

崑山科技大學 環境工程系

專題研究報告

(自製)太陽能集熱器的效率探討

指導老師：黃仗義

班級：四環工四 A

學生：林威廷、許憲昇、郭騏森、高聖哲

中華民國九十八年五月十六號

專題製作報告授權同意書

本授權書所授權之報告為本組在崑山科技大學 環境工程 系
八 組 97 學年度第 2 學期修習專題製作課程之報告。

報告名稱：(自製)太陽能集熱器的效率探討

本組就具有著作財產權之報告全文資料，同意提供本校圖書館典藏，
並同意圖書館因典藏之目的就該資料進行必要之數位化重製，且依圖
書館法、著作權法規定，提供讀者利用。

上述授權內容均無須訂立讓與及授權契約書。依本授權之發行權為非
專屬性發行權利。依本授權所為之收錄、重製、發行及學術研發利用
均為無償。

請勾選授權公開年限及範圍：(請勾選一項)

- 立即公開
- 五年後公開
- 三年後公開
- 校園內公開
- 館內典藏

指導老師姓名：黃仗義

學生簽名：林威廷

學號：4940N004

許憲昇

4940N013

郭顯森

4940N024

高聖哲

4940N043

(親筆正楷)

(務必填寫)

日期：民國 98 年 5 月 15 日

摘要

本實驗主要在探討利用凸透鏡聚光加熱廢食用油，在不同條件下探討其熱傳導效率。由此實驗，我們也可以加以改變把它應用在日常生活中，從中減少不必要的能源浪費；如可取代洗澡的熱水，節省能源與減少二氧化碳排放量，更進一步改變生活品質，這些都值得我們深入研究與探討的問題。因此我們想出利用簡單的小實驗，以低廉的實驗道具來測試集熱效率，如何讓太陽能的效果發揮到極致，效率能持久不墜呢？這就是我們所要去實驗目的。

此參考國外的資料或實驗所延伸出來的，國外是在一個面積1500平方米、深3米的人造湖，其湖水比較特別，分3層：最下面一層是1.5米深的含鹽較多的鹹水；中間一層是1.3米深的含鹽較少的鹹水；最上面一層是0.2米深的不含鹽的淡水。人造湖只要灌入這3層水，“熱量銀行”就基本大功告成，只等太陽來儲存熱量。這樣的太陽能源湖儲存的熱量能把下層1.5米深的鹹水加熱至80攝氏度，不僅可以取暖，還可以用來發電，而其中的奧秘就在這3層湖水中。

普通淡水湖不管太陽怎麼曬，溫度也不會超過當地氣溫。因為淡水湖白天經過日曬後，夜晚會把白天儲存的熱量散發掉。湖面的水先冷卻，比重加大而下沉，下面還沒有冷卻的水因比重小而上浮，又把熱散掉，這樣循環的結果，使湖水吸收的太陽熱量根本不能保存下來。

人造太陽能源湖就不同，表面那層0.2米厚的淡水白天曬熱後，熱量到了夜晚同樣會散掉，但這層淡水不會下沉，因為它即使冷卻，比重也沒有鹹水大，因此一直浮在上面成為保溫層。下層的含鹽鹹水由於永遠也浮不到表面，因此它白天吸收的熱量就不會被帶到湖面散失掉。鹹水被太陽曬的日子越久，湖底的水溫就越高。

目 錄

一. 前言	5
二. 實驗器材與材料	6
2.1 實驗器材	6
2.2 實驗材料	6
2.3 實驗設備	7
2.3.1 無加裝凸透鏡	7
2.3.2 加裝凸透鏡	7
三. 實驗步驟	8
I. 公式	8
II. 不銹鋼管或銅管	9
III. 不銹鋼管或銅管加凸透鏡	9
四. 實驗結果	10
五. 實驗討論	34
六. 結論	37
七. 參考文獻	37

一. 前言

在能源缺乏與高價的時代，太陽能的供應是源源不斷的，不會引起污染，是一種非常乾淨的能源，更不會耗盡自然資源或導致全球溫室效應，綠色能源應該是目前最好的替代物品了。

因為有太陽源源不斷的向地球傳遞能源，植物才可以進行光合作用，將太陽能轉換為自身的養分。而動物再藉由攝取植物，從而得到自身活動所需之能源。所以太陽能可以說是地球上一切生命的基礎。近年來，隨著各項資源慢慢的耗盡，太陽能的轉換利用還有發電的議題越來越受人們重視，因此，本研究目的主要是太陽熱能的傳遞，依序將各種吸收能量液體（油、水），並在各種條件下發生的不同溫度變化跟熱傳導係數，以陽光照射，經金屬彎管之導熱過程傳到水裡，達到集熱效率，取得最佳吸收的熱量。

二. 實驗器材與材料

2.1 實驗器材

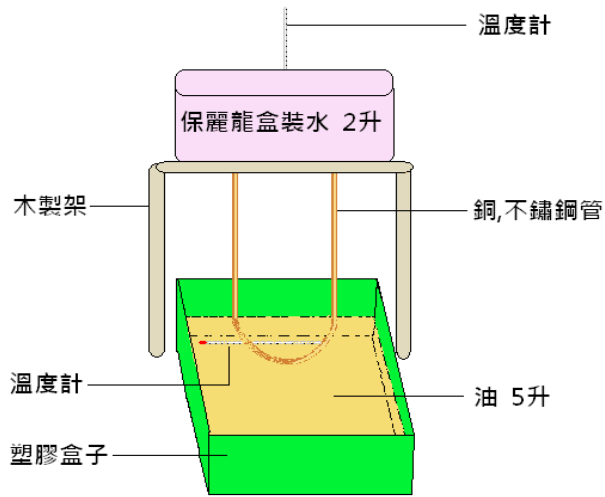
(1) 保麗龍盒 (約 5 公升)	1 個
(2) 木頭	約數支
(3) 塑膠盆子 (約 30 公升)	1 個
(4) 溫度計 (200°C)	2 支
(5) 銅管	1 支
(6) 不鏽鋼管	1 支
(7) 凸透鏡 (直徑約 6 公分)	1 支

2.2 實驗材料

(1) 廢食用油 (回收油)	約 5 公升
(2) 自來水	約 2 公升

2.3 實驗設備

2.3.1 無加裝凸透鏡



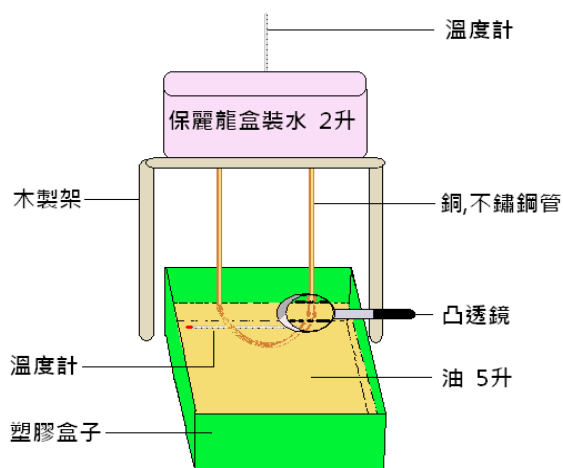
圖(1) 實驗器材組裝後

圖 2.3-1 簡易設備圖(無加裝凸透鏡)



圖 2.3-2 實際上的設備圖(不銹鋼)

2.3.2 加裝凸透鏡



圖(2) 實驗器材組裝後

圖 2.3-3 簡易設備圖(加裝凸透鏡)



圖 2.3-4 實際上的設備圖(銅管)

三. 實驗步驟

I. 公式：

a. $\Delta H_{\text{油}} = m_{\text{油}} \cdot C_{p\text{油}} \cdot \Delta T$

b. $\Delta H_{\text{水}} = m_{\text{水}} \cdot C_{p\text{水}} \cdot \Delta T$

※ ΔH 為改變的熱量 (卡)、 C_p 為比熱 (每個物質都不一樣)、 ΔT 為溫度變化 ($^{\circ}\text{C}$)、 m 為質量。

※植物油物理性質 @20 $^{\circ}\text{C}$

物理性質 植物油	比熱 C_p $\text{J/kg}^{\circ}\text{C}$	密度 ρ kg/m^3
水	4.176	998.2
葵花油	2.197	919
玉米油	1.956	920
橄欖油	1.895	915.8
菜子油	1.834	911.4
棉子油	1.916	918.7
花生油	-	913
棕欖油	2	919

※註：以上資料取至中山大學環工所碩士論文摘錄

90年8月

II. 不銹鋼管或銅管：

- (1)將器材組裝好後，塑膠盆子倒入廢棄食用油 5 公升，放入溫度計。
- (2)在保麗龍盒裡倒入水 2 公升，放入溫度計。
- (3)後將器材放置陽光下吸取熱能。
- (4)在 30 分鐘後記錄溫度，取得 ΔT 。
- (5)反覆以上步驟，直到溫度開始下降止。
- (6)將數據代入公式中，得到 ΔH 。

III. 不銹鋼管或銅管加凸透鏡：

- (1)將器材組裝好後，塑膠盆子倒入廢棄食用油 5 公升，放入溫度計，再加裝凸透鏡。
- (2)在保麗龍盒裡倒入水 2 公升，放入溫度計。
- (3)後將器材放置陽光下吸取熱能。
- (4)在 30 分鐘後記錄溫度，取得 ΔT 。
- (5)反覆以上步驟，直到溫度開始下降止。
- (6)將數據代入公式中，得到 ΔH 。

