

讓我們共同來保護
地球的一片藍天
清新空氣，你我共享！



澳門的空氣質素



澳門的空氣質素



環境委員會



目錄

1. 澳門大氣概況

- 澳門地理簡介 5
- 澳門的氣候特徵 6
- 氣象與空氣污染的關係 8
- 本澳的空氣污染源 10

2. 大氣污染引致的問題

- 酸雨 11
- 溫室效應 14
- 臭氧層受損 17
- 光化學煙霧 19

3. 澳門空氣質素的監測

- 全自動空氣監測網絡 22
- 澳門空氣質量指數 25

4. 澳門空氣質素的改善

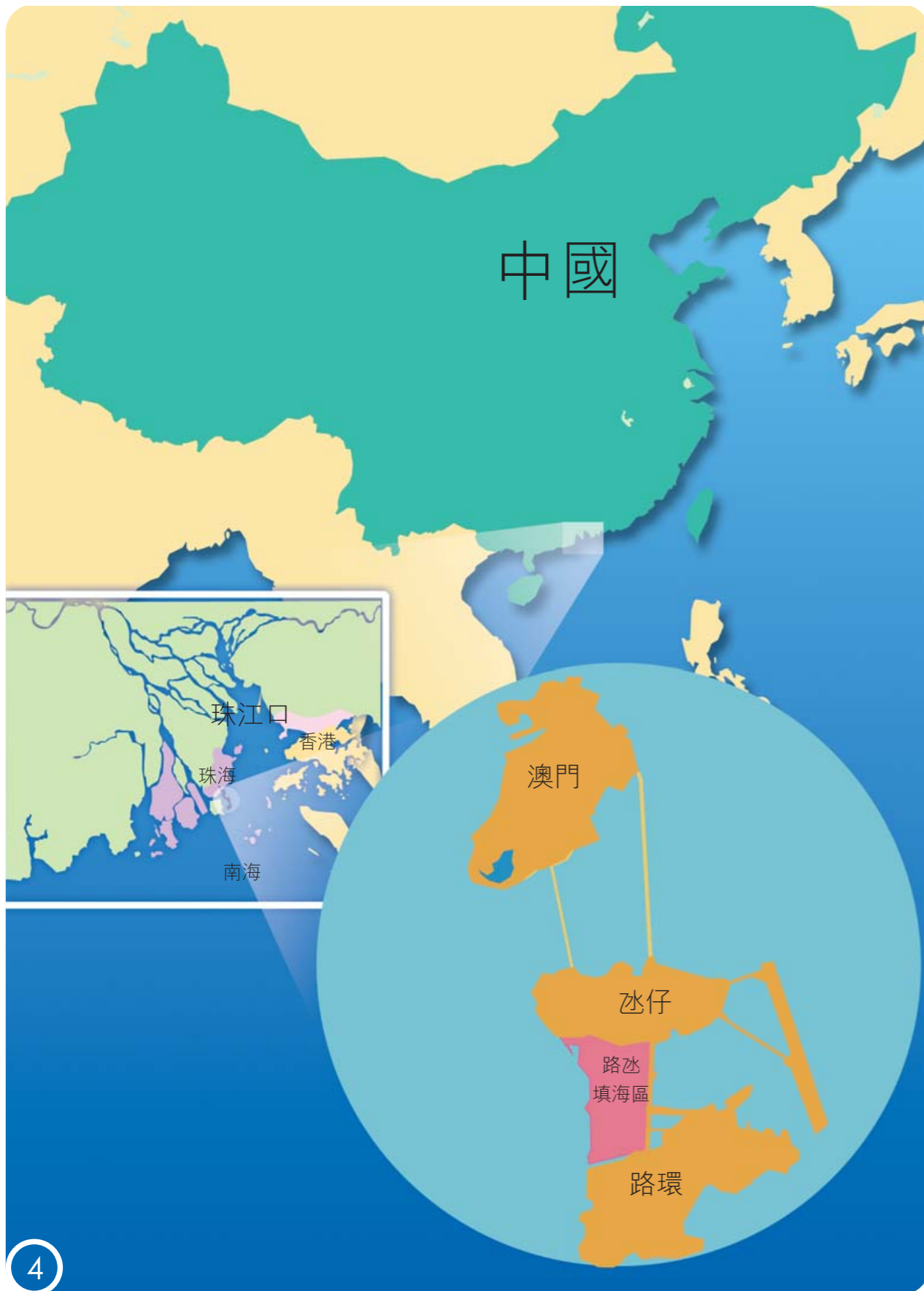
- 保護大自然 28
- 燃料改進及汽車進口 31
- 車輛的檢測及維修 33
- 一些重要的環保公約 34

5. 結束語

38

6. 附錄

40



1. 澳門大氣概況

澳門地理簡介

澳門位於中國南部珠江口西側，與廣東省接壤，在珠江三角洲之西岸，是中國南海的水陸交匯處，由澳門半島、氹仔島、路環島及路氹填海區組成，總面積達25.8平方公里。



1. 澳門大氣概況

澳門的氣候特徵

位於北回歸線以南的澳門，冬夏季風向相反，每年十月中旬至十二月是澳門的秋冬季，氣候最為舒適。此時，亞洲大陸天氣轉涼，來自西伯利亞的冷空氣接踵而至，經過華中、華南抵達澳門，帶來了寒冷乾燥的北風（見右圖），由於大氣中水氣含量少，故降雨量及降雨日數較少。在此期間，大氣較為穩定，特別在天氣好風力弱的情況下，空氣擴散條件相對下降，因此空氣污染物較容易累積而出現空氣質量不良的現象。



澳門的秋冬季風向

三至四月是季節交替期，中國南海沿岸多吹東或東南風，溫度及濕度上升，使澳門的天氣變得潮濕、多霧、細雨濛濛，能見度亦相對降低。



1. 澳門大氣概況

五月至九月是澳門的夏季，天氣炎熱且潮濕，還會出現不少惡劣天氣，如暴雨、熱帶氣旋及雷暴等。在此期間，大氣穩定度相對較低，空氣擴散條件相對較好，空氣污染物不容易積累，因此空氣質量多為良好。

澳門三面環海，面積細小，由於在冬季主要受到寒冷性大陸高氣壓的影響，大氣比較穩定，加上北風盛行，把內陸的污染物帶至澳門地區，造成本澳冬季污染物濃度相對較高。相反，在夏季由於是雨季，且盛行偏南風，來自中國南海的氣流，使本地區的污染物有效擴散，因而夏季的污染物濃度較低。



澳門的夏季風向



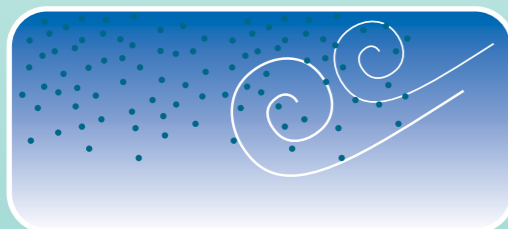
1. 澳門大氣概況

氣象與空氣污染的關係

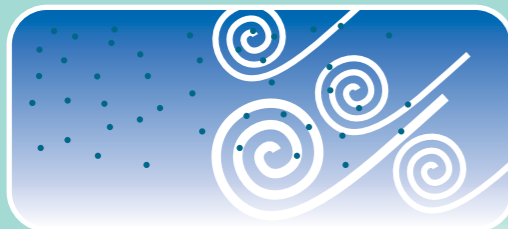
氣象與空氣污染有著密不可分的關係，在不同的氣象條件下，同一污染源在地表排放所造成的污染物濃度可相差幾十倍至幾百倍。一般來說，風向和風速、大氣穩定度、溫度、降水(雨、雪、冰雹、霜及霧)等氣象條件，對空氣質素的好與壞有著較大的影響。

