

香港的氣候

學生手冊

漁農自然護理署
郊野公園的課程本位戶外學習計劃

內容

		頁面
1	學習目標、安全及行為規範	3
2	實地考察活動概覽	4
3	設備清單	5
4	考察地點的地圖	6
5	熱身活動：參觀氣候變化展覽廊	7-9
6	考察筆記：樹木年輪分析	10
7	活動一：觀察樹木年輪	11-12
8	考察筆記：氣候變化和碳匯	13-16
9	活動二：測量樹木碳儲存	17-21
10	考察後活動	22-25
11	補充筆記：觀察樹木年輪	26-27
12	植物辨認卡：鵝掌柴	28



香港的氣候 實地考察手冊

考察地點：大帽山郊野公園

時間長度：95 分鐘

相關課程：中一至中三科學科——能源和變化

- 單元五：能量
- 單元七：生物與空氣

學習目標：

知識：

1. 調查樹木碳儲存
2. 解釋碳匯和氣候變化的關係
3. 觀察氣候和年樹木生長模式的直接相關性
4. 檢查氣候對樹木生長模式的直接影響
5. 解釋過去的氣候模式如何幫助我們了解現今的氣候變化問題

技能：

1. 尋找和比較不同類型的數據
2. 應用實地考察技術來測量樹木
3. 應用科學探究於實地考察

態度：

1. 欣賞郊野公園的自然美景
2. 培養保護資源的意識
3. 認識到在日常生活負責任的需要



安全及行為規範

- A. 帶上充足的飲用水和外出用品，包括有機驅蚊劑和雨具。
- B. 未經教師／導師允許不得擅自離開小組。
- C. 當進行樹木調查時，應該注意居住在樹枝和樹幹上的昆蟲和動物。避免觸摸、干擾或傷害牠們。
- D. 不可從大自然帶走任何東西。只可拾起植物掉落部分來觀察，然後放回原來的地方。
- E. 不可食用或採摘任何樹枝、樹葉、花朵或植物的果實。
- F. 不可亂拋垃圾及污染自然環境。
- G. 愛護環境，將你的垃圾帶回家。
- H. 如有需要可尋求教師／導師幫助。

實地考察活動概覽



熱身活動：參觀氣候展覽廊（20分鐘）

- 活動地點一



活動一：觀察樹木年輪（30分鐘）

- 活動地點一

*在前往活動地點二前，會花10分鐘在遊客中心講解活動二的內容。



活動二：測量樹木碳儲存（45分鐘）

- 活動地點二

設備清單

物品	數量 (每組)	✓
考察手冊	1-2	
原子筆／鉛筆	2-3	
單板夾	1-2	
捲尺 (2 米)	1	
拉尺 (30 米)	1	
卡尺	1	
測角儀	1	
放大鏡 (觀察年輪用)	1	
手套 (如果需要)	1	

設備的相片

捲尺 (2 米)



卡尺



測角儀



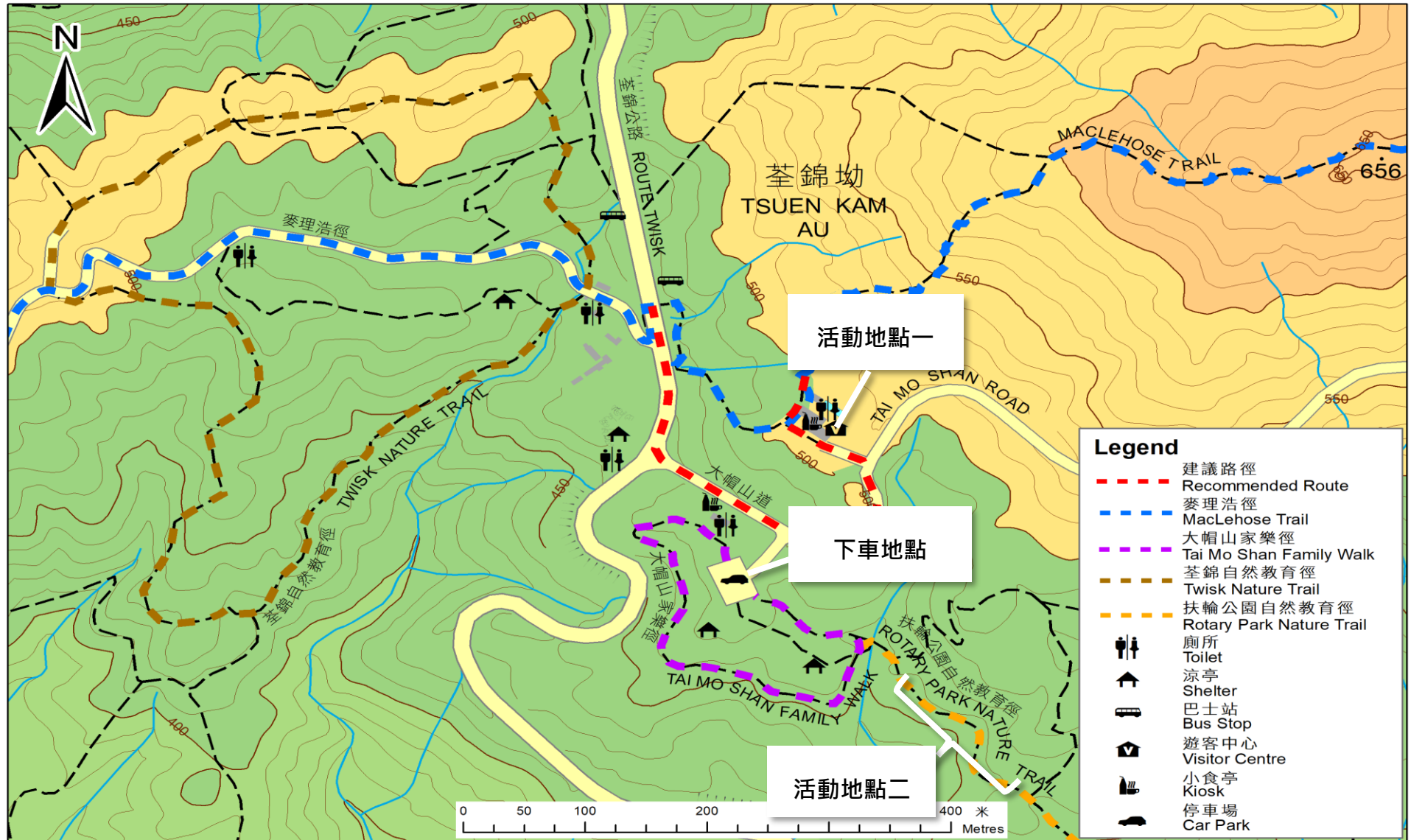
拉尺 (30 米)



