

HY

中华人民共和国海洋行业标准

HY/T XXXXX—XXXX

代替 XX/T

自动剖面漂流浮标海上比测方法

Comparative sea trial of autonomous drifting profiler

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(报批稿)

(本草案完成时间：2021.3.31)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中华人民共和国自然资源部 发布

目 次

前言..... II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 试验条件..... 1

5 仪器设备..... 2

6 试验项目..... 2

7 试验步骤..... 3

8 试验数据处理..... 4

9 试验报告..... 6

附录 A（规范性） 自动剖面漂流浮标观测信息文件..... 8

附录 B（规范性） 自动剖面漂流浮标数据质量控制..... 11

附录 C（资料性） CTD 仪观测记录表..... 15

附录 D（资料性） 自动剖面漂流浮标检查表..... 16

附录 E（资料性） 自动剖面漂流浮标传感器常规清洗方法..... 17

附录 F（资料性） 自动剖面漂流浮标记录表..... 18

附录 G（规范性） CTD 仪现场校准程序..... 19

附录 H（资料性） 试验报告格式..... 20

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由自然资源部提出。

本文件由全国海洋标准化技术委员会（SAC/TC 283）归口。

本文件起草单位：国家海洋技术中心，国家海洋信息中心、中国海洋大学。

本文件主要起草人：李文彬，李扬眉，张少永，商红梅，吕九红，彭家忠，田政，董明媚，陈学恩。

自动剖面漂流浮标海上比测方法

1 范围

本文件规定了自动剖面漂流浮标（以下简称“剖面浮标”）海上比测的试验项目、仪器设备、试验步骤、试验数据处理和试验报告等内容。

本文件适用于最大工作深度为2000 m，观测温度、盐度和压力的自动剖面漂流浮标的海上试验。其他类型剖面浮标可参考使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划

GB/T 12763.2 海洋调查规范 第2部分：海洋水文观测

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

自动剖面漂流浮标 autonomous drifting profiler

按照设定的时间间隔定期自动沉浮，在下沉之后于规定深度随海流漂移，然后下沉到最大工作深度，在上升期间进行海洋参数剖面测量，并在海表面通过卫星系统传输数据和定位的海洋观测设备。

3.2

循环 circle

剖面浮标投放入水后根据程序设定，顺序完成“下沉——定深漂流——继续下潜——上浮和温盐深测量——水面数据传输”一个连续工作的过程。

3.3

数据接收有效率 received data rate

一个剖面实际接收到的非重复编码数据条数与应接收到的非重复编码数据条数的百分比。

3.4

盐度漂移 salinity drift

由浮标携带的电导率传感器计量特性的变化而引起示值在一段时间内的连续或增量变化。

4 试验条件

试验条件如下:

- a) 水深大于 2000 m;
- b) 海底地形相对平坦;
- c) 海区宜选择流速较小的区域, 避免强流区;
- d) 避免传感器在大于 45 °C 的温度下暴晒;
- e) 布放时海况小于 4 级, 且停船布放。

5 仪器设备

5.1 标准仪器

5.1.1 实验室盐度计

技术指标应满足表1的要求, 在航次前后经过计量检定机构校准, 并在校准证书有效期内使用。

表1 实验室盐度计主要技术指标

技术要素	技术指标
盐度测量范围	0.005~42
盐度准确度	±0.002
盐度最大分辨率	优于 0.0002
水槽温度精确度	±0.02 °C

5.1.2 温盐深仪

技术指标应满足表2的要求, 在航次前后经过计量检定机构校准, 并在校准证书有效期内使用。

表2 温盐深仪主要技术要求

技术要素	技术指标
电导率测量范围	0 ms/cm~70 ms/cm
温度测量范围	-5 °C~35 °C
压力测量范围	0 MPa~20 MPa
电导率初始精度	±0.003 ms/cm
温度初始精度	±0.001 °C
压力初始精度	±0.015% F. S.

