

CTD 海況儀技術手冊

林勝豐 劉偉勝

國科會海研一號貴重儀器使用中心

中華民國八十一年五月

1 現任工業技術研究院能源與資源研究所副研究員

2 台灣大學海洋研究所教授

目 錄

| | 頁 數 |
|----------------------------------|-----|
| 1. 前言 | 1 |
| 2. 儀器 | 3 |
| 2-1. CTD (SBE 9 Underwater Unit) | 3 |
| 2-2. CTD/DU (SBE 11 Deck Unit) | 11 |
| 2-3. 電腦設備 | 13 |
| 3. 『SEASOFT』軟體介紹 | 14 |
| 3-1. 『SEASOFT』之主要功能 | 14 |
| 3-2. 『SEASOFT』主要檔案介紹 | 16 |
| 4. 『SEASOFT』之操作過程 | 21 |
| 4-1. SEACON | 21 |
| 4-2. SEASAVE | 24 |
| 4-3. SPLITCTD | 28 |
| 4-4. BINAVG | 29 |
| 4-5. BINPLOT | 30 |
| 4-6. ALIGNCTD | 30 |
| 5. 實際接收過程 | 32 |
| 6. 結語 | 33 |
| 參考手冊 | 34 |
| 附錄 A. 編號 SBE-X CTD 海況儀的配置 | 35 |
| 附錄 B. CTD 海況儀校正係數表 | 37 |

圖 目 錄

| | 頁 數 |
|-----------------------|-----|
| 圖 1-1 CTD 海況儀之工作流程圖 | 2 |
| 圖 2-1 基本型式的 CTD 海況儀 | 4 |
| 圖 2-2 溫度感應器 (SBE 3) | 5 |
| 圖 2-3 電導度感應器 (SBE 4) | 6 |
| 圖 2-4 抽水唧筒 (SBE 5) | 7 |
| 圖 2-5 溶氧感應器 (SBE 13) | 8 |
| 圖 2-6 pH 感應器 (SBE 18) | 9 |
| 圖 2-7 Transmissometer | 10 |
| 圖 2-8 Fluorometer | 10 |
| 圖 2-9 CTD/DU 之前面板 | 12 |

表 目 錄

| | 頁 數 |
|-------------------------------|-----|
| 表2-1 目前海研一號上 CTD 所配備之感應器數量一覽表 | 11 |
| 表3-1 『SEASOFT』可使用的資料參數與其單位 | 15 |
| 表3-2 『SEASOFT』所含之檔案名稱 | 16 |
| 表3-3 『SEASOFT』執行檔的概要功能 | 16 |
| 表3-4 『SEASOFT』所建立之資料檔案說明 | 17 |

1. 前言：

海洋學者出海作業，常常需要先瞭解當地海洋的水文狀況，以便作最恰當的測線設計，而 CTD 海況儀是最符合這項需求的探測儀器，因為它能夠迅速地感測整個測站的溫鹽垂直分布。在海研一號研究船上，目前最常使用的 CTD 海況儀為 Sea-Bird Electronics 公司所生產的 SBE 9/11 CTD 系統。此系統包括 SBE 9 Underwater Unit (簡稱 CTD) 和 SBE 11 Deck Unit (簡稱 CTD/DU) 兩大部份。

在 CTD 部份，除了配備基本的壓力 (Pressure)、溫度 (Temperature) 及電導度 (Conductivity) 三種感應器外，還可以加掛其它感應器。因此為了適應各種探測作業上的需求，以及避免因維修儀器而耽誤探測作業，在海研一號上現有的三架 CTD，分別配備不同的感應器，而給予編號 "SBE-X"、"SBE-Y" 和 "SBE-Z"，以示區分。

以絞機放入海水中的 CTD，將所感測到的現場溫鹽資料；經電纜線送至船上的 CTD/DU 解碼；而後再傳至電腦，以電腦軟體『SEASOFT』進行這些 CTD 水文資料的擷取、顯示和儲存。其所用之儀器和工作流程如圖 1-1 所示。

本文將詳加介紹 SBE 9/11 CTD 海況儀系統之軟、硬體及操作方式

□

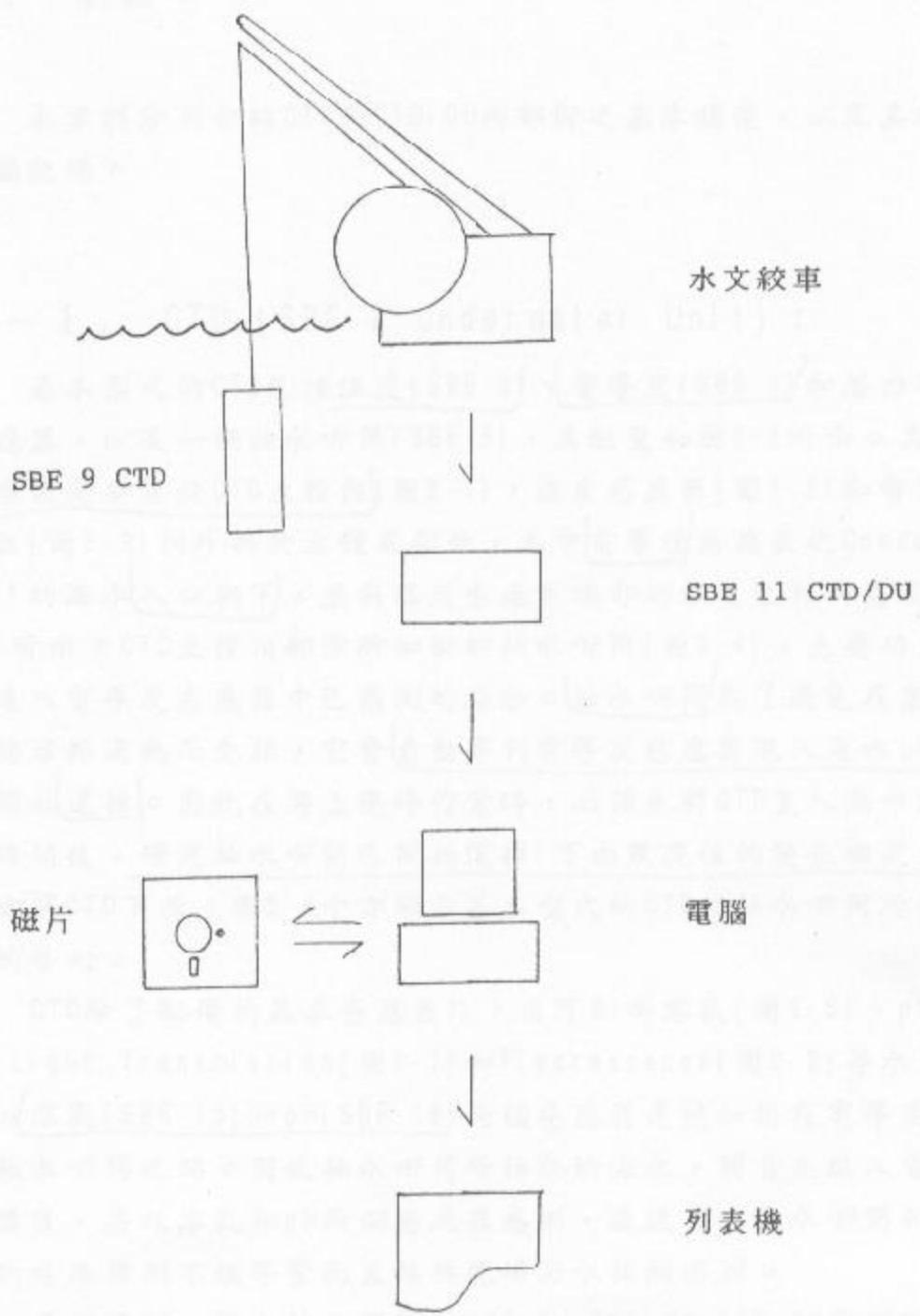


圖1-1 C T D 海況儀之工作流程圖

2. 儀器：

本章將分別介紹CTD和CTD/DU兩部份之基本構造，以及其所需之電腦配備。

2-1. CTD (SBE 9 Underwater Unit) :

基本型式的CTD包括溫度(SBE 3)、電導度(SBE 4)和壓力等三個感應器，以及一個抽水唧筒(SBE 5)，其配置如圖2-1所示。其中壓力感應器是安裝於CTD主體內(圖2-1)，溫度感應器(圖2-2)和電導度感應器(圖2-3)則外掛於主體底部旁，其中電導度感應器之Conductivity Cell的海水入口朝下，並與溫度感應器頂部的鋼製包鞘同高度，如圖2-1所示。CTD主體頂部旁所加掛的抽水唧筒(圖2-4)，主要功用為抽排進入電導度感應器中已感測的海水。抽水唧筒為了避免在空氣中因空轉摩擦過熱而受損，它會自動等到電導度感應器泡入海水以後，才會開始運轉。因此在海上現場作業時，必須先將CTD置入海中浸泡些許時間後，確定抽水唧筒已開始運轉(可由鹽度值的變化鑑定出)，然後才將CTD下放。圖2-1中亦顯示基本型式的CTD之抽水唧筒所抽取海水的導向。