1. 風向和風速

風速	空氣污染物		
	稀釋能力	濃度	大氣污染
大	快	低	輕
小	慢	高	重



當風速較小時，污染物濃度較高



當風速增大時，污染物濃度較低

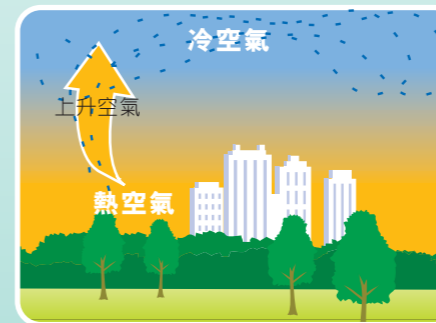


風速及風向計

1. 澳門大氣概況

2. 溫度

溫度狀態	大氣溫度變化	大氣溫度		空氣流動	空氣污染
		上層	下層		
正常	隨高度上升溫度遞減	低	高	易	輕
逆溫	隨高度上升溫度漸增	高	低	不易	重



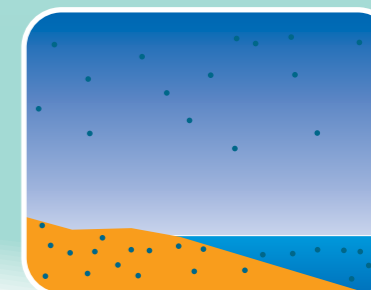
正常狀態



逆溫狀態

3. 降水

降水能起著淨化空氣的作用，沖洗大氣中的污染物並使之沉降，從而降低大氣污染物的濃度。污染物會隨著雨、雪、冰、雹等降落大地，並轉移至水體及土壤中去。



1. 澳門大氣概況

本澳的空氣污染源

本澳的空氣污染源主要分為兩類：一是由自然界產生的，如岩石風化或森林山火等。二是由人為因素產生的，主要來自各類生活及生產活動燃燒過程中所釋出的廢氣，如汽車尾氣、工業廢氣及烹調油煙等。

澳門是一個旅遊業和輕工業並重的城市，本地高污染的重工業並不多。總括來說本澳的空氣污染主要來自車輛的廢氣、工業生產以及外來污染。



2. 大氣污染引致的問題

酸雨

酸雨的形成主要是二氧化硫和氮氧化物等物質進入大氣後，與大氣中的氧份子和水份子化合後產生硫酸和硝酸，這些物質隨雨落下形成了酸雨。(一般把pH值小於5.6的雨水稱為酸雨)

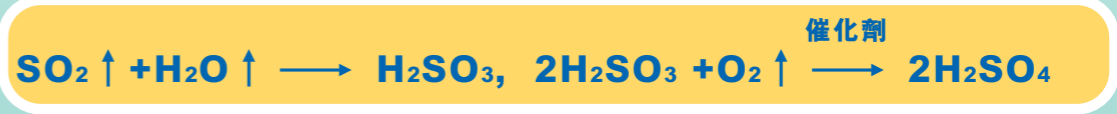


酸雨形成的化學機制:

1. 在氣相反應下，SO₂被氧化成三氧化硫(SO₃)，然後再轉變為硫酸(H₂SO₄)。



2. 在液相反應下，SO₂生成亞硫酸(H₂SO₃)，在鐵、錳等金屬鹽作用下，被催化形成硫酸(H₂SO₄)。



3. NO_x的排放主要是由於石化燃料在高溫下燃燒所產生。在石化燃料的燃燒過程中，佔95%以上的NO被排進大氣後，大部份均轉化為NO₂，其後再在大氣中轉化為HNO₃(硝酸)及HNO₂(亞硝酸)。



2. 大氣污染引致的問題



酸雨的危害:



破壞森林及生態系統



改變土壤性質及結構



破壞水生生態系統



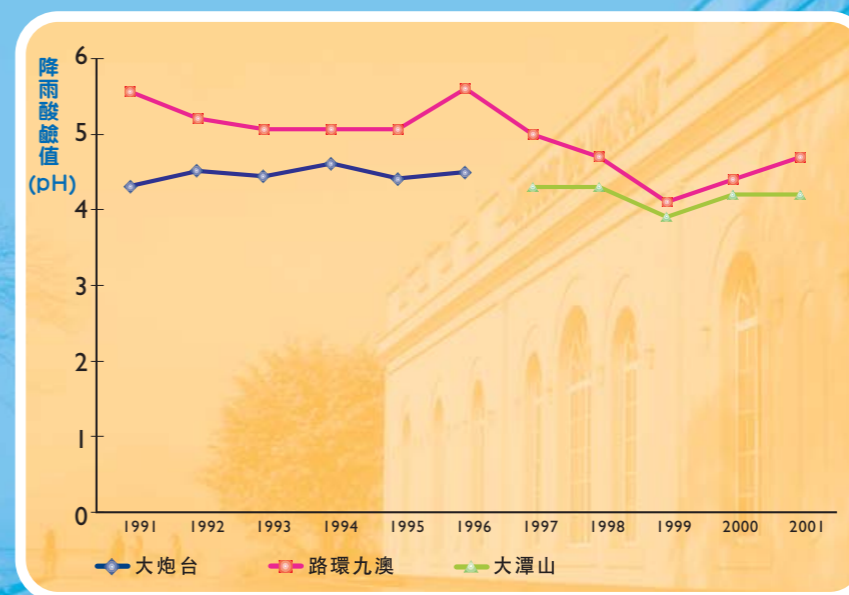
腐蝕建築物



對人類的呼吸系統及皮膚構成損害

2. 大氣污染引致的問題

根據在過去十年來，澳門在大炮台、路環九澳及大潭山對降雨酸鹼值的檢測顯示，本澳的雨水都略呈酸性(見下圖)。

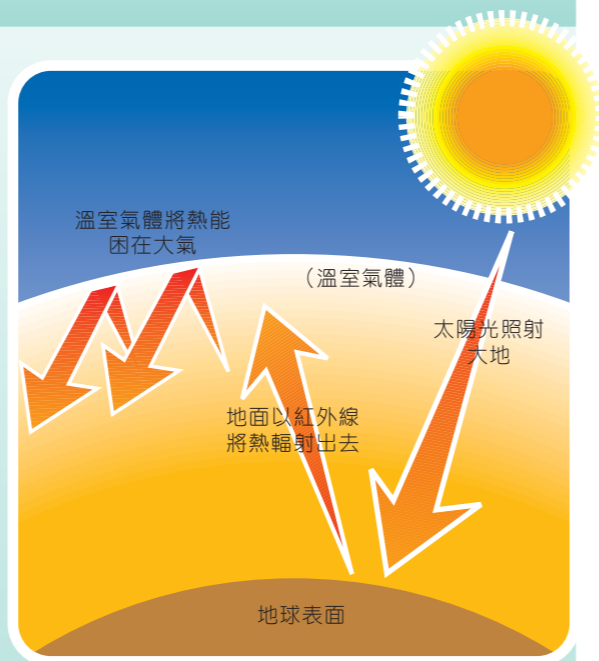


測量酸雨的儀器

2. 大氣污染引致的問題

溫室效應：

溫室效應主要是存在於大氣中的溫室氣體如二氧化碳、甲烷及氧化亞氮等的累積(見下表)，使低層大氣的氣溫逐漸升高，就好像溫室的玻璃罩一樣，這些溫室氣體將地表向外輻射的紅外線吸收，從而使地表溫度升高，這種現象稱為“溫室效應”。



