

學校能源檢視

翻譯：高慧芬(國立自然科學博物館)；審核：台灣環境資訊協會編輯部

要如何同時拯救環境，並且節約學校經費？只要遵循簡單而直接的學校能源檢視，就能達到保護環境，並從多元的觀點學習到氣候變遷的知識，更改善學校環境。透過這個歷程，你會了解學校日常能源實際的消耗。執行這項稽查計畫，對學校而言只要小部份的支出，甚至不用支出任何費用，就可能節省學校每年的能源開銷。這項能源檢視，讓你認識各種能源的消耗情形，以便採取各種方式來減少能源的消耗。

節省下來的經費則可以用來支應其他重要的學校計畫，但是更重要的事是節省能源，能減少地球資源的浪費及環境的汙染，在學校進行這種能源效率的改善，一如減少能源的使用一樣讓我們獲益多多。例如，使用日光燈 (CFL)來取代一般的白熾燈泡，每年將平均節省 6,000 百萬瓦的電能，相當於節省十座火力發電廠每年輸出的能源。同時，假如美國每戶以一盞日光燈取代一盞白熾燈泡，則每盞減少約 1,000 磅的污染量，相當於減少一百萬輛車的汙染。這項計畫將幫助個人和班級，來執行學校能源的檢視，並提出結果報告。執行這項計畫，首先你需要：

從檢視表及帳目來收集學校使用能源的資料

分析帳目資料，透過計畫追蹤能源的使用情形

將結果寫成報告，並建議如何改善學校能源的使用

將你的發現與建議提供學校行政人員參考，並讓他們採用你的一些建議

入門作業：

以班級為單位，列出學校使用能源的影響因素。

會計 -- 了解你的開支

接著，請用一些時間檢查學校的帳單，查看帳單上能源的使用情形。

計畫

蒐集學校使用能源、用水及垃圾處理的帳單資料。

所需的配備及資訊：

學校資源使用表（如下）

最近幾年學校設施的帳單，包括使用情形及費用支出。

了解使用度數及費用的換算。

學校資源使用表

月份	用電 (千瓦/ 時)	成本 (\$)	天然 氣 (熱度)	成 本 (\$)	燃料 油 (加侖)	成 本 (\$)	水	
							加 侖	\$
一月								
二月								
三月								
四月								
五月								
六月								
七月								
八月								
九月								
十月								
十一 月								
十二 月								
合計								
總計 成本								

照明檢視

開始使用風力、太陽能、地熱等可更新的能源，來拯救地球，同時減少能源的開銷。希望你辦得到或盡量找到上述替代能源。然而，並不是每間學校都能立刻更新，即使利用太陽能產生暖氣也難以達到。但是，學校照明設備的改善，是每間學校較容易做到的節能方式。學校照明需要使用能源並且付出費用，而照明設備的維護也是如此。下表顯示以日光燈取代白熾燈泡，會有較長的照明使用壽命。

不同的照明特性

燈的種類	效率 (流明/瓦)	平均壽命 (小時)
白熾燈泡	5-20	750-1,000
鹵素燈	15-25	2,000-4,000

--	--	--	--	--	--	--	--

房間使用：列出基本用途如科學教室、辦公室、美術教室等。

燈泡數/瓦特：了解燈泡的種類、數目及瓦特數。最好包括底座的形式。

呎燭光：可從電箱的照明計數器讀出。

建議：檢查房間內是否有窗戶或天窗？燈源的反射鏡是否模糊不清？天花板是否反光。

水的檢視

有許多方法可以幫助學校節約用水，例如檢查是否漏水，減少水（尤其是熱水）的使用，以及改進水的輸送效能。

〔問題〕測量流速

在學校健身房沖澡處或洗手檯放置一加侖的容器，檢視每分鐘有幾加侖的流速，必須冷水和熱水一起打開至適溫，就像平日沖澡或洗手一樣。利用手錶上的秒針來計時，看看需要多少時間可注滿一加侖的水桶。

