

中華民國第四十八屆中小學科學展覽會
作品說明書

高職組 化工、衛工及環工科

第一名
最佳創意獎

091104

神奇氣囊-全方位救生氧氣供應系統

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：
職一 賴弘益	張丕白
職二 黃聖元	劉宗憲
職二 劉芳孜	

關鍵詞： 溺水偵測、催化劑、反應速率

壹、摘要

氧氣是生命必需的元素，許多公共設施、住宅、交通工具，均提供防護的氧氣器材。最常用者為加壓小型鋼瓶，然而高溫會爆炸起火，無法廣泛應用於各種救災。有鑑於此，我們研發出造型輕巧便於攜帶，能產生適量氧氣的裝置「**神奇氣囊**」，並可安全存放，不會有高溫爆炸的危險，可廣泛應用於各種災害的救難，如溺水、火災、高山、地震。本研究系統分為兩大項：

一、溺水偵測系統

結構輕巧佩帶在人身，運用水的電解導電反應，「**臉部浸在水中**」過久，系統自動啟動安全氣囊，同時發出警示燈號求救。

二、安全氣囊

造型輕薄不會妨害運動，按下按鈕立即自動提供氧氣，達到救難目標。

本系統還適用其他類型的救難使用，期盼本研究能保障人們的生命安全。

貳、研究動機

氧氣是生命必要元素，許多公共設施、交通工具等爲了防範災害，均有氧氣供應器材，最常用的是加壓小型氧氣筒，但加壓氧氣筒高溫時有爆炸的危險。因此我們研發出造型輕巧便於攜帶能供應氧氣的裝置：「**神奇氣囊**」。並可安全存放，不會有高溫爆炸的危險，能廣泛應用於災害急救，如游泳池、火災現場、高山、地震。

尤其臺灣因四面環海溺斃意外屢見不鮮，高居意外死亡的要項，研究溺水徵兆、溺水偵測與救生裝置有迫切需求。此外臺灣高山林立，曾發生多次高山病致死的意外，日前準內政部長廖風德先生，至四川旅遊時即罹患高山病（參見附件一），足見救難氧氣供應之必要性。

參、研究目的

火災現場常有許多人因為窒息，或吸入過多煙幕導致死亡或昏迷。如能快速提供氧氣且不佔空間的裝置，且沒有傳統氧氣筒，高溫時會爆炸的危險，則可拯救許多火災現場窒息或被濃煙嗆死的人。此外附設啟動裝置時，立即發亮的發光二極體，能使消防人員在充滿濃煙，且沒有燈光的环境中，可以迅速找出受難者。

此外缺氧也對人體造成多種傷害，如高山地方缺氧導致高山症，可能導致死亡。但是登高還要攜帶一個笨重的氧氣筒，對於登山者是很大的負擔。如果能有一個能提供產生氧氣的裝置，而造型輕巧便於攜帶，即可減少罹患高山症的危險機。有鑑於氧氣過量會有危險產生，因此要研究如何產生適當氧氣，使高山症減緩，才有足夠的時間就醫。

在水中活動發生意外的時候，裝置經由水電解反應，自動啟動迅速產生大量氧氣，使得救生設備充氣，使受難者浮出水面，這樣就可以增加救護人員搶救時間，讓受難者有更多機會得救。本研究目的係運用所學，保障國民的生命安全。本專題的溺水自動偵測，以及手動求救發射裝置，能啟動溺水者身上的充氣氣囊自救，另外搜救警示燈號，會在發出警示燈號閃爍，救難人員能迅速又準確的展開救援行動，縮短救護時間。

基於學有所用的理想，將學校課程「表 1」與專題相融合，如化學的「電解質」感測出溺水的時間，自動啟動以「催化劑」加速反應。希望本研究能喚起國人重視各種活動與居家安全，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
基礎化學	高一	氣相與化學反應	安全氣囊之充氣反應
		酸、鹼、鹽	水中導電分析
		電解反應	自動啓動裝置的時間常數設定
物 理	高一	物理量及其單位	各種物理量級單位之換算
		力 學	安全氣囊與感測裝置設計
化 學	高二	溶 液	氧氣產生之溶液規劃
計算機概論	高一	應用軟體	以試算軟體畫出各種化學反應的曲線圖
		繪圖軟體	繪製更精確的化學反應曲線
電子學	高二	二極體	警及照明警示燈號
		邏輯電路	自動啓動裝置
化工實驗	高二	儀器分析	系統實作之量測、校正、檢修
		程序控制	自動啓動裝置

肆、研究設備及器材

本研究所的化學藥品、設備與器材，可分為下列四大類：

一、研究藥品：參閱「表 2」所列。

表 2 研究藥品一覽表

研究設備	規 格	數 量	備 註
過氧化氫		800ml	
二氧化錳	試藥級	100g	
過錳酸鉀	試藥級	100g	
氫氧化鈉	試藥級	50g	

二、研究設備：參閱「表 3」所列。

表 3 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	

三、研究器材：參閱「表 4」所列。

表 4 研究器材一覽表

研究器材	規 格	數 量	備 註
燒 杯	1000ml	1	
燒 杯	500ml	1	
玻璃瓶	1000ml	1	
玻璃瓶	500ml	1	
玻璃瓶	250ml	1	
橡膠管		1	
刮 勺		1	
軟木塞		1	
水 盆		1	
容量瓶	1000ml	1	
容量瓶	500ml	1	
溫度計		1	
量 筒	50ml	1	
量 筒	100ml	1	
曝光機		1	製作感光電路板
氯化鐵		800ml	製作感光電路板
印表機		1	
筆記型電腦		1	