放大鏡



實地考察地圖



Map No. M_R_2021_003_TMS

參觀氣候變化展覽廊

設備清單	
物品	數量 (每組)
原子筆／鉛筆	2-3
單板夾	2

- 時間： 20 分鐘
 地點： 大帽山郊野公園遊客中心
 小組活動： 將學生分成 4/5 人一組，完成以下任務

任務一：氣候變化是甚麼？（15 分鐘）

為了在實地考察前對氣候變化有基本的了解，請參觀位於大帽山郊野公園遊客中心的氣候變化展覽廊，並參照展覽廊內的資料回答下列問題。請在選擇題中圈出一個正確答案。

1. 根據政府間氣候變化專門委員會和聯合國氣候變化框架公約，哪一項不是氣候變化的主要原因？	
A.	自然氣候變異
B.	砍伐森林
C.	病毒傳播
D.	人類活動

2. 以下哪種氣體不是溫室氣體？	
A.	臭氧
B.	氧氣
C.	水蒸氣
D.	甲烷

3. 以下哪一項活動不會造成溫室效應？	
A.	砍伐森林
B.	運輸
C.	能源供應
D.	溝通

4. 列出氣候變化對全球環境造成的兩項影響。	

5. 兩個主要負責推動不同國家合作應對氣候變化的國際組織是甚麼？

1.

2.

6. 列出四個氣候變化對香港的影響。

1.

2.

3.

4.

