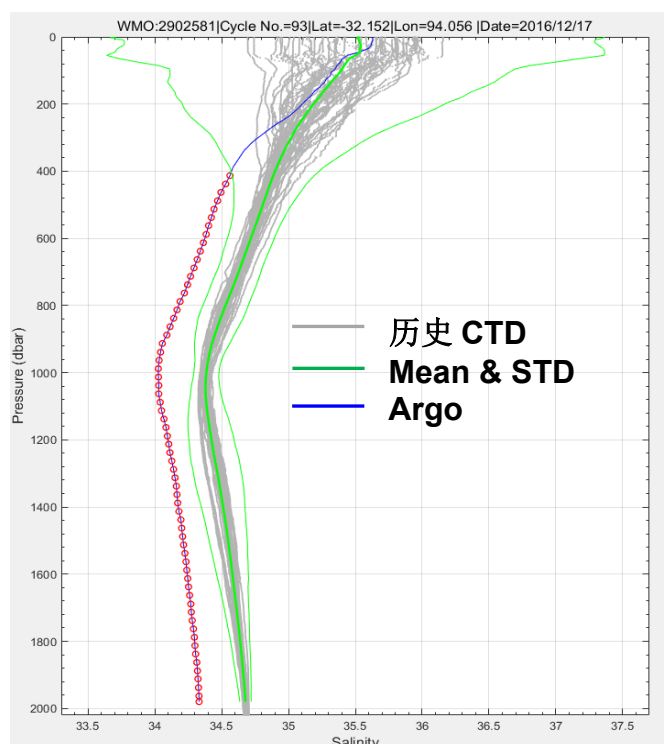


图 2.3 气候态检测示例（蓝色表示 Argo 数据，灰色表示历史 CTD 数据，绿色表示由历史 CTD 资料计算的标准差（细）和平均值（粗），红色表示在 6.5 倍标准差范围外的盐度数据）

第二步则是根据 GDAC 提供的浮标灰名单列表（ar_greylist.txt），读取灰名单中每个浮标的传感器出现问题的起始时间及赋予的质控标记值，通过程序将对应数据文件中的相应观测要素的质控标记修改为“当前值和灰名单中赋予值的最大值”，确保列入灰名单中的浮标观测数据及时被标记出。

第三步需由人工审核完成。针对计算机无法自动检验出的数据质量问题，如存在明显错误或异常的数据，以及浮标漂移轨迹中存在的定位异常等，则需要通过绘制图件并由具备专业知识的技术人员，逐一检查审核。这些图件包括每个浮标观测的温度瀑布和温度垂直分布、盐度瀑布和盐度垂直分布、T-S 曲线和浮标漂移轨迹等（图 2.4）。

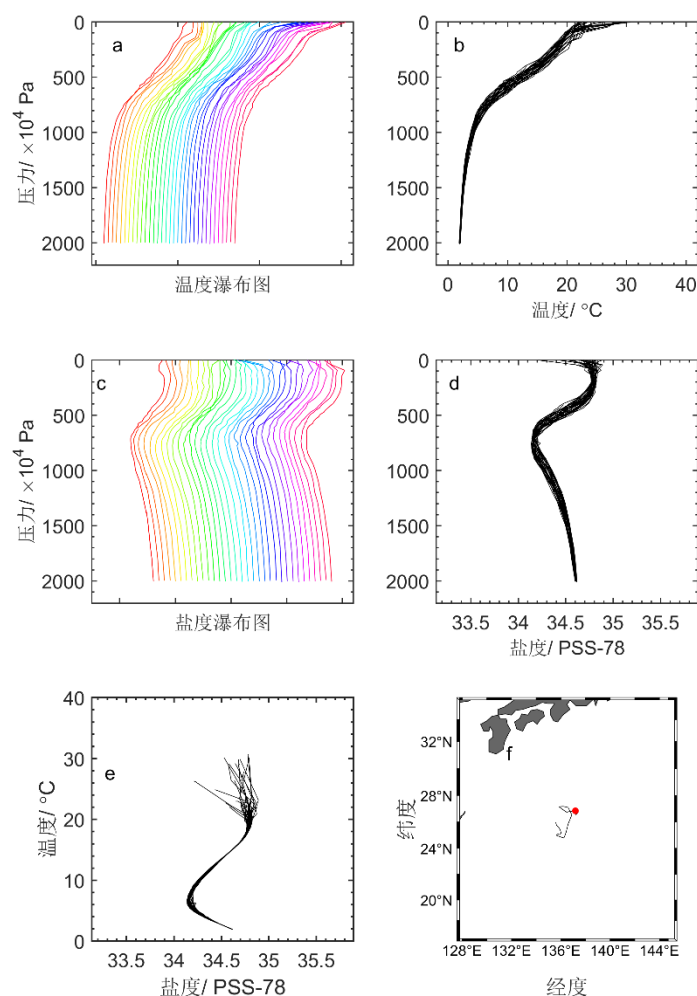


图 2.4 用于人工审核的图件

在人工审核每个浮标的图件、并发现某些剖面数据存在明显异常或错误时，需要通过 MATLAB 脚本查出这些异常或错误所在的文件名，而后再打开该文件，进一步查看对应的数据项，直到找出异常数据的位置，修改对应于这些数据的质控标记，以此类推。这一步通常不对存在明显异常或错误的数据做任何校正处理，只是将原来的质控标记“1”（好）调整为“3”（有可能被校正的坏数据）或“4”（坏数据），以便提醒资料用户在利用该浮标或剖面时特别留意。一般情况下，建议用户尽量利用质控标记为“1”（好）的数据。

还需指出的是，由于 ADMT 对于 BGC 要素（如溶解氧、叶绿素、pH 和硝酸盐等）还没有制定出完善的质量控制规程，而且一些国家的 Argo 资料中心也没有能力对这些 BGC 要素进行质量控制（通常质控标记为“0”，表示“未进行质量控制”）。目前，CARDIC 也还没有对这些观测要素进行人工审核或质量再控制，完全保留了从 GDAC 网站下载的 NetCDF 文件中的原始数据。若用户需利

用这些 BGC 要素开展基础研究或业务应用时，务必对这些观测数据自行进行质量控制或评估。

三、共享剖面数据中存在的主要问题

CARDC 在制作新版《全球海洋 Argo 散点资料集(V3.0)》(1997-2019)时，从法国海洋开发研究院(IFREMER)的 GDAC 服务器(<ftp://ftp.ifremer.fr/ifremer/argo>)下载了 1997 年 7 月至 2019 年 9 月期间由各 Argo 成员国布放的 14,896 个自动剖面浮标观测的剖面（约 215 万条温、盐、深）数据（包括在灰名单中的浮标）。

经过第一步计算机自动检验后，约有 198 个浮标的资料因观测资料层数少、观测时间异常等原因而全部剔除，通过对剩余的 14,092 个浮标的图件逐一审核及客观分析可以发现，大部分浮标观测的温盐度剖面都是比较好的，完全可以放心使用，仍有 210 多个浮标的资料因卫星定位异常或观测剖面异常根本无法校正，只能从数据集中删除，最后剩余 13,881 个浮标的资料是可以使用的。这些浮标中，仍有一些浮标的个别剖面数据或卫星定位存在异常，需要重新赋予质控标记，主要存在以下几方面的异常：

1、温度或盐度剖面异常

Argo 资料中出现温、盐度异常的状况十分普遍，可能是由于传感器受到海面油污染、海水腐蚀及生物附着，甚至受电子原器件老化或外界电子信号干扰所致，但也有可能是遇到不同性质的水团或者浮标漂移穿过海洋锋面时产生的自然现象。如何正确分辨 Argo 资料中存在的温、盐度异常是正常的自然现象，还是不正常的“故障”所致，需要通过专业技术人员做出判断。如图 3.1 所示，该浮标位于南美洲东部大西洋海域，首先从温、盐度垂直分布图中可以看出，绝大多数剖面温度都是随着深度增加而逐渐降低的，盐度则表现为表层低盐、次表层略高，之后随着深度增加盐度同样略有降低；但似乎只有一条温、盐度剖面出现异常情况，温度大约在 500 dbar、盐度在 300 dbar 上层都要比其它剖面低得多。显然，这样的低温、低盐状况有悖于常理（T-S 曲线），通常需要找到该剖面并将对应的温、盐度数据质量控制标记由原来的“1”修改为“3”或者“4”。而有些浮标所有的温盐度剖面均存在明显异常，如图 3.2 所示的 7900119 号浮标，其所有剖面数据应直接剔除，并将该浮标列入黑名单。