四. 實驗結果

不銹鋼管：

日期：97/07/20

天氣：多雲午後短暫雷陣雨

降雨機率：40%

溫度°C：27~32

時間	水(°C)	油(°C)	時間(假設)	水(假設)	油(假設)
13:20	28	30	0	0	0
13:50	29	35	30	1	5
14:20	31	38	60	3	8
14:50	33	41	90	5	11
15:20	35	42	120	7	12
15:50	38	43	150	10	13
16:20	39	42	180	11	

表 4-1 上表為得知下午 3 點 50 分左右油溫度開始下降

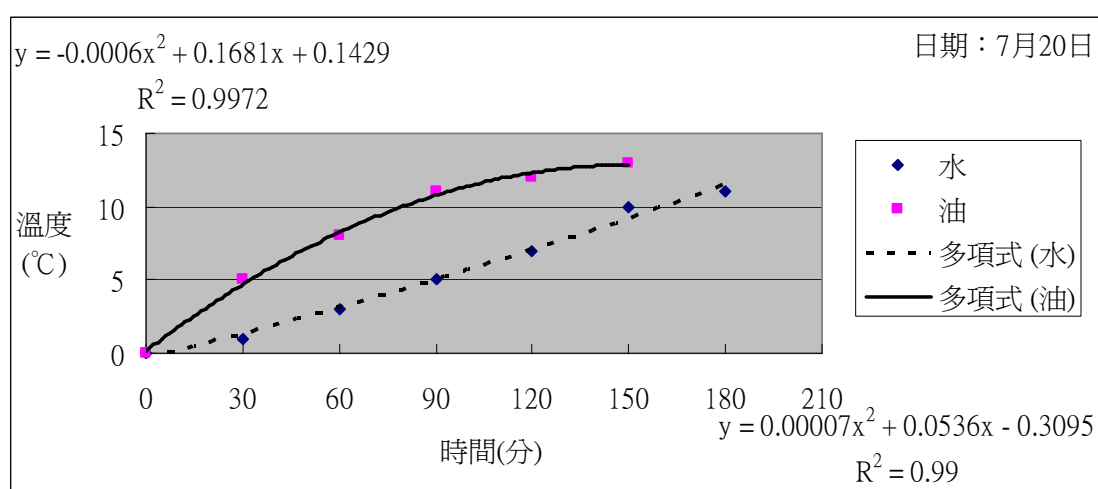


圖 4-1 由表 4-1 數據做成曲線圖

日期：97/07/21

天氣：多雲午後短暫雷陣雨

降雨機率：10%

溫度°C：27~33

時間	水(°C)	油(°C)	時間(假設)	水(假設)	油(假設)
13:30	29	30	0	0	0
14:00	31	36	30	2	6
14:30	32	39	60	3	9
15:00	35	41	90	6	11
15:30	38	43	120	9	13
16:00	40	43	150	11	13
16:30	39	42	180		

表 4-2 上表為得知下午 4 點左右油溫度開始下降

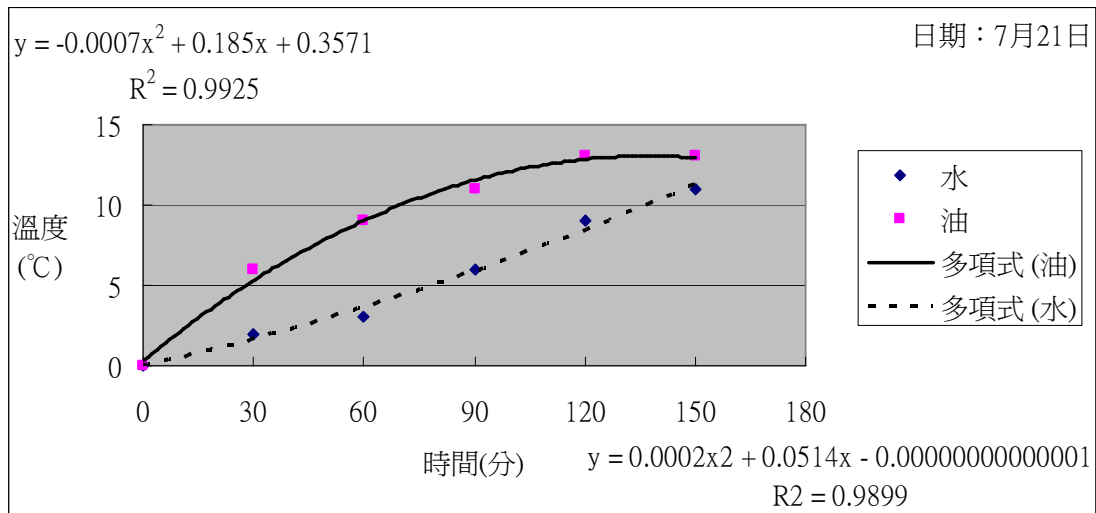


圖 4-2 由表 4-2 數據做成曲線圖

日期：97/07/22

天氣：晴午後多雲

降雨機率：10%

溫度°C：29~34

時間	水(°C)	油(°C)	時間(假設)	水(假設)	油(假設)
12:50	31	30	0	0	0
13:20	32	36	30	1	6
13:50	33	40	60	2	10
14:20	35	44	90	4	14
14:50	36	44	120	5	14
15:30	38	43	150	7	
16:00	39	40	180	8	

表 4-3 上表為得知下午 2 點 50 分左右油溫度開始下降

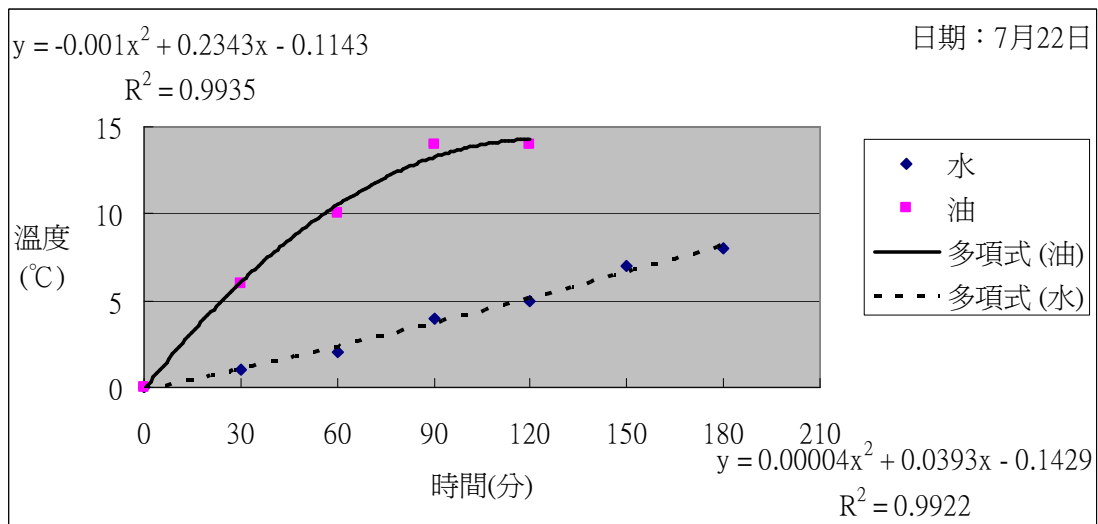


圖 4-3 由表 4-3 數據做成曲線圖

日期：97/07/23

天氣：晴午後多雲

降雨機率：0%

溫度°C：30~34

時間	水(°C)	油(°C)	時間(假設)	水(假設)	油(假設)
12:30	31	32	0	0	0
13:00	32	37	30	1	5
13:30	33	38	60	2	6
14:00	35	41	90	4	9
14:30	36	42	120	5	10
15:00	38	46	150	7	14
15:30	40	49	180	9	17
16:00	41	49	210	10	17
16:30	42	46	240	11	
17:00	42	45	270	11	

表 4-4 上表為得知下午 4 點左右油溫度開始下降

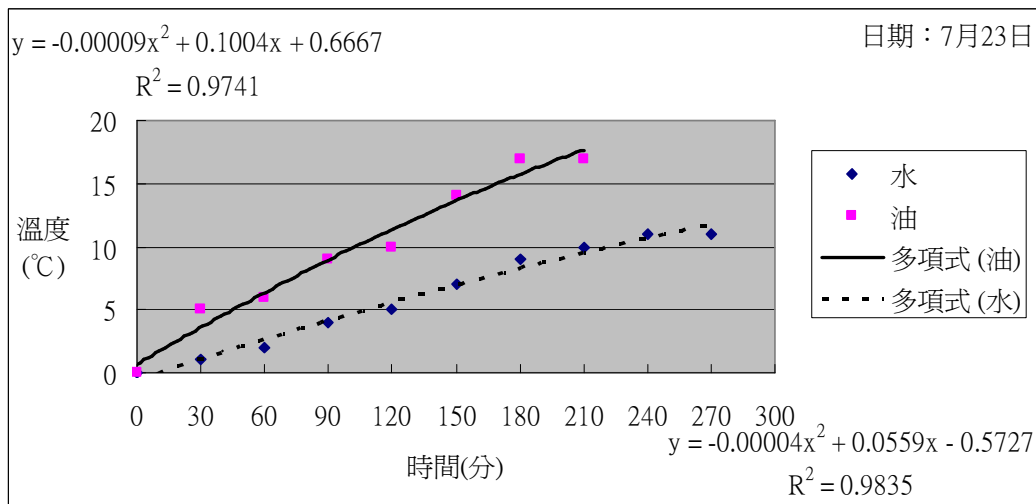


圖 4-4 由表 4-4 數據做成曲線圖

日期：97/07/24

天氣：晴午後多雲

降雨機率：10%

溫度°C：30~33

時間	水(°C)	油(°C)	時間(假設)	水(假設)	油(假設)
14:00	31	30	0	0	0
14:30	33	43	30	2	13
15:00	36	47	60	5	17
15:30	39	49	90	8	19
16:00	40	48	120	9	
16:30	41	45	150	10	
17:00	42	44	180	11	