溫室氣體名稱	主要來源	作用大小 (%)
二氧化碳 CO ₂	礦物燃料燃燒，燒毀森林，人類的生產活動	64
甲烷 CH ₄	生產和使用能源，畜牧業，農業(稻田)，堆填區，生物及礦物燃料的燃燒	20
氧化亞氮 N ₂ O	含有肥料的土壤，生產酸類，燃燒生物和礦物燃料	6
鹵化物 CFCl ₃ CF ₂ Cl ₂	工業，制冷業，噴霧劑，推進器裝置，膨脹了的溶解性泡沫	10

2. 大氣污染引致的問題

溫室效應原是地球大氣層中的一種自然現象，因為這種現象的存在，地球表面才能保持溫暖，提供適合動植物生存的環境。然而由於人類頻繁的經濟活動，致使大氣中的溫室氣體驟增，破壞了地表故有的熱平衡，最終使地球溫度逐步上升。與此同時，這種改變亦導致氣候異常的現象出現。

根據資料顯示，溫室效應使全球變暖。自上個世紀以來，地表溫度平均已升高了0.5°C。

溫室效應的危害：



冰川融化



海平面升高，可能淹沒沿岸低窪地帶及一些島嶼



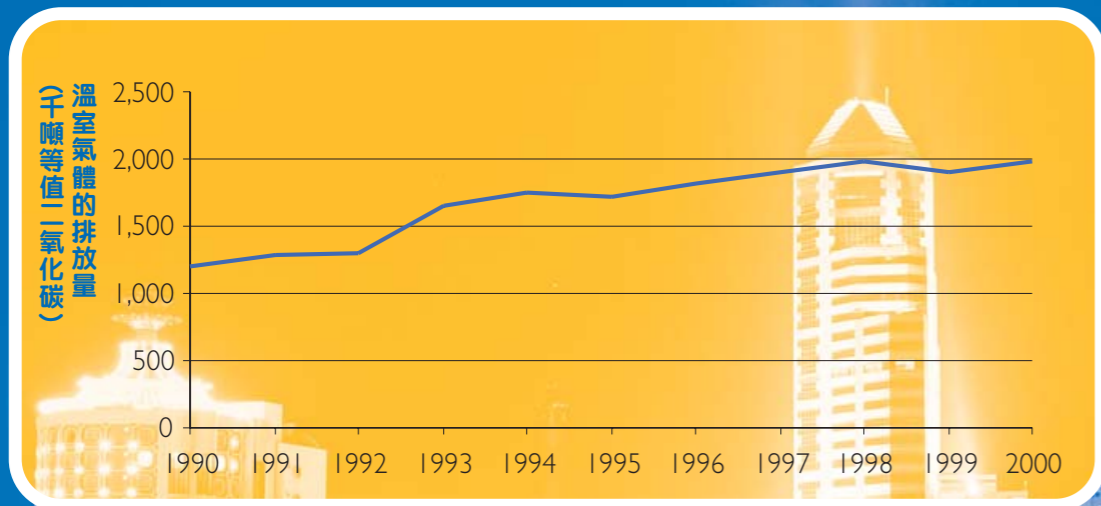
極端氣候的出現，特別是極高溫狀況的出現



改變水的循環及降水規律，連續造成水災或旱災

2. 大氣污染引致的問題

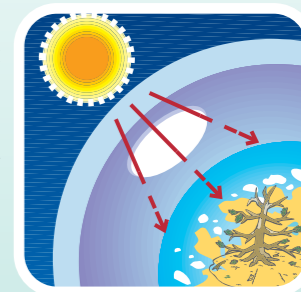
近年來，澳門在能源需求及消耗方面正逐年增長，使用和生產能源所排出的二氧化碳亦呈上升趨勢(見下圖)。



2. 大氣污染引致的問題

臭氧層受損

臭氧層主要集中在平流層中20—55千米的高空，對保護地球上的生命及調節氣候，有著十分重要的作用。但隨著平流層內運行的交通運輸日益增多及人類經濟活動產生的氮氧化物 (NO_x) 和氯氟烴 (CFCl₃、CF₂Cl₂，又名氟利昂，俗稱“雪種”) 等氣體進入平流層，使臭氧層受到破壞，在南極上空形成了“臭氧洞”。



臭氧被破壞的過程及原理較複雜，反應式大致如下：

反應1

反應2

反應3

反應4

反應5

若CFCs等化合物的存在，臭氧便會被破壞和分解。

ClO與游離態氧原子反應生成O₂和Cl。

游離態氯原子繼續分解另外一個臭氧分子。

臭氧的自然形成及分解過程

反應1 $O_2 \xrightarrow[160-240nm]{UV} O + O$

反應2 $O_2 + O \rightarrow O_3$

反應3 $O_3 \xrightarrow[200-320nm]{UV} O_2 + O$

臭氧的分解

臭氧層被破壞的過程

反應4 $Cl + O_3 \rightarrow ClO + O_2$

反應5 $O + ClO \rightarrow Cl + O_2$

$O + O_3 \rightarrow 2O_2$

臭氧分子被氯破壞

臭氧分子被破壞的示意圖

(資料來源：OMN和PNVA：The changing Ozone Layer, 1995)

