

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 生活與應用科學科

最佳團隊合作獎

030810

微風六型水族冷暖過濾整合系統

學校名稱：宜蘭縣立礁溪國民中學

作者： 國二 余涵君 國一 蕭御華 國三 黃博新 國一 盧柏郢	指導老師： 陳柏羽 藍心怡
---	-----------------------------

關鍵詞：冷卻、致冷晶片、水族

壹、摘要

本研究主要目的在於設計一套環保節能、價格低廉且維修方便的水族整合系統。因此我們針對市面上常見的水族設備進行優缺點分析，並且從冷卻、過濾與溫控三大方向進行研究與改良。實驗過程有以下幾點重要心得與發現：小型水族系統可採用致冷晶片(Thermoelectric Cooling, TEC)作為冷卻機的冷卻核心，其整體表現優於傳統壓縮式冷卻機；致冷晶片的「熱面」散熱越好，「冷面」致冷力也越好；致冷晶片雖然運作電壓越大時，降溫幅度越大，但最佳經濟模式為在電壓 12V 下運作；致冷晶片在室溫越高的情況下運作，冷卻效果越好；致冷晶片搭配電子式控溫器，水溫控制的精確度較高，但也因啟動次數較多，造成晶片故障率提高；我們所研發的「微風六型不鏽鋼冷卻平台」為升降水溫的最佳介面；「微風六型水族冷暖機」搭配「側面強制過濾+底部過濾」的過濾方式將可適用於所有的水族養殖系統；「微風六型水族冷暖整合系統」採模組化設計，維修容易、價格低廉且環保節能為值得推廣的水族整合系統。

貳、研究動機

夏季來臨時，水族箱內的水溫通常都會接近到30度，無論是水草缸內的水草與觀賞蝦或是海水缸內的魚類與軟體動物都會因為耐不住高溫而死亡。因此專業的水族玩家必須花費大把的鈔票購買水族冷卻機，然而冷卻機有下列缺點：

1. 價格昂貴，並非一般大眾所能負擔得起。
2. 利用壓縮機原理冷卻水溫，有運作音量過大與冷媒外洩的問題。而且一台機器只有冷卻功能，但是到了冬天沒有加溫功能，必須再加裝加溫器。
3. 機體內管線容易堵塞，造成水流量變小，甚至無法運作。
4. 維修不易，送修金額與重新買一台的金額相差不多。
5. 可擴充性差，一台機器無法供應多個魚缸的降溫。
6. 十分耗電，在提倡節能減碳的時代，十分不環保。
7. 市面上產品良莠不齊，有些缺乏安全裝置，容易引發壓縮機燒毀或電線走火。

所以我們希望能設計出一套可以改善上述所有缺點的冷卻系統。

參、研究目的

- 一、研究不同冷卻方式下對致冷晶片冷熱端溫差的影響
- 二、研究不同電壓與外加電流對致冷晶片功率的影響
- 三、研究不同構型致冷晶片冷卻機的冷卻效果
- 四、研究不同氣溫對致冷晶片冷卻機冷卻效果的影響
- 五、研究致冷晶片冷卻機採用不同過濾方式對冷卻過濾水質的影響
- 六、研究不同控溫模式對致冷晶片冷卻機冷卻情形的影響
- 七、研究「微風六型冷暖整合系統」與傳統壓縮式冷卻機的優缺點比較

肆、研究設備及器材

致冷晶片、鋁製散熱器、電源供應器、銅製水冷頭、5W 小風扇、12W 大風扇、汽車水箱精、電子式溫度計、散熱膏、沉水馬達、上部過濾器、滴流式過濾器、水族箱、生化棉、羊毛氈、過濾棉

伍、研究過程或方法

一、研究不同冷卻方式下對致冷晶片冷熱端溫差的影響

- 1.使致冷晶片在電壓12V與電流4A的條件下運作，在致冷晶片熱面上採用「5W小風扇+熱端單層散熱膏」、「12W大風扇+熱端單層散熱膏」、「12W大風扇+冷熱端雙層散熱膏」、「12W大風扇+雙層散熱膏+鋁製散熱器」、「電腦水冷頭+汽車水箱精循環冷卻」等五種不同的冷卻方式進行冷卻。
- 2.將致冷晶片冷熱兩面放上溫度計，在熱端採用不同冷卻方式的條件下，分別測量冷端與熱端溫度。
- 3.分別計算出不同冷卻方式下晶片的冷熱端溫差。

二、研究不同電壓與外加電流對致冷晶片功率的影響

- 1.使用具備調整電壓值與電流值的電源供應器，在不同電壓的條件下測試致冷晶片的冷卻效果。
- 2.以電子式溫度計測量冷熱端溫度。
- 3.為填補測試晶片與溫度計接頭之間的空氣間隙，兩者接觸點表面塗上適量的散熱膏，增加熱傳導能力
- 4.比較在不同電壓運作下，晶片的耗電功率與冷卻效果，並找出晶片最佳的運作模式。

三、研究不同構型致冷晶片冷卻機的冷卻效果

- 1.在室內溫度30⁰C的情況下，採用不同構型的冷卻機搭配相同的致冷晶片與散熱器，在12V的電壓運作下冷卻20公升的水量，運作10個小時後，觀察降溫過程與測量冷卻能力
- 2.比較不同構型冷卻機之間的優缺點

四、研究不同氣溫對致冷晶片冷卻機冷卻效果的影響

- 1.致冷晶片冷卻機以12V的電壓在不同氣溫下運作，冷卻20公升的水量，觀察紀錄10個小時內的降溫情形。
- 2.在不同氣溫下致冷晶片以12V的電壓運作，測量致冷晶片冷熱面的最大溫差與10個小時內的降溫幅度。

五、研究致冷晶片冷卻機採用不同過濾方式對冷卻過濾水質的影響

- 1.在不養魚的情況下，於20公升水量的魚缸上採用不同的過濾方式，並通入適量二氧化碳，經過一星期後，測量魚缸水的PH值，比較在不同過濾方式下，二氧化碳散失的情形。
- 2.在室溫30⁰C下，利用第六代不鏽鋼平台冷卻機以12V、4A的電壓電流運作，採用不同過濾方式下，冷卻過濾20公升的水量，並在魚缸內飼養4隻10公分的金魚，飼養觀察二個月。
- 3.二個月後用化學試劑檢測測水質中的NH₃、NO₂、NO₃ 濃度。

六、研究不同控溫模式對致冷晶片冷卻機冷卻情形的影響

1. 在室溫 30°C 下，利用第六代不鏽鋼平台冷卻機以 12V 、 4A 的電壓電流運作冷卻 20 公升的水量，將水溫降低至 25°C 後，分別採用「雙金屬片控溫器」與「電子式控溫器」進行控溫。
2. 將控制溫度設定於 25°C ，分別記錄在兩種控溫器控制下 10 小時內的水溫變化情形，並將數據繪製成圖表，並予以分析。