四、工具機：參閱「表 5」。

表 5 研究工具機一覽表

工具機	規 格	數 量	備 註
電烙鐵	30W	2	恆溫控制
尖嘴鉗	電子用	4	無牙
斜口鉗		1	
螺絲起子組		4	
三用電表	類比	1	
電鑽	小型	2	
銼刀		5	一組

伍、研究過程或方法

一、研究動機的文獻探討

（一）高山症急救需氧量分析

正常人休息時一次吸氣量200~300毫升，氧氣占20%大約40~60ml，每秒鐘需要10ml的氧氣。垂直上升0~500公尺間，每上升100公尺氣壓降8.5mmHg；500~1000公尺間，每上升100公尺降5.3mmHg；1000公尺以上每上升100公尺降3.0mmHg。至一千公尺含氧量為海平面的90%，二千公尺約為80%，三千公尺為70%，玉山頂峰(約3952公尺)含氧量降為海平面62%。

高山症病發時補充適量氧氣，即可增加存活率，規劃以化學反應將少量的藥品，經電子程序控制轉換反應，可提供至少一小時的適量氧氣，輕巧的體積與重量，能普及運用於登山活動。罹患高山症時需要的氧氣量如「表6」，在台灣最高的山頂，每秒補充4ml的氧氣即可接近平地吸氧量。

表 6 高山救難需氧量

高度（單位 m）	500	1000	2000	3000	4000
含氧比例	95%	90%	80%	70%	60%
空氣中含氧量（單位 ml）	9.5	9	8	7	6
每秒需補充氧量(ml)	0.5	1	2	3	4

（二）火災求生的需氧量

在火災現場求生需要大量氧氣，每秒約20ml持續五分鐘以上，就不會被濃煙噙暈致死，即有契機逃離現場。

（三）溺水意外統計資料分析

內政部公佈的溺斃人數雖逐年減少但仍高，以民國九十二年為例，總計有631人溺水死亡（參見附件二）。就溺斃年齡統計十至十四歲年齡組之青少年，發生溺斃的比率最高。

（四）救生人員不足

目前各級學校游泳師資與救生人員不足，影響推動學生游泳能力政策成效。

二、溺水偵測系統文獻探討

（一）溺水原因

- 1、據內政部消防署統計，臺灣地區每年有超過400人溺斃，大多數因身體不適肌肉抽筋溺水。
- 2、跌倒嗆水因緊張失去平衡，初學者水中平衡感差不易站立，手腳亂抓亂划，結果造成頭重腳輕身體僵直，雙腳踩不到底，喝水、嗆水更無法衝浮出水面換氣因而溺水。

（二）溺水徵兆

- 1、若全身俯趴水中，手腳頭突然掙扎數下後，即全身不動持續 20~30 秒，此時應可判定浮潛者已嗆水昏迷。
- 2、會游泳的人溺水時，在未下沉前會喊救命引人注意，一旦開始喊叫也就是要下沉的時候，同樣無力掙扎瞬間沉入水中。因此救生員必需注意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必遭溺水。

（三）溺斃過程

當人溺水時先出現保護性的反射措施，即暫停呼吸，0.5~1分鐘後缺氧又開始呼吸，水分被吸入呼吸道。此時各種反射動作發作，會引發劇烈嘔吐，嘔吐物如被吸入則阻塞呼吸道，由於嚴重窒息缺氧，幾乎喪失意識。約過1.5分鐘停止呼吸瞳孔擴大，約再1分鐘呼吸完全停止繼之心跳停止，溺斃過程僅4~5分鐘。

（四）搶救時間

根據Smith & Smith(1994)針對水域事故類型的分類，除了立即沉入水中之外，其他的三種類型都有20至60秒搶救時間，**最有效搶救時間為40 秒**。

三、研究交流

為了使研究更具實用價值，合乎實際需求，特定訪談臺北市消防局建成分隊，消防警察劉育任先生。他認為除了氧氣的供應，還要有警示燈號顯示，才能在濃煙瀰漫一片漆黑的火場進行搜救。因此系統需同步啟動 LED 燈號，可增加救援的機會。急救醫學則向臺東縣東河鄉衛生所主任田昌坤醫師請益。

四、溺水急救氣囊控制系統設計

（一）溺水偵測

- 1、手動求救：溺水、登山、火災、地震意外發生時，自行按鈕求救（有意識者）。
- 2、自動求救：以電解質電容器電化學反應，偵測沉入水中 1 分 **30** 秒後，自動啟動器囊（無意識者）。

(二) 同步傳送警示燈號

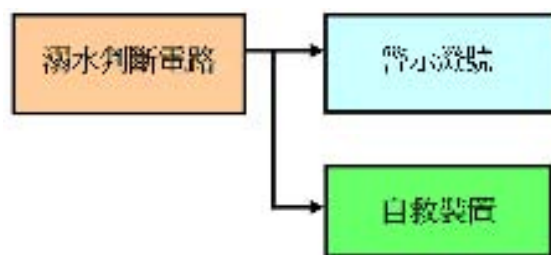


圖 1. 泳者身上配戴安全系統方塊圖

五、產生氧氣的催化反應

化學反應產生氧氣，常用氧化氫與二氧化錳的催化反應，詳細資料如下：

(一)反應方程式為 $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，表示兩個分子過氧化氫，能生成一分子氧氣與兩分子的水。