2. 大氣污染引致的問題

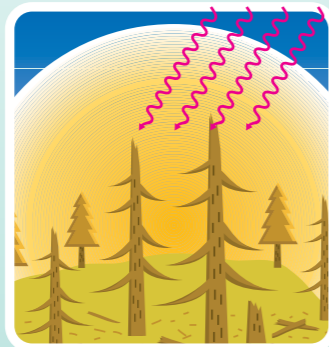


氯氟烴化合物，在市場上主要來自噴灑清潔劑、消防滅火劑、刮面泡沫氣溶膠、泡沫塑料的聚苯乙烯、冰箱及冷氣機的“雪種”…即氟利昂-11、氟利昂-12等。

臭氧層受損所產生的危害：



由於臭氧層受破壞，過量的紫外線輻射到地面，危害人體健康。

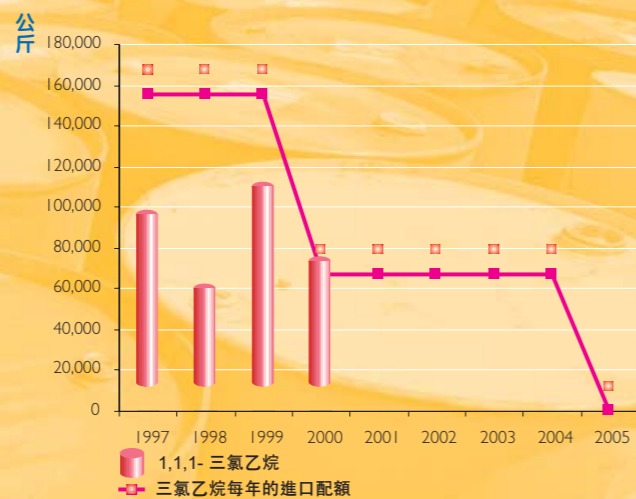


紫外線輻射增大，會對動物、植物及微生物產生影響，危及自然生態平衡。



平流層溫度發生變化，還將導致地球氣候反常，災害性天氣頻生。並影響植物生長。

澳門為了減少臭氧層的破壞，已對破壞臭氧層的物质進行入口管制，以逐年減少其進口量。2005年將完全停止如1,1,1三氯乙烷(C₂H₃Cl₃)破壞臭氧層物質的進口。



2. 大氣污染引致的問題

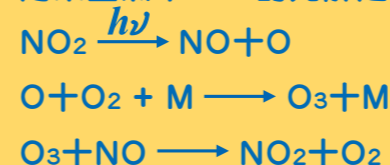
光化學煙霧

光化學煙霧-----大氣中的氮氧化物(NO_x)和碳氫化合物(HC)等一次污染物在陽光的作用下發生一系列的光化學反應，生成臭氧(佔反應產物的85%以上)、過氧乙酰硝酸酯(PAN比例約佔反應產物的10%)、高活性自由基(RO₂、HO₂、RCO等)、醛類(甲醛、乙醛、丙烯醛)、含酮類和有機酸類等二次污染物；如大氣中含二氧化硫，還有硫酸鹽氣溶膠的生成(即光化學氣溶膠)。這些一次的和二次的污染物所形成的混合物，稱之為光化學煙霧。