七、研究「微風六型冷暖整合系統」與傳統壓縮式冷卻機的優缺點比較

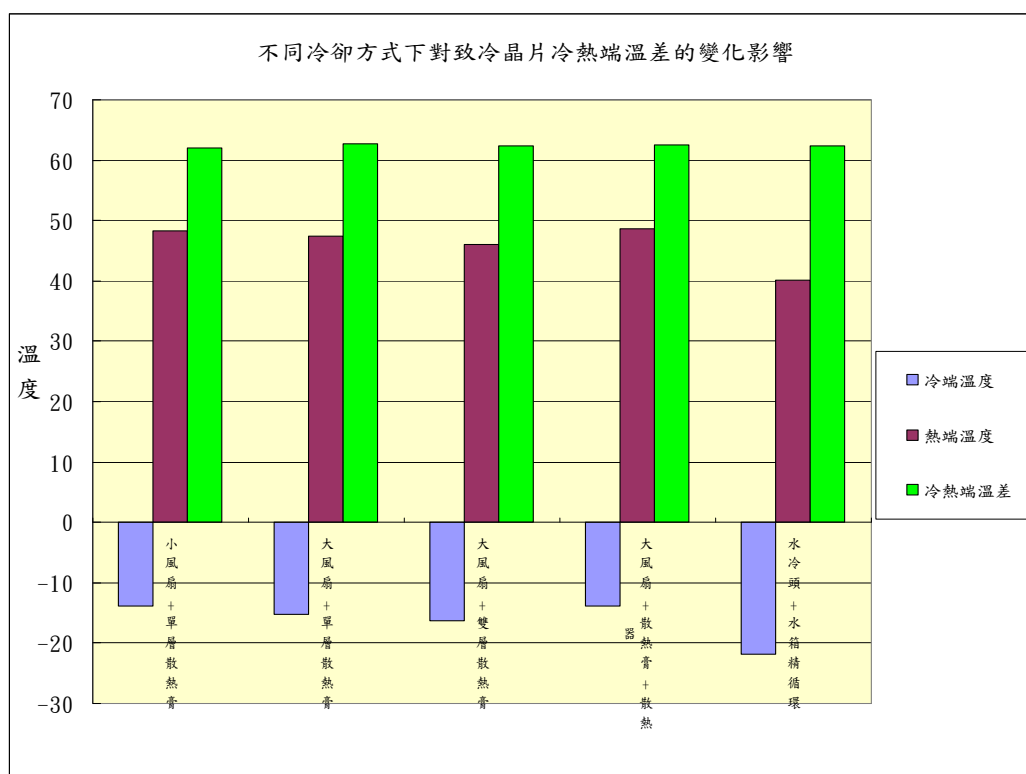
針對「微風六型冷暖整合系統」與傳統壓縮式冷卻機，在設備成本、耗電情形、運作功能、套件擴充與維修難易度等方面進行分析比較。

陸、研究結果

一、研究不同冷卻方式下對致冷晶片冷熱端溫差的影響

(一) 實驗數據

熱端冷卻方式	冷端溫度 ($^{\circ}\text{C}$)	熱端溫度 ($^{\circ}\text{C}$)	冷熱端溫差 ($^{\circ}\text{C}$)
小風扇(5W)+熱端單層散熱膏	-13.8	48.3	62.1
大風扇(12W)+熱端單層散熱膏	-15.2	47.5	62.7
大風扇(12W)+冷熱端雙層散熱膏	-16.3	46.0	62.3
大風扇+雙層散熱膏+鋁製散熱器	-13.9	48.7	62.6
電腦水冷頭+汽車水箱精循環冷卻	-21.8	40.2	62.3



(二) 實驗結果與討論

1. 「熱面」散熱越好，「冷面」致冷力越好：無論熱端採用的何種散熱方式，冷熱端溫差大致相同。因此，在冷熱端溫差固定的條件下，若可以把熱端溫度降的越低，冷端溫度也可以下降的越低。

2. 「水冷」效果優於「氣冷」：使用電腦水冷頭搭配汽車水箱精循環冷卻的效果最好，因為水箱精的比熱比水更大（約為 $1.58\text{cal/g}^{\circ}\text{C}$ ），因此可以充分帶走晶片熱端上所散發出來的熱量。因此水冷效果比空氣冷卻效果更好。

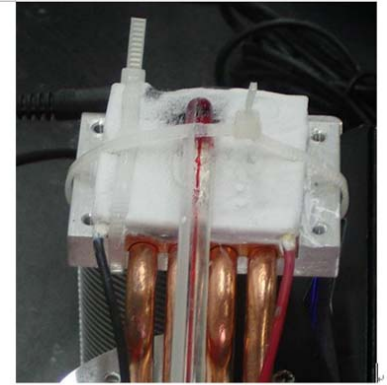
3. 晶片必須散熱的原因：晶片製程中所使用的鉍錫為低熔點鉍錫（熔點 138°C ），當晶片通了電後，熱面溫度會快速上升，當溫度超過內部鉍錫的熔點時，晶片就會燒壞，因此致冷晶片的熱面一定要裝散熱裝置。

4. 風扇與散熱器之間最合適的距離：風扇與散熱器之間必須保持合適的距離。兩者距離太大，風扇無法直接帶走散熱器上的熱量。但若風扇緊貼住散熱器，則會阻礙空氣流動，更不利散熱。經過我們的實驗測試，發現保持在 8mm 至 20mm 的間隙，散熱效果最好。

5. 散熱器與致冷晶片的結合技巧：散熱器表面與致冷晶片要緊密貼合，才能發揮良好的致冷效果。因此散熱器表面的平整度是非常重要的。雖然現在的散熱器接觸面皆有經過CNC銑床，把表面銑平。但是在顯微鏡下觀察仍可發現表面有很多微小的凹洞。所以我們在致冷晶片的兩面塗上散熱膏，可以填補這些凹洞，提高有效的接觸面積，因此提高導熱效果。

6. 降低散熱膏的使用成本：

- (1) 散熱膏是由經過特殊研磨金屬粉末與油脂攪拌成膏狀。具有黏性，還能使TEC晶片與散熱器緊密結合而不易滑動。
- (2) 市面上的散熱膏可分為兩大類，一為含矽質的散熱膏，價格低廉；另一為非矽質散熱膏，價格昂貴。兩者差別在於含矽質散熱膏中的矽油會揮發的。揮發之後，仍存在密閉的空間，並未消失，可能還會在別處再凝結，因而造成精密電路故障。然而我們所設計的冷卻系統，屬於開放式，所以可以選擇含矽質的散熱膏降低成本。



