

單元一 能源與電力

能源是指人類在日常生活中不可缺少的重要資源，也是國家文明發展的原動力，因此人民對能源的依賴性也隨著工商業發展而更加緊密，更提升國家人民的生活水準。

能量的形式有很多種，例如電能、熱能、光能、太陽能、機械能、核能、聲能……等等。為了讓能量使用更加方便且控制更為靈活，我們將能量轉換成「電能」作為日常使用的形式，這樣的轉換需考慮的面向有傳輸速度快，方便性、安全性、高效率，更重要的是要考慮經濟成本的優勢。以台灣目前而言，最主要的發電可分為以下幾項：

一、水力發電

水力發電是將發電機連接到水輪機設備，利用上水位的水沖向水輪機，讓水輪機產生運轉來帶動發電機，使發電機可以產生電力，如圖 1-1 水力發電結構圖所示。如果將水位提高，水沖至水輪機的動能也相對的提高，則發現水輪機的運轉轉矩會增加，所帶動的電力也隨著提高。因此，水位差愈大會讓水輪機所產生的動能就愈大，進而讓發電機轉換的電力相對提高許多，因此水力發電的基本原理是將位能轉換為機械能，再由機械能轉換為電能。目前台灣的抽蓄水力發電量大約在 36.8 億度左右，佔總發電量的 1.9%。

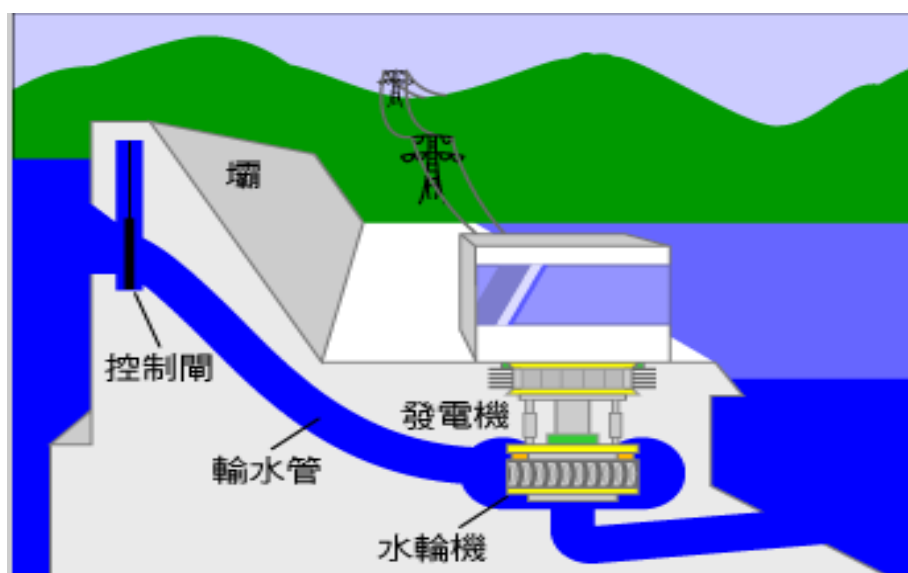


圖 1-1 水力發電結構圖

資料來源：<http://www.hk-phy.org>

二、火力發電

火力發電最主要的燃料是「煤」，煤包含了碳和氫兩種重要的元素成份，藉由鍋爐裡的燃燒室燃燒煤，讓鍋爐對水加熱產生的蒸氣來帶動汽輪機，再由汽輪機來帶動發電機，因此火力發電的基本原理是以煤為介質，燃燒時來轉換成熱能，再由熱能轉換成機械能，最後再由機械能轉換成電能，如圖 1-2 為火力發電結構圖。目前台灣電力以火力發電廠為主，其發電量大約在 1521.1 億度，占總發電量的 78.6%。為了燃料搬運方便，且大量使用冷卻水來冷卻冷凝器，因此火力發電廠大部份都設置在臨海地區。除了燃煤外，也可以使用「油」及「天然氣」等等。

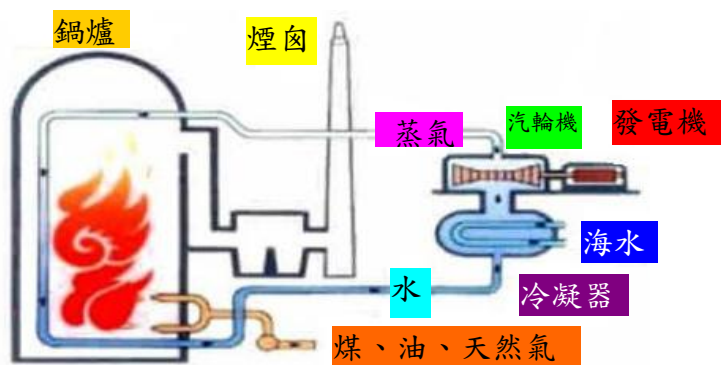


圖 1-2 火力發電結構圖

資料來源：<http://www.cc.jh.tcc.edu.tw/now/seago2.asp>

三、核能發電

目前核能發電是我國電力供應中不可或缺的一項電力能源，如圖 1-3 為核能發電廠。其中以核能發電的容量大約在 16%，發出的電量約在 22%。比較之下以天然氣發電的容量也大約在 19%，發出的電量約在 14%，因此核能發電的使用率是天然氣的 1.8 倍。目前台灣共有三座核能發電廠開始啟用，其發電量大約 325.1 億度。



