



# 碳足跡及碳審計

## 教學目標



1. 認識進行碳審計的目的，以及其與碳減排的關係
2. 學習簡單估算身邊環境如課室或家中的碳排放量
3. 了解碳減排的方法

# 三．碳足跡及碳審計

## 破冰船

### 低碳生活

- \* 「低碳生活」是減少二氧化碳排放的生活模式，通常需要改變個人日常的生活習慣來達致。
- \* 「低碳生活」既是一種生活模式，也是一種生活態度。

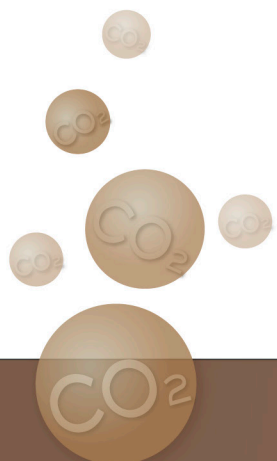
1. 同學先觀看以下片段，然後想想為何解決「全球暖化」需要從改變我們自身的生活模式出發。



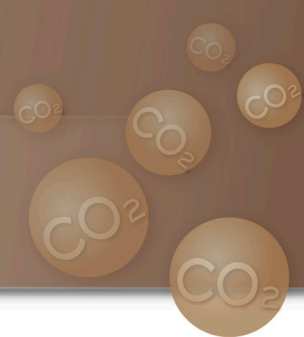
亞洲通識篇——全球暖化：

<http://www.youtube.com/watch?v=NKj3QCnyB5E>

- a. 全球暖化與人類的活動有何關係？



# 三．碳足跡及碳審計



b. 全球暖化與我們周遭的環境有何關係？為甚麼我們需要過「低碳生活」？

2. 同學可於互聯網上搜集日常生活中減排的方法，並完成下表。

	減排方法
衣	
食	
住	
行	

Gaia 仔補給站



同學可觀看以下片段以了解如何在衣著和食物方面減碳：

越高食物里程 碳排放亦越勁  
<https://www.youtube.com/watch?v=PCZFjCOXYNk>

低碳製造計劃  
[www.youtube.com/watch?feature=player\\_embedded&list=PL8209B7B0FFE2B892&v=5uHO-SI3uQc](http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&list=PL8209B7B0FFE2B892&v=5uHO-SI3uQc)

# 三．碳足跡及碳審計



## A. 碳足跡與碳審計

### 1. 甚麼是碳審計？

在單元二中，我們得知人類的活動增加溫室氣體的排放，而溫室氣體包括二氧化碳和其他氣體。要估算人類活動對環境造成多少影響，可以從計算溫室氣體的排放量着手。計算溫室氣體排放的方法，就是「碳審計」。

「碳審計」全稱「二氧化碳審計」，是計算各種消耗能源的活動時所排放的溫室氣體，這些活動包括耗用電力、發動交通工具等。碳審計所得的數據可用來衡量和記錄機構（如商業機構和學校）或建築物於固定時限、在指定範圍內所產生的溫室氣體排放量。

「碳足跡」則用於表達個人和機構的溫室氣體排放量。

### 2. 為甚麼要進行碳審計？

通過進行碳審計或計算碳足跡，個人、機構管理者或建築物業主可以用有系統及科學化的方法，了解機構運作和生活中所產生的溫室氣體排放量，以組織減排措施，減低或抵銷日常活動中所產生的溫室氣體。

#### Gaia 仔補給站



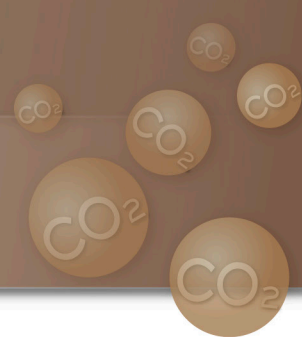
因為二氧化碳是主要的溫室氣體，為了計算的方便，我們以二氧化碳為基本單位，因此，「減排二氧化碳」的概念可被視為「減排溫室氣體」。這將在下文詳細探討。

