

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

高職組 電子、電機及資訊科

第三名

091010

全方位救生－數位化水上安全管理系統

學校名稱：臺北市私立開南高級商工職業學校

|        |       |
|--------|-------|
| 作者：    | 指導老師： |
| 職三 馬明哲 | 江明岳   |
| 職二 余柏葦 | 張丕白   |
| 職二 林家禾 |       |
| 職二 柯凱元 |       |

關鍵詞：溺水偵測 警告訊息傳送系統 搜救定位

## 摘 要

本系統能保障人們的水上活動安全，避免災難發生。尤其游泳池戲水人數眾多，常有抽筋或撞暈等情況，救生員不易察覺錯失救難黃金時間。本系統於水域意外發生時，自動或手動發出求救信號，同時啓動安全氣囊自救，輔助救生員迅速找到溺水者。本研究分爲四大部分，以游泳池安全管理爲主，第一、二部分能提供所有水域活動使用。

### 一、溺水偵測系統

結構輕巧佩帶人身，自動或手按發出求救電波。

### 二、自動安全氣囊

輕薄穿著不會妨害運動，警報發出自動充氣達成自救目標。

### 三、搜救定位系統

水域分區裝設接收電波的銅片，藉由定點電波信號的強弱，判定搜救位置。

### 四、定位顯示裝置

收到溺水信號立即指示搜救位置，並以無線電傳到救生員的手錶型顯示器。

## 壹、研究動機

臺灣四面環海，水上活動的意外事件，高居意外死亡的要項之一，報章雜誌、電視傳播媒體不時有相關報導。令人記憶猶新的是民國九十五年四月六日，臺灣網球青少年十四歲組，排名第一的好手張承正，赴泰國參加東亞國際青少年賽事，晚間於飯店游泳池溺水，經急救仍不治。

代表隊教練黃明春表示，已盡力照顧年輕選手，無奈事出突然，對不幸結局只能深感遺憾，黃明春教練還透露，由於游泳池深不及成人腰部，選手溺水時又非趴臥而是平躺，因此他懷疑張承正可能在水中抽筋，導致反胃嘔吐而窒息。

水上安全問題值得深入探討，研究溺水徵兆設計出溺水偵測，並啟動自救裝置，提供救生員資訊，迅速找到溺水者的整合系統，對於海島地形的臺灣有迫切需要。

## 貳、研究目的

本研究運用所學保障國民的生命安全，避免傳統人工救生的疏失。系統的溺水自動偵測與手動求救裝置，能啟動身上的充氣氣囊自救。搜救定位系統，除了發出警報聲響，還能標示出溺水者位置；同時傳遞訊號至救生員佩帶的手錶型溺水定位顯示器，使救生員能迅速而準確的展開救援行動，提升救護管理功能。

基於學有所用的理想，將學校的課程「表 1」與專題相融合，如電子學中的「運算放大電路」，處理電波訊號的強弱判斷出溺水者的位置。希望本研究能喚起國人重視水上活動安全，增進人類的福祉。

表 1 高職課程學習相關內容

| 科目名稱  | 年級 | 內 容     | 作品應用部分        |
|-------|----|---------|---------------|
| 基本電學  | 高一 | 直流暫態    | 電源濾波          |
|       |    | 交流電波形   | 求救訊號分析        |
|       |    | 非諧振電路   | 類比訊號處理、濾波電路   |
| 物 理   | 高一 | 物理量及其單位 | 各種物理量級單位之換算   |
|       |    | 波 動     | 流速與波形分析       |
|       |    | 力 學     | 安全氣囊與感測裝置設計   |
| 化 學   | 高一 | 氣相與化學反應 | 安全氣囊之充氣反應     |
| 計算機概論 | 高一 | 程式設計    | 電腦程式設計        |
|       |    | 多 媒 體   | 量測系統之電腦語音報知功能 |
| 電子學   | 高二 | 二極體     | 電源電路、繼電器保護裝置  |
|       |    | 電晶體     | 放大電路          |
|       |    | 運算放大器   | 放大電路與濾波器      |
| 電子實習  | 高二 | 電子儀器    | 系統實作之量測、校正、檢修 |
|       |    | 二極體     | 電源電路、繼電器保護電路  |
|       |    | 電晶體     | 放大電路          |
|       |    | 運算放大器   | 放大電路與濾波器      |

## 參、研究設備及器材

本研究所的設備與器材，可分為下列三大類：

一、研究設備：參閱「表 2」。

表 2 研究設備一覽表

| 研究設備  | 規 格 | 數 量 | 備 註           |
|-------|-----|-----|---------------|
| 信號產生器 |     | 2   | 產生標準訊號提供校正與測試 |
| 電源供應器 |     | 2   |               |
| 同步示波器 |     | 1   | 訊號波形觀測        |
| 三用電表  | 類比  | 5   |               |

二、研究器材：參閱「表 3」。

表 3 研究器材一覽表

| 研究器材       | 規 格    | 數 量 | 備 註     |
|------------|--------|-----|---------|
| PCMCIA 介面卡 |        | 1   |         |
| 筆記型電腦      |        | 1   |         |
| 印表機        |        | 1   |         |
| 曝光機        |        | 1   | 製作感光電路板 |
| 類比資料擷取卡    | PCMCIA | 1   |         |
| 變壓器        |        | 1   |         |

三、工具機：參閱「表 4」。

表 4 研究工具機一覽表

| 工具機    | 規 格 | 數 量 | 備 註  |
|--------|-----|-----|------|
| 電烙鐵    | 30W | 4   | 恆溫控制 |
| 尖嘴鉗    | 電子用 | 4   | 無牙   |
| 斜口鉗    | 電子用 | 4   |      |
| 剝線鉗    | 電子用 | 4   |      |
| 螺絲起子組  | 電子用 | 4   |      |
| 麵包板    | 電子用 | 4   |      |
| 三用電表   | 類比  | 5   |      |
| IC 拔取器 |     | 2   |      |
| IC 整腳器 |     | 2   |      |
| 電鑽     | 小型  | 2   |      |
| 銼刀     |     | 5   | 一組   |

## 肆、研究過程或方法

### 一、文獻探討

#### （一）溺水意外統計資料分析

內政部統計溺斃人數雖逐年減少，但民眾欠缺安全觀念頻頻發生意外，民國九十二有六百三十一人溺水死亡（行政院衛生署網站，2003）。游泳池溺斃比率較低並非溺水人數較少，而是泳池有救生員，其他水域則無。（王國川，2002）。

#### （二）國人使用游泳池需求高

##### 1、臺灣地區水域運動產業以游泳池比率最高

根據民國九十二年彙整資料，水域運動產業統計游泳池佔77.96%（臺灣體育運動管理學會，2003）（附件）。

##### 2、教育部推動學生游泳能力方案需求擴大

民國九十四年起教育部「確立海洋臺灣的推動體系—推動學生游泳能力方案」，現有游泳池數量校內412座、校外360座。全年服務總人次=2,632,000人(學校泳池)+864,000人(校外泳池)=3,496,000人。目前學生總數約5,500,000人，尚有2,004,000位學生無泳池可使用。考量土地與經費，以新建戶外25公尺泳池為主，此種泳池每座全年服務4,000人次計算，須再興建501座方能供需平衡。落實學生游泳能力方案，泳池數量高達1273座（教育部，2005）。

#### （三）救生人員不足

目前各級學校游泳教學師資與救生人員不足，難以推動學生游泳能力政策（教育部，2005）。

#### （四）游泳池意外事故頻傳經營風險高

根據民視調查自88年至94年間游泳池的意外事故，可歸納為溺水、中毒、跳水、吸入、衝擊、割傷與碰撞等七類。游泳池風險的主要原因如下：

##### 1、管理問題：

包括教學與救生人員不足、管理制度規章不完備、維護工作不確實。



2、硬體問題：

主要為設計規劃不良。

3、法規問題：

目前游泳池建築規劃與管理法規非常少！建築師設計泳池時缺乏準則，業者也無評估泳池規劃的標準，**必須仰賴管理降低意外事故**。（教育部，2005）

## 二、溺水偵測與救援研究

### （一）溺水原因

- 1、據內政部消防署統計，每年溺斃者超過四百人，大多數為身體不適抽筋溺水。
- 2、跌倒嗆水則為一時緊張身體失去平衡，尤其初學者的平衡感差，亂抓亂划造成頭重腳輕，雙腳踩不到底，無法衝浮出水面換氣而溺水。（曾紹昌，2005）

### （二）溺水徵兆

- 1、全身俯趴水中，手腳頭突然掙扎數下後全身不動持續 20~30 秒，可判定嗆水昏迷。
- 2、會游泳的人溺水時，在未下沉前必會呼救，一旦開始喊叫就是要下沉的時候，無力掙扎瞬間沉入水中。因此雙手在水面緩慢划動，而頭部浸入水中 5~10 秒，仍未浮出水面換氣的泳者，可斷定溺水。（曾紹昌，2005）

