

東元創意競賽

2012

高效節能冷開飲機

作品企劃書

炎炎夏日，補充水分是最消暑也最健康的方法。但其實在我們享受冰涼開水的背後，飲水機正消耗著可觀的電量……

目錄

一、緒論.....	2
1. 緣起.....	2
2. 研究動機.....	2
二、高效節能冷開飲機的設計概念.....	4
1. 生物與逆流交換系統.....	4
2. 逆流交換系統的運作.....	5
3. 高效節能冷開飲機運作方法.....	6
4. 傳統開飲機與高效節能冷開飲機的比較.....	8
5. 高效節能技術的優點.....	8
三、實驗步驟.....	9
1. 實驗器材:.....	9
2. 實驗結果.....	11
四、未來展望.....	13
五、參考資料.....	14

一、緒論

1. 緣起

相信大家對於這幾年的物價上漲都有深深的體會，特別是全球的原油量正在枯竭中，導致石油價格不斷攀升，更是連帶著許多原物料價格都跟著上漲。在油電雙漲的同時，民眾不僅僅是得看緊荷包，這其實也在時時提醒著我們節能減碳的重要性，而「如何能用很少的能源，發揮最大的效益」，便是我們發起這次研究的重要原因。

想要節能便得由生活做起，環顧家中映入眼簾的便是不同用途的各式家電，每一樣都是需要插電的，尤其是有著加熱或是冷卻功能的家電，用電量更是可觀，反觀市場上也有許多廠商針對此推出了節能家電，例如：冰箱、烤箱、開飲機、吹風機... ..等。因此可見，改善這類耗電量大的家電，使之更加節能就是我們現在應該努力去做到的，而其中的效益也相當值得重視。

2. 研究動機

電能是我們日常生活中最廣泛運用的能源，於是要實現節能必定得由此下手。一提到電費，大家最先想到的便是冷氣，可見得在炎炎夏日吹著冷氣是大家共同對於夏天的印象，而冷氣同時也是耗電量大的家電之一。又由於「水」跟我們日常生活的關係是如此的密切，針對水來做的研究總是能夠切合實際上的需求。而當沒有冷氣可吹時，來杯冰冰涼涼的冷開水不也是消暑又解渴的最佳良方嗎？於是我們決定了研究的方向，要由省電為出發點，而與水的運用有密切關係的開飲機最符合我們期待的研究計畫。

你是否在學校或是公司這類人多的場所遇過這種情形？每當天氣炎熱，公共的開飲機總是大排長龍，而看著螢幕顯示著冰水的溫度持續上升，從原本只有十度的冰水，經過了五、六個人後變成了三、四十度，有時甚至於超過五十度，開飲機不出水了，最後連水都沒得喝。



(圖一)、家裡煮開水 與 公用飲水機

市面上的飲水機提供了冰溫熱三種水溫的服務，但是熱開水的使用機會其實並不大，只有沖泡麵或是營養沖泡類時才有機會用到。開水的使用，還是以溫水與冷水占了大半。

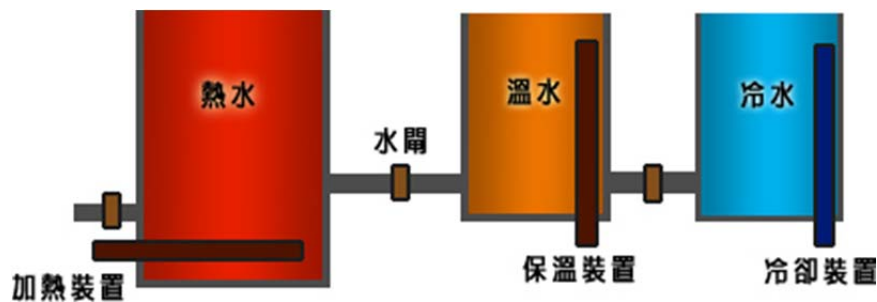
目前冷開水的取得方式大多有兩種方式：最常見的就是使用瓦斯爐或是開飲機，將生水煮熟，之後再靜置冷卻；另一種是使用濾心來過濾生水取得冷飲用水。使用熱源將開水煮開再冷卻，需要很大的能量來加熱生水，加熱的過程熱量的散失也會讓周圍的環境炎熱難耐，另外還要花時間等待熱水冷卻，花費成本頗高。濾心過濾生水使用上相對方便，速度也快，但是濾心功能會隨時間遞減，有壽命上的問題，對於過濾細菌的效果還是沒有比煮沸滅菌來的安心，購買濾心的高成本有時也是消費者考慮的因素。



