

教育部

96 年海洋教育先導型計畫

子計畫二：高中、國中、國小教案
與研習營課程設計（海下科技）

期末報告

主持人：劉金源 教授

（國立中山大學海洋科學學院、
海下科技暨應用海洋物理研究所）

2008.01.31

目 錄

項次	內 容	頁碼
一	計畫緣起.....	2
二	計畫目標與教案內容.....	3
三	計畫團隊.....	5
四	計畫成果.....	6
附錄一	國小教案與研習營課程設計.....	附 1-1 ~ 53
附錄二	國中教案與研習營課程設計.....	附 2-1 ~ 52
附錄三	高中教案與研習營課程設計.....	附 3-1 ~ 36

一、 計畫緣起

海洋占地球表面積約百分之七十，幅員相當遼闊、平均深度高達四千公尺，而且由於海水基本上並不透光、密度也大，並含有由各種化學物質所組成的鹽分，同時，海洋亦充斥著很多海流與漩渦，造成海下是一個黑暗、高壓、高腐蝕、暗潮洶湧的環境。雖然如此，海洋除了提供人們豐富的魚產資源外，海底亦蘊藏著豐富的礦產資源等，這些能源與資源的開發，都有賴特殊海下科技的應用。對於四面環海的台灣而言，對於海下科技的認識，更顯得它的重要性。

為確立我國海洋教育政策的發展目標及策略，教育部已頒發「海洋教育政策白皮書」，目的在於強化各級學校學生之海洋素養基礎上，以培育產業界所需各類優質專業人才，且“明確揭示五大具體推動面向—「建立推動海洋教育之基礎平台」、「培育學生海洋基本知能素養」、「提升學生及家長選擇海洋教育與志業之意願」、「提升海洋產業之基層人才素質」和「提升海洋產業之專業人才素質」”。這五大推動面向在在需要教育體系的投入、調整與適切之課程規劃。然而，為因應海洋教育之推動，現行各級中小學教育體系調整幅度可能有限，因此，透過正規教育體系之外的管道來推廣加深海洋教育，應能更落實教育部所揭示之海洋教育政策。

本計畫之目的是由各級老師組成教案規劃團隊，在大學教師的引

導輔助下，擬定以主題導向之教案，依各級學生發展為依據規劃課程內容，並利用教育部所屬各海洋相關博物館之軟硬體資源，舉辦施行擬定教案之課程或短期研習營。

二、計畫目標與教案內容

本計畫將以單一主題為教案設計主軸，分別設計適合國小、國中、與高中學生之教案；所設計之教案將放入資料庫提供各級教師教學之用；這些教案也將被設計轉化成研習營課程，用於暑期開設供各級學生參與的研習營活動。

課程設計團隊將由大學教師、與高中、國中、國小老師共同組成。大學教師將教案規劃提供科學性的指導與規範；各級教師將依設定之主題，針對不同層級的學生智性發展，開發設計合乎各層級學之課程。

本計畫目標乃依國小、國中、高中程度編撰教案與設計研習營課程，內容主題分別包括：

1. 國小：以趣味性的圖片與文字介紹什麼是海下科技，包括：認識海下環境、海下有什麼與人們生活相關的建置及其用途（海底管線、海底電纜、人工魚礁、古沈船等）？認識潛水艇、什麼是用來觀測海下的器械（例如，聲納、水下遙控潛器、水下自主式無人潛器、科學用載人潛艇等）。
2. 國中：以誘導性的文字與圖片介紹海下科技，包括：海下環境

的基本知識（例如，海底地形、地貌、型態特徵、海底沈積物、基本海洋物理現象等）、海下探測基本原理（例如，光與聲波在水中的性質）、各種類型水下聲納之介紹（例如，測深儀、航行聲納、側掃聲納、底層剖面聲納等）、水下機電系統基本原理介紹。

3. 高中：介紹海下科技相關知識與應用，包括：基礎海洋學（物理、化學、生物、地質）、海洋的基本聲學性質（包括：聲波的特性、反射與折射、深海聲道等）、關鍵性海下科技與應用、水下聲光電整合技術介紹、水下搜尋與辨識（例如，鐵達尼號的搜尋）、海下能源開發（如俗稱“可燃冰”的 gas hydrate）、海下科技與海洋產業、我國與先進國家在海洋科技上的發展與比較等。

透過計畫執行過程中各教育階段教師的參與，瞭解各級學校現行課程中海下科技教育之內容，以及推行時遭遇之困難；並探究高中、國中、國小老師在海洋相關知識的程度，做為種子教師培育課程設計之參考。完成之教案設計將放入資料庫，提供各級教師做為海洋教學之教案。研習營課程將利用社教司管轄之海洋教育博物館為課程實施之場所，舉行例行性的短期研習營，以推廣啟發性及知識性海洋教育，輔助正規教育體系的不足。

三、計畫團隊

本計畫之教師團隊包含一名大學教授（劉金源：國立中山大學海下技術研究所）以及三名各級學校教師，包括：林俊呈老師（高雄市新興高中）、阮愉雅老師（台南縣新市國中）、詹文洲（高雄市龍華國小）等，其餘由三位老師尋覓人選組成團隊。

研習營課程亦將規劃邀請全國專業的授課老師，就相關主題授課或設計操作實驗。研習營課程規劃以國立自然科學博物館為實施場所。

計畫執行方式將由大學教師與各級老師作直接的溝通探討，根據該階段學生的發展與需求設計教案；此外也需要縱向的教師聯繫討論，以釐清各級教案內容之異同處，以及各級課程之連貫性。

具體的工作內容包括：

- 組成大學教師與高中、國中、國小老師各兩員之教案設計團隊。
- 依據規劃主題，各層級老師蒐集資料，擬定課程與實驗內容，再透過縱向與橫向之討論與回饋，擬定教案內容。
- 舉辦教材使用研習營，教授老師如何使用教材。
- 評估各層級老師執行與教授海洋教育之能力。

四、計畫初步成果

- 附錄一：國小教案與研習營課程設計
- 附錄二：國中教案與研習營課程設計
- 附錄三：高中教案與研習營課程設計

海下科技

國小教案與研習營課程設計

計畫團隊：

主編：詹文洲老師（高雄市龍華國小）

編輯：江德怡老師（高雄市莒光國小）

邱雅玲老師（高雄市莊敬國小）

陳淑侶老師（高雄市龍華國小）

海下技術科技教案設計草案

教案設計草案[含課程研習二天及活動]

國小組小海下科技教案設計：

指導教授：劉金源教授[中山大學海科院院長]

教案設計人：

詹文洲老師[活動設計、統整課程]；草擬大綱、影片圖片收集、教案出爐。

陳淑侶老師[教案設計、創意教學]；教案修正、評估可行性、細部規劃。

江德怡老師[自然科技、科學展覽]；科學遊戲設計及實物操作。

邱雅玲老師[學習評估、學生回饋]；學習單設計。

附件：

- 一、 ppt 簡報圖片[世界五大古沉船]、[人類研發潛艇歷史過程]、[海下工程、光纖、電信電纜、觀光]
- 二、 ppt 簡報圖片：「水下遙控潛器 ROV）」；「自主式水下潛器 AUV）」
- 三、 學習單：十三份[適合中年級 6 份、適合高年級 7 份]
- 四、 研習課程[二天]、含分站遊戲。

教學目標：

※ 主學習：國小學生不必教導太深之理論，教案設計以海下技術簡易概念、主題活動、參觀活動、研習活動[含科學實物操作]介紹海下技術科技為主。

※ 副學習：認知海下技術在海域中發生空難的搜救、海底地形的測繪、海底管線的鋪設、海下觀光的发展、海底能源的搜尋等，都是海下技術直接的應用。

※ 輔學習：對環境的關懷、對海洋生態的尊重、動手做環保、我們只有一個地球。

教學單元設計[草案]：

※ 國小組海下技術教案設計分三個單元。

※ 每一單元 4 節課、三個單元共 12 節課。

※ 不含專題演講及戶外教學參觀活動節數。

第一單元：主題：探索深海寶藏。

子題：海下地形掃描、海流、及海洋溫度監測。

第二單元：主題：海下蝙蝠俠。

子題：聲納原理及海下技術器具研發利用。

第三單元：主題：生活大不同。

子題：利用海下技術及工程、建造與人類生活息息相關之產品。

備註—向教育部建議

- ※ 國小教學時間及科目，是依據課程綱要之內容分配實施，依現行國小每週節數已排滿，無任何空堂讓教師在課堂上教導相關海下技術教學之活動。
- ※ 除非教育部另函要求各校課發會每週至少四小時安排[海下技術]課程；例如現行教育部外加要求每學期至少在綜合活動節數或彈行節數，安排家政課 4 小時：法治教育 4 小時：人權教育 4 小時，性別平等教育 4 小時之節數。
- ※ 許多海下科技照片及影片，均上網擷取，在教案中草案呈現，未來要在各校推廣或教案照片掛在教育部網站，教學時照片呈現會牽涉[著作權]爭議，建議交給書商[國小教科書大部分採南一、康軒；廠商自然會與照片原作者，取的版權相關合約，提供給老師教學使用。

教學單元分配[草案]：

第一單元：主題：探索深海寶藏

子題：海下地形掃描、海流、及海洋溫度監測。

能力指標	<p>綜 4-1-3 知道環境保護與自己的關係。</p> <p>綜 4-2-4 舉例說明保護及改善環境的活動內容。</p> <p>綜 4-3-2 探討環境的改變與或壞可能帶來的危險，討論如何保護或改善環境。</p> <p>綜 4-4-2 分析人為和自然環境可能發生的破壞，擬定並執行保護與改善環境之策略與行動。</p> <p>家 3-2-1 參與各類團體討論活動，並養成負責與尊重紀律的態度。</p>
教學目標	<p>1-1 能了解海下環境的改變與人類利用海洋自然資源的關係。</p> <p>1-2 能了解並實踐海下技術利用的基本概念。</p> <p>1-3 能表達自己對未來海洋環保的關懷與做法。</p> <p>1-4 能表達、溝通，參與活動的分享。</p>
評量方式	<p>1. 口頭說明</p> <p>2. 分組討論</p> <p>3. 心得發表、作品欣賞[美勞及作文]</p> <p>4. 學習單、製作小書</p>

活動一：探索深海寶藏(認知)

教案設計者：詹文洲老師、陳淑侶老師、江德怡老師、邱雅玲老師

活動目標	活動時間	活動流程	活動地點	準備事項、情境佈置(含教學資源運用)	指導要點(注意事項)
1-1 能了解海下環境的改變與人類利用海洋自然資源的關係。	10分	<p>【準備活動】</p> <p>◎海下有多少寶藏：觀看短片「深海寶藏」、或[尋找南海一號古沉船寶藏 PPT]。探索人類在海下工程探索對生活及環境的影響？用哪些科技技術及人類發明的器具深入海下的方法，尋找海下各項資源再利用，建立海下資料及海洋永續發展的環境。</p>	教室	深海寶藏影片 電腦設備	請學生專心觀賞
1-2 能了解並實踐海下技術利用的基本概念。	10分 15分	<p>【發展活動】</p> <p>◎海下有哪些資源可利用[腦力激盪，小朋友提出各項自己所認知的海下資源百寶箱。</p> <p>1.海下資源探索及利用的意義。尋找可利用的資源在哪裡？建立人與海洋的生存環境？</p> <p>2.海下資源的分類與內容。</p> <p>比較海下寶藏與能源開發器具所</p>	教室	百寶箱 各類圖片	鼓勵學生參與討論 請學生專心聆聽
	10分		教室 司令台	教學簡報PPT	鼓勵學生參與

<p>1-3 能表達自己對未來海洋環保的關懷與做法。</p>	<p>學生晨間教學</p>	<p>有物品的不同並試著分類。再以簡報呈現主要的海下世界，及能源利用流程圖(無人遙控 ROV→探索→建立台灣周邊海下海床資料→運用與人類相關的資源，海下電纜及油管鋪設)。</p> <p>3.小組討論及發表：小組將海下資源探索及再利用的生活實例內容寫在大白板上，進行口頭報告。</p> <p>4.習寫學習單</p>	<p>教室</p>	<p>白板</p>	<p>與討論</p> <p>注意小朋友學習態度</p>
<p>1-4 能表達、溝通，參與活動的分享。</p>	<p>1 節課</p>	<p>第一節課完</p> <p>【發展活動】</p> <p>◎活動一：觀看海下探索影片及海下挖掘出來的寶藏，實施認知與技能相結合的海下深海計畫，並搭配教育部所推廣的海洋國家中長期目標教學活動進行。</p> <p>◎活動二：透過第一節的尋找寶藏基本器具概念宣導，高年級利用美勞課製作「探索海下世界小書」，到圖書館、電腦教室蒐集資料，內容海下器具照片及用途、古沉船，潛水艇。進行封面、內頁、封底的製作，並上台分享及展覽。</p> <p>◎活動三：全校舉辦「海洋國家資源探索環境面面觀」利用徵文、徵畫比賽，並將作品設置在活動藝廊，供大家觀賞，並在學校網站建立資源分享。</p>	<p>教室 玄關</p>	<p>學習單</p>	<p>老師可在事先請學生準備參考資料</p>
<p>1-4 能表達、溝通，參與活動的分享。</p>	<p>1 節課</p>	<p>◎活動四：各班利用自然課活動舉辦「海下環境探索」發表會，小組討論並用有獎問答方式呈現海下受人類污染問題，並提出改進做法。</p> <p>◎活動五：學年戶外教學可前往參觀[污水處理廠][電信局海下工程管路館]進一步了解海下工程如何探索及建檔台灣海下的資源化，及海下世界各項進行的過程。</p> <p>◎活動六：搭配上列活動，在班級晨間活動時設計「未來小博士」信箱，接受小朋友問答活動或投擲在百寶箱，檢驗小朋友對海下工程的</p>	<p>教室 禮堂</p> <p>環保局 自來水廠 玄關 司令台</p>	<p>海下探測各類圖片</p> <p>影片</p> <p>圖片</p> <p>美勞繪圖用具</p> <p>稿紙</p> <p>圖畫紙</p> <p>稿紙</p> <p>準備有獎徵答題目及獎品</p> <p>未來小博士解答信箱，收集小朋友在[做中學]過程中產生疑惑並</p>	<p>設立獎勵辦法鼓勵參加，建立榮譽感</p> <p>各組議題可先分類進行</p> <p>宣導將概念落實在家裡</p> <p>需先發公文通知相關單位</p>

	認知。並了解地球只有一個，海下世界與我們生活息息相關，隨時「建立海下資源可利用及作環保，使我們的環境會更好」！ 整學期配合[主題教學]活動結束	提供解答。	
--	--	-------	--

第二單元：主題：海下蝙蝠俠

子題：聲納原理及海下技術器具研發利用。

能力指標	綜 4-2-4 舉例說明保護及改善環境的活動內容。 綜 4-3-2 探討環境的改變與破壞可能帶來的危險，討論如何保護或改善環境。 綜 1-3-1 欣賞並接納他人。 藝 1-3-1 探索各種不同的藝術創作方式，表現創作的想像力。 藝 1-3-4 透過集體創作方式，完成與他人合作的藝術作品。
教學目標	2-1 培養喜愛自然環境並能加以維護的良好態度。 2-2 透過實驗瞭解聲音的特性及聲納原理。 2-3 透過實驗瞭解水的福利及潛水艇的設計原理。 2-4 明瞭海下技術和器具研發及利用。 2-5 能知道海下技術對人類的貢獻。
評量方式	5. 口頭說明、分組討論、學習單、製作簡易沉浮器具

活動二：海下蝙蝠俠(聲納探索及器具運用)

教案設計者：詹文洲老師、陳淑侶老師、江德怡老師、邱雅玲老師

活動目標	活動時間	活動流程	活動地點	準備事項、情境佈置 (含教學資源運用)	指導要點(注意事項)
2-1 培養喜愛自然環境並能加以維護的良好態度。	15分 10分 15分 2節課	【準備活動】 ◎教師可以準備「獵殺紅色十月」影片或搶救[俄國深海受困潛艇]，讓小朋友聯想再導引出「聲納」的主題。 【發展活動】 ◎聲納原理 (一)教師提問，並請兒童自由發表：	教室	影片或ppt相關資料 觀看蝙蝠獵食瞬間影片	請學生專心觀賞 請學生專心聆聽

<p>2-2 透過實驗瞭解聲音的特性及聲納原理。</p>	<p>2 節課</p>	<p>1. 蝙蝠如何捕捉獵食？ 2. 你覺得當蝙蝠俠有哪些優點或缺點呢？可以位人類做哪些事？為什麼？ (二) 聲音的特性及聲納的運用 1. 聲音的發生：物體振動產生聲音。 實驗活動： (1) 將手指放在喉嚨聲帶的部位，發出聲音就能感覺聲帶在振動。 (2) 將鹽巴、綠豆或沙子放在大鼓的鼓面上，輕輕敲打大鼓，發出鼓聲的同時注意觀察鼓面的鹽巴、綠豆或沙子是否會跳動？</p>	<p>教室</p>	<p>教室</p>	<p>鼓勵學生主動參與實驗和討論</p>
<p>2-3 透過實驗瞭解水的浮力及潛水艇的設計原理。</p>	<p>1 節課</p>	<p>(3) 撥弄吉他的弦，注意觀察吉他發出聲音的同時，弦是否也在振動？ 2. 聲音會在液體中傳播。 實驗活動： (1) 用漏斗接橡皮管做成聽筒。 (2) 一個人把聽筒的一端放進水盆裡，一端放在耳朵。 (3) 一個人用鐵棒敲打水中的一個石頭，試試看能否聽到敲打石頭的聲音。</p>	<p>教室</p>	<p>鹽巴、綠豆、大鼓 吉他</p>	<p>鼓勵學生主動參與實驗和討論 老師可在事先請學生準備參考資料</p>
<p>2-4 明瞭海下技術和器具研發及利用。</p>	<p>1 節課</p>	<p>3. 聲音的反射-回聲。 體驗活動： (1) 山谷中的回音。 (2) 閃電時的雷聲，經過天空中的雲層和山谷時，發生連續的反射現象，產生隆隆不絕的雷聲。 4. 利用聲納進行海底各項偵測 (三) 水的浮力及潛水艇的設計原理。</p>	<p>教室</p>	<p>漏斗、橡皮管、水盆、鐵棒、石頭 影片或ppt相關資料</p>	<p>各組議題可先分類進行 宣導將概念落實在家裡</p>
<p>2-5 能知道海下技速對人類的貢獻。</p>	<p>1 節課</p>	<p>1. 水的浮力：物體在水中會減輕重量，所減輕的重量就是所受到浮力的大小。 實驗活動： (1) 用棉線細綁石頭，掛在彈簧</p>	<p>教室</p>	<p>棉線、石頭、彈簧秤、裝水的水</p>	<p></p>

	<p>秤下秤出重量。</p> <p>(2) 將石頭浸入水中，再秤一次，石頭是否減輕重量了？</p> <p>2.阿基米德的故事。</p> <p>3.物體在水中浮沉的現象和原理。</p> <p>實驗活動：</p> <p>(1) 將一個空鐵碗放在裝水的水桶裡，鐵碗會浮在水面上。</p> <p>(2) 拿另一個碗裝水，逐漸將水倒入空鐵碗裡，隨著水量的增加，鐵碗會逐漸沉入水中。</p> <p>4.潛水艇在水中能自由浮沉，和魚類的浮沉是一樣的。</p> <p>(四) 介紹水下載具</p> <p>1.無人遙控器：探索深海基本器具 ROV&AUV。</p> <p>2.載人潛器：潛水艇的利用。</p> <p>(四) 習寫學習單</p> <p>◎海下資源海報製作</p> <p>(一)小組進行「資料及簡報圖片」的海報製作。</p> <p>(二)教師鼓勵學生自己發揮創意和構思。</p> <p>加入標語：例如：建立海下龍宮、海下垃圾資源回收，隨洋流旅行、海下美麗世界、潛艇與魚兒共舞。</p> <p>(三)將完成好的海報展示在校園的公佈欄。</p> <p>【總結活動】</p> <p>◎ 海下開發小尖兵：</p> <p>落實認識海下技術工程、器具運用，養成人類對海下的探索及珍惜海洋資源的好習慣，並能從日常生活中落實，從學校到到家庭，全面做好海洋立國。將在學校養成的對深海世界的知識及人類開發的產品運用在日常生活中的方便性、實用性工作。</p>	<p>桶</p> <p>兩個鐵碗、裝水的水桶</p> <p>影片或ppt相關資料</p> <p>壁報紙</p> <p>美勞繪圖用具</p>	
--	--	---	--

第三單元：主題：生活大不同

子題：利用海下技術及工程、建造與研發人類生活息息相關之產品。

能力指標	生 1-2-2 覺知人類日常生活方式對環境的影響 家 3-1-2 了解自己所擁有的物品並願意與他人分享。 家 3-1-11 運用藝術創作形式或作品，增加生活趣味，美化自己或與自己有關的生活空間 家 3-3-2 能在食衣住行育樂等活動中表現對生態環境與資源的珍惜與關懷 綜 4-1-3 知道環境保護與自己的關係。				
教學目標	1-1 養成海下技術對人類生活息息相關。 1-2 藉由藝術創作與環保作結合，使學生了解到只需花點巧思，建構未來海洋立國的生活實用性增添新意。 1-3 強化學校與家庭間的聯繫，激發親師生共同關心環境教育問題。 1-4 創造環境資源再利用，落實環保理念以期物盡其用，建立我們只有一個地球正確觀念。				
評量方式	口頭說明、觀察紀錄、分組討論、心得發表、實作評量、學習單				
活動三：生活大不同(海下科技的運用)					
教案設計者：詹文洲老師、陳淑侶老師、江德怡老師、邱雅玲老師					
活動目標	活動時間	活動流程	活動地點	準備事項、情境佈置(含教學資源運用)	指導要點(注意事項)
1-1 認知海下技術對人類生活息息相關。	10分	【準備活動】 澎湖華航空難事件，海下技術的運用及搜尋。 配合海下工程的運用，事先準備收集的圖片及生活中常見的器具利用，協助海下尋找，搜尋。	教室	準備ppt圖片，生活中不幸海難事件，海下技術可提供之方式。	老師事先請學生準備參考資料。
1-2 藉由藝術創作與環保作結合，使學生了解到只需花點巧思，建構未來海洋立	15分	【發展活動】 1. 請教師引導學生學習後發表海下有哪些工程與生活息息相關，利用開發及運用，製作產品，運用在日常生活上。		展示海下有哪些工程及物品。	請學生發揮創意創作作品
	15分	2. 邀請專長教授蒞校專題演講。 3. 美勞課進行海下龍宮模型創意		佈置演講場地，邀請教授演講海下目前有哪些建	

<p>國的生活實用性增添新意。</p>	<p>1 節</p>	<p>製作，將優秀作品一一陳列至圖書室中讓全體師生欣賞，且讓學生查覺海下未來人類生活的另類新思維。</p>	<p>圖書室</p>	<p>構中的工程。 準備幻燈片</p>	<p>分組評分 鼓勵學生觀賞並給予鼓勵</p>
<p>1-3 強化學校與家庭間的聯繫，激發親師生共同關心環境教育問題。</p>	<p>1 節</p>	<p>※「海下龍宮、未來新世界」- 小小創意建築師</p> <p>【準備活動】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 事先準備製作工具及生活中常見的資源物品。 2. 邀請海下工程教授到校為小朋友講解海下有哪些工程可開發及利用。 <p>【發展活動】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 配合美勞課課程，讓學生將蒐集的各式紙盒、吸管實際親手打造理想中海下未來世界的模型，藉活動增進海下知識以培養愛護海洋資源的開發。 2. 邀請評審老師給予參賽作品文字的評語敘述及指導並在未來海下龍宮需要哪些基本設備。 <p>共 4 節 課 完</p>	<p>未來海下龍宮創意作品比賽</p>	<p>佈置展示場地及作品</p> <p>準備家中不用的資源物品 學習單</p> <p>事先多次討論參觀主題及內容</p>	<p>老師事先請學生準備參考資料。 請學生專心聆聽</p> <p>請學生發揮創意創作作品</p> <p>鼓勵學生觀賞並給予鼓勵</p>
<p>1-4 創造環境資源再利用，落實環保理念以期物盡其用，建立我們只有一個地球正確觀念。</p>	<p>1 節</p>	<p>【準備活動】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 利用參觀活動前一週請小朋友將參觀的資訊整理出來並寫在學習單上。 2. 老師會帶小朋友共同討論，海下工程對人類之影響分類。 3. 將小朋友學習單張貼並發表心得分享創意。 <p>【發展活動】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 請講解老師介紹海下工程的目的。 2. 人類每天使用的廢水如何藉用管路排放至外海底下， 3. 世界各國電纜電信管路工程安置及人類如何方便使用。 4. 未來海下工程的開發及建構 	<p>班級走廊及教室 教室</p>	<p>整理學習單優秀創意作品發表</p> <p>圖片</p>	<p>請學生熱烈參與</p> <p>請學生仔細思考、專心聆聽</p>

	<p>【綜合活動】</p> <p>※參觀活動</p> <p>活動期間教師應隨時機會教育，加強學生環境工程對人類影響環保概念，培養學生養成愛物惜物、資源再利用，為海下世界重建新生命的良好習慣。</p>	<p>參觀污水處理廠</p> <p>參觀電信局</p> <p>學習單</p>	
--	---	--	--

課程研習二天及活動[草案]：

「海下科技」兒童夏令營課程表

第一天

時間	活動主題	課程說明	主持人 [草案]
8：00~8：40	報 到		
8：40~9：20 (休息10分鐘) 9：30~10：10	探索深海寶藏	利用影片和簡報介紹海下地形的掃描、海流及海洋溫度監測。	
10：10~10：30	休 息		
10：30~11：10 (休息10分鐘) 11：20~12：00	海下蝙蝠俠	透過實驗瞭解聲音的特性及聲納原理，明瞭海下技術和器具研發及利用。	中山大學 劉金源教授
12：00~13：30	能 量 補 充		
13：30~14：10 (休息10分鐘) 14：20~15：00	製作潛水艇	瞭解潛水艇的浮沉原理，並利用回收物製作簡易潛水艇。	莒光國小 江德怡老師
15：00~15：20	休 息		
15：20~16：00	海下資源百寶箱	利用影片和簡報介紹比較海下寶藏與能源開發器具所有物品的不同並試著分類。	

第二天

時間	活動主題	課程說明	主持人
8:40~9:20 (休息10分鐘) 9:30~10:10	海底搜祕 大功臣	利用影片和簡報介紹，認識水下潛具-ROV和AUV，瞭解海下技術器具的研發與利用。	中山大學
10:10~10:30	休 息		
10:30~11:10 (休息10分鐘) 11:20~12:00	挑戰時刻	分站進行科學遊戲 1.大聲公(聲音藉空氣介質的傳播方式及音量測量) 2.水中的聲音(利用塑膠管和漏斗做成聽筒聽水中的聲音) 3.沉不沉(利用鐵碗觀察水的浮力變化) 4.沉浮自如(利用重物和空瓶，使沉物上浮、浮物下沉)	國小組課程設計老師擔任關主
12:00~13:00	能 量 補 充		
13:00~16:30	參觀教學	1. 參觀中山大學海科院，[海研三號船]登船參觀及實物器材講解。[海下技術] 2. 參觀中華電信，瞭解台灣與世界各國光纖及海下電纜電信管路工程安置及人類如何方便使用。 3. 參觀中洲污水處理廠，瞭解人類每天使用的廢水如何藉用管路排放至外海底下。 [海下工程]。	國小組課程設計老師帶隊 參觀單位 解說員

備註：

※ 授課講師：由大會聘請國內大專院校專長教授擔任。

※ 分站進行科學遊戲：國小組教案設計小組規劃設計

分站科學器材、站主人員、分站關卡、活動學習單、獎品由主辦單位準備。

※ 參觀活動：設計及內容與主題相關。[海下工程、電信電纜；海研三號船]

「海下技術」兒童夏令營課程說明及實驗器材

第一天

活動主題：海下蝙蝠俠

課程說明：透過實驗瞭解聲音的特性及聲納原理，明瞭海下技術和器

具研發及利用。

(一) 聲音的發生：物體振動產生聲音。

1. 實驗活動：

(1) 將手指放在喉嚨聲帶的部位，發出聲音就能感覺聲帶在振動。

(2) 將鹽巴、綠豆或沙子放在大鼓的鼓面上，輕輕敲打大鼓，發出鼓聲的同時注意觀察鼓面的鹽巴、綠豆或沙子是否會跳動？

(3) 撥弄吉他的弦，注意觀察吉他發出聲音的同時，弦是否也在振動？

2. 實驗器材：鹽巴、綠豆、大鼓、吉他

(二) 聲音會在液體中傳播。

1. 實驗活動：

(1) 用漏斗接橡皮管做成聽筒。

(2) 一個人把聽筒的一端放進水盆裡，一端放在耳朵。

(3) 一個人用鐵棒敲打水中的一個石頭，試試看能否聽到敲打石頭的聲音。

2. 實驗器材：漏斗、橡皮管、水盆、鐵棒、石頭。

(三) 聲音的反射-回聲。

1. 體驗活動：

(1) 山谷中的回音。

(2) 閃電時的雷聲，經過天空中的雲層和山谷時，發生連續的反射現象，產生隆隆不絕的雷聲。

活動主題：製作潛水艇

課程說明：瞭解潛水艇的浮沉原理，並利用回收物製作簡易潛水艇。

(一) 製作簡易的潛水艇

1. 實驗活動：

- (1) 將寶特瓶的上方和下方各挖兩個洞。
- (2) 在保利龍上畫上瓶口的圓形模型。
- (3) 用美工刀將圓形模型裁下來。
- (4) 用像吸管一般粗細的挖孔器在圓形保利龍的中間向下鑽孔。
- (5) 將吸管插進鑽好孔的圓形保利龍,然後塞進寶特瓶的瓶口試試看,合不合適?如果不合適,用美工刀修整到合適為止。
- (6) 將保利龍瓶塞取出,在吸管下方用橡皮筋綁一個塑膠袋,試吹一下,看塑膠袋會不會鼓起來?調整橡皮筋的鬆緊度,直到適度為止。
- (7) 將綁好塑膠袋的保利龍瓶塞塞進寶特瓶的瓶口。
- (8) 在寶特瓶的瓶身下方綁一個重物(鉛塊或數根鋼釘)

(二) 讓潛水艇自由浮沉

- (1) 將做好的潛水艇放進水中,讓潛水艇吸滿水,水重加上重物的重就會使潛水艇沉入水中。
- (2) 將嘴巴靠近吸管吹氣,直到寶特瓶裡的塑膠袋充滿空體為止,注意觀察潛水艇是不是慢慢浮上來了?
- (3) 想一想,潛水艇為什麼會慢慢浮上來?
- (4) 將塑膠袋裡的空氣慢慢吸出,注意觀察潛水艇是不是又會慢慢沉下去了?
- (5) 如果將塑膠袋拿掉,換成汽球,當嘴巴一離開汽球,汽球會自動消氣,潛水艇就會慢慢沉下去了,再吹氣潛水艇又會慢慢浮上來。

(三) 實驗器材：寶特瓶、保利龍、吸管、塑膠袋、美工刀、橡皮筋、挖孔器、汽球

第二天

活動主題：挑戰時刻

課程說明：分站進行科學遊戲

(一) 大聲公 (聲音藉空氣介質的傳播方式及音量測量)

1. 實驗活動：

- (1) 取少許鹽巴灑在緊繃的保鮮膜上。
- (2) 手持麥克風大聲嘶喊。
- (3) 隔張紙板，觀察後方鹽巴運動情形。

2. 實驗器材：鹽巴、保鮮膜、麥克風、卡紙。

(二) 水中的聲音 (利用棉線和兩個免洗塑膠杯做成聽筒聽水中的聲音)

1. 實驗活動：

- (1) 利用棉線和紙杯做成聽筒。
- (2) 一個人把聽筒的一端放進水盆裡，一端放在耳朵。
- (3) 一個人用的一個用石頭在水中互相敲打，試試看能否聽到石頭敲打的聲音。

2. 實驗器材：免洗塑膠杯、棉線、水盆、鐵棒、石頭

(三) 沉不沉 (利用鐵碗觀察水的浮力變化)

1. 實驗活動：

- (1) 將一個空鐵碗放在裝水的水桶裡，鐵碗會浮在水面上。
- (2) 拿另一個碗裝水，逐漸將水倒入空鐵碗裡，隨著水量的增加，鐵碗會逐漸沉入水中。

2. 實驗器材：兩個鐵碗、裝水的水桶

(四) 沉浮自如 (利用重物和空瓶，使沉物上浮、浮物下沉)

1. 實驗活動：

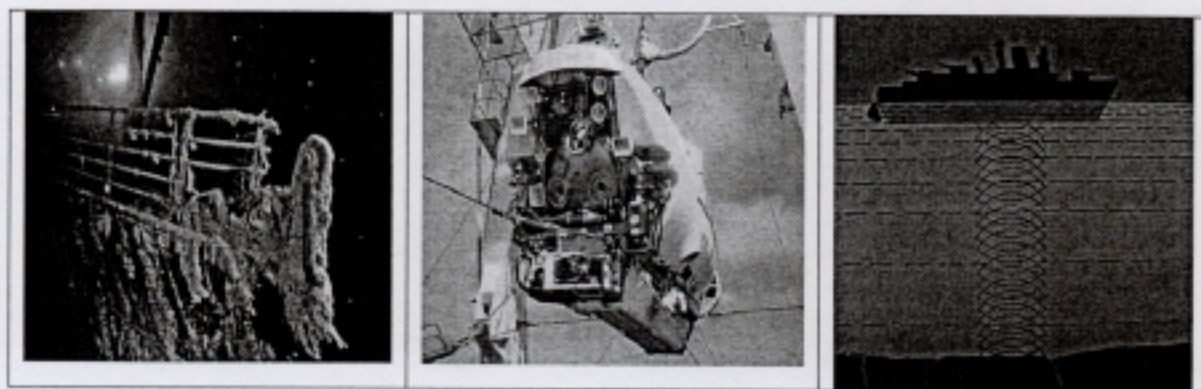
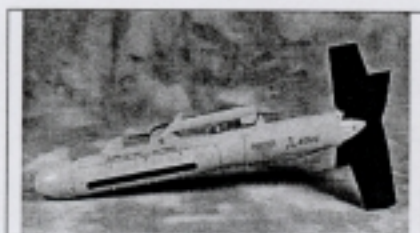
- (1) 將布丁盒、石頭、空寶特瓶分別放入水中。
- (2) 將石頭隨意逐漸增加放入布丁盒、觀察在水中浮沉的情形。
- (3) 將石頭用棉線綁在空寶特瓶上，觀察在水中浮沉的情形。

2. 實驗器材：布丁盒、石頭、空寶特瓶、棉線、裝水的容器

海下技術國小教材

[海底總動員]

[海下技術的設備、載具、潛器、聲納及海下技術的應用]



發行：教育部顧問室海洋教育先導型計畫辦公室

教材：自編[內容以趣味、簡單、活潑為基礎，搭配圖片介紹海下技術]

適用年級：國小四至六年級

海底總動員

[海下技術、聲納、載具及工程運用的介紹]

- 一、教材:自編
- 二、國小教材編寫內容以趣味、簡單、活潑為基礎，搭配圖片介紹海下技術
- 三、適用年級:國小四至六年級
- 四、附編：學習手冊
- 五、編輯群:國小海下技術教材及教學教案、實驗及習作編輯團隊
- 六、主編：詹文洲老師[龍華國小]
編輯：江德怡老師[莒光國小]
邱雅玲老師[莊敬國小]
陳淑侶老師[龍華國小]
- 七、指導教授:劉金源教授[國立中山大學海科院院長]

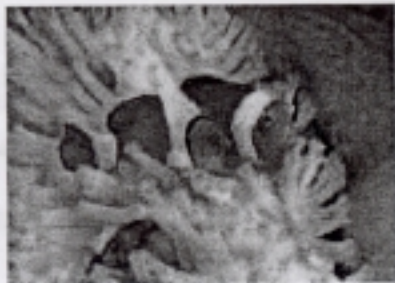
目錄：	
海底總動員的家族-----	4
前言-----	5
第一單元：人類探索海洋的歷史與發展-----	6
單元活動一：採集海下寶物、食物及欣賞海底世界-----	6
單元活動二：搜尋海底古沉船，尋寶及考古-----	7
第二單元：海下技術的設備與載具-----	10
單元活動一：海下技術的設備-----	10
單元活動二：水下載具-----	12
單元活動三：潛水艇-----	15
第三單元：聲納的原理與運用-----	17
單元活動一：聲納的原理-----	17
單元活動二：聲納的運用-----	20
第四單元：海下技術的應用-----	21
單元活動一：海洋立國-----	21
單元活動二：海下技術的應用-----	22
結論：海下科技的重要性—能源探測、海下考古、全球增溫-----	24

海底總動員的家族

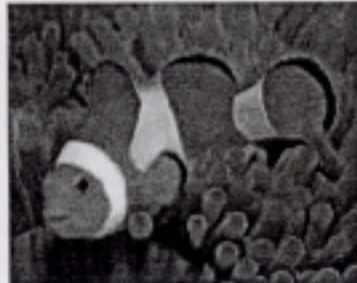
嗨！各位小朋友，大家好！我們是海底總動員的家族成員，今天要帶領小朋友進入海底世界，並且擔任嚮導解說的工作，首先由我尼莫、馬林與多莉介紹水深 30m—100m 的海底景觀。

我們時常看到許多人穿著潛水衣、戴著泳鏡及呼吸器等潛水裝備潛入海中，有些人是來捕捉我們去水族館賣，有些人是來欣賞我們美麗的身影，有些人是來研究海底世界，都與我們家族成員在海中一起遨遊。現在讓我們與研究海底世界的專家學者，運用各種海下技術器材，搭乘海下載具，一起去探索海底世界，了解人類如何在浩瀚的海底世界開發資源以及尋找海底的寶藏與資源。小朋友，你準備好了嗎？請跟著我們家族成員的腳步沉入海下，揭開海底世界的神秘面紗，Are you ready? Let's go!

