

396250

大學用書

海洋探測儀表學

威廉斯 著
薩師洪 譯



國立編譯館主編
黎明文化事業公司出版

大學用書

海洋探測儀表學

威廉斯 著
薩師洪 譯

國立編譯館主編
黎明文化事業公司出版

724•(67-54)

海 洋 探 測 儀 表 學

著 作 者：Jerome Williams

翻 譯 者：薩 師 洪

譯 作 權：國 立 編 譯 館

所 有 者：國 立 編 譯 館

出 版 者：黎明文化事業股份有限公司
行政院新聞局出版事業登記台字第一八五號

總發行所：

台北縣永和秀朗路二段 161 巷 1 號
門 市 部：

台北市長安東路一段五十六號

台北市重慶南路一段四十九號

台北市林森南路一〇七號文化大樓

高雄市五福四路九十五號

郵政劃撥帳戶：一八〇六一號

印 刷 者：海王印刷廠有限公司

地 址：中和中山路二段 637 巷 37 號

中華民國六十八年二月廿日初版

定 價：新 臺 幣 壹 佰 元 整

►如有缺頁及倒裝請寄回換書◀

前 言

海洋資料得之于海上，任何人凡曾有海上經驗者均知海上環境深具敵意。因此，直至1950年代，海上所用之儀器均為較簡單而粗糙之機械工具。曾有傳說之笑話，謂海洋儀器之標準乃是僅包括不多于0.5 之真空管而可以由三十呎高空擲于水泥質人行道上而尚可使用者。較為複雜的測量工作是在海中蒐集海水樣品，然後在船上實驗室分析或携回岸上分析。在這時期之前，曾在海上作業之電子儀器，可能是由一位工作科學家所發展而成，因此是獨一無二的。

自1950年代後期以來，太空計劃之發展，使許多較為可靠之電子設備湧入海洋探測儀器之領域，乃使以前所不能探測之海上工作變為可能。

在許多方面，海洋探測儀器之基本原則與其他探測儀器相似；但有若干方面，則極為不同，而這些差異將在本書內容予以討論。因為電子線路及感應器之工藝現狀不斷改變，所以若想對某種器具作一介紹，實為不智之舉。故本書僅述儀器學之基本觀念，並不努力于列舉及詳述現用之各種感應器與測量電路。可是，書中有時必須述及現用若干儀器及電路以解釋某些探測問題。

一般而論，雖然有時也討論到某一種儀器系統之組成分子，但強調于系統研究。亦即是由感應器以迄于最後之資料分析，作一個全般檢討。同時也討論到什麼可以測量、過去如何做、現在如何做以及如

果可能的話對於未來的改進。

作者深信如果一位海洋探測儀器設計者要能克盡厥職，他應該對於海洋環境有一完全的瞭解。所以作者目標之一就是使儀器設計人熟識這環境的若干重要方面。這不是一本海洋學，也不是一本電子書籍；它是企圖作為兩種科技人物的橋樑，希望激勵電子工程學家去學習更多的海洋環境，同時也希望海洋學家能夠瞭解儀器設計人所面臨的問題。

本書作者對於若干人物之竭力協助，殊表感激；尤其是卜里查博士、柯羅斯貝先生及希默爾先生的影響，更為重要。威廉斯夫人在條件不足的情形下，擔任全部打字工作，特在此予以推崇。

J·威廉斯

目 錄

前言	1
第一章 緒論	1
何謂海洋探測儀器	1
儀器設計標準	1
儀器發展	3
儀器系統	4
儀器特徵	6
第二章 準確性	9
環境之複雜性	9
統計參數	10
誤差	14
時間常數	16
其他儀器參數	26
第三章 深度決定	29
決定深度方法	29
壓力	30
壓力感應器	32
信號調節器	35
壓力感應器的問題	36

藝能現狀·····	37
第四章 溫度測量·····	39
何謂溫度·····	39
溫度表尺及其標準·····	40
海洋溫度·····	42
絕熱效應·····	45
所需之準確性·····	46
溫度計·····	47
高溫計·····	50
藝能現狀·····	51
第五章 鹽度之決定·····	57
何謂鹽度·····	57
鹽度與密度之關係·····	59
鹽度分佈·····	59
實驗室測定·····	60
傳導性鹽度計·····	61
音速測量鹽度·····	65
測量遠距離之鹽度·····	66
藝能現狀·····	69
第六章 流體運動測量·····	73
產生運動之力量·····	73
運動方程式·····	74
簡化運動方程式·····	74
潮流·····	75

目 錄

流速·····	76
垂直運動·····	77
廻旋流或渦流之規模·····	77
常用測速法·····	79
間接方法·····	80
賴氏直接法·····	82
尤氏直接法·····	83
信號調節器·····	87
靜態驗流計·····	88
渦動測量·····	91
衛星偵測水流·····	93
水流單位·····	93
流向之決定·····	94
向量平均·····	94
藝能現狀·····	95
第七章 有關光線之測量 ·····	103
光之損失·····	103
吸收與散射·····	103
光滲及光束傳送率·····	107
餘弦集結器·····	108
蓋氏管·····	108
波長之說明·····	109
浸水效應·····	113
相對光滲·····	114
光束傳送率·····	115