7. 為甚麼香港市區的雨量上升速度較其他地區高？試解釋你的答案。

8. 香港曾經有哪些極端天氣事件？極端天氣事件如何影響香港的生物多樣性？

9. 漁農自然護理署（漁護署）如何重建大帽山郊野公園受損的森林？為提升郊野公園的生物多樣性做了哪些工作？

10. 列出可以在大帽山郊野公園找到的植物群落類型。

11. 為甚麼大帽山郊野公園山頂只有耐寒植物？

12. 以下哪些活動無助於減少氣候變化的影響？

A. 回收紙張

B. 不看電視時關掉電視

C. 飲用塑料瓶飲品

D. 乘坐公共交通工具

任務二：小組討論（5分鐘）

根據你的理解和知識，與你的組員討論以下問題：

1. 如果漁護署不重建受損森林，會對環境造成甚麼負面影響？
2. 樹木／植被在氣候變化中的作用是甚麼？
3. 為甚麼生物多樣性對郊野公園很重要？



考察筆記：樹木年輪分析

樹木年輪分析是指樹木年代學，透過研究樹木年輪及進行科學分析而測定年代。

進行樹木年輪分析的好處：

1. 更好地了解目前的氣候變化的狀況
2. 更有效理解未來可能發生的環境問題

A. 樹木年輪的結構

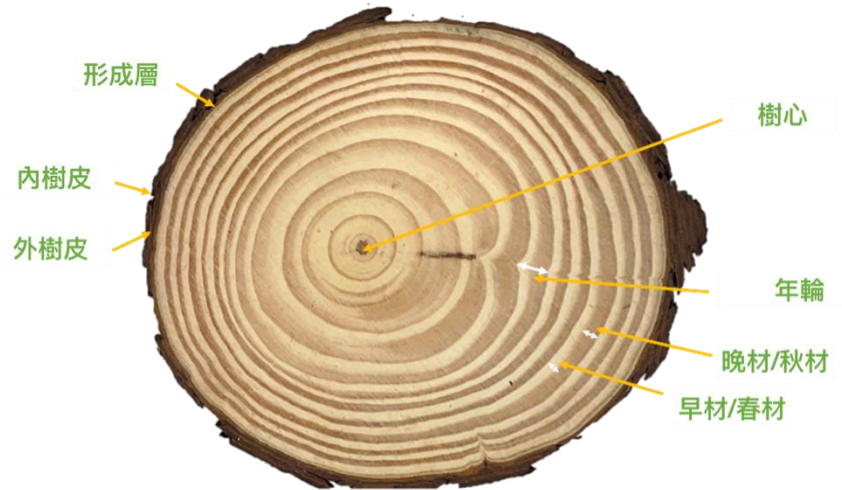
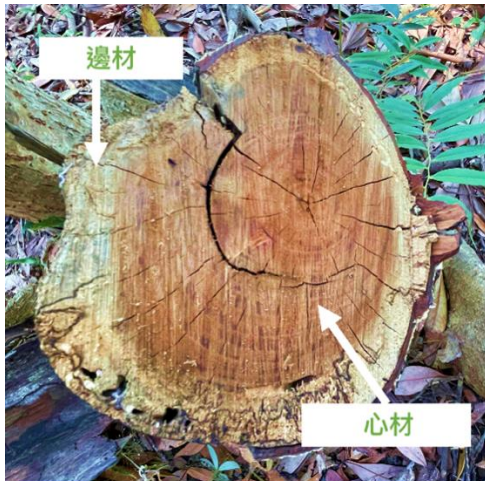
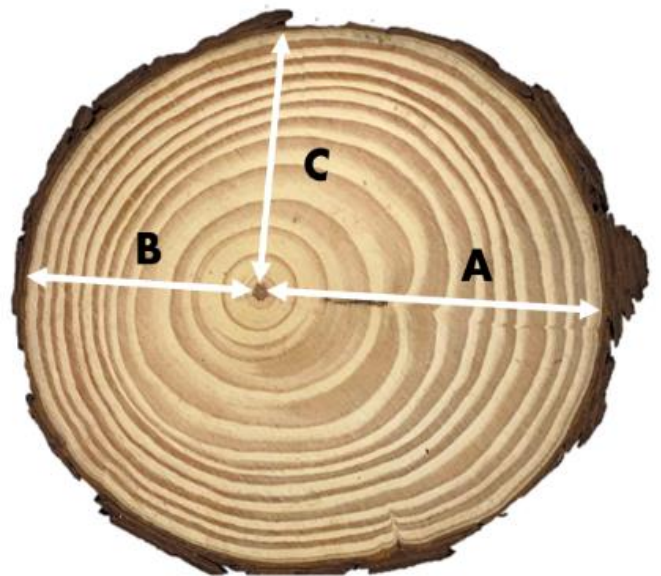


圖 1. 樹樁的橫切面

B. 進行年輪分析的方法

- 通過計算從中心到外部的年輪數量來確定樹的年齡。不應計算樹心和樹皮。如果知道樹木被切割或出生年份會更好。
- 觀察樹木年輪的模式。
- 從樹心出發選出的三個面（如右圖所示）：
 - 用尺子分別測量三個面並記錄每個年輪早材和晚材的寬度，然後取平均值。
 - 計算窄年輪（乾旱年份）的總數，並將其與闊年輪（多雨年份）進行比較。
 - 找出最闊和最窄的年輪。



- A：最闊的一面
- B：最窄的一面
- C：分佈均勻的一面

觀察樹木年輪

設備清單	
物品	數量（每組）
原子筆／鉛筆	2-3
單板夾	2
放大鏡	2
樹輪橫切面（將會在活動地點一提供）	1

時間：30 分鐘
 地點：大帽山郊野公園遊客中心
 小組活動：4/5 人一組，完成以下任務

任務一. 觀察樹木年輪（20 分鐘）

觀察活動地點一展示的樹樁。你能分辨圖 2 中的樹木年輪的結構嗎？

活動地點一樹樁的背景資料

- 樹木生長地點：香港
- 樹木物種：非洲桃花心木

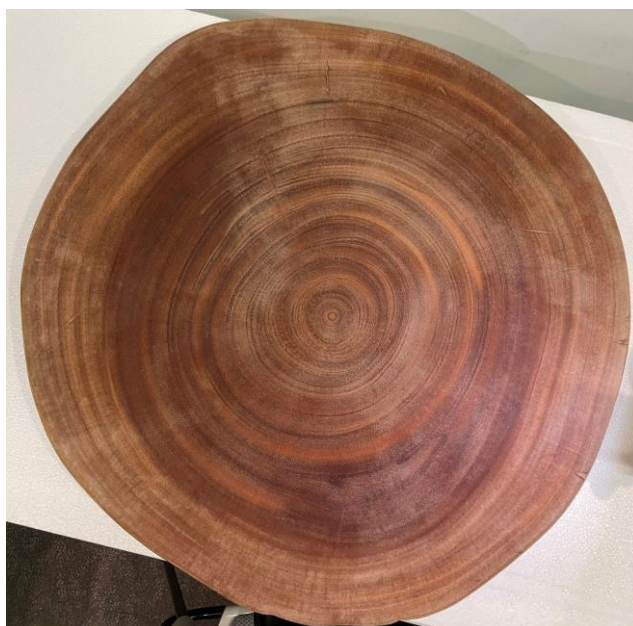


圖 2. 樹木年輪結構

1a. 選出你能在樹樁上觀察到的年輪結構，並加上✓。

<input type="checkbox"/>	邊材	<input type="checkbox"/>	樹心
<input type="checkbox"/>	心材	<input type="checkbox"/>	年輪
<input type="checkbox"/>	形成層	<input type="checkbox"/>	晚材／秋材
<input type="checkbox"/>	外樹皮	<input type="checkbox"/>	早材／春材
<input type="checkbox"/>	內樹皮（韌皮部）	<input type="checkbox"/>	

1b. 概括地畫出樹木年輪（加上註釋）。

2. 為甚麼樹木年輪的寬度和顏色會有差異？這些差異有甚麼意味？

3. 最外層年輪的寬度和靠近樹心的年輪的寬度有顯著差異嗎？如果有，試解釋差異的原因。

任務二. 小組討論（10分鐘）

1. 有哪些影響樹木生長的因素？
2. 為甚麼要收集過去氣候數據？
3. 如果氣溫持續上升和全球暖化持續，而遊客中心展示的樹樁仍活著並繼續在原地生長，你預計該樹新形成的年輪會是怎樣的？