### （三）溺斃過程

溺水之初有保護性的反射動作即呼吸暫停，0.5~1分鐘後缺氧開始呼吸，呼吸道吸入水分。此時仍有各種反射，可能引發劇烈嘔吐，嘔吐物吸入將呼吸道阻塞，嚴重窒息缺氧幾乎無意識。過1.5分鐘左右，呼吸停止或停止後暫時恢復繼續吸水，意志完全喪失瞳孔擴大，約再持續1分鐘，完全停止呼吸繼之心跳停止。可見溺斃過程僅4~5分鐘（T.I.E.R.台灣國際緊急救難總隊）。

### （四）搶救時間

根據Smith & Smith(1994)的水域事故類型圖1. 泳者配戴的溺水偵測及自救系統分類，除立即沉入水中類型之外，其他類型都有20 至60 秒的搶救時間，**最有效的水域搶救時間平均為40 秒**，即時搶救可大幅減少溺斃者（王國川，2002）。

### 三、功能設定

#### （一）溺水偵測

- 1、手動求救：即將溺水者自行按鈕求救（有意識者）。
- 2、自動求救：偵測沉入水中約 2 分鐘，或脈搏異常立即啓動求救訊號（無意識者）。

#### （二）自動開啓自救充氣裝置

#### （三）無線傳送溺水信號

#### （四）游泳池定點分區設置接收信號的銅片

#### （五）顯示溺水者位置

#### （六）救生員手上配戴的顯示溺水區域裝置

### 四、系統設計

首先研究水中傳遞求救訊號的方式，查到德國科學家勃·別爾格，發現非洲的象吻魚一分鐘能發出 400~800 次電脈衝，水有污染其發出的電波頻率便急劇降低。德國工程師卡爾斯，研製出接收與測量電脈衝的裝置，在德國格廷根市首先用七條象吻魚做監測水質量試驗。我們以電的脈衝訊號，作為訊號傳送的方式，相關系統如「圖 1」、「圖 2」、「圖 3」所示。

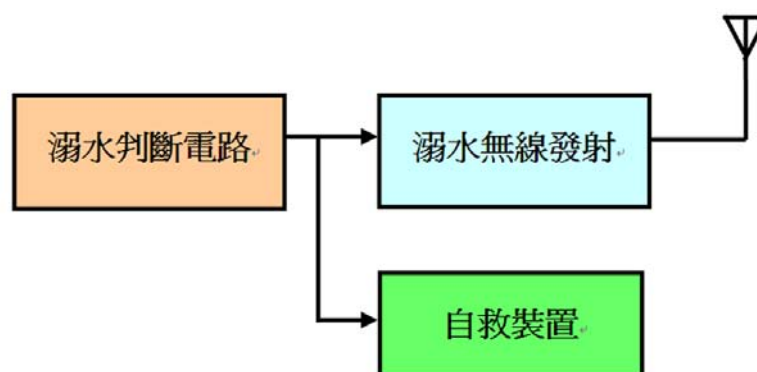


圖 1. 泳者配戴的溺水偵測及自救系統

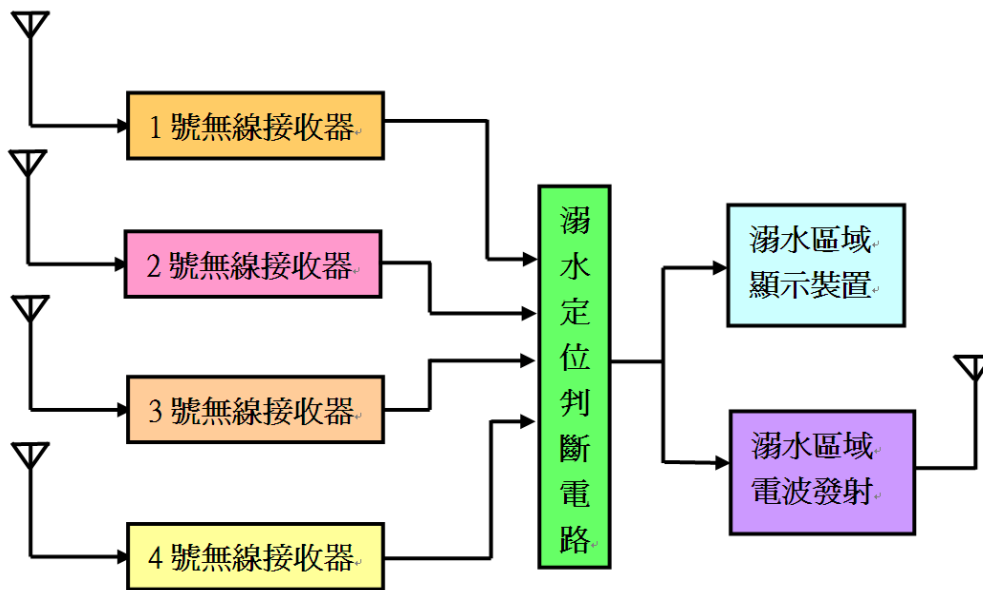


圖 2. 溺水定位判斷及顯示系統

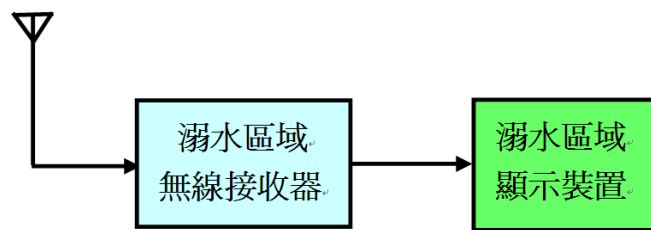
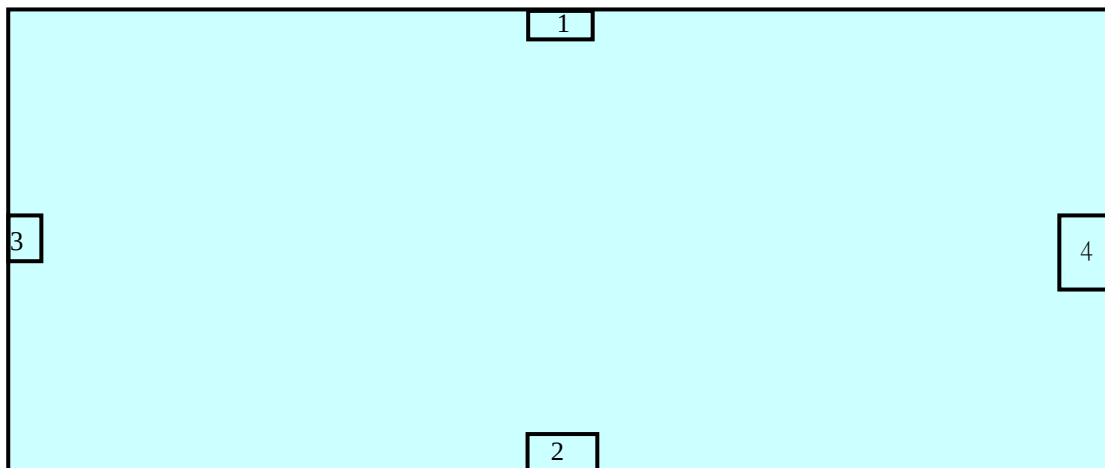


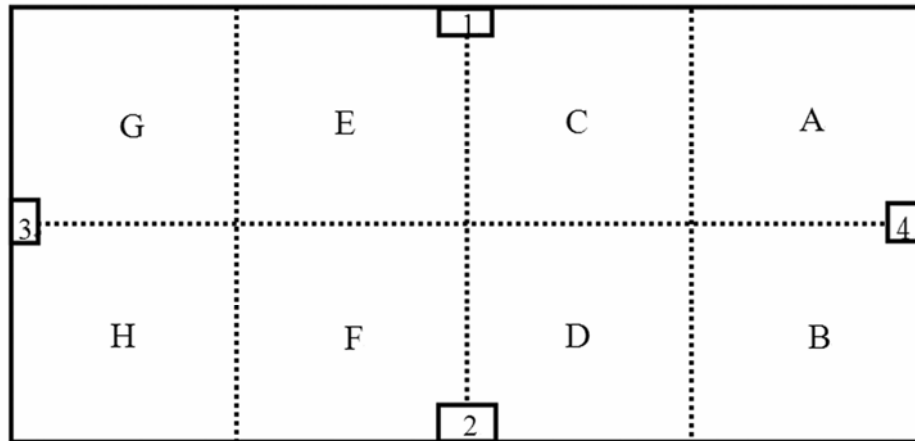
圖 3. 救生員手錶型定位顯示系統

## 五、游泳池溺水者定位分析

(一) 電波接收裝置位置 (泳池國際標準長 50m 寬 25m 深 1.8m 斜度 10 度)