#### Gaia 仔補給站



同學可觀看由香港中文大學地球保源行動辦公室製作的「減碳不減『歎』」短片，以了解進行「碳審計」的目的，和一些可於學校內實行的減碳措施。

# 三．碳足跡及碳審計



## 3. 日常生活中到底有哪些溫室氣體的排放源頭？

根據《香港建築物（商業、住宅或公共用途）的溫室氣體排放及減除的審計和報告指引》，與建築物有關的溫室氣體排放，大約可分為以下三個範疇：

### 範疇 1

直接溫室氣體排放和吸收

排放例子：電力發電機、氣體煮食爐、製冷系統釋放的製冷劑、往來建築物的交通服務等

吸收例子：植樹

### 範疇 2

使用能源間接引致的溫室氣體排放

例子：外購電力、煤氣等

### 範疇 3

其他間接溫室氣體排放

例子：在處理食水或污水時耗用電力所產生的溫室氣體排放，乘交通工具外遊時排放的溫室氣體

#### Gaia 仔補給站



樹木在白天進行光合作用時吸收二氧化碳。一棵可長高於 5 米的樹約每年吸收 23 公斤二氧化碳。

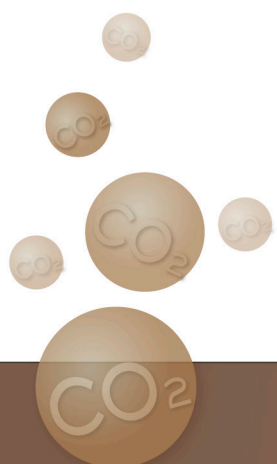
資料來源：香港建築物（商業、住宅或公共用途）的溫室氣體排放及減除的審計和報告指引

# 三．碳足跡及碳審計

## 教學活動 1

同學有沒有留意學校中有哪些地方直接或間接排放溫室氣體的源頭？試綜合以上所學完成下表，在校園中找出直接或間接排放溫室氣體的源頭。

直接溫室氣體排放	
使用能源間接引致的溫室氣體排放	
其他間接溫室氣體排放	



# 三．碳足跡及碳審計



## B. 如何計算用電量？

電器在一段固定時間內所消耗的電量稱為「電功率」。電功率越大，代表電器在一段固定時間內耗用的電能越多。

$$\text{電功率} = \frac{\text{電能}}{\text{時間}}$$

換言之，要知道電器所消耗的電能，就是把它的電功率乘以運作時間：

$$\text{電能} = \text{電功率} \times \text{時間}$$

電功率的量度單位是「瓦特」(Watt，簡寫為W)，1000瓦特就是1「千瓦」(kilo-Watt，簡寫為kW)。時間則通常是以「小時」計算(簡寫為h)。電能等於電功率乘以時間，所以電能的單位就是「瓦小時」(Wh)或「千瓦小時」(kWh)。

我們常說的「1度電」，相等於電功率1千瓦的電器運作了1小時所消耗的電能，即是1千瓦小時。

# 三．碳足跡及碳審計

以光管為例，看看一支 T5 光管消耗多少電：

 電功率：35W  
亮燈時間：8h

$$\begin{aligned}\text{耗電量} &= \text{電功率} \times \text{時間} \\ &= 35\text{W} \times 8\text{h} \\ &= 280 \text{ Wh}\end{aligned}$$

若要以「度」為單位，1 度就是 1000 Wh 或 1 kWh：

$$\begin{aligned}280 \text{ Wh} \div 1000 \\ &= 0.28 \text{ kWh}\end{aligned}$$

## C. 用電量與碳排放

香港有超過 60% 的溫室氣體是在發電時產生的，而大部分用於發電的燃料如煤、石油、天然氣等都是不可再生的能源。

不同的溫室氣體對造成地球溫室效應的能力都不同，為了方便計算，我們需要一個統一的量度單位。由於二氧化碳是最主要的人為產生的溫室氣體，我們便以它作為基本單位，而將其他溫室氣體造成溫室效應的能力化約成相當於多少二氧化碳所造成溫室效應的能力，這個比例叫做「二氧化碳當量」，單位是 CO<sub>2</sub>e。