（你可以參考補充筆記 P.26-27 有關更多關於樹木年輪結構的資訊）



一. 森林碳循環

- 這是組成全球碳循環重要的部分。
- **碳固存**：通過光合作用吸收大氣中的碳並將其轉化成生物質的過程。這能保養植物與樹木及其生長。
- **碳匯**：森林從大氣中吸收的碳比它們釋放的多。固存的碳隨後積聚在森林生物量（即樹幹、樹枝、根和葉）、死亡的有機物質（即枯枝落葉和死木）和土壤。
- **排碳來源**：森林釋放的碳比吸收的多。當樹木在死亡後燃燒或腐爛（由於森林火災、昆蟲襲擊或其他干擾），森林會釋放更多的碳。
- **動態碳匯**：森林碳匯是動態的，碳存量可以增加或減少。通過量度森林活生物量、土壤和枯枝落葉的（碳固存）可以量化森林碳匯。

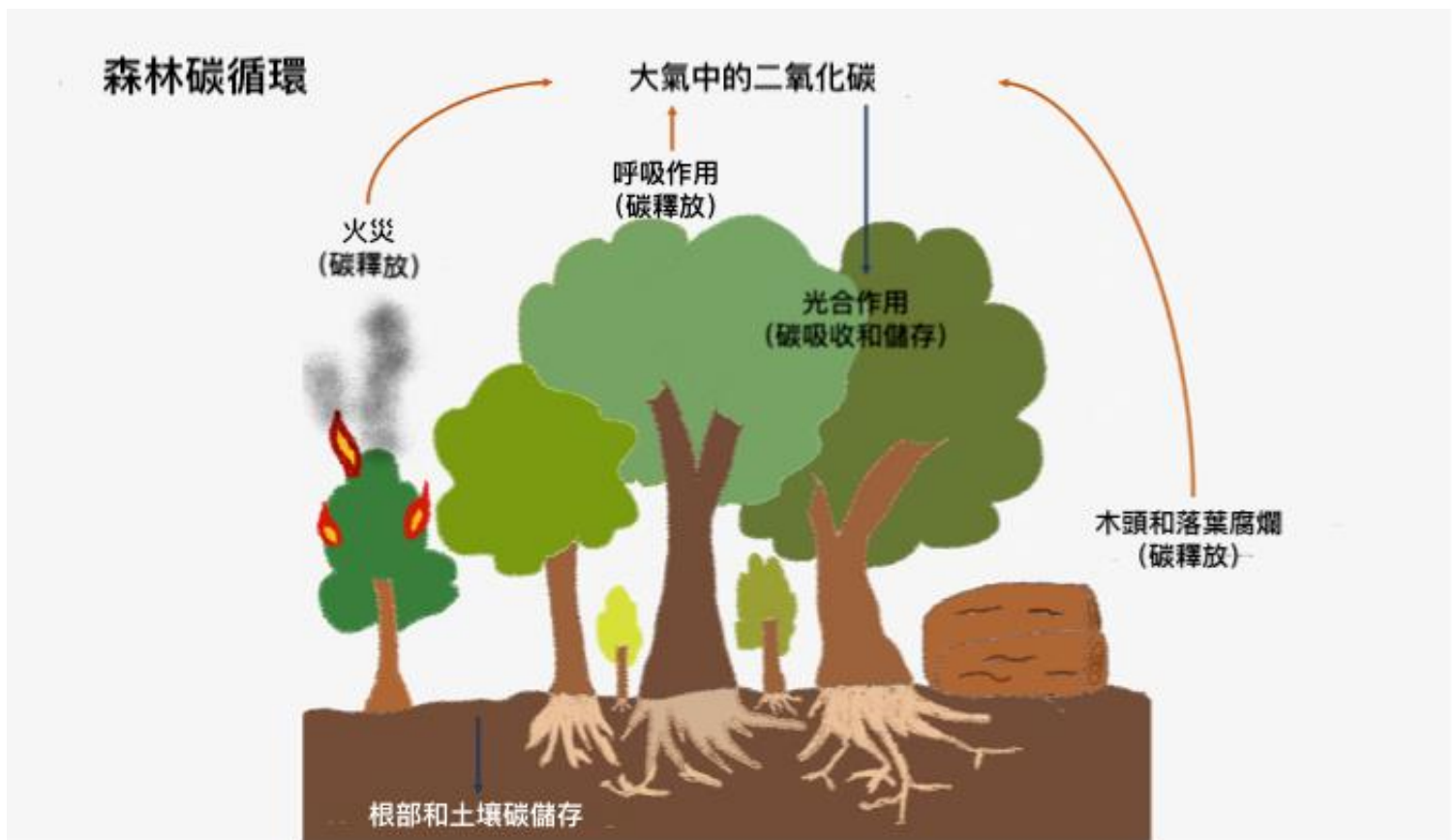


圖 3. 森林碳循環

想一想：



1. 森林、樹木和氣候之間有甚麼關係？
2. 除了森林外，還有哪些地方是重要的天然碳庫？

二. 測量樹木碳儲存

本活動旨在了解森林在緩和氣候變化中的作用，並探索森林、二氧化碳和氣候變化之間的關係。請和小組組員應用考察技術測量樹木。考察結束後，你將會明白森林如何舒緩應對氣候變化帶來的負面影響。