12V 電壓運作後 3 分鐘後，致冷晶片結冰相片。



致冷晶片換面時，必須在接觸面塗抹散熱膏，填補接觸面之間的空隙。

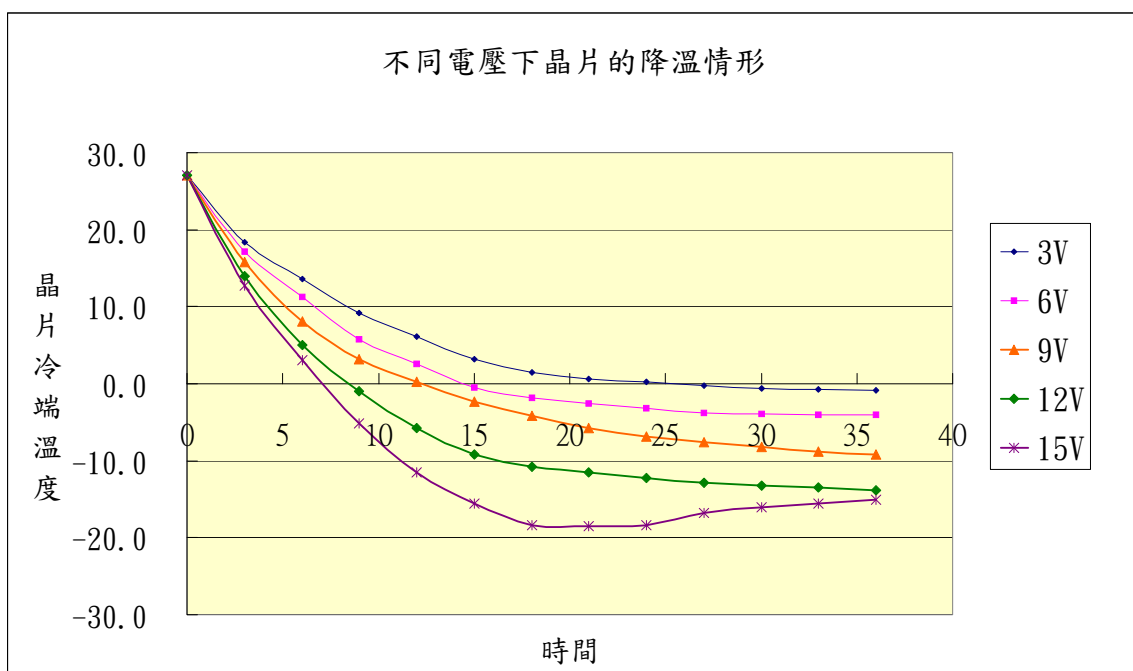
二、研究不同電壓與外加電流對致冷晶片功率的影響

(一) 實驗數據

1. 致冷晶片在不同電壓下降溫情形

時間 (分鐘)	3V	6V	9V	12V	15V
0	27.1	27.1	27.1	27.1	27.1
3	18.4	17.2	15.8	14.0	12.7
6	13.6	11.3	8.1	5.0	3.1

9	9.2	5.8	3.2	-1.0	-5.1
12	6.1	2.6	0.2	-5.8	-11.5
15	3.2	-0.5	-2.3	-9.2	-15.6
18	1.5	-1.8	-4.2	-10.8	-18.4
21	0.6	-2.6	-5.8	-11.5	-18.5
24	0.2	-3.2	-6.8	-12.3	-18.4
27	-0.3	-3.8	-7.6	-12.8	-16.8
30	-0.6	-3.9	-8.2	-13.2	-16.0
33	-0.7	-4.0	-8.8	-13.5	-15.5
36	-0.8	-4.0	-9.2	-13.8	-15.1



2. 致冷晶片在不同電壓下的耗電功率與冷端最低溫度

電壓 (V)	電流 (A)	耗電功率 (W)	冷端最低溫度 (°C)
3V	1.6	4.8	-0.8
6V	2.8	16.8	-4.0
9V	3.7	33.3	-9.2
12V	4.2	50.4	-13.8
15.4V	6.3	97.0	-15.1

(二) 實驗結果與討論

1. 晶片運作電壓越大時，降溫幅度越大:

從實驗結果可看出晶片在運作電壓越大時，降溫幅度越大。但我們發現致冷晶片在電壓15V下運作21分鐘後，溫度可降至最低(-18.5⁰C)。

2. 晶片運作電壓過大，降溫效果變差:

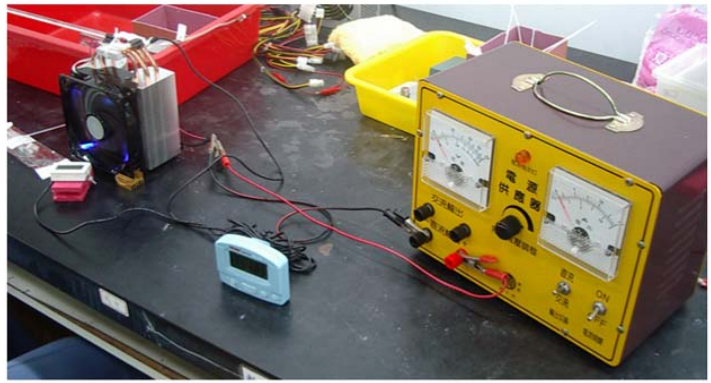
致冷晶片在電壓15V下運作24分鐘後溫度不但沒有繼續下降，反而提升至-16.8⁰C。這樣的現象應該是隨著晶片運作時間越長，晶片內電阻產生的熱能也越多，當晶片產生的熱能無法完全被散熱器帶走時，熱能便會倒流回到冷面，導致冷面溫度不降反升。

3. 晶片升高電壓降溫效果變差的原因探討：

致冷晶片的冷卻能力與電流成正比($P=IV$)。但是晶片內電阻消耗而產生的熱量卻是與電流的平方成正比($P=I^2R$)。由此可知，當電流大到某個程度，消耗產生的熱能勢必超越晶片冷面所帶走的熱能。因此，當電流超過某個數值，致冷晶片的冷卻能力反而會下降。

4. 致冷晶片最經濟的運作模式：

由實驗結果看出晶片在電壓12V運作下耗電功率為50.4W可使晶片降溫至-13.8⁰C，在電壓15V運作下雖然冷面最低溫可降至-15.1⁰C，但卻必須耗費97.0W的功率，較不符合經濟成本。所以我們可以發現致冷晶片理想的運作電壓，並非如晶片上所標示的電壓，應該降低電壓值20%~25%，將會達到最好的效果。