5.2 被测设备

被测剖面浮标提供的元文件应符合附录A的规定, 被测剖面浮标观测的数据文件应符合附录B的规定。

6 试验项目

6.1 盐度测量示值误差

不大于 ± 0.02 。

6.2 盐度漂移

剖面浮标观测得到的剖面盐度数据与周边区域的气候态盐度客观估计值之差小于2倍的客观估计误差。

6.3 压力示值误差

剖面浮标在下潜前观测的压力值不大于 ± 0.025 MPa。

6.4 数据接收有效率

大于等于95 %。

6.5 使用寿命

循环次数不少于100次。

7 试验步骤

7.1 试验前准备

7.1.1 温盐深仪投放前准备

温盐深仪（以下CTD仪）投放前准备步骤如下：

- a) 测试期间应参见附录 C 的内容记录有关信息；并在计算机中输入观测日期、文件名、站位（经度、纬度）和其他有关的工作参数；
- b) 投放仪器前应确认机械连接牢固可靠，水下单元和采水器水密情况良好。待整机调试至正常工作状态后开始投放仪器。

7.1.2 剖面浮标布放前准备

剖面浮标布放前准备步骤如下：

- a) 布放剖面浮标前应准备好以下工具：磁铁（浮标生产厂商提供）、蒸馏水（或去离子水）和1条尼龙绳（长20 m，直径6 mm）；
- b) 在将剖面浮标放在甲板后，应执行布放前检查，检查结果参见附录 D 的内容记录有关信息；
- c) 在布放剖面浮标前，用蒸馏水（或去离子水）清洗测量传感器，清洗方法参见附录 E 的内容，该步骤宜出海前在码头进行操作。

7.2 试验程序

7.2.1 CTD 仪试验程序

具体测试步骤和要求如下：

- a) 确认试验条件，应符合第4章中的相关规定；
- b) 当试验船抵达试验海区比测站位后，试验船停航；

- c) 将水下单元吊放到海面以下，使传感器浸入水中感温 3 min~5 min。对于实时显示 CTD 仪，观测前应记下探头在水面以下时的深度，对自容式 CTD 仪，应根据取样间隔确认在水面已记录至少 3 组数据后方可下降进行试验；
- d) 根据现场水深和所使用的仪器型号确定探头的下放速度，一般应控制在 1.0 m/s 左右，在深海季节温跃层以下下降速度可稍快些，但以不超过 1.5 m/s 为宜；在一次测试中，仪器下放速度应保持稳定，若船只摇摆剧烈，可适当增加下放速度，以避免在测试数据中出现较多的深度（或压强）逆变；
- e) 在 CTD 仪下放过程中，CTD 仪的观测层应在以下标准层附近记录观测值，包括：1000 m、1100 m、1200 m、1300 m、1400 m、1500 m、1600 m、1700 m、1800 m、1900 m 和 2000 m 十一层海水观测层的温度值记为 T_{CSi} 、盐度值记为 S_{CSi} 和压力值记为 P_{CSi} ；
- f) 在 CTD 仪下放过程中利用采水器采集海水样品，与利用实验室盐度计对海水样品的测量结果比对一次，海水样品采样层应在 1000 m 以下并按照 GB/T 12763.2 规定的标准观测层采集，如发现 CTD 仪的测量结果达不到所要求的准确度，应及时检查仪器，必要时更换仪器传感器，并应将比对和现场标定的详细情况记入表格中，表格信息见附录 C；
- g) 用实验室盐度计现场测量采水器在标准观测层采集的海水样品，每层应取 2 瓶海水，一瓶用于测量盐度值，另一瓶用于备查。用于测量的样品应读取 3 次数据，3 次读数的算数平均值作为该层海水的标准盐度示值 $\overline{S_{SSI}}$ 。
- h) CTD 仪测盐度注意事项：
 - 1) 释放仪器应在迎风舷，避免仪器压入船底，观测位置应避开机舱排污口及其他污染源；
 - 2) 探头出入水时应防止和船体碰撞，还应防止仪器触底；
 - 3) CTD 仪的传感器应保持清洁，每次观测完毕后，都须用蒸馏水（或去离子水）冲洗干净，不能残留盐粒和污物，探头应放置在阴凉处，切忌暴晒。