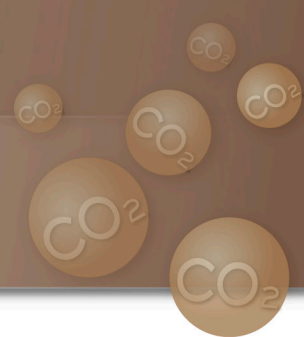
### Gaia 仔補給站



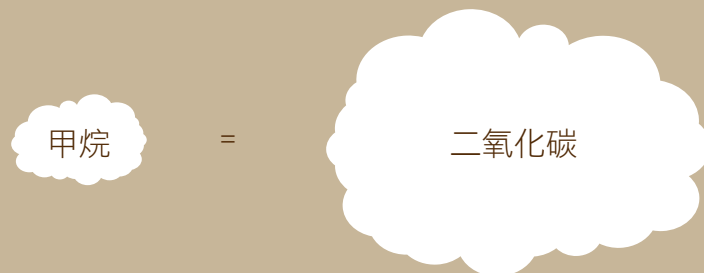
不可再生能源如煤、石油等的儲量都是有限的，是經過數百萬年的自然演化而形成，不可能在短時間內產生出來，因此稱為不可再生能源。在所有不可再生能源中，煤由於價格便宜，而成為當今世界用於發電的首選。



# 三．碳足跡及碳審計



舉例：



1 千克 (kg) 甲烷造成溫室效應的能力，相等於 25 千克二氧化碳造成溫室效應的能力。

反過來說，減排 1 千克甲烷的效益，相當於減排 25 千克二氧化碳的效益。

⇒ 我們說 1 千克甲烷的二氧化碳當量是 25 kg CO<sub>2</sub>e

要計算發電對溫室效應的影響，方法是量度產生每度電 (千瓦小時, kWh) 時釋放了多少千克 (kg) 的二氧化碳。

# 三．碳足跡及碳審計

## 教學活動 2

### 計算課室碳排放量

節約能源是緩減全球暖化問題最直接且有效的方法之一，而且人人皆可參與。現在同學就試試動腦筋計算一下課室中的照明系統於 2012 年的碳排放量吧！

#### Gaia 仔補給站

T5 與 T8 光管的分別：

一般而言，可以燈管的粗細不同，來辨別它是 T8 還是 T5 規格。T8 代表燈管直徑 8/8 吋，而 T5 則是 5/8 吋。一般而言，T5 比 T8 光管節省約 2 - 4 成的電力。

T5 額外的好處是含汞量較低，且為固態汞，所以破裂後並不會馬上揮發汞，所以比 T8 較環保。

#### 1. 搜集資料

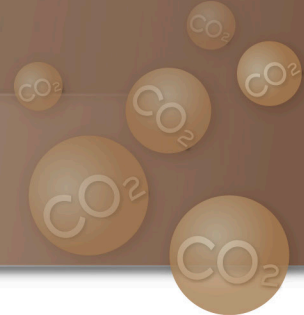
- 點算課室的光管數目：\_\_\_\_ 支
- 查找課室所用的光管的電功率：\_\_\_\_ 瓦特 (W)
- 計算光管每個月的使用時間：每天 \_\_\_\_ 小時 (h)，  
每月平均使用 \_\_\_\_ 天，每學年平均使用 10 個月

#### 2. 計算用電量

$$\begin{aligned} \text{用電量} &= \text{____ 瓦特} \times \text{____ 支光管} \times \text{每月使用 ____ 小時} \\ &\quad \times 10 \text{ 個月} \\ &= \text{____ 瓦小時 (Wh)} \end{aligned}$$

$$\frac{\text{瓦小時 (Wh)}}{1000} = \text{____ 千瓦小時 (kWh)}$$

# 三．碳足跡及碳審計



## 3. 計算碳排放量

從下表找出學校所處區域的電力公司溫室氣體排放系數，並進行以下計算：

2012 年香港不同的電力公司的  
溫室氣體排放系數 (kg CO<sub>2</sub>e/kWh)

電力公司	排放系數
中華電力	0.58
香港電燈	0.79

$$\begin{aligned} \text{溫室氣體排放量} &= \text{每年用電量} \times \text{溫室氣體排放系數} \\ &= \underline{\quad\quad} \text{ kWh} \times \underline{\quad\quad} \text{ kg CO}_2\text{e/kWh} \\ &= \underline{\quad\quad\quad} \text{ kg CO}_2\text{e} \end{aligned}$$