圖 1-3 核能發電廠

資料來源：<http://www.cv.nctu.edu.tw>

四、再生能源

再生能源是指來自大自然的能源，例如風力發電、太陽能發電、地熱發電、海水溫差發電、黑潮發電、潮汐發電、生質能發電等等，是取之不盡用之不竭的自然能源，目前台灣的再生能源發電量大約在 46.4 億度左右，佔總發電量的 2.4%。

(一) 風力發電

風的特性是由太陽照射地表的空氣持續加溫，而空氣受到熱膨脹原理會往上升，而低溫的空氣則會從四面八方流入，讓周圍的空氣產生流動，自然就會產生風力現象，如圖1-4為風力發電廠。台灣是屬於海島形氣候，一年當中有一半以上都屬於東北季風，而在西部沿海地區及離島地區，因受台灣海峽風的隧道效應，根據工業研究院能資所調查顯示，台灣全年的平均風速都已經超過每秒4公尺，且佔總面積為2,000平方公里左右，因此可以持續開發風力發電。目前台灣的風力發電量大約在5.8億度，佔總發電量0.3%左右。



圖 1-4 風力發電廠

資料來源：<http://library.taiwanschoolnet.org>



圖 1-5 太陽能發電廠

資料來源：高雄市興達發電廠

(二) 太陽能發電

透過自然界的太陽光照射在太陽能板來轉化成電流的技術，許多科學家認為太陽能發電是最具有潛力的再生能源。台灣處於亞熱帶地區，因夏秋兩季颱風活動頻繁，加上氣候條件因素不佳，太陽能電池或太陽能板的設備至今仍然相當昂貴，受了許多因素的限制，讓台灣地區的太陽能發展受到層層的阻礙，如圖1-5為太陽能發電廠。

(三) 地熱發電

地熱發電是利用抽水機抽取天然的地下熱水或熱蒸汽，足以推動渦輪機引擎運轉，讓地熱能源轉換為機械能，再經由發電機讓機械能轉換成電能。在台灣是位於環太平洋火山地帶地區，有許多山區大部份都蘊藏著地熱能源，根據台灣地熱資源評估出來的結果，全台灣大約有百處具有溫泉地熱的天然資源，但火山的地熱酸性較高，會腐蝕熱交換器及管線，是目前發展地熱發電所要解決的瓶頸之一，如圖1-6為地熱發電。

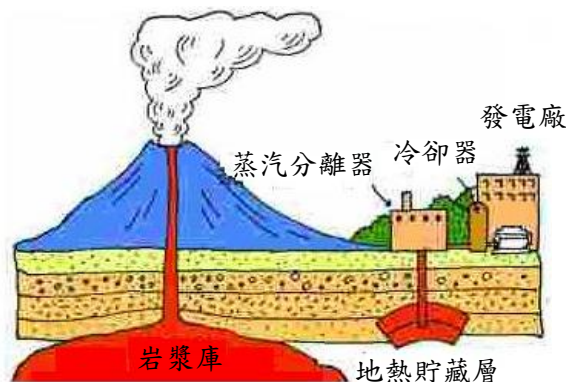


圖 1-6 地熱發電

資料來源：<http://www.jhjhs.tyc.edu.tw>

(四) 海水溫差發電

利用海水表層的溫度與海水深層的溫度之間的溫度差來進行發電，在台灣東部海域是屬於地形陡峭，離岸大約3至5公里不遠的地方，水深即可達到大約1,000公尺以下，且海水表面與海底之間的溫差大約可達到17°C~24°C之間，便可利用天然海水溫差的資源來開發海水的溫差發電，如圖1-7為海水溫差發電。



圖 1-7 海水溫差發電

資料來源：<http://library.taiwanschoolnet.org>

(五) 黑潮發電

在台灣東部外海有黑潮帶，如龜山島周圍、花蓮外海、綠島周圍以及蘭嶼周圍等，估計黑潮的厚度大約在200至500公尺之間，其寬度大約在100至800公里，其流速竟可達到每秒0.5至1公尺之間，如圖1-8為黑潮發電。