## (二) 溺水定位劃分



## (三) 溺水定位接收端位置與接收信號大小分析

### 1. 水中阻抗分佈 (以第 1 號接收點為例)

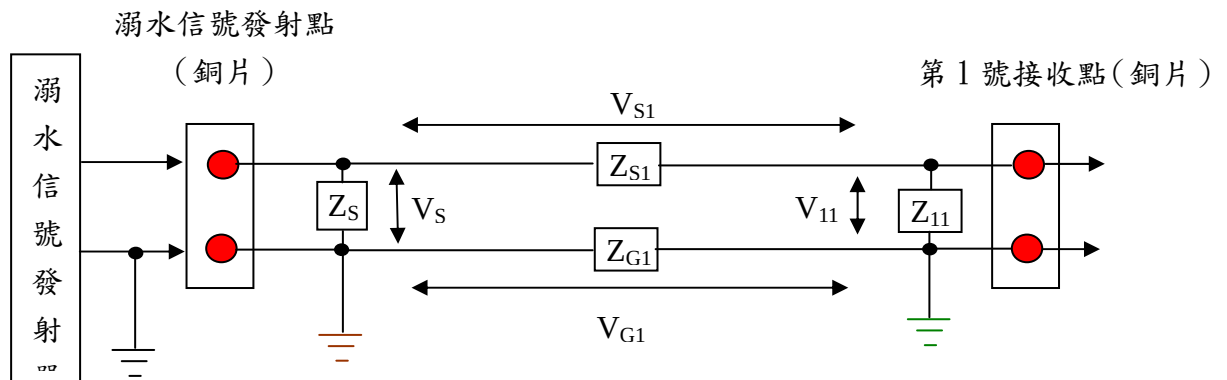


圖 4 溺水信號發射點與接收點阻抗分佈 (以第 1 號接收點為例)

說明：

$Z_S$ ：表示溺水信號發射點銅片兩端的水阻抗。

$Z_{S1}$ ：表示溺水信號發射點銅片到接收點信號輸入端的水阻抗。

$Z_{11}$ ：表示第 1 號接收點銅片兩端的水阻抗。

$Z_{G1}$ ：表示溺水信號發射地線銅片到第 1 號接收點地線端的水阻抗。

### 2. 接收信號評估

#### (1) 各點接收信號大小 (以第 1 號接收點為例)

從圖 4 所示，依分壓定律結果如下：

$$V_{11} = V_S \frac{Z_{11}}{Z_{S1} + Z_{11} + Z_{G1}} \text{ — — — — — (A), 其餘各點以此類推。}$$

#### (2) 各接收點 $Z_{11} = Z_{22} = Z_{33} = Z_{44}$ ，確保接收基準點相同以利正確定位。

### 3.各點接收信號大小的決定參數

- (1) 由A式可知，在 $Z_{11}=Z_{22}=Z_{33}=Z_{44}$ 條件下， $Z_{S1}$ 與 $Z_{G1}$ 決定各點接收信號大小。
- (2) 當發射源與接收點越近時 $Z_{S1}$ 與 $Z_{G1}$ 越小，由A式可知，接收點訊號電壓峰對峰值越大。
- (3) 當發射源與接收點越遠時 $Z_{S1}$ 與 $Z_{G1}$ 越大，由A式可知，接收點訊號電壓峰對峰值越小。

#### (四) 各區信號界定（由溺水者與接收銅板距離判定信號強弱）

| 區 域 | 最大信號  | 第二大信號 | 特 殊 |
|-----|-------|-------|-----|
| A   | 4 號接收 | 1 號接收 |     |
| B   | 4 號接收 | 2 號接收 |     |
| C   | 1 號接收 | 4 號接收 |     |
| E   | 1 號接收 | 3 號接收 |     |
| D   | 2 號接收 | 4 號接收 |     |
| F   | 2 號接收 | 3 號接收 |     |
| G   | 3 號接收 | 1 號接收 |     |
| H   | 3 號接收 | 2 號接收 |     |

#### (五) 實際測試

我們實際到游泳池做溺水者定位系統實驗「圖 5」、「圖 6」、「圖 7」、「圖 8」。



圖5 安裝定位接收銅板

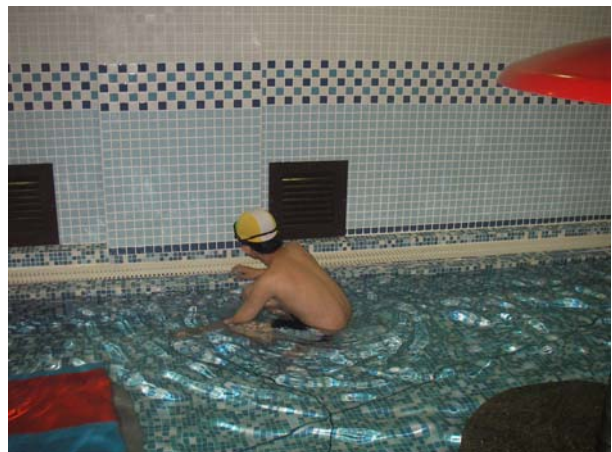


圖6 水中定位實驗



圖7 量測水中接收訊號

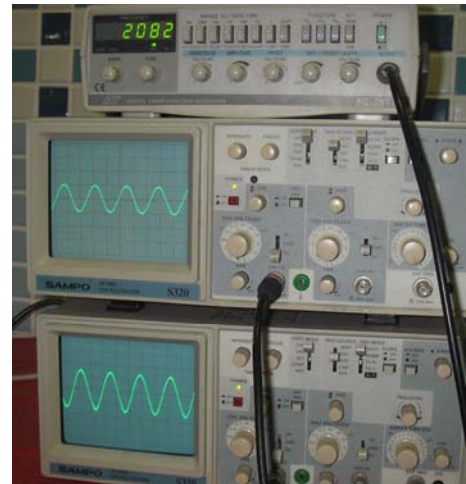


圖8 水中2MHz電波傳送波形

(一) 中正運動中心兒童池測試數據

| 水深   | 發射信號 | 頻率   | Vs      | 信號發射與接收點距離（m） |      |      |     | 接收點與地距離 |
|------|------|------|---------|---------------|------|------|-----|---------|
|      |      |      |         | 接收信號大小（Vp-p）  |      |      |     |         |
| 44cm | 正弦波  | 1MHz | 10 Vp-p | 1             | 2    | 3    | 4   | 6.6m    |
|      |      |      |         | 0.5           | 0.4  | 0.4  | 0.3 |         |
| 44cm | 正弦波  | 1MHz | 10 Vp-p | 1             | 2    | 3    | 4   | 80cm    |
|      |      |      |         | 0.35          | 0.32 | 0.3  | 0.3 |         |
| 44cm | 正弦波  | 2MHz | 10 Vp-p | 1             | 2    | 3.92 |     | 80cm    |
|      |      |      |         | 0.7           | 0.7  | 0.6  |     |         |
| 44cm | 正弦波  | 2MHz | 10 Vp-p | 0.5           | 1    | 2    |     | 2.6m    |
|      |      |      |         | 1.3           | 1.5  | 1.1  |     |         |
| 54cm | 正弦波  | 2MHz | 10 Vp-p | 3             | 5    |      |     | 8m      |
|      |      |      |         | 0.6           | 0.65 |      |     |         |
| 54cm | 正弦波  | 1MHz | 10 Vp-p | 3             | 5    |      |     | 8m      |
|      |      |      |         | 0.3           | 0.4  |      |     |         |

(二) 結果分析

1. 游泳池水量越大信號傳輸的高頻截止頻率越高，兒童池（44 cm 深）高達 2 MHz，與研究的游泳池模型（60 cm×30 cm×15 cm）高頻截止頻率 43KHz 相差甚多。
2. 接收點與地距離越與接收信號成正比。

(三) 目前難題

較深的游泳池（150 cm）高頻截止頻率很高，20 MHz 仍然不佳，計劃尋找頻率更高信號產生器才能量測。

## 伍、研究結果

### 一、溺水警報系統

「圖 9」為本系統基本電路，「臉部浸在水中」貼在蛙鏡的兩片金屬薄片，立即使 A1 點充電，當超過兩分三十秒時或抽筋者可按下求救開關，使積體電路 NE555 第 4 腳為 H，NE555 立即振盪，送出 50KHz 的電波訊號「圖 10」，經電晶體放大注入水中，提供水域四周的接收裝置進行定位分析，並匯入電腦通報系統與資料庫分析。並發出警報聲響，系統並會自動啟動繼電器，將加熱線圈通電，五秒鐘內融化內裝過氧化氫的小塑膠袋，過氧化氫流出與二氧化錳接觸，七秒內產生大量氧氣，將安全氣囊充飽，使溺水者浮出水面「圖 11」。