7.2.2 剖面浮标试验程序

具体测试步骤和要求如下：

- a) 取下磁铁，将被测剖面浮标开机，布放人员将尼龙绳做成回头绳，即布放绳的一端系在船尾一侧的船舷上，另一端穿过剖面浮标平衡盘上的圆孔后抓在手中，人力逐渐将剖面浮标抬至试验船舷外侧，然后用绳将剖面浮标慢慢放入水中，最后放开回头绳一端，通过另一端将回头绳从剖面浮标平衡盘上的圆孔中抽出。布放过程中剖面浮标应在试验船的迎风舷布放，同时不能与船发生碰撞，布放绳不可以缠绕剖面浮标，更不可将布放绳两端同时松开；
- b) 剖面浮标布放完成后，应记录布放情况，表格参见附录 F 的内容；
- c) 剖面浮标布放后，利用用户终端、邮箱或远程服务器接收剖面浮标数据，统计数据接收率和工作剖面数。

8 试验数据处理

8.1 盐度示值误差

8.1.1 数据处理

数据处理方法如下：

- a) 接收被测剖面浮标第 1 个剖面数据，记录浮标在 1000 m 到 2000 m（每 100 m 为一层）之间 11 个剖面层的 T_{ATi} 温度、 S_{ATi} 盐度和 P_{ATi} 压力值；
- b) 利用现场实测资料对 CTD 仪进行现场校准，CTD 仪应符合附录 G 规定的要求；
- c) 按公式（1）计算 CTD 仪和被测剖面浮标分别在 1000 m 到 2000 m（每 100 m 为一层）之间 11 个剖面层的盐度差。

$$\Delta S_{ATCi} = S_{ATi} - S_{CSi} \quad (i=1, 2, \dots, 11) \dots\dots\dots (1)$$

式中：

ΔS_{ATCi} ——被测剖面浮标观测的第 1 剖面在 1000 m 到 2000 m（每 100 m 为一层）之间第 i 个观测层上的盐度示值误差；

S_{ATi} ——被测剖面浮标观测的第 1 剖面在 1000 m 到 2000 m（每 100 m 为一层）之间第 i 个观测层上的盐度值；

S_{CSi} ——CTD 仪在 1000 m 到 2000 m（每 100 m 为一层）之间第 i 个观测层上的盐度值。

计算结果修约到小数点后三位。

8.1.2 试验结果

被测剖面浮标观测的第 1 剖面分别在 1000 m 到 2000 m（每 100 m 为一层）之间 11 个剖面层测量的盐度示值误差 ΔS_{ATCi} 的最大绝对值不大于 0.02 的盐度准确度要求，则判定该项合格。

8.2 盐度漂移

8.2.1 数据处理

被测剖面浮标布放后接收的剖面数据按公式（2）进行盐度漂移计算。

$$\delta_{ADi} = S_{ADi} - S_{AEi} \quad (i=1, 2, \dots, 67) \dots\dots\dots (2)$$

式中：

δ_{ADi} ——浮标在选定剖面第 i 个观测层上的盐度漂移；

S_{ADi} ——浮标在选定剖面第 i 个观测层上的盐度值；

S_{AEi} ——对应浮标位置周围区域在第 i 个观测层上的气候态盐度客观估计值。

计算结果修约到小数点后三位。

注：气候态数据集选用 2018 年世界海洋图集（World Ocean Atlas 2018，简称 WOA18）由美国国家海洋数据中心（National Oceanographic Data Center, NODC）提供。用户应选观测时间相似（不同年同一月份）、位置相邻（ $1^\circ \times 1^\circ$ 范围内）的 WOA18 资料，该资料包含气候态盐度客观估计值和估计误差。

8.2.2 试验结果

剖面浮标测量的所有剖面(除第1剖面)数据按GB/T 2828.1进行抽检($n=20$, $A_c=2$, $R_e=3$), 在样本中发现盐度漂移绝对值超过气候态盐度客观估计误差的数量小于等于合格判定数 A_c , 则判定该项合格。