(圖二)、飲水機濾心 與 使用過後的濾心

市面上的開飲機，都會經過煮沸這道程序來殺菌。一般的做法都是把冷水加入熱水瓶中加熱，再流入溫水瓶降溫，冷水瓶再從溫水瓶中取水降溫。由於

煮沸階段造成的廢熱與降溫時所需額外的冷卻手續，都需要龐大的能量，如果能夠妥善處理這些能量再次利用，必定能節省大量時間與金錢！



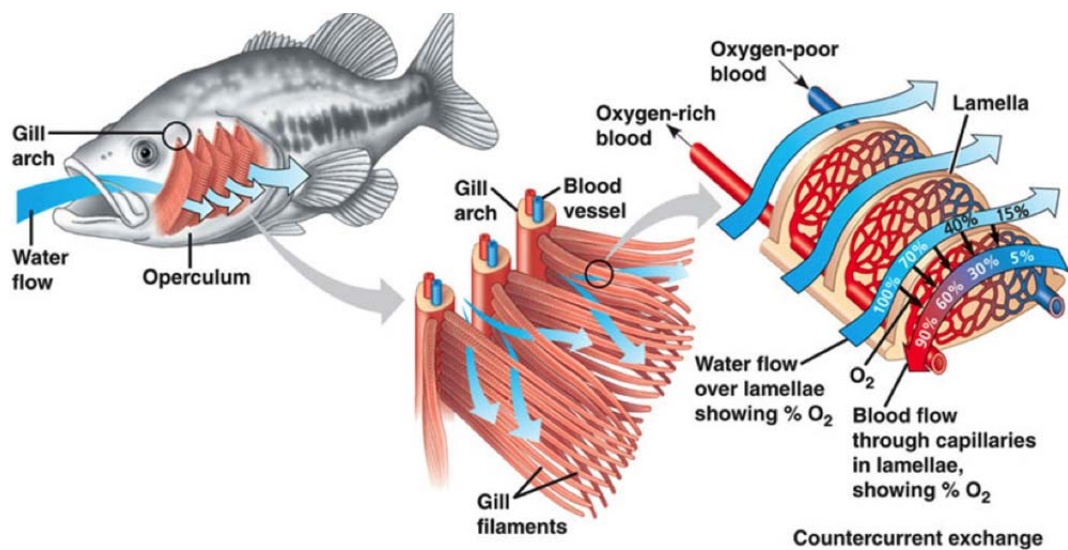
(圖三)、傳統飲水機構造

於是我們在溫度的改變上思考有沒有更加有效的方法，我們觀察到生物中的逆流交換機制，發現了這個更具效率的方式去做加熱以及冷卻，因此我們實驗的目標將朝向這種逆流交換系統去做設計，並且去驗證其增加的效率。