光化學煙霧形成的機制很複雜，其主要過程為：

1. 污染空氣中NO₂的光解是光化學煙霧形成的起始反應。

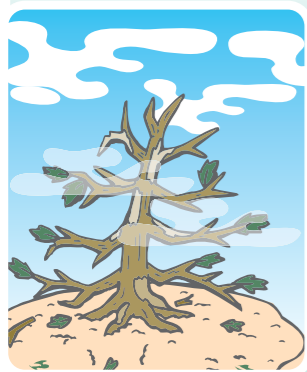


2. 碳氫化合物被HO、O等自由基及O₃氧化生成醛、酮、酸等產物和重要的中間產物(RO₂、HO₂、RCO等自由基的生成)。

3. 過氧自由基引起NO向NO₂的轉化，并導致O₃和PAN等的生成。

2. 大氣污染引致的問題

光化學煙霧的危害：



影響植物生長



降低能見度

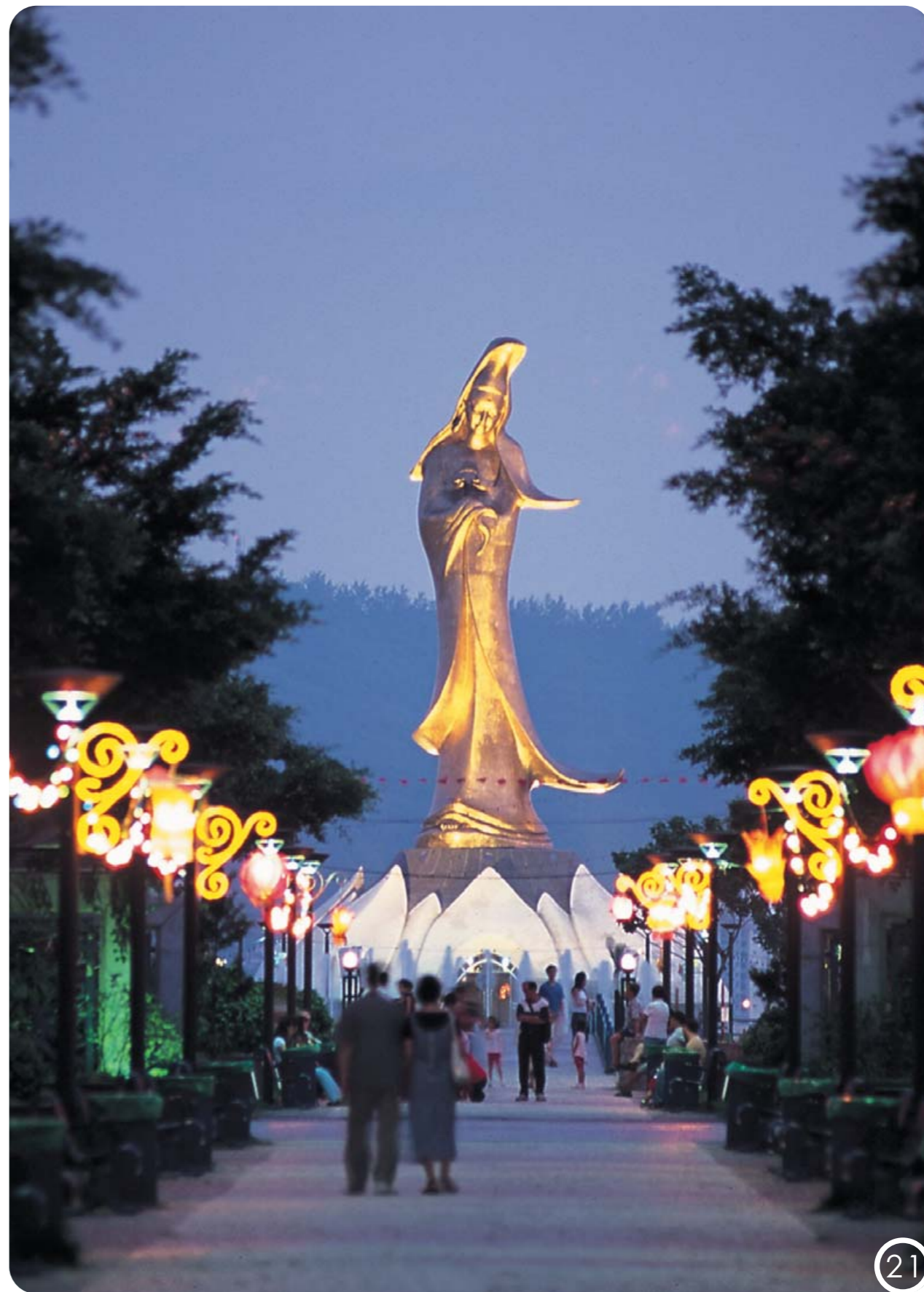


腐蝕建築材料



使人眼睛發紅，咽喉疼痛，呼吸憋悶、頭昏、頭痛

目前，本澳大氣中的氮氧化物(NO_x)與碳氫化合物(HC)主要來自車輛尾氣。



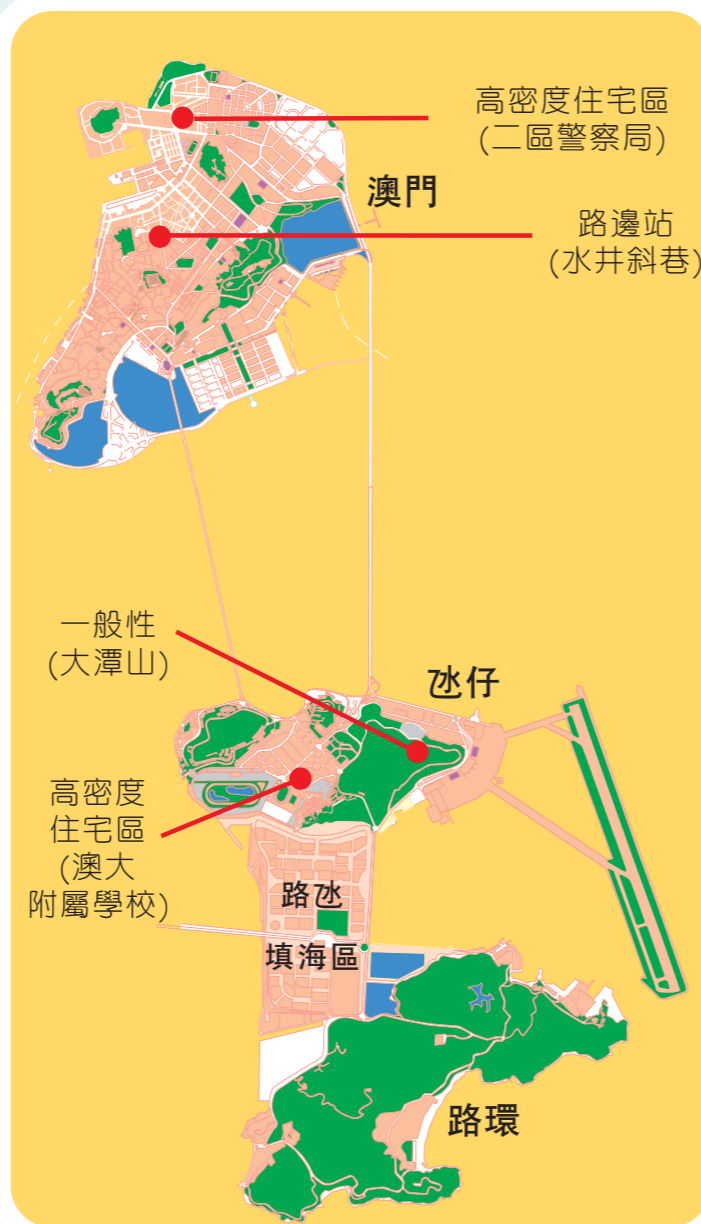
3. 澳門空氣質素的監測

全自動空氣監測網絡

地球物理暨氣象局(現在的地球物理暨氣象局)在1987年至1997年期間，先後在本澳設立了10個半自動空氣質量監測站。監測站按分佈地點分為路邊站、高密度住宅區和一般性監測站三類。

從1998年開始，該局著手設立一個全自動空氣質量監測網絡，在澳門具有代表性的區域設置了四個空氣監測站，用以取代運作多年的半自動空氣質量監測站。其中兩個位於澳門半島，另外兩個位於氹仔島(見右圖)，作全天候式的監測。

監測站分佈圖



3. 澳門空氣質素的監測

站名	裝置地點	地點特徵	測量污染物	測量程序 時間/週期
大潭山	地球物理暨氣象局	山頂，一般性環境	可吸入懸浮粒子 二氧化硫 二氧化氮 臭氧	24小時連續監測
北區	二區警察局 (暫時設置於民政總署化驗所)	商業及高密度住宅區	可吸入懸浮粒子 二氧化硫 二氧化氮 臭氧 一氧化碳	24小時連續監測
氹仔	澳大附屬學校	學校及高密度住宅區	可吸入懸浮粒子 二氧化氮 臭氧 一氧化碳	24小時連續監測
水坑尾區	水井斜巷	路邊及商業、住宅區	可吸入懸浮粒子 二氧化氮 一氧化碳	24小時連續監測



北區



水坑尾區



大潭山



氹仔

3. 澳門空氣質素的監測



流動空氣質量監測車

澳門空氣質量的狀況通常是以某些特定污染物在某時段內的濃度作為指標。現時澳門主要監測二氧化硫(SO₂)、二氧化氮(NO₂)、可吸入懸浮粒子(PM₁₀^{*})、一氧化碳(CO)和臭氧(O₃)等參數，而前四種污染物是由污染源直接排放到大氣中，故被稱為一次污染物，臭氧是由上述的一次污染物間相互進行化學反應而生成，故被稱為二次污染物。

除此之外，亦因應不同需要，利用一部流動空氣質量監測車，到澳門不同地點進行監測。

監測設備

四個空氣監測站及流動監測車採用下列方法進行全自動分析：

污染物類型	檢測方法
可吸入懸浮粒子	振盪微型天平法
二氧化硫	紫外光螢光法
氮氧化物	化學發光法
臭氧	紫外光測定法
一氧化碳	非分散紅外光吸收法

*PM₁₀—直徑小於10微米的可吸入懸浮粒子。

3. 澳門空氣質素的監測

澳門空氣質量指數(AQI*)

澳門空氣質量指數是根據24小時自動監測站所得資料，將當日空氣中可吸入懸浮粒子、二氧化硫、二氧化氮、一氧化碳及臭氧等濃度的測量值，換算成該污染物對人體健康的影響程度之污染副指數，再以當日各污染副指數值之最大值作為該監測站當日之空氣質量指數。



污染物濃度轉化為空氣質量指數的計算

各污染物的濃度在當日的測量值，將根據以下對照表找出其參考值，代入相關公式進行計算。

空氣質量副指數 (AQI)I _x	PM ₁₀ 濃度 24小時平均 (μg/m ³) C _x	SO ₂ 濃度 24小時平均 (μg/m ³) C _x	NO ₂ 濃度 24小時平均 (μg/m ³) C _x	O ₃ 濃度 8小時平均 (μg/m ³) C _x	CO濃度 8小時平均 (mg/m ³) C _x
0	0	0	0	0	0
50	100	60	80	80	5
100	150	150	150	160	10
200	350	800	280	350	17
300	420	1600	565	600	34
400	500	2100	750	800	46
500	600	2620	940	1000	57

*AQI — Air Quality Index

3. 澳門空氣質素的監測

澳門空氣質量指數計算公式

當污染物濃度在 $C_n \leq C_i \leq C_{n+1}$ 時

其污染副指數公式為 $\frac{(C_i - C_n)}{(C_{n+1} - C_n)} = \frac{(I_i - I_n)}{(I_{n+1} - I_n)}$

即: $I_i = \frac{(C_i - C_n)}{(C_{n+1} - C_n)} \times (I_{n+1} - I_n) + I_n$

- 其中
- I_i = 第 i 種污染參數的污染副指數
 - C_i = 第 i 種污染參數的濃度值
 - I_n = 第 i 種污染參數 n 轉折點的污染分項指數
 - I_{n+1} = 第 i 種污染參數 $n+1$ 轉折點的污染分項指數
 - C_n = n 轉折點上 i 種污染參數的濃度值
 - C_{n+1} = $n+1$ 轉折點上 i 種污染參數的濃度值
- (計算方法可參考書後附錄，第40頁)