8.3 压力示值误差

8.3.1 数据处理

统计被测剖面浮标在海表面发完数据后开始下潜前测量的压力值。

8.3.2 试验结果

被测剖面浮标在海表面的压力值的绝对值不大于0.025 MPa, 则判定该项合格。

8.4 数据接收有效率

8.4.1 数据处理

计算被测剖面浮标每个剖面的数据接收有效率, 待被测剖面浮标停止工作后, 按公式(3)统计被测剖面浮标在整个工作期间的数据接收有效率。

$$R = \frac{\sum_{i=0}^N r_i}{N} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

R ——浮标在整个工作期间的数据接收有效率;

r_i ——浮标在某一剖面的数据接收有效率;

N ——浮标的剖面数。

计算结果修约到小数点后一位。

8.4.2 试验结果

被测剖面浮标在整个工作期间的数据接收有效率 $\geq 95\%$, 则判定该项合格。

8.5 使用寿命

8.5.1 数据处理

待被测剖面浮标达到使用寿命后, 统计被测剖面浮标完成的剖面数。

8.5.2 试验结果

被测剖面浮标完成的剖面数不小于100个, 则判定该项合格。

9 试验报告

试验报告应准确、清晰、明确、客观地报告每一项试验结果, 试验报告的信息见q附录H, 宜包括下列信息:

- a) 标题, 名称为“试验报告”;
- b) 试验报告的唯一性标识和每一页上的标识;
- c) 客户的名称和地址;
- d) 被试仪器名称、型号/规格、出厂编号、制造单位;

- e) 试验所依据的技术文件;
- f) 试验报告批准人的姓名、职务、签字或等效的标识, 试验员的签字或等效的标识;
- g) 试验仪器的状态描述;
- h) 试验所使用的标准仪器名称、型号/规格、技术指标; 证书编号;
- i) 试验结果;
- j) 试验过程中存在的任何异常情况;
- k) 试验时间、地点以及试验报告出具日期;

当需对试验结果做出解释时, 宜记录对检测方法的偏离、增添或删除以及特定检测条件的信息, 特定方法、客户群体要求的附加信息。

附 录 A

（规范性）

自动剖面漂流浮标观测信息文件

A.1 剖面浮标元文件

剖面浮标元文件见表A.1。

剖面浮标元文件

参 数 名	说 明
剖面浮标类型（PLATFORM TYPE）	使用浮标的型号
剖面浮标平台号（PLATFORM TYPE）	使用 ARGOS 卫星的剖面浮标为 PTT 号，使用铱星的剖面浮标为 IMEI 号，使用北斗（BEIDOU）卫星的剖面浮标为 ID 号。
剖面浮标固件版本号（FIRMWARE REVISION NUMBER）	同一种剖面浮标根据不同功能或不同时期的固件或数据编码格式不同，浮标设置的一个版本号。
剖面浮标控制器编号（CONTROLLER SN）	控制器编号
浮标控制器类型（CONTROLLER BOARD TYPE PRIMARY）	控制器类型
浮标操作手册版本号（MANUAL VERSION）	浮标操作手册版本号
设备编号（FLOAT SERIAL NO.）	剖面浮标外部能看到的编号。
通讯系统（TRANSMISSION SYSTEM）	铱星、ARGOS 卫星或北斗。
定位系统（POSITIONING SYSTEM）	北斗或 GPS 定位。
剖面浮标传输频率（TRANSMISSION FREQUENCY）	浮标发送一条数据的频率。
剖面浮标制造商（PLATFORM MAKER）	浮标制造商
传感器（SENSOR）	浮标搭载传感器的类型，如压力、温度、盐度、电导率、溶解氧等
传感器制造商（SENSOR MAKER）	传感器制造商，如 SBE ANNDERAA DRUCK
传感器类型（SENSOR MODEL）	传感器型号，如 SBE41、SBE41CP、ANNDERAA_OPTODE_3930
传感器序列号（SENSOR SERIAL NO.）	传感器序列号
传感器校准公式（CALIBRATION EQUATION）	传感器校准公式
传感器校准系数（CALIBRATION COEFFICIENTS）	传感器校准公式中的系数
传感器校准日期（CALIBRATION DATE）	传感器校准日期
电池类型（BATTERY TYPE）	碱性或锂电池
电池组配置（BATTERY PACKS）	浮标中电池组配置，数量和类型