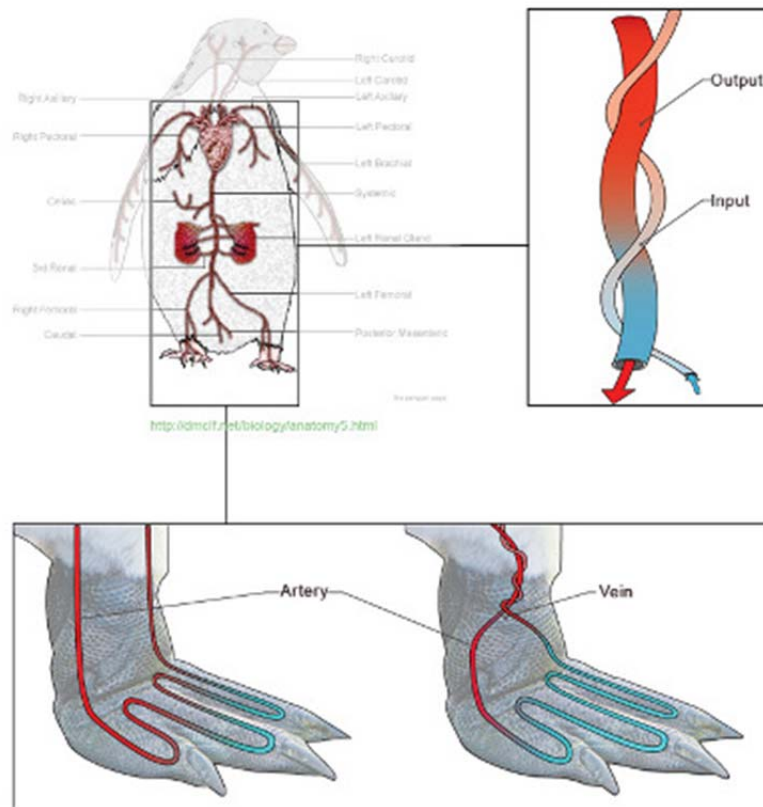
二、高效節能冷開飲機的設計概念

1. 生物與逆流交換系統

逆流交換系統最初是被發現在生物中的氧氣交換。常見的有魚鰓的氧氣交換、腎的鹽類與水分交換、企鵝腳的熱交換。逆流交換、順流交換及對流混合等等，都可以做為物質交換的方法，而逆流交換會被生物物競天擇保留下來的原因，就是這個系統具有非常高的交換效率。



(圖四)、魚鰓中的氧氣逆流交換

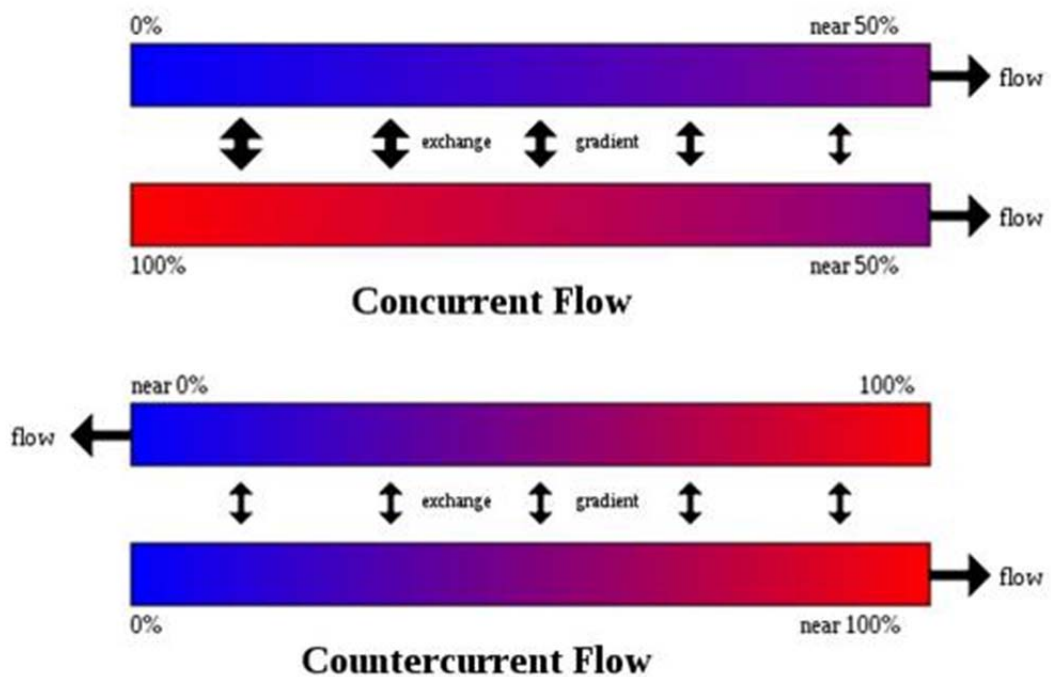


(圖五)、企鵝腳部的熱逆流交換

企鵝的腳掌能夠持續與低溫的路面接觸，腳掌的低溫也不會被血液帶回影響體內的溫度，就是因為腳部有做熱逆流交換，讓冷的靜脈血液能夠先被熱的動脈血液加溫才回到心臟；熱的動脈血液也會先被冷的靜脈血液冷卻，這樣動脈血液接觸到冰冷路面時，也不會損失太多熱量。這個方法與此高效節能冷開飲機的設計概念有較為相似之處。