(二)非均態的催化反應，催化劑以吸附作用為主要反應，二氧化錳不會消失可重複使用。

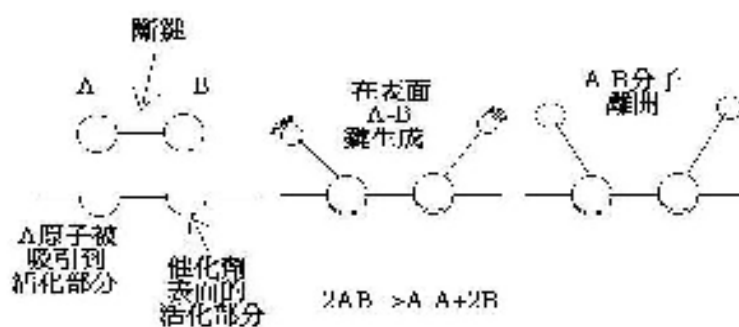


圖 2. 催化反應示意圖

(三)實驗方法

將催化反應以排水集氣法收集氧氣，使用 10%過氧化氫 200ml，加入不同重量 MnO_2 ，紀錄反應的時間與平均生成量，並加入不同體積 1M 的氫氧化鈉。

陸、研究結果

一、產生氧氣的催化反應

(一)火災求生的氧氣供應

5ml 10%過氧化氫加入 2g 的 MnO_2 ，紀錄反應時間與產生量「表 7」。得知 5ml 10%過氧化氫，可生成 420ml 氧氣。逃離火災場的黃金時間為 5 分鐘，在此期間每秒需要 20ml 氧氣，共需要 6000ml 的氧氣，200ml 10%過氧化氫可產生 16800ml 氧氣。

表 7 10%過氧化氫 5ml 與 MnO_2 的反應時間

實驗次數	第一次	第二次	第三次	第四次
反應結束時間(秒)	55.3	58.5	60.2	55.9
反應的量(ml)	410	430	430	420

經實驗得知濃度 10%200ml 過氧化氫，添加鹼性溶劑，可不增加二氧化錳提升反應速率。將 200ml 的過氧化氫，加入 1g MnO_2 ，以及 NaOH 0.0025M「圖 3」、0.005M「圖 4」、0.0075M「圖 5」、0.001M「圖 6」「表 8」的溶液，添加 0.001M 的 NaOH (五次實驗)，每秒提供 20ml 的氧氣，足供火場的逃難需求。