A.2 剖面浮标数据文件

剖面浮标数据文件见表A.2。

剖面浮标数据文件

参 数 名	说 明
水下漂移时的定时温、盐、压， DRIFT PRESSURE (DBAR) DRIFT TEMPERATURE (DEG C) DRIFT SALINITY (PSU)	在漂移深度上测量温度、盐度和所在压力层。
漂移深度上温、盐、压的平均值、标准偏差、最大最小压力等。 MEAN DRIFT TEMPERATURE (DEG C) MEAN DRIFT PRESSURE (DBAR) STD DEVIATION DRIFT TEMP (DEG C) STD DEVIATION DRIFT PRESSURE (DBAR) MINIMUM DRIFT TEMPERATURE (DEG C) DRIFT PRESSURE WHEN MIN TEMP (DBAR) MAXIMUM DRIFT TEMPERATURE (DEG C) DRIFT PRESSURE WHEN MAX TEMP (DBAR) MINIMUM DRIFT PRESSURE (DBAR) MAXIMUM DRIFT PRESSURE (DBAR)	可选。
表层压力， SURFACE PRESSURE (DBAR)	剖面浮标在海表面发完数据后开始下潜前测量的压力。
电压、电流信息， BATTERY CURRENT AIR PUMP ON (COUNTS) BATTERY VOLTAGE AIR PUMP ON (COUNTS) BATTERY CURRENT BUOYANCYPUMPON (COUNTS) BATTERY VOLTAGE BUOYANCYPUMPON (COUNTS)	剖面浮标气泵工作时、浮力调节泵工作时的工作电压、电流（用整数表示）。
内部真空度 INTERNAL VACUUM (COUNTS)	剖面浮标内部真空度（整数表示）。
剖面浮标内部柱塞泵位置 SURFACE PISTON POSITION (COUNTS) DRIFT PISTON POSITION (COUNTS) BOTTOM PISTON POSITION (COUNTS)	内部柱塞泵在剖面浮标不同运行阶段的位置（整数表示）。
GPS 定位所需时间， GPS FIX TIME (SECONDS)	浮标完成定位所需要的时间。
剖面浮标各阶段时间表。 DESCENT START TIME (HHMMSS) DESCENT END TIME (HHMMSS) PARK END TIME (HHMMSS)	主要包括每周期剖面浮标开始下潜时间、下潜停止时间、从漂移深度开始下潜停止时间、在最深处开始上浮时间、上浮到达海面开始通讯时间、开始定位的时间、发送最后一条数据时间、通讯结束时间

ASCENT END TIME (HHMMSS)	(UTC 时间)。
TRANSMISSION START TIME (HHMMSS)	
FIRST LOCATION TIME (HHMMSS)	
LAST MESSAGE TIME (HHMMSS)	
TRANSMISSION END TIME (HHMMSS)	

A.3 剖面浮标标准层次

剖面浮标的标准观测层应不少于表A.3中描述的观测层次。

标准观测层次

序号	深度 (m)	序号	深度 (m)	序号	深度 (m)
1	0	24	175	47	1000
2	5	25	200	48	1050
3	10	26	225	49	1100
4	15	27	250	50	1150
5	20	28	275	51	1200
6	25	29	300	52	1250
7	30	30	325	53	1300
8	35	31	350	54	1350
9	40	32	375	55	1400
10	45	33	400	56	1450
11	50	34	425	57	1500
12	55	35	450	58	1550
13	60	36	475	59	1600
14	65	37	500	60	1650
15	70	38	550	61	1700
16	75	39	600	62	1750
17	80	40	650	63	1800
18	85	41	700	64	1850
19	90	42	750	65	1900
20	95	43	800	66	1950
21	100	44	850	67	2000
22	125	45	900		
23	150	46	950		

附 录 B

(规范性)

自动剖面漂流浮标数据质量控制

B.1 观测时间测试

剖面浮标的观测日期和时间合理，年份应大于1997，月份应在1到12之间，日期应在1到31之间，小时应在0到23之间，分应在0到59之间，秒应在0到59之间。

B.2 位置测试

B.2.1 位置测试

剖面浮标观测位置的经度应在 $-180^{\circ} \sim 180^{\circ}$ ，纬度应在 $-90^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 。