2. 逆流交換系統的運作

為什麼逆流交換系統能夠提供高效率的交換呢？首先，已知兩端物質濃度梯度(濃度差)越大時，交換的速度就會越快，而逆流交換系統可以維持全程濃度梯度不變。



(圖六)、順流交換(上) 與逆流交換(下)

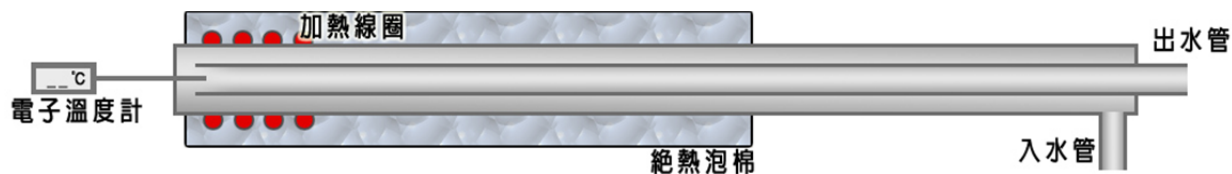
上圖中的順流交換系統的交流速率，會逐漸以自然對數遞減，最後的交流速率會接近 0，然而即使給予充分的交換時間，兩邊也只會達到最多 50% 的交換。而逆流交換系統會以常數維持濃度梯度，交換速率也是恆定的，如果給予充分的交換時間，到最後兩邊的交流率會接近 100%。

3. 高效節能冷開飲機運作方法

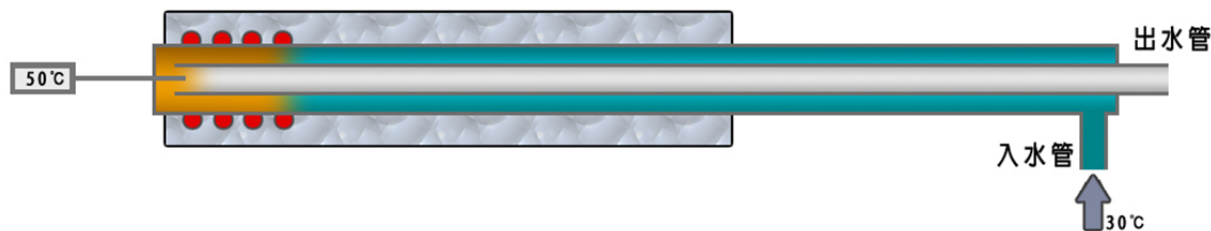
如果在冷水進到加熱線圈加熱之前，可以先和已加熱的熱水做熱交換，那麼我們就可以節省加熱線圈所需要的功率；另外，如果熱水在出水之前，可以先被冷水冷卻，我們就可以減少冷卻所需要的用電。

