

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會
作品說明書

高中組 生活與應用科學科

040801

以氣旋式裝置捕捉二氧化碳

學校名稱：國立華南高級商業職業學校

作者： 高二 丁錦平 高二 黃宥傑 高二 林紫薇 高二 柯佳宜	指導老師： 王明宗
---	--------------

關鍵詞：氣旋式、二氧化碳、液膜

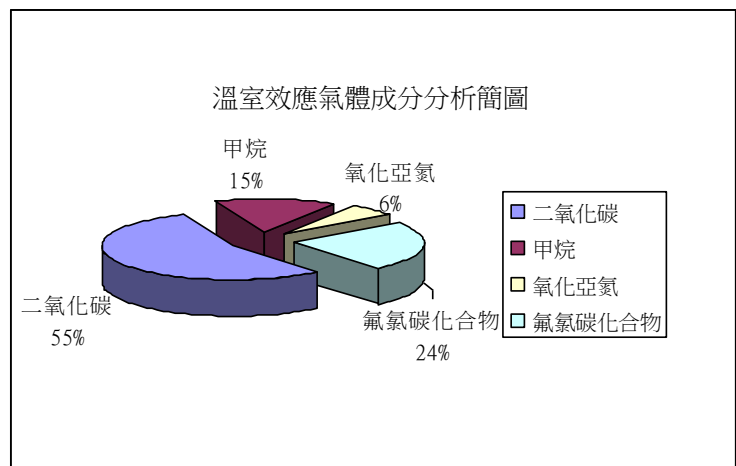
以氣旋式裝置捕捉二氧化碳

摘要

本研究是以自製創新的氣旋式裝置來提昇二氧化碳捕捉效率，並搭配改變吸收液的表面張力以增加二氧化碳的吸收效率，希望能藉由實驗的探討，集思廣義，創造出更好的減碳設備，改善溫室效應。

壹.研究動機

近幾年的新聞經常報導，因溫室效應（greenhouse effect）的關係，氣候變的相當的異常，而這些元兇，也就是我們所稱的溫室氣體（greenhouse gas），水氣（ H_2O ）、二氧化碳（ CO_2 ）、臭氧（ O_3 ）、氧化亞氮（ N_2O ）、甲烷（ CH_4 ）、氫氟氯碳化物類（CFCs，HFCs，HCFCs）、全氟碳化物（PFCs）及六氟化硫（ SF_6 ）等，會使地球的溫度年年增溫，有一天會像台灣的紀錄片所提到，當地球的溫度上升至六度時，則地球上百分之九十的生物會滅絕，其中生物包括人類，在工業革命前，溫室氣體中二氧化碳的量一直維持在定值內，然而在工業革命後，汽車等等的重工業一一興起，造成二氧化碳不斷的增加，造成地球難以淨化的地步，而我們的研究動機是在一定範圍內，可以捕抓空氣中二氧化碳，減低空氣中二氧化碳的濃度，有效控制其空氣中二氧化碳的濃度。



貳.研究目的

- 一、本研究實驗目的著重於以改變吸收液的表面張力進而提升二氧化碳的吸收效率。
- 二、研究以氣旋式方式改良現有的二氧化碳捕捉裝置。

參.研究設備及器材

一、一般器具：

- (一) 器材：八角轉接頭、PVC 板、3M 吸盤、C 型夾、塑膠針筒、手工鋸、吸力康、棉線、三角板、切割墊、剪刀、黑塑網、壓克力切割刀、圓形塑型棒、計時器、美工刀、圓筒衛生紙、棉布手套、鑽床、風速扇、自製圓規、離心式抽氣馬達、18 公升的寶特瓶、吸管。
- (二) 材料：黏土、氯仿、電工膠布、鋁箔膠帶、水管、3M 強力膠帶、排水管、壓克力扁條、壓克力三角補強條、螺絲。

二、實驗室之器具：

- (一) 儀器：烘箱、電源供應器、二氧化碳測量器

(二) 器具：護目鏡、漏斗、橡皮軟管、衛生橡膠手套、活性炭口罩

(三) 材料：中性界面活性劑、二氧化碳、氫氧化鈉



圖 3-2-1



圖 3-2-2

肆.研究過程及方法

一、文獻回顧

目前二氧化碳回收處理技術範圍很廣，大致可分為：物理吸附法、化學吸收法、薄膜分離法及未來積極研發展的深海儲存技術等研究。

物理吸附法：利用吸收劑對氣體的選擇性差異做分離，優點是操作簡單、低耗能，但吸收再生過程繁雜，不適合大量廢氣處理。

薄膜分離法：利用氣體對薄膜的滲透性將氣體分離，優點是操作及裝置簡單，但因薄膜耐久性差使得效率降低，不適合大量廢氣處理。

深海儲存法：利用低溫將氣體固化並利用深海壓力將其封存於海底，適合大量廢氣處理，但技術層面高，對自然生態風險無法評估。

化學吸收法：利用吸收劑與氣體在封閉裝置內發生化學反應達成氣體吸收，且吸收劑可逆再生，吸收速度快，可用於大量的氣體處理，因就以化學吸收法來做文獻回顧。

陳柏志（2006）提到二氧化碳吸收劑總質傳係數因液體流量及吸收劑濃度增加而上升，但氣體流速對總質傳係數幾乎沒有影響，表示主要的質傳阻力在於液膜。且當反應溫度提升時，同時也會造成吸收劑黏度下降，使氣體易擴散，並增加分子的碰撞，且隨著二氧化碳滯留時間增加而吸收率上升。但一般填床為了增加質傳效果，往往都於填充床內部堆積更多的填充物以增加氣液接觸面積，但因填充床只靠重力的作用使得液體向下流動緩慢，液膜厚度較厚，而造成質傳效果下降。為解決一般填充床在質傳不佳的問題而改以旋轉填充床為吸收裝置，用高速旋轉所產生的離心力增加重力場強度，並藉由重力場改善液膜厚度過厚及接觸面積不足問題，進而使提升質傳效果。

二、研究討論

由相關文獻得知，化學吸收法的二氧化碳吸收效果不論使用何種吸收劑，是其液膜厚度決定總質傳系數，吸收液的濃度增加可使液膜厚度增加，並可增加二氧化碳的吸收率，但過厚的液膜卻因氣液接觸面積不足，使得吸收率反而下降（陳柏志，2006）。

綜合以上文獻資料及討論結果，本研究將從如何改善及如何產生最佳吸收效果之液膜著手，進而使吸收劑因改良過程而使其特性改變，為使吸收劑特性改變而需設計出一套不同以往的設備來提升二氧化碳捕捉的效率，進一步控制空氣品質。

（一）吸收劑表面張力實驗

吸收劑液膜的厚度及面積大小取決於液體的表面張力，表面張力愈小，液膜的厚度愈薄、面積愈大，因此只要能有效控制液體表面張力，就能控制液膜的厚度，也就能提升二氧化碳吸收率。

而相關文獻中是以旋轉填充床來控制液膜厚度，但由於旋轉裝置需高耗能的馬達來驅動，在本實驗中將不採用，但這又如何來控制液膜厚度呢！

從生活中小孩子吹泡泡的遊戲中啟發了另類的研究動機，可藉由界面活性劑來控制液體的表面張力及液膜的厚度，只要找出適量的界面活性劑來改變吸收劑的特性，就能達到本次實驗的目標。

實驗一（界面活性劑泡沫產生裝置製作）

- 1、裁四塊 45cm×11cm 的壓克力板（圖 4-2-1）以氯仿加以黏著，完成長 10cm 寬 10.5cm 高 45cm 的長柱體（圖 4-2-2、4-2-3、4-2-4）。



圖 4-2-1

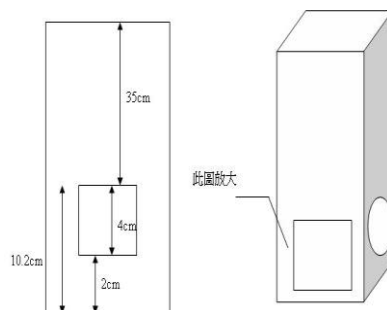


圖 4-2-2

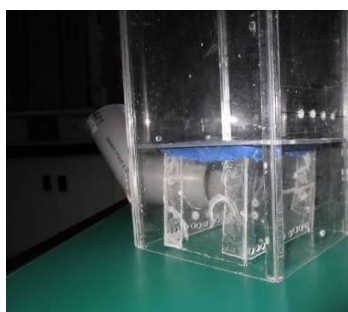


圖 4-2-3

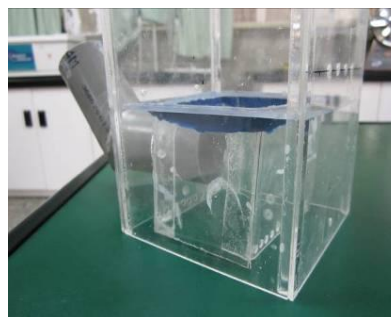


圖 4-2-4

實驗二（界面活性劑比例配製）

- 1、將不同比例的中性界面活性劑加入加入定量的氫氧化鈉溶液吸收劑中，並以實驗一製作的起泡裝置來測量液體加入不同比例的中性界面活性劑後，表面張力的改變下起泡的情形（圖 4-2-5、4-2-6）。