B.2.2 陆上位置测试

剖面浮标观测的经度和纬度应位于海洋上。

B.3 速度测试

通过剖面浮标两个邻近剖面在海表面的位置和时间，计算出剖面浮标的漂移速度。剖面浮标的漂移速度应不超过3 m/s。

B.4 温度、盐度和压力值测试

B.4.1 全球范围测试

浮标温度、盐度和压力观测数据应在以下范围内：

- a) 压力： $-0.05 \text{ MPa} \sim +22 \text{ MPa}$ 。
- b) 温度： $-2.5^{\circ}\text{C} \sim +40.0^{\circ}\text{C}$ 。
- c) 盐度： $2.0 \sim 41.0$ 。

B.4.2 区域海域测试

为浮标观测设置的更加严格限制条件的特殊区域。其中，红海的范围是 10°N , 40°E ; 20°N , 50°E ; 30°N , 30°E ; 10°N , 40°E 。地中海区域是由 30°N , 6°W ; 30°N , 40°E ; 40°N , 35°E ; 42°N , 20°E ; 50°N , 15°E ; 40°N , 5°W ; 30°N , 6°W 。

红海温度和盐度的观测值应在以下范围内：

- a) 温度： $21^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 盐度： $2.0 \sim 41.0$ 。

地中海温度和盐度的观测值应在以下范围内：

- a) 温度： $10.0^{\circ}\text{C} \sim 40.0^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 盐度： $2.0 \sim 40.0$ 。

B.5 压力测试

浮标观测剖面的压力值应是递增，即由浅到深排列。

B.6 温盐剖面毛刺数据测试

B.6.1 尖峰值测试

利用以下的温度和盐度剖面计算公式B.1完成，即：

$$V = |V_2 - (V_3 + V_1)/2| - |(V_3 - V_1)/2| \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

V——尖峰检测值；

V_2 ——一个剖面中采样观测值中的尖峰值；

V_1 ——同一剖面与尖峰值相邻的上一个采样点观测值；

V_3 ——同一剖面与尖峰值相邻的下一个采样点观测值。

温度：

当压力小于 5 MPa，尖峰检测值 V 应不超过 6.0 ℃；

当压力大于等于 5 MPa，尖峰检测值 V 应不超过 2.0 ℃。

盐度：

压力小于 5 MPa，尖峰检测值 V 应不超过 0.9；

压力大于 5 MPa，尖峰检测值 V 应不超过 0.3。

B.6.2 梯度测试

该测试利用以下温度和盐度剖面计算公式B.2完成，即：

$$V = |V_2 - (V_3 + V_1)/2| \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：

V——梯度检测值；

V_2 ——一个剖面中采样观测值中的尖峰值；

V_1 ——同一剖面与尖峰值相邻的上一个采样点观测值；

V_3 ——同一剖面与尖峰值相邻的下一个采样点观测值。

温度：

当压力小于 5 MPa，梯度检测值 V 应不超过 9.0 ℃；

当压力大于等于 5 MPa，梯度检测值 V 应不超过 3.0 ℃。

盐度：

压力小于 5 MPa，梯度检测值 V 应不超过 1.5；

压力大于5 MPa，梯度检测值V应不超过0.5。

B.7 数位翻转测试

相邻观测层的温度差大于10℃、盐度大于5，认为发生数位翻转，该测试未通过。

注：数位翻转：当剖面浮标存储值超过了该数位的区域范围时，存储值会翻转回此区域的低值。

B.8 滞留值

当观测的温度和盐度在一条剖面上没有变化时，该测试未通过。

B.9 密度反转测试

该测试用于比较在一个剖面上两个相邻观测层之间的位密。位密 ρ_i (或者 $\sigma_i = \rho_i - 1000$) kg/m^3 由在等压层 P_i 上根据温度和盐度值计算得出。海水密度需随深度的增加而增大，如果出现密度反转的情况，相邻观测层之间的密度差不超过 0.03 kg/m^3 。