3. 澳門空氣質素的監測

經計算後，將按下表利用所得的數值評估各污染物對人類健康的影響:

空氣質量指數(AQI)	狀態圖示	空氣污染水平	對健康的影響
0~50		良好	沒有影響。
51~100		普通	一般人之健康不會即時受到影響，但如果長時間在這空氣污染水平中，長遠來說亦可能引致不良影響。
101~200		不良	有心臟病或呼吸系統毛病者的健康可能輕微轉壞，而一般人或會感到不適。
201~300		非常不良	有心臟病或呼吸系統毛病者的健康可能會明顯受到影響，而一般人普遍會感到不適。
301~400		嚴重	同上
401~500		有害	同上

*當指數值低於100以下，即表示當日空氣質素符合標準。指數數值在100以上，身體不好而較敏感的人會使其症狀更加惡化。

4. 澳門空氣質素的改善

澳門空氣質素的改善有賴全體市民與政府的共同參與，下列各項措施有助於改善本澳的空氣：

保護大自然

澳門保護自然的工作是以多種多樣的形式進行的，而綠化工作便是其中一種。

綠化對澳門的空氣質量所帶來的好處：

1. 植物可吸收有毒氣體和吸附塵埃，產生淨化環境的作用，就像是空氣的過濾器。

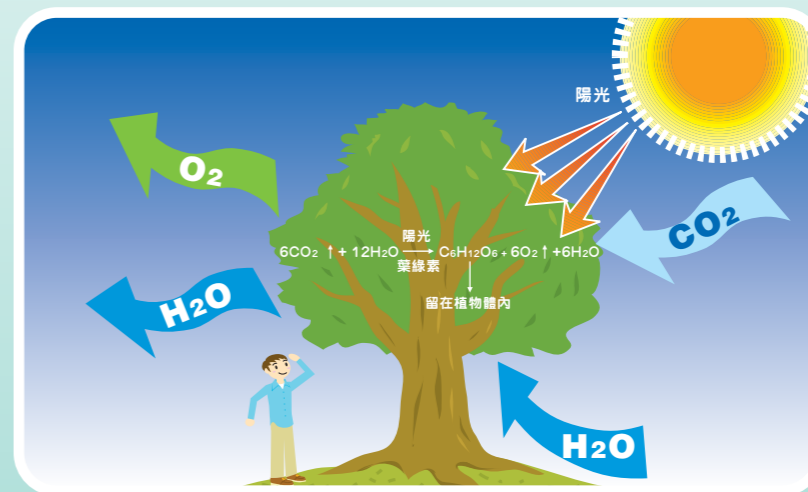


高士德馬路種植的細葉榕及其周圍的植物，有助改善馬路上的空氣質素，降低大氣中有害氣體的濃度。

4. 澳門空氣質素的改善

2. 通過光合作用，植物發揮著吸收二氧化碳與放出氧氣的碳氧平衡功能，就像是個空氣清新機。

光合作用化學反應式：



3. 綠地可以調節空氣的溫度、濕度，改善城市的小氣候，如氣候調節器。
4. 植物或綠地起著殺菌作用。
5. 同時，綠化亦可美化城市景觀。



路環的種植林區內，空氣負離子的濃度較澳門市區高出四倍，有效潔淨了該區內的空氣。

4. 澳門空氣質素的改善

由於綠化與植樹能發揮多重的改善空氣質量的作用，因此，政府積極投放資源綠化城市，在2001年，澳門半島綠化面積約64.4萬平方米；氹仔島綠化面積約50.6萬平方米；路環島綠化面積約385.3萬平方米，使人均綠地面積大約達至11.5平方米。

至於樹木數量方面，2001年澳門半島路旁的樹木總數目為5,634株，而氹仔及路環種植林區則共有40多萬株樹木，發揮著重要的淨化空氣功能。



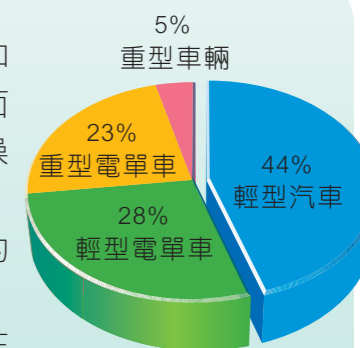
澳門半島綠化面積的增加主要源自新設立的休憩區、小童遊樂場、安全島及路邊綠地；而氹仔及路環島綠化面積的增加則源於馬路分隔帶及迴旋處，這些新增的綠地既點綴了城市空間，也美化了城市。

4. 澳門空氣質素的改善

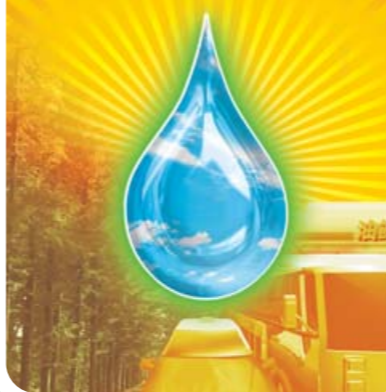
燃料改進及汽車進口

交通工具為人類生活帶來方便，還提供各種財富和服務，但同時交通運輸對環境亦產生負面的影響，路面上大量的車輛會給環境帶來壓力，特別是造成空氣和噪音污染。

根據2001年的統計，輕型汽車佔澳門車輛總數量的44%，其次是輕型電單車佔28%，重型電單車佔23%，重型車輛佔5%，相應的燃料消耗比例亦正緩慢增長。在澳門，交通運輸約佔本澳總能源消耗的45%。



車輛使用低硫柴油
有利改善空氣質素



政府為了減少車輛尾氣污染物的數量，根據8月22日第44/94/M號行政命令，確定無鉛汽油之特徵並定出條件，規定自一九九五年一月一日起可用無鉛汽油之汽車方可進口及註冊。同時，在2000年已經不再入口含鉛汽油*。

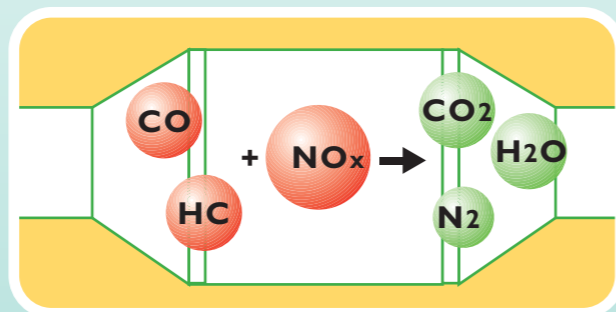
2000年，政府相應調低車用輕柴油的含硫量，根據8月2日第49/2000號行政命令的規定，環境委員會不定期抽取全澳各油站的柴油樣本進行含硫量的化驗和監控。以保障在本澳銷售的車用輕柴油含硫量不得超過其重量的0.05%。

*含鉛汽油 — 汽車使用含鉛汽油所排入大氣中的含鉛化合物，它能抑制人體血紅素的合成，從而摧殘人的中樞神經，造成智力衰退，引起貧血、牙齒變黑、神經麻痺、肝功能障礙等慢性中毒症狀

4. 澳門空氣質素的改善



根據8月22日第44/94/M號法令的第三條，在1995年1月1日後進口本澳及在本澳註冊的汽車必需配備專門使用無鉛汽油所需的裝置，且須安裝三元催化器*，從而減少氮氧化物(NO_x)、一氧化碳(CO)及碳氫化合物(HC)的排放量。