圖 4-2-5



圖 4-2-6

2、實驗之數據結果

氫氧化鈉溶液裡加入介面活性劑，因表面張力增加，確實可產生出液膜，且液膜存在時間的越長，可讓二氧化碳與氫氧化鈉做充足的接觸反應。而我們擔心界面活性劑之比例太多，則液膜不易破會影響其後之速率，並可能將此裝置變成一部吹泡泡機，所以我們以 200：1、200：0.8、200：0.5、200：0.3、200：0.2、200：0.15 來作比較，我們發現 200：0.15 之濃度（未加入氣旋式滅泡裝置），能產生液膜且輕易破裂（前項為吸收溶液（ml），後項為界面活性劑（ml））。

（二）氣旋式滅泡及氣液分離裝置製作

- 1、經實驗二發現，液體因添中性界面活性劑能有效的增加表面張力，但其缺點是所產生的泡沫如未即時破裂的話，則由鹼性吸收劑產生的泡沫會隨抽氣設備排放至外部，而造成環境污染。
- 2、目前用於滅泡的方法，不外乎採用加熱法及加鹽法來破壞表面張力，但不適用於本實驗。
- 3、經討論後、決定自製氣旋裝置來滅泡，因氣旋原理可以產生離心力，使泡沫高速的在氣旋裝置內與其裝置壁面產生摩擦，進而消除表面張力而達到滅泡之目的，並可使液體與氣體分離。所以，本實驗需要先測得氣旋裝置最大風速，才能產生最大離心力，達到最佳滅泡及氣液分離效果，而最大風速取決於氣旋裝置之半徑，本實驗以電腦風扇馬達取代風速計測得裝置內風速（圖 4-2-7）。



圖 4-2-7

4、實驗之數據結果

氣旋裝置 半徑(公分)	6	8	10	12	14
電壓(伏特)	0.72	0.94	1.3	1.16	0.98

實驗發現當氣旋裝置半徑在 10cm 時，其電腦風扇馬達可產生 1.3 伏特之電壓，代表其風速最大，可供本實驗裝置參考。

5、依實驗數據製作出的氣旋式離心器（圖 4-2-8），及多組式氣旋式離心器組合裝置（圖 4-2-9）。

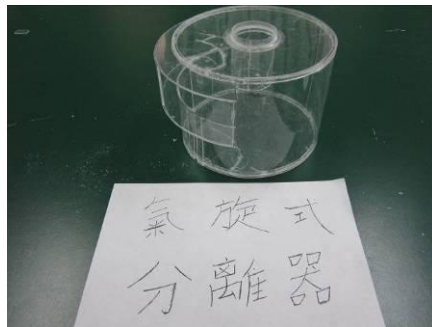


圖 4-2-8



圖 4-2-9

6、綜合各實驗結果所完成之氣旋式捕捉二氧化碳裝置（圖 4-2-10）



圖 4-2-10



氣旋式二氧化碳捕捉裝置



pH 值擷取器



離心式抽風機



二氧化碳分析儀



模擬空間 1m³

伍.研究結果

一、測量不同裝置在固定 1 m^3 空間中的空氣抽換率（內壓等於外壓）。

液膜式：約 75 秒充滿 1 m^3 ，液膜式入氣量約每秒 0.1333 m^3

填充式：約 81 秒充滿 1 m^3 ，填充式入氣量約每秒 0.1234 m^3

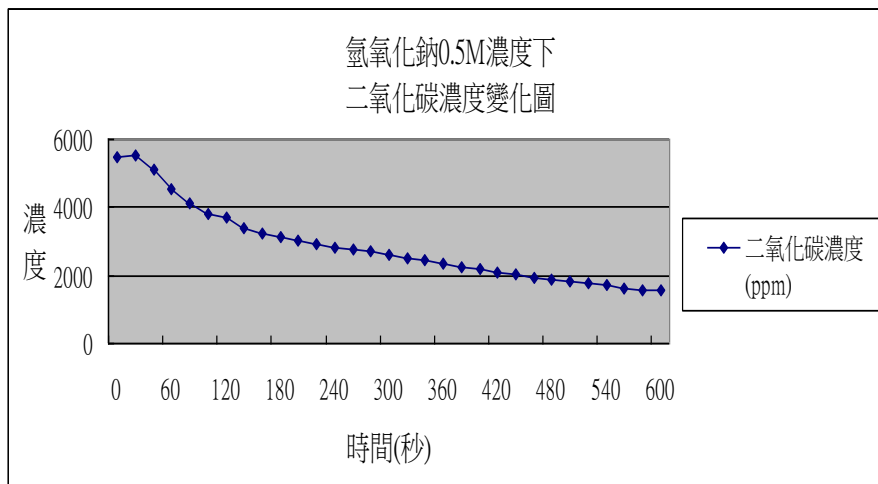
以簡單的計算方式，時間 \div 體積（ m^3 ）=入氣量。

由實驗得知，填充式為增加質傳效果，往往在填充床內部堆積更多填充物，而增加其空氣流通阻力。

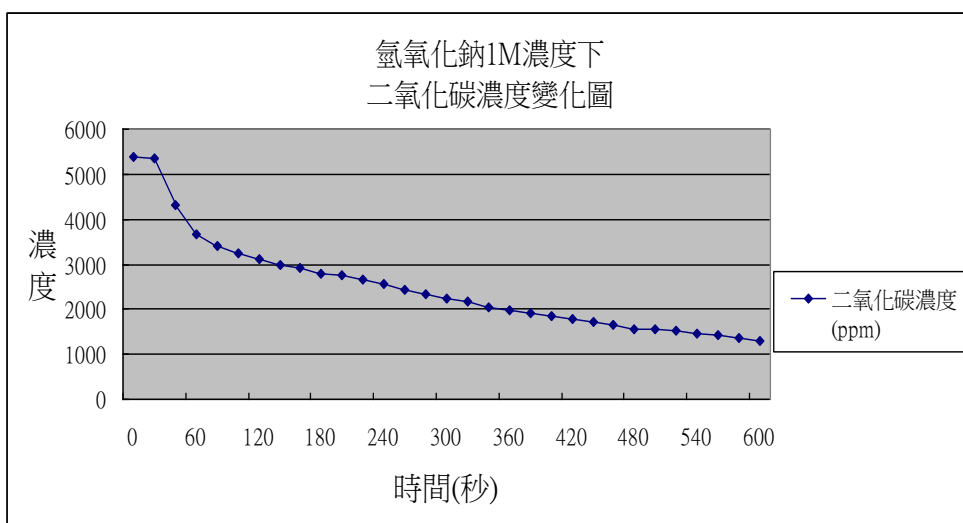
二、固定體積為 1 m^3 ，及維持溫度於 24°C 左右，灌入二氧化碳到濃度 5000ppm，再以不同濃度的氫氧化鈉來測量過濾二氧化碳的速率。