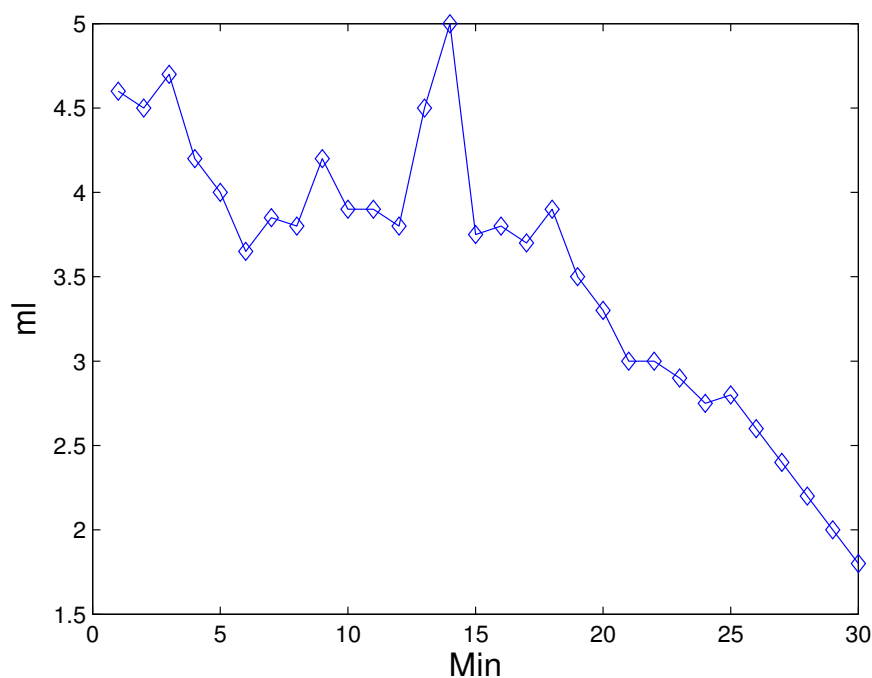


圖 3. 200ml H_2O_2 (10%)，1g MnO_2 ($[\text{OH}^-]=0.0025\text{M}$) 氧氣產生量

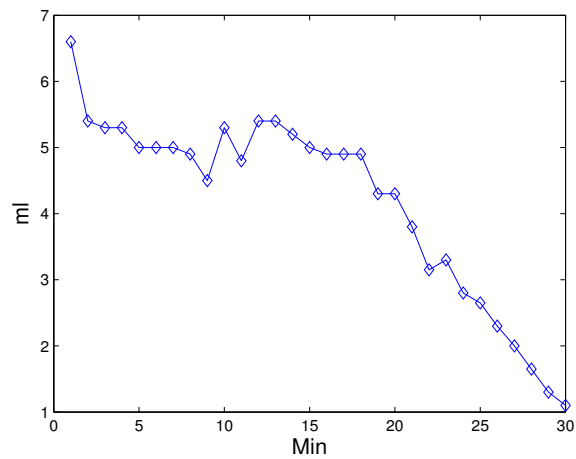


圖 4. 200ml H₂O₂ (10%) , 1gMnO₂ ([OH⁻]=0.005M) 氧氣產生量

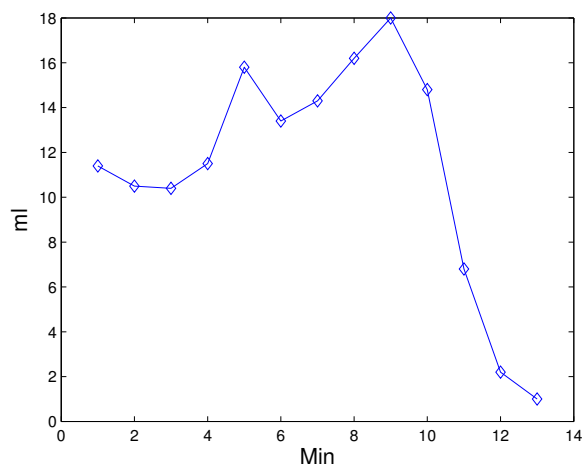


圖 5. 200ml H₂O₂ (10%) , 1gMnO₂ ([OH⁻]=0.0075M) 氧氣產生量

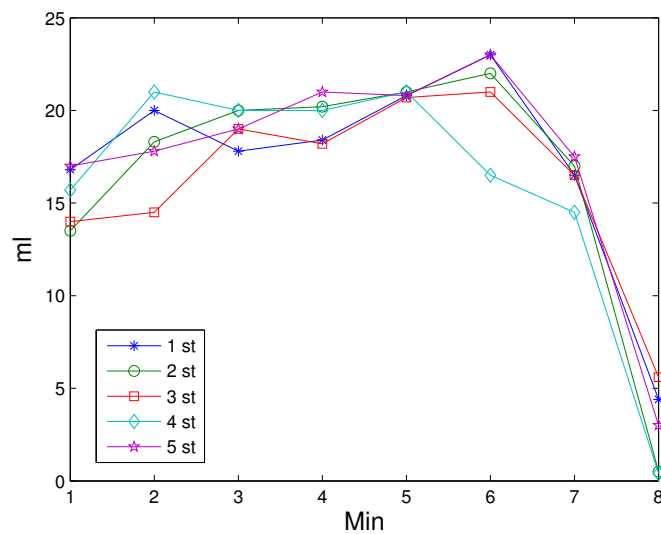


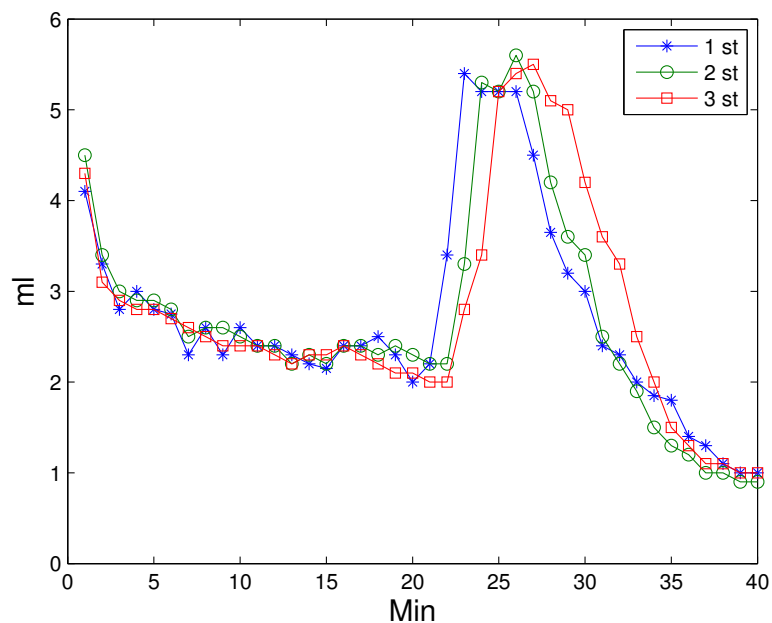
圖 6. 200ml H₂O₂ (10%) , 1gMnO₂ ([OH⁻]=0.05M) 氧氣產生量

表 8 200ml H₂O₂ (10%) , 1g MnO₂ ([OH⁻]=0.05M) 氧氣產生量與溫度關係

200ml H ₂ O ₂ (10%) , 1g MnO ₂ 0.05M	第一次		第二次		第三次		第四次		第五次	
產量與溫度 時間	ml	溫度	ml	溫度	ml	溫度	ml	溫度	ml	溫度
1 分鐘	168	23.8	135	22.3	140	23.3	157	23.0	170	24.0
2 分鐘	200	30.2	183	28.5	145	29.4	210	29.6	178	30.0
3 分鐘	178	38.2	200	37.8	190	38.4	200	37.9	190	38.5
4 分鐘	184	47.2	202	48.9	182	47.7	200	47.9	210	46.6
5 分鐘	208	55.0	210	56.1	207	55.4	210	56.0	208	56.7
6 分鐘	230	64.0	220	67.5	210	62.3	165	65.6	230	66.9
7 分鐘	165	71.0	170	70.3	165	69.2	145	70.7	175	71.0
8 分鐘	44	73.2	5	71.5	56	72.8	4	71.9	30	72.4

(二)高山症急救的氧氣供應

經多次實驗得知反應速率 $r = k[\text{H}_2\text{O}_2]$ ，反應級數為一級反應，二氧化錳量與反應速率成正比。因此將 10%過氧化氫 200ml，分別加入 1g「圖 7」、1.5g「圖 8」、2g「圖 9」、3g 的 MnO₂「圖 10」，紀錄反應時間、反應的量與溫度。