光滲測量器具·····	116
光束傳送計（透光計）·····	117
塞氏盤·····	122
散射之測量·····	124
生物發光之測量·····	124
綜合裝置·····	125
以光作為工具·····	125
莖能現狀·····	126
第八章 聲音測量·····	131
音能·····	131
吸收·····	131
散射·····	133
散開·····	134
折射·····	135
臨時性之損失·····	138
聲音顯影·····	139
周圍噪音·····	140
地球物理性音源·····	141
音能轉換器·····	142
轉換器之校正·····	144
傳播損失·····	146
自製之噪音·····	147
音速測量·····	147
莖能現狀·····	149
第九章 化學測量·····	153

目 錄

化學測量之用途	153
溶解氧分布	153
氧電極	156
酸鹼度(pH) 分布	157
用指示器以決定 pH	158
用電極法以決定 pH	158
藝能現狀	159
第十章 浪與潮之測量	163
標準的結果	163
深水與淺水波浪	163
浪與湧	165
波譜	166
波浪之測量	168
長波	169
內波	169
內波之測量	170
壓力感應之波浪計	171
其他波浪計	172
驗潮器	175
由衛星測量波浪	175
藝能現狀	176
第十一章 地球物理性之測量	181
重力與地磁測量	181
重力加速度	181

海洋探測儀表學

重力測量方法·····	182
地球磁場·····	183
磁性異狀之測量·····	184
藝能現狀·····	185
 第十二章 儀器台 ·····	 187
固定台與移動台·····	187
理想儀器台·····	188
浮筒·····	188
水面船隻·····	192
水中船隻·····	193
水肺·····	194
衛星·····	195
飛機·····	196
藝能現狀·····	199
 第十三章 資料傳送與分析 ·····	 203
資料傳送·····	203
電纜傳送·····	203
音能傳遞·····	204
無線電傳遞·····	204
雷射傳遞·····	205
分析考慮·····	205
可靠性·····	206
官能感應·····	206
藝能現狀·····	207

目 錄

附錄 A	電學概要	213
附錄 B	由溫度與傳導性所決定之氣度	221
附錄 C	中英文名詞對照表	227

第一章 緒 論

101 何謂海洋探測儀器

當一位游泳者走到海灘，把她的腳趾伸入水中，告訴她的同伴那是溫水。同樣地，一艘海洋探測船在北大西洋海面，將一具可棄式深溫儀由舷旁放下。當那小型感應器掉入水中，各層深度的水溫就會在船上儀表上自動描繪下來，顯示出水溫與水深的函數圖。

其實那一位游泳者和深溫儀都是海洋探測儀器，都會把有關海洋參數變為一種可以令人瞭解的形態，這就是一具海洋探測儀器的任務。

因此，我們可以說，一個海洋探測儀器是把海洋環境和人類腦筋連接起來的一個鏈環。這個定義的含意就是指這個鏈環的輸出資料是可以使人瞭解的。那一位游泳者報告那是溫水，而驗溫器在圖上錄出華氏 71.3° ，兩者都是描述那水溫，當然，後者所表現的較為數量化。所有各種儀器都有一個共同性質：就是它們都試圖把某些參數變為一個可以瞭解的數量。

102 儀器設計標準

實驗室裡所用的儀器和海上所使用者有些基本差異。當然有些實

驗室儀器也用于現場，例如化學家的分光光度計（Spectrophotometer）和生物學家的顯微鏡都有很大用途。可是海洋究竟和一般實驗室的情況大不相同。

首先，海洋浩瀚無邊，一個感應器甚或整個系統的測量器具部和其最後的輸出資料相隔數百哩或數千哩；而在實驗室裡，儀器的測量部分與其紀錄部分近在咫尺。

其次，許多在自然環境裡所測量的參數，不論在時間上或空間上，都不能顯示其相同性。亦即在時間或空間兩種尺度裡，經常都顯示出許多變化。因此就產生了到底測量什麼的問題。由是就使用平均觀念，而設計者必須決定那一種類的平均數值對使用這資料的個人會提供最多的資料。

對此問題的一種解決方法，就是在良好設計的實驗結構之下，利用已有的儀器，並且不是在時空方面作相等間隔的少數測量，而是在兩方面都作大量的隨意測量。當一位儀器設計人使用這個方法時，他須把他的儀器適合于一種實驗設計。

有些環境特性對於儀器設計人有利，有些則否。水中密度使某些物質上浮而某些物質下沉，因此要設計一個潛入液體的工具，就必須考慮這個特質；同樣地，水溫低到結冰的程度，也是一種考慮要素。此外尚有其他因素，包括海水中的極高壓力；這些都會引起一個全新的專技領域，也引起新物質與新設計構想的發展。

其他問題乃由于海水化學成分和生物污穢所造成。任何物質浸入海中太久，就有腐蝕的危險；同時，浸入水中太久的物質，也會吸引各種生物：植物和動物。曾有許多紀錄顯示浮筒繫留纜被魚類所咬而損壞。