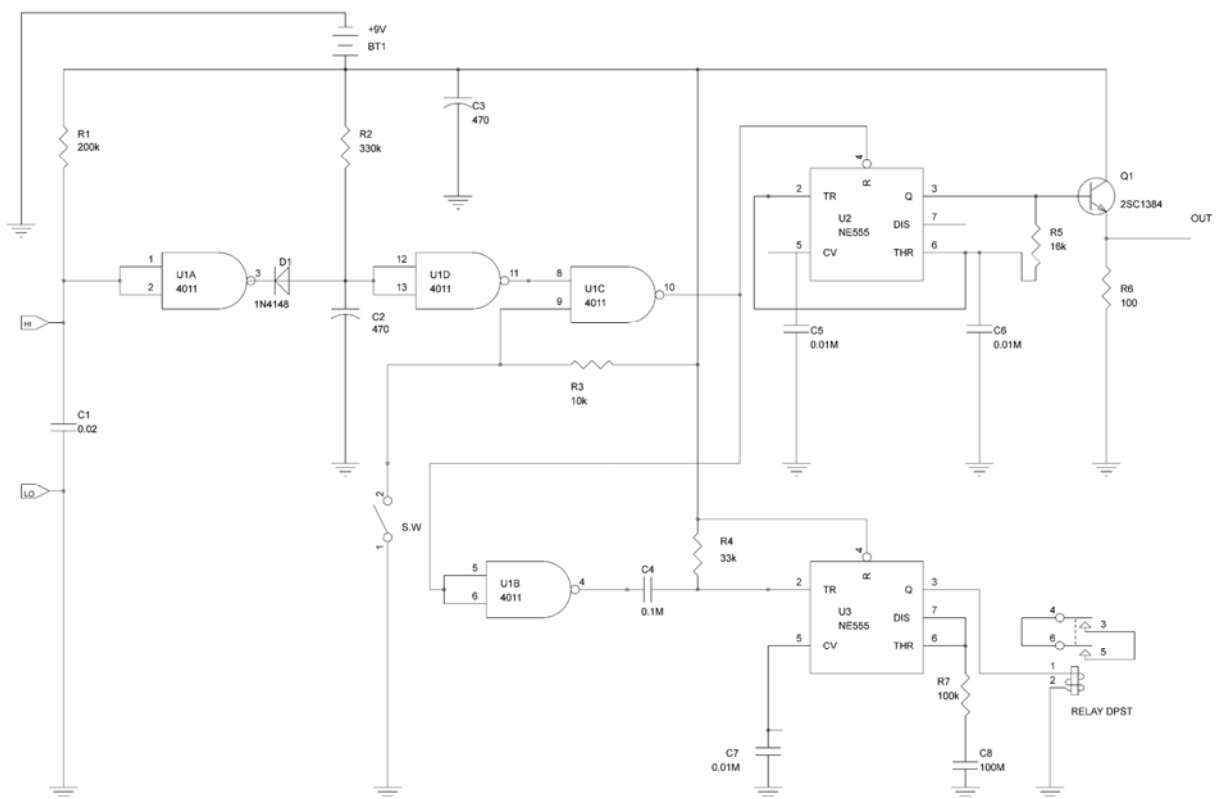


圖9 救生訊號電波發射機及自救啟動裝置電路圖



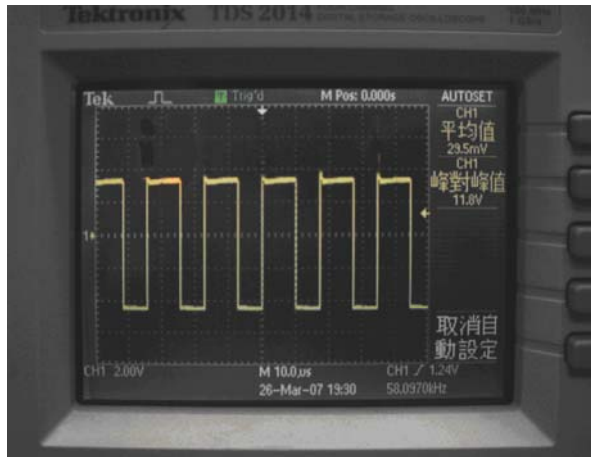


圖10 救生訊號發射機實際輸出訊號



圖11 自動啓動安全氣囊

## 二、電波接收裝置

水不是優良導體，電阻頗大並隨溫度、雜質、天候而隨時變化，接收的訊號十分微弱並含有大量雜訊「圖 12」、「表 5」，必須濾除雜訊且將訊號放大。「圖 13」、「圖 14」為接收機電路，由於各水域的導電度不同，所以放大電路的增益為可調式。由於電壓放大倍率很高，提升 S/N 比為重點，主動元件採用低雜訊運算放大器 NE5534，大幅降低雜訊。

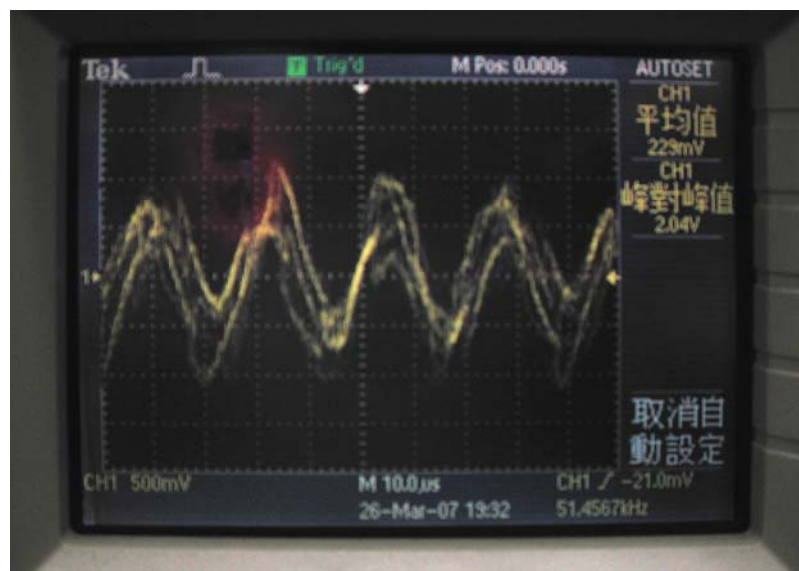


圖12 救生訊號電波接收原始訊號



表 5 水中電波傳送衰減實驗數據  
(發射訊號 12 Vp-p，頻率  $f_r=43\text{kHz}$ )

| 發射與接收距離<br>(公分) | 示波器顯示接收<br>Vp-p(最小值) | 示波器顯示接收<br>Vp-p(最大值) | 頻率 $f_r$ |
|-----------------|----------------------|----------------------|----------|
| 5cm             | 352mv                | 404mv                | 43kHz    |
| 10cm            | 328mv                | 384mv                | 43kHz    |
| 15cm            | 312mv                | 354mv                | 43kHz    |
| 20cm            | 296mv                | 346mv                | 43kHz    |
| 25cm            | 288mv                | 350mv                | 43kHz    |
| 30cm            | 278mv                | 334mv                | 43kHz    |
| 35cm            | 276mv                | 322mv                | 43kHz    |
| 40cm            | 252mv                | 312mv                | 43kHz    |
| 45cm            | 248mv                | 304mv                | 43kHz    |
| 50cm            | 240mv                | 296mv                | 43kHz    |
| 55cm            | 238mv                | 290mv                | 43kHz    |