（一）把時間設定為十分鐘，測試濃度 0.5M、1M、2M 氫氧化鈉溶液吸收二氧化碳的效果並做比較。

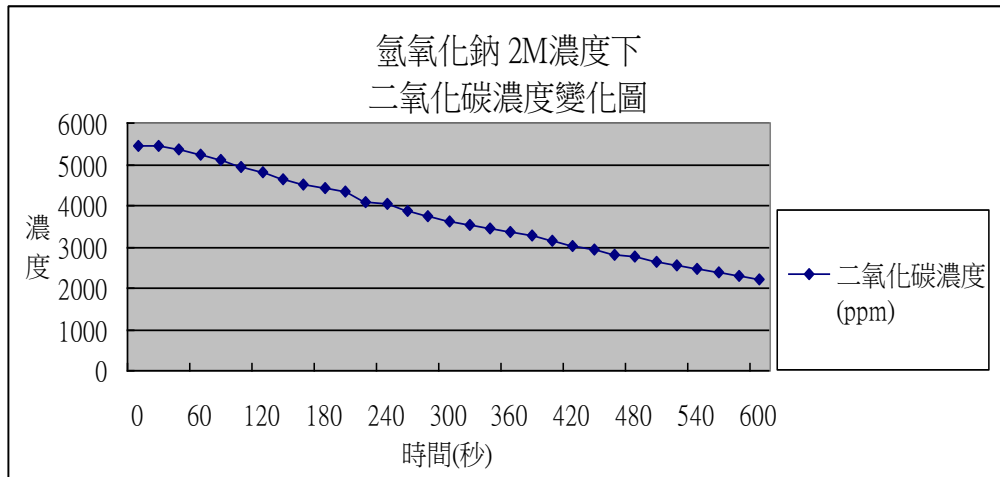
1、氫氧化鈉為 0.5M 時，二氧化碳濃度變化圖。



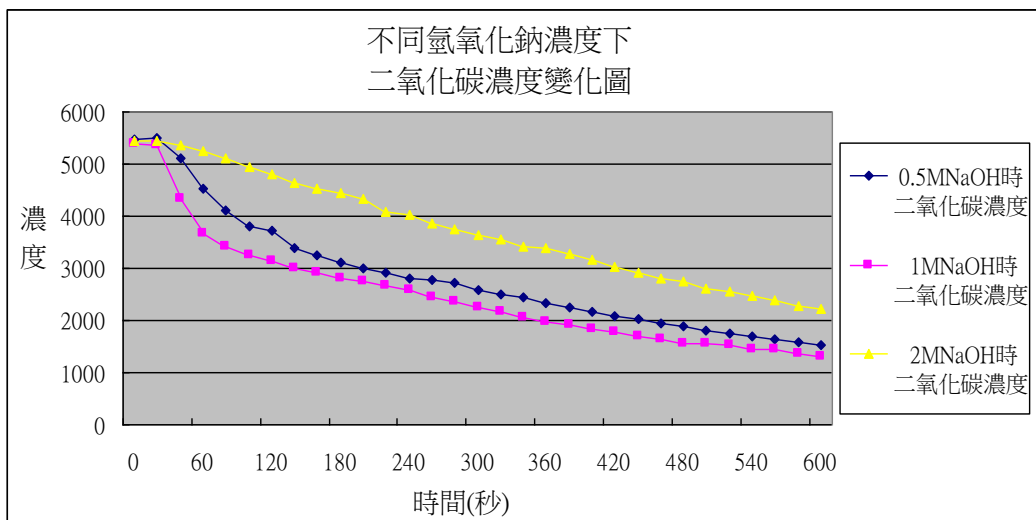
2、氫氧化鈉為 1M 時，二氧化碳濃度變化圖。



3. 氫氧化鈉為 2M 時，二氧化碳濃度變化圖。



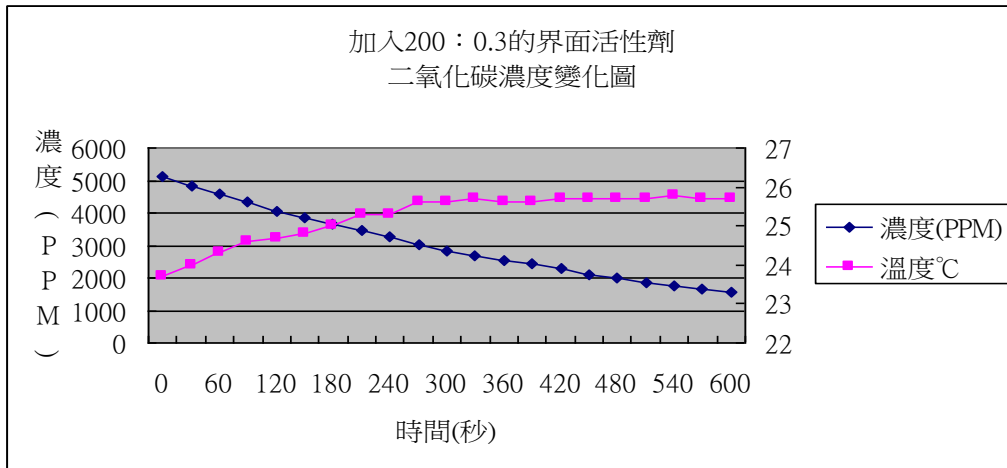
4、綜合比較三個濃度吸取二氧化碳的優劣，發現濃度 1M 氫氧化鈉吸收度最佳，其次是濃度 0.5M 氫氧化鈉吸收二氧化碳的效果，最後是濃度 2M 氫氧化鈉吸取二氧化碳的效果。



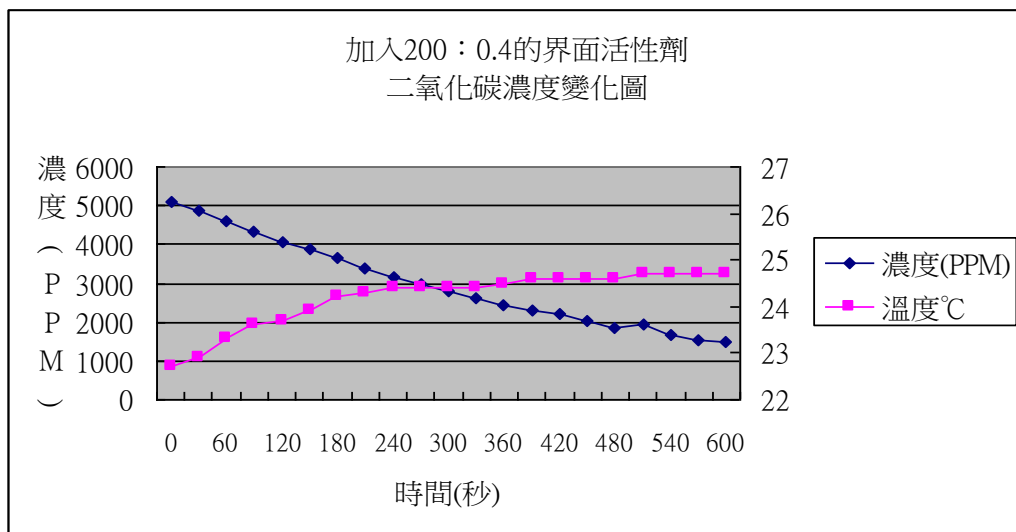
三、由實驗得知，當氫氧化鈉在濃度 1M 時，吸收二氧化碳效果最好，陳柏志（2006）指出在溶液中，增加液膜會讓二氧化碳吸收度更好，因此，下面的實驗，即是在吸收率最好之濃度 1M 的氫氧化鈉、1M 乙醇胺及水，加入不同比例的界面活性劑，測量其吸收二氧化碳的效果，因為加入氣旋裝置滅泡，所以測試是由未加入滅泡裝置之 200:0.15 最佳比例略調升，依次為 200:0.3、200:0.4、200:0.5、200:0.6、200:0.7（前項為吸收溶液（ml），後項為界面活性劑（ml））。