表 4-5 上表為得知下午 3 點 30 分左右油溫度開始下降

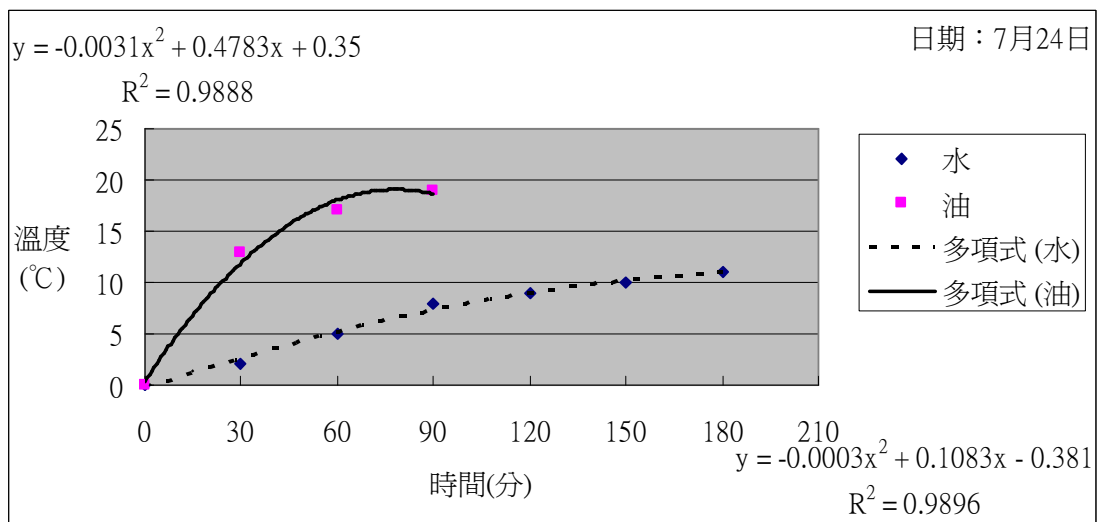


圖 4-5 由表 4-5 數據做成曲線圖

日期：97/07/25

天氣：晴午後多雲

降雨機率：10%

溫度°C：30~33

時間	水(°C)	油(°C)	時間(假設)	水(假設)	油(假設)
12:30	31	30	0	0	0
13:00	33	46	30	2	16
13:30	36	46	60	5	16
14:00	39	47	90	8	17
14:30	41	49	120	10	19
15:00	43	51	150	12	21
15:30	43	49	180	12	
16:00	43	49	210	12	

表 4-6 上表為得知下午 3 點左右油溫度開始下降

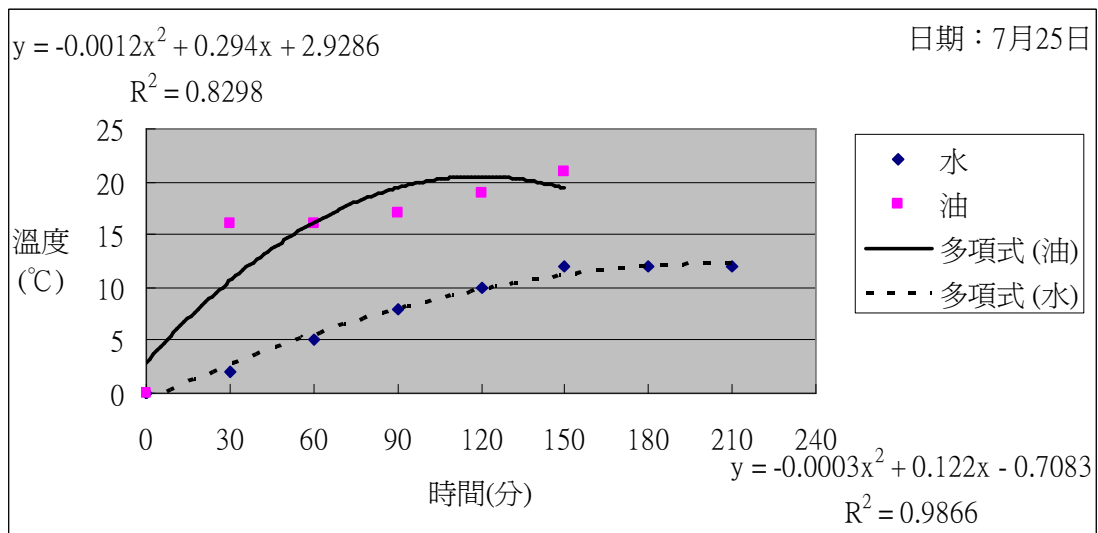


圖 4-6 由表 4-6 數據做成曲線圖

不銹鋼管+放大鏡:

日期：97/08/01

天氣：晴午後多雲

降雨機率：20%

溫度°C：27~34

時間	水(°C)	油(°C)	時間(假設)	水(假設)	油(假設)
13:00	30	28	0	0	0
13:30	32	43	30	2	14
14:00	35	45	60	5	17
14:30	37	47	90	7	19
15:00	38	48	120	8	20
15:30	40	40	150	10	

表 4-7 上表為得知下午 3 點左右油溫度開始下降

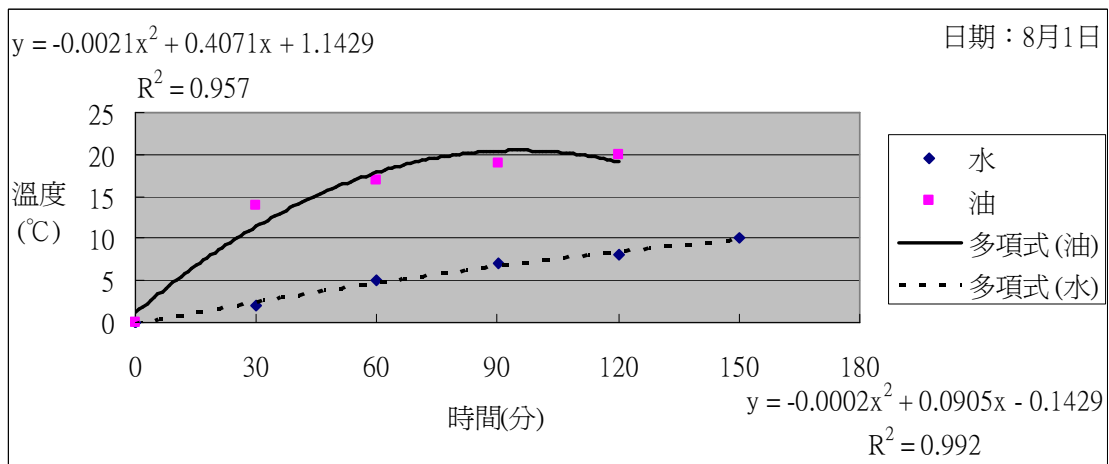


圖 4-7 由表 4-7 數據做成曲線圖

日期：97/08/03

天氣：多雲短暫陣雨

降雨機率：40%

溫度°C：28~34

時間	水(°C)	油(°C)	時間(假設)	水(假設)	油(假設)
12:30	30	29	0	0	0
13:00	31	38	30	1	9
13:30	33	42	60	3	13
14:00	34	44	120	4	15
14:30	37	47	150	7	18
15:00	40	48	180	10	19
15:30	39	45	210		
16:00	39	44	240		

表 4-8 上表為得知下午 3 點左右油溫度開始下降

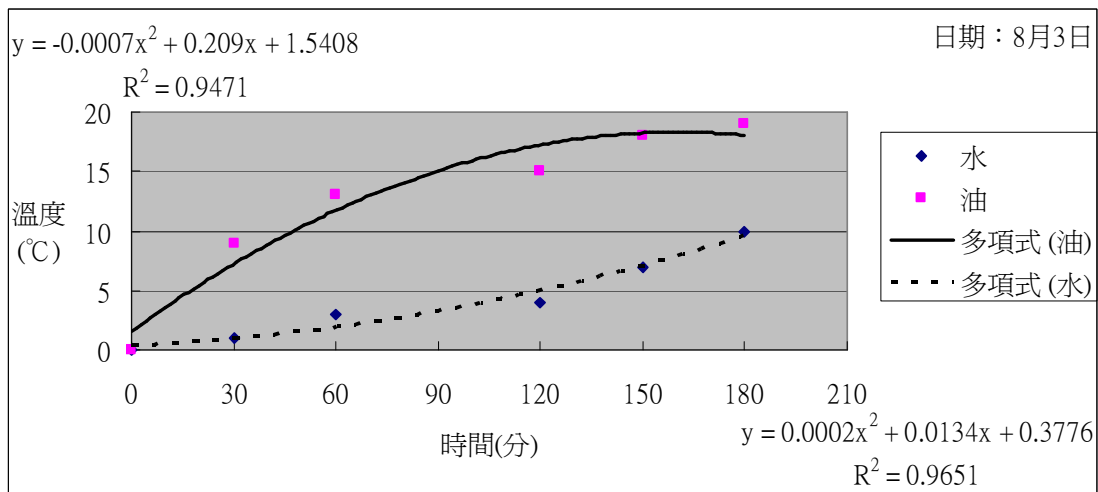


圖 4-8 由表 4-8 數據做成曲線圖

日期：97/08/08

天氣：多雲時陰時陣雨或雷雨

降雨機率：70%

溫度°C：27~32

時間	水(°C)	油(°C)	時間(假設)	水(假設)	油(假設)
12:30	29	29	0	0	0
13:00	31	39	30	2	10
13:30	32	40	60	3	11
14:00	34	42	90	5	13
14:30	35	45	120	6	16
15:00	36	45	150	7	16
15:30	38	46	180	9	17
16:00	40	43	210	11	