為了達到這樣的效果，使用了「內外管」設計來進行熱交換，並且將冷水水源由外管注入，讓熱量的散失降到最低。流入外管的冷水在經過煮沸之後，流進內管，最後從內管出水。

系統運作模式如下圖所示：

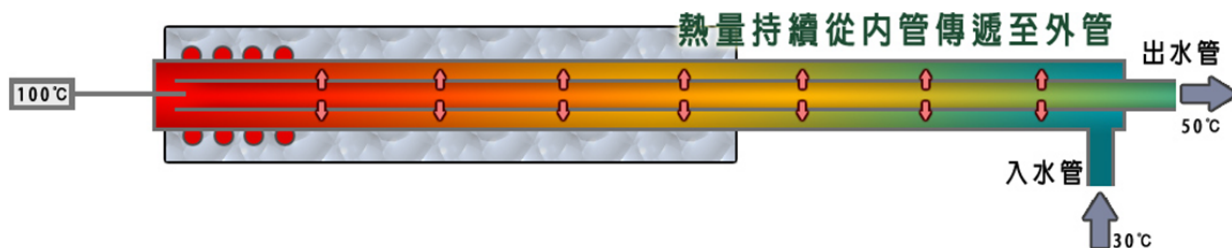


(圖七)、管內無水，系統不加熱。



(圖八)、從入水管注入冷水，加熱器開始運作。

此一瞬間，出水管沒有熱水流出，冷水沒有經過熱交換，因此最後溫度只有 50 度。



(圖九)、系統達到平衡之後，出水管的開水穩定

提供熱源給冷水(熱逆流交換)，最後再加上加熱線圈的熱源，讓生水能夠在末端被煮沸；同時，熱水因為熱量被帶走而獲得充分降溫，出水管流出的開水是直接可以飲用的溫度。

4. 傳統開飲機與高效節能冷開飲機的比較

功能	傳統開飲機	高效節能冷開飲機
加熱用電開銷	高	低
降溫開銷	高	低
降溫速度	慢	快
出水直接飲用	太燙不可飲用	可以
產生廢熱	多	極少

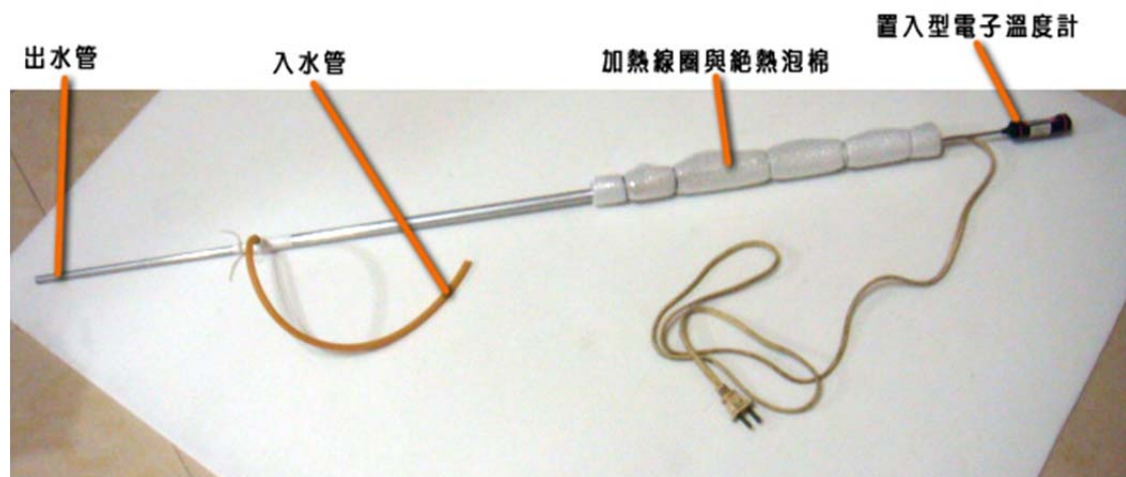
5. 高效節能技術的優點

- a. **構造簡單**：只需要內外管金屬管和加熱裝置。
- b. **擴充性高**：可以依照需求調整管路長度、加熱瓦數、水流量。
- c. **可替換性**：開發廠商只需要將傳統開飲機加熱裝置替換即可。
- d. **系統可靠**：沒有複雜的電路裝置，僅依靠物理現象達成效果。
- e. **容易維護**
- f. **造價低**