步驟

測量五棵樹並利用以下步驟計算每棵樹儲存的碳量：

步驟一. 測量樹幹圓周

步驟二. 測量樹木高度

步驟三. 計算樹木的生物量

步驟一. 測量樹幹圓周

- 樹木胸徑（DBH）是指在胸部高度位置測量的樹幹直徑（約 1.3 米）。除了測量樹高外，測量樹木尺寸最常用的標準方法是量度胸徑。
- 在距離地面 1.3 米高的胸部高度，用捲尺環繞樹並測量其圓周（圖 4）。在表格 A 中記錄所得的數據。
- 下面是計算樹的胸徑（DBH）公式。
 - 胸徑 = 圓周 / π
- 用卡尺直接幼樹或樹苗測量胸徑（圖 5）。



圖 4. 利用捲尺測量胸徑



圖 5. 利用卡尺測量樹幹圓周

步驟二. 測量樹木高度

- 選擇一個可以看到樹冠的位置。測量者與樹之間的距離為至少或大約樹的高度。
- 利用拉尺測量從測量者位置與樹木之間的距離 (D)。
- 利用測角儀望向樹冠測量角度。
 - 用一隻眼睛看測角儀，用另一隻眼睛看樹頂。將測角儀的十字準線與樹冠對齊。
- 閱讀測角儀上的度數刻度(A)。
- 使用以下公式計算樹木的高度：

樹木高度 (h) = $\tan A \times$ 與樹的距離 (D) + 離地高度 (地面至眼睛)

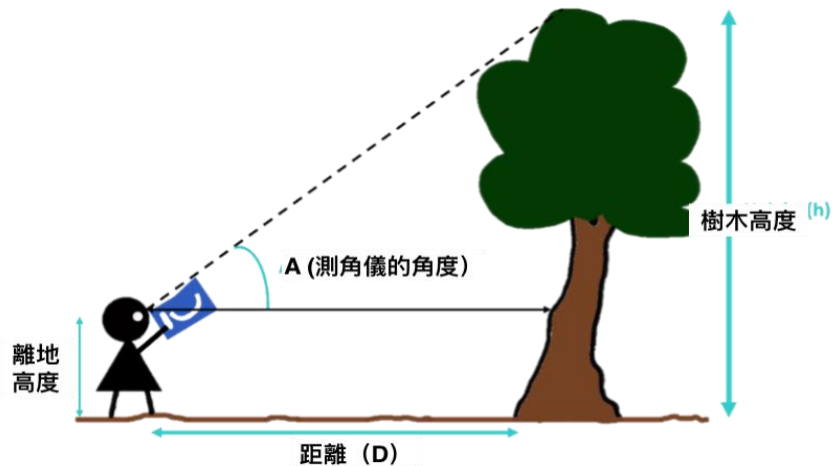


圖 6. 利用測角儀測量樹木高度

每棵樹木測量三次

步驟三. 計算樹木的生物量

1. 測量樹木的總生長重量 (green weight)

生長重量是指一棵活樹的預測重量，包括樹木中的木材含量和水分。

計算生長重量的公式：

樹木直徑 < 28 厘米： $GW = 0.577 \times (DBH)^2 \times \text{樹高}$

樹木直徑 > 28 厘米： $GW = 0.0346 \times (DBH)^2 \times \text{樹高}$

2. 測量樹木的絕乾重量 (dry weight)

絕乾重量是指木材除去水分後的重量。平均而言，絕乾重量約為生長重量的五成。

計算絕乾重量的公式：

$$GW \times 0.5 = DW$$

3. 測量樹木碳儲存量 (carbon storage)

碳儲存量是指通過光合作用儲存在樹木木材中的碳量。平均而言，大約五成的絕乾重量是碳。

計算樹木碳儲存量的公式：

$$DW \times 0.5 = CS$$

測量樹木碳儲存

設備清單	
物品	數量（每組）
原子筆／鉛筆	2-3
單板夾	2
捲尺（2 米）	1
拉尺（30 米）	1
測角儀	1
卡尺	1
計算機	1

時間： 10 分鐘（室內介紹）；35 分鐘（戶外收集數據）

地點： 活動地點二

小組活動： 4/5 人一組，完成以下任務

任務一. 測量儲存在樹木的碳

請跟從科學探究流程進行樹木碳儲存分析

1. 辨認問題

與你的組員討論以下問題

- 試說出植物如何製造食物？這個過程需要哪些元素？
- 為甚麼這個過程對其他生物相當重要？
- 樹木中的碳儲存在哪裏？
- 你認為一棵樹可以儲存多少碳？

2. 設定探究問題

- 根據考察活動，提出一個探究問題
- 用六何法（何人、何事、何時、何地、為何、及如何）設定問題

必答題：一棵樹能儲存多少碳？

自選題：設定你的探究問題：

3. 數據收集

- 記錄你的數據到表格 A-C (P.18-21)
- 以適當的格式展示你的數據

資料收集

- 1 每組按照 P.14-16 中列出的步驟測量樹木的碳儲存量
- 2 在現場尋找五棵可量度的樹木
- 3 樹木圓周測量—表格 A
- 4 樹木高度測量—表格 B
- 5 樹木生物量和碳儲存量計算—表格 C