使用不同電壓與電流，找出致冷晶片最佳運作模式。

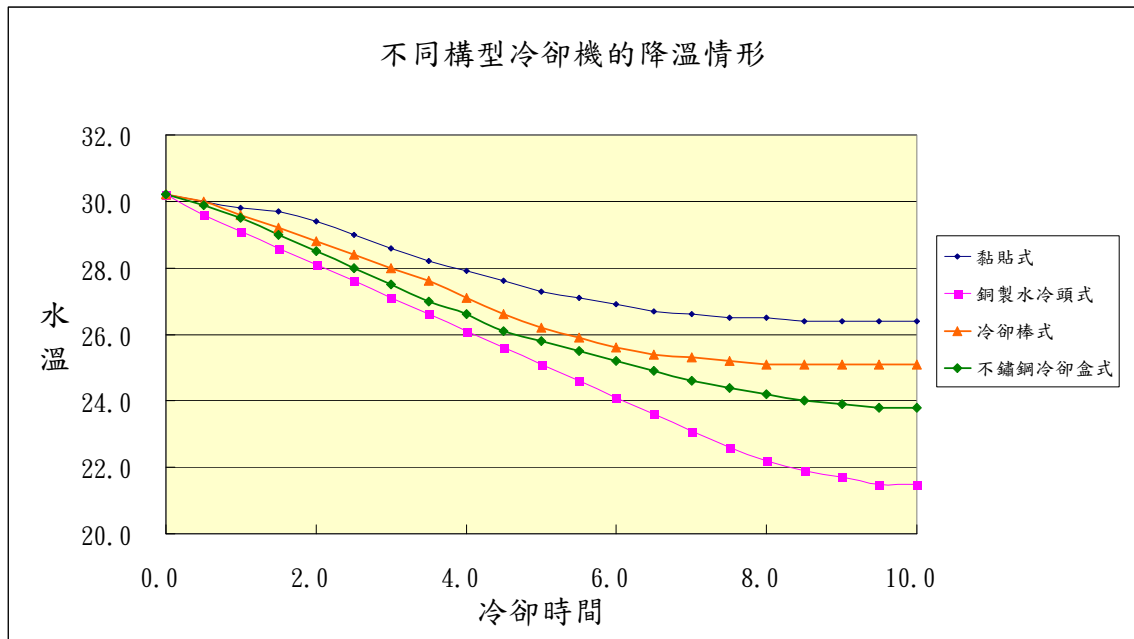
三、研究不同構型致冷晶片冷卻機的冷卻效果

(一) 實驗數據

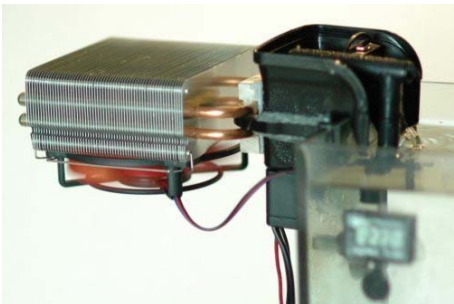
1. 不同構型的冷卻機降溫過程


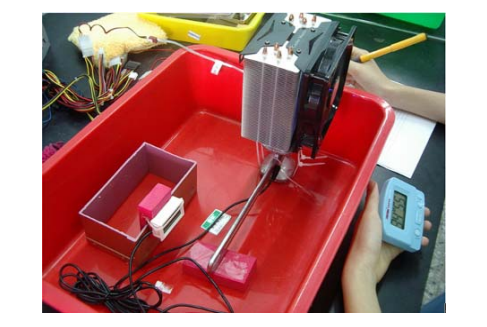

時間(小時)	黏貼式 (第零代)	銅製水冷頭式 (第二代)	冷卻棒式 (第三代)	不鏽鋼冷卻盒式 (第五代)
0.0	30.2	30.2	30.2	30.2
0.5	30.0	29.6	30.0	29.9
1.0	29.8	29.1	29.6	29.5
1.5	29.7	28.6	29.2	29.0
2.0	29.4	28.1	28.8	28.5
2.5	29.0	27.6	28.4	28.0
3.0	28.6	27.1	28.0	27.5
3.5	28.2	26.6	27.6	27.0
4.0	27.9	26.1	27.1	26.6
4.5	27.6	25.6	26.6	26.1
5.0	27.3	25.1	26.2	25.8
5.5	27.1	24.6	25.9	25.5

6.0	26.9	24.1	25.6	25.2
6.5	26.7	23.6	25.4	24.9
7.0	26.6	23.1	25.3	24.6
7.5	26.5	22.6	25.2	24.4
8.0	26.5	22.2	25.1	24.2
8.5	26.4	21.9	25.1	24.0
9.0	26.4	21.7	25.1	23.9
9.5	26.4	21.5	25.1	23.8
10.0	26.4	21.5	25.1	23.8



2.比較不同構型冷卻機之間的優缺點

冷卻方式	機械構造	最大降溫幅度 (°C)	優點	缺點
黏貼式		3.8	<ol style="list-style-type: none"> 1.製作簡易方便 2.技術門檻低 3.可輕易結合過濾與冷卻系統 4.不易阻塞 	<ol style="list-style-type: none"> 1.機組牢固性不佳 2.冷卻效率差 3.過濾槽太小，過濾效果差 4.機體容易產生冷凝水

銅製水冷頭式		8.7	冷卻效果最好	<ol style="list-style-type: none"> 1.銅製水冷頭價格昂貴 2.配件規格特殊,價格昂貴 3.銅製水冷頭容易阻塞,故障率高 4.機組擴充性差 5.銅製材質遇水容易產生有毒物質
冷卻棒式		5.1	<ol style="list-style-type: none"> 1.製作簡易方便 2.技術門檻低 3.沒有堵塞問題 4.冷卻效果不錯 5.機體冷凝水易回收 	<ol style="list-style-type: none"> 1.冷卻棒容易產生雜質,污染水質 2.冷卻棒體積大,使過濾與冷卻系統整合不易
不鏽鋼冷卻平台		6.4	<ol style="list-style-type: none"> 1.冷卻效果佳 2.擴充性佳,可數台串接 3.方便黏貼隔熱泡棉,解決冷凝水的問題 4.冷卻盒不易堵塞 	不鏽鋼冷卻平台必須訂做

(二) 實驗結果與討論

1.自行研發「不鏽鋼冷卻平台」為最佳的冷卻介面：由本實驗可看出不同構型冷卻機的優缺點，其中「銅製水冷頭」的冷卻效果最好，但卻有價格昂貴與容易堵塞兩大缺點。自行研發的「不鏽鋼冷卻平台」雖然冷卻效果不是最好的，但訂製容易、價格低廉，也沒有水管堵塞問題，而不鏽鋼材質也不會產生有毒物質，所以為最佳的冷卻介面。