海底總動員擔任嚮導成員介紹：



尼莫 Nemo
[深度 30-50m]



馬林 Marlin
[深度 30-50m]



多莉 Dory
[深度 30-85m]



龜龜
[深度 100-200m]



布魯斯
[深度 500-800m]



抹香鯨
[深度 800-1500m]

前言：

台灣四面環海，屬於海洋國家，海底下蘊藏著非常豐富的資源，海下的發展多年來受到人類的重視，但是一般人如何能了解這廣大且神秘的海洋呢？潛水進入海洋是唯一最簡單最直接的方式，也是最能與我們直接產生互動的方法。但是因為人類身體構造的因素，能潛入海底的時間短，能深入海下的深度淺，實在無法更進一步深入探索深海世界。於是科學家和海洋學者研究發明了各種海下探測器材，不斷研究製造出各種不同用途的新式水下載具，目的就是要更深入研究探索海底世界。

隨著世界人口的不斷增加及各國經濟的快速發展，消耗的自然資源越來越多，陸地上的資源日益減少，因此不得不更積極地向海洋探索開發，以獲取賴以生存的資源。海洋占地球表面積的 71%，蘊藏著極豐富的魚類、各種海底動物、植物等生物資源及 6,000 億噸的礦產資源。此外，隨著大規模的經濟活動，全球暖化現象也深深的影響了海洋的變化，在複雜的地球生態環境系統中，海洋扮演著極為重要關鍵的角色。

海洋在歷史文明的演進中也扮演重要的角色，不但提供大量的食物，也是疏散人口，拓殖新大陸以及和不同種族間相互交流的必經之處。目前全世界有近三分之二的人口居住在距離海洋只有幾百公里的海岸地區，利用占了地球 90% 的生物與非生物資源的海洋。

人類的生活和海洋息息相關，因此很早就開始從事海洋探索工作，探索的區域可以從全球性的區域、數個國家的共同開發區域、單一國家區域、到某個地區沿海數海哩內的區域，探索的內容包括物理、化學、生物學、海洋地理、氣象、環保、海洋資源的開發與研究等，非常多元化，也非常複雜。希望藉著今天的海底總動員，能為小朋友介紹海下技術，進行一趟豐富又有趣的海洋知性之旅。

第一單元：人類探索海洋的歷史與發展

單元活動一：採集海下寶物、食物及欣賞海底世界



與海中生物同遊海底世界



採取珊瑚



海女採集海下珍珠及食物



尋找海下寶藏

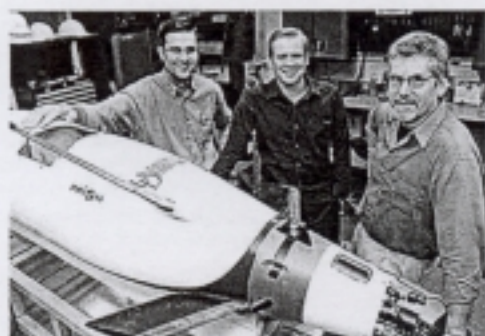
海底的能見度大約只有一百公尺上下，許多人酷愛潛水，欣賞海底各種美麗的魚類和色彩絢爛的珊瑚礁身影。直至今日，潛水作業不僅使用在捕魚及軍事用途上，在海底搜救、研究探險上也有舉足輕重的地位，甚至也發展成大眾喜愛的戶外休閒活動。

潛水的起源很早，甚至可以遠推至數千年前，從人們喜愛的許多珍奇貝殼和佩帶的珍珠飾品上可以得到證明。在遠古時代，人們已經知道利用憋氣潛水（breath-hold diving）的方式，在海面下獵捕魚類或蒐集珍珠。潛水在古時候也利用在軍事作戰上，在中國以及希臘的軍事作戰記實中，都有潛水人員小兵立大功的記載。

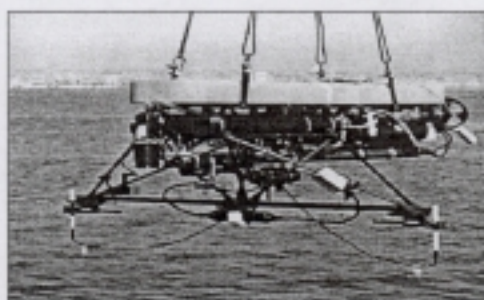
最早的潛水技術，考古證明在紀元前 4500 年的美索布達米亞平原上的人類，已經有潛水蒐集珍珠的事實；紀元前 2250 年中國虞舜時代的貢物中，也有出現珍珠的記載，可見當時的人們已經會利用潛水技術，深入海下來獲取海產食物或尋找珍珠寶藏。在十八世紀 1893 年，日本請來當地女孩協助沉放、打撈珍珠母貝的作業，穿戴目鏡，身上纏繩，線繩一頭綁住一只浮木桶，潛入 30 公尺海下，閉氣沉水下海採集珍珠母貝、鮑魚、海螺、海膽、海藻，她們用特製尖刀撬下石頭上的珠貝獲取珍珠。因為受到水壓，水溫、海潮等自然因素影響，很多海下工作完全靠天吃飯，有時還要背負重物下海和到較外海的深海處，才能潛入深海。但是閉氣無法在海下停留很久，下海作業很危險，有時會被海草纏住，無法掙脫會造成呼吸困難而死，同時也會產生許多，如：海下潛水伏的疾病。

單元活動二：搜尋海底古沉船，尋寶及考古

許多科學家和探險者，為了能潛入更深的海水中（數百公尺深），打撈古沉船的寶物及探勘海底資源，開始研發各種克服水壓及呼吸器的供氧問題。在十七、十八世紀，隨著人類科技的發明，開始發展潛水鐘、戴盔潛、水肺潛、最後發展出高科技的潛水艇載具，那是目前人類深入海下最高的科技載具及設備。

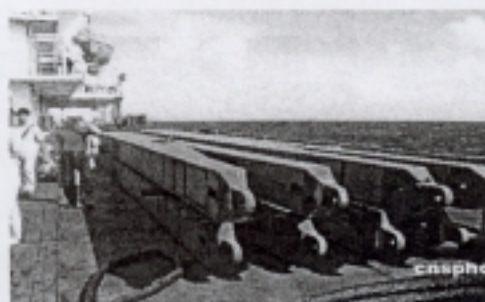


水下機器人「多莉」



早期的「自由探索者」

無線自主式水下無人航行器



海下探勘器材



潛水人員海下標識定位

世界各國在十九、二十世紀開始，紛紛成立海下考古隊，中國在本世紀對這條被命名為「南海一號」的古沉船進行考古調查，確認「南海一號」是目前為止世界上發現年代較早、船體較大、保存較為完整的遠洋貿易商船。中國考古專家判斷這艘沉船極有可能與「海上絲綢之路」有關，使中國的海下技術考古有更進一步的發展，目前已研究挖掘出「南海11號古沉船」，挖出價值近40億的古代寶物。

台灣海下考古技術目前還在努力發展，東沙群島目前屬我國領土，有國軍駐守東沙島。由中山大學海下技術研究所劉金源所長率領的工作小組，利用側掃聲納及海洋氣象資料分析，在影像偵測上確定發現若干個黑點，疑似沉船遺址，東沙海域本來是中國大陸通往台灣的必經海域，根據文獻的記載與各方的勘察，發現沉船的可能性極高。但仍要做進一步的確認與打撈，這也是未來要進行的主要工作之一。

湊巧的是美國特拉華大學的科學家研發無人遙控機器人—命名「多莉」

(dory)，他們希望能像電影海底總動員中小丑魚尼莫尋找到的多莉一樣，在大海找尋到「遺失」的東西，和從未被發現的古代沉船遺骸。非常感謝大家以我為榮，深入海下是「多莉」最遠的旅行。讓小朋友與我一起探索美麗的海底及珊瑚礁，進行研究勘測。

搜尋海底古沉船



沉船



在海下完好的沉船的殘骸



標示沉船定位



古沉船



鐵達尼號



探索鐵達尼號



寶物登記編號



古戰砲



古瓷器

小朋友，為什麼人類一直想研發各種器材，往海底世界發展呢？

依我們海底總動員成員判斷，除海底有許多能源及古沉船寶藏外，最大的原因應該是要發揚國家海洋歷史文化及展現國力有關，藉著考古及論斷古沉船挖掘的資料，例如：錢幣，沉船船桅、船板、果核、動物骨骸、纜繩、瓦片、陶器與瓷器等，這些作業所獲得經驗非常重要，得到的資料十分豐富，將各項寶貴資料加以整理，分析其價值之後，應該可以獲得許多歷史文化資產，將來

經過處理及鑑定後，其歷史價值更高，除了能藉此提昇國家整體文化形象，也可以推動海下古沉船探勘技術及未來建立古沉船博物館，保存歷史文物，提昇本國文化內涵之重要參考。預計下世紀人類還是會往海下研究發展，小朋友加油，希望你將來成為海洋學家，為台灣海洋及海下科技奉獻自己智慧。

第二單元：海下技術的設備與載具

單元活動一：海下技術的設備

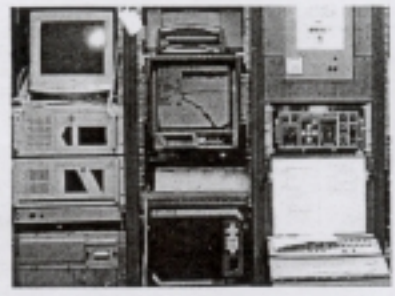
海洋研究船



海研研究船：海研 1 號



施放探測器



資料處理儀器

基本上，海底世界可以說是一個高壓、黑暗、電訊不通的惡劣環境。海裡每增加 10 公尺的深度，就會增加一個大氣壓，而海洋的平均深度是 3770 公尺，換言之，海底是平均 377 個大氣壓的高壓環境。而且陽光穿不透數十公尺深的海水，因此能見度很低，幾乎是伸手不見五指。同樣的道理，電磁波也很難在海裡進行遠距離的傳送，所以聲波成為主要的訊息傳遞與探索工具。

要探索海洋必須依賴各式各樣的研究設備與儀器，這些工具必須靠海洋研究船把它們載運到想要從事海洋探索的世界各角落，所以海洋研究船要具備各種基本的研究器材及設備，是具有多重功能的海上移動實驗室。海洋探索儀器與設備的種類非常多，也非常複雜，以下簡單介紹幾種較常使用的基本設備和它的功能：

一、深／淺海多聲束回音探測系統：

它是一種可以測量海底深度和地形的聲納系統，功能就像是拍攝海底地形的照相機，它是利用聲波反射的原理，跟照相機是利用光的傳遞及感應形成影像不同。

二、深／淺海單聲束回音探測系統：

它和多聲束回音探測系統很像，但是單聲束系統一次只能發射一條聲波，探測海底一個點的地形，來核對多聲束回音探測系統所測量出數據的精確度。

三、底層剖面儀：

它是一種可以發射高功率、高能量，能穿透海底地層的聲波，以探測海床底下地形構造和岩石侵蝕的聲納系統，可以在水深數千公尺內，探測海床底下數百公尺深度的地形構造。

四、多頻地震探測系統：

它是一種高穿透力的海底層輪廓探測系統，可以從一個拖曳的聲波發射器上產生和接收聲波脈衝，描繪出海底地質和岩層的結構。

五、海水採樣系統：

它是一種以不同的採水瓶及採水器深入海底採集不同水深海水樣品的裝備。採水瓶有不同的樣式及容量，可以掛在溫鹽深儀 CTD 系統上，同時採集數種不同深度的海水樣本，提供化學及生物實驗中的分析培養使用。

六、拖曳式載具：

拖曳式載具像個小型的載運機，拖在海洋研究船的船艙，用於載運各種小型聲納系統及 CTD 等。傳統的 CTD 施放方式是船停靠某個定點後由船上施放，一次只能得到施測點下垂直方向分布的海水性質。

七、水底沉積物採樣系統：

它是用來取得海底各種沉積物的裝備，採樣系統種類繁多，有活塞岩心採樣器、抓斗與拖拽型沉積物採樣器、箱型岩心採樣器、多管型沉積物採樣器等。

八、動態定位系統 (DGPS)：

海洋研究船在海上執行研究任務時，隨時會受到風、海流及海浪的影響偏離既定的工作範圍。因此必須先準確地估算出風、海流及海浪的力量，與船偏離工作地點的距離，並且利用船上的螺槳、舵及側推器等動力系統，把船維持在既定的工作範圍或航線上，DGPS 就是整合上述功能的系統。

由於海洋研究船配備有以上各式各樣的研究器材及設備，使她可以探索海洋的每個角落，成為海洋偵測大隊的尖兵。水下遙控潛具 ROV 或自主式水下潛具 AUV 也都可以是海洋研究船的研究配備之一，藉著海洋研究船，也就是工作母船，把它載運到工作海域。它可以裝設如單聲束回音探測系統，多聲束回音探測系統、CTD、水下攝影機等各式各樣的海洋探測儀器，就像是另一艘小型的海洋研究船。

單元活動二：水下載具

小朋友大家好！我是鯊魚黑幫的布魯斯，人類把我描繪成可怕的殺人魚，我要聲明：只有少數的鯊魚會對人類造成傷害，我具有神奇的“第六感”電子波訊號的能力，加上 5 種知覺—視覺、嗅覺、味覺、觸覺和聽覺，能在海下進行追蹤、導航及偵測獵食。今天我要帶領大家進入深海，即使是混濁的水域，周圍一片漆黑都難不倒我。但是人類發明了「水下機器人」，可以遙控它伸出機器手臂，模仿我在海底下進行偵查、探測及搜尋。幾年前又發明了可以載人的水下載具「Alvin」，是海下技術進步的一大步，這種載具機械，還有探照燈設備，在鐵達尼號沉船搜尋寶物出現，而且還能像我布魯斯一樣在深海中來去自如，真是神奇。

所謂水下載具(Underwater Vehicle)是指能在水下擔任載人或是承載儀器任務的載具。由以上的定義水下載具，可以分為載人載具及無人載具兩種。

載人載具：

第一種載人水下載具，最典型的例子就是國內炒得正熱門的潛水艇(Submarine)或是潛艦。

第二種載人水下載具就是所謂的觀光潛艇，綠島觀光區也曾經有業者經營。

第三種載人水下載具就是發現鐵達尼號的研究用的載具「Alvin」。



潛水艇



海底觀光潛艇



載人水下載具

載人水下載具的最大特徵是它必需擁有人類的維生系統及逃生系統，維生系統最重要的是它必需具備一個壓力艙(Pressure Vessel)，提供一個能與水壓相抗衡的空間，讓人類能安全的活動和自由的呼吸空氣。無人水下載具(Unmanned Underwater Vehicle 簡稱 UUV)雖然也須要具備壓力艙，不過它的壓力艙是提供給無法泡水的儀器使用。

龜龜大聲驚叫：「警告！警告！飛彈掉入大海，快要爆炸了，大家趕快逃命」。海洋學者及專家趕緊安撫龜龜說：「放心吧！龜龜；那不是飛彈，那是海下偵測及掃描海底地形的聲納探測儀器」。

龜龜喘口氣說：「嚇我一跳！接下來就由我來介紹時常出現在海下的各種無人拖曳器具及無人遙控潛器」。

無人載具：

所謂的水下無人載具，是指不需有人在載具內駕駛或操控，只要在施放載具的工作母船上，藉由電纜、無線電波或聲波直接遙控海下的載具，或由載具本身搭載的電腦軟硬體自主操控。ROV（水下無人遙控潛器）與 AUV（自主式水下潛器）都是水下無人載具，其差別主要在於 ROV 須經由人機介面與人進行大量互動，由人進行遙控，而 AUV 本身具備自主性。所謂自主，包含感測、判斷與行動三要素，因此 AUV 在執行工作時，可以不需要人的介入。



水下無人遙控潛器



自主式水下潛器

海下技術其實是一個應用很廣泛的領域，尤其是與海洋臨界的地區或國家，國民生活或國家建設都與海下技術息息相關。例如：在海域中發生空難的搜救、海底地形的測繪、海底管線的鋪設、海下觀光的发展、海底能源的搜尋等，都是海下技術直接的應用。因此，作為一個海下技術的研究工作者，最主要的任務就是研究發明各種水下探測、搜尋、觀測之聲納及水下潛器。

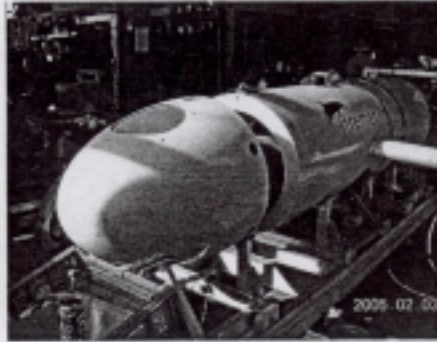
在水下潛器方面，大體可分成三類：

- 第一類：有線遙控的無人水下潛器，簡稱為「水下遙控潛器 (Remotely-Operated Vehicle, ROV)」，它主要的任務是將攝影機帶到水下進行直接攝影觀測。
- 第二類：無線、無人的水下潛器，一般稱之為「自主式水下潛器 (Autonomous Underwater Vehicle, AUV)」，它可以經由程式設計，自主航行並儲存資料。
- 第三類：水下載人潛器 (Manned Submersible)，可搭載一至數名人員到達深海進行觀測。

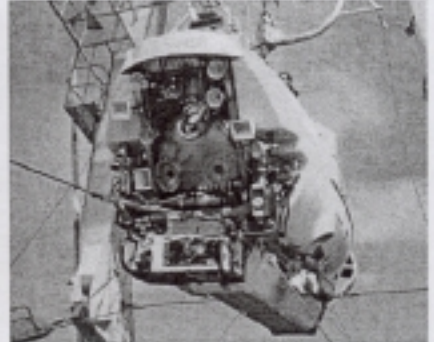
水下潛器



水下遙控潛器
(海下所攝)

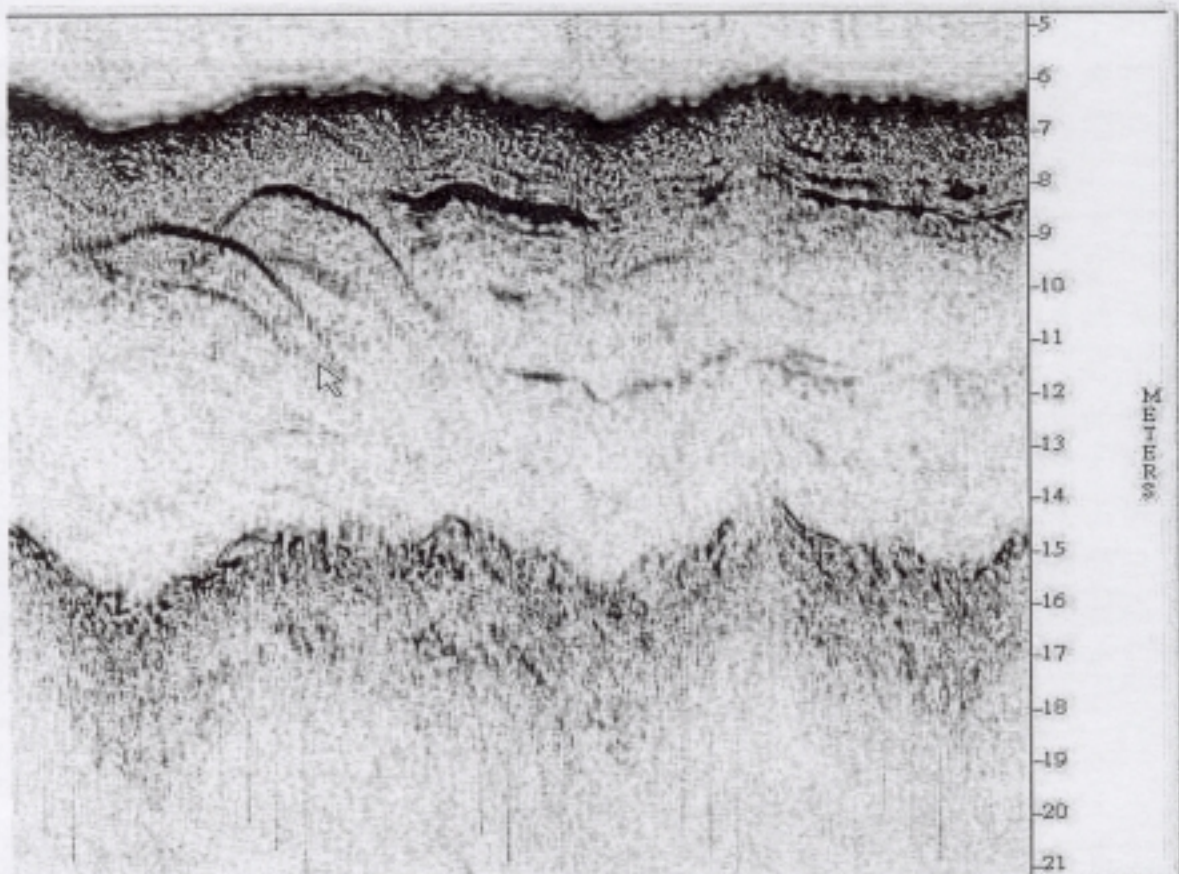


自主式水下潛器
(海下所攝)



水下載人潛器
(海下所攝)

上述儀器雖然有些已經十分普遍與商業化，但是這些儀器的應用，仍然必須具備專業的背景與訓練，才能發揮功效。例如，「側掃聲納系統」及「底層剖面聲納」除了需具備操作技術外，它所獲得的影像判讀，更需要具有專業背景與豐富的經驗的專家才行。

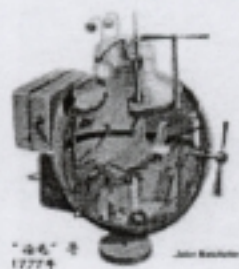


底層剖面聲納影像 (海下所攝)

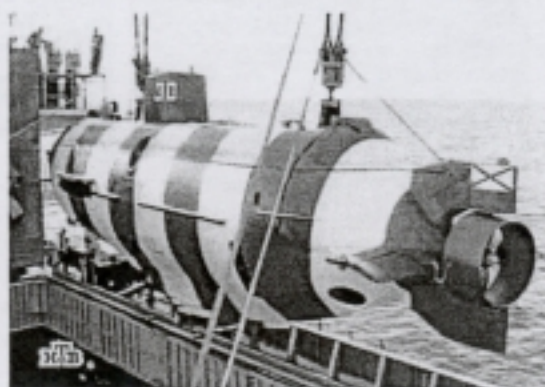
單元活動三：潛水艇



第一艘潛水艇



第一艘潛水艇內部構造



現代海下淺海潛艇

接下來由我一海中霸王「抹香鯨」，擔任深海嚮導解說工作。我可以深入海下二千多公尺；我天生具有地球磁場導航及回聲定位雷達的能力，即使在烏黑的深海中也不會迷失方向。但是自從人類發明深海潛艇，體積和長度都比我大好幾十倍，我抹香鯨具有的能力，潛艇統統都有，而且比我更能深入海下三、四千公尺，已經取代我的位置，我實在佩服人類的海下技術發展。

許久以來，人們嘗試進行潛水艇的設計與製造，一直到西元1620年，荷蘭物理學家科尼利斯·德雷爾才成功地製造出人類歷史上的第一艘潛水艇。船內裝有作為減壓載水艙使用的羊皮囊。下潛時，羊皮囊內灌滿水；上浮時，就把羊皮囊內的水擠出去；德雷爾的潛水船被認為是潛水艇的雛形，所以他也被稱為「潛艇之父」。

人類為了更進一步探索海下世界，在1878年美國潛艇設計師—約翰·霍蘭終於將自己的第一艘潛艇送下水去。1886年英國也建造了一艘使用蓄電池動力推進的潛艇「鸚鵡螺號」，成功地進行了水下航行，從此電動推進裝置為潛艇的水下航行展現了廣闊前景，此後世界各國便展開了深海潛水的競賽。1960年美國海軍的「圖里雅斯德1號」潛至10912公尺的深度，人類終於抵達地球最深處的馬里亞那海溝底部。自從圖里雅斯德1號成功之後，深海探測船的開發方向就以提高深海調查能力與安全性為主要目標。而現代的深海探測船為了提高運動的能力，都採取小型輕量化的設計，並具備攝影機與採集標本的機器手臂。

潛艇是上萬噸的龐然大物，為何能像蛟龍一樣，上浮下潛，悠然自如呢？

浮力原理告訴我們，當物體重量大於浮力時，物體就下沉；當物體重量小於浮力時就浮起；東西的浮與沈，牽涉到密度問題。當物體的密度小於液體（通常是水）的密度時，就會浮在液面上（像冰山、船就是最好的例子）；相反地，當物體的密度大於液體時，就會下沉。而密度是什麼呢？在物理上的定義，密度就是單位體積內物質的質量，也就是密度=質量÷體積。傳統潛水艇的船身

裡，有一個佔據相當大空間的『壓艙』，當潛水艇浮在水面上的時候，壓艙裡沒有水，因此質量較輕（只有船身的質量），在除以潛水艇的體積之後，密度小於海水，所以就可以浮在水面上；而當潛水艇要潛入海中時，壓艙的進水口就會打開，引入海水，在潛水艇體積不變的情況下，因為增加了海水的重量，使得潛水艇的密度增大，超過了海水的密度，因此就往下沈了！

第三單元：聲納的原理與運用

單元活動一：聲納的原理

有些動物能夠利用聲波的反射，避免與障礙物發生撞闖。例如蝙蝠能夠在黑暗的叢林中自由的飛行和捕捉食物，就是因為蝙蝠在飛行的時候，口中會連續的發出高頻率的聲音，然後再用耳朵去探測，聲波反射的方向和時間，使牠知道叢林中枝幹或食物的位置，牠就能夠很敏捷的躲開及捕捉它。

「聲納」這個名詞是在第二次世界大戰中出現的，是英語“sound navigation and ranging”(聲導航和定位)縮詞的音譯，聲納的原理與蝙蝠飛行及捕食的道理相同。在這以前，水聲探測設備分別稱為潛艇探測器、回聲定位儀、水中聽音器、噪聲測向儀和回聲測深儀等。



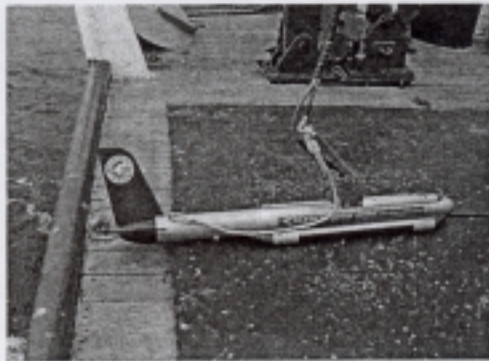
蝙蝠在叢林中飛行



船隻航行的「航行聲納」

聲納在水下有各種不同的探測或搜尋任務，都是以聲波作為基本原理，會因為探測或搜尋的任務不同，聲波發射的方式與頻率也會不同。最為普遍的聲納是做為船隻航行的「航行聲納 (Navigation Sonar)」，和測量水深與海底地形的「測深聲納 (Depth Sounder)」，而近年來所發展出來的「多聲束海底地形測繪系統 (Multi-Beam Depth Sounder)」更是高效率的海底地形測繪儀器。

另外，探測海床地貌的「側掃聲納系統 (Sidescan Sonar)」以及探測底層與底質的「底層剖面聲納 (Sub-bottom Profiler)」是搜尋海床物體 (例如，飛機與船隻殘骸) 或海床掩埋物體不可或缺的利器，同時在民生建設上，例如：海底放流管、輸油管、海底電纜鋪設與監測等工作，聲納也是必備的探測儀器。還有更普遍地被應用在漁業發展所需的「魚探聲納 (Fish Sounder)」、海流測量的「海流剖面聲納 (Acoustic Current Profiler)」等。



側掃聲納拖電魚
(海下所攝)

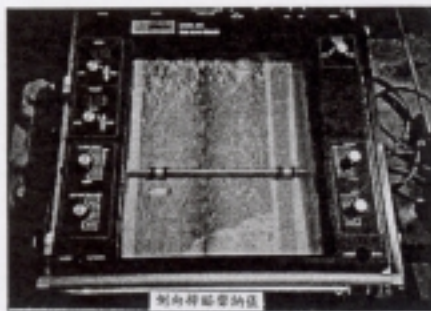


底層剖面聲納拖電魚
(海下所攝)

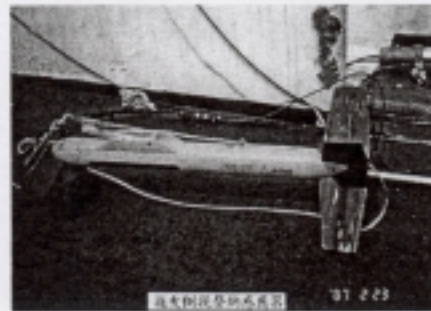
聲音可以在水中傳遞數百公尺而不消失，更可以在「深海聲道」中傳達數千公里。因此，聲波成為探測海洋的唯一有效工具。聲音可說是是深海潛艇的眼睛，海洋觀測的「望遠鏡」。

另外我要向人類表達抗議，因為海面上軍艦上的發動機聲音，水下的爆炸聲以及軍艦上的水聲測位儀和回聲測位儀和回聲測位元儀等各種聲納系統，造成我們鯨魚回聲定位系統的紊亂，使我們無法辨認方向而誤送性命，造成我們鯨類的「集體自殺」，而且軍艦產生的各種雜訊污染，釀成了一次又一次的悲劇。

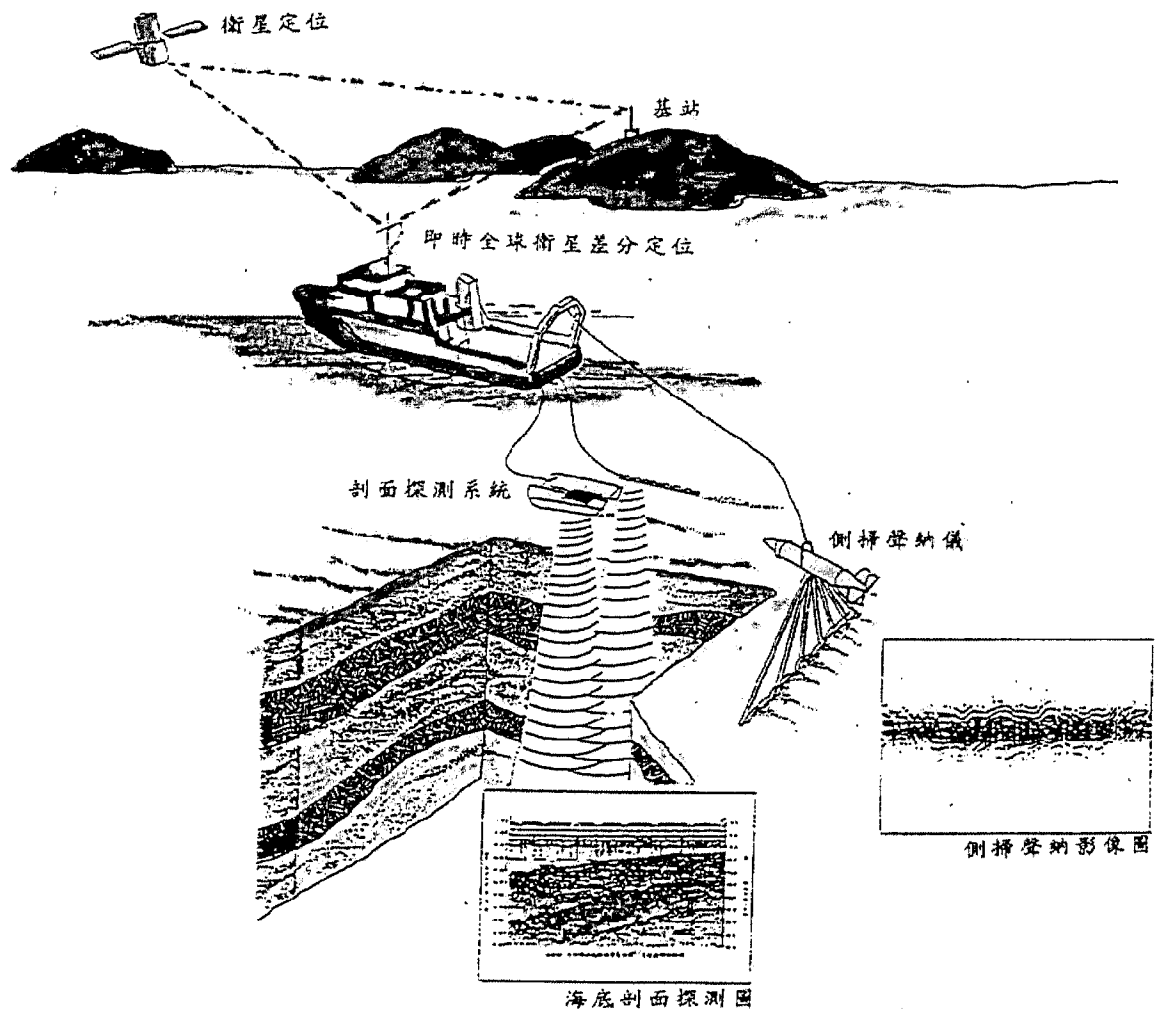
側掃聲納系統是一種能提供海底地貌影像的探測儀器，它的作業原理是將音鼓放置在流線型載具兩側，這種載具俗稱拖電魚(TOW FISH)，它會向海底釋放聲波，聲波經海底反射傳回來的訊號，由側掃聲納儀(Side-Scan Sonar)處理以後，會將海底的地貌顯示在紀錄紙上。這個系統可依研究者的需要調整側掃範圍，最寬可至 600 公尺，另可依解析度需要去調整使用不同的頻率，也可以連接全球定位儀(GPS)所定出之位置資料，即時列印在紀錄紙上，使得地貌影像資料更完整。這種側掃聲納系統主要應用在海底地貌、海底地電纜、管線鋪設及監測海底特殊障礙物，如：礁石、人工魚礁、沉船等的調查研究。



側掃聲納儀



拖魚(TOW FISH)向海底釋放聲波



回聲聲納工作原理圖

單元活動二：聲納的運用

聲波應用在水中航行通信與水中物體的偵測已經有長久的歷史，是我們較熟悉的。應用聲波所設計之系統通稱為「聲納」(Sonar)，相當於在大氣中所使用的「雷達」(Radar)。依照不同的功能有不同的名稱，例如：偵測水中的物體或生物的聲納稱為「回音偵測器」(echo sounder)，如魚探機、測深儀等；為了搜尋或辨識在行進方向兩旁的特徵物，這種聲納稱「側掃聲納」(sidescan sonar)；為了探測海床或海底剖面的聲納稱為「剖面儀」(subbottom profiler)等等。

聲波能有效的穿透海洋，是發展水下技術不可缺少的工具，而且目前水中聲學界正進行一項以水中聲學來測量全球性增溫的重大實驗。目前聲納在水下技術有下列幾項新的應用：

- 一、在潛艇航行的應用：潛艇靠聲波航行，它發射及接收的設計稱為「聲納」，相當於飛機的「雷達」。
- 二、海底地形繪製之應用：地質學家依賴地球表面及海底地形推算大型板塊運動，所以繪製海底地形是海洋地質學家最重要的工作。在平均深達四千公尺的深海，使用聲波探測是唯一的方式。所以地質學家依據聲波的回收訊號，結合統計模式，可將海底的地形繪製出來。
- 三、在魚群資源的探測上；由於水中生物的肉體及氣囊和海水形成強烈的對比，所以藉由聲波的反射訊號，再經由精密儀器分析，可以估計魚隻的多寡與大小。

第四單元：海下技術的應用

單元活動一：海洋立國

台灣四面環海，控制亞洲各國通往太平洋之地理位置優勢，而且台灣海域蘊藏豐富海底能源，海洋立國是國家未來工作努力方向。但長久以來海洋的發展卻一直沒有受到應有的重視，造成人們對於海洋的認知相當陌生，人才也很缺乏。政府近年來倡導「海洋立國」，而且台灣面積小，土地資源非常有限，未來朝向海洋發展勢在必行。作為一個以海洋精神立國的國家，瞭解海洋、開發海洋、保護海洋應成為我國國民的素養及政府的基本政策。在這過程當中，海洋科技與事務，將扮演相當重要的角色，而海下技術水準的提昇，更促進整體海洋科技的競爭力。

「保護海洋」時代我國為國際社會的一員，面對此責任，行政院在今年的組織改造案中，已規劃設立「海洋委員會」，俾統籌海洋事務。為達成保護東、南沙既有珍貴的自然文化資產及落實維繫我國國土與資源最大實質的權益目的，建議將「東-南沙海域未來發展方向」分為以下三個期程：近程以劃設保護區及成立東、南沙國際海洋研究站、中程則列入世界級資源保育及自然、文化資產保護區、遠程將賡續世界級資源保育及自然、文化資產保護為目標。

台灣控制亞洲各國通往太平洋之地理位置優勢，而且台灣海域蘊藏豐富海底能源，海洋立國是國家未來工作努力方向：

第一為增進海洋研究應積極建立海域生態監測網及資料庫。

第二為加強「物種保育」的機能，達到整體生態系獲得長久保存的目的，依聯合國生物多樣公約中所強調「棲地保護」重於「物種保育」，而劃設海洋保護區或海洋公園是為直接有效的方法。

第三為促進我國水下文化發展，重視「水下文化遺產保護公約」，加強水下文化資產之勘查與保存等工作。

單元活動二：海下技術的應用

臺灣四面環海，海空交通頻繁，遇到沉船或飛機落海事件，需要在廣闊的海域中搜尋和打撈；海底電纜交錯，需要檢查及維護；深層海水、海底生物和能源、礦物資源豐富，需要研究、調查與開發；大陸板塊擠壓，引發海底地震頻繁，需要監測。因此加強對於海洋的調查、研究、安全維護及永續利用是一項刻不容緩的工作，而海洋研究船及各種水下載具也將扮演重要的角色。為了降低風險，節省營運及維護成本，並擴大對海洋的探索，水下無人載具，譬如遙控載具（ROV）、自主式水下載具（AUV）等，便逐漸成為目前廣泛使用在海下探索的工具。希望藉由海底總動員的家族成員的介紹，能增進小朋友對這些海洋探測要角的認識與了解，進而激發對海洋探索的興趣。

海下技術的救援具有高度危險性並因水下高壓環境導致潛水人員因此而得到潛水疾病，因此必須有一些設備來保障潛水人員的安全。人類要潛到海裡作業，首先必須面對的就是高壓環境。潛水主要有兩種方式，一種是飽和潛水，另一種是大氣壓潛水。飽和潛水是人體直接接觸高壓環境，下潛與上浮需要複雜而費時的加、減壓程序。大氣壓潛水是人體在乘坐在可抗高壓的潛水裝備或載人潛艇內的一大氣壓環境裡作業。載人潛艇雖然有它的優勢，但是營運與維護成本極高，所以隨著無人載具技術的日益成熟，有逐漸被取代的趨勢。

海下技術除了上述一般性的應用之外，有一些與海洋相關的應用或研究領域，也要依賴海下技術才能完成；舉例下列幾項說明：

一、 能源探測：

根據研究資料顯示，海底蘊藏大量的天然氣水合物（Gas Hydrate），是未來重要的能源。我國經濟部地質調查所委託台灣大學海洋研究所，所組成的研究團隊，目前正積極在南海（South China Sea）地區進行探測。在地球物理性質調查方面，藉由反射震測、底層剖面聲納回音，並搭配「海底地震儀（Ocean Bottom Seismometer, OBS）」等相關探測方式，已經獲得相當多的影像資料，並且經過分析顯示：南海地區確實蘊藏相當豐富的天然氣水合物。在不久的將來，如果有適當時機與經費支援，會進一步進行鑽探獲取直接證據，有利於評估賦存量和後續開採。