「排放系數」是用以量化生產電力過程中所排放的溫室氣體量，方法是計算生產每度電（1000 瓦特）時釋放了多少千克的溫室氣體的二氧化碳當量。

# 三．碳足跡及碳審計

## 教學活動 3

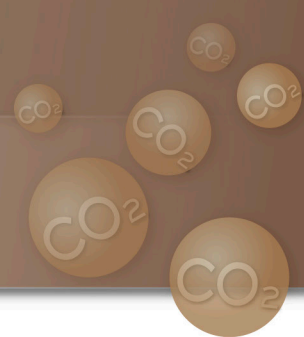
### 課室碳審計

1. 碳審計如何量化各種溫室氣體的排放源頭？現在同學就試試當碳審計員，計算一下位於港島區的香城中學五甲班課室於 2012 年 11 月份用電量，並估算一下五甲班在用電方面所產生的碳排放吧！試根據所學，用下表的數據計算出五甲班課室一個月的耗電量：

香城中學五甲班課室的電器設備一覽表

電器	數量	電功率 (瓦特)	每天平均 使用時間 (小時)	月耗電量 (千瓦小時) (以該月共 20 個上課天計)
5 呎 T8 光管	10 支	每支 58	8	
吊扇	4 把	每把 70	2	11.2
2 匹冷氣機	4 台	1800	8	
電腦主機	1 台	400	8	
電腦熒幕	1 個	110	8	17.6
實物投影器	1 台	48	2	
電腦投影器	1 台	236	4	18.9
五甲班 11 月的總耗電量：				

# 三．碳足跡及碳審計



2. 2012 年供應港島區電力的香港電燈公司的排放系數是 0.79 kg CO<sub>2</sub>e/kWh，試計算位於港島區的香城中學五甲班在 11 月排放了相當於多少二氧化碳當量 (kg CO<sub>2</sub>e) 的溫室氣體。

$$\begin{aligned} \text{溫室氣體排放量} &= \text{用電量} \times \text{電力公司溫室氣體排放系數} \\ &= \underline{\hspace{2cm}} \text{ kWh} \times 0.79 \text{ kg CO}_2\text{e/kWh} \\ &= \underline{\hspace{2cm}} \text{ kg CO}_2\text{e} \end{aligned}$$