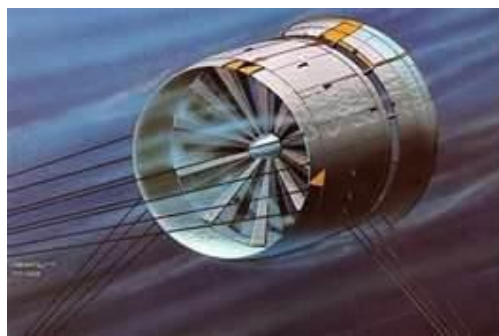


圖 1-8 黑潮發電

資料來源：<http://www.ezdiy.org>

(六) 潮汐發電

潮汐發電的原理是利用潮水漲潮與退潮所產生水位差來進行發電，在台灣西部海岸大都屬於沙岸特性，因此比較不容易發展潮汐發電，但以金門和馬祖而言，漲潮與退潮之間的差距相當大，所以比較適合開發潮汐發電的天然資源，如圖1-9為潮汐發電。

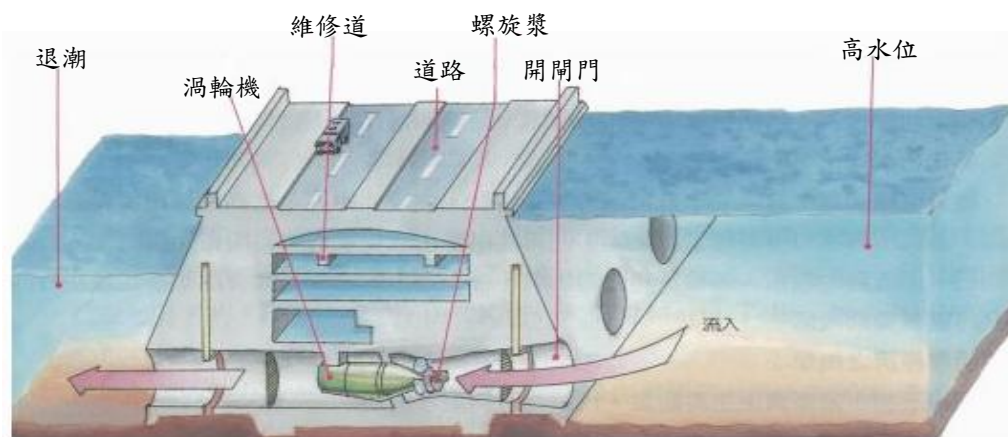


圖 1-9 潮汐發電

資料來源：<http://content.edu.tw>

(七) 生質能發電

將農作物的殘渣、牲畜的糞便、城市的一般垃圾以及下水道的污水等等，經由直接燃燒或是由微生物反應慢慢分解之後所產生的沼氣，再加以處理應用來進行發電，稱為生質能發電。在台灣目前的生質能發電是以垃圾焚化發電、沼氣發電以及一般廢棄物的應用等，將有機、無機之物質經由自然或人為化學反應變化之後，加以利用所產生的能源，如圖1-10為再生能源循環圖。



圖 1-10 再生能源循環圖

資料來源：<http://www.narl.org.tw>

五、綠色能源

綠色能源又稱為清潔能源，這種能源模式不會破壞地球環境；再生能源是指來自大自然的能源，是取之不盡用之不竭的自然能源，這些能源消耗後可迅速補充恢復，不會造成地球的空氣或環境中的污染，諸如水力發電、風力發電、地熱發電、生質能發電、太陽能發電…等等。因此再生能源一定是綠色能源，綠色能源不一定是再生能源，如圖1-11為綠色能源概念圖。

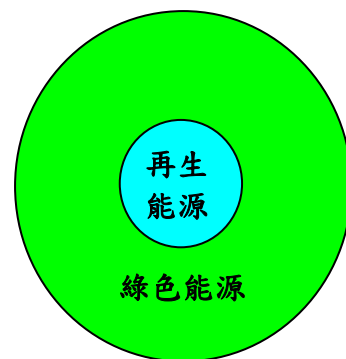


圖 1-11 綠色能源概念圖

在廣義的定義而言，凡具有移轉尖峰用電設備、製程省能設備、省能公用設備、省能監控設備、汽電共生設備、能源回收設備…等等，專為節約能源而增置的設備又稱為綠色能源的一環。

關鍵詞：綠色能源、火力發電、核能發電、風力發電、水力發電、再生能源、生質能源。

【問題討論】

第一層：基礎知識

目前在台灣有哪些是再生能源？

第二層：思考與分析

為什麼世界各國都在推動再生能源？

第三層：假設與探討

明潭抽蓄發電廠為什麼利用晚上將水抽到水庫，白天再進行水力發電？

從這三層問題討論過程中，你對能源的使用有何看法？

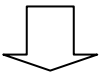
問題討論學習單

組別：_____ 組員：_____ 日期：_____

各位同學請將各組探究問題的情形，依照下列的程序表格中來記錄事實的經過。

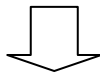
設定的問題/發現問題(在討論中發現了其他的問題，可用相同流程再探討)

--



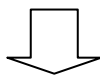
提出個人的意見與看法

--



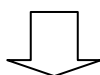
綜合組員的意見與看法

--



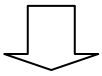
蒐集資料(資料的來源)

--



統整資料(所蒐集的資料做統整)