示波器探棒為×1

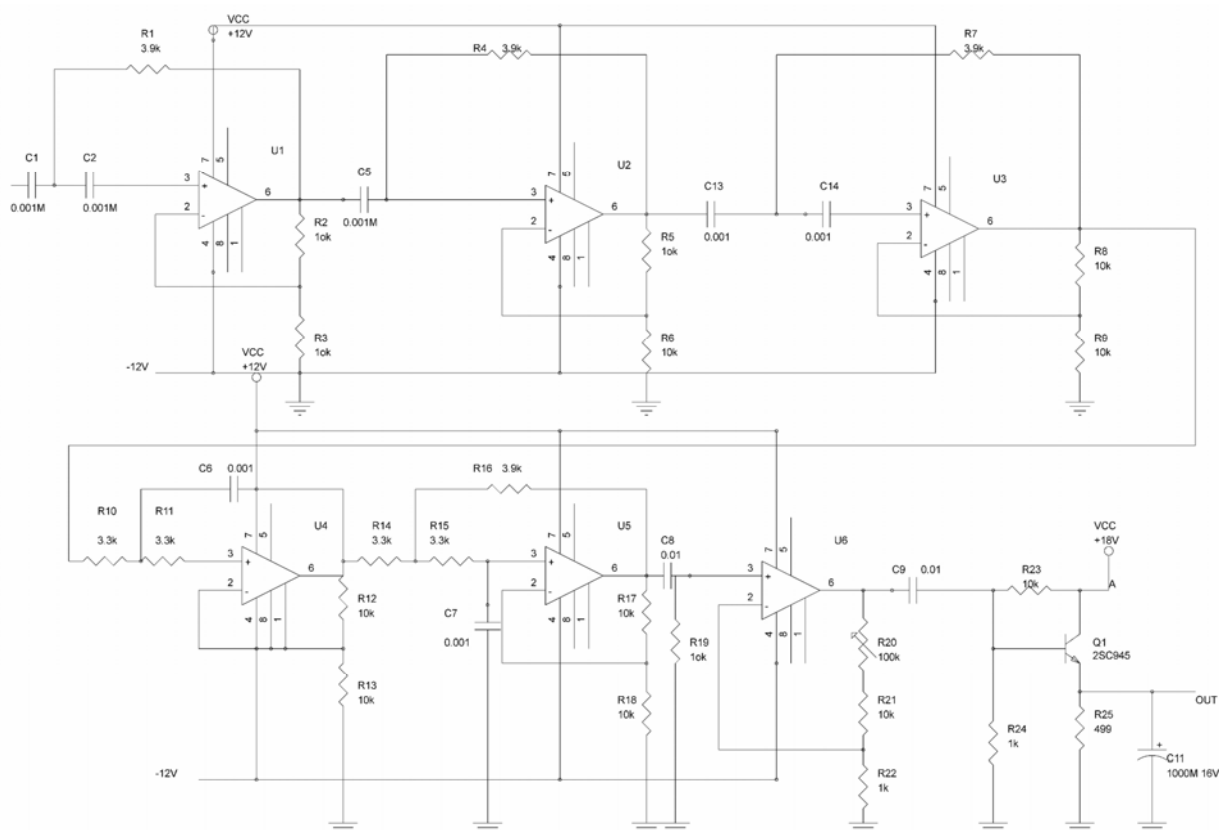


圖13 救生訊號電波接收電路圖



圖14 救生訊號電波接收裝置



圖15 搜救定位電路

### 三、游泳池搜救定位電路

將四組接收機輸出之直流訊號，匯入數位電路進行比較「圖 15」、「圖 16」，分析後輸出至發光二極體矩陣顯示位置。

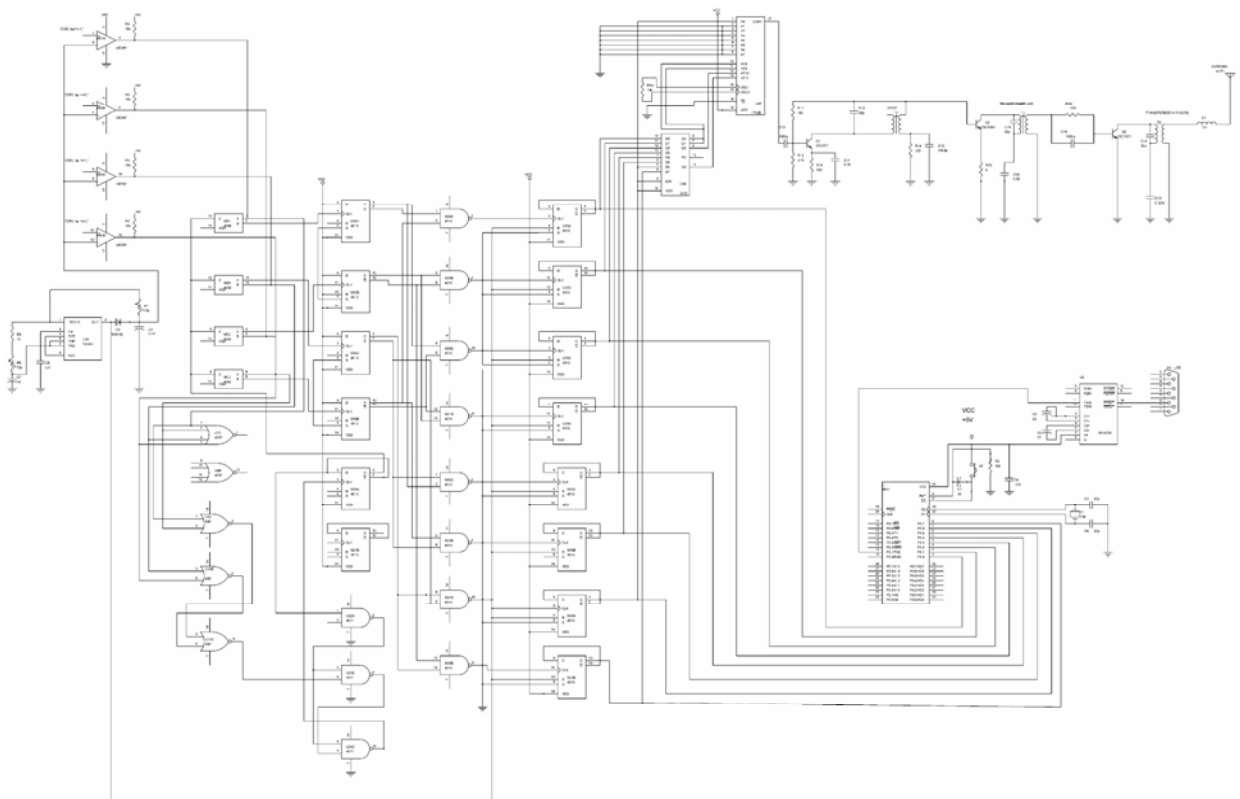


圖 16 搜救定位電路

### 信號分析（舉 A 區溺水）

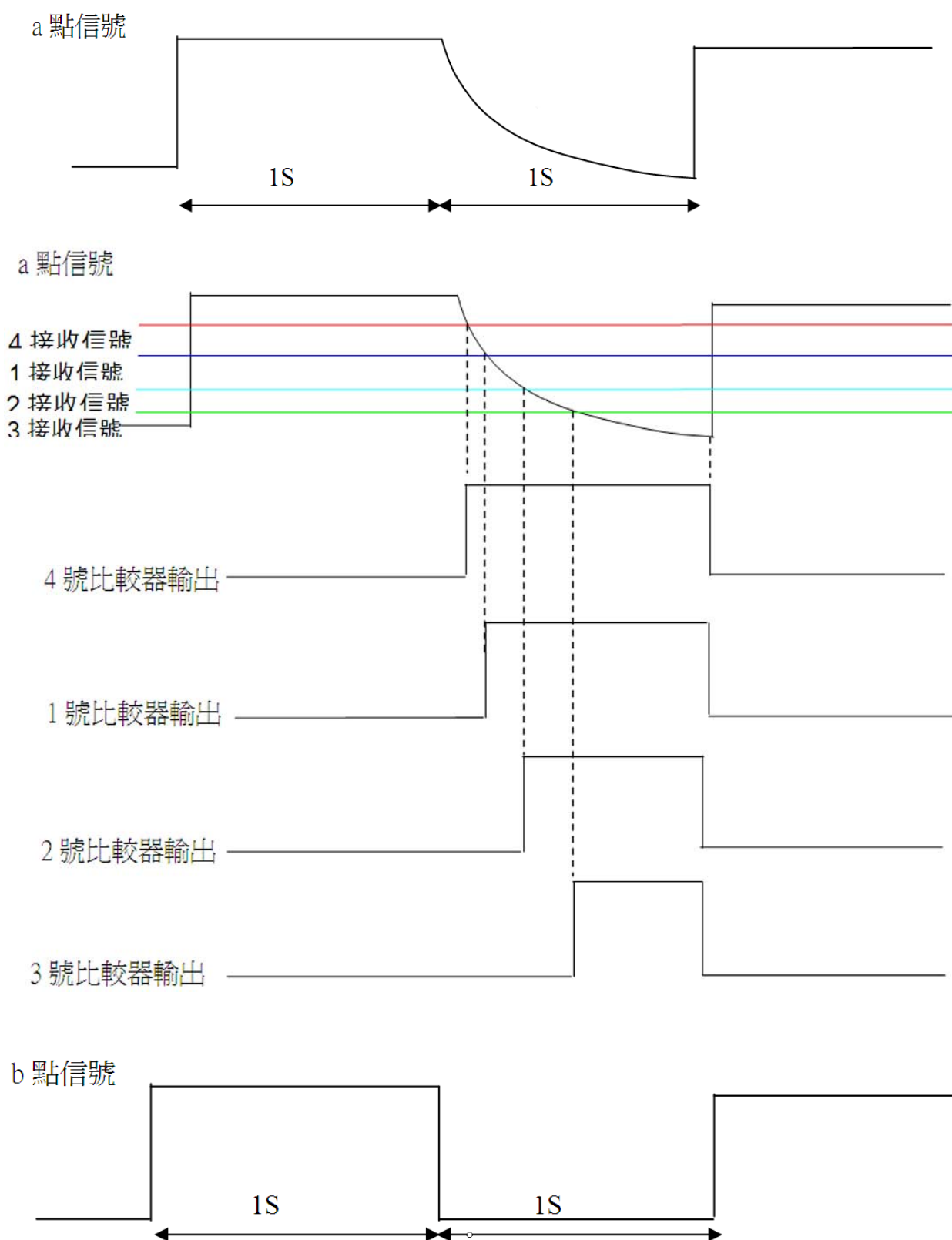


圖 17 搜救定位邏輯分析