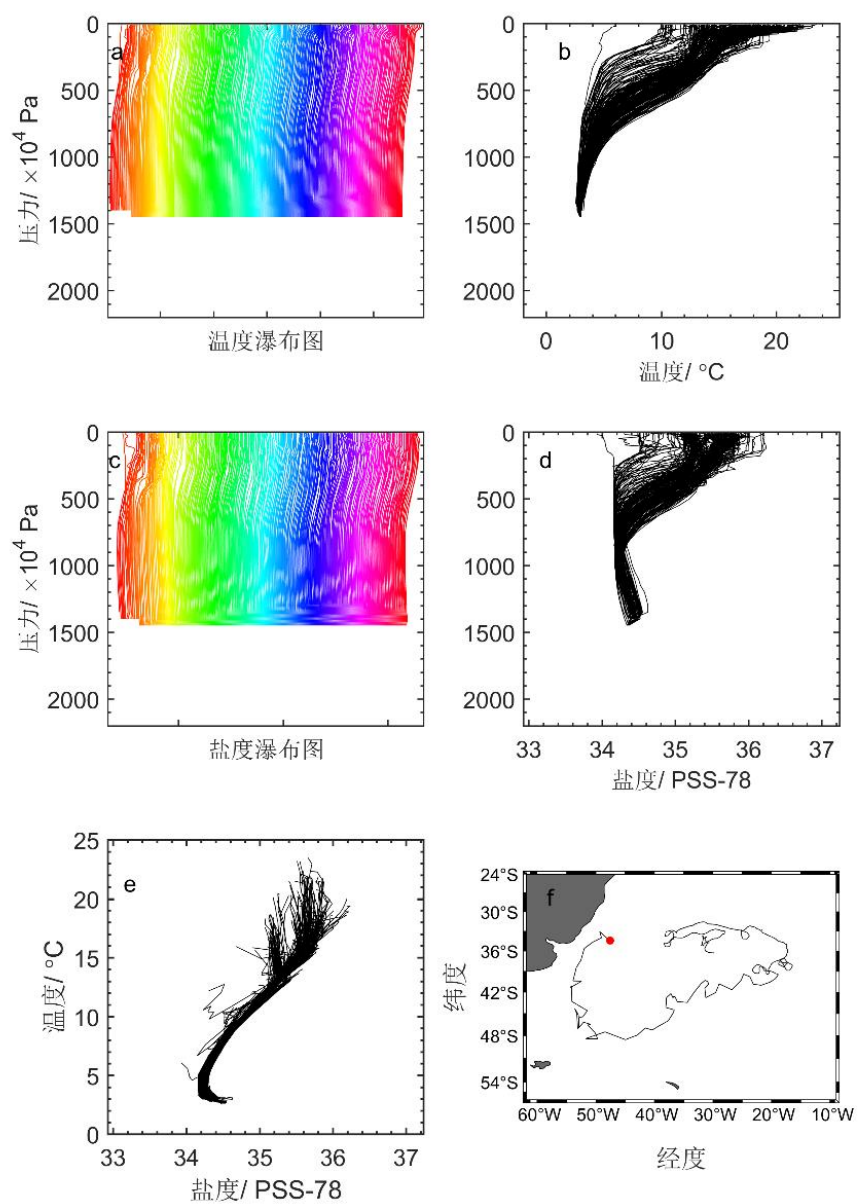


图 3.1 1900243 号浮标

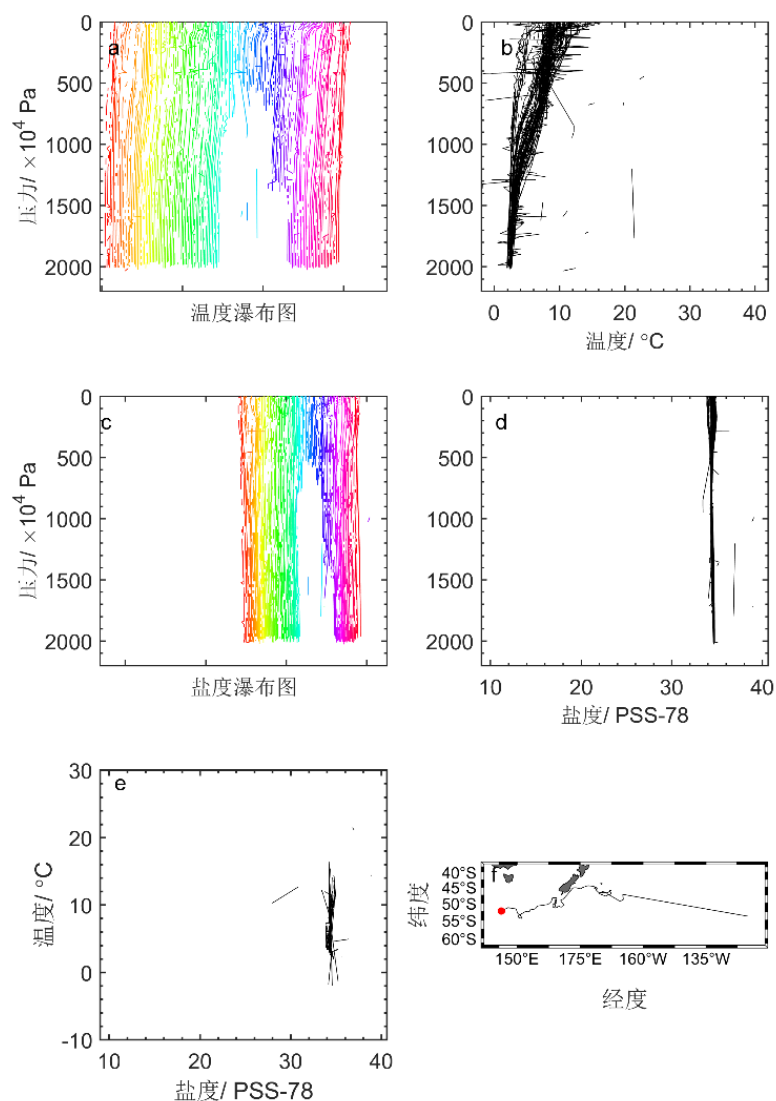


图 3.2 7900119 号浮标

2、温度或盐度剖面底部异常

图 3.3 呈现的 6900913 号浮标处于北大西洋海域，其盐度在底部（1500 dbar 以深）出现很多异常偏大值，但并不是所有剖面都存在这种情况。尽管产生的原因不是十分清楚，但显然不是自然现象所致，需要对这些异常数据的质控标记做修改处理。可以通过编写 MATLAB 脚本并结合设定的阈值（如 1500 dbar 以下相邻层次盐度偏差大于 0.035），来准确寻找这些存在盐度异常的文件，并将对应的盐度数据质量控制标记修改为“4”。

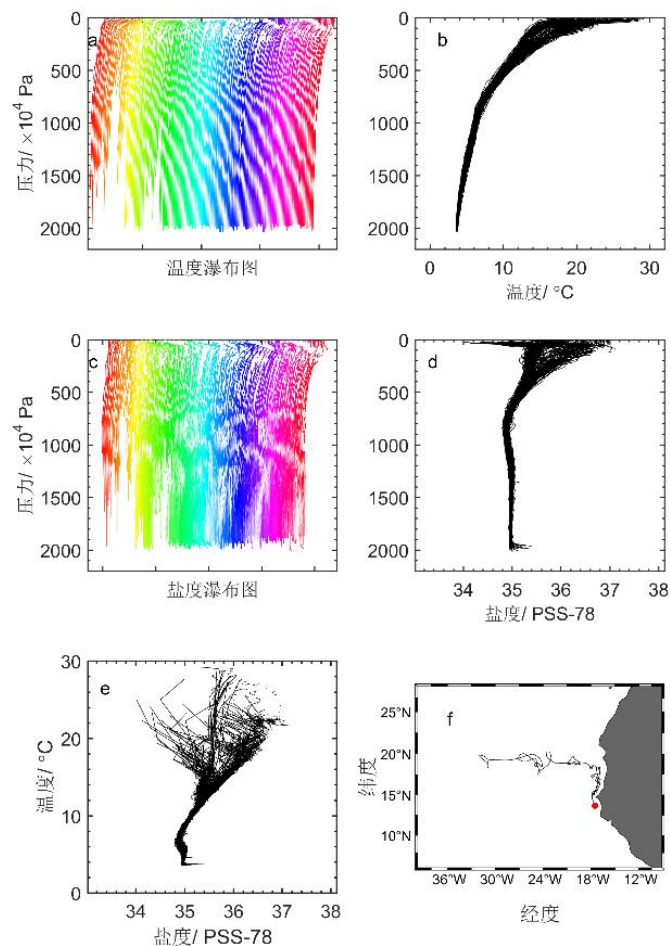


图 3.3 6900913 号浮标

3、盐度漂移或偏移

Argo 资料中存在盐度漂移或偏移现象也十分普遍，一般发生在海上工作较长（约 3 年以上）浮标的观测剖面中，通常由电导率传感器的电子元器件老化或者受到海水腐蚀、生物附着所致。图 3.4 所示的 2901633 号浮标处于北太平洋海域，通过盐度剖面可以明显看到，盐度值整体存在偏移误差，因此将所有剖面的盐度数据质控标记修改为“3”。对存在盐度漂移的浮标，若日后对其进行盐度校正的话，可以得到较理想结果。还有一些浮标的部分盐度剖面出现漂移的情况，这个时候需要将出现漂移的剖面挑选出来，然后对其质量控制标记进行修改。