（一）依次加入 1M 氫氧化鈉與界面活性劑之比例為 200:0.3、200:0.4、200:0.5、200:0.6、200:0.7。

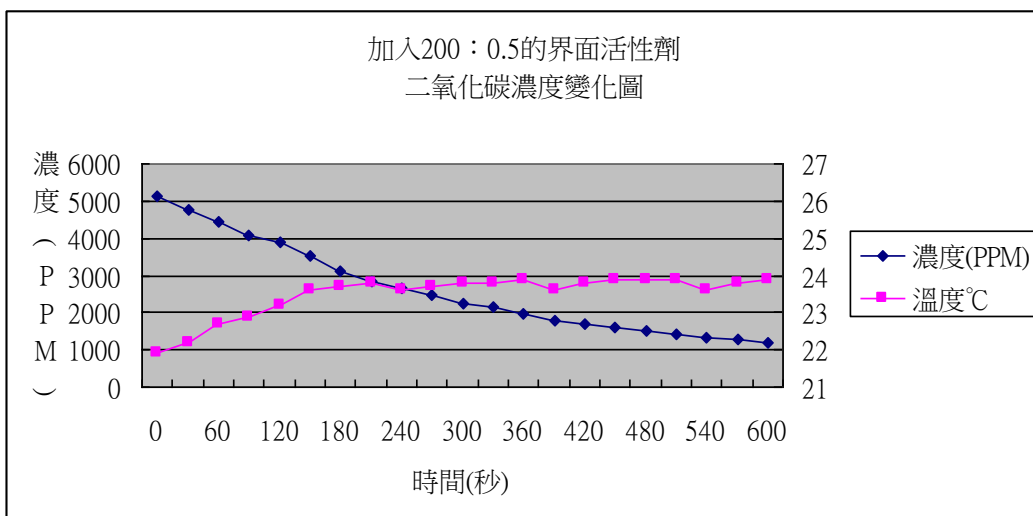
1、加入 200 : 0.3 的界面活性劑時，二氧化碳濃度變化圖。



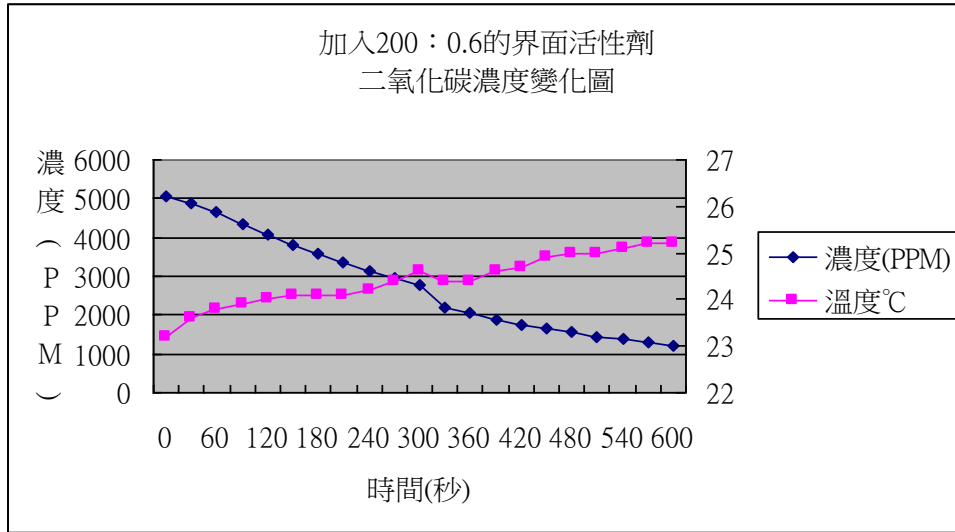
2、加入 200 : 0.4 的界面活性劑時，二氧化碳濃度變化圖。



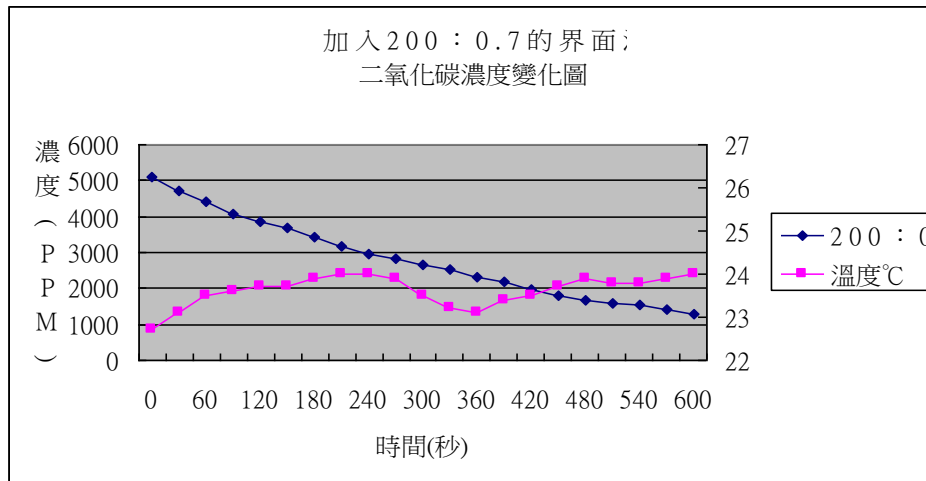
3、加入 200 : 0.5 的界面活性劑，二氧化碳濃度變化圖。



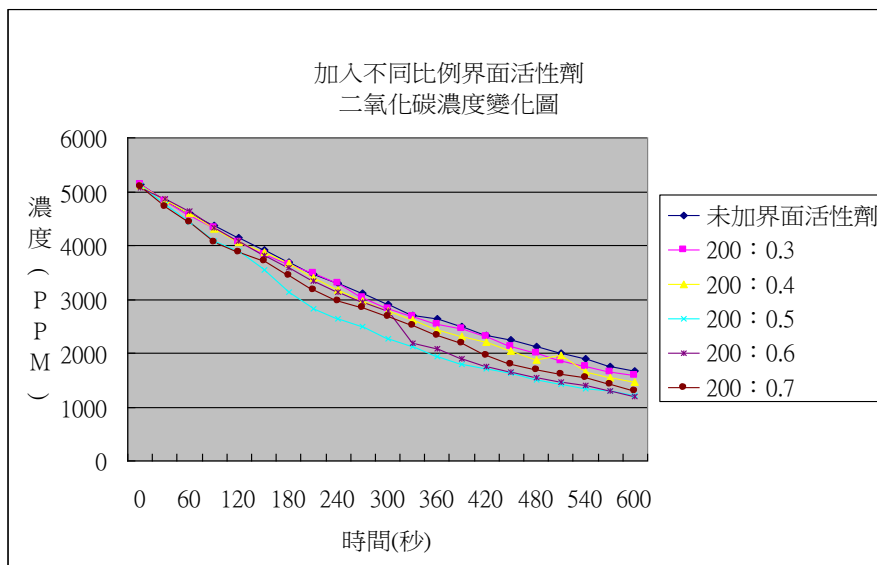
4、加入 200 : 0.6 的界面活性劑，二氧化碳濃度變化圖。



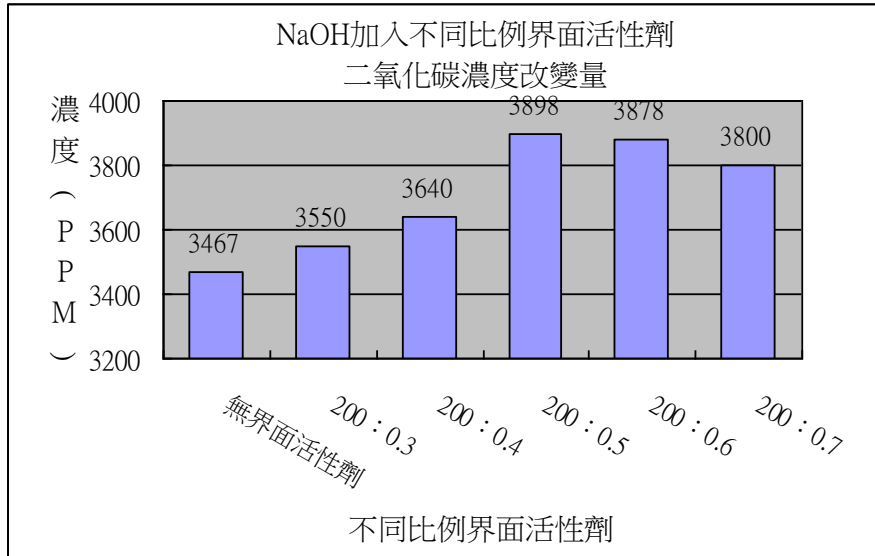
5、加入 200 : 0.7 的界面活性劑，二氧化碳濃度變化圖。



6、由以上結果得知 200 : 0.5 的濃度的界面活性劑吸收二氧化碳效果最佳，超過 200 : 0.5 的界面活性劑，吸收效果只能維持在濃度 1200ppm 上下擺盪。



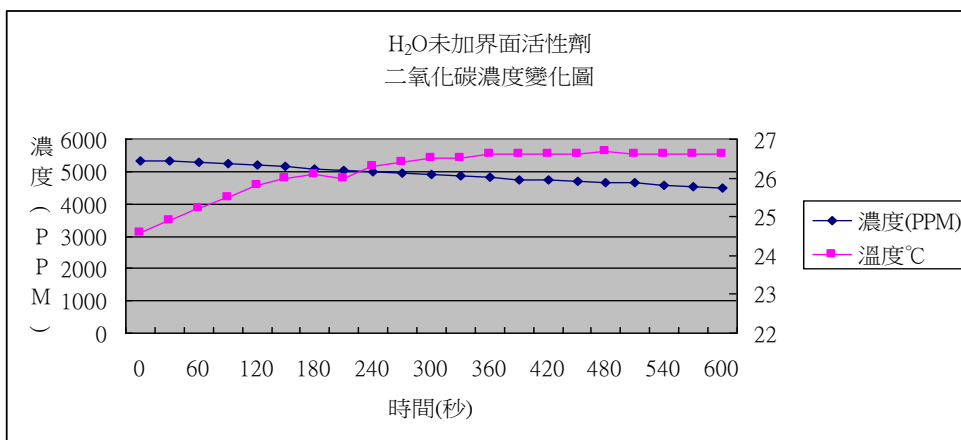
7、綜合 1M 氫氧化鈉於不同比例界面活性劑情況下，二氧化碳濃度改變量比較圖。



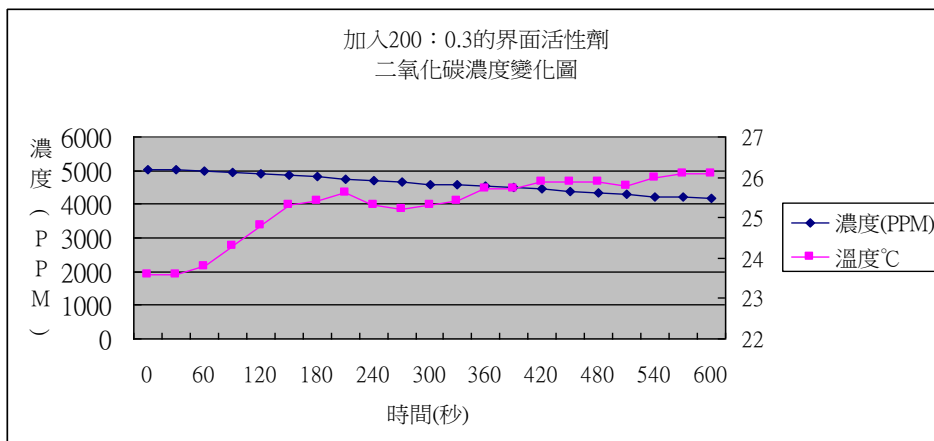
(二) 曾映棠 (2002) 提到在工業中常使用乙醇胺去除二氧化碳，且乙醇胺對於去除低濃度二氧化碳仍是較受歡迎之吸附劑，此外，陳柏志 (2006) 亦指出 1M 乙醇胺吸收效果較佳，因此，為了證明有無界面活性劑是否影響吸附效果，分別再以水及 1M 乙醇胺，來驗證吸附效果受界面活性劑影響之程度。