圖 7. 200ml H₂O₂ (10%) 1gMnO₂ 氧氣產生量

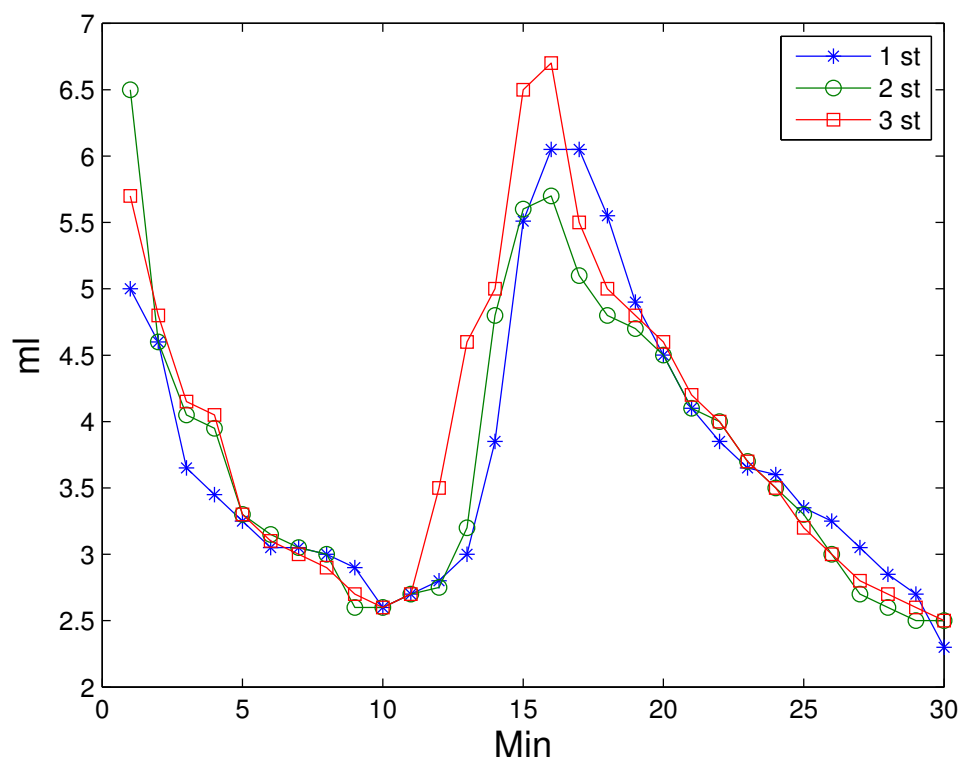


圖 8. 200ml H₂O₂ (10%) 1.5gMnO₂ 氧氣產生量

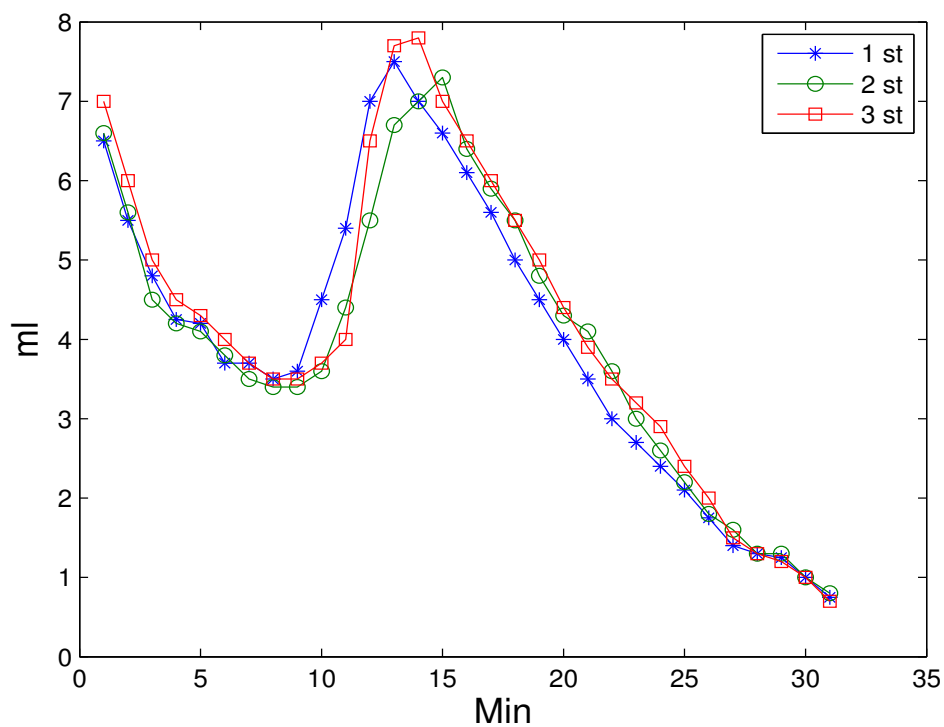
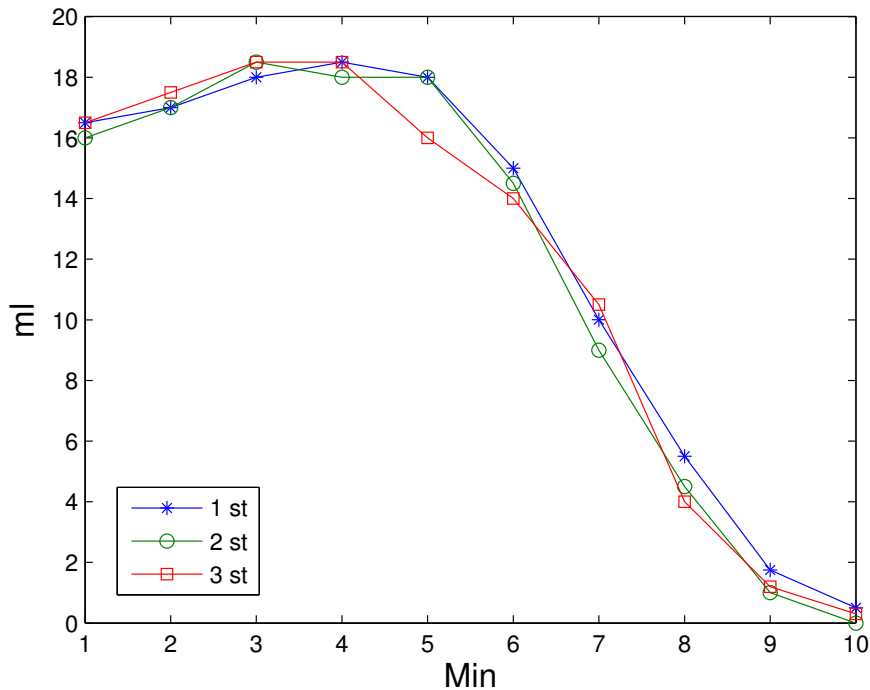