2.機體冷凝水解決方式：「銅製水冷頭式」冷卻效果最好，是由於銅的導熱性優於不鏽鋼。但在冷卻過程中卻也產生最多的冷凝水，致冷晶片很怕潮濕，若水氣進入晶片內部，會在晶片冷面處結霧，不僅會降低致冷能力，也會腐蝕晶片。雖然市面上也有一種浸泡過防水漆的致冷晶片，但泡過防水漆後的會使晶片的致冷能力降低。所以我們決定採取在冷卻盒四周貼上隔熱泡棉，隔絕冷卻盒內外的溫差，成功解決了機體產生冷凝水的問題。



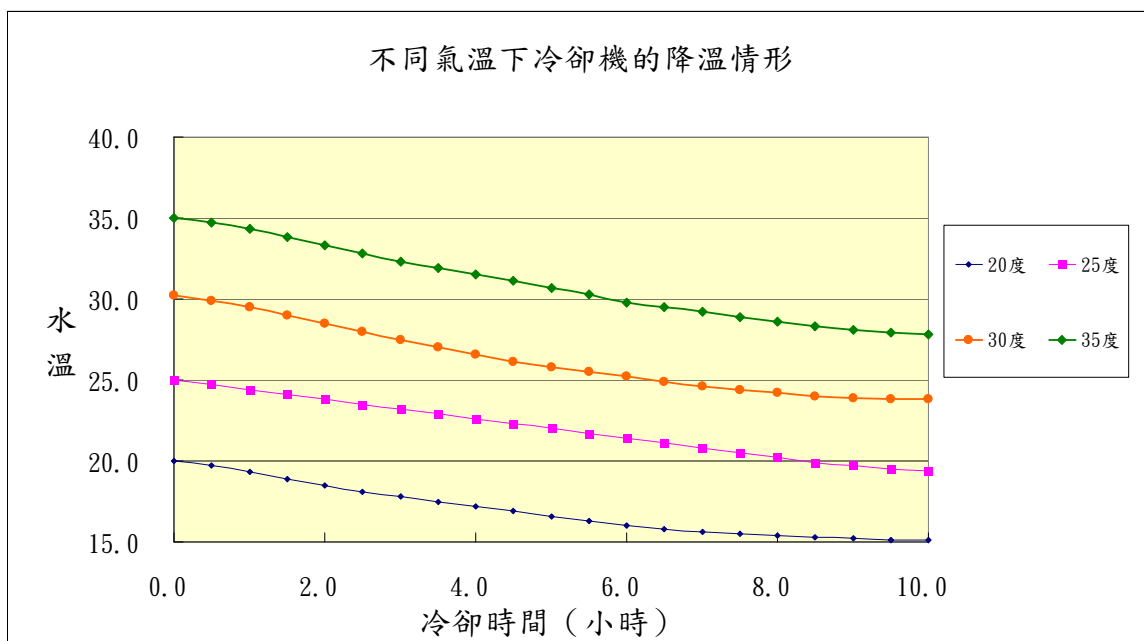
不鏽鋼平台周圍鋪滿泡棉，成功解決冷凝水問題。

四、研究不同氣溫對致冷晶片冷卻機冷卻效果的影響

(一) 實驗數據

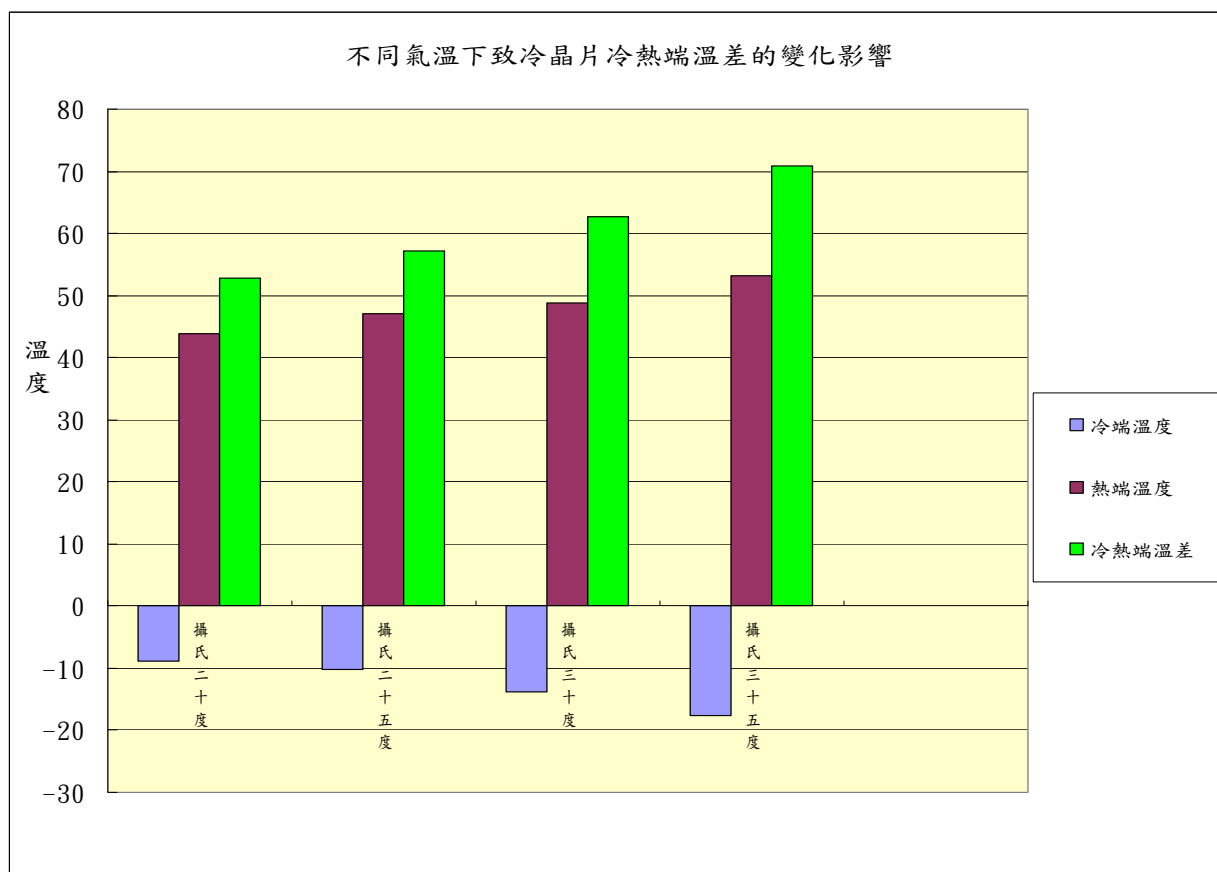
1. 不同氣溫下冷卻機的降溫情形

時間(小時)	20 度	25 度	30 度	35 度
0.0	20.0	25.0	30.2	35.0
0.5	19.7	24.7	29.9	34.7
1.0	19.3	24.4	29.5	34.3
1.5	18.9	24.1	29.0	33.8
2.0	18.5	23.8	28.5	33.3
2.5	18.1	23.5	28.0	32.8
3.0	17.8	23.2	27.5	32.3
3.5	17.5	22.9	27.0	31.9
4.0	17.2	22.6	26.6	31.5
4.5	16.9	22.3	26.1	31.1
5.0	16.6	22.0	25.8	30.7
5.5	16.3	21.7	25.5	30.3
6.0	16.0	21.4	25.2	29.8
6.5	15.8	21.1	24.9	29.5
7.0	15.6	20.8	24.6	29.2
7.5	15.5	20.5	24.4	28.9
8.0	15.4	20.2	24.2	28.6
8.5	15.3	19.9	24.0	28.3
9.0	15.2	19.7	23.9	28.1
