ICS 07.060
CCS N 92

HY

中 华 人 民 共 和 国 海 洋 行 业 标 准

XX XXXXX—XXXX

走航式温盐深剖面测量仪海上试验方法

Sea test of underway-conductivity-temperature-depth profiler

报批稿

2021.6.16

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 3
2 规范性引用文件 3
3 术语和定义 3
4 试验项目 3
5 试验所用仪器设备 3
5.1 比测仪器设备 3
5.2 其他仪器设备 3
6 试验条件 4
6.1 试验区 4
6.2 试验船 4
6.3 人员 4
7 试验方法 4
7.1 试验前准备 4
7.2 仪器安装 4
7.3 功能性能试验 4
7.4 最高适应船速 6
7.5 指定航速下的最大工作深度 7
8 试验报告编写 8
附　录　A　（资料性）　试验报告格式 9
参　考　文　献 12

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。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出。

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、国家海洋标准计量中心、中国海洋大学。

本文件主要起草人：李扬眉、李晖、兰卉、程绍华、马越、杨立、邱泓茗、陈学恩、门雅彬。

走航式温盐深剖面测量仪海上试验方法

1 范围

本文件规定了走航式温盐深剖面测量仪（以下简称UCTD）的海上试验项目、试验所用仪器设备、试验条件、试验方法和试验报告编写的要求。

本文件适用于UCTD的海上试验。

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 12763.2 海洋调查规范 第2部分：海洋水文观测

HY/T 141 海洋仪器海上试验规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

走航式温盐深剖面测量仪 underway-conductivity-temperature-depth profiler

以船舶为使用平台，在规定航速范围内，利用甲板单元投放测量探头进行海水电导率、温度和压力剖面测量的仪器。

4 试验项目

UCTD 的试验项目如下：

a) 功能性试验（包括温度测量性能、盐度测量性能）；

b) 最高适应船速；

c) 指定航速下的最大工作深度。

5 试验所用仪器设备

5.1 比测仪器设备

采用温盐深测量仪（以下简称CTD）作为比测仪器设备，温度最大允许误差应不大于被试UCTD温度最大允许误差；盐度最大允许误差应不大于被试UCTD盐度最大允许误差，压力测量范围应覆盖被试UCTD的压力测量范围，在有效检定或校准周期内。

5.2 其他仪器设备

船载水文绞车、测深仪、海流测量仪器、卫星定位系统、比测架。

6 试验条件

6.1 试验区

试验区满足以下要求：

a) 水深应不小于被试 UCTD 的最大工作深度的 1.2 倍；
b) 海底地形应相对平坦；
c) 海区宜选择流速较小的区域，避免强流区；
d) 海况宜不大于 4 级。

6.2 试验船

试验船应足满以下条件：

a) 最高船速不低于被试 UCTD 的最大工作航速；
b) 供电能力满足被试 UCTD 工作条件；
c) 甲板具有足够的被试 UCTD 工作和比测操作空间；
d) 满足试验设备吊装能力。

6.3 人员

人员应符合HY/T 141的要求。

7 试验方法

7.1 试验前准备

按照HY/T 141 的规定进行试验前准备。

7.2 仪器安装

仪器安装满足以下条件：

a) 检查、确认试验所用比测仪器设备处于稳定的工作状态；
b) 选择船上最合适的位置安装投放被试UCTD的电动绞车和绕线机，确保其全天候处于良好工作状态；
c) 比测CTD和被试UCTD安装在比测架上，在不互相干扰的前提下尽量靠近，且二者的温度盐度探头尽量位于同一水平位置；
d) 对船载水文绞车及其吊挂装置进行安全检查，确认安全性。

7.3 功能性能试验

7.3.1 试验程序

试验程序如下：

a) 确认试验条件，应满足第6章中规定的要求；
b) 确认当前站位的位置信息；
c) 试验船停航，确认当前站位的深度，根据水深确定投放深度，在投放中严防仪器触底；
d) 对比测CTD和被试UCTD进行整机现场设置，确保仪器处于正常工作状态；

e） 比测CTD和被试UCTD探头相连紧固在同一比测架上,进行时间校准，观测时间保持同步；
f） 按操作要求采用船载水文绞车下放比测CTD和被试UCTD探头；
g） 进入水面后，下降至距水面5 m左右，停留5 min感温；
h） 5 min后,以1 m/s的速度下放比测CTD和被试UCTD探头，尽量保持下放速度的恒定,记录比测CTD和被试UCTD下放过程中的温度测量值、盐度测量值和压力测量值；
i） 比测CTD和被试UCTD探头到达投放深度后，按操作要求回收比测CTD和被试UCTD探头；
j） 按7.3.2进行数据处理。

7.3.2 数据处理

7.3.2.1 按照 GB/T 12763.2 的要求对比测 CTD 和被试 UCTD 进行数据质量控制。

7.3.2.2 将比测 CTD 和被试 UCTD 的数据都转化为随压力 1 dbar 变化的数据集，组成比测数据组。

7.3.2.3 对比测数据集剔除缺测和含有温度或盐度粗大误差样本的数据组，步骤如下：

a） 设样本为x_i，其中$i = 1,2,\cdots,n$；
b） 分别按式（1）、式（2）计算样本平均值$\overline{x}$、样本标准差σ；
c） 剔除含有$|x_i - \overline{x}| > 3\sigma$的样本值$x_i$的测量组,得新样本；
d） 重复 b)、c)。

$$\overline{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i \quad \cdots\cdots (1)$$