圖 9. 200ml H₂O₂ (10%) 2gMnO₂ 氧氣產生量

圖 10. 200ml H₂O₂ (10%) 3gMnO₂ 氧氣產生量

「圖 7」到「圖 10」得知 1g 的 MnO₂ 每秒產生 2.7ml 氧氣，2g 產生 4ml，3g 產生 12ml。過氧化氫與二氧化錳都是一級反應，因此 200ml 過氧化氫加入 1.5g 二氧化錳，可於 30 分鐘每秒持續產生 4ml 氧氣，可應用於台灣的所有高山救難。

(三)水上救生的氧氣供應

過氧化氫、二氧化錳與氫氧化鈉反應，能於 30 秒內產生大量的氣體充滿救生圈。經實驗得知 100ml 過氧化氫可產生 8400ml 氧氣，能充飽 6000 公升的救生圈。「表 9」為 100ml 過氧化氫分別加入 2g、4g、5g 的二氧化錳的反應結果，經實驗得知二氧化錳量與反應速率成正比，加入過多導致成本增加，因此並用氫氧化鈉加速反應，可大幅降低二氧化錳的成本。以 1M 氫氧化鈉，分別加入 2ml、3ml、5ml、7ml、8ml 以及 10ml 測出反應速率「表 10」「圖 11」。

表 9. 100ml H₂O₂ (10%) 與 MnO₂ 的反應

二氧化錳重量	3g	4g	5g
反應結束時(sec)	94sec	72sec	61sec

表 10. 100ml H₂O₂ (10%) , 1g MnO₂ 加入 NaOH 氧氣產生量

10%H ₂ O ₂ 1gMnO ₂	反應結束 時間 1 (秒)	反應結束 時間 2 (秒)	反應結束 時間 3 (秒)	反應結束 時間 4 (秒)	反應結束 時間 5 (秒)	平均 (秒)
加入 2mlNaOH	185	185	175	185	178	181.6
加入 3mlNaOH	165	144	150	156	152	153.4
加入 5mlNaOH	100	100	100	100	98	99.6
加入 7mlNaOH	98	100	98	99	100	99
加入 8mlNaOH	99	100	99	99	100	99.4
加入 10mlNaOH	90	92	95	93	96	93.2

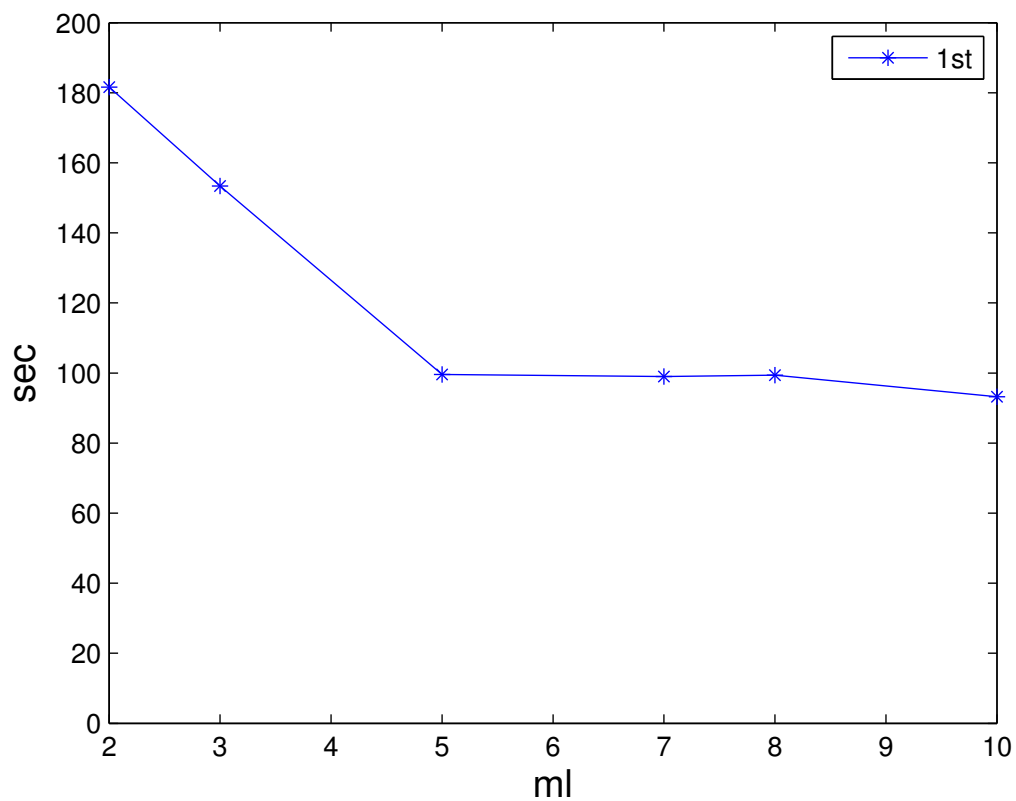
圖 11. 100ml H₂O₂ (10%) , 1gMnO₂ 加入不同體積 NaOH 反應

表 11. 100ml H₂O₂ (10%) 加入不同重量 MnO₂ 反應

	反應結束 時間 1 (秒)	反應結束 時間 2 (秒)	反應結束 時間 3 (秒)	反應結束 時間 4 (秒)	反應結束 時間 5 (秒)	平均 (秒)
10%H ₂ O ₂ , 2gMnO ₂ , 5mlNaOH	50	51	50	51	50	50.4
10%H ₂ O , 3gMnO ₂ , 5mlNaOH	40	41	42	40	40	40.6
10%H ₂ O ₂ , 4gMnO ₂ , 5mlNaOH	30	32	30	30	30	30.4
10%H ₂ O ₂ , 4gMnO ₂ , 10mlNaOH	30	32	30	30	31	30.6