3. 課室中耗電量最大的是哪幾種電器？

4. 分析上表的數據，從五甲班課室的電器設備及同學使用電器的習慣入手，為他們建議一些可行的節能減碳方案。

提示：同學可按自己對學校日常運作的認識，例如分析表中各項電器每天的平均使用時間是否合理，從而制定節能減排方案。

Gaia 仔補給站



中華總商會碳管理系統：  
<http://cmt.cgcc.org.hk/chi/bg.html#f>

一個簡易的網上碳審計系統，同學可利用簡易版，輸入相關數據，從而估算個人、家庭或機構的碳排放量。

# 三. 碳足跡及碳審計

## 教學活動 4

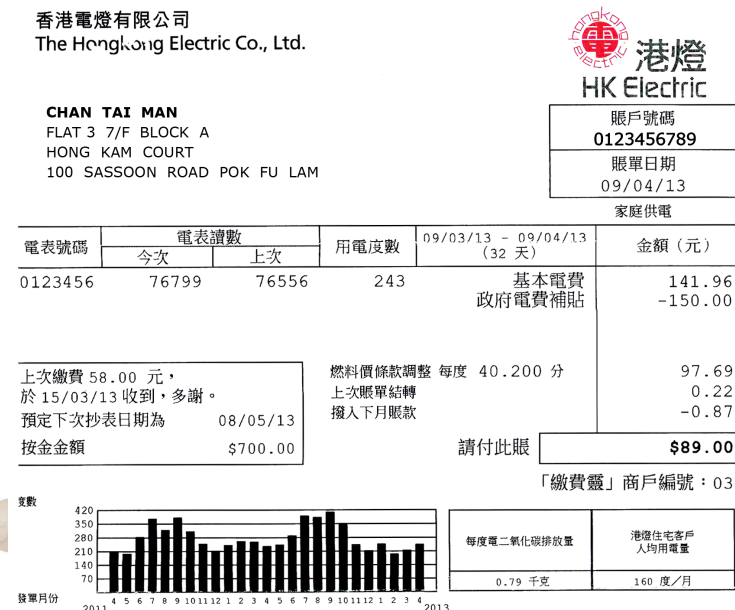
### 家居碳審計

1. 如何利用電費單計算出家庭每月的溫室氣體排放量？試參考以下例子。

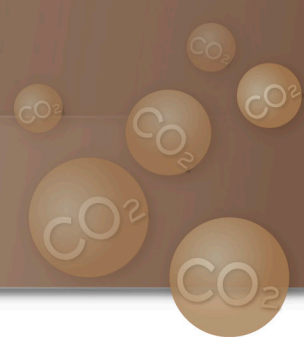
以中電為例：



以港燈為例：



# 三．碳足跡及碳審計



2. 同學試從電費單上找出最近一個月的用電度數，並參考前面的例子計算出家庭的溫室氣體排放量。

\* 你家最近一個月的用電度數：\_\_\_\_\_ kWh

\* 試計算你家最近一個月的溫室氣體排放量：

用電量 (kWh) × 電力公司溫室氣體排放系數 (kg CO<sub>2</sub>e/kWh)

= \_\_\_\_\_ kg CO<sub>2</sub>e

\* 試計算每人每日的平均溫室氣體排放量：

溫室氣體排放量 ÷ 家庭總人數 ÷ 日數

= \_\_\_\_\_ kg CO<sub>2</sub>e ÷ \_\_\_\_\_ 人 ÷ 30 日

= \_\_\_\_\_ kg CO<sub>2</sub>e / 日

試將以上計算結果，與香港人的人均排放加以比較，並在班上與其他同學分享比較結果。

Gaia 仔補給站



香港人每人每日平均排放約 18 公斤二氧化碳，遠高於世界平均的 12 公斤。

資料來源：綠色力量

# 三．碳足跡及碳審計

3. 從以上練習，同學可得知自己家裏溫室氣體排放的情況。你認為你家有沒有改善的空間？試運用下表，按照表內提示檢查家居電器的使用情況；如做到該項目，可於適當的方格內加✓。

電器	檢查項目	如「有」或「是」，請加✓
冷氣機	* 有沒有因應天氣情況而決定是否需要開冷氣？	<input type="checkbox"/> 白天 <input type="checkbox"/> 晚上
	* 房間內無人時，有沒有關掉冷氣？	<input type="checkbox"/> 白天 <input type="checkbox"/> 晚上
	* 使用時有沒有調校至適當的溫度如 25.5°C ？	<input type="checkbox"/> 白天 <input type="checkbox"/> 晚上
	* 開冷氣時有沒有緊閉門窗？	<input type="checkbox"/> 白天 <input type="checkbox"/> 晚上
	* 開冷氣時有沒有使用風扇配合？	<input type="checkbox"/> 白天 <input type="checkbox"/> 晚上
	* 有沒有定時清潔隔塵網？	<input type="checkbox"/>
燈光照明	* 房間內無人時，有沒有關掉電燈？	<input type="checkbox"/> 白天 <input type="checkbox"/> 晚上
	* 有沒有利用天然光線，例如打開窗簾讓陽光透進室內，以減少使用電燈？	<input type="checkbox"/>
	* 有沒有定期清潔燈飾以保持光亮度？	<input type="checkbox"/>
	* 有沒有使用慳電膽或更節省電源（如 T5 光管）的燈具？	<input type="checkbox"/>
冰箱	* 有沒有關好冰箱門？	<input type="checkbox"/>
	* 有沒有將要冷藏的熱食或熱飲冷卻至室溫才放進冰箱？	<input type="checkbox"/>
	* 是否 1 級能源效益的型號？	<input type="checkbox"/>
電腦	* 不使用電腦時，有沒有關掉熒幕？	<input type="checkbox"/> 白天 <input type="checkbox"/> 晚上
	* 長時間不用電腦時，有沒有將電源關掉，而不是維持於備用狀態？	<input type="checkbox"/> 白天 <input type="checkbox"/> 晚上
電視機	* 長時間不看電視時，有沒有將電源關掉，而不是維持於備用狀態？	<input type="checkbox"/> 白天 <input type="checkbox"/> 晚上
洗衣機	* 有沒有儲滿足夠衣物才使用洗衣機？	<input type="checkbox"/>
其他		