資料收集

在以下的表格中記錄你所收集的數據：

表格 A. 樹木圓周

樹木圓周		
樹木	圓周（厘米）	胸徑（厘米）
1		
2		
3		
4		
5		

計算樹木胸徑的公式：

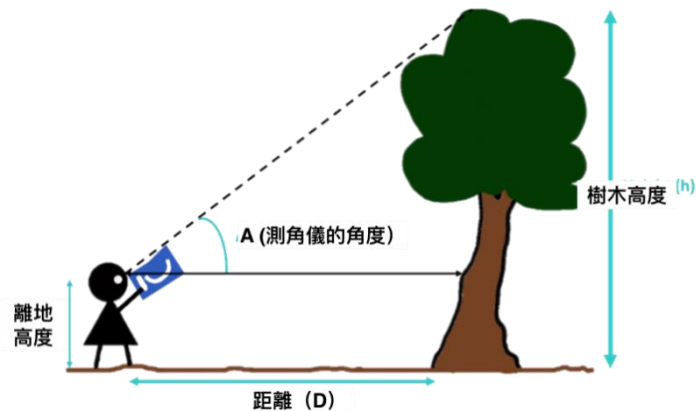
$$\text{胸徑} = \text{圓周} / \pi$$

表格 B. 樹木高度

樹木高度							
樹木	D 與樹木的距離 (米)	測角儀讀數 (°)		$\tan \theta$ \tan [測角儀讀數 (°)]	h 離地高度 (米)	樹木高度 (米)	樹木平均高度 (米)
1		第一次					
		第二次					
		第三次					
2		第一次					
		第二次					
		第三次					
3		第一次					
		第二次					
		第三次					
4		第一次					
		第二次					
		第三次					
5		第一次					
		第二次					
		第三次					

樹木高度 = \tan [測角儀讀數 (°)] × 與樹木距離 + 離地高度

樹木高度 = $\tan \theta \times D + h$



表格 C. 樹木碳儲存量計算

樹木碳儲存			
樹木	生長重量 (公斤)	絕乾重量 (公斤)	碳儲存量 (公斤)
1			
2			
3			
4			
5			

4. 數據分析

1. 根據表格 A 和 C 中記錄的數據，你有甚麼發現？

2. 討論：

根據收集的數據和已有知識，回答以下問題：

- a. 二氧化碳與氣候變化有甚麼關係？

- b. 在氣候變化的大環境中，樹木碳儲存有甚麼作用？

5. 得出結論

必答題：

一棵樹能儲存多少碳？

自選題：回答你的探究問題：

挑戰題

植物辨認：你能在考察地點找到這棵低地植物嗎？留意植物辨認卡，思考氣候變化將如何影響這棵植物。



名稱：
鵝掌柴／鴨腳木

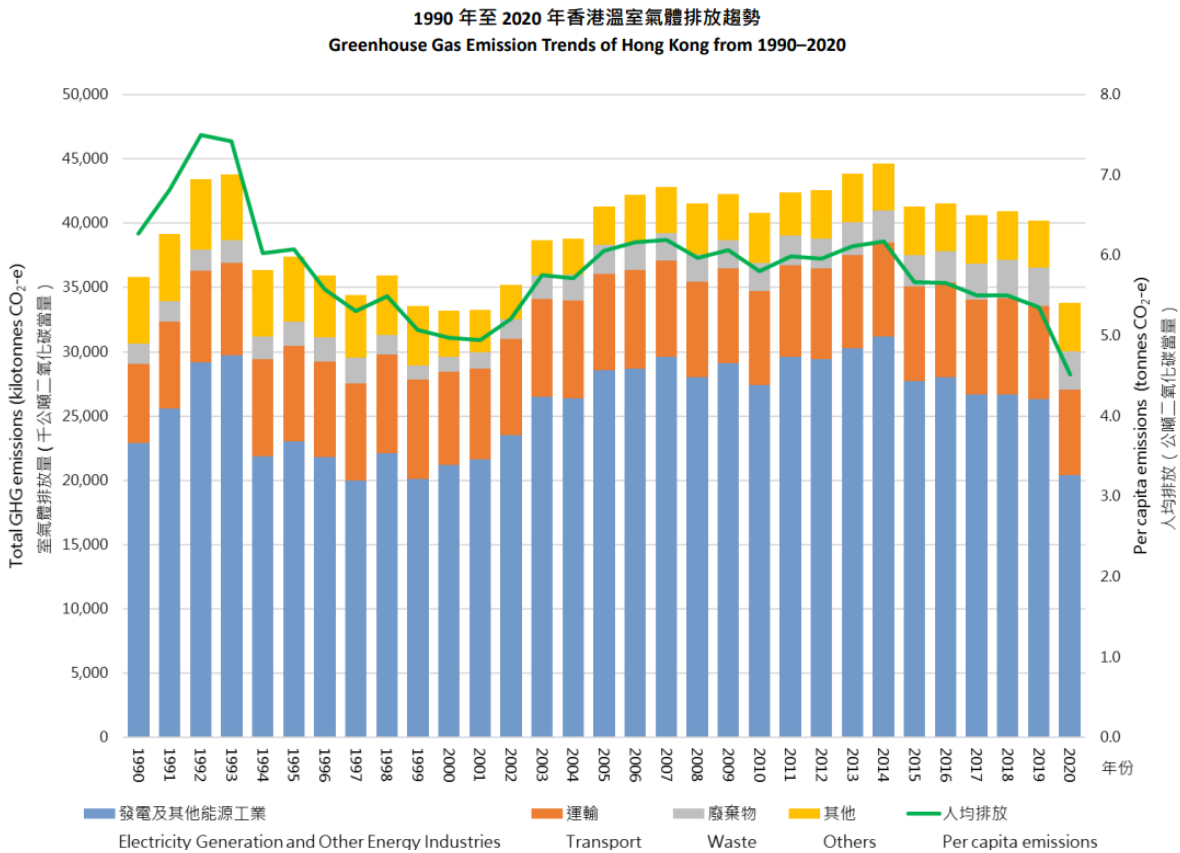
提示：

它的掌狀複葉形狀像鴨掌或鵝掌，其名稱也展示了這個特徵。

考察後活動：討論

根據你在考察中收集的數據和已有知識，與你的組員討論以下問題。

1. 為甚麼樹木/植物對維持大氣中的氧氣和二氧化碳平衡這麼重要？那個維持大氣平衡的過程是甚麼？
2. 在過去的一百年裡，人類活動一直打亂大氣中氧氣和二氧化碳的自然平衡，導致大氣中的二氧化碳量增加。圖 1 和圖 2 顯示了 1990 年至 2020 年香港的年度溫室氣體排放趨勢和香港各排放源的溫室氣體排放量。試描述並解釋香港 2010 年至 2020 年的溫室氣體排放趨勢。選擇一個行業並討論有甚麼有效減少溫室氣體排放的措施。



3.