表 4-9 上表為得知下午 3 點 30 分左右油溫度開始下降

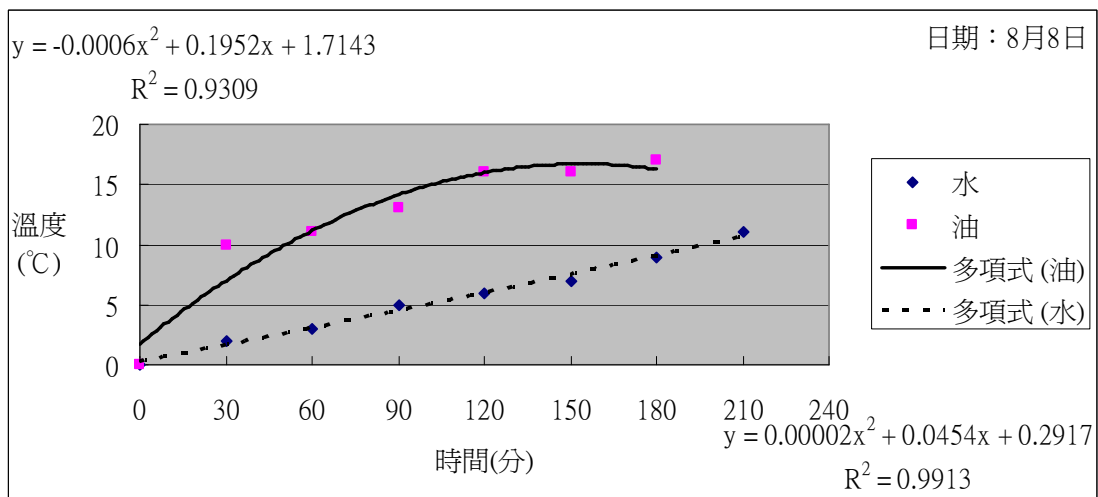


圖 4-9 由表 4-9 數據做成曲線圖

日期：97/08/09

天氣：多雲短暫陣雨或雷雨

降雨機率：30%

溫度°C：27~32

時間	水(°C)	油(°C)	時間(假設)	水(假設)	油(假設)
12:30	30	29	0	0	0
13:00	31	35	30	1	6
13:30	33	37	60	3	8
14:00	36	46	90	6	17
14:30	39	48	120	9	19
15:00	43	50	150	13	21
15:30	43	52	180	13	23
16:00	45	53	210	15	24
16:30	45	50	240	15	
17:00	44	47	270		

表 4-10 上表為得知下午 4 點左右油溫度開始下降

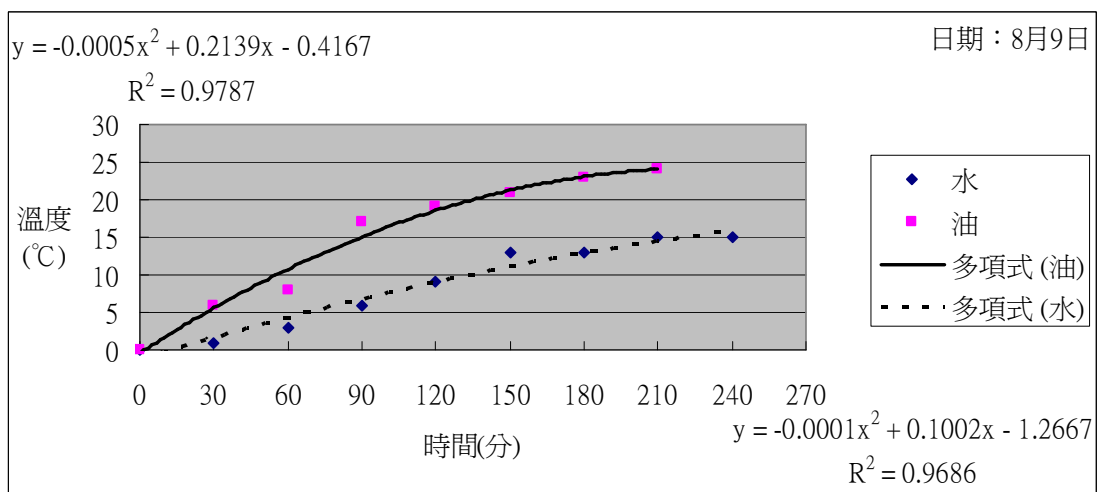


圖 4-10 由表 4-10 數據做成曲線圖

日期：97/08/12

天氣：多雲時陰短暫雷陣雨

降雨機率：30%

溫度°C：27~32

時間	水(°C)	油(°C)	時間(假設)	水(假設)	油(假設)
13:30	30	30	0	0	0
14:00	31	41	30	1	11
14:30	34	45	60	4	15
15:00	40	48	90	10	18
15:30	42	49	120	12	19
16:00	44	51	150	14	21
16:30	45	53	180	15	23
17:00	41	50	210		
17:30	41	43	240		

表 4-11 上表為得知下午 4 點 30 分左右油溫度開始下降

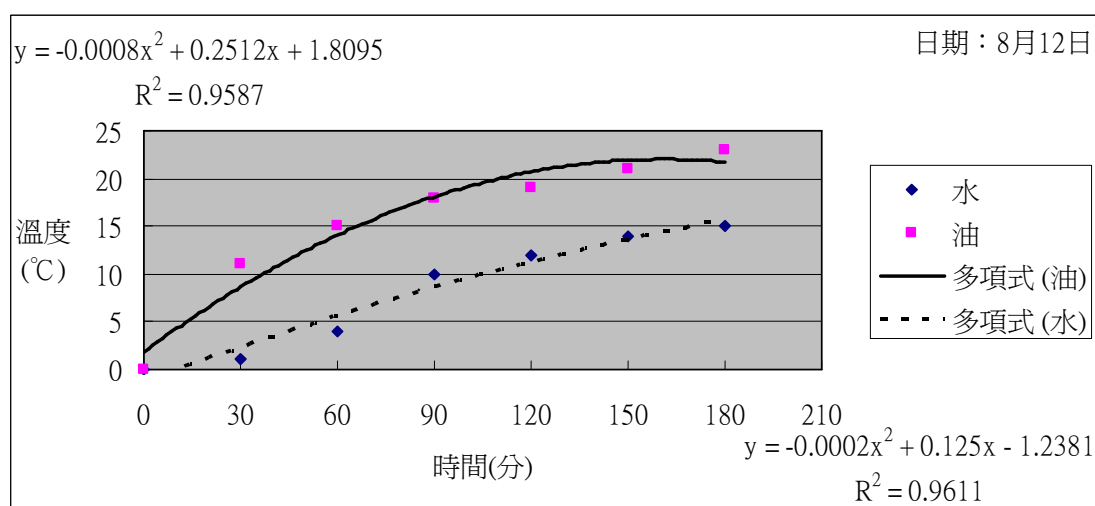


圖 4-11 由表 4-11 數據做成曲線圖

日期：97/08/13

天氣：晴午後多雲

降雨機率：10%

溫度°C：28~33

時間	水(°C)	油(°C)	時間(假設)	水(假設)	油(假設)
12:30	29	29	0	0	0
13:00	29	32	30	0	3
13:30	34	40	60	5	11
14:00	36	46	90	7	17
14:30	38	50	120	9	21
15:00	40	55	150	11	26
15:30	41	53	180	12	
16:00	42	54	210	13	
16:30	40	50	240		
17:00	40	42	270		