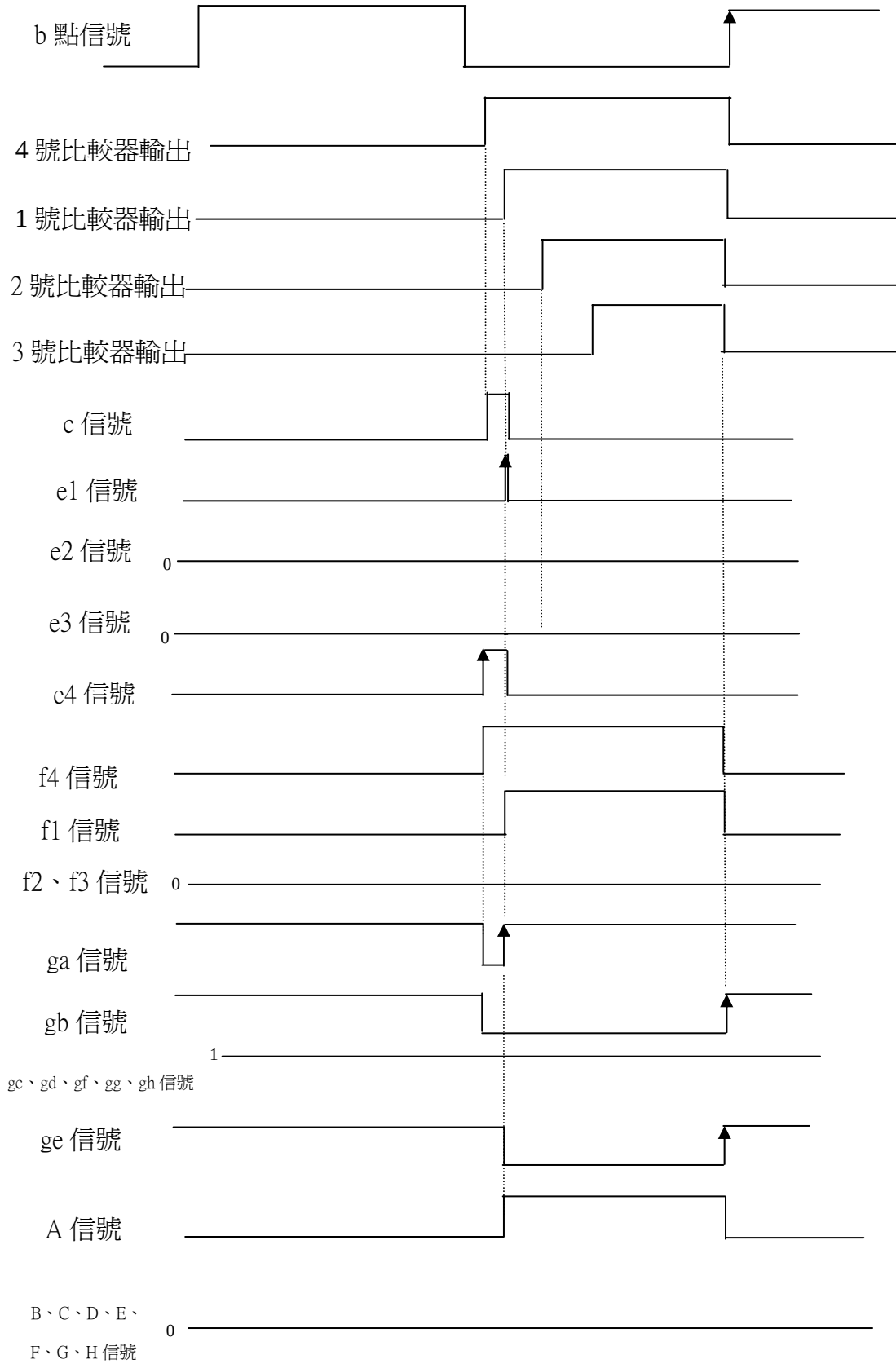


圖 18 搜救定位電路說明

#### 四、電腦管理系統

將搜救定位電路的訊號經串列埠匯入電腦，以 MS-Visual BASIC 撰寫人機介面程式，連結 MS-ACCESS 資料庫，可長期即時遠端監控，並可查閱歷年資料「圖 19」。

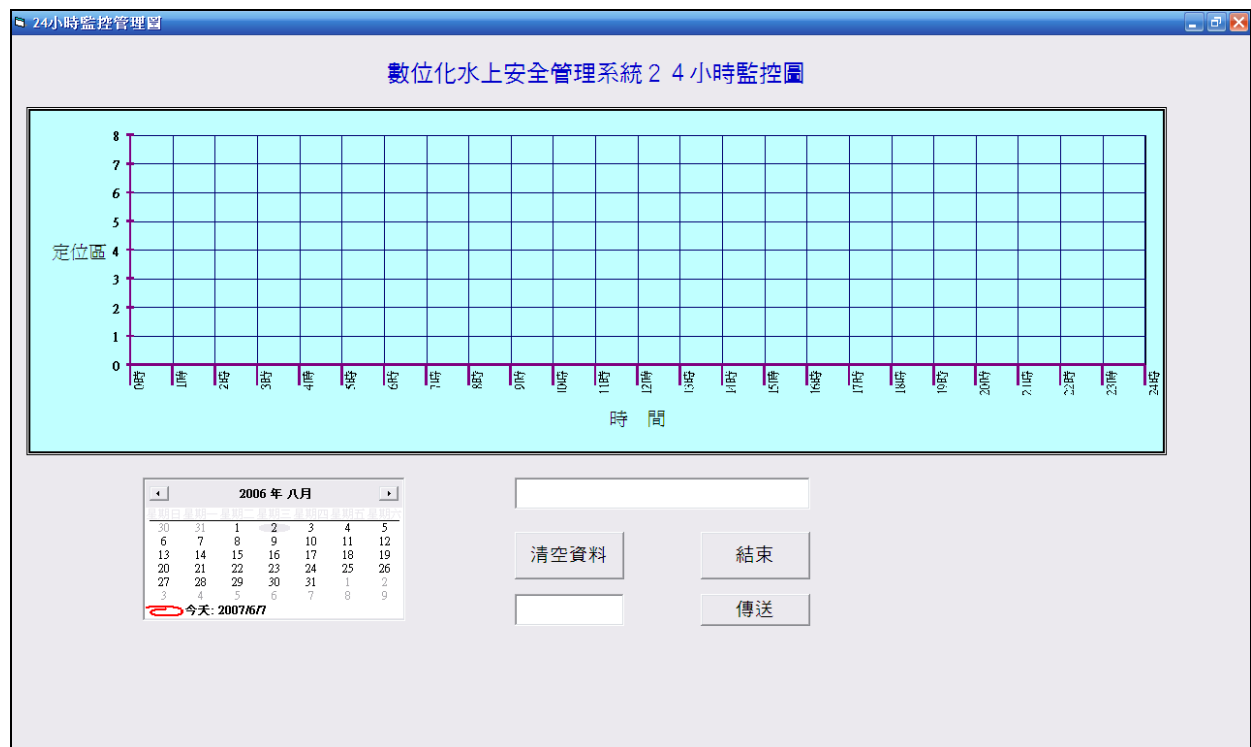


圖 19 電腦管理系統

#### 五、手腕搜救定位顯示器

搜救定位電路收到求救信號，立即發出警報聲響，連線至管理單位的警示燈號標示溺水者位置；並以無線電傳送至救生員佩帶的顯示器「圖 20」、「圖 21」，藍色發光二極體矩陣於相對的區塊閃亮，能迅速又準確的展開救援行動「圖 22」。