海洋觀測儀器設計人還必須考慮海中的視界性質不良。水並不是

一個電磁介質，而即使在最佳情況之下，能見度很少超過壹百呎。常常使用儀器的人不能看見自己所操縱的儀器，因此，必須設計使其可以用于無人看管狀態之下。而且在大多數情形之下，儀器須由水面放入水中，所以它可能在一根纖細繩纜的一端而距離操縱者達數仟呎。

除了上述環境性質會直接影響測量感應器和所測的型態以外，某些與船舶作業有關之環境性質也常常會影響到儀器的設計。其中之一就是常年潮濕的大氣中所含有的細微鹽分，對於電纜和其接頭的腐蝕性，要遠比岸上快的多。當然，船上的電源供應也不如岸電，所以交流電的電壓和頻率的變化也比岸電大許多。這對於儀器設計人而言，可能是一個嚴重的問題。再者，最重要的一點是船上與浮標的振動和搖擺，其結果有時足以使一個良好設計的儀器變為無用。

最後關於儀器設計所考慮的因素，乃是其結果資料用在什麼地方。一個例行測量作業所用的工具，和一個用作試驗數學模型的工具，顯然大不相同；諸如準確度的需求以及作業的簡繁，都差好幾級。又如一個儀器用于每日預測，所應該考慮的準確性和適用性又和上述兩者都不相同。

103 儀器發展

一般而論，對於某一門專技所用的儀器之發展，常依據這一門專技的現行知識水準。起先所用的器具都是非常粗糙，而且只能測其性質方面。例如海是暗色、寒冷而帶鹽性，上節所述的游泳者，就代表着只有那些有限知識的儀器。

當知識逐漸累積起來，儀器也逐次改進，由是首先就想在數量測定方面求發展。這些探測工具就可以提出數字，雖然並不是很準確的

數字，可是對於現行知識很够接近，因為概略的測量數字對於當時所已知的概略理論是很足够的。

當理論愈益精細而繁複，于是就發展了更好的儀器，就出現了更精的定量器具。這些較精美的儀器常可促進知識增加的速度，於是就產生了躍進運動：即是新儀器產生新資料，新資料導引出新理論，新理論又需更好的儀器來充實，依此下去循環不息。例如由于儀器的不斷改進，才得到海床分布與海洋湧湧等等構想。

104 儀器系統

在前面已經指出，儀器是接引環境與人們腦筋的橋樑。現在我們試將儀器或儀器系統作一個更確切的定義。

以本書之目的而言，一個儀器系統是將環境裡某一個特選性質和一個適當標準作明顯或含蓄的比較，使其變為可以令人瞭解的。

一個儀器系統可以認為是包含四個單獨部分而被一個或更多的鏈環連接一起。在某些特殊系統裡，這四部分可能有些並不存在。這四部分是：

- (1)一個感應器或轉換器 (Transducer)，它將一個環境參數 (就是測定物) 轉變為電、機械或化學的信號。
- (2)一個傳譯器 (Translator)，它將感應器所輸出的信號譯成爲一種很方便的形態。
- (3)一個分析器，它會增加傳譯器所輸出的資料內容。
- (4)一個顯示器或讀數，它使上述輸出值變為可以令人瞭解的方式。

有時上述第(2)項及第(3)項併在一起，稱為信號調節器 (Signal

Conditioner)。

在各部分之間，可能用一個鏈環把兩部分連接起來，例如鋼纜或無線電；這個就好比是一個通道，它可以使信號資料自由傳送。

由于上述四部分的組合運用，環境情形就能有效地傳注于人類腦筋。現在試拿一個典型的現代儀器，來解釋其各個部分如何配合于理想的計劃。假定一艘船上所用的儀器，包括一個水中個體和一個甲板上單位，其構造的設計是使其最終輸出資料可以顯示出鹽度的空間分布曲線圖。水中感應器是一個環形傳導性感應器，其輸出值是送入一個電子線路；另一方面，一個溫度感應器的資料也輸入這個電子線路。關於海水電傳導性的信號和溫度的信號，都在傳譯器中合併一起而成爲一個調頻音調，其頻率就和鹽度直接有關。這個與鹽度有關的信號再由鏈環（此處是一個單導體電纜）傳遞，通往甲板上的分析器。分析器把這個信號轉變爲輸出值，使其可以在顯示器（此處是圖紙紀錄器）上顯出曲線圖。假如再將電羅經的航向和推進器大軸的轉數輸入這個儀器系統，就可以得到船位的經緯度，這樣就可能繪出立體鹽度等值線。

上述的儀器系統可以稱爲是自動儀器系統，但是一個自動系統並不一定就是自動控制系統 (Automated System)，因爲自動控制系統是使用「反饋」構想。例如，假定當鹽度變化每100公尺超過0.1‰時，我們要使抽樣次數增加兩倍，就須使用自動控制系統；這就是使輸出值（就是鹽度的迅速增加）反輸入了儀器系統，因此就可以得到每單位時間內的更多輸出資料。所以一個自動系統 (Automatic System) 和一個自動控制系統的差別，就在于有沒有「反饋」的存在。