1、以水分別加入不同的濃度的界面活性劑做比較

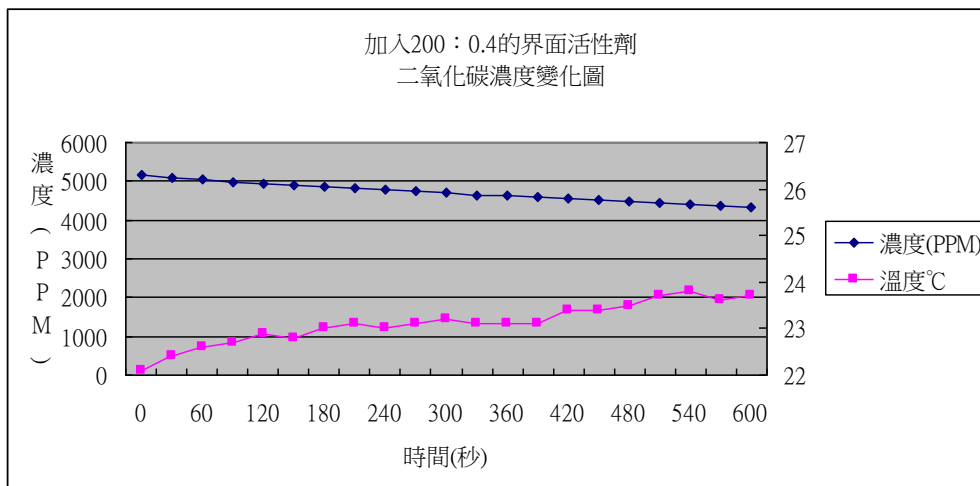
(1) 水未加界面活性劑，二氧化碳濃度變化圖。



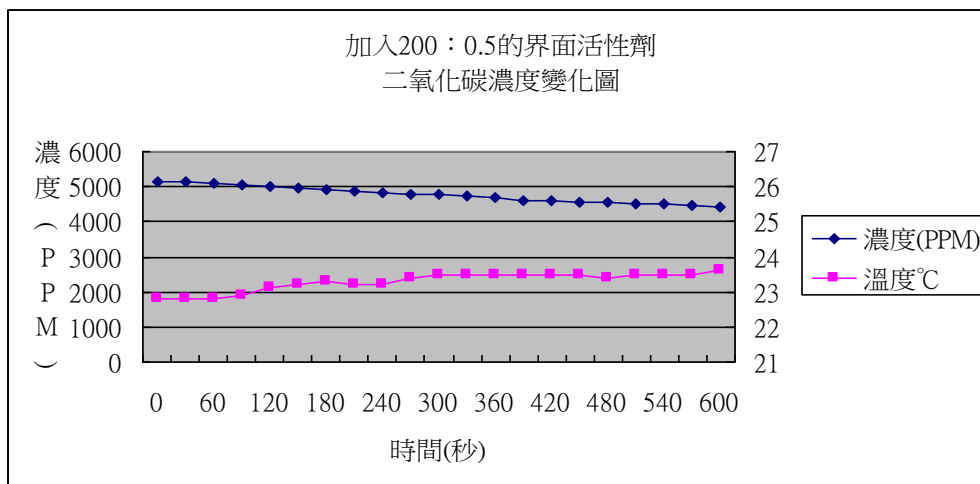
(2) 加入 200 : 0.3 的界面活性劑，二氧化碳濃度變化圖。



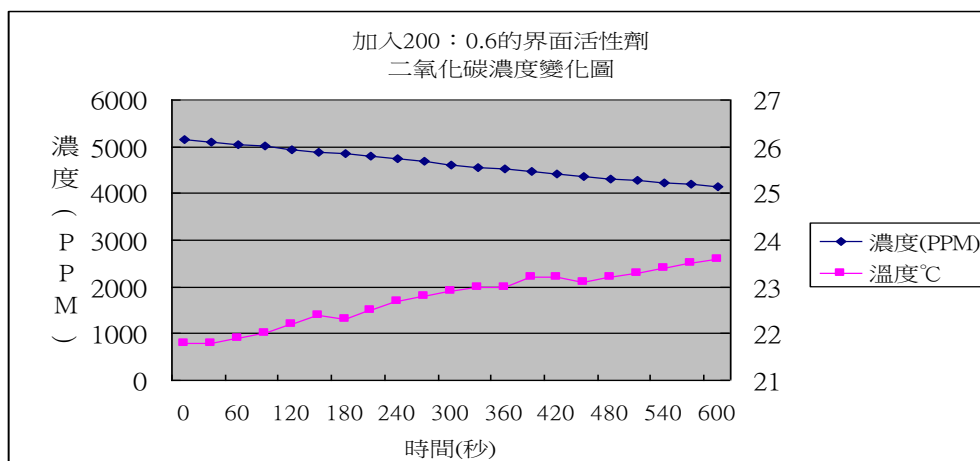
(3) 加入 200 : 0.4 的界面活性劑，二氧化碳濃度變化圖。



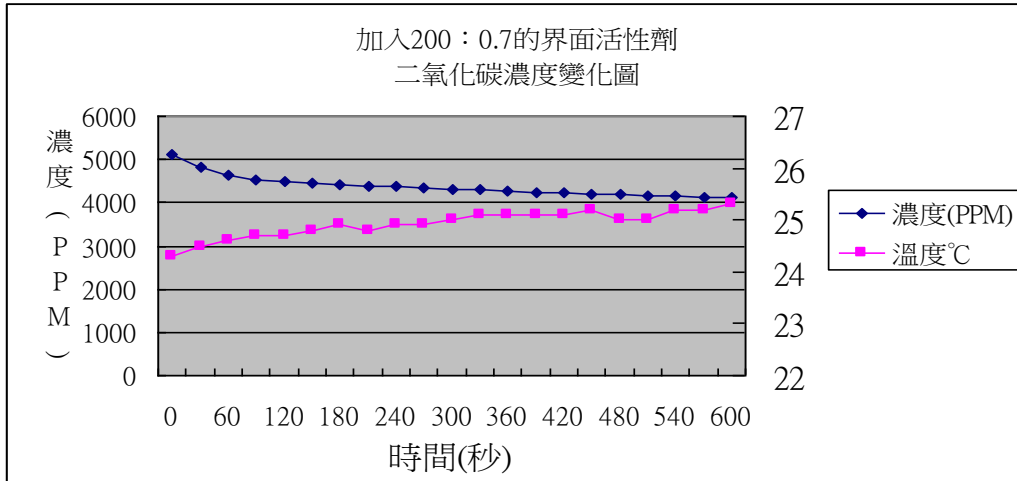
(4) 加入 200 : 0.5 的界面活性劑，二氧化碳濃度變化圖。



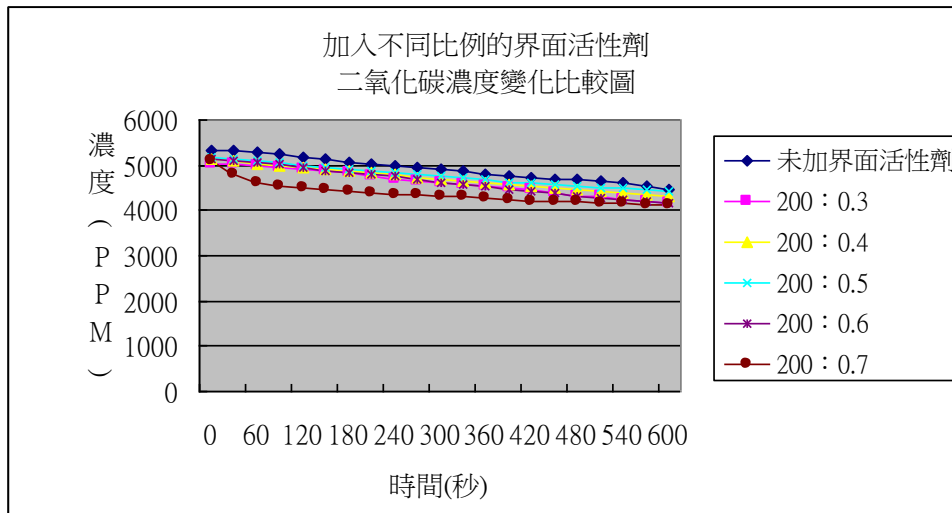
(5) 加入 200 : 0.6 的界面活性劑，二氧化碳濃度變化圖。



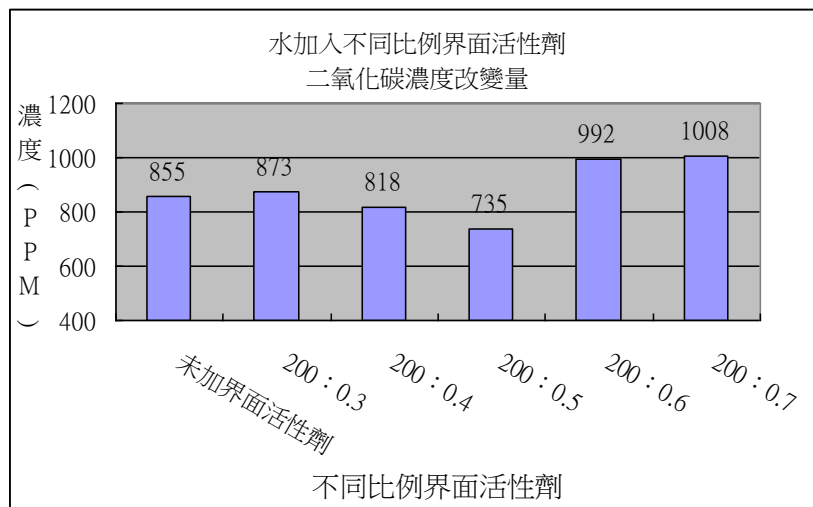
(6) 加入 200 : 0.7 的界面活性劑，二氧化碳濃度變化圖。