9.5	15.1	19.5	23.8	27.9
10.0	15.1	19.4	23.8	27.8



2.不同氣溫下致冷晶片的冷熱面最大溫差與降溫幅度

	20 度	25 度	30 度	35 度
冷面溫度	-8.9	-10.2	-13.9	-17.6
熱面溫度	43.9	47.0	48.7	53.2
冷熱面溫差	52.8	57.2	62.6	70.8
降溫幅度	4.9	5.6	6.4	7.2






(二) 實驗結果與討論

1. 「遇強則強」的冷卻能力：由實驗結果可以看出，致冷晶片在室溫越高的情況下運作，冷卻效果越好。
2. 室溫越高，冷熱面溫差越大：我們發現致冷晶片在高溫下冷卻效果良好的原因，在於室溫越高，冷熱面溫差越大，所以只要有良好的散熱系統將熱面的熱量帶走，冷面的溫度可以降的越低，冷卻效果越好。

五、研究致冷晶片冷卻機採用不同過濾方式對冷卻過濾水質的影響

(一) 實驗數據

過濾方式	降溫幅度 (⁰ C)	平均每日蒸 發水量 (mL)	水質清澈檢測 (養魚) (PPM)			二氧化碳 散失程度 (未養魚)		總評
			NH ₃	NO ₂	NO ₃	PH值	等級	
上部過濾 	5.8	30.2	0.15	72.1	152.3	6.3	普通	過濾效果佳、濾材清洗方便
滴流式過濾 	5.3	43.6	0.05	32.1	210.8	6.8	最多	1.短期過濾效果最佳，但不適用於水草缸 2.雖可將亞硝酸降低至最低值，但無法排除在底砂內的硝酸鹽，長期性過濾效果降低
海綿氣動過濾 	6.1	21.5	0.60	103.5	110.7	6.7	次多	成本最為低廉，但無法與冷卻機整合使用
側面強制過濾	6.4	18.1	0.08	65.3	170.5	5.8	次少	最適合需要降溫的裸缸使用
側面+底部過濾 	6.4	18.3	0.05	55.5	90.5	5.6	最少	1.過濾與降溫效果都很好，適用水草缸 2.可將過濾與冷卻系統完美整合