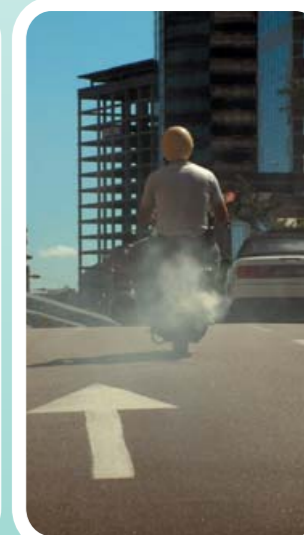


*三元催化器中使用了催化劑，使尾氣中的有害成份如一氧化碳、碳氫化合物、氮氧化物在催化反應器中進行反應，降低污染。

4. 澳門空氣質素的改善

車輛的檢測及維修

除了立法採用低污染的燃料外，車輛本身的狀態與其尾氣污染物的排放有著很大的關係。因此定期維修車輛將對減少車輛尾氣污染物排放有莫大的幫助。政府於1994年3月7日頒佈了第52/94/M號訓令，規定輕型客車、重型摩托車及輕型摩托車進行每十年一次強制性檢驗，同時根據道路法典規章第50條，自1993年6月1日開始規定公共汽車(的士、巴士)、輕型及重型運輸車進行每年一次的強制性檢驗。



4. 澳門空氣質素的改善

一些重要的環保公約

1、《聯合國氣候變化框架公約》(FCCC) —

The Framework Convention on Climate Change

《聯合國氣候變化框架公約》於1992年由多國共同簽署，乃目前最具規模的國際環保公約。該公約的目的是號召全球攜手管制二氧化碳(CO₂)及甲烷(CH₄)等溫室氣體的排放，以減緩地球變暖的速度，紓緩由於地球表面溫度升高所帶來的種種不良後果，如冰川融化、海平面升高導致沿岸低窪地帶的淹沒；全球氣候變化引發不正常暴雨、乾旱現象以及生態系統改變造成糧食產量下跌等。



4. 澳門空氣質素的改善

2、《維也納公約》及《蒙特利爾議定書》 —

Vienna Convention and Montreal Protocol

為阻止臭氧層繼續受到破壞，聯合國環境規劃署(UNEP)於1985年達成保護臭氧層《維也納公約》(Vienna Convention)。並於1987年由多個國家共同簽署《蒙特利爾管制破壞臭氧層物質議定書》，以具法律約束力的條文推動締約國有計劃地削減破壞臭氧層物質的生產、進出口及使用。其後亦繼續不斷對議定書進行修正，祈透過全球努力，來修復臭氧洞。



澳門是《蒙特利爾議定書》的成員。為履行《維也納公約》的國際承諾，澳門於1995年12月4日頒佈了第62/95/M號法令，從1996年起禁止生產對臭氧層有破壞作用的物質。現時含有能影響臭氧層的物質及設備（如噴霧劑、空調、冰箱、滅火器、抽濕機等）的進出口都需經過事前的審批程序，以確保澳門對有關公約及議定書的遵守。

4. 澳門空氣質素的改善

破壞臭氧層的元兇是俗稱氟利昂(Freon)的氟氯碳化物(CFCs)，由於具有穩定性高，不自燃、不助燃、不易起化學變化以及對人體傷害較小等優點，因而普遍使用於各種工業及日常生活用品。其使用範圍包括：發泡劑、冷凍機、冰箱、汽車、空調用冷媒、清洗劑、噴霧劑等。為配合全球保護臭氧層的行動，除了政府應加強管制措施外，在日常生活中，我們也可以加以配合齊來保護臭氧層：