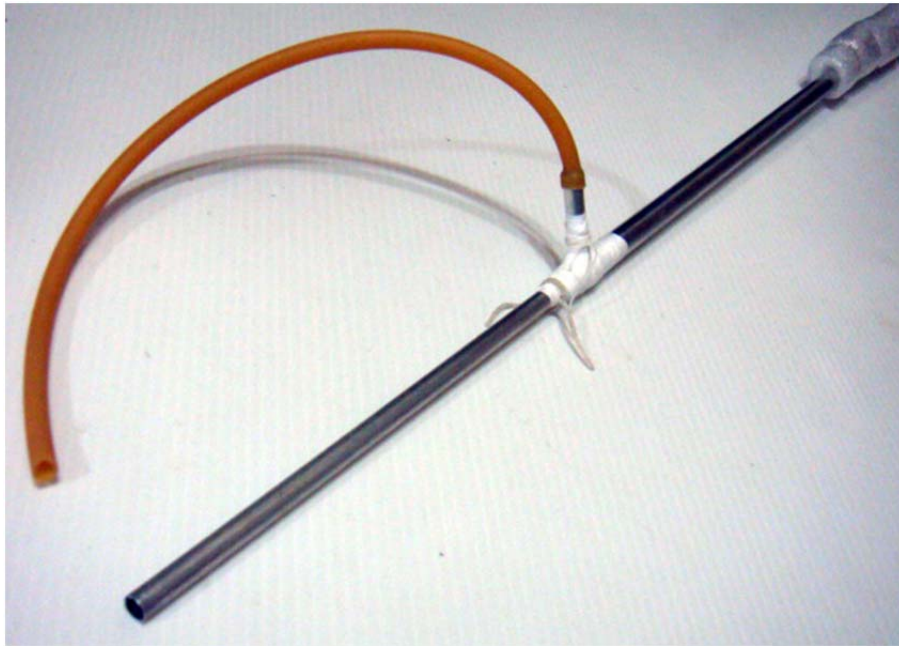
三、實驗步驟

1. 實驗器材:

材料名稱	規格
1 內導管	內徑 6mm 管壁 1mm 長度 96cm 材質：鋁
2 外導管	內徑 10mm 管壁 1.5mm 長度 74cm 材質：鋁
3 橡膠導管	
4 電子溫度計	測量範圍-40℃~270℃
5 電子加熱線圈	輸出功率 190W
6 絕熱泡棉	
7 耐熱膠帶	材質：鐵氟龍
8 鐵絲	
9 棉線	
10 止水布(止瀉帶)	



(圖十)、實驗器材組合完成實體照片



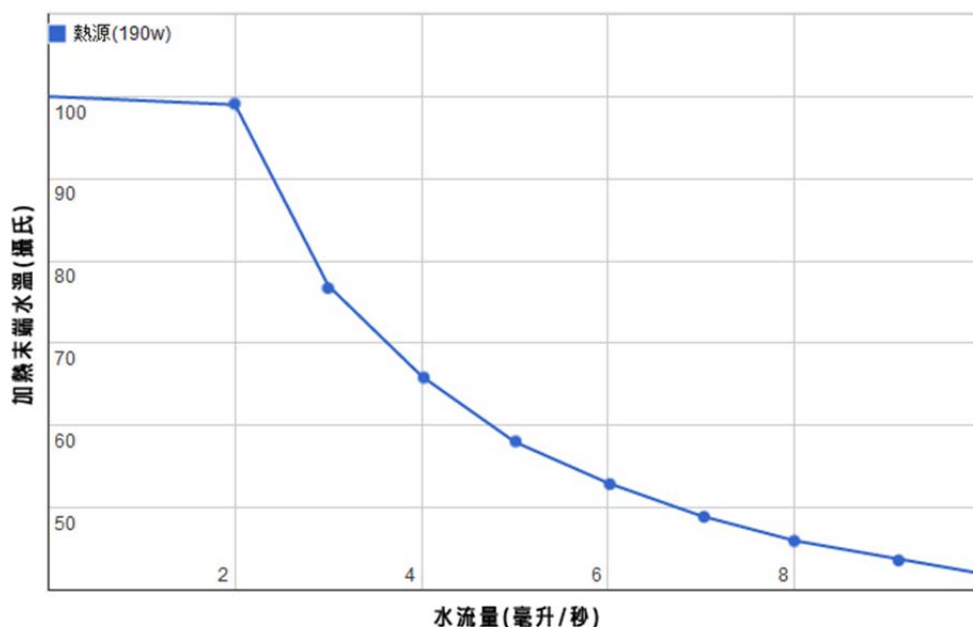
(圖十一)、出水管與入水管



(圖十二)、置入型電子溫度計用來檢測水在加熱之後是否有達到沸點

2. 實驗結果

我們調整水量，並且觀察電子溫度計，讓水能夠在加熱末端達到沸點



(表一)、加熱末端水溫與水流量的關係

輸入水量每秒 2cc、水溫 30°C，在加熱末端恰好達到 100°C，最後的輸出水溫測得為 50°C。

計算此系統下， $\frac{(\text{出水溫度}-\text{入水溫度}) \times \text{水流量}}{\text{秒}} = \text{額外熱源提供量} \left(\frac{\text{卡}}{\text{秒}}\right)$