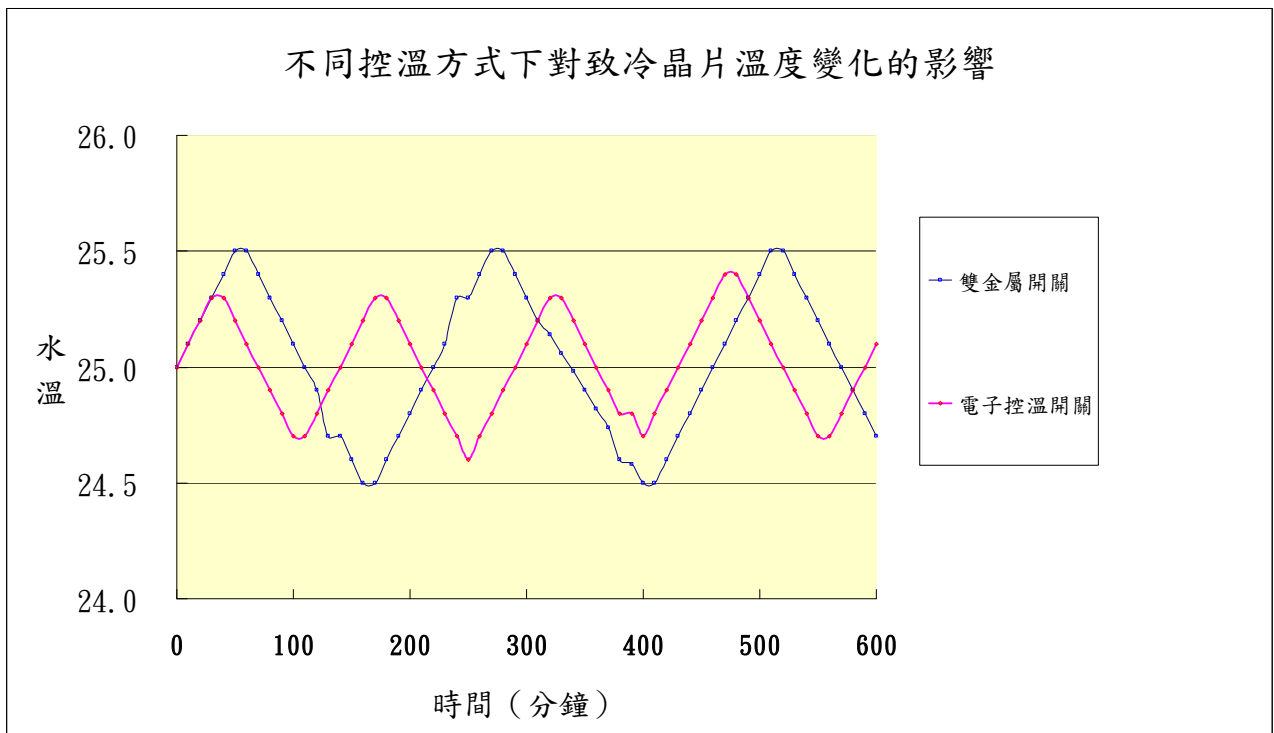
(二) 實驗結果與討論

1. **水草缸的最佳過濾方式**：從實驗結果可以看出採用「滴流式過濾」最容易使二氧化碳散失，而「側面強制過濾+底部過濾」在過濾過程中將曝氣機會降至最低，在水族箱內通入的二氧化碳最不容易散失，所以此過濾方式最適合用於專業水草缸內，不必額外採購昂貴的圓筒過濾器。
2. **「滴流式過濾」的優缺點**：可將亞硝酸濃度降至最低，但卻有降溫效果最差、水量與二氧化碳散失上最為嚴重、無法帶走長期儲存在底砂內的硝酸鹽等缺點。
3. **「側面強制過濾+底部過濾」的優缺點**：短期過濾效果雖然不是最好，但冷卻降溫情形最好，二氧化碳散失也最少，為需要補充二氧化碳的水草缸之最佳過濾方式。底部過濾可以將底砂內的污泥送進過濾系統，所以硝酸鹽濃度為所有過濾方式中最低的，長期性的過濾效果最佳。
4. **「側面強制過濾槽+底部過濾」濾材的彈性運用**：在魚缸底部採用多孔隙浪板，水族生物的排泄物會因為重力作用下沉至浪板下方，排泄物在經由側面隱藏式過濾槽的吸水孔，吸至具有多重過濾功能的過濾槽內，當魚缸水經過羊毛氈的「物理性過濾」後，又經過生化棉、生化陶瓷與生化磚的「生物性過濾」，在最後一個過濾槽內進行活性炭吸附的「化學性過濾」！全方位的過濾確保了魚缸的水是以最清潔的方式被馬達送入到微風冷卻機內，所以冷卻機不會產生管路堵塞的問題。基於以上優點，後續研究我們採用「側面強制過濾+底部過濾」的方式，將過濾後的水送進冷卻機，可解決冷卻機內管路堵塞的問題，並將過濾系統與冷卻系統整合在一起。



六、研究不同控溫模式對致冷晶片冷卻機冷卻情形的影響

(一) 實驗數據圖



〈二〉實驗結果與討論

1. **電子式控溫較為精準**:從實驗結果可以發現,「電子式控溫器」的控溫誤差介於正負0.3度內,「雙金屬片控溫器」誤差介於正負0.5度內。因此使用「電子式控溫器」水溫可保持較小幅度的波動。
2. **電子式控溫啟動次數比較多,晶片故障率也提高**:雖然「電子式控溫器」可以將水溫控制在較為精確的範圍內,但啟動冷卻機次數也比較多次。經過長時間的使用發現,使用「電子式控溫器」的致冷晶片先故障,可能是因為經過長時間使用「電子式控溫器」所控制的晶片啟動次數遠高於「雙金屬片控溫器」所控制的晶片。
3. **啟動次數多,造成故障率高的可能原因**:致冷晶片兩面為陶瓷面板,表面有印刷電路。致冷晶粒是利用錫鉛黏貼在印刷電路上的,如果致冷晶片長期處於冷熱交替(Thermal Cycling)的過程中,印刷電路也會翹起來或脫落,這也是我們認為致冷晶片在頻繁啟動下容易故障的原因。
4. **減少故障與節省能源的方法**:我們實驗時採用的兩種控溫器,控溫原理都是當溫度低於感溫器設定溫度時,電源就由ON切換至OFF,讓溫度是在上限與下限的區間中來回跳動,也就是冷熱交替。但這樣操作模式有兩大缺點,一是溫度變化較大,二是晶片在來回「開關」的過程中大幅降低使用壽命,在本實驗中晶片以此模式操作11個月後便故障。未來我們將研究可藉由調整電壓電流的方式改變致冷晶片的致冷能力,也就是當冷卻機溫度過低時,透過溫控裝置降低晶片電壓,降低晶片的致冷能力,等到溫度上升後,再調高電壓,提升致冷能力,使致冷晶片一直都沒有停止運作,所以也就不會有重新啟動的問題。如此操作模式可避免冷熱交替的問題,大幅提昇晶片使用壽命。



採用機械式溫控器,除了保持系統恆溫外,也可降低成本與延長使用壽命。

七、研究「微風六型冷暖整合系統」與傳統壓縮式冷卻機的優缺點比較

(一) 研究數據

1. 價格比較:

配件價格	傳統壓縮冷卻機 + 過濾器	微風六型水族冷暖整合系統
冷卻機	14000 元	致冷晶片 250 元
恆溫加熱器	1000 元	多層次散熱器 800 元
圓桶過濾器	4000 元	微風六型不鏽鋼平台 300 元
底部浪板	100 元	沉水馬達 250 元
		溫控開關 300 元
		電子式溫度計 120 元
		快拆接頭與管材 100 元
		底部浪板 100 元
		多功能濾材 280 元
總價	19100 元	2500 元 勝

2.功能比較

功能項目	傳統壓縮冷卻機 + 過濾器	微風六型水族冷暖整合系統
冷熱溫控	1. 冷卻機與加熱器必須分別購置，花費大 2. 零件故障，必須分開維修，且維修不易	將加熱與冷卻裝置整合在一起，零件損壞，只須更換一片晶片即可 勝
配線複雜度	機器種類多，配線複雜	系統整合，零件單純 勝
維修難易度	1. 需拆機殼，需要專業技師維修 2. 維修需要用到數種工具與焊槍 3. 內部電子元件只有原廠才有	1. 國小生就會維修 勝 2. 採魔鬼氈設計，不需任何工具，也不必拆螺絲 勝 3. 內部元件，電子材料行皆可購得 勝
維修時間	必須送回原廠維修，不僅需要再花一筆運費，而且等待時間久	自行維修，維修時間不超過半小時 勝
運轉音量	壓縮機啟動時，可達 60 分貝	28 分貝 勝
耗電量	各種設備耗電總和 300W	42W 勝
高水量養殖空間	選擇高功率壓縮機 勝	必須多晶片並聯使用，擴充性佳，但會增加機體複雜度
產品壽命	3~5 年	只須更換耗材零件，即可永久使用 勝
使用十年的花費	$19000 \times 3 = 57000$ 元	$650 \times 3 = 1950$ 勝 (假設致冷晶片與沉水馬達每 3 年換新一次)
愛地球程度	1. 耗能、增加二氧化碳排放量 2. 機器報廢，增加地球垃圾量	1. 省電節能 勝 2. 永久使用，不增加地球負擔 勝