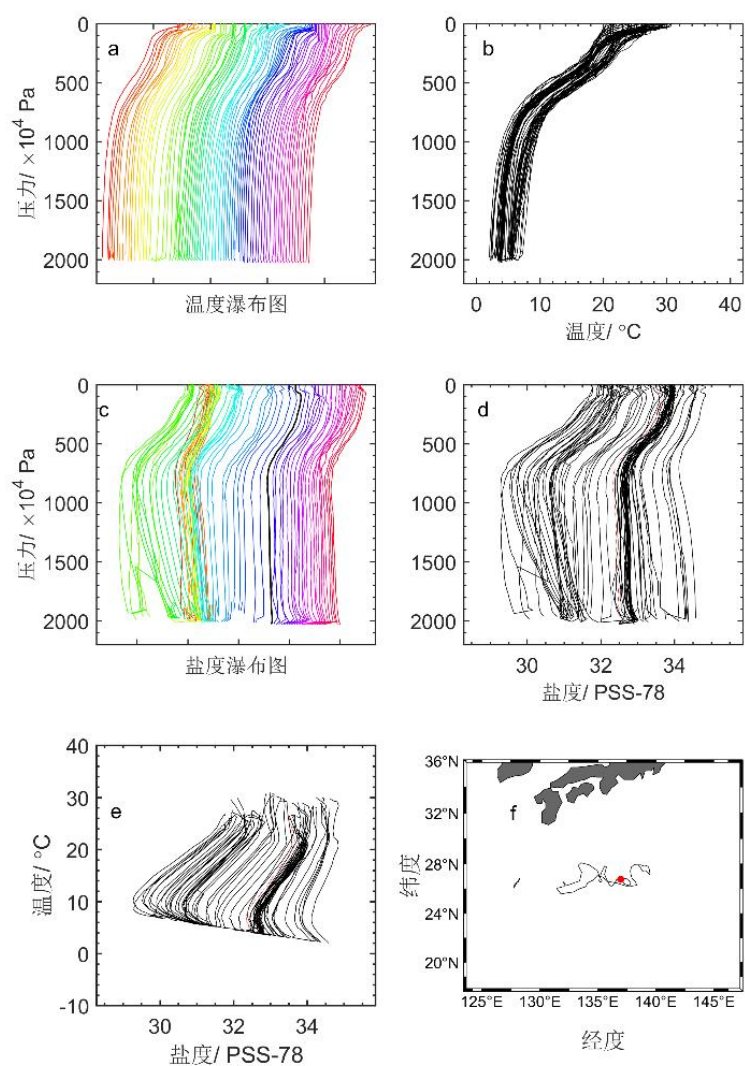


图 3.4 2901633 号浮标

4、温度或盐度毛刺

从图 3.5 显示的 4900119 和 2902394 号浮标的温盐度垂向分布图中不难发现，4900119 号浮标的温度和 2902394 号浮标的盐度存在明显的毛刺，这可能是由传感器电子元器件受干扰或卫星误码等原因造成的。需要通过 MATLAB 脚本来准确查找到存在毛刺的数据文件，并将出现毛刺的温度或盐度值标记为“4”。

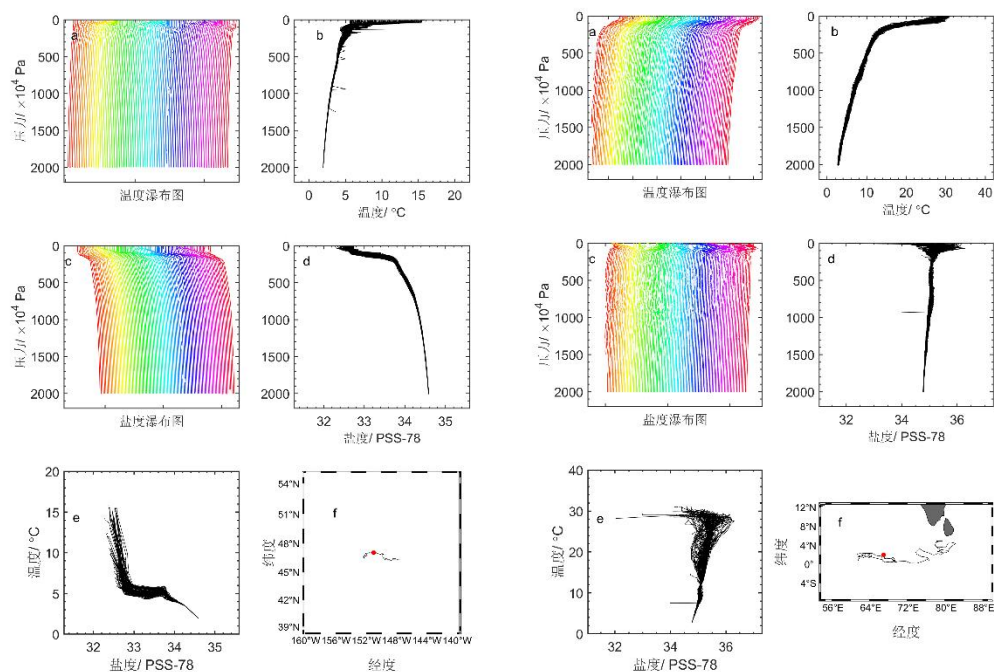


图 3.5 4900119（左）和 2902394 号浮标（右）

5、卫星定位异常

图 3.6 给出的 1900553 号浮标位于赤道大西洋海域。其浮标观测的温、盐度剖面数据均十分正常，只有在漂移轨迹上发现了一个定位异常，显然该位置（0.62°W，1.73°N）与前后两个点比较存在明显错误，需要用线性插值方法来估算该剖面处的定位值，并将该插值得到的经、纬度重新写入文件，然后将位置信息的质量控制标记更改为‘8’，插值结果如图 3.7 所示。但若遇到第 1 条剖面或最后 1 条剖面处出现定位异常，由于目前还没有找到理想的外推方法，暂时只能将错误经、纬度用缺省值代替，分别为-999.999 和-999.999。