CTD除了配備的基本感應器外，尚可加掛溶氧(圖2-5)、pH(圖2-6)、Light Transmission(圖2-7)和Fluorescence(圖2-8)等水質感應器。溶氧(SBE 13)和pH(SBE 18)兩個感應器是被加掛在電導度感應器和抽水唧筒之間。因此抽水唧筒所抽取的海水，將首先進入電導度感應器後，再經溶氧和pH兩個感應器感測，最後再由抽水唧筒排出。其餘的感應器則不經導管而直接與現場海水接觸感測。

目前海研一號上的三架CTD(SBE-X、SBE-Y和SBE-Z)分別所配備的感應器種類，如表2-1所示。其中某些感應器因為受所能承載的水壓影響，而有使用深度的限制。如

H

感應器僅能於600公尺深以上使用，Fluorometer之最大使用深度只僅500公尺而已。因此，在以CTD探測較深的海洋資料之前，須先將這兩個感應器卸下以免造成損壞。

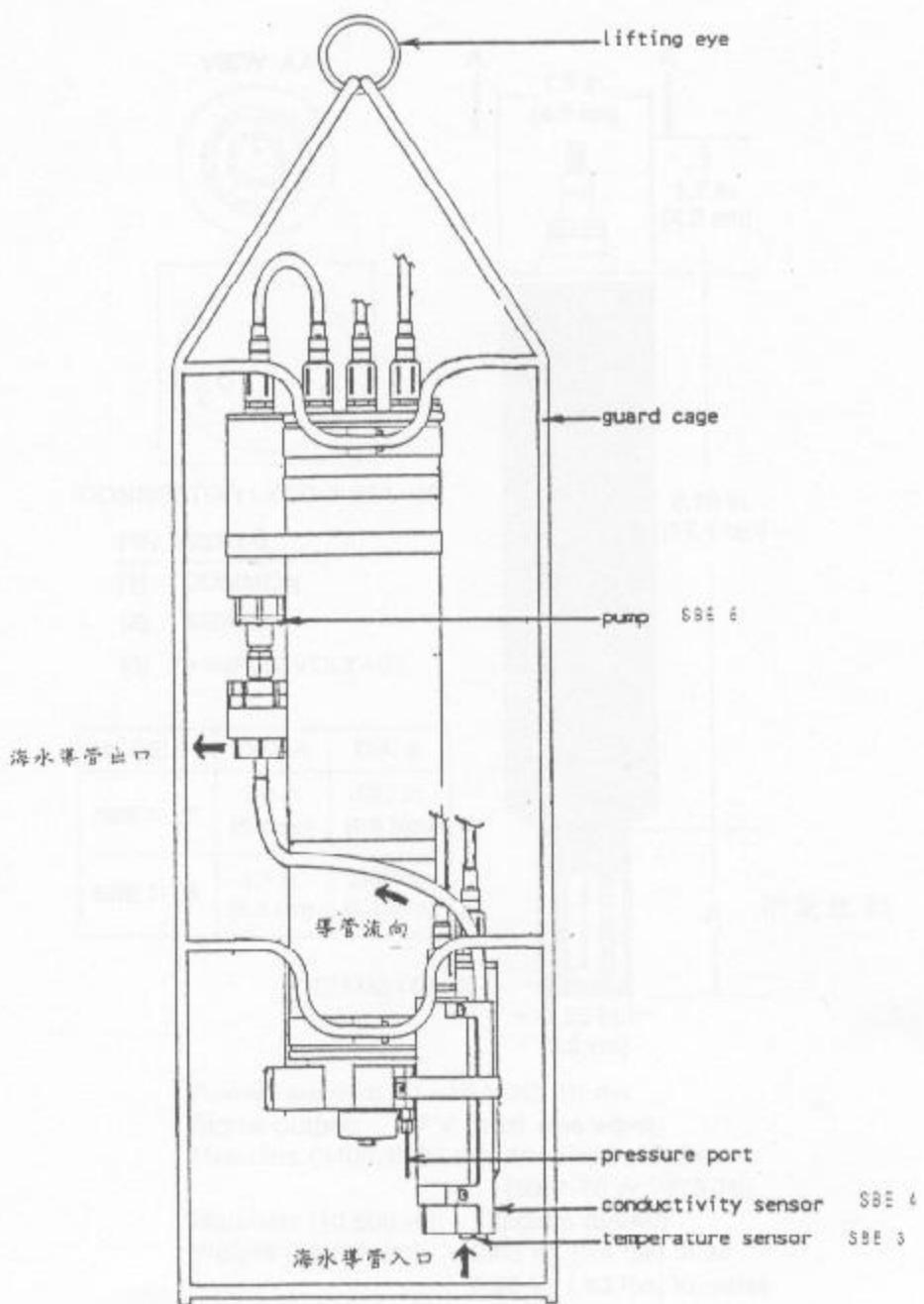
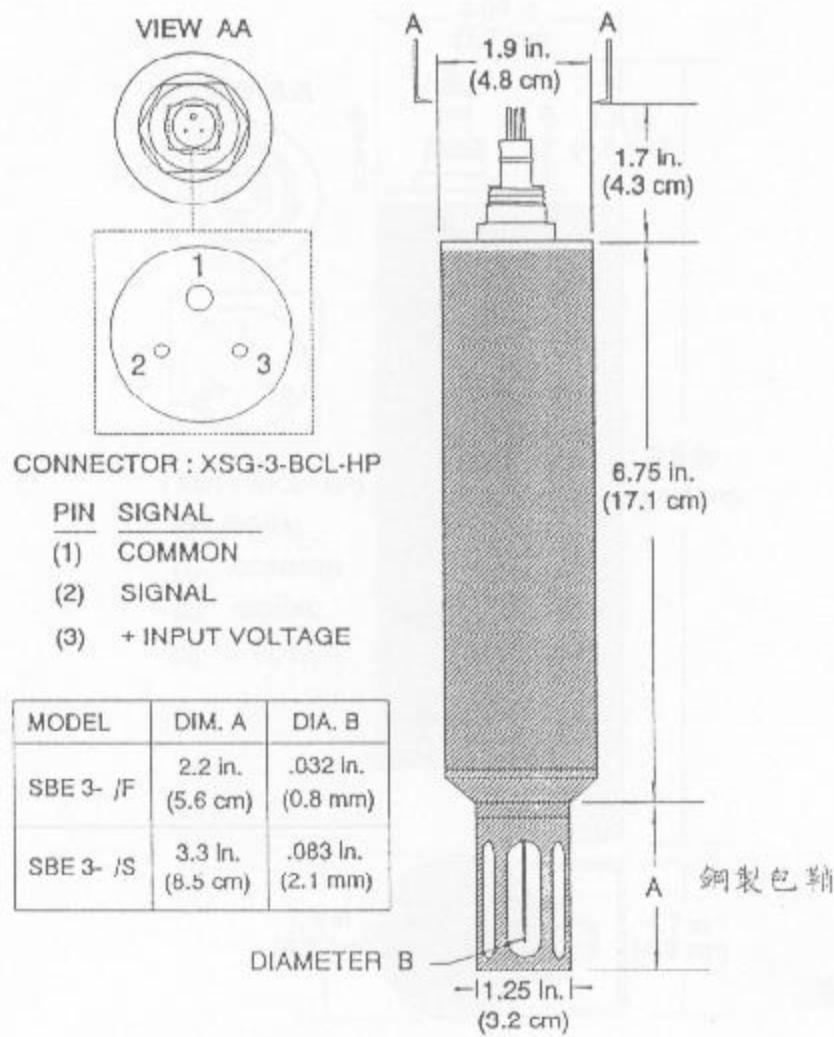


圖2-1 基本型式的CTD海況儀



Power required: 10 - 20 VDC, 10 ma

Signal output: 0.7 V (rms) sine wave

Materials (3400/6800 m): Anodized aluminum

(6061-T6 or 7075-T6)

Materials (10,500 m): Titanium (6Al4V)

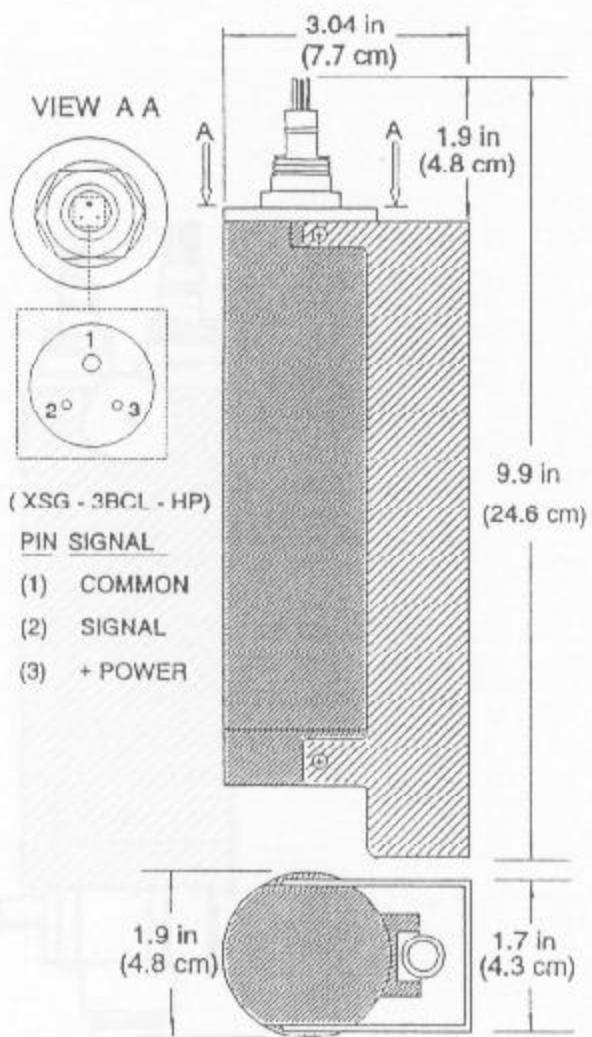
Weight (Aluminum): 0.63 kg (1.4 lbs) in air