由於氫氧化鈉的價格(500g 約 150 元)比二氧化錳(500g 約 300 元)便宜很多,將 100ml 的過氧化氫與 4g 二氧化錳, 1M 的氫氧化鈉 5ml, 可在 30 秒反應完成, 超過 10ml 則無較大變化「表 11」。取 100ml 過氧化氫與 4g 二氧化錳, 1M 的氫氧化鈉 5ml 符合溺水救難需求。

二、溺水自動救護系統

「圖 12」為本系統程序控制電路, 貼於蛙鏡的兩片金屬薄片電極, 藉由水中電解質的導電性, J1 端子的 2 和 3 點通電使 U1 的積體電路啟動, C2 的 220 μ F 電解質電容器電壓徐徐上升, 當浸於水中超過兩分鐘時, 便啟動救援裝置。如果抽筋時立即按下求救開關 S1, 也能啟動救援裝置。啟動時點亮警示燈號 D3, 系統並會自動啟動繼電器 RL1, 將加熱線圈通電, 融化內裝過氧化氫的小塑膠袋, 過氧化氫流出與二氧化錳及氫氧化鈉接觸, 立即產生大量氧氣充飽安全氣囊, 將溺水者浮出水面。為防止進水或溼氣影響電路工作, 將控制電路置放於模型中, 澆注加熱的 PVC 溶液, 冷卻後開模取出即成為防水的控制系統「圖 14」, 全系統整合如「圖 15」所示。