B.10 剖面浮标整体剖面数据测试

B.10.1 剖面浮标整体剖面数据相同测试

该测试是通过相邻2个剖面整体数据比对，如出现两个完全相同的剖面数据，则该测试未通过。

B.10.2 剖面浮标整体剖面数据相似测试

该检测用于检测一个剖面浮标反复产生相同的剖面数据（具有非常小的偏差）。

2个相邻剖面之间的差异，盐度为0.001，温度为0.01℃。

对原始剖面温盐数据根据层厚（0.5 MPa）进行平均以生成处理后的温盐数据。

得到平均后的温度和盐度剖面之差的绝对值如下式B.3和B.4。

$$\Delta T = |T_{\text{prof}} - T_{\text{previous_prof}}| \dots\dots\dots (B.3)$$

式中：

T_{prof} ——当前剖面某一层的温度数据；

$T_{\text{previous_prof}}$ ——前一剖面同一层的温度数据；

ΔT ——以上两值的差值。

$$\Delta S = |S_{\text{prof}} - S_{\text{previous_prof}}| \dots\dots\dots (B.4)$$

式中：

S_{prof} ——当前剖面某一层的盐度数据；

$S_{\text{previous_prof}}$ ——前一剖面同一层的盐度数据；

ΔS ——以上两值的差值。

计算各剖面的平均后温度和盐度之差的绝对值中最大值、最小值和平均值。

$\text{Mean}(\Delta T), \max(\Delta T), \min(\Delta T)$ ；

$\text{Mean}(\Delta S), \max(\Delta S), \min(\Delta S)$ ；

如果满足以下条件，则该测试未通过：

$\max(\Delta T) < 0.3$ ；

$\min(\Delta T) < 0.001;$
 $\text{mean}(\Delta T) < 0.02;$
 $\max(\Delta S) < 0.3;$
 $\min(\Delta S) < 0.001;$
 $\text{mean}(\Delta S) < 0.004。$

B. 10.3 深层海水温度盐度测试

选取最深处层0.1 MPa厚度的剖面，对其温度和盐度数据进行平均，与上一个剖面数据中同一层温度和盐度的平均值比较。如果温度差值大于1 °C，盐度差值大于0.5，则该测试未通过。

附 录 C
(资料性)
CTD 仪观测记录表

CTD仪观测记录表见表C. 1。

表C. 1 CTD 仪观测记录表

调查船			海区			航次号		
水深			仪器型号			探头号		
观测日期								
站 号								
纬 度								
经 度								
取样间隔								
入水时间								
出水时间								
下放速度								
电池电压								
采水器号	层次	压力 MPa	温度 ℃	电导率 mS/cm	盐度	采水瓶号	盐度计值	备注
	1000 m							
	1200 m							
	1500 m							
	2000 m							

观察者

计算者

校对者

附 录 D
(资料性)
自动剖面漂流浮标检查表

剖面浮标检查表见表D. 1。

表D. 1 自动剖面漂流浮标检查表

序号	操作内容		达到状态	备注
1	温盐深传感器	取下传感器保护塞		
		检查传感器内无异物并对传感器进行清洗		
2	卫星通讯	天线无破损，上电后向用户终端、邮箱或远程服务器发送信息		
3	电学部分	上电后能通过连接线、无线蓝牙和卫星发射机等向上位机发送自检信息		
4	机械部分	电机工作，贴近浮标能听到电机工作声音		
		观察浮标皮囊，先胀大后缩小		
5	整机状态检查	外壳涂层无气泡留痕，漏涂、划痕、底漆外露		

观察者

计算者

校对者

附 录 E
(资料性)
自动剖面漂流浮标传感器常规清洗方法

E.1 清洗条件

为保证电导率传感器的清洁，在剖面浮标布放前宜对电导率传感器进行常规清洗（即：当电导率传感器电极没有可见的沉淀物或生长物时，可进行的冲洗和清洁）。

E.2 清洗方法

E.2.1 漂白剂清洗

适用于清洗电导率传感器生物附着。步骤如下：

- a) 将 500 ppm 至 1000 ppm 的漂白剂加热至 40 °C；
- b) 用注射器和软管将漂白剂注入到传感器中，然后搅拌 2 分钟；
- c) 用温暖干净的蒸馏水冲洗传感器 5 分钟或直至冲洗干净为止。