〈二〉實驗結果與討論

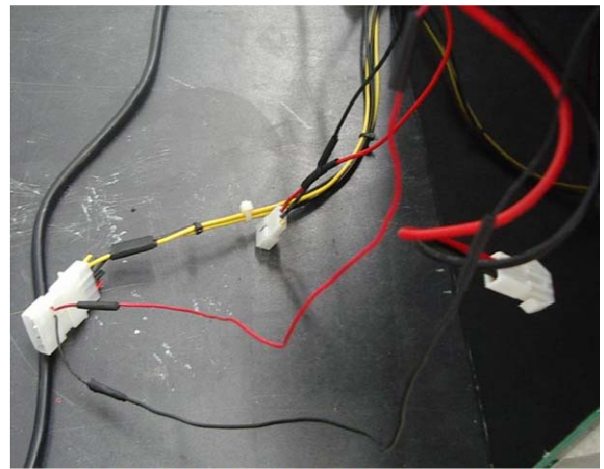
1. 「微風六型水族冷暖整合系統」在小型水族環境的運用上佔全面優勢：傳統冷卻機採用壓縮機冷卻，每當壓縮機啟動時的音量高達60分貝，在夜深人靜時常會擾人清夢，而且功率達300W以上，又有管線破裂，冷媒外洩的缺點，既耗能源又不環保。「微風六型冷卻機」採用致冷晶片冷卻十分安靜節能，使用時除了冷卻風扇28分貝的音量之外，不會產生其他噪音。在耗電方面，冷卻加上過濾系統全部耗電功率只有42W，既環保又省電。



2. 「微風六型水族冷暖整合系統」將冷卻與加熱功能整合於一體：將電源的正負極反轉，就可以輕易將致冷晶片改為加熱晶片，而且能源轉換效率更高。因為提供的熱量可以來自電源提供的電能所轉換成的熱能，再加上從冷面抽取的熱能，所以消費者不必再花錢採購兩種設備。
3. 「微風六型水族冷暖整合系統」成本遠低傳統冷卻機：在售價上壓縮機式的冷卻機通常在8000～20000元之間，但「旋風六型水族冷暖過濾整合系統」整套成本只有2500元，卻包含了冷卻機、加溫器、控溫系統與多功能過濾槽。
4. 「微風六型水族冷暖整合系統」採模組化設計，維修容易，具有環保概念：所有零件皆「模組化」與「可拆式」，壞什麼就換什麼，維修與組裝一樣容易，不像在水族館買的冷卻機壞掉後，老闆會告訴你維修的錢幾乎可以再買一台。然而壞掉後的機器最後的下場就是送進回收廠報廢，如此的作法十分花錢更浪費地球資源。「微風六型冷暖過濾整合系統」設計的目的就是希望以最少的零件創造最大的經濟效益與降低維護成本



利用喜餅盒取代電腦機殼，方便維修又環保。



所有接線部位採取快速接頭，方便拆裝。

柒、結論

我們研發的「微風六型水族冷暖整合系統」具有以下特點：

1. 造價低廉，使更多普羅大眾能進入專業的水族養殖領域。
2. 採用致冷晶片冷卻，機器運轉十分安靜（僅 28 分貝），沒有冷媒外洩的問題，更為環保。
3. 採用「模組化」設計，「壞哪裡就能直接換哪裡」。全機各部位採用魔鬼氈固定，維修不必用到螺絲起子，連國小學生都能輕易維修。
4. 採用的零組件造價低廉，最貴的零件也僅兩三百元，大幅降低維護成本。零件更換後，就與全新機器一樣，完全無機體老化問題。
5. 產品線完整，具有多樣化機型，並採「客製化」設計，擴充性極佳（一台多功能供電 CASE 可供應 8 台旋風六型或 12 台旋風五型使用），可藉由串接機型或採用功率較大晶片的方式冷卻更多水量，可依客戶需求量身訂做。
6. 超級省電，旋風六型冷卻機僅耗電 42W，旋風五型僅耗電 30W，響應政府節約用電政策。
7. 機型維修容易，不會有機器報廢問題，減少地球垃圾量。
8. 全方位的過濾系統整合底部過濾與側面隱藏式過濾槽，使魚缸中的雜質首先因為重力下沉至多孔隙

浪板底下，在進入隱藏式過濾槽內經過物理性（羊毛氈、生化棉）、化學性（活性炭）、生物性（生化陶瓷與生化磚）多重過濾後，才進入冷卻機，不但整合水族箱內的所有需求，也避免冷卻機內管路堵塞的問題。由於過濾過程中將曝氣機會降至最低，所以在水族箱內通入的二氧化碳不容易散失，本過濾系統非常適合用於專業水草缸內，不必額外採購昂貴的圓筒過濾器。

8. 本機不但可以在夏天冷卻，也可以在冬天加溫，採用溫控與防負載裝置，全方位的設計使水族系統能夠在恆溫與安全的情形下運作。

捌、未來展望

1. **冷卻系統採用變頻設計**：我們的系統採用雙金屬開關控溫器，雖然靈敏度較低，可減少致冷晶片切換次數，但反覆開關仍容易造成晶片的耗損。由實驗二的研究結果可看出若調整電壓便可改變致冷晶片的輸出功率，未來我們將朝向發展變頻式的冷卻機，當溫度快要到達設定溫度前，自動降低電壓，使致冷晶片的致冷力下降，但不停止運作，等到溫度再度上升時，再提高電壓，加強冷卻效果。類似像車子遇到前方有紅綠燈時，不馬上踩煞車停止，而是採取減速滑行的方式，等待轉換成綠燈，如此可以節省油耗。
2. **搭配蛋白過濾器的「微風七型海水冷暖整合系統」**：我們研發的「微風六型海水冷暖整合系統」已可完全運用於夏季需要降溫的水草缸，未來我們準備將「蛋白過濾器」整合至本系統內，有效過濾水中的蛋白質，如此將可符合海水缸的飼養環境，使飼養海水魚成為一種平民化的休閒活動。
3. **適用於大型水族生態的冷卻系統**：由於我們「微風六型海水冷暖整合系統」中的供電 CASE 可以供給 8 台微風冷卻機使用，將可冷卻 160 公升的水量，但我們並不以此滿足，希望能設計出更為省電節能的冷卻裝置，運用於大型的水族系統之中。

玖、參考資料

1. 郭丁嘉。2003。迷你環控箱之研發。碩士論文。國立台灣大學機械工程學研究所。
2. 天地能源暨溫控器材行。取自：<http://www.tande.cpm.tw/te-freetalk.htm>
3. 吳致慶。2008。原子力顯微鏡用之溫度控制平台設計。碩士論文。國立嘉義大學生物機電工程學系。
4. 李天成。2002。異質界面三五族半導體在致冷晶片上之應用。碩士論文。國立交通大學電子工程研究所。

【評語】 030810

本作品以水族箱的冷暖控制與過濾系統整合為主做研究。題目為一般家庭或水族箱所遇到的問題為主，從頭至尾做了約一年的時間，工作項目很多，團隊分工合作表現良好，手工製作及實現的工作不少，科學探討的部份仍有改進的空間。