--



提出共同結論

--

單元二 電力供應與電價

一、電力供應

目前台灣電力系統主要來源是靠火力發電以及核能發電，如圖 2-1 為台灣電力發電容量比例圖。

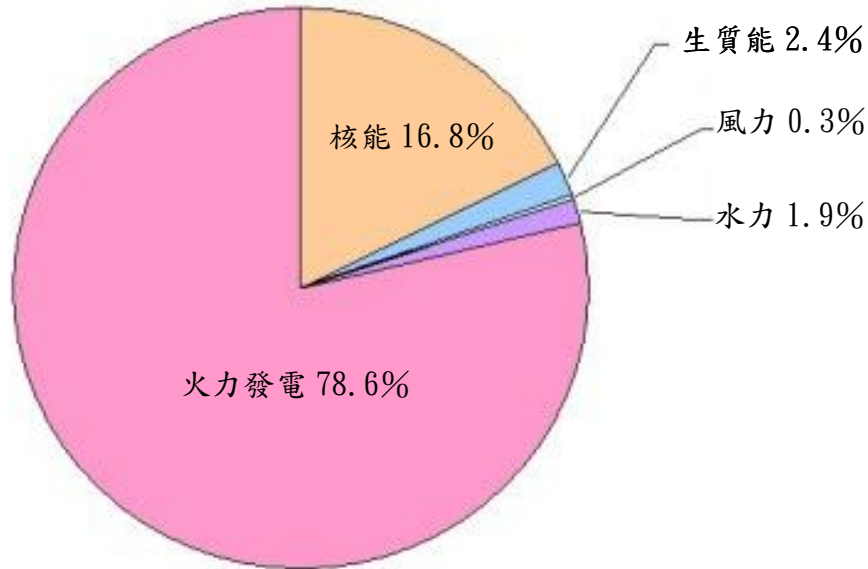


圖 2-1 台灣電力發電容量比例圖

以台灣供電燃料結構來分析，目前台灣的發電有四分之三以上來自火力發電，火力發電最主要是以煤為燃料介質，煤的物質在燃料中是屬於最便宜，其次是燃料油，目前最貴的則是以天然氣和柴油；火力發電是最經濟的發電方式，若以各種發電方式來比較，除了考慮燃料價格變動以外，還必須思考建廠的位置、機械設備的價格與維護。如以核能發電廠為例，其燃料的成本是相當便宜，但建廠的成本相當昂貴，還須考慮建廠的位置，再加上操作的成本、核廢料的處理及核電廠除役的費用等等，到目前都難以估計其成本。

在台灣每日都有一定的發電容量來供應日常生活所需的電力；由於供電負載有變化，就會產生尖、離峰時段不同的用電量，為了配合尖、離峰用電量不同的情況，發電系統選擇不同的發電方式來發電，以節省供電的成本。