漂白剂为家用的漂白粉。常用的漂白剂为4 %至7 %（40000 ppm至70000 ppm）的次氯酸钠溶液。在实际使用中，采用500 ppm至1000 ppm的漂白剂冲洗。比如：取5%（50000 ppm）的次氯酸钠，按1比50的比例稀释后产生1000 ppm的溶剂。

E.2.2 聚氧乙烯-8-辛基苯基醚（曲拉通）清洗

适用于清洗电导率传感器油污。步骤如下：

- a) 将聚氧乙烯-8-辛基苯基醚（曲拉通）加热至 40 °C；
- b) 用注射器和软管将其注入到传感器中，然后搅拌数次，在传感器中，用该溶剂浸泡传感器保持 1 小时；
- c) 最后用温暖干净的蒸馏水冲洗 5 分钟或直至冲洗干净为止。

聚氧乙烯-8-辛基苯基醚（曲拉通）是一种温和、去离子的表面活性剂，它对去除 CTD 传感器表面和泵中的油非常有效。

附 录 F
(资料性)
自动剖面漂流浮标记录表

自动剖面漂流浮标记录表见表F. 1。

表F. 1 自动剖面漂流浮标记录表

海区	调查船	剖面浮标编号	
航次号	水 深		
开机时间	日 期		现场情况记录
	北京时间		
	GMT		
投放时间	日 期		
	北京时间		
	GMT		
投放位置	经 度		
	纬 度		
海 况			
海面温度			
风 速			
风 向			
观测者		计算者	校对者

附录 G
(规范性)
CTD 仪现场校准程序

G.1 数据处理

按公式 (G.1) 分别计算 CTD 仪和实验室盐度计在同一标准层上的盐度差。

$$\Delta S_{CS_i} = S_{CS_i} - \overline{S_{SS_i}} \dots\dots\dots (G.1)$$

式中：

ΔS_{CS_i} ——CTD 仪在标准层测量的盐度示值误差；

S_{CS_i} ——CTD 仪在标准层测量的盐度值；

$\overline{S_{SS_i}}$ ——实验室盐度在标准层测量的盐度示值。

G.2 试验结果

试验结果的判据如下：

当浮标第一剖面在标准层测量的盐度示值误差 ΔS_{CS_i} 的最大绝对值小于 0.01 的盐度准确度要求时，则判定该项合格。

附 录 H
(资料性)
试验报告格式

图H. 1～图H. 3规定了试验报告的页面格式。

试验报告

报告编号

验证单位:

报告编制:

出厂编号:

制造单位:

年 月 日

图H.1 试验报告封面

剖面浮标试验信息表				
浮标名称				
型号				
出厂编号				
制造单位				
试验时间				
试验地点				
测试单位				
测试单位资质				
测试方式	○自测试 ○第三方测试			
标准仪器名称		型号规格		
技术指标				
证书编号				
浮标制造 负责人	姓名		职务	
	工作单位			
	联系电话			
浮标测试 负责人	姓名			
	工作单位			
	联系电话			

图H. 2 试验信息表

H.1 测试目的

测试剖面浮标海洋环境适应性以及比对观测要素的测量数据的正确性。规范化剖面浮标使用以及数据质量控制审核技术，为最终获得完整、准确的海洋剖面观测数据提供保障。

H.2 测试对象

剖面浮标。

H.3 测试原理和依据

自动剖面漂流浮标海上比测方法。

H.4 测试内容

浮标测试内容参照表H1。

表 H1 浮标测试内容

序号	项目	测试内容	测试指标	测试结果
1	传感器	盐度	现场比对、WOA 比对指标	
		压力	压力比对	
2	数据接收有效率	通讯性能	数据接收有效率	
3	使用寿命	观测剖面数	使用寿命	

H.5 观测质量评价

H.6 结论

图H.3 试验报告内容