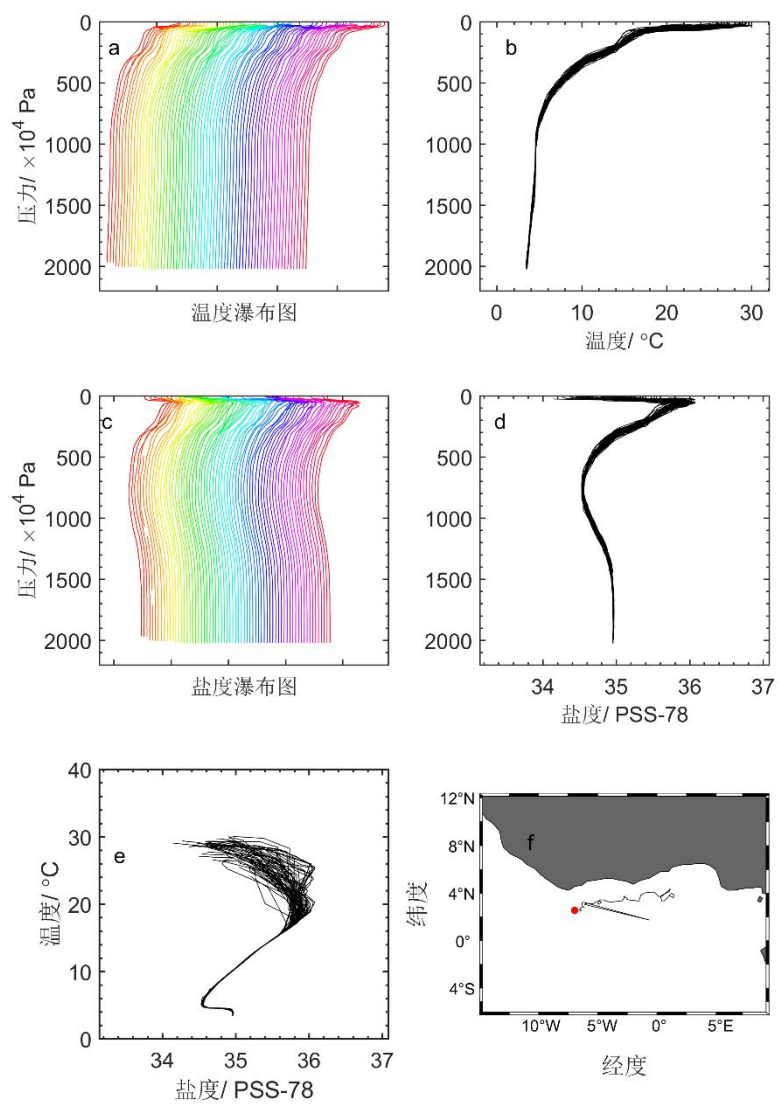


图 3.6 1900553 号浮标

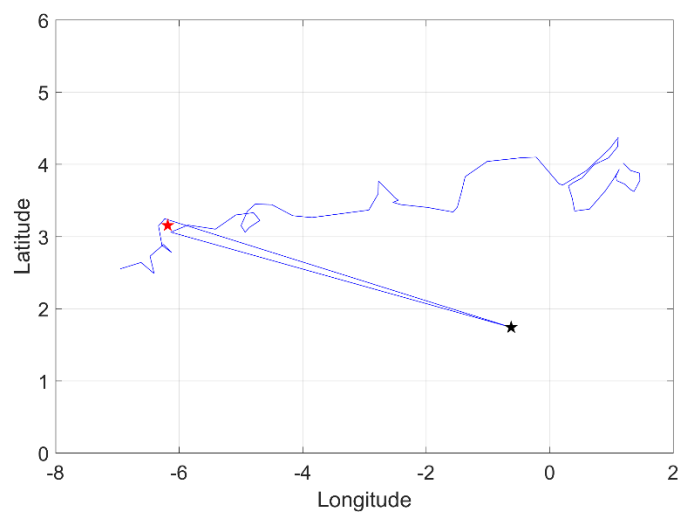


图 3.7 1900553 号浮标漂移轨迹插值结果

★表示插值后定位，★表示插值前定位。

6、极地冰区日期和位置异常

为了对极地的海水特征及其变化进行研究，国际 Argo 计划在两极也布放了一些配备避冰算法的浮标来获取数据。具备避冰算法的浮标会在上浮过程中检测上混合层的海水温度是否低于某个阈值，若低于该阈值，浮标会认为海面有冰覆盖，会控制浮标不继续上浮，而是将观测数据储存在浮标内存中，待下一次检测到海面无冰覆盖时再上浮至海面发送全部数据，并进行定位。也就是说，当有冰覆盖时，浮标观测的剖面没有卫星定位信息，通常由各 Argo 资料中心利用插值方法获取。

在 CARDC 处理这些位于极地季节性冰覆盖区的浮标数据时，发现位置信息出现问题的浮标较多（如图 3.8），其质量控制标记为 8，说明该浮标所属国家 Argo 资料中心已经对其进行过插值，但是插值的结果不是很理想，需要进一步的检查。

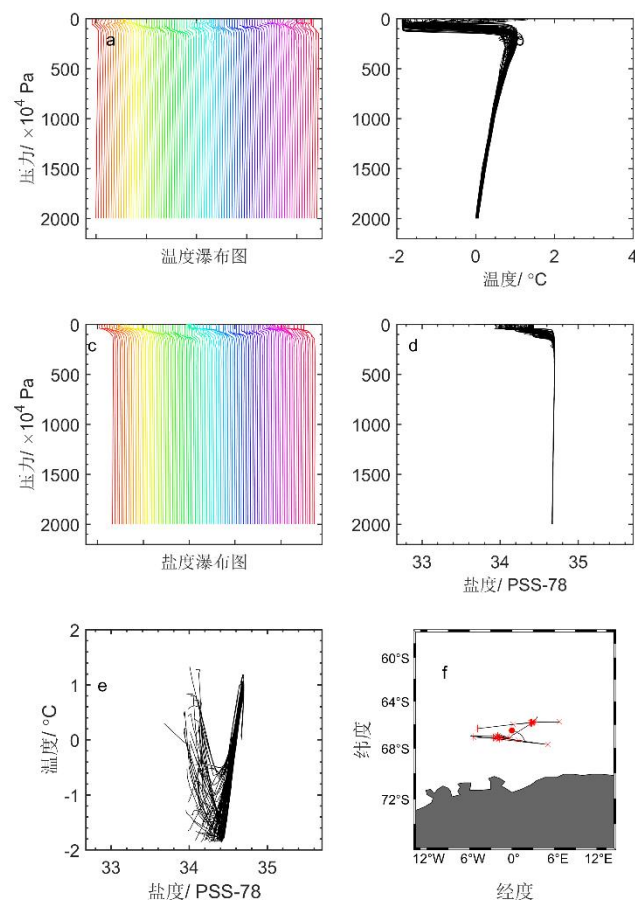


图 3.8 7900385 号浮标

考虑到插值的时候用到了时间信息，我们将此浮标的日期信息进行提取之后找到了问题所在。表 2 所示为浮标的部分时间信息，第一列表示浮标剖面序号，

第二列表示剖面观测日期，第三列表示儒略日，第四列表示儒略日差（后一个剖面儒略日减去前一个剖面儒略日）。一般来说浮标的循环周期是 1~10 天，也就是说儒略日差的范围应在 1~10 天左右，至少应是正值，但是表 2 显示，该浮标从第 15 条剖面开始，儒略日差出现了异常（负值及极大值），这肯定是有问题的，很可能是资料中心在解码时错误地将数据发送时间当作剖面观测时间，而这个浮标自 2013 年 4 月 4 日起处于冰覆盖区，直至 2014 年 1 月 29 日才上浮至海面发送完全部存储的数据。这个问题怎么解决仍待讨论，目前对于这部分浮标我们将其时间信息和位置信息的质量控制标记都更改为‘4’，温盐深数据未作改动。

表 3 7900385 浮标时间信息

剖面号	日期	日期序列值	日期序列值差
1	2012/12/17	735220.1056	0
2	2012/12/19	735222.8535	2.7479
3	2012/12/22	735225.8518	2.9983
4	2012/12/25	735228.8527	3.0009
5	2013/1/4	735238.8535	10.0008
6	2013/1/14	735248.8541	10.0006
7	2013/1/24	735258.8542	10.0001
8	2013/2/3	735268.8577	10.0035
9	2013/2/13	735278.85	9.9923
10	2013/2/23	735288.8552	10.0052
11	2013/3/5	735298.8555	10.0003
12	2013/3/15	735308.8558	10.0003
13	2013/3/25	735318.86	10.0042
14	2013/4/4	735328.8632	10.0032
15	2014/1/29	735628.8833	300.0201
16	2014/1/29	735628.8789	-0.0044
17	2014/1/29	735628.8731	-0.0058
18	2014/1/29	735628.8683	-0.0048
19	2014/1/29	735628.8598	-0.0085
20	2014/1/29	735628.8577	-0.0021
21	2014/1/19	735618.908	-9.9497
22	2014/1/19	735618.9012	-0.0068
23	2014/1/19	735618.8953	-0.0059
24	2014/1/19	735618.8925	-0.0028
25	2014/1/19	735618.8855	-0.007
26	2014/1/19	735618.8822	-0.0033
27	2014/1/19	735618.8739	-0.0083
28	2014/1/19	735618.8697	-0.0042
29	2014/1/19	735618.8638	-0.0059
30	2014/1/19	735618.8604	-0.0034
31	2014/1/19	735618.854	-0.0064
32	2014/1/9	735608.9019	-9.9521
33	2014/1/9	735608.8955	-0.0064
34	2014/1/9	735608.8928	-0.0027
35	2014/1/9	735608.885	-0.0078
36	2014/1/9	735608.8799	-0.0051
37	2014/1/9	735608.8761	-0.0038

38	2014/1/9	735608.8702	-0.0059
39	2014/1/9	735608.8648	-0.0054
40	2014/1/9	735608.8564	-0.0084
41	2014/1/9	735608.8531	-0.0033
42	2014/1/9	735608.8451	-0.008
43	2014/1/19	735618.8469	10.0018
44	2014/1/29	735628.8486	10.0017
45	2014/2/8	735638.8525	10.0039
46	2014/2/18	735648.851	9.9985

7、其他异常问题

有些浮标还会因电导率传感器故障而导致盐度测量值全部存在错误，并已被浮标所属 Argo 资料中心标记为“3”或“4”，但温度剖面还是可以利用的（图 3.9）；还有些浮标的温盐度剖面数少于 5 个的，这些浮标或许还只是刚刚布放的，若能得到确认的话，对这些剖面数据还是可以利用的，但也有的可能是遇到了技术故障，对这些剖面就不建议使用。