(7) 綜合以上實驗結果發現水所含界面活性劑濃度越高，其吸收二氧化碳效果越好，但在 200 : 0.7 時，產生許多泡泡造成滅泡裝置運轉達到極限。

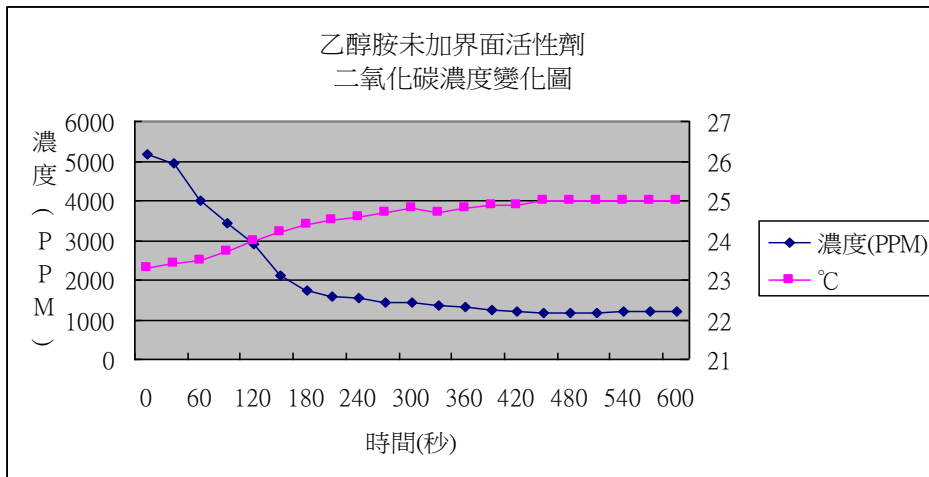


(8) 綜合水於不同比例界面活性劑情況下，二氧化碳濃度改變量比較圖。

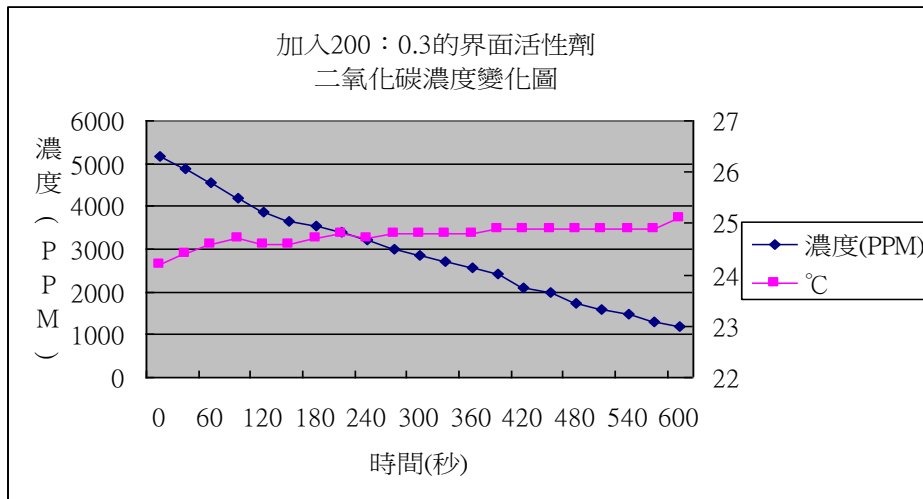


2、以 1M 的乙醇胺分別加入不同比例的界面活性劑做比較

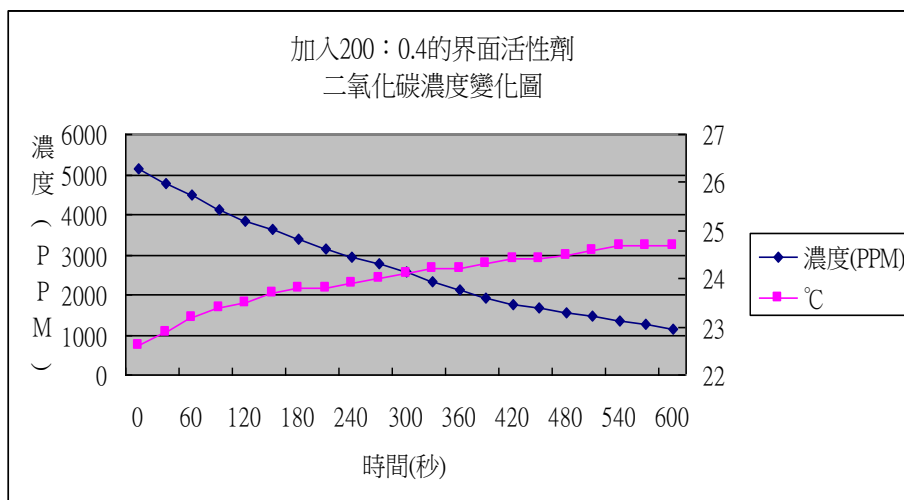
(1) 1M 乙醇胺未加界面活性劑



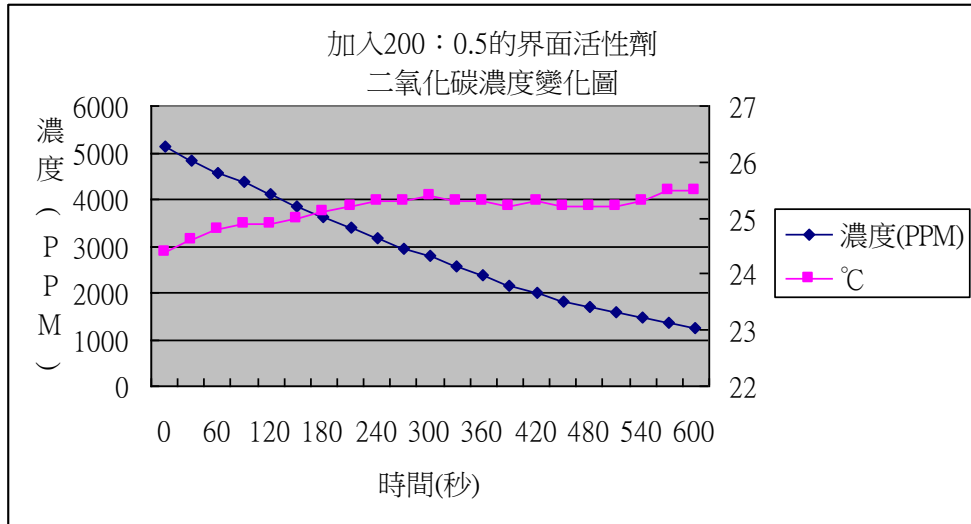
(2) 加入 200 : 0.3 的界面活性劑，二氧化碳濃度變化圖。



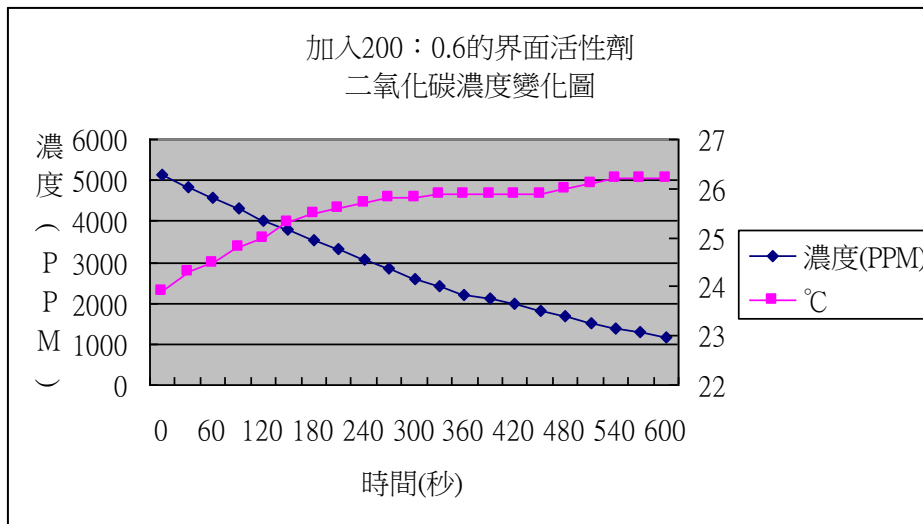
(3) 加入 200 : 0.4 的界面活性劑，二氧化碳濃度變化圖。