$$(50-30) \times 2 = 40 \left(\frac{\text{卡}}{\text{秒}}\right)$$

$$\rightarrow \text{熱源提供 } 40 \left(\frac{\text{卡}}{\text{秒}}\right) = 168 \left(\frac{\text{焦耳}}{\text{秒}}\right) = 168 \text{ (瓦)}$$

(而加熱線圈的瓦數為 190 瓦，因此實驗中損失了 22 瓦)

若不使用熱逆流交換系統來進行加熱，每秒 2cc 的水要從 30°C 加熱 100°C 需要

$$140 \left(\frac{\text{卡}}{\text{秒}}\right) = 588 \left(\frac{\text{焦耳}}{\text{秒}}\right) = 588 \text{ (瓦)}$$

使用熱對逆流交換系統取代傳統加熱方法，將可以節省多少加熱消耗呢？

$$1 - \frac{168}{588} = 0.71, \text{ 將可以節省 } 70\% \text{ 以上的加熱用電!}$$

如果用 1 公升水與電度來計算，以知名飲水機大廠提供之耗電量數據：

知名飲水機大廠 提供 1 公升熱開水，花費 **0.085** 度電。

知名飲水機大廠 提供 1 公升溫開水，花費 **0.171** 度電。

高效節能冷開飲機提供 1 公升溫開水，花費 **0.023** 度電。

光是在用電上，生產一樣多的開水，高效節能冷開飲機節省了 **7 倍** 以上的用電

試問若要取得 4°C 的冰水，可以節省多少冷卻能量與時間？

本來要將 100°C → 4°C 溫差 96°C

現在要將 50°C → 4°C 溫差 46°C

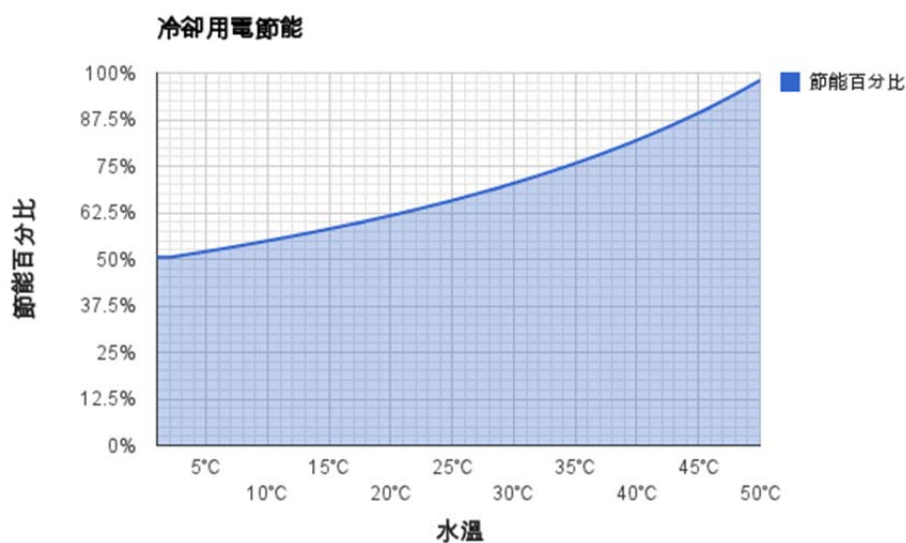
$1 - \frac{46}{96} = 0.52$ ，將可以節省 **52%** 的冷卻用電和時間。