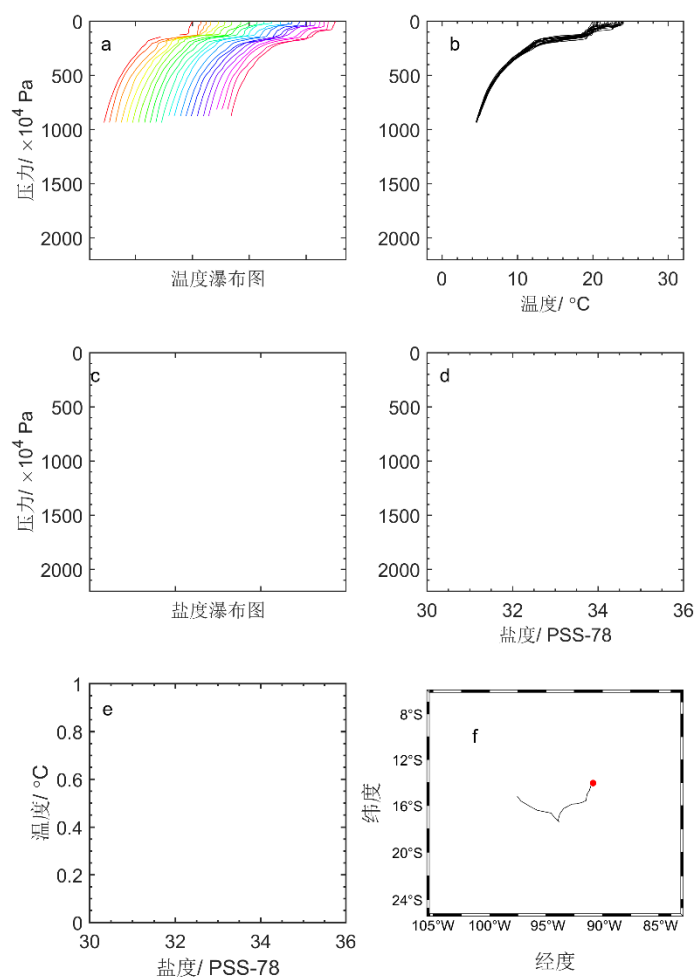


图 3.9 3900063 号浮标

特别需要指出的是，Argo 资料中绝大多数的观测剖面（占 79%）最大观测深度都会在 2000 dbar 附近，但也有的剖面深度小于 1500 dbar（约占 11%）或者 1000 dbar（约占 7%），甚至浅于 500 dbar（约占 1%）。当然，还有一部分浮标为了节省电池能耗，其剖面观测深度会在 2000 dbar 与 1000 dbar 或者 500 dbar 间交替进行，即测量几个浅水剖面后再测量一个深水剖面（图 3.10），如此循环往复，但又全程掌控传感器的测量精度。这样的测量过程可以说是对常规自动剖面浮标观测方式的一种创新，而且对温、盐度变化（在 T-S 图上表现为底部的曲线收敛）不是十分明显的海区，剖面观测深度选取 1500 或者 1000 dbar 也许无可厚非（如图 3.10），但若在 T-S 图上发现底部的曲线呈发散状（图 3.11），那么对这样的剖面数据就难以进行质量控制了，也就无法正确评估观测结果的好坏。至于观测剖面浅于 500dbar 深度的数据，除非有证据表明资料质量可靠，否则 CARDC 郑重建议“不要轻易使用”。

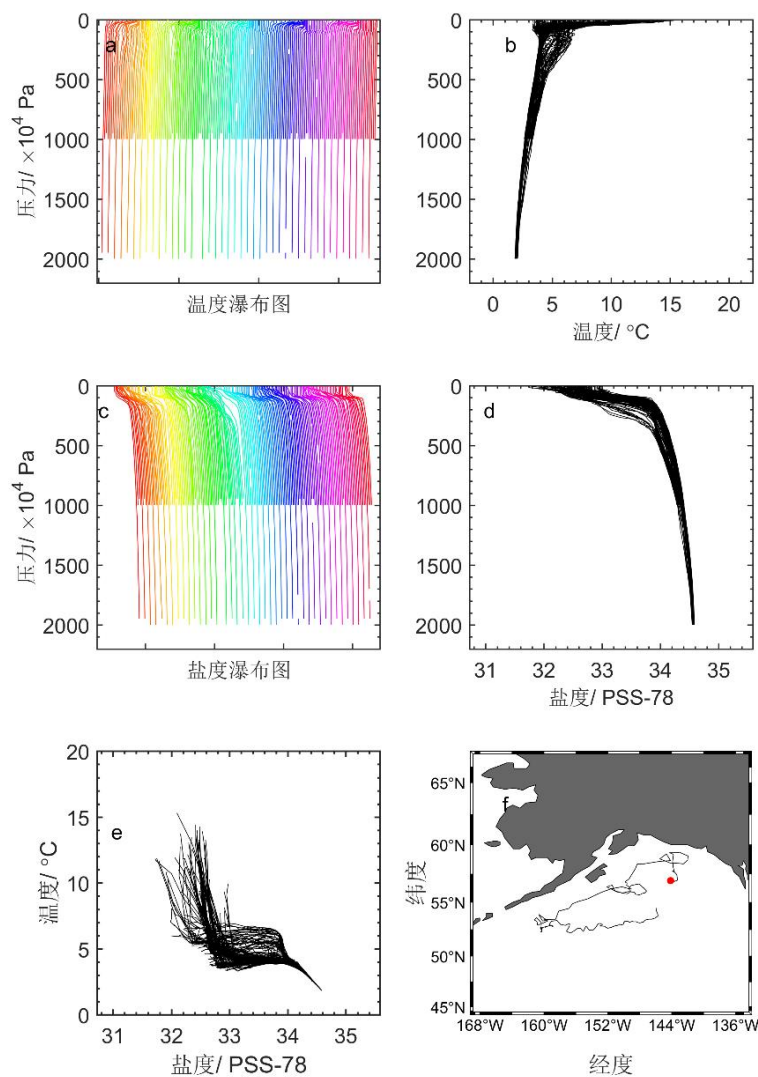


图 3.10 49070 号浮标

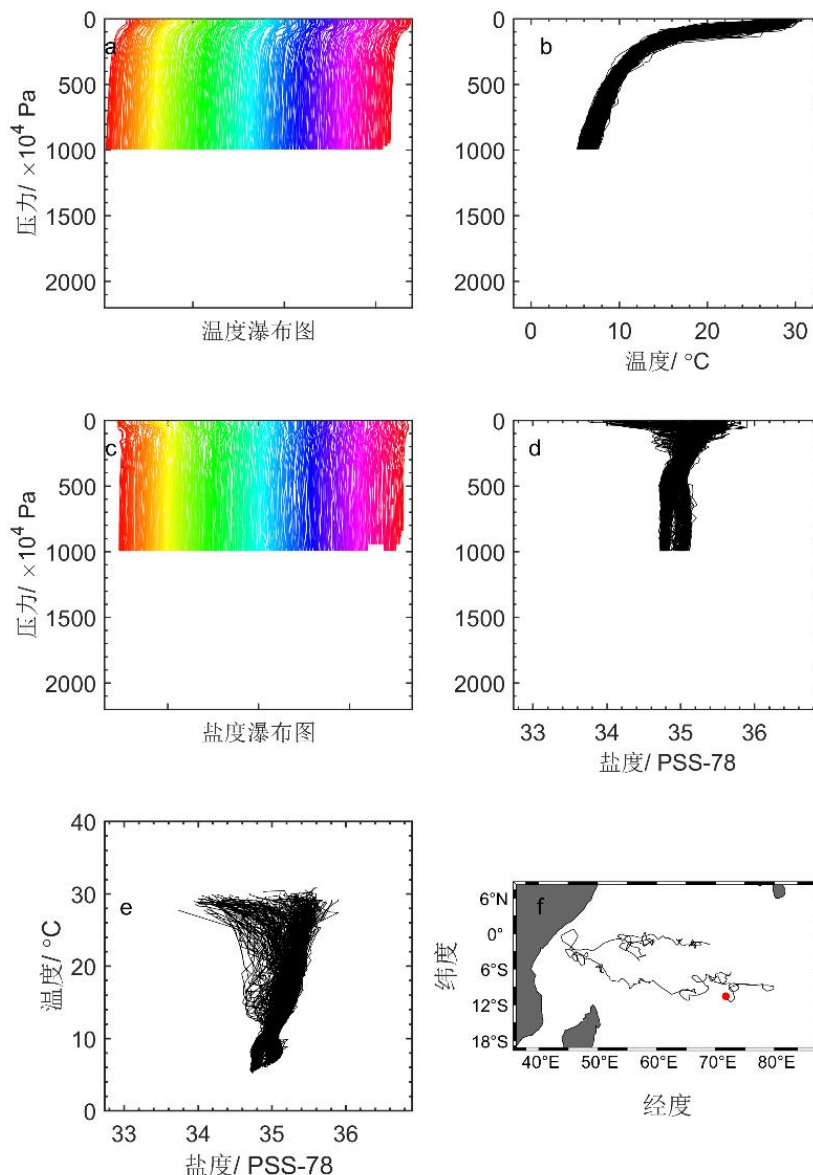


图 3.11 1900056 号浮标

此外，还有一些问题浮标，如 1000dbar 以上温盐度数据缺测，显然是由浮标运行或CTD采样设置错误等原因所致。对下载的Argo资料中存在这类问题的，建议直接做删除处理。