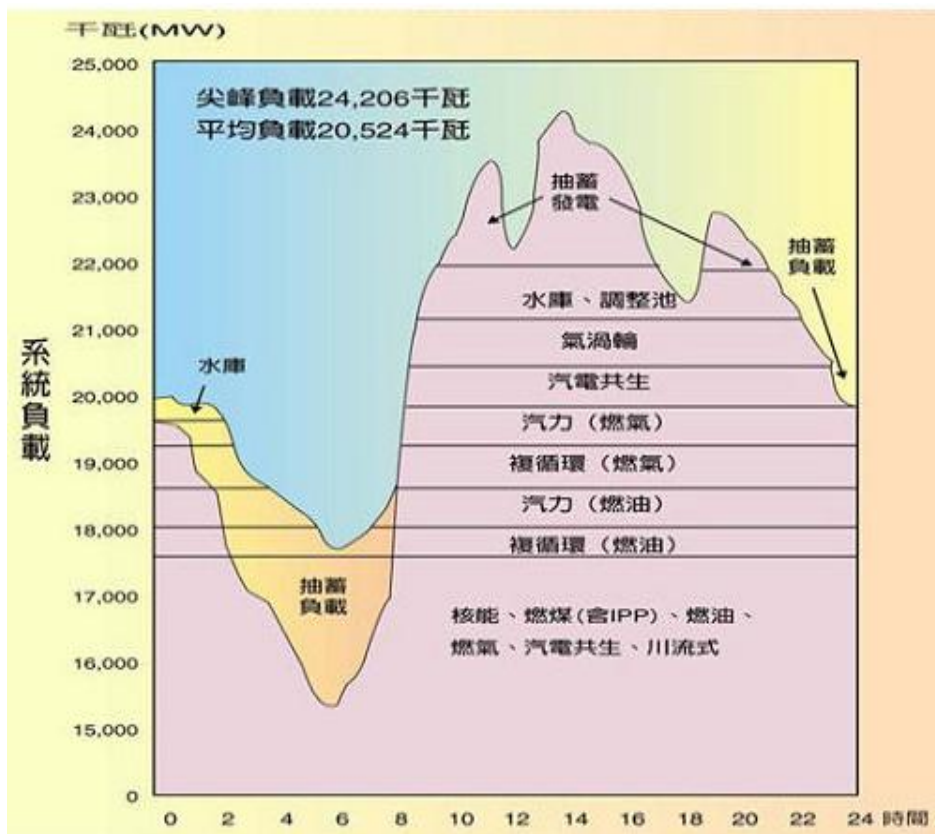


圖 2-2 台灣電力系統的日夜負載曲線
<http://k1200.project.fotech.edu.tw>

我們可由圖 2-2 台灣電力系統的日夜負載曲線圖進行觀察，大約在 9 點至 17 點時段用電容量比較高，最主要的原因是公司行號、政府機關及學校都在運作，再加上工商企業大樓的使用，以目前來估評，台灣在夏季尖峰用電大約有 1/3 是提供給空調機使用，所以會遠遠高出台電平均一日所產生的電力。因此台電必須再啟動備載容量來供電，以應付白天的尖峰用電。

明潭水庫則是利用離峰剩餘電力妥善利用，主要是為了提高機組的效率，降低發電的成本，因此機組是在離峰時段將剩餘電力轉換成位能儲存，等至尖峰用電時段，再將位能還原成電能使用，以利彌補尖峰用電量的不足，也可降低台電之成本，所以明潭水庫調節系統尖、離峰用電之最佳方式。

二、表燈電價

(一)適用範圍：

1. 住宅之用電。
2. 其他非生產性質用電場所之電燈、小型器具及動力，合計容量不足 100 瓩者。
3. 生產性質用電場所之電燈及小型器具。

(二)供電方式：

以交流 60 赫芝，單相二線式 110 伏特，單相二線式 220 伏特，單相三線式 110/220 伏特，三相三線式 220 伏特或三相四線式 220/380 伏特供應，每日供電時間原則上自日落時起至翌日日出時止，但每戶概以單一方式供應。

(三)非時間電價：

經常契約容量係以雙方約定之夏月用電最高需求訂定，非夏月用電需求超出經常契約容量部分應另訂定非夏月契約容量，於非夏月期間併同經常契約容量使用，如表 2-1 為夏季與非夏季電價表。

表 2-1 夏季與非夏季電價表

分 類		夏 月 6 月 1 日至 9 月 30 日	非 夏 月 夏月以外時間
非 營 業 用	120 度以下部分	每度 2.1 元	2.1 元
	121~330 度部分	每度 3.02 元	2.68 元
	331~500 度部分	每度 4.39 元	3.61 元
	501~700 度部分	每度 5.44 元	4.48 元
	701~1000 度部分	每度 6.16 元	5.03 元
	1001 度以上部分	每度 6.71 元	5.28 元
營 業 用	330 度以下部分	每度 3.76 元	3.02 元
	331~700 度部分	每度 4.62 元	3.68 元
	701~1500 度部分	每度 5.48 元	4.31 元
	1501 度以上部分	每度 6.73 元	5.31 元

資料來源：台灣電力公司各類用電電價表 102 年 10 月 01 日

(四)時間電價：

1. 為反映尖峰、半尖峰、週六半尖峰、離峰時間不同之供電成本，分別就尖、半尖、週六半尖、離峰時間訂定不同費率；尖峰時間電價較高，離峰時間電價較低，以鼓勵用戶調整作業時間、更新設備或增設負載管理設備等，移轉尖峰時間用電於離峰時間使用。
2. 台電電費之計算中的其中一項所規定，儲冷式空調系統冷凍機及所需附帶用電器具，其離峰時間用電之流動電費按適用電價 60% 計收，如表 2-2 為時間電價表。

表 2-2 時間電價表

分 類(二段式需量契約)			夏月 (6月1日 至9月30日)	非夏月 (夏月以外時 間)	
基本電費	按 戶 計 收 (每 戶 每 月)	單相(每戶每月)	129.10 元		
		三相(每戶每月)	262.50 元		
	經常契約(每瓩每月)		236.20 元	173.20 元	
	非夏月契約(每瓩每月)		--	173.20 元	
	週六半尖峰契約(每瓩每月)		47.20 元	34.60 元	
	離峰契約(每瓩每月)		47.20 元	34.60 元	
流動電費 (每 度)	週一 至 週五	尖 峰 時 間	07:30~22:30	3.98 元	3.90 元
		離 峰 時 間	00:00~07:30 22:30~24:00	2.06 元	1.96 元
	週六	半尖峰時間	07:30~22:30	3.00 元	2.91 元
		離 峰 時 間	00:00~07:30 22:30~24:00	2.06 元	1.96 元
	週日及 離峰日	離 峰 時 間	全日	2.06 元	1.96 元