二、 海下考古：

在廣大的海床上存在著大量的古沈船與文物，那是古代的人為因素或發生天然災難沈沒到海底的。這些未受擾、封存完整的各種船艦或飛機的殘骸與文物，提供了考古學家探究人類歷史與人文發展的絕佳機會，也逐漸發展出「海下考古（Marine Archeology）」的領域，這是結合歷史學、考古學、海下技術等專長所形成的跨人文與科技的領域。由於過去海下的搜尋技術能力有限，海

下考古難以進行，如今因為海下技術的突飛猛進，海下考古就逐漸興起。根據文獻記載與調查，我國澎湖海域、東沙群島附近蘊藏相當豐富的考古資源，並且已經有專家學者進行研究，引起國際相當的重視與關注。

三、 找尋全球增溫的科學證據：

在過去百年間，由於人類大量的使用石化能源，造成二氧化碳氣體的排放，導致「溫室效應」造成地球的平均溫度逐年增高，稱做「全球增溫 (Global Warming)」。由於溫度對於地球生態影響很大，如果不適時處理，將導致生態浩劫，就如電影「明天過後」的情節一樣，因此如何測定全球增溫是一個相當重要的問題。由於全球增溫會造成海水溫度升高，科學家們利用聲波在海水中傳播的特性和它與海水溫度的關係，經由大尺度、長時間的聲波傳播實驗，找尋全球增溫的科學證據，也算是海下技術領域水中聲學較為特殊應用的一例。

綜合而言，海下作業不論是偵搜、打撈沉船、鋪設海底光纜、探採資源或科學探索，都必須使用適合的機具設備，否則很難順利完成任務。潛水人員或載人潛艇雖然可以在海底執行任務，但是仍然必須面對海洋環境中不可預知的威脅。

結論：

水下科技的發展日新月異，水下載具不管是無人的 ROV 與 AUV，或是載人載具都已經非常成熟。目前正是這些載具大展身手，探索所謂的內太空——地球上的海洋的大好時機。這些載具正以載具群協同運作的模式，再透過海底補給電纜站或是水面的補給浮標，提供充電及資料傳輸，再透過熱氣球、飛機及衛星等通訊設備，將海洋及海底的資訊，以最快的速度回傳給地面上控制基地來整合資訊。目前全世界各個國家深海的開發，如深層海水、深海資源和水下考古等工作，正如火如荼的展開，國內的海洋開發及研究應加緊腳步以確保自己的海洋資源及開發新的海洋產業。

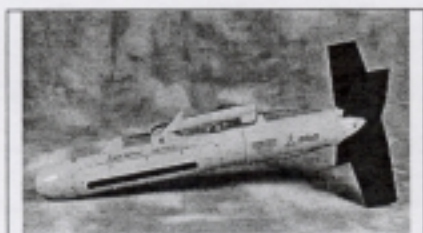
結語：海洋探索的重要性

短暫擔任海下知性之旅的嚮導工作即將結束，我們海底總動員的成員要向大家說再見囉！希望大家對海下技術及各種載具和器材，有初步的認識及了解，將來小朋友能投入研究海下的科學領域，研發更多的器具，往海下發展，造福人類，同時也宣導海洋環保觀念，不要污染海洋，提供良好的海下環境，讓我們海底總動員的成員也受到保護及照顧，無憂無慮的展現我們美麗的身影，讓地球及海洋生生不息。

-----全文完-----

海下技術國小教材

[海底總動員學習單]



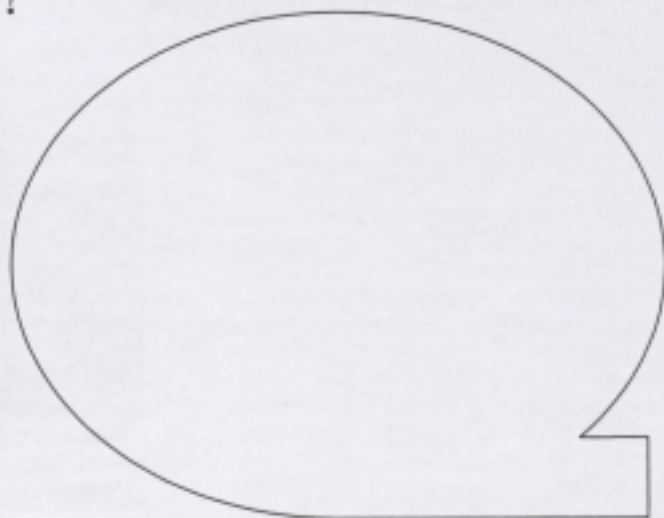
發行：教育部顧問室海洋教育先導型計畫辦公室

適用年級：國小四至六年級

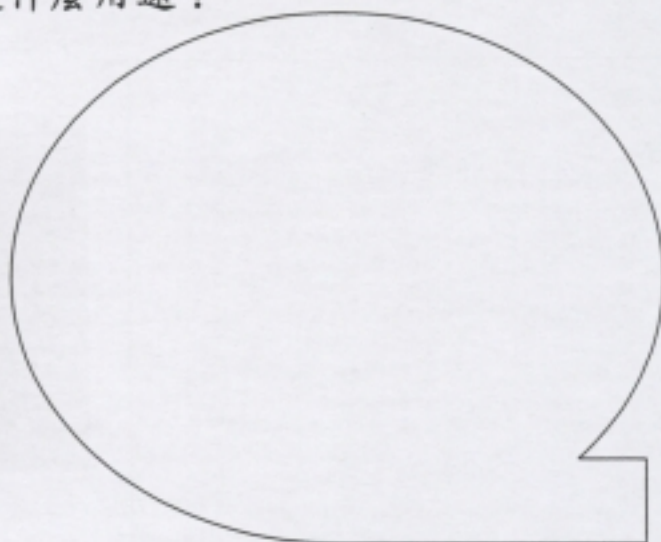
小小潛水家

____年 ____班 _____號 姓名：_____

一、如果你是超級潛水家，可以自由自在在海底遨遊，你想到海底做些什麼事？



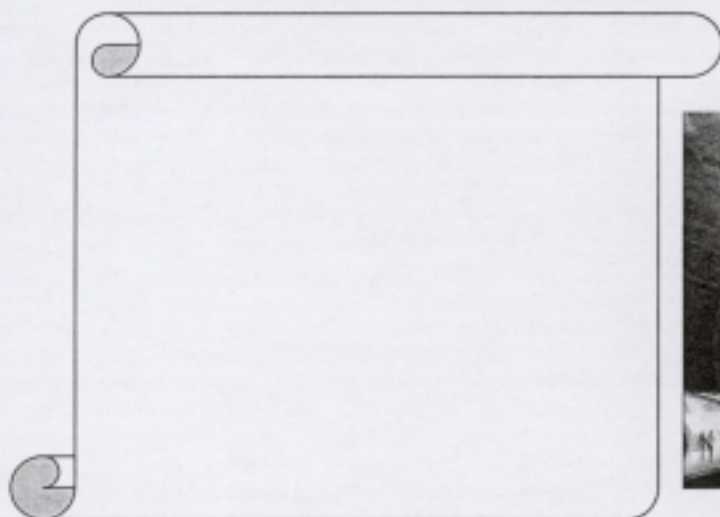
二、你知道日本海女沉入海下挖取珍珠蚌殼，要準備哪些裝備嗎？這些裝備分別是什麼用途？



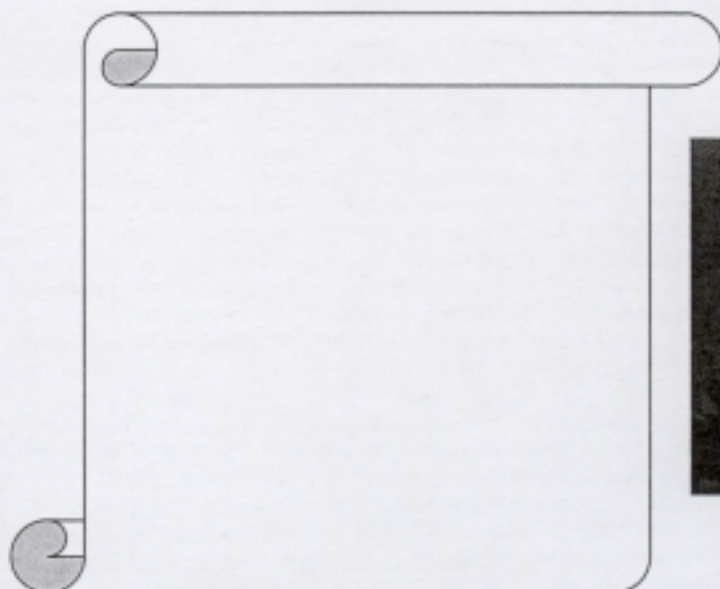
尋找海底寶藏

____年____班 _____號 姓名：_____

一、你認為海底寶藏有哪些寶藏？



二、如果你要到潛水到海底尋找寶藏，你要準備哪些器具？
這些器具有什麼功用？



我們的海洋研究船要出發了，研究船裡具備各種基本的研究器材及設備，身為優秀小小海洋研究員的你會使用嗎？以下是幾種較常使用的基本設備嗎？，它的功能是什麼？請填出它的代號。

ㄅ. 海底層輪廓掃描器

ㄆ. 海水採樣系統

ㄇ. 動態定位系統

ㄊ. 多頻地震探測系統

ㄋ. 水底沉積物採樣系統

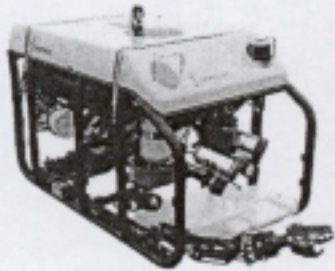
ㄌ. 拖曳式載具

- 1.可以在水深數千公尺內，探測海床底下數百公尺深度的地形構造。
()
- 2.一種高穿透力的海底層輪廓探測系統，可以描繪出海底地質和岩層的結構。()
- 3.以不同的採水瓶及採水器深入海底採集不同海水樣品的裝備。
()
- 4.像個小型的載運機，拖在海洋研究船的船艙，用於載運各種小型聲納系統。()
- 5.用來取得海底各種沉積物的裝備。()
- 6.把船維持在既定的工作範圍或航線上。()

認識海下潛具

____年____班 _____號 姓名：_____

一、探索海下要有許多設備，請小朋友閱讀教材及照片後，將下列 A 圖片連到正確的 B 位置。



自主式水下無人潛器 (AUV)	載人潛具 (Manned Submersible)	水下遙控航器 (ROV)
-----------------	---------------------------	--------------

二、小朋友看完海下技術後，你認為應用這些科技要尋找海下的輪船或飛機殘骸時搜尋與救護程序的順序是如何？請標示出順序來。

ㄅ. 確認
ㄇ. 打撈

ㄆ. 聲納搜尋
ㄨ. 辨識與定位

() → () → () → ()



浮浮沉沉的潛水艇

_____年_____班 _____號 姓名：_____

一、浮力原理：請將括弧中正確的答案圈起來。

當物體重量大於浮力時，物體就會（下沉、浮起）；當物體重量小於浮力時就會（下沉、浮起）；物體的浮與沈，跟它的（密度、重量、體積、形狀）有關。當物體的密度（大於、小於）水的密度時，它就會浮在液面上，像（青山、冰山、船、火車、飛機）；相反地，當物體的密度（大於、小於）水時，它就會下沉。



二、密度是什麼呢？請在括弧中填入代號

ㄅ.質量 ㄆ.體積 ㄇ.形狀 ㄎ.顏色

在物理上的定義，密度就是單位體積內物質的（ ），也就是密度=（ ）÷（ ）。

三、潛水艇：請將括弧中正確的答案圈起來。

潛水艇的船身裡，有一個佔據相當大空間的『壓艙』，當潛水艇（浮在水面、沉在水中）的時候，壓艙裡沒有水，因此質量較（輕、重），只有船身的質量在除以潛水艇的體積之後，密度（小於、大於）海水，所以就可以（浮在水面、沉在水中）；而當潛水艇要潛入海中時，壓艙的進水口就會打開，引入海水，在潛水艇體積不變的情況下，因為增加了海水的重量，使得潛水艇的密度（增大、變小），超過了海水的密度，因此就（浮在水面、沉在水中）了！



聲納探索三部曲

____年 ____班 _____號 姓名：_____

首部曲：哪些動物有聲納構造？



有些動物是看不見的，牠們也具有像聲納一樣的功能，靠它來捕食和作為行進辨別方向的依據，你能寫出二種陸上或海中物有這種聲納的能力？

二部曲：潛艇在海下航行，怎麼知道外面沒有危險的珊瑚礁或冰山？



潛艇為什麼可以在海下自由航行，都不會擔心前面有海溝或地層撞上去？請寫出來。

三部曲：聲納在海底下還有哪些用途？



你知道目前聲納在水下技術有哪幾項新的應用嗎？請寫出來。

深海潛艇的眼睛

____年____班 _____號 姓名：_____

一、請將括弧中正確的答案圈起來。

- 1.有深海潛艇的眼睛，海洋觀測的「望遠鏡」之稱的是
(聲音、光、海浪)。
- 2.聲納在水下有各種不同的探測或搜尋任務，都是以
(光波、聲波、海波)作為基本原理。

二、聲納在水下有各種不同的探測或搜尋任務，因為探測或搜尋的任務不同，聲波發射的方式與頻率也會不同。以下幾種聲納，什麼時候要使用它？請填出它的代號。

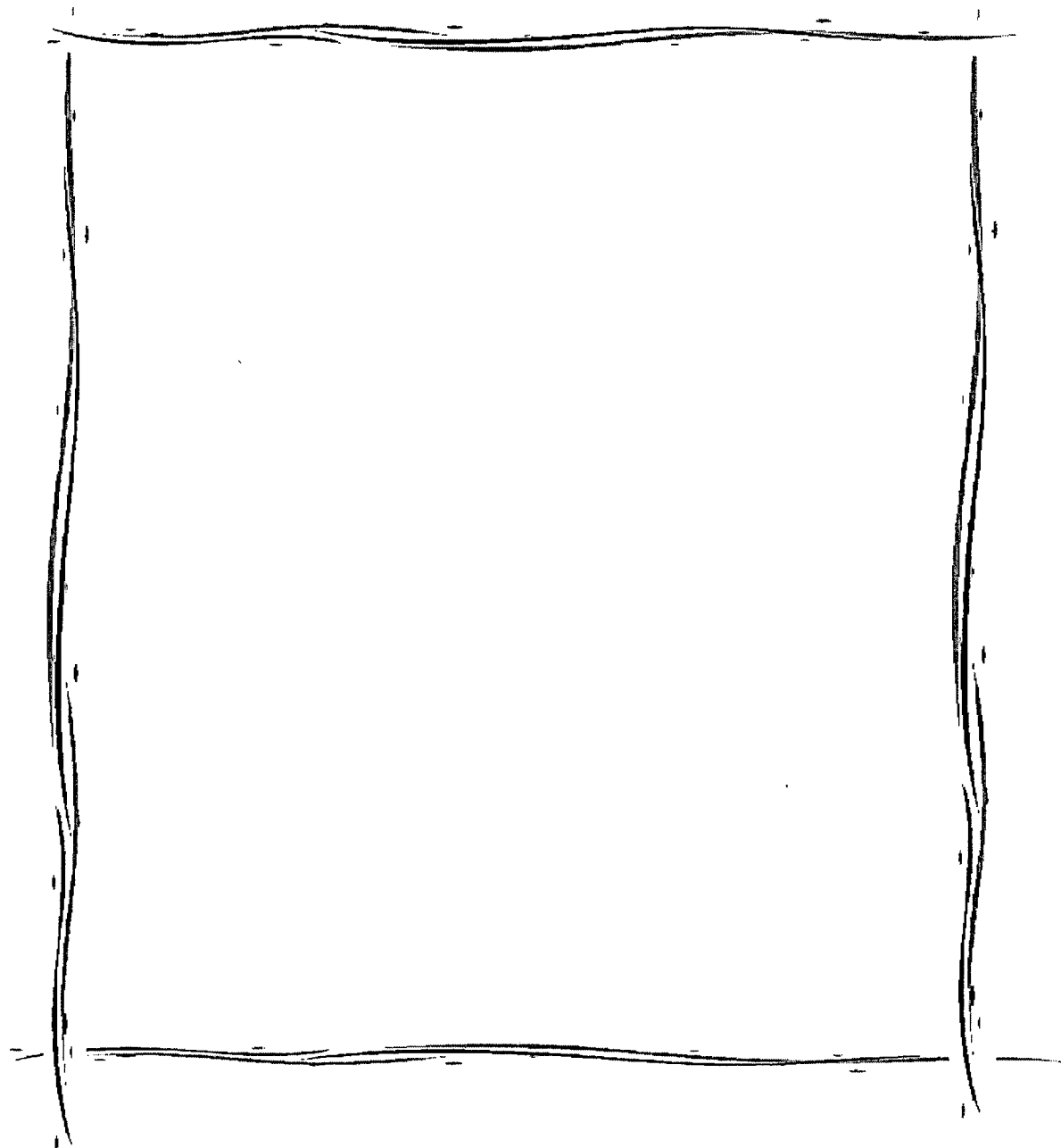
- | | |
|---------|----------------|
| ㄅ. 航行聲納 | ㄆ. 多聲束海底地形測繪系統 |
| ㄇ. 魚探聲納 | ㄇ. 海流剖面聲納 |
| ㄨ. 測深聲納 | ㄨ. 底層剖面聲納 |

- 
- The diagram illustrates a submarine's sonar system. It shows a central sonar dome on the submarine's deck emitting various beams. Labels point to different parts of the system: '多聲束海底地形測繪系統' (Multi-beam bathymetry system), '海流剖面聲納' (Current profile sonar), and '底層剖面聲納' (Bottom profile sonar). To the right, there are three horizontal cross-sections of the water column showing different sonar profiles: a wide, shallow beam for surface navigation, a narrow beam for fish detection, and a wide, deep beam for seabed mapping.
- 1.船隻航行。()
 - 2.漁船捕魚。()
 - 3.測量海流。()
 - 4.測量水深與海底地形。()
 - 5.高效率的海底地形測繪。()
 - 6.搜尋海床物體（例如，飛機與船隻殘骸）或海床掩埋物體。()

小小潛器設計家

____年____班____號 姓名：_____

小朋友！第一次接觸到海底總動員的海下技術，你是否感到新鮮有趣，海底無窮盡的寶藏，等著大家去發現挖掘，如何深入海下研究更新的設備，就靠你這聰明的小小潛器設計師大膽構思，設計出多功能的潛具。請畫出來或寫下來。



神秘的海底世界

_____年_____班 _____號 姓名：_____

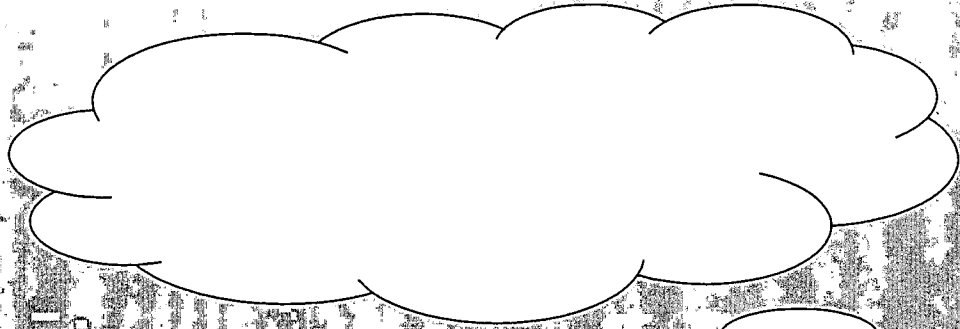
請將括弧中正確的答案圈起來。

- 1.在海裡要進行遠距離的傳送，最主要的訊息傳遞與探索工具是（電池波、聲波、水波、空氣）。
- 2.海裡每增加（10 公尺、50 公尺、100 公尺）的深度，就會增加一個大氣壓。
- 3.海底世界的環境如何？
壓力：（高壓、低壓、常壓）
光線：（黑暗、光亮）
電訊：（通暢、不通）。
- 4.深海大約幾公尺就看不見陽光。
（ 20 公尺、 50 公尺、 100 公尺 ）
- 5.聲音可以在深海中傳播多少公尺還不會消失。
（ 100 公尺、 500 公尺、 1000 公尺以上 ）
- 6.人類在西班牙外海發現抹香鯨可以潛水多少公尺。（ 500 公尺、1000 公尺、2000 公尺）
- 7.現代核子潛水艇可以潛入海底多少公尺。
（ 1000 公尺、2000 公尺、3000 公尺 ）。

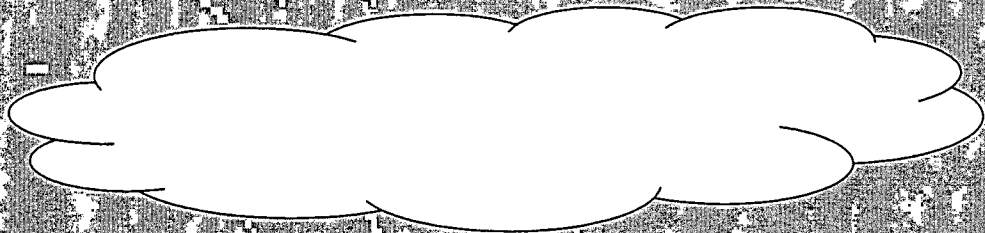
小小海底探險家

____年____班____號 姓名：_____

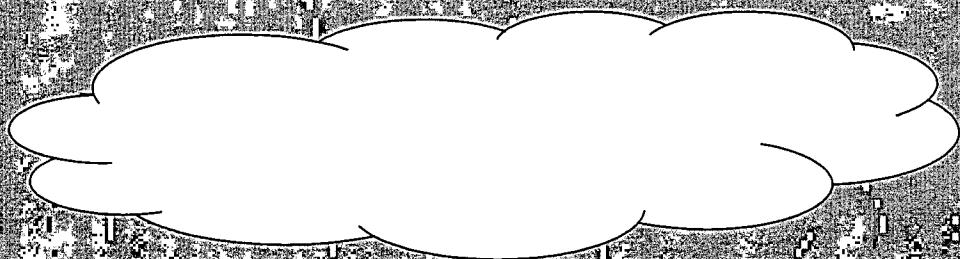
一、小朋友，當你看過這本「海底總動員」你對這些海下技術感到最新奇有趣的是什麼？請寫下來。



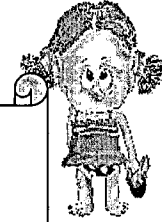
二、看了這麼多有趣的海下技術的介紹，如果你準備去海底探險，你想做哪些事？



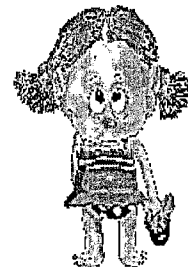
你會準備哪些裝備呢？



一、目前環境污染日益嚴重，你知道海洋會受到哪些污染嗎？請寫出來。

A large, empty rectangular scroll with rounded corners and a vertical line on the left side, intended for writing answers to the first question.

二、身為「捍衛海洋小尖兵」的你，打算如何保護海洋環境，讓地球及海洋生生不息呢？請寫出具體的作法。

A large, empty rectangular scroll with rounded corners and a vertical line on the left side, intended for writing answers to the second question.

海底總動員

座號：

姓名：

小朋友，請你上網收集一張有關人類利用各種器材在海下活動的照片或是人類在海下尋找各種有價值的照片。

請張貼在這個框框內



照片說明

- 1.小朋友，你收集的照片，他們在做什麼事？

- 2.在海下工作做這些事情，對人類有什麼幫助？



海底總動員感恩回饋單

年 班 號姓名:



在海下工作的人，他們辛苦的為大家開創更好的設備及努力，請寫出你心中的期望及感謝的一句話。

向辛苦在海下尋找石油的伯伯說一句感恩的話：

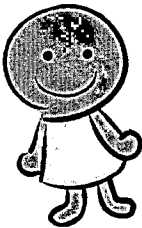
向在海下鋪設電纜的叔叔說上一句感謝的話：

向每天在海下尋找沉船的科學家說：

感謝的話

向海下探測地形的海洋學家致謝一句話：

向在海下尋找空難生還者的救難隊說一句：



海下科技

國中教案與研習營課程設計

計畫團隊：

主編：阮愉雅老師（台南縣新市國中）

編輯：黃行志老師（屏東縣公正國中）

蕭文誠老師（高雄縣鳳西國中）

江怡欣老師（高雄縣鳳西國中）

郭佳儀老師（台南市台南一中）

第一單元：主題：海水的聲音與光學性質
子題：海水中的光學性質介紹

能力指標	4-4-2-2 認識科技發展的趨勢。 4-4-1-2 了解技術與科學的關係。 4-4-1-3 了解科學、技術與工程的關係。 1-4-4-3 由資料的變化趨勢，看出其蘊含的意義及形成概念。 8-4-0-2 利用口語、影像(如攝影、錄影)、文字與圖案、繪圖或實物表達創意與構想。
教學目標	1-1 知道海水的顏色，以及不同的深度有不同的顏色。 1-2 了解光線在水下的性質。 1-3 知道消光作用，及海水消光作用對光線的影響。 1-4 了解不同波長的光有不同的消光作用。 1-5 知道海水的顏色是怎樣造成的。 1-6 增加學生對海水的光學性質的情意認知。
評量方式	1. 舉手發言 2. 分組討論 3. 上台發表 4. 學習單

活動一：海水的聲光性質（光學部分）

教案設計者：黃行志老師

教學節數：1 節（45 分）、共 45 分鐘。

活動目標	活動時間	活動流程	活動地點	準備事項、情境佈置(含教學資源運用)	指導要點(注意事項)
海水的光學性質	10 分 5 分 5 分 10 分 5 分 10 分	<p>【準備活動】</p> <p>1. 老師跟同學聊放假去墾丁海邊玩的事，引起學習動機。</p> <p>2. 問同學有沒有注意到海水是什麼顏色？為什麼會是那一種顏色？</p> <p>3. 問同學有沒有注意到海水的顏色在岸邊和在身一點的地方並不完全相同？為什麼會有這樣的顏色變化？</p> <p>4. 複習光的色散，抽問。</p> <p>5. 說明太陽光進入地球以後，會受到哪些作用影響，導致只有一小部分能穿透表層海水進入到海洋的內部。</p> <p>6. 說明消光作用，並請同學討論消光作用對光在海水中有何影響？</p> <p>7. 說明消光作用對不同的色光在海水中的影響。</p> <p>8. 問題回答及學習單。</p>	教室	<p>旅遊照片</p> <p>教學簡報</p>	<p>引起動機</p> <p>鼓勵學生參與討論</p>

第二單元：主題：聲納系統的種類與應用

能力指標	4-4-2-2 認識科技發展的趨勢。 4-4-1-2 了解技術與科學的關係。 4-4-1-3 了解科學、技術與工程的關係。 1-4-4-3 由資料的變化趨勢，看出其蘊含的意義及形成概念。 8-4-0-2 利用口語、影像(如攝影、錄影)、文字與圖案、繪圖或實物表達創意與構想。
教學目標	2-1 聲納系統的發展過程。 2-2 了解視覺的限制以及聲納應用的必要。 2-3 了解自然界的聲納系統。 2-4 知道聲納系統的種類及原理。 2-5 增加學生對聲納系統的情意目標。 2-6 知道聲納系統的種類及限制。 2-7 增加學生對聲納系統的了解。
評量方式	1 舉手發言 2 分組討論 3 上台發表 4 設計圖 5 學習單

活動二：聲納系統的種類與應用

教案設計者：郭佳儀老師

教學節數：第三單元：3 節[45 分]、共 135 分鐘。

活動目標	活動時間	活動流程	活動地點	準備事項、情境佈置(含教學資源運用)	指導要點(注意事項)
2-1 聲納系統的發展過程。	10 分	<p>【準備活動】</p> <p>◎ 老師問同學要如何在黑暗環境中進行活動？引起學習動機：</p> <p>(1)在大白天活動對一般人而言是一件很輕而易舉的事，可是當四周無光時呢？</p> <p>(2)對於生活在無光環境中的生物而言，他們是怎麼克服的呢？</p> <p>(3)海洋中的聲納系統的種類與生活中的經驗相似處？</p>	教室	教學簡報PPT p2	鼓勵學生參與討論
2-2 了解視覺的限制以及聲納應用的必要。	10 分	<p>【發展活動】</p> <p>◎ 老師請學生矇住眼睛了解視覺受限之感受。</p> <p>(1) 學生兩人一組，輪流蒙眼。</p> <p>(2) 同學互相嘗試以聲音來辨別方向。</p> <p>(3) 說明海豚接受蒙眼測試後，依</p>	教室	教學簡報PPT p3-5	請學生參予實驗

2-3 了解自然界的聲納系統。	5分	<p>然能夠避開阻礙物而自由行動。</p> <p>(4) 自然界中的蝙蝠能不依賴光捕捉獵物。</p> <p>(5) 聲納系統的研究自此如火如荼的展開。</p> <p>(6) 人類開發了各式各樣的聲納系統</p> <p>◎老師利用影片，介紹動物如何使用聲納，讓學生了解動物的形態與功能間的關係。</p> <p>(1) 在自然界中，某些夜行性生物或水生生物因為視覺受限制，所以早已發展出主動聲納為一套極複雜而有效的感覺和傳達系統。</p> <p>(2) 蝙蝠具有奇怪且多變化的鼻葉及外耳殼，這些複雜且多樣的外形構造，往往給人怪異醜陋的印象，但是此構造為蝙蝠發射超聲波的巧妙發射器。</p> <p>(3) 因為聲波在水裡傳播速度快且距離遠，是海洋裡最有效的信號傳遞方式，所以鯨豚實際上是用聽覺在"看"東西。</p>	教室	<p>紗布</p> <p>教學簡報PPT p6-10</p>	<p>鼓勵學生參與討論經驗</p> <p>注意小朋友學習態度</p>
2-4 知道聲納系統的種類及原理。	20分	<p>◎老師介紹人類所發明的聲納系統。</p> <p>(1) 利用影片讓學生了解黑暗的深海環境，以及考古或挖寶時所應用的儀器。</p> <p>(2) 水下監測儀器無法向陸地上使用電磁波等方式做探測，因為其能量容易被水吸收與散射，必須就住聲波做為探測之媒介，因為聲波是目前已知唯一能夠在水中作遠距離傳播的介質，能量較不易損失。</p> <p>(3) 藉由影像導入，引發學生的學習興趣。</p> <p>(4) 簡介設備:拖魚、拖曳兼傳訊纜繩、影像記錄器、側掃聲納儀器、地層剖面儀及磁力儀。</p>	教室	<p>教學簡報PPT p17-27</p> <p>拖魚 拖曳兼傳訊纜繩 影像記錄器 側掃聲納儀器 地層剖面儀 磁力儀</p> <p>Discovery-鯨魚探奇(5min) Discovery-埃及豔后的皇宮(10min)</p>	<p>請學生專心聆聽</p>

<p>2-5 增加學生對聲納系統的情意目標。</p>	<p>45 分</p>	<p>◎老師將同學分組約 6 人一組，並發下紙筆與色筆，讓同學腦力激盪，分配出海盜船之角色，自行設計航海尋寶之流程，大家互相討論如何成為海賊王。</p> <p>(1) 老師協助同學分組，採異質分組，約 6 人一小組。</p> <p>(2) 老師說明活動規則：同學可以自由想像流程圖、說服股東投資設及可能會用到的儀器功能等。</p> <p>(3) 老師協助同學依序上台報告，一組約 5min，報告小組並和同學分享自己的講稿。老師並作簡單的補充。</p> <p>(4) 老師講評，肯定大家的作品，並選出最佳設計獎等獎項，鼓勵大家繼續努力。</p>	<p>教室</p>	<p>分組討論及發表會報告 紙 筆 獎品</p>	<p>設立獎勵辦法鼓勵參加，建立榮譽感</p>
<p>2-6 知道聲納系統的種類及限制。</p>	<p>15 分</p>	<p>◎老師介紹聲納系統的種類及限制。</p> <p>(1) 側掃聲納儀器主要是沿船隻行進方向向兩側發射，當聲波遇到物理性質不同之障礙誤會產生不同反射強度分析影像，用於海底地貌的掃描、海床地物的搜尋。</p> <p>(2) 側掃聲納儀器應用相當廣泛，但當目標物(如海底管線)遭沉積物掩埋或部分掩埋之人工魚礁或殘骸物質等，則另須仰賴能夠穿透沉積物之儀器如地層剖面儀等之幫忙。</p> <p>(3) 地層剖面儀可以觀察海床下地層剖面的細微變化，主要功能是地底地層組織結構描繪、了解海床下垂直方向沉積物分布、海底掩埋物如沉船或管線位置。</p>	<p>教室</p>	<p>教學簡報PPT p28-35</p> <p>教學簡報PPT p36-44</p> <p>海下探測圖片 回傳之分析影像</p>	<p>請學生專心聆聽</p> <p>請學生專心聆聽</p>

<p>2-6 了解聲納系統實際應用方式。</p>	<p>15 分</p>	<p>(4) 磁力儀原理為地磁受干擾後，磁力線便會因此扭曲，不再呈現南北走向，因此可以鑑別水下金屬與非金屬建構物之用。</p> <p>◎由深海搜奇的片頭開場，了解聲納系統的實際運用</p> <p>(1) 利用海底攝影的影像，欣賞一些沉睡在海底的沉船；古生物化石；特殊地形。</p> <p>(2) 聲納系統未來可能的發展及前景。</p>	<p>教室</p>	<p>National-Geographic-深海搜奇(15 min)</p>	<p>請學生專心觀賞</p>
<p>2-7 增加學生對聲納系統的了解。</p>	<p>15 分</p>	<p>◎問題回答及學習單</p>	<p>教室</p>	<p>學習單 有獎徵答題目及獎品</p>	<p>鼓勵學生踴躍回答問題</p>

第三單元：主題：海下探索小尖兵

子題：水下機電系統 ROV、AUV 介紹

能力指標	4-4-2-2 認識科技發展的趨勢。 4-4-1-2 了解技術與科學的關係。 4-4-1-3 了解科學、技術與工程的關係。 1-4-4-3 由資料的變化趨勢，看出其蘊含的意義及形成概念。 8-4-0-2 利用口語、影像(如攝影、錄影)、文字與圖案、繪圖或實物表達創意與構想。				
教學目標	2-1 知道水下機電系統的發展過程。 2-2 了解水下機電系統運作的限制及要克服的條件。 2-3 知道水下機電系統的基本構造及原理。 2-4 了解水下機電系統在實際的應用方式。 2-5 增加學生對水下機電系統的情意目標。				
評量方式	1 舉手發言 2 分組討論 3 上台發表 4 設計圖 5 學習單				
活動三：海下探索小尖兵(水下機電系統 ROV、AUV 介紹)					
教案設計者：阮愉雅老師					
教學節數：第三單元：3 節[45 分]、共 135 分鐘。					
活動目標	活動時間	活動流程	活動地點	準備事項、情境佈置(含教學資源運用)	指導要點(注意事項)
2-1 知道水下機電系統的發展過程。	10 分	【準備活動】 ◎ 老師問同學要在水下進行測量，和在陸地上測量相比較，會有什麼不同呢？需要克服哪些因素呢？以引起學習動機： (1)在陸地上丈量是一件再自然不過的事了，可是當場景移到了海中，你能想像有什麼東西不一樣了呢？ (2)對於測量的人要克服哪些因素才能在海下作業呢？而對於測量的機器又有哪些條件的限制呢？ (3)有什麼方法可以協助測量者和儀器，克服可能會產生的問題呢？	教室	教學簡報PPT p2	鼓勵學生參與討論
2-2 了解水下機電系統運作的限制及要克服的條件。	5 分	【發展活動】 ◎老師用簡單的生活經驗介紹水壓，利用受壓的保麗龍杯加深學生對水壓的感受，並吸引學生的注意力。	教室	教學簡報PPT p3-5 保麗龍杯 去過海底的保麗龍杯	請學生專心聆聽

<p>2-2 了解水下機電系統運作的限制及要克服的條件。</p>	<p>5 分</p>	<p>(7) 大氣層壓在我們身上的壓力叫做大氣壓，而當我們進入水中，水給我們的壓力叫做水壓。如去游泳池游泳時的感受。</p> <p>(8) 猜猜看當一個保麗龍杯在出現在水深(1000M)的海底，會變成什麼樣子呢？利用去過海底的保麗龍杯，與一般的保麗龍杯比較。</p> <p>(9) 因為水壓的關係，會讓氣球在越深的海底顯的越小，越浮上水面就越大。而一般的休閒潛水在水深 30M，人的潛水至多到水深 100M，再深就要靠水下載具的協助了。</p> <p>(10) 而水下機電系統要深入海底，越深的海底壓力越大，機身所要承載的壓力越大，因此觀景窗的厚度與材料的選擇都要特別設計，如圖選材是高硬度的石英。</p> <p>(11) 機電系統的極致利用，水下載具因此而生。</p> <p>◎老師利用相關的照片，介紹人類歷史上用來探測海洋的水下載具發展過程，簡介水下載具的發展史。讓學生了解人類歷史上水下機電系統的發展過程。</p> <p>(4) 西元前三百年，亞歷山大帝利用一個簡單的水下載具窺探海洋世界；當時的基本配備有：支援船一艘、連接船和載具的鍊子、承載的載具。和現今的水下機電系統有相類似的構造。</p> <p>(5) 而 1775 年出現了第一艘用於戰爭的水下載具，出現在美國獨立戰爭時。這是一艘由一個人手動控制的水下載具，上頭還攜帶了炸彈。不過此次的任務算是失敗收場，因為無法在敵船船身鑽洞成功。</p> <p>(6) 在 1930 年代，一個科學家和一個有錢的商人合作設計了一個</p>	<p>教室</p> <p>教室</p>	<p>教學簡報PPT p6-10 Bathysphere (50sec)</p>	<p>鼓勵學生參與討論</p> <p>注意小朋友學習態度</p>
----------------------------------	------------	---	---------------------	--	----------------------------------