0.28 kg (.63 lbs) in water

Weight (Titanium): 0.90 kg (2.0 lbs) in air

0.55 kg (1.23 lbs) in water

圖2-2 溫度感應器 (SBE 3)



Power required: 10 - 20 VDC, 10 mA
 Signal output: 0.7 V (rms) sine wave
 Materials (3400/6800 m): Anodized aluminum
 (6061-T6 or 7075-T6)
 Materials (10,500 m): Titanium (6Al4V)
 Weight (Aluminum): 0.7 kg (1.6 lbs) in air
 0.34 kg (.75 lbs) in water
 Weight (Titanium): 1.1 kg (2.4 lbs) in air
 0.7 kg (1.5 lbs) in water

圖 2-3 電導度感應器 (SBE 4)

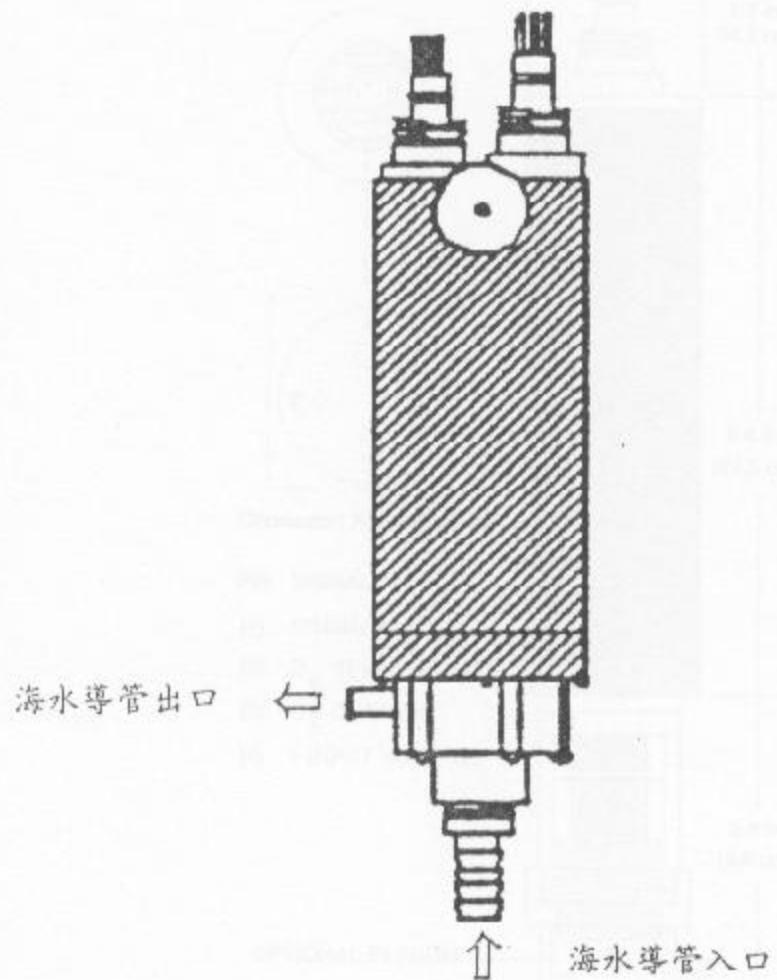


圖2-4 抽水唧筒 (SBE 5)

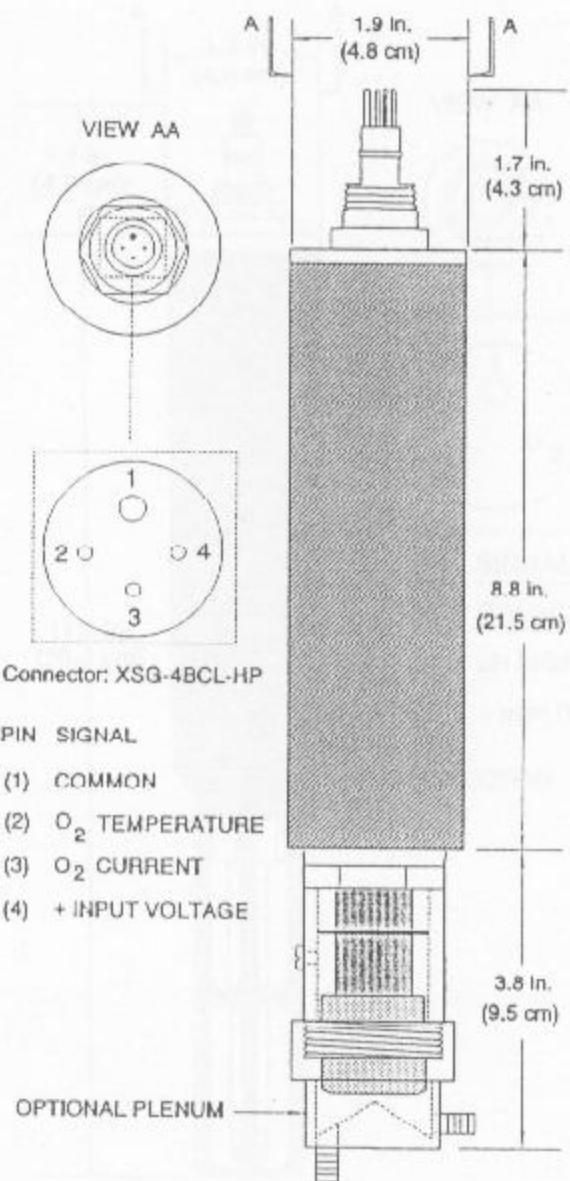


圖2-5 溶氧感應器 (SBE 13)

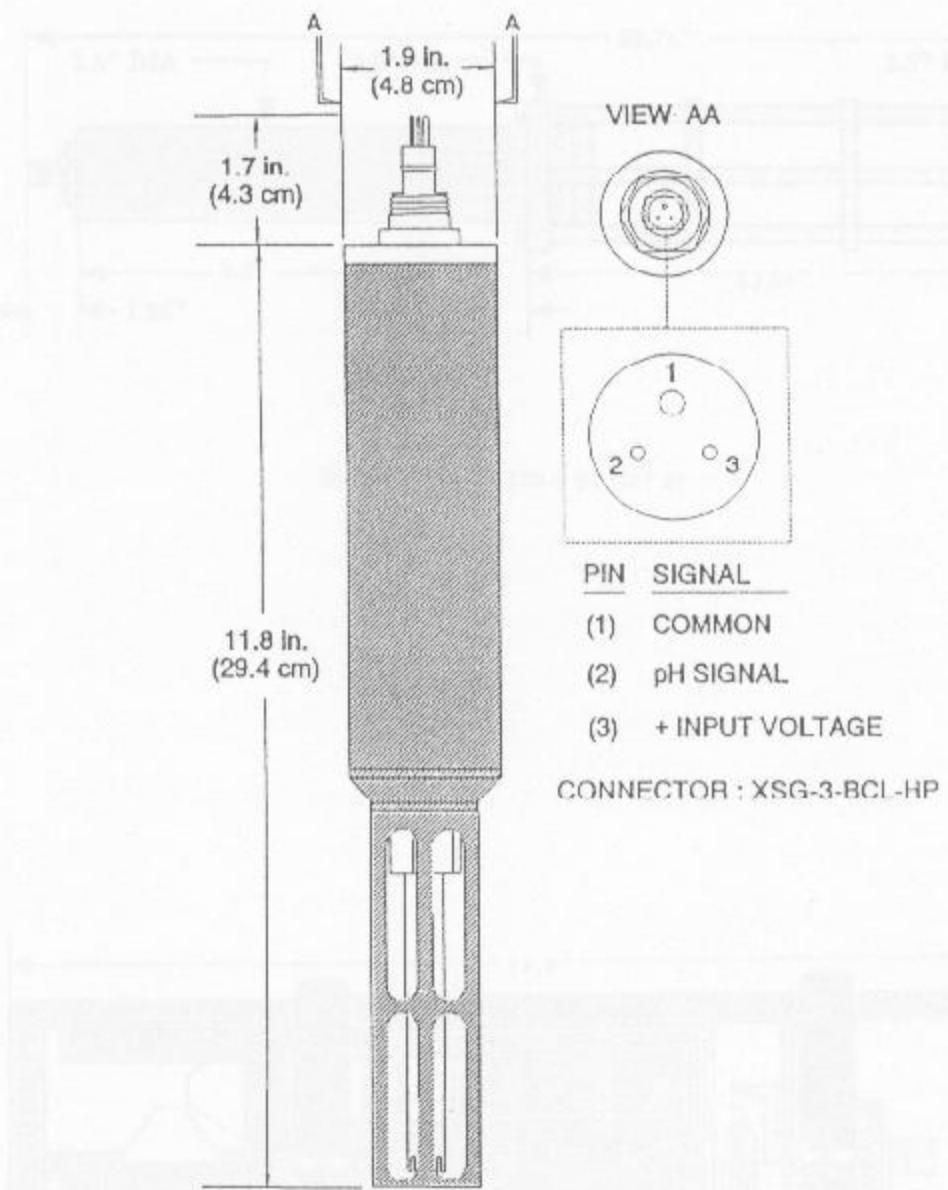


圖 2-6 pH 感應器 (SBE 1B)