資料來源：台灣電力公司各類用電電價表 102 年 10 月 01 日

三、電價計算

(一)電費計算實例說明(含稅金額)－按實用電度計算

1. 非時間電價用戶：

(1)表燈非營業用戶(夏月採四段累進計費)：8 月用電 751 度，當月應計電費為 3035 元。

$$2.10 \times 120 + 3.02 \times (330 - 120) + 4.39 \times (500 - 330) + 5.44 \times (700 - 500) + 6.16 \times (751 - 700) = 3034.66 \text{ (元)}$$

(2)表燈營業用戶(採單一費率計費)：8 月用電 751 度，當月應計電費為 3230 元。

$$3.76 \times 330 + 4.62 \times (700 - 330) + 5.48 \times (751 - 700) = 3229.68 \text{ (元)}$$

2. 時間電價用戶：

按契約容量及實用度數分別計算基本電費與流動電費：

表燈用戶三相供電，契約容量 30 瓩，8 月尖峰時間用電 1000 度、週六半尖峰時間 600 度、離峰時間 1200 度，當月應計電費為 15601 元。

$$\underline{262.50} + \underline{236.20 \times 30} + \underline{3.98 \times 1000} + \underline{3.00 \times 600} + \underline{2.06 \times 1200}$$

$$\begin{array}{l} \text{用戶費} \quad \text{基本電費} \qquad \qquad \qquad \text{流動電費} \\ = 15600.5 \text{ (元)} \end{array}$$

(二)以傳統式空調機與儲冰式空調機電費計算實例說明：

1. 表燈非營業用戶在 8 月份使用 5 馬力的傳統式空調機，每日使用 8 小時，當月(以 30 日計算)應計電費大約為 3923 元。

8 月份所消耗的電力為：

5 馬力×746 瓦×8 小時×30 天=895200 瓦=895.2 瓩

$2.10 \times 120 + 3.02 \times (330 - 120) + 4.39 \times (500 - 330) + 5.44 \times (700 - 500) + 6.16 \times (895.2 - 700) = 3922.93(\text{元})$

2. 表燈用戶三相供電，離峰契約容量 10 瓩，在 8 月份使用 5 馬力的儲冰式空調機，每日在離峰時段使用 8 小時來儲冷，當月(以 30 日計算)應計電費大約為 1841 元。

5 馬力×746 瓦×8 小時×30 天=895200 瓦=895.2 瓩

流動電費：895.2×2.06=1844.1 元

離峰時間用電之流動電費按適用電價 60%計收

$1844.1 \times 60\% = 1106.467 \text{ 元}$

$\frac{262.50}{\text{用戶費}} + \frac{47.2 \times 10}{\text{基本電費}} + \frac{1106.467}{\text{流動電費}} = 1840.967 \text{ 元}$