<p>2-3 知道水下機電系統的基本構造及原理。</p>	<p>10 分</p>	<p>器嚴重進水。</p> <p>(7) 世界上使用率最高的載人研究潛艇，Alvin(1964-)，在 1966 年並成功尋獲掉入海底 910 公尺深的氫彈。</p> <p>◎老師介紹支援船的相關功能與配備，與一些無人遙控潛器相關周邊設計。讓學生對 ROV 的整體運作有更完整的了解。</p> <p>(5) 利用影片讓學生觀賞支援船上主控台的運作狀況，多部監控攝影機傳回ROV當下運作的狀況，若有任何問題如纜線打結等，可以馬上進行處理。</p> <p>(6) 因為機電系統都在水下運作，因此防水的保護是必要的，可以利用水密艙(壓克力或鋁材或鈦合金將儀器包起來)，就可進行防水，另外水密接頭的設計也是必要的防水配備。</p> <p>(7) 藉由鐵達尼號應用機器手臂，與實際測試機器手臂（主從式控制）的影像導入，引發學生的學習興趣。在利用中山大學自行研發的機器手臂的實體操作，加深學生的學習概念。</p> <p>(8) 簡介其他的周邊設備；推進器：採無股設計，不會捲進其他物體而停轉。電纜：訊號與電力的傳輸，採中性浮力設計，在水中無重量，不會造成系統的負擔。燈：但是在水中的能見度並不高，只能看到局部的小範圍。攝影機：負責水下攝影的工作。</p>	<p>教室</p>	<p>請學生專心聆聽</p>
<p>2-5 增加學生對水下機電系統的情意目標。</p>	<p>50 分</p>	<p>◎老師將同學分組約 6 人一組，並發下紙筆與色筆，讓同學腦力激盪，自行設計想像的 ROV 與其配備的功能，並要求同學報告分享成品，大家互相討論。最後選出最佳設計獎等。</p> <p>(5) 老師協助同學分組，採異質分組，約 6 人一小組。並發下相關的文具，提供給學生運用設計。</p>	<p>分組討論及發表會報告</p> <p>紙</p> <p>筆</p> <p>色筆</p>	<p>設立獎勵辦法鼓勵參加，建立榮譽感</p>

		<p>(6) 老師說明活動規則：同學可以自由想像自行設計水下機電系統的設計圖，天馬行空的想像是很受歡迎的，同學有 20min 的時間來完成這個工作，備有色筆同學也可為自己的設計塗上色彩，並為自己的水下機電系統命名。</p> <p>(7) 老師協助同學依序上台報告，一組約 5min，報告小組並和同學分享自己的成品。老師並作簡單的補充。</p> <p>(8) 老師講評，肯定大家的作品，並選出最佳設計獎等獎項，鼓勵大家繼續努力。</p>	教室	獎品	
<p>2-3 知道水下機電系統的基本構造及原理。</p>	10 分	<p>◎ 老師介紹自主式海下潛器 (AUV) 的必要性與限制。</p> <p>(5) AUV 並無纜線連接支援船，其中裝有電腦事先設計任務內容，讓 AUV 單獨完成工作。</p> <p>(6) 利用圖片觀看各式不同的 AUV。</p> <p>(7) 為什麼要用 AUV，因為工作船無法接近目標、工作區域廣闊、訊號纜線會纏繞等。</p> <p>(8) 但是有時候會被海帶纏住。</p> <p>(9) 而 AUV 因為沒有纜線，無法源源不絕提供電力。但是可以利用休眠 (海下充電站充電)、省電模式 (不需使用時浮上水面)、利用油囊 (吸油放油) 改變浮力，花一點能量即可上升下降。等等方式增加 AUV 的工作時間。</p>	教室	<p>教學簡報 PPT p28-35</p>	請學生專心聆聽
<p>2-4 了解水下機電系統在實際的應用方式。</p> <p>2-5 增加學生對水下機電系統的情意目標。</p>	30 分	<p>◎ 由鐵達尼號的片頭開場，當水下載具潛入黑暗的深海海底，人們因此窺探神秘的海下世界，藉由水下機電系統拍攝的局部影像更加了解海下的影像。</p> <p>(3) 利用海底攝影的影像，欣賞一些沉睡在海底的沉船；古生物化石；特殊地形。</p>	教室	<p>教學簡報 PPT p36-44</p> <p>海下探測圖片影像切割的拼圖</p>	<p>請學生專心聆聽</p> <p>鼓勵學生參與拼圖活動</p>

	15分	<p>(4) 可以利用迷你ROV深入一些小空間中；或是海底埋管；或是開採石油等。</p> <p>(5) 而中山大學也與成功大學共同研發ROV。</p> <p>(6) 利用影像切割的拼圖，讓學生嘗試拼湊出整體的圖像，能讓學生了解局部影像拼湊的困難度，而體會研究成果的可貴。</p> <p>◎問題回答及學習單</p>	<p>學習單 有獎徵答題目及 獎品</p>	<p>鼓勵學生踴躍回答問題</p>
--	-----	--	-------------------------------	-------------------

第四單元：主題：掀起海底的蓋頭來----

子題：海下技術的應用

能力指標	自 1-4-5-5-4 傾聽別人的報告，並能提出意見或建議 自 1-4-5-2-4 由圖表、報告中解讀資料，瞭解資料具有的內涵性質 自 8-4-2-4 利用口語、影像(如攝影、錄影)、文字與圖案、繪圖或實物表達創意與構想。 自 7-4-5-8 對於科學相關的社會議題，作科學性的理解與研判 自 4-2-2-1-1 體會個人生活與科技的互動關係。 自 4-4-2-3-4 對科技發展的趨勢提出自己的看法。 自 4-4-1-2-3 了解技術與科學的關係。
教學目標	4-1 瞭解海下技術在研究海洋地形上的應用及其重要性 4-2 知道海洋的各種地形以及各地形的分佈和特性 4-3 瞭解何謂天然氣水合物 4-4 知道台灣在尋找新能源時所應用的海下技術 4-5 瞭解在水下考古時所應用到的海下技術 4-6 瞭解台灣在水下考古的現況及成果 4-7 瞭解如何利用海下技術來因應未來的全球增溫
評量方式	1.舉手發言 2.分組討論 3.上台發表 4.學習單

活動一：掀起海底的蓋頭來—(海下技術的應用)

教案設計者：江怡欣老師

教學節數：第四單元：3 節[45 分]、共 135 分鐘。

活動目標	活動時間	活動流程	活動地點	準備事項、情境佈置(含教學資源運用)	指導要點(注意事項)與國中現有課程的連結性
4-1 瞭解海下技術在研究海洋地形上的應用及其重要性	5 分 10 分	【準備活動】 ◎老師問同學如何知道海面下的地形？ ◎如何以現有的材料去測量海底的深度？ 【發展活動】 (12) 老師講解人類為了測量海底深度所用到的各種方法 (13) 說明聲納系統在研究海底深度的原理	教室	教學簡報PPT 出海洋擴張學說的示意圖以及全球板塊的分佈圖	鼓勵學生參與討論並上台發表 可配合國中理化音波與聲音章節 配合地球科

	30分	(14) 講解在人類發現中洋脊後各種解釋全球地質現象學說的發展 (包括海洋擴張學說、板塊構造學說等) (4) 完成計算並繪出海水下地形的學習單	教室		學板塊運動章節
4-2 知道海洋的各種地形以及各地形的分佈和特性	20分	(1) 介紹海洋地形的三個主要地形區：大陸邊緣、洋底盆地、中洋脊 (2) 介紹大陸邊緣幾個主要的地形：大陸棚、大陸斜坡、大陸隆堆 (3) 介紹洋底盆地幾個主要的地形：深海丘陵、深海平原、海底山、海桌山等.. (4) 介紹中洋脊的特性和分佈 (5) 完成海底地形的學習單		教學簡報PPT (海洋地形的剖面圖、全球海洋地形及構造圖)	請學生專心聆聽
	10分	(3) 介紹洋底盆地幾個主要的地形：深海丘陵、深海平原、海底山、海桌山等.. (4) 介紹中洋脊的特性和分佈 (5) 完成海底地形的學習單			學生聆聽及舉手討論
4-3 瞭解何謂天然氣水合物	5分	(1) 講解全球能源目前面臨的現況 (2) 介紹並討論目前可能的替代能源		教學簡報 PPT (全球石油價格的統計圖、水合天然氣燃燒的影片)	配合理化有機化合物和能源章節
	20分	(3) 講解何謂天然氣水合物及其特性	教室		
4-4 知道台灣在尋找新能源時所應用的海下技術		(1) 介紹應用在探勘天然氣水合物的海下技術 (2) 介紹台灣目前探勘的成果 (3) 講解開採天然氣水合物的困難點以及需要克服的地方 (4) 進而帶出節約能源的觀念		教學簡報 PPT	注意小朋友學習態度
	15分	(1) 播出電影『法櫃奇兵』陸上考古的片段，以及電影『鐵達尼號』前半段海下考古的影片 (2) 和學生們討論路上以及海下考古不同之處，以及海下考古所需克服的難題		影片欣賞和教學簡報 PPT	鼓勵學生參與討論
4-5 瞭解在水下考古時所應用的海下技術		(1) 播出電影『法櫃奇兵』陸上考古的片段，以及電影『鐵達尼號』前半段海下考古的影片 (2) 和學生們討論路上以及海下考古不同之處，以及海下考古所需克服的難題			

<p>4-6 瞭解台灣在水下考古的現況及成果</p>	<p>20分</p>	<p>(3) 講解可以應用在海下考古的海下技術</p> <p>(1) 介紹台灣周邊海域的歷史</p> <p>(2) 介紹開啟澎湖水下考古的故事</p> <p>(3) 介紹台灣應用在海下考古的技術及器具</p> <p>(4) 從照片介紹台灣目前在海下考古的現況和成果，並進而介紹台灣考古學者對這些研究的推論</p> <p>(5) 介紹中國的「南海一號」，並解說其從發現到打撈出來的過程，以及所應用到的水下技術</p> <p>(6) 完成『如果我是台灣Dr.Jones』的學習單</p>	<p>教室</p>	<p>教學簡報PPT</p> <p>(台灣周邊海域的圖、考古的儀器設備照片、目前挖掘出的古物和推論)</p>	<p>小組討論並上台發表</p>
<p>4-7 瞭解如何利用海下技術來因應未來的全球增溫</p>	<p>20分</p>	<p>(1) 和同學討論目前因使用石化燃料而造成的環境問題</p> <p>(2) 介紹何謂『溫室效應』</p> <p>(3) 播放電影『不願面對的真相』片段</p> <p>(3) 看完後討論並介紹在全球溫度普遍上升的情形下，對人類所造成的影響和傷害，進而讓學生對全球溫度上升這議題產生關心和危機意識</p> <p>(4) 進而介紹在全球增溫這議題裡海下技術可以應用的地方</p> <p>◎最後和請同學們分組討論海下技術還可以應用在哪些地方？</p>		<p>影片</p> <p>教學簡報PPT</p>	<p>請學生專心聆聽並參與討論</p> <p>配合國中自然與生活科技環境變遷章節</p>

海水之傳聲與光學性質

1-1 海水之傳聲性質

1826年，瑞士和法國的科學家在日內瓦湖測量聲音在水中傳播的速度，開始了現代水中聲學的研究。1911年，有人用炸藥筒進行了最早的水下的回聲測探實驗。1912年，美國科學家設計並製造了第一台在水下发信和回聲的測探設備。

第一次世界大戰時，由於潛水艇在水下作戰的需要而研發出聲納裝置，進而發展了聲波在海洋中傳播的理論。在聲納的使用過程中，發現聲納的作用距離與海洋的水文要素、波浪、海流、海底地質地貌、海洋環境噪聲以及海中浮游生物等等都有密切關係。因此，1950年代以後，逐漸形成了新的學科分支——海洋聲學，這門科學專門研究聲波在海洋中傳播的規律性以及如何利用聲波探測海洋。

從此以後，聲波被廣泛的應用在海洋探測上，包括：環境、海水水文、以及海中生物等，並可應用在颱風和海嘯等自然災害的預報。此外，聲波還可用於水下導航、定位、信號傳遞和遙控等技術中。

海洋中聲音的傳播和聲速的分布

聲音是一種力學波，需要靠介質來傳送擾動，因此聲音的傳播速度會受到介質的影響。聲波能在海洋中傳播，但是在傳播的過程，會受到海水狀況而有很大的影響。一般來說，聲音的傳播速度在液體中比在氣體中快。聲音在空氣中的傳送速度約為每秒340公尺，但是，在海水中會受到海水溫度、鹽度、密度以及壓力分佈的影響而產生差異，同時，海水中的生物或懸浮物質亦會對音波產生散射、吸收、反射等作用，因此，聲音傳送速度會隨海水深度不同而改變（圖1）。在水深1000公尺以內，聲音的傳送速度約為每秒1500公尺，是在空氣中的四至五倍。

圖 1-1(a) 聲速隨深度變化之情形，在 750m 左右聲速為最慢。

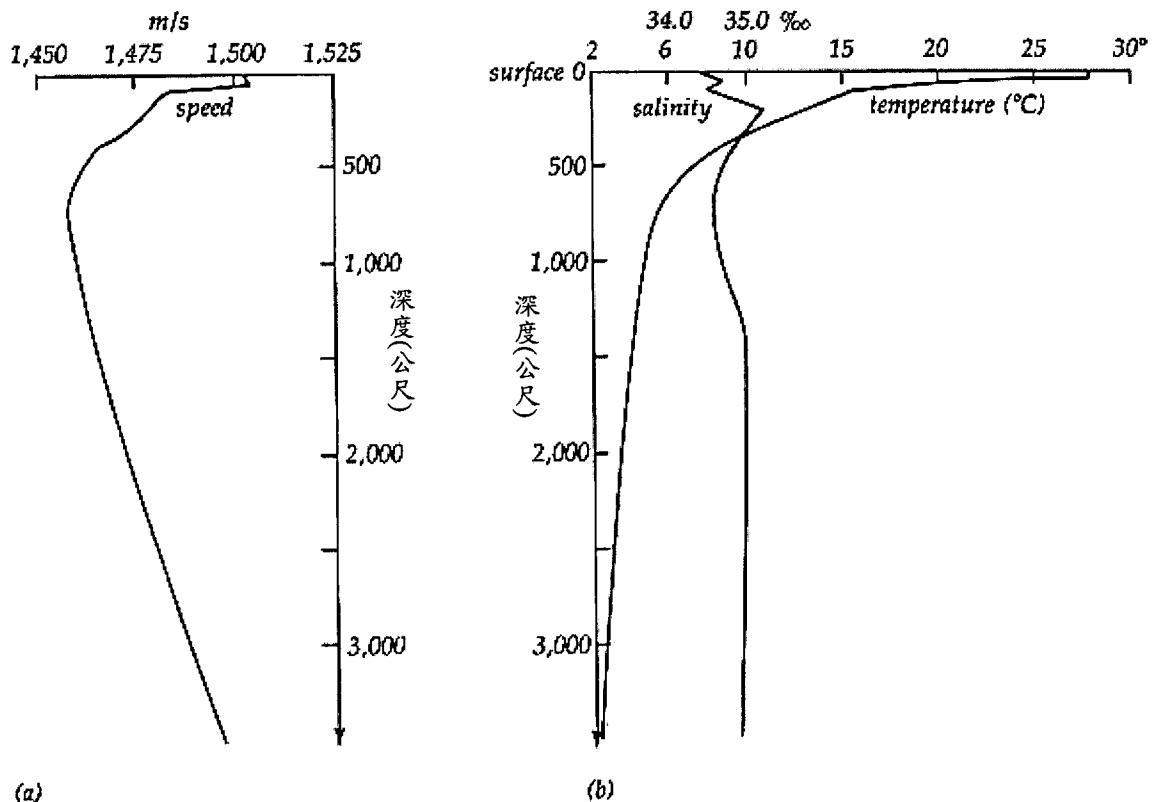


圖 1-1(b) 左圖為對應之海水溫、鹽度垂直剖面分佈。註一

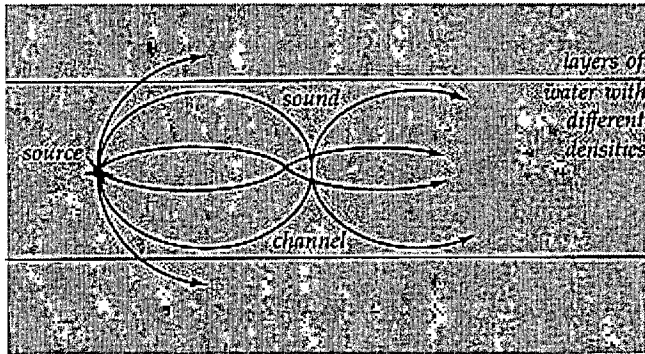
從聲速最低的地方發射的聲波，由於上下層的聲速不同而發生折射的現象，聲波傳播的路徑稱為聲線，而聲線總是彎向聲速最低的地方。由於大部分的聲波在海水中經過這樣的往復彎曲折射，幾乎不會與海面和海底產生接觸，因此能量的損失很小，於是可以傳播到很遠的地方，這種現象稱為聲道現象。如果海洋的深度比較淺，則聲線會碰到海底。由於海底的反射損失大，聲能衰減很大，因此不能傳播得很遠。

低頻的聲波在聲道中能傳播到很遠的地方，1 千克 TNT 炸藥的爆炸聲，能在聲道中傳播達 1 萬公里以上，因此，可以利用聲道的這種特性來傳送失事的飛機和船隻的呼救信號、監測水下的地震、火山爆發和海嘯等。

由於風浪的攪拌，使表層海水形成等溫層。而海水本身的靜壓力，則使聲速隨深度的增加而略有增加。等溫層內由聲源出發的聲線總是彎曲向上，被海面反射回等溫層而向前傳播，於是也可以傳播到較遠的地方，因此稱為表面聲道。

在海洋水層中聲速有一極小值區，在此會形成波導現象(Wave guide)，聲波在此層中傳播時能量不易發散，往往可傳至數千公里外。

海底對聲波傳播的影響很大。聲音在沉積物中的傳播速度和吸收，與沉積物的顆粒和孔隙大小有關。因此，聲波在海底的反射會導致能量的損失，稱為反射損失。一般說來，海底的密度愈大，聲速愈高，反射損失愈小。



將聲源放在聲速極小值區內，則聲波可以傳到很遠的地方，這個區域稱為聲學通道或是 SOFAR

(SOund Fixing And Ranging) 通道，可用來替水下的物體定位。

摘自 D.E. Ingmanson and W.J.

Wallace (1995) "Oceanography, An Introduction", 5th ed.。

海洋噪聲

由於海面波浪、洋流運動、或是海洋生物發聲，乃至水下的火山爆發或地震，以及海水分子的熱運動和航船來往等等原因，會使海洋中存在噪聲，對聲納會產生很強的干擾。

由波浪所產生的 500~5000 赫的噪聲，與海面的風級和海況有關，因此，利用此頻率範圍的噪聲，可以監測海面的風級和海況。若是利用海嘯產生的水下噪聲，則可以用來預報海嘯。

另外，海洋生物發出的聲音，與生物的種類和生活狀態有關。監聽這種聲音的特徵可以區分生物的種類，進而掌握其生活規律，為研究漁業資源提供信息。

利用聲波探測海洋

利用海洋水文要素對聲傳播的影響，可以反推海洋的特性，這是海洋聲學的重要課題。海水中的流速也會影響海水中的聲速。當聲波在海流中傳播時，順流則聲速增加，逆流則聲速減少。利用這種現象，在兩個定點之間相對發出聲信號，測量聲波到達的時間差，就可以求得海水的流速。

另外，水中的懸浮物會隨著水流而運動，因此應用聲學技術觀察這種產生散射的懸浮物的運動，就可以瞭解海水的運動情況。利用這種方法，也可以觀察沉

積物的搬運情況。此外，利用魚類對聲波的散射和反射，則可以探測魚群和瞭解魚類資源的分布。

海底聲學勘探

在海洋開發中，由於光線在海水中的種種限制，因此，聲技術是勘探海底唯一有效的手段，應用廣泛的地震波便是其中一例。海底沉積物一般都是分層的，因各層的聲學特性不同，故可以利用聲學方法測定海底沉積物的分層情況和各層中的聲速。但是，海底的界面不平整，底質內部的顆粒大小不一，以及分層和水平方向的不均勻性，都能影響著聲波的散射和反射。目前利用聲學遙感技術對海底的底質進行分類的工作，已有相當成熟的技術。

海洋調查和開發中的聲學技術

在海洋調查技術中包括測量、信息傳遞和控制。可與電子學、電腦等技術結合，廣泛地用於水文、地質、地形地貌和生物等領域的測量，且可應用在水下定位、導航、通信、遙控、遙測等各方面，在海洋調查和海洋開發中扮演著非常重要的角色。

1-2 海水的光學性質

太陽光輻射進入大氣層後，經過層層剝削，例如： O_3 、 CO_2 、 H_2O 的吸收、散射、反射等等作用，到達海面時，有一部份會被反射回到大氣層，另外一部份則以漫射的方式回到大氣層，剩餘的部份則穿透表面水層，進入到海洋的內部。由於海水本身以及海水中的懸浮物質所造成之反射、吸收與散射作用，使得進入水中的光線會隨著深度而逐漸減弱。

散射作用可以使光柱的能量變得散亂而不集中；吸收作用則是將光能轉變為熱能或化學能（例如光合作用）。散射作用與吸收作用合稱為消光作用 (Extinction)。其中除吸收作用可以將光能消耗掉外，其他現象則只是改變光線進行之方向。

根據實驗得知，對純水或純海水來說，太陽輻射的各種波長的光裡面，在可見光譜中以藍光部份之消光作用最弱，紅光部份的消光作用最強。因此，太陽光入射到海面後，紅光在最淺的幾公分水層內便被吸收掉了，橙色光在 2~3 公尺處開始消失，到了 10 公尺處完全消失，黃色光與綠色光可達到較深水層，黃色光是在 18 公尺處完全消失，到了 30 公尺綠色光也跟著完全消失掉，但是，藍光與紫外光則可穿透至更深的水層。

然而，近岸地區的海水中含有較多的懸浮物質，包括大量的腐質壤，這些物質所造成的散射作用與吸收作用則對短波部份較強，因此，近岸地區海水的消光作用與大洋的海水或純水又有所不同，短波（藍光）部份甚易被吸收。因此，近岸的海水會偏黃色。

由於光在海水中的這種特性，因此陸地上的光學儀器，很難應用在海下探測的技術中。

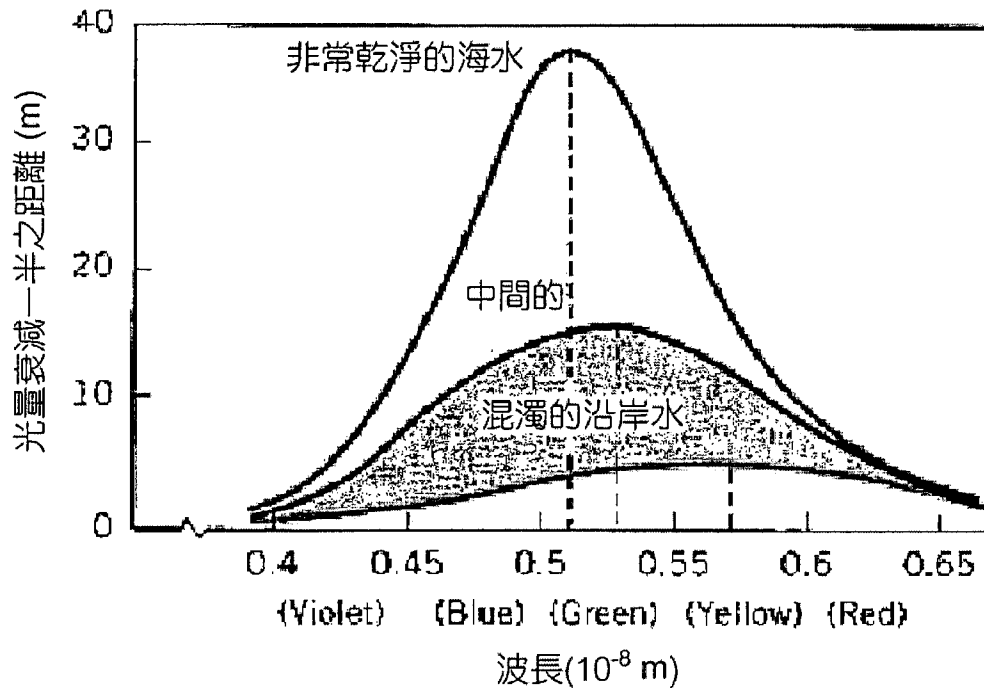


圖 1. 不同海域裡，不同顏色的光所能穿透的深度（光量衰減一半之距離）。（摘自 Stowe, K. (1995) "Exploring Ocean Science", 2th ed.）

參考書目

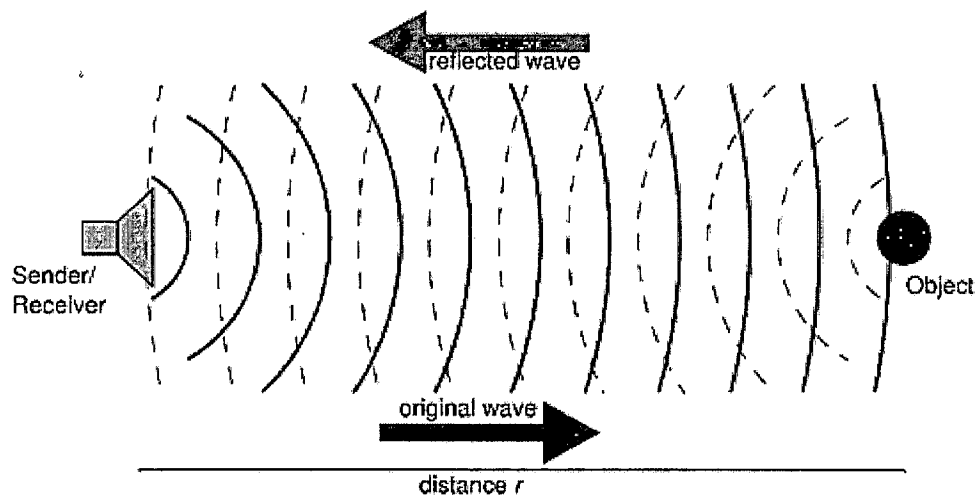
- C. S. Clay, H. Medwin, *Acoustical Oceanography*, John Wiley & Sons, New York, 1977.
- R. J. Urick, *Principles of Underwater Sound for Engineers*, McGraw-Hill, New York, 1975.

聲納系統的種類與應用

台灣是一個四面環海的美麗島嶼，在民生、交通、娛樂、學術研究及國防等方面都與海洋息息相關，所以海洋工程的發展不但是台灣的優勢，也是提升國家競爭力的原動力之一。在此同時，隨著國際趨勢對於海洋的關注日漸重視之下，海底管線鋪設、海洋資源的管理、海洋生態保護、海床沉積物探測、海下考古及緊急救難等科技都是極力深入發展的科技，而這些科技的發展都需要提升水下搜尋與辨識能力而加以應用，因此提升水下技術的科技是刻不容緩的事。

海洋及水下各種工作的進行，首重水下環境的認識及施工品質的監測，若欲進行水下監測，最直接也最真實的方法就是潛水人員直接以肉眼觀看。監測水域可能是湖泊水庫，也可能是汪洋大海。前者可能無惡劣的波浪，但是水底惡劣的能見度使得肉眼監測範圍有限；後者則必須面對瞬息萬變的海況及洋流，且水下範圍太廣，潛水深度範圍有限，海況也難以掌握，監測相當困難。因此近年來許多科學家不斷開發出各式儀器及設備，讓不同狀況下的探測與搜尋得以進行。

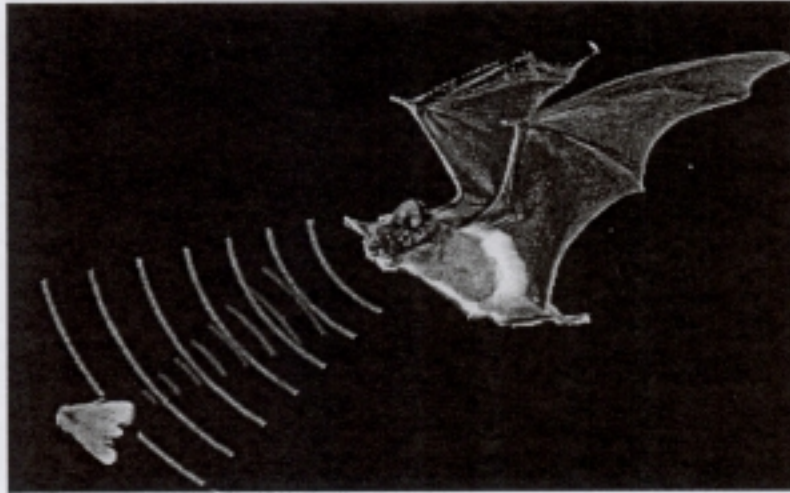
水下監測儀器無法向陸地上使用電磁波等方式做探測，因為其能量容易被水吸收與散射，必須就住聲波做為探測之媒介，因為聲波是目前已知唯一能夠在水中作遠距離傳播的介質，能量較不易損失。以聲波做為水下探測的儀器有可統稱為聲納系統，依其使用目的與目標物不同可分為兩種類型，一為被動聲納(Passive Sonar)，另外為主動聲納(Active Sonar)。主動聲納具備聲波發射端與接收端，發射端發射聲波，當聲波遇到目標物時會因物體表面性質而反射回傳本身的接收端，如圖一所示。主動聲納目的在主動發射聲波後，藉由目標物所反射的強度與所呈現的圖形來辨識與偵測目標物。



圖一

在自然界中，某些夜行性生物或水生生物因為視覺受限制，所以早已發展出主動聲納為一套極複雜而有效的感覺和傳達系統。如蝙蝠會利用喉頭肌肉快速收縮產生高頻率的音波，並以嘴或鼻發出，音波碰觸到前面的物體，再反射回耳部，藉由這套音波定位判斷前方物體位置以作為巡弋或導航系統，這種利用超聲波確

定方位的方法在生物學上被稱為“回聲定位法”，如圖二所示。



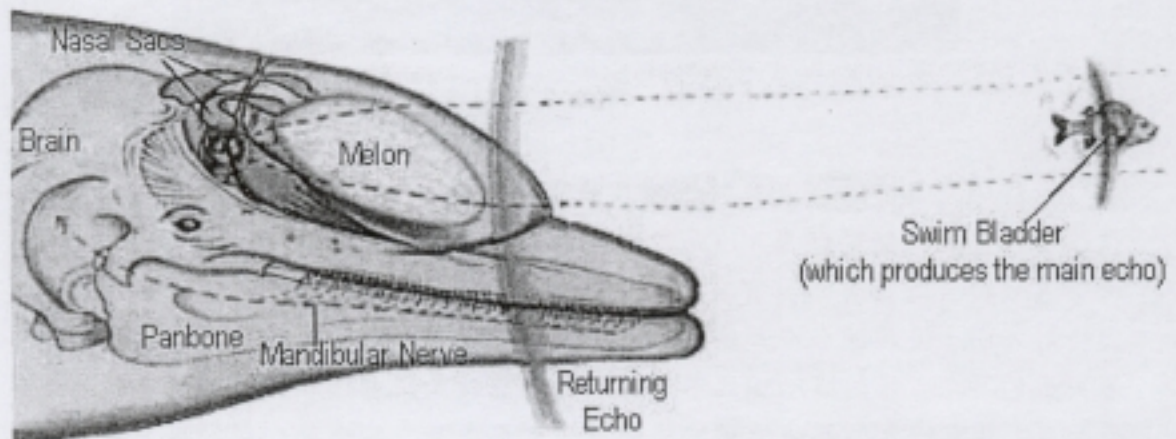
圖二、蝙蝠之回聲定位

由於蝙蝠具有奇怪且多變化的鼻葉及外耳殼，這些複雜且多樣的外形構造，往往給人怪異醜陋的印象，但是此構造為蝙蝠發射超聲波的巧妙發射器。例如台灣蹄鼻蝠與台灣葉鼻蝠具有突出而多分葉的鼻葉，可以任意改變發出聲音的類型與發射方向，使其適合在茂密的樹林中捕食飛行的昆蟲。此外，蝙蝠通常具有顯著突出的耳朵，能夠協助蝙蝠不斷地收集並且放大來自獵物或障礙物的回聲。一般而言，具有較大型耳朵的蝙蝠能夠收集到更多且更細微的回聲特性，因此使得此類蝙蝠比較能在茂密的樹林下層捕食飛行的昆蟲。至於沒有鼻葉與大型耳朵的蝙蝠，則多半只能在較空曠的地區活動或覓食。



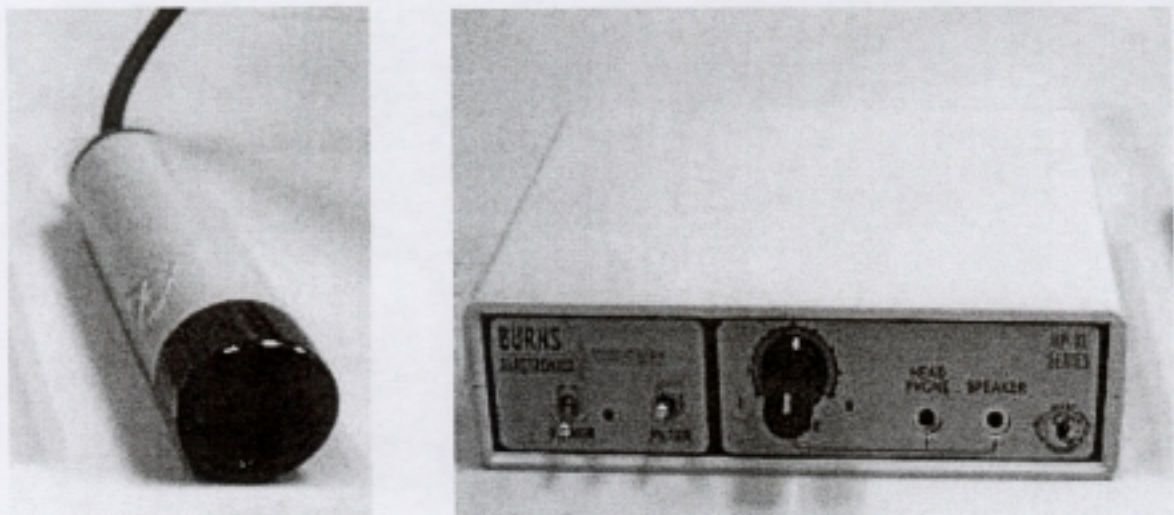
圖三、台灣葉鼻蝠

回聲定位法對於一些水生生物如鯨豚也很重要，因為聲波在水裡傳播速度快且距離遠，是海洋裡最有效的信號傳遞方式，所以鯨豚實際上是用聽覺在“看”東西。回聲定位對於生物的作用原理，本質上來說與光波的作用方式頗相似，光照射到物體上，就會產生反射。我們所感知周圍目標實際上是看到物體的反光，回聲定位也相類似。以鯨豚為例，當鯨豚發射探測聲束時，若遇到魚等目標時則會產生回聲，回聲回到鯨豚處又被其感覺器官所接受，通過分析回聲的強弱和頻率變化、發聲與收到回聲的時間間隔等，判斷所探測目標的距離、魚的大小、逃跑速度等，不時調整自己的方向和速度，隨其向獵物接近，所發之探測聲越來越快，常每秒達數百次，最後準確的捕到獵物。



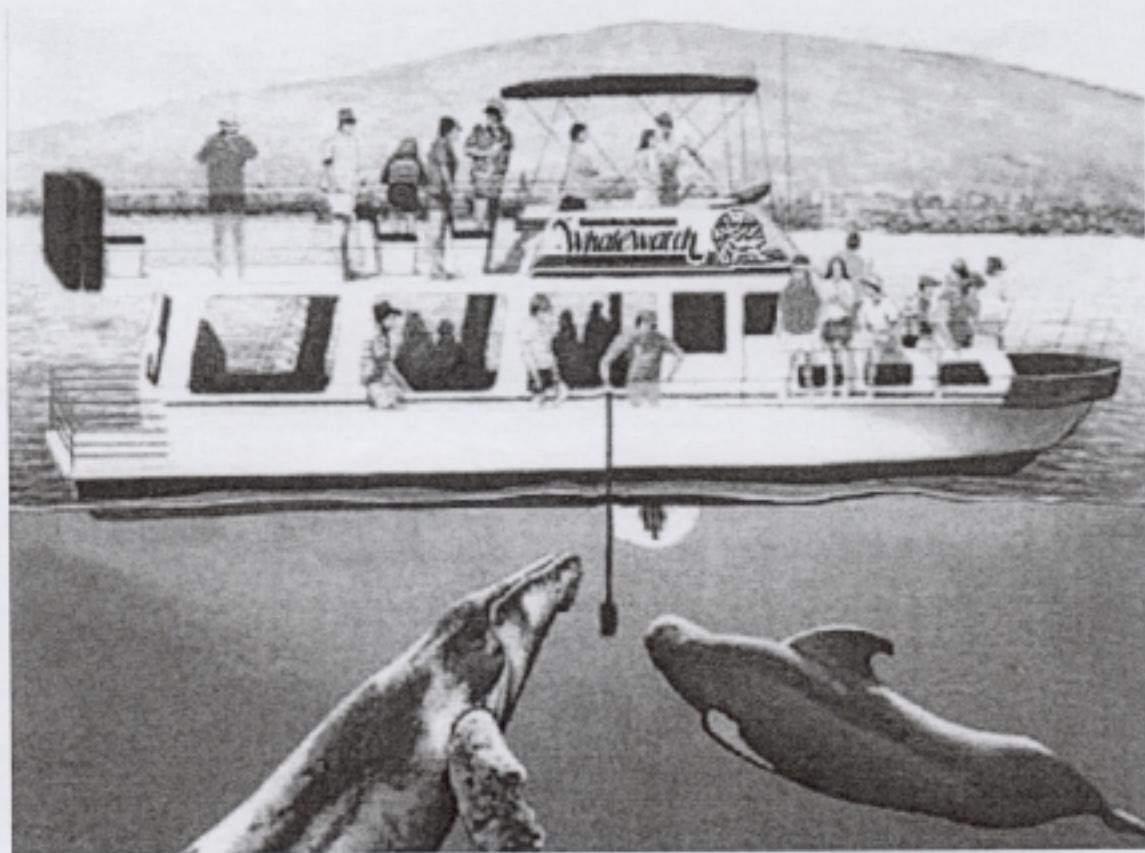
圖四、海豚之回聲定位法

相對於主動聲納，被動聲納系統不發出任何訊號而僅有接收端，即水下麥克風(Hydrophone)，接收聲源所發出的聲音，藉由時間與頻率範圍的特性判斷目標物的種類，如圖五所示。