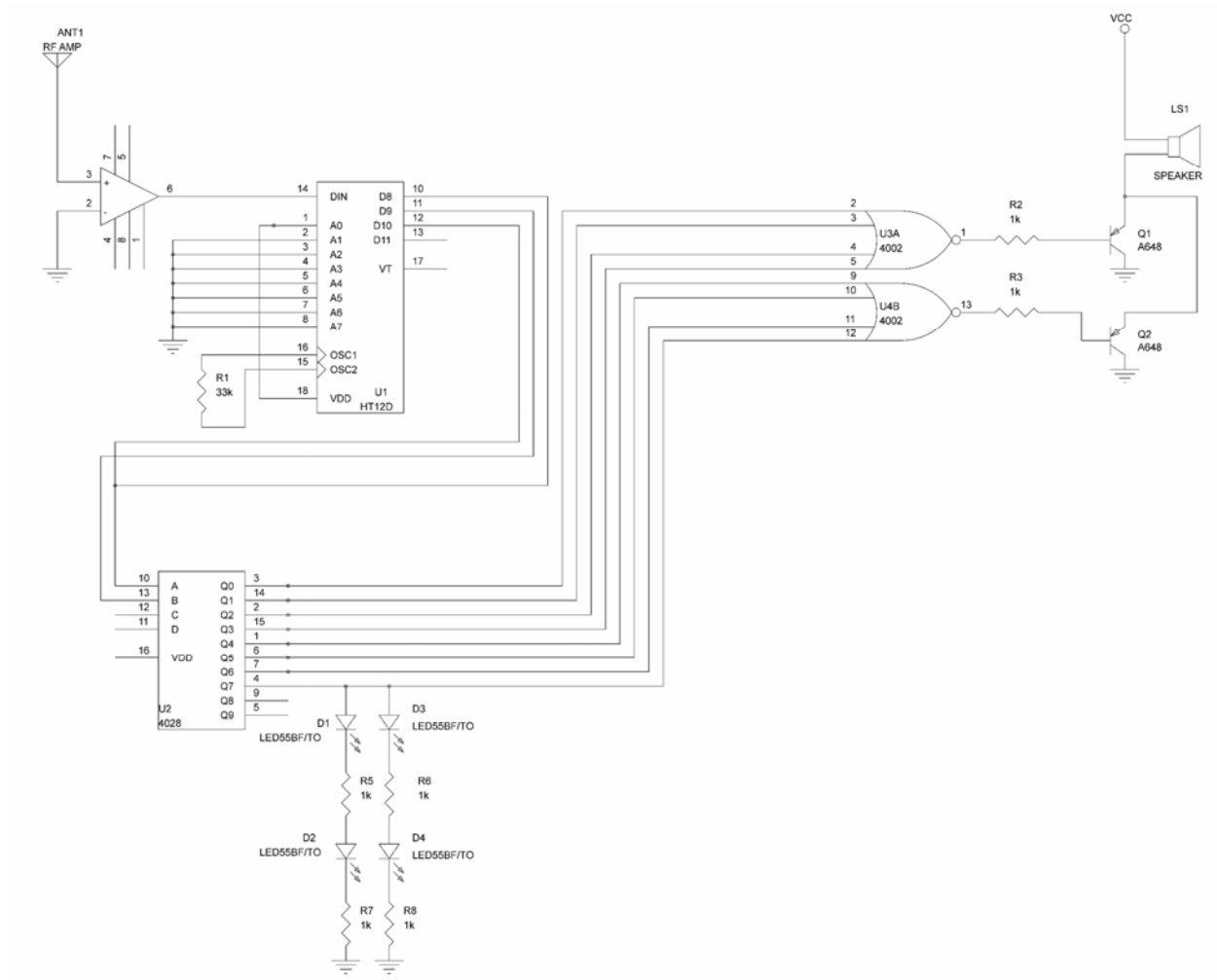


圖 20 手腕定位顯示器電路

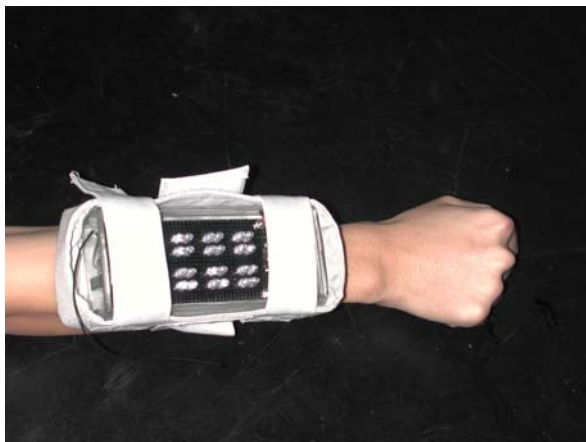


圖 21 手腕定位顯示器



圖 22 手腕顯示器顯示搜救區域

## 六、系統整合

全系統如「圖 23」所示。

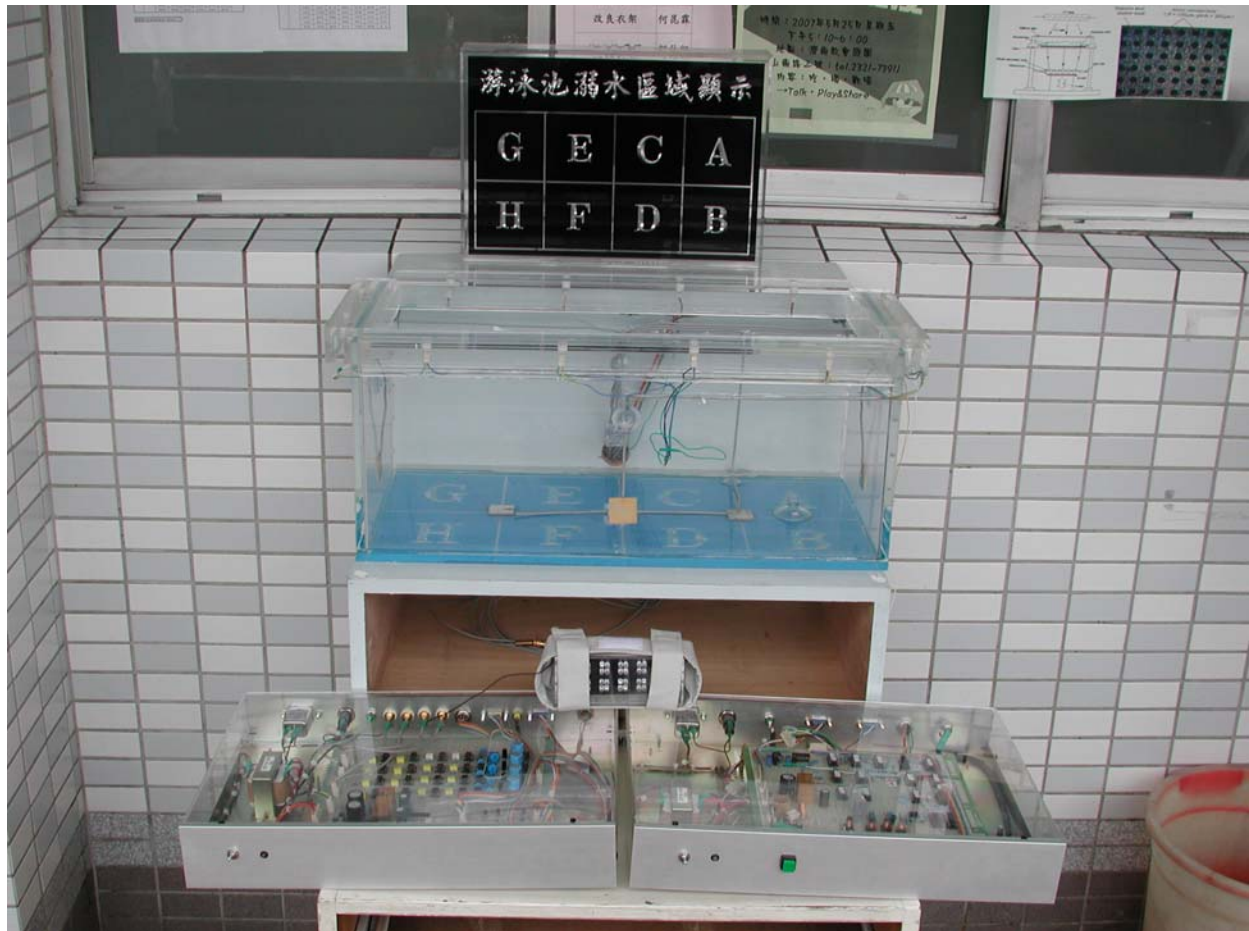


圖 23 系統整合

## 陸、討論

一、問題：系統的電子訊號，對人體、生物、電子器材有無影響？

討論：本系統送出訊號為電波，而非電磁波或物質波，以水為導體傳送。沒有電磁波造成的干擾，亦無超音波干擾水棲生物的疑慮。水中傳電訊號對人體的分析如下：

（一）人體電阻等效分佈

一般人體電阻分為內部組織電阻與皮膚電阻，等效電路如「圖 24」所示。

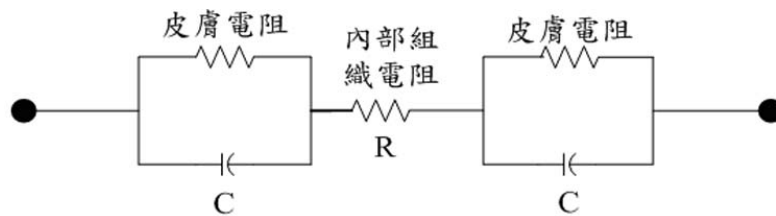


圖 24 人體電阻的等效電路

（二）本系統在水中傳電訊號對人體影響分析

等效電路如「圖 25」， $I = \frac{V_s}{R_0 + R_1 + R_2 + R_3}$ ，其中 $R_0$ 約  $50\Omega$ ； $R_1$ 、 $R_2$ 水電

阻約  $100K\Omega$ 以上； $R_3$ 人體內部電阻約  $500\Omega$ 。

若 $V_s$ 用  $43KHZ$ ； $100V_{pp}$ 時 $I_{pp}=0.5mA$ 對人體毫無影響。

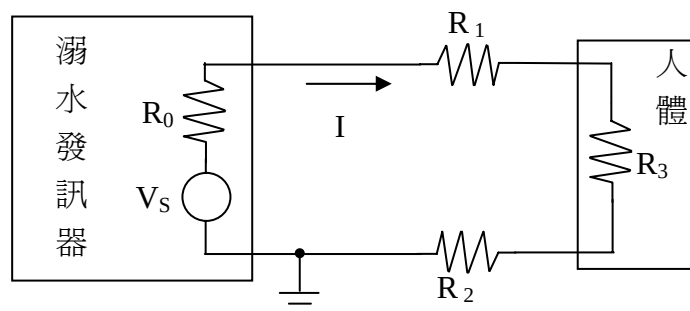


圖 25 水中傳電訊號與人體電阻分佈等效電路

解決方案：請教醫生得知不會有影響。



二、問題：溺水致命時間因人而異，該如何界定？

討論：請教醫師，建議查閱蓋統生理學較準確，從書中得知為五分鐘。

解決方案：請教醫生，得知溺斃影響的因素有很多，但是基本上，靜止時多於兩分三十秒就會感到痛苦。

三、問題：以水中電波強弱判定距離時，因水質、溫度、位置而有差異，如何精確定位取樣？

討論：以多組並列的矩陣量測四點訊號，將十二條線接到水中，輸入運算放大器兩輸入端，形成加法電路，則可容許取樣位置的誤差。

解決方案：成功克服這個問題。

## 柒、結論

經由長期的研究與實驗，獲得結論如下：

### （一）達成研究目的

本系統經實驗驗證後，確實可以達到原先設定的下列目標：

- 1、研發溺水救難所需的警告訊息傳送系統，得以大幅減少搜尋時間。
- 2、救難安全分析數位化。
- 3、水上活動安全管理系統。
- 4、電子資訊與生活安全相結合，得以防止意外發生。