圖 7. 1990 至 2020 年香港溫室氣體排放趨勢（環境及生態局，2022）

香港溫室氣體排放量（按排放源劃分）
Greenhouse Gas Emissions in Hong Kong (by Sector)

單位 Unit：千公噸二氧化碳當量 kilotonnes CO₂-e

年份 Year	能源 Energy			廢棄物 Waste	工業過程及產品使用 Industrial Processes and Product Use	農業、林業及其他土地利用 Agriculture, Forestry and Other Land Use	總數 TOTAL
	發電及其他能源工業 Electricity Generation and Other Energy Industries	運輸 Transport	其它燃料耗用@ Other End Use of Fuel@				
1990	22,900	6,160	4,840	1,550	215	139	35,800
1991	25,600	6,720	4,510	1,600	638	121	39,200
1992	29,200	7,110	4,720	1,660	651	99	43,500
1993	29,700	7,210	4,320	1,750	724	86	43,800
1994	21,900	7,520	4,240	1,770	830	76	36,400
1995	23,000	7,430	4,040	1,940	935	84	37,400
1996	21,800	7,410	3,810	1,900	952	84	35,900
1997	20,000	7,540	3,750	2,000	1,050	74	34,500
1998	22,100	7,670	3,560	1,550	978	68	36,000
1999	20,100	7,710	3,540	1,110	1,020	82	33,500
2000	21,200	7,270	2,530	1,120	978	75	33,200
2001	21,600	7,090	2,340	1,260	862	82	33,200
2002	23,500	7,530	2,100	1,490	503	79	35,100
2003	26,500	7,610	2,140	1,800	540	72	38,700
2004	26,400	7,600	2,110	2,000	634	65	38,800
2005	28,600	7,490	2,070	2,230	857	72	41,300
2006	28,700	7,650	2,250	2,160	1,380	72	42,300
2007	29,600	7,470	2,200	2,180	1,340	50	42,800
2008	28,000	7,450	2,320	2,160	1,560	29	41,500
2009	29,100	7,390	2,210	2,210	1,370	25	42,300
2010	27,400	7,340	2,280	2,200	1,580	32	40,800
2011	29,600	7,150	1,950	2,290	1,350	32	42,300
2012	29,400	7,090	2,090	2,340	1,640	29	42,600
2013	30,300	7,240	2,080	2,530	1,690	31	43,900
2014	31,200	7,290	1,990	2,500	1,630	30	44,700
2015	27,700	7,410	2,020	2,400	1,710	30	41,300
2016	28,000	7,400	2,010	2,450	1,650	30	41,500
2017	26,700	7,360	2,020	2,800	1,720	30	40,600
2018	26,700	7,470	2,090	2,980	1,690	29	41,000
2019	26,300	7,270	1,940	2,950	1,710	28	40,200
2020	20,400 (60.4%)	6,650 (19.7%)	1,970 (5.8%)	2,960 (8.7%)	1,780 (5.3%)	35 (0.1%)	33,800 (100%)

註釋 Notes:

由於四捨五入關係，統計表內個別項目的數字加起來可能與總數略有出入。

There may be a slight discrepancy between the sum of individual items and the total as shown in the table owing to rounding.

數值以三個有效數字表示

Numbers are rounded to three significant figures

@ 「其它燃料耗用」包括在商業、工業及住宅中耗用的燃料

The "Other End Use of Fuel" includes the use of fuel for combustion in commercial, industrial and domestic premises.

圖 8. 香港溫室氣體排放量（按排放源劃分）（香港特別行政區政府，2022）

4. 漁護署定期進行植樹工作，並自 2009 年起推行郊野公園植林優化計劃（圖 9-12）。這些活動對氣候變化有甚麼意義？



圖 9. 漁護署為公眾舉辦郊野公園遠足植樹日



圖 10. 在郊野公園植林優化計劃場地附近介紹計劃項目的佈告板



圖 11. 植樹工作



圖 12. 原生樹苗的種植

🔍 挑戰題

根據植物辨認挑戰題，鵝掌柴如何受到氣候變化影響？

考察後活動：了解你的碳排放

任務一.