關鍵詞：電價、尖峰用電、離峰用電、契約容量、台電、供電成本

【問題討論】

第一層：基礎知識

在自家當中有哪些是屬於高耗電的電器產品？

第二層：思考與分析

為什麼台電要設定夏季與非夏季兩種不同的電價？

第三層：假設與探討

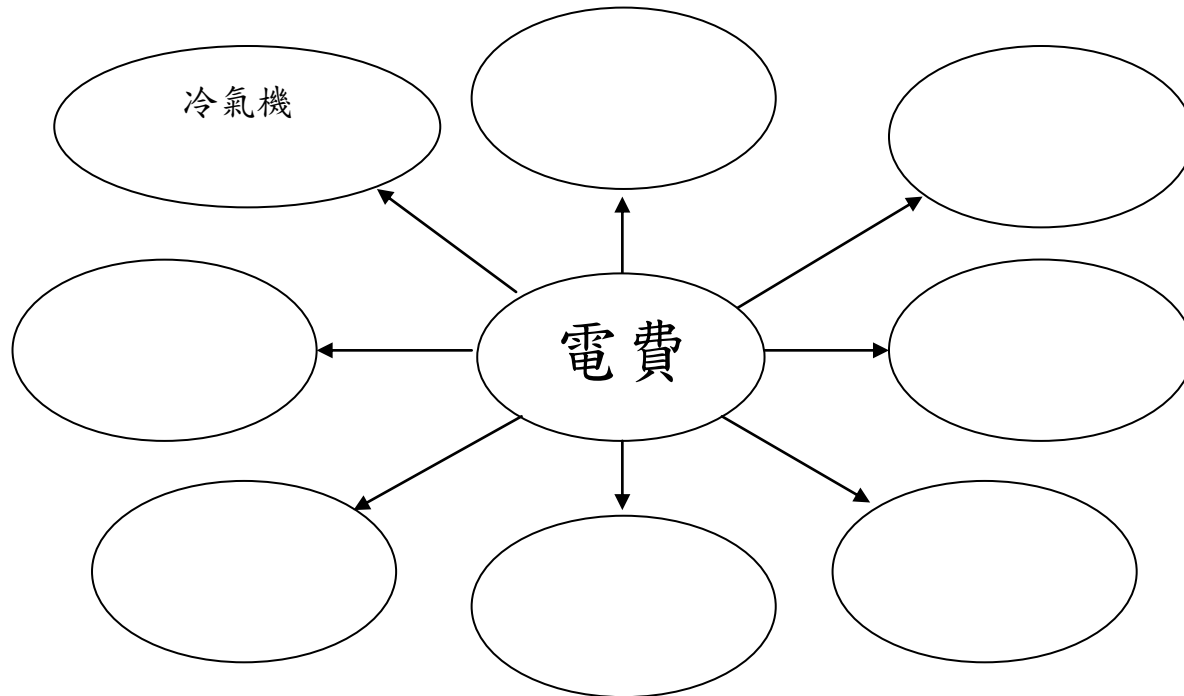
為什麼台電要有電價的級距？

你對於台灣用電情況有何看法？

單元二 電費來源學習單-1

組別：_____ 姓名：_____

※ 請寫下在自家當中有哪些是屬於高耗能的電器產品或設備？（可以與同組夥伴一起討論）

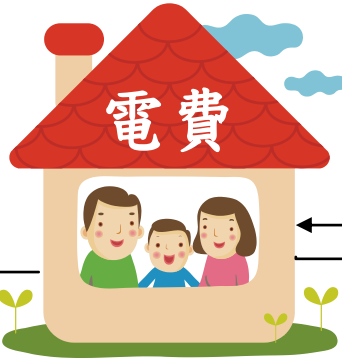


單元二 電費來源學習單-2

組別：_____ 姓名：_____

※ 請寫出自家用電量的情形與節約用電的因應方式

家庭人口數：_____ 人
成人：_____ 人
小孩(未滿12歲)：_____ 人



電費來源

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

因應方式

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

問題討論學習單

組別：_____ 組員：_____ 日期：_____

各位同學請將各組探究問題的情形，依照下列的程序來記錄事實的經過。
設定的問題/發現問題(在討論中發現了其他的問題，可用相同流程再探討)

發現問題



提出個人的意見與看法



綜合組員的意見與看法

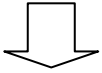


蒐集資料(資料的來源)



統整資料(所蒐集的資料做統整)

--



提出共同結論

--

單元三 冰儲能與熱傳導

儲冰式空調系統中都設有儲冰槽，若以冰球式為例，儲冰槽內是以冰球為儲冰體，其外殼為塑膠，非熱的良好導體，再者當球體有一部份會先結凍成冰，而冰也是屬於非熱的良好導體，會阻礙冰球內部水凍結成冰的速度，如此一來壓縮機的冷凍能力將無法發揮，導致結冰速度下降，使得壓縮機運轉製冰的效能降低。

一、水的三態變化

水的存在有氣體、液體、固體等三種形態的變化。水蒸氣為氣體，沒有一定的體積也沒有一定的形狀；水為液體，具有一定的體積而沒有一定的形狀；冰為固體，具有一定之體積及形狀。

二、熱量的單位

熱量一般常以“卡”為單位。而「卡」或「cal」的定義為每 1 公克的水，溫度升高或降低 1°C 時，所需吸收或釋放之熱量，稱為 1 卡。

三、比熱的單位

比熱的定義為每 1 公克的物質升高或降低 1°C 時所需吸收或釋放之熱量。其單位為「cal/g-°C」，如表 3-1 為常用的物質比熱。

表 3-1 常用的物質比熱

物質	CGS 制(cal/g-°C)	SI 制(J/kg-K)
水	1.00	4186
乙醇	0.58	2428
冰	0.55	2300
鋁	0.217	910
玻璃	0.199	830
鐵	0.113	470
銅	0.093	390
銀	0.056	234
水銀	0.033	138
金	0.031	130
鉛	0.031	130

四、顯熱與潛熱

顯熱：水的形態不變而溫度改變。例如 25°C 的水加熱至 55°C 的水，其溫度上升了 30°C，原本的物質形態還是水。計算顯熱量為：

$$\text{顯熱量} = \text{質量} \times \text{比熱} \times \text{溫度差}$$

潛熱：水的形態改變而溫度不變。例如 0°C 水→0°C 冰，溫度都維持在 0°C 不變，但水的形態轉變成冰的形態，這種現象稱之為凝固熱。因此水的凝固熱為 80 Kcal/kg。計算潛熱量為：

$$\text{潛熱量} = \text{質量} \times \text{形態變化之潛熱量}$$

五、傳導熱

熱量在傳導時，會從溫度較高的地方傳到溫度較低的地方，我們稱之為傳導熱。因此在不同的物體對熱傳導會有不一樣的效果。一般而言，熱傳導的速率是「金屬 > 液體 > 氣體」。因為金屬的物質對熱的傳導速度比較快，氣體的熱傳導速度比較慢。我們就以常用物質的傳導熱速率做比較，「銀 > 銅 > 鋁 > 鐵 > 冰 > 水 > 空氣」。