試問若要取得 38 度的溫開水，可以節省多少冷卻能量與時間？

本來要將 100°C → 38°C 溫差 62°C

現在要將 50°C → 38°C 溫差 12°C

$1 - \frac{12}{62} = 0.806$ ，將可以節省高達 **80%** 的冷卻用電和時間。



(表二)、冷水出口水溫與節能比例的關係

飲水機使用了這種加熱方法來煮沸生水的話，消耗功率就可以從可觀的千瓦以上大幅下降到僅僅數百瓦，不只用電量下降了，冷卻時間也縮短了。

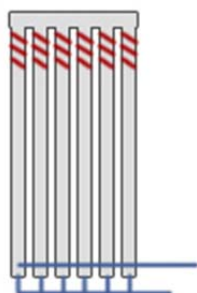
用了一半以下的能量，提高了兩倍以上的速度，就相當於生產效率提升了 **400%** 以上，這種顯著的產率提升，實在是令人印象深刻的。

四、未來展望

「水」，每人每天都應當攝取 2000 c.c. 以上的水，除了市售的礦泉水之外，大部分的人都會選擇利用開飲機取得飲用水，也可減少塑膠瓶的使用，但同時也耗費了更多的電能，若是連電能的消耗都可以減少，那就更加理想了！

由實驗中顯現出的驚人效率令人眼睛為之一亮，不過若是要考慮產品的使用性，還是有以下注意事項會影響使用效率：

1. **鈣化堆積**：由於是在管中加熱，有難以清洗的問題，入水前必須先經由硬水軟化處理，以免鈣化物質堆積造成堵塞以及導熱不良。
2. **效能改進**：就理論上，接觸面積越大，溫度改變越顯著，因此管子越細或越長，熱交換效果越好。另外，可以相同系統互相並聯，藉此提高產量。



(圖十三)、並聯的效果

3. **徹底殺菌**：我們認為需要加上防止生水未加熱就流出的機制，必須要做好溫度檢測以及自動水閘控制達 100 度才可出水，避免使用者飲用到未煮沸的生水。經過煮沸過程出來的水是否經過充分的殺菌，也是值得被關注的議題。根據高溫瞬間殺菌的定義：「物質在數秒內從常溫 28 度加溫至 102 度並且維持 10 秒，之後然後馬上降溫至 38 度。」本設計只要加長加熱端之後的水管，就能夠延長水處於沸點的時間，藉此達到高溫瞬間殺菌的效果。



(圖十四)、延長沸點時間

對東元科技創意競賽的期望

原本傳統式的開飲機經由我們別出心裁的改造，運用簡單的原理應用後，不論是耗能量或是效率都有著大大的改善。我們期待經由東元科技創意競賽提供的機會，讓我們能夠把這樣的發明在兩岸做技術上的交流。相信經由此高效節能方法所製造出來的開飲機，可以節省我們等待生水煮沸的時間，而且，節能的概念也在此大大的展現出來，用一半的能源享受到兩倍的效率，事半功倍，對於現代講求效率的大眾，必定是更加便利。在每天都要喝的「水」之中，多點巧思，讓每天都喝的水也能是一種節能減碳的方式，多喝水，少吹冷氣，讓我們為地球環保多盡一份力。

五、參考資料

維基百科，對流交換系統：http://en.wikipedia.org/wiki/Countercurrent_exchange

賀眾牌官網對於自家產品耗能解說：<http://www.9000.com.tw/home/service.php?id=27>

高溫瞬間殺菌：

<http://www.pharmaceuticalonline.com/doc.mvc/High-Temperature-Short-Time-HTST-Systems-0001>

圖片來源：

(圖一) 飲水機：<http://www.tw-waterdispenser.com/>

(圖二) 新濾心：<http://www.firuta.tw/過濾器濾心.php>

(圖二) 舊濾心：龍華國小網站 <http://plog.hlps.tc.edu.tw/post/74/4439>

(圖四)

<http://www.studyblue.com/notes/note/n/biol-1202-spring-2012-final-exam-flashcards/deck/2723216>

(圖五) <http://www.shima-miabadi.com/>

(圖六) <http://get.nccu.edu.tw:8080/getcdb/handle/getcdb/307054>