一加侖沖澡/洗手用水 = _____ 秒。

將得數除以一，再乘以 60，得出每分鐘的加侖數 = _____ GPM

然後關掉冷水開關，只打開熱水，看看要多久時間會注滿一加侖的容器。

一加侖的熱水 = _____ 秒。

同樣的，將得數除以一，再乘以 60，得出每分鐘的加侖數 = _____ GPM

* 用低速的蓮蓬頭沖熱水，只使用 2.5GPM 或更少的水。假如你的水流數超過 2.5GPM，只要更換蓮蓬頭，就能節省能源。同樣的，裝置自動感應器來節省洗手台用水，經過一段長時間後，就可以省下不少的費用。

計畫

找出學校下列資料：

每月使用的熱水量（加侖），將它記錄在表上。

每月燒熱水所用的電量（KWH）或天然氣（熱度）。

GPM（學校沖澡處或洗手檯的水流速，每分鐘加侖數）。

每分鐘使用多少立方呎的水量。

每立方呎或每加侖的費用。

燒開每加侖或每公升的熱水，所消耗的能源

* 1 立方尺相當於 7.69 加侖。

* 1 卡相當於 1 公升的水增加攝氏一度所需的能源。1 公克的水重，相當於 1 公合的容積。

計算學校熱水所消耗的能源：

所需配備：

溫度計

一加侖的容器

一公升的瓶

所需資料：每月使用熱水的總量（立方呎）

燒熱水所用的能源種類（燃油、天然氣、用電）

使用溫度計量測熱水及冷水水龍頭的攝氏溫度，比較它們的度數差

計算學校燒熱一公升的水，需要幾卡的熱能。

燒熱一加侖的水，需要幾卡的熱能。

燒熱一立方尺的水，需要幾卡的熱能（一立方呎相當於 7.69 加侖）。

學校每月使用多少熱能來燒熱水（熱水大約三分之一的總用水量）。

換算總卡數（#4）_____ 千瓦/小時。

計算學校每月所需熱水的費用，先用瓦斯熱水器計算，再用電熱器計算。

歸納出水熱型暖氣的效率及系統型效率如何？二者之效率比為何？

是非題：

假如水源經太陽能板先加熱，則能減少燒熱水所使用的能源和花費。__? __× 為什麼？

（答案是?，因為經過一段時間後，熱能使用較少，只需維護費用，因而省下一筆費用）

寫出一份關於學校熱水使用的報告

學校熱水使用表

月份	立方呎(CF)	加侖 (Gal)	公升 (L)	能源費用 (\$)
一月				
二月				
三月				
四月				
五月				
六月				
七月				
八月				
九月				
十月				
十一月				
十二月				
總數				

食物供應檢視

在廚房內

某些款式的電冰箱在其使用壽命期間，會讓你支付的電費高於購買冰箱的價格。使用省電的款式（附省能裝置）則會省下不少費用。

標示燈的使用會消耗 30% 天然氣，所以休息時間或長時間不運轉時，均將標示燈關掉。

〔問題〕

有一項實驗中，廚師們在同一廚房，使用相同的廚具，烹煮同一道食譜，有些廚師只使用別人一半的能源，請問他是怎麼辦到的？

回答：

採用直徑和爐子直徑相同的鍋子

使用鍋子時要加蓋

用壓力鍋取代普通鍋

在菜餚將熟之前就關掉爐火

開冰箱之前先想好所要取用的東西

從冰箱一次取出一餐所需的東西

洗碗機等裝滿時才一次清洗

計畫

檢查校內食物供應區，評估其情況。

所需配備：溫度計

請完成下列烹飪及洗碗時的檢核表。

烹飪食物時

是	否	營業餐廳食物供應之省能檢核表
		短暫使用煎鍋、燒烤架、烤箱等，並且只在尖峰時間使用
		烤箱預熱至所需溫度即可，不可太高溫
		儘可能使用小型省能烤箱
		快速開關烤箱以免熱能流失，每打開烤箱一分鐘，就流失 1% 的熱能
		炊具及爐具不用時，要切掉開關
		肉類以文火慢煨為宜。以 250oF 烘烤 5 小時，較之以 350oF 烘烤 3 小時，可節省 25-50 % 的熱能
		設定烘烤時間，可充分使用烤箱的能源
		在烘烤時，不要打開烤箱
		烤架的面積太小時，只烹烤到部分的食物
		煎鍋要常清洗，濾油一天一次
		食物保溫器及保溫盤，在必要時才打開