最终，新版的《全球海洋Argo散点资料集(V3.0)》(1997-2018)，从GDAC下载的剖面数量累计203万余条，经CARDC质量再控制后保留的剖面总数为191万余条，约占全部剖面总量的94.1%（不考虑质量标记）。

四、新版资料集数据格式及使用说明

1、数据格式

(1) 核心Argo剖面数据文件

目前的观测要素包括海水压力、温度和盐度。包含所有这些观测要素的数据格式如图4.1所示：

*SoftWare Version 3.0 2018/12/27

*HEADER

PLATFORM NUMBER

:1901003

CYCLE NUMBER

:002

DATE CREATION

:20160427191147

DATE UPDATE

:20180620111553

PROJECT NAME

:US ARGO PROJECT

PI NAME

:MAURICIO M. MATA

INSTRUMENT TYPE

:SOLO_W

FLOAT SERIAL NO

:945

FIRMWARE VERSION

:1.20

WMO INSTRUMENT TYPE

:851

TRANSMISSION SYSTEM

:IRIDIUM

POSITIONING SYSTEM

:GPS

SAMPLE DIRECTION

:A(A=Ascend; D=Descend)

DATA MODE

:D(R=Real Time; D=Delayed Mode; A=Real Time Adjusted)

JULIAN DAY

:21911.3890 (days since 1950-01-01 00:00:00 UTC)

DATE

:2009-12-28

QC FLAG FOR DATE

:1

*LOCATION

LATITUDE

: -20.131

LONGITUDE

: -8.291

QC FLAG FOR LOCATION

:1

*FILE

COLUMN 1

:Pressure (dbar)

F7.1

COLUMN 2

:Corrected Pressure (dbar)

F7.1

COLUMN 3

:Quality on Pressure

I3

COLUMN 4

:Temperature (degree_Celsius)

F9.3

COLUMN 5

:Corrected Temperature (degree_Celsius)

F9.3

COLUMN 6

:Quality on Temperature

I3

COLUMN 7

:Salinity (PSU)

F9.3

COLUMN 8

:Corrected Salinity (PSU)

F9.3

COLUMN 9

:Quality on Salinity

I3

=====

2.0

2.0

1

24.419

24.419

1

36.567

36.567

1

4.0

4.0

1

24.417

24.417

1

36.566

36.566

1

6.0

6.0

1

24.408

24.408

1

36.566

36.566

1

8.0

8.0

1

24.404

24.404

1

36.564

36.565

1

10.0

10.0

1

24.393

24.393

1

36.562

36.565

1

12.0

12.0

1

24.335

24.335

1

36.558

36.567

1

14.0

14.0

1

24.090

24.090

1

36.552

36.560

1

16.0

16.0

1

23.863

23.863

1

36.545

36.546

1

18.0

18.0

1

23.832

23.832

1

36.542

36.543

1

20.0

20.0

1

23.796

23.796

1

36.537

36.539

1

图4.1 浮标数据展示图

剖面数据文件记录的该浮标技术参数分为3个主要部分，并以“SoftWare Version”（软件版本号和创建日期）开头，以列出的该剖面全部数据行结束。3个主要部分的内容包括：

1) 表头信息 (*HEADER)

PLATFORM NUMBER为世界气象组织（WMO）分配的编号；

CYCLE NUMBER为剖面序列号，参考图4.2；

DATE CREATION为国家Argo资料中心创建剖面文件的日期和时间（格式为年月日时分秒）；

PROJECT NAME为浮标所属项目名称；

PI NAME为浮标所属负责人名字；

INSTRUMENT TYPE为浮标所属类型（表3）；

FLOAT SERIAL NO为浮标的序列号，由浮标生厂商设定；

FIRMWARE VERSION为浮标固件版本编号；

WMO INSTRUMENT TYPE为WMO分配给浮标的类型编号（表4）；

TRANSMISSION SYSTEM为浮标使用的通讯系统（表8）

POSITIONING SYSTEM为浮标使用的卫星定位系统（表5）；

SAMPLING DIRECTION为剖面测量方向（A：上升时测量；D：下潜时测量）；

DATA MODE为剖面的数据模式（表6）；

JULIAN DAY为剖面观测的儒略日（自1950年1月1日 00:00:00算起）；

DATE为剖面观测的日期（格式为年-月-日）；

QC FLAG FOR DATE为日期的质量控制标记。

2）位置信息（*LOCATION）

LATITUDE为浮标观测的剖面纬度（范围为-90~90，缺省值为-999.999）；

LONGITUDE为浮标观测的剖面经度（范围为-180~180，缺省值为-999.999）。

3）文件格式（*FILE）

含有9列，各列内容为：

Pressure (dbar)：压力，单位为分巴；

Corrected Pressure (dbar)：校正压力，单位为分巴；

Quality on Pressure：压力质量标记；

Temperature (degree_Celsius)：海水温度，单位为摄氏度；

Corrected Temperature (degree_Celsius)：海水温度校正值，单位为摄氏度；

Quality on Temperature：温度质量标记；

Salinity (PSU)：海水盐度，单位为PSU；

Corrected Salinity (PSU)：海水盐度校正值，单位为PSU；

Quality on Salinity：盐度质量标记；

紧跟其后的是浮标观测的剖面数据。数据列中的-999.9代表压力缺省值，而温度和盐度的缺省值则用-99.999表示。有些浮标是没有携带电导率传感器的，也就不存在盐度值，本资料集统一将此部分浮标的盐度值设置为-99.999，并将质量控制标记设定为'9'。

(2) 生物地球化学Argo剖面数据文件

收集的观测要素包括溶解氧（doxy）、叶绿素（chla）、颗粒物后向散射系数（bbp）、黄色物质（cdom）、辐照度（irra）、硝酸盐（nitr）和pH值（ph）。每种要素的观测数据单独存放到一个文件中，其表头和位置信息的格式与核心Argo数据文件相同，区别在于文件格式，缺省值均以-999.9代替。

溶解氧

共9列，各列分别为：

Pressure (dbar): 压力，单位为分巴；

Corrected Pressure (dbar): 校正压力，单位为分巴；

Quality on Pressure: 压力质量标记；

TEMP_DOXY (degree_Celsius): 溶解氧传感器测量的温度，单位为摄氏度；

Corrected TEMP_DOXY (degree_Celsius): 溶解氧传感器测量温度校正值；

Quality on TEMP_DOXY: 溶解氧传感器测量温度质量标记；

Dissolved Oxygen (micromole/kg): 溶解氧浓度，单位为微摩尔/千克；

Corrected Dissolved Oxygen (micromole/kg): 溶解氧浓度校正值；

Quality on dissolved Oxygen: 溶解氧浓度质量标记；

叶绿素

共6列，分别为：

Pressure (dbar): 压力，单位为分巴；

Corrected Pressure (dbar): 校正压力，单位为分巴；

Quality on Pressure: 压力质量标记；

Chlorophyll-a (mg/m³): 叶绿素a浓度，单位为毫克/立方米；

Corrected Chlorophyll-a (mg/m³): 叶绿素a浓度校正值；

Quality on Chlorophyll-a: 叶绿素a浓度质量标记；

颗粒物后向散射系数

共15列，分别为：

Pressure (dbar): 压力，单位为分巴；

Corrected Pressure (dbar): 校正压力，单位为分巴；

Quality on Pressure: 压力质量标记;
Backscattering (m^{-1}): (未知波段) 后向散射系数, 单位为 m^{-1} ;
Corrected Backscattering (m^{-1}): (未知波段) 后向散射系数校正值;
Quality on Backscattering: (未知波段) 后向散射系数质量标记;
Backscattering470 (m^{-1}): 470nm后向散射系数, 单位为 m^{-1} ;
Corrected Backscattering470 (m^{-1}): 470nm后向散射系数校正值;
Quality on Backscattering470: 470nm后向散射系数质量标记;
Backscattering532 (m^{-1}): 532nm后向散射系数, 单位为 m^{-1} ;
Corrected Backscattering532 (m^{-1}): 532nm后向散射系数校正值;
Quality on Backscattering532: 532nm后向散射系数质量标记;
Backscattering700 (m^{-1}): 700nm后向散射系数, 单位为 m^{-1} ;
Corrected Backscattering700 (m^{-1}): 700nm后向散射系数校正值;
Quality on Backscattering700: 700nm后向散射系数质量标记;

黄色物质

共6列, 分别为:

Pressure (dbar): 压力, 单位为分巴;
Corrected Pressure (dbar): 校正压力, 单位为分巴;
Quality on Pressure: 压力质量标记;
CDOM (ppb): 黄色物质浓度, 单位为ppb;
Corrected CDOM (ppb): 黄色物质浓度校正值;
Quality on CDOM: 黄色物质浓度质量标记;