式中：
$\overline{x}$——样品平均值；
x_i——第i个测量样本值；
n——测量序列总数。

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\overline{x})^2}{n-1}} \quad \cdots\cdots (2)$$

式中：
σ——样品标准差；
$\overline{x}$——样品平均值；
x_i——第i个测量样本值；
n——测量序列总数。

7.3.2.4 比测数据总量不小于 100 组，经 7.3.2.3 剔除后，有效数据应不少于 90%。否则，应暂停试验，分析和排除试验中的各干扰因素后重新进行。

7.3.2.5 计算比测 CTD 温度测量序列T_{C_i}的平均值$\overline{T_C}$，和被试 UCTD 温度测量序列T_{U_i}的平均值$\overline{T_U}$。

7.3.2.6 分别按式（3）、式（4）和式（5）计算相关系数r和回归系数a、回归系数b。

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(T_{C_i}-\overline{T_C}\right)\left(T_{U_i}-\overline{T_U}\right)}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(T_{C_i}-\overline{T_C})^2 \times \sum_{i=1}^{n}(T_{U_i}-\overline{T_U})^2}} \quad \cdots\cdots (3)$$

式中：
r——比测CTD温度测量序列和被试UCTD温度测量序列的相关系数；
T_{C_i}——比测CTD温度测量序列；
$\overline{T_C}$——比测CTD温度测量序列平均值；

T_{U_i}——被试UCTD温度测量序列；

$\overline{T_U}$——被试UCTD温度测量序列平均值。

$$b=\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(T_{C_i}-\overline{T_C}\right)\left(T_{U_i}-\overline{T_U}\right)}{\sum_{i=1}^{n}(T_{C_i}-\overline{T_C})^2} \quad (4)$$

$$a=\overline{T_U}-\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(T_{C_i}-\overline{T_C}\right)\left(T_{U_i}-\overline{T_U}\right)}{\sum_{i=1}^{n}(T_{C_i}-\overline{T_C})^2}\overline{T_C} \quad (5)$$

式中：

a ——比测CTD温度测量序列和被试UCTD温度测量序列的回归系数a；

b——比测CTD温度测量序列和被试UCTD温度测量序列的回归系数b；

T_{C_i}——比测CTD温度测量序列；

$\overline{T_C}$——比测CTD温度测量序列平均值；

T_{U_i}——被试UCTD温度测量序列；

$\overline{T_U}$——被试UCTD温度测量序列平均值。

7.3.2.7 按 7.3.2.6 的方法计算盐度比测序列相关系数和回归系数；

7.3.3 数据处理结果

7.3.3.1 温度测量性能

试验结果的判据如下：

a） 判据一

若温度比测序列相关系数r大于0.99，比测CTD和被试UCTD温度测量高度相关， 认为两者在剖面动态测试过程中比测CTD和被试UCTD满足一致性要求,判据一成立；反之，不满足一致性要求,判据一不成立。

b） 判据二

按式（6）计算误差限Δ。

$$\Delta=\sqrt{\Delta_{U_0}^2+b^2\Delta_{C_0}^2} \quad (6)$$

式中：

Δ——误差限；

Δ_{U_0}——被试 UCTD 温度最大允许误差；

Δ_{C_0}——为比测 CTD 温度最大允许误差；

b——比测CTD温度测量序列和被试UCTD温度测量序列的回归系数。

当 68.3%的T_{U_i}满足$T_{C_i}-\Delta\le T_{U_i}\le T_{C_i}+\Delta$时，即$T_{U_i}$落在以$T_{C_i}\pm\Delta$误差带内的概率不小于 68.3%，判据二成立；反之，判据二不成立。

c） 判据的运用

当判据一不成立时，所有数据不应采用。

当判据一成立，判据二也成立时，认为被试 UCTD 温度测量性能满足相应的技术要求。

当判据一成立，判据二不成立时，认为被试 UCTD 温度测量性能不满足相应的技术要求。

7.3.3.2 盐度测量性能

按 7.3.3.1 的方法判断被试 UCTD 盐度测量性能是否满足相应的技术要求。

7.4 最高适应船速

7.4.1 试验程序

试验程序如下：

a) 确认试验条件，应满足第 6 章中规定的要求；
b) 确认当前站位的位置信息；
c) 对被试 UCTD 进行整机现场设置，确保仪器处于正常工作状态；
d) 按操作要求下放被试 UCTD 探头，记录温度测量值、盐度测量值和压力测量值；
e) 下放至对应的最大工作深度时，停止下放被试 UCTD 探头；
f) 按操作要求回收被试 UCTD 探头；
g) 按 7.4.2 进行数据处理。