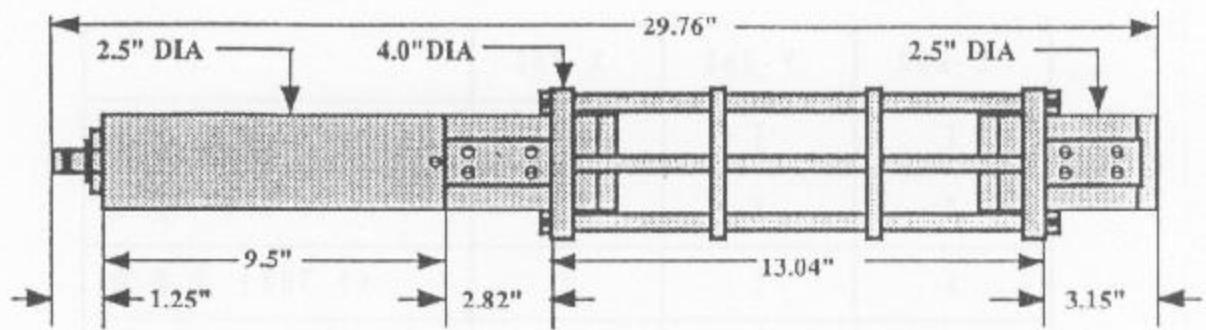


圖 2-7 Transmissometer

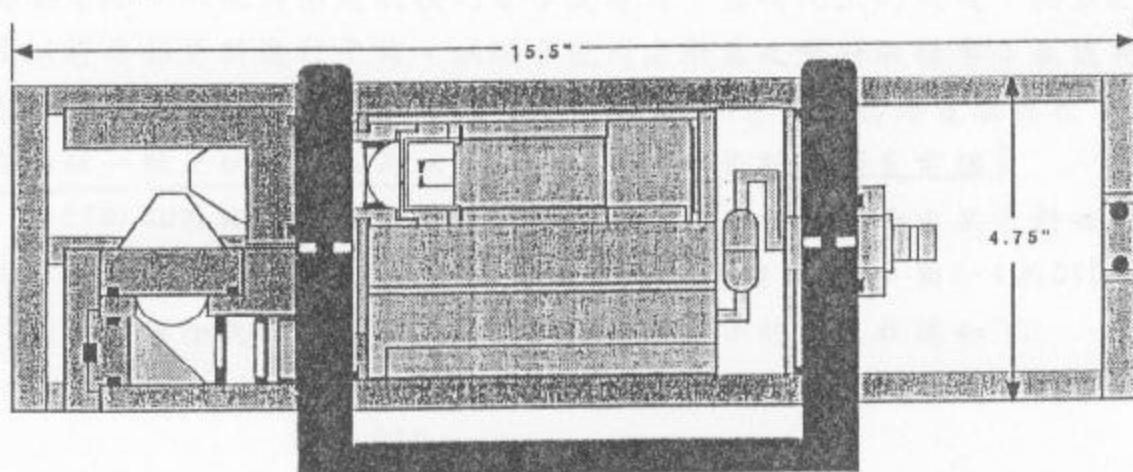


圖 2-8 Fluorometer

表2-1 目前海研一號上 CTD 所配備之感應器數量一覽表

| | SBE-X | SBE-Y | SBE-Z |
|--------------------|-------|-------|-------|
| 壓力 | 1 | 1 | 1 |
| 溫度 (SBE 3) | 2 | 1 | 1 |
| 電導度 (SBE 4) | 1 | 1 | 1 |
| 溶氧 (SBE 13) | 1 | | 1 |
| pH (SBE 18) | 1 | | |
| Light transmission | 1 | | |
| fluorescence | 1 | | |

2-2. CTD/DU (SBE 11 Deck Unit) :

CTD將所感測到的現場資料串，經電纜線傳輸到船上的CTD/DU進行解碼。CTD/DU除了具備解碼功能外，並且能夠供給CTD所需之直流高壓電源；以及將感應較快的電導度資料，作時間上的延遲；而且也可以將原始資料進行平均，以配合使用者所需之資料取樣率；最後將已格式化的水文資料，由IEEE-488或RS-232C方式輸出給電腦接收。

在海研一號上的CTD/DU是以IEEE-488方式將資料傳輸至電腦。

CTD/DU在接收資料的同時，亦可由其前面板上顯示出某資料頻道的資料頻率（如溫度之尚未解碼前的原始資料型式等）。圖2-9為CTD/DU的前面板外貌圖，上面的燈號與按鈕所顯示的訊息敘述如下：

- *POWER* : CTD/DU的電源開關，當開啟後立即輸送直流電源給CTD。
- *DATA* : 當“DATA”燈亮且“ERROR”燈滅時，代表從CTD所傳來的現場感測資料被CTD/DU正常地接收。
- *TRANSMIT* : 經解碼後的資料正在以IEEE-488或RS-232C方式傳出給電腦。
- *RECEIVE* : 和CTD/DU連接的電腦有指令傳至。

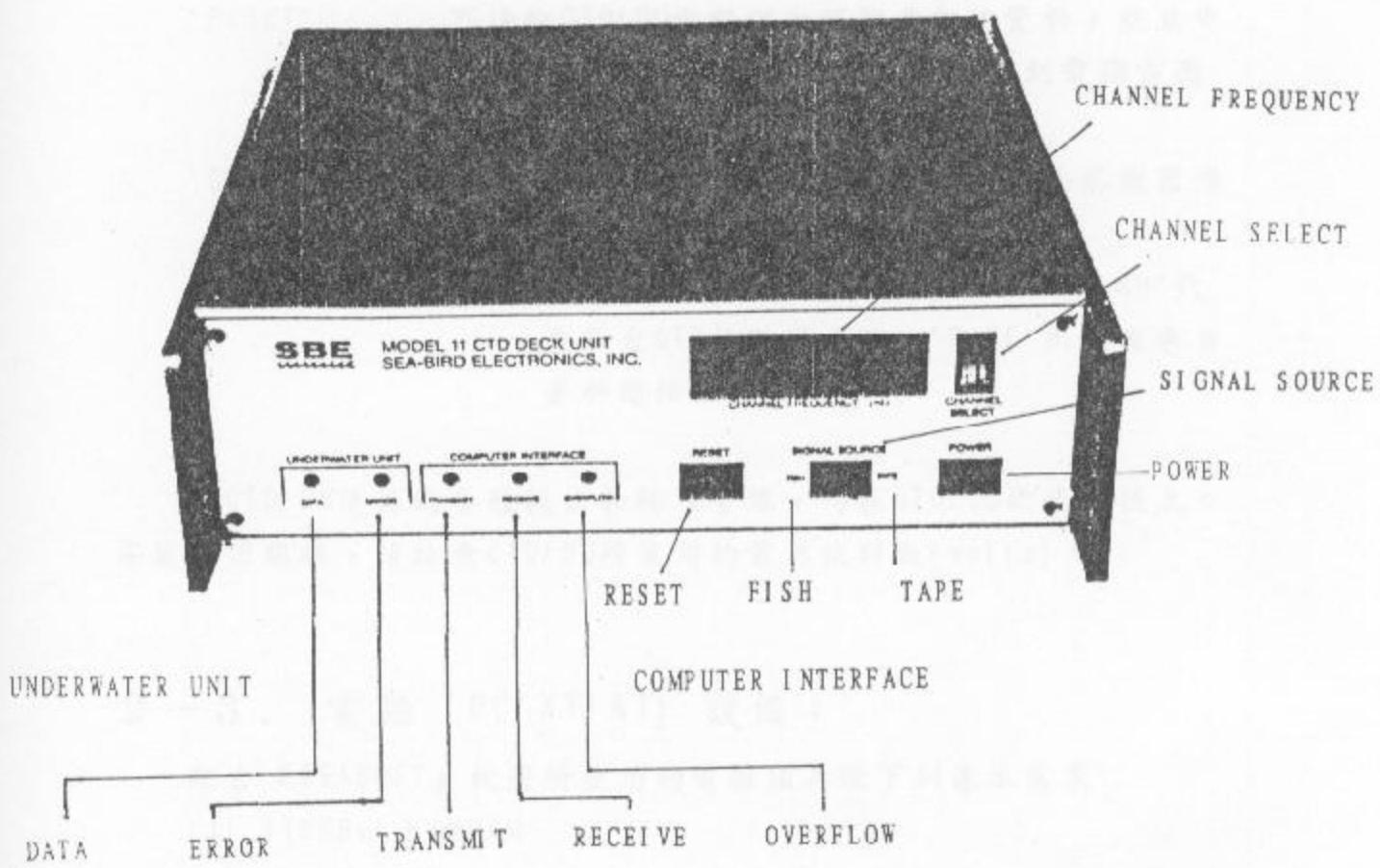


圖 2-9 CTD/ DU 之前面板

- ‘OVERFLOW’：代表CTD/DU所傳出的資料，電腦來不及接收而造成CTD/DU中的些許資料漏失。
- ‘RESET’：可清除CTD/DU資料傳出緩衝器內的資料，並且中止接收從CTD所傳來的感測資料，直到電腦方面可以正常的接收資料。
- ‘CHANNEL SELECT’：選擇面板上所顯示之原始資料的感應器頻道。
- ‘SIGNAL SOURCE’：選擇欲解碼的資料來源。其中，‘FLASH’代表來自CTD的現場感測，‘TAPE’則代表來自資料備份磁帶。