表中所列的項目，你能做到多少項？你能否針對檢查結果為家庭製訂一些節能減排的方法？



# 三．碳足跡及碳審計

## 評估活動

經過以上所學及活動，相信同學已了解減碳的目的，並懂得簡單估算身邊環境的碳排放量。現在試綜合所學，進行以下活動：

1. 假如你是特首，面對氣候變化的挑戰，你會實行甚麼政策以減少香港的碳排放？試以 4-5 人為一組，以 20 分鐘時間作小組討論，為香港建議控制碳排放量的措施。  
(提示：現時香港溫室氣體的主要排放源頭是甚麼？你認為香港市民具有低碳意識嗎？同學討論時可針對這些問題加以思考，提出建議)
2. 完成討論後，同學可瀏覽以下網站，看看香港政府制定了甚麼措施應對氣候變化帶來的問題，並與自己的建議加以比較，亦可對這些措施的成效發表意見。

環境保護署網頁：

[http://www.epd.gov.hk/epd/tc\\_chi/climate\\_change/hkactions.html](http://www.epd.gov.hk/epd/tc_chi/climate_change/hkactions.html)

Gaia 仔補給站



校園低碳大行動

[http://www.greenpower.org.hk/html/chi/job\\_weather\\_07.shtml](http://www.greenpower.org.hk/html/chi/job_weather_07.shtml)

## 三．碳足跡及碳審計

### 走出課室

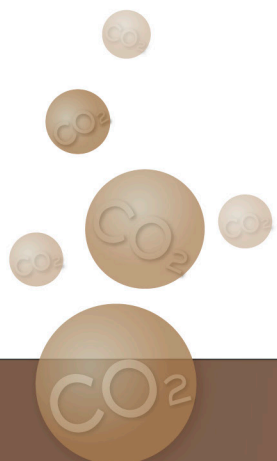


通過這單元的課堂活動，相信同學已意識到氣候變化問題的嚴峻及碳審計的重要性。同學如想掌握更多關於這課題的知識，可以走出課室，參加我們舉辦的各類活動！

如果想深入了解氣候變化問題對人類的影響，同學可於**賽馬會氣候變化博物館**的「極地廊」中，看到展示氣候變化等環境問題的珍貴展品。

如果想認識更多節能減排的方法，同學可參加地球保源行動定期舉辦的論壇及社區教育活動。

快來**地球保源行動網站**看看，找出你有興趣參加的活動吧！



# 三．碳足跡及碳審計

## 進階知識



### ◎ 京都議定書

根據政府間氣候變化專門委員會（IPCC）於 1996 年預計，若要在 21 世紀末將二氧化碳濃度穩定在 550 ppm，全球排放量必須削減一半。然而，在 156 個國家的首腦於 1992 年簽訂「氣候變化綱要公約」後，全球二氧化碳濃度仍在不斷上升，原因普遍認為是會員國並未認真執行公約減量目標，於是形成制定具有法律效力的議定書的共識。因此，1997 年 12 月，38 個國家及歐盟於日本京都的「第三次締約國大會」（COP3）中簽署了《京都議定書》，議定以個別或共同的方式控制人為排放之溫室氣體數量，以減少溫室效應對全球環境所造成的影響。

# 三．碳足跡及碳審計

## ◎ 碳交易

為了促進全球溫室氣體減排，《京都議定書》以市場機制交易溫室氣體排放權的方式，來促進全球減排。在六種被要求減排的溫室氣體中，「二氧化碳」的市場份額最大，所以這種交易以每噸二氧化碳當量為計算單位，把二氧化碳排放權作為一種商品，通稱為「碳交易」，其交易市場則被稱為「碳市場」（Carbon Market）。

碳交易是透過界定溫室氣體的「排放總量」和「排放權」來減少溫室氣體的排放。每間公司每年可獲溫室氣體排放的配額（排放權），公司（賣方）可以自由出售配額予排放超出配額的公司（買方）來獲利。配額會逐年減少，以實現減排的目標。