表 4-12 上表為得知下午 4 點左右油溫度開始下降

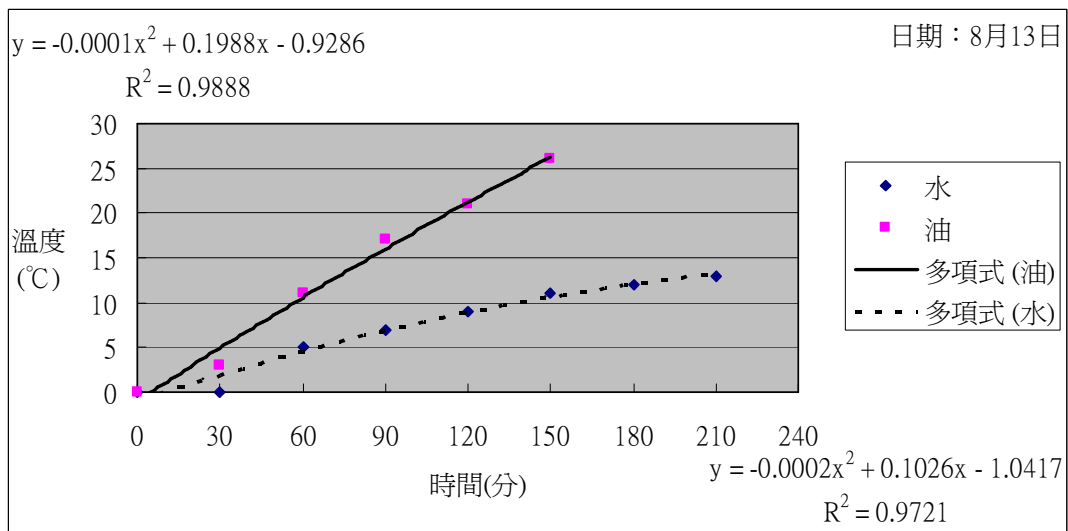


圖 4-12 由表 4-12 數據做成曲線圖

日期：97/08/14

天氣：晴午後多雲

降雨機率：20%

溫度°C：30~33

時間	水(°C)	油(°C)	時間(假設)	水(假設)	油(假設)
13:30	29	30	0	0	0
14:00	32	40	30	3	10
14:30	35	44	60	6	14
15:00	36	46	90	7	16
15:30	36	41	120	7	
16:00	36	36	150	7	

表 4-13 上表為得知下午 3 點左右油溫度開始下降

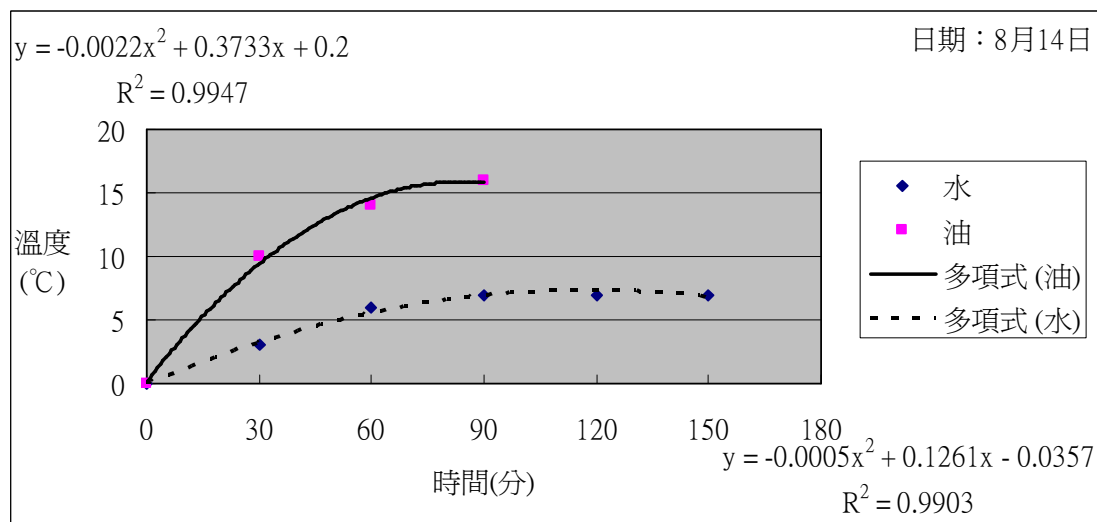


圖 4-13 由表 4-13 數據做成曲線圖

銅管：

日期：97/08/19

天氣：晴午後多雲

降雨機率：10%

溫度°C：29~33

時間	水(°C)	油(°C)	時間(假設)	水(假設)	油(假設)
13:00	31	31	0	0	0
13:30	33	38	30	2	7
14:00	34	43	60	3	12
14:30	37	47	90	6	16
15:00	39	48	120	8	17
15:30	39	46	150	8	
16:00	39	43	180	8	
16:30	40	41	210	9	

表 4-14 上表為得知下午 3 點左右油溫度開始下降

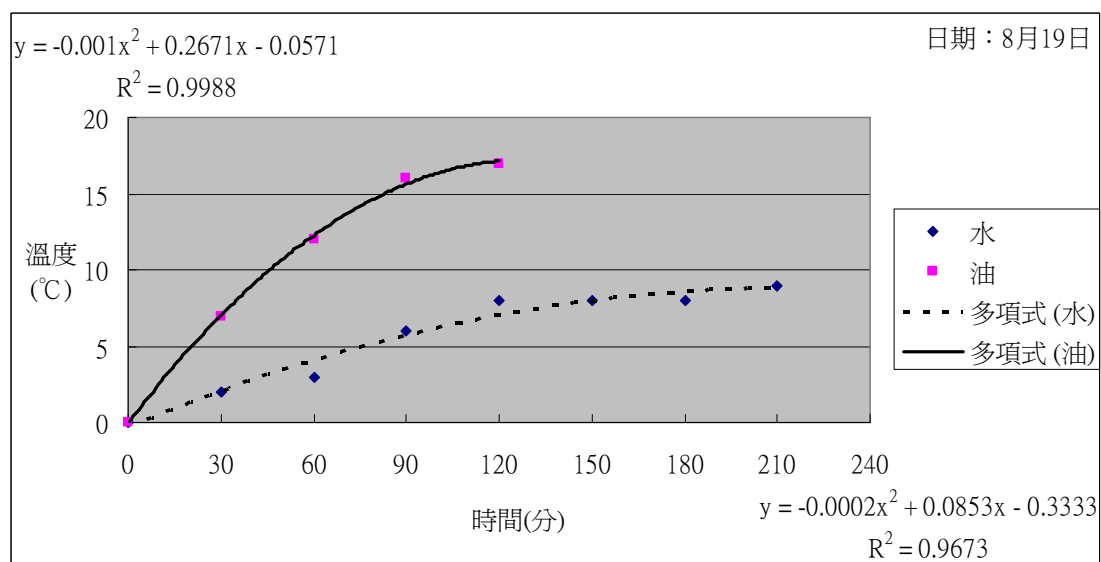


圖 4-14 由表 4-14 數據做成曲線圖

日期：97/08/20

天氣：多雲短暫雷陣雨

降雨機率：30%

溫度°C：28~33

時間	水(°C)	油(°C)	時間(假設)	水(假設)	油(假設)
13:00	30	29	0	0	0
13:30	33	37	30	3	8
14:00	35	43	60	5	14
14:30	38	48	90	8	19
15:00	40	49	120	10	20
15:30	41	51	150	11	22
16:00	44	48	180	14	
16:30	42	44	210		

表 4-15 上表為得知下午 3 點 30 分左右油溫度開始下降

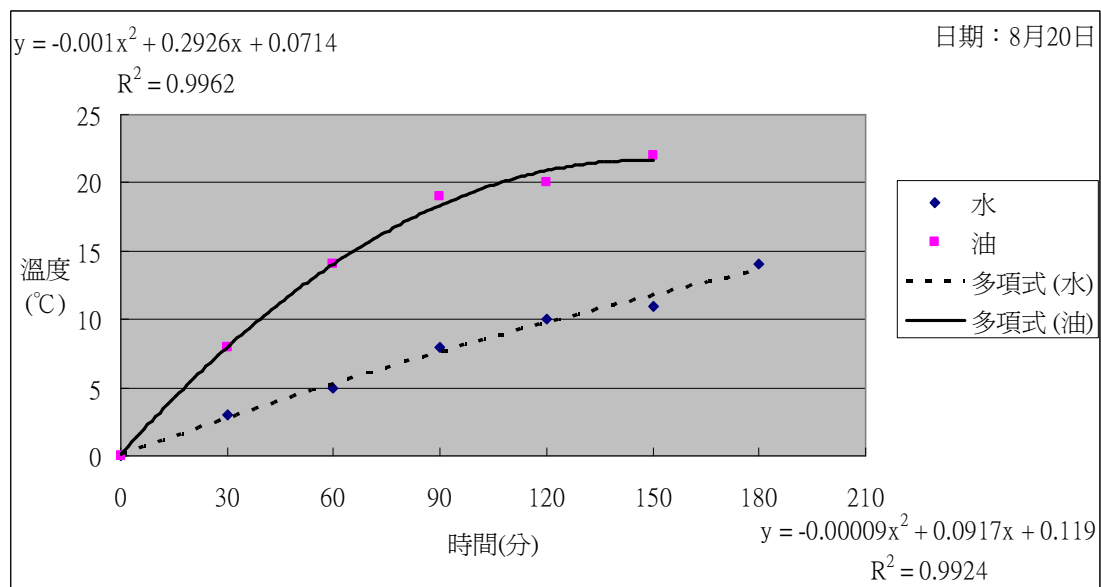


圖 4-15 由表 4-15 數據做成曲線圖

日期：97/08/24

天氣：晴午後多雲

降雨機率：10%

溫度°C：27~33

時間	水(°C)	油(°C)	時間(假設)	水(假設)	油(假設)
12:30	31	33	0	0	0
13:00	33	37	30	2	4
13:30	35	41	60	4	8
14:00	37	45	90	6	12
14:30	40	48	120	9	15
15:00	42	48	150	11	15
15:30	43	48	180	12	15
16:00	43	48	210	12	15
16:30	43	45	240	12	