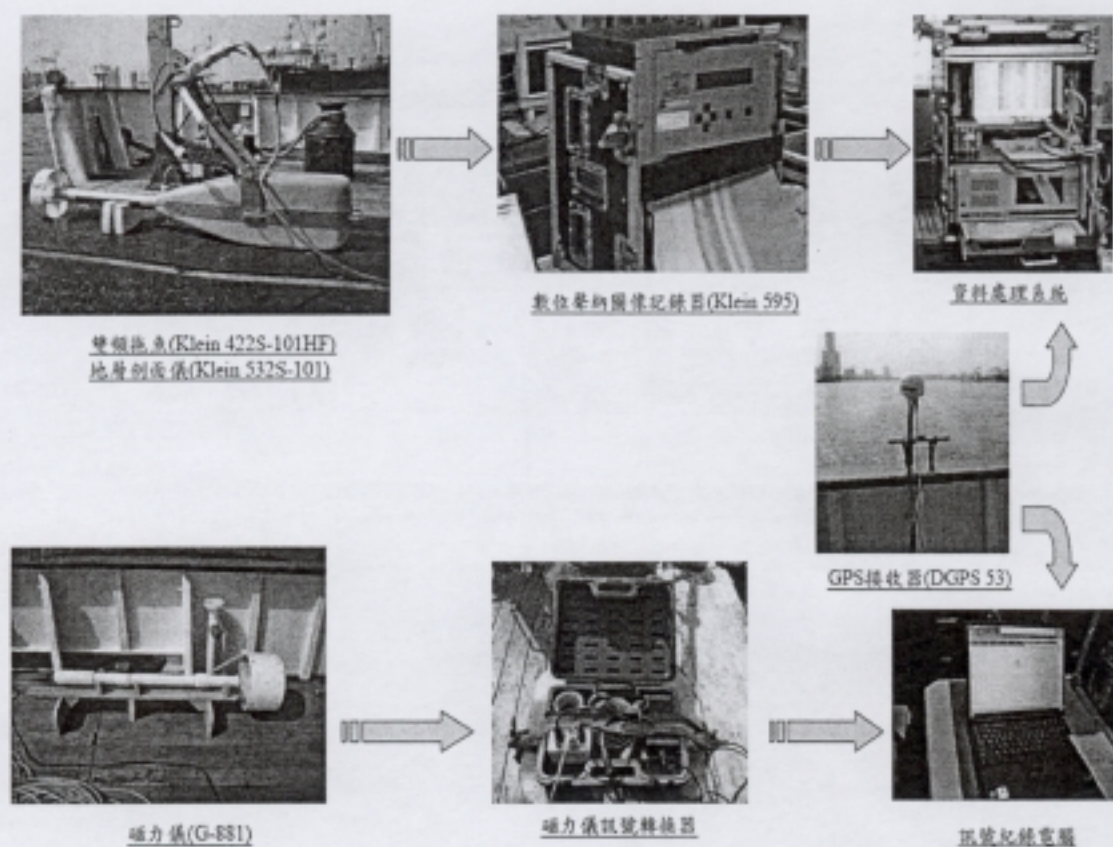
圖五、水下麥克風及放大器

被動聲納系統早期大多用在軍事反潛用途，近年來因為系統簡單、便宜、低耗電與攜帶方便等特性，也常被海洋生物學者用於研究生物聲音。被動聲納在海洋生物研究上，主要為海洋哺乳類動物之鳴音機制與目的，以及鳴音相關行為的研究。



圖六、被動聲納在海洋生物研究的應用

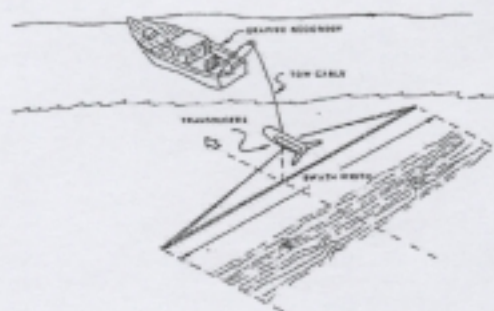
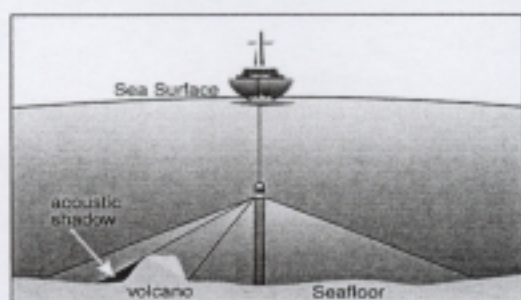
常見之水下聲納儀器有側掃聲納（地物搜尋）、測深儀（海底地形）、多波束海底地形測繪系統及地層剖面儀磁力儀等，主要是拖曳魚、拖曳兼傳訊纜繩、影像記錄器所共同搭配組成，如圖七所示。拖曳魚內含電聲換能器，因其裝置在一類似長魚狀的圓柱管內，以利於拖曳因此俗稱拖曳魚。



圖七、實物與訊號傳輸流程圖

側掃聲納儀器

主要是利用聲能轉換器以陣列方式排列，在發射聲波之後藉由扇形聲束，沿船隻行進方向向兩側發射，然後藉由反射傳回之回音訊號在記錄器上顯像。當聲波遇到物理性質不同之障礙誤會產生不同反射強度分析影像，用於海底地貌的掃描、海床地物的搜尋，如圖八、圖九、圖十所示。



圖八、側掃聲納儀器之原理

圖九、側掃聲納儀器之原理

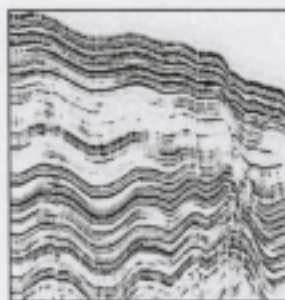


圖十、沉船之影像

側掃聲納儀器應用相當廣泛，但當目標物(如海底管線)遭沉積物掩埋或部分掩埋之人工魚礁或殘骸物質等，則另須仰賴能夠穿透沉積物之儀器如地層剖面儀等之幫忙。地層剖面儀可以觀察海床下地層剖面的細微變化，主要功能是地底地層組織結構描繪、了解海床下垂直方向沉積物分布、海底掩埋物如沉船或管線位置。

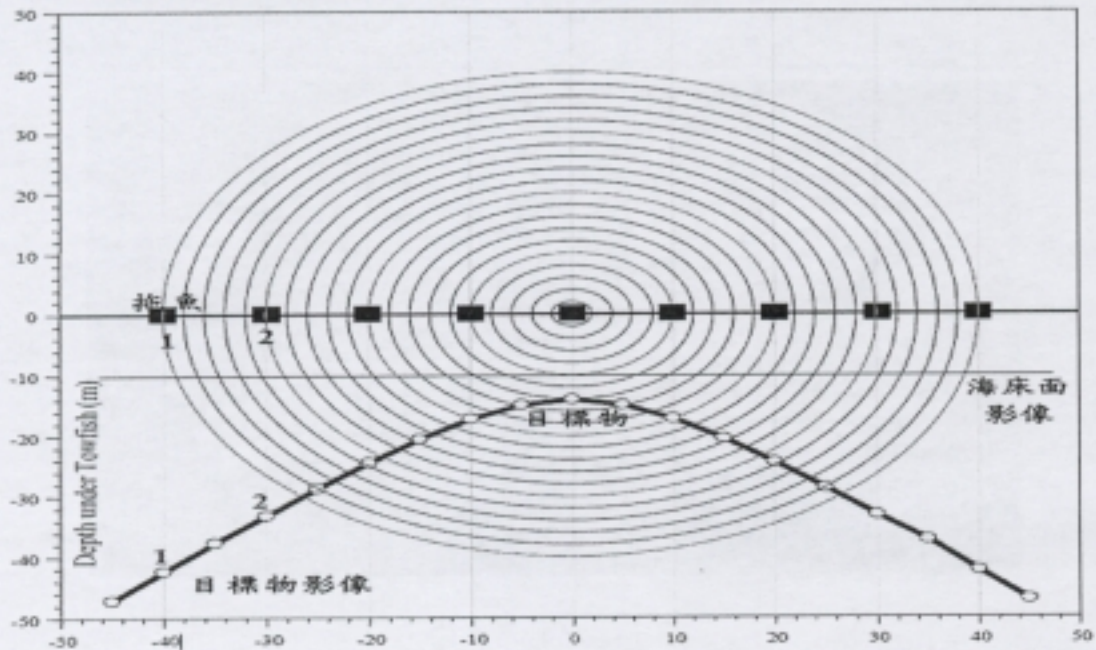
地層剖面儀

地層剖面儀能夠穿透地層或沉積物，因此可應用於地底地層組織結構描繪遭掩埋之目標物、海床下垂直方向沉積物分布、海底掩埋物如沉船或管線位置，如圖十一與十二所示。



圖十一、地層剖面儀操作示意圖 圖十二、地層剖面儀分析圖

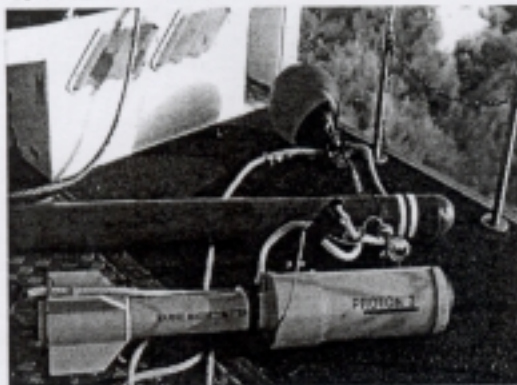
地層剖面儀之原理為發射聲波在未達目標物正上方時，由於側邊聲波先反射回接收器，此時因發射回來之路徑較長，所以其影像位置會較低，此時地層剖面儀到目標物之距離會等於目標物到海床面(沉積物)間的距離。當地層剖面儀在目標物之正上方時，與目標物的距離最短，因此目標物到海床面(沉積物)間的距離為最短，所呈現的位置為圖中之最高點，而當地層剖面儀離開時，則與到達目標物之情形一樣，但方向相反。在搜尋、辨識與定位不同類型水下目標物上，基本上都會得到雙曲線的圖像，如圖十三所示。



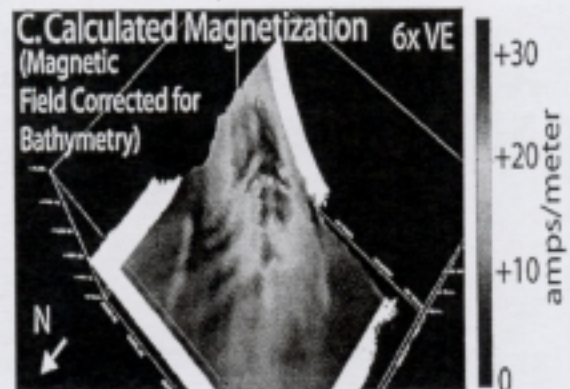
圖十三、地層剖面儀之原理

磁力儀

其原理為地球磁場在沒有外界干擾的情況下，磁力線會呈南北走向，地磁強度也大致均勻。但若受磁性礦物或金屬物體之影響，地磁受干擾後，磁力線便會因此扭曲，不再呈現南北走向，因此可以鑑別水下金屬與非金屬建構物之用，監測磁力異常變化之大小及方向，可判斷海底各種沉船、管線、井口、電纜等金屬物體，以及其位於何處等資訊，(如圖十四與十五所示)。



圖十三、磁力儀之外觀



圖十四、磁力儀之分析影像圖

聲納系統在人類生活與科技中的應用日益廣泛，國際間對於海洋深度、流速、魚群及海底地震偵測等應用都不斷在進步中，台灣有優良的環境優勢及生態多樣性，可讓台灣有更多的機會以聲納系統站上國際舞台，因此期許更多的人才投入水中聲納系統的開發，使台灣的國際競爭力更上一層樓。

參考文獻

羅聖宗與陳民本，1992，水下聲納技術-側向掃描聲納原理與應用，科儀新知，vol.14(1)12-21。

吳姿孟，2003，以聲納資料觀測澎湖水道附近沙丘之外形輪廓及其與海流的關係，國立海洋大學應用地球物理研究所碩士論文，基隆。

涂章，被動聲學定位法應用於石首魚之沿海棲地調，2004，國立中山大學海下技術研究所碩士論文，高雄。

蔡營寬，水下靜態目標物之偵搜與辨識原理，2005，國立中山大學海洋環境及工程學系研究所碩士論文，高雄。

鄭錫奇，2001，蝙蝠的特異功能，行政院農業委員會特有生物研究保育中心保育專欄

"Sonar". Wikipedia. <http://en.wikipedia.org/wiki/Sonar>

Bat conservation website. <http://www.batcon.org/home/default.asp>

Dolphin echolocation. <http://www.inkokomo.com/dolphin/echolocation.html>

水下機電系統教學教材

海洋是孕育生命起源的搖籃，也是人類生存發展的憑藉，全球海洋面積約占地球表面的 71%，其中擁有的體積高達 14 億立方公里，並且蘊藏著極其豐富的各项自然資源，與許多不為人知神秘的一面。而台灣四面環海，與國際接軌的重要空間為海洋，又因地處大洋與大陸棚的接鄰區海象多變，海洋資源豐富，各式海岸型態完全不同，非常需要針對不同的海象環境做更深入的了解。不過海底下的環境很難一窺究竟，以往要了解水中生態，常常都是由潛水人員帶著厚重的裝備下水觀察，這樣的動作是既費時又費力，而且無法全天候觀測，更帶有許多不確定的危險，因為人的因素也有許多生理上難以克服的限制。但是隨著世界人口的不斷增加及各國經濟的快速發展，使得人類不得不更積極地向海洋探索。但是人類畢竟不是海洋生物，我們需要一些工具來協助探索海洋的工作，隨著科技發展的日新月異，許多的水下機電系統便孕育而生。為了降低風險，減少成本與長時間工作，或是深入人類不方便或無法到達的地點探索，水下無人載具，譬如無人遙控潛器 (remotely operated vehicle, ROV)、自主式海下潛器 (autonomous underwater vehicle, AUV) 等，便逐漸成為海下探索最常見的使用工具。這類的機電系統產品問世後，對往後海底環境的觀察增加了便利性，使很多難以窺探的水下影像能記錄起來，也對海底環境研究開啟了無限可能。台灣四面環海，是研究與開發海洋資源的寶地，如何擁有精密、經濟且實用的儀器工具是所有海洋工作進行的起點。

海洋中的環境和在陸地上是非常的不同的。基本上，海底是一個高壓且陽光無法到達電訊不通的惡劣環境。在海洋裡每增加 10 公尺深度就會增加大約一個大氣壓的壓力 (圖 3-1)，而海洋的平均深度是 3,770 公尺，換言之，海底是平均 377 個大氣壓的高壓環境。除此之外，在海洋中的透光區最深大約也只能到水深 200 公尺的地方，陽光無法穿透數千公尺深的海水，因此海洋中能見度低，幾乎是伸手不見五指。而且對人類而言也無法直接在水中呼吸，必須靠一些器具的協助才能克服在水下作業的先天生理上的障礙。所以海下作業不論是鋪設海底電纜、打撈沉船、探採資源如石油或從事研究，都必須使用適合的機具設備，否則很難順利完成任務。

從過去人類就一直想要揭開神秘的海洋世界的面紗，從西元前三百年就有記載，亞歷山大帝利用一個簡單的水下載具想要窺探海洋世界；當時的載具基本配備有：支援船一艘、連接船和載具的鍊子、承載人的載具。而在 1775 年美國獨

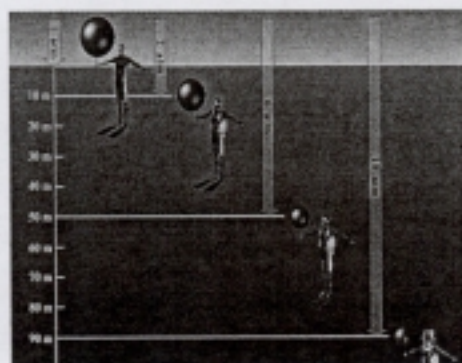


圖 3-1 海下的壓力變化

立戰爭時出現了第一艘用於戰爭的水下載具(圖 3-2),這是一艘由一個人手動控制的水下載具,上頭還攜帶了炸彈,要去執行戰時的命令,但是後來因為無法在敵方的船艦上穿孔,不能在敵艦上安置炸彈而宣告任務失敗。後來在 1930 年代,一個科學家和一個有錢的商人合作設計了一個水下儀器,成功的潛到水下約有 400M 深度的地方,但是因為壓力的關係儀器嚴重進水,即使如此,這一次的合作關係仍為水下載具的發展向前邁進了一大步。而目前世界上使用率最高的載人研究潛艇名為 Alvin (圖 3-3),他從 1964 年一直服役到現今,而在 1966 年時,他成功的尋獲掉落在海深 910 公尺的氫彈,解除了一個極為危險的狀況。隨著科學知識越來越發達,水下機電系統的設計也越來越進步,我們使用更安全更精緻更有效率的儀器揭開了更多海洋的神秘面紗,並且仍舊持續的開發努力,使得海下作業的功能越來越強大,能夠完成更多不可能的任務。

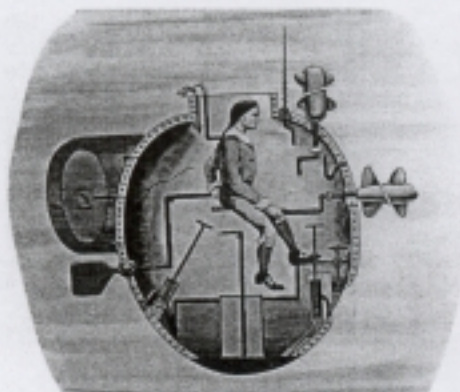


圖 3-2 第一艘用於戰爭的水下載具

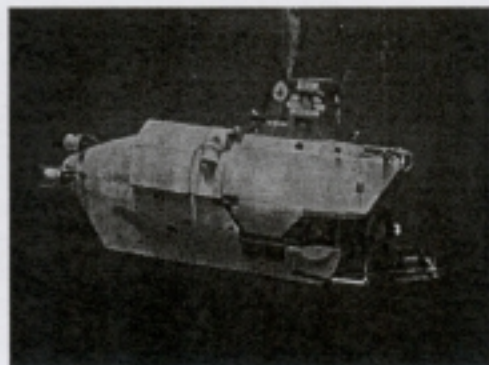


圖 3-3 Alvin

當今在水下潛器方面,大體上可分成三類:一類是以有纜線遙控方式、無人的水下潛器,簡稱為「無人遙控潛器 (Remotely-Operated Vehicle, ROV)」(圖 3-4),其主要的功能是将攝影機帶到水下進行直接攝影觀測。另一類是無纜線、無人的水下潛器,一般稱之為「自主式水下潛器 (Autonomous Underwater Vehicle, AUV)」(圖 3-5),其內可經由程式設計使用人工智慧,自主航行並且儲存資料。第三類是「水下載人潛器 (Manned Submersible)」(圖 3-6),可搭載一至數名人員到達深海進行直接觀測。潛水人員或載人潛艇雖然可以在海底執行任務,但是必須面對海洋環境中許多不可預知的威脅。為了安全性降低人為的風險,並擴大對海洋的探索,水下無人載具,譬如無人遙控潛器 (ROV)、自主式水下潛器 (AUV) 等,便逐漸成為目前廣泛使用於海下探索的工具。



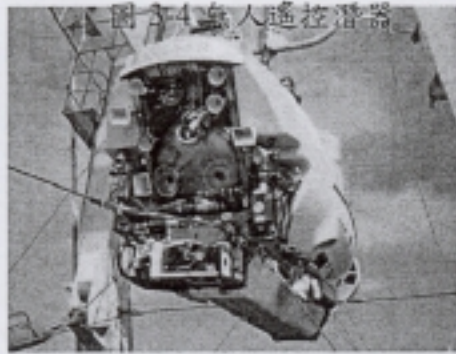


圖 3-4 無人遙控潛器



圖 3-5 自主式水下潛器

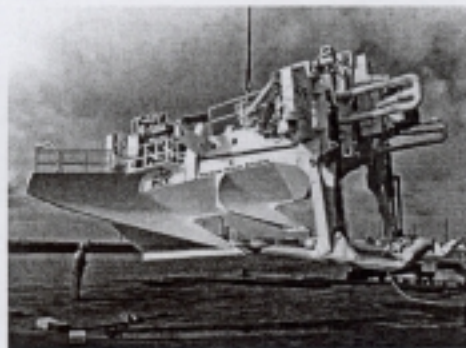


圖 3-6 水下載人潛器

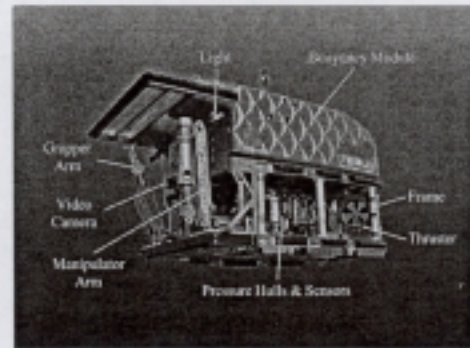


圖 3-9 ROV 的基本結構

從外觀上來看無人遙控潛器(ROV)，有的小到用一隻手就能掌握(圖 3-7)，可以進入人無法到達的小空間中；有的卻比人大上好幾倍(圖 3-8)，可用於海底佈纜的工作等，不同功能的 ROV 在外觀上的差異很大。而在 ROV 的基本結構上有：電纜(訊號與電力的傳輸，採中性浮力設計，在水中無重量，不會造成系統的負擔一端連接支援船另一端連接 ROV)、浮場(可提供浮力)、骨架(建構 ROV 的基本架構)、推進器(提供 ROV 推進的力量，採無股設計，不會捲進其他物體而停轉)、燈(照明用，但是在水中的能見度並不高，只能看到局部的小範圍。)、機器手臂(主從式控制，可在電纜的另一端控制機器手臂的動作，執行工作)、攝影機(負責水下攝影的工作。)、其他機電系統(維持 ROV 正常的運作)(圖 3-9)。另外因為機電系統都在水下運作，因此防水的保護是必要的，可以利用水密艙(壓克力或鋁材或鈦合金將儀器包起來)，就可進行防水，另外水密接頭的設計也是必要的防水配備。而因為 ROV 的外觀大小差異非常大，所以可以根據任務的需求使用不同規格的 ROV，ROV 可以執行的工作如：觀測採樣、油田探勘、水管線檢修、佈纜、佈雷、掃雷等，所涵括的功能十分的廣泛。ROV 可以隨探勘目的來加以設計，並加裝合適的機械手臂，現今一些功能強大的 ROV，幾乎就等於「水下機器人」，完成許多從前無法執行的任務，而且功能會越來越精進。

另外支援船除了能將相關人員與 ROV 載到海上欲從事探索的地點外，當在使用無人遙控潛器 (ROV) 執行工作時，因為有電纜相連控制 ROV 的行動，所以也需要支援船協助配合，支援船上有許多的研究器材及設備，就像是具有多重功

能的海上移動實驗室，提供 ROV 執行任務時所需的所有資源；支援船上並有主控台監控系統，在各個面向監控 ROV 的運作，若有任何出錯意外可以馬上進行問題的排除，在支援船上有電纜連接控制 ROV 的行動，並且可以運用主從式控制下達任何的指令操作機器手臂在海下的運作，使之完成目標。

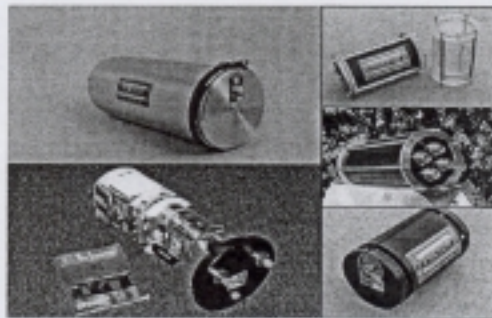


圖 3-10 水密艙



圖 3-11 水密接頭

當遇到支援船無法接近目標或工作區域廣闊、訊號纜線會纏繞海藻等因素時，我們會使用自主式水下潛器 AUV 來執行工作。雖然自主式水下潛器 AUV 並無纜線連接支援船，但是其中裝有電腦事先設計任務內容，讓 AUV 能夠單獨完成工作（圖 3-12）。但是有時候難免也會遇到一些困難如被海帶纏住，就需要靠人力去解除危機。而 AUV 因為沒有纜線，無法源源不絕提供電力，對 AUV 在海下工作的時效是很大的限制。為了解決電力的問題，可以利用休眠（在海下充電站充電）、省電模式（不需使用時浮上水面）、利用油囊（吸油放油）改變浮力，花一點能量即可上升下降。等等方式節省電力的浪費增加 AUV 的工作時間。

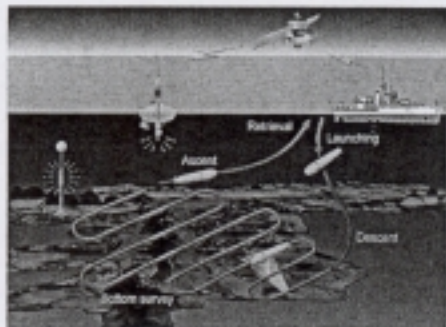


圖 3-12 AUV



圖 3-13 海下充電站

ROV 與 AUV 都是水下無人載具，其差別主要在於 ROV 須經由人機介面與人進行大量互動，由人進行遙控。而 AUV 強調自給自足本身具備自主性，因此 AUV 在執行工作時，可以不需要人的介入。在外觀上 ROV 有電纜線連接，接收來自支援船的控制訊號及電源，並把水下工作所蒐集的訊號傳遞給支援船，為求系統可容易地裝載或卸除各種儀器設備，通常機體是開放式機架。而 AUV 則沒有電纜線連接，必須利用本身具有的程式設計和動力執行任務，通常機體是有蒙皮的流線型來降低流體阻力，以減少有限電力的浪費。因為 AUV 不需要透過一條電纜線和水面上的支援船聯繫，活動更為自由，應用領域更為寬廣。

臺灣四面環海，人民的生活與海洋息息相關，而海底資源豐富需要研究、調查與開發，並且海空交通頻繁若遇到沉船或飛機落海事件，需要在廣闊的海域中

搜尋、打撈；因此各種水下無人載具勢必扮演重要的角色。

參考資料：

1. 劉金源、朱崇銳、葉帝廷、薛炳彰、楊光哲等，水下探測整合技術於海上巡護之應用及其機制之建立，海洋及水下科技季刊第十五卷·第一期，民九十四·四
2. 劉金源，淺談「水中聲學」
3. 劉金源，水中聲學技術之應用
4. 阮志道、俞克維，海底生態一覽無遺---水底攝影機，海洋及水下科技季刊第十五卷·第一期民九十四·四
5. 劉金源、顏宜君，海下技術及其在實務上之應用，高雄市政府海洋局海洋季刊
6. 陳信宏教授研究室資料

參考網站：

http://www.nsc.gov.tw/newfiles/popular_science_top.asp 科普知識(行政院國家科學委員會)

海下技術的應用

一、海底地形的探測：

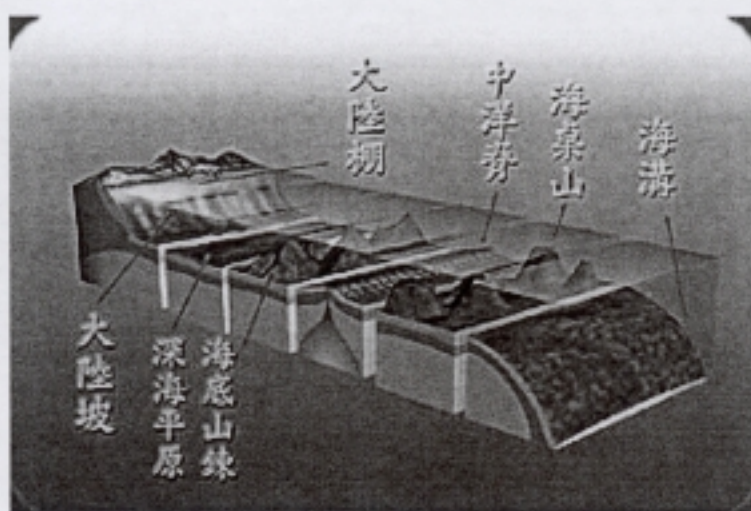
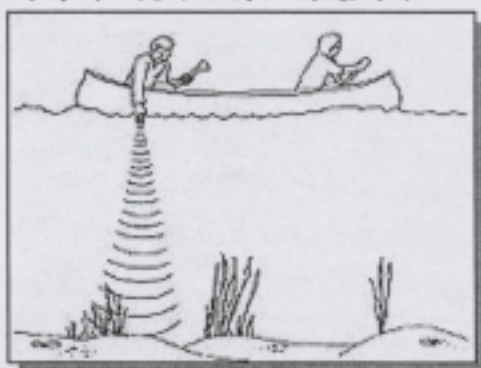
海有多深呢？海底的地形又是如何的？自古以來人們就一直以不同的方法去猜測以及研究。在十九世紀中葉有航海家使用繩纜懸吊鉛錘，沈入海底，由繩長而測知水深。後來又發明了回音測量的方法（或稱聲納），使深海的測量更為快速而方便。回音測量方法由船上發出音波，使在海水中傳播，當音波傳達到海底，會被反射而成回音，當返之音波傳到水面時，船上的儀器就會記錄下它的訊號和時間，經由測得海水傳遞聲波的速度以及收到回音的時間，就可以得知海底的深度。彙集各地水深資料，就可以繪成海底等深線圖，以表現出海底起伏形態，這和陸上地形的等高線圖一般。

到了二次世界大戰期間，由於軍事的需要，對海底的探測技術開始陸續發展出來，而在戰後成了學界研究的利器。很快地，海底是平坦的古老觀念已被拋棄，中洋脊的發現震驚世界，洋底是人類探究未知世界的一塊新處女地，各種技術與相關研究有意無意地都派上了用場。

1950 年代海洋地質學家尤溫 (M. Ewing) 與海曾 (B.C. Heezen) 發現海底有中洋脊，即海底巨大山脈存在。中洋脊的頂部有深約 1~3 公里的裂谷，而裂谷是高溫岩漿上升湧出的地方。中洋脊兩側的地殼，因地函對流作用的影響，不斷往外擴張移動。因此較年輕的海洋地殼在中洋脊頂部形成，而年代較久的海洋地殼則因海底擴張的緣故，分布在距離中洋脊較遠處。這許多有關海洋新資料的發現也為以後的海底擴張學說以及板塊構造學說奠立了良好的基礎，也因為有了這些解釋讓科學家可以把地球上以前無法解釋或互相無關係的很多地質現象連貫起來。

以下介紹幾個海底的主要地形：

- 1.大陸棚：從海岸線向外延伸到深約二百公尺，是一個向海緩慢傾斜的平台，多數坡度大約是千分之一到千分之二。根據海域鑽井資料，已經可以證明多數大陸棚是沈積物堆積所造成的。
- 2.大陸斜坡：這是大陸棚下降到深洋盆地所成比較陡急的斜坡，坡度普通是二到六度的傾斜，深度約從二百公尺到



三千五百公尺左右。

3.洋底盆地：大約佔洋面積百分之四十左右，平均深度大約在五千公尺左右。從地形上來說洋底盆地也是高低起伏不平的，有高起的小丘陵，也有平坦的平原，以下介紹幾種地形：(1) 深海平原：這是海洋盆地中真正的平原，也是地球面上最平的地方，上面有比較厚的沈積物。(2) 海桌山：洋底也有活火山或是死火山所成的山峰，名叫海底山，當海底山如一度露出水面，受到波浪的侵蝕削平了頂端，則頂部平坦就名叫海桌山。

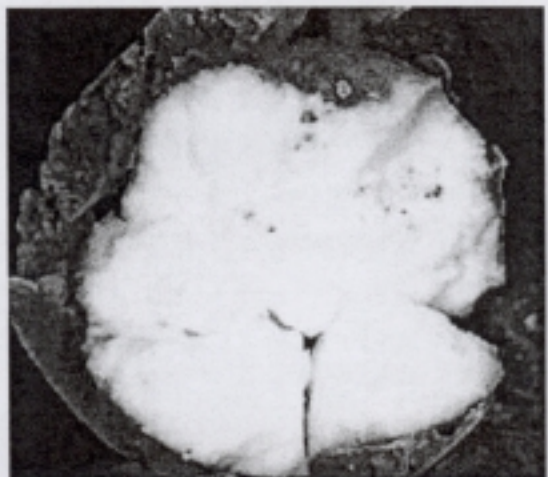
4.中洋脊：這是地球上最長也是最大的山脈相加起來的總長已超過六萬公里，山脈高出附近海底約一千到三千公尺。中洋脊的峰頂的軸部有一個下陷的斷裂谷，這是底下地函岩漿湧出的地方，利用同位素測定最新的海洋地殼就位在斷裂谷頂部。

二、尋找新能源：

人類從工業革命以來就一直在使用以及消耗地球上的能源，目前最依賴的莫過於石油，而這幾年原油價格飆漲，已經到了影響到全球人們消費的程度，然而石油的儲存量還能提供人類使用多久？日後能替代石油的能源又有多少？這些問題是目前各國在積極尋找答案的。

台灣擁有的天然資源並不豐富，尤其是傳統化石燃料如煤、石油和天然氣等資源更是缺乏，國內大約有 97% 以上的能源需求必須仰賴進口。在這油價節節高漲的年代，政府更需極尋找新的替代能源與綠色能源。根據研究資料顯示，海底蘊藏大量的天然氣水合物 (Gas Hydrate)，是未來重要的能源。我國經濟部地質調查所委託台灣大學海洋研究所所組成的研究團隊，目前正積極在南海 (South China Sea) 地區進行探測。經過二年半的調查研究，經濟部中央地質調查所證實台灣西南部海域蘊藏豐富的天然氣水合物。綜合各項調查的資料初步估計，在 10,000 平方公里面積的海域海床，以水合物型式存在的天然氣應在 5,000 億立方公尺以上，以目前國內天然氣的年使用量 70 至 80 億立方公尺計算，足可供全台使用 60 年以上。這個數量未來如經更詳細的探勘證實，天然氣水合物將成為台灣未來極為重要的替代能源。

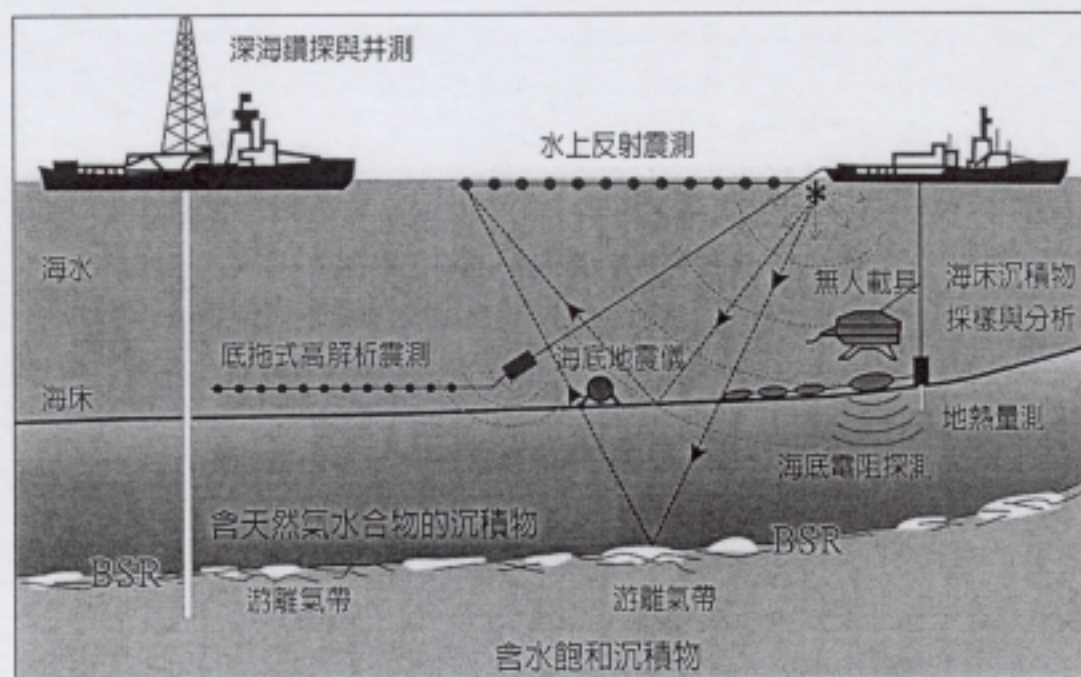
何謂天然氣水合物？天然氣水合物的外觀與性質類似冰塊，但具有巨大的儲氣能力，也稱氣體水合物 (gas hydrate)，是由天然氣與水分子在高壓 (>100 大氣壓或 >10MPa) 和低溫 (0~10°C) 下合成的一種固態結晶物質。因為天然氣中有百分之 80 至 90 的成分是甲烷，所以也有人叫天然氣水合物為甲烷水合物 (methane hydrate 或 methane gas hydrate)。一個單位體積的天然氣



↑ 在美國西部奧勒岡州外海的水合物海脊 (Hydrate Ridge) 地區探得含白色塊狀天然氣水合物岩心。

水合物，常溫常壓下，可以釋放出 150-170 單位體積的甲烷氣。一旦有火源將它點燃，就可以自己持續燃燒到完，形成冰火或水冰火共存的特異現象，故也俗稱天然氣水合物為「可燃冰」或「甲烷冰」。

海底天然氣水合物的探測一般是先使用地球物理方法，包括反射震測、海底地震儀、海底地電阻等，分析海床下的地層特性，辨識賦存天然氣水合物的特徵。另一方面，利用海底照相或無人載具的海床觀測、深海鑽探與井測等並經由量測地熱可推估天然氣水合物穩定存在於海床下的深度以及，繼而進行海床沉積物及底水樣本的地球化學分析地熱量測



三、海下考古：

在廣大的海床上存在著大量古代因人為或天然災難而沈沒於海底的古沈船與文物。這些未受擾、封存完整的各種船艦或飛機的殘骸與文物，提供考古學家探究人類歷史與人文發展的絕佳機會，因此，逐漸衍生出海下考古（Marine Archeology）的領域，其乃結合歷史學、考古學、海下技術等專長所形成的跨人文與科技的領域。由於過去海下搜尋技術能力有限，海下考古難以進行，而今因海下技術的突飛猛進，海下考古乃逐漸興起。

1. 台灣的水下考古：以海洋文化自豪的台灣，在其周遭的海域自因海上人類的活動蘊藏了大量的水下文化寶庫，這些遺存大半集中在澎湖海域，澎湖開發甚早，唐宋以來便成為中國



將軍一號的位置圖

往南洋海上交通運輸的重要轉運港口；擔負千餘年轉運港口任務之澎湖港，船隻往來頻繁，直至清代西洋輪船發展之後，澎湖港始漸沒落。澎湖海域因氣候特殊而且澎湖海域佈滿暗礁，不熟悉航路者常遭不測，導致澎湖海域內沉沒之古沉船不計其數而沈在海下的船骸及船貨便成為研究海上貿易最珍貴的史料。近幾年在澎湖區域水下考古活動及成果包括了：