利用以下網頁的碳排放計算器計算你的碳足印：

<https://www.carboncalculator.gov.hk/tc>

1. 你的年均碳排放是多少？ _____ 噸二氧化碳當量
2. 哪個是你的年碳排放量最高的項目（請圈出你的答案）？
 - 衣服
 - 食物
 - 生活
 - 運輸
3. 計算需要多少棵樹才能抵消你的年碳排放量（使用考察數據收集到最高的樹木碳儲存來計算）
*提示：1 噸= 1000 公斤

抵消年碳排放所需的樹木數量：

任務二. 小組討論

1. 你的日常活動（碳排放量最高的類別）如何影響碳排放？

2. 你應如何減少生活的碳排放？



第一部分. 樹木年輪資料：

樹木年輪的結構

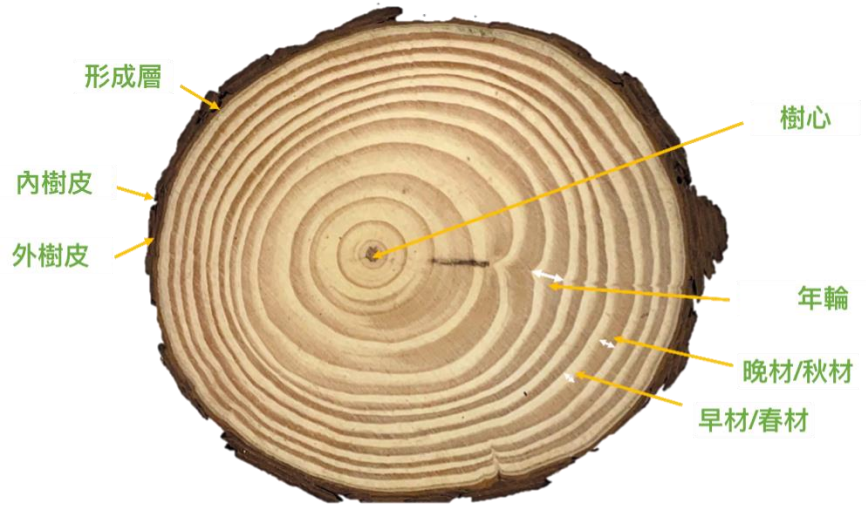
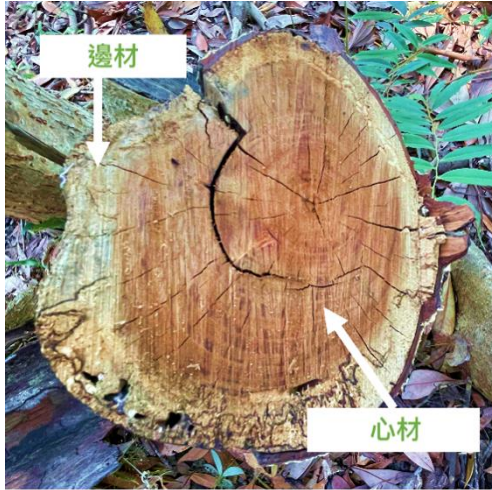


圖 1. 樹樁的橫切面

組成部分	描述
年輪	<ul style="list-style-type: none"> 兩環之間的距離代表一年的增長 年輪一年四季都在生長，生長在溫帶氣候比生長在熱帶氣候的樹有更清晰可見的年輪 樹每一年成長都會增加一個年輪 早材+晚材即一年的生長，即一環
早材/春材	<ul style="list-style-type: none"> 在春季和初夏樹木的生長速度較快，產生大血管細胞 外觀：多孔、木紋淺色的寬環
晚材/秋材	<ul style="list-style-type: none"> 在夏末和秋季，因為環境中的水份減少，樹木的生長速度減慢所以產生較少細胞 外觀：顏色較深，木紋較緊的窄環
樹心	<ul style="list-style-type: none"> 樹幹的中心，由原始的樹苗細胞組成
內樹皮(韌皮部)	<ul style="list-style-type: none"> 一層薄薄的濕潤層，也稱為韌皮部 舊細胞死亡時會產生新的樹皮細胞 營養從樹葉帶到樹皮
外樹皮	<ul style="list-style-type: none"> 樹幹和樹枝被一層厚厚的軟木圍繞著 保護樹木免受天氣、動物、昆蟲和真菌破壞 防止水分和礦物質蒸發

<p>形成層</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 樹皮下的一層細胞 ▪ 樹目前生長的地方 ▪ 這是水和礦物質從根部被輸送到葉子的位置。在靠近邊材的形成層內側可見木質部細胞 ▪ 這是食物從葉子上被運送到樹上的位置。在靠近樹皮的形成層可見韌皮部細胞 ▪ 能量導致韌皮細胞分裂。外半部成為新的韌皮部細胞，內半部成為新的木質部細胞（形成年輪） ▪ 隨著新的木質部細胞形成，樹會長得更高更厚
<p>邊材</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 隨著樹木的生長，邊材中添加了細胞層 ▪ 它是樹幹中的較淺色的木材 ▪ 由於邊材從根部向葉子輸送營養和水分，因此它是潮濕的，而且容易受到真菌和昆蟲的侵襲
<p>心材</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 比邊材的顏色較深 ▪ 圍繞著樹心形成 ▪ 由不再運輸水份和養份的細胞組成 ▪ 為樹木提供支持 ▪ 心材比邊材更耐用，更能抵抗真菌和昆蟲的侵襲

第二部分. 解釋樹木年輪的模式

- 如果年輪在一側變厚，即樹木向一方傾斜。強風或大風暴會導致樹木傾斜。
- 疤痕和其他痕跡可能來自昆蟲傷害、疾病、雷擊或森林火災。
- 乾燥或乾旱的天氣會導致樹木在生長季節的生長減少（較窄年輪）。
- 有利的天氣令樹木有更好的成長（較闊的年輪）。
- 如果年輪的寬度一致，反映氣候每年大致相同。

植物辨認卡



中文名： 鵝掌柴／鴨腳木

學名： *Schefflera heptaphylla*

形狀： 常綠中型木或灌木，<10 米高

樹幹： 灰褐色和平滑

葉子： 互生，掌狀複葉

花朵： 八月至九月，白色

果實： 十二月至二月，黑色

棲息地： 灌木叢；低山林；低地林

本地物種