表 4-16 上表為得知下午 4 點左右油溫度開始下降

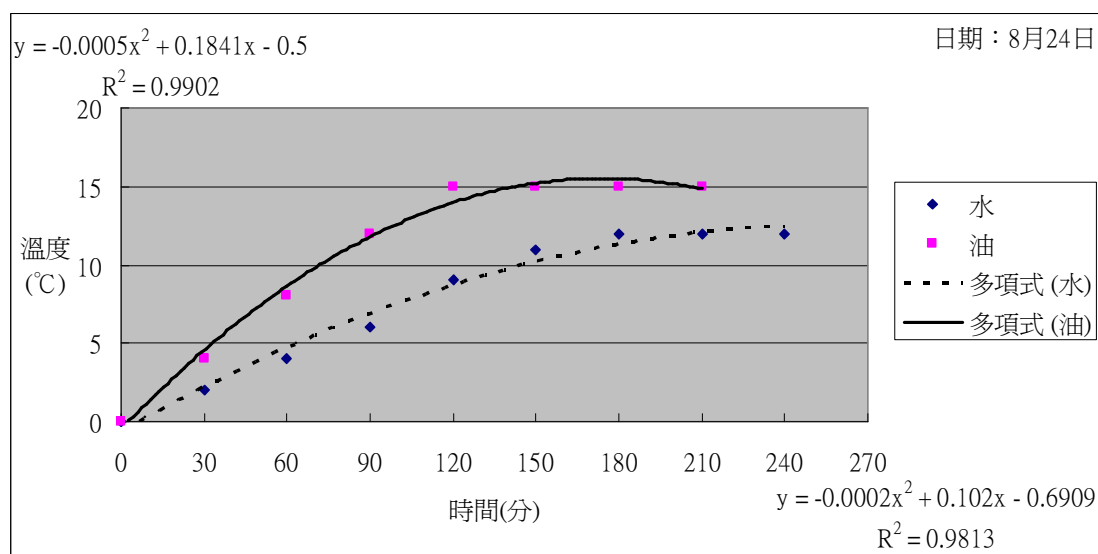


圖 4-16 由表 4-16 數據做成曲線圖

日期：97/08/25

天氣：晴午後多雲

降雨機率：20%

溫度°C：27~33

時間	水(°C)	油(°C)	時間(假設)	水(假設)	油(假設)
13:00	31	31	0	0	0
13:30	32	36	30	1	5
14:00	35	45	60	4	14
14:30	37	44	90	6	13
15:00	39	45	120	8	14
15:30	42	46	150	11	15
16:00	42	45	180	11	
16:30	43	44	210	12	

表 4-17 上表為得知下午 3 點 30 分左右油溫度開始下降

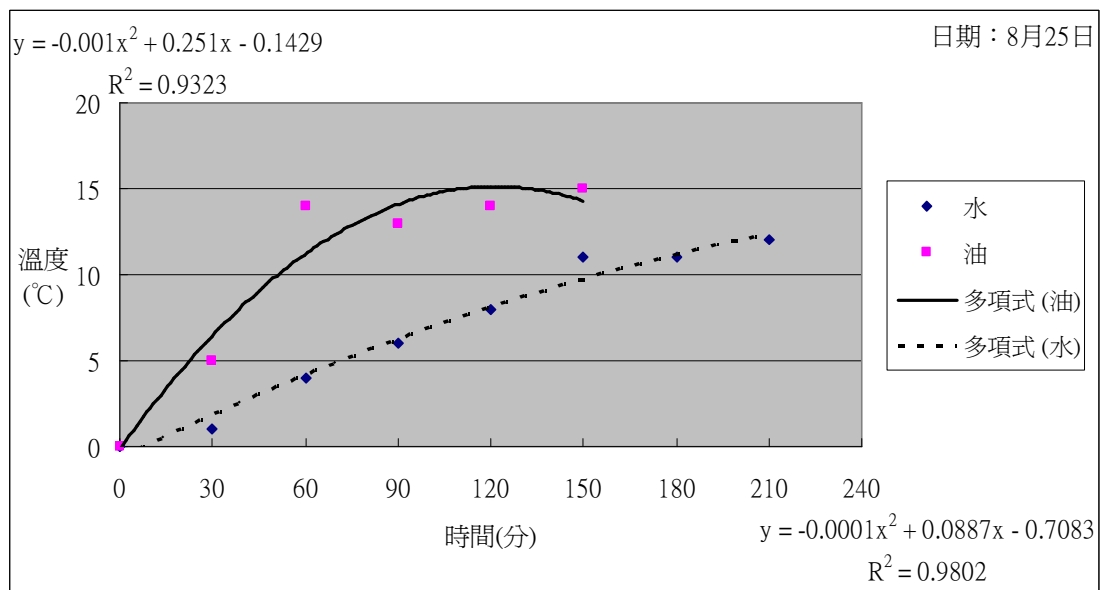


圖 4-17 由表 4-17 數據做成曲線圖

日期：97/08/27

天氣：晴午後多雲

降雨機率：10%

溫度°C：29~33

時間	水(°C)	油(°C)	時間(假設)	水(假設)	油(假設)
12:00	29	29	0	0	0
12:30	30	32	30	1	3
13:00	32	38	60	3	9
13:30	36	45	90	7	16
14:00	38	47	120	9	18
14:30	39	46	150	10	17
15:00	42	48	180	13	19
15:30	43	48	210	14	19
16:00	43	48	240	14	19
16:30	43	48	270	14	19
17:00	41	45	300		

表 4-18 上表為得知下午 4 點 30 分左右油溫度開始下降

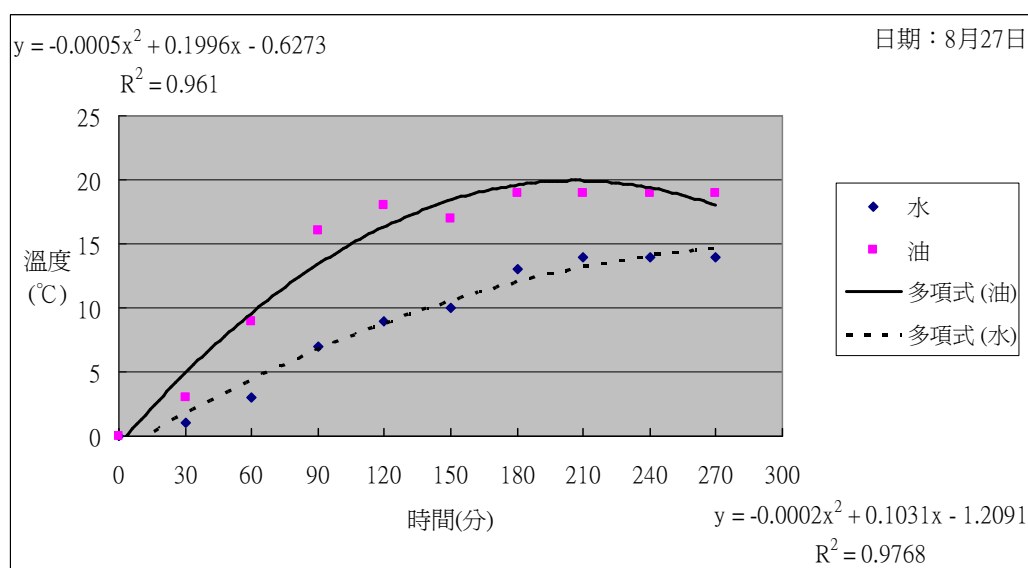


圖 4-18 由表 4-18 數據做成曲線圖

日期：97/08/30

天氣：多雲

降雨機率：20%

溫度°C：29~33

時間	水(°C)	油(°C)	時間(假設)	水(假設)	油(假設)
12:30	30	29	0	0	0
13:00	31	37	30	1	8
13:30	34	47	60	4	18
14:00	36	48	90	6	19
14:30	39	50	120	9	21
15:00	41	50	150	11	21
15:30	43	51	180	13	22
16:00	44	51	210	14	22
16:30	45	52	240	15	23
17:00	45	49	270	15	