(1) 澎湖古沈船-將軍一號：發現於民國八十四年九月八日再澎湖將軍鄉大塢附近海床上，發現疑似古沉船之排列整齊的陶瓦、罐等大量文物，暫定名為將軍一號；此後便一直被沿用至今。教育部依據文化資產保存法進行文物維護，並分於民國八十四年、八十五年、八十七年三次責委歷史博物館主持其事，成立專業小組，並與中華民國海下技術協會共組工作團隊，積極展開初勘、實勘、挖掘等工作。在民國87年6月1日起至87年7月31日止，實際從事挖掘工作共計40天，出水文物共計94件。其中包括了陶器、木材、瓷器、金屬、骨骸及果核等物品。(2) 台灣海域古沈城：2002年下半年在澎湖東吉嶼附近發現了岩脈疑似水下古石牆的遺跡，是人為還是自然形成？這謎題仍有待考古學家去尋找答案。(3) 澎湖馬公港沈船：政府為了釐清馬公商港浚深時挖出百餘件疑似沈船古物，在2005及2006年請專家下水探勘，雖未發現船身主體，但打撈了幾十件古物供採樣及鑑定之用。



將軍一號的出水文物

2. 南海一號：

1987年，中國大陸的廣州救撈局和英國海洋探測公司聯合在廣東陽江海域尋找東印度公司沉船，無意間從一艘沉船中找到200余件宋代瓷器，該沉船隨後被命名為「南海一號」。南海I號”長約30公尺，寬近10公尺，深3公尺多，沉於下20公尺深處，上面被2公尺厚的海底淤泥所覆蓋。由於“南海一號”是一艘載滿文物的宋代木質古沉船，船體非常脆弱。經過反覆研究後，技術人員決定對



2007.12.21 承載“南海I號”的沉箱浮出水面。南方日報資料照片

“南海一號”進行整體打撈。“整體打撈”的意思就是將沉船與其周圍泥沙按照原裝固定在特製的集裝箱（又稱沉井）內，連同船底的淤泥一起打撈，打撈過程中完全沒有碰到船體，這依賴了許多精密的水下技術，幫辦“整體打撈”也開創了水下考古的新方法。在2007年12月21日完成打撈工程，打撈後預定遷移到專門修建的廣州海上絲綢之路博物館又名“水晶宮”的人造環境內。水晶宮”

是一個海水環境的密閉式玻璃牆展廳，像一個巨型的玻璃缸，其水深 12 米，水質、溫度及其環境都與沉船所在的海底位置完全一樣，透過透明的防護牆，可以看見水下考古工作者潛水發掘打撈文物，而古船挖掘將隨著保護處理情況逐步打開，應該是一層一層從上往下，逐層往下發掘。。

據了解在海底沉睡了 840 多年的“南海一號”是目前世界上發現的年代最久遠、船體最大、保存最完整的古代遠洋貿易船，其裝載文物超過六萬件，而且多為國家一級文物，有專家指出其價值比美秦始皇兵馬俑、敦煌和故宮。

四、全球增溫：

在過去百年間，由於人類大量的使用石化能源而造成二氧化碳氣體的排放，導致因「溫室效應」而造成地球的平均溫度逐年的增高，稱之「全球增溫（Global Warming）」。由於溫度對於地球生態影響甚巨，若不適時處置，必將導致生態浩劫，就如電影「明天過後」的情節一般。因此，如何測定全球增溫，乃是一個相當重要的問題。由於全球增溫會造成海水溫度升高，科學家們乃利用聲波在海水中傳播的特性及其與海水溫度的關係，經由大尺度、長時間的聲波傳播實驗，找尋全球增溫的科學證句，也算是海下技術領域水中聲學較為特殊應用的一例。

※參考資料

http://en.wikipedia.org/wiki/Oil_price_increases_of_2004-2006

<http://www.youmaker.com/video/sv?id=1425784453bf47c395062ab6e10c1b2b001>

可燃冰球影片

http://content.edu.tw/senior/earth/tp_ml/plate/plindex.htm 板塊圖片

<http://hk.knowledge.yahoo.com/question/?qid=7007122200134>

<http://big5.huaxia.com/zt/whbl/07-035/2007/00735099.html>

<http://www.mpinews.com/htm/INews/20071222/ca61319t.htm>

<http://www1.nanfangdaily.com.cn/b5/www.nanfangdaily.com.cn/southnews/jwxy/200712220261.asp>

<http://refseis.oc.ntu.edu.tw/Web/achievement-4.htm>

<http://webtitle.nmh.gov.tw/museum/2001/s28.htm>

<http://www.nmh.gov.tw/zh-tw/Archaeology/Content.aspx?unkey=33>

<http://chinanews.sina.com/news/2007/1221/00182450387.html>

<http://web2.nmns.edu.tw/PubLib/NewsLetter/96/236/3.pdf>

國立歷史博物館，1996，《澎湖海域古沈船發掘初勘報告書》，台北：國立歷史博物館。

國立歷史博物館，1999，《澎湖海域古沈船將軍一號試掘報告書》，台北：國立歷史博物館。

科學發展 2007 年 4 月，412 期

一、超音波挑戰你勿耳力極限

一、實驗目的

- 1.了解頻率和音調的對應關係。
- 2.了解超音波的意義。

二、實驗器具

音頻產生器、喇叭。

三、實驗流程

1. 將音頻產生器與擴音喇叭連結。
2. 調整聲音頻率，自 1000Hz、2000 Hz、3000 Hz...逐漸增加頻率。
3. 測試可以聽見頻率多高的聲音呢。

四、實驗討論

- 1.什麼叫超音波？
- 2.超音波有哪些應用？

五、實驗原理

1. 一般而言，我們可聽見的音波振動頻率範圍大約是每秒 20Hz~20,000Hz。
2. 音波的振動頻率高於 20,000Hz，人耳是聽不到稱為「超音波」。
3. 不過，實際上聽覺能力會因人而異，而且隨著年紀越大耳力就會越來越差，比起老人家，兒童、青少年耳力算是最靈敏的，只是時下流行 mp3，年輕人整日帶著耳機耳朵受傷而不自知，測試看看，說不定你已經未老先衰，比歐吉桑、歐巴桑還耳背呢！
4. 人類聽不見，其他動物卻聽的到，像貓咪可到 60,000Hz、狗狗可到 50,000Hz，所以利用高分貝的超音波來驅蟲、趨鼠，可說是既環保又衛生呀！
5. 超音波在生活上的用途非常廣泛，普遍接觸到的有應用於臨床醫學診斷、產檢、聲納、精密儀器的清洗等。

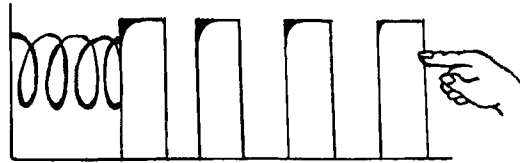
二、聲納 用聲音看世界

一、實驗目的

- 1.了解聲波的反射。
- 2.了解聲納的原理。
- 3.能由感覺傳動時間的長短推估物體的距離。

二、實驗器具

肥皂盒子、壓縮大彈簧。



三、實驗流程

- 1.將一壓縮大彈簧固定於重物。
- 2.將肥皂盒子直立於桌面，每 3cm 間距依序排列 10 個肥皂盒子，最後的肥皂盒子緊貼於壓縮彈簧。
- 3.推倒肥皂盒子後開始計時，待肥皂盒子碰撞彈簧回傳，直到第一個肥皂盒子回倒即停止計時。
- 4.將肥皂盒子增加為 20 個，重覆上述步驟，預測並測量回傳時間。
- 5.要同學閉上眼睛，如上述步驟排列任意個肥皂盒子，感覺回傳時間來推估盒子的個數。

四、實驗討論

- 1.振動回傳的時間越久代表障礙物越近或越遠？
- 2.聲納和雷達分別是利用何種波動？在水底下採用何者較為適用？

五、實驗原理

1. 蝙蝠和鯨豚常常以這項活絕在黑暗中生存，只要將聲波放射出去，藉由接收聲波反射回來的時間，就可以輕易得知四周的環境，避開飛行所看不見的障礙物。
2. 科學家利用蝙蝠這種回聲定位的方法製造聲納。

三、水壓 看看水的力量

一、實驗目的

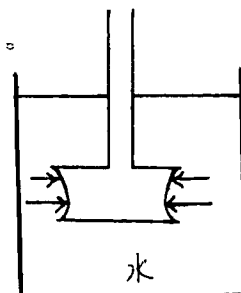
1. 觀察水壓的方向。
2. 觀察水壓的大小和深度的關係。

二、實驗器具

水壓探測器、水箱。

三、實驗流程

1. 水族箱裝水八分滿。
2. 將水壓探測器垂直放入水中。
3. 觀察橡皮薄膜有什麼變化。
4. 慢慢增加深度觀察水壓探測器薄膜會有什麼變化。



四、實驗討論

1. 想想在深海中物體會如何變化？
2. 如何防止水壓造成的破壞？
3. 氣泡在上升的過程中體積會如何變化？
4. 潛水夫若急速上浮會造成怎樣的後果？

五、實驗原理

1. 水有重量，會對與其接觸的物體產生壓力。
2. 水壓 (gw/cm^2) = 深度 (cm) \times 海水的密度 (約 $1 \text{ gw}/\text{cm}^3$)。
3. 每增加 10 公尺水深，每平方公分就會增加大約 10 公斤重的壓力。

二、水壓觀測器的現象：

1. 水壓觀測器放入水中的不同方向，橡皮薄膜都有凹陷的情形，由此可知水壓來自水中的四面八方。
2. 放入水愈深的地方，橡皮薄膜被壓得愈扁，可知水壓的大小和水的深度有關，越深則水壓就越大。
3. 深海潛水艇鋼板必須能夠承受極大的水壓，因此須具備極大的強度和厚度。
4. 潛水者在升回水面時不可過快，否則快速減壓，會使溶於血液中的氣體析出產生氣泡，而造成休克、癱瘓甚至死亡的情形，此即所謂的潛水夫病。

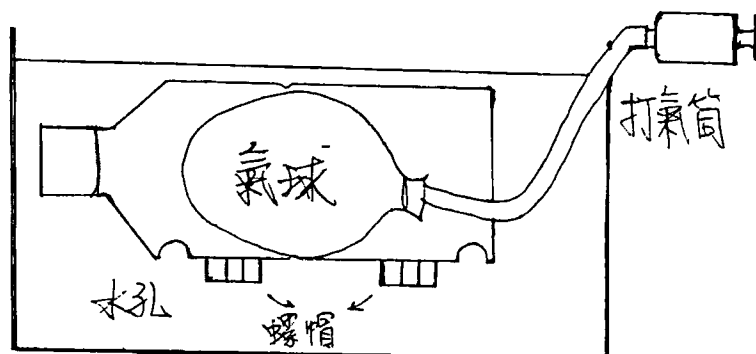
四、潛水艇 浮沉的玄機

一、實驗目的

1. 認識潛水艇的基本構造及其原理。
2. 學會應用力的平衡控制潛艇的升降。
3. 了解阿基米得原理。

二、實驗器具

寶特瓶、塑膠管、氣球、橡皮筋、水族箱、打氣筒。



三、實驗流程

1. 水族箱裝約 $1/2$ — $2/3$ 滿。
2. 如圖所示，將寶特瓶穿孔，將塑膠管由上方圓孔穿入寶特瓶中，用橡皮筋將氣球固定於塑膠管，裝入寶特瓶後裝上瓶蓋，在寶特瓶下方黏上螺帽調整重心。
3. 將寶特瓶置入水族箱中，使之水平沉於箱底。
4. 由塑膠管另一端以打氣桶打入氣體，使氣球膨脹直到寶特瓶潛水艇浮出水面。

四、實驗討論

1. 打氣後，寶特瓶潛水艇為何會浮出水面？
2. 如果把氣體放掉，寶特瓶潛水艇又會產生什麼變化呢？

五、實驗原理

1. 潛水艇的發明讓人們可以親臨窺探海底世界，對海洋有更全面而深層的認識，它可是海洋探險的好幫手！
2. 潛水艇是利用壓力艙的排水和進水量來控制浮沉，簡單地說：
壓力艙排水後重量會減輕，當重量小於浮力時，潛水艇就會上浮；反之，
壓力艙進水後重量會變重，當重量大於浮力時，潛水艇就會下沉。

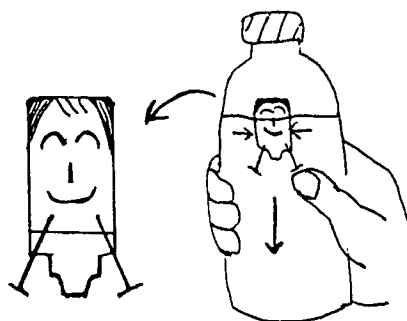
五、舞動巫奇 浮沉玩偶

一、實驗目的

藉由簡易的浮沉玩偶製作讓每個學員體會潛水艇操作的原理。

二、實驗器具

小藥瓶、銅釘、寶特瓶。



三、實驗流程

- 1.將小藥瓶瓶口朝下倒置，在瓶口處插入銅釘數支，畫上玩偶臉，即為浮沉玩偶。
- 2.置入裝水杯中，壓放小藥瓶改變水量，使小藥瓶頭部洽浮出水面一小部份，如果沒有再調整小藥瓶中的水量。
- 3.將準備好的浮沉玩偶放入裝水八分滿的寶特瓶中，用手對寶特瓶壓壓看，看看浮沉玩偶的變化。

四、實驗討論

- 1.你看到了什麼情形？
- 2.小藥瓶是怎麼移動的呢？
- 3.小藥瓶的移動跟壓的動作有沒有關係呢？
- 4.你能說出小藥瓶為什麼會移動呢？

五、實驗原理

- 1.施壓時水會進入浮沉玩偶，使重量大於浮力時，浮沉玩偶就會下沉；
- 2.放開後水會流出浮沉玩偶，使重量小於浮力時，浮沉玩偶就會浮起來。

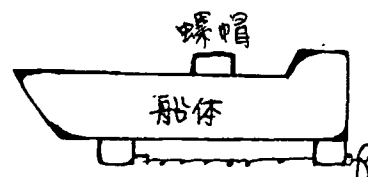
六、衝丫看誰跑最遠傳葉的推進

一、實驗目的

藉由小型推進潛艇的競賽，了解水下物體運動的原理及操控載具的技巧。

二、實驗器具

巴沙木（或保麗龍）、塑膠螺旋槳（小葉扇）、橡皮筋、鐵絲、塑膠珠子。



三、實驗流程

- 1.以巴沙木利用線鋸，製作簡易潛艇船身，頭尾兩端需稍為突起以裝載螺旋槳，長度約橡皮筋拉到普通長的距離。
- 2.利用鐵製飲料罐取下鐵片剪成螺旋槳的形狀，中心挖兩個洞，在洞上穿過鐵絲。
- 3.將鐵絲套上塑膠珠子，穿過船身尾端的巴沙木，彎折後綁上橡皮筋，
- 4.在船身前端的巴沙木繞上鐵絲，將橡皮筋另一端套在船身前端鐵絲上。
- 5.在船身上加載一些螺帽使船身露出於水面一小部份。
- 6.旋轉螺旋槳，使橡皮筋旋緊。
- 7.把橡皮筋放開後即可帶動螺旋槳旋轉使潛艇船身前進了。

四、實驗討論

- 1.想想看要如何才跑的遠？
- 2.若將螺旋槳逆轉，則有何變化？
- 3.想想看要如何轉彎？有哪些方法？


五、實驗原理

- 1.船隻和潛水艇等水上或水下載具，其主要的推進動力是來自於螺旋槳（傳葉）所產生的。
- 2.其動力來源的演進有人力、蒸氣、電力、柴油引擎、核子動力等。
- 3.主要的原理是利用螺旋槳旋轉產生水流，再靠水流產生的反作用力向前推動船身。
- 4.一般船隻前進時皆會產生阻力因此多採流線型造型，以增加行進的速度。

海水的聲音性質學習單

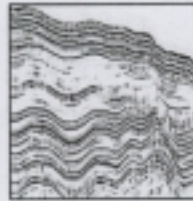
1. 聲音的傳播速度在海水中會受到什麼因素的影響而產生差異？
2. 海水中懸浮物質會對音波產生哪些作用？使得聲音傳送速度會隨海水深度不同而改變。
3. 海水溫度的垂直分布通常呈現分層結構，這是因為海水受到哪些影響？加上壓力的影響，聲速在海洋中呈現什麼樣的分布狀態？
4. 聲道現象是如何產生的？
5. 聲音在海洋的探測中扮演怎樣的角色？

聲納系統的種類與應用教學設計學習單

1. 光波能穿越水的深度極限為_____公尺。
2. 聲納系統依其使用目的與目標物不同可分為兩種類型，具備聲波發射端與接收端為_____，不發出任何訊號而僅有接收端為_____。
3. 蝙蝠會利用_____或_____發出聲波，由_____接收反射回的聲波，藉以判斷前方物體位置，此方法在生物學上被稱為_____。
4. 如果你是蝙蝠，會希望自己的耳朵和鼻子長得如何，可以得到更多食物？
耳朵：

鼻子：
5. 蝙蝠及鯨豚利用的聲波系統為主動還是被動聲納系統呢？
6. 海洋裡最有效的信號傳遞方式為_____，所以有些海洋生物其實不用視覺看世界，而是用_____覺“看”世界。
7. 如果你是海盜船的船長，要帶領海盜們尋找寶物，除了帶藏寶圖外，還需要買什麼特殊儀器以準確找到寶藏，？
8. 身為船長的你，該如何說服你的股東購買你所想要買的儀器？

9. 請問你該如何告訴手下們這三種圖的意義？



9. 如果你的海盜船測到了海軍，一定要先關掉哪一種機器？

- 1.電風扇 2.廣播 3.手機 4.電視 5.聲納

10. 若你今天改行成為生態研究團隊的船長，請問你要用什麼儀器接收鯨魚所唱的歌？



水下機電系統教學設計學習單

1. 從外太空看地球，你會發現地球是一顆藍色的美麗星球，而這漂亮的顏色就是海洋，地球表面大部分的面積都是由海洋覆蓋，海洋約佔地球表面的（ %），相對的陸地所佔有的面積就小了很多，陸地約佔地球表面的（ %）。
2. 傳說美人魚公主愛上了英俊的王子，當她離開海洋踏上陸地的時候，試想人魚公主必須去承受哪些不同的環境改變呢？而公主要改變身體的哪些構造來適應新環境呢？
 - (1) 壓力變_____、亮度變_____、溫度變_____、
四周不是_____而是_____
 - (2) 人魚公主要改變：



3. 如果有一天你想要作一艘水下載具，載著你到海裡探險，想想看這一艘水下載具，需要有哪些配備以維持你在海中的生命呢？



4. 你知道無人遙控潛器的英文簡稱為何嗎？他是哪些英文單字的縮寫呢？而自主式海下潛器的英文簡稱為何呢？他又是哪些英文單字的縮寫呢？

(1) 無人遙控潛器：簡稱_____；英文全名_____

(2) 自主式海下潛器：簡稱_____；英文全名_____

5. 在無人遙控潛器身上會有哪些基本的配備呢？他們的相關功能是什麼呢？

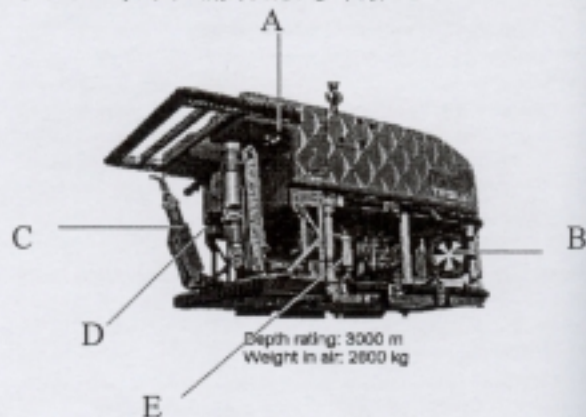
A ():

B ():

C ():

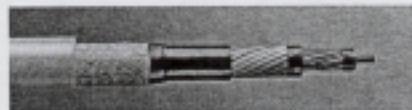
D ():

E ():



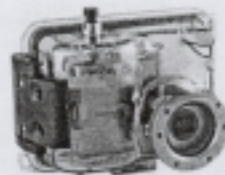
6. 你能解釋什麼是中性浮力嗎？為什麼無人遙控潛器所使用的纜線，要設計成中性浮力的設計呢？

(1) 中性浮力是：



(2) 使用中性浮力的理由：因為

7. 水下機電系統在作業時通常都是浸泡在海水中，所以一些儀器都必須要有防水的設計，就你所知有什麼方法可以防止水分對機電系統的危害呢？



8. 在操作水下機電系統時需要許多的工作人員配合，如儀器設計者、支援船駕駛、控制室人員、維修員、數據分析員、研究員、潛水夫等，大家共同合作才能使任務圓滿達成。請問如果你將來從事相關的工作，你會想成為哪一個角色？為什麼？

(1) 我想成為：_____

(2) 因為：

9. 我們知道自主式海下潛器因為沒有纜線的支援，所以會有電力有限的問題，而影響工作的時效，你能說說看我們用哪些方法克服電力有限的問題呢。

A：

B：

C：

10. 第一次親身接觸水下機電系統的相關設備，你有什麼樣的感覺呢？

11. 你能夠到網站上找一些相關的資訊，如 ROV、AUV 與大家分享嗎？請把你找到的網站與相關的內容告訴我們。

網站名稱：

相關內容：

如果我是台灣的Dr. Jones

※請閱讀下列文章

古代石牆？玄武岩脈？海底沉城 待高科技揭祕

來源：中國時報 2006年5月25日 陳可文/澎湖報導

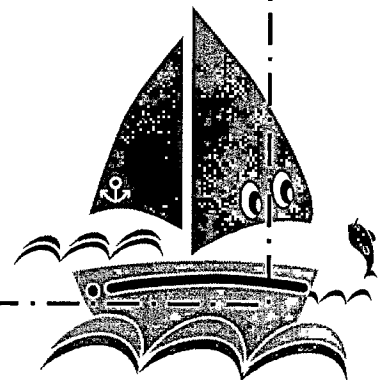
澎湖開發很早，過去曾經是宋元時期中國往南洋海上交通重要的轉運港口，多年來陸續發現有疑似古沉船的傳說；此外，澎湖海底沉城也是一個謎，讓澎湖島更充滿了神秘。潛水人員在澎湖海域發現疑似古沉船的遺址，這是台灣第1次發現海下考古的重大案例；然而無論是澎湖虎井沉城或是東西吉嶼海底石牆，卻眾說紛紜，沒有明確的論點。中華水下考古學會指出，事實上關於澎湖海底石牆、台東水下祭台、小琉球沉船等傳說，都是潛友或漁民提供的訊息，既沒有紀錄也沒有文獻記載，更沒有正確位置。

中華水下考古學會謝新曦曾表示，稱為「沉城」尚言之過早，但卻真發現有許多「矮石牆」，這令人聯想與迄今1萬8千多年前的「姆大陸」、「南島語族」有雷同的部分關聯。

謝新曦強調，石牆傳說尚未經過專家學者鑑定，如今還是個謎；只是這個可疑的石牆與岩脈相近，但又有許多處的結構似乎是人為的跡象。澎湖地質學者林長興也指出，東吉嶼海底的「沉城」，不排除是交叉的玄武岩岩脈，根據他走遍澎湖各地實地勘查，發現馬公、後寮、七美、望安等地，約有12處類似的陸上岩脈。

看完以上的文章之後，請和同組的同學一起想一想，如果你們現在是台灣考古學界的菁英團隊，那要如何應用在之前課程上學到的海下技術來解開這個迷團呢？

我們團隊的研究計畫是.....



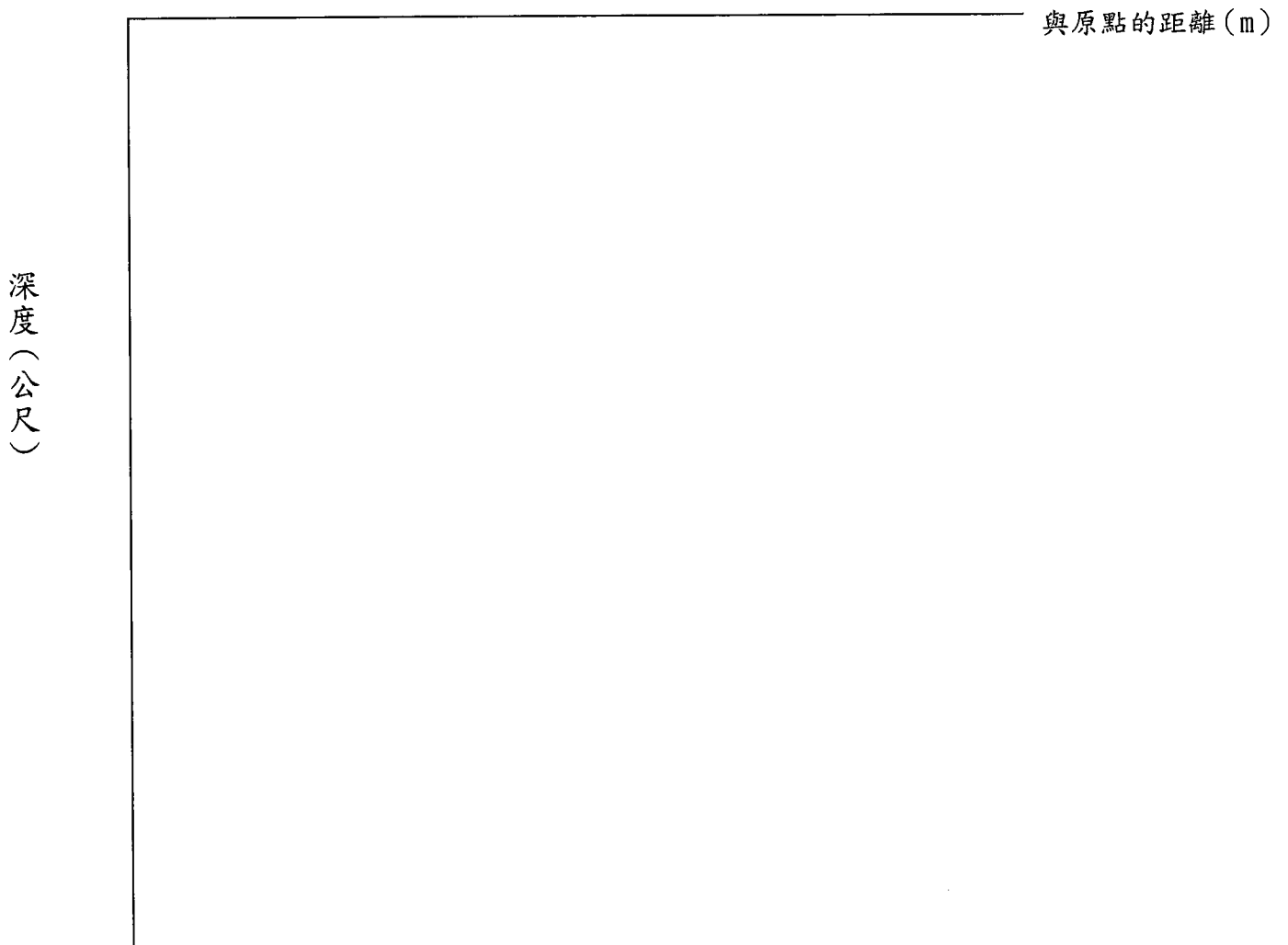
有個名叫『馬理安』的島國，為了探索附近海域的地形，派出了國內最優秀的探索船隊，他們應用最先進的聲納系統進行了一系列的研究。他們把所得到的數據繪製如下表，聰明的你可以幫他們把數據經計算後進而繪製出他們周邊海域的地形嗎？



與原點的距離 (m)	0	100	150	250	300	350	400	450
收到回聲的時間 (秒)	0.2	0.5	1.0	1.2	1.5	1.7	2.0	1.6
海底深度 (m)								

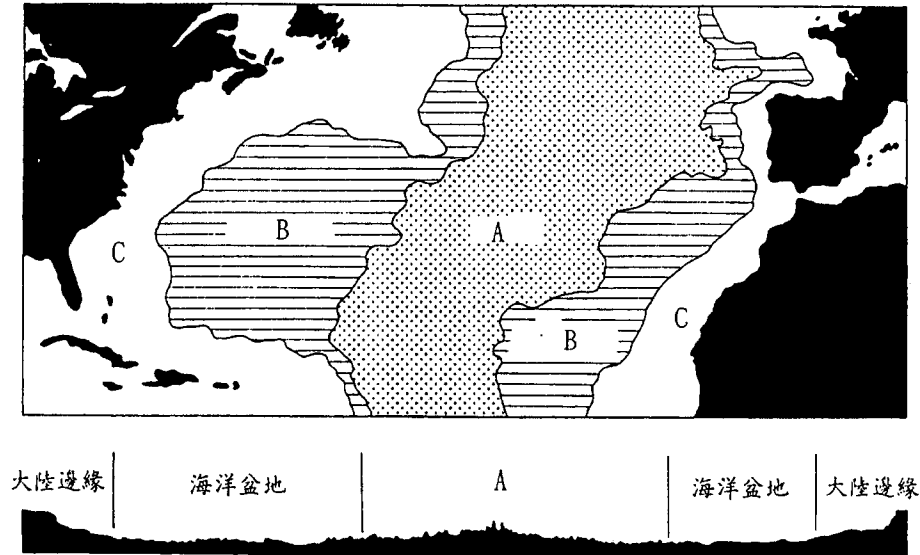
設海水傳聲的平均速率為 1500m/s

◎ 根據上列數據，繪出海底的相對地形：



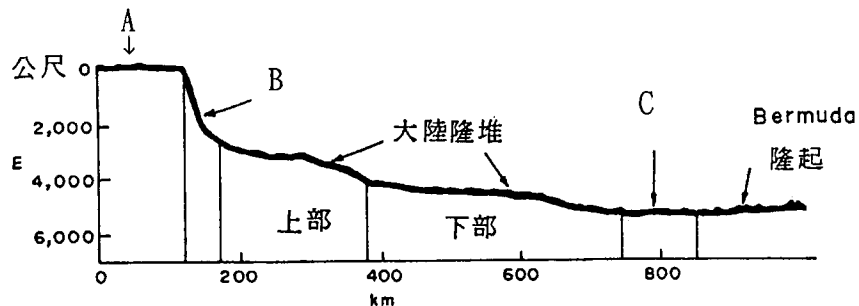
看圖填一填

※看下列的圖形回答問題：



圖一 北大西洋的主要海底地形分類，並附由北美洲新英格蘭區橫越大西洋到非洲北部的海底地形剖面。

- 1.圖（一）中的 A 是海洋地形中的_____
 - 2.從老師上課的內容中可以得知 A 的特徵有_____
-
- 3.B 的地形叫_____ C 則是_____



圖二 大陸邊緣的地形剖面，以美國的東海岸為標準剖面。

- 1.從圖二中可知 A 代表是_____
- 2.B 則是_____
- 3.C 地形的名稱是_____

(圖一圖二出自普通地質學 何春蓀編著)

海下科技

高中教案與研習營課程設計

計畫團隊：

主編：林俊呈老師（高雄市新興高中）

第一單元：海洋的結構(2 節課)

教學重點	核心能力	1.海洋的環境 2.海水的組成 3.台灣海域		
	教材範疇	高一基礎地球科學、基礎化學的自然界物質部分，延伸至高二化學		
教學目標		3-1 知道海洋的地形 3-2 瞭解台灣海域的地形結構 3-3 瞭解海洋的觀測與海水組成 3-4 知道波義耳定律以及水深與壓力關係		
教學融入議題		環境教育，永續發展		
教學媒體與資源		投影機、筆記型電腦		
教學年級		高中一年級		
教學節數		2 節(50min)共 100 分鐘		
活動目標	活動時間	活動流程	地點	準備事項、情境布置(含教學資源運用)
1-1 知道海洋的地形	10 分鐘	<p>【準備活動】</p> <p>教師教學投影片，可以配合基礎地球科學內容，就海底的地形，先讓學生回想國中課程，有哪些與海洋有關的知識，簡單的互動與討論，引發學生的興趣，並與過去所學作一銜接。</p>	教室	教學投影片、書面資料
	25 分鐘	<p>【發展活動】</p> <p>◎介紹海洋的地形(海底地形)，從海岸開始向外延伸，分別說明：(1)大陸邊緣、(2)深海平原與(3)中洋脊三部分。</p> <p>(1)大陸邊緣：是大陸地殼與海洋地殼間的過渡地帶，大陸邊緣又可以區分成(a)大陸棚(b)大陸坡(c)大陸隆堆。</p> <p>(2)深海平原：水深約四千至五千公尺的部分，占了海底的大部分面積。實際上，深海平原並非一望無際的平坦地帶，在深海平原尚可見到岩漿活動所形成的海底山、海桌山，甚至有連成一片的海底高原。</p>	教室	

<p>1-2 瞭解 台灣 海域 的地 形結 構</p>	<p>15分鐘</p>	<p>◎台灣海域的地形結構</p> <p>(1)臺灣海峽： (a)向北延伸成寬廣的東海大陸棚。 (b)澎湖群島與臺灣本島之間有澎湖水道。 (c)澎湖群島以南為高屏斜坡。</p> <p>(2)臺灣東部外海： (a)受板塊構造運動影響，水深變化急遽。 (b)宜蘭東側外海為東西走向的海底沉積盆地及凹陷的海溝地形，是由菲律賓海板塊向北隱沒於琉球海溝所形成的島弧及海槽構造(沖繩海槽)</p> <p>(3)聚合性板塊邊界： 台灣多地震，因位處板塊邊界，聚合性邊界多造山運動，海洋部分會有島弧與海溝。</p>	<p>教室</p>	<p>教學投影 片、書面 資料</p>
<p>1-3 瞭解 海洋 的觀 測與 海水 組成</p>	<p>15分鐘</p>	<p>◎海洋觀測</p> <p>教師講解海洋垂直結構，根據教材中的「溫鹽圖」說明海水溫度與鹽度的分佈，以及「溫鹽深儀」的應用。</p> <p>(1)海洋表面受到洋流風浪影響，充分混合均勻後，溫度與鹽度相似的層面，稱為(1)混合層。厚度約在數十公尺到百公尺，且溫度常有季節的改變。中間部分溫度值改變最大的層面，稱為(2)斜溫層(或躍溫層)。斜溫層以下，約在一千公尺深度的海水，溫度大概只有2、3⁰C，溫度值改變不大，稱為深水層。</p> <p>(2).溫鹽深儀：又稱CTD，(C代表導電度，T代表溫度，D代表深度)，同步測量海洋的溫度、鹽度與水深。(a)海水溫度，通常以攝氏度數(⁰C)為單位，現在則用電子溫度計測量，利用電子元件隨溫度變化而改變其物理特性的原理來換算成水溫。 (b)鹽度：定義為每千公克海水中含有固體溶解物的公克數，其單位為千分之一(ppt)，或記作‰。 (c)鹽度的測量：導電度和所含鹽分多寡有一固定關係，只要測得海水導電度就可轉換為相對應的鹽度。</p>	<p>教室</p>	<p>投影片與 書面教材</p>

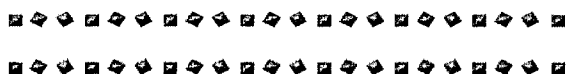
1-4 知道波義耳定律以及水深與壓力關係	<p>20 分鐘</p> <p>◎海水的組成，講解海水中溶解的鹽類</p> <p>(1).海水資源：含量最多的溶質依次為：Cl^-、Na^+、Mg^{2+}、SO_4^{2-}、Ca^{2+}、K^+。食鹽由海水中製取。在海水蒸發時，各種溶鹽依序結晶而出，硫酸鈣(CaSO_4)最先析出，其次為氯化鈉(粗鹽)。 CaSO_4 因溫度愈高溶解度愈小，故較 NaCl 先析出。</p> <p>(2).由海水中提煉的物質：食鹽(NaCl)、鹵素 X_2(氯 Cl_2、溴 Br_2、碘 I_2)及金屬鎂(Mg)。電解濃食鹽水：可得到 NaOH、H_2 及 Cl_2，此工業稱「鹼氣工業」。將濃縮的海水酸化後，用氯氣將溴離子氧化可得溴氣。反應方程式 $\Rightarrow 2\text{Br}^-_{(\text{aq})} + \text{Cl}_{2(\text{g})} \rightarrow \text{Br}_{2(\text{l})} + 2\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$。在濃海水中加入氫氧化鈉 $\text{Ca}(\text{OH})_2$，使其產生氫氧化鎂沉澱，再以鹽酸處理(酸鹼中和)，可得氯化鎂。電解 MgCl_2 熔融液 $\Rightarrow \text{MgCl}_{2(\text{l})} \rightarrow \text{Mg}_{(\text{l})}$(陰極) + $\text{Cl}_{2(\text{g})}$(陽極)</p> <p>30 分鐘</p> <p>◎教師講解氣體定律：壓力與體積的關係，</p> <p>(1)波義耳定律：定量的氣體，在定溫下 $P \times V$ 為一常數，亦即壓力與氣體體積成反比。</p> <p>(2)一大氣壓力相當於 760mmHg，經換算可得壓力為 1033.6 gw/cm^2，可以計算大約水深下降 10 公尺，水壓會增加 1 大氣壓。</p> <p>(3)說明潛水疾病，以及氧氣筒中填充氣體是氮氣非氧氣之原因。</p> <p>(4)學生討論在水下的環境，壓力會造成如何的影響。</p> <p>15 分鐘</p>		教室	投影片與書面教材
評量方式		<p>1.討論結果與發表，從教師投影片中說明所學知識。</p> <p>2.自我評鑑單。</p>		
延伸教學		<p>1.板塊邊界與岩石組成，火成岩與變質岩。</p> <p>2.台灣附近海域的資源。</p> <p>3.理想氣體方程式</p> <p>4.氧化還原與電解</p>		

◎ 第二單元：聲學的應用(2 節課)

教學 重點	核心能力	1.波動的性質、波的產生 2.聲波的運動與傳遞 3.聲波的反射		
	教材範疇	高一基礎物理的波動聲音部分，延伸至高二物理		
教學目標		2-1 瞭解波動的性質 2-2 瞭解聲音的性質與聲音反射 2-3 瞭解聲納與聲納的應用		
教學融入議題		環境教育、科學教育		
教學媒體與資源		投影機、筆記型電腦		
教學年級		高中一年級		
教學節數		2 節(50min)共 100 分鐘		
活動目標	活動 時間	活動流程		地點
2-1 瞭解波動的 性質	10 分 鐘	<p>【準備活動】 教師準備教學投影片，可以配合基礎物理內容，提出一些波動的問題，先讓學生回答，有哪些與聲波有關的知識，簡單的互動與討論，引發學生的興趣，並與過去所學作一銜接。準備音叉與水槽，示範簡易實驗。(另需準備一鋁製金屬圓筒)</p> <p>【發展活動】 ◎講解波動的性質 (1)就介質振動與波前進方向，可以分為縱波與橫波：波動的形式與介質的振動有關，介質振動方向與波前進方向互相平行者，為縱波，亦稱疏密波；介質振動方向與波前進方向互相垂直者，為橫波，也稱為高低波。聲音是一種橫波，藉由介質擾動、壓縮傳遞能量。 (2)聲音的傳遞會使空氣分子受到壓縮、舒張的平行振動，一疏一密地前進，空氣中傳遞與溫度有關。在空氣中的平均聲速為 334m/s，在水中由於介質密度較大，平均聲速為 1500m/s。 (3)簡易的示範實驗：使用音叉讓學生瞭解聲波的反射，敲擊音叉，將音叉放入裝水的水槽中，使水產生水波，觀察水波前進後，遇到水槽邊緣，產生反射的情形。另將音叉放入金屬圓筒中，讓學生聽其聲音的變化。並提出看法。</p>		教室
	25 分 鐘			教室
				準備事項、情境布置(含教學資源運用)
				教學投影片、書面資料、音叉與水槽、鋁製金屬圓筒