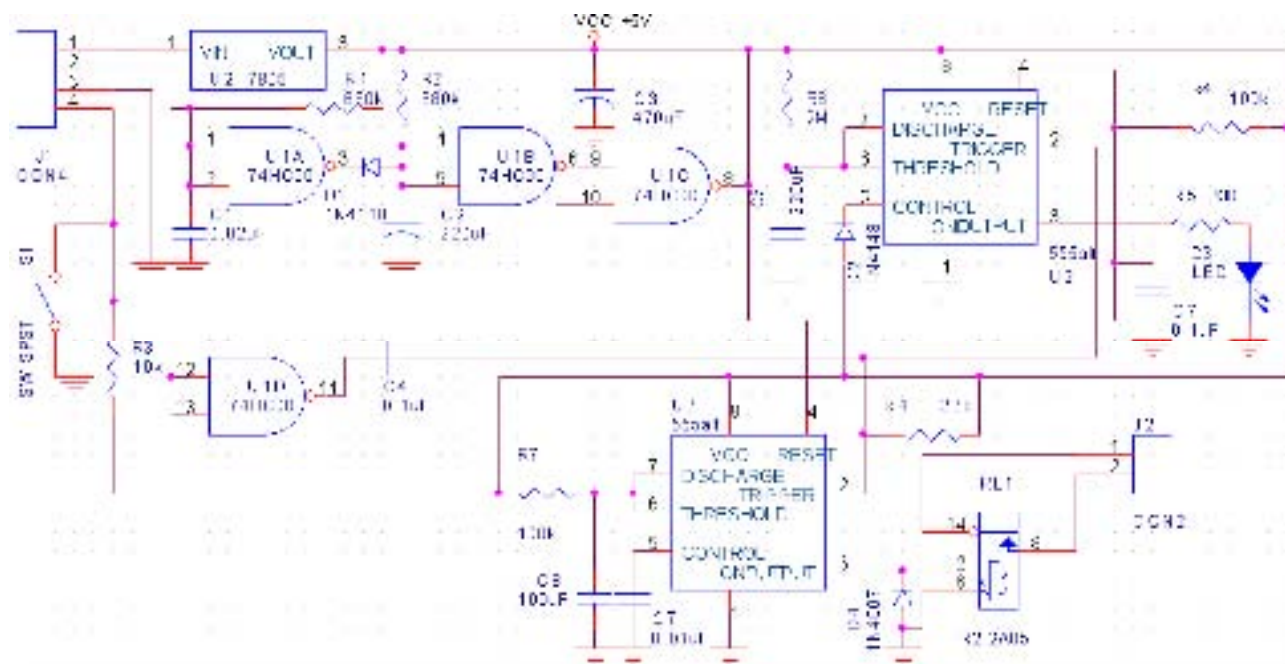


圖 12. 程序控制電路

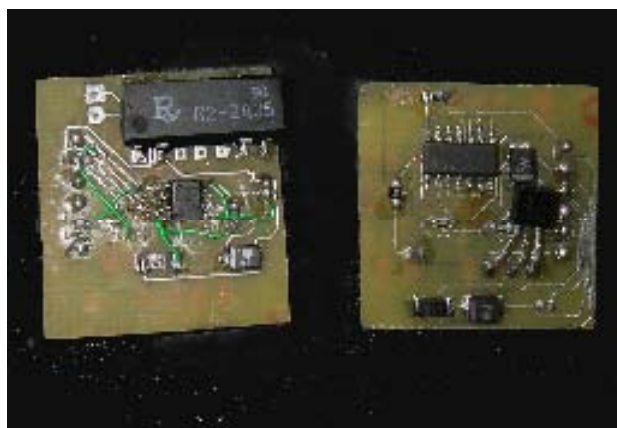


圖13. 程序控制電路板

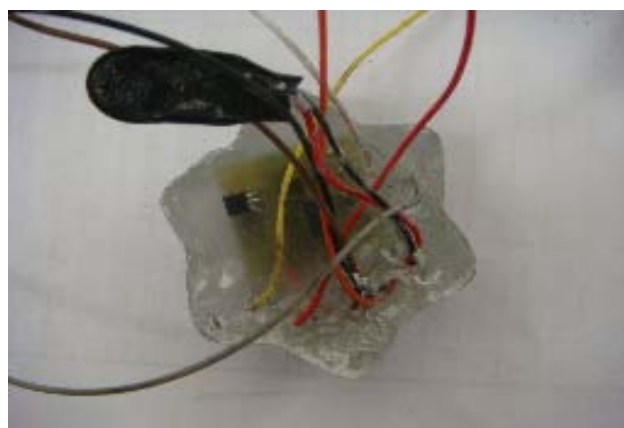


圖14. 程序控制系統



圖15. 全系統整合

（左側為火災逃生系統、圖中溺水救生系統、右側高山症與地震供氧系統）

柒、討論

一、問題：系統的體積與重量是否增加使用者的負擔？

討論：在高山攜帶 200ml 過氧化氫與 1.5g 的 MnO_2 ，三十分鐘每秒持續提供 4ml 的氧氣，四千公尺的高山，每秒提供 3ml 氧氣即與平地的含氧量相同，重量很輕不會造成登山者的負擔。

解決方案：請教醫生，醫生表示合於急救之需求。

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上冊（參考資料 11），較具準確度，從書中得知，標準 5 分鐘。

解決方案：請教醫生，醫生表示溺斃影響的因素有很多，但是基本上閉氣多於兩分鐘就會感到痛苦。

三、問題：溺水救難所需的氧氣量如何計量？

討論：提供一個輕巧易於攜帶的裝置，可於三十秒產生約 8 公升的氧氣，能充飽一個救生圈。化學藥品為 100ml 的過氧化氫，5 g 二氧化錳與 1M5ml 氫氧化鈉。

解決方案：成功克服這個問題。

四、問題：如何規劃火災救難所需的氧氣量？

討論：火災常因濃煙有毒，將人嗆暈喪失逃生契機，提供五分鐘充足的氧氣，使人不吸如有毒煙霧，可增加逃難的時間。200ml 過氧化氫 4g 的 MnO_2 與氫氧化鈉 0.05M，可在六分鐘產生超過 7000ml 氧氣，每秒提供 19.4 毫升的氧氣「表 8」。

五、問題：加入氫氧化鈉對反應速率的影響為何？

討論：加入少許的氫氧化鈉可增加反應速率，但加入 0.0025M 不會再提升速率，所以 0.0025M 為過氧化氫加入二氧化錳的最佳反應酸鹼值，pH 值為 11.4。

六、問題：溫度對反應速率的影響？

討論：溫度越高反應速率越快，由實驗得知溫度對此反應不是一級反應，有最佳的反應溫度，此反應最佳的反應溫度為 40℃，只要溫度達到 40℃ 反應就大幅增加。

七、問題：二氧化錳對此反應的影響為何？

討論：對過氧化氫而言，二氧化錳為一級反應，用量越多反應越快為正比關係。

八、問題：地震受困時如何提供長時間的供氧量？

討論：200m 過氧化氫加入 1.5gMnO₂ 可以持續三十分鐘的供氧量，過氧化氫的量多少並不會改變反應速率，600ml 的過氧化氫可以持續供氧超過 2 小時，再增加可以長達一日以上。

捌、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

經多次實驗得知過氧化氫、二氧化錳與氫氧化鈉的聯合催化劑，更能有效控制氧氣生成的反應速率，可廣泛應用於各種區域救生，保障人們的安全。更發現除了催化劑與溫度，控制酸鹼值可大幅提升反應速率，這是課本沒有論及之處。希望這個發現能提升其他反應的速率，快速更多化學反應，使科技更進步。

（二）未來展望

系統達成救災之需求，符合現今國內公共安全之需求，並且造價低廉。火災與溺水救難所需的警告燈示，能大幅減少搜尋時間，使化學工程與生活安全相融合，得以防止意外悲劇的發生。未來將繼續發展警告訊息傳送方式，可朝下列方向發展：

1、警告訊息傳送方式的改良

目前已研究將超音波加入，可穿透濃煙瀰漫的火場與水中，可增加救難的契機。

2、建立無線電藍芽連線

若是能將危難發生時，藉由無線網際網路匯集，系統便能藉由這些資料，分析出更準確的救難資訊。

玖、參考資料及其他

- 一、曾國輝，化學，台北市，藝軒圖畫出版社，2002 年
- 二、殷芃元和黃胤哲，中華民國第四十五屆中小學科學展覽會作品說明書，國中組理化科，救命元氣，私立宜寧高中，2007 年
- 三、林敬二等編著，高中物質科學化學篇(下)，臺北市，三民書局，2007 年
- 四、中華民國科學教育館，中小學科展作品專輯，臺北市，豐山彩色印書有限公司，1990 年
- 五、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
- 六、盧銘欽編著，線性與介面系列 IC，初版，臺北市，格致圖書，1990 年
- 七、高敏雄編著，99 最新 CMOS IC 規格表，二版，臺北市，全華科技圖書股份有限公司，1999 年
- 八、全華編輯部編著，89 最新 TTL IC 規格表，再版，全華科技圖書股份有限公司，1990 年
- 九、楊明豐編著，數位邏輯實習，初版，台北市，基峰資訊股份有限公司，2002 年
- 十、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
- 十一、Arthur C. Guyton，蓋統生理學上冊，初版，臺北市，華杏書局，1998 年

附件二 臺灣地區歷年意外溺斃統計表

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

資料來源：行政院衛生署網站

【評語】 091104

本作品結合課程所學電子學與化學知識，設計出救生養氣供應系統，提供緊急呼吸及求救之用。整體設計考量受溺者、登山者及火災現場多種緊急救生之需求，頗具創意，且能實作出雛型系統，具實用發展潛力。建議未來宜思考供氧的穩定性及供氣量充足性等因素。