與CTD/DU連接的各種輸出和輸入管線，均在CTD/DU的後面板上。安裝電源線時，請注意CTD/DU所使用的電源伏特數(Volts)。

2 - 3. 電腦(PCI/XT/AT)設備：

配合『SEASOFT』軟體所使用的電腦須具備下列基本需求：

- (1) 512KB以上的RAM
- (2) PC-DOS或MS-DOS，須為Version 2以上的版本
- (3) CGA、EGA、VGA等彩色螢幕或Hercules單色螢幕

並可加裝數值協同處理機(8087或80287等)，以增快CTD資料處理的速度。如果需要列印或繪製圖表時，則可配置矩陣式列表機或鐳射印表機和HP繪圖機等等。

3. 『SEASOFT』軟體介紹：

Sea-Bird Electronics公司針對SBE儀器和IBM個人電腦，提供一套電腦軟體『SEASOFT』以供擷取顯示和處理CTD資料。目前在海研一號上，已將『SEASOFT』軟體安裝於接收CTD資料專用的電腦硬碟中。若使用者所使用的電腦無硬式磁碟機時，『SEASOFT』亦可在僅有兩部軟碟的電腦上使用。此『SEASOFT』軟體沒有設定保護可自行複製備份或Update。

下面接著將分別詳細介紹『SEASOFT』中的檔案及其功能。

3-1. 『SEASOFT』之主要功能：

『SEASOFT』所提供之主要功能如下：

- (1) 以圖形或表格之型式，在電腦螢幕上顯示現場感測的CTD資料。
- (2) 儲存現場感測的CTD資料。
- (3) 重新處理或顯示所儲存的CTD資料檔案。
- (4) 計算電導度、溫度和壓力等感測數值。
- (5) 依據UNESCO technical paper no. 44 'Algorithms for computation of fundamental properties of seawater' 計算：鹽度(Salinity)、密度(Density)、聲速(Sound speed)、位溫(Potential temperature)和比容異常值(Specific volume anomaly)以及表3-1中所示之各項數值。
- (6) 更改與儲存各感應器之校正係數。
- (7) 記錄某瞬時所感測的CTD資料於marker event file中，以配合採水瓶資料。
- (8) 以矩陣式列表機或HP繪圖機將顯示於螢幕上的CTD資料繪出。
- (9) 控制CTD/DU之原始資料平均量。
- (10) 現場記錄CTD資料時，將時間、日期、經緯度和測站備註

，以及所使用的感應器之校正係數記錄於header file內。

- (11) 分割所記錄的 CTD 資料為上收及下放兩個檔案。
- (12) 轉換 CTD 原始資料為 ASCII 型式並作資料平均。
- (13) 以圖形方式顯示已轉換為 ASCII 型式後的 CTD 資料。

表 3-1『SEASOFT』可使用的資料參數與其單位

| Variable | Units |
|-------------------------------|--|
| pressure | Decibars |
| depth | meters |
| temperature | (deg C) |
| salinity | (parts per thousand) |
| density | (sigma-theta) |
| density | (sigma-t) |
| density | (sigma-1) |
| density | (sigma-2) |
| sound velocity | (meters/second) |
| potential temperature | (deg C) |
| specific volume anomaly | (10 ⁻⁶ m ³ /kg) |
| conductivity | (Siemens/meter) |
| voltages | (volts) |
| frequency | (Hz) |
| oxygen | (ml/l or mg/l) |
| oxygen current | (microamps) |
| oxygen temperature | (deg C) |
| pH | (pH units) |
| light transmission | (% transmitted) |
| light transmission | (beam attenuation coefficient, m ⁻¹) |
| light (PAR) | (micro-einsteins/m ² /s) |
| fluorescence | (fluorescence units) |
| east current vector | (centimeters per second) |
| north current vector | (centimeters per second) |
| current speed | (centimeters per second) |
| current direction | (degrees) |
| compass heading | (degrees) |
| X axis tilt | (degrees) |
| Y axis tilt | (degrees) |
| scan number | (#scans received from deck unit) |
| time | (seconds, hours, or day hour:minute) |
| lowering rate | (decibars / second) |
| optical backscatterance | (NTU or mg/ml) |
| oxidation reduction potential | (millivolts) |

HDR HEADER
 DAT DATA
 CON CONVERSE.

EXE 執行檔.

3-2.『SEASOFT』之主要檔案介紹：

『SEASOFT』中的執行檔原始程式是以電腦語言C所撰寫，並以Microsoft V 5.1 C compiler編譯。其所含的檔案詳列於表3-2之中，其中各執行檔的概要功能如表3-3所示。

表3-2 『SEASOFT』所含之檔案名稱：

| | | | |
|---------------|-------------|-------------|---------------|
| SEASAVE. EXE | CGA. DEV | BINAVG. C | SEASOFT. CFG |
| SEACON. EXE | EGA. DEV | BINFUN. C | COMMAND. COM |
| SPLITCTD. EXE | HERC. DEV | BINPLOT. C | GPIB. COM |
| BINAVG. EXE | EPSON. DEV | CNV. C | DEMO. DAT |
| BINPLOT. EXE | HPLJET. DEV | CRTPLT. C | SEASOFT. DEM |
| ALIGNCTD. EXE | HPTJET. DEV | DU. C | TOMODIFY. DOC |
| MAKEDEMO. EXE | | GETFILE. C | SEASAVE. H |
| PHFIT. EXE | | GETVAL. C | SEASOFT. H |
| OXFIT. EXE | | HPPLT. C | ANSI. SYS |
| PROTERM. EXE | | RDWRDEF. C | CONFIG. SYS |
| RAMTERM. EXE | | SEACON. C | MAKEFILE |
| TERM25. EXE | | SEAFUN. C | LBINPLOT |
| SCTERM. EXE | | SEASAVE. C | LSEASAVE |
| SCSOFT. EXE | | SELECT. C | |
| | | SPLITCTD. C | |
| | | S PLOT. C | |

表3-3 『SEASOFT』之執行檔的概要功能：

| | |
|----------|---|
| SEASAVE | display, recording, and play-back of data entry of system calibration and recording configuration |
| SEACON | |
| SPLITCTD | split raw data files into separate upcast and downcast files |
| BINAVG | bin average existing SEASAVE raw data files, convert to ASCII engineering units |
| BINPLOT | plot bin averaged (or other ASCII) data |
| PHFIT | calculate the coefficients for the pH sensor |
| OXFIT | calculate the coefficients for the Oxygen sensor |
| MAKEDEMO | set up files to look at a demo archived data set |
| PROTERM | terminal program for SBE 19 |
| SCTERM | terminal program for SBE 16 |
| SCSOFT | data conversion program for SBE 16 |
| RAMTERM | terminal program for SBE 17 |
| TERM25 | terminal program for SBE 25 |

於執行『SEASOFT』時，將會產生一些資料檔案，其檔案附加名歸納如表3-4中所示。其中『.HDR』、『.MRK』、『.AVG』、『.SUM』和『.PP』等檔案內容均為標準ASCII格式，而『.DAT』為BINARY格式的CTD資料檔案。例如：當執行SEASAVE以儲存現場感測的CTD資料時，若以測站名『FN』回應所詢問的『filename for data』，則所儲存的CTD原始資料檔名將為『FN.DAT』；並於儲存完畢後，複置一份現行使用的『SEASOFT.CFG』為『FN.CFG』；而且儲存該測站資料的Headerfile為『FN.HDR』；假如於接收過程中曾建立Event marker file；則其檔案名稱將為『FN.MRK』；當日後再以BINAVG去轉換CTD的資料型式時，所產生的CTD ASCII資料檔名為『FN.AVG』，同時也建立了一個記載轉換後資料之最大值與最小值的概況檔『FN.SUM』。當再以BINPLOT去繪製『FN.AVG』中的資料，則會將所需的繪圖參數儲存於『FN.PP』檔案中。

表3-4 『SEASOFT』所建立之資料檔案說明

| 附加檔名 | 說 明 |
|------|--|
| .DAT | raw data file (binary format) |
| .CFG | SEASOFT configuration file |
| .HDR | header file |
| .MRK | event marker file |
| .AVG | bin averaged data made by BINAVG |
| .SUM | BINAVG summary file |
| .PP | plotting parameters read and modified by BINPLOT |

下面將針對各檔案內容分別加以介紹

(1) .DAT 檔案內容：

該檔為記錄BINARY型式的CTD原始資料，其記錄方式請參閱附錄A中「CTD/DU配置」部分的「IEEE-488 OUTPUT DATA FORMAT」。

(2) .HDR 檔案內容：

該檔主要記錄探測之日期及測站位置等，其詳細記錄內容如下

| 行序 | 記錄摘要 |
|----|------|
|----|------|

| | |
|---|-------------------------|
| 1 | system time, Julian day |
| 2 | cruise |
| 3 | leg |

```
4      latitude
5      longitude
6      X-Y plot label
7 to end user enter text followed system configuration
and sensor coefficient
```