### （二）未來展望

系統達成水上活動安全管理數位化，符合現今國內公共安全之需求，並且造價低廉。本研究未來可朝下列方向繼續發展：

#### 1、搜救定位功能

若於外海、野溪等偏僻水域發生意外，僅能運用邏輯電路分析判定。如能連結電子地圖與地理資訊系統，運用電腦比對，實用性能大幅提升。因此尚需長期建立大量相關電子地圖之資料。

#### 2、警告訊息傳送方式的增加

目前已研究將超音波加入，將有更多的資料做為定位分析，可增加系統判斷之準確性。

#### 3、建立無線電藍芽連線

將各地水域資料匯集，建立龐大的網路資料庫，系統能藉由這些資料，分析更準確的定位資訊。而用戶端可以隨時線上更新資料，使系統功能更完善。

## 捌、參考資料及其他

- 一、蔡健藏編著，電器保護與安全，臺北市，三民書局，1987 年
- 二、劉省宏編著，醫用電子實習，二版，臺北市，全華科技圖書股份有限公司，1999 年
- 三、孫宗瀛、黃金定編著，常用線性 IC 資料手冊，二版，臺北市，全華科技圖書股份有限公司，1995 年
- 四、柯南編著，Protel 99 SE 電腦輔助電路設計與分析，初版，台北縣，台科大圖書股份有限公司，2002 年
- 五、楊明豐編著，數位邏輯實習，初版，台北市，碁峰資訊股份有限公司，2002 年
- 六、林文廣、林建仁編著，Visual Basic 6 新世代高手，初版，台北市，碁峰資訊股份有限公司，2002 年
- 七、施河編著，高級中學生命科學下冊，初版，臺南市，南一書局，2001 年
- 八、Arthur C. Guyton，蓋統生理學上冊，初版，臺北市，華杏書局，1998 年
- 九、監測水污染的魚，[www.ndcnc.gov.cn/datalib/2003/Science/DL/DL-181917-15k](http://www.ndcnc.gov.cn/datalib/2003/Science/DL/DL-181917-15k)

附錄一 臺灣地區歷年溺水意外一覽表

| 年 別    | 事故傷害  |         |
|--------|-------|---------|
|        | 意外溺死  |         |
|        | 死亡人數  | 每十萬人死亡率 |
| 民國 71年 | 1,590 | 8.69    |
| 72年    | 1,641 | 8.82    |
| 73年    | 1,549 | 8.21    |
| 74年    | 1,607 | 8.40    |
| 75年    | 1,531 | 7.91    |
| 76年    | 1,569 | 8.02    |
| 77年    | 1,517 | 7.67    |
| 78年    | 1,518 | 7.59    |
| 79年    | 1,665 | 8.23    |
| 80年    | 1,437 | 7.03    |
| 81年    | 1,245 | 6.03    |
| 82年    | 1,236 | 5.93    |
| 83年    | 1,154 | 5.47    |
| 84年    | 1,112 | 5.23    |
| 85年    | 1,115 | 5.20    |
| 86年    | 917   | 4.24    |
| 87年    | 934   | 4.28    |
| 88年    | 829   | 3.77    |
| 89年    | 836   | 3.77    |
| 90年    | 853   | 3.82    |
| 91年    | 629   | 2.80    |
| 92年    | 631   | 2.81    |

資料來源：行政院衛生署網站

附錄二 台灣地區水域運動產業組織數量統計表

| 產業別         | 項目                      | 數量    |
|-------------|-------------------------|-------|
| 參與性運動服務業    | 游泳池                     | 1,850 |
|             | 海水浴場                    | 16    |
|             | 潛水訓練                    | 27    |
|             | 泛舟                      | 8     |
| 運動用品製造業     | 水域運動器材-批發及製造            | 63    |
|             | 游泳衣褲批發及製造               | 48    |
| 運動用品販售業     | 水域運動器材及用品-零售            | 83    |
|             | 游泳池設備及用品                | 20    |
| 運動設施建築業、營建業 | 游泳池承造及維修                | 26    |
| 民間水域運動俱樂部   | 非營利自主性水域運動社團            | 215   |
| 全國性水域運動相關團體 | 體總、中華奧會登記推動各種水域運動之全國性組織 | 17    |
| 總 計         |                         | 2,373 |

資料來源：台灣體育運動管理學會彙整，民 92 年。

附錄三 各縣市所屬學校游泳池調查表

|       | 國小 |    | 國中 |    | 高中 |     | 合計 |     | 總計  |
|-------|----|----|----|----|----|-----|----|-----|-----|
|       | 溫水 | 普通 | 溫水 | 普通 | 溫水 | 普通  | 溫水 | 普通  |     |
| 台北市   | 6  | 33 | 13 | 15 | 9  | 17  | 28 | 65  | 93  |
| 台北縣   | 5  | 3  | 2  | 1  | 2  | 14  | 9  | 18  | 27  |
| 基隆市   | 0  | 5  | 0  | 0  | 0  | 2   | 0  | 7   | 7   |
| 桃園縣   | 2  | 2  | 0  | 1  |    | 7   | 2  | 10  | 12  |
| 苗栗縣   | 0  | 1  | 0  | 0  |    | 1   | 0  | 2   | 2   |
| 新竹市   | 0  | 0  | 0  | 0  |    | 5   | 0  | 5   | 5   |
| 新竹縣   | 0  | 0  | 0  | 2  | 1  | 0   | 1  | 2   | 3   |
| 雲林縣   | 0  | 2  | 0  | 6  |    | 4   | 0  | 12  | 12  |
| 嘉義縣   | 0  | 3  | 0  | 2  |    | 1   | 0  | 6   | 6   |
| 嘉義市   | 0  | 0  | 0  | 1  |    | 7   | 0  | 8   | 8   |
| 彰化縣   | 1  | 2  | 3  | 0  |    | 6   | 4  | 8   | 12  |
| 台中市   | 0  | 0  | 0  | 1  |    | 7   | 0  | 8   | 8   |
| 台中縣   | 0  | 1  | 1  | 0  |    | 5   | 1  | 6   | 7   |
| 台南市   | 2  | 3  | 2  | 4  |    | 6   | 4  | 13  | 17  |
| 台南縣   | 0  | 2  | 0  | 2  |    | 8   | 0  | 12  | 12  |
| 高雄縣   | 0  | 0  | 0  | 5  |    | 5   | 0  | 10  | 10  |
| 高雄市   | 4  | 3  | 1  | 1  | 4  | 0   | 9  | 4   | 13  |
| 屏東縣   | 0  | 2  | 0  | 1  |    | 5   | 0  | 8   | 8   |
| 南投縣   | 0  | 0  | 0  | 0  |    | 2   | 0  | 2   | 2   |
| 宜蘭縣   | 1  | 0  | 0  | 0  |    | 4   | 1  | 4   | 5   |
| 台東縣   | 0  | 1  | 0  | 0  |    | 4   | 0  | 5   | 5   |
| 花蓮縣   | 1  | 5  | 0  | 2  |    | 5   | 1  | 12  | 13  |
| 澎湖縣   | 0  | 0  | 0  | 0  |    | 1   | 0  | 1   | 1   |
| 連江縣   |    |    |    |    |    |     |    |     |     |
| 金門縣   |    |    |    |    | 0  | 2   | 0  | 2   | 2   |
| 大專院校  |    |    |    |    |    |     | 21 | 67  | 88  |
| 附屬中小學 |    |    |    |    |    |     | 0  | 9   | 9   |
| 總計    | 22 | 68 | 22 | 44 | 16 | 118 | 81 | 306 | 387 |

資料來源：教育部，公立中小學校游泳池以 BOT 方式營建之可行性分析研究

【評語】

091010

全方位救生－數位化水上安全管理系統

1. 主動偵測溺水，配合身上氣囊之自動充氣達到自救，降低水上活動之危險性，立意良善。
2. 溺水偵測器的體積、重量還有改進空間，夠小和夠輕才能讓使用者願意配帶。
3. 溺水定位顯示是很好的想法，但準確性還有很大改進空間，在泳者眾多的場合有多少影響宜加以分析探討。
4. 海水浴場也常發生溺水，如何判定溺水位置，也可納入研究。