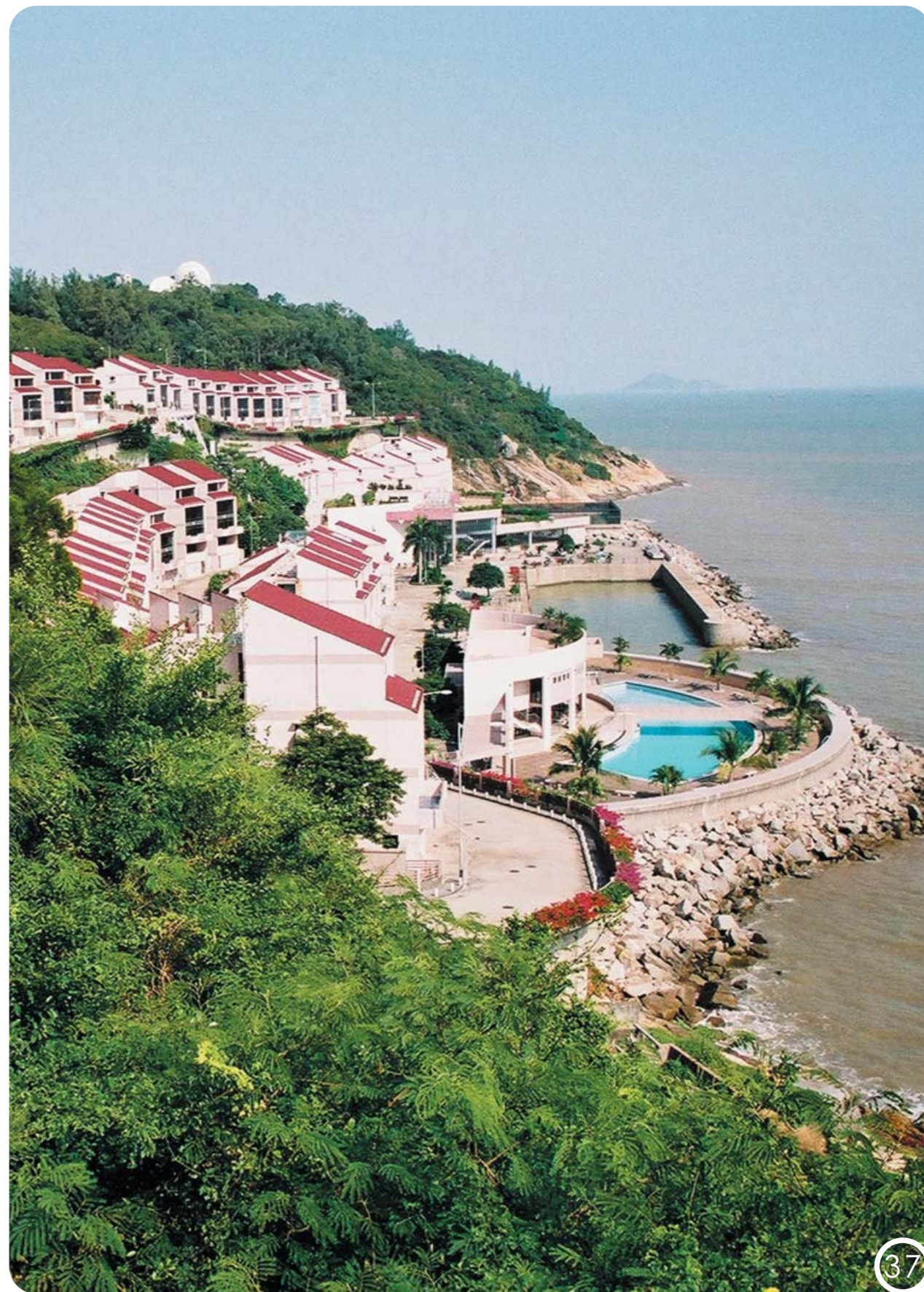
避免使用發泡膠製品、噴霧器



購買具環保冷媒的汽車、冰箱及抽濕機等



加強對汽車空調及家用空調保養以延長其使用壽命，減少冷媒的補充及排放



5. 結束語

空氣是全球超過六十億人每分每秒都在共享的地球資源，古語有云：“江上之清風，山間之明月，取之不盡，用之不竭”，這種資源看來似乎是無窮無盡的。然而，隨著人類社會經濟及工業生產的急速發展，卻對這種珍貴的資源造成了莫大的損害和污染，導致一些世界性環境問題如溫室效應、臭氧層被破壞及氣候的改變等狀況出現，使人類開始認識空氣污染無疆界，解決空氣污染的問題不單是一個國家或地區的事情，而是全球的共同責任。

據聯合國資料預測，通過1987年蒙特利爾協議書對可減弱臭氧層物質的控制，臭氧層可望於二十一世紀中葉回復1980年代前的水平。但另一方面，目前全球二氧化碳的濃度卻比1750年高出30%，而其他的溫室氣體如甲烷及鹵烴化合物在大氣中的含量亦正不斷增加。估計到2032年，從石化能源燃燒所排出的二氧化碳每年將達160億噸，會導致溫室效應及氣候異常的狀況加劇。

在人口密度極高的澳門，空氣質素的好與壞與我們的健康及生存息息相關。除了政府加強宣傳及進行監測和監管外，其實每個市民只要在日常生活中身體力行，如多使用公共交通工具、停車熄匙、綠化家居、愛護樹木、定期維修車輛和使用環保燃料等舉手之勞，我們的空氣質素將會得到一定程度的改善。



清新空氣，你我共享!

讓我們共同努力，來保護人類的生命之源和地球的一片藍天!

6. 附錄

A. 如何測定雨水的酸鹼值？

在大雨開始時，用乾淨燒杯收集雨水一段時間後，用pH試紙測量雨水中的pH值。然後用新的pH試紙測量蒸餾水的pH值，比較兩者pH值那個酸性較強，為什麼？



B. 空氣質量指數計算題

在2002年6月19日中午12時至6月20日中午十二時測出各污物的濃度，數據如下：

污染物名稱	平均濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
PM ₁₀	120
SO ₂	80
NO ₂	100
O ₃	90
污染物名稱	平均濃度(mg/m^3)
CO	8

求當日空氣質量指數？

(備注：CO及O₃的平均濃度已是8小時平均濃度的最高值)

(PM₁₀)

因 $120\mu\text{g}/\text{m}^3$ 介於澳門空氣質量指數對照表(第25頁) $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 與 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之間，因此 $C_i = 120\mu\text{g}/\text{m}^3$ ， $C_n = 100\mu\text{g}/\text{m}^3$ ， $C_{n+1} = 150\mu\text{g}/\text{m}^3$ ， $I_n = 50(\text{AQI})$ ， $I_{n+1} = 100(\text{AQI})$ ，故其污染副指數為

$$I_i = \frac{(120 - 100)}{(150 - 100)} \times (100 - 50) + 50 = 70$$

同理，亦可算出SO₂、NO₂、O₃、CO的四種污染物的污染副指數為 61、64、56、80。

6. 附錄

綜合計算結果，得出下表：

污染物名稱	PM ₁₀	SO ₂	NO ₂	O ₃	CO
污染副指數	70	61	64	56	80

在上述污染物中，CO污染副指數為80，為最高值，故當日(6月20日)空氣質量指數為80，屬普通級數。

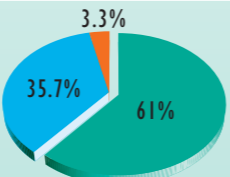
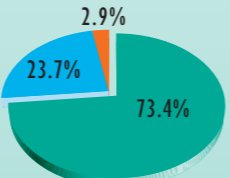
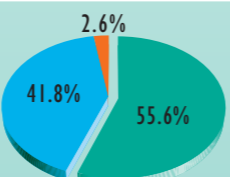
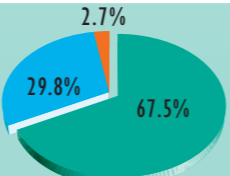
在2002年7月19日中午12時至7月20日中午十二時測出各污物的濃度，數據如下：

污染物名稱	平均濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
PM ₁₀	110
SO ₂	90
NO ₂	120
O ₃	100
污染物名稱	平均濃度(mg/m^3)
CO	9

試求當日的空氣質量指數？

C. 澳門空氣質量指數知多少？

根據1999年4月至2001年12月底的各個空氣質素監測站的空氣質量指數的數據，其日分佈如下表：

監測站	時段	空氣質量指數的日分佈
路邊站	1999/8月至2001/12月	
高密度住宅區(澳門)	1999/4月至2001/12月	
高密度住宅區(氹仔)	2001/4月至2001/12月	
一般性	1999/4月至2001/12月	

● 良好 ● 普通 ● 不良

D. 世界氣象日

世界氣象組織把該組織成立日3月23日定為世界氣象日。

E. 《聯合國氣候變化框架公約》之京都協議書：

由於全球溫室氣體如二氧化碳、甲烷及鹵化物等在大氣中的含量正在不斷地增加，導致溫室效應及氣候異常的加劇。為了控制溫室氣體的排放，在一九九七年在日本京都召開《聯合國氣候變化框架公約》的第三次締約國會議，並發表了「京都協議書」，向締約國提出對六種主要的溫室氣體包括：二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亞氮(N₂O)、氫氟碳化物(HFC_s)、全氟化碳(PFC_s)和六氟化硫(SF₆)的排放限度和削減承諾。

F. 相關國際公約參考網址：

《聯合國氣候變化框架公約》網站：

<http://unfccc.int>

《聯合國氣候變化框架公約》之《京都協議書》公約網站：

<http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.html>

《蒙特利爾議定書》和《維也納公約》公約網站：

<http://www.unep.org/unep/secretar/ozone>

6. 附錄

G. 參考資料

1. “澳門環境狀況報告2001”，環境委員會，12/2001
2. “環境科學大辭典”，中國環境科學出版社，3/1993
3. “中國大百科全書----環境科學”，中國大百科全書出版社，12/1983
4. “Environmental Science----環境科學”，清華大學出版社，6/2000
5. “The state of the environment: Past, Present, Future”，Global environment outlook，UNEP
(<http://www.unep.org/Geo/press.htm>)
6. “澳門環境教育”，鄭幸泉編著，晨輝出版社，9/1999
7. “環境學概論”，劉培桐主編，高等教育出版社，7/2001



技術策劃

書名

澳門的空氣質素

主編

黃蔓荭 程濠霖

資料搜集及整理

葉擴林 莫天才

資料提供

地球物理暨氣象局

設計承印

高意廣告公司

印數

一萬本

ISBN

99937-37-07-0

出版

環境委員會

日期

二零零二年十二月