例 1：手中拿著一根鐵棒，在鐵棒的一端用噴燈加熱，則另一端的溫度會慢慢的增加。

例 2：炒菜鍋的鍋底是用金屬所製成的，主要用途是在炒菜時能夠把熱傳導傳食物當中，讓食物快速煮熟，而在把柄的部位則是以木材或是塑膠製成的，主要用途是不把熱傳導至把柄上。

六、膨脹係數

熱的膨脹是指當物質加熱時，其溫度會慢慢的升高，其內部所有的原子及分子會產生震動，而震動的愈快則會造成物質膨脹。因此絕大部份的物質包含了固體、液體以及氣體，在加熱過程當中，溫度上升或下降 1°C 時，則使物體會產生膨脹或收縮的現象。故在不同的物質上會有不同的膨脹係數存在。

以儲冰式空調系統中的儲冰槽而言，水在儲冰槽結凍成冰，水的膨脹係數佔相當大的影響，嚴重則會破壞整個儲冰槽的結構導致損壞。例如：當容量裝滿水放至冷凍庫進行結凍成冰的過程，水會有 10% 的體積膨脹率，因容器中的水面先行結凍，讓容器裡的冰包覆水的情況之下，讓水無處膨脹，而產生 2500 倍的大氣壓力，導致容器膨脹而變形，因此要評估容量的機械應力能否能承受此一膨脹所帶來的破壞力。

關鍵詞：比熱、熱量、傳導熱、潛熱、顯熱、水的膨脹係數、變形率

【問題討論】

第一層：基礎知識

水在何種材質的容器中結冰速度會最快？

第二層：思考與分析

如何設計水結成冰時不會讓容器變形？

第三層：假設與探討

在容器中如果加上熱傳導性低的蓋子，則容器的變形率會如何變化？

為什麼在儲冰式空調機中的儲冰槽設計，要考慮結冰速度和變形率呢？

實驗說明：

1、水在何種材質的容器中結冰速度會最快？

各組必須考慮容器的結構、材質以及成本優勢，在實驗的過程中記錄結冰的情形，繪出製冰量的曲線，並與老師或其他組人員交換意見後，自行完成此項製作，亦可請專業人士幫忙協助。

製作完成的製冰容器，放入冷凍庫內結冰，進行以下的評分。

評分項目：容器的材質 10%、結冰速度 40%、成本優勢 20%、製冰量的曲線圖 30%

2、如何設計水結成冰時不會讓容器變形？

各組必須考慮容器的材質結構、成本優勢，在實驗的過程中記錄水結冰時會造成容器變形的情況，各組必須思考要如何創意與設計出容器不會變形的條件下，可與老師或其他組人員交換意見後，自行完成此項製作，亦可請專業人士幫忙協助。

製作完成的製冰容器，放入冷凍庫內結冰，進行以下的評分。

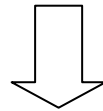
評分項目：容器的材質 20%、變形率 60%、成本優勢 20%

單元三 實驗記錄學習單

組別：_____組員：_____日期：_____

請各位同學準備一個 1000cc~2000cc 的容器，將容器注入水，並放入冷凍庫內進行結冰，觀察其容器內的結冰速度、成本優勢以及空間的配置等等。請將整個實驗經過摘要式的寫筆記。

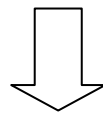
記錄容器材質、水的容量以及表面積的計算



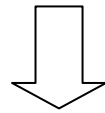
實驗數據〔每_____小時記錄1次〕

日期：_____ 室溫：_____ 水溫：_____

項目	日期時間					
	製冰量					
材 質						
表 面 積						
容 量						
材 質						
表 面 積						
容 量						
材 質						
表 面 積						
容 量						



實驗結果(繪出製冰量曲線圖)



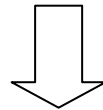
問題探討



組別：_____組員：_____日期：_____

請各位同學準備一個 1000cc~2000cc 的容器，將容器注入水，並放入冷凍庫內進行結冰，觀察容器結冰的變形率。請將整個實驗經過摘要式的寫筆記。

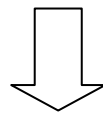
記錄容器的材質、水的容量、容器表面積的計算以及加入何種物質



實驗數據〔每_____小時記錄1次〕

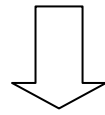
日期：_____ 室溫：_____ 水溫：_____

項目	時間					
	變形情形					
材 質						
表 面 積						
容 量						
材 質						
表 面 積						
容 量						
材 質						
表 面 積						
容 量						



實驗結果(容器外觀變形的情況)

Blank area for experimental results.



問題探討

Blank area for problem discussion.

問題討論學習單

組別：_____ 組員：_____ 日期：_____

各位同學請將各組探究問題的情形，依照下列的程序來記錄事實的經過。

設定的問題/發現問題(在討論中發現了其他的問題，可用相同流程再探討)



提出個人的意見與看法



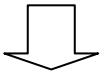

綜合組員的意見與看法



蒐集資料(資料的來源)



統整資料(所蒐集的資料做統整)



提出共同結論