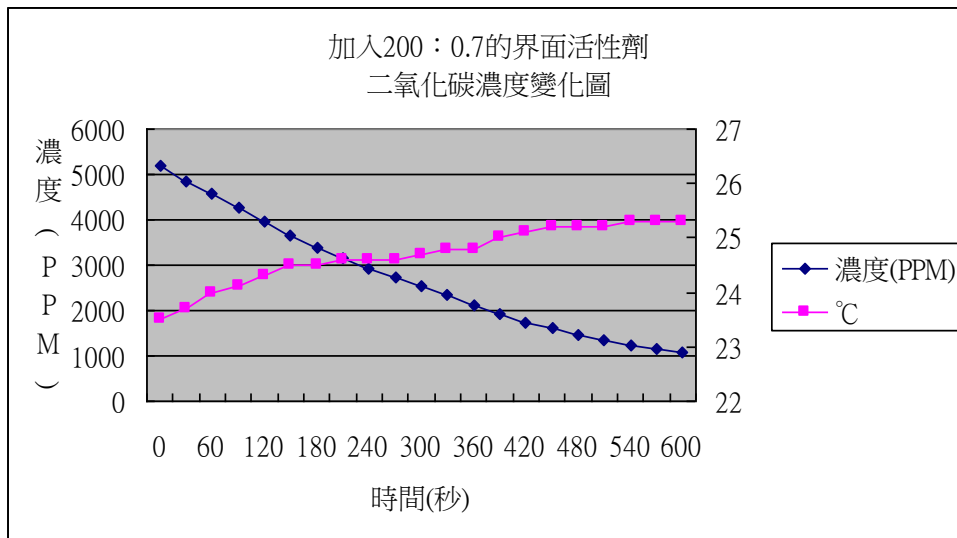
(4) 加入 200 : 0.5 的界面活性劑，二氧化碳濃度變化圖。



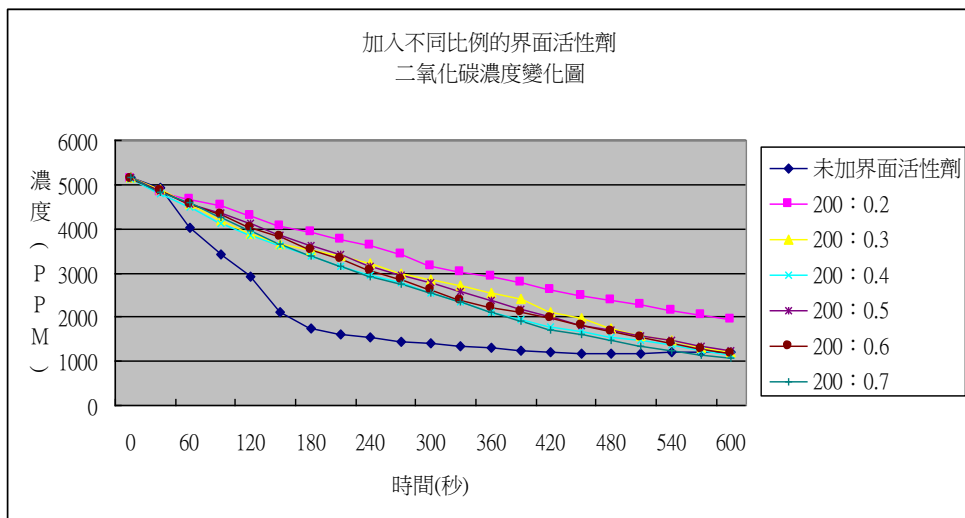
(5) 加入 200 : 0.6 的界面活性劑，二氧化碳濃度變化圖。



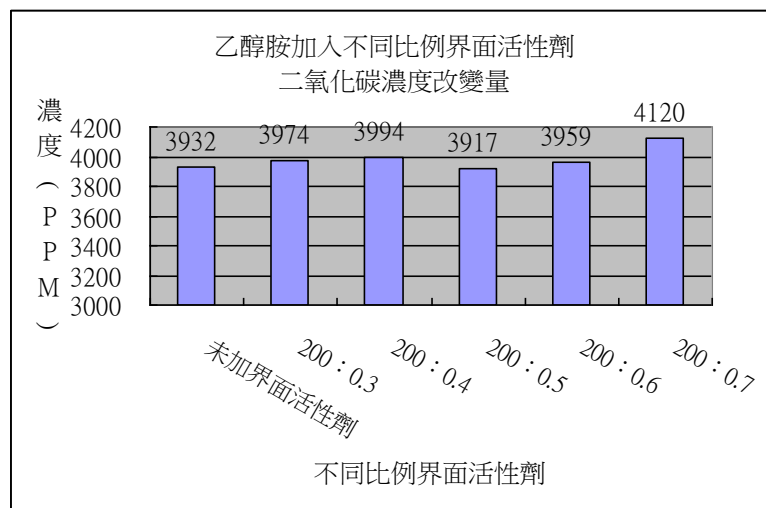
(6) 加入 200 : 0.7 的界面活性劑，二氧化碳濃度變化圖。



(7) 由以上實驗發現 1M 的乙醇胺加入 200 : 0.7 的界面活性劑，其吸附效果最好。



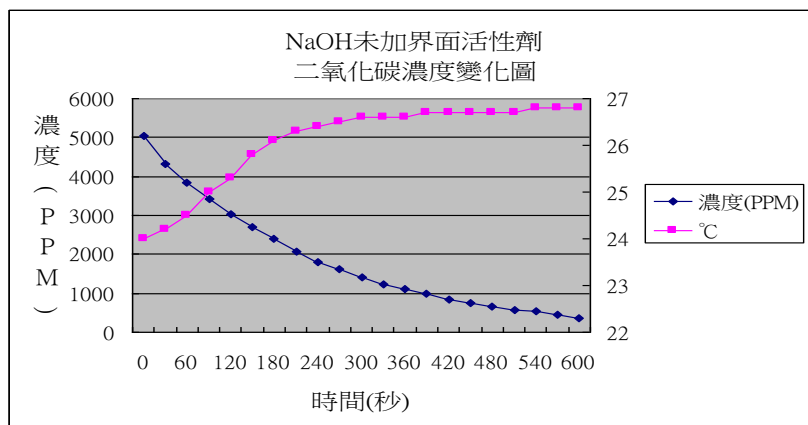
(8) 綜合乙醇胺於不同比例界面活性劑情況下，二氧化碳濃度改變量比較圖。



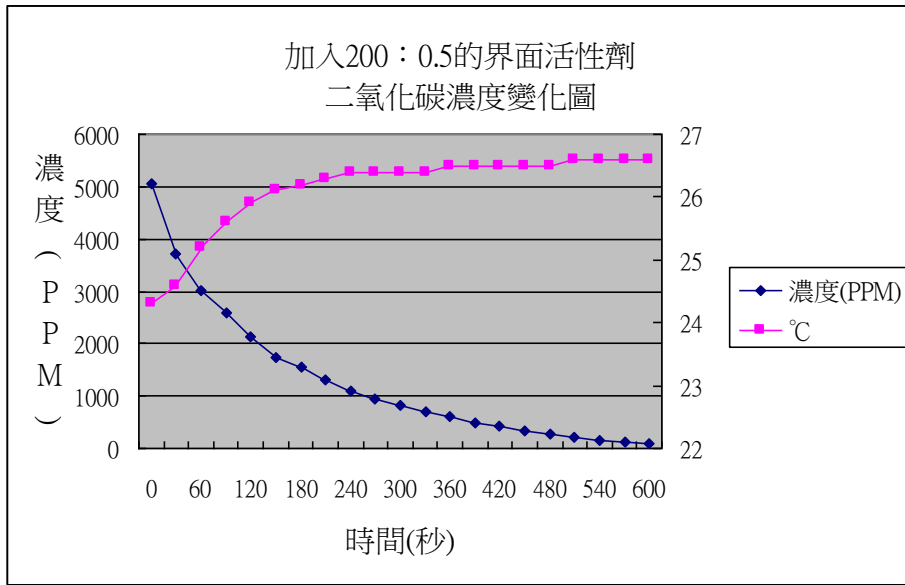
4、綜合以上實驗結果，得知水及乙醇胺加入界面活性劑，可提高其吸收二氧化碳之效果，且水及乙醇胺與界面活性劑比例為 200 : 0.7 時，吸收效果最佳。