(3) .MRK 檔案內容：

在執行SEASAVE過程中，可以功能鍵ALT+M(ALT和M兩鍵同時按)建立Event marker file。在Event marker file中每個事件(event)記錄兩行資料，第一行為mark number和其記錄的時間，第二行則為CTD上所配備之各種感應器的感測資料。

(4) .CFG 檔案內容：

該檔主要記錄各感應器之校正參數，其內容如下：

```
line    variables
1 conductivity serial number
2 conductivity M, A, B, C, D, conductivity word, whether to use primary
or secondary conductivity, conductivity pressure coefficient
3 temperature serial number
4 temperature F0, A, B, C, D, temperature word, whether to use primary
or secondary temperature
5 secondary conductivity serial number
6 secondary conductivity M, A, B, C, D, secondary conductivity word
7 secondary temperature serial number
8 secondary temperature FD, A, B, C, D, secondary temperature word
9 pressure sensor serial number
10 pressure T1, T2, T3, T4
11 pressure C1 (strain gauge M), C2 (strain gauge B), C3
12 pressure D1, D2, pressure offset, pressure word, pressure sensor type,
slope, which temperature to use for temperature compensation with
PROFILER, CUSTOM
13 oxygen serial number
14 oxygen M, B, K, C, SOC, TCOR
15 oxygen WT, PCOR, TAU, BOC, oxygen word, dooxygen?, oxygen units
(mg/ml or ml/ml)
16 pH serial number
17 pH A, B, VREF, pH volt #, dopH?
18 transmissometer serial number
19 transmissometer A, B, path length, transmissometer volt #, doxmiss?
20 PAR light sensor serial number
21 PAR cal const, multiplier, M, B, PAR volt #, dopar?
22 fluorometer serial number
23 fluorometer scale factor, offset, volt #, dofluor?, fluorometer type
24 tilt serial number
25 tilt XM, XB, YM, YB, docurrent?, dotilt? current word, tilt word
26 SBE 9 scanrate, number of words, first A/D word, secondary tempera-
ture or conductivity sensors?, SEACAT moored pressure, number of
voltages for SBE 25
```

27 deck unit type, deck unit baud rate, deck unit serial port #, number
of scans to average in the deck unit, number of bytes per word from
deck unit
28 harddisk?, display adapter type, printer type
29 latitude, real time / archived data?, number of points to skip
between computations, store real time data on disk?
30 computed variable types 0 - 9
31 computed variable types 10 - 19
32 secondary computed variable type selection 0 - 9
33 secondary computed variable type selection 10 - 19
34 display type, number of CRT plot X axis variables, number of
tabulated or fixed display variables, number of computed points
to skip between status line updates, plot decreasing Y axis values
on the CRT?
35 CRT Y axis label
36 CRT Y axis min val, max val, variable type, # major divisions, #
minor divisions, secondary variable type selection
37 CRT X axis A label
38 CRT X axis A min val, max val, variable type, # major divisions,
minor divisions, secondary variable type selection
39 CRT X axis B label
40 CRT X axis B min val, max val, variable type, # major divisions,
minor divisions, secondary variable type selection
41 CRT X axis C label
42 CRT X axis C min val, max val, variable type, # major divisions,
minor divisions, secondary variable type selection
43 CRT X axis D label
44 CRT X axis D min val, max val, variable type, # major divisions,
minor divisions, secondary variable type selection
45 not currently used
46 CRT plot start time: day, hour, minute, second
47 CRT plot end time: day, hour, minute, second
48 HP plot start time: day, hour, minute, second
49 HP plot end time: day, hour, minute, second
50 CRT plot dots/connected?, automatic paging?, automatic page print?
number of EGA Y axis grids, number of EGA X axis grids
51 plot data on HP plotter?, HP plot decreasing Y axis values?, number
of HP X axis variables, HP dot/connected?, HP paper size, number of
points to plot before switching pens, HP serial port #
52 HP plot Y axis label
53 HP plot Y axis : min val, max val, variable type, major divisions,
minor divisions, secondary variable type selection
54 HP plot X axis #1 label
55 HP plot X axis #1: min val, max val, variable type, major divisions,
minor divisions, secondary variable type selection
56 HP plot X axis #2 label
57 HP plot X axis #2: min val, max val, variable type, major divisions,
minor divisions, secondary variable type selection
58 HP plot X axis #3 label
59 HP plot X axis #3: min val, max val, variable type, major divisions,
minor divisions, secondary variable type selection
60 HP plot X axis #4 label

61 HP plot X axis #4: min val, max val, variable type, major divisions,
minor divisions, secondary variable type selection
62 send data to remote display?, remote display?, remote display serial
port #, alarm minimum pressure, alarm maximum pressure, serial data
out?, serial data port, serial data baud rate
63 bin averaged data: bin type, do not use pressure filter?, include #
scans per bin in output?, binsize
64 display mould status bits?, SBE 9 reference crystal frequency
65 custom (plume anomaly)
66 wide range conductivity cell constant and series resistance
67 seconds to advance cond relative to temp, sec to advance temp and
cond relative to all other parameters, minimum CTD velocity (these
parameters are used by ALIGNCTD)
68 CRT X-Y plot status line variable types
69 high resolution pressure AP counter flag
70 96 Hz microstructure?, microstruct begin, preemA, preemB
71 microstructure temperature serial number
72 microstructure tnumber, tdenom, A0, A1, A3
73 microstructure conductivity serial number
74 microstructure conductivity A0, A1, A2
75 OBS sensor serial number
76 OBS volt#, OBS temp volt#, doobs?, doobstamp?, OBS gain
77 SBE 20-GP logger flags, number of frequencies, number of voltages
78 SBE 20-GP frequency types
79 SBE 20-GP default values for temperature, conductivity, and pressure
80 ORP sensor serial number
81 ORP volt#, doorp?, M, B, offset

4. 『SEASOFT』之操作過程：

本章將詳細介紹『SEASOFT』中，有關SBE 9/11 CTD SYSTEM的各執行檔之功能與執行過程。在執行『SEASOFT』過程中，將會出現下述兩種更改執行參數的問句：

第一種為輸入新參數數值者：

'phrase' = 'old value' new value = 'val'

其中 'phrase'：詢問執行參數的問句

'old value'：預設之參數值

'val'：欲更新之參數值

第二種為輸入選擇性之參數者：

'question' 'char1/char2' ? = 'old value' new value = 'val'

其中 'question'：問句

'char1/char2'：可回覆之選擇

'old value'：預設之選擇

'val'：欲更新之選擇

在此需注意，在執行『SEASOFT』過程中：需用之檔案必須在現行磁碟目錄中，如SEASOFT.CFG和CGA.DEV、EGA.DEV、HERC.DEV以及EPSON.DEV、HPTJET.DEV或HPLJET.DEV等。

文中於敘述操作過程中，單邊方框所圍之文字為電腦螢幕上所顯示之內容。

4-1. SEACON

SEACON 之功能有：

- (1) 選定所使用之儀器種類
- (2) 選定於電腦之硬碟上或軟碟上執行
- (3) 選定資料頻道 (Data Channel) 的數量
- (4) 更改感應器之校正係數
- (5) 設定使用 CTD 之地理緯度

(6) 設定 CTD 資料的擷取量

於執行 SEACON 時，首先將選擇 SEACON 的功能項目：

SELECT ONE OF THE FOLLOWING:

1. change instrument type or instrument configuration
2. change calibration coefficients
3. change computer configuration
4. change latitude
5. update SEASOFT.CFG
6. update all .CFG files
7. exit to DOS, do not update SEASOFT.CFG

choice =

如后將依序介紹上述各項功能之執行過程

(1) CHANGE INSTRUMENT TYPE OR INSTRUMENT CONFIGURATION

(選擇所使用之儀器種類)

Instrument Type:

1. SBE 9/11 CTD SYSTEM (IEEE-488)
2. SBE 9/17 CTD SYSTEM with SEARAM
3. SBE 9/11 CTD SYSTEM (RS-232C)
4. SBE 9/11C CTD SYSTEM
5. SEACAT PROFILER
6. SEACAT PROFILER, CUSTOM
7. SEACAT OR SEACAT THERMOSALINOGRAPH
8. SBE 11X MULTI-CHANNEL COUNTER (IEEE-4888)
9. SBE 11X MULTI-CHANNEL COUNTER (RS-232C)
10. SBE 25 SEALOGGER CTD
11. SBE 20-GP LOGGER
12. OTHER

instrument Type = 1 new value =

目前海研一號上所使用的 CTD 系統為 SBE 9/11 CTD SYSTEM (IEEE-488)，故應選擇儀器種類為 '1' 。然後電腦螢幕上將繼續要求輸入各種配備儀器和其規格(如附錄 A)。若儀器配備更新或調整時，貴儀中心物理海洋技術員將會更新資料，並公告於海研一號作業室。因此一般使用者無須輸入新的儀器資料，以免造成錯誤的現象發生。

(2) CHANGE CALIBRATION COEFFICIENTS

(更改感應器之校正係數)

在此項目中，將要求輸入CTD上各種感應器的序號(serial number)和校正係數。感應器若更新或重新經過校正後，技術員將會輸入新的校正係數。一般使用者千萬勿自行更新校正係數，否則將計算出錯誤的資料數值。每架CTD均有如附錄D之校正係數表，且公告於海研一號作業室及貴儀中心，可供大家參考。

(3) CHANGE COMPUTER CONFIGURATION

(選擇電腦及其周邊設備)