表 4-19 上表為得知下午 4 點 30 分左右油溫度開始下降

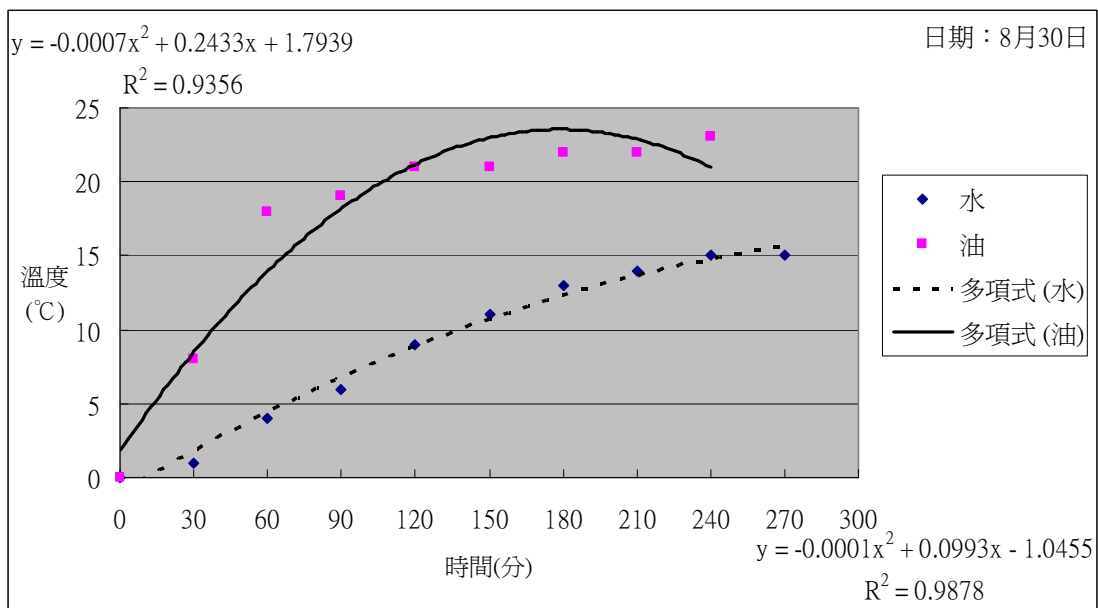


圖 4-19 由表 4-19 數據做成曲線圖

日期：97/08/31

天氣：晴午後多雲

降雨機率：10%

溫度°C：29~33

時間	水(°C)	油(°C)	時間(假設)	水(假設)	油(假設)
13:30	30	31	0	0	0
14:00	33	40	30	3	9
14:30	37	47	60	7	16
15:00	39	52	90	9	21
15:30	42	53	120	12	22
16:00	44	53	150	14	22
16:30	46	51	180	16	
17:00	45	48	210		

表 4-20 上表為得知下午 4 點左右油溫度開始下降

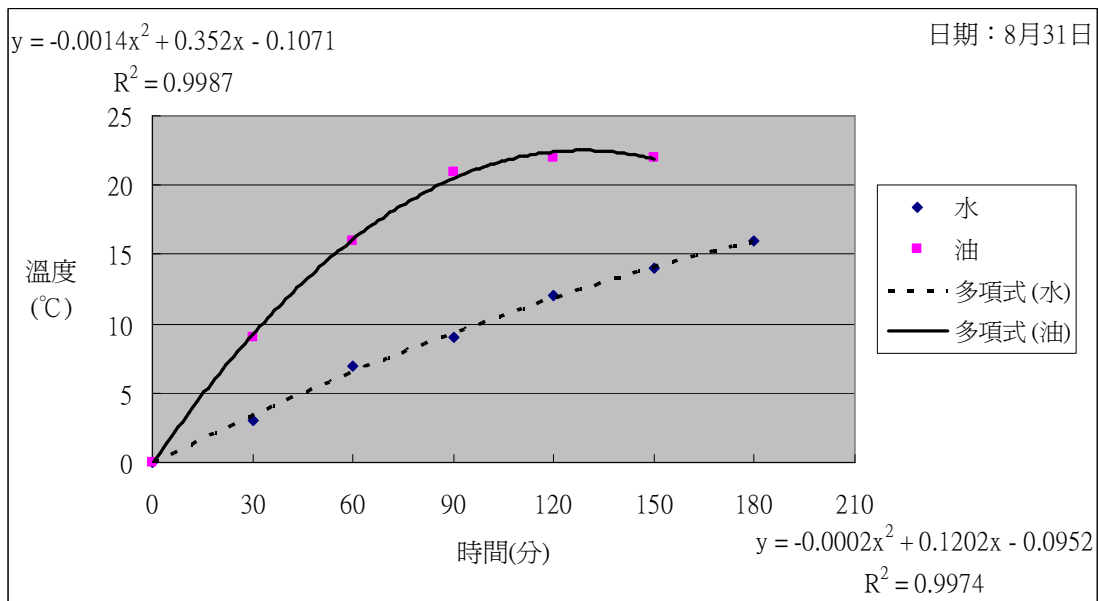


圖 4-20 由表 4-20 數據做成曲線圖

銅管+放大鏡：

日期：97/10/21

天氣：晴時多雲

降雨機率：0%

溫度°C：27~32

時間	水(°C)	油(°C)	時間(假設)	水(假設)	油(假設)
13:10	30	30	0	0	0
13:40	34	43	30	4	13
14:10	36	46	60	6	16
14:40	38	46	90	8	16
15:10	40	47	120	10	17
15:40	41	45	150	11	
16:10	40	40	180		

表 4-21 上表為得知下午 3 點 10 分左右油溫度開始下降

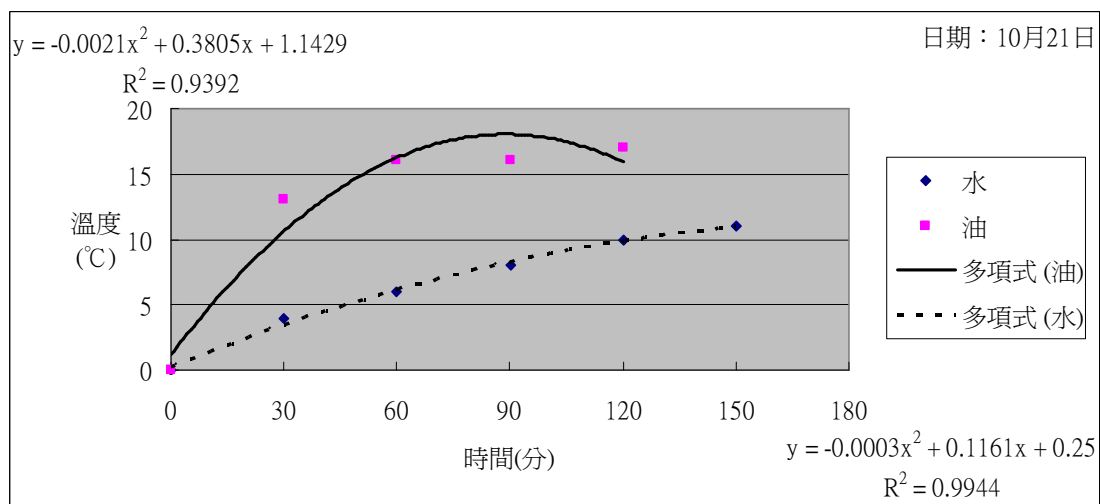


圖 4-21 由表 4-21 數據做成曲線圖

日期：97/10/22

天氣：晴時多雲

降雨機率：0%

溫度°C：27~33

時間	水(°C)	油(°C)	時間(假設)	水(假設)	油(假設)
13:00	30	29	0	0	0
13:30	32	40	30	2	11
14:00	35	43	60	5	14
14:30	36	44	90	6	15
15:00	39	47	120	9	18
15:30	42	48	150	12	19
16:00	43	46	180	13	
16:30	41	43	210		

表 4-22 上表為得知下午 3 點 30 分左右油溫度開始下降

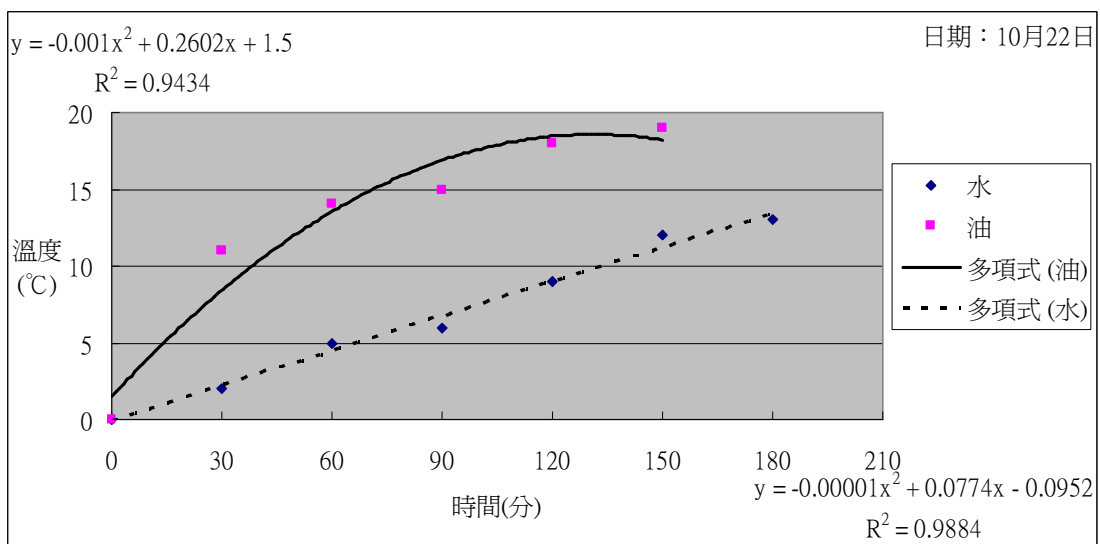


圖 4-22 由表 4-22 數據做成曲線圖

日期：97/10/25

天氣：晴時多雲

降雨機率：0%

溫度°C：25~31

時間	水(°C)	油(°C)	時間(假設)	水(假設)	油(假設)
13:30	30	30	0	0	0
14:00	31	33	30	1	3
14:30	32	37	60	2	7
15:00	37	42	90	7	12
15:30	39	46	120	9	16
16:00	41	46	150	11	16
16:30	41	44	180	11	
17:00	38	40	210		