洗碗機—熱水

是	否	關閉時水溫保持 75oF，使用前二小時預熱至 140oF
		每六個月讓熱水器乾燥一次
		在有需要時才使用熱水
		在裝滿時才啟動洗碗機
		熱水器的線圈避免石灰沉積
		水龍頭漏水嗎？
		在熱水管上裝置水壓調節器，減少熱水的浪費
		熱水管是否絕緣？
		一般使用時，水溫保持在 140o F，而龍頭的水溫保持在 110o F
		利用白天時間清潔洗碗機
		擦拭盛水桶，以保持水溫

他注意事項：開發一處自然中心、溫室、或學校植物園區來減少學校能源消耗及膳食的開銷。這並且提供許多學科，一個動手學習的經驗，可改善學校中常見的不健康的飲食習慣包括垃圾食物、汽水的食用等。事實上，可規劃另一個計畫，找到地方資源來補充這份稽查，省下更多的經費來改善環境。

資源回收

在學校中另一項重要的節省能源的方式是做資源回收。這件事全校可以總動員。例如從餐廳回收牛奶的紙盒，或從影印室回收碳粉匣。藉由紙類、牛奶盒、及其他材質的回收，學校的垃圾可以減量。不僅力行節約，也有益於環境。從學校的固體廢棄物做起，進而及於鄰近的社區。在許多的社區中，均可找到相關的個人或組織來協助訂定這方面的計畫。

重複利用資源可以節省能源，也可獲得創意。兩公升的瓶子裁成一半，可以變成一個培養植物的花盆，若是玻璃瓶，則可以變成一件藝術作品。其它範例如，從鋁礦砂提煉鋁土，較之從使用過的鋁罐重製，要多出 20 倍的能源消耗。所以，減量、重複使用、及資源回收有其意義存在。

另外，購買及選用可長久使用的物品、或損壞後可以修復的東西，或是再製品、可回收品，或是不過度包裝的物品等等，都是節省能源的妙點子。

計畫報告

一旦完成計畫中的工作項目後，就可整理資料作成正式的能源建議書。然後和負責建築物管理與維修的相關人員約定時間，提出你的能源稽查報告。試著找出主要使用的能源，評估它的花費，然後提出你的建議。預估回本的期間，亦即將你建議改善的花費，除以每年可省下

的費用。例如：花費\$18,000 改換照明裝置，每年可省下\$6,000 的電費，那麼回本期間是 $\$18,000/\$6,000\text{yr} = 3\text{yr}$. 只要 3 年，就可將省下的費用來改善學校其他的設施。

節省能源之建議	建議案所需成本	預計節省之能源/年	回本（年）

補充資料：能源與環境

能源的環境成本

一般人使用汽車所付出的加油費用，不包括汽車或燃料所衍生的成本在內。美國環境保護機構（EPA）根據美國全國平均估計，每產生千瓦時的電能，就會產生 1.5 磅的 CO₂，5.8 克的 SO₂，及 2.5 克的氮化物（NO₂ and NO₃）。將這些數值推估到全國，其數量相當驚人。假如使用具有能源效率的照明，全國所需的總電源將減少 10 % 以上，減少的產物如下：

202,000,000 公噸的溫室氣體---二氧化碳（國家總量的 4% 來自 4,400 萬輛汽車的排放）

1,300,000 公噸的二氧化硫（國家總量的 7%）

600,000 公噸的氮化物（國家總量的 4%）

〔課題〕白熾燈與日光燈

每一個標準的 60 瓦白熾燈泡\$0.43 元，每一個 9 瓦的日光燈附上繼電器為\$9.95 元，兩者所產生的電能相同。請問何者較便宜？就商品的價格來說，白熾燈泡貴了 20 倍。利用這些數據完成表格。