7.4.2 数据处理

数据处理按如下步骤进行：

a) 按照 GB/T 12763.2 的要求对被试 UCTD 进行数据质量控制；
b) 被试 UCTD 温度测量序列按 7.3.2.3 的方法剔除粗大误差；
c) 计算经 a)和 b)处理后被试 UCTD 温度测量序列样本长度n；
d) 计算被试 UCTD 温度测量序列样前 100 个测量样本平均值$\overline{T_1}$和标准差σ_1；
e) 若第i个测量样本T_i(i=1,2,3，……50)与$\overline{T_1}$差值的绝对值不大于$3\sigma_1$，则认为T_i为有效数据；
f) 选择第j个测量样本前后各 50 个测量样本(共 101 个)为一组数据，计算平均值$\overline{T_j}$和标准差 $3\sigma_j$，若T_j与$\overline{T_j}$差值的绝对值不大于 $3\sigma_j$，则认为T_j为有效数据；
g) 重复 f)，计算和判断第j+1 至n-50 的温度测量样本是否为有效数据；
h) 计算被试 UCTD 温度测量序列后 100 个测量样本平均值$\overline{T_2}$和标准差σ_2；
i) 若T_k(k=n-49，n-48，n-47，……n)与$\overline{T_2}$差值的绝对值不大于 $3\sigma_2$，则认为T_k为有效数据；
j) 统计 UCTD 温度测量序列样本有效数据量；
k) 计算被试 UCTD 温度测量序列理论数据量，计算有效数据量与理论数据量的比值；
l) 按照 a)～k)的方法计算被试 UCTD 盐度测量序列有效数据量与理论数据量的比值；
m) 按照 a)～k)的方法计算被试 UCTD 压力测量序列有效数据量与理论数据量的比值。

7.4.3 数据处理结果

被试UCTD温度、盐度和压力测量序列有效数据量与理论数据量的比值均大于99%，认为被试UCTD最高适应船速满足要求。

7.5 指定航速下的最大工作深度

7.5.1 试验程序

试验程序如下：

a) 确认试验条件，应满足第 6 章中规定的要求；
b) 确认当前站位的位置信息；
c) 对被试 UCTD 进行整机现场设置，确保仪器处于正常工作状态；
d) 船舶按指定航速航行；
e) 按操作要求下放被试 UCTD 探头，记录温度测量值、盐度测量值和压力测量值 ；
f) 下放至最大工作深度时，停止下放被试 UCTD 探头；
g) 按操作要求回收被试 UCTD 探头；
h) 按 7.5.2 进行数据处理。

7.5.2 数据处理

数据处理步骤如下：

a) 按照 7.4.2 的方法计算被试 UCTD 温度测量序列有效数据量与理论数据量的比值；

b) 按照7.4.2的方法计算被试UCTD盐度测量序列有效数据量与理论数据量的比值；

c) 按照7.4.2的方法计算被试UCTD压力测量序列有效数据量与理论数据量的比值。

7.5.3 数据处理结果

被试UCTD温度、盐度和压力测量序列有效数据量占比均大于99%，认为被试UCTD最大工作深度满足要求。

8 试验报告编写

试验报告应准确、清晰、明确、客观地报告每一项试验结果，至少应包括下列信息：

a） 标题，名称为“试验报告”；

b） 试验机构的名称；

c） 试验报告的唯一性标识和每一页上的标识，以确保能够识别该页是属于试验报告的一部分，以及表明试验报告结束的清晰标识；

d） 试验委托方的名称和地址；

e） 被试仪器名称、型号/规格、出厂编号、制造单位；

f） 试验所依据的技术文件；

g） 试验仪器的状态描述；

h） 试验所使用的比测仪器名称、型号/规格、技术指标和证书编号；

i） 试验时间、地点；

j） 试验过程、试验数据和试验结果。

附 录 A
（资料性）
试验报告格式

试验报告首页格式见图 A.1；试验报告内页格式见图 A.2～图 A.3。

试验单位名称

试 验 报 告

报告编号：

委 托 单 位 _____

委托单位地址 _____

被试仪器名称 _____

型 号/ 规 格 _____

出 厂 编 号 _____

制 造 单 位 _____

发 证 日 期 _____

批准人 _____

（试验专用章）

姓 名 _____

职 务 _____

地址： 邮编： 传真： 电话：

第 页 共 页

图 A.1 试验报告首页格式

试验单位名称　　报告编号：××××××

被试仪器设备基本信息	
被试仪器设备接收日期	
被试仪器设备的状态描述	

试验结果综述		
试验项目	条款号/方法标准号	试验结论
试验依据：		
备注：		
试验员	**核验员**	

图 A.2　试验报告内页格式（1）

试验单位名称　　报告编号：××××××

试验所使用的主要计量器具和设备			
名称	型号 / 规格	不确定度或准确度 等级 或最大允许误差	证书编号
试验时间、地点			
时间			
地点			
试验结果			

第　页 共　页

图 A.3　试验报告内页格式（2）

参 考 文 献

[1] GB/T 7714-2015 信息与文献 参考文献著录规则〔S〕。

[2] GB/T 15918-2010 海洋学综合术语〔S〕。