在這個項目中，首先將須選擇『SEASOFT』是在電腦的硬碟或軟碟上使用：

```
hard disk or dual floppy disk system {h/f} ? = hard disk new value =
```

下來將選擇所使用的電腦螢幕和印表機與繪圖機等設備，使用者可依其各自的電腦設備而輸入新的參數。

Display Adapter Type:

1. IBM Color Graphics Adapter
2. IBM Enhanced Graphics Adapter
3. Hercules Monochrome Grapher

Display Adapter Type = 2 new value =

Printer Type or Printer Driver:

1. Epson FX-80, FX-100, LX-80, MX-80, MX-100
2. Hewlett-Packard Think Jet
3. Hewlett-Packard LaserJet Plus, LaserJet II
4. GRAPHICS or GRAFPLUS control of printer
5. none

Printer Type = 1 new value =

```
beep when raw data file is closed and reopened {y/n} ? = yes new value =
```

(4) CHANGE LATITUDE

(設定地理緯度)

```
latitude (deg) <used only for depth calculation> = 23.0 new value =
```

緯度參數僅於換算深度數值時使用，譬如於執行SEASAVE或BINAVG時選用深度資料。

4 - 2 . SEASAVE

SEASAVE的功能有：

- (1) 顯示和儲存現場感測的 CTD 資料
- (2) 顯示所儲存的 CTD 資料
- (3) 選擇資料在螢幕上的顯示方式，有表格方式和圖形方式兩種。
- (4) 於現場接收資料時，建立 event marker file

執行SEASAVE首先將依序詢問資料的接收方式和顯示方式，以及於現場接收感測資料時，是否以HP繪圖機將資料繪出。

```
change data acquisition or display parameters (y/n) ? = no new value =
```

如果選擇‘n’則依SEASOFT.CFG中所記載的資料接收方式和顯示方式直接執行。若選擇‘y’，將詢問是否更改螢幕上之顯示方式：

```
change CRT display parameters (y/n) ? = no new value =
```

如果選擇‘y’：

```
display types :  
1. Side-by-Side X-Y plots  
2. fixed display  
3. scrolled display  
4. Multicolor X-Y plots  
display type = 4 new value =  
ok (y/n) ? = yes new value =
```

(1) DISPLAY TYPE 1: SIDE-BY-SIDE X-Y PLOTS

首先選擇欲顯示資料圖形的數目：

```
number of X axis variables (1, 2 or 3) = 3 new value =
```

variable type numbers:

- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 1. pressure | 15. oxygen temperature | 29. X tilt |
| 2. temperature | 16. pH | 30. Y tilt |
| 3. salinity | 17. light transmission | 31. density (σ_t) |
| 4. density (σ_0) | 18. light (beam attenuation) | 32. potential temperature |
| 5. sound velocity | 19. light (PAR) | 33. specific volume anomaly |
| 6. conductivity | 20. fluorescence | 34. density (σ_1) |
| 7. depth | 21. pressure temperature | 35. density (σ_2) |
| 8. scan number | 22. secondary temperature | 36. dz/dt (decibars/sec) |
| 9. time | 23. secondary conductivity | 37. microstructure temp |
| 10. modulo | 24. East current | 38. microstructure cond |
| 11. frequency | 25. North current | 39. microstructure volts |
| 12. voltage | 26. current speed | 40. OBS (NTU or mg/l) |
| 13. oxygen(ml/l) | 27. current direction | 41. OBS temperature |
| 14. oxygen current | 28. compass heading | 42. ORP (mV) |

接著將會要求輸入有關圖形中X和Y軸的一些參數，如下：

```
variable # 1, type no. = 1 new value =
axis label =
minimum value =
maximum value =
number of major divisions =
number of minor divisions =
place grid on plot (y/n) ? =
number X axis grid divisions =
number of points to plot between status line updates =
```

此項數目代表當圖形上已標上幾組資料後，才更新圖形下方的資料數值顯示。這是因為在螢幕上顯示數值須花費較多的時間，因此輸入大於0的數目將可提高圖形的顯示速度。

```
plot data while Y axis value is decreasing (y/n) ? =
plot with connected lines or dots (c/d) ? =
automatic paging of the display (y/n) ? =

screen dump selections:
1. print when Ctrl+F9 pressed
2. print CRT plot after entire data set has been displayed
3. print CRT plot when data reaches bottom of plot
   or when entire data set has been displayed

change status line display parameters (y/n)? = no new value =
```

(2) DISPLAY TYPE 2: FIXED DISPLAY

若選擇螢幕之顯示方式為'2'時，將會於螢幕上的固定位置上顯示所選擇的資料數值。

選擇欲顯示的資料：

```
number of output variables = 4 new value =

FIXED DISPLAY FORMAT:
line variable
  pressure (decibars)
  temperature (deg C)
  salinity (ppt)
  scan number
ok (y/n) ? = yes new value =
```

(3) DISPLAY TYPE 3: SCROLLED DISPLAY

大致上和(2)相同，僅資料在螢幕上的顯示方式不同，為捲軸型式。

(4) DISPLAY TYPE 4: MULTICOLOR X-Y PLOT

與(1)大致相同，但所顯示的圖形為一個單一Y軸對應多個X軸的彩色圖形。必須使用彩色螢幕，方能選擇此項。

於選定資料顯示方式後，將依序再回應下述問題：

```
display data on HP plotter (y/n) ? = no new value =
real time or archived data (r/a) = archived new value =
```

其中real time代表從CTD/DU方面接收資料，archived代表重新顯示已儲存的CTD資料。

(5) REAL-TIME DATA OPTIONS

假如選擇現場接收資料(real time)，將繼續詢問是否將所接收的資料儲存起來。

```
store data on disk (y/n) ? =
```

若於執行SEACON中已選定在CTD/DU中作資料平均之功能後，則所儲存的資料為經CTD/DU平均過的現場CTD資料。

若於SEACON中曾選擇使用磁碟為軟式磁碟機，則將會告知有關放置磁碟片的告語：

```
insert formatted disks in drives a: and b:  
press Ctrl and function key 10 to continue
```

當A磁碟機內的磁片寫滿後會自動地將資料寫入B磁碟機中的磁片，相同地當B磁碟寫滿後會再繼續轉寫於A磁碟。

接序將要求輸入測站資料：

```
filename for data =  
cruise =  
leg =  
latitude =  
longitude =  
X-Y plot label =  
enter header information followed by 2 carriage returns  
number of seconds between screen updates = 2.0 new value =
```

此數目的大小不會影響CTD資料量的儲存(所有由CTD/DU傳輸過來的資料均會悉數儲存)，但若設定值太小可能會因電腦來不及儲存而造成CTD/DU中的資料漏失(OVERFLOW)。

(6) DISPLAYING PREVIOUSLY STORED DATA FILES

當選擇archived重新顯示先前記錄的CTD資料，將出現

下列問句：

```
number of points to skip between computations = 0 new value =
archived data filename =
```

其中若是在兩部軟式磁碟機上使用，將會詢問儲存資料磁片的數量：

```
number of disks to read =
```

接序為：

```
number of scans to skip over =
process to end of file (y/n) = yes new value =
```

於執行 SEASAVE 時，尚有下列幾個功能鍵可供使用：

- Ctrl + F1 : Restart the program or quit and exit to DOS
- Ctrl + F2 : No present function
- Ctrl + F3 : Enables the alarm on the remote pressure display. This is the default condition if the remote display is selected
- Ctrl + F4 : Disables the remote pressure display alarm
- Ctrl + F5 : No present function
- Ctrl + F6 : Erases the data inside the X-Y (screen) plots, useful for repetitive short casts
- Ctrl + F7 : Control signal on (if control installed)
- Ctrl + F8 : Control signal off (if control installed)
- Ctrl + F9 : Copy CRT X-Y plot to a graphics printer
- Ctrl + F10: Pause the program, useful for reviewing archived data. Press Ctrl + F10 again to continue.
- Ctrl + H : Stop sending data to the HP pen plotter
- Alt + M : Recording real time data to be added to the event mark file

4 - 3 SPLITCTD:

SPLITCTD的主要功能是：將所接收儲存的 CTD 原始資料分割為上收和下放兩個檔案，以方便資料處理。

若是在兩部軟式磁碟機上使用，首先將會告知放置磁片的告語：

```
insert raw data disk in drive a:  
insert formatted disk for the converted data in drive b:  
press function key 10 to continue
```

然後輸入欲分割的資料檔名：

```
raw data file name =
```

分割後所產生的資料檔名，於原始資料檔名前加上 U 代表上收資料檔；D 代表下放資料檔。若產生的資料檔名已經存在，則檔名以加上 @ 來區分。

4 - 4 BINAVG

BINAVG 可將所接收的 CTD 原始資料 (BINARY 型式)，轉換為實際單位 (如表 3-1) 的 ASCII 型式。並可依下述的設定而作資料平均。

```
SELECT ONE OF THE FOLLOWING:  
1. pressure bins  
2. depth bins  
3. scan number bins  
4. time (seconds) bins  
5. time (hours) bins  
bin type = 1 new value =  
include all scans or use increasing pressure filter (a/p) ? =  
--> include all scans new value =
```

若選用 increasing pressure filter 將於資料型式的轉換過程中，去除壓力變化小於 0.25 meters/sec 的資料串 (其目的在扣除因作業船隻晃動，而產生冗長的 CTD 資料)。若採用 all scans 則全部的資料將進行轉換。

```
include number of scans per bin in last column (y/n) ? = yes new value =
```