(三) 為了證明改變二氧化碳吸收劑之表面張力特性，能有效提昇吸收效果，並可用於不同裝置，以填充床裝置比較有無界面活性劑，是否影響吸收二氧化碳之效果。

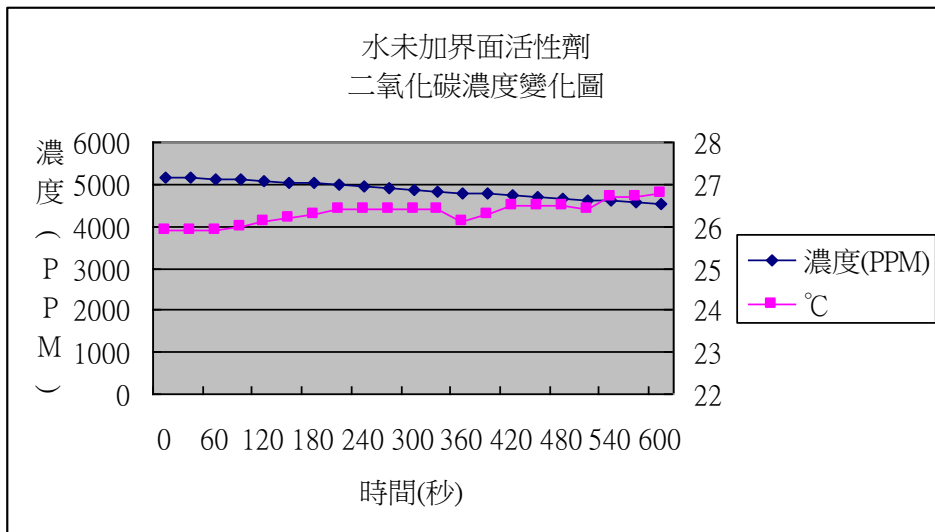
1、濃度 1M 氫氧化鈉在填充床裝置吸收二氧化碳濃度變化之曲線圖。



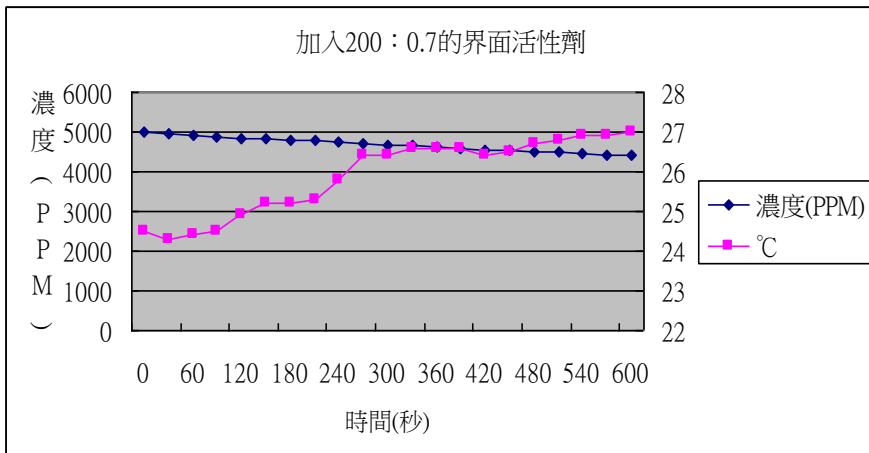
2、同樣濃度 1 M 氫氧化鈉情況下，填充床裝置加入 200 : 0.5 界面活性劑時，吸收二氧化碳濃度變化之曲線圖。



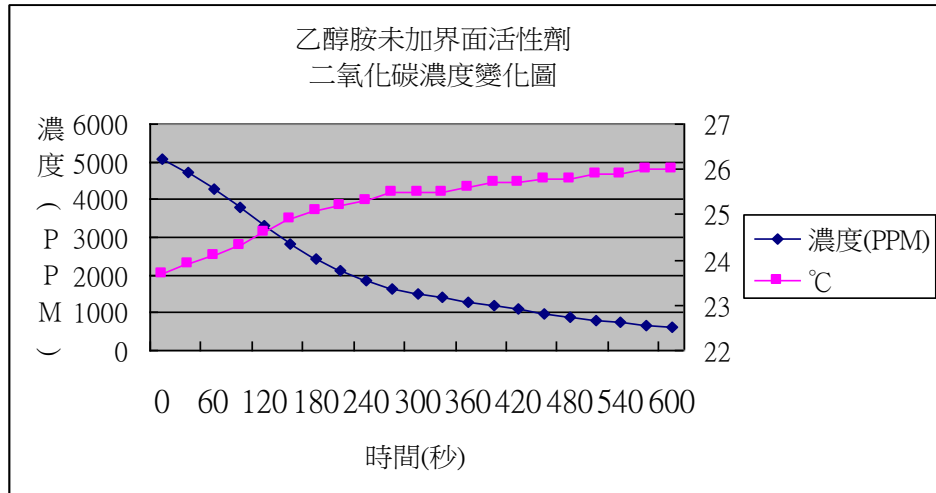
3、水在填充床裝置，未加界面活性劑時，吸收二氧化碳濃度變化之曲線圖。



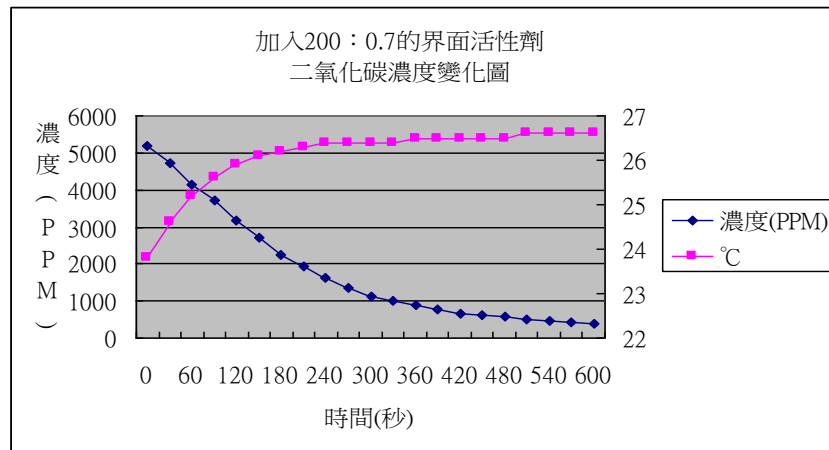
4、水在填充床裝置，加入 200 : 0.7 的界面活性劑，吸收二氧化碳濃度變化之曲線圖。



5、1M 乙醇胺於填充床裝置，未加界面活性劑時，二氧化碳濃度變化之曲線圖。



6、1M 乙醇胺於填充床裝置，加入 200：0.7 的界面活性劑時，二氧化碳濃度變化之曲線圖。



由實驗證明，在不同的二氧化碳吸收裝置下，配合本實驗改良之氣旋式滅泡裝置，及運用界面活性劑以增加吸收劑液膜，皆可大大提升捕捉二氧化碳之效果。

陸.討論

- 一、在吸收二氧化碳時，環境因素的影響，例如：溼度、溫度，可能都會影響到吸收二氧化碳的速率及成效。
- 二、加入過多的界面活性劑，可能會造成液膜太厚，將降低吸收二氧化碳效能。
- 三、若加入適當界面活性劑於不同的二氧化碳吸收裝置，讓溶液產生液膜，並搭配本實驗之氣旋式滅泡裝置，會有較佳的二氧化碳吸收效果。
- 四、除鹼性溶液之外，將水加入不同比例界面活性劑之後，發現其吸收二氧化碳效果有效提升。
- 五、由於本實驗是使用效能較低之抽氣馬達，若能提高抽氣馬達的抽氣效率，則可應用在工業上，進行二氧化碳捕捉達到減碳之效果。
- 六、本實驗礙於製造設備不足，自製氣旋式二氧化碳捕捉裝置全以壓克力為材料，但壓克力材質耐酸鹼程度不如 PVC，如果能解決製造設備問題，將以 PVC 取代目前之壓克力材料，達到真正耐酸鹼之標準設備。

柒.結論

由實驗得知，發現二氧化碳在不同濃度鹼性溶液（氫氧化鈉、乙醇胺）中的吸收效果，並非是越濃吸收效果越好，當加入界面活性劑於溶液中能有效產生液膜，增加二氧化碳之吸收效率，亦可取代傳統旋轉填充床式二氧化碳吸收裝置，需以高耗能馬達才能改變液膜的方式，但加入界面活性劑會產生泡沫，需搭配本實驗製作之氣旋式滅泡裝置，才得以發揮相輔相成之效用，展望本裝置設備可置於地下停車場、會議室或大禮堂等密閉空間，改善空間二氧化碳濃度，廣泛運用於生活中。

捌.參考資料及其他

- 陳柏志（2006）。錯流式旋轉填充床應用於二氧化碳吸收之研究。長庚大學化工與材料工程研究所碩士論文，未出版，桃園。
- 曾映棠（2002）。化學溶劑吸收再生法回收廢氣中二氧化碳之溶劑使用成本分析。國立交通大學環境工程研究所，未出版，新竹。
- 環保保護概念書面教材。教育部提升技職校院學生通識教育暨語文應用改善計畫。

【評語】 040801

本作品以二氧化碳之吸附改善為主題，在裝置的製作上用盡巧思，令人讚嘆，惟研究主題探討的吸附面積雖以界面活性劑作改善，但成效並不明顯，且吸附後的脫附程序未予探討，且添加的界面活性劑對脫附程序的影響亦有再探討的空間。