	白熾燈泡	日光燈
價格	\$0.43	\$9.95
壽命（小時）	1000	10,000
每小時耗能（瓦）	60	9

每千瓦/小時的排放物：

二氧化碳 CO₂ 1.5

二氧化硫 SO₂ 5.8

氮化物 NO_x 2.5

當你購買照明燈泡時，事實上是買它的照明亮度和所需的運轉能源。回答下表中的問題。簡化計算式，使用上面白熾泡和日光燈的例子，計算 10,000 小時的亮度的耗能情形。

燈泡種類	成本 (1)	成本 1000 時	瓦 特	千瓦	能源成 本\$0.6 千 瓦	CO2 克	SO2 克	NOx 克
白熾燈								
日光燈								

* 白熾燈泡壽命 1,000 小時，日光燈壽命 10,000 小時

會計成本：

使用白熾燈泡提供 10,000 小時的照明，成本要多少？

提示：（\$4.30 燈泡+\$36.00 能源）

使用日光燈提供 10,000 小時的照明，成本要多少？

白熾燈泡使用的電能比日光燈多 _____ %

環境成本：

白熾燈泡產生的二氧化碳比日光燈多 _____ %

白熾燈泡產生的氮化物比日光燈多 _____ %

列出幾項環境中二氧化碳增加所產生的問題：

A. _____

B. _____

C. _____

列出三項環境中二氧化硫及氮化物增加所產生的問題：

A. _____

B. _____

C. _____

照明的成本

許多人認為能源成本是生活上不可避免的固定支出。然而，能源成本既非不可避免，亦非固定支出。你已知道購買照明措施，實際上包括燈泡本身和耗能成本。根據環保單位指出，日光燈雖然比白熾燈效率高，仍需花費很高的能源成本。事實上，日光燈成本的 90% 是能源成本，6% 是材料成本，3% 是人力成本，1% 是回收成本。幸運的是，新科技大大的提升日光燈的照明效能，從 45% 提升到 90% 以上。

未來的能源成本

〔問題〕根據你閱讀到的、或從電視上看到的、或聽說的，未來能源的價格會怎樣？

〔團隊活動〕找出能源成本可能提高的理由，並且討論為什麼會，或為什麼不會如此。

	能源成本提高的理由	能源成本下降的理由
1		
2		
3		

4		
5		
6		

效能

效能是指能源在經過每一個轉換的過程，最後留下來能夠使用的部份。假如系統中每部分都很有效能的話，則完成工作所需的能源就會減少。這是任何能源管理計畫的終極目標，也是這項學校計劃的理想。減少能源使用的方式有三種：(1)減少系統的使用，(2)更智慧地使用系統，(3)讓系統更有效率。

例如：將三種減少能源消耗的方式運用在自用車上。一是減少開車，二是改變開車的習慣，例如改以時速 50 哩開車（最有效能的速度），避免突然煞車或逐漸減速。三是確保汽車系統中每一個耗能的運轉都很有效率。一個燃油噴口塞住的引擎，或火花塞不當的點火，會比一般正常運轉時的引擎，消耗更多的汽油。輪胎充氣至適當的壓力較之未充氣的輪胎，有較高的耗油哩程。

〔問題〕

Sally 擁有一部 1981 年的 Toyota Corolla 汽車，她想提高車子的耗油哩程。她的車子不跑長途，只是來回學校之用途。那麼，她應該：（勾選下列一項）

_____ 花費 \$29.95 去打蠟

_____ 將輪胎充氣至適當的程度

雖然，一棟建築物全然不同於一輛汽車，但是省能的基本原則是一樣的。要節省能源至最高極限，就必須考慮所有的狀況、以及不同狀況之間的影響、並比較潛在效益和成本，及其他諸多的因素。

能源：一個歷史性的全球觀點

化石證據顯示和人類物種最接近的智人，生存在地球上大約只有 40,000 年的光景，較之地球本身 46 億年的歷史，不過是星球上瞬間的存在而已。人類大部分時間過著狩獵的生活。直到近來經過農業革命（10,000-12,000 年前）及工業革命（165 年前）才增加了各種能源的利用。農業革命之後，人類不再汲汲於尋找食物（能源），而有餘力形成社群並創造文明。1840 年代的工業革命，促使能源的使用從化石燃料到新能源的開發，並應用於生產糧食和製造產品。工業革命之後，在所有開發國家中，每一個人直接或間接使用能源的機會則大量的增加。每人在不同的人類文化發展階段之能源使用情形