選擇 'y' 將會於每組轉換後資料的後面，記錄 scan number。

```
change output data format (y/n) = no new value =
```

選擇欲轉換的 CTD 資料項目。

接序輸入：

```
raw data file name =
averaged data file name =
number of scans to skip over =
process to end of file ? (y/n) =
number of scans to process =
```

執行 BINAVG 後，將對所轉換的資料產生一個 .AVG 的資料檔案
(ASCII 型式) 和一個 .SUM 檔案 (記載每項轉換資料的最大和最小值)。

4 - 5 BINPLOT

『SEASOFT』為了便利繪製已經 BINAVG 處理過的 ASCII 型式 CTD 資料，可以 BINPLOT 來執行繪製。執行時若記錄繪製參數的 PP 檔不存在，將會詢問：

```
bin averaged data file name =
change plotting parameters (y/n) ? = no new value =
plot data on HP plotter (y/n) ? = no new value =
number of X axis variables (1,2,3 or 4) = 4 new value =
X-Y plot label =
number of scans to skip over = 0 new value =
process to end of file (y/n) ? = yes new value =
number of scans to process = 100 new value =
```

而新建立一個 PP 檔案。

4 - 6 ALIGNCTD

由於溫度感應器和電導度感應器的感測速度不同，造成鹽度資料

上的誤差。因此可執行ALIGNCTD來調整溫度和電導度的感測時間差。ALIGNCTD亦可去除研究船受波浪影響所接收的CTD冗長資料。

```
number of seconds to advance conductivity  
relative to temperature = 0.0000 new value =  
number of seconds to advance temperature and conductivity  
relative to pressure = 0.0000 new value =  
minimum CTD velocity (decibars per second) = 0.0 new value =
```

上述問句中各參數的數值，隨儀器及CTD施放速度不同而無固定之值，故建議欲做此步驟者可自行變化參數數值，以求到最好的資料型態。

5. 實際接收過程：

- (1) 抵達預定之測站後，先將CTD置於海表面浸泡片刻。
- (2) 開啟SBE 11 Deck Unit電源。
- (3) 於接收資料用的電腦上執行SEASAVE。

目前海研一號上，為了方便執行『SEASOFT』軟體，已依所使用的CTD海況儀而建立批次檔：

SX.BAT：編號為SBE-X的CTD
SY.BAT：編號為SBE-Y的CTD
SZ.BAT：編號為SBE-Z的CTD

每個批次檔主要工作是將儲存各架CTD的校正係數檔還原為SEASOFT.CFG，並執行SEASAVE。

在此須注意：應先開啟CTD/DU的電源再執行SEASAVE，否則將改變CTD資料的擷取方式，這是因為執行SEASAVE時，將依SEASOFT.CFG中的設定而傳輸指令給CTD/DU。

- (4) 輸入SEASAVE所需之測站訊息。

```
change data acquisition or display parameters (y/n) ? = no
change CRT display parameters (y/n) ? = no
filename for data =
cruise =
leg =
latitude =
longitude =
X-Y plot label =
enter header information followed by 2 carriage returns
```

上述各項測站資料應確實輸入，以便日後資料管理。

- (5) 開始下放CTD。
- (6) CTD到達欲探測的最深深度後開始回收。
- (7) 當CTD抵達海面後，結束SEASAVE。
- (8) 關閉CTD/DU電源。
- (9) 回收CTD至作業船上。

6. 結語：

有關詳細的 SBE 9/11 CTD SYSTEM 可參閱原廠之操作手冊，或向貴儀中心物理海洋技術員洽詢。由於『SEASOFT』軟體不斷更新，本文如有未及更新之處，請不吝賜函以利及時更正。由於 SBE-CTD 是大家出海作業時最常使用的儀器，若有新的資訊亦敬請通告物理海洋技術員，以公告所有之使用者。

参考手册

CTD DATA ACQUISITION SOFTWARE

SEASOFT VERSION 3.3

JANUARY 1990

CTD SYSTEM OPERATING AND REPAIR MANUAL

SBE 11 DECK UNIT

13 JUNE 1990

CTD SYSTEM OPERATING AND REPAIR MANUAL

SBE 9 UNDERWATER UNIT

20 OCTOBER 1987

SBE-BIRD 9/11 CTD' TC DUCTED FLOW TEST

on the RV NEW HORIZON

San Diego, 19 May 1989

The TEMPERATURE and CONDUCTIVITY DUCT:

INSTALLATION,

USE, and

DATA PROCESSING STEPS

to minimize salinity spiking error

JUNE 1989

附錄A. 編號 SBE-X CTD海況儀的配置

A. 1 CTD (SBE 9 Underwater Unit) 配置

| | |
|---|-----------------------------------|
| Depth capability | 6800 meters |
| Pressure sensor range | 0 - 10,000 psia 0 - 6900 d-Bar |
| Primary temperature sensor | S/N 797 |
| Secondary temperature sensor | S/N 798 |
| Primary conductivity sensor | S/N 424 |
| Pressure sensor (Digiquartz) | S/N 31636 |
| Pump | S/N 96 |
| Minimum input voltage | +120 |
| Power supply output voltage | +15, +5, -15 |
| Data words per scan | 8 |
| Scan rate | 24 Hz |
| Secondary temperature word | 3 |
| 1st A/D word | 4 |
| 12 bit A/D (set to 6 channels) | |
| 4 channel differential amplifier (av = 2) | |
| 4 channel low pass filter (Fc = 5.5 Hz) | |
| A/D channel 1 (V0) | oxygen current |
| A/D channel 2 (V1) | oxygen temperature |
| A/D channel 3 (V2) | transmissometer |
| A/D channel 4 (V3) | pH |
| A/D channel 5 (V4) | spare |
| A/D channel 6 (V5) | fluorometer |

A/D channels 3 - 6 are routed through differential amplifier (gain of 2) and low pass filter.

A. 2 CTD/DU (SBE 11 Deck Unit) 配置

| | |
|---------------------|---|
| Supply voltage | 230 VAC/ 50-400 Hz |
| Sea cable voltage | 250 VDC (for 120 - 170 volt input CTD) |
| Data words per scan | 8 |
| Scan rate | 24 Hz |
| Computer interface | IEEE-488 |

IEEE-488 OUTPUT DATA FORMAT

| | |
|----------------|---|
| BYTE 01 Word 0 | Primary temperature |
| BYTE 02 Word 0 | Primary temperature |
| BYTE 03 Word 0 | Primary temperature |
| BYTE 04 Word 1 | Conductivity |
| BYTE 05 Word 1 | Conductivity |
| BYTE 06 Word 1 | Conductivity |
| BYTE 07 Word 2 | Pressure |
| BYTE 08 Word 2 | Pressure |
| BYTE 09 Word 2 | Pressure |
| BYTE 10 Word 3 | Secondary temperature |
| BYTE 11 Word 3 | Secondary temperature |
| BYTE 12 Word 3 | Secondary temperature |
| BYTE 13 Word 4 | Oxygen Current (8 MSBs) |
| BYTE 14 Word 4 | Oxygen Current (4 LSBs 4-7) Oxy Temperature (4 MSBs 0-3) |
| BYTE 15 Word 4 | Oxygen Temperature (8 MSBs) |
| BYTE 16 Word 5 | Transmissometer (8 MSBs) |
| BYTE 17 Word 5 | Transmissometer (4 LSBs 4-7) pH (4 MSBs 0-3) |
| BYTE 18 Word 5 | pH (8 LSBs) |
| BYTE 19 Word 6 | Spare Channel (8 MSBs) |
| BYTE 20 Word 6 | Spare Channel (4 LSBs 4-7) Fluorometer (4 MSBs 0-3) |
| BYTE 21 Word 6 | Fluorometer (8 LSBs) |
| BYTE 22 Word 7 | Pressure Sensor Temperature |
| BYTE 23 Word 7 | all zeros |
| BYTE 24 Word 7 | Modulo count (EOI line asserted) |

附錄B. CTD海況儀校正係數表

海研一號 SBE - CTD海況儀校正係數表

| Sensor | SBE Calibration Data | | | | |
|-----------------------------------|----------------------|----------|--|----------|--|
| Pressure S/N : Date: | T1 | C2 | | word | |
| | T2 | C3 | | type | |
| | T3 | D1 | | slope | |
| | T4 | D2 | | PROFILER | |
| | C1 | offset | | | |
| Conductivity S/N : Date: | m | c | | P or S | |
| | a | d | | P coef. | |
| | b | word | | | |
| Temperature S/N : Date: | f0 | c | | P or S | |
| | a | d | | | |
| | b | word | | | |
| Secondary Cond. S/N : Date: | m | b | | d | |
| | a | c | | word | |
| Secondary Temp. S/N : Date: | f0 | b | | d | |
| | a | c | | word | |
| Oxygen S/N : Date: | m | Sor | | tau | |
| | b | Tcor | | boc | |
| | k | wt | | word | |
| | c | tcor | | unit | |
| pH S/N : Date: | a | verf | | do pH | |
| | b | volt # | | | |
| Transmission S/N : Date: | a | length | | do xmiss | |
| | b | volt # | | | |
| Fluorescence S/N : Date: | scale f. | volt # | | type | |
| | offset | do fluor | | | |

Sheng-Tung Lin

Date: _____

Signature: _____