<p>2-2 瞭解聲音的性質與聲音反射</p>	<p>15 分鐘</p>	<p>◎說明並討論聲波的特性</p> <p>(1)在波動所產生的形狀和分子振動快慢的方式，聲波和其它的電磁波(屬於橫波)不同。聲波是屬於一種力學波，必須藉由介質分子的功能來傳遞不同的能量。在傳送的過程中，聲波受到壓力、密度、溫度及介質運動的影響，一定會被改變波長的速度、各種物質的反射、繞射等情況發生。波在真空當中是直線前進的，然而波在前進的時候，介質分子會有疏疏密密、大大小小的分布，故稱為疏密波；也因傳播分子的運動方向和波前進的方向相同，所以被稱為縱波。</p> <p>(2)將聲波與橫波的圖形互相對照，讓學生理解各項物理量，例如：波長、頻率...等。</p> <p>(3)請學生討論提出看法，當音波改成以水當介質傳遞時，會有什麼情形。(a)水的溫度(b)水的壓力。</p>	<p>教室</p>	<p>教學投影片、書面資料</p>
<p>2-3 瞭解聲納與聲納的應用</p>	<p>10 分鐘</p>	<p>◎講解水中聲學(海洋聲學)</p> <p>(1)在水中，主要的應用乃在於利用水為聲波傳遞的媒體(介質)達到通訊與偵測、遙測與觀測之目的。</p> <p>(2)聲波的傳遞是藉由波傳方程式來描述(給學生參考資料)，因此海洋乃視為一「導波管」(waveguide)。影響聲波在海洋中傳遞之因子有很多，其中聲速與密度扮演了最重要的角色。聲速是物質之基本熱力學性質，其乃溫度與壓力之函數。因此除了在海岸斜波區、峰面交會區、或者是千萬公里之大尺度，一般而言聲速之變化，在深度方向比在橫方向變化大很多。所以海洋一般視為一水平方向層狀分部之聲波介質。</p> <p>(3)從海洋聲速分佈圖形中，講解其中波速的變化，與壓力(水深)、密度的相關性。</p> <p>(4) 聲速與溫度及壓力成正比關係，然壓力與溫度在深度方向的變化分別成正、反比，以致於聲速在垂直方向的變化從海面算起由大而小，迄數百公尺深度時達到最小，然後往下增大。此一天然結構形成一聲波行進時因折射而使能量局限在一定的水層，此水層稱之為「深水聲道」(SOFAR sound channel)</p>	<p>教室</p>	<p>教學投影片、書面資料</p>

◎ 第三單元：找尋失落的軌跡－海下技術應用(4 節課)



教學重點	核心能力	1.聲學的原理性質 2.海下機電的應用 3.海洋環境的概念		
	教材範疇	高一基礎物理、基礎地球科學、基礎化學的材料部分 延伸至高二物理、化學		
教學目標		3-1 知道海下技術的意義 3-2 瞭解海下技術的使用範圍 3-3 認識海下技術應用所需要克服的條件 3-4 瞭解海下技術的實際應用		
教學融入議題		環境教育，永續發展		
教學媒體與資源		投影機、筆記型電腦、實驗室、電腦教室		
教學年級		高中一年級		
教學節數		4 節(50min)共 200 分鐘(含一實驗)		
活動目標	活動時間	活動流程	地點	準備事項、情境布置(含教學資源運用)
3-1 知道海下技術的意義	10 分	【準備活動】 教師播放「鐵達尼號」影片前 15 分鐘，讓學生看到「載人潛具」在水下工作的情形。	教室	鐵達尼號影片。
	15 分	【發展活動】 ◎以討論的方式，先讓學生討論，單就「海下科技」一詞，學生瞭解多少？ (1)初步從潛艇、聲納探測開始。	教室	教學用之檔案(網頁形式電子書)
	25 分	(2)教師師介紹海下科技，舉凡在海洋或海下環境中，因執行任務所需之工程技術，皆可謂之。從聲學的應用(物理學)開始，介紹做為船隻航行的「航行聲納 (Navigation Sonar)」及水深與海底地形測量的「測深聲納 (Depth Sounder)」，近年來所發展出來的「多聲束海底地形測繪系統 (Multi-Beam Depth Sounder)」，是高效率的海底地形測繪儀器。		

<p>3-2 瞭解海 下技術 的使用 範圍</p>	<p>20 分</p>	<p>◎海下技術是指海下環境的所有技術稱之。教師就教材中的圖示，分別就(1)聲納系統(2)水下潛具 作說明。 教師利用多媒體教材主要針對海下科技的儀器介紹。 (1)聲納系統在聲學中(第二單元)應有初步認識，利用聲音的反射原理，包含有側掃聲納、多波束系統，介紹儀器的設備，並對於所掃瞄的圖形，對學生敘述其中的意義，簡略說明。讓學生明瞭在側掃聲納部分，必須由船航行拖曳，再將所有圖形組合起來，而地層剖面儀，是因為其波段可以穿透部分地層，因而可以對於海底地形能有較正確的判讀。</p>	<p>教學用之 檔案(網頁 形式電子 書)、投影 片</p>
<p>3-3 認識海 下技術 應用所 需要克 服的條 件</p>	<p>15 分</p>	<p>(2) 在水下潛器方面，大體可分成三類：一類是以有線遙控方式、無人的水下潛器，簡稱為「水下遙控潛器 (Remotely-Operated Vehicle, ROV)」(圖 5)，其主要是將攝影機帶到水下進行直接攝影觀測。另一類是無線、無人的水下潛器，一般稱之為「自主式水下潛器 (Autonomous Underwater Vehicle, AUV)」，其可經由程式設計，自主航行並儲存資料。第三類是「水下載人潛器 (Manned Submersible)」，可搭載一至數名人員到達深海進行觀測。 (a)針對 ROV 的細部構造來讓學生知道水下作業的難處，以及所必須面臨的問題。</p>	<p>實驗室</p>
	<p>20 分</p>	<p>◎海下作業面臨「水」及壓力、溫度等工作環境不如陸地單純。 (1)教師可以拿學生的防水手錶，作為開始，講解「水密」的重要性。進而對於市面上數位相機，有可以另購的「防水組件」，但是，其使用環境的壓力必須有所限制。引出接下來要討論的壓力問題。 (2)高中學生對於壓力問題，在高二有更詳細的論述，會講解到理想氣體方程式，但是，在第一單元有介紹到「波義耳定律」，壓力與體積的反比關係，尤其是當水深 10m，壓力約增加一大氣壓，如何同時克服壓力與水密的技術。</p>	<p>教材 ROV</p> <p>實驗室的 水槽設 備，</p>

3-4 瞭解海 下技術 的實際 應用	45分	(3)防水技術： (a)防水可用特夫綸材質墊片，在水下的作業能否使用這樣的東西。 (b)準備特夫綸膠帶，讓學生利用保特瓶與水槽進行簡易的實驗，測試水密的的程度。 (4)學生進行討論。	電腦 教室	書面教材 電腦與網 路
	10分	◎教師介紹海下技術應用：(1)新能源的探測：天然氣水合物(Gas Hydrate)－可燃冰，有可能是未來重要的能源。(2)海下考古：在廣大的海床上存在著大量古代因人為或天然災難而沈沒於海底的古沈船與文物。		
	10分	(1)介紹「可燃冰」的結構(基礎化學－物質形成、能源)，引起學生的動機，請學生上網搜尋相關資料。把氣水化合物的來源與形成原因，作一整理，並分組提出報告與看法。		
	20分	(2)可燃冰的探測與開採的可行性：經濟部委託台大團隊在南海探測，就南海的環境與查到資料所知的當區域之地形，來初步判斷，並討論要如何利用海下科技進行探查與開採。(遇到真實的情形應當如何？可能的情形。)		
	10分	(3)海下考古：應當是學生較為有興趣的部分，利用電腦，分組來分配工作，先就世界上，或是台灣附近海域，可能有的「寶藏」，來作為目標，利用海下科技，模擬一次尋寶之旅。 (4)學生報告成果(含自我評鑑部分)		
評量 方式		1.討論結果與發表，從教師投影片中說明所學知識。 2.自我評鑑單。		
延伸 教學		1.物質的形成－化學鍵結，化學結構。 2.能源的開發與應用。		

「聲」入海洋～海下技術之應用

◎計畫：海洋先導行計畫，教案與教材設計。

◎對象：高中學生(高一、高二學生)。

學生背景：已經具備基礎化學、基礎物理、以及地球科學等知識。

◎主題：介紹海下技術之應用

◎單元：分為三個單元

(一) 海洋的結構 (二) 水中聲學應用 (三) 找尋失落的軌跡—海下技術應用

◎簡介：

台灣是渾然天成的海島，海洋環境與生活密不可分，高中課程中，介紹海洋的部分，主要列在地球科學課程中，其中僅止於簡單的介紹，關於探測儀器部分，都是簡單帶過，例如：聲納、溫鹽深儀...等。然而，對於水下的科技部分，包含有物理、化學等原理，對於高中生而言，應可以說明得更為詳細，並結合於專業知識之中。這裡主要針對一些探測技術加以說明，從學生耳熟能詳的「鐵達尼號」開始，到打撈沈船、水中考古、...等，使其瞭解技術應用之相關層面，以及聲音在水中技術扮演重要之角色。

水中的探測技術，主要以聲音為主，要深入海洋，必須先「聲」入海洋，因為水本身對於光或是電磁波有很大的吸收，以光作為媒體來傳遞資訊，顯然不可行！而低頻的聲波卻可以提供長距離的探測。

茲就各單元說明如下：

(一)海洋的結構：

介紹海洋大致的結構，從海面深入到海下，有溫度鹽度的分佈，此外，隨著深度增加，壓力亦隨之增加，給學生一些基本的概念，瞭解探測海面下的物體，必須先知道海水組成、海洋的結構，以及可能面對的問題。

(二)水中聲學應用：

由於海水對電磁波（包括可見光波段）有很高的吸收率，相對之下聲波之吸收率卻很小（尤其是低頻部份），所以聲波成為在水中媒體中傳遞資訊之重要方式。雖然光仍是提供近距離觀測之最直接方式，然而海洋之浩瀚更顯示出聲波之重要性。對於水下環境整體的瞭解以及水中長距離傳播之應用，聲波是不可取代的工具。因此水中聲學成為水下技術發展之關鍵學科。聲波是藉由介質的可型變性以傳遞機械能之種方式。在一般應用上，偏重於聲波在水體中傳遞之現象，

因此稱之為「水中聲學(Underwater Sound)」。

這裡會提及高中物理學所提及的波動與聲音的原理，進而介紹水中聲學之應用。

(三) 找尋失落的軌跡—海下技術應用

海下尋覓物體不比陸地，常言「大海撈針」。在技術上來講，比起陸地的困難度多得多。這裡從「鐵達尼號」談起，介紹海下儀器、機具之應用，並針對海下技術作一統整，以期讓學生瞭解，海洋探測、探勘工作，與之前的單元所介紹內容，作一連結，並充份瞭解！

海水基本上不透光，在能見度低的地方可謂伸手不見五指；另外，在陸上搜尋廣用的電磁波，因容易被水吸收，也不管用。所以必須依靠聽音器、聲納、金屬探測器等。聲納是以聲音發射訊號，用聲音「看東西」，所得影像自然不若用光看之有效。另外，海底狀況複雜，金屬物質繁多，從金屬探測器所獲得的資料要正確的辨識物體，顯非易事。再加上要有正確的定位技術，要有能克服海況的工作人員等等，再再的顯示出執行海下偵測與打撈任務，必須要有專業的素養與豐富的經驗。

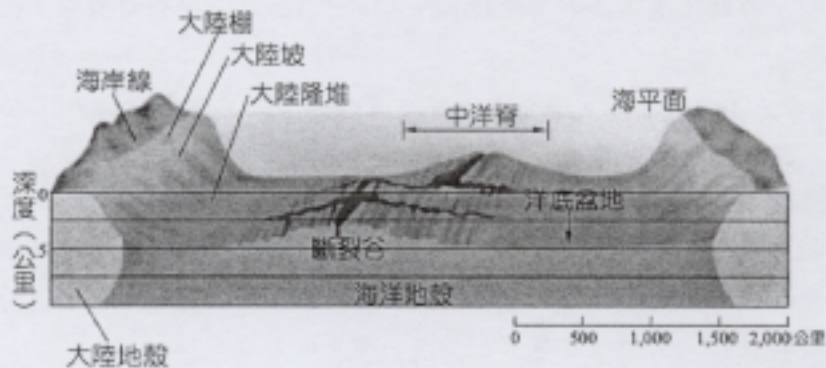
此一部份，為整體教材最為重要之內容，經由前兩個單元的介紹，進入到實際的運用，包含海下載具、遙控潛器之實際運用與探勘。

主要內容

單元(一)海洋結構

1. 海洋地形：

依照海底地形的特徵與分布，我們可以大致將海底地形區分為：大陸邊緣、深海平原與中洋脊三部分。



(1) 大陸邊緣：

是大陸地殼與海洋地殼間的過渡地帶，大陸邊緣又可以區分成幾個地形單元：

- (a) 大陸棚：由海岸線向外延伸到水深約兩百公尺的部分，坡度平緩，
- (b) 大陸坡：由大陸棚往外，海底的坡度變陡，水深急速變深，到接觸到平緩的洋底盆地之前的這一段斜坡地區
- (c) 大陸隆堆：在有些地方，大陸坡的底部往外延伸處，還有一段坡度較緩的地形分區。

(2) 深海平原

水深約四千至五千公尺的部分，占了海底的大部分面積。實際上，深海平原並非一望無際的平坦地帶，在深海平原尚可見到的岩漿活動所形成的海底山、海桌山，甚至有連成一片的海底高原。

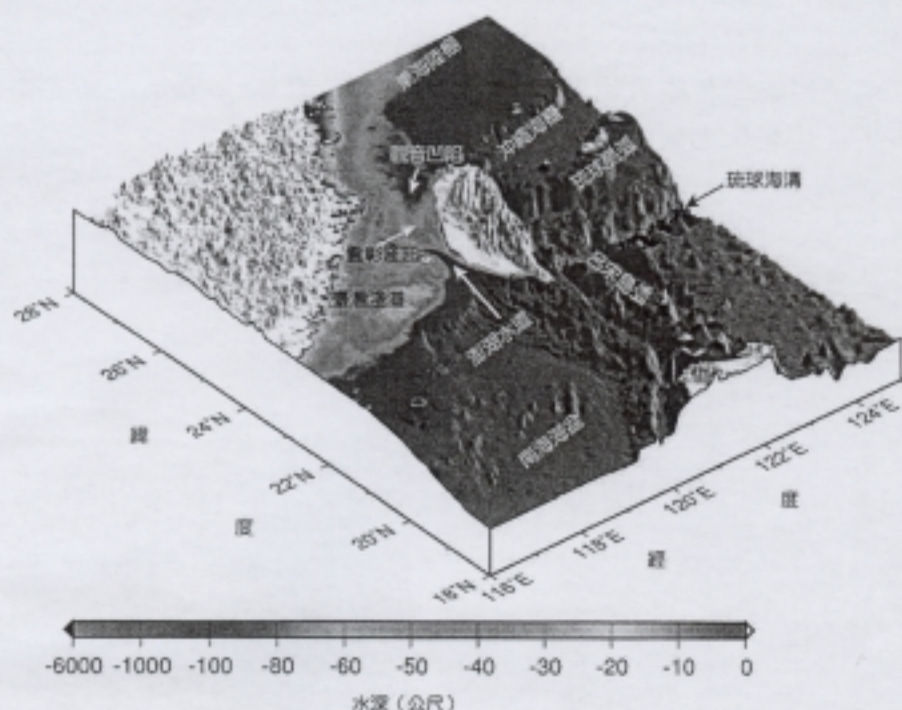
(3) 中洋脊

延綿於大洋中長達數萬公里的，高出於深海平原之上超過二千公尺，是海底的大型山脈，有許多斷層(平移、轉型斷層)翻腰切過，從整體來看，有點像趴伏在海底的大鱷魚(如圖)



2. 美麗的海島～台灣

全球環境是人類必要知道之課題，四面環海的台灣，更與我們關係密切，地處歐亞聚合性板塊邊界，不但有著眾多的海洋生物，海洋資源更是豐富。關於台灣附近的海洋地形，以下圖說明：



(1) 臺灣海峽：

- (a) 向北延伸成寬廣的東海大陸棚。
- (b) 澎湖群島與臺灣本島之間有澎湖水道。
- (c) 澎湖群島以南為高屏斜坡。

(2) 臺灣東部外海：

- (a) 受板塊構造運動影響，水深變化急速。
- (b) 宜蘭東側外海為東西走向的海底沉積盆地及凹陷的海溝地形，是由菲律賓海板塊向北隱沒於琉球海溝所形成的島弧及海槽構造(沖繩海槽)。

台灣四面環海，海洋資源豐富，當要重視海洋的環境資源與保護，在往後的内容，可以知道如何探勘，如何利用水下技術...等。

3. 海洋垂直結構

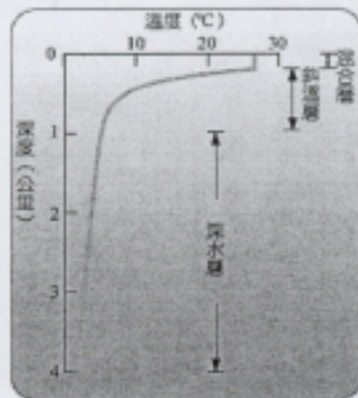
海洋表面受到洋流風浪影響，充分混合均勻後，溫度與鹽度相似的層面，稱為混合層。厚度約在數十公尺到百公尺，且溫度常有季節的改變。中間部分溫度值改變最大的層面，稱為斜溫層（或躍溫層）。斜溫層以下，約在一千公尺深度的海水，溫度大概只有 2、3⁰C，溫度值改變不大，稱為深水層。

(1) 混合層：

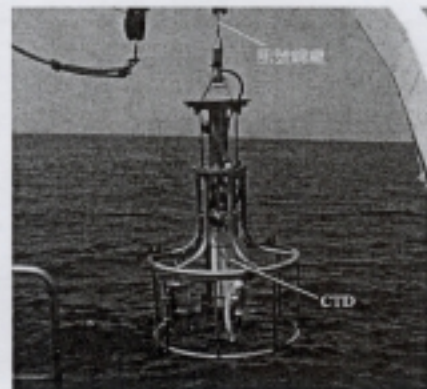
- (a) 海水表層受到波浪和洋流的影響，垂直混合十分均勻，因此溫度垂直變化不大。
- (b) 鹽度與密度的變化也和溫度類似，並不明顯。

(2) 斜溫層：

- (a) 自混合層底部開始，水溫驟然改變的海水範圍，稱為斜溫層。
- (b) 鹽度、密度在斜溫層內的變化也十分明顯。



溫鹽圖



溫鹽深儀

(3) 溫鹽深儀：

又稱 CTD，(C 代表導電度，T 代表溫度，D 代表深度)，同步測量海洋的溫度、鹽度與水深。

(a) 海水溫度

通常以攝氏度數(⁰C)為單位，早期多使用水銀溫度計，現在則用電子溫度計測量，利用電子元件隨溫度變化而改變其物理特性的原理來換算成水溫。

(b) 鹽度

定義為每千公克海水中含有固體溶解物的公克數，其單位為千分之一 (ppt)，或記作‰。

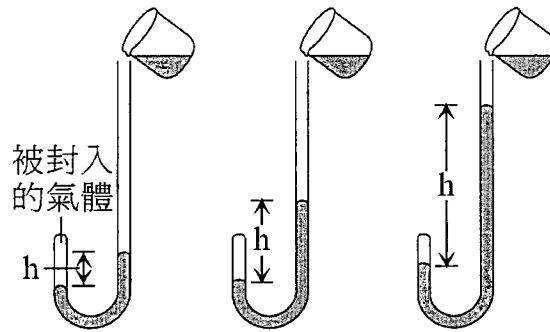
(c) 鹽度的測量：導電度

導電度和所含鹽分多寡有一固定關係，只要測得海水導電度就可轉換為相對應的鹽度。較採集海水固體溶解物秤重法快速、準確。由導電度換算得到的鹽度，是一個沒有單位的比值，為避免因無單位而衍生之誤解，現今多用 PSU (Practical Salinity Unit 的縮寫) 代表鹽度單位。

4.水深與壓力的關係：

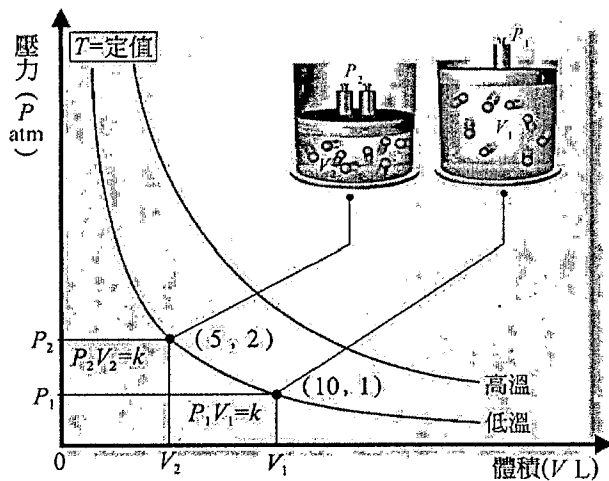
(1)壓力定律—波以耳定律(Boyle's Law)

(a).內容：在1662年，英國物理學家波以耳（Robert Boyle，1627～1691）將定量的氣體，在定溫下作一連串的實驗，得P與V的數據，由此實驗結果可看出， $P \times V$ 為一常數，這種規律性叫做波以耳定律。



P(atm)	V(L)	$P \times V$
0.100	224	22.4
0.200	109	21.8
0.400	60.0	24.0
0.600	35.7	21.4
0.800	27.8	22.2
1.00	22.4	22.4

(平均)22.4



(b)意義：定溫時，定量氣體所受的壓力增加時，它的體積減少；反之，當壓力減小時，它的體積增加。

(c).波以耳定律的計算：

在定溫時，一定量氣體的體積與氣體壓力成反比，數學表示法為：

$$V \propto \frac{1}{P}$$

設 k 為常數，則此數學式可寫成： $V = \frac{k}{P}$ 或 $PV = k$ 或 $P_1V_1 = P_2V_2$ (高中物理、化學)

(2)波以耳定律日常生活中的應用：潛水面臨的問題：



潛水夫病 (另需參考亨利定律)

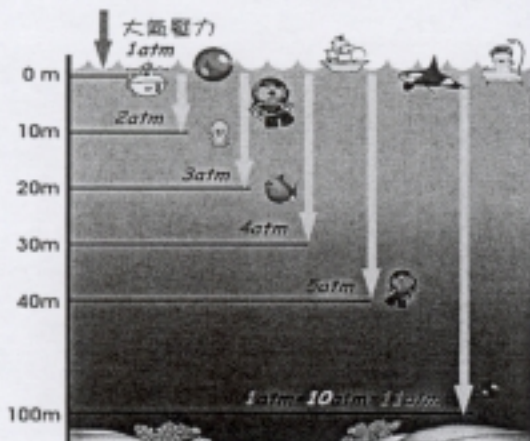
呼吸與波以耳定律

波以耳定律可以用來解釋呼吸狀態：肺的體積是由肋骨和橫膈來控制，吸氣時，肋骨上舉，橫膈下降，胸腔擴大，內部的壓力變小，因此空氣由外面進入肺；呼氣時，肋骨下降，橫膈上升，胸腔縮小，內部的壓力變大，因此廢氣排到外面。海水中的壓力比空氣中大得多，由海平面起大約每下降 10 公尺，就增加 1 大氣壓，在 30 公尺的深海中，外壓約為 4 大氣壓。潛水夫潛到深海中，這樣大的壓力使肺部、耳朵、鼻孔等與外界大氣相通的部位，會因受到擠壓而感覺不舒服。為解決此一問題，潛水夫通常都帶著水肺以供呼吸，水肺的設計會隨外界壓力的改變而提供相等於外壓的空氣，因此在 30 公尺深海底，潛水夫的肺部為 4 大氣壓，若快速上升，則必須趕快將肺部空氣吐出，否則肺部的高壓會使其本身膨脹，甚至使肺泡破裂，空氣直接進入血液，使人失去知覺，腦部損壞，甚至死亡。同時由於壓力增大，空氣在血液中的溶解量也增加，過量的氮溶於血中，會使人產生興奮、手腳刺痛、記憶減弱或失去知覺。如果潛水夫快速由深海浮上水面，當壓力驟降至 1 大氣壓時，溶在血中過量的氮氣便迅速由血中冒出，血管中形成的小氣泡會阻斷血流，導致呼吸困難、失去知覺或死亡，這稱為潛水夫病。解決這問題的方法是以氮和氧混合氣體供潛水夫呼吸，因為氮幾乎不溶於血中，所以不會造成上述現象。

(3)海水深度與壓力



以海水為例，當深度垂直下降 10 公尺，壓力會增加大約一大氣壓。

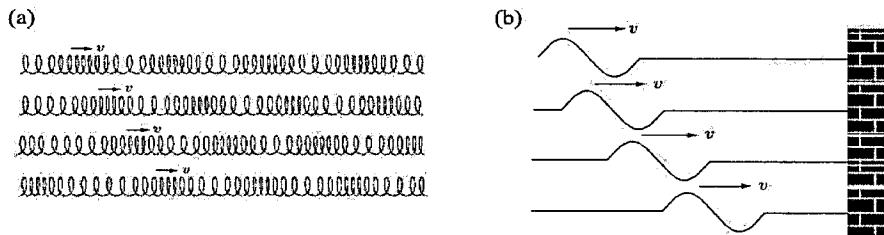


單元(二)水中聲學應用

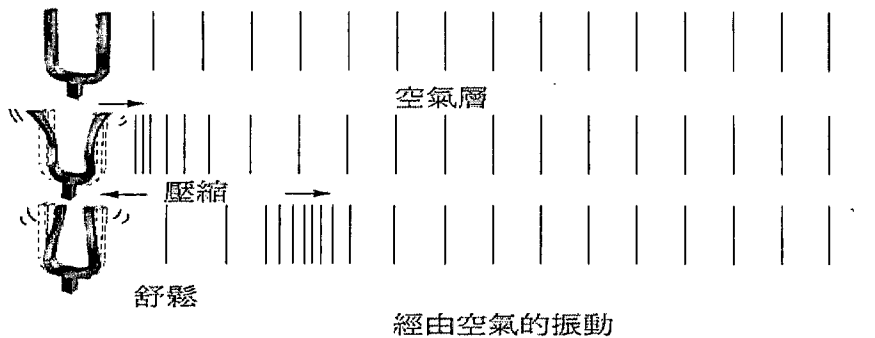
1. 波動的性質

(a) 縱波與橫波

波動的形式與介質的振動有關，介質振動方向與波前進方向互相平行者，為縱波，介質振動方向與波前進方向互相垂直者，為橫波。聲音是一種橫波，藉由介質擾動、壓縮傳遞能量，亦稱作疏密波。

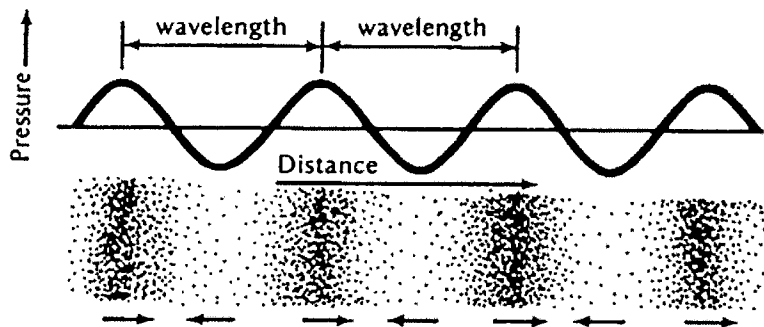


(b) 音叉的振動在空氣中傳遞 (聲音的傳遞)



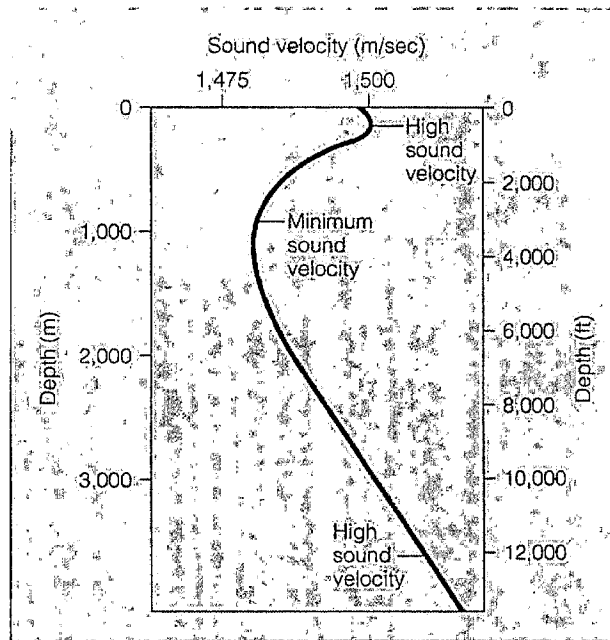
2. 聲波的特性

在波動所產生的形狀和分子振動快慢的方式，聲波和其它的電磁波不同。聲波是屬於一種力學波，必須藉由介質分子的功能來傳遞不同的能量。在傳送的过程中，聲波受到壓力、密度、溫度及介質運動的影響，一定會被改變波長的速度、各種物質的反射、繞射等情況發生。波在真空當中是直線前進的，然而波在前進的時候，介質分子會有疏疏密密、大大小小的分布，故稱為疏密波；也因傳播分子的運動方向和波前進的方向相同，所以被稱為縱波。



3. 水中聲學應用：

在水中，主要的應用乃在於利用水為聲波傳遞的媒體(介質)達到通訊與偵測、遙測與觀測之目的。對海床與海底環境而言，聲波似乎是瞭解其地形與地質結構、開發其能源與礦產之不可或缺之方式。聲波的傳遞是藉由波傳方程式來描述，因此海洋乃視為一「導波管」(waveguide)。影響聲波在海洋中傳遞之因子有很多，其中聲速與密度扮演了最重要的角色。聲速是物質之基本熱力學性質，其乃溫度與壓力之函數。因此除了在海岸斜波區、峰面交會區、或者是千萬公里之大尺度，一般而言聲速之變化，在深度方向比在橫方向變化大很多。所以海洋一般視為一水平方向層狀分部之聲波介質。



海洋海洋聲速之分佈

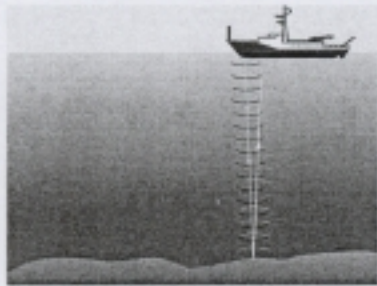
雖然聲速在垂直方向的變化並不是很大（在整個平均約 4000m 的深海，大約介於 1480 到 1540m/sec），但是對於長距離的傳播卻有深遠的影響。由於聲速與溫度及壓力成正比關係，然壓力與溫度在深度方向的變化分別成正、反比，以致於聲速在垂直方向的變化從海面算起由大而小，迄數百公尺深度時達到最小，然後往下增大。此一天然結構形成一聲波行進時因折射而使能量局限在一定的水層，此水層稱之為「深水聲道」(SOFAR sound channel, SOFAR 是 Sound Fixing And Ranging 之簡稱)。

水中聲學雖提供海洋中訊息傳遞之一重要方式，但是海洋環境相當複雜與吵雜，所以必須仰賴有效的訊號處理技術方能從噪音的環境中將訊號分離出來。

(1) 聲納系統：

聲波用於水中航行通信與水中物之偵測已有長久的歷史，較為人所熟悉。其所設計之系統通稱為「聲納」(Sonar 為 sound navigation and ranging 之縮寫)，相當於在大氣中使用之「雷達」(Radar 為 radio detecting and ranging 之縮寫)。依照不同的功能，而有不同的名稱。例如偵測水中之物體或生物者稱之為「回音偵測器」(echo sounder)，如魚探機、測深儀等；為搜尋或辨識在行進方向兩旁之特

微物者稱「側掃聲納」(sidescan sonar)；為探測海床或海底剖面而設計者稱之為「剖面儀」(subbottom profiler)等等。



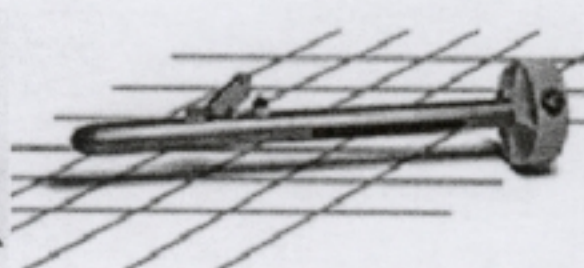
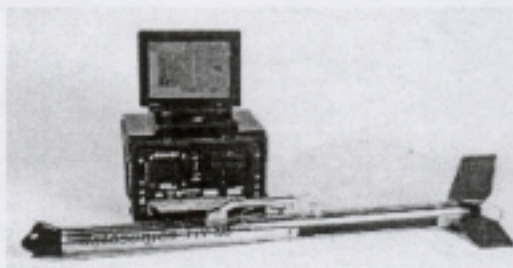
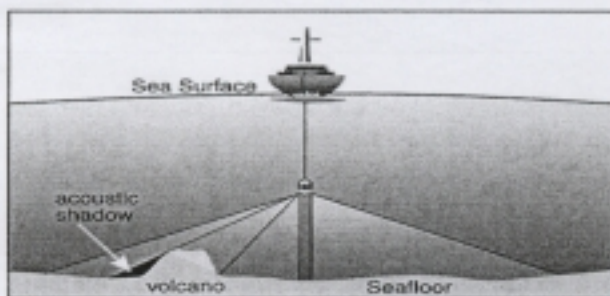
利用聲音、回音反射原理來作為探測

(a) 側掃聲納系統

側掃聲納系統是一種能提供海底地貌影像的探測儀器；其作業原理是將聲感釋放器放置於流線型載具兩側，此載具俗稱拖魚(TOW FISH)向海底釋放聲波，聲波經海底反射回之訊號由側掃聲納儀(Side-Scan Sonar)處理後，可將海底地貌顯示於紀錄紙上。本系統可依研究者需要調整側掃範圍，另可依解析度需要調整使用 100KHz 或 500KHz 之頻率，此系統亦可連接全球定位儀(GPS)所定出之位置資料，即時列印於紀錄紙上，使得地貌影像資料更完整。此系統主要應用於海底地貌、海底地電纜、管線鋪設及監測海底特殊障礙物(如：礁石、人工魚礁、沉船等)之調查研究。

附圖：側掃聲納，探測船航行與聲納使用示意圖。

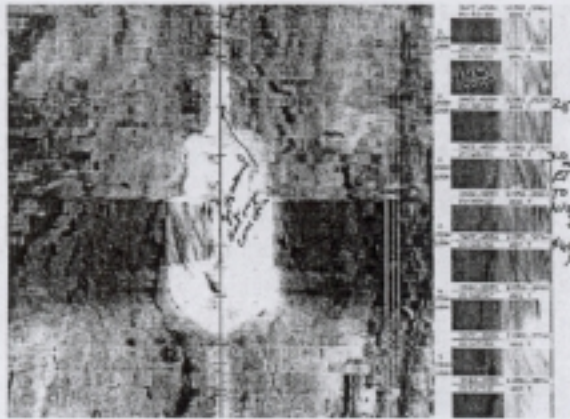
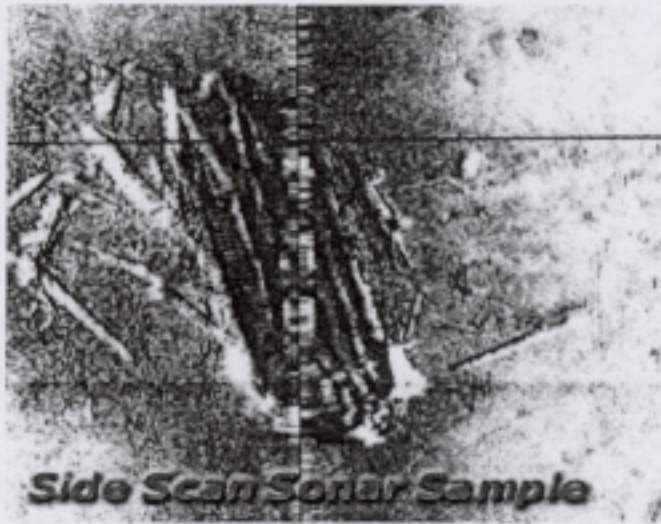
航行過程中，逐步紀錄所掃瞄之資料，並藉由電腦將數據拼圖。