文化發展	每人千卡/天
早期人類時期	2,000
狩獵時期	5,000
早期農業	12,000
農業發達期	20,000
早期工業	60,000

現代工業(其他已開發國家)	125,000
現代工業(美國)	230,000

請注意上表中，對於能源的平均消耗量，在美國是每人每天 230,000 千卡，而其他已開發國家合計每人每天 125,000 千卡而已。因此，每一位美國人比起每位德國人或英國人幾乎是兩倍的能源使用量。美國只有 4.7% 的世界人口，卻用掉 25% 的世界能源。所以，極需減低能源的消耗，正視能源的效率。若再不採取行動，則不僅是你本人，或是你學校，甚至是這個星球，都會負擔不起的。

結論：減少個人的能源消耗，不論是在學校、辦公室、家裡，都有許多的方法可以省能。只要更換照明用燈泡，翻修餐廳以更健康的方式供應食物，就能讓我們在生活上有效率的利用能源，為每一個人投資一個美好的世界。其它關於如何為學校或這個地球採取具體的行動，請參看網站 www.earthday.net。

其他節能行動：

關掉走廊上不使用的燈

使用絕緣的材料改善屋頂與其他建材，

更換老舊的有縫隙的窗戶

申請經費補助其他的環境保護計畫

裝置新的自動調溫器

在門戶週圍放置填縫膠和擋風雨條

採用廣播方式來宣佈節能的妙方

用影帶或手冊介紹基本的「怎麼做」行動

實施全校性的關於能源的海報設計比賽

利用防紫外線的膠膜或是罩簾，遮住向陽的窗戶

逃生口的指示燈採用 LED

在所有使用的房間內裝置光度感應器

在走廊上裝置光線反射器

實施能源之旅活動，到其他學校分享成功之經驗

種植植物提供遮陰或防風用

建材均改用絕緣材料

在教室內盡量採用自然光線

改以自動感應器啟動戶外用燈

尋求經費資助學生從事能源稽查的工作

追蹤學校電器設備每小時的能源使用量及其花費，並將此資訊貼在電器設備上

購買太陽能水暖器

在廁所或浴室內裝設紅外線感應器

關閉最外面的門

冬天時關上教室的門窗以保住暖氣

使用窗簾以保持暖氣或阻隔陽光

培訓管理員有關節約能源的議題

執行罰單計畫，對忘記隨手關燈的人開罰單

讓所有內部的門，只通往主要的出入口
隨時更新學校電器設備、照明設施等清單

原著版權歸屬世界地球日聯盟(Earth Day Network)

台灣地球日與國立自然科學博物館協力翻譯

本網站所有著作採用 Creative Commons 2.0 Taiwan 授權條款。



地球日聯盟

美國，華盛頓特區，西北 1 6 1 6 P 街，3 4 0 室

電話：1-282-518-0044 傳真：1-202-518-8794

電子郵件：communications@earthday.net 或 holly@earthday.net

英文首頁：www.earthday.net

中文首頁：<http://earthday.net/programs/international/chinese>

請加入教育者聯盟 <http://earthday.net/involved/teachers/default.aspx>，將可免費使用 EDN 的網路資源

台灣地球日暨台灣地球日電子報 <http://www.earthday.org.tw>

版權皆歸原作者所有，非營利轉載請來信告知！

台灣環境資訊協會 Environmental Info Association

& 環境信託基金會(籌) Environmental Trust Foundation

台北市萬華區 108 艋舺大道 120 巷 16 弄 7 號 TEL:886-2-23021122 FAX:886-2-23020101

<http://www.e-info.org.tw> E-mail: service@e-info.org.tw

國立自然科學博物館網站 <http://www.nmns.edu.tw>

版權皆歸原作者所有，非營利轉載請來信告知！

國立自然科學博物館 National Museum of Natural Science

40453 台中市北區館前路一號 1, Guancian Rd., Taichung, Taiwan, R.O.C

TEL：886-4-23226940 FAX：886-4-23236139

<http://www.nmns.edu.tw> e-mail：service@mail.nmns.edu.tw