辐照度

共15列, 分别为:

Pressure (dbar): 压力, 单位为分巴;
Corrected Pressure (dbar): 校正压力, 单位为分巴;
Quality on Pressure: 压力质量标记;
Down Irradiance412 ($W/m^2/nm$): 412nm下行辐照度, 单位为瓦/平方米/纳米;
Corrected Down Irradiance412 ($W/m^2/nm$): 412nm下行辐照度校正值;
Quality on Down Irradiance412: 412nm下行辐照度质量标记;
Down Irradiance443 ($W/m^2/nm$): 443nm下行辐照度, 单位为瓦/平方米/纳米;
Corrected Down Irradiance443 ($W/m^2/nm$): 443nm下行辐照度校正值;
Quality on Down Irradiance443: 443nm下行辐照度质量标记;

Down Irradiance490 ($\text{W/m}^2/\text{nm}$): 490nm下行辐照度, 单位为瓦/平方米/纳米;

Corrected Down Irradiance490 ($\text{W/m}^2/\text{nm}$): 490nm下行辐照度校正值;

Quality on Down Irradiance490: 490nm下行辐照度质量标记;

PAR ($\text{microMoleQuanta/m}^2/\text{sec}$): 光合有效辐射, 单位为微摩尔光量子/平方米/秒;

Corrected PAR ($\text{microMoleQuanta/m}^2/\text{sec}$): 光合有效辐射校正值;

Quality on PAR: 光合有效辐射质量标记;

硝酸盐

共6列, 分别为:

Pressure (dbar): 压力, 单位为分巴;

Corrected Pressure (dbar): 校正压力, 单位为分巴;

Quality on Pressure: 压力质量标记;

Nitrate (micromole/kg): 硝酸盐浓度, 单位为(微摩尔/千克);

Corrected Nitrate (micromole/kg): 硝酸盐浓度校正值;

Quality on Nitrate: 硝酸盐浓度质量标记;

pH值

共6列, 分别为:

Pressure (dbar): 压力, 单位为分巴;

Corrected Pressure (dbar): 校正压力, 单位为分巴;

Quality on Pressure: 压力质量标记;

PH in situ total: pH值, 无单位;

Corrected PH in situ total: pH值校正值;

Quality on PH in situ total: pH值质量标记;

表 4 浮标类型

浮标类型	WMO 仪器 类型编号	生产商	备 注
PALACE	831	WRC	Webb Research Corporation – first Argo float model from them
APEX	845 846 847	WRC/TWR	Webb Research Corporation/Teledyne Webb APEX float
APEX_EM	848	WRC/TWR	Webb Research Corporation/Teledyne Webb APEX ElectroMagnetic float (measures velocity and mixing)
APEX_D	849	TWR	Teledyne Webb deep profiling APEX float
APEX_C	?		
PROVOR_M T	840 841 842	METOCEAN	Metocean PROVOR float
PROVOR	840 841 842	MARTEC KANNAD NKE	PROVOR float sold by MARTEC or NKE
ARVOR	844	NKE	NKE ARVOR float
PROVOR_II	839	NKE	NKE dual board PROVOR float
PROVOR_III	?	NKE	NKE dual board PROVOR float new generation
ARVOR_C	837	NKE	Coastal ARVOR float
ARVOR_D	838	NKE	Deep profiling NKE ARVOR float
SOLO	850 851 852	SIO_IDG	Scripps Institution of Oceanography – Instrument Development Group SOLO float
SOLO_W	850 851 852	WHOI	Woods Hole Oceanographic Institute SOLO float
SOLO_II	853	SIO_IDG	Scripps Institution of Oceanography – Instrument Development Group SOLO-II float
S2A	854	MRV	MRV SOLOII float
SOLO_D	862	SIO_IDG	Scripps Institution of Oceanography – Instrument Development Group deep SOLO float
NINJA	855 856 857 858	TSK	TSK NINJA float
NINJA_D	864	TSK	TSK NINJA deep float
NEMO	859 860 861	OPTIMARE	OPTIMARE NEMO float
NAVIS_A	863	SBE	Seabird NAVIS float
NOVA	865	METOCEAN	METOCEAN NOVA float
ALAMO	?	MRV	WHOI new float
ITP	901	WHOI	Ice Tethered Profiler (with modified WHOI moored profiler driven by a traction drive unit)
POPS_PROV OR	843	METOCEAN (NKE)	Polar Ocean Profiling System (with PROVOR CTS-3 float)
POPS_NEMO	843	OPTIMARE	Polar Ocean Profiling System (with NEMO float)
HM2000	870	HSOE	Qingdao Hisun Ocean Equipment Corporation Limited
FLOAT	?		Generic value when unknown

表5 WMO分配浮标设备类型编号

编号	浮标类型
831	P-Alace float
837	Arvor-C float
838	Arvor-D float
839	Provor-II float
840	Provor, no conductivity
841	Provor, Seabird conductivity sensor
842	Provor, FSI conductivity sensor
843	POPS ice Buoy/Float
844	Arvor, Seabird conductivity sensor
845	Webb Research, no conductivity
846	Webb Research, Seabird sensor
847	Webb Research, FSI sensor
848	Apex-EM float
849	Apex-D deep float
850	Solo, no conductivity
851	Solo, Seabird conductivity sensor
852	Solo, FSI conductivity sensor
853	Solo2, Seabird conductivity sensor
854	S2A float
855	Ninja, no conductivity sensor
856	Ninja, SBE conductivity sensor
857	Ninja, FSI conductivity sensor
858	Ninja, TSK conductivity sensor
859	Profiling Float, NEMO, no conductivity
860	Profiling Float, NEMO, SBE conductivity sensor
861	Profiling Float, NEMO, FSI conductivity sensor
862	Solo-D deep float
863	Navis-A Float
864	Ninja-D deep float
865	Nova float
870	HM2000 float

表6 卫星定位/通讯系统类型

名 称	描 述
ARGOS	ARGOS positioning system
GPS	GPS positioning system
RAFOS	RAFOS positioning system
IRIDIUM	Iridium positioning system
BEIDOU	BeiDou positioning system

表7 数据模式

字母代码	描 述
R	实时质量控制
A	实时校正
D	延时模式质量控制

表8 质量控制标记

标 记	含 义
0	没进行质量控制
1	好
2	有可能好
3	有可能被校正的坏数据
4	坏数据
8	插值后的数据
9	缺失的数据

注：强烈建议使用质量控制标记为1的数据

表9 卫星传输系统类型

名 称	描 述
ARGOS	Argos transmission system
IRIDIUM	Iridium transmission system
ORBCOMM	Orbcomm transmission system
BEIDOU	BeiDou transmission system

表10 浮标生产商

代 码	备 注
MARTEC	Martec
METOCEAN	MetOcean
MRV	MRV Systems
NKE	NKE Instrumentation
OPTIMARE	Optimare
SBE	Seabird
SIO_IDG	Scripps Institution of Oceanography – Instrument Development Group
TSK	Tsurumi-Seiki Co., Ltd.
TWR	Teledyne Webb Research (formerly Webb Research Corporation)
WHOI	Woods Hole Oceanographic Institution
WRC	Webb Research Corporation
HSOE	Qingdao Hisun Ocean Equipment Corporation Limited

表11 Argo资料中心和研究所代码

缩 写	资料中心或研究所名称
AO	AOML, USA
BO	BODC, United Kingdom
CI	Institute of Ocean Sciences, Canada
CS	CSIRO, Australia
GE	BSH, Germany
GT	GTS : used for data coming from WMO GTS network
HZ	CSIO, China Second Institute of Oceanography
IF	Ifremer, France
IN	INCOIS, India
JA	JMA, Japan
JM	Jamstec, Japan
KM	KMA, Korea
KO	KORDI, Korea
ME	MEDS, Canada
NA	NAVO, USA

NM	NMDIS, China
PM	PMEL, USA
RU	Russia
SI	SIO, Scripps, USA
SP	Spain
UW	University of Washington, USA
VL	Far Eastern Regional Hydrometeorological Research Institute of Vladivostok, Russia
WH	Woods Hole Oceanographic Institution, USA

表12 传感器类型

名 称	说 明
CTD_PRES	压力
CTD_TEMP	温度
CTD_CNDC	电导率
OXYGEN_OPTODE	光学溶解氧
OXYGEN_ELECTROCHEMICAL	电化学溶解氧
NITRATE	硝酸盐
BISULFIDE	二硫化物
PH	pH值
FLUOROESCENCE	荧光计
FLUOROESCENCE_BACKSCATTER	荧光散射计
FLUOROESCENCE_TURBIDITY	荧光浊度计
TRANSMISSOMETER	浊度仪
RADIOMETER	辐射计
OPTICAL	光学
ACOUSTIC	声学
CDOM	CDOM