KLEIN 422S-101HF 拖曳魚

側掃聲納儀器，稱之為「魚」，也就是拖著跑的魚；拖曳魚

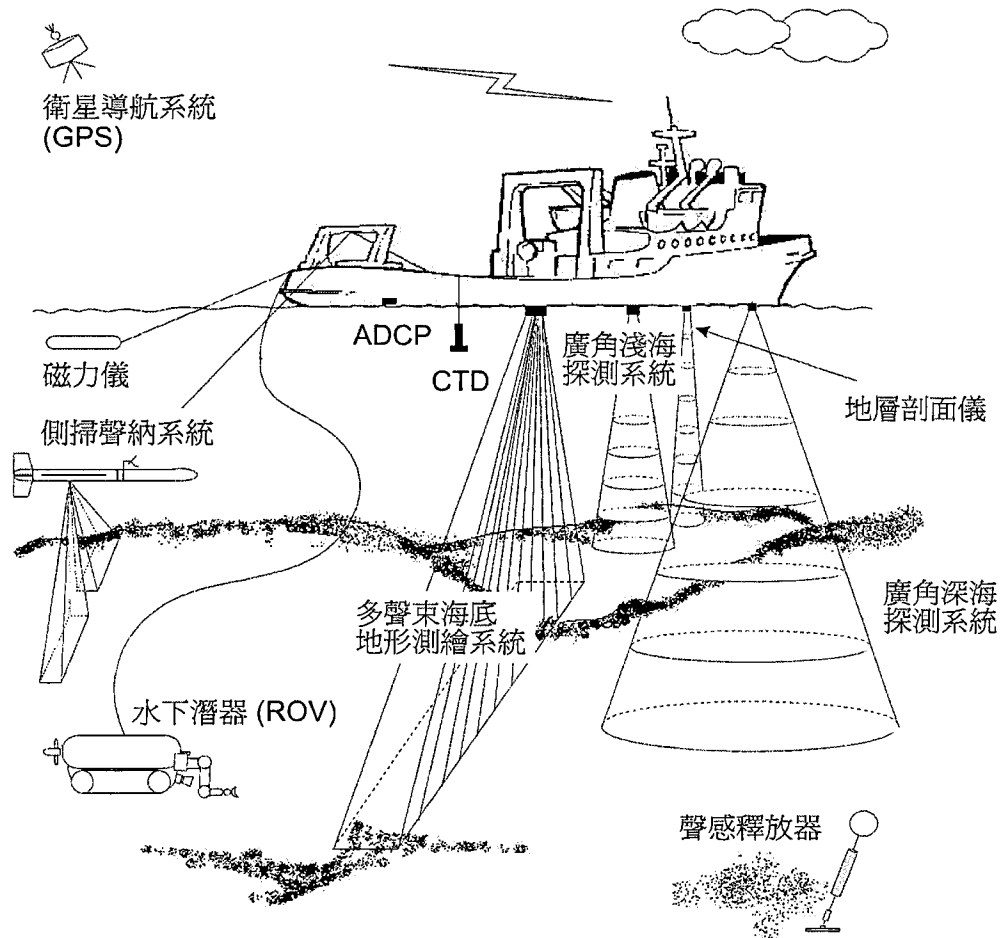
側掃聲納影像圖



(b)測深儀



單元(三)找尋失落的軌跡－海下技術應用



海洋探測示意圖

1.海下技術：

舉凡在海洋或海下環境中，因執行任務所需之工程技術，皆可謂海下技術。

2. 水下探測、搜尋與觀測利器

海下技術其實是一個應用很廣泛的領域，尤其是與海洋臨界的地區或國家（例如，台灣），其國民生活或國家建設，都與海下技術息息相關。例如，在海域中發生空難的搜救、海底地形的測繪、海底管線的鋪設、海下觀光的发展、海底能源的搜尋等，都是海下技術直接的應用。因此，作為一個海下技術的研究工作者，其主要的任務乃在研發各種水下探測、搜尋、觀測之聲納及水下潛器。

在聲納方面，由於在水下有不同的探測或搜尋任務，因此，即使都是以聲波作為基本原理，但是，聲波發射的方式與頻率，會因不同的目的而異。最為普遍

的聲納是做為船隻航行的「航行聲納 (Navigation Sonar)」及水深與海底地形測量的「測深聲納 (Depth Sounder)」，而近年來所發展出來的「多聲束海底地形測繪系統 (Multi-Beam Depth Sounder)」，更是高效率的海底地形測繪儀器。

其次，作為海床地貌探測的「側掃聲納系統 (Sidescan Sonar)」(圖 3) 及底層與底質探測的「底層剖面聲納 (Sub-bottom Profiler)」(圖 4) 乃是搜尋海床物體 (例如，飛機與船隻殘骸) 或海床掩埋物體不可或缺的利器，同時也是民生建設上，例如，海底放流管、輸油管、海底電纜鋪設與監測等，必備的探測儀器。再者，作為漁業發展所需的「魚探聲納 (Fish Sounder)」、海流測量的「海流剖面聲納 (Acoustic Current Profiler)」等，更是普遍的被應用。

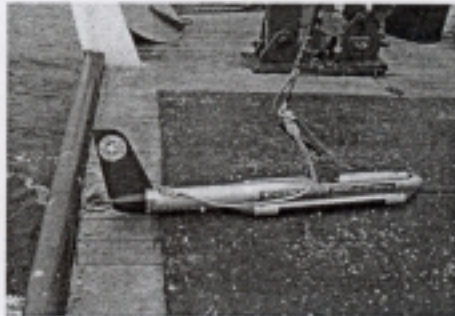


圖 3：側掃聲納拖曳魚 (tow fish) (海下所攝)



圖 4：底層剖面儀拖曳魚 (海下所攝)

在水下潛器方面，大體可分成三類：一類是以有線遙控方式、無人的水下潛器，簡稱為「水下遙控潛器 (Remotely-Operated Vehicle, ROV)」(圖 5)，其主要是將攝影機帶到水下進行直接攝影觀測。另一類是無線、無人的水下潛器，一般稱之為「自主式水下潛器 (Autonomous Underwater Vehicle, AUV)」(圖 6)，其可經由程式設計，自主航行並儲存資料。第三類是「水下載人潛器 (Manned Submersible)」(圖 7)，可搭載一至數名人員到達深海進行觀測。



圖 5：水下遙控潛器（海下所攝）

上述儀器雖然有些已經十分普遍與商業化，但是這些儀器的應用，仍然必須具備專業的背景與訓練，始能發揮功效。例如，「側掃聲納系統」及「底層剖面聲納」除需具備操作技術外，其所獲得之影像的判讀，更需要專業背景與豐富的經驗（圖 8）。



圖 6：自主式水下潛器

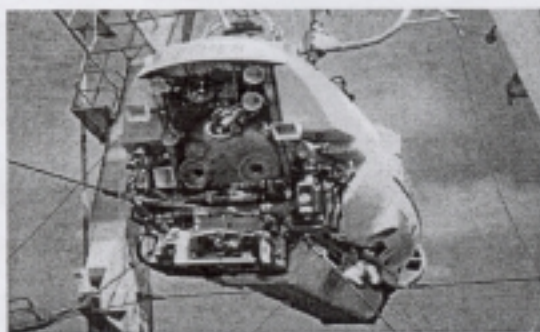


圖 7：水下載人潛器

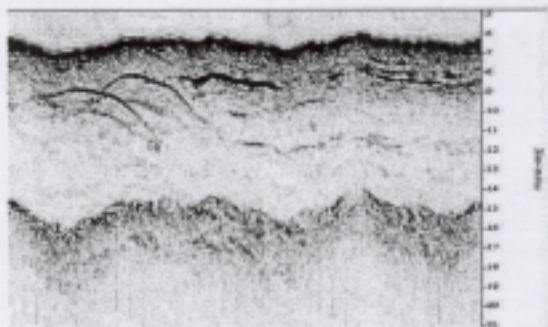


圖 8：底層剖面聲納影像（海下所攝）

3. 一些特殊的海下技術應用

有一些與海洋相關的研究或應用領域，也要依賴海下技術方可完成。

能源探測：根據研究資料顯示，海底蘊藏大量的天然氣水合物（Gas Hydrate），是未來重要的能源。我國經濟部地質調查所委託台灣大學海洋研究所所組成的研究團隊，目前正積極在南海（South China Sea）地區進行探測。在地球物理性質調查方面，藉由反射震測、底層剖面聲納回音，並搭配「海底地震儀（Ocean Bottom Seismometer, OBS）」等相關探測方式，已獲得相當多的影像資料，並經分析顯示南海地區確實蘊藏相當豐富的天然氣水合物。在不久的將來，若有適當時機與經費支援，則將進一步進行鑽探獲取直接證據，以利評估賦存量及後續開採。

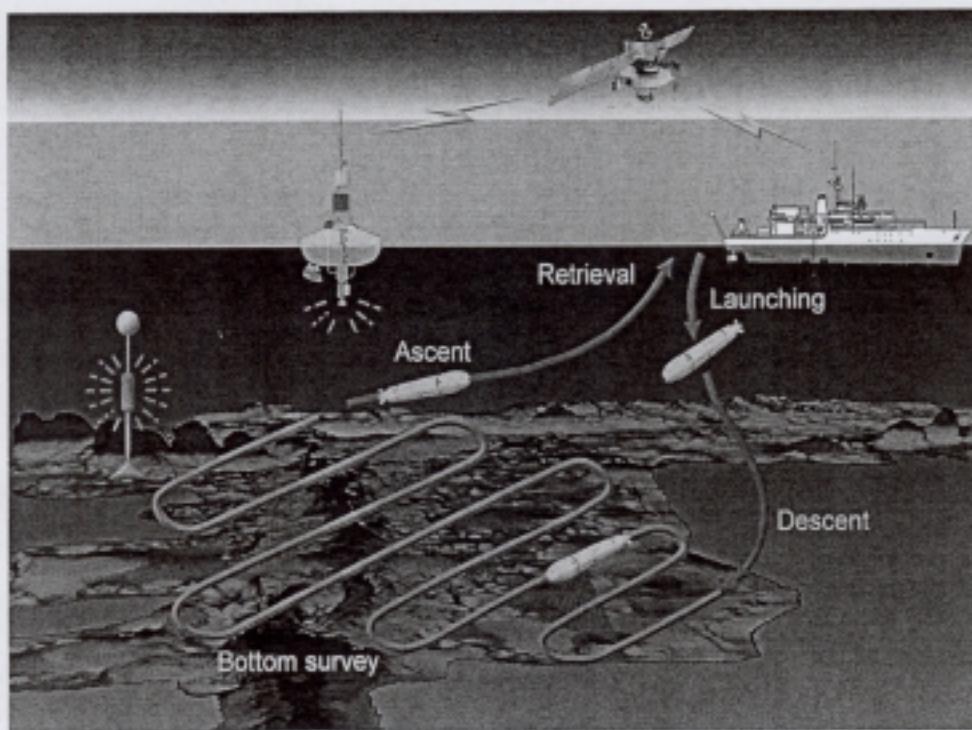
海下考古：在廣大的海床上存在著大量古代因人為或天然災難而沈沒於海底的古沈船與文物。這些未受擾、封存完整的各種船艦或飛機的殘骸與文物，提供考古學家探究人類歷史與人文發展的絕佳機會，因此，逐漸衍生出海下考古（Marine Archeology）的領域，其乃結合歷史學、考古學、海下技術等專長所形成的跨人文與科技的領域。由於過去海下搜尋技術能力有限，海下考古難以進行，而今因海下技術的突飛猛進，海下考古乃逐漸興起。根據文獻記載與調查，我國澎湖海域、東沙群島附近蘊藏相關豐富的考古資源，並已有專家學者進行研究，且也引起國際的重視。

全球增溫：在過去百年間，由於人類大量的使用石化能源而造成二氧化碳氣體的排放，導致因「溫室效應」而造成地球的平均溫度逐年的增高，稱之「全球增溫（Global Warming）」。由於溫度對於地球生態影響甚巨，若不適時處置，必將導致生態浩劫，就如電影「明天過後」的情節一般。因此，如何測定全球增溫，乃是一個相當重要的問題。由於全球增溫會造成海水溫度升高，科學家們乃利用聲波在海水中傳播的特性及其與海水溫度的關係，經由大尺度、長時間的聲波傳播實驗，找尋全球增溫的科學證據，也算是海下技術領域水中聲學較為特殊應用的一例。

4. 與「鐵達尼號」有約：

（這是一個學習活動的敘述）

從鐵達尼號影片開始的數分鐘，可以知道影片中使用到海底的潛具，來作探勘，現在請學生以下圖來稍作說明，當有一目標物欲打撈或是探測時，必須先具備哪些資訊？該如何取得資訊？要怎麼操作？



(1) 探測船：

需要一個衛星定位系統，確切知道當前的位置。

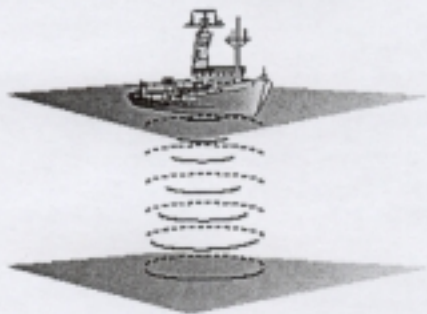
(a) 地物搜尋：使用側掃聲納的技術。(學生必須回答部分)

會用到「一隻魚」是：拖曳魚

(b) 海底地形部分：使用測深儀。(學生必須回答部分)

測深儀的基本原理。

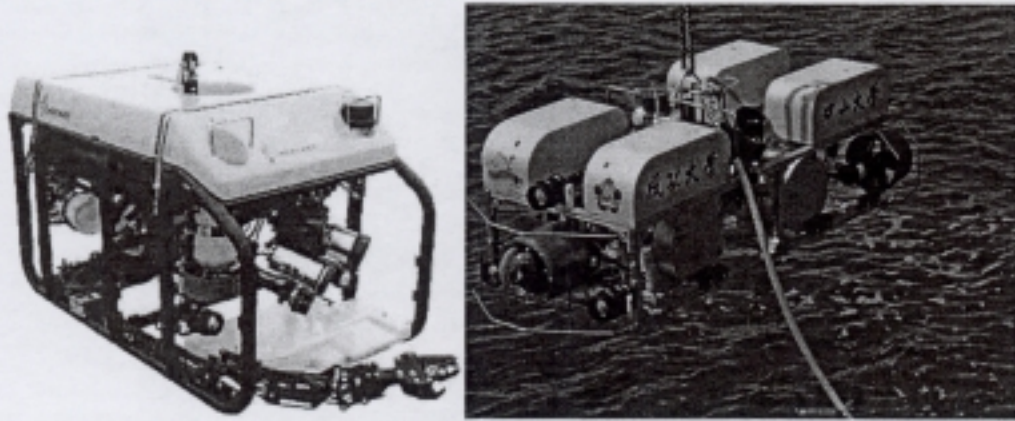
(c) 多波束測深系統：



由圖形所示，簡述其應用。

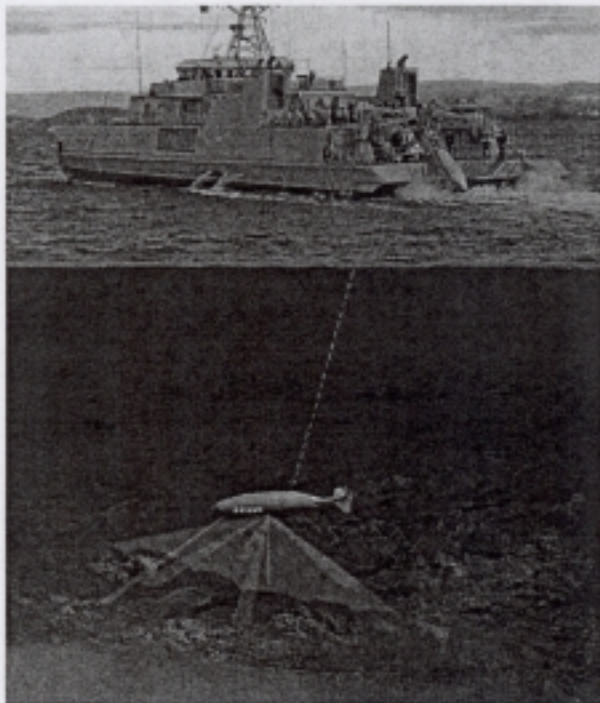
(d) 水下潛航器：(與影片中類似，影片中屬於載人潛艇)

水下遙控潛器 (繫纜 ROV)

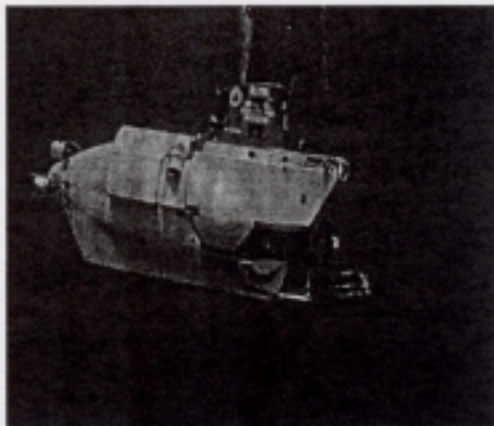


ROV 上具有哪些配備：攝影機(+燈光)、纜線連接至船上，可裝有機械手臂。

自主式水下潛器（無纜 AUV）：示意圖如下，配備有聲納，遙控系統。



載人潛艇(Manned Submersible)



可以搭載人員於其上操作。

結論

學生藉由先前的知識，包含物理、地球科學之概念，進一步瞭解海下科技之應用與發展，除了衛星定位系統，在此較少說明。從海洋環境認知，培養對海洋的認識，再來經過物理學中聲學、波動之基本性質，最後，主要是針對海下、海洋的探測技術部分，讓學生學習並懂得應用原理。最後一個單元部分，可以藉由思考如何探測、如何搜尋，先引發學生之動機與實際應用層面，來更瞭解關於 ROV、AUV 以及載人潛具、潛艇的實際運用。

地球科學部分：必須先知道台灣海域的特性，也可以稍微提到洋流可能造成的影響，主要是針對近海區域，充分瞭解，並對照於之後海下技術應用，可能必須先解決的問題，或是必須注意的事項。

物理學聲學部分：瞭解波動性質，從基礎的物理學知識，知道波動傳遞需要介質，傳遞能量，會隨著介質不同有所改變，聲波用於探測，在海水環境中，受到溫度、鹽度影響，簡言之，海水密度並非到處都一樣，該如何分析與應用，是學生必須探討的。

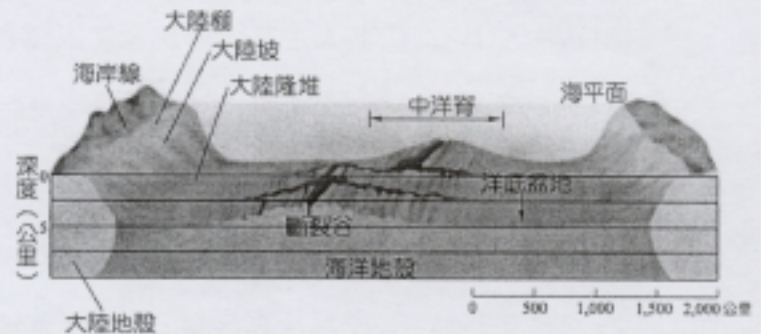
最後，實際應用，先介紹海中聲學應用，可以藉由相關參考資料，讓學生進一步瞭解聲納應用，水中不使用光來探測，除非是到底下的攝影，但是其能見度依然有限，介紹一些機具，與技術應用，讓學生知道整個環境的探測是怎樣的一個程序與方法，進一步與所學相結合，不至於僅有理論部分。



第一單元 「海洋結構」的自我評鑑

一、請就圖形說明海底環境的結構。

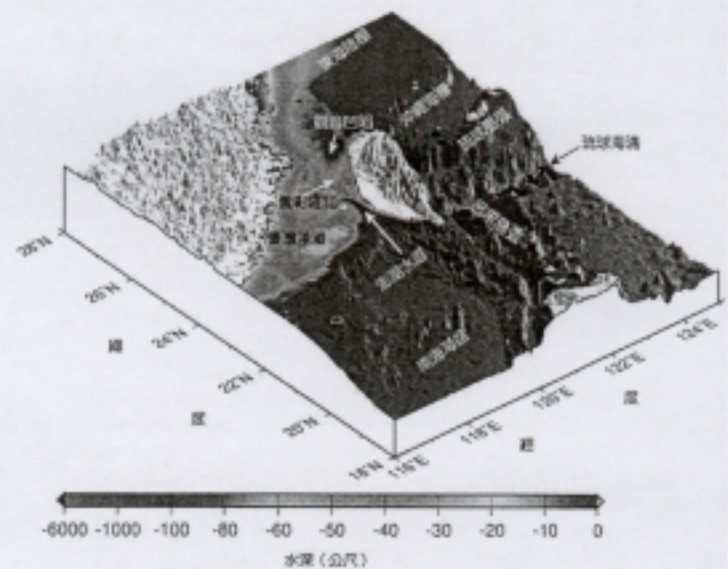
六 焦點：瞭解海洋海底地形的基本結構



二、圖中為台灣附近海域的地形，請問單敘述。並就板塊的運動來說明，台灣附近地形形成的原因為何？

六 焦點：讓學生瞭解自己居住環境—

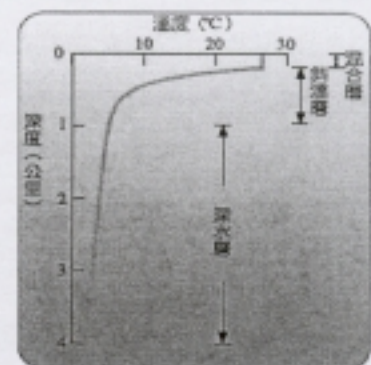
台灣附近海域的地形。



三、說明溫鹽圖的意義，並敘述什麼

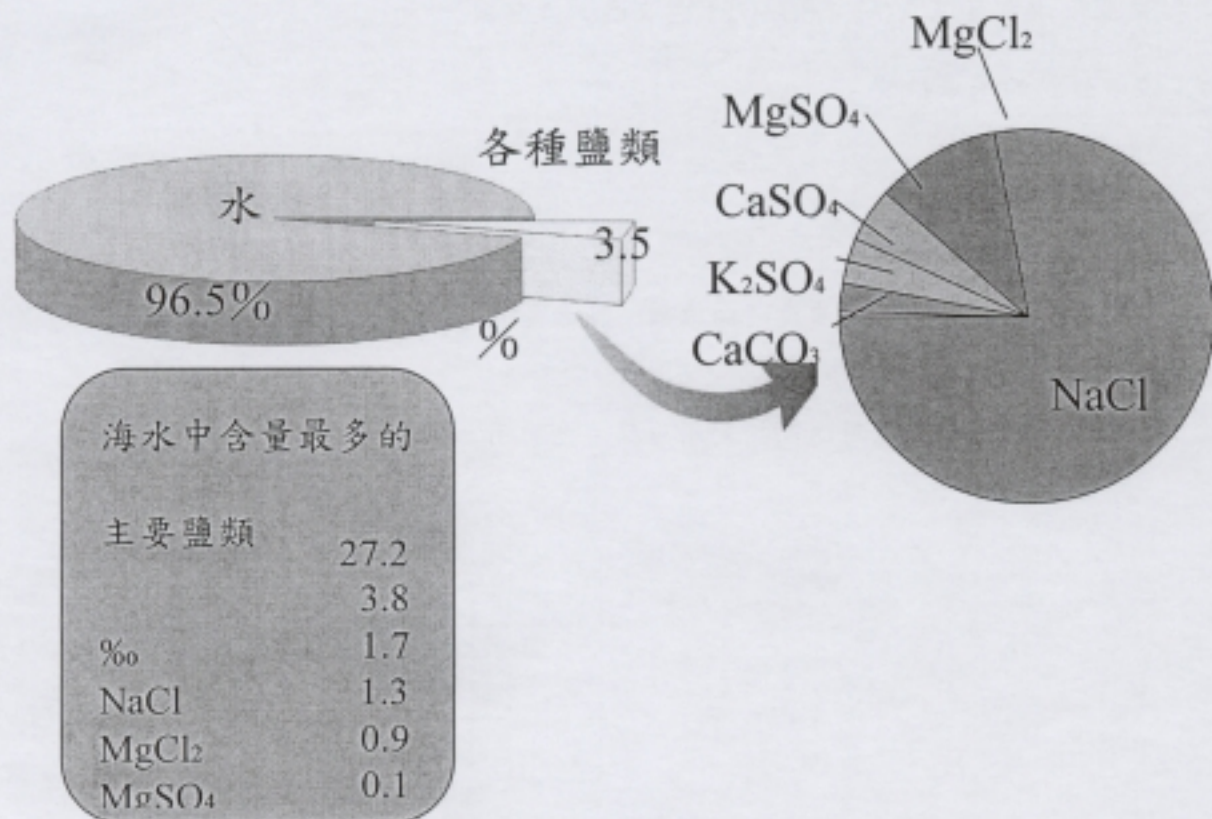
是「溫鹽深儀」，CTD 各字母代表意義為何？高低緯度的溫鹽圖有哪裡明顯的不同。

六 焦點：瞭解海洋垂直分層，溫鹽儀與溫鹽圖。



四、就海水的組成，可以表示成下圖，簡易的說明，可以利用這些物質，提取什麼物質？

焦點：瞭解海水中所含鹽類之應用。



五、波義耳定律是氣體體積與何種物理量關係？關係為何，用數學式表示之，並利用大氣壓力的關係(1atm = 760mmHg = 1033.6 gw/cm²)說明，水深下降 10m，壓力會增加 1atm。

焦點：從波義耳定律瞭解水深與壓力的關係。

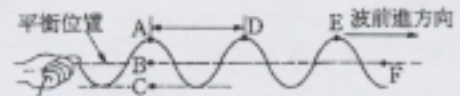
回饋：在學習的過程中，有什麼是比較難以理解的？對於海洋的探測你還想多知道什麼？或者，提出你對潛水相關問題的看法？



第二單元 「聲學」的自我評鑑

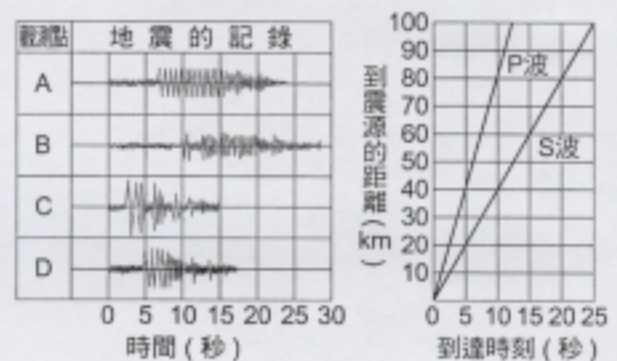
- 一、就基礎物理中所學，波動有什麼基本特性？橫波與縱波有何不同？圖中為一繩波，試用圖形說明其波長(λ)、頻率(f)、與波速(v)之意義。

焦點：瞭解波動的基本性質



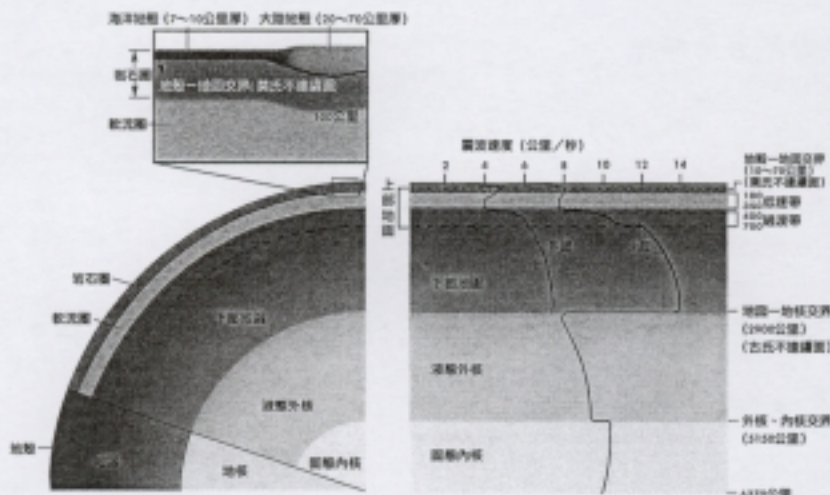
- 二、圖中為地震觀測用之「震波走時曲線圖」與地震觀測記錄，簡單說明所利用的原理？(基礎地球科學)

焦點：讓學生瞭解地震波應用進而想到水中聲波之應用



- 三、圖中為地球層圈之構造，主要是利用地震波來區分測量的，為何利用這樣的波動，而不利用電磁波？

焦點：電磁波有其限制性，「穿透性」是瞭解肉眼無法知道的範圍必要考量之條件！

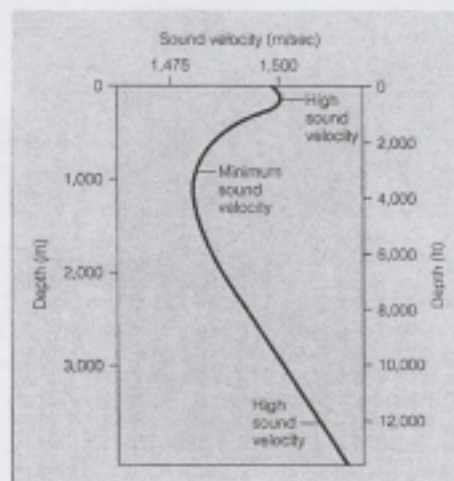


四、在水中或海洋探測應用中，為何不使用電磁波來探測？在水中、聲音的傳播，受到哪些因素影響？

焦點：瞭解波動中聲波的基本性質，聲波受到介質密度與溫度之影響。

五、簡單說明，海洋中聲速的分佈？

焦點：從圖形中去瞭解聲音在海洋中所呈現的性質

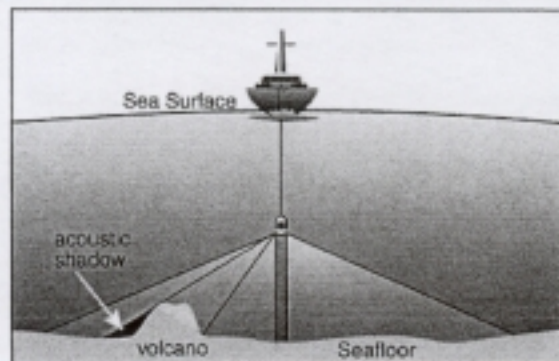



六、什麼是聲納 (Sonar System)，你所知道聲納的應用有什麼？


焦點：瞭解聲納是利用聲音的反射、折射等性質

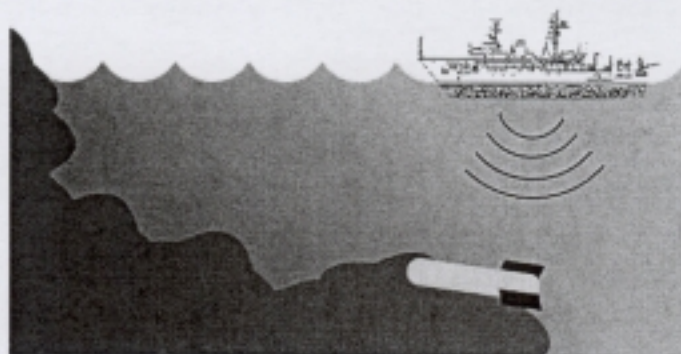
七、所學的課程中，可否舉例說明聲納在海下科技中之應用？或就下圖作簡易的說明。


焦點：先從測掃聲納做簡單的說明。

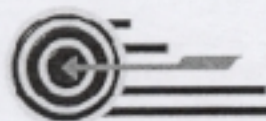


 八、下圖為一探測船與海洋的簡易示意圖，就你所學，將聲納能應用範圍，繪於其上。

 焦點：就學生初步認識與所學來應用聲納，進而瞭解其應用之範圍。



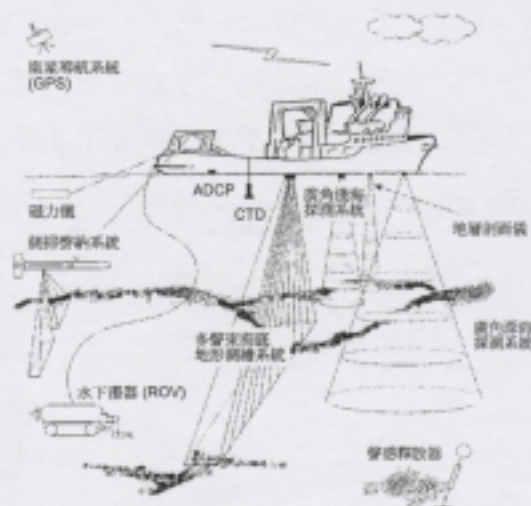
 回饋：在學習的過程中，有什麼是比較難以理解的？對於聲納的應用你還想多知道什麼？或者，提出你的看法，有沒有什麼型式的其他應用，其可行性？



第三單元 「海下科技」的自我評鑑

一、海下科技應用十分廣泛，在課程之後就你所知的略敘述一下什麼是「海下科技」？

焦點：瞭解海下科技，並不只是侷限於潛艇等常識。



二、Titanic (鐵達尼號) 影片中前 10 分鐘的場景所使用的儀器是哪一種？

焦點：影片中是使用載人潛具，學生必須在課後能清楚知道。

三、水下的潛具可分為哪些？簡易敘述之。

焦點：水下潛具大致可分

ROV、AUV...等三種。



Depth rating: 300 m
Weight in air: 3.3 kg



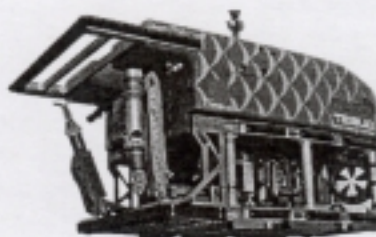
Depth rating: 150 m
Weight in air: 10 kg




Depth rating: 300 m
Weight in air: 42 kg




Depth rating: 2000 m
Weight in air: 300 kg




Depth rating: 3000 m
Weight in air: 2000 kg


 四、若以魯夫為主，組成一個探險對，現在目標在於搜尋海洋中遺失的寶藏，從多方訊息得知，其可能地點在中山大學外方海域，而身為隊長的你，分配工作隊員如下：


- (A) 喬巴：負責海地地形調查，
- (B) 騙人布：負責分析海域的性質
- (C) 娜美、索隆、香吉士：操作水下載具（無人、載人潛具）？
 - (一) 試就每個人分配到的工作，敘述其所需應用到之技術或儀器設備？
 - (二) (B) 組的騙人布在分析海域特性時會用到哪些資料或圖片？
 - (三) 水下潛具可以給娜美什麼資訊，若必須採集樣本，該如何做？

 焦點：瞭解整個海下科技的整合應用，大致敘述實際探勘的流程或是過程。




 五、現在，對海洋探測與海下科技，有了初步認識的你，能否針對所學，想出其他方面的應用？或是有什麼進一步的想法？


 焦點：學生對於課程瞭解的程度。

 回饋：在學習的過程中，有什麼是比較難以理解的？對於海下科技你還想多知道什麼？

水密測試實驗

 實驗目的：1.瞭解防水的方法。


2.水是否能阻隔在外的條件與因素。

 實驗器材：1.保特瓶 600ml (不同種類的，礦泉水、汽水、寶礦力水得—必要)

2.特夫綸(Teflon 膠帶)1~2 捲

3.水槽

4.染料、或是紅墨水

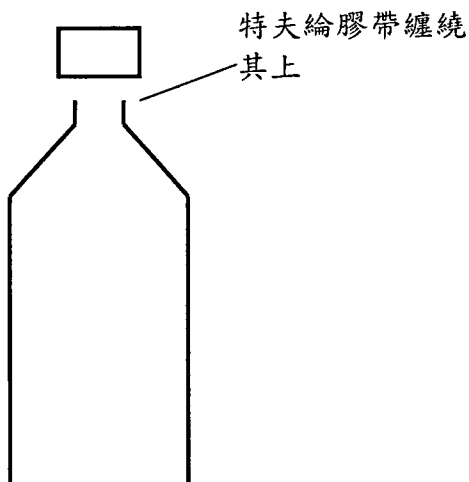
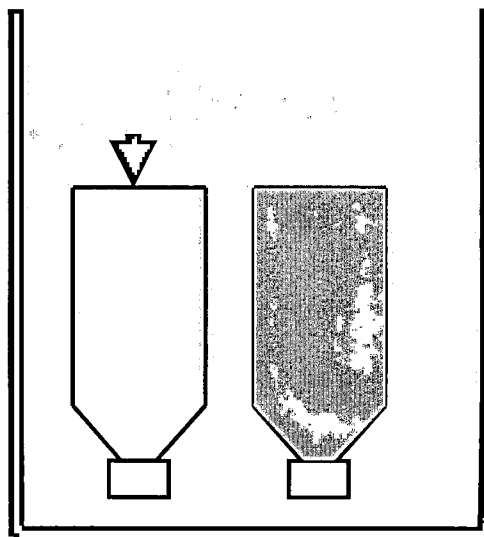
 實驗步驟：

1.在實驗室中的大水槽，或是排水集氣法用的水槽中裝六分滿的水，並加入染料或是紅墨水染色。

2.準備兩只相同保特瓶，一只裝水(清水、不染色)，另一只為空瓶，蓋上瓶蓋，旋緊，將其開口向下方，壓入水槽底部，30 分鐘後觀察其是否有水滲入瓶中。

3.同一保特瓶，更換不同瓶蓋，觀察其結果。

4.若在瓶口處纏上 1~2 圈特夫綸膠帶，再將瓶蓋旋上，重複同樣的實驗。



5.改變水深，重複相同實驗，並記錄結果。



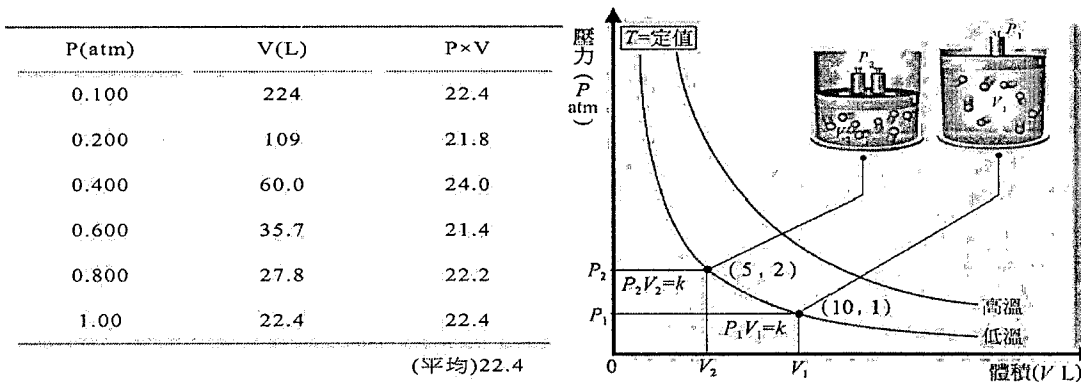
實驗後討論：

1.防水必須注意哪些事項？
纏上特夫輪膠帶目的為何？

2.防水是否與壓力有關？
波義耳定律說明。

(1)壓力定律—波以耳定律(Boyle's Law)

(a).內容：在1662年，英國物理學家波以耳（Robert Boyle，1627～1691）將定量的氣體，在定溫下作一連串的實驗，得P與V的數據，由此實驗結果可看出， $P \times V$ 為一常數，這種規律性叫做波以耳定律。



(b)意義：定溫時，定量氣體所受的壓力增加時，它的體積減少；反之，當壓力減小時，它的體積增加。

(c).波以耳定律的計算：

在定溫時，一定量氣體的體積與氣體壓力成反比，數學表示法為：

$$V \propto \frac{1}{P}$$

設k為常數，則此數學式可寫成： $V = \frac{k}{P}$ 或 $PV = k$ 或 $P_1V_1 = P_2V_2$ (高中物理、化學)

3.波義耳定律與本實驗之關連：

當水槽水深改變時，外界大氣壓力會經由水壓增加而增加，瓶中是否有水，也會影響內外壓力的差距。