表 4-23 上表為得知下午 4 點左右油溫度開始下降

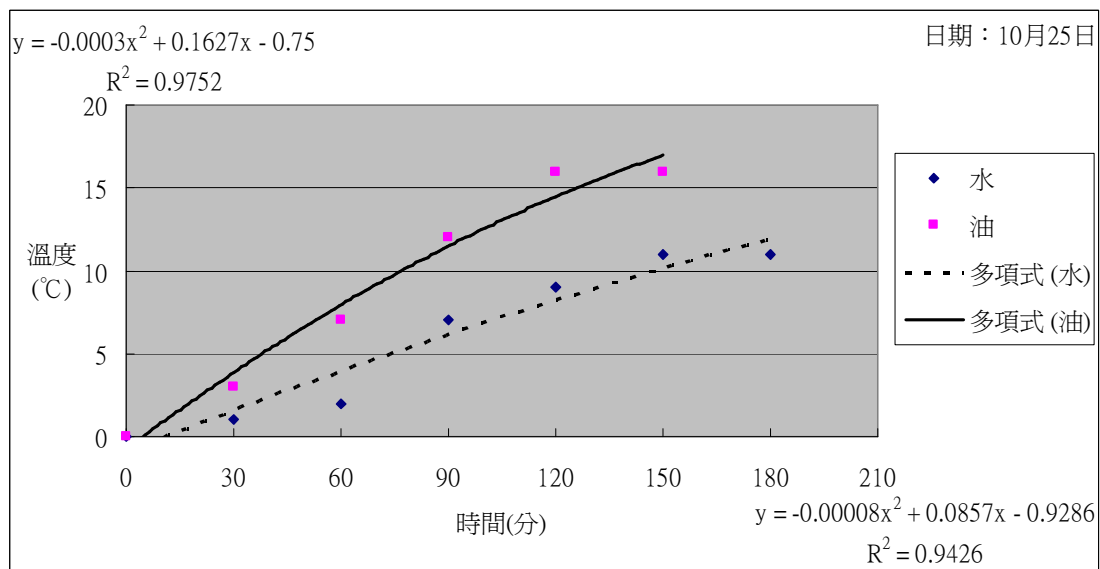


圖 4-23 由表 4-23 數據做成曲線圖

日期：97/10/26

天氣：晴時多雲

降雨機率：0%

溫度°C：27~32

時間	水(°C)	油(°C)	時間(假設)	水(假設)	油(假設)
13:00	30	29	0	0	0
13:30	31	34	30	1	5
14:00	35	38	60	5	9
14:30	38	41	90	8	12
15:00	40	47	120	10	18
15:30	43	48	150	13	19
16:00	42	46	180		

表 4-24 上表為得知下午 3 點 30 分左右油溫度開始下降

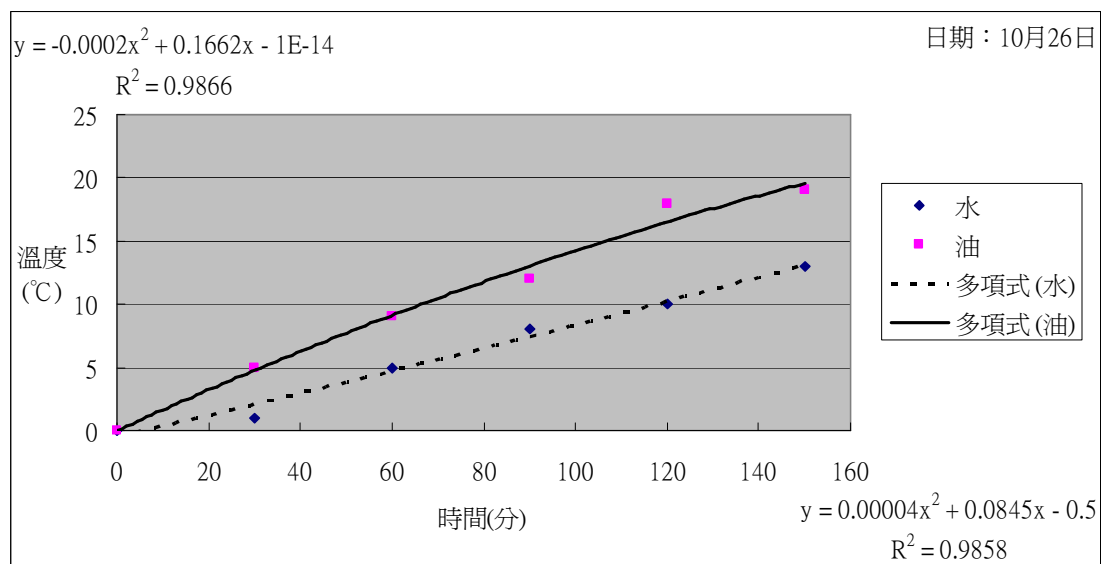


圖 4-24 由表 4-24 數據做成曲線圖

六. 實驗討論

	水	油	
時間(分)	100	100	
7月20日	5.75	11.95	0.48
7月21日	7.14	11.86	0.6
7月22日	4.19	13.32	0.31
7月23日	4.62	9.81	0.47
7月24日	7.45	17.18	0.43
7月25日	8.49	20.33	0.42

表 4-25 為不鏽鋼數據

	水	油	
時間(分)	100	100	
8月19日	6.19	16.65	0.37
8月20日	8.39	19.33	0.43
8月24日	7.51	12.91	0.58
8月25日	7.16	14.96	0.48
8月27日	7.1	14.33	0.5
8月30日	7.88	19.12	0.41
8月31日	9.92	21.09	0.47

表 4-26 為銅管數據

	水	油	
時間(分)	100	100	
8月1日	6.9	20.85	0.33
8月3日	3.72	15.44	0.24
8月8日	5.03	15.23	0.33
8月9日	7.75	15.97	0.49
8月12日	9.26	18.93	0.49
8月13日	7.22	17.95	0.4
8月14日	7.57	15.53	0.49

表 4-27 為不鏽鋼加凸透鏡下數據

	水	油	
時間(分)	100	100	
10月21日	8.86	18.19	0.49
10月22日	7.54	17.52	0.43
10月25日	6.84	12.52	0.55
10月26日	8.35	14.62	0.57

表 4-28 為銅管加凸透鏡下數據

紅色:最高溫、藍色:最低溫

油 比重 : 0.92			油 比熱 : 0.4778		
不銹鋼					
日期	水(°C)	油(°C)	水 H(Kcal)	油 H(Kcal)	熱轉換 (%)
7/21	7.14	11.86	21.42	26.06	82.19
7/22	4.19	13.32	12.56	29.27	42.92

表 4-29

不銹鋼加凸透鏡					
日期	水(°C)	油(°C)	水 H(Kcal)	油 H(Kcal)	熱轉換 (%)
8/12	9.26	18.93	27.79	41.60	66.78
8/3	3.72	15.44	11.15	33.94	32.86

表 4-30

銅管					
日期	水(°C)	油(°C)	水 H(Kcal)	油 H(Kcal)	熱轉換 (%)
8/24	7.51	12.91	22.53	28.37	79.39
8/25	7.16	14.96	21.49	32.87	65.36
8/19	6.20	16.65	18.59	36.60	50.79

表 4-31

銅管加凸透鏡					
日期	水(°C)	油(°C)	水 H(Kcal)	油 H(Kcal)	熱轉換 (%)
10/26	8.35	14.62	25.05	32.13	77.96
10/22	7.54	17.52	22.63	38.06	58.78

表 4-32

公式：

水 H(Kcal): $3L * 1kg / L * 1kcal / kg * ^\circ C * 8.35^\circ C = 25.05 Kcal$

油 H(Kcal): $5L * 1kg / L * 0.92 * 0.4778Kcal/kg * ^\circ C * 14.62^\circ C = 32.13301Kcal$

熱轉換(%): $25.05Kcal / 32.13301Kcal * 100\% = 77.95723 \%$

數據中最高溫的那幾天的天氣都不錯，能長時間受到太陽光照射，而不受降雨或其他因素影響，且都在中午或是下午 2 點或 3 點時太陽光特別的強烈。

經由實驗數據證實銅管的集熱效率比不繡鋼還好，再後來的實驗還有嘗試加上凸透鏡來測試提升效率如何，結果溫度果然有所提升，而銅管加上放大鏡的提升效果較差，原因可能是因為 10 月份時的陽光較前幾月較弱。

而最低溫的數據，我們思考了很多為何導致溫度遲遲沒上升的原因，除了某些時段太陽光被雲層遮住外，當然也不排除人為架設儀器的疏失，這幾點是非常重要的，因為將可能會導致浪費一整天測量出錯誤的數據。如果照此實驗方法，長時間觀察與紀錄，我們想將會有更完善的數據可以證實，使用銅管可以提高效率。

六. 結論

1. 由於沒有更多的設備、材料，在不同溫度、氣候、時間條件下做出不同實驗，產生數據無法正確對照是否良好。
2. 因為銅管材質比較軟易變形也容易氧化，不適合長期使用，所以我們選用不銹鋼來做實驗對照。
3. 如果設計得當，可獲得較多熱能運用於日常生活上。
4. 採用循環強制傳熱循環、集熱效率高。
5. 工業、商業、農林養殖、冷暖氣、溫水游泳池使用。

七. 參考文獻

1. 普通化學（上冊），作者：HARRIS BENSON
2. 化學，作者：姜仁章
3. 水質分析實驗，作者：徐貴新
4. 單元操作（下冊），作者：吳瀧川、翁文爐
5. 流體力學（第四版），作者：IRVING GRANET