表13 传感器生产商

代 码	备 注
AANDERAA	挪威安德拉
AMETEK	美国阿美特克
DRUCK	美国德鲁克
FSI	美国Falmouth Scientific Inc
KISTLER	瑞士奇石乐
PAINE	美国Paine
SBE	美国海鸟
SEASCAN	美国SeaSCAN
WETLABS	美国WetLabs
MBARI	蒙特利尔湾水族研究所
SATLANTIC	加拿大Satlantic
JAC	日本JFE有限公司
APL_UW	华盛顿大学APL实验室

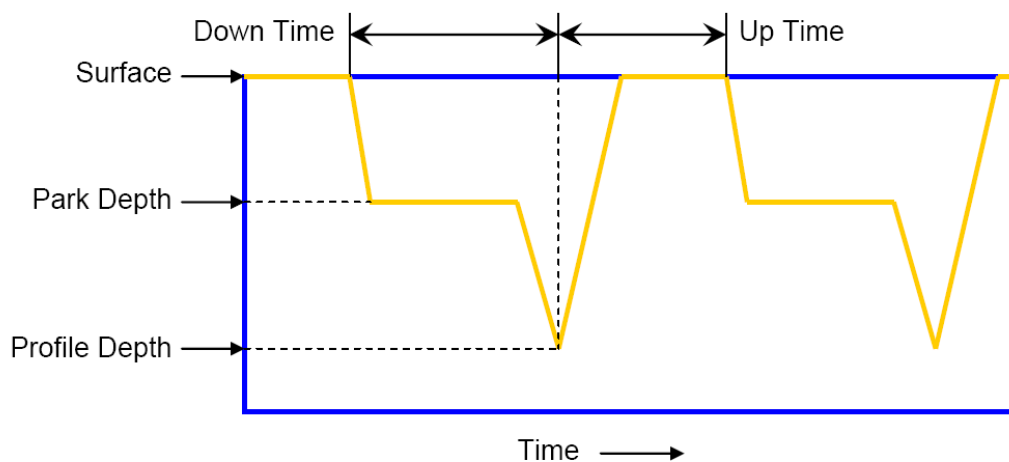


图 4.2 浮标工作任务示意

2、使用说明

读取核心Argo剖面文件可使用CARDC已经为用户准备的MATLAB程序（访问地址为：<ftp://ftp.argo.org.cn/pub/ARGO/global/matlab/>）：

1) read_data_from_single_profile.m，可以用来读取某个剖面文件的数据；

调用方法：`[eng,pos,data] = read_data_from_single_profile (filenm)`，其中filenm包含剖面文件所在路径和文件名；

2) read_data_from_float.m，则用来读取某个浮标所有剖面文件的数据；

调用方法：`[eng,pos,data] = read_data_from_float (data_dir,wmo)`，其中data_dir为剖面文件所在路径，wmo为浮标的WMO编号；

输出结构型变量为：

(i) eng

eng.wmo: 浮标WMO编号；

eng.cycle: 剖面序号；

eng.date_creation: 剖面文件创建日期和时间；

eng.data_update: 剖面文件更新日期和时间；

eng.proj_name: 浮标所属项目名称；

eng.pi_name: 浮标所属负责人名字；

eng.inst_type: 浮标类型；

eng.float_sn: 浮标序列号；

eng.firmware: 浮标固件版本号；

eng.trans_sys: 浮标使用的数据传输系统；

eng.pos_sys: 浮标使用的卫星定位系统;

eng.direction: 剖面采样方向;

eng.data_mode: 剖面数据模式;

(ii) pos

pos.juld: 剖面儒略日;

pos.juld_qc: 剖面日期质量标记;

pos.lat: 剖面纬度;

pos.lon: 剖面经度;

pos.pos_qc: 剖面位置质量标记;

(iii) data

data.pres: 压力值;

data.pres_adj: 校正压力值;

data.pres_qc: 压力质量标记;

data.temp: 温度值;

data.temp_adj: 校正温度值;

data.temp_qc: 温度质量标记;

data.psal: 盐度值;

data.psal_adj: 校正盐度值;

data.psal_qc: 盐度质量标记。

五、后 记

《全球海洋 Argo 散点资料集》自 2002 年公开发布第一张资料光盘以来,已经连续发布 17 年。刚开始的数据光盘仅收集了 2001 年 1 - 12 月和 2002 年 1 - 9 月期间,由国际 Argo 计划成员国在太平洋海域施放的自动剖面浮标测量的温度、盐度和压力(深度)资料;随后收集范围又扩大到了大西洋和印度洋,时间也从 2001 年向前延伸到了 1996 年(2000 年之前的剖面浮标大多为世界海洋环流试验布放)。直到 2003 年前,由 CARDC 分发的全球海洋 Argo 资料集,仅依赖各国 Argo 资料中心所做的粗略质量控制,资料质量难以得到保证;之后, CARDC 着手对收集的 Argo 资料进行质量再控制,剔除了那些有明显质量问题的观测剖面等。同时, GDAC 开始提供 NetCDF 格式的资料文件,对一般用户而言难以读懂,需要专门编写软件转换。为此, CARDC 开始对来自 GDAC 的 Argo 资料进

行格式转换（变成 ASCII 码），方便用户使用；几经努力，从 2004 年 3 月开始，CARDC 对收集的全球海洋上的 Argo 资料和由我国布放的自动剖面浮标观测资料的质量控制工作步入正轨，建立了 Argo 资料质量控制系统，并诞生了首版 V1.1 版 Argo 资料数据格式，直到 2019 年 4 月已升级至 V3.0 版本。详述如下：

1、第一版（V1.1）于 2004 年 3 月发布（刘增宏，2004）：该资料集收集了自 1996 年 1 月至 2003 年 12 月期间，由国际 Argo 计划成员国布放在全球海洋中的所有自动剖面浮标观测资料。资料集分为三个洋区，即大西洋、印度洋和太平洋，共计 1403 个浮标观测的 47,979 条剖面。所有资料均经过了直观检验，已无明显的错误。其后，又分别于 2004 年 10 月和 2006 年 6 月进行了数据更新。

2、第二版（V1.2）于 2007 年 6 月发布（刘增宏，2007）：在第一版的基础上，增加了剖面数据的模式、溶解氧观测资料（少量浮标装有溶解氧传感器）及所有观测资料质量标记等；同时，资料集时间范围延长至 2007 年 4 月；其后，又分别于 2008 年 6 月、2012 年 9 月、2012 年 11 月、2013 年 6 月、2013 年 11 月、2015 年 1 月和 6 月进行了数据更新。

3、第三版（V2.1）于 2016 年 12 月发布（刘增宏，2016）：在第二版的基础上，增加了叶绿素 a 和硝酸盐观测数据，同时还增加了多深度轴的剖面数据。资料质量再控制程序进一步改进，由于 GDAC 将 1996 年的浮标（只携带温度传感器）资料从其服务器移除，所以该版本的数据时间范围为 1997 年 7 月-2016 年 9 月；其后，又分别于 2017 年 4 月和 8 月进行了数据更新，并采用了更为严格的质量再控制操作过程，其中 2017 年 8 月制作的资料集，又将 1996 年的浮标资料收集到该资料集中。

4、第四版（V3.0）于 2019 年 4 月发布：新 3.0 版全球海洋 Argo 散点资料集，相比旧版本最大的改动是，新版数据将核心（core，即海水温度和盐度）Argo 和生物地球化学（BGC，即溶解氧、叶绿素、颗粒物后向散射系数、黄色物质、辐照度、硝酸盐和 pH 等要素）Argo 剖面资料进行分离，这样既方便那些仅需要温、盐度资料的用户读取数据文件，也将极大地方便用户查找需要的生物地球化学观测要素。

六、参考文献

Thierry Carval, Bob Keeley, Yasushi Takatsuki, Takashi Yoshida, Stephen Loch, Claudia Schmid, Roger Goldsmith, Annie Wong, Rebecca McCreadie, Ann Thresher, Anh Tran (2014). Argo User's manual. <http://dx.doi.org/10.13155/29825>.

Argo data management team (2017). Argo User's manual. <http://dx.doi.org/10.13155/29825>.

Annie Wong, Robert Keeley, Thierry Carval and the Argo Data Management Team (2018). Argo Quality Control Manual For CTD and Trajectory Data. <http://dx.doi.org/10.13155/33951>.

Catherine Schmechtig, Virginie Thierry and the Bio Argo Team (2015). Argo Quality Control Manual For Biogeochemical Data. <http://dx.doi.org/10.13155/40879>.

刘增宏, 2004.全球海洋Argo数据格式说明, 中国Argo实时资料中心, 杭州, 2pp.

刘增宏, 2007.全球Argo剖面浮标资料集说明, 中国Argo实时资料中心, 杭州, 4pp.

刘增宏, 2016. 全球Argo剖面浮标资料集 (V2.1) 说明, 中国Argo实时资